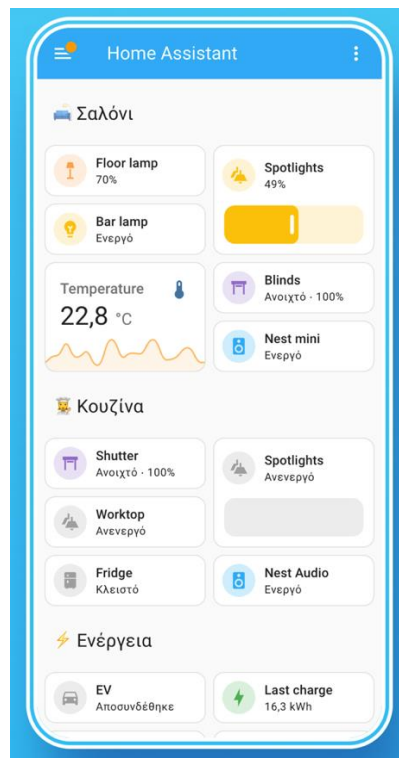




Πανεπιστήμιο
Ιωαννίνων

ΔΙΕΡΕΥΝΗΣΗ ΟΙΚΙΑΚΗΣ ΑΥΤΟΜΑΤΟΠΟΙΗΣΗΣ ΚΑΙ ΤΟΥ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ ΑΝΟΙΚΤΟΥ ΚΩΔΙΚΑ HOME ASSISTANT



Λουκόπουλος Βασίλης

Εξάμνηο: 9 AM: 1679 Email: loukopoulosbasilis@gmail.com

Πίνακας περιεχομένων

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	3
ABSTRACT	3
1. Εισαγωγή	5
1.1 Λογισμικά οικιακής αυτοματοποίησης.....	6
1.2 Εμπορικά προϊόντα λογισμικών οικιακού αυτοματισμού	7
1.3 Internet of Things (IoT)	7
1.4 Έξυπνες συσκευές.....	8
2. Πρωτόκολλα επικοινωνίας.....	9
2.1 Ethernet	9
2.2 Bluetooth	10
2.3 Wi-Fi	11
2.4 UPB	12
2.5 Zwave	12
2.6 Zigbee	13
2.7 Insteon.....	13
2.8 Thread.....	14
2.9 KNX	15
2.10 Άλλα πρωτόκολλα επικοινωνίας.....	16
2.11 Η ειδική περίπτωση του πρωτοκόλλου MQTT	16
3. Μοντέλα επικοινωνίας.....	19
3.1 Επικοινωνία Συσκευή-προς-Συσκευή (Device-to-Device Communication)	19
3.2 Επικοινωνία Συσκευή-προς-Cloud (Device-to-Cloud Communication)	20
3.3 Μοντέλο Επικοινωνίας Συσκευή-προς-Πύλη (Device-to-Gateway Model)	21
3.4 Μοντέλο Κοινοποίησης Δεδομένων μέσω Back-End (Back-End Data Sharing Model)	22
4. Εταιρείες παροχής ολοκληρωμένων λύσεων έξυπνου σπιτιού	24
4.1 Somfy.....	24
4.2 Geyer Smart Home	24
4.3 Legrand Smart Home	25
4.4 Άλλες περιπτώσεις	25
5. Προσιτές συσκευές έξυπνου σπιτιού για DIY εφαρμογές.....	27
5.1 Η εταιρεία SONOFF.....	27

6. Θέματα ασφάλειας και ιδιωτικότητας στο έξυπνο σπίτι.....	31
6.1 Περιστατικά παραβιάσεων ασφαλείας	31
6.2 Περιστατικά παραβιάσεων ιδιωτικότητας.....	32
6.3 Αντιμετώπιση κινδύνων.....	33
7. Λογισμικά αυτοματοποίησης για το έξυπνο σπίτι.....	34
7.1 Εμπορικά λογισμικά	34
7.1.1 Amazon Alexa.....	34
7.1.2 AppleHomeKit	34
7.1.3 Google Home	35
7.1.4 Κριτική για τα εμπορικά λογισμικά αυτοματοποίησης έξυπνου σπιτιού	35
7.2 Λογισμικά ανοικτής προσέγγισης	36
7.2.1 Calaos.....	36
7.2.2 Domoticz	36
7.2.3 Gladys	37
7.2.4 Home Assistant	37
7.2.5 Iobroker	37
7.2.6 Jeedom.....	37
7.2.7 OpenHAB.....	37
7.2.8 Openmotics.....	38
8. Home Assistant	39
8.1 Εγκατάσταση του Home Assistant.....	39
8.1.1 Εγκατάσταση του Home Assistant σε Windows (Oracle VirtualBox)	39
8.1.2 Εγκατάσταση του Home Assistant σε Raspberry PI.....	40
8.1.3 Ολοκλήρωση εγκατάστασης.....	40
8.2 Βασικός οδηγός ρύθμισης του Home Assistant για εμφάνιση της θερμοκρασίας από έναν συνδεδεμένο αισθητήρα θερμοκρασίας.....	45
8.3 Ρύθμιση του Home Assistant για εμφάνιση της θερμοκρασίας από έναν συνδεδεμένο αισθητήρα θερμοκρασίας με μη γραφικό τρόπο	46
8.4 Απομακρυσμένη διαχείριση συσκευών μέσω του IFTTT	48
8.5 Πηγές πληροφόρησης για το Home Assistant	48
9. Επίλογος, συμπεράσματα	51
Βιβλιογραφία.....	52

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία εξετάζει τεχνολογίες που συνιστούν το λεγόμενο «έξυπνο σπίτι» και το λογισμικό Home Assistant. Σήμερα, όλο και περισσότεροι αγοράζουν έξυπνες συσκευές και προσπαθούν να αναβαθμίσουν το σπίτι τους για θέματα άνεσης, ασφάλειας, εξοικονόμησης χρόνου, ενημέρωσης αλλά και διασκέδασης. Στην αρχή της εργασίας θα εξεταστούν πρωτόκολλα επικοινωνίας που χρησιμοποιούν οι έξυπνες συσκευές αλλά και οι αισθητήρες. Στη συνέχεια θα εξεταστούν λογισμικά αυτοματισμού και ειδικότερα το Home Assistant. Έμφαση δίνεται στο θέμα της ενίσχυσης της αίσθησης ασφάλειας που είναι σε θέση να προσφέρεται μέσω τεχνολογιών έξυπνου σπιτιού, ακόμα και χωρίς τη φυσική παρουσία ανθρώπων μέσα στο σπίτι. Επιπλέον, θα εξεταστούν «έτοιμες λύσεις» που προσφέρουν στον χρήστη τους δυνατότητες εύκολου προγραμματισμού επιμέρους συσκευών έτσι ώστε να υλοποιούνται επιθυμητοί αυτοματισμοί. Η εργασία ολοκληρώνεται με έναν οδηγό εγκατάστασης του Home Assistant, για τη δημιουργία ενός hub, σε μια ιδεατή μηχανή Linux μέσα από τα Windows καθώς και σε ένα Raspberry Pi και με την παρουσίαση δύο παραδειγμάτων ρυθμίσεων αυτοματισμών.

ABSTRACT

This thesis examines technologies that constitute the so-called "smart home" and the Home Assistant software. Nowadays, more and more people are purchasing smart devices and trying to upgrade their homes for comfort, safety, time-saving, news, and entertainment. At the beginning of the thesis, communication protocols used by smart devices and sensors/actuators will be examined. Then, automation software will be explored, with a particular focus on Home Assistant. Emphasis is placed on enhancing the sense of security that smart home technologies can offer, even without the physical presence of people in the house. Additionally, "ready-made solutions" will be reviewed, offering users easy programming capabilities for individual devices to implement desired automations. The thesis concludes with a guide for installing Home Assistant to create a hub on a virtual Linux machine within Windows, as well as on a Raspberry PI, along with the presentation of two automation configuration examples.

ΔΗΛΩΣΗ ΠΝΕΥΜΑΤΙΚΗΣ ΙΔΙΟΚΤΗΣΙΑΣ

Η παρούσα εργασία αποτελεί προϊόν αποκλειστικά δικής μου προσπάθειας. Όλες οι πηγές που χρησιμοποιήθηκαν περιλαμβάνονται στη βιβλιογραφία και γίνεται ρητή αναφορά σε αυτές μέσα στο κείμενο όπου έχουν χρησιμοποιηθεί.

1. Εισαγωγή

Τα τελευταία χρόνια η έννοια των έξυπνων σπιτιών (smart homes) έχει εξελιχθεί ταχύτατα από επιστημονική φαντασία σε πραγματικότητα [1]. Στο έτος 2024 η παγκόσμια αγορά έξυπνων σπιτιών είναι σε άνθηση. Εκατομμύρια νοικοκυριά παγκοσμίως διαθέτουν διασυνδεδεμένες συσκευές και ευφυή συστήματα προσδοκώντας στη βελτίωση της εμπειρίας διαμονής για τα άτομα που μένουν ή φιλοξενούνται σε αυτά. Στο κέντρο αυτής της τεχνολογικής επανάστασης βρίσκονται συσκευές και λογισμικά που αναλαμβάνουν το ρόλο της οργάνωσης, του συγχρονισμού και της λειτουργίας των έξυπνων σπιτιών. Ένα τέτοιο λογισμικό είναι το Home Assistant που θα εξεταστεί στη συνέχεια.

Τα πλεονεκτήματα που προσφέρουν τα έξυπνα σπίτια είναι πολλά, εστιάζοντας στην προοπτική της αναδιαμόρφωσης της καθημερινότητας προς το καλύτερο. Ειδικότερα, προσφέρουν:

1. Διευκόλυνση καθημερινότητας: Ακολουθίες εργασιών που μπορούν να ενεργοποιηθούν είτε με φωνητικές εντολές είτε με συγκεκριμένα συμβάντα (π.χ. είσοδος στο σπίτι συγκεκριμένων ατόμων) μπορούν να διευκολύνουν εργασίες όπως η ρύθμιση θερμοστατών, η διαχείριση συστημάτων ασφαλείας και άλλα.
2. Ενεργειακή αποτελεσματικότητα: Τα έξυπνα συστήματα διαχείρισης ενέργειας βελτιστοποιούν την κατανάλωση ενέργειας οδηγώντας σε μειωμένους λογαριασμούς και χαμηλότερες εκπομπές CO₂.
3. Βελτιωμένη ασφάλεια: Οι προχωρημένες δυνατότητες επιτήρησης και παρακολούθησης δίνουν στους ιδιοκτήτες καλύτερες δυνατότητες ελέγχου σε ότι αφορά την ασφάλεια της περιουσίας τους.
4. Προσωποποιημένη άνεση: Τα σύγχρονα συστήματα TN (Τεχνητής Νοημοσύνης) είναι σε θέση να μαθαίνουν τις προτιμήσεις των ενοίκων και να προσαρμόζουν το φωτισμό, τη θερμοκρασία και γενικότερα την ατμόσφαιρα στις επιθυμητές.
5. Διευκόλυνση προσβασιμότητας: Οι τεχνολογίες έξυπνων σπιτιών μπορούν να προσφέρουν ανεξαρτησία και βοήθεια σε ηλικιωμένα άτομα ή άτομα με αναπηρίες, δίνοντάς τους τη δυνατότητα να ελέγχουν το περιβάλλον μέσα στο οποίο ζουν με ευκολία.

Ωστόσο, καθώς τα έξυπνα σπίτια γίνονται όλο και πιο διαδεδομένα, κάνουν την εμφάνισή τους διάφορες προκλήσεις, που πρέπει να ξεπεραστούν, όπως οι ακόλουθες:

1. Θέματα ιδιωτικότητας: Η συλλογή και η αποθήκευση προσωπικών δεδομένων από έξυπνες συσκευές προκαλεί προβληματισμό και ερωτήματα σχετικά με την ασφάλεια των δεδομένων και την ενδεχόμενη κακή χρήση αυτών των δεδομένων.
2. Θέματα διαλειτουργικότητας: Η απουσία κοινών προτύπων που θα έπρεπε να ακολουθούνται από διαφορετικούς κατασκευαστές οδηγεί συχνά σε προβλήματα ασυμβατότητας συσκευών και συστημάτων.
3. Κίνδυνοι κυβερνοασφάλειας: Καθώς τα σπίτια διασυνδέονται περισσότερο, ταυτόχρονα γίνονται περισσότερο ευάλωτα σε επιθέσεις hacking και κυβερνοεπιθέσεις (cyber attacks).
4. Τεχνολογική πολυπλοκότητα: Η ρύθμιση και η συντήρηση των συστημάτων έξυπνων σπιτιών μπορεί να είναι απαγορευτική διαδικασία για χρήστες που είναι λιγότερο εξοικειωμένοι με την τεχνολογία.

5. Φραγμοί κόστους: Το αρχικά μεγάλο κόστος επένδυσης, ειδικά για ποιοτικό εξοπλισμό έξυπνου σπιτιού, αποτρέπει ορισμένους χρήστες από την προμήθεια του.

1.1 Λογισμικά οικιακής αυτοματοποίησης

Λογισμικά / εργαλεία οικιακής αυτοματοποίησης (home automation tools) όπως τα Home Assistant, OpenHAB, Domoticz, Jeedom και άλλα είναι ανοικτού κώδικα και μπορούν να λειτουργούν ως κεντρικοί κόμβοι (hubs) για τον έλεγχο και την αυτοματοποίηση έξυπνων συσκευών και συστημάτων σε ένα σπίτι. Επιτρέπουν τη διασύνδεση διαφορετικών προϊόντων έξυπνου σπιτιού, τη δημιουργία κανόνων αυτοματοποίησης και τη διαχείριση συνολικά του έξυπνου σπιτιού από μια κεντρική οθόνη διαχείρισης. Ειδικότερα, ο ρόλος αυτών των συστημάτων μπορεί να συνοψιστεί στα ακόλουθα:

- Ενσωμάτωση συσκευών σε μια ολοκληρωμένη λύση: Τα λογισμικά αυτά ενεργούν ως γέφυρες μεταξύ έξυπνων συσκευών, επιτρέποντας την επικοινωνία μεταξύ τους ανεξάρτητα από κατασκευαστή ή πρωτόκολλο.
- Αυτοματοποίηση: Επιτρέπουν στους χρήστες να δημιουργούν σύνθετα σενάρια αυτοματοποίησης, όπως άνοιγμα φώτων όταν ανιχνεύεται κίνηση ή ρύθμιση του θερμοστάτη με βάση την ώρα της ημέρας.
- Διεπαφή (interface) χρήστη: Παρέχουν μια ενοποιημένη διεπαφή για έλεγχο όλων των συνδεδεμένων συσκευών, συνήθως μέσω διαδικτυακών εφαρμογών (web apps) ή μέσω εφαρμογών για κινητά.
- Συλλογή δεδομένων και ανάλυση δεδομένων: Συλλέγουν και αναλύουν δεδομένα, προσφέροντας πληροφορίες, σχετικά με τη χρήση ενέργειας, με θέματα ασφάλειας και άλλα.
- Απομακρυσμένη πρόσβαση: Επιτρέπουν την απομακρυσμένη πρόσβαση, έτσι ώστε οι χρήστες να μπορούν να ελέγχουν τα οικιακά συστήματα από οπουδήποτε, εφόσον έχουν πρόσβαση στο διαδίκτυο.

Συμπερασματικά, τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα των λογισμικών οικιακής αυτοματοποίησης παρουσιάζονται στον ακόλουθο πίνακα:

Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα
1. Κεντρικός έλεγχος: Παρέχουν ένα κεντρικό σημείο ελέγχου για όλες τις συσκευές ενός έξυπνου σπιτιού. 2. Ευέλικτη διαμόρφωση: Οι χρήστες μπορούν να δημιουργούν υψηλά προσωποποιημένες λειτουργίες. 3. Ανεξαρτησία: Μειώνουν την εξάρτηση από τα οικοσυστήματα συγκεκριμένων κατασκευαστών. 4. Μείωση κόστους λειτουργίας: Μπορούν να αντικαταστήσουν υπηρεσίες νέφους που παρέχονται έναντι κόστους. 5. Ιδιωτικότητα: Παρέχουν επιλογές όπου η αποθήκευση δεδομένων και ο έλεγχος γίνεται τοπικά, μειώνοντας με αυτό τον τρόπο το διαμοιρασμό δεδομένων με τρίτα μέλη.	1. Πολυπλοκότητα: Συχνά απαιτούν περισσότερες τεχνικές γνώσεις από ότι οι κύριες εμπορικές λύσεις κατασκευαστών 2. Χρόνος διαμόρφωσης: Η αρχική διαμόρφωση και η συνεχιζόμενη για όλη τη διάρκεια λειτουργίας, συντήρηση, μπορεί να είναι χρονοβόρα. 3. Αξιοπιστία: Οι εγκαταστάσεις που γίνονται από απλούς χρήστες είναι συνήθως λιγότερο αξιόπιστες από εγκαταστάσεις που γίνονται από επαγγελματίες. 4. Υποστήριξη: Οι χρήστες συνήθως στηρίζονται στην υποστήριξη της κοινότητας και όχι σε

	επαγγελματικές υπηρεσίες υποστήριξης.
5.	Θέματα συμβατότητας: Σε ορισμένες περιπτώσεις, κάποιες συσκευές μπορεί να μη συνεργάζονται καλά με συγκεκριμένα λογισμικά οικιακής αυτοματοποίησης.

Πίνακας 1 – Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα λογισμικών οικιακού αυτοματισμού ανοικτού κώδικα (π.χ. Home Assistant).

1.2 Εμπορικά προϊόντα λογισμικών οικιακού αυτοματισμού

Πέρα από λογισμικά ανοικτού κώδικα για οικιακή αυτοματοποίηση, όπως αυτά που αναφέρθηκαν στην προηγούμενη παράγραφο, υπάρχουν και διάφορα ανταγωνιστικά εμπορικά προϊόντα. Συχνά αυτά τα προϊόντα δίνουν προτεραιότητα στην ευκολία χρήσης και στη δημιουργία ενός κλειστού οικοσυστήματος υπό τον έλεγχο της εταιρείας που τα έχει αναπτύξει. Οι κυριότερες περιπτώσεις εμπορικών προϊόντων λογισμικού οικιακού αυτοματισμού είναι οι ακόλουθες: Amazon Alexa, Google Home, Apple HomeKit, Samsung SmartThings, Philips Hue Bridge, IKEA Smart Home, Control4, Hubitat elevation, XIAOMI Smart Hub.

1.3 Internet of Things (IoT)

Το IoT αποτελεί μία από τις πιο καινοτόμες τεχνολογίες της σύγχρονης εποχής. Πρόκειται για ένα σύστημα διασύνδεσης φυσικών αντικειμένων, συσκευών και αισθητήρων μέσω του Διαδικτύου, το οποίο επιτρέπει την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ τους χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση [2]. Αυτές οι συσκευές μπορούν να συλλέγουν, να επεξεργάζονται και να ανταλλάσσουν πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο, προσφέροντας αυτοματοποιημένες λύσεις και βελτιώνοντας τη λειτουργικότητα σε διάφορους τομείς, όπως η βιομηχανία, τα έξυπνα σπίτια, οι πόλεις και οι μεταφορές. Στην περίπτωση του έξυπνου σπιτιού (smart home), το IoT διαδραματίζει κεντρικό ρόλο, επιτρέποντας τη διαχείριση, τον έλεγχο και τον αυτοματισμό διάφορων οικιακών συσκευών με τρόπο που επιδιώκει την βελτίωση της ποιότητας ζωής των χρηστών.

Παρόλο που η υιοθέτηση του IoT σε έξυπνα σπίτια αυξάνεται, υπάρχουν αρκετές προκλήσεις που πρέπει να αντιμετωπιστούν. Η ασφάλεια των συσκευών, η διαλειτουργικότητα μεταξύ διαφορετικών πλατφορμών και πρωτοκόλλων, και η διαχείριση των μεγάλων όγκων δεδομένων είναι ζητήματα που απαιτούν συνεχή βελτίωση. Το μέλλον του IoT στα έξυπνα σπίτια περιλαμβάνει την ολοένα και μεγαλύτερη ενσωμάτωση της τεχνητής νοημοσύνης (AI) και της μηχανικής μάθησης, καθιστώντας τα σπίτια ακόμα πιο αυτόνομα και αποδοτικά. Η ενοποίηση περισσότερων συσκευών με ικανότητα εκμάθησης και προσαρμογής θα δημιουργήσει ένα περιβάλλον που θα προβλέπει τις ανάγκες των κατοίκων και θα διαχειρίζεται με βέλτιστο τρόπο τους πόρους.

Αξίζει να σημειωθεί ότι το IoT βρίσκει εφαρμογή σε πολλούς τομείς πέρα από τα έξυπνα σπίτια. Μερικές από τις πιο σημαντικές εφαρμογές περιλαμβάνουν:

- Βιομηχανία και κατασκευή (Industrial IoT - IIoT)
- Υγειονομική περίθαλψη (Healthcare IoT)
- Γεωργία (Agricultural IoT)
- Μεταφορές και έξυπνες πόλεις (Smart Cities)
- Μεταποίηση και εφοδιαστική αλυσίδα

- Ασφάλεια και άμυνα
- Λιανική - εμπόριο

Συνεπώς, το IoT έχει πολλές καινοτόμες εφαρμογές που βελτιώνουν την αποδοτικότητα, την ασφάλεια και την ποιότητα ζωής σε ένα ευρύ φάσμα τομέων.

1.4 Έξυπνες συσκευές

Υπάρχει πληθώρα έξυπνων συσκευών που κατακλύζουν την αγορά και που μπορούν να εξοπλίσουν το έξυπνο σπίτι. Στη συνέχεια παρουσιάζεται μια (μη πλήρης) λίστα με 30 κατηγορίες έξυπνων συσκευών με μια συγκεκριμένη συσκευή ως ενδεικτικό παράδειγμα για την κάθε κατηγορία:

1. Έξυπνα Ηχεία: Amazon Echo (Alexa)
2. Έξυπνοι Θερμοστάτες: Nest Learning Thermostat
3. Έξυπνος Φωτισμός: Philips Hue smart bulbs
4. Έξυπνες Κάμερες Ασφαλείας: Ring Video Doorbell
5. Έξυπνες Κλειδαριές: August Smart Lock Pro
6. Έξυπνοι Ανιχνευτές Καπνού: Nest Protect
7. Έξυπνες Πρίζες: TP-Link Kasa Smart Plug
8. Έξυπνες Οικιακές Συσκευές: Samsung Family Hub Refrigerator
9. Έξυπνες Τηλεοράσεις: LG OLED CX Series
10. Έξυπνα Συστήματα Άρδευσης: Rachio 3 Smart Sprinkler Controller
11. Έξυπνες Κουρτίνες και Στόρια: Lutron Serena Smart Shades
12. Έξυπνες Ηλεκτρικές Σκούπες: iRobot Roomba i7+
13. Έξυπνοι Καθαριστές Αέρα: Dyson Pure Cool Link TP02
14. Έξυπνα Κουδούνια Πόρτας: Arlo Essential Video Doorbell Wire-Free
15. Έξυπνοι Μηχανισμοί Γκαραζόπορτας: Chamberlain MyQ Smart Garage Hub
16. Έξυπνες Ζυγαριές: Withings Body+ Smart Scale
17. Έξυπνοι Διακόπτες: Lutron Caseta Wireless Smart Dimmer Switch
18. Έξυπνοι Ανιχνευτές Διαρροής Νερού: Govee WiFi Water Sensor
19. Έξυπνοι Ταΐστρες Κατοικίδιων: PetSafe Smart Feed Automatic Dog and Cat Feeder
20. Έξυπνος Εξωτερικός Φωτισμός: Ring Smart Lighting Pathway Lights
21. Έξυπνοι Καθρέφτες: HiMirror Mini Premium X
22. Έξυπνα Κρεβάτια: Sleep Number 360 i8 Smart Bed
23. Έξυπνες Βρύσες: Moen U by Moen Smart Faucet
24. Έξυπνα Κλιματιστικά: LG Dual Inverter Smart Window Air Conditioner
25. Έξυπνες Πόρτες για Κατοικίδια: SureFlap Microchip Pet Door Connect
26. Έξυπνοι Εσωτερικοί Κήποι: Click and Grow Smart Garden 9
27. Έξυπνοι Συναγερμοί Καπνού: First Alert Onelink Safe & Sound
28. Έξυπνα Πολύπριζα: TP-Link Kasa Smart Wi-Fi Power Strip
29. Έξυπνοι Ανεμιστήρες Οροφής: Big Ass Fans Haiku with SenseME
30. Έξυπνοι Αισθητήρες Παραθύρων: Aqara Window and Door Sensor

2. Πρωτόκολλα επικοινωνίας

Γενικά, ένα πρωτόκολλο επικοινωνίας είναι ένα σύνολο κανόνων και τεχνικών προδιαγραφών που καθορίζουν πώς οι συσκευές ενός δικτύου ανταλλάσσουν δεδομένα. Ουσιαστικά, πρόκειται για συμφωνίες μεταξύ των συσκευών για το πώς θα πρέπει να γίνεται η επικοινωνία, εξασφαλίζοντας τη σωστή μετάδοση και παραλαβή των πληροφοριών. Στη συνέχεια θα παρουσιαστούν ορισμένα από τα σημαντικότερα πρωτόκολλα επικοινωνίας που σχετίζονται με το έξυπνο σπίτι.

2.1 Ethernet

Το Ethernet είναι ένα από τα πιο αξιόπιστα και διαδεδομένα πρωτόκολλα δικτύωσης, το οποίο χρησιμοποιείται σε σχεδόν όλα τα σύγχρονα δίκτυα υπολογιστών. Αναπτύχθηκε αρχικά από τη Xerox PARC το 1973 και τυποποιήθηκε ως IEEE 802.3 το 1983. Ακολουθούν ορισμένα τεχνικά χαρακτηριστικά του Ethernet.

- Τοπολογία: Αρχικά χρησιμοποιούσε τοπολογία διαύλου, αλλά σήμερα κυριαρχεί η τοπολογία αστέρα με τη χρήση μεταγωγέων (switches).
- Φυσικό επίπεδο: Χρησιμοποιεί διάφορους τύπους καλωδίων:
 - Ομοαξονικό καλώδιο (παλαιότερα)
 - Συνεστραμμένο ζεύγος (UTP/STP) - Cat5e, Cat6, Cat6a, Cat7
 - Οπτικές ίνες για μεγαλύτερες αποστάσεις και ταχύτητες
- Πρότυπα ταχύτητας:
 - 10BASE-T: 10 Mbps
 - 100BASE-TX (Fast Ethernet): 100 Mbps
 - 1000BASE-T (Gigabit Ethernet): 1 Gbps
 - 10GBASE-T: 10 Gbps
 - 40GBASE-T: 40 Gbps
 - 100GBASE-T: 100 Gbps
- Μέθοδος πρόσβασης στο μέσο: CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access with Collision Detection) για half-duplex συνδέσεις. Σε full-duplex συνδέσεις, που είναι πλέον ο κανόνας, δεν απαιτείται.
- Μέγιστο μήκος τμήματος: Ποικίλλει ανάλογα με το πρότυπο, αλλά τυπικά είναι 100 μέτρα για καλώδια χαλκού.
- Πλαίσιο Ethernet (frame): Πρόθεμα (8 bytes), Διεύθυνση προορισμού MAC (6 bytes), Διεύθυνση πηγής MAC (6 bytes), Τύπος/Μήκος (2 bytes), Δεδομένα (46-1500 bytes), FCS (Frame Check Sequence) (4 bytes)
- Jumbo frames: Επιτρέπουν μεγαλύτερα πλαίσια (έως 9000 bytes) για βελτιωμένη απόδοση σε συγκεκριμένες εφαρμογές.
- Power over Ethernet (PoE): Επιτρέπει την τροφοδοσία συσκευών μέσω του καλωδίου Ethernet (π.χ. IP τηλέφωνα, κάμερες).
- Energy Efficient Ethernet (IEEE 802.3az): Μειώνει την κατανάλωση ενέργειας όταν δεν υπάρχει κίνηση δεδομένων.
- Ασφάλεια: Το πρωτόκολλο 802.1X παρέχει έλεγχο ταυτότητας σε επίπεδο θύρας.

Το Ethernet παραμένει η κυρίαρχη τεχνολογία για LAN λόγω της ευελιξίας, της αξιοπιστίας και της συνεχούς εξέλιξής του. Η χρήση του εκτείνεται από οικιακά δίκτυα έως εταιρικά περιβάλλοντα και κέντρα δεδομένων, υποστηρίζοντας εφαρμογές υψηλού εύρους ζώνης όπως ροή βίντεο 4K και cloud computing. Η συμβατότητα με παλαιότερες εκδόσεις και η

δυνατότητα αναβάθμισης το καθιστούν καλή επιλογή για μακροπρόθεσμες επενδύσεις σε υποδομές δικτύου.

2.2 Bluetooth

Το Bluetooth είναι μια ασύρματη τεχνολογία επικοινωνίας που αναπτύχθηκε βάσει του προτύπου IEEE 802.15.1. Μέσω αυτής, τα δεδομένα μεταδίδονται ασύρματα με τη χρήση ραδιοκυμάτων, εξαλείφοντας την ανάγκη για καλώδια ανάμεσα στις συνδεδεμένες συσκευές. Η τεχνολογία έχει περιορισμένη εμβέλεια, με τη συνήθη απόσταση να φτάνει τα 10 μέτρα, και κάθε συσκευή που τη χρησιμοποιεί πρέπει να διαθέτει κατάλληλο προσαρμογέα. Οι κύριες υπηρεσίες που προσφέρει είναι η μεταφορά φωνής και αρχείων, ενώ η κατανάλωση ενέργειας είναι εξαιρετικά χαμηλή. Ωστόσο, σε σύγκριση με άλλες ασύρματες τεχνολογίες, η ασφάλεια του Bluetooth θεωρείται πιο αδύναμη. Η τεχνολογία Bluetooth αναπτύχθηκε το 1994 από την Ericsson ως μέσο αντικατάστασης καλωδίων που συνδέαν κινητές συσκευές και σύντομα, καθιερώθηκε ως παγκόσμιο πρότυπο. Η τεχνολογία βασίζεται στη χρήση ραδιοκυμάτων στη ζώνη των 2,4GHz για την αποστολή και λήψη δεδομένων, επιτρέποντας στις συσκευές να δημιουργούν προσωπικά δίκτυα, γνωστά ως "piconet". Ακολουθούν μερικά τεχνικά χαρακτηριστικά της τεχνολογίας Bluetooth:

- Συχνότητα λειτουργίας: Η τεχνολογία Bluetooth χρησιμοποιεί τη βιομηχανική, επιστημονική και ιατρική (ISM = Industrial, Scientific, Medical) ζώνη των 2,4GHz, η οποία είναι κοινή και αδειοδοτημένη παγκοσμίως για τη μετάδοση δεδομένων μέσω ραδιοκυμάτων.
- Ρυθμός μεταφοράς δεδομένων: Οι πρώτες εκδόσεις του Bluetooth (1.2) υποστήριζαν ταχύτητες έως 1 Mbps, ενώ οι πιο σύγχρονες εκδόσεις όπως το Bluetooth 5.0 προσφέρουν ταχύτητες έως 2 Mbps για τυπικές συνδέσεις. Υπάρχει επίσης μέσω του Bluetooth Long Range η δυνατότητα μεταφοράς δεδομένων σε μεγαλύτερες αποστάσεις (έως και 240 μέτρα).
- Προφίλ συσκευών (Profiles): Το Bluetooth υποστηρίζει πολλά προφίλ συσκευών που καλύπτουν διαφορετικές εφαρμογές, όπως το Hands-Free Profile (HFP) για hands-free κλήσεις, το Advanced Audio Distribution Profile (A2DP) για μετάδοση ήχου υψηλής ποιότητας και το Object Push Profile (OPP) για μεταφορά αρχείων.
- Τεχνολογία Spread Spectrum: Το Bluetooth χρησιμοποιεί τεχνικές φάσματος συχνότητας με διασπορά (Frequency-Hopping Spread Spectrum - FHSS), που επιτρέπει τη συνεχή αλλαγή καναλιών κατά τη διάρκεια της επικοινωνίας, μειώνοντας έτσι τις παρεμβολές από άλλες συσκευές που λειτουργούν στην ίδια συχνότητα.
- Κατανάλωση ενέργειας: Το Bluetooth Low Energy (BLE), που εισήχθη με την έκδοση 4.0, προσφέρει σημαντικά μειωμένη κατανάλωση ενέργειας, καθιστώντας την τεχνολογία κατάλληλη για φορητές συσκευές, όπως wearables και συσκευές IoT.

Η τεχνολογία Bluetooth βρίσκει εφαρμογή σε διάφορους τομείς, όπως:

- Σύνδεση ήχου: Χρησιμοποιείται από ακουστικά, ηχεία και αυτοκίνητα για ασύρματη μετάδοση ήχου.
- Συνδεσιμότητα περιφερειακών: Διευκολύνει τη σύνδεση περιφερειακών συσκευών, όπως ποντίκια, πληκτρολόγια και εκτυπωτές, με υπολογιστές.

- Μεταφορά δεδομένων: Επιτρέπει την εύκολη μεταφορά αρχείων μεταξύ κινητών συσκευών, όπως smartphones και tablets.
- Έξυπνα σπίτια: Χρησιμοποιείται για τον ασύρματο έλεγχο και την αυτοματοποίηση έξυπνων συσκευών, όπως λαμπτήρες, κλειδαριές και θερμοστάτες.

Συμπερασματικά, το Bluetooth συνδυάζει ευκολία, χαμηλή κατανάλωση ενέργειας και ευελιξία, καθιστώντας το ιδανική λύση για τη σύνδεση συσκευών σε κοντινές αποστάσεις.

2.3 Wi-Fi

Το Wi-Fi, γνωστό και ως 802.11, είναι μια οικογένεια προτύπων που χρησιμοποιεί ραδιοκύματα για την παροχή ασύρματης δικτύωσης σε διάφορες συσκευές. Λειτουργεί κυρίως στις συχνότητες 2.4 GHz και 5 GHz, με το πιο πρόσφατο πρότυπο Wi-Fi 6 (802.11ax) να εισάγει τη χρήση της συχνότητας 6 GHz (Wi-Fi 6E) για μεγαλύτερη ταχύτητα και μικρότερη συμφόρηση σε περιοχές με πολλές συσκευές. Ακολουθούν μερικά τεχνικά χαρακτηριστικά του Wi-Fi:

- Ταχύτητες δεδομένων: Οι ταχύτητες εξαρτώνται από την έκδοση του προτύπου που χρησιμοποιείται:
 - 802.11b: έως 11 Mbps (2.4 GHz)
 - 802.11g: έως 54 Mbps (2.4 GHz)
 - 802.11n: έως 600 Mbps (2.4/5 GHz)
 - 802.11ac (Wi-Fi 5): έως 1.3 Gbps (5 GHz)
 - 802.11ax (Wi-Fi 6): έως 9.6 Gbps (2.4/5/6 GHz)
- Πλάτος ζώνης καναλιού: Η τεχνολογία Wi-Fi μπορεί να λειτουργεί σε πλάτη ζώνης 20 MHz, 40 MHz, 80 MHz και 160 MHz. Τα μεγαλύτερα πλάτη καναλιού επιτρέπουν τη μετάδοση μεγαλύτερων ποσοτήτων δεδομένων, αλλά είναι πιο επιρρεπή σε παρεμβολές, ειδικά στις χαμηλότερες συχνότητες.
- MIMO (Multiple Input, Multiple Output):** Η τεχνολογία MIMO χρησιμοποιείται στα σύγχρονα πρότυπα Wi-Fi για να επιτρέπει την ταυτόχρονη μετάδοση πολλαπλών ροών δεδομένων, αυξάνοντας την ταχύτητα και την απόδοση του δικτύου. Στο Wi-Fi 6, το MU-MIMO (Multi-User MIMO) επιτρέπει την ταυτόχρονη εξυπηρέτηση πολλαπλών συσκευών με μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα.
- OFDMA (Orthogonal Frequency-Division Multiple Access): Το Wi-Fi 6 χρησιμοποιεί την τεχνολογία OFDMA, η οποία επιτρέπει την κατανομή του φάσματος σε πολλαπλά μικρότερα κανάλια για καλύτερη απόδοση σε περιβάλλοντα με πολλή κίνηση. Αυτή η τεχνολογία βελτιώνει την απόκριση του δικτύου όταν συνδέονται πολλές συσκευές.
- TWT (Target Wake Time): Μια άλλη βελτίωση στο Wi-Fi 6, η οποία επιτρέπει στις συσκευές να παραμένουν σε κατάσταση ύπνου για περισσότερο χρόνο και να "ξυπνούν" μόνο όταν χρειάζεται να ανταλλάξουν δεδομένα, μειώνοντας έτσι την κατανάλωση ενέργειας.
- Ασφάλεια: Το Wi-Fi χρησιμοποιεί διάφορα πρότυπα ασφάλειας για την προστασία των δεδομένων, όπως τα WEP (παλιότερο), WPA, WPA2 και το πιο πρόσφατο WPA3. Το WPA3 παρέχει ενισχυμένη προστασία, όπως πιο ισχυρούς αλγόριθμους κρυπτογράφησης και βελτιωμένες δυνατότητες για ασφαλή συνδέσεις σε δημόσια δίκτυα.
- Εμβέλεια: Το τυπικό Wi-Fi έχει εμβέλεια περίπου 30-50 μέτρα σε εσωτερικούς χώρους και έως 100-150 μέτρα σε εξωτερικούς χώρους, ανάλογα με τα εμπόδια και το πρότυπο που χρησιμοποιείται. Οι χαμηλότερες συχνότητες (2.4 GHz) έχουν μεγαλύτερη εμβέλεια αλλά είναι πιο επιρρεπείς σε παρεμβολές από άλλες συσκευές, όπως φούρνους μικροκυμάτων και ασύρματα τηλέφωνα.

- **Beamforming:** Αυτή η τεχνολογία επιτρέπει στο Wi-Fi δίκτυο να κατευθύνει την ισχύ του σήματος προς συγκεκριμένες συσκευές, βελτιώνοντας την ποιότητα του σήματος και τη σταθερότητα της σύνδεσης, ιδιαίτερα σε μεγαλύτερες αποστάσεις.
- Η τεχνολογία Wi-Fi εξελίσσεται διαρκώς για να καλύψει τις αυξανόμενες ανάγκες σε ταχύτητα, χωρητικότητα και ενεργειακή αποδοτικότητα, καθιστώντας την την πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη τεχνολογία ασύρματης σύνδεσης παγκοσμίως.

2.4 UPB

Το UPB (Universal Powerline Bus) είναι μια τεχνολογία που εκμεταλλεύεται το υπάρχον οικιακό ηλεκτρικό δίκτυο για μετάδοση δεδομένων, καθιστώντας δυνατή την επικοινωνία έξυπνων συσκευών σε τοπική εγγύτητα εντός της κατοικίας χωρίς την ανάγκη πρόσθετων καλωδίων. Η αρχή λειτουργίας του βασίζεται στη χρήση χαμηλής συχνότητας για τη μετάδοση σημάτων ελέγχου μέσω των ίδιων γραμμών που χρησιμοποιούνται για την παροχή ηλεκτρικού ρεύματος. Ακολουθούν μερικά τεχνικά χαρακτηριστικά του UPB:

- **Συχνότητα λειτουργίας:** Το UPB λειτουργεί σε συχνότητες από 4 έως 40 kHz, γεγονός που του επιτρέπει να αποστέλλει σήματα πάνω από το κανονικό ηλεκτρικό ρεύμα (50 ή 60 Hz).
- **Ρυθμός μετάδοσης δεδομένων:** Η τεχνολογία αυτή προσφέρει σχετικά χαμηλούς ρυθμούς μετάδοσης δεδομένων, με τυπικές ταχύτητες έως 4800 bps. Παρόλο που αυτός ο ρυθμός είναι κατάλληλος για απλά σήματα ελέγχου, δεν είναι κατάλληλος για εφαρμογές που απαιτούν υψηλές ταχύτητες, όπως η ροή δεδομένων πολυμέσων.
- **Αξιοπιστία:** Το UPB είναι γνωστό για την υψηλή αξιοπιστία στη μετάδοση δεδομένων, ιδιαίτερα σε σύγκριση με άλλες τεχνολογίες που βασίζονται στο ηλεκτρικό δίκτυο, όπως το X10. Παρέχει επίσης δυνατότητα διαχείρισης παρεμβολών, καθιστώντας το πιο ανθεκτικό σε θόρυβο γραμμής.
- **Μέθοδος διαμόρφωσης:** Χρησιμοποιεί μια μορφή διαμόρφωσης παλμών (Pulse Position Modulation - PPM), η οποία επιτρέπει τη μετάδοση δεδομένων μέσω των ηλεκτρικών καλωδίων με ακρίβεια.
- **Εμβέλεια:** Η εμβέλεια του UPB εντός του σπιτιού είναι αρκετά εκτενής, καθώς μπορεί να καλύψει αποστάσεις έως 3,000 τετραγωνικά πόδια χωρίς την ανάγκη ενισχυτών σήματος.
- **Κατανάλωση ενέργειας:** Οι συσκευές που λειτουργούν με UPB καταναλώνουν ελάχιστη ενέργεια, γεγονός που τις καθιστά κατάλληλες για συστήματα αυτοματισμού σπιτιού που χρειάζονται συνεχή σύνδεση.
- **Ασφάλεια:** Ένα από τα μειονεκτήματα του UPB είναι η έλλειψη ενσωματωμένης κρυπτογράφησης, γεγονός που το καθιστά λιγότερο ασφαλές σε σχέση με άλλες τεχνολογίες όπως το Wi-Fi ή το ZigBee.

Το UPB προσφέρει αρκετά πλεονεκτήματα, όπως χαμηλότερο κόστος εγκατάστασης και απλότητα στην υλοποίηση, καθιστώντας το ως μια καλή λύση για οικιακούς αυτοματισμούς που απαιτούν βασικές λειτουργίες, όπως ο έλεγχος φωτισμού, θέρμανσης και άλλων συσκευών. Παρά το περιορισμένο εύρος ζώνης, αποτελεί μια οικονομικά αποδοτική επιλογή για εφαρμογές που δεν απαιτούν υψηλές ταχύτητες μετάδοσης δεδομένων.

2.5 Zwave

Το Z-Wave έχει αναπτυχθεί ειδικά για συστήματα οικιακού αυτοματισμού και ελέγχου κτιρίων. Πρόκειται για ένα ασύρματο δίκτυο πλέγματος (mesh network) που χρησιμοποιεί

ραδιοκύματα χαμηλής ενέργειας, στη ζώνη των 900 MHz, για την επικοινωνία μεταξύ συσκευών. Αυτή η τεχνολογία εξασφαλίζει αξιόπιστη επικοινωνία σε μεγάλες αποστάσεις και μειωμένη κατανάλωση ενέργειας, καθιστώντας την ιδανική για συσκευές που τροφοδοτούνται από μπαταρίες. Σε επίπεδο εφαρμογών, το Z-Wave διασφαλίζει τη διαλειτουργικότητα μεταξύ συσκευών διαφορετικών κατασκευαστών, επιτρέποντας τους να συνεργάζονται και να ανταλλάσσουν δεδομένα. Το δίκτυο χρησιμοποιεί αυτόματη δρομολόγηση (auto-routing), πράγμα που σημαίνει ότι οι συσκευές μπορούν να βρουν εναλλακτικές διαδρομές επικοινωνίας όταν κάποιες είναι εκτός εμβέλειας. Επίσης, επιτρέπει την αμοιβαία αναγνώριση συσκευών, διασφαλίζοντας ασφαλή και αξιόπιστη σύνδεση, ακόμη και σε απομακρυσμένα σημεία του σπιτιού. Η τεχνολογία Z-Wave είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη στον χώρο των έξυπνων σπιτιών, καθώς παρέχει σταθερή ασύρματη επικοινωνία μεταξύ διαφόρων αισθητήρων και συσκευών, όπως φωτιστικά, θερμοστάτες, και συστήματα ασφαλείας. Οι συσκευές Z-Wave είναι ενεργειακά αποδοτικές, επιτρέποντας μεγάλη διάρκεια ζωής των μπαταριών, ενώ η τεχνολογία προσφέρει και την δυνατότητα αυτόματης εγκατάστασης χωρίς τη βοήθεια εξειδικευμένων επαγγελματιών.

2.6 Zigbee

Το Zigbee είναι ένα πρωτόκολλο ασύρματης επικοινωνίας στην κατηγορία των δικτύων πλέγματος (mesh networks), σχεδιασμένο για τη διαχείριση μικρών συσκευών σε έξυπνα οικιακά περιβάλλοντα και κτίρια. Λειτουργεί στη ζώνη συχνοτήτων των 2,4GHz, παρέχοντας υψηλότερη ταχύτητα μετάδοσης δεδομένων σε σύγκριση με το Z-Wave, φτάνοντας έως και τα 250 kbps, ενώ ταυτόχρονα απαιτεί χαμηλότερη ισχύ για να καλύψει το εύρος ζώνης του δικτύου. Το Zigbee, όπως και το Z-Wave, χρησιμοποιεί δικτύωση πλέγματος (mesh topology), επιτρέποντας σε κάθε συσκευή στο δίκτυο να λειτουργεί ως επαναλήπτης σήματος για άλλες συσκευές. Αυτό σημαίνει ότι το δίκτυο μπορεί να επεκταθεί σε μεγάλες περιοχές, εξασφαλίζοντας την κάλυψη και την αξιοπιστία του σήματος ακόμη και σε απομακρυσμένες τοποθεσίες του σπιτιού ή του κτιρίου. Επιπλέον, το πρωτόκολλο Zigbee έχει σχεδιαστεί για χαμηλή κατανάλωση ενέργειας, παρατείνοντας τη διάρκεια ζωής της μπαταρίας των συσκευών που το χρησιμοποιούν. Μία από τις σημαντικές τεχνικές ιδιότητες του Zigbee είναι η ανθεκτικότητά του σε παρεμβολές από άλλες ασύρματες τεχνολογίες, χάρη στη δυνατότητά του να εναλλάσσει κανάλια (frequency agility). Αυτό συμβάλλει στην αξιοπιστία του δικτύου σε περιβάλλοντα με πολλές συσκευές Wi-Fi ή Bluetooth. Όσον αφορά την εγκατάσταση, οι περισσότερες συσκευές Zigbee είναι plug-and-play, επιτρέποντας στον τελικό χρήστη να τις εγκαταστήσει και να τις αντικαταστήσει εύκολα χωρίς την ανάγκη για τεχνική υποστήριξη.

2.7 Insteon

Το Insteon είναι ένα υβριδικό πρωτόκολλο επικοινωνίας που σχεδιάστηκε για τον έλεγχο και την αυτοματοποίηση έξυπνων οικιακών συσκευών. Χρησιμοποιεί δύο διαφορετικές μεθόδους επικοινωνίας: ραδιοσυχνότητες (RF) και επικοινωνία μέσω του ηλεκτρικού δικτύου (Powerline Communication). Η χρήση RF επιτρέπει τη σύνδεση συσκευών που βρίσκονται σε διαφορετικές τοποθεσίες εντός του σπιτιού, επιτρέποντας μεγαλύτερη ευελιξία στην ανάπτυξη νέων συσκευών χωρίς να απαιτείται επιπλέον καλωδίωση. Παράλληλα, η επικοινωνία μέσω του ηλεκτρικού δικτύου επιτρέπει τη μετάδοση δεδομένων μέσω της υπάρχουσας ηλεκτρικής καλωδίωσης, διευκολύνοντας την επικοινωνία ακόμα και σε

περιπτώσεις όπου το σήμα RF είναι ασθενές ή ανύπαρκτο. Αν μια μέθοδος επικοινωνίας αποτύχει, η άλλη μπορεί να αναλάβει τη μετάδοση των δεδομένων. Το δίκτυο πλέγματος που χρησιμοποιεί επιτρέπει στις συσκευές να επαναλαμβάνουν τα μηνύματα, βελτιώνοντας την εμβέλεια και την αξιοπιστία του συστήματος. Ένα από τα πλεονεκτήματα του Insteon είναι η δυνατότητα επέκτασης, που σημαίνει ότι μπορούν να προστεθούν νέες συσκευές στο σύστημα χωρίς να απαιτείται περαιτέρω υποδομή ή καλωδίωση. Το πρωτόκολλο διαθέτει ισχυρά χαρακτηριστικά ασφάλειας, όπως συμμετρική κρυπτογράφηση για την προστασία από κακόβουλες επιθέσεις και τη διασφάλιση της εμπιστευτικότητας των δεδομένων. Η αρχιτεκτονική plug-and-play του Insteon διευκολύνει την εγκατάσταση των συσκευών, καθώς αυτές μπορούν να συνδεθούν απευθείας στο υπάρχον ηλεκτρικό δίκτυο του σπιτιού. Επιπλέον, το Insteon είναι συμβατό με πολλές άλλες πλατφόρμες έξυπνου σπιτιού, όπως το Amazon Alexa, το Google Assistant και το Apple HomeKit, επιτρέποντας την ενσωμάτωσή του σε υπάρχοντα συστήματα οικιακού αυτοματισμού. Το Insteon χρησιμοποιείται σε διάφορους τομείς οικιακού αυτοματισμού, όπως ο έλεγχος φωτισμού, η σύνδεση αισθητήρων κίνησης και καμερών ασφαλείας για την παρακολούθηση του σπιτιού, καθώς και η αυτόματη προσαρμογή της θερμοκρασίας μέσω έξυπνων θερμοστατών και κλιματιστικών.

2.8 Thread

Το Thread είναι ένα σύγχρονο πρωτόκολλο επικοινωνίας που σχεδιάστηκε για εφαρμογές Internet of Things (IoT) και αξιοποιεί τεχνολογίες αιχμής. Αναπτύχθηκε από το Thread Group, μια κοινοπραξία τεχνολογικών κολοσσών όπως η Google, η Apple, η Qualcomm και η Nest Labs, προσφέροντας αξιόπιστη διαλειτουργικότητα μεταξύ των έξυπνων συσκευών. Το Thread βασίζεται στο πρότυπο IEEE 802.15.4, το οποίο χρησιμοποιείται για Ασύρματα Προσωπικά Δίκτυα Περιοχής (WPAN), και λειτουργεί στη συχνότητα των 2,4GHz. Διαφοροποιείται από τεχνολογίες όπως το Wi-Fi και το Bluetooth, καθώς σχεδιάστηκε ειδικά για IoT συσκευές. Η χαμηλή κατανάλωση ενέργειας και η υψηλή απόδοση το καθιστούν ιδανικό για συσκευές που τροφοδοτούνται με μπαταρίες, όπως αισθητήρες και έξυπνα φώτα. Ένα από τα βασικά χαρακτηριστικά του πρωτοκόλλου είναι η αρχιτεκτονική πλέγματος (mesh network). Κάθε συσκευή στο δίκτυο λειτουργεί ως κόμβος αναμετάδοσης, επιτρέποντας τη δημιουργία δικτύων μεγάλης εμβέλειας και υψηλής αξιοπιστίας. Σε περίπτωση αποτυχίας ενός κόμβου, το δίκτυο μπορεί να επαναδρομολογήσει τα δεδομένα μέσω άλλων διαδρομών, διασφαλίζοντας τη σταθερή λειτουργία του συστήματος. Το πρωτόκολλο Thread χρησιμοποιεί IPv6 στο επίπεδο εφαρμογής, γεγονός που επιτρέπει την εύκολη ενσωμάτωσή του σε υπάρχοντα οικιακά δίκτυα και τη σύνδεσή του με το Διαδίκτυο. Ένα άλλο σημαντικό χαρακτηριστικό είναι η ενσωματωμένη ασφάλεια, με κρυπτογράφηση AES-128, η οποία προστατεύει τα δεδομένα από επιθέσεις υποκλοπής και άλλες απειλές. Επίσης, το Thread υποστηρίζει μηχανισμούς ελέγχου πρόσβασης που αποτρέπουν μη εξουσιοδοτημένες επικοινωνίες. Η ενεργειακή αποδοτικότητα του Thread είναι πολύ καλή, καθιστώντας το κατάλληλο για εφαρμογές όπου οι συσκευές τροφοδοτούνται με μπαταρία και απαιτείται εξοικονόμηση ενέργειας. Αυτό το χαρακτηριστικό, σε συνδυασμό με την επεκτασιμότητά του, επιτρέπει τη σύνδεση εκατοντάδων συσκευών σε ένα ενιαίο δίκτυο, γεγονός που το καθιστά καλή επιλογή για μεγάλες εγκαταστάσεις, όπως έξυπνα σπίτια και εμπορικά κτίρια. Ως πρωτόκολλο που βασίζεται σε IP και είναι ανοιχτού κώδικα, το Thread μπορεί να χρησιμοποιηθεί εύκολα για τη σύνδεση συσκευών διαφορετικών κατασκευαστών, διασφαλίζοντας την ευρεία διαλειτουργικότητα μεταξύ τους. Υποστηρίζει την ενσωμάτωση με διάφορες πλατφόρμες έξυπνου σπιτιού και IoT, όπως το Amazon Alexa και το Google

Assistant. Εφαρμογές του Thread περιλαμβάνουν τον έλεγχο έξυπνων οικιακών συσκευών, όπως φωτιστικά, θερμοστάτες, κλειδαριές θυρών και συστήματα ασφαλείας. Παρέχει τηλεμετρία και έλεγχο σε πολλές συσκευές, είτε για οικιακό αυτοματισμό είτε για βιομηχανικές χρήσεις σε δίκτυα χαμηλού κόστους. Στον τομέα της υγείας, μπορεί να χρησιμοποιηθεί για απομακρυσμένη παρακολούθηση ασθενών μέσω ιατρικών συσκευών και αισθητήρων. Τέλος, υποστηρίζει την κατασκευή έξυπνων υποδομών πόλεων, όπως η παρακολούθηση συστημάτων φωτισμού, η διαχείριση απορριμμάτων κ.α.

2.9 KNX

Το KNX είναι ένα διεθνώς αναγνωρισμένο και καθιερωμένο πρωτόκολλο για τον αυτοματισμό κτιρίων, το οποίο έχει χρησιμοποιηθεί ευρέως για τον έλεγχο διαφορετικών συστημάτων και συσκευών σε κτίρια. Σχεδιασμένο για εφαρμογές σε κατοικίες και εμπορικά κτίρια, το KNX προσφέρει μια ολοκληρωμένη τεχνολογική πλατφόρμα για τον έλεγχο του φωτισμού, της θέρμανσης, του κλιματισμού, των συστημάτων ασφαλείας και πολλών άλλων υποδομών. Το KNX λειτουργεί μέσω καλωδίων διαύλου (bus) ή ασύρματης τεχνολογίας, ανάλογα με τις ανάγκες της εφαρμογής. Οι συσκευές KNX, όπως αισθητήρες τοίχου, PIR (Παθητικοί Υπέρυθροι Αισθητήρες), ροοστάτες, διακόπτες και θερμοστάτες, διασυνδέονται μεταξύ τους και επικοινωνούν μέσω του διαύλου. Η εγκατάσταση KNX επιτρέπει τη δημιουργία ενός δικτύου επικοινωνίας που επιτρέπει την αλληλεπίδραση αυτών των συσκευών. Το KNX υποστηρίζει την αμφίδρομη επικοινωνία, εξασφαλίζοντας την αξιοπιστία και τη δυνατότητα παρακολούθησης της κατάστασης των συσκευών σε πραγματικό χρόνο. Ο προγραμματισμός και η διαμόρφωση του συστήματος KNX πραγματοποιούνται μέσω εξειδικευμένου λογισμικού, όπως το ETS (Engineering Tool Software). Το ETS επιτρέπει την παραμετροποίηση των επιμέρους συσκευών και τον καθορισμό των λειτουργιών τους, ενώ δημιουργεί ένα αρχείο διαμόρφωσης που ονομάζεται "πρόγραμμα εφαρμογής". Αυτό το αρχείο μεταφορτώνεται στις συσκευές KNX, όπως πολυαισθητήρες, ενεργοποιητές και άλλα εξαρτήματα, που είναι εγκατεστημένα σε ράγες DIN ή άλλα σημεία του συστήματος. Η διαχείριση φωτισμού μέσω του KNX επιτρέπει τον ακριβή έλεγχο της φωτεινότητας και τη δημιουργία "σκηνών" φωτισμού, που μπορούν να ενεργοποιηθούν αυτόματα ή με απομακρυσμένες εντολές. Ο κεντρικός ή απομακρυσμένος έλεγχος γίνεται μέσω κινητών συσκευών, επιτρέποντας την εύκολη διαχείριση του συστήματος από τους χρήστες. Η διαχείριση του κλιματισμού και της θέρμανσης μέσω του KNX είναι επίσης ένα σημαντικό πλεονέκτημα. Το KNX επιτρέπει τον συνδυασμένο έλεγχο συστημάτων θέρμανσης και ψύξης, χρησιμοποιώντας θερμοστάτες ή αντλίες θερμότητας για τη ρύθμιση της θερμοκρασίας σε διαφορετικές ζώνες ενός κτιρίου. Μέσω της λειτουργίας γεωγραφικής περιχαράκωσης (geofencing) και των ενσωματωμένων αισθητήρων, το σύστημα μπορεί να βελτιώσει την ενεργειακή απόδοση, προσαρμόζοντας τη θερμοκρασία ανάλογα με τις εξωτερικές συνθήκες ή τις προτιμήσεις των χρηστών. Ένα άλλο πλεονέκτημα του KNX είναι ο αυτόματος έλεγχος συστημάτων σκίασης, όπως τα ρολά και οι περσίδες. Αυτά τα συστήματα μπορούν να προγραμματιστούν ώστε να χαμηλώνουν ή να ανεβαίνουν σε συγκεκριμένες ώρες της ημέρας ή βάσει εξωτερικών παραμέτρων, όπως η θερμοκρασία και το φως του ήλιου, βελτιώνοντας την ενεργειακή αποδοτικότητα του κτιρίου. Στον τομέα της ασφάλειας, το KNX υποστηρίζει τη διασύνδεση με συστήματα ασφαλείας, όπως αισθητήρες κίνησης, κάμερες παρακολούθησης και συναγερμούς. Αυτά τα συστήματα μπορούν να ειδοποιούν τους κατοίκους για ενδεχόμενες απειλές, ακόμα και όταν βρίσκονται εκτός του κτιρίου, προσφέροντας αυξημένη προστασία και έλεγχο σε όλο το σύστημα. Η δε δυνατότητα

απομακρυσμένου ελέγχου μέσω smartphones ή ιστοσελίδων προσφέρει στους χρήστες ευκολία, ενώ η ενσωματωμένη τεχνολογία εξοικονόμησης ενέργειας επιτρέπει τη βελτιστοποίηση των πόρων ενός κτιρίου, με σημαντική μείωση του ενεργειακού κόστους σε συστήματα φωτισμού, θέρμανσης και σκίασης. Συνοψίζοντας, το KNX προσφέρει μια ολοκληρωμένη και ευέλικτη λύση για τον αυτοματισμό κτιρίων, συνδυάζοντας την ευκολία στη χρήση, την εξοικονόμηση ενέργειας και την υψηλή απόδοση. Η επεκτασιμότητά του και η συμβατότητα με πληθώρα συσκευών το καθιστούν μια ιδανική επιλογή για σύγχρονες εγκαταστάσεις, προσφέροντας στους χρήστες πλήρη έλεγχο και άνεση.

2.10 Άλλα πρωτόκολλα επικοινωνίας

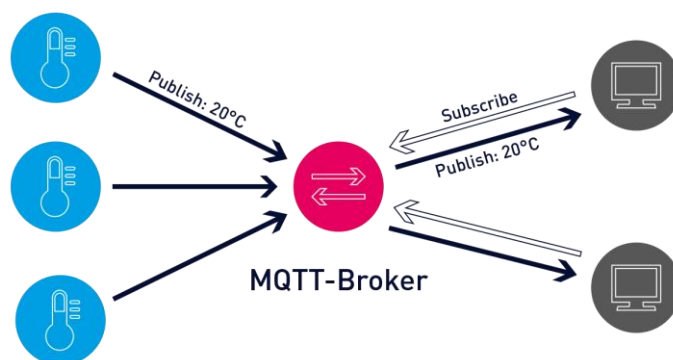
Πέρα από τα πρωτόκολλα επικοινωνίας που αναφέρθηκαν στις προηγούμενες παραγράφους υπάρχουν και πολλά άλλα, όπως το LoRaWAN, το EnOcean, το EIB, το DALI και το X10. Το LoRaWAN (Long Range Wide Area Network) είναι ένα πρωτόκολλο χαμηλής κατανάλωσης που χρησιμοποιείται για IoT συσκευές που βρίσκονται σε μεγάλες αποστάσεις μεταξύ τους. Αν και δεν χρησιμοποιείται ευρέως σε έξυπνα σπίτια, είναι χρήσιμο για εφαρμογές όπου χρειάζεται μεγάλη εμβέλεια καθώς έχει εμβέλεια μέχρι και 10 χιλιόμετρα. Επίσης, έχει χαμηλή κατανάλωση ενέργειας και είναι κατάλληλο για εξωτερικούς αισθητήρες ή αγροτικές εφαρμογές. Το EnOcean είναι ένα πρωτόκολλο που επιτρέπει ασύρματη επικοινωνία με μηδενική κατανάλωση ενέργειας, χρησιμοποιώντας ενέργεια από το περιβάλλον (π.χ. φως, θερμότητα). Είναι ιδανικό για αισθητήρες και διακόπτες χωρίς μπαταρίες. Το EIB (European Installation Bus) είναι ένα πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται για τον αυτοματισμό κτιρίων, ιδιαίτερα στην Ευρώπη. Αποτελεί πρόδρομο του KNX και υποστηρίζει λειτουργίες όπως ο έλεγχος φωτισμού, κλιματισμού, και ασφαλείας. Το DALI (Digital Addressable Lighting Interface) είναι ένα πρωτόκολλο για τον έλεγχο του φωτισμού σε κτίρια. Χρησιμοποιείται κυρίως σε εμπορικές εφαρμογές, αλλά μπορεί να εφαρμοστεί και σε μεγάλα έξυπνα σπίτια όπου απαιτείται ακριβής και αυτοματοποιημένος έλεγχος φωτισμού. Το Modbus είναι ένα πρωτόκολλο επικοινωνίας που χρησιμοποιείται κυρίως σε βιομηχανικά περιβάλλοντα, αλλά μπορεί να βρει εφαρμογές σε έξυπνα σπίτια για τον έλεγχο και τη διαχείριση ενέργειας ή συστημάτων HVAC. Είναι ευρέως χρησιμοποιούμενο λόγω της απλότητάς του και της υποστήριξης που παρέχει για πολλές διαφορετικές συσκευές. Τέλος, το X10 είναι ένα από τα παλαιότερα πρωτόκολλα αυτοματισμού σπιτιών, που λειτουργεί μέσω της ηλεκτρικής καλωδίωσης. Αν και έχει περιορισμένες δυνατότητες σε σύγκριση με τα νεότερα πρωτόκολλα, εξακολουθεί να χρησιμοποιείται σε παλαιότερες εγκαταστάσεις.

2.11 Η ειδική περίπτωση του πρωτοκόλλου MQTT

Το πρωτόκολλο MQTT (Message Queuing Telemetry Transport), είναι ένα ελαφρύ πρωτόκολλο ανταλλαγής μηνυμάτων σχεδιασμένο για μικρές συσκευές και δίκτυα χαμηλού εύρους ζώνης ή ασταθή δίκτυα. Στα έξυπνα σπίτια, το MQTT διαδραματίζει ζωτικό ρόλο παρέχοντας έναν απλό και αποδοτικό τρόπο επικοινωνίας μεταξύ των συσκευών, εξασφαλίζοντας απρόσκοπτη σύνδεση, έλεγχο και αυτοματοποίηση συσκευών. Το MQTT βασίζεται σε ένα μοντέλο δημοσίευσης/εγγραφής (publish/subscribe) που αναπτύχθηκε από την IBM το 1999 [3]. Αρχικά δημιουργήθηκε για την παρακολούθηση αγωγών πετρελαίου και αερίου μέσω δορυφορικών συνδέσεων, όπου το εύρος ζώνης του δικτύου ήταν περιορισμένο και η αξιοπιστία αβέβαιη. Έκτοτε, το MQTT έχει εξελιχθεί σε ένα από τα πιο διαδεδομένα πρωτόκολλα, ειδικά στο οικοσύστημα του IoT. Το MQTT λειτουργεί πάνω από το πρωτόκολλο

TCP/IP και βασίζεται σε έναν απλό μηχανισμό: ένας μεσάζων (broker) μεσολαβεί για την επικοινωνία μεταξύ των πελατών (συσκευών). Οι πελάτες μπορούν είτε να δημοσιεύσουν μηνύματα σε συγκεκριμένα θέματα (topics) είτε να εγγραφούν σε θέματα για να λαμβάνουν μηνύματα, Σχήμα 1. Ο μεσάζων εξασφαλίζει ότι τα μηνύματα παραδίδονται σε όλους τους εγγεγραμμένους πελάτες. Τα βασικά χαρακτηριστικά του MQTT είναι τα ακόλουθα:

- Ελαφρύ: Το χαμηλό του κόστος σε υπολογιστικούς πόρους το καθιστά ιδανικό για συσκευές χαμηλής ισχύος.
- Αποδοτικό: Το MQTT χρησιμοποιεί μικρού μεγέθους μηνύματα και λειτουργεί αποδοτικά ακόμη και με περιορισμένο εύρος ζώνης, μειώνοντας την χρήση δεδομένων και αυξάνοντας την απόδοση.
- Ασύγχρονη Επικοινωνία: Το μοντέλο δημοσίευσης/εγγραφής επιτρέπει τη μη άμεση επικοινωνία μεταξύ των συσκευών, καθιστώντας το σύστημα περισσότερο επεκτάσιμο και ανθεκτικό.
- Επιλογή επιπέδου ποιότητας υπηρεσίας (QoS = Quality on Service): Το MQTT προσφέρει διαφορετικά επίπεδα εγγύησης παράδοσης μηνυμάτων (από "το πολύ μία φορά" έως "ακριβώς μία φορά"), επιτρέποντας στους προγραμματιστές να ισορροπούν μεταξύ απόδοσης και αξιοπιστίας ανάλογα με τη χρήση.
- Διατήρηση μηνυμάτων: Το MQTT μπορεί να διατηρεί το τελευταίο μήνυμα σε ένα θέμα, ώστε οι νέοι συνδρομητές να λαμβάνουν άμεσα την τελευταία κατάσταση χωρίς να περιμένουν την επόμενη δημοσίευση.
- Last Will and Testament (LWT): Σε περίπτωση απρόσμενης αποσύνδεσης μιας συσκευής, το MQTT μπορεί να ειδοποιήσει άλλες συσκευές ή υπηρεσίες, επιτρέποντας την ανίχνευση σφαλμάτων.



Σχήμα 1 - MQTT - <https://www.paessler.com/it-explained/mqtt>

Στα έξυπνα σπίτια, μια ποικιλία συσκευών από διαφορετικούς κατασκευαστές πρέπει να επικοινωνούν, και το MQTT χρησιμεύει ως κοινή γλώσσα. Το μοντέλο δημοσίευσης/εγγραφής επιτρέπει σε διάφορες συσκευές, όπως αισθητήρες, ενεργοποιητές και συστήματα ελέγχου, να ανταλλάσσουν μηνύματα με έναν αποκεντρωμένο τρόπο. Για παράδειγμα, ένας αισθητήρας θερμοκρασίας μπορεί να δημοσιεύει δεδομένα θερμοκρασίας σε ένα θέμα, και ένας θερμοστάτης μπορεί να εγγράφεται σε αυτό το θέμα για να ρυθμίζει αυτόματα το σύστημα θέρμανσης με βάση τη θερμοκρασία. Το MQTT απλοποιεί τη διαχείριση των συστημάτων έξυπνου σπιτιού μέσω κεντρικών brokers. Ένας κόμβος έξυπνου σπιτιού, λειτουργώντας ως broker, μπορεί να παρακολουθεί και να ελέγχει διάφορες συσκευές λαμβάνοντας μηνύματα από αισθητήρες και στέλνοντας εντολές σε ενεργοποιητές. Αυτή η δομή επιτρέπει την αυτοματοποίηση εργασιών, όπως η απενεργοποίηση των φώτων όταν δεν υπάρχει κανείς στο δωμάτιο, η ρύθμιση του θερμοστάτη ανάλογα με την ώρα της

ημέρας ή η ενεργοποίηση ειδοποιήσεων ασφαλείας με βάση τις κάμερες παρακολούθησης. Η αυτοματοποίηση μπορεί να ενεργοποιείται με βάση συγκεκριμένα γεγονότα που αναφέρονται μέσω MQTT, κάτι που βελτιώνει τη συνολική ευχρηστία και ενεργειακή αποδοτικότητα του έξυπνου σπιτιού. Σε αντίθεση με τα παραδοσιακά πρωτόκολλα αιτήματος-απόκρισης, το MQTT επιτρέπει στις συσκευές να παραμένουν σε κατάσταση ύπνου όταν είναι ανενεργές και να ξυπνούν μόνο όταν χρειάζεται να δημοσιεύσουν ή να λάβουν δεδομένα. Παρόλο που το MQTT δεν ορίζει από μόνο του ένα μοντέλο ασφαλείας, οι σύγχρονες υλοποιήσεις περιλαμβάνουν χαρακτηριστικά όπως κρυπτογράφηση με TLS (Transport Layer Security) και αυθεντικοποίηση μέσω ονόματος χρήστη και κωδικού πρόσβασης.

Συμπερασματικά, το MQTT έχει καταστεί ακρογωνιαίος λίθος για τα έξυπνα σπίτια λόγω του αποδοτικού και ευέλικτου χαρακτήρα του. Απλοποιεί την επικοινωνία μεταξύ διαφορετικών συσκευών, υποστηρίζει την αυτοματοποίηση και παρέχει άμεσο έλεγχο, ενώ καταναλώνει ελάχιστους πόρους. Καθώς τα έξυπνα σπίτια συνεχίζουν να εξελίσσονται και να γίνονται πιο πολύπλοκα, ο ρόλος του MQTT αναμένεται να παραμείνει κεντρικός, βοηθώντας την εξασφάλιση της απρόσκοπτης λειτουργίας και της ενεργειακής αποδοτικότητας.

3. Μοντέλα επικοινωνίας

Στο κεφάλαιο αυτό θα εξεταστούν μοντέλα επικοινωνίας που βρίσκουν εφαρμογή στο έξυπνο σπίτι. Στη συνέχεια θα εξεταστούν τα μοντέλα επικοινωνίας: συσκευή-προς-συσκευή, συσκευή-προς-υπολογιστικό σύννεφο, συσκευή-προς-πύλη και το μοντέλο κοινοποίησης δεδομένων μέσω back-end.

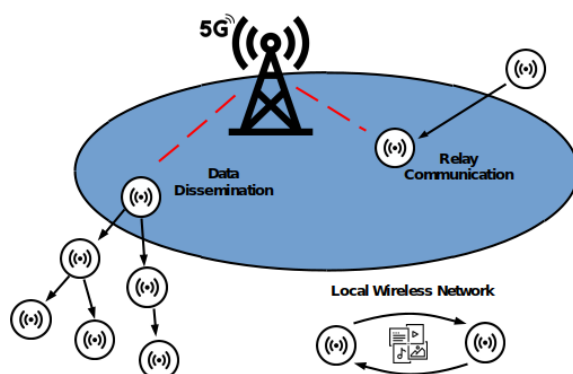
3.1 Επικοινωνία Συσκευή-προς-Συσκευή (Device-to-Device Communication)

Η επικοινωνία συσκευή με συσκευή, γνωστή ως Device-to-Device (D2D) είναι μια σχετικά νέα προσέγγιση που πραγματοποιεί άμεση σύνδεση ηλεκτρονικών συσκευών χωρίς την παρέμβαση κεντρικών δικτύων. Η προσέγγιση αυτή έχει κερδίσει έδαφος ιδιαίτερα σε δίκτυα IoT και 5G, **(Σφάλμα! Το αρχείο προέλευσης της αναφοράς δεν βρέθηκε.)**. Στην επικοινωνία D2D, δύο ή περισσότερες συσκευές σχηματίζουν απευθείας σύνδεσμο επικοινωνίας μεταξύ τους για τη μετάδοση/λήψη πληροφοριών και η επικοινωνία γίνεται χωρίς την παρέμβαση τρίτου. Αυτό μπορεί να γίνει μέσω Bluetooth, Wi-Fi Direct, Zigbee και άλλων πρωτοκόλλων, που επιτρέπουν τη συνδεσιμότητα έξυπνων τηλεφώνων, αισθητήρων βιομηχανικού αυτοματισμού, αισθητήρων αυτοκινήτων και άλλων. Η εξάλειψη του διαμεσολαβητή επιτρέπει έναν άμεσο τρόπο μετάδοσης πληροφοριών και κατά συνέπεια η επικοινωνία D2D παρέχει γρήγορες και άμεσες συνδέσεις μεταξύ ομοτίμων συσκευών.

Υπάρχουν πολλά πλεονεκτήματα που συνδέονται με την επικοινωνία D2D, γεγονός που την καθιστά πολύ χρήσιμη σε διάφορους τύπους εφαρμογών. Ένα από τα βασικά πλεονεκτήματα είναι ότι οδηγεί σε χαμηλότερο λανθάνοντα χρόνο (latency), επειδή αντί να αναμεταδίδουν δεδομένα μέσω κάποιου είδους κεντρικού διανομέα, οι συσκευές μπορούν να συνδεθούν απευθείας. Αυτό οδηγεί σε βελτιωμένους χρόνους επεξεργασίας σχεδόν σε πραγματικό χρόνο, χαρακτηριστικό που είναι υψίστης σημασίας σε εφαρμογές όπου ο χρόνος είναι ουσιαστικός. Ένα άλλο πλεονέκτημα της επικοινωνίας D2D είναι ότι βοηθά στην αποσυμφόρηση των διαφόρων κεντρικών δικτύων, μειώνοντας το φόρτο εργασίας τους, κάτι που μπορεί να είναι ιδιαίτερα επιθυμητό κατά τις ώρες αιχμής. Ένα ακόμα πλεονέκτημα της επικοινωνίας D2D είναι η εξοικονομική ενέργειας. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό για συσκευές που πρέπει να περιορίζουν την κατανάλωση ενέργειας, όπως για παράδειγμα η περίπτωση των αισθητήρων και των φορητών συσκευών. Η τεχνολογία D2D εφαρμόζεται σε διάφορους τομείς και σε διαφορετικές εφαρμογές και προσφέρει αποδοτικές και αποτελεσματικές λύσεις για τη βελτίωση των λειτουργικών εγκαταστάσεων διαφορετικών συστημάτων. Έτσι, στο Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT), όπου στις περισσότερες περιπτώσεις, οι συσκευές αναμένεται να αλληλεπιδρούν μεταξύ τους με αποκεντρωμένο τρόπο, η τεχνολογία D2D διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο στην ομαλή λειτουργία έξυπνων σπιτιών, βιομηχανιών κ.λπ. Στα δίκτυα 5G, η επικοινωνία D2D διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο στις απαιτήσεις επικοινωνίας χαμηλής καθυστέρησης και υψηλής αξιοπιστίας σε διάφορα σενάρια υψηλής πυκνότητας συσκευών, όπως για παράδειγμα, έξυπνες πόλεις, εφαρμογές μεταφοράς. Στην αυτοκινητοβιομηχανία, τα συστήματα επικοινωνίας «Vehicle to Everything» (V2X) που ενσωματώνονται στα αυτόνομα και έξυπνα αυτοκίνητα επιτρέπουν την επικοινωνία μεταξύ αυτοκινήτων και άλλων αντικειμένων, χρησιμοποιεί την τεχνολογία D2D για την άμεση ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ οχημάτων και συσκευών με αποτέλεσμα την ασφάλεια της κυκλοφορίας και την επίτευξη ομαλότερης ροής κυκλοφορίας.

Συμπερασματικά, η D2D είναι μια συνεχώς εξελισσόμενη τεχνολογία που συχνά βελτιώνει όχι μόνο τις επιδόσεις των συσχετιζόμενων συστημάτων επικοινωνίας, αλλά αντιμετωπίζει

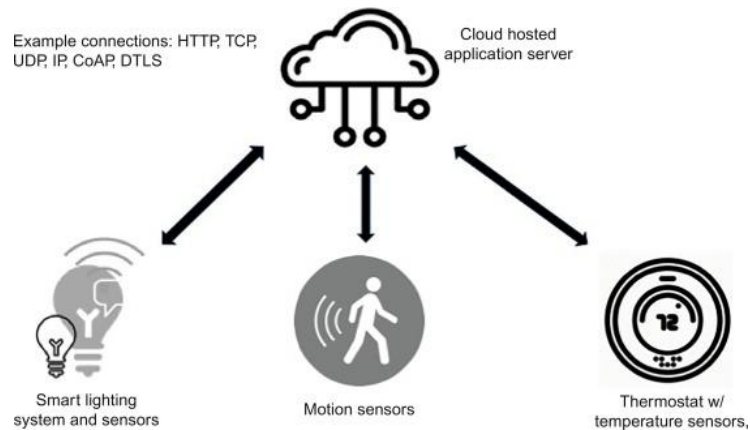
επίσης πτυχές εξοικονόμησης ενέργειας και ασφάλειας σε διαφορετικά περιβάλλοντα. Ως εκ τούτου, παραμένει ως ένα από τα θεμελιώδη στοιχεία για την ανάπτυξη των τεχνολογιών IoT και 5G και άλλων καινοτομιών που θα διαμορφώσουν το μέλλον της συνδεσιμότητας.



Σχήμα 2 - D2D communication - <https://iot-ngin.eu/index.php/2021/11/23/device-to-device-communications-a-good-friend-of-cellular-networks/>

3.2 Επικοινωνία Συσκευή-προς-Cloud (Device-to-Cloud Communication)

Η επικοινωνία συσκευή-προς-υπολογιστικό σύννεφο, γνωστή ως Device to Cloud (D2C) και ως Device to Service είναι μια μορφή αλληλεπίδρασης που παρέχει στις συσκευές τη δυνατότητα να μεταφέρουν απευθείας τα δεδομένα στην υπηρεσία cloud για την εκτέλεση ορισμένων λειτουργιών ή εργασιών (**Σφάλμα! Το αρχείο προέλευσης της αναφοράς δεν βρέθηκε.**). Εφαρμογές IoT που χρησιμοποιούν αυτό το μοντέλο επικοινωνίας εντοπίζονται σε τομείς όπως οι έξυπνες πόλεις, η βιομηχανία, η υγεία και αλλού. Στις εφαρμογές αυτές συσκευές όπως αισθητήρες, κάμερες και έξυπνοι θερμοστάτες διασυνδέονται με το διαδίκτυο για τη μετάδοση δεδομένων στο cloud. Εκεί αποθηκεύονται και αναλύονται δεδομένα με στόχο τη λήψη αποφάσεων για την ανάληψη ενεργειών. Η επικοινωνία γίνεται με βάση τις διαφορετικές ανάγκες της κάθε εφαρμογής και τη δυνατότητα επικοινωνίας της συσκευής μέσω HTTP, MQTT, CoAP ή άλλο. Επιπλέον, οι συσκευές μπορούν να προγραμματιστούν έτσι ώστε να δέχονται εντολές από το cloud και συνεπώς να ελέγχονται εξ' αποστάσεως. Καθώς τα δεδομένα που συλλέγονται από τις συσκευές αποστέλλονται στο cloud, τα εργαλεία ανάλυσής τους μπορεί να είναι προχωρημένα και οι πληροφορίες που προκύπτουν από την ανάλυση των δεδομένων ιδιαίτερα χρήσιμες και να ενισχύουν και να βελτιώνουν τη λειτουργία, με τη δυνατότητα να λαμβάνονται αποφάσεις ακόμα και σε πραγματικό χρόνο. Ένα ακόμα πλεονέκτημα είναι ότι το cloud μπορεί να διαχειριστεί δεδομένα από μεγάλο αριθμό συσκευών, οπότε μπορεί να διαχειριστεί καταστάσεις όπου το πλήθος συσκευών μπορεί να αυξάνεται και να προσεγγίζει μεγάλους αριθμούς. Τα δε ευαίσθητα δεδομένα που ανεβαίνουν στο cloud, τυπικά κρυπτογραφούνται έτσι ώστε να προστατεύονται από πιθανές διαρροές.



Σχήμα 3 - D2C επικοινωνία - <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780128094488000138>

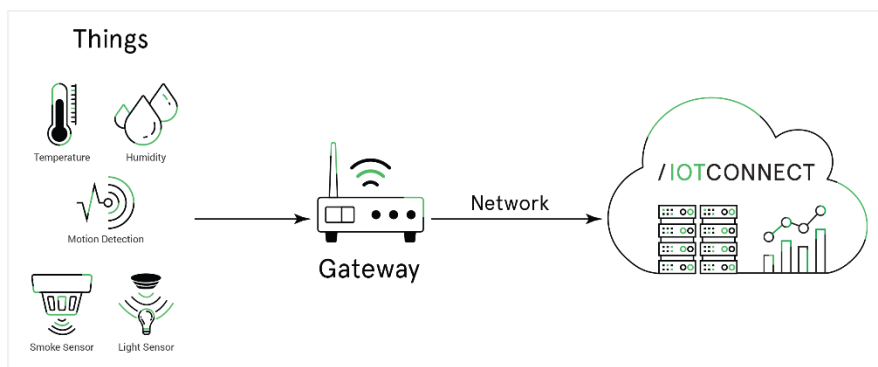
3.3 Μοντέλο Επικοινωνίας Συσκευή-προς-Πύλη (Device-to-Gateway Model)

Το μοντέλο επικοινωνίας συσκευή-προς-πύλη, γνωστό ως Device-to-Gateway (D2G), είναι μια αρχιτεκτονική προσέγγιση που εφαρμόζεται συχνά στο IoT για τον έλεγχο και την αλληλεπίδραση συσκευών (Σχήμα 4). Στο D2G οι συσκευές δεν επικοινωνούν άμεσα με το cloud, αλλά πρώτα επικοινωνούν με έναν κόμβο πύλης (gateway) που λειτουργεί ως ενδιάμεσος κόμβος για τη συλλογή καθώς και για το φιλτράρισμα των δεδομένων και την αποστολή τους σε δεύτερο χρόνο στο cloud ή σε άλλα δίκτυα. Στα έξυπνα σπίτια, η πύλη είναι υπεύθυνη για την αλληλεπίδραση μεταξύ συσκευών και cloud. Αισθητήρες, ενεργοποιητές και διάφορες έξυπνες συσκευές συνδέονται στην πύλη μέσω ενός τοπικού δικτύου που μπορεί να είναι Wi-Fi, Bluetooth, Zigbee, Z-Wave ή άλλο. Η πύλη ελέγχει τη δισύνδεση με το διαδίκτυο και το cloud, και ανάλογα με το είδος της εργασίας που εκτελείται, τα δεδομένα μπορούν είτε να στέλνονται είτε να λαμβάνονται.

Η πύλη ενός συστήματος D2G μπορεί να εκτελεί και άλλες λειτουργίες, όπως για παράδειγμα προεπεξεργασία δεδομένων. Κατά την προεπεξεργασία μπορεί να πραγματοποιείται φιλτράρισμα ή επεξεργασία δεδομένων που λαμβάνονται από τις συσκευές πριν χρειαστεί να σταλούν στο cloud, συμβάλλοντας έτσι στη μείωση του φόρτου κίνησης του δικτύου και του κόστους αποθήκευσης και επεξεργασίας στο cloud. Η πύλη μπορεί να είναι υπεύθυνη για τον έλεγχο συσκευών μέσω του διαδικτύου ή οποιασδήποτε άλλης σύνδεσης για να διασφαλιστεί ότι η επικοινωνία μεταξύ συσκευών και χρήστη είναι προστατευμένη και αποτελεσματική. Επιπλέον, η πύλη μπορεί να λειτουργεί ως ενδιάμεσο επίπεδο προστασίας για συσκευές που θα μπορούσαν να αποτελέσουν στόχο επιθέσεων μέσω του δικτύου, προστατεύοντας τα δεδομένα που αποθηκεύονται στο cloud. Ένα άλλο πλεονέκτημα του μοντέλου D2G είναι ότι ορισμένες αποφάσεις μπορούν να λαμβάνονται σε τοπικό επίπεδο, αποφεύγοντας με αυτό τον τρόπο την καθυστέρηση που επιβάλλει η μεταφορά των δεδομένων από και προς το cloud. Αυτό μπορεί να αποδειχθεί ιδιαίτερα σημαντικό για εφαρμογές που απαιτούν ιδιαίτερα χαμηλές καθυστερήσεις.

Το μοντέλο D2G χρησιμοποιείται σε πολλούς τομείς με επιτυχία. Στα έξυπνα σπίτια, η πύλη διασυνδέει διάφορες συσκευές, όπως για παράδειγμα τον φωτισμό, το θερμοστάτη και τα συστήματα ασφαλείας με κεντρικό τρόπο. Στη βιομηχανία, η επικοινωνία D2G μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο αισθητήρων και εξοπλισμού, την απόκτηση δεδομένων και την προώθηση τους στο cloud και για τη βελτιστοποίηση διαδικασιών. Στον τομέα της υγείας, διάφορες ιατρικές συσκευές μπορούν να διασυνδεθούν σε μια πύλη και να συγκεντρώνουν

εκεί πληροφορίες σχετικές με την υγεία των ασθενών. Τέλος, στο τομέα της γεωργίας, διάφοροι αισθητήρες (π.χ., υγρασίας) μπορούν να στέλνουν δεδομένα σε μια πύλη και είτε εκεί, είτε στο cloud με βάση τα συλλεχθέντα δεδομένα να επιλέγεται κάποια ενέργεια που μέσω της πύλης θα ζητείται να πραγματοποιηθεί από την κατάλληλη διασυνδεδεμένη συσκευή (π.χ. έναρξη ποτίσματος).



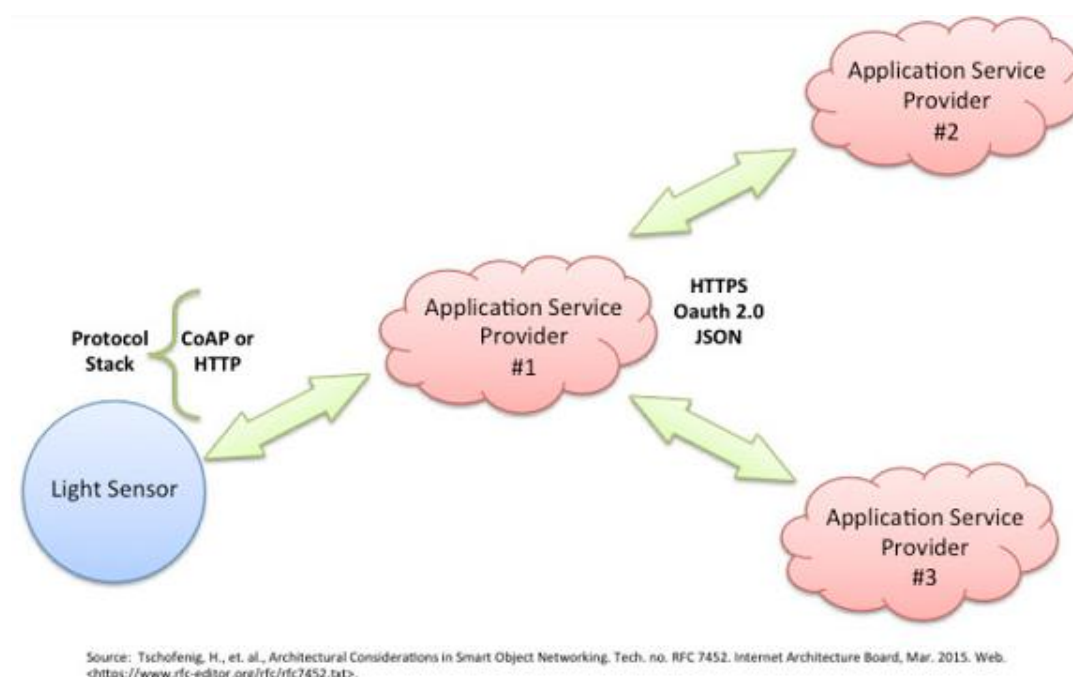
Σχήμα 4 - D2G επικοινωνία - <https://knowledgebase.iotconnect.io/knowledgebase/gateway-devices/>

3.4 Μοντέλο Κοινοποίησης Δεδομένων μέσω Back-End (Back-End Data Sharing Model)

Το Μοντέλο Κοινοποίησης Δεδομένων μέσω Back-End (Back-End Data Sharing Model) είναι μια προσέγγιση για την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ διαφορετικών συστημάτων ή εφαρμογών, όπου η ανταλλαγή δεδομένων πραγματοποιείται απευθείας μεταξύ βάσεων δεδομένων ή διακομιστών (Σχήμα 5). Αυτό το μοντέλο δίνει προτεραιότητα στην αποδοτικότητα, την ασφάλεια και την απρόσκοπτη ενσωμάτωση δεδομένων από πολλές πλατφόρμες. Χρησιμοποιείται σε περιβάλλοντα επιχειρήσεων, σε έξυπνα σπίτια, σε αρχιτεκτονικές μικροϋπηρεσιών, και σε περιπτώσεις όπου απαιτούνται συχνές και μεγάλοι όγκου μεταφορές δεδομένων μεταξύ συστημάτων. Συνδέεται στενά με συστήματα IoT και διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο στη διαχείριση των τεράστιων όγκων δεδομένων που παράγονται από τις IoT συσκευές. Επιτρέπει την αποδοτική συλλογή, επεξεργασία και αξιοποίηση δεδομένων σε ολόκληρο το IoT stack, από μεμονωμένες συσκευές έως συστήματα σε επίπεδο επιχείρησης και πλατφόρμες cloud.

Το Μοντέλο Κοινοποίησης Δεδομένων μέσω Back-End συνδέεται στενά με τα έξυπνα συστήματα σπιτιού. Τα έξυπνα σπίτια περιλαμβάνουν διάφορες IoT συσκευές από διαφορετικούς κατασκευαστές, όπως έξυπνους θερμοστάτες, φώτα και κάμερες ασφαλείας. Το Μοντέλο Κοινοποίησης Δεδομένων μέσω Back-End επιτρέπει την αποτελεσματική επικοινωνία και διαμοιρασμό δεδομένων μεταξύ αυτών των συσκευών και υποστηρίζει τη χρήση ενός κεντρικού διακομιστή που συλλέγει και επεξεργάζεται δεδομένα από όλες τις συνδεδεμένες συσκευές. Τα δεδομένα των έξυπνων σπιτιών αποθηκεύονται και επεξεργάζονται συχνά στο cloud, με το μοντέλο να διευκολύνει την ασφαλή μεταφορά δεδομένων μεταξύ των συσκευών του σπιτιού και των υπηρεσιών cloud. Επιπλέον, το μοντέλο επιτρέπει τη δημιουργία σύνθετων ρουτινών αυτοματοποίησης, δίνοντας τη δυνατότητα σε διάφορες έξυπνες συσκευές να μοιράζονται δεδομένα και να πραγματοποιούν ενέργειες με βάση την κατάστασή τους. Για παράδειγμα στην ενεργειακή διαχείριση, το μοντέλο επιτρέπει τη συλλογή και ανάλυση δεδομένων χρήσης ενέργειας από διάφορες συσκευές, βοηθώντας στη βέλτιστη διαχείριση της ενέργειας, ενώ τα συστήματα

ασφαλείας επωφελούνται από την ενσωμάτωση δεδομένων από πολλαπλούς αισθητήρες και κάμερες, προσφέροντας μια ολοκληρωμένη εικόνα ασφάλειας. Αν και ο διαμοιρασμός δεδομένων γίνεται στο παρασκήνιο, το μοντέλο υποστηρίζει διεπαφές χρήστη, όπως εφαρμογές για έξυπνα κινητά, που επιτρέπουν στους ιδιοκτήτες να ελέγχουν και να παρακολουθούν τα συστήματα του έξυπνου σπιτιού τους. Η υποδομή back-end επιτρέπει επίσης την ασφαλή απομακρυσμένη πρόσβαση στα συστήματα έξυπνου σπιτιού, δίνοντας τη δυνατότητα στους χρήστες να ελέγχουν τα σπίτια τους από οπουδήποτε. Διατηρώντας τα δεδομένα από διάφορες συσκευές κεντρικά, το μοντέλο υποστηρίζει λειτουργίες τεχνητής νοημοσύνης, όπως προληπτική συντήρηση ή εξατομικευμένες ρυθμίσεις άνεσης, ενώ βοηθά στην επίλυση του προβλήματος της διαλειτουργικότητας, κάνοντας συσκευές από διαφορετικούς κατασκευαστές να συνεργάζονται χωρίς προβλήματα. Διευκολύνει επίσης τις απομακρυσμένες ενημερώσεις λογισμικού και τη συντήρηση των συνδεδεμένων συσκευών, και επιτρέπει την ανάλυση δεδομένων για την εξαγωγή πληροφοριών σχετικά με τις συνήθειες χρήσης, την κατανάλωση ενέργειας και άλλες τάσεις. Για παράδειγμα, σε ένα έξυπνο σπίτι, ένας αισθητήρας κίνησης μπορεί να ανιχνεύσει κίνηση και να μοιραστεί αυτά τα δεδομένα μέσω του συστήματος back-end, το οποίο στη συνέχεια επεξεργάζεται την πληροφορία και, με βάση προκαθορισμένους κανόνες ή ανάλυση AI, μπορεί να ανάψει τα φώτα, να ρυθμίσει τον θερμοστάτη και να απενεργοποιήσει το σύστημα ασφαλείας. Παράλληλα, τα δεδομένα κατανάλωσης ενέργειας από διάφορες συσκευές συγκεντρώνονται και αναλύονται, παρέχοντας στον ιδιοκτήτη συστάσεις εξοικονόμησης ενέργειας. Όλα αυτά συμβαίνουν στο παρασκήνιο, με τον ιδιοκτήτη να παρακολουθεί και να ελέγχει τα πάντα μέσω μιας ενιαίας εφαρμογής. Αν και αυτό το μοντέλο προσφέρει πολλά οφέλη για τα έξυπνα σπίτια, εισάγει επίσης προκλήσεις, όπως ζητήματα ιδιωτικότητας δεδομένων, την ανάγκη για ισχυρά μέτρα κυβερνοασφάλειας και πιθανές δυσκολίες λόγω εξάρτησης από τη σύνδεση στο διαδίκτυο.



Σχήμα 5 - Back-End Data Sharing Model - <https://www.linkedin.com/pulse/internet-things-part-2-mahendra-bhatia/>

4. Εταιρείες παροχής ολοκληρωμένων λύσεων έξυπνου σπιτιού

Στο παρόν κεφάλαιο θα παρουσιαστούν ορισμένες εταιρείες που παρέχουν εξοπλισμό έξυπνου σπιτιού και δραστηριοποιούνται στην Ελλάδα. Ειδικότερα, και χωρίς η λίστα να καλύπτει όλες τις σχετικές εταιρείες θα γίνει σχετικά σύντομη περιγραφή των λύσεων έξυπνου σπιτιού των εταιρειών Somfy, Geyer και Legrand, ενώ θα γίνει απλή αναφορά σε λύσεις άλλων εταιρειών.

4.1 Somfy

Η εταιρεία Somfy (<https://www.somfy.gr/>) δραστηριοποιείται στον τομέα του κτιριακού και οικιακού αυτοματισμού στην Ελλάδα. Προσφέρει προϊόντα και υπηρεσίες που στοχεύουν στην ενίσχυση της ασφάλειας, της εξοικονόμησης ενέργειας και της άνεσης σε οικιακούς και εμπορικούς χώρους. Οι βασικές κατηγορίες προϊόντων της εταιρείας είναι:

- Συστήματα αυτοματισμού σκίασης για ρολά, περσίδες και τέντες.
- Λύσεις φωτισμού με δυνατότητες προσαρμογής και σεναρίων.
- Συστήματα ασφαλείας που μπορεί να περιλαμβάνουν συναγερμούς, κάμερες και αισθητήρες κίνησης.
- Συστήματα ελέγχου θέρμανσης και κλιματισμού με δυνατότητα απομακρυσμένης πρόσβασης.

Τα προϊόντα της εταιρείας είναι σχεδιασμένα ώστε να είναι συμβατά με διάφορα έξυπνα οικιακά συστήματα, επιτρέποντας τον κεντρικό έλεγχο μέσω εφαρμογών για κινητά ή κεντρικών κονσολών. Η πλήρης λίστα προϊόντων της εταιρείας εντοπίζεται στο <https://www.somfy.gr/products>. Ορισμένα από αυτά είναι τα ακόλουθα:

- Ασφάλεια (κάμερες, συναγερμοί) - <https://www.somfy.gr/products/cameras-and-alarms>
- Αυλόπορτες - <https://www.somfy.gr/products/gates>
- Γκαραζόπορτες - <https://www.somfy.gr/products/garage-doors>
- Θέρμανση - <https://www.somfy.gr/products/heating/thermostatic-valve-io>
- Κουρτίνες - <https://www.somfy.gr/products/curtains>
- Οικιακά ρολά - <https://www.somfy.gr/products/roller-shutters>
- Πέργκολες - <https://www.somfy.gr/products/pergolas>
- Φωτισμός - <https://www.somfy.gr/products/lighting>
- Χειριστήρια - <https://www.somfy.gr/products/controls-and-remote-controls/situo-remote-controls>

4.2 Geyer Smart Home

Η Geyer Hellas (<https://www.geyer.gr/>) αποτελεί θυγατρική εταιρία της Γερμανικής GEYER AG και είναι μια εταιρεία που δραστηριοποιείται στον ηλεκτρολογικό εξοπλισμό και στον αυτοματισμό κτιρίων. Η εταιρεία προσφέρει ένα εύρος προϊόντων και λύσεων, συμπεριλαμβανομένων συστημάτων για έξυπνα σπίτια και τεχνολογίες για πισίνες. Σε σχέση με το έξυπνο σπίτι (<https://www.geyer.gr/smart-home>) η εταιρεία προσφέρει:

- Συστήματα αυτοματισμού φωτισμού που προσαρμόζονται στις προτιμήσεις των χρηστών.
- Προϊόντα για την αυτοματοποίηση συστημάτων σκίασης, όπως ρολά, περσίδες και τέντες.

- Συστήματα ασφαλείας που περιλαμβάνουν συναγερμούς, κάμερες παρακολούθησης και ανιχνευτές κίνησης.
- Λύσεις διαχείρισης ενέργειας με έξυπνους μετρητές και χειριστήρια για παρακολούθηση της κατανάλωσης ενέργειας.
- Πλατφόρμα κεντρικής διαχείρισης (FIBARO Smart Home) που επιτρέπει τον έλεγχο όλων των αυτοματοποιημένων λειτουργιών από ένα σημείο.
- Σύστημα που δέχεται φωνητικές εντολές στα ελληνικά (GEYER-dS).

Η εταιρεία υποστηρίζει ότι τα συστήματά της στοχεύουν στη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και στη βελτίωση της άνεσης στην καθημερινή ζωή.

4.3 Legrand Smart Home

Η Legrand (<https://www.legrand.gr/el>) είναι μια εταιρεία που ειδικεύεται σε προϊόντα και συστήματα ηλεκτρικών εγκαταστάσεων, με έμφαση σε λύσεις για οικιακούς και επαγγελματικούς χώρους. Η εταιρεία προσφέρει μια σειρά προϊόντων, από θυροτηλέφωνα μέχρι βιομηχανικές πρίζες. Το σύστημα Legrand Smart Home (<https://consumer.legrand.gr/smarthome>) περιλαμβάνει:

- Συστήματα φωτισμού: Διακόπτες και συστήματα ελέγχου που επιτρέπουν τη ρύθμιση της έντασης του φωτός και τον προγραμματισμό σεναρίων φωτισμού.
- Διαχείριση θέρμανσης/κλιματισμού: Έξυπνοι θερμοστάτες και συστήματα κλιματισμού για έλεγχο της θερμοκρασίας σε κάθε δωμάτιο.
- Συστήματα σκίασης: Αυτοματοποιημένα ρολά, σκίαστρα και τέντες που προσαρμόζονται ανάλογα με τις καιρικές συνθήκες ή τις προτιμήσεις των χρηστών.
- Υπηρεσίες ασφαλείας: Κάμερες παρακολούθησης, αισθητήρες κίνησης και συστήματα συναγερμού με δυνατότητα απομακρυσμένης παρακολούθησης.
- Διαχείριση ενέργειας: Έξυπνοι μετρητές και συστήματα ελέγχου για παρακολούθηση και βελτιστοποίηση της κατανάλωσης ενέργειας.

Η πλατφόρμα Legrand Smart Home προσφέρει κεντρικό έλεγχο όλων των συνδεδεμένων συστημάτων μέσω μιας ενιαίας διεπαφής, προσβάσιμης από εφαρμογές κινητών, κεντρικές κονσόλες και φωνητικές εντολές. Η εταιρεία υποστηρίζει ότι οι λύσεις της στοχεύουν στην αύξηση της άνεσης, της ασφάλειας και της ενεργειακής απόδοσης στα σύγχρονα σπίτια, προσφέροντας αυτοματοποίηση καθημερινών εργασιών και δυνατότητα προσαρμογής στις ανάγκες των χρηστών.

4.4 Άλλες περιπτώσεις

Υπάρχουν πολλές άλλες εταιρείες που παρέχουν λύσεις έξυπνου σπιτιού παρόμοιες με αυτές που αναφέρθηκαν στις προηγούμενες παραγράφους. Μερικές από αυτές είναι οι ακόλουθες:

- ABB: Παρέχει μια σειρά λύσεων έξυπνου σπιτιού υπό την επωνυμία ABB-free@home, συμπεριλαμβανομένων συστημάτων φωτισμού, θέρμανσης και ασφάλειας.
- Amazon: Προσφέρει διάφορες συσκευές έξυπνου σπιτιού υπό τις επωνυμίες Echo και Ring, συμπεριλαμβανομένων έξυπνων ηχείων, οθονών και συστημάτων ασφαλείας.

- Control4: Παρέχει συστήματα αυτοματισμού για ολόκληρο το σπίτι που μπορούν να ενσωματώσουν φωτισμό, ήχο, βίντεο, έλεγχο κλίματος και ασφάλεια.
- Crestron: Προσφέρει λύσεις αυτοματισμού υψηλών προδιαγραφών για το σπίτι που μπορούν να ελέγχουν τα πάντα, από τον φωτισμό και το κλίμα μέχρι τα συστήματα οικιακής ψυχαγωγίας.
- Google Nest: Παρέχει μια σειρά προϊόντων έξυπνου σπιτιού, συμπεριλαμβανομένων θερμοστατών, καμερών ασφαλείας και έξυπνων ηχείων.
- Honeywell: Γνωστή για τους έξυπνους θερμοστάτες της, αλλά προσφέρει επίσης ευρύτερες λύσεις αυτοματισμού σπιτιού, συμπεριλαμβανομένων συστημάτων ασφαλείας.
- Lutron: Ειδικεύεται σε έξυπνα συστήματα ελέγχου φωτισμού και σκίασης για σπίτια και επιχειρήσεις.
- Schneider Electric: Προσφέρει ένα ολοκληρωμένο σύστημα έξυπνου σπιτιού που ονομάζεται Wiser, το οποίο περιλαμβάνει έξυπνους θερμοστάτες, ελέγχους φωτισμού και λύσεις διαχείρισης ενέργειας.
- Siemens: Προσφέρει λύσεις έξυπνου σπιτιού μέσω του συστήματος Home Connect, το οποίο μπορεί να ενσωματώσει διάφορες οικιακές συσκευές και συστήματα.

Οι λύσεις που προσφέρονται από τις ανωτέρω εταιρείες μπορεί να διαφέρουν ως προς την πολυπλοκότητα, το εύρος τιμών και τα συγκεκριμένα χαρακτηριστικά. Μερικές επικεντρώνονται σε συγκεκριμένες πτυχές του αυτοματισμού σπιτιού (όπως ο φωτισμός ή ο έλεγχος κλίματος), ενώ άλλες προσφέρουν πιο ολοκληρωμένα, ενσωματωμένα συστήματα. Η επιλογή μεταξύ τους συχνά εξαρτάται από τις συγκεκριμένες ανάγκες, τον προϋπολογισμό και το επίπεδο ενσωμάτωσης που είναι επιθυμητό σε μια εγκατάσταση έξυπνου σπιτιού.

5. Προσιτές συσκευές έξυπνου σπιτιού για DIY εφαρμογές

Πολλές εταιρείες προσφέρουν συσκευές έξυπνου σπιτιού σε προσιτές τιμές. Αυτές οι εταιρείες συχνά στοχεύουν στην αγορά DIY (Do-It-Yourself) και σε όσους αναζητούν οικονομικούς τρόπους να προσθέσουν έξυπνη λειτουργικότητα στα σπίτια τους. Μια τέτοια εταιρεία με σημαντική παρουσία στην Ελληνική αγορά είναι η SONOFF, προϊόντα της οποίας θα παρουσιαστούν στη συνέχεια. Μερικές άλλες εταιρείες με σχετικά προϊόντα είναι οι ακόλουθες:

- **Aqara** (<https://www.aqara.com/us/>): Προσφέρει μια σειρά συσκευών έξυπνου σπιτιού, συμπεριλαμβανομένων αισθητήρων, διακοπών και κόμβων.
- **Broadlink** (<https://www.ibroadlink.com/>): Προσφέρει τηλεχειριστήρια πολλαπλών συσκευών (καθολικά) και κόμβους έξυπνου σπιτιού.
- **Gosund** (<https://us.gosund.com/>): Προσφέρει έξυπνες πρίζες, διακόπτες και λάμπες σε ανταγωνιστικές τιμές.
- **Meross** (<https://www.meross.com/en-gc>): Παρέχει μια σειρά συσκευών έξυπνου σπιτιού, συμπεριλαμβανομένων πριζών, διακοπών και μηχανισμών ανοίγματος γκαραζόπορτας.
- **Shelly** (<https://www.shelly.com/en>): Προσφέρει μια σειρά από μικρούς, έξυπνους ρελέ και διακόπτες που μπορούν να εγκατασταθούν πίσω από υπάρχοντες διακόπτες τοίχου.
- **TP-Link** (<https://www.kasasmart.com/us>): Παρέχει έξυπνες πρίζες, διακόπτες και άλλες συσκευές έξυπνου σπιτιού υπό την επωνυμία Kasa.
- **Tuya** (<https://www.tuya.com/solution/scene/smart-home>): Παρέχει μια πλατφόρμα για συσκευές έξυπνου σπιτιού και πουλάει επίσης τα δικά της επώνυμα προϊόντα.
- **Xiaomi** (<https://www.mi.com/global/smart-home/>): Προσφέρει μια ευρεία γκάμα οικονομικών προϊόντων έξυπνου σπιτιού στο πλαίσιο του οικοσυστήματος Mi Home.
- **Zemismart** (<https://www.zemismart.com/>): Παράγει διάφορους έξυπνους διακόπτες, μοτέρ κουρτίνας και άλλες συσκευές οικιακού αυτοματισμού.

Αυτές οι εταιρείες συνήθως προσφέρουν:

- Προσιτές τιμές σε σύγκριση με πιο καθιερωμένες μάρκες.
- Συσκευές συνδεδεμένες μέσω Wi-Fi που δεν απαιτούν πάντα ξεχωριστό κόμβο.
- Ενσωμάτωση με δημοφιλείς φωνητικούς βοηθούς όπως η Alexa και το Google Home.
- Εφαρμογές για κινητά για τον έλεγχο των συσκευών.
- Επιλογές για εγκατάσταση DIY.

Ωστόσο, είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι ενώ στην αγορά προσφέρονται οικονομικές λύσεις, αυτές μπορεί να μην ανταποκρίνονται πάντα στην αξιοπιστία, τα χαρακτηριστικά ασφαλείας ή την υποστήριξη πελατών των πιο καθιερωμένων μαρκών. Οι χρήστες θα πρέπει να ερευνήσουν διεξοδικά και να λάβουν υπόψη παράγοντες όπως η προστασία δεδομένων, η μακροπρόθεσμη υποστήριξη και η συμβατότητα με άλλα οικοσυστήματα έξυπνου σπιτιού πριν προβούν σε αγορά.

5.1 Η εταιρεία SONOFF

Η SONOFF (<https://sonoff.tech/>) είναι μια κινεζική εταιρεία που ειδικεύεται στην παραγωγή έξυπνων οικιακών συσκευών και συστημάτων αυτοματισμού. Η SONOFF προσφέρει

προϊόντα που επιτρέπουν τη διαχείριση και τον έλεγχο ηλεκτρικών συσκευών εξ αποστάσεως μέσω εφαρμογών smartphone, όπως το eWeLink, και υποστηρίζουν πρωτόκολλα όπως το Wi-Fi, το Zigbee και το Bluetooth. Στη συνέχεια παρουσιάζονται ορισμένες από τις συσκευές που προσφέρει η SONOFF:

Έξυπνοι διακόπτες (Smart Switches): Επιτρέπουν την ενεργοποίηση / απενεργοποίηση ηλεκτρικών συσκευών από απόσταση. Περιλαμβάνουν διακόπτες τοίχου και ενδιάμεσους διακόπτες για συσκευές.	
Έξυπνες πρίζες (Smart Plugs): Επιτρέπουν την απομακρυσμένη διαχείριση των συσκευών που συνδέονται στην πρίζα μέσω εφαρμογής.	
Συσκευές αυτοματισμού (Smart Relays): Χρησιμοποιούνται για τον αυτοματισμό σε ηλεκτρολογικά κυκλώματα, επιτρέποντας την ενσωμάτωση έξυπνων λειτουργιών σε πιο παραδοσιακές εγκαταστάσεις.	

Συστήματα ελέγχου θερμοκρασίας και υγρασίας (Smart Temperature and Humidity Sensors): Παρέχουν δεδομένα σε πραγματικό χρόνο για τη θερμοκρασία και την υγρασία, ενώ μπορούν να συνδεθούν με άλλες έξυπνες συσκευές για αυτοματισμό ενεργειών.	
Έξυπνοι λαμπτήρες (Smart Bulbs): Προσφέρουν δυνατότητα ρύθμισης φωτεινότητας και χρωμάτων μέσω εφαρμογής.	
Ανιχνευτές κίνησης (motion sensors): Προσφέρουν δυνατότητες ανίχνευσης κίνησης, ανοίγματος πορτών κ.α.	
Smart Hubs (USB dongle, Bridge): Συσκευές που λειτουργούν ως κεντρικοί κόμβοι (hubs) για τη σύνδεση και τον έλεγχο πολλών έξυπνων συσκευών (π.χ. με το πρωτόκολλο Zigbee)	

	
Κάμερες (Smart Cameras): Παρέχουν εξ αποστάσεως παρακολούθηση χώρων μέσω εφαρμογής, με δυνατότητες βίντεο υψηλής ανάλυσης και ανίχνευσης κίνησης.	

Η SONOFF είναι γνωστή για την προσιτή τιμολόγηση των προϊόντων της και την ευρεία συμβατότητα με διάφορα έξυπνα οικοσυστήματα.

6. Θέματα ασφάλειας και ιδιωτικότητας στο έξυπνο σπίτι

Καθώς τα έξυπνα σπίτια γίνονται όλο και πιο διαδεδομένα, οι ανησυχίες για την ασφάλεια (security) και την ιδιωτικότητα (privacy) αυξάνονται. Αν και οι διασυνδεδεμένες συσκευές που επικοινωνούν μέσω του διαδικτύου προσφέρουν ευκολίες όπως αυτόματο φωτισμό και έλεγχο του κλίματος, ωστόσο παρουσιάζουν σημαντικούς κινδύνους, καθώς η σύνδεσή τους στο διαδίκτυο τα καθιστά ευάλωτα σε κυβερνοεπιθέσεις. Στη συνέχεια θα γίνει αναφορά σε περιστατικά όπου έχουν σημειωθεί παραβιάσεις ασφαλείας και ιδιωτικότητας. Η καρδιά ενός έξυπνου σπιτιού είναι η συνδεσιμότητά του, με συσκευές όπως έξυπνους θερμοστάτες, κάμερες, κλειδαριές θυρών και προσωπικούς βοηθούς (π.χ., Amazon Echo ή Google Home) που είναι συνδεδεμένες συνεχώς στο διαδίκτυο. Ενώ αυτή η διασυνδεσιμότητα προσφέρει ευκολία, ανοίγει επίσης την πόρτα για επιθέσεις από χάκερ. Οι ίδιες οι συσκευές μπορεί να έχουν ανεπαρκή πρωτόκολλα ασφαλείας ή να βασίζονται σε αδύναμους κωδικούς πρόσβασης, καθιστώντας τις εύκολους στόχους. Επιπλέον, πολλές από αυτές τις συσκευές [4] συλλέγουν συνεχώς δεδομένα σχετικά με τους χρήστες τους, όπως οι καθημερινές συνήθειες και η τοποθεσία τους, τα οποία θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν κακόβουλα αν αποκτηθούν από μη εξουσιοδοτημένα άτομα. Ένας άλλος κίνδυνος προκύπτει από το γεγονός ότι πολλές συσκευές έξυπνων σπιτιών κατασκευάζονται από διαφορετικές εταιρείες. Καθεμία μπορεί να έχει διαφορετικά επίπεδα ασφαλείας, δημιουργώντας ένα κατακερματισμένο οικοσύστημα, όπου η παραβίαση μιας συσκευής μπορεί να θέσει σε κίνδυνο ολόκληρο το δίκτυο. Επιπλέον, οι κατασκευαστές συχνά δίνουν προτεραιότητα στη γρήγορη διάθεση των προϊόντων τους στην αγορά σε βάρος των ισχυρών μέτρων ασφαλείας, αφήνοντας κενά που μπορούν να εκμεταλλευτούν οι χάκερ.

6.1 Περιστατικά παραβιάσεων ασφαλείας

Ακολουθούν μερικά περιστατικά παραβιάσεων ασφαλείας που έχουν συμβεί χρησιμοποιώντας τεχνολογίες έξυπνων σπιτιών.

- Η περίπτωση της εταιρείας Ring: Η εταιρεία Ring, η οποία κατασκευάζει έξυπνα κουδούνια και κάμερες, βρέθηκε στο επίκεντρο ενός σκανδάλου ιδιωτικότητας το 2019 όταν χάκερ απέκτησαν πρόσβαση σε ζωντανές ροές καμερών μέσα στα σπίτια ανθρώπων [4]. Σε ορισμένες περιπτώσεις, οι χάκερ χρησιμοποίησαν αυτές τις συσκευές για να κατασκοπεύσουν ή ακόμα και να παρενοχλήσουν τους ιδιοκτήτες σπιτιών. Σε ένα ευρέως αναφερόμενο περιστατικό, ένας χάκερ απέκτησε πρόσβαση σε μια κάμερα Ring στο υπνοδωμάτιο ενός παιδιού και του μίλησε προσποιούμενος ότι είναι ο Άγιος Βασίλης, προκαλώντας τρόμο στην οικογένεια. Αυτά τα περιστατικά συνέβησαν επειδή πολλοί χρήστες δεν είχαν ενεργοποιήσει την επαλήθευση δύο παραγόντων (two-factor authentication) και χρησιμοποιούσαν αδύναμους κωδικούς πρόσβασης, επιτρέποντας στους χάκερ να ελέγξουν τις συσκευές μέσω επιθέσεων μαζικής δοκιμής κωδικών.
- Η επίθεση του Botnet Mirai: Μία από τις πλέον διαβόητες παραβιάσεις ασφαλείας που σχετίζονται με το IoT συνέβη το 2016, όταν το botnet Mirai κατέλαβε χιλιάδες ανασφαλείς συσκευές IoT, όπως κάμερες και routers έξυπνων σπιτιών [5]. Το Mirai εκμεταλλεύτηκε προεπιλεγμένα ονόματα χρήστη και κωδικούς πρόσβασης σε αυτές τις συσκευές για να εξαπολύσει μία από τις μεγαλύτερες επιθέσεις DDoS (Distributed Denial of Service) που έχουν καταγραφεί, η οποία έθεσε εκτός λειτουργίας μεγάλους ιστότοπους όπως το Twitter, το Netflix και το Reddit. Η επίθεση αυτή ανέδειξε το

πόσο ευάλωτες μπορεί να είναι οι κακώς ασφαλισμένες συσκευές έξυπνων σπιτιών και να χρησιμοποιηθούν ως μέρος μιας μεγαλύτερης κυβερνοαπειλής.

- Η περίπτωση του θερμοστάτη Google Nest: Σε μια άλλη υπόθεση, μια εταιρεία με ειδικούς σε θέματα ασφάλειας διείσδυσαν σε ένα σύστημα θερμοστάτη Nest [6]. Αυτή η παραβίαση αποκάλυψε ένα υποκείμενο πρόβλημα ασφαλείας: όταν πολλές έξυπνες συσκευές μοιράζονται το ίδιο δίκτυο Wi-Fi, η πρόσβαση σε μία συσκευή θα μπορούσε να οδηγήσει στον έλεγχο άλλων συσκευών στο σπίτι. Η παραβίαση του Nest υπογράμμισε τους κινδύνους των αδύναμων κωδικών πρόσβασης και των ανεπαρκώς «τμηματοποιημένων» οικιακών δικτύων, όπου οι παραβιασμένες συσκευές μπορούν να οδηγήσουν σε αλυσιδωτές αποτυχίες στην ασφάλεια του σπιτιού.
- Έξυπνες κλειδαριές και φυσική ασφάλεια: Οι έξυπνες κλειδαριές προωθούνται ως μέσο ενίσχυσης της ασφάλειας του σπιτιού, αλλά μπορούν επίσης να δημιουργήσουν ευπάθειες [7]. Σε ορισμένες περιπτώσεις, χάκερ έχουν βρει τρόπους να εκμεταλλευτούν σφάλματα λογισμικού ή να παρακάμψουν συστήματα ελέγχου ταυτότητας για να ξεκλειδώσουν πόρτες από απόσταση. Για παράδειγμα, ερευνητές έχουν δείξει πώς οι έξυπνες κλειδαριές που χρησιμοποιούν Bluetooth μπορούν να παραβιαστούν με την παρεμβολή και αποκωδικοποίηση σημάτων μεταξύ της κλειδαριάς και του smartphone του χρήστη.

6.2 Περιστατικά παραβιάσεων ιδιωτικότητας

Πέρα από τις παραβιάσεις ασφαλείας, η διασφάλιση της ιδιωτικότητας παραμένει σημαντική ανησυχία. Οι συσκευές έξυπνων σπιτιών είναι σχεδιασμένες να συλλέγουν και να αποθηκεύουν μεγάλες ποσότητες δεδομένων, όπως ήχο, βίντεο και δεδομένα συμπεριφοράς. Σε πολλές περιπτώσεις, αυτά τα δεδομένα αποστέλλονται σε cloud servers, όπου μπορεί να είναι ευάλωτα σε μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση ή να χρησιμοποιηθούν ακατάλληλα από τις εταιρείες που τα συλλέγουν. Επίσης, υπάρχει ανησυχία για το πόσα δεδομένα συλλέγουν οι έξυπνες συσκευές χωρίς τη γνώση των χρηστών. Για παράδειγμα, έξυπνα ηχεία όπως το Amazon Echo και το Google Home έχουν βρεθεί να καταγράφουν και να αποθηκεύουν συνομιλίες ακόμη και όταν δεν ενεργοποιούνται με τη λέξη-κλειδί. Το 2020, η Amazon αντιμετώπισε έντονες αντιδράσεις όταν αποκαλύφθηκε ότι η εταιρεία διατηρούσε ηχογραφήσεις των αλληλεπιδράσεων των χρηστών με την Alexa, ακόμα και μετά την διαγραφή τους από τους χρήστες. Αυτό πυροδότησε ανησυχίες σχετικά με το πόσο καιρό οι εταιρείες διατηρούν τα προσωπικά δεδομένα και αν χρησιμοποιούνται για σκοπούς πέραν της βελτίωσης των υπηρεσιών, όπως η στοχευμένη διαφήμιση ή η παρακολούθηση. Επιπλέον, υπάρχουν ερωτήματα σχετικά με τη διαφάνεια των πρακτικών διαμοιρασμού δεδομένων μεταξύ των κατασκευαστών συσκευών έξυπνων σπιτιών και τρίτων. Σε ορισμένες περιπτώσεις, έχει αποκαλυφθεί ότι εταιρείες μοιράζονται δεδομένα χρηστών με τις αρχές ή διαφημιστές χωρίς σαφή συγκατάθεση των χρηστών. Για παράδειγμα, οι συνεργασίες της Ring με τα αστυνομικά τμήματα προκάλεσαν ανησυχίες σχετικά με τη δυνατότητα οι κάμερες των χρηστών να μοιράζονται υλικό χωρίς τη γνώση τους, θολώνοντας τα όρια μεταξύ ιδιωτικής ασφάλειας και κρατικής επιτήρησης. Η Ring πρόσφατα άλλαξε πολιτική σε αυτό το θέμα και δεν επιτρέπει στην αστυνομία την αυτόματη λήψη υλικού βίντεο από τις κάμερες που έχουν εγκατασταθεί σε πελάτες της [8].

6.3 Αντιμετώπιση κινδύνων

Η μείωση των κινδύνων ασφαλείας και ιδιωτικότητας στα έξυπνα σπίτια απαιτεί τόσο τεχνολογικές βελτιώσεις όσο και αυξημένη ευαισθητοποίηση των χρηστών. Οι κατασκευαστές πρέπει να εφαρμόζουν ισχυρότερα μέτρα ασφαλείας, όπως κρυπτογράφηση από άκρη σε άκρη, τακτικές ενημερώσεις λογισμικού και την απαίτηση ισχυρών κωδικών πρόσβασης ή επαλήθευση δύο παραγόντων. Επιπλέον, οι χρήστες πρέπει να λάβουν μέτρα για να ασφαλίσουν τα δίκτυά τους, όπως τη χρήση ξεχωριστών δικτύων για έξυπνες συσκευές, την τακτική ενημέρωση των κωδικών πρόσβασης και τη διασφάλιση ότι οι συσκευές τους χρησιμοποιούν την πιο πρόσφατη έκδοση λογισμικού. Από ρυθμιστική άποψη, οι κυβερνήσεις και οι διεθνείς οργανισμοί αρχίζουν να εισάγουν πρότυπα για την ασφάλεια του IoT. Για παράδειγμα, ο Γενικός Κανονισμός για την Προστασία Δεδομένων (GDPR) της Ευρωπαϊκής Ένωσης επιβάλλει αυστηρές απαιτήσεις σχετικά με τον τρόπο συλλογής, αποθήκευσης και χρήσης των προσωπικών δεδομένων, που ισχύει και για τις συσκευές IoT. Στις ΗΠΑ, πολιτείες όπως η Καλιφόρνια έχουν εισαγάγει νόμους που επιβάλλουν ότι οι συσκευές IoT πρέπει να διαθέτουν εύλογα χαρακτηριστικά ασφαλείας. Ενώ τα έξυπνα σπίτια προσφέρουν ευκολία, αυτοματοποίηση και ενισχυμένη ασφάλεια, συνοδεύονται επίσης από σημαντικούς κινδύνους που αφορούν την ασφάλεια και την ιδιωτικότητα. Όπως καταδεικνύουν πραγματικά παραδείγματα, όπως οι παραβιάσεις καμερών Ring και η επίθεση του botnet Mirai, οι ανασφαλείς συσκευές μπορούν να παραβιαστούν εύκολα, οδηγώντας σε παραβιάσεις ιδιωτικότητας και ασφαλείας. Η αντιμετώπιση αυτών των ζητημάτων απαιτεί συντονισμένες προσπάθειες από κατασκευαστές, χρήστες και ρυθμιστικές αρχές για να διασφαλιστεί ότι τα έξυπνα σπίτια θα είναι ασφαλή, ιδιωτικά και αξιόπιστα μακροπρόθεσμα. Χωρίς αυτά τα μέτρα, το όνειρο ενός πλήρως συνδεδεμένου, αυτοματοποιημένου σπιτιού θα μπορούσε να μετατραπεί σε εφιάλτη.

7. Λογισμικά αυτοματοποίησης για το έξυπνο σπίτι

7.1 Εμπορικά λογισμικά

Στην αγορά υπάρχουν πολλά εμπορικά λογισμικά αυτοματοποίησης, καθένα από τα οποία προσφέρει διαφορετικά επίπεδα ευελιξίας, συμβατότητας και λειτουργιών. Μεταξύ των πιο δημοφιλών συστημάτων είναι το Amazon Alexa, το Apple HomeKit και το Google Home, για τα οποία θα ακολουθήσει σύντομη παρουσίαση στη συνέχεια. Ωστόσο, υπάρχουν και άλλες πλατφόρμες που έχουν σημαντική παρουσία στον τομέα των έξυπνων σπιτιών, όπως το Samsung SmartThings, που παρέχουν εναλλακτικές λύσεις ή συμπληρωματικές δυνατότητες για τους χρήστες. Το Samsung SmartThings είναι ένα ευέλικτο σύστημα που υποστηρίζει έναν μεγάλο αριθμό συσκευών από διάφορους κατασκευαστές. Παρέχει ένα κεντρικό hub που συνδέει όλες τις έξυπνες συσκευές και λειτουργεί ως συνδετικός κρίκος ανάμεσα σε διαφορετικά πρωτόκολλα επικοινωνίας.

7.1.1 Amazon Alexa

Το Amazon Alexa αποτελεί ένα από τα πιο γνωστά και ευρέως διαδεδομένα συστήματα αυτοματοποίησης έξυπνου σπιτιού, με πυρήνα τη φωνητική τεχνολογία και τις δυνατότητες αλληλεπίδρασης μέσω εντολών. Παρουσιάστηκε το 2014 και έχει εξελιχθεί σημαντικά από τότε, υποστηρίζοντας μεγάλο φάσμα συσκευών και προσφέροντας ευρεία γκάμα λειτουργιών. Σημαντικά τεχνικά χαρακτηριστικά του είναι τα ακόλουθα:

- Το Amazon Alexa μπορεί να ελέγχει συσκευές όπως φώτα, θερμοστάτες, κάμερες, κλειδαριές και συστήματα ψυχαγωγίας, ενώ είναι συμβατό με προϊόντα από περισσότερους από 10.000 κατασκευαστές.
- Υποστηρίζει Wi-Fi και Bluetooth για τη σύνδεση με συσκευές, ενώ οι νέες συσκευές Echo είναι συμβατές με το πρωτόκολλο Zigbee, επιτρέποντας την ενσωμάτωση και χειρισμό συσκευών Zigbee χωρίς πρόσθετο hub.
- Το Amazon Alexa είναι συμβατό με πληθώρα υπηρεσιών τρίτων, όπως υπηρεσίες μουσικής (Spotify, Amazon Music), υπηρεσίες παραγγελίας προϊόντων, και δυνατότητες για ενσωμάτωση σε αυτοματισμούς μέσω του IFTTT.

Το Amazon Alexa χρησιμοποιεί φυσική γλώσσα για να ερμηνεύει φωνητικές εντολές και να εκτελεί τις αντίστοιχες λειτουργίες. Η τεχνολογία του βασίζεται στη μηχανική μάθηση και στη σύνθεση φωνής για την αλληλεπίδραση με τους χρήστες. Λαμβάνει συνεχείς ενημερώσεις, που βελτιώνουν τις δυνατότητες του συστήματος με την προσθήκη νέων "skills", δηλαδή μικροεφαρμογών που μπορούν να εγκατασταθούν από τους χρήστες για συγκεκριμένες λειτουργίες.

7.1.2 AppleHomeKit

Το Apple HomeKit είναι το σύστημα αυτοματισμού της Apple που πρώτο-εμφανίστηκε το 2014. Στόχος του είναι να παρέχει ένα ασφαλές και ολοκληρωμένο περιβάλλον για τον έλεγχο των έξυπνων συσκευών μέσω συσκευών Apple, όπως το iPhone, το iPad και το Apple Watch. Σημαντικά τεχνικά χαρακτηριστικά Apple HomeKit είναι τα ακόλουθα:

- Υποστηρίζει διάφορες κατηγορίες συσκευών, όπως φώτα, θερμοστάτες, κάμερες, αισθητήρες κίνησης, και έξυπνες πρίζες, από πολλούς κατασκευαστές που φέρουν το σήμα "Works with Apple HomeKit".
- Η Apple δηλώνει ότι δίνει μεγάλη σημασία στην ασφάλεια των δεδομένων, εφαρμόζοντας end-to-end κρυπτογράφηση και απαιτώντας από τους κατασκευαστές συσκευών να συμμορφώνονται με αυστηρά πρωτόκολλα ασφαλείας.
- Οι χρήστες μπορούν να ελέγχουν τις συσκευές τους μέσω φωνητικών εντολών χρησιμοποιώντας τη Siri, την ψηφιακή βοηθό της Apple.

Οι συσκευές που είναι συμβατές με το HomeKit πρέπει να ενσωματώνουν ειδικό chip της Apple (MFi), το οποίο επιτρέπει την ασφαλή επικοινωνία μεταξύ των συσκευών και της εφαρμογής Home. Οι αυτοματισμοί και οι ρυθμίσεις του χρήστη συγχρονίζονται με το iCloud, επιτρέποντας την εύκολη διαχείριση και έλεγχο από οποιαδήποτε συσκευή Apple του χρήστη.

7.1.3 Google Home

Το Google Home είναι το σύστημα αυτοματοποίησης της Google και χρησιμοποιεί τη φωνητική τεχνολογία του Google Assistant για την αλληλεπίδραση με τους χρήστες. Το Google Home υποστηρίζει μεγάλο αριθμό έξυπνων συσκευών και εστιάζει στην ενσωμάτωση με τις υπόλοιπες υπηρεσίες της Google, όπως το Google Calendar, το YouTube και το Google Maps. Βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά του Google Home είναι τα ακόλουθα:

- Το Google Home είναι συμβατό με διάφορες κατηγορίες συσκευών, όπως φώτα, θερμοστάτες, κάμερες ασφαλείας, συστήματα μουσικής και τηλεοράσεις.
- Το Google Home υποστηρίζει Wi-Fi και Bluetooth για τη σύνδεση με συσκευές, ενώ συνεργάζεται και με το πρωτόκολλο Matter για τη διευκόλυνση της διαλειτουργικότητας μεταξύ διαφορετικών έξυπνων συσκευών.
- Χάρη στη δυνατότητα του Google Assistant να αναγνωρίζει διαφορετικές φωνές, μπορεί να παρέχει προσωποποιημένες απαντήσεις και να εκτελεί συγκεκριμένες εντολές βάσει του προφίλ του χρήστη.

Η δυνατότητα σύνδεσης με όλες τις υπηρεσίες της Google καθιστά το Google Home ιδιαίτερα ισχυρό για χρήστες που βασίζονται στο Google Calendar, τα Google Photos ή το Google Maps για την καθημερινή τους οργάνωση. Το σύστημα χρησιμοποιεί εξελιγμένη τεχνητή νοημοσύνη και μηχανική μάθηση για την ερμηνεία φωνητικών εντολών.

7.1.4 Κριτική για τα εμπορικά λογισμικά αυτοματοποίησης έξυπνου σπιτιού

Παρόλο που τα συστήματα αυτοματοποίησης όπως το Amazon Alexa, το Apple HomeKit και το Google Home προσφέρουν πληθώρα λειτουργιών και βελτιώνουν τη ζωή των χρηστών, δεν είναι χωρίς τα προβλήματά τους. Οι ανησυχίες για την ιδιωτικότητα, τα ζητήματα διαλειτουργικότητας την εξάρτηση από το διαδίκτυο και την περιορισμένη ευελιξία ρυθμίσεων αποτελούν μερικά από τα σημαντικότερα σημεία κριτικής. Αναλυτικότερα:

- Προβλήματα ιδιωτικότητας: Υπάρχουν σοβαρές ανησυχίες για την παρακολούθηση και την καταγραφή των χρηστών. Οι καταναλωτές ανησυχούν για το πόσα δεδομένα συλλέγονται, πώς αποθηκεύονται και πώς χρησιμοποιούνται από τις εταιρείες.

- **Περιορισμένη διαλειτουργικότητα:** Παρά την πρόοδο που έχει σημειωθεί σε θέματα διαλειτουργικότητας, η διαλειτουργικότητα μεταξύ των συστημάτων παραμένει ένα πρόβλημα. Για παράδειγμα, συσκευές που λειτουργούν με το Alexa μπορεί να μην λειτουργούν με το Google Home ή το HomeKit, κάτι που αναγκάζει τους χρήστες να επιλέξουν μια συγκεκριμένη πλατφόρμα και να «κλειδώσουν» το οικοσύστημά τους σε αυτήν.
- **Πρόσβαση στο διαδίκτυο:** Τα προαναφερθέντα συστήματα εξαρτώνται από την ύπαρξη σταθερής σύνδεσης στο διαδίκτυο, κάτι που μπορεί να είναι πρόβλημα σε περιοχές με χαμηλό ή ασταθές δίκτυο.
- **Περιορισμένη ευελιξία:** Παρά την πληθώρα λειτουργιών που προσφέρουν τα εμπορικά συστήματα, οι χρήστες συχνά αντιμετωπίζουν περιορισμούς όσον αφορά την εξατομίκευση των αυτοματισμών και την ευελιξία στη ρύθμιση των συσκευών.

7.2 Λογισμικά ανοικτής προσέγγισης

Τα λογισμικά ανοικτής προσέγγισης για το έξυπνο σπίτι υπόσχονται να προσφέρουν στους χρήστες μεγαλύτερο έλεγχο και ευελιξία συγκριτικά με τα εμπορικά συστήματα, καθώς είναι ανοικτά στον προγραμματισμό και στην προσαρμογή. Η ανοικτή φύση τους επιτρέπει στους χρήστες να διαμορφώσουν το σύστημά τους με πλήρη έλεγχο και να ενσωματώσουν συσκευές και πρωτόκολλα που ενδεχόμενα δεν υποστηρίζονται από εμπορικές πλατφόρμες. Στα λογισμικά αυτά οι χρήστες έχουν πλήρη έλεγχο των δεδομένων τους και της λειτουργίας των συσκευών, αλλά απαιτούν περισσότερες τεχνικές γνώσεις για την εγκατάσταση και την παραμετροποίηση. Από την άλλη μεριά, η υποστήριξη από την κοινότητα μπορεί να αποδειχθεί περισσότερο πολύτιμη από την επίσημη υποστήριξη εταιρειών. Στη συνέχεια θα γίνει σύντομη παρουσίαση 8 δημοφιλών συστημάτων αυτοματισμού έξυπνου σπιτιού που εμπίπτουν στη ανοικτή προσέγγιση, παραθέτοντας τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα για το κάθε λογισμικό.

7.2.1 Calaos

Το Calaos (<https://calaos.fr/en/>) είναι λογισμικό ανοικτού κώδικα που έχει σχεδιαστεί για πλήρη διαχείριση του έξυπνου σπιτιού. Το βασικό του πλεονέκτημα είναι η φιλικότητα προς τον χρήστη και η γραφική διεπαφή που προσφέρει.

- **Πλεονεκτήματα:** Εύκολη ρύθμιση, ενσωματωμένες εφαρμογές για κινητές συσκευές και web διεπαφή.
- **Μειονεκτήματα:** Η κοινότητα που το υποστηρίζει είναι σχετικά μικρή, κάτι που μπορεί να περιορίσει τις δυνατότητες επέκτασης και υποστήριξης.

7.2.2 Domoticz

Το Domoticz (<https://www.domoticz.com/>) είναι ένα ελαφρύ και ευέλικτο λογισμικό αυτοματοποίησης, με μεγάλη υποστήριξη συσκευών και πρωτοκόλλων.

- **Πλεονεκτήματα:** Χαμηλή κατανάλωση πόρων, εύκολη εγκατάσταση και διαχείριση, υποστήριξη διαφόρων πρωτοκόλλων όπως το Z-Wave και Zigbee.
- **Μειονεκτήματα:** Περιορισμένες δυνατότητες εξατομίκευσης στην εμφάνιση της διεπαφής και πιο σύνθετη διαχείριση σε σχέση με άλλες επιλογές.

7.2.3 Gladys

Το Gladys (<https://gladysassistant.com/>) είναι μια ακόμα πλατφόρμα οικιακού αυτοματισμού ανοικτού κώδικα, που υποστηρίζει πολλούς αισθητήρες και έξυπνες συσκευές, με έμφαση στην ευελιξία και στην φιλικότητα προς τον χρήστη.

- Πλεονεκτήματα: Εύκολη ενσωμάτωση με πολλές έξυπνες συσκευές και ενεργή κοινότητα.
- Μειονεκτήματα: Περιορισμένη υποστήριξη συσκευών σε σύγκριση με εμπορικές λύσεις, απαίτηση τεχνικών γνώσεων για την πλήρη αξιοποίησή του.

7.2.4 Home Assistant

Το Home Assistant (<https://www.home-assistant.io/>) είναι ένα από τα πιο δημοφιλή λογισμικά ανοικτής λογικής για το έξυπνο σπίτι και υποστηρίζεται από μια μεγάλη κοινότητα.

- Πλεονεκτήματα: Εξαιρετική υποστήριξη για χιλιάδες συσκευές και πρωτόκολλα, εύκολη ενσωμάτωση μέσω YAML, συνεχείς ενημερώσεις από την κοινότητα.
- Μειονεκτήματα: Απαιτεί περισσότερες τεχνικές γνώσεις για τη ρύθμιση και τον προγραμματισμό αυτοματισμών, καθώς και αρκετή συντήρηση.

Στο επόμενο κεφάλαιο θα παρουσιαστούν περισσότερες πληροφορίες για το Home Assistant.

7.2.5 Iobroker

Το Iobroker (<https://www.iobroker.net/>) είναι ένα παραμετροποιήσιμο λογισμικό με μεγάλη υποστήριξη για διάφορες συσκευές.

- Πλεονεκτήματα: Πολλαπλές διεπαφές, υποστήριξη πολλαπλών γλωσσών προγραμματισμού, μεγάλη συμβατότητα με διαφορετικά οικοσυστήματα.
- Μειονεκτήματα: Η καμπύλη εκμάθησης μπορεί να είναι απότομη για τους νέους χρήστες, λόγω της πολυπλοκότητας του συστήματος.

7.2.6 Jeedom

Το Jeedom (<https://www.jeedom.com/en/>) είναι ένα λογισμικό ανοικτού κώδικα που παρέχει πλήρη έλεγχο στο χρήστη, με μια πολύπλευρη διεπαφή και υποστήριξη διαφορετικών πρωτοκόλλων.

- Πλεονεκτήματα: Πολύ προσαρμόσιμο, συμβατό με πολλές συσκευές, δυνατότητα για cloud ή local εγκατάσταση.
- Μειονεκτήματα: Ορισμένα χαρακτηριστικά απαιτούν πληρωμή για να αποκτήσουν πλήρη λειτουργικότητα.

7.2.7 OpenHAB

Το OpenHAB (<https://www.openhab.org/>) είναι από τα πιο γνωστά λογισμικά αυτοματοποίησης, με πολυποληθή κοινότητα και υποστήριξη για πληθώρα συσκευών.

- Πλεονεκτήματα: Υποστηρίζει σχεδόν κάθε συσκευή, διαθέτει μεγάλο αριθμό διασυνδέσεων με διαφορετικά πρωτόκολλα και συστήματα.

- Μειονεκτήματα: Σύνθετο για νέους χρήστες, απαιτεί αρκετές γνώσεις για προσαρμογή και λειτουργία.

7.2.8 Openmotics

Το OpenMotics (<https://renson.net/gd-gb/products/smart-living>) προσφέρει λύσεις αυτοματισμού με έμφαση στην ενέργεια και την αποδοτικότητα, προσφέροντας ταυτόχρονα επιλογές για τον έλεγχο του σπιτιού.

- Πλεονεκτήματα: Έμφαση στην παρακολούθηση της ενέργειας, στον ανοικτό κώδικα και στη δυνατότητα ενσωμάτωσης πολλών συσκευών.
- Μειονεκτήματα: Περιορισμένη υποστήριξη από την κοινότητα σε σχέση με άλλες πλατφόρμες.

8. Home Assistant

Το Home Assistant, όπως ήδη αναφέρθηκε, είναι μια δημοφιλής πλατφόρμα αυτοματισμού έξυπνου σπιτιού ανοιχτού κώδικα, που τρέχει σε διάφορες πλατφόρμες και μπορεί να προσαρμοστεί εκτενώς στις ανάγκες του χρήστη. Προσφέρει ένα κεντρικό σύστημα ελέγχου για διάφορες έξυπνες συσκευές και υπηρεσίες. Με το Home Assistant, οι χρήστες μπορούν να:

- Ελέγχουν φώτα, θερμοστάτες, κάμερες και άλλες συσκευές.
- Δημιουργούν αυτοματισμούς και σενάρια.
- Παρακολουθούν την κατανάλωση ενέργειας.
- Ενσωματώνουν διαφορετικές τεχνολογίες και πρωτόκολλα.

Η πρώτη έκδοση του Home Assistant, αναπτύχθηκε στη γλώσσα Python από τον Paulus Schoutsen και έγινε διαθέσιμη το 2013 (https://en.wikipedia.org/wiki/Home_Assistant). Τον Απρίλιο του 2024, η κυριότητα του Home Assistant και του πηγαίου κώδικά του μεταβιβάστηκε στον μη κερδοσκοπικό οργανισμό "Open Home Foundation" (<https://www.openhomefoundation.org/>). Ο ιδρυτής του Home Assistant δήλωσε ότι αυτή η αλλαγή δεν θα επηρεάσει τους προγραμματιστές ή τους χρήστες, καθώς έγινε κυρίως για να διασφαλιστεί ότι το λογισμικό θα παραμείνει ανοιχτού κώδικα με έμφαση στην ιδιωτικότητα και τον τοπικό έλεγχο. Ωστόσο, το σχετικό δελτίο τύπου περιλάμβανε ανάμεσα στους δευτερεύοντες στόχους το σχέδιο μετάβασης του Home Assistant από πλατφόρμα για «ενθουσιώδεις» χρήστες σε ένα πιο ευρέως διαδεδομένο καταναλωτικό προϊόν.

8.1 Εγκατάσταση του Home Assistant

Υπάρχουν πολλοί τρόποι εγκατάστασης του Home Assistant. Οι δημοφιλέστεροι είναι οι ακόλουθοι:

- Εγκατάσταση του Home Assistant OS (HAOS) σε κάποια πλατφόρμα virtualization (π.χ. Oracle VirtualBox, VMWare ESXI/Workstation, Hyper-V).
- Εγκατάσταση του HAOS σε Raspberry Pi.
- Εγκατάσταση του Home Assistant σε Linux διανομή χρησιμοποιώντας Virtual Environment/Python.

8.1.1 Εγκατάσταση του Home Assistant σε Windows (Oracle VirtualBox)

Στη συνέχεια θα παρουσιαστούν τα βήματα εγκατάστασης του Home Assistant OS σε μια ιδεατή μηχανή που θα δημιουργηθεί στο Oracle VirtualBox, σε ένα φορητό υπολογιστή με Windows. Εναλλακτικά μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένας υπολογιστής μικρών διαστάσεων όπως είναι ένα Intel NUC (Next Unit Of Computing). Το αρχείο που θα πρέπει να μεταφορτωθεί είναι ένα συμπιεσμένο σε μορφή .zip αρχείο που περιέχει το αρχείο εικόνας με επέκταση .vdi που χρειάζεται το VirtualBox για την εγκατάσταση. Η μεταφόρτωση του αρχείου γίνεται από το <https://www.home-assistant.io/installation/windows>. Η εικονική μηχανή που θα δημιουργηθεί θα πρέπει να έχει τις ακόλουθες ελάχιστες απαιτήσεις:

- Μνήμη RAM: 2GB
- Χώρος αποθήκευσης σε δευτερεύουσα μονάδα αποθήκευσης: 32GB
- Επεξεργαστές: 2vCPUs

Στη συνέχεια τα βήματα είναι:

1. Δημιουργία μιας νέας εικονικής μηχανής.
2. Επιλογή τύπου VM ως Linux και έκδοση **Linux 2.6 / 3.x / 4.x (64-bit)**.
3. Στην επιλογή **Hardware**, επιλέγεται η ποσότητα μνήμης και το πλήθος των ιδεατών επεξεργαστών (vCPUs). Επίσης, θα πρέπει να επιλεγεί το **Enable EFI**, καθώς σε διαφορετική περίπτωση δεν θα μπορεί να γίνει εκκίνηση του HAOS.
4. Στην επιλογή **Hard Disk**, επιλέγεται το **“Use an existing virtual hard disk file”** και εν συνεχεία επιλέγεται το αποσυμπίεσμένο .vdi αρχείο.
5. Στην επιλογή **Network > Adapter 1** θα πρέπει να γίνει η επιλογή **Bridged Adapter** και να επιλεγεί ο προσαρμογέας ενσύρματου δικτύου. Προσοχή πρέπει να δοθεί στο ότι δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο προσαρμογέας του ασύρματου δικτύου, λόγω του ότι αυτό δεν υποστηρίζεται από το VirtualBox.
6. Στην επιλογή **Audio**, επιλέγεται ως **Audio Controller** το **Intel HD Audio**.

8.1.2 Εγκατάσταση του Home Assistant σε Raspberry Pi

Για την εγκατάσταση του Home Assistant σε ένα Raspberry Pi, θα χρειαστεί ένα σχετικά σύγχρονο μοντέλο της σειράς Raspberry Pi (π.χ. Raspberry Pi 4) και μια SD κάρτα με χωρητικότητα τουλάχιστον 32GB. Η SD κάρτα συνίσταται να είναι Application Class 2 (A2¹). Επίσης θα χρειαστεί μια συσκευή ανάγνωσης SD καρτών και ένα καλώδιο Ethernet. Αν και το Home Assistant μπορεί να λειτουργήσει με Wi-Fi, συνίσταται η σύνδεση να γίνεται με καλώδιο Ethernet καθώς έτσι θα είναι περισσότερο αξιόπιστη.

Τα βήματα που πρέπει να ακολουθηθούν είναι:

1. Μεταφόρτωση του αρχείου εικόνας (image) του Home Assistant, ανάλογα με το μοντέλο Raspberry Pi από το <https://www.home-assistant.io/installation/raspberrypi/#downloading-the-home-assistant-image>
2. Εγγραφή του αρχείου εικόνας που μεταφορτώθηκε στην SD κάρτα με τη συσκευή ανάγνωσης/εγγραφής καρτών SD. Αυτό μπορεί να γίνει με διάφορα λογισμικά όπως το Raspberry Pi Imager² ή το Balena Etcher³.
3. Εξαγωγή της SD κάρτας από τη συσκευή ανάγνωσης και τοποθέτησή της στο Raspberry Pi.
4. Σύνδεση του καλωδίου ethernet και διασφάλιση ότι το Raspberry Pi είναι συνδεδεμένο με το ίδιο δίκτυο με τον υπολογιστή που θα χρησιμοποιηθεί στη συνέχεια και ότι είναι συνδεδεμένο στο διαδίκτυο.
5. Σύνδεση της παροχής ρεύματος στο Raspberry Pi για εκκίνησή του Home Assistant Operating System.

8.1.3 Ολοκλήρωση εγκατάστασης

Εφόσον ακολουθηθούν τα βήματα που περιγράφονται είτε για την εγκατάσταση του HAOS σε μια νέα εικονική μηχανή ή σε ένα Raspberry Pi, η εκκίνηση του HAOS θα εμφανίσει την ακόλουθη οθόνη καλωσορίσματος (Σχήμα 6).

¹ <https://www.sdcard.org/developers/sd-standard-overview/application-performance-class/>

² <https://www.raspberrypi.com/software/>

³ <https://etcher.balena.io/>

```
Waiting for the Home Assistant CLI to be ready...

Welcome to the Home Assistant command line.

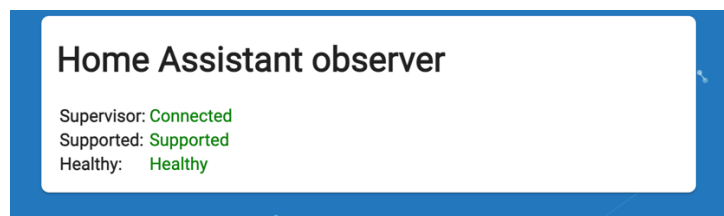
Waiting for Supervisor to startup...
System information
IPv4 addresses for enp0s3:

OS Version:           Home Assistant OS 13.1
Home Assistant Core:   2024.9.2

Home Assistant URL:    http://homeassistant.local:8123
Observer URL:          http://homeassistant.local:4357
ha > _
```

Σχήμα 6 - Οθόνη έναρξης του Home Assistant Operating System

Ο έλεγχος της ορθής εγκατάστασης γίνεται με επίσκεψη στο <http://homeassistant.local:4357/>, και η οθόνη που θα πρέπει να εμφανιστεί θα πρέπει να είναι όπως στο Σχήμα 7.



Σχήμα 7 - Έλεγχος εγκατάστασης του Home Assistant

Η επίσκεψη στο <http://homeassistant.local:8123/> θα εμφανίσει την οθόνη αλληλεπίδρασης με το Home Assistant, όπου αρχικά θα πρέπει να συμπληρωθούν στοιχεία έτσι ώστε να δημιουργηθεί ένας λογαριασμός χρήστη που εν συνεχεία θα χρησιμοποιείται για να γίνεται η σύνδεση στο σύστημα (Σχήμα 8). Στη συνέχεια θα πρέπει να συμπληρωθούν στοιχεία γεωγραφικής θέσης, χρονικής ζώνης και συστήματος μονάδων μέτρησης (π.χ. μετρικό).



Home Assistant

Are you ready to awaken your home, reclaim your privacy and join a worldwide community of tinkerers?

Let's get started by creating a user account.

Name
Lewis

Username
lewis

Password

Confirm Password

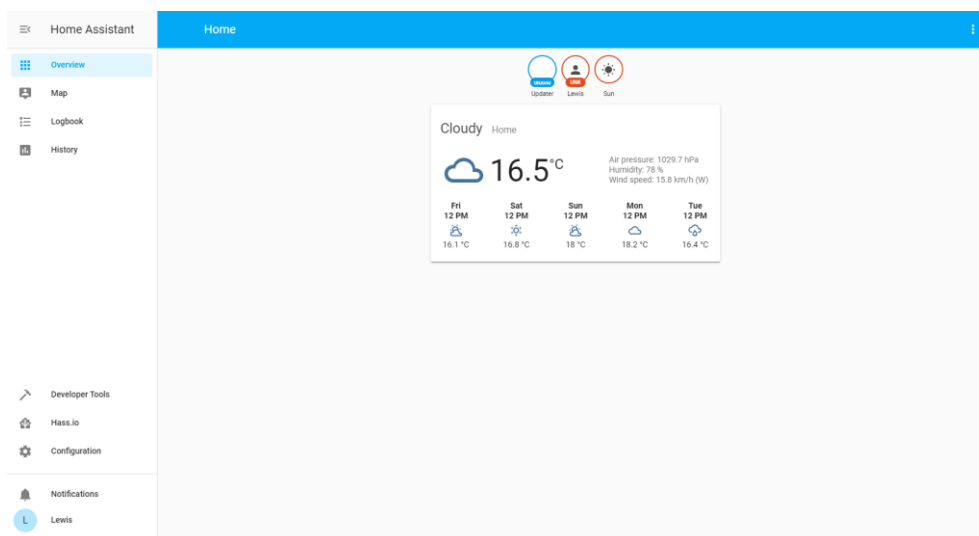
CREATE ACCOUNT

Σχήμα 8 - Οθόνη δημιουργίας αρχικού χρήστη του Home Assistant

Αν δεν εμφανίζεται η οθόνη σύνδεσης μετά την αρχική εγκατάσταση και την επίσκεψη στο <http://homeassistant.local:8123/>, τότε το πρόβλημα μπορεί να επιλυθεί με τις ακόλουθες εντολές που θα πρέπει να δοθούν στο prompt ha> του HAOS.

```
ha> core rebuild
ha> supervisor repair
ha> host reboot
```

Στο επόμενο βήμα μπορεί να γίνει η διαμόρφωση των λεγόμενων integrations που αφορούν την αναπαράσταση συσκευών και υπηρεσιών στο Home Assistant. Αν ολοκληρωθεί η εγκατάσταση σε αυτό το σημείο, αφήνοντας τα integrations για αργότερα, τότε εμφανίζεται το dashboard (που ονομάζεται lovelace) όπως στο Σχήμα 9.



Σχήμα 9 - Αρχική οθόνη του dashboard του Home Assistant

Για την εύκολη σύνδεση συσκευών που υποστηρίζουν το πρωτόκολλο Zigbee συνίσταται η χρήση ενός Zigbee USB dongle, όπως το SONOFF Zigbee 3.0 USB Dongle Plus (Σχήμα 10) που προμηθευτήκαμε για την παρούσα εργασία.



Σχήμα 10 - SONOFF Zigbee 3.0 USB Dongle Plus⁴

Το υλικό που χρησιμοποιήθηκε για τους πειραματισμούς που έγιναν φαίνεται στο Σχήμα 11 (Raspberry Pi 4, SONOFF θερμόμετρο – υγρασιόμετρο, SONOFF αισθητήρας κίνησης, SONOFF λάμπα, SONOFF διακόπτης, SONOFF πρίζα). Επίσης, άλλες έξυπνες συσκευές που συνδέθηκαν στο Home Assistant ήταν ένα θερμόμετρο – υγρασιόμετρο – μετρητής σωματιδίων της IKEA (VINDSTYRKA⁵) και ένα chromecast⁶ της Google. Το dashboard του Home Assistant που διαμορφώθηκε με αυτές τις συσκευές φαίνεται στο Σχήμα 12.

⁴ <https://sonoff.tech/product/gateway-and-sensors/sonoff-zigbee-3-0-usb-dongle-plus-p/>

⁵ <https://www.ikea.gr/proioda/vindstyrka-aisthitiras-poiotitas-aera-eksypno/>

⁶ https://store.google.com/us/product/chromecast_google_tv

8.2 Βασικός οδηγός ρύθμισης του Home Assistant για εμφάνιση της θερμοκρασίας από έναν συνδεδεμένο αισθητήρα θερμοκρασίας

Στον απλό αυτό οδηγό θα δείξουμε πως μπορεί να ρυθμιστεί το Home Assistant για να εμφανίζει τη θερμοκρασία από ένα συνδεδεμένο αισθητήρα θερμοκρασίας. Έστω ότι ο αισθητήρας θερμοκρασίας συνδέεται μέσω του πρωτοκόλλου **Zigbee**.

Προαπαιτούμενα:

1. Μια λειτουργική εγκατάσταση του Home Assistant.
2. Ένας αισθητήρας θερμοκρασίας Zigbee.
3. Ένα Zigbee USB stick.

Βήμα 1: Σύνδεση του αισθητήρα θερμοκρασίας στο Home Assistant

1. Εγκατάσταση Zigbee διασύνδεσης:

- Θα πρέπει να υπάρχει ένας **Zigbee coordinator** (π.χ. Zigbee2MQTT ή ZHA).
- Για Zigbee2MQTT: Supervisor -> Add-on Store και εγκατάσταση του **Zigbee2MQTT add-on**.

2. Αναγνώριση του αισθητήρα:

- Μέσω του **Zigbee2MQTT** μετάβαση στις ρυθμίσεις και pair του αισθητήρα.

Μετά το pairing, ο αισθητήρας θα πρέπει να εμφανίζεται στις συσκευές στο Home Assistant.

Βήμα 2: Προσθήκη του Αισθητήρα στο Lovelace (UI του Home Assistant)

1. Εύρεση της οντότητας (Entity):

- Μετά την επιτυχημένη σύνδεση του αισθητήρα, μετάβαση στο Settings -> Devices & Services -> Devices και εντοπισμός του αισθητήρα στη λίστα των συσκευών.
- Κάνοντας κλικ στον αισθητήρα το όνομα της **οντότητας** θα πρέπει να είναι παρόμοιο με sensor.living_room_temperature.

2. Προσθήκη στο UI (Lovelace):

- Από το κύριο μενού, μετάβαση στο Overview και στις τρεις κουκκίδες πάνω δεξιά, επιλογή Edit Dashboard.
- Κλικ στο πλήκτρο Add Card, επιλογή **Sensor** ή **Entities**.
- Στο πεδίο Entity, επιλογή της οντότητας του θερμομέτρου με βάση το όνομα (π.χ. sensor.living_room_temperature) και Save.

Βήμα 3: Διαμόρφωση Γραφικών Παραστάσεων

Για να εμφανιστούν οι μετρήσεις θερμοκρασίας ως γράφημα:

1. Προσθήκη μιας νέας κάρτας και επιλογή του τύπου **History Graph**.

2. Επιλογή της οντότητας `sensor.living_room_temperature`.
3. Προσαρμογή του χρονικού διαστήματος που επιθυμούμε να εμφανίζεται (π.χ. 24 ώρες).
4. Αποθήκευση της κάρτας.

Βήμα 4: Αυτοματισμοί με τον αισθητήρα θερμοκρασίας (προαιρετικό)

Επίσης, μπορεί να δημιουργηθούν αυτοματισμοί που θα βασίζονται στις μετρήσεις του αισθητήρα θερμοκρασίας, όπως να ενεργοποιείται το κλιματιστικό όταν η θερμοκρασία υπερβεί ένα άνω όριο. Τα βήματα είναι τα ακόλουθα:

1. Μετάβαση στο Settings -> Automations & Scenes.
2. Κλικ στο πλήκτρο Create Automation.
3. Επιλογή Start with an empty automation.
4. Επιλογή ως **trigger** τον αισθητήρα θερμοκρασίας και ορισμός του κατωφλίου θερμοκρασίας.
5. Στο πεδίο **action**, ορίζεται η επιθυμητή ενέργεια (π.χ. ενεργοποίηση κλιματιστικού).

8.3 Ρύθμιση του Home Assistant για εμφάνιση της θερμοκρασίας από έναν συνδεδεμένο αισθητήρα θερμοκρασίας με μη γραφικό τρόπο

Το Home Assistant μπορεί να διαμορφωθεί μέσω αρχείων ρυθμίσεων YAML. Αυτή η προσέγγιση είναι πιο "χειροκίνητη" σε σχέση με τη διαμόρφωση μέσω του γραφικού περιβάλλοντος, αλλά προσφέρει μεγαλύτερη ευελιξία.

Προαπαιτούμενα:

1. Μια λειτουργική εγκατάσταση του Home Assistant.
2. Να επιτρέπεται η πρόσβαση στα αρχεία διαμόρφωσης, που θα γίνεται μέσω SSH.
3. Ένας αισθητήρας θερμοκρασίας Zigbee.

Βήμα 1: Πρόσβαση στα αρχεία διαμόρφωσης

Τα αρχεία ρυθμίσεων του Home Assistant βρίσκονται στον φάκελο `config`. Το κύριο αρχείο ρυθμίσεων είναι το `configuration.yaml`. Αυτό το αρχείο ελέγχει μεγάλο μέρος της διαμόρφωσης του Home Assistant.

1. Πρόσβαση στο αρχείο `configuration.yaml`:

- Αν έχει εγκατασταθεί το add-on **File Editor**, τότε το αρχείο μπορεί να ανοίξει απευθείας από το web interface του Home Assistant, από το μενού File Editor.
- Εναλλακτικά, η σύνδεση μπορεί να γίνει SSH για την επεξεργασία του αρχείου.

Βήμα 2: Προσθήκη του αισθητήρα στο `configuration.yaml`

Εφόσον ο αισθητήρας έχει πρώτα συνδεθεί, πρέπει να προστεθεί χειροκίνητα στο αρχείο configuration.yaml.

Για Zigbee αισθητήρες (μέσω ZHA ή Zigbee2MQTT):

1. Διασφάλιση ότι η Zigbee διασύνδεση (ZHA ή Zigbee2MQTT) υφίσταται.
2. Εντοπισμός της οντότητας του αισθητήρα θερμοκρασίας μέσω του ZHA ή του Zigbee2MQTT.
 - Αν χρησιμοποιείται ZHA, η διαμόρφωση γίνεται αυτόματα, αλλά μπορεί να γίνει και χειροκίνητα μέσω του ZHA panel.
 - Αν χρησιμοποιείται Zigbee2MQTT, το αρχείο zigbee2mqtt/configuration.yaml περιέχει τις συνδεδεμένες συσκευές.
3. Στο αρχείο configuration.yaml, πρέπει να προστεθεί μια καταχώρηση για τον αισθητήρα θερμοκρασίας κάτω από την ενότητα sensor:

```
sensor:
  - platform: mqtt # μόνο αν χρησιμοποιείτε MQTT για Zigbee2MQTT
    name: "Living Room Temperature"
    state_topic: "zigbee2mqtt/living_room_sensor"
    unit_of_measurement: "°C"
    value_template: "{{ value_json.temperature }}"
```

Βήμα 3: Προσθήκη της θερμοκρασίας στο UI μέσω του lovelace

1. Στο αρχείο configuration.yaml, πρέπει να προστεθεί η ακόλουθη καταχώρηση, προκειμένου να οριστεί χειροκίνητα μια κάρτα Lovelace:

```
lovelace:
  mode: yaml
```

2. Στον ίδιο φάκελο config πρέπει να δημιουργηθεί αν δεν υπάρχει το αρχείο ui-lovelace.yaml και να προστεθούν τα ακόλουθα:

```
title: Home
views:
  - title: Living Room
    cards:
      - type: sensor
        entity: sensor.living_room_temperature
        name: "Living Room Temperature"
        unit_of_measurement: "°C"
```

Βήμα 4: Επαλήθευση και επανεκκίνηση του Home Assistant

Για την ολοκλήρωση των αλλαγών:

1. Μετάβαση στο **Settings -> System -> Server Control**.

2. Κλικ στο **Check Configuration** για να ελεγχθεί ότι δεν υπάρχουν λάθη στη σύνταξη των αρχείων YAML.
3. Εάν η επαλήθευση είναι επιτυχής, κλικ **Restart** για επανεκκίνηση του Home Assistant και φόρτωση των νέων ρυθμίσεων.

Βήμα 5: Προσθήκη αυτοματισμών

Μπορείς να προσθέσεις αυτοματισμούς απευθείας στο αρχείο `automations.yaml` (αν είναι ενεργοποιημένη η χρήση εξωτερικού αρχείου για τους αυτοματισμούς):

```
automation:  
  - alias: "Turn on AC when hot"  
    trigger:  
      platform: numeric_state  
      entity_id: sensor.living_room_temperature  
      above: 26 # Όταν η θερμοκρασία είναι πάνω από 26°C  
    action:  
      service: climate.turn_on  
      entity_id: climate.living_room_ac
```

8.4 Απομακρυσμένη διαχείριση συσκευών μέσω του IFTTT

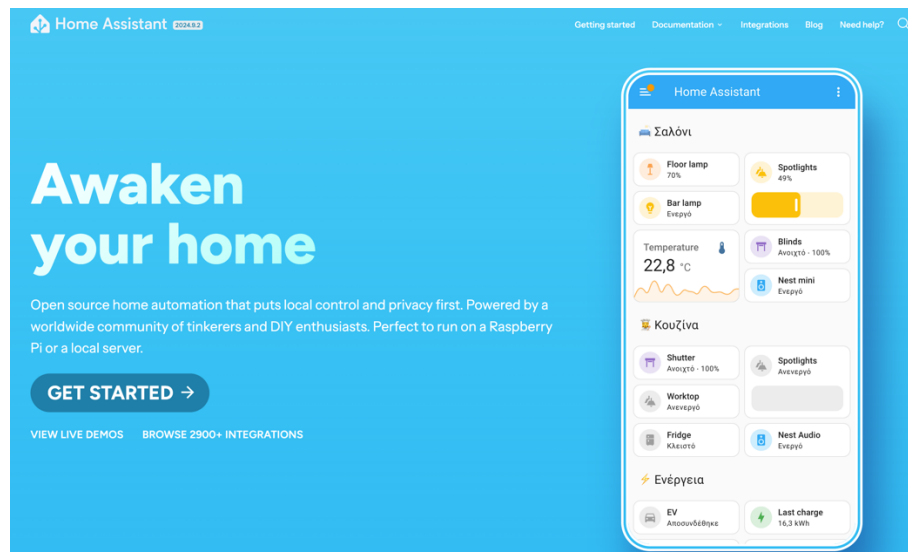
Το IFTTT που σημαίνει If This Then That (<https://ifttt.com/>) είναι μια διαδικτυακή υπηρεσία που επιτρέπει τη σύνδεση διαφορετικών εφαρμογών, υπηρεσιών και συσκευών μέσω ενός απλού αυτοματοποιημένου μηχανισμού. Βασίζεται στην αρχή της δημιουργίας "κανόνων" ή "συνταγών" (recipes), οι οποίοι καθορίζουν μια δράση που θα εκτελεστεί αυτόματα εάν πληρούνται μια συγκεκριμένη προϋπόθεση. Η ονομασία "IFTTT" προέρχεται από τη λογική πρόταση "Αν συμβεί αυτό, τότε κάνε εκείνο", και επιτρέπει την εύκολη αυτοματοποίηση καθημερινών εργασιών χωρίς την ανάγκη προγραμματισμού. Για παράδειγμα, ένας χρήστης μπορεί να ρυθμίσει το IFTTT να ενεργοποιεί τα φώτα του σπιτιού όταν το τηλέφωνό του συνδέεται σε μια συγκεκριμένη τοποθεσία ή να στέλνει ειδοποίηση στο κινητό του όταν ανιχνεύεται κίνηση σε μια κάμερα ασφαλείας. Το IFTTT υποστηρίζει μεγάλο αριθμό εφαρμογών και συσκευών, όπως έξυπνες οικιακές συσκευές, πλατφόρμες κοινωνικής δικτύωσης, υπηρεσίες cloud και πολλά άλλα.

Η ενσωμάτωση του IFTTT με το Home Assistant γίνεται μέσω ενός ειδικού webhook μηχανισμού. Τα webhooks επιτρέπουν τη μετάδοση δεδομένων μεταξύ του Home Assistant και του IFTTT μέσω διαδικτύου, καθιστώντας εφικτή την απομακρυσμένη εκτέλεση εντολών. Ουσιαστικά, όταν ενεργοποιηθεί ένα trigger (δηλαδή η συνθήκη "If This"), το IFTTT στέλνει ένα αίτημα (HTTP request) στο Home Assistant για να εκτελεστεί μια συγκεκριμένη ενέργεια (το "Then That"). Η διαδικασία για να συμβεί αυτό περιγράφεται στο <https://www.home-assistant.io/integrations/ifttt/>. Το μειονέκτημα είναι ότι απαιτείται συνδρομή τύπου Pro από το IFTTT που συνεπάγεται κάποιο κόστος (<https://ifttt.com/plans>).

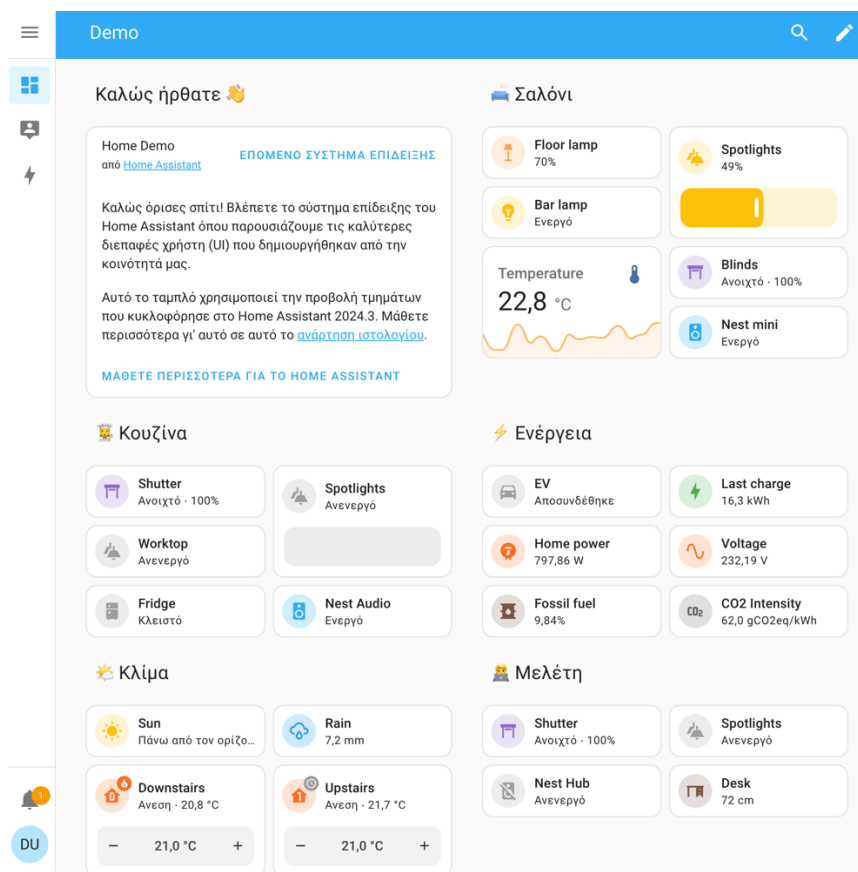
8.5 Πηγές πληροφόρησης για το Home Assistant

Το Home Assistant υποστηρίζεται από μια πολυπληθή κοινότητα ατόμων που συνεισφέρουν εθελοντικά στο έργο. Πρόκειται μάλιστα για ένα από τα πλέον δημοφιλή λογισμικά ανοικτού κώδικα για οικιακούς αυτοματισμούς. Στη σελίδα του Home Assistant στο GitHub (<https://github.com/home-assistant>) μπορούν να εντοπιστούν πολλές πληροφορίες, οδηγοί,

demos και άλλα. Η κεντρική σελίδα του Home Assistant είναι η <https://www.home-assistant.io/> (Σχήμα 13). Μέσω αυτής της σελίδας παρέχεται πρόσβαση σε εκτεταμένο υλικό τεκμηρίωσης (Documentation) σε οδηγούς γρήγορης εκμάθησης σε ένα καλά οργανωμένο blog, στην λίστα των integrations και σε άλλα. Επίσης, ο επίδοξος χρήστης μπορεί να αποκτήσει μια καλή εικόνα για το Home Assistant χρησιμοποιώντας μέσω της ιστοσελίδας το Live Demo (Σχήμα 14).



Σχήμα 13 - Κεντρική σελίδα Home Assistant - <https://www.home-assistant.io/>



Σχήμα 14 - Home Assistant Live Demo

Μια άλλη πηγή πληροφόρησης για το Home Assistant είναι το πρόσφατο βιβλίο του Marco Carvalho από τον εκδοτικό οίκο Packt Publishing με τίτλο “Building Smart Home Automation Solutions with Home Assistant” [9]. Επίσης, ενδιαφέρον υλικό μπορεί να εντοπιστεί σε σελίδες του διαδικτύου όπως το <https://everythingsmarthome.co.uk/>, σε κανάλια YouTube⁷, σε σχετικές κοινότητες όπως το Reddit (<https://www.reddit.com/r/homeassistant/>), το Discord και το Stackoverflow καθώς και στο X (https://x.com/home_assistant). Ενδιαφέρον παρουσιάζει και το podcast <https://hasspodcast.io/> που ενημερώνει για τις νεότερες εξελίξεις στο Home Assistant. Τέλος, μια εκτενής λίστα με συνδέσμους σε χρήσιμα θέματα σχετικά με το Home Assistant εντοπίζεται στη σελίδα <https://www.awesome-ha.com/>.

⁷ https://www.youtube.com/@home_assistant
<https://www.youtube.com/@HASSCASTS>

9. Επίλογος, συμπεράσματα

Σύμφωνα με μελέτη του 2023 [10] λιγότεροι από τους μισούς χρήστες συσκευών (η μελέτη αφορούσε οικιακές συσκευές όπως πλυντήρια πιάτων, φούρνους, ψυγεία κ.α.) που έχουν δυνατότητα σύνδεσης με το διαδίκτυο έχουν συνδέσει έστω και μια φορά τις συσκευές τους με το διαδίκτυο. Οι πελάτες φαίνεται να μην αναγνωρίζουν τη χρησιμότητα πίσω από προτάσεις όπως οι ακόλουθες:

- Παροχή δεδομένων στους κατασκευαστές για την κατανόηση του τρόπου που οι πελάτες χρησιμοποιούν τις συσκευές τους.
- Ασύρματες ενημερώσεις (over the-air updates) συσκευών.
- Συνδρομητικές υπηρεσίες πελατών.

Λογισμικά όπως το Home Assistant φαίνεται να μην επηρεάζονται από τους παραπάνω προβληματισμούς. Αυτό οφείλεται πιθανά στο γεγονός ότι απευθύνονται σε μια (περιορισμένη) ομάδα χρηστών που δεν είναι απλά διατεθειμένοι να εντάξουν στην προσωπική τους ζωή, πλευρές του έξυπνου σπιτιού, προσδοκώντας ευκολία, οικονομία και ασφάλεια, αλλά που βρίσκουν γνήσια ενδιαφέρον και πιθανά διασκεδαστική την ενασχόληση με τέτοιου είδους συστήματα.

Ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα του Home Assistant είναι η ευελιξία και η ανοικτή αρχιτεκτονική του. Ως λογισμικό ανοιχτού κώδικα, προσφέρει τη δυνατότητα στον χρήστη να το προσαρμόσει απόλυτα στις ανάγκες του, να αναπτύξει νέες λειτουργίες και να ενσωματώσει μια ευρεία γκάμα από συσκευές διαφορετικών κατασκευαστών. Σε αντίθεση με εμπορικά προϊόντα, τα οποία περιορίζονται σε συγκεκριμένα οικοσυστήματα συσκευών, το Home Assistant υποστηρίζει έναν μεγάλο αριθμό πρωτοκόλλων και συσκευών από διαφορετικούς κατασκευαστές, δίνοντας τη δυνατότητα διαλειτουργικότητας σε μεγαλύτερο βαθμό. Επιπλέον, η αυτονομία του Home Assistant αποτελεί ένα ακόμα ισχυρό πλεονέκτημα. Δεν απαιτεί σύνδεση με εξωτερικούς servers για να λειτουργήσει, γεγονός που εξασφαλίζει αυξημένη ιδιωτικότητα και μικρότερο κίνδυνο παραβιάσεων ασφαλείας. Τα εμπορικά συστήματα, συχνά βασίζονται σε cloud υπηρεσίες και ενδέχεται να παρουσιάσουν προβλήματα αν αυτές οι υπηρεσίες τεθούν εκτός λειτουργίας.

Από την πλευρά των μειονεκτημάτων για συστήματα όπως το Home Assistant, σε σχέση με τα εμπορικά προϊόντα, μπορεί να αναφερθεί η δυσκολία χρήσης που αποτελεί συχνά πρόκληση για χρήστες χωρίς προηγούμενη εμπειρία σε τεχνολογίες έξυπνου σπιτιού. Συνήθως τα εμπορικά λογισμικά οικιακού αυτοματισμού προσφέρουν πιο φιλική και άμεση εμπειρία για τον μέσο καταναλωτή, ενώ λογισμικά όπως το Home Assistant απαιτούν περισσότερο χρόνο και τεχνικές γνώσεις για την εγκατάσταση και τη ρύθμιση. Επιπλέον, οι εμπορικές λύσεις παρέχουν συνήθως υποστήριξη και εγγυήσεις από την πλευρά του κατασκευαστή, κάτι που δεν ισχύει με το Home Assistant, καθώς οι χρήστες βασίζονται στην κοινότητα για να λάβουν βοήθεια σε προβλήματα που μπορεί να προκύψουν. Τέλος, η σταθερότητα και η αξιοπιστία μπορεί να διαφέρει μεταξύ των δύο επιλογών, καθώς οι εμπορικές λύσεις έχουν περάσει πιο αυστηρούς ελέγχους ποιότητας.

Συμπερασματικά, το Home Assistant αποτελεί μια ισχυρή και ευέλικτη πλατφόρμα για την υλοποίηση ενός έξυπνου σπιτιού, με πλεονεκτήματα που εστιάζουν στην ανοικτή φύση, τη διαλειτουργικότητα και την αυτονομία του. Ωστόσο, οι προκλήσεις που αντιμετωπίζουν οι λιγότερο έμπειροι χρήστες και η έλλειψη επίσημης υποστήριξης καθιστούν τα εμπορικά προϊόντα ως πιο προσιτές λύσεις για τον μέσο καταναλωτή. Η επιλογή μεταξύ των δύο εξαρτάται τελικά από τις προτεραιότητες του κάθε χρήστη, όπως η ευκολία χρήσης, η ασφάλεια και η προσαρμοστικότητα.

Βιβλιογραφία

- [1] «What is a smart home, and do you need one?,» 2023. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.theverge.com/23749376/smart-home-explained-voice-assistant-tv-gadgets>.
- [2] «What is the Internet of Things (IoT)?,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.ibm.com/topics/internet-of-things>.
- [3] «What is MQTT?,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://aws.amazon.com/what-is/mqtt/>.
- [4] «I'm Santa Claus' – disturbing footage shows hacker engage with 8 y/o girl through Ring security cam,» 2019. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.bitdefender.com/blog/hotforsecurity/im-santa-claus-disturbing-footage-shows-hacker-engage-8-y-o-girl-ring-security-cam>.
- [5] «What was the Mirai botnet?,» 2016. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.malwarebytes.com/what-was-the-mirai-botnet>.
- [6] «How Hackers Could Use A Nest Thermostat As An Entry Point Into Your Home,» 2016. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.forbes.com/sites/aarontilley/2015/03/06/nest-thermostat-hack-home-network/>.
- [7] «Hardware vulnerabilities in smart locks,» 2023. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.tarlogic.com/blog/hardware-vulnerabilities-smart-locks/>.
- [8] «Ring will no longer allow police to request doorbell camera footage from users,» 2024. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.pbs.org/newshour/politics/ring-will-no-longer-allow-police-to-request-doorbell-camera-footage-from-users>.
- [9] M. Carvalho, Building Smart Home Automation Solutions with Home Assistant, Packt Publishing, 2023.
- [10] «Appliance makers sad that 50% of customers won't connect smart appliances,» 2023. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://arstechnica.com/gadgets/2023/01/half-of-smart-appliances-remain-disconnected-from-internet-makers-lament/>.