



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Smart Building Automation with Z-Wave: A Case Study of IoT Integration and Management

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

του

ΧΡΗΣΤΟΥ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΥ

(ΑΕΜ: 4008)

Επιβλέπων : Δημήτριος Βέργαδος
Αναπληρωτής Καθηγητής

Καστοριά Νοέμβριος - 2023



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Smart Building Automation with Z-Wave: A Case Study of IoT Integration and Management

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

του

ΧΡΗΣΤΟΥ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΥ

(ΑΕΜ: 4008)

Επιβλέπων : Δημήτριος Βέργαδος
Αναπληρωτής Καθηγητής

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την Πέμπτη 09/11/23

.....
Δημήτριος Βέργαδος
Αναπληρωτής Καθηγητής

.....
Ιωάννης Βαρδάκας
Αναπληρωτής Καθηγητής

.....
Σπυρίδων Νικολάου
Λέκτορας

Καστοριά Νοέμβριος – 2023

Copyright © 2023 – ΧΡΗΣΤΟΣ ΑΝΑΣΤΑΣΙΟΥ

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν αποκλειστικά τον συγγραφέα και δεν αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας.

Ως συγγραφέας της παρούσας εργασίας δηλώνω πως η παρούσα εργασία δεν αποτελεί προϊόν λογοκλοπής και δεν περιέχει υλικό από μη αναφερόμενες πηγές.

Ευχαριστίες

Εκφράζω την ειλικρινή μου ευγνωμοσύνη στα ακόλουθα άτομα και ομάδες, χωρίς την υποστήριξη, την ενθάρρυνση και την ακλόνητη πίστη στις ικανότητές μου, αυτό το ταξίδι δεν θα ήταν εφικτό:

Καθηγητής Δημήτριος Βέργαδος - Ο επιβλέπων καθηγητής μου, η καθοδήγηση, η υπομονή και οι ανεκτίμητες γνώσεις του υπήρξαν καθοριστικές για τη διαμόρφωση της ακαδημαϊκής και προσωπικής μου ανάπτυξης. Η καθοδήγησή του με ενέπνευσε να προσπαθώ για να γίνομαι καλύτερος μέρα με την μέρα.

Μέλη ΔΕΠ του Τμήματος Πληροφορικής - Είμαι βαθιά ευγνώμων στους καθηγητές του τμήματός μου για τη συνεχή υποστήριξή τους καθ' όλη τη διάρκεια του τετραετούς ακαδημαϊκού μου ταξιδιού. Η αφοσίωσή σας στην ανταλλαγή γνώσεων και η ακλόνητη δέσμευσή σας στην προώθηση ενός μαθησιακού περιβάλλοντος είναι αξιέπαινη.

Συμφοιτητές και φίλοι - Στους συμφοιτητές, φίλους και συναδέλφους μου, σας ευχαριστώ για τη συνεργασία και τις αμέτρητες στιγμές έμπνευσης. Η παρουσία σας προσέδωσε χρώμα και ζωντάνια στο ακαδημαϊκό μου ταξίδι.

IEEE Student Branch University of Western Macedonia, Kastoria - Ο Counselor Άγγελος Μιχάλας και οι μέντορες Χυτήρης Χρήστος και Γκόλα Κλεοπάτρα όπως και όλη η ομάδα συμφοιτητών του IEEE Student Branch ήταν πηγή ενθάρρυνσης και μου έδωσαν ευκαιρίες να εξερευνήσω και να εξελιχθώ. Οι πρωτοβουλίες σας και η δέσμευσή σας για την προώθηση της γνώσης εκτιμώνται βαθύτατα.

Η οικογένειά μου - Πάνω απ' όλα, η βαθύτατη ευγνωμοσύνη μου ανήκει στην οικογένειά μου. Η αδιάλειπτη υποστήριξη, η αγάπη και η πίστη σας σε μένα υπήρξαν η άγκυρά μου τόσο στις προκλήσεις όσο και στους θριάμβους. Οι θυσίες σας και το καθημερινό σας κίνητρο να διαπρέψω, ακόμη και μπροστά στις αντιξοότητες, ήταν η κινητήρια δύναμη πίσω από τα επιτεύγματά μου.

Σε όσους αμφέβαλαν και σε όσους είπαν "δεν μπορείς", λέω "τα κατάφερα". Ο σκεπτικισμός και οι προκλήσεις σας μόνο τροφοδότησαν την αποφασιστικότητά μου να αποδείξω ότι με υποστήριξη, επιμονή και σκληρή δουλειά, ακόμη και οι πιο υψηλοί στόχοι μπορούν να επιτευχθούν.

Σας ευχαριστώ όλους που υπήρξατε αναντικατάστατο μέρος της ακαδημαϊκής μου πορείας ως προς αυτό το Πτυχίο.

Περίληψη

Η έλευση του Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT) έχει φέρει επανάσταση στον τρόπο με τον οποίο αλληλοεπιδρούμε με το περιβάλλον μας. Αυτή η μεταμόρφωση επεκτείνεται και στα ίδια μας τα σπίτια, όπου η ενσωμάτωση των τεχνολογιών IoT έχει δημιουργήσει την έννοια του "έξυπνου σπιτιού". Η παρούσα πτυχιακή εργασία αποτελεί μια ολοκληρωμένη διερεύνηση της ενσωμάτωσης των τεχνολογιών IoT, εστιάζοντας ιδιαίτερα στην ανάπτυξη του OpenHAB, μιας ισχυρής πλατφόρμας οικιακού αυτοματισμού ανοιχτού κώδικα, σε συνδυασμό με την τεχνολογία αισθητήρων Z-Wave, σε ένα Raspberry Pi 4.

Η διατριβή ξεκινά ένα ταξίδι με την ανάλυση της εξέλιξης των τεχνολογιών του IoT. Επισημαίνει τον καθοριστικό ρόλο των τεχνολογικών εξελίξεων, όπως τα δίκτυα 5G, ο υπολογισμός ακμών και η τεχνητή νοημοσύνη, στη διαμόρφωση του τοπίου του IoT. Οι καινοτομίες αυτές έχουν βελτιώσει την ανταπόκριση και τις δυνατότητες των συσκευών IoT, καθιστώντας τες αναπόσπαστο μέρος των σύγχρονων έξυπνων σπιτιών.

Μια από τις βασικές πτυχές της έρευνας αυτής είναι η υλοποίηση του OpenHAB, μιας πλατφόρμας ανοιχτού κώδικα που αποτελεί τη ραχοκοκαλιά του αυτοματισμού έξυπνων κατοικιών. Αυτή η πλατφόρμα παρέχει ένα ευέλικτο πλαίσιο για τη σύνδεση και τον έλεγχο μιας πληθώρας συσκευών και αισθητήρων, προσφέροντας στους χρήστες μια ενιαία διεπαφή για την παρακολούθηση και τη διαχείριση των έξυπνων σπιτιών τους. Η διαμόρφωση του OpenHAB σε ένα Raspberry Pi 4, έναν υπολογιστή σε μέγεθος πιστωτικής κάρτας, παρέχει μια ενεργειακά αποδοτική και οικονομικά αποδοτική λύση για την ενορχήστρωση του οικιακού αυτοματισμού.

Η ενσωμάτωση της τεχνολογίας αισθητήρων Z-Wave εμπλουτίζει περαιτέρω το οικοσύστημα του έξυπνου σπιτιού. Το Z-Wave είναι ένα πρωτόκολλο ασύρματης επικοινωνίας που έχει σχεδιαστεί για εφαρμογές χαμηλής ισχύος και χαμηλού εύρους ζώνης, καθιστώντας το ιδανικό για οικιακό αυτοματισμό. Αυτή η έρευνα εμβαθύνει στη ρύθμιση και την ενσωμάτωση αισθητήρων Z-Wave με το OpenHAB, επιτρέποντας την απρόσκοπτη επικοινωνία και ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ των συσκευών. Διερευνά τα πλεονεκτήματα της τεχνολογίας Z-Wave για την ενίσχυση της εμβέλειας και της αποτελεσματικότητας των συσκευών IoT στο έξυπνο σπίτι.

Για την αξιοποίηση της δύναμης των δεδομένων που παράγονται από συσκευές και αισθητήρες IoT, η διατριβή διερευνά τη σύνδεση του InfluxDB και του Grafana. Η InfluxDB χρησιμοποιείται ως βάση δεδομένων χρονοσειρών για την αποθήκευση και διαχείριση δεδομένων, ενώ η Grafana χρησιμοποιείται για την οπτικοποίηση δεδομένων. Αυτός ο συνδυασμός δίνει τη δυνατότητα στους ιδιοκτήτες σπιτιού να αποκτήσουν πληροφορίες για το περιβάλλον του έξυπνου σπιτιού τους, επιτρέποντάς τους να παρακολουθούν και να βελτιστοποιούν διάφορες πτυχές της καθημερινότητάς τους.

Η έρευνα διερευνά επίσης το ρόλο των Εικονικών Ιδιωτικών Δικτύων (VPN) στη διασφάλιση της ασφαλούς και ιδιωτικής επικοινωνίας εντός του έξυπνου σπιτιού. Με την εφαρμογή του OpenVPN στο Raspberry Pi 4, οι χρήστες μπορούν να δημιουργήσουν ένα ασφαλές κανάλι για απομακρυσμένη πρόσβαση και έλεγχο των συσκευών του έξυπνου σπιτιού τους. Αυτό ενισχύει τη συνολική ασφάλεια και την ιδιωτικότητα του οικοσυστήματος του έξυπνου σπιτιού. Επιπλέον, η πτυχιακή εργασία διερευνά τη χρήση της επικοινωνίας MQTT, ενός ελαφρού πρωτοκόλλου που έχει σχεδιαστεί για την αποτελεσματική ανταλλαγή μηνυμάτων μεταξύ συσκευών IoT. Η εφαρμογή του MQTT διευκολύνει την ανταλλαγή και τον έλεγχο δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, συμβάλλοντας στην απόκριση και τη διαλειτουργικότητα των συσκευών έξυπνου σπιτιού.

Σε όλη τη διατριβή, ένα επαναλαμβανόμενο θέμα είναι ο μετασχηματιστικός αντίκτυπος των τεχνολογιών IoT στη σύγχρονη ζωή. Το έξυπνο σπίτι δεν είναι πλέον μια ιδέα του μέλλοντος- είναι μια σημερινή πραγματικότητα που προσφέρει στους ιδιοκτήτες σπιτιού μεγαλύτερη άνεση, αποτελεσματικότητα και έλεγχο των χώρων διαβίωσής τους. Η διατριβή υπογραμμίζει τη δυνατότητα των τεχνολογιών IoT να φέρουν επανάσταση στον οικιακό αυτοματισμό, καθιστώντας τον απαραίτητο μέρος της καθημερινής μας ζωής.

Κλείνοντας, η έρευνα που παρουσιάζεται σε αυτή τη διατριβή αποσκοπεί στην παροχή μιας ολοκληρωμένης κατανόησης της ενσωμάτωσης των τεχνολογιών IoT σε έξυπνα σπίτια, με έμφαση στην υλοποίηση του OpenHAB, των αισθητήρων Z-Wave, του InfluxDB, του Grafana, των VPN και της επικοινωνίας MQTT σε ένα Raspberry Pi 4. Οι ιδέες και οι γνώσεις που αποκτήθηκαν από αυτή τη μελέτη όχι μόνο συμβάλλουν στην ακαδημαϊκή κατανόηση των τεχνολογιών IoT, αλλά χρησιμεύουν και ως πρακτικός οδηγός για τους ιδιοκτήτες σπιτιών που επιθυμούν να δημιουργήσουν τα δικά τους έξυπνα σπίτια.

Λέξεις Κλειδιά: *Internet of Things (IoT), OpenHAB, Raspberry Pi 4, Z-Wave Sensors, InfluxDB, Grafana, VPN, MQTT Communication, Smart Home, Home Automation, Data Visualization, IoT Integration, Open-Source Platforms, Time-Series Database, Remote Access, Security and Privacy, Home Automation Framework, Energy Efficiency*

Abstract

The arrival of the Internet of Things (IoT) has revolutionised the way we interact with our environment. This transformation is extending to our own homes, where the integration of IoT technologies has created the concept of the 'Smart Home'. This thesis is a comprehensive exploration of the integration of IoT technologies, focusing on the development of OpenHAB, a powerful open-source home automation platform, combined with Z-Wave sensor technology, on a Raspberry Pi 4.

The thesis begins a journey by analysing the evolution of IoT technologies. It highlights the crucial role of technological developments such as 5G networks, edge computing and artificial intelligence in shaping the IoT landscape. These innovations have improved the responsiveness and capabilities of IoT devices, making them an integral part of modern smart homes.

One of the key elements of this research is the implementation of OpenHAB, an open-source platform that is the spine of smart home automation. This platform provides a flexible framework for connecting and controlling a multitude of devices and sensors, offering users a single interface for monitoring and managing their smart homes. The OpenHAB configuration on a Raspberry Pi 4, a credit card-sized computer, provides an energy-efficient and cost-effective solution for orchestrating home automation.

The integration of Z-Wave Sensor technology further enriches the Smart Home ecosystem. Z-Wave is a wireless communication protocol designed for low-power and low-bandwidth applications, making it ideal for home automation. This research delves deeper into the configuration and integration of Z-Wave sensors with OpenHAB, allowing seamless communication and data exchange between devices. It explores the benefits of Z-Wave technology to enhance the reach and effectiveness of IoT devices in the smart home.

To leverage of the power of data generated by IoT devices and sensors, the thesis explores the connection between InfluxDB and Grafana. InfluxDB is used as a time series database for data storage and management, while Grafana is used for data visualization. This combination enables homeowners to gain insights into their smart home environment, allowing them to monitor and optimize various aspects of their daily life.

The research also explores the role of Virtual Private Networks (VPNs) in ensuring secure and private communication within the smart home. By implementing OpenVPN on the Raspberry Pi 4, users can create a secure channel for remote access and control of their smart home devices. This enhances the overall security and privacy of the smart home ecosystem. In addition, the thesis explores the use of MQTT communication, a lightweight protocol designed for efficient messaging between IoT devices. The implementation of MQTT facilitates real-time data exchange and control, contributing to the responsiveness and interoperability of smart home devices.

Throughout the thesis, a recurring theme is the transformative impact of IoT technologies on modern life. The smart home is no longer an idea of the future; it is a current reality that offers homeowners greater comfort, efficiency, and control over their living spaces. The thesis highlights the potential of IoT technologies to revolutionize home automation, making it an essential part of our daily lives.

In conclusion, the research presented in this thesis aims to provide a comprehensive understanding of the integration of IoT technologies in smart homes, with a focus on the implementation of OpenHAB, Z-Wave sensors, InfluxDB, Grafana, VPNs and MQTT communication on a Raspberry Pi 4. The insights and knowledge gained from this study not only contribute to the academic understanding of IoT technologies, but also serve as a practical guide for homeowners looking to create their own smart homes.

Key Words: *Internet of Things (IoT), OpenHAB, Raspberry Pi 4, Z-Wave Sensors, InfluxDB, Grafana, VPN, MQTT Communication, Smart Home, Home Automation, Data Visualization, IoT Integration, Open-Source Platforms, Time-Series Database, Remote Access, Security and Privacy, Home Automation Framework, Energy Efficiency*

Πίνακας Περιεχομένων

| | |
|---|----|
| Εισαγωγή..... | 1 |
| 1. Τι είναι το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT) | 3 |
| 1.1 Εισαγωγή στο Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT) | 3 |
| 1.2 Ευρείες εφαρμογές του IoT..... | 4 |
| 1.3 Η εξέλιξη, το όραμα και η ιστορία του Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT)..... | 6 |
| 1.3.1 Εξέλιξη του IoT | 6 |
| 1.3.2 Οράματα του IoT..... | 8 |
| 1.3.3 Η εξέλιξη του IoT: Από το όραμα στην πραγματικότητα | 9 |
| 1.4 Εξερευνώντας τα οφέλη του IoT | 14 |
| 1.5 Αρχιτεκτονική IoT: Τα επίπεδα συνδεσιμότητας..... | 16 |
| 1.6 Τεχνολογίες που τροφοδοτούν την ανάπτυξη του IoT | 20 |
| 1.7 Στοιχεία του IoT και η σημασία τους | 23 |
| 1.8 IoT Protocol..... | 26 |
| 2. Έξυπνη Διαχείριση Κτιρίων..... | 28 |
| 2.1 Βασικές πτυχές της έξυπνης διαχείρισης κτιρίων..... | 28 |
| 2.2 Οφέλη από την έξυπνη διαχείριση κτιρίων με το IoT..... | 30 |
| 2.3 Έξυπνη διαχείριση κτιρίων: | |
| Βελτίωση της αποδοτικότητας και της άνεσης του κτιρίου | 30 |
| 2.3.1 Οφέλη από την έξυπνη διαχείριση κτιρίων..... | 32 |
| 2.3.2 Κτίριο: Επανάσταση στην αποδοτικότητα των κτιρίων και όχι μόνο | 32 |
| 3. Συστήματα Διαχείρισης Έξυπνων Κτιρίων | 34 |
| 3.1 Τι είναι τα συστήματα διαχείρισης έξυπνων κτιρίων | 34 |
| 3.1.1 Βασικός Στόχος αυτών των συστημάτων..... | 35 |
| 3.2 Παρουσίαση του Home Assistant..... | 37 |
| 3.2.1 Βασικά χαρακτηριστικά και δυνατότητες | 37 |
| 3.3 OpenHAB: Μια ολοκληρωμένη επισκόπηση | 39 |
| 3.3.1 Βασικά χαρακτηριστικά και δυνατότητες | 40 |
| 3.4 Μια ολοκληρωμένη σύγκριση του Home Assistant και του OpenHAB..... | 41 |
| 3.5 Γιατί έγινε η επιλογή του OpenHAB | 44 |
| 4. Παρουσίαση Εξοπλισμού | 46 |
| 4.1 Παρουσίαση αισθητήρων | 46 |
| 4.1.1 TriSensor της AEOTEC | 46 |

| | | |
|------------|--|-----------|
| 4.2 | Aeotec Multisensor 6: Ο ολοκληρωμένος κόμβος αισθητήρων Smart Home . | 50 |
| 4.2.1 | Ποιος είναι ο Multisensor 6 της Aeotec; | 51 |
| 4.2.2 | Ποιές είναι οι λειτουργίες του; | 51 |
| 4.2.3 | Πώς μπορώ να το χρησιμοποιήσω; | 52 |
| 4.2.4 | Τι πρέπει να γνωρίζω; | 53 |
| 4.3 | Strip Guard 700: Ο αόρατος φύλακας για την ασφάλεια του σπιτιού σας | 54 |
| 4.3.1 | Ποιο είναι το Sensative Strips Guard 700; | 54 |
| 4.3.2 | Ποιες είναι οι λειτουργίες του; | 54 |
| 4.3.3 | Πώς μπορώ να το χρησιμοποιήσω; | 56 |
| 4.3.4 | Τι πρέπει να γνωρίζω; | 57 |
| 4.4 | Ποιο είναι το Wall Plug FIBARO, τι κάνει και πώς μπορείτε να το χρησιμοποιήσετε; | 58 |
| 4.4.1 | Ποιες είναι οι λειτουργίες του; | 58 |
| 4.4.2 | Πώς μπορείτε να το χρησιμοποιήσετε; | 59 |
| 4.4.3 | Τι πρέπει να γνωρίζετε; | 60 |
| 4.5 | Παρουσίαση του Raspberry Pi 4..... | 61 |
| 4.5.1 | Τι είναι το Raspberry Pi; | 61 |
| 4.5.2 | Εξαρτήματα Raspberry Pi: | 62 |
| 4.6 | Πρωτόκολλο συνδεσιμότητας MQTT: Μια ολοκληρωμένη επισκόπηση..... | 64 |
| 4.6.1 | MQTT: Οι βασικές έννοιες του πρωτοκόλλου..... | 65 |
| 4.6.2 | MQTT στο IoT:..... | 65 |
| 4.6.3 | MQTT με Raspberry Pi 4 | 66 |
| 5. | Παρουσίαση Υλοποίησης | 67 |
| 5.1 | Παρουσίαση Υλοποίησης των Πειραματικών Διατάξεων..... | 67 |
| 5.1.1 | Πρωταρχικά Βήματα Υλοποίησης..... | 67 |
| 5.2 | Βήμα 1^ο – Προετοιμασία Raspberry Pi 4 και OpenHAB..... | 68 |
| 5.2.1 | Εγκατάσταση του Raspberry Pi Imager:..... | 68 |
| 5.2.2 | Εγκατάσταση του OpenHAB σε μια κάρτα SD: | 69 |
| 5.2.3 | Ενσωμάτωση αισθητήρων στο OpenHAB και εμφάνισή τους στην αρχική σελίδα | 74 |
| 5.3 | Εγκατάσταση και επικοινωνία με OpenVPN. Εικονικά ιδιωτικά δίκτυα (VPN) και OpenVPN: Ενεργοποίηση ασφαλούς απομακρυσμένης πρόσβασης για το Raspberry Pi και το OpenHAB | 82 |
| 5.3.1 | Για να ενσωματώσετε το OpenVPN στο Raspberry Pi 4 που τρέχει το OpenHAB, μπορείτε να ακολουθήσετε τα παρακάτω βήματα. | 84 |

| | |
|--|------------|
| 5.4 Δημιουργία συνδεσιμότητας διακομιστή MQTT για Raspberry Pi 4 με OpenHAB και αισθητήρες..... | 88 |
| 5.5 Ενσωμάτωση των InfluxDB και Grafana για οπτικοποίηση δεδομένων με Raspberry Pi 4, OpenHAB και αισθητήρες | 91 |
| 5.5.1 Γιατί οι InfluxDB και Grafana χρησιμοποιούνται στις εγκαταστάσεις OpenHAB στο Raspberry Pi 4; | 91 |
| 5.5.2 InfluxDB και Grafana σε εγκαταστάσεις OpenHAB σε Raspberry Pi 4: Μια ολοκληρωμένη επισκόπηση | 92 |
| 5.5.3 Εγκατάσταση του InfluxDB και δημιουργία μιας βάσης δεδομένων αποθήκευσης για το OpenHAB με αισθητήρες τεχνολογίας Z-Wave στο Raspberry Pi 4 | 95 |
| 5.5.4 Σύνδεση του InfluxDB με το Grafana στο Raspberry Pi 4 με αισθητήρες OpenHAB και Z-Wave | 98 |
| 5.5.5 Αρχιτεκτονική των Πειραματικών Διατάξεων..... | 102 |
| Συμπεράσματα | 104 |
| Βιβλιογραφία | 109 |

Λίστα Εικόνων

| | |
|---|----|
| Εικόνα 1 - Εισαγωγή στο IoT | 3 |
| Εικόνα 2 - IoT τα πρώτα πειράματα | 4 |
| Εικόνα 3 - Ευρείες Εφαρμογές του IoT | 5 |
| Εικόνα 4 - Η εξέλιξη του IoT | 6 |
| Εικόνα 5 - The first IoT Device | 7 |
| Εικόνα 6 - Kevin Ashton Inventor of IoT | 7 |
| Εικόνα 7 - RFID στο IoT | 8 |
| Εικόνα 8 - Σημαντικά γεγονότα του IoT | 10 |
| Εικόνα 9 - IoT Connected with various devices | 10 |
| Εικόνα 10 - Top seven IoT Platforms | 11 |
| Εικόνα 11 - A chronological representation of the evolution of IoT technologies | 12 |
| Εικόνα 12 - Growing Number of IoT Connected Devices | 13 |
| Εικόνα 13 - Τα οφέλη του IoT | 14 |
| Εικόνα 14 - 5 layer iot architecture | 16 |
| Εικόνα 15 - Business applications in IoT | 19 |
| Εικόνα 16 - Edge Computing Architecture | 20 |
| Εικόνα 17 - IoT Impact on Businesses | 21 |
| Εικόνα 18 - Basic elements of IoT environment | 23 |
| Εικόνα 19 - The connection between IoT and cloud computing | 25 |
| Εικόνα 20 - Types of IoT Protocols | 26 |
| Εικόνα 21 - Key aspects of smart building management | 29 |
| Εικόνα 22 - Smart Building Technology | 34 |
| Εικόνα 23 - Home Assistant | 37 |
| Εικόνα 24 - Πλατφόρμα OpenHAB | 39 |
| Εικόνα 25 - OpenHAB vs Home Assistant | 41 |
| Εικόνα 26 - TriSensor Aeotec | 46 |

| | |
|---|----|
| Εικόνα 27 - Χρησιμεύσεις TriSensor | 48 |
| Εικόνα 28 - MultiSensor 6 | 50 |
| Εικόνα 29 - Uses of Multisensor 6 | 52 |
| Εικόνα 30 - Sensative Strip Guard 700..... | 54 |
| Εικόνα 31 - Uses of Strips Guard 700..... | 56 |
| Εικόνα 32 - Wall Plug FIBARO | 58 |
| Εικόνα 33 - Uses of Wall Plug FIBARO..... | 59 |
| Εικόνα 34 - Raspberry 4 | 61 |
| Εικόνα 35 – MQTT..... | 64 |
| Εικόνα 36 - Raspberry Pi Imager | 69 |
| Εικόνα 37 - Operating System..... | 70 |
| Εικόνα 38 - Writing the operating system to the sd card | 70 |
| Εικόνα 39 - PuTTY Configuration | 72 |
| Εικόνα 40 - Basic OpenHAB Terminal | 73 |
| Εικόνα 41 - Empty OpenHAB Installation | 74 |
| Εικόνα 42 - OpenHAB Administration Panel..... | 75 |
| Εικόνα 43 - OpenHAB Add-ons Panel | 76 |
| Εικόνα 44 - OpenHAB Things Panel | 77 |
| Εικόνα 45 - RaZberry 2 Card - Z-Wave Plus..... | 78 |
| Εικόνα 46 - Z-Stick Gen5+ | 79 |
| Εικόνα 47 - Pages | 80 |
| Εικόνα 48 - Τελικό Dashboard | 81 |
| Εικόνα 49 - OPENVPN Logo..... | 84 |
| Εικόνα 50 - FileZilla Panel | 86 |
| Εικόνα 51 - OpenHAB Basic Terminal with both of ips | 87 |
| Εικόνα 52 - Generic MQTT Thing Panel | 90 |
| Εικόνα 53 – InfluxDB | 92 |

| | |
|--|-----|
| Εικόνα 54 – Grafana..... | 93 |
| Εικόνα 55 - Δεδομένα των αισθητήρων που ενώθηκαν με την βάση δεδομένων InfluxDB | 97 |
| Εικόνα 56 - Grafana Sign Up | 99 |
| Εικόνα 57 - Μετρήσεις Grafana μέσα σε 3 ώρες..... | 101 |
| Εικόνα 58 - Αρχιτεκτονική των Πειραματικών Διατάξεων | 103 |

Εισαγωγή

Στο αχανές τοπίο της τεχνολογικής προόδου, το ταξίδι που επιχειρείται στο παρόν έγγραφο ξεκινά μια ολοκληρωμένη διερεύνηση της ενσωμάτωσης των τεχνολογιών IoT στο πλαίσιο των έξυπνων σπιτιών, εστιάζοντας στον καθοριστικό ρόλο του OpenHAB. Η δομή του παρόντος εγγράφου έχει σχεδιαστεί για να καθοδηγήσει τους αναγνώστες μέσα από μια συνεκτική και καλά οργανωμένη αφήγηση, προσφέροντας μια διεπιστημονική και κατατοπιστική εμπειρία.

Κεφάλαιο 1: Τι είναι το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT)

Το εναρκτήριο κεφάλαιο, παρέχει μια θεμελιώδη κατανόηση των βασικών εννοιών και τεχνολογιών που έχουν κεντρική θέση στην παρούσα μελέτη. Προσφέρει μια εισαγωγή στο IoT και τη σημασία του στο πλαίσιο των έξυπνων σπιτιών. Το κεφάλαιο αυτό θέτει τις βάσεις για τα επόμενα κεφάλαια, προετοιμάζοντας τους αναγνώστες για τη σε βάθος διερεύνηση που ακολουθεί.

Κεφάλαιο 2: Έξυπνη διαχείριση κτιρίων

Το Κεφάλαιο 2, με τον εύστοχο τίτλο "Έξυπνη Διαχείριση Κτιρίων", αποκαλύπτει τη συνολική έννοια της διαχείρισης ευφυών κτιρίων. Παρέχει μια ολοκληρωμένη επισκόπηση των βασικών κινητήριων δυνάμεων και των πλεονεκτημάτων των λύσεων έξυπνων κτιρίων, ρίχνοντας φως στον καθοριστικό ρόλο που διαδραματίζουν στην ενίσχυση της ενεργειακής απόδοσης, της ασφάλειας και της άνεσης των ενοίκων. Το κεφάλαιο θέτει τις βάσεις για μια βαθύτερη διερεύνηση των υποκείμενων συστημάτων και τεχνολογιών στα επόμενα κεφάλαια.

Κεφάλαιο 3: Συστήματα Διαχείρισης Έξυπνων Κτιρίων

Στη συνέχεια, η εστίαση μετατοπίζεται στο OpenHAB και στην σύγκριση του με το Home Assistant. Αυτό το κεφάλαιο διευκρινίζει τα βασικά χαρακτηριστικά και τις δυνατότητες του OpenHAB και του Home Assistant ως πλατφόρμες οικιακού αυτοματισμού ανοικτού κώδικα. Διερευνά την αρχιτεκτονική τους, τη λειτουργικότητά τους και τα πλεονεκτήματα-μειονεκτήματα που προσφέρουν σε περιβάλλοντα έξυπνων σπιτιών. Το κεφάλαιο κλείνει με την αιτιολόγηση μου για την επιλογή του OpenHAB.

Κεφάλαιο 4: Παρουσίαση εξοπλισμού

Το "Κεφάλαιο 4: Παρουσίαση εξοπλισμού" στρέφει την προσοχή μας στα φυσικά στοιχεία που δίνουν ζωή στην έξυπνη διαχείριση του κτιρίου. Αυτή η ενότητα προσφέρει μια λεπτομερή παρουσίαση του εξοπλισμού και των συσκευών που στελεχώνουν τα έξυπνα κτίρια. Η ολοκληρωμένη κατανόηση αυτών των στοιχείων είναι απαραίτητη για τους αναγνώστες που επιδιώκουν να εφαρμόσουν ή να βελτιστοποιήσουν λύσεις έξυπνων κτιρίων.

Κεφάλαιο 5: Παρουσίαση Υλοποίησης

Το κεφάλαιο 5, ξεκινά με τις αναλυτικές οδηγίες εγκατάστασης του OpenHAB σε ένα Raspberry Pi 4 παραδίδοντας οδηγίες αλλά και φωτογραφικό υλικό έτσι ώστε να γίνεται πιο εύκολα αντιληπτός ο τρόπος εγκατάστασης. Έπειτα διερευνά τον κρίσιμο ρόλο της αποθήκευσης και της οπτικοποίησης δεδομένων στα έξυπνα σπίτια. Καθοδηγεί τους αναγνώστες στην εγκατάσταση και τη διαμόρφωση του InfluxDB για την αποθήκευση δεδομένων και του Grafana για την οπτικοποίηση δεδομένων, δίνοντας έμφαση στη σημασία τους για την παρακολούθηση και την ανάλυση δεδομένων έξυπνων σπιτιών. Το κεφάλαιο αυτό τελειώνει με την "Η διασφάλιση των έξυπνων σπιτιών με το OpenVPN", το υποκεφάλαιο αυτό υπογραμμίζει τη σημασία της ασφάλειας στα έξυπνα σπίτια και περιγράφει τα βήματα για την εφαρμογή του OpenVPN για ασφαλή απομακρυσμένη πρόσβαση. Αντιμετωπίζει τα πιθανά τρωτά σημεία και προσφέρει στρατηγικές για τη διασφάλιση των περιβαλλόντων έξυπνων σπιτιών.

Συμπεράσματα: Πλοήγηση στο τοπίο του έξυπνου σπιτιού

Στα Συμπεράσματα, συνθέτει τα βασικά ευρήματα και τις γνώσεις από τα προηγούμενα κεφάλαια. Παρέχει μια ολοκληρωμένη επισκόπηση των συνεισφορών του παρόντος εγγράφου και των συνεπειών για το μέλλον των έξυπνων σπιτιών.

Συνοψίζοντας, το παρόν έγγραφο είναι δομημένο για να καθοδηγήσει τους αναγνώστες σε ένα καλά οργανωμένο ταξίδι στον κόσμο των τεχνολογιών IoT στα έξυπνα σπίτια, με κεντρικό πρωταγωνιστή το OpenHAB. Προσφέρει μια συνεκτική αφήγηση, με κάθε κεφάλαιο να βασίζεται στο προηγούμενο, καταλήγοντας σε μια ολοκληρωμένη κατανόηση των περιπλοκών και των δυνατοτήτων των οικοσυστημάτων έξυπνων σπιτιών.

1. Τι είναι το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT)

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT) είναι μια μετασχηματιστική έννοια που έχει κατακτήσει τον κόσμο. Σε αυτό το κεφάλαιο, θα εμβαθύνουμε στον πυρήνα του IoT, διερευνώντας την εξέλιξή του, τη σημασία του και τον βαθύ αντίκτυπο που είχε σε διάφορους κλάδους και στην καθημερινή μας ζωή [1].

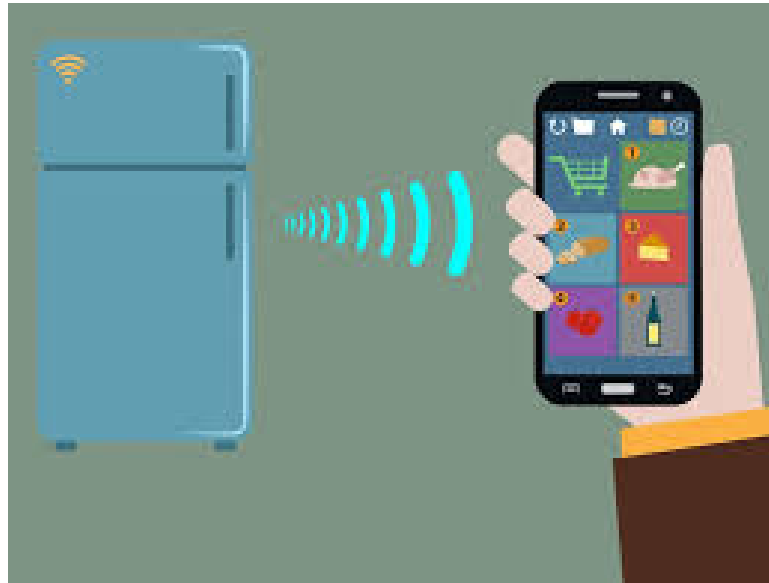


Εικόνα 1 - Εισαγωγή στο IoT

Πηγή: <https://www.datamation.com/careers/iot-certifications/>

1.1 Εισαγωγή στο Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT)

Το IoT, η συντομογραφία του Διαδικτύου των Πραγμάτων, είναι μια επαναστατική έννοια στο επίκεντρο της νέας βιομηχανικής εποχής, γνωστής ως "Βιομηχανία 4.0" [2]. Αντιπροσωπεύει έναν βαθύτατο μετασχηματισμό στον τρόπο με τον οποίο η τεχνολογία αλληλοεπιδρά με την καθημερινή μας ζωή και τις βιομηχανίες. Στον πυρήνα του, το IoT περιλαμβάνει τη διασύνδεση ενός εκπληκτικού πλήθους συσκευών μέσω του παγκόσμιου δικτύου [3]. Αυτές οι συσκευές, είτε πρόκειται για τις καθημερινές οικιακές σας συσκευές είτε για εξειδικευμένους αισθητήρες, διαθέτουν την αξιοσημείωτη ικανότητα να αναγνωρίζουν, να αντιλαμβάνονται, να επικοινωνούν και να επεξεργάζονται πληροφορίες. Αυτός ο διασυνδεδεμένος ιστός από gadgets είναι το σημείο όπου συμβαίνει πραγματικά η μαγεία του IoT.



Εικόνα 2 - IoT τα πρώτα πειράματα

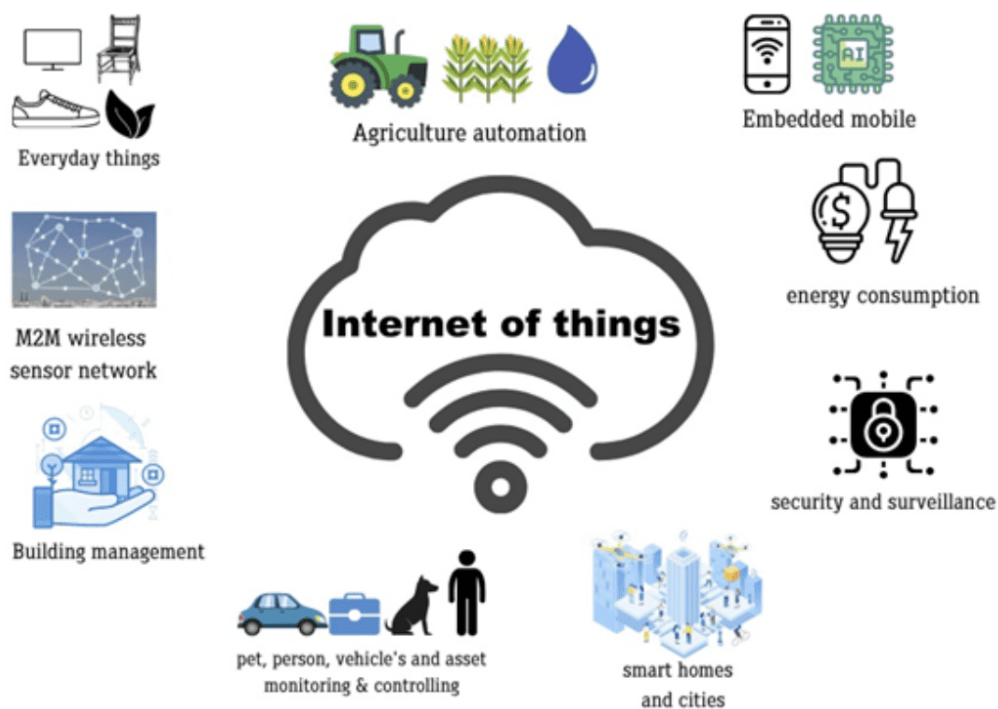
Πηγή: <https://www.hackster.io/pamruta/smart-fridge-1baf56>

Φανταστείτε έναν κόσμο όπου το ψυγείο σας όχι μόνο διατηρεί το φαγητό σας κρύο, αλλά και επικοινωνεί με την εφαρμογή της λίστας παντοπωλείων σας, εξασφαλίζοντας ότι δε θα ξεμείνετε ποτέ από γάλα [4]. Φανταστείτε όμως και ένα έξυπνο σύστημα διαχείρισης της κυκλοφορίας που βελτιστοποιεί τη ροή της κυκλοφορίας με βάση δεδομένα σε πραγματικό χρόνο από αμέτρητους αισθητήρες ενσωματωμένους σε δρόμους και οχήματα. Αυτή είναι η ουσία του IoT - η μετατροπή συνηθισμένων αντικειμένων σε έξυπνες, διασυνδεδεμένες οντότητες. Η τεχνολογία IoT ανοίγει την πόρτα στην επικοινωνία μεταξύ μηχανών, που συχνά αναφέρεται ως M2M (machine-to-machine) επικοινωνία [5]. Δημιουργεί μια τεράστια υποδομή πρωτοκόλλου δικτύου που επιτρέπει σε αυτές τις έξυπνες συσκευές να συνομιλούν μεταξύ τους απρόσκοπτα. Αυτό διευκολύνει την ανταλλαγή δεδομένων, η οποία αποτελεί ακρογωνιαίο λίθο του IoT. Τα δεδομένα που παράγονται από αυτές τις διασυνδεδεμένες συσκευές επεξεργάζονται, συγχωνεύονται και αποθηκεύονται, ξεκλειδώνοντας έναν θησαυρό γνώσεων και ευκαιριών.

1.2 Ευρείες εφαρμογές του IoT

Τώρα, ας μιλήσουμε για τις ευρείες εφαρμογές του IoT. Αγγίζει σχεδόν κάθε πτυχή της ζωής μας. Από την υγειονομική περίθαλψη και τις έξυπνες πόλεις μέχρι τα αυτοκινούμενα οχήματα και τη γεωργία, το IoT έχει μετασχηματιστικό αντίκτυπο. Στην υγειονομική περίθαλψη [6], για παράδειγμα, οι συσκευές IoT μπορούν να παρακολουθούν τα ζωτικά σημεία των ασθενών σε πραγματικό χρόνο και να στέλνουν ειδοποιήσεις στους παρόχους υγειονομικής περίθαλψης εάν κάτι δεν πάει καλά.

Στις έξυπνες πόλεις [7], το IoT μπορεί να βελτιστοποιήσει την κατανάλωση ενέργειας, να βελτιώσει την ασφάλεια και να ενισχύσει τις δημόσιες υπηρεσίες. Ωστόσο, το IoT δεν είναι τέλειο, έχει τις προκλήσεις του αλλά και τα ελαττώματά του. Ο τεράστιος αριθμός των συνδεδεμένων συσκευών και η διαχείριση των δεδομένων παρουσιάζουν σημαντικά εμπόδια. Καθώς περισσότερες συσκευές τίθενται σε λειτουργία, η διασφάλιση της ασφάλειάς [8] τους καθίσταται υψίστης σημασίας. Παρ' όλα αυτά, τα δυνητικά οφέλη είναι τεράστια.



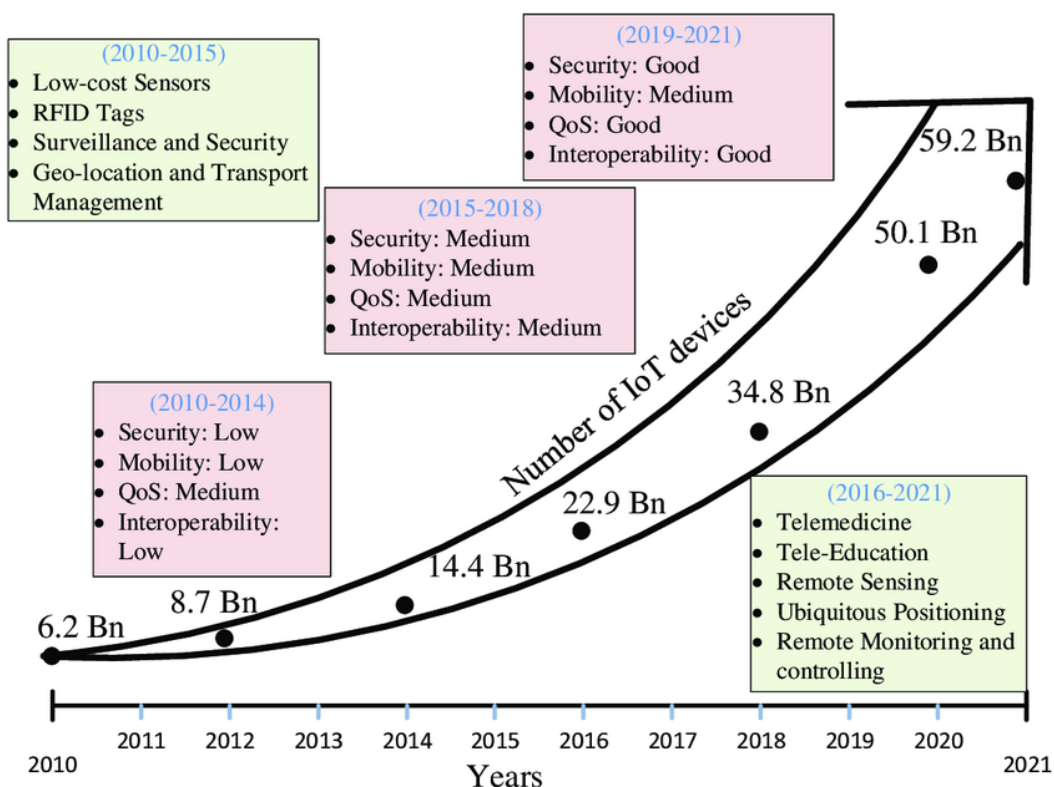
Εικόνα 3 - Ευρείες Εφαρμογές του IoT

Πηγή: <https://jaxel.com/3-iot-applications-that-will-save-your-business-money/>

Συμπερασματικά, το IoT αντιπροσωπεύει μια νέα εποχή όπου τα καθημερινά αντικείμενα αποκτούν νοημοσύνη και συνδεσιμότητα. Μας δίνει τη δυνατότητα να λαμβάνουμε αποκεντρωμένες αποφάσεις, ενισχύει τη διαφάνεια των πληροφοριών και προωθεί τη διασυνδεσιμότητα μεταξύ των συσκευών. Παρά τις προκλήσεις, το IoT υπόσχεται να φέρει επανάσταση σε πολυάριθμους τομείς και βιομηχανίες. Είναι ένα τεχνολογικό σύνορο που ανοίγει έναν κόσμο δυνατοτήτων.

1.3 Η εξέλιξη, το όραμα και η ιστορία του Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT)

Το Διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT) βρίσκεται στο σημείο τομής της τεχνολογικής εξέλιξης και της οραματικής καινοτομίας, αντιπροσωπεύοντας ένα μετασχηματιστικό ταξίδι που διήρκεσε αρκετές δεκαετίες. Αυτή η ολοκληρωμένη εξερεύνηση ανιχνεύει τις ρίζες και την εξέλιξη του IoT, διαφωτίζει τα βαθιά οράματα που περικλείει και εμβαθύνει στην πλούσια ιστορία που μας έφερε στο σήμερα. [9]

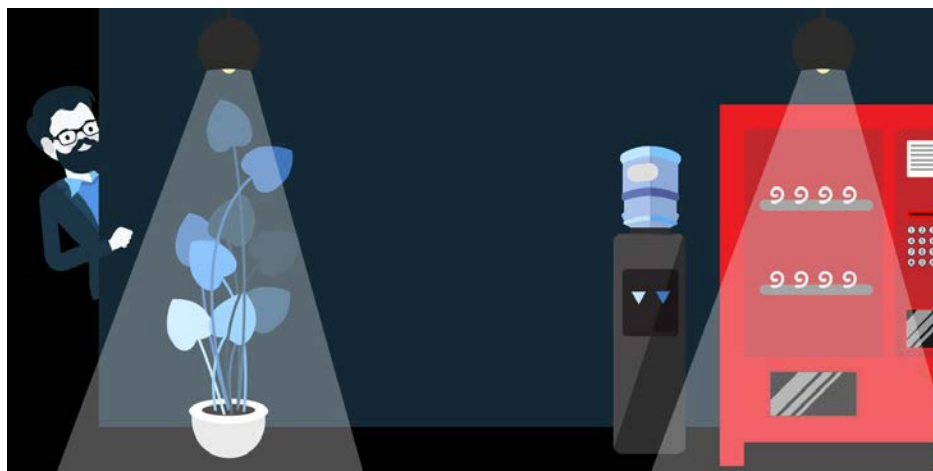


Εικόνα 4 - Η εξέλιξη του IoT

Πηγή: https://www.researchgate.net/figure/IoT-Evolution-with-timeline_fig4_358747891

1.3.1 Εξέλιξη του IoT

Όταν οι ερευνητές τόλμησαν για πρώτη φορά να εξερευνήσουν την ιδέα της σύνδεσης συσκευών και αντικειμένων στο διαδίκτυο, αν και αυτές οι αρχικές προσπάθειες ήταν περισσότερο εννοιολογικές παρά πρακτικές, έθεσαν τα θεμέλια για ό,τι επρόκειτο να ακολουθήσει. Ένας αξιοσημείωτος πρόδρομος συνέβη στο Πανεπιστήμιο Carnegie Mellon, όπου ένας αυτόματος πωλητής συνδέθηκε στο διαδίκτυο, επιτρέποντας την απομακρυσμένη παρακολούθηση της διαθεσιμότητας των ποτών - μια πρώιμη ματιά στις δυνατότητες του IoT [4].



Εικόνα 5 - The first IoT Device

Πηγή: <https://www.ibm.com/blog/little-known-story-first-iot-device/>

Ωστόσο, το IoT βρήκε την οριστική έναρξη το 1999, όταν ο Kevin Ashton, ένας οραματιστής Βρετανός τεχνολόγος, εισήγαγε τον όρο "Internet of Things". Ο Ashton οραματίστηκε ένα μέλλον όπου τα καθημερινά αντικείμενα θα συνδέονται απρόσκοπτα στο διαδίκτυο και θα επικοινωνούν αυτόνομα χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση. [10]



Εικόνα 6 - Kevin Ashton Inventor of IoT

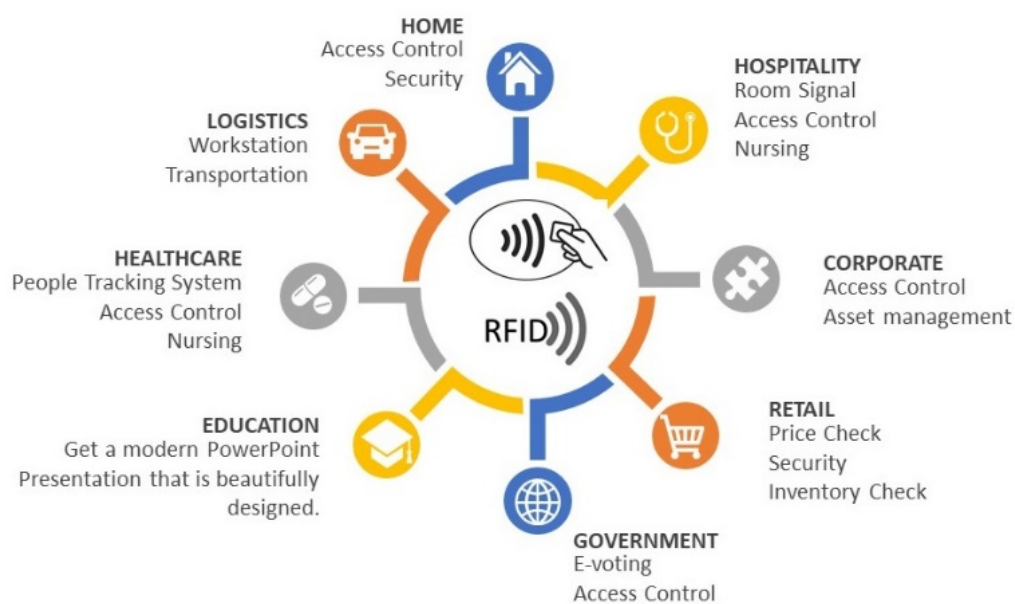
Πηγή: <https://seeqbasiccomputer.blogspot.com/2019/10/internet-of-things-iot.html>

Η δεκαετία του 2000 εγκαινίασε μια νέα εποχή με την εμφάνιση τεχνολογιών ασύρματης επικοινωνίας, όπως το RFID και το Bluetooth [10], που διευκόλυναν την ασύρματη ανταλλαγή δεδομένων και έφεραν το IoT πιο κοντά στην πραγματικότητα. Ένα σημαντικό ορόσημο επιτεύχθηκε το 2008, όταν ο αριθμός των συνδεδεμένων συσκευών ξεπέρασε τον παγκόσμιο ανθρώπινο πληθυσμό, θέτοντας τις βάσεις για την εκθετική ανάπτυξη του IoT. Η εισαγωγή του IPv6 [11] την ίδια χρονιά έπαιξε καθοριστικό ρόλο στην εξυπηρέτηση του αυξανόμενου αριθμού συσκευών που

συνδέονται στο διαδίκτυο, προωθώντας περαιτέρω την ανάπτυξη του IoT. Στη δεκαετία του 2010 παρατηρήθηκε η εμφάνιση πλατφορμών και οικοσυστημάτων IoT, καθώς τεχνολογικοί κολοσσοί όπως η Google, η Amazon και η Microsoft εισήλθαν στη σκηνή με πλατφόρμες IoT που βασίζονται στο νέφος, απλοποιώντας τη συνδεσιμότητα και τη διαχείριση των συσκευών [12]. Σήμερα, το IoT αποτελεί ακρογωνιαίο λίθο της τέταρτης βιομηχανικής επανάστασης, επηρεάζοντας τομείς όπως η υγειονομική περίθαλψη, η γεωργία, οι μεταφορές και οι έξυπνες πόλεις, προωθώντας την αυτοματοποίηση, τις αποφάσεις βάσει δεδομένων και την αυξημένη αποδοτικότητα.

1.3.2 Οράματα του IoT

Η έννοια του IoT, όπως οραματίστηκε το 1999 από τον Kevin Ashton, επικεντρώθηκε σε διασυνδεδεμένα αντικείμενα που αναγνωρίζονται μοναδικά από την τεχνολογία Radio Frequency Identification RFID [10]. Ωστόσο, ο καθορισμός του ακριβούς πεδίου εφαρμογής του IoT παραμένει μια συνεχής διαδικασία, η οποία υπόκειται σε διαφορετικές προοπτικές.



Εικόνα 7 - RFID στο IoT

Πηγή: https://www.chilitag.com.tw/solution_en.php?ID=165

Στην ουσία του, το IoT συνεπάγεται μια μετατόπιση από την παραδοσιακή έννοια του διαδικτύου προς έναν κόσμο έξυπνων διασυνδεδεμένων αντικειμένων που ενσωματώνονται απρόσκοπτα στην παγκόσμια φυσική υποδομή. Το IoT οραματίζεται έναν κόσμο όπου τα φυσικά αντικείμενα επικοινωνούν μεταξύ τους και με τους ανθρώπους, παρέχοντας υπηρεσίες αυτόνομα. Οι μέθοδοι δικτύωσης, πληροφορικής και διαχείρισης μετασχηματίζονται στην εποχή του IoT. Ο πρωταρχικός στόχος του IoT είναι η δημιουργία ενός κόσμου όπου τα αντικείμενα κατανοούν τις ανθρώπινες

προτιμήσεις και ανάγκες, αναλαμβάνοντας τις ανάλογες ενέργειες χωρίς ρητές οδηγίες. Αντιπροσωπεύει το διαδίκτυο επόμενης γενιάς, όπου τα φυσικά αντικείμενα μπορούν να συνδεθούν, να έχουν πρόσβαση και να ταυτοποιούνται μέσω του διαδικτύου.

Αυτές οι ποικίλες ερμηνείες του IoT προκύπτουν από τους διάφορους ενδιαφερόμενους, τις επιχειρήσεις, τις ερευνητικές μελέτες και τις προσπάθειες τυποποίησης που το περιβάλλουν. Η σύγκλιση των οραμάτων με προσανατολισμό στο Διαδίκτυο, με προσανατολισμό στα πράγματα και με προσανατολισμό στη σημασιολογία διαμορφώνει το νέο παράδειγμα του IoT. Αυτή η σύγκλιση προβλέπει έναν κατακλυσμό δεδομένων που παράγονται από τεράστιους αριθμούς αισθητήρων, γεγονός που καθιστά αναγκαία την ουσιαστική διαχείριση δεδομένων και τη λήψη αποφάσεων.

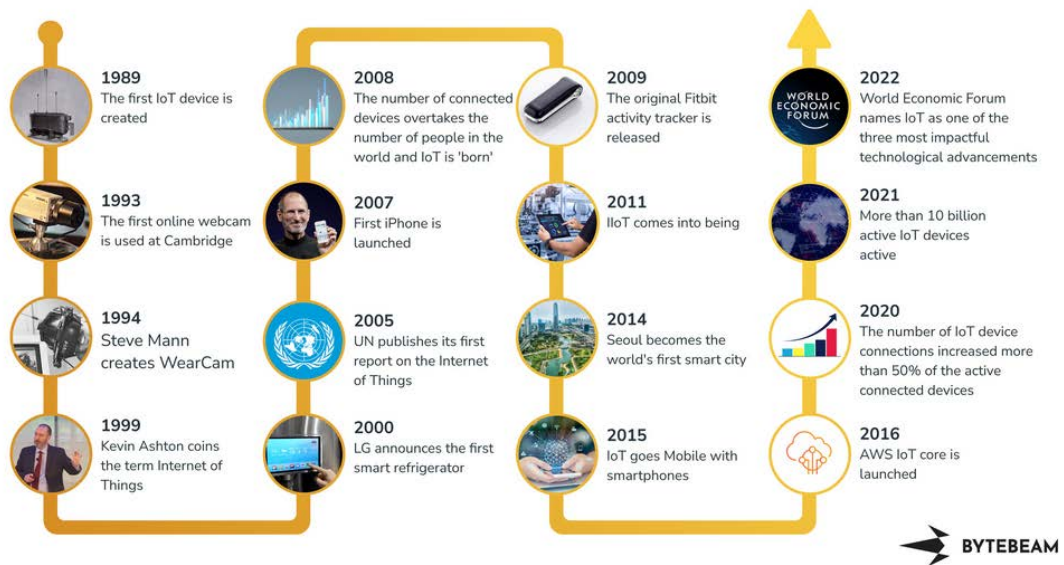
Εν κατακλείδι, το ταξίδι του IoT είναι ένα ταξίδι σταδιακής εξέλιξης, οραματικής καινοτομίας και εκθετικής ανάπτυξης. Τα οράματά του περιλαμβάνουν τη μετατροπή από το παραδοσιακό διαδίκτυο σε έναν κόσμο έξυπνων διασυνδεδεμένων αντικειμένων, προσφέροντας ποικίλες ευκαιρίες και προκλήσεις. Η ιστορία και τα οράματα του IoT διαμορφώνουν συλλογικά ένα δυναμικό και μετασχηματιστικό τοπίο που συνεχίζει να επαναπροσδιορίζει τους κλάδους και την καθημερινή ζωή.

1.3.3 Η εξέλιξη του IoT: Από το όραμα στην πραγματικότητα

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT) έχει εξελιχθεί με την πάροδο των ετών, μετατρέποντας τον κόσμο μας σε ένα τοπίο διασυνδεδεμένων συσκευών και έξυπνων συστημάτων. Αυτό το ταξίδι από την ιδέα στην πραγματικότητα είχε βαθιές επιπτώσεις τόσο για τις βιομηχανίες όσο και για τα άτομα. Ας ξεκινήσουμε μια ολοκληρωμένη εξερεύνηση της εξέλιξης του IoT, παρακολουθώντας την προέλευση, την πρόοδο και το συναρπαστικό μέλλον που υπόσχεται.

Πρώιμες αρχές: Θέτοντας τα θεμέλια

Οι ρίζες του IoT μπορούν να εντοπιστούν στις αρχές της δεκαετίας του 1980, όταν οι ερευνητές αποτόλμησαν για πρώτη φορά την ιδέα της σύνδεσης φυσικών αντικειμένων με το διαδίκτυο. Αυτές οι πρώτες εξορμήσεις, επικεντρώθηκαν στις έννοιες των διαλειτουργικών και μοναδικά αναγνωρίσιμων αντικειμένων με τη χρήση της τεχνολογίας RFID. Η τεχνολογία RFID βρήκε τη θέση της σε διάφορες βιομηχανίες όπως το λιανικό εμπόριο, τα logistics και η φαρμακευτική παραγωγή.



Εικόνα 8 - Σημαντικά γεγονότα του IoT

Πηγή: <https://bytebeam.io/blog/a-brief-history-of-internet-of-things/>

Επεκτείνοντας τους ορίζοντες: Αισθητήρες και ενεργοποιητές

Καθώς η έννοια του IoT εξελισσόταν, επεκτάθηκε πέρα από την τεχνολογία RFID. Οι ερευνητές άρχισαν να ενσωματώνουν διάφορες τεχνολογίες όπως αισθητήρες, ενεργοποιητές, κινητές συσκευές και GPS στο οικοσύστημα IoT [13]. Αυτές οι προσθήκες διεύρυναν το πεδίο εφαρμογής του IoT και εισήγαγαν μια πληθώρα δυνατοτήτων για τη συνδεσιμότητα και την αυτοματοποίηση.



Εικόνα 9 - IoT Connected with various devices

Πηγή: <https://www.mdpi.com/1424-8220/23/19/8015>

Τεχνολογική ραχοκοκαλιά: Ενεργοποίηση της ανάπτυξης του IoT

Το IoT βασίζεται σε ένα πλήθος τεχνολογιών, συμπεριλαμβανομένων των ασύρματων δικτύων αισθητήρων (WSN), της ευφυούς ανίχνευσης, της τεχνολογίας RFID, των γραμμωτών κωδικών, της επικοινωνίας κοντινού πεδίου (NFC), των λύσεων χαμηλής κατανάλωσης ενέργειας, του υπολογιστικού νέφους και των ασύρματων επικοινωνιών. Αυτή η ποικιλόμορφη τεχνολογική στοίβα επέτρεψε στο IoT να μεταβεί από μια ιδέα στη σφαίρα της περιβάλλουσας νοημοσύνης και του αυτόνομου ελέγχου. [13]

Η εμφάνιση των πλατφορμών IoT

Η ανάπτυξη του IoT επιταχύνθηκε με την εμφάνιση πλατφορμών και οικοσυστημάτων IoT στη δεκαετία του 2010. Τεχνολογικοί κολοσσοί όπως η Google, η Amazon και η Microsoft εισήγαγαν πλατφόρμες IoT που βασίζονται στο cloud, απλοποιώντας τη συνδεσιμότητα και τη διαχείριση των συσκευών. Αυτές οι πλατφόρμες παρείχαν στους προγραμματιστές την υποδομή και τα εργαλεία που απαιτούνται για τη δημιουργία και την ανάπτυξη εφαρμογών IoT, προωθώντας περαιτέρω την επανάσταση του IoT. [10]



Cumulocity IoT Platform



Microsoft Azure IoT Suite



Google Cloud's IoT Platform



AWS IoT Platform



Cisco IoT Cloud Connect



Oracle IoT Platform



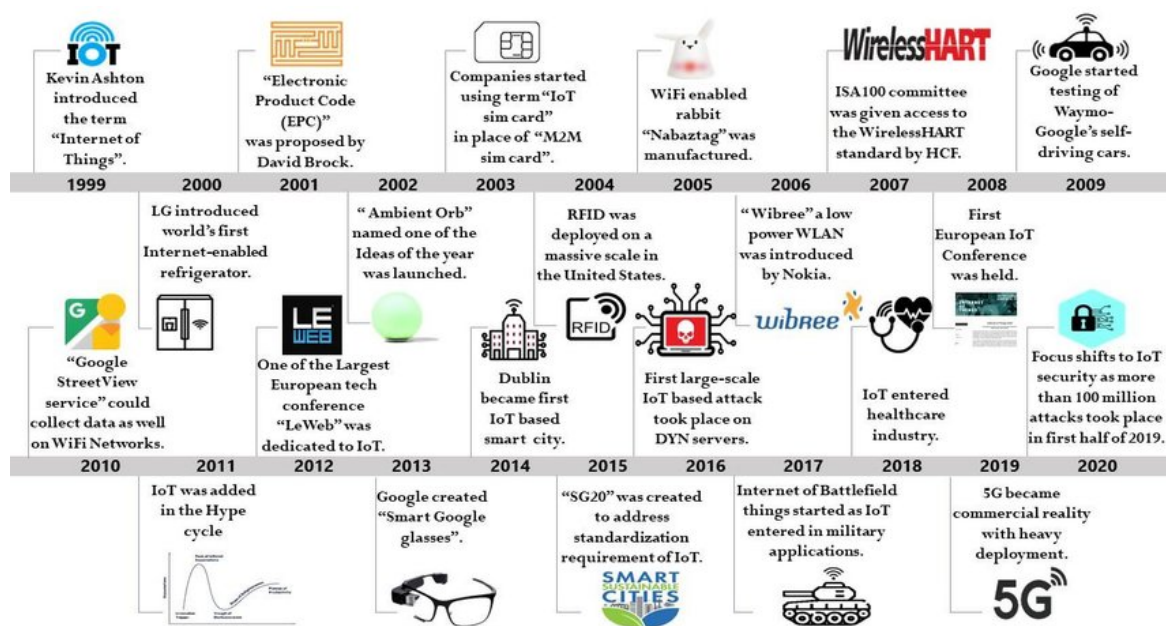
IBM Watson IoT Platform

Εικόνα 10 - Top seven IoT Platforms

Πηγή: <https://www.kellton.com/kellton-tech-blog/best-iot-platforms>

Το IoT στην καθημερινή ζωή: Μια ματιά στο παρόν

Σήμερα, το IoT αποτελεί αναπόσπαστο μέρος της καθημερινής ζωής, συνδέοντας μια σειρά έξυπνων συσκευών, από θερμοστάτες που προσαρμόζουν τη θερμοκρασία με βάση δεδομένα σε πραγματικό χρόνο έως αυτόνομα οχήματα που πλοηγούνται αποτελεσματικότερα στην κυκλοφορία. Η εξάπλωση του IoT είναι εμφανής στην πρόβλεψη ότι μέχρι το 2025 θα υπάρχουν πάνω από 75 δισεκατομμύρια συνδεδεμένες συσκευές παγκοσμίως, σημειώνοντας κατά μέσο όρο δέκα συσκευές ανά άτομο στη Γη. Η επιρροή του IoT εκτείνεται πέρα από την ευκολία, υπόσχεται αύξηση της αποδοτικότητας σε διάφορους κλάδους. Στη γεωργία, οι αισθητήρες IoT παρακολουθούν τα επίπεδα υγρασίας του εδάφους, επιτρέποντας ακριβή προγράμματα ποτίσματος, εξοικονομώντας υδάτινους πόρους και αυξάνοντας τις αποδόσεις των καλλιεργειών. Αυτό καταδεικνύει τη μετασχηματιστική δύναμη του IoT στην ενίσχυση της παραγωγικότητας και της βιωσιμότητας. [14]



Εικόνα 11 - A chronological representation of the evolution of IoT technologies

Πηγή: https://www.researchgate.net/figure/A-chronological-representation-of-the-evolution-of-IoT-technologies-from-1999-2020-Fig-3_fig1_350892849

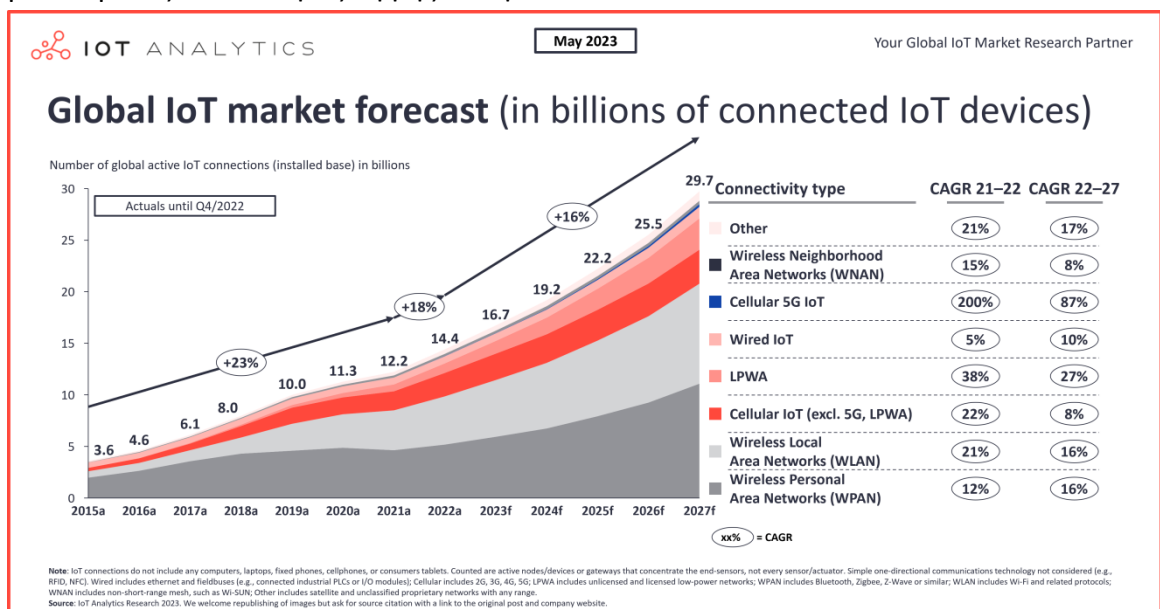
Η εξέλιξη των τεχνολογιών IoT

Οι εξελίξεις στην τεχνολογία έχουν οδηγήσει στην εξέλιξη του IoT. Τεχνολογίες όπως τα δίκτυα 5G, ο υπολογισμός ακμών και η μηχανική μάθηση έχουν επηρεάσει σημαντικά την ανάπτυξη του IoT. [3] [7] [15] [16] [17]

- **Ταχύτερη συνδεσιμότητα:** Μια από τις πιο καίριες εξελίξεις στην τεχνολογία IoT ήταν η ανάπτυξη των δικτύων 5G. Αυτή η παγκόσμια ανάπτυξη της τεχνολογίας 5G εγκαινίασε μια νέα εποχή ταχύτερης συνδεσιμότητας. Η αυξημένη ταχύτητα και το εύρος ζώνης του 5G έχουν φέρει επανάσταση στη μετάδοση δεδομένων, ενισχύοντας την ανταπόκριση των συσκευών και των συστημάτων IoT. Αυτό, με τη σειρά του, έχει ανοίξει την πόρτα σε ένα πλήθος δυνατοτήτων για εφαρμογές και υπηρεσίες πραγματικού χρόνου.
- **Edge Computing:** Το Edge Computing, μια άλλη σημαντική πτυχή της εξέλιξης του IoT, έχει διαδραματίσει καθοριστικό ρόλο στη μείωση της καθυστέρησης και στην υλοποίηση των αυτόνομων οχημάτων. Αυτή η αλλαγή παραδείγματος περιλαμβάνει την επεξεργασία δεδομένων στην αιχμή, πιο κοντά στο σημείο όπου παράγονται. Το αποτέλεσμα είναι η ουσιαστική μείωση του χρόνου μεταφοράς δεδομένων, επιτρέποντας την ταχύτερη λήψη αποφάσεων και την αποδοτικότερη αξιοποίηση των πόρων του δικτύου.

- **Λήψη αποφάσεων με τεχνητή νοημοσύνη:** Η ενσωμάτωση της τεχνητής νοημοσύνης (AI) και της μηχανικής μάθησης (ML) έχει εισάγει μια νέα διάσταση στις δυνατότητες του IoT. Οι αλγόριθμοι AI και ML έχουν δώσει τη δυνατότητα στις συσκευές IoT να μαθαίνουν από δεδομένα, να προβλέπουν αποτελέσματα και να αυτοματοποιούν διαδικασίες χωρίς ανθρώπινη παρέμβαση. Αυτοί οι αλγόριθμοι μπορούν να αναλύουν τεράστια σύνολα δεδομένων που συλλέγονται από συσκευές IoT, διακρίνοντας μοτίβα και ανωμαλίες και κάνοντας αυτόματες προσαρμογές με βάση τα μαθημένα πρότυπα συμπεριφοράς. Αυτή η μετασχηματιστική ικανότητα έχει ανοίξει το δρόμο για ένα πιο ευέλικτο και προσαρμοστικό οικοσύστημα IoT
- **Αισθητήρες Χαμηλής Ισχύος:** Οι τεχνολογίες επικοινωνίας, μαζί με τους αισθητήρες χαμηλής ισχύος και κόστους έχουν επεκτείνει την εμβέλεια του IoT, καθιστώντας δυνατή τη σύνδεση ενός εκτεταμένου φάσματος συσκευών, από ηλεκτρονικά είδη ευρείας κατανάλωσης έως βιομηχανικά μηχανήματα. Αυτή η επέκταση έχει διευκολύνει την απρόσκοπτη επικοινωνία και ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ των συσκευών, προωθώντας έναν διασυνδεδεμένο κόσμο.

Συνοπτικά, η εξέλιξη των τεχνολογιών του IoT όχι μόνο έχει διευρύνει το πεδίο εφαρμογής του IoT, αλλά έχει επίσης επαναπροσδιορίσει τον τρόπο λειτουργίας των επιχειρήσεων και των βιομηχανιών. Έχει εγκαινιάσει μια νέα εποχή δυνατοτήτων, προσφέροντας αυτοματοποίηση, βελτιστοποίηση και καινοτομία που μεταφράζεται σε αυξημένη παραγωγικότητα, εξοικονόμηση κόστους και βελτιωμένες δυνατότητες λήψης αποφάσεων.

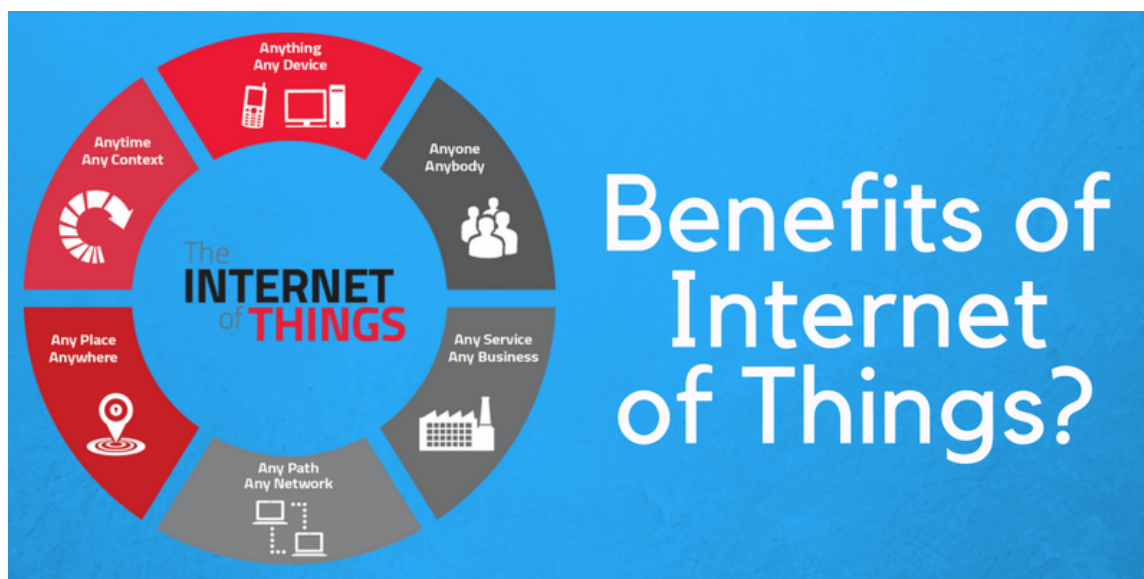


Εικόνα 12 - Growing Number of IoT Connected Devices

Πηγή: <https://iot-analytics.com/2021-global-iot-spending-grow-24-percent/>

1.4 Εξερευνώντας τα οφέλη του IoT

Το IoT δεν είναι απλώς μια λέξη είναι μια μετασχηματιστική τεχνολογία με πραγματικά οφέλη. Οι συσκευές IoT επιτρέπουν στις επιχειρήσεις [18] να παρακολουθούν τις λειτουργίες σε πραγματικό χρόνο, να προβλέπουν τις ανάγκες συντήρησης και να προσφέρουν βελτιωμένες εμπειρίες στους πελάτες. Οι έξυπνες πόλεις αξιοποιούν τις τεχνολογίες IoT για τη βελτίωση της διαχείρισης των αποβλήτων και τη μείωση της κατανάλωσης ενέργειας μέσω έξυπνων λύσεων, όπως οι συνδεδεμένοι κάδοι απορριμμάτων και τα φώτα του δρόμου.



Εικόνα 13 - Τα οφέλη του IoT

Πηγή: <https://www.skylark.com.sg/blog/what-are-the-benefits-of-internet-of-things/>

Βελτιωμένη αποδοτικότητα και παραγωγικότητα: [8]

- Το IoT επιτρέπει την αυτοματοποίηση και τη βελτιστοποίηση των διαδικασιών, οδηγώντας σε αυξημένη αποδοτικότητα και παραγωγικότητα.
- Η παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο και ο έλεγχος των συσκευών μειώνουν τη χειροκίνητη παρέμβαση και το ανθρώπινο σφάλμα.

Εξοικονόμηση κόστους: [8] [17]

- Βελτιστοποιώντας τη χρήση των πόρων, μειώνοντας την κατανάλωση ενέργειας και ελαχιστοποιώντας τα έξοδα συντήρησης και λειτουργίας.
- Τα έξυπνα συστήματα διαχείρισης ενέργειας μπορούν να παρακολουθούν και να ελέγχουν τη χρήση ενέργειας, με αποτέλεσμα σημαντική εξοικονόμηση κόστους.

Βελτιωμένη λήψη αποφάσεων: [17]

- Το IoT παράγει τεράστιες ποσότητες δεδομένων που μπορούν να αναλυθούν για να παρέχουν πολύτιμες πληροφορίες.
- Η λήψη αποφάσεων βάσει δεδομένων δίνει τη δυνατότητα στις επιχειρήσεις να κάνουν ενημερωμένες και έγκαιρες επιλογές, οδηγώντας τελικά σε βελτιωμένα αποτελέσματα.

Βελτιωμένη εμπειρία πελατών: [17]

- IoT επιτρέπει εξατομικευμένες και προσαρμοσμένες εμπειρίες για τους πελάτες.
- Συσκευές όπως τα έξυπνα οικιακά συστήματα μπορούν να μαθαίνουν τις προτιμήσεις των χρηστών και να προσαρμόζουν τις ρυθμίσεις, παρέχοντας μια βολική και προσαρμοσμένη εμπειρία.

Ασφάλεια και προστασία: [17]

- IoT ενισχύει την ασφάλεια και την προστασία σε διάφορους τομείς.
- Στην υγειονομική περίθαλψη, οι συσκευές IoT μπορούν να παρακολουθούν τα ζωτικά σημεία των ασθενών και να ειδοποιούν της παρόχους υγειονομικής περίθαλψης σε περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης.
- Της έξυπνες πόλεις, το IoT μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την επιτήρηση και την έγκαιρη ανίχνευση πιθανών απειλών.

Περιβαλλοντική βιωσιμότητα: [17]

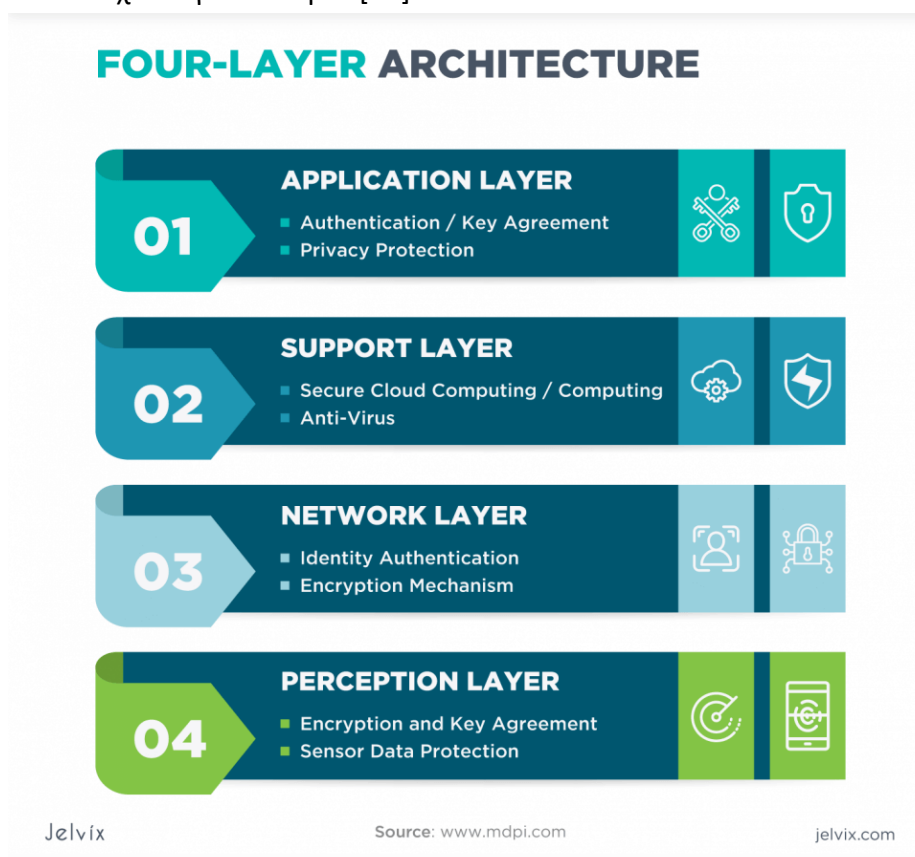
- IoT μπορεί να συμβάλει στην περιβαλλοντική βιωσιμότητα, επιτρέποντας την αποτελεσματική χρήση των πόρων. Για παράδειγμα, τα έξυπνα γεωργικά συστήματα βελτιστοποιούν τη χρήση νερού και μειώνουν τα απόβλητα.
- Τα έξυπνα συστήματα μεταφορών μειώνουν την κυκλοφοριακή συμφόρηση και της εκπομπές ρύπων.

Νέες επιχειρηματικές ευκαιρίες: [17]

- IoT ανοίγει νέες επιχειρηματικές ευκαιρίες και πηγές εσόδων.
- Επιτρέπει την ανάπτυξη καινοτόμων προϊόντων και υπηρεσιών, καθώς και τη δημιουργία νέων επιχειρηματικών μοντέλων.
- Οι εταιρείες μπορούν να αξιοποιήσουν το IoT για να προσφέρουν υπηρεσίες προστιθέμενης αξίας και να βελτιώσουν τη δέσμευση των πελατών.

1.5 Αρχιτεκτονική IoT: Τα επίπεδα συνδεσιμότητας

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT) έχει μετατραπεί σε μια μετασχηματιστική δύναμη, συνδέοντας ένα τεράστιο φάσμα έξυπνων συσκευών για τη δημιουργία της πιο συνδεδεμένου και καθοδηγούμενου από δεδομένα κόσμου. Για να κατανοήσει κανείς της περιπλοκές του IoT, πρέπει να εντρυφήσει στην αρχιτεκτονική του, ένα πολύπλοκο αλλά ζωτικής σημασίας πλαίσιο που διευκολύνει την απρόσκοπτη επικοινωνία και την ανταλλαγή δεδομένων. Σε αυτή τη συζήτηση, θα εξερευνήσουμε τα βασικά συστατικά και τα επίπεδα της αρχιτεκτονικής του IoT, ρίχνοντας φως στη θεμελιώδη δομή που διέπει αυτό το τεχνολογικό θαύμα. [19]



Εικόνα 14 - 5 layer iot architecture

Πηγή: <https://jelvix.com/blog/iot-architecture-layers>

Κατανόηση της αρχιτεκτονικής IoT

Η αρχιτεκτονική του IoT είναι το σχέδιο που καθορίζει τις επικοινωνίες δικτύου μεταξύ διασυνδεδεμένων συσκευών και πληροφοριακών συστημάτων. Χρησιμεύει ως θεμέλιο για τη σύνδεση συσκευών, αισθητήρων και ανθρώπων, επιτρέποντας τη λήψη αποφάσεων βάσει δεδομένων. Αυτή η περίπλοκη δομή περιλαμβάνει ασύρματα δίκτυα, συσκευές, υπηρεσίες νέφους και εφαρμογές, οι οποίες συνεργάζονται μεταξύ τους για τη συλλογή και επεξεργασία δεδομένων. Η βαθύτερη κατανόηση της αρχιτεκτονικής του IoT δίνει τη δυνατότητα στους οργανισμούς να ενισχύσουν την αποδοτικότητα και να προωθήσουν την καινοτομία στις δραστηριότητές τους. [19]

Βασικά επίπεδα της αρχιτεκτονικής IoT

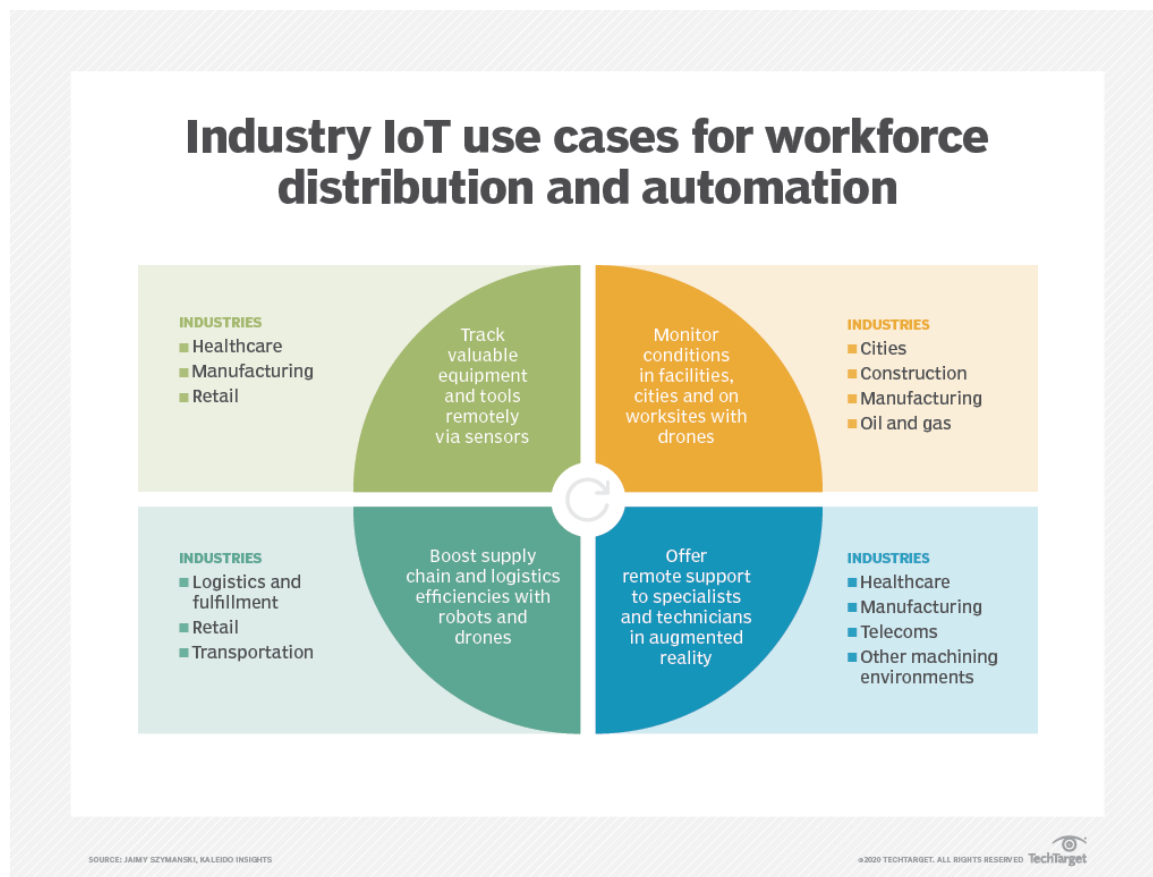
Η αρχιτεκτονική IoT αποτελείται από διάφορα βασικά επίπεδα, καθένα από τα οποία διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο στη συνολική λειτουργικότητα του συστήματος. Ας αναλύσουμε αυτά τα στρώματα και ας διερευνήσουμε τις λειτουργίες τους:

- **Perception Layer:** [6] [19]
 - Το Perception Layer, που συχνά αναφέρεται ως φυσικό επίπεδο, αποτελεί το θεμέλιο της αρχιτεκτονικής του IoT. Περιλαμβάνει φυσικά στοιχεία, όπως αισθητήρες, ενεργοποιητές και ενσωματωμένα συστήματα.
 - Ο πρωταρχικός ρόλος αυτού του στρώματος είναι η συλλογή δεδομένων και φυσικών συμβάντων από το περιβάλλον. Αυτοί οι αισθητήρες καταγράφουν πληροφορίες που σχετίζονται με τη θερμοκρασία, την υγρασία, το φως, τον ήχο και άλλες φυσικές παραμέτρους.
 - Το Perception Layer δημιουργεί τις φυσικές συνδέσεις μεταξύ αντικειμένων, αισθητήρων και άλλων φυσικών συσκευών.
- **Transport Layer:** [6] [19] [20]
 - Είναι υπεύθυνο για τη συλλογή και τη μετάδοση δεδομένων μεταξύ των δικτύων. Επιτρέπει την ανταλλαγή δεδομένων σε διάφορα δίκτυα, όπως τα δίκτυα 3G-5G, RFID, Zigbee και Z-Wave.
 - Αυτό το επίπεδο εξασφαλίζει την οργανωμένη και ασφαλή μεταφορά δεδομένων μεταξύ των συσκευών, με μεγάλη έμφαση στην ακεραιότητα των δεδομένων, την εμπιστευτικότητα και τον έλεγχο ταυτότητας.
 - Παρέχει μια διεπαφή για την επικοινωνία των δικτύων μεταξύ τους, ενσωματώνοντας διευθύνσεις IP, αριθμούς θυρών και άλλες υπηρεσίες για την εξασφάλιση της ασφάλειας και της αξιοπιστίας του δικτύου.
- **Processing Layer:** [6] [20]
 - Το επίπεδο επεξεργασίας χειρίζεται τα δεδομένα που λαμβάνονται από το επίπεδο μεταφοράς, αποθηκεύοντας, αναλύοντας και μετατρέποντάς τα σε χρήσιμες πληροφορίες.
 - Αυτό το στρώμα περιλαμβάνει συστήματα υπολογιστικού νέφους, τα οποία επεξεργάζονται τα ακατέργαστα δεδομένα που συλλέγονται από τους αισθητήρες και τα μεταφράζουν σε αξιοποιήσιμες πληροφορίες.
 - Διευκολύνει τη λήψη αποφάσεων σε πραγματικό χρόνο, επιτρέποντας στο σύστημα να ανταποκρίνεται στα δεδομένα και να κάνει προβλέψεις με βάση τις πληροφορίες που συλλέγονται στο στάδιο της αντίληψης.

- **Application Layer:** [6]
 - Το επίπεδο εφαρμογής χρησιμεύει ως το ανώτερο επίπεδο, αλληλεπιδρώντας άμεσα με τους τελικούς χρήστες. Προσφέρει φιλικές προς το χρήστη διεπαφές και λειτουργίες, επιτρέποντας στους χρήστες να έχουν πρόσβαση και να ελέγχουν τις συσκευές IoT.
 - Το στρώμα αυτό περιλαμβάνει διάφορα λογισμικά και εφαρμογές, όπως εφαρμογές για κινητά, διαδικτυακές πύλες και διεπαφές χρήστη που έχουν σχεδιαστεί για να αλληλεπιδρούν με την υποκείμενη υποδομή IoT.
 - Περιλαμβάνει επίσης υπηρεσίες ενδιάμεσου λογισμικού που επιτρέπουν την απρόσκοπτη επικοινωνία και ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ διαφορετικών συσκευών και συστημάτων IoT.
- **Business Layer:** [19] [21]
 - Το επιχειρηματικό επίπεδο είναι υπεύθυνο για τη διαχείριση των επιχειρηματικών μοντέλων και των συναλλαγών που σχετίζονται με τις συνδεδεμένες συσκευές.
 - Αυτό το επίπεδο περιλαμβάνει επιχειρηματικούς κανόνες, αναλύσεις και διαχείριση επιχειρηματικών διαδικασιών, διασφαλίζοντας ότι οι στόχοι του συστήματος IoT ευθυγραμμίζονται με τους επιχειρηματικούς στόχους.
 - Διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο στη διαφύλαξη της ιδιωτικής ζωής των χρηστών, στην εξασφάλιση ασφαλούς αποθήκευσης δεδομένων και στη βελτίωση της εμπειρίας των χρηστών μέσω εξατομικευμένων υπηρεσιών.

Επιχειρηματικές εφαρμογές

Το IoT βρίσκει εκτεταμένη εφαρμογή σε διάφορους κλάδους, μεταμορφώνοντας τον τρόπο λειτουργίας των επιχειρήσεων και τη λήψη αποφάσεων βάσει δεδομένων. Ο αντίκτυπός του είναι εμφανής σε τομείς όπως η μεταποίηση, το λιανικό εμπόριο, η υγειονομική περίθαλψη, η διαχείριση ενέργειας, η προγνωστική συντήρηση, η παρακολούθηση περιουσιακών στοιχείων, η διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας και οι πρωτοβουλίες έξυπνων πόλεων. [22]



Εικόνα 15 - Business applications in IoT

Πηγή: <https://www.techtarget.com/iotagenda/tip/Top-8-IoT-applications-and-examples-in-business>

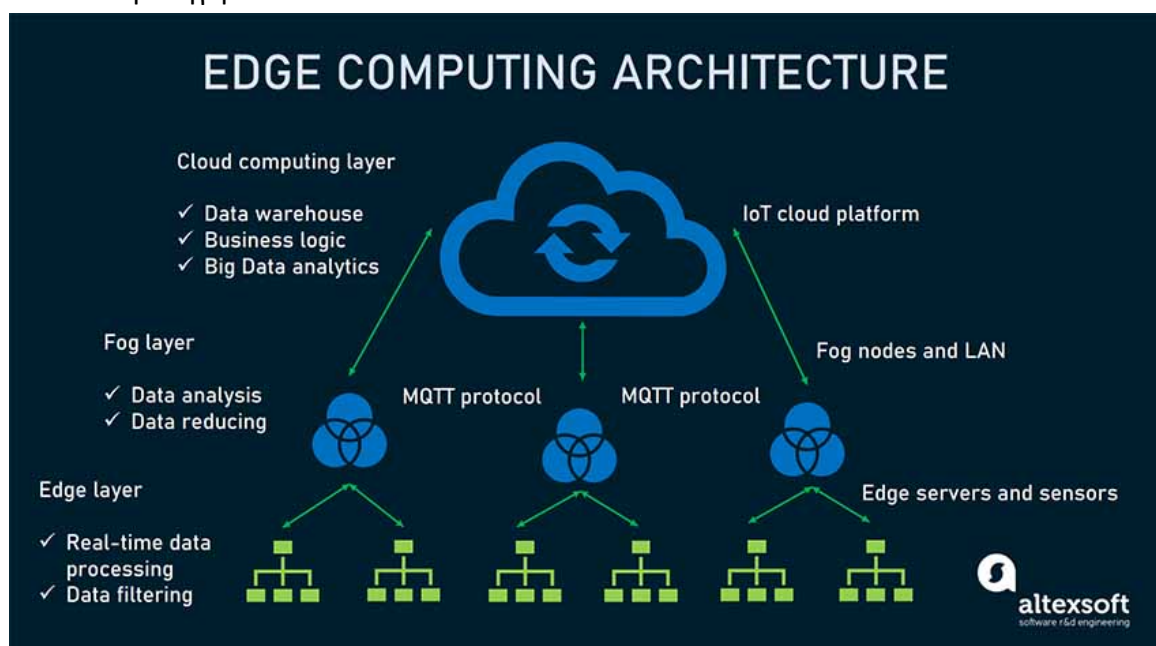
- **Στην κατασκευή**, το IoT παρακολουθεί τις γραμμές παραγωγής, βελτιστοποιεί τα χρονοδιαγράμματα παραγωγής και ανιχνεύει βλάβες.
- **Στο λιανικό εμπόριο**, το IoT παρακολουθεί τα δεδομένα των πελατών και βελτιώνει τη διαχείριση των αποθεμάτων.
- **Η υγειονομική περίθαλψη** επωφελείται από το IoT παρακολουθώντας την υγεία των ασθενών και βοηθώντας τους γιατρούς στη λήψη αποφάσεων.
- **Η διαχείριση ενέργειας**, η προληπτική συντήρηση και η παρακολούθηση περιουσιακών στοιχείων βελτιώνουν την αποδοτικότητα σε διάφορους τομείς.
- Το IoT βοηθά στη βελτιστοποίηση των **αλυσίδων εφοδιασμού** και συμβάλλει στην ανάπτυξη έξυπνων πόλεων.

Συμπερασματικά, η κατανόηση της αρχιτεκτονικής του IoT είναι καθοριστικής σημασίας για την αξιοποίηση του πλήρους δυναμικού της τεχνολογίας IoT. Δίνει τη δυνατότητα στους οργανισμούς να σχεδιάζουν αξιόπιστα και αποτελεσματικά συστήματα που βελτιώνουν την εμπειρία των πελατών και προωθούν την καινοτομία. Είτε διερευνάτε το IoT για την επιχείρησή σας είτε ξεκινάτε ένα έργο IoT, η καλή κατανόηση της αρχιτεκτονικής IoT αποτελεί το θεμέλιο της επιτυχίας σας.

1.6 Τεχνολογίες που τροφοδοτούν την ανάπτυξη του IoT

Διάφορες τεχνολογίες διαδραματίζουν κρίσιμο ρόλο στην προώθηση της επέκτασης του IoT [23]:

- **Data Analytics:** Μετατροπή ακατέργαστων δεδομένων σε αξιοποιήσιμες πληροφορίες για καλύτερη λήψη αποφάσεων. [7]
- **Cloud Computing:** Διευκόλυνση της αποτελεσματικής αποθήκευσης και επεξεργασίας των δεδομένων που παράγονται από τις συσκευές IoT. [7]
- **Sensors and Actuators:** Καταγραφή γεγονότων του πραγματικού κόσμου και μετατροπή τους σε ψηφιακά σήματα. [24]
- **Fog Computing:** Μείωση της καθυστέρησης με την επεξεργασία δεδομένων πιο κοντά στην πηγή.



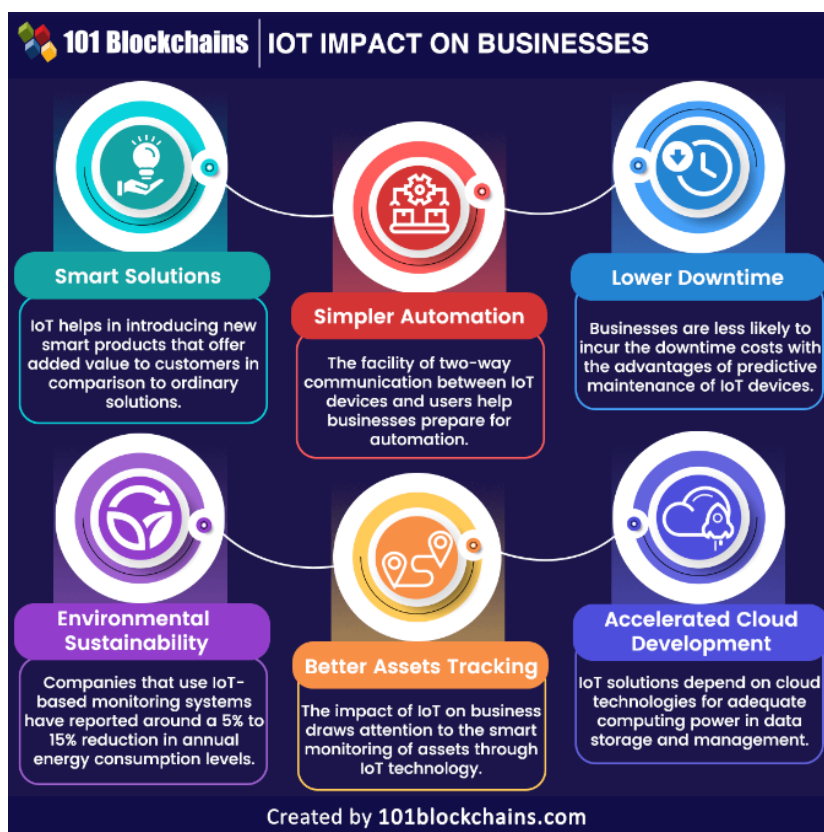
Εικόνα 16 - Edge Computing Architecture

Πηγή: <https://animalworlds.vn/edge-the-best-data-management-software-for-business/>

Ο αντίκτυπος του IoT στις επιχειρήσεις

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT) αναδιαμορφώνει το επιχειρηματικό τοπίο, προσφέροντας σημαντικές ευκαιρίες για ανάπτυξη και αποδοτικότητα. Σύμφωνα με την McKinsey & Company, οι επιχειρήσεις που υιοθετούν τεχνολογίες IoT θα μπορούσαν να δουν αύξηση της παραγωγικότητας κατά 15% έως 25%.

Μέχρι σήμερα, υπάρχουν περισσότερες από 14 δισεκατομμύρια συνδεδεμένες συσκευές IoT παγκοσμίως [25] και ο αριθμός αυτός αναμένεται να φτάσει τα 26 δισεκατομμύρια μέχρι το 2030. Οι δαπάνες για λύσεις IoT έχουν ξεπεράσει το 1 τρισεκατομμύριο δολάρια, με τις προβλέψεις να δείχνουν ότι οι παγκόσμιες δαπάνες IoT θα φτάσουν το 1,1 τρισεκατομμύριο δολάρια το 2023.



Εικόνα 17 - IoT Impact on Businesses

Πηγή: <https://101blockchains.com/iot-on-the-business-sector/>

Το IoT έχει εισαγάγει έξυπνες λύσεις, συμπεριλαμβανομένων έξυπνων προϊόντων και υπηρεσιών που παρέχουν δεδομένα σε πραγματικό χρόνο σχετικά με τη χρήση της συσκευής. Αυτό βοηθά τις επιχειρήσεις να βελτιώσουν τις λύσεις τους, εισάγοντας νέα χαρακτηριστικά που προσφέρουν προστιθέμενη αξία στους πελάτες [26]. Για παράδειγμα, έξυπνα προϊόντα όπως οι ρομποτικές ηλεκτρικές σκούπες και οι ζυγαριές έχουν μετατρέψει απλά προϊόντα σε φουτουριστικά gadgets.

Η απλούστευση των διαδικασιών αυτοματοποίησης είναι ένας άλλος αξιοσημείωτος αντίκτυπος του IoT στις επιχειρήσεις. Ο απομακρυσμένος έλεγχος των συσκευών IoT και η αμφίδρομη επικοινωνία με τους χρήστες καθιστούν τον αυτοματισμό πιο προσιτό. Ο συνδυασμός του IoT με την αυτοματοποίηση ρομποτικών διαδικασιών ανοίγει νέες δυνατότητες στη διαχείριση της εφοδιαστικής αλυσίδας, συμπεριλαμβανομένης της αυτοματοποίησης μέσω drones και της τεχνολογίας IoT.

Το IoT συμβάλλει επίσης στη μείωση του χρόνου διακοπής λειτουργίας των επιχειρήσεων. Οι αισθητήρες IoT παρακολουθούν την υγεία των συσκευών και παρέχουν πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο σχετικά με την υγεία των περιουσιακών στοιχείων, τη χρήση και τους κινδύνους βλάβης, εξασφαλίζοντας προληπτική συντήρηση. Αυτό μειώνει τον χρόνο διακοπής λειτουργίας και το κόστος επισκευής. [27] Η περιβαλλοντική βιωσιμότητα είναι μια άλλη βασική πτυχή του αντίκτυπου του IoT στις επιχειρήσεις.

Τα συστήματα παρακολούθησης που βασίζονται στο IoT έχουν αναφέρει μειώσεις στα ετήσια επίπεδα κατανάλωσης ενέργειας και οι προβλέψεις υποδηλώνουν σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας τα επόμενα χρόνια. Το IoT μπορεί να οδηγήσει σε αποδοτικότερη χρήση των πόρων και αποτελεσματική διαχείριση των αποβλήτων. [27] Η ανάπτυξη του IoT τροφοδοτεί την επέκταση των τεχνολογιών cloud. Οι λύσεις IoT εξαρτώνται από την υποδομή cloud για την επεξεργασία και την αποθήκευση τεράστιου όγκου δεδομένων. Αυτή η ανάπτυξη του IoT δημιούργησε ζήτηση για την ανάπτυξη τεχνολογιών νέφους και αναλύσεων.

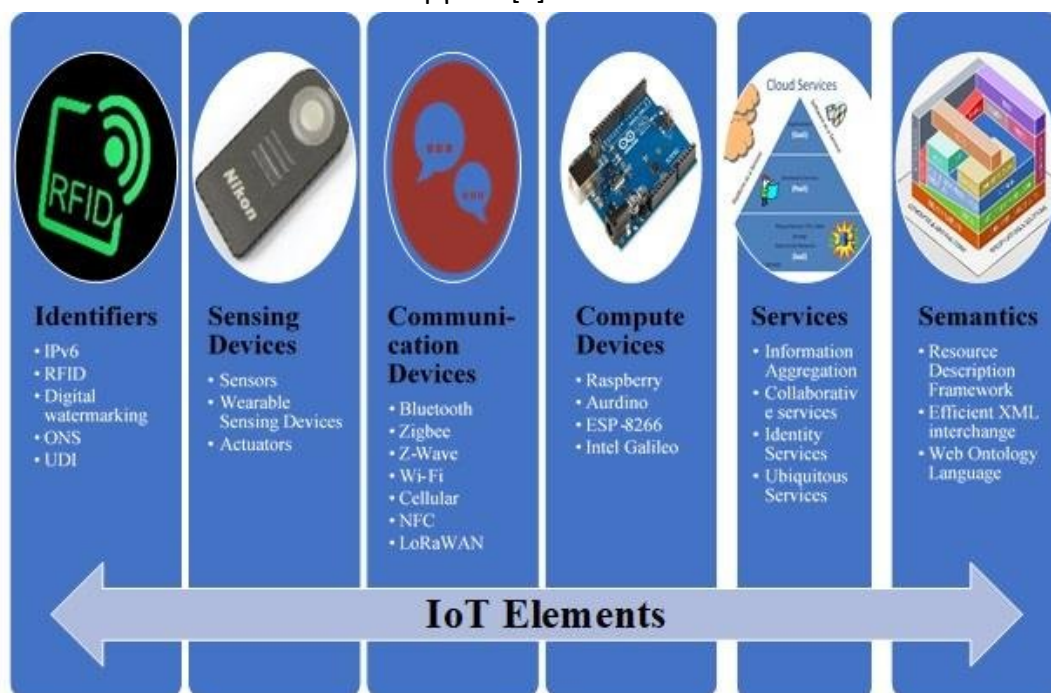
Ο εντοπισμός περιουσιακών στοιχείων σε πραγματικό χρόνο αποτελεί κρίσιμο πλεονέκτημα του IoT για τις επιχειρήσεις. Οι αισθητήρες IoT, όπως οι ετικέτες RFID, επιτρέπουν στις επιχειρήσεις να έχουν σαφή εικόνα για το πού βρίσκονται τα περιουσιακά τους στοιχεία, είτε πρόκειται για ένα προϊόν στην αλυσίδα εφοδιασμού είτε για μια συσκευή στο γραφείο. Αυτό, μαζί με τις δυνατότητες έξυπνης παρακολούθησης, βελτιώνει την παραγωγικότητα των επιχειρήσεων.

Το IoT φέρνει επίσης κάποιες προκλήσεις για τις επιχειρήσεις, όπως η ασφάλεια των δεδομένων και η προστασία της ιδιωτικής ζωής. Τα δίκτυα IoT περιέχουν ευαίσθητα δεδομένα χρηστών, γεγονός που τα καθιστά στόχο για χάκερ. Η ενοποίηση με τα υπάρχοντα επιχειρηματικά συστήματα και το αρχικό κόστος για τη δημιουργία ενός δικτύου IoT είναι πρόσθετες προκλήσεις που αντιμετωπίζουν οι επιχειρήσεις.

Συμπερασματικά, το IoT φέρνει επανάσταση στις επιχειρηματικές λειτουργίες, εισάγοντας έξυπνες λύσεις, απλοποιώντας την αυτοματοποίηση, μειώνοντας τον χρόνο διακοπής λειτουργίας, προωθώντας την περιβαλλοντική βιωσιμότητα και επιταχύνοντας την ανάπτυξη των τεχνολογιών cloud. Ωστόσο, οι επιχειρήσεις πρέπει να αντιμετωπίσουν τις προκλήσεις που σχετίζονται με την ασφάλεια των δεδομένων, την ενσωμάτωση και το αρχικό κόστος καθώς υιοθετούν λύσεις IoT. [27]

1.7 Στοιχεία του IoT και η σημασία τους

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT) είναι ένα πολύπλοκο οικοσύστημα που αποτελείται από διάφορα στοιχεία, καθένα από τα οποία διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο στη σύνδεση και την επικοινωνία μεταξύ συσκευών και αντικειμένων. Για να αποκτήσετε μια ολοκληρωμένη κατανόηση του IoT, είναι απαραίτητο να εμβαθύνετε στα βασικά συστατικά που το καθιστούν λειτουργικό. [1]



Εικόνα 18 - Basic elements of IoT environment

Πηγή: https://www.researchgate.net/figure/Basic-elements-of-IoT-environment_fig1_341627432

Υλικό

Τα θεμέλια του IoT βρίσκονται στο υλικό που διευκολύνει την επικοινωνία. Αυτό περιλαμβάνει [5] [6] [13] [28] [29]:

Αναγνώριση ραδιοσυχνοτήτων (RFID):

Η τεχνολογία RFID είναι μια τεχνολογία επικοινωνίας μικρής εμβέλειας που χρησιμοποιεί ετικέτες και αναγνώστες για τον εντοπισμό και την παρακολούθηση αντικειμένων. Αυτές οι ετικέτες μπορεί να είναι ενεργές, παθητικές ή ημι-παθητικές/ενεργές και επικοινωνούν με τους αναγνώστες μέσω ηλεκτρομαγνητικών πεδίων ραδιοσυχνοτήτων. Η τεχνολογία RFID έχει εκτεταμένες εφαρμογές στη διαχείριση της αλυσίδας εφοδιασμού, την εφοδιαστική, το λιανικό εμπόριο και πολλά άλλα.

Επικοινωνία κοντινού πεδίου (NFC):

Η NFC επιτρέπει στις συσκευές να επικοινωνούν όταν έρχονται σε κοντινή απόσταση. Συνήθως ενσωματώνεται σε smartphones για λειτουργίες όπως οι ανέπαφες πληρωμές και η ανταλλαγή δεδομένων.

Ασύρματα δίκτυα αισθητήρων (WSN):

Αυτά τα δίκτυα συλλέγουν δεδομένα από αισθητήρες, ενισχύοντας την ικανότητα του IoT να παρακολουθεί διάφορες πτυχές, όπως η θερμοκρασία, η υγρασία και η τοποθεσία. Τα WSN χρησιμοποιούνται σε τομείς όπως η ηλεκτρονική υγεία, η περιβαλλοντική παρακολούθηση και τα συστήματα μεταφορών.

Ολοκλήρωση WSN και RFID:

Ο συνδυασμός WSN και RFID προσφέρει μια ολοκληρωμένη λύση για την παρακολούθηση και τον εντοπισμό κινούμενων αντικειμένων, καθιστώντας την εφαρμόσιμη στην υγειονομική περίθαλψη, τις έξυπνες πόλεις και τα συστήματα μεταφορών.

Λογισμικό

Τα στοιχεία λογισμικού είναι ζωτικής σημασίας για την επεξεργασία και τη διαχείριση του τεράστιου όγκου δεδομένων που παράγονται από τις συσκευές IoT. Το στρώμα αυτό περιλαμβάνει:

- Το ενδιαμέσο λογισμικό λειτουργεί ως ενδιαμέσο επίπεδο μεταξύ των εφαρμογών και του λειτουργικού συστήματος δικτύου, παρέχοντας μια κοινή γλώσσα επικοινωνίας για τις συσκευές. Απλοποιεί την ανάπτυξη εφαρμογών IoT, ιδίως όταν πρόκειται για διάφορες συσκευές και μορφές δεδομένων.

Νέφος:

Το υπολογιστικό νέφος χρησιμοποιείται για την αποθήκευση και τη διαχείριση των δεδομένων που συλλέγονται από τις συσκευές IoT. Επιτρέπει την επεξεργασία, την αποθήκευση και την απομακρυσμένη πρόσβαση δεδομένων για βιομηχανίες και υπηρεσίες.

Αναλύσεις:

Από τη στιγμή που τα δεδομένα βρίσκονται στο σύννεφο, η ανάλυση μπαίνει στο παιχνίδι. Οι αλγόριθμοι, όπως η μηχανική μάθηση, αναλύουν τα δεδομένα για να εξάγουν πολύτιμες πληροφορίες, βοηθώντας στη λήψη αποφάσεων και στις αντιδράσεις σε πραγματικό χρόνο.

Διεπαφή χρήστη (UI):

Το UI είναι το τμήμα του IoT με το οποίο αλληλεπιδρούν οι χρήστες. Επιτρέπει στα άτομα να παρακολουθούν και να ελέγχουν τις συνδεδεμένες συσκευές, καθιστώντας το IoT προσιτό και φιλικό προς τον χρήστη.

Διασύνδεση δικτύου

Το δίκτυο διαδραματίζει ζωτικό ρόλο στη σύνδεση των συσκευών IoT μεταξύ τους και με το διαδίκτυο. Το IoT μπορεί να χρησιμοποιήσει διάφορες ασύρματες και ενσύρματες τεχνολογίες για να επιτρέψει την επικοινωνία μεταξύ των συσκευών.

Ασφάλεια του συστήματος

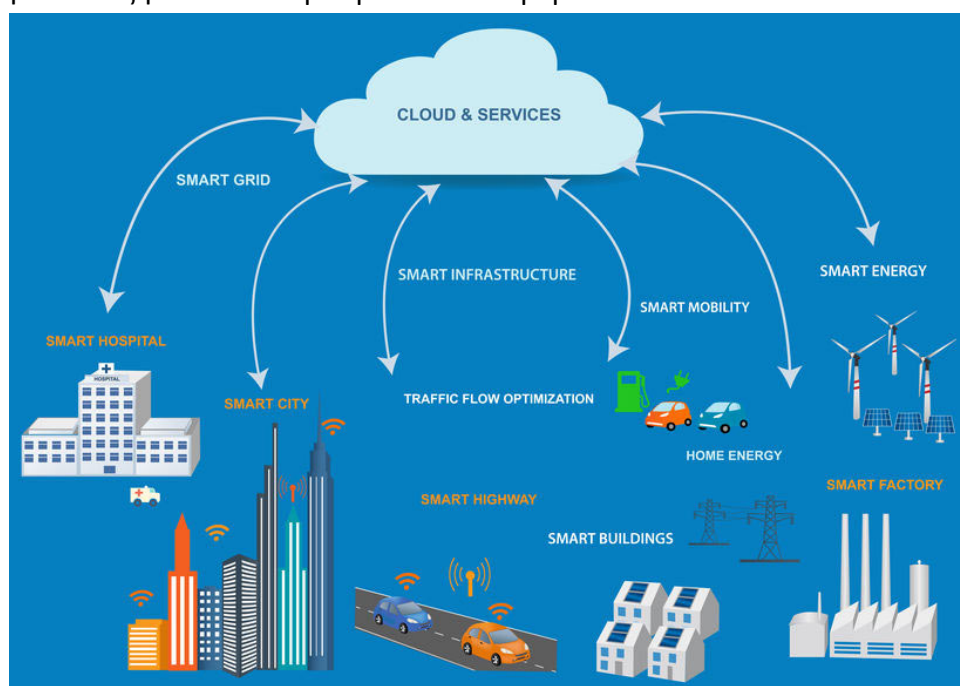
Η ασφάλεια είναι μια κρίσιμη πτυχή του IoT. Η διασφάλιση της ασφάλειας των συσκευών και των δεδομένων του IoT είναι απαραίτητη για την προστασία από ευπάθειες και επιβλαβείς επιθέσεις.

Υλικό κεντρικού ελέγχου

Αυτό το υλικό διαχειρίζεται τη ροή δεδομένων μεταξύ πολλαπλών καναλιών και διεπαφών, διασφαλίζοντας ότι οι αισθητήρες και οι συσκευές μπορούν να αλληλεπιδρούν αποτελεσματικά.

Η σύνδεση μεταξύ IoT και υπολογιστικού νέφους

Το υπολογιστικό νέφος αποτελεί αναπόσπαστο μέρος του IoT λόγω της επεκτασιμότητας και της οικονομικής αποδοτικότητάς του. Παρόλο που είναι δυνατή η τοπική επεξεργασία δεδομένων, το cloud computing [30] προσφέρει πολλά πλεονεκτήματα, όπως μειωμένο κόστος υποδομής, επεκτασιμότητα, μοντέλα πληρωμής κατά χρήση και εύκολη απομακρυσμένη προσβασιμότητα. Χωρίς πόρους cloud, η ανάπτυξη του IoT θα μπορούσε να παρεμποδιστεί.



Εικόνα 19 - The connection between IoT and cloud computing

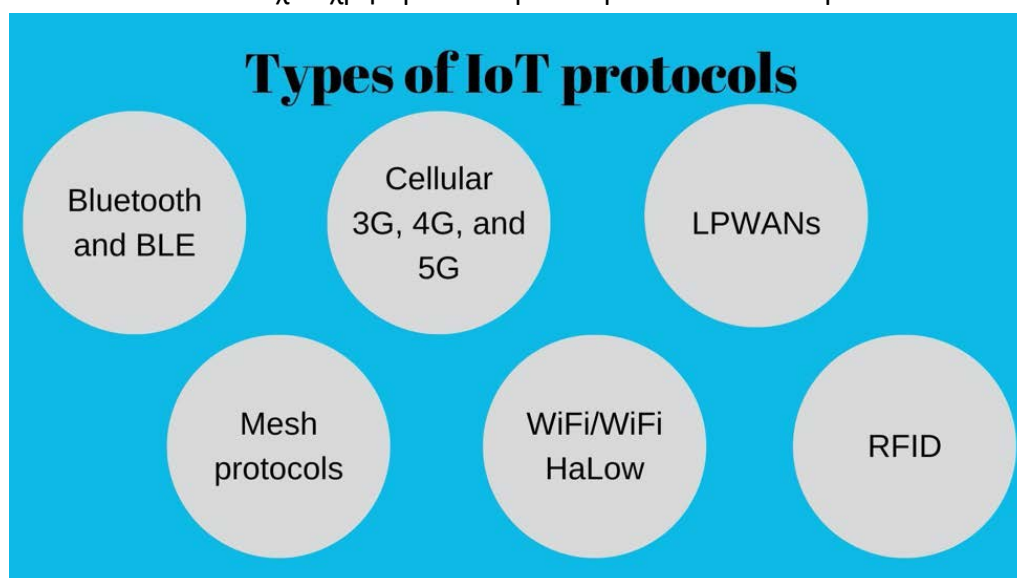
Πηγή: <https://iotdesignpro.com/articles/iot-and-cloud-computing>

Συμπερασματικά, το IoT είναι ένα τεράστιο και διασυνδεδεμένο οικοσύστημα όπου διάφορα στοιχεία συνεργάζονται για να καταστεί δυνατή η απρόσκοπτη ανταλλαγή δεδομένων και ελέγχου μεταξύ συσκευών και αντικειμένων. Το υπολογιστικό νέφος παίζει καθοριστικό ρόλο στη διαχείριση και επεξεργασία του τεράστιου όγκου δεδομένων που παράγονται από το IoT, καθιστώντας το απαραίτητο συστατικό αυτής της μετασχηματιστικής τεχνολογίας.

1.8 IoT Protocol

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT) έχει σημειώσει εκρηκτική ανάπτυξη, με 11,7 δισεκατομμύρια συνδέσεις IoT το 2020, ξεπερνώντας τις συνδέσεις εκτός IoT, όπως τα smartphones και οι υπολογιστές. Η ανάπτυξη αυτή οφείλεται στη διαθεσιμότητα και την επέκταση των πρωτοκόλλων IoT [31], συμπεριλαμβανομένου του 5G και των WAN χαμηλής ισχύος. Τα πρωτόκολλα IoT αποτελούν τη ραχοκοκαλιά του IoT, καθώς διευκολύνουν την επικοινωνία μεταξύ των συσκευών, εξασφαλίζοντας τη ροή των δεδομένων από τα τελικά σημεία στους κεντρικούς διακομιστές. Η επιλογή του σωστού πρωτοκόλλου είναι απαραίτητη, καθώς δεν είναι όλα τα πρωτόκολλα ίδια και η καταλληλότητά τους ποικίλλει ανάλογα με τα συγκεκριμένα σενάρια ανάπτυξης.

Ακολουθούν τα 12 πιο συχνά χρησιμοποιούμενα πρωτόκολλα και πρότυπα IoT:



Εικόνα 20 - Types of IoT Protocols

Πηγή: <https://www.allerin.com/blog/six-types-of-iot-network-protocols>

- **AMQP (Advanced Message Queuing Protocol):** Το AMQP είναι γνωστό για τη διαλειτουργικότητα, την αξιοπιστία και την ασφάλεια της ανταλλαγής μηνυμάτων. Υπερέχει σε σενάρια όπου τα συστήματα ενδέχεται να μην είναι διαθέσιμα ταυτόχρονα.
- **Bluetooth και BLE (Bluetooth Low Energy):** Το Bluetooth και το BLE προσφέρουν ασύρματη επικοινωνία μικρής εμβέλειας και χαμηλής ισχύος, καθιστώντας τα ιδανικά για δίκτυα προσωπικής περιοχής και εγκαταστάσεις IoT.
- **Κινητή τηλεφωνία:** Οι κυψελοειδείς συνδέσεις είναι ευρέως διαθέσιμες και κατάλληλες για εφαρμογές IoT μεγάλων αποστάσεων, με επιλογές όπως το 4G/LTE και το 5G που προσφέρουν υψηλό εύρος ζώνης.
- **CoAP (Πρωτόκολλο περιορισμένης εφαρμογής):** Το CoAP έχει σχεδιαστεί για εφαρμογές μηχανής προς μηχανή (M2M) και ευδοκιμεί ακόμη και σε περιβάλλοντα χαμηλού εύρους ζώνης και χαμηλής ενέργειας.

- **DDS (Data Distribution Service):** Το DDS είναι ένα εξαιρετικά κλιμακούμενο πρωτόκολλο ενδιάμεσου λογισμικού για ανταλλαγή δεδομένων σε πραγματικό χρόνο, που εξυπηρετεί κρίσιμες εφαρμογές IoT.
- **LoRa και LoRaWAN:** Το LoRa είναι μια ασύρματη τεχνολογία χαμηλής ισχύος και μεγάλης εμβέλειας, με το LoRaWAN να αποτελεί το ανοικτό πρωτόκολλο που βασίζεται στο cloud για την επικοινωνία IoT.
- **LWM2M (Ελαφριά M2M):** Το LWM2M είναι ένα πρωτόκολλο διαχείρισης συσκευών προσαρμοσμένο για περιβάλλοντα IoT, ειδικά για συσκευές χαμηλής ισχύος.
- **MQTT (Message Queuing Telemetry Transport):** Το MQTT, ένα πρωτόκολλο δημοσίευσης-παραλαβής, είναι ιδανικό για καταστάσεις χαμηλού εύρους ζώνης και συσκευές IoT με μικρό αποτύπωμα κώδικα.
- **Wi-Fi:** Το Wi-Fi παρέχει γρήγορη μεταφορά δεδομένων, αλλά είναι καταλληλότερο για περιβάλλοντα LAN και μπορεί να μην είναι η καλύτερη επιλογή για συσκευές IoT χαμηλής ισχύος ή με μπαταρία.
- **XMPP (Extensible Messaging and Presence Protocol):** Αρχικά για την επικοινωνία ανθρώπου με άνθρωπο, το XMPP χρησιμοποιείται πλέον για την επικοινωνία M2M και την ανταλλαγή δομημένων δεδομένων.
- **Zigbee:** Το Zigbee είναι ένα πρωτόκολλο δικτύου πλέγματος ιδανικό για τον αυτοματισμό κτιρίων και σπιτιών, προσφέροντας αυτοοργανωτικό πλέγμα και χαμηλή ισχύ.
- **Z-Wave:** Το Z-Wave είναι ένα πρωτόκολλο ασύρματου δικτύου πλέγματος, γνωστό για την κρυπτογράφηση του, εξασφαλίζοντας ασφάλεια σε εφαρμογές IoT, ιδίως σε συστήματα οικιακού αυτοματισμού και ασφάλειας.

Η επιλογή του σωστού πρωτοκόλλου IoT είναι κρίσιμη, καθώς επηρεάζει παράγοντες όπως η εμβέλεια επικοινωνίας, η κατανάλωση ενέργειας και το κόστος. Το ευρύ φάσμα πρωτοκόλλων [31] αντικατοπτρίζει τις ποικίλες ανάγκες των εφαρμογών IoT. Εν κατακλείδι, η επιλογή του πρωτοκόλλου θα πρέπει να ευθυγραμμίζεται με τις συγκεκριμένες απαιτήσεις του έργου σας IoT για να διασφαλιστεί η αποτελεσματική και αξιόπιστη επικοινωνία στο οικοσύστημα IoT.

Κατά τη γνώμη μου, η ευελιξία των πρωτοκόλλων IoT αντανακλά τη δυναμική φύση των εφαρμογών IoT και την ανάγκη για προσαρμοσμένες λύσεις. Η προσεκτική επιλογή πρωτοκόλλου είναι ζωτικής σημασίας για τη διασφάλιση της επιτυχίας των έργων IoT με τη βελτιστοποίηση της αποτελεσματικότητας και της αξιοπιστίας της επικοινωνίας.

2. Έξυπνη Διαχείριση Κτιρίων

Η έξυπνη διαχείριση κτιρίων, που αναφέρεται επίσης ως έξυπνος αυτοματισμός κτιρίων, αποτελεί μια επαναστατική εφαρμογή της τεχνολογίας IoT στον τομέα των κατασκευών και των υποδομών. Περιλαμβάνει την απρόσκοπτη ενσωμάτωση τεχνολογιών και συστημάτων IoT για την αυτοματοποίηση και τη βελτιστοποίηση διαφόρων πτυχών των λειτουργιών του κτιρίου. Αυτό περιλαμβάνει τη διαχείριση της ενέργειας, την ασφάλεια, τη συντήρηση και την άνεση των ενοίκων. Αισθητήρες και συσκευές με δυνατότητα IoT αναπτύσσονται στρατηγικά σε όλο το κτίριο, συλλέγοντας συνεχώς δεδομένα σε πραγματικό χρόνο για διάφορες παραμέτρους, όπως η κατανάλωση ενέργειας, τα επίπεδα πληρότητας, η θερμοκρασία, η υγρασία και άλλοι περιβαλλοντικοί παράγοντες. Αυτός ο πλούτος δεδομένων αναλύεται στη συνέχεια σχολαστικά και αξιοποιείται για τη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων και την αυτοματοποίηση των συστημάτων ελέγχου εντός του κτιρίου.

2.1 Βασικές πτυχές της έξυπνης διαχείρισης κτιρίων

1. **Διαχείριση ενέργειας** [7]: Αισθητήρες IoT παίζουν καθοριστικό ρόλο στην παρακολούθηση της κατανάλωσης ενέργειας σε πραγματικό χρόνο. Αυτό δίνει τη δυνατότητα στα έξυπνα συστήματα κτιρίων να βελτιστοποιούν τη χρήση ενέργειας, να ανταποκρίνονται στις διακυμάνσεις της ζήτησης και να εντοπίζουν ευκαιρίες εξοικονόμησης ενέργειας. Το αποτέλεσμα είναι η βελτιωμένη ενεργειακή απόδοση και η σημαντική εξοικονόμηση κόστους.
2. **Έλεγχος HVAC** [32]: Οι αισθητήρες που είναι συνδεδεμένοι στο IoT, ικανοί να παρακολουθούν τη θερμοκρασία, την υγρασία και τα επίπεδα πληρότητας, επιτρέπουν τον έξυπνο έλεγχο HVAC (θέρμανση, εξαερισμός και κλιματισμός). Τα συστήματα αυτά διατηρούν τη βέλτιστη άνεση για τους ενοίκους, ελαχιστοποιώντας παράλληλα τη σπατάλη ενέργειας, συμβάλλοντας τόσο στην εξοικονόμηση κόστους όσο και στην περιβαλλοντική βιωσιμότητα.
3. **Έλεγχος φωτισμού** [33]: Τα συστήματα φωτισμού που βασίζονται στο IoT έχουν σχεδιαστεί για να προσαρμόζονται και να ανταποκρίνονται στην πληρότητα και τη διαθεσιμότητα του φυσικού φωτός. Προσαρμόζουν ανάλογα τα επίπεδα φωτισμού, οδηγώντας σε σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας και σε έναν πιο ευχάριστο και αποδοτικό χώρο εργασίας για τους ενοίκους του κτιρίου.

4. **Ασφάλεια και έλεγχος πρόσβασης [7]:** Οι συσκευές IoT συμβάλλουν στην ενίσχυση της ασφάλειας των κτιρίων μέσω της επιτήρησης, του ελέγχου πρόσβασης και των συστημάτων συναγερμού. Επιτρέπουν την απομακρυσμένη παρακολούθηση και διαχείριση, παρέχοντας γνώσεις σε πραγματικό χρόνο και ταχείες αντιδράσεις σε απειλές ασφαλείας, εξασφαλίζοντας έτσι την ασφάλεια των ενοίκων και των περιουσιακών στοιχείων.
5. **Άνεση και παραγωγικότητα των επιβατών [34]:** Οι αισθητήρες IoT επεκτείνουν τις δυνατότητές τους για την παρακολούθηση της ποιότητας του αέρα εσωτερικού χώρου, των επιπέδων θορύβου και άλλων περιβαλλοντικών παραγόντων. Τα δεδομένα αυτά αξιοποιούνται για τη δημιουργία ενός άνετου και παραγωγικού χώρου εργασίας για τους ενοίκους, βελτιώνοντας τη συνολική ευημερία και παραγωγικότητά τους.
6. **Συντήρηση και διαχείριση περιουσιακών στοιχείων [5]:** Οι συσκευές IoT συλλέγουν συνεχώς δεδομένα σχετικά με την απόδοση του εξοπλισμού, επιτρέποντας στρατηγικές προληπτικής συντήρησης. Με τον εντοπισμό ανωμαλιών και προβλημάτων σε πραγματικό χρόνο, τα κτίρια μπορούν να μειώσουν τον χρόνο διακοπής λειτουργίας και το κόστος συντήρησης, βελτιστοποιώντας τελικά τη διαχείριση των περιουσιακών στοιχείων.



Εικόνα 21 - Key aspects of smart building management

Πηγή: <https://www.mappedin.com/blog/use-cases/offices/your-guide-to-smart-buildings/>

2.2 Οφέλη από την έξυπνη διαχείριση κτιρίων με το IoT

Η ενσωμάτωση του IoT στην έξυπνη διαχείριση κτιρίων προσφέρει ένα ευρύ φάσμα πλεονεκτημάτων, όπως [6] [7] [32] [33] [35] [36] [37] :

- **Ενεργειακή απόδοση:** Η βελτιστοποιημένη χρήση ενέργειας και η απόκριση στη ζήτηση οδηγούν σε σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας.
- **Εξοικονόμηση κόστους:** Οι μειωμένες δαπάνες ενέργειας και συντήρησης συμβάλλουν σε σημαντικά οικονομικά οφέλη.
- **Βελτιωμένη άνεση των ενοίκων:** Τα έξυπνα συστήματα δημιουργούν έναν άνετο και παραγωγικό χώρο εργασίας για τους ενοίκους του κτιρίου.
- **Ενισχυμένη βιωσιμότητα:** Η χαμηλότερη κατανάλωση ενέργειας και ο μειωμένος περιβαλλοντικός αντίκτυπος ευθυγραμμίζονται με τους στόχους βιωσιμότητας.
- **Λειτουργική αποδοτικότητα:** Η προληπτική συντήρηση και τα έξυπνα συστήματα ελέγχου βελτιώνουν τη συνολική λειτουργική αποδοτικότητα.

Εν κατακλείδι, η έξυπνη διαχείριση κτιρίων με IoT αντιπροσωπεύει μια αλλαγή παραδείγματος στον τρόπο λειτουργίας και συντήρησης των κτιρίων. Η δυνατότητα αξιοποίησης δεδομένων σε πραγματικό χρόνο και αυτοματοποίησης των συστημάτων οδηγεί σε απτά οφέλη, όπως εξοικονόμηση κόστους, αυξημένη άνεση των ενοίκων και μειωμένες περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

2.3 Έξυπνη διαχείριση κτιρίων: Βελτίωση της αποδοτικότητας και της άνεσης του κτιρίου

Η έξυπνη διαχείριση κτιρίων, που συχνά αναφέρεται ως έξυπνος αυτοματισμός κτιρίων, αποτελεί μια εφαρμογή αιχμής της τεχνολογίας, ιδίως του Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT), των αισθητήρων και των συστημάτων αυτοματισμού, για τη βελτιστοποίηση της λειτουργίας, του ελέγχου και της συντήρησης των κτιρίων. Αυτή η μετασχηματιστική προσέγγιση ενσωματώνει διάφορα συστήματα κτιρίων, όπως HVAC (θέρμανση, εξαερισμός και κλιματισμός), φωτισμό, ασφάλεια και διαχείριση ενέργειας, για τη δημιουργία ενός έξυπνου και αποδοτικού κτιριακού περιβάλλοντος [5].

Βασικά στοιχεία της έξυπνης διαχείρισης κτιρίων [8] [33] [38]:

1. **Ενσωμάτωση IoT:** Η έξυπνη διαχείριση κτιρίων βασίζεται στην ενσωμάτωση τεχνολογιών IoT, αισθητήρων και συστημάτων αυτοματισμού. Αυτά τα στοιχεία συνεργάζονται για τη συλλογή και επεξεργασία δεδομένων που είναι κρίσιμα για τη λειτουργία και τη βελτιστοποίηση του κτιρίου.
2. **Ενεργειακή απόδοση:** Πρωταρχικός στόχος της έξυπνης διαχείρισης κτιρίων είναι η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης. Οι αισθητήρες IoT παρακολουθούν συνεχώς την κατανάλωση ενέργειας και τα πρότυπα χρήσης. Τα δεδομένα αυτά ενημερώνουν σε πραγματικό χρόνο για τις προσαρμογές των συστημάτων HVAC, του φωτισμού και άλλων εξαρτημάτων που καταναλώνουν ενέργεια. Για παράδειγμα, ο φωτισμός και η θερμοκρασία μπορούν να ρυθμιστούν με βάση την πληρότητα και τις συνθήκες περιβάλλοντος, βελτιστοποιώντας τη χρήση ενέργειας.
3. **Άνεση επιβατών:** Η έξυπνη διαχείριση του κτιρίου φέρνει την άνεση των ενοίκων στο προσκήνιο. Οι αισθητήρες που είναι συνδεδεμένοι στο IoT μετρούν παράγοντες όπως η θερμοκρασία, η υγρασία και τα επίπεδα πληρότητας. Αυτές οι μετρήσεις χρησιμοποιούνται για τη λεπτομερή ρύθμιση των συστημάτων HVAC, εξασφαλίζοντας ένα άνετο περιβάλλον και ελαχιστοποιώντας παράλληλα τη σπατάλη ενέργειας.
4. **Λειτουργική αποτελεσματικότητα:** Η ενσωμάτωση του IoT επιτρέπει την αυτοματοποίηση των συστημάτων του κτιρίου. Η προληπτική συντήρηση ενεργοποιείται με την παρακολούθηση της απόδοσης του εξοπλισμού και την ανίχνευση ανωμαλιών. Οι εργασίες συντήρησης προγραμματίζονται προληπτικά, μειώνοντας τον χρόνο διακοπής λειτουργίας και το σχετικό κόστος.
5. **Ασφάλεια και έλεγχος πρόσβασης:** Όπως κάμερες παρακολούθησης, συστήματα ελέγχου πρόσβασης και συστήματα συναγερμού. Τα συστήματα αυτά παρέχουν παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο και αντιδράσεις σε απειλές ασφαλείας, διασφαλίζοντας την ασφάλεια των ενοίκων και των περιουσιακών στοιχείων του κτιρίου.

2.3.1 Οφέλη από την έξυπνη διαχείριση κτιρίων

Η έξυπνη διαχείριση κτιρίων προσφέρει πλήθος πλεονεκτημάτων [8] [33] [38]:

- **Εξοικονόμηση ενέργειας:** Η βελτιστοποιημένη χρήση ενέργειας οδηγεί σε σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας, μειώνοντας το κόστος κοινής ωφέλειας.
- **Οικονομική αποδοτικότητα:** Η προληπτική συντήρηση μειώνει τον χρόνο διακοπής λειτουργίας του εξοπλισμού και τα έξοδα συντήρησης.
- **Ενισχυμένη άνεση:** Οι χρήστες επωφελούνται από έναν πιο άνετο και παραγωγικό χώρο εργασίας.
- **Βιωσιμότητα:** Η μειωμένη κατανάλωση ενέργειας ευθυγραμμίζεται με τους στόχους περιβαλλοντικής βιωσιμότητας.
- **Επιχειρησιακή υπεροχή:** Οι διαχειριστές των κτιρίων αποκτούν μια ολιστική εικόνα της απόδοσης του κτιρίου, διευκολύνοντας τη λήψη αποφάσεων βάσει δεδομένων και τη λήψη προληπτικών μέτρων.

2.3.2 Κτίριο: Επανάσταση στην αποδοτικότητα των κτιρίων και όχι μόνο

Ο έξυπνος αυτοματισμός κτιρίων, ο οποίος τροφοδοτείται από την ενσωμάτωση τεχνολογιών αιχμής, όπως το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT), οι αισθητήρες και τα συστήματα αυτοματισμού, μεταμορφώνει το τοπίο της διαχείρισης κτιρίων. Εισάγει ένα πλήθος σεναρίων που επαναπροσδιορίζουν τον τρόπο λειτουργίας των κτιρίων, ενισχύουν την άνεση των ενοίκων, βελτιώνουν την ασφάλεια, εξορθολογίζουν τη συντήρηση, βελτιστοποιούν τη χρήση του χώρου και συμβάλλουν στις προσπάθειες βιωσιμότητας.

1. **Διαχείριση ενέργειας** [39] [34] [38]: Έξυπνα συστήματα αυτοματισμού κτιρίων είναι καθοριστικής σημασίας για τη βελτιστοποίηση της χρήσης ενέργειας. Με τη συνεχή παρακολούθηση του φωτισμού, των συστημάτων HVAC και των συσκευών που καταναλώνουν ενέργεια, τα συστήματα αυτά πραγματοποιούν προσαρμογές σε πραγματικό χρόνο με βάση την πληρότητα, την ώρα της ημέρας και τις περιβαλλοντικές συνθήκες. Αυτό οδηγεί σε σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας και μείωση του αποτυπώματος άνθρακα, ευθυγραμμιζόμενο με τους στόχους βιωσιμότητας.
2. **Άνεση και παραγωγικότητα των επιβατών** [33] [38]: Ο έξυπνος αυτοματισμός του κτιρίου θέτει την άνεση των ενοίκων στο προσκήνιο. Μέσω αισθητήρων και ενεργοποιητών, τα συστήματα αυτά προσαρμόζουν αυτόματα τη θερμοκρασία, τον φωτισμό και τον εξαερισμό στις ατομικές προτιμήσεις και τα πρότυπα χρήσης. Το αποτέλεσμα είναι ένα άνετο και παραγωγικό περιβάλλον που μπορεί να επηρεάσει θετικά την ευημερία των ενοίκων και την εργασιακή απόδοση.

3. **Ασφάλεια και προστασία** [5] [8]: Η ασφάλεια του κτιρίου ενισχύεται σημαντικά με την ενσωμάτωση του έξυπνου αυτοματισμού του κτιρίου. Ο έλεγχος πρόσβασης, οι κάμερες παρακολούθησης και τα συστήματα συναγερμού συνεργάζονται για την ενίσχυση της ασφάλειας του κτιρίου. Τα συστήματα αυτά παρακολουθούν επίσης για κινδύνους ασφαλείας, όπως πυρκαγιά, καπνό ή διαρροές αερίου, ενεργοποιώντας ταχείες αντιδράσεις και ειδοποιήσεις για καταστάσεις έκτακτης ανάγκης.
4. **Συντήρηση και διαχείριση εγκαταστάσεων** [5] [8]: Η έξυπνη αυτοματοποίηση κτιρίων διευκολύνει την προληπτική συντήρηση. Με τη συνεχή παρακολούθηση της απόδοσης του εξοπλισμού και τον εντοπισμό βλαβών ή ανωμαλιών, τα συστήματα αυτά δημιουργούν ειδοποιήσεις για έγκαιρες επισκευές ή αντικαταστάσεις. Αυτό οδηγεί σε μειωμένο χρόνο διακοπής λειτουργίας, παράταση της διάρκειας ζωής του εξοπλισμού και βελτιστοποίηση του κόστους συντήρησης. Επιπλέον, απλοποιεί τις διαδικασίες διαχείρισης εγκαταστάσεων, συμπεριλαμβανομένης της χρήσης του χώρου, της παρακολούθησης περιουσιακών στοιχείων και της κατανομής πόρων, με αποτέλεσμα την αύξηση της αποδοτικότητας.
5. **Βελτίωση κατανομής του χώρου** [5] [34]: Ο έξυπνος αυτοματισμός κτιρίων παρέχει πολύτιμες πληροφορίες σχετικά με τα πρότυπα χρήσης των χώρων, τα επίπεδα πληρότητας και τις τάσεις χρήσης. Οι πληροφορίες αυτές καθοδηγούν τους διαχειριστές των εγκαταστάσεων στη βελτιστοποίηση της κατανομής του χώρου, στη βελτίωση της κατανομής των πόρων και στη βελτίωση της συνολικής αποδοτικότητας του κτιρίου. Οι κρατήσεις αιθουσών συνεδριάσεων, ο εντοπισμός υποαπασχολούμενων περιοχών και η δυναμική κατανομή πόρων βάσει της ζήτησης είναι εφικτές.
6. **Αειφορία και περιβαλλοντική παρακολούθηση** [5] [33] [34]: Μια κρίσιμη πτυχή του αυτοματισμού έξυπνων κτιρίων είναι η συμβολή του στη βιωσιμότητα και τις περιβαλλοντικές προσπάθειες. Τα συστήματα αυτά παρακολουθούν και ελέγχουν περιβαλλοντικές παραμέτρους όπως η ποιότητα του αέρα, η υγρασία και τα επίπεδα CO₂, εξασφαλίζοντας ένα υγιές και βιώσιμο εσωτερικό περιβάλλον. Επιπλέον, διευκολύνουν τη διαχείριση των αποβλήτων και την εξοικονόμηση νερού, μειώνοντας περαιτέρω τον περιβαλλοντικό αντίκτυπο των κτιρίων.

Συμπερασματικά, τα σενάρια έξυπνου αυτοματισμού κτιρίων περιλαμβάνουν ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών που ενισχύουν την ενεργειακή απόδοση, την άνεση των ενοίκων, την ασφάλεια, τη συντήρηση και τη βιωσιμότητα. Αξιοποιώντας τη δύναμη του IoT και τη λήψη αποφάσεων βάσει δεδομένων, τα έξυπνα κτίρια βρίσκονται στην πρώτη γραμμή της σύγχρονης κατασκευής, προσφέροντας οφέλη τόσο στους ιδιοκτήτες όσο και στους ενοίκους των κτιρίων.

3. Συστήματα Διαχείρισης Έξυπνων Κτιρίων

3.1 Τι είναι τα συστήματα διαχείρισης έξυπνων κτιρίων

Τα έξυπνα συστήματα αυτοματισμού κτιρίων αντιπροσωπεύουν μια πρωτοποριακή ενσωμάτωση προηγμένων τεχνολογιών, τεχνικών αυτοματισμού και καινοτομίας του Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT) [7], με στόχο τη βελτιστοποίηση και τον έλεγχο διαφόρων πτυχών των λειτουργιών του κτιρίου. Τα συστήματα αυτά έχουν σχεδιαστεί για τη δημιουργία έξυπνων, αποδοτικών και βιώσιμων κτιριακών περιβαλλόντων, αξιοποιώντας τη δύναμη της λήψης αποφάσεων βάσει δεδομένων και των μηχανισμών ελέγχου σε πραγματικό χρόνο. Στον πυρήνα τους, τα έξυπνα συστήματα αυτοματισμού κτιρίων αξιοποιούν ένα δίκτυο αισθητήρων, ενεργοποιητών και υποδομών συνδεσιμότητας με δυνατότητα IoT [38]. Αυτά τα στοιχεία συνεργάζονται για να συλλέγουν μια εκτεταμένη σειρά δεδομένων για μια πληθώρα παραγόντων, συμπεριλαμβανομένης της κατανάλωσης ενέργειας, των επιπέδων πληρότητας, της θερμοκρασίας, της υγρασίας και άλλων περιβαλλοντικών παραμέτρων. Τα δεδομένα αυτά χρησιμεύουν ως βάση για τη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων εντός του συστήματος.



Εικόνα 22 - Smart Building Technology

Πηγή: <https://www.veridify.com/the-importance-of-protecting-smart-building-technology-from-cyber-threats/>

3.1.1 Βασικός Στόχος αυτών των συστημάτων

Ο βασικός στόχος αυτών των συστημάτων είναι να διευκολύνουν την αυτοματοποίηση και τη βελτιστοποίηση διαφόρων λειτουργιών του κτιρίου, οι οποίες περιλαμβάνουν [7] [34] [38] [40] [41]:

- **Διαχείριση ενέργειας:** Τα έξυπνα συστήματα αυτοματισμού κτιρίων φέρνουν επανάσταση στην ενεργειακή απόδοση, παρακολουθώντας και ελέγχοντας συνεχώς διάφορα στοιχεία που καταναλώνουν ενέργεια, όπως ο φωτισμός, τα συστήματα HVAC και οι συσκευές. Τα συστήματα αυτά χρησιμοποιούν δεδομένα σε πραγματικό χρόνο για να προσαρμόζουν δυναμικά τις ρυθμίσεις με βάση την πληρότητα, τις περιβαλλοντικές συνθήκες και τη ζήτηση ενέργειας. Αυτό όχι μόνο οδηγεί σε σημαντική εξοικονόμηση ενέργειας, αλλά συμβάλλει επίσης στην επίτευξη των στόχων βιωσιμότητας και μειώνει το λειτουργικό κόστος.
- **Άνεση και παραγωγικότητα των επιβατών:** Η άνεση και η ευημερία των ενοίκων του κτιρίου είναι υψίστης σημασίας. Τα έξυπνα συστήματα αυτοματισμού κτιρίων χρησιμοποιούν αισθητήρες παρουσίας για την ανίχνευση της παρουσίας και των προτιμήσεων των ενοίκων. Οι πληροφορίες αυτές χρησιμοποιούνται για τη ρύθμιση των επιπέδων φωτισμού, της θερμοκρασίας, του εξαερισμού και άλλων περιβαλλοντικών παραγόντων, δημιουργώντας εξατομικευμένα και άνετα περιβάλλοντα. Η βελτιωμένη άνεση των ενοίκων ενισχύει στη συνέχεια την παραγωγικότητα και τη συνολική ικανοποίηση εντός του κτιρίου.
- **Ασφάλεια και προστασία:** Η ασφάλεια ενισχύεται σημαντικά μέσω της ενσωμάτωσης έξυπνων συστημάτων αυτοματισμού κτιρίων. Τα συστήματα αυτά ενσωματώνουν απρόσκοπτα συσκευές IoT, συμπεριλαμβανομένων των καμερών παρακολούθησης, των συστημάτων ελέγχου πρόσβασης και των συστημάτων συναγερμού. Το αποτέλεσμα είναι η ολοκληρωμένη διαχείριση της ασφάλειας με χαρακτηριστικά όπως η απομακρυσμένη παρακολούθηση, οι ειδοποιήσεις σε πραγματικό χρόνο και ο κεντρικός έλεγχος. Επιπλέον, τα συστήματα αυτά μπορούν να ανιχνεύουν κινδύνους ασφαλείας, όπως πυρκαγιά, καπνό ή διαρροές αερίου, και να δρομολογούν ταχείες αντιδράσεις και ειδοποιήσεις για καταστάσεις έκτακτης ανάγκης.
- **Προβλεπτική συντήρηση:** Η προληπτική συντήρηση είναι ένα κρίσιμο χαρακτηριστικό των έξυπνων συστημάτων αυτοματισμού κτιρίων. Με τη συνεχή παρακολούθηση της απόδοσης του εξοπλισμού και την ανάλυση των δεδομένων, τα συστήματα αυτά μπορούν να εντοπίζουν ανωμαλίες και να προβλέπουν πιθανές βλάβες. Οι δραστηριότητες συντήρησης προγραμματίζονται προληπτικά, μειώνοντας τον χρόνο διακοπής λειτουργίας, βελτιστοποιώντας το κόστος συντήρησης και παρατείνοντας τη διάρκεια ζωής του εξοπλισμού.

- **Διαχείριση και βελτιστοποίηση εγκαταστάσεων:** Πέρα από τις προαναφερθείσες λειτουργίες, τα έξυπνα συστήματα αυτοματισμού κτιρίων παρέχουν πολύτιμες πληροφορίες σχετικά με τα πρότυπα χρήσης των χώρων, τα επίπεδα πληρότητας και τις τάσεις χρήσης. Οι διαχειριστές εγκαταστάσεων μπορούν να αξιοποιήσουν αυτά τα δεδομένα για τη βελτιστοποίηση της κατανομής των χώρων, την κατανομή των πόρων με βάση τη ζήτηση και τη βελτίωση της συνολικής αποδοτικότητας του κτιρίου. Η κράτηση αιθουσών συσκέψεων, ο εντοπισμός ανεπαρκώς χρησιμοποιούμενων χώρων και η δυναμική κατανομή των πόρων γίνονται απλοποιημένες διαδικασίες.
- **Αειφορία και περιβαλλοντική παρακολούθηση:** Μια ουσιαστική πτυχή του έξυπνου αυτοματισμού κτιρίων είναι η συμβολή του στη βιωσιμότητα και τις περιβαλλοντικές προσπάθειες. Τα συστήματα αυτά παρακολουθούν και ελέγχουν περιβαλλοντικές παραμέτρους όπως η ποιότητα του αέρα, η υγρασία και τα επίπεδα CO₂, εξασφαλίζοντας ένα υγιές και βιώσιμο εσωτερικό περιβάλλον. Διευκολύνουν επίσης τις προσπάθειες διαχείρισης αποβλήτων και εξοικονόμησης νερού, μειώνοντας έτσι τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις των κτιρίων.

Συνοπτικά, τα έξυπνα συστήματα αυτοματισμού κτιρίων αποτελούν μια μετασχηματιστική εξέλιξη στη διαχείριση κτιρίων. Ενσωματώνουν απρόσκοπτα την τεχνολογία IoT, τους αισθητήρες και τα συστήματα αυτοματισμού για τη βελτιστοποίηση και τον έλεγχο των λειτουργιών του κτιρίου. Ο πρωταρχικός στόχος είναι η βελτίωση της ενεργειακής απόδοσης, της άνεσης των ενοίκων, της ασφάλειας, της προστασίας, της βιωσιμότητας και της οικονομικής αποδοτικότητας, μειώνοντας παράλληλα τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις.

3.2 Παρουσίαση του Home Assistant

Το Home Assistant είναι μια ευέλικτη και ανοιχτού κώδικα πλατφόρμα οικιακού αυτοματισμού που έχει σχεδιαστεί για να δίνει τη δυνατότητα στους χρήστες να παρακολουθούν και να ελέγχουν ένα ευρύ φάσμα έξυπνων συσκευών στο σπίτι τους. Αυτή η καινοτόμος πλατφόρμα χρησιμεύει ως κεντρικός κόμβος για τον έξυπνο οικιακό αυτοματισμό, προσφέροντας ένα ενοποιημένο και προσαρμόσιμο περιβάλλον εργασίας για την απρόσκοπτη διαχείριση διαφόρων συσκευών και υπηρεσιών. Στόχος της είναι να απλοποιήσει το πολύπλοκο τοπίο του οικιακού αυτοματισμού, καθιστώντας το προσιτό και φιλικό προς τον χρήστη [42].



Εικόνα 23 - Home Assistant

Πηγή: <https://www.bujarra.com/instalando-hassio-home-assistant/?lang=en>

3.2.1 Βασικά χαρακτηριστικά και δυνατότητες

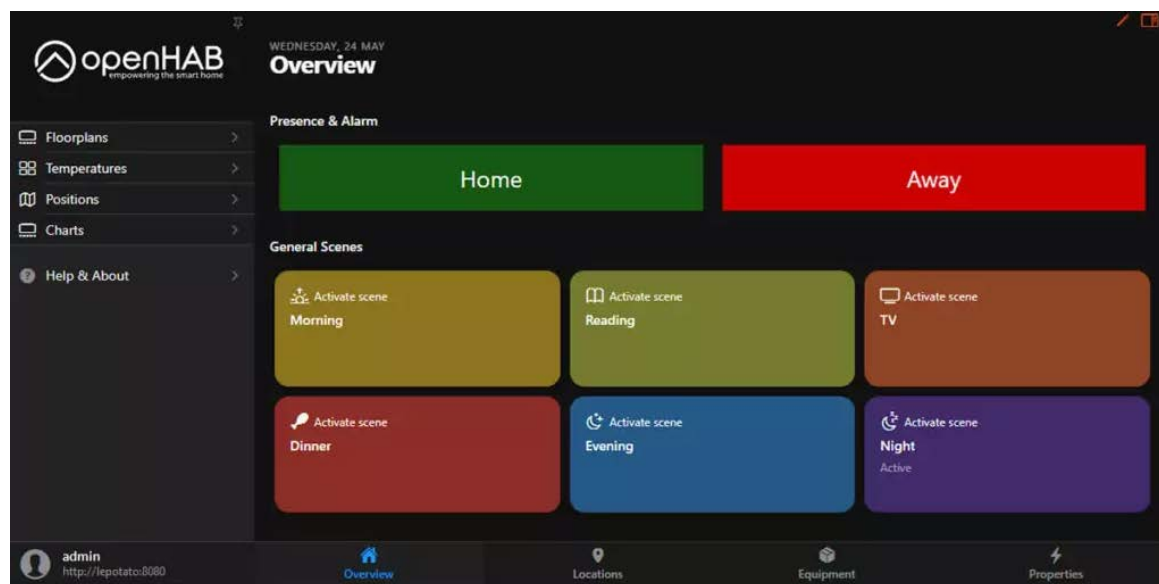
1. **Συμβατότητα πολλαπλών πλατφορμών** [42]: Η ευελιξία του Home Assistant επεκτείνεται και στην υποστήριξη των πλατφορμών του. Οι χρήστες μπορούν να το αναπτύξουν σε πολλαπλά λειτουργικά συστήματα, όπως iOS, Android, Windows, Mac OS και Linux, καθιστώντας το προσβάσιμο σε ένα ευρύ φάσμα συσκευών. Αυτή η συμβατότητα πολλαπλών πλατφορμών εξασφαλίζει ότι οι χρήστες μπορούν να αλληλεπιδρούν με τη ρύθμιση του έξυπνου σπιτιού τους μέσω των συσκευών και των λειτουργικών συστημάτων που προτιμούν.
2. **Ανοιχτός κώδικας και ενεργός ανάπτυξη** [42] [43]: Το Home Assistant εξελίσσεται συνεχώς χάρη σε αφοσιωμένους ερευνητές και προγραμματιστές. Καθώς είναι ανοικτού κώδικα, επωφελείται από μια συνεργατική προσπάθεια της κοινότητας, που οδηγεί σε συνεχείς βελτιώσεις και προσθήκες χαρακτηριστικών. Αυτή η δέσμευση στην ανάπτυξη διασφαλίζει ότι η πλατφόρμα παραμένει ενημερωμένη με τις αναδυόμενες τεχνολογίες και τις ανάγκες των χρηστών.

3. **Ενοποιημένος έλεγχος** [42] [43]: Το Home Assistant υπερέχει στο να φέρνει αρμονία στο ποικίλο οικοσύστημα των έξυπνων συσκευών. Επιτρέπει στους χρήστες να ενσωματώνουν και να ελέγχουν διαφορετικές συσκευές από διάφορους κατασκευαστές μέσα από ένα ενιαίο, συνεκτικό περιβάλλον εργασίας. Αυτή η ενοποίηση εξαλείφει την ανάγκη για πολλαπλές εφαρμογές και απλοποιεί τη διαχείριση ενός εκτεταμένου φάσματος συσκευών, όπως φώτα, διακόπτες, θερμοστάτες, κάμερες και πολλά άλλα.
4. **Υποστήριξη για διάφορες συσκευές και υπηρεσίες** [42]: Home Assistant προσφέρει εκτεταμένη υποστήριξη για μια σειρά έξυπνων συσκευών και υπηρεσιών, όπως φώτα, θερμοστάτες, συστήματα ασφαλείας και πολλά άλλα. Είτε οι χρήστες θέλουν να ελέγξουν την ατμόσφαιρα του φωτισμού, να ρυθμίσουν τις προτιμήσεις θέρμανσης ή να ενισχύσουν τα μέτρα ασφαλείας, το Home Assistant παρέχει τα μέσα για την ενσωμάτωση και τη διαχείριση αυτών των συσκευών με ευκολία.
5. **Τοπικός έλεγχος και ασφάλεια** [44]: Ένα από τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του Home Assistant είναι η έμφαση που δίνει στον τοπικό έλεγχο. Σε αντίθεση με πολλές λύσεις που εξαρτώνται από το cloud, λειτουργεί τοπικά στο οικιακό δίκτυο του χρήστη. Αυτό όχι μόνο εξασφαλίζει ταχύτερη λειτουργία και μεγαλύτερη αξιοπιστία, αλλά και ενισχύει την ασφάλεια μειώνοντας την έκθεση σε πιθανές εξωτερικές απειλές. Οι εντολές και τα χρονοδιαγράμματα του χρήστη παραμένουν εντός του δικτύου του χρήστη, προσφέροντας μεγαλύτερη ιδιωτικότητα και έλεγχο.
6. **Αυτοματοποίηση και Scripting** [44]: Ο βοηθός σπιτιού δίνει τη δυνατότητα στους χρήστες να δημιουργούν προσαρμοσμένες ρουτίνες αυτοματισμού και σενάρια για τις έξυπνες οικιακές συσκευές τους. Αυτό περιλαμβάνει τη ρύθμιση χρονοδιαγραμμάτων, τη δημιουργία μοναδικών ρουτινών και την εννοχρήστρωση αλληλεπιδράσεων συσκευών. Οι χρήστες έχουν την ευελιξία να προσαρμόζουν το περιβάλλον του έξυπνου σπιτιού τους στις συγκεκριμένες ανάγκες και προτιμήσεις τους.
7. **Οικονομικά αποδοτικό και φιλικό προς το χρήστη** [42] [44]: Το Home Assistant είναι οικονομικά αποδοτικό και φιλικό προς το χρήστη, καθιστώντας το ιδανική επιλογή για όσους επιθυμούν να ενισχύσουν τις δυνατότητες οικιακού αυτοματισμού χωρίς να σπάσουν την τράπεζα. Οι διαισθητικές διαδικασίες εγκατάστασης και διαμόρφωσης της πλατφόρμας διασφαλίζουν ότι οι χρήστες μπορούν να θέσουν γρήγορα σε λειτουργία το έξυπνο σπίτι τους με ελάχιστη ταλαιπωρία.
8. **Ενσωμάτωση με τη βιντεοεπιτήρηση** [44]: Για τους χρήστες που επιθυμούν να ενισχύσουν την ασφάλεια του σπιτιού τους, το Home Assistant υποστηρίζει την ενσωμάτωση συστημάτων βιντεοεπιτήρησης. Αυτή η λειτουργία επιτρέπει την απομακρυσμένη παρακολούθηση σπιτιών ή επιχειρήσεων, παρέχοντας ψυχική ηρεμία και ενισχύοντας τα μέτρα ασφαλείας.

Στην ουσία, το Home Assistant είναι μια ισχυρή και προσαρμόσιμη λύση οικιακού αυτοματισμού που γεφυρώνει το χάσμα μεταξύ διαφορετικών έξυπνων συσκευών και υπηρεσιών, προσφέροντας στους χρήστες μια ενιαία και προσαρμόσιμη πλατφόρμα για τον έλεγχο και την αυτοματοποίηση των σπιτιών τους. Η δέσμευσή του στον τοπικό έλεγχο, η ανάπτυξη ανοικτού κώδικα και η συμβατότητα πολλαπλών πλατφορμών το καθιστούν πολύτιμη επιλογή για όσους επιθυμούν να μετατρέψουν τους χώρους διαβίωσής τους σε έξυπνα, αποδοτικά και ασφαλή περιβάλλοντα.

3.3 OpenHAB: Μια ολοκληρωμένη επισκόπηση

Το OpenHAB, συντομογραφία του Open Home Automation Bus, είναι μια πλατφόρμα οικιακού αυτοματισμού ανοιχτού κώδικα που δίνει τη δυνατότητα στους χρήστες να αναλάβουν τον έλεγχο των έξυπνων οικιακών συσκευών και συστημάτων τους. Χρησιμεύει ως ένα ευέλικτο πλαίσιο για την ενσωμάτωση και τη διαχείριση διαφόρων έξυπνων συσκευών, ανεξάρτητα από τους κατασκευαστές ή τα πρωτόκολλα επικοινωνίας τους, δημιουργώντας μια ενοποιημένη και προσαρμόσιμη εμπειρία έξυπνου σπιτιού [45]



Εικόνα 24 - Πλατφόρμα OpenHAB

Πηγή: <https://www.themakersphere.com/install-openhab-le-potato-home-automation/>

3.3.1 Βασικά χαρακτηριστικά και δυνατότητες

Vendor-Agnostic και Technology-Agnostic [46]: Η προσέγγιση του OpenHAB που είναι ανεξάρτητη από τον προμηθευτή και την τεχνολογία διασφαλίζει ότι μπορεί να ενσωματωθεί απρόσκοπτα με ένα ευρύ φάσμα έξυπνων συσκευών, πρωτοκόλλων και υπηρεσιών. Αυτή η ευελιξία επιτρέπει στους χρήστες να δημιουργήσουν ένα έξυπνο οικιακό περιβάλλον που να ταιριάζει στις ανάγκες τους, ανεξάρτητα από τις συσκευές που διαθέτουν ή τις τεχνολογίες που χρησιμοποιούν.

Εκτεταμένη υποστήριξη πρωτοκόλλων [46]: Το OpenHAB υποστηρίζει ένα ευρύ φάσμα πρωτοκόλλων επικοινωνίας, συμπεριλαμβανομένων των MQTT, Z-Wave, Zigbee, KNX και άλλων. Αυτή η εκτεταμένη υποστήριξη πρωτοκόλλων διασφαλίζει ότι οι χρήστες μπορούν να συνδέουν και να ελέγχουν συσκευές από διάφορους κατασκευαστές, ενισχύοντας τη διαλειτουργικότητα στο οικοσύστημα του έξυπνου σπιτιού τους.

Μηχανή κανόνων και αυτοματισμού [46]: Το OpenHAB προσφέρει μια ισχυρή μηχανή κανόνων που δίνει τη δυνατότητα στους χρήστες να καθορίζουν κανόνες αυτοματισμού και λογική για τις ρυθμίσεις του έξυπνου σπιτιού τους. Αυτό το χαρακτηριστικό επιτρέπει τη δημιουργία σύνθετων σεναρίων αυτοματισμού, επιτρέποντας στις συσκευές να αλληλεπιδρούν έξυπνα με βάση τους κανόνες που ορίζει ο χρήστης.

Φιλικό προς το χρήστη περιβάλλον εργασίας [46]: Το OpenHAB παρέχει μια φιλική προς το χρήστη διεπαφή, προσβάσιμη μέσω προγραμμάτων περιήγησης στο διαδίκτυο ή εφαρμογών για κινητά τηλέφωνα. Αυτή η διεπαφή επιτρέπει στους χρήστες να παρακολουθούν και να ελέγχουν τις έξυπνες οικιακές συσκευές τους χωρίς κόπο. Ο φωνητικός έλεγχος υποστηρίζεται επίσης μέσω της ενσωμάτωσης με δημοφιλείς φωνητικούς βοηθούς όπως το Amazon Alexa και το Google Assistant.

Προσαρμογή και επεκτασιμότητα [47]: Η ανοικτή αρχιτεκτονική του OpenHAB το καθιστά ιδιαίτερα προσαρμόσιμο και επεκτάσιμο. Οι χρήστες μπορούν να επεκτείνουν τις δυνατότητες του έξυπνου σπιτιού τους προσθέτοντας νέες συσκευές, υπηρεσίες και χαρακτηριστικά στην πλατφόρμα. Αυτή η επεκτασιμότητα διασφαλίζει ότι το OpenHAB μπορεί να προσαρμόζεται στις εξελισσόμενες τεχνολογικές τάσεις και στις προτιμήσεις των χρηστών.

Εγκατάσταση σε πολλαπλές πλατφόρμες [47]: Το OpenHAB μπορεί να εγκατασταθεί σε διάφορες πλατφόρμες υλικού, συμπεριλαμβανομένου του Raspberry Pi, καθιστώντας το προσβάσιμο σε ένα ευρύ φάσμα χρηστών. Αυτή η συμβατότητα πολλαπλών πλατφορμών διασφαλίζει ότι οι χρήστες μπορούν να εγκαταστήσουν την πλατφόρμα σε υλικό που ταιριάζει στις συγκεκριμένες ανάγκες και τον προϋπολογισμό τους.

Ενεργός Κοινότητα [47]: Το OpenHAB διαθέτει μια μεγάλη και ενεργή κοινότητα προγραμματιστών και χρηστών που συμβάλλουν στην ανάπτυξή του και προσφέρουν υποστήριξη μέσω φόρουμ και διαδικτυακών πόρων.[...] Το OpenHAB διαθέτει μια μεγάλη και ενεργή κοινότητα προγραμματιστών και χρηστών που συμβάλλουν στην ανάπτυξή του και προσφέρουν υποστήριξη μέσω φόρουμ και διαδικτυακών πόρων.

Αυτή η προσέγγιση με γνώμονα την κοινότητα διασφαλίζει ότι το OpenHAB παραμένει ενημερωμένο και καλά υποστηριζόμενο.

Ενσωμάτωση με δημοφιλείς υπηρεσίες [48]: Το OpenHAB ενσωματώνεται απρόσκοπτα με δημοφιλείς πλατφόρμες και υπηρεσίες έξυπνου σπιτιού, όπως το Amazon Alexa, το Google Assistant και το IFTTT. Αυτή η ενσωμάτωση επιτρέπει στους χρήστες να αξιοποιήσουν τα υπάρχοντα οικοσυστήματα έξυπνου σπιτιού, ενώ παράλληλα ενισχύει τις δυνατότητες ελέγχου και αυτοματισμού.

Συνοπτικά, το OpenHAB αποτελεί μια ευέλικτη πλατφόρμα οικιακού αυτοματισμού ανοικτού κώδικα που παρέχει στους χρήστες την ελευθερία να δημιουργήσουν μια εξατομικευμένη και ολοκληρωμένη εμπειρία έξυπνου σπιτιού. Η δέσμευσή του για ενσωμάτωση ανεξαρτήτως προμηθευτή και τεχνολογίας, η εκτεταμένη υποστήριξη πρωτοκόλλων, οι ισχυρές δυνατότητες αυτοματισμού, η φιλική προς το χρήστη διεπαφή και η ενεργή υποστήριξη της κοινότητας το καθιστούν μια συναρπαστική επιλογή για όσους επιθυμούν να αξιοποιήσουν πλήρως τις δυνατότητες των έξυπνων συσκευών και τεχνολογιών τους.

3.4 Μια ολοκληρωμένη σύγκριση του Home Assistant και του OpenHAB



Εικόνα 25 - OpenHAB vs Home Assistant

Πηγή: <https://whatsmarthome.com/home-assistant-vs-openhab/>

Οι λάτρεις του οικιακού αυτοματισμού αντιμετωπίζουν συχνά το δίλημμα της επιλογής μεταξύ του Home Assistant και του OpenHAB, οι οποίες είναι και οι δύο εξέχουσες πλατφόρμες οικιακού αυτοματισμού ανοικτού κώδικα. Αυτή η λεπτομερής σύγκριση θα σας βοηθήσει να κατανοήσετε τις βασικές διαφορές και ομοιότητες μεταξύ αυτών των δύο πλατφορμών.

1. Ευκολία χρήσης και διεπαφή χρήστη [42] [45] [49]:

a. **Home Assistant:** Το Home Assistant κατέχει την πρώτη θέση όσον αφορά τη φιλικότητα προς το χρήστη. Προσφέρει μια διαισθητική διεπαφή που ονομάζεται Lovelace, καθιστώντας την προσιτή ακόμη και για αρχάριους. Το Lovelace επιτρέπει στους χρήστες να δημιουργούν οπτικά ελκυστικά ταμπλό χωρίς κόπο

b. **OpenHAB:** Η διεπαφή του OpenHAB είναι προσαρμόσιμη, αλλά μπορεί να απαιτεί περισσότερες τεχνικές γνώσεις για τη διαμόρφωση. Ενώ παρέχει ευελιξία, ορισμένοι χρήστες το βρίσκουν λιγότερο φιλικό προς το χρήστη από το Home Assistant.

2. Συμβατότητα και ενσωμάτωση συσκευών [42] [45] [49]:

a. Και οι δύο πλατφόρμες υποστηρίζουν ένα ευρύ φάσμα συσκευών και πρωτοκόλλων. Ωστόσο, το **Home Assistant** διαθέτει μια μεγαλύτερη κοινότητα και μια πιο εκτεταμένη βιβλιοθήκη υποστηριζόμενων συσκευών και ενσωματώσεων, διευκολύνοντας τους χρήστες να βρουν συμβατές συσκευές.

b. **OpenHAB:** Το OpenHAB υποστηρίζει επίσης πολυάριθμα πρωτόκολλα και διαθέτει διάφορες δεσμεύσεις για την ενσωμάτωση διαφορετικών συσκευών. Προσφέρει εκτεταμένη συμβατότητα, αλλά μπορεί να έχει ελαφρώς μικρότερη κοινότητα σε σύγκριση με το Home Assistant.

3. Αυτοματοποίηση και Scripting [49] [42] [45] [49]:

a. Το **Home Assistant** απλοποιεί τον αυτοματισμό με αρχεία ρυθμίσεων που βασίζονται σε YAML, καθιστώντας το προσβάσιμο σε χρήστες με διαφορετική τεχνική εμπειρία. Προσφέρει επίσης πρόσθετα όπως το Node-Red για προηγμένο αυτοματισμό.

b. **OpenHAB:** Το OpenHAB χρησιμοποιεί μια μηχανή κανόνων που βασίζεται στη γλώσσα προγραμματισμού Xtend. Ενώ προσφέρει μεγαλύτερη ευελιξία και προηγμένα χαρακτηριστικά, έχει πιο απότομη καμπύλη εκμάθησης σε σύγκριση με το σύστημα αυτοματισμού του Home Assistant.

4. Κοινότητα και υποστήριξη [42] [45] [49]:

a. **Home Assistant:** Το Home Assistant διαθέτει μια μεγαλύτερη και πιο ενεργή κοινότητα, με αποτέλεσμα συχνές ενημερώσεις, εκτεταμένη τεκμηρίωση και ένα ειδικό φόρουμ υποστήριξης. Αυτό το εκτεταμένο οικοσύστημα υποστήριξης διευκολύνει την επίλυση προβλημάτων και παρέχει πληθώρα πόρων.

b. **OpenHAB:** Το OpenHAB διαθέτει επίσης μια υποστηρικτική κοινότητα, αλλά μπορεί να είναι ελαφρώς μικρότερο σε σύγκριση με το Home Assistant. Ενώ η υποστήριξη της κοινότητας είναι διαθέσιμη, οι πόροι μπορεί να μην είναι τόσο άφθονοι όσο εκείνοι του Home Assistant.

5. Ανάπτυξη και ενημερώσεις [42] [45]:

a. **Home Assistant:** Το Home Assistant ακολουθεί ταχύτερο κύκλο ανάπτυξης, κυκλοφορώντας ενημερώσεις πιο συχνά. Προσφέρει μια φιλική προς το χρήστη διαδικτυακή διεπαφή για τη διαμόρφωση και τις ενημερώσεις, εξασφαλίζοντας ευκολία στη χρήση.

b. **OpenHAB:** Το OpenHAB προσφέρει προηγμένη προσαρμογή και ευελιξία, επιτρέποντας στους χρήστες να καθορίζουν σύνθετους κανόνες και λογική αυτοματισμού. Ωστόσο, η διαδικασία διαμόρφωσης μπορεί να είναι πιο άκαμπτη και λιγότερο απλή σε σύγκριση με το Home Assistant.

6. Ενσωμάτωση φωνητικού βοηθού [42] [45]:

a. **Home Assistant:** Το Home Assistant προσφέρει απρόσκοπτη ενσωμάτωση με δημοφιλείς φωνητικούς βοηθούς όπως το Amazon Alexa και το Google Assistant, παρέχοντας προηγμένες δυνατότητες φωνητικού ελέγχου.

b. **OpenHAB:** Το OpenHAB υποστηρίζει επίσης την ενσωμάτωση με φωνητικούς βοηθούς, αλλά μπορεί να μην προσφέρει το ίδιο επίπεδο απρόσκοπτης ενσωμάτωσης με το Home Assistant.

7. Προσαρμογή και ευελιξία [42] [45]:

a. **Home Assistant:** Το Home Assistant παρέχει εκτεταμένες επιλογές προσαρμογής, επιτρέποντας στους χρήστες να δημιουργούν κανόνες και σενάρια αυτοματισμού. Η φιλική προς το χρήστη διεπαφή του απλοποιεί τη διαδικασία προσαρμογής, καθιστώντας την προσιτή σε ένα ευρύ φάσμα χρηστών.

b. **OpenHAB:** Το OpenHAB προσφέρει προηγμένη προσαρμογή και ευελιξία, επιτρέποντας στους χρήστες να καθορίζουν σύνθετους κανόνες και λογική αυτοματισμού. Ωστόσο, η διαδικασία διαμόρφωσης μπορεί να είναι πιο άκαμπτη και λιγότερο απλή σε σύγκριση με το Home Assistant.

Συμπερασματικά, ενώ τόσο ο Home Assistant όσο και το OpenHAB είναι ισχυρές πλατφόρμες οικιακού αυτοματισμού, η επιλογή μεταξύ τους εξαρτάται τελικά από τις προτιμήσεις σας, την τεχνική σας εμπειρία και τις ειδικές απαιτήσεις για την εγκατάσταση του έξυπνου σπιτιού σας. Το Home Assistant προτιμάται συχνά για τη φιλικότητα προς το χρήστη, την εκτεταμένη υποστήριξη της κοινότητας και το ευρύτερο φάσμα των υποστηριζόμενων συσκευών, καθιστώντας το μια εξαιρετική επιλογή για αρχάριους και όσους αναζητούν μια απλή εγκατάσταση. Από την άλλη πλευρά, τα πλεονεκτήματα του OpenHAB έγκεινται στις επιλογές προσαρμογής και την ευελιξία του, καθιστώντας το ελκυστικό για προχωρημένους χρήστες που είναι πρόθυμοι να επενδύσουν περισσότερο χρόνο στη διαμόρφωση και την εγκατάσταση.

3.5 Γιατί έγινε η επιλογή του OpenHAB

Ο κόσμος του οικιακού αυτοματισμού έχει γνωρίσει μια ραγδαία εξέλιξη τα τελευταία χρόνια, προσφέροντας στα άτομα την ευκολία της διαχείρισης των έξυπνων συσκευών τους από μια κεντρική πλατφόρμα. Δύο εξέχοντες διεκδικητές στο οικοσύστημα οικιακού αυτοματισμού ανοικτού κώδικα είναι το OpenHAB και το Home Assistant. Και οι δύο πλατφόρμες υπερέχουν στο να μετατρέπουν την ενσωμάτωση διαφόρων συσκευών IoT σε μια απρόσκοπτη εμπειρία, ωστόσο το OpenHAB ξεχωρίζει ως ανώτερη επιλογή από πολλές απόψεις, χάρη στα ισχυρά χαρακτηριστικά του, την ευελιξία του και την εκτεταμένη υποστήριξη της κοινότητας.

1. Πλατφόρμα του OpenHAB

Ένας από τους βασικότερους λόγους για να επιλέξετε το OpenHAB είναι η ανεξαρτησία του από τις πλατφόρμες. Το OpenHAB επιτρέπει στους χρήστες να το τρέξουν σε πολλαπλά λειτουργικά συστήματα, συμπεριλαμβανομένων των Windows, macOS, Linux, ακόμη και σε ένα Raspberry Pi. Αυτή η διαπλατφορμική ευελιξία το καθιστά πιο προσιτό σε ένα ευρύτερο φάσμα χρηστών, ενώ το Home Assistant βασίζεται κυρίως σε συστήματα που βασίζονται σε Linux, περιορίζοντας ενδεχομένως τη βάση χρηστών του.

2. Μηχανισμός κανόνων και δυνατότητες scripting

Το OpenHAB διαθέτει μια διαισθητική μηχανή κανόνων που απλοποιεί τη διαδικασία αυτοματοποίησης. Χρησιμοποιεί το πλαίσιο ανοικτού κώδικα Xttext, το οποίο επιτρέπει στους χρήστες να δημιουργούν σύνθετους κανόνες αυτοματισμού χωρίς να χρειάζονται εκτεταμένες γνώσεις κωδικοποίησης. Από την άλλη πλευρά, το Home Assistant βασίζεται κυρίως σε διαμορφώσεις YAML για κανόνες αυτοματισμού, οι οποίες μπορεί να είναι λιγότερο φιλικές προς το χρήστη, ιδίως για όσους έχουν λιγότερη εμπειρία στην κωδικοποίηση.

3. Εκτεταμένη υποστήριξη Binding

Το OpenHAB υπερέχει στην υποστήριξη ενός μεγάλου εύρους συσκευών IoT μέσω του εκτεταμένου συστήματος δέσμησης. Οι δεσμεύσεις του OpenHAB καλύπτουν διάφορα πρωτόκολλα επικοινωνίας, συμπεριλαμβανομένων των Zigbee, Z-Wave, MQTT και άλλων, εξασφαλίζοντας απρόσκοπτη συμβατότητα με ένα ευρύ φάσμα έξυπνων συσκευών. Το Home Assistant, αν και στιβαρό, μπορεί να απαιτεί προσαρμοσμένα εξαρτήματα ή ενσωματώσεις για συγκεκριμένες συσκευές, κάτι που θα μπορούσε να είναι χρονοβόρο και πολύπλοκο για τους χρήστες.

4. Κοινότητα και Documentation (Τεκμηρίωση)

Το OpenHAB διαθέτει μια ζωντανή και ενεργή κοινότητα που συμβάλλει στην εκτεταμένη τεκμηρίωση και τα φόρουμ υποστήριξης χρηστών. Αυτή η ισχυρή κοινότητα διασφαλίζει ότι οι χρήστες έχουν πρόσβαση σε πολύτιμους πόρους, σεμινάρια και βοήθεια για την αντιμετώπιση προβλημάτων. Το Home Assistant διαθέτει επίσης μια υποστηρικτική κοινότητα, αλλά η μεγαλύτερη βάση χρηστών του OpenHAB παρέχει ένα ευρύτερο φάσμα γνώσεων και λύσεων σε κοινά ζητήματα.

5. Παραμετροποίηση και διεπαφή χρήστη

Το OpenHAB προσφέρει μια προσαρμόσιμη διεπαφή χρήστη, επιτρέποντας στους χρήστες να δημιουργήσουν ένα εξατομικευμένο ταμπλό προσαρμοσμένο στις προτιμήσεις τους. Ενώ το Home Assistant προσφέρει επιλογές προσαρμογής, η ευελιξία σχεδιασμού της διεπαφής του OpenHAB και η εμπειρία του χρήστη αποτελούν αξιοσημείωτα πλεονεκτήματα.

6. Σταθερότητα και επεκτασιμότητα

Το OpenHAB έχει επιδείξει εντυπωσιακή σταθερότητα με την πάροδο του χρόνου και η αρχιτεκτονική του είναι σχεδιασμένη για επεκτασιμότητα. Είτε διαχειρίζεστε μια μικρή εγκατάσταση οικιακού αυτοματισμού είτε ένα πολύπλοκο οικοσύστημα έξυπνου σπιτιού, το OpenHAB μπορεί να ανταποκριθεί με ευκολία στις ανάγκες σας. Το Home Assistant είναι επίσης επεκτάσιμο, αλλά ενδέχεται να απαιτεί πρόσθετη διαμόρφωση και προσαρμογή για μεγαλύτερες ρυθμίσεις.

7. OpenHAB 3 - Το παιχνίδι που αλλάζει τα δεδομένα

Το OpenHAB 3, η τελευταία έκδοση της πλατφόρμας, φέρνει σημαντικές βελτιώσεις όσον αφορά τη φιλικότητα προς το χρήστη, τους κανόνες αυτοματισμού και τη συνολική απόδοση. Αυτή η έκδοση έχει κάνει το OpenHAB ακόμη πιο ελκυστικό για όσους επιθυμούν να ξεκινήσουν ένα ταξίδι οικιακού αυτοματισμού.

Κλείνοντας αυτό το κεφάλαιο, το OpenHAB λάμπει ως μια στιβαρή και ευέλικτη επιλογή για τους λάτρεις του οικιακού αυτοματισμού, προσφέροντας ανεξαρτησία πλατφόρμας, ισχυρές μηχανές κανόνων, εκτεταμένη υποστήριξη δεσμεύσεων, μια ζωντανή κοινότητα, επιλογές προσαρμογής και επεκτασιμότητα. Το OpenHAB δεν είναι μόνο μια πλατφόρμα ανοιχτού κώδικα αλλά και μια ανοιχτή πρόσκληση για να εξερευνήσετε τις ατελείωτες δυνατότητες του οικιακού αυτοματισμού. Η επιλογή του OpenHAB έναντι του Home Assistant μπορεί να είναι μια στρατηγική απόφαση που βελτιώνει την εμπειρία του έξυπνου σπιτιού.

4. Παρουσίαση Εξοπλισμού

4.1 Παρουσίαση αισθητήρων

4.1.1 TriSensor της AEOTEC

Το TriSensor της AEOTEC είναι μια αξιοσημείωτη έξυπνη οικιακή συσκευή που έχει σχεδιαστεί για να ενισχύσει την ευφυΐα και την αυτοματοποίηση του οικιακού σας περιβάλλοντος. Συνδυάζει τρεις βασικούς αισθητήρες - κίνησης, θερμοκρασίας και έντασης φωτός - σε μία συμπαγή και ευέλικτη μονάδα. Σε αυτόν τον λεπτομερή οδηγό, θα διερευνήσουμε ποιος είναι ο TriSensor, τι κάνει, πώς μπορείτε να τον χρησιμοποιήσετε και βασικές εκτιμήσεις για την εγκατάσταση και τη λειτουργία του.



Εικόνα 26 - TriSensor Aeotec

Πηγή: <https://aeotec.com/products/aeotec-tri-sensor/>

Ποιος είναι ο TriSensor της ΑΟΤΕC; [50] [51]

Ο ΑΟΤΕC TriSensor είναι ένας αισθητήρας συμβατός με Z-Wave που κατασκευάζεται από την ΑΟΤΕC. Έχει σχεδιαστεί ειδικά για να ανιχνεύει και να παρέχει πολύτιμα δεδομένα σχετικά με την κίνηση, τη θερμοκρασία και την ένταση του φωτός στο οικιακό σας περιβάλλον.

Ποιες είναι οι λειτουργίες του;

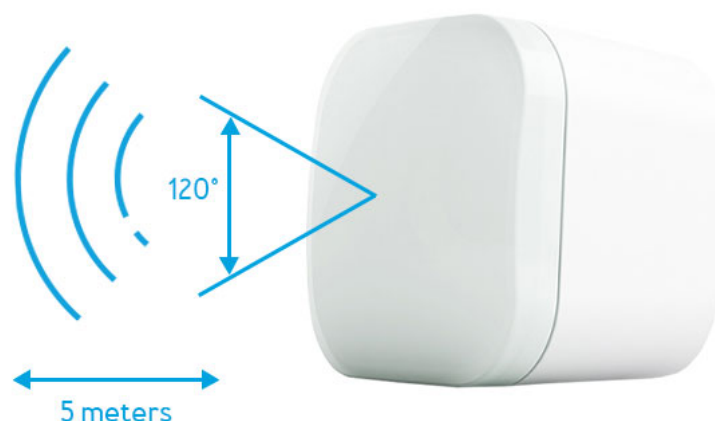
Ο TriSensor λειτουργεί ως τα μάτια και τα αυτιά του έξυπνου σπιτιού σας, προσφέροντας τρεις ξεχωριστές λειτουργίες [50] [51]:

- **Αισθητήρας κίνησης:** Ο αισθητήρας κίνησης του TriSensor διαθέτει ένα αξιοσημειωτο εύρος ανίχνευσης 5 μέτρων και ένα ευρύ οπτικό πεδίο 120°. Καταγράφει δεδομένα κίνησης, τα οποία μπορούν να αξιοποιηθούν για διάφορες εφαρμογές, όπως η ασφάλεια του σπιτιού, η παρακολούθηση της πληρότητας των δωματίων και οι πρωτοβουλίες εξοικονόμησης ενέργειας. Αυτές οι πληροφορίες ενδυναμώνουν το σύστημα οικιακού αυτοματισμού σας με πολύτιμες πληροφορίες.

- **Αισθητήρας θερμοκρασίας:** Στο εσωτερικό του TriSensor βρίσκεται ένας εξαιρετικά ακριβής αισθητήρας θερμοκρασίας, ικανός να μετρά θερμοκρασίες μεταξύ -10°C έως 50°C (14°F έως 122°F) με αξιοσημειωτή ακρίβεια ±2%. Αναφέρει τις μεταβολές της θερμοκρασίας στην έξυπνη πύλη του σπιτιού σας, επιτρέποντας τον ακριβή έλεγχο του κλίματος. Μπορείτε να το χρησιμοποιήσετε για να διαχειριστείτε μηχανοκίνητες κουρτίνες, ανεμιστήρες, θερμοστάτες και πολλά άλλα.

- **Αισθητήρας έντασης φωτός:** Το TriSensor διαθέτει έναν ψηφιακό αισθητήρα φωτισμού σε πραγματικό χρόνο, επιτρέποντας στο σύστημα ελέγχου του σπιτιού σας να ρυθμίζει έξυπνα τον φωτισμό. Είτε πρόκειται για το άνοιγμα και το κλείσιμο των κουρτινών είτε για τη ρύθμιση των φώτων στο τέλειο επίπεδο για την ημέρα ή τη νύχτα, το TriSensor ενισχύει το έξυπνο σύστημα φωτισμού σας. Εξασφαλίζει ότι η ατμόσφαιρα του σπιτιού σας διατηρείται στο επιθυμητό επίπεδο.

Πώς μπορώ να το χρησιμοποιήσω;



Εικόνα 27 - Χρησιμεύσεις TriSensor

Πηγή: <https://aeotec.com/products/aeotec-tri-sensor/>

Η ευελιξία του TriSensor της AEOTEC ανοίγει έναν κόσμο δυνατοτήτων για το έξυπνο σπίτι σας [51].:

- **Ενίσχυση της ασφάλειας:** Αξιοποιήστε τον αισθητήρα κίνησης για να ενισχύσετε το σύστημα ασφαλείας του σπιτιού σας. Η ικανότητα του TriSensor να ανιχνεύει την κίνηση ακόμη και στο σκοτάδι εξασφαλίζει ολοκληρωμένη κάλυψη ασφαλείας
- **Βελτιστοποιήστε τον έλεγχο του κλίματος:** Εκμεταλλευτείτε τον αισθητήρα θερμοκρασίας για να δημιουργήσετε την ιδανική θερμοκρασία δωματίου. Το TriSensor μπορεί να ρυθμίσει αυτόματα τα συστήματα θέρμανσης και ψύξης που είναι συνδεδεμένα στην πύλη Z-Wave, εξασφαλίζοντας ότι τα δωμάτιά σας είναι πάντα άνετα.
- **Έξυπνος φωτισμός:** Αξιοποιήστε τη δύναμη του αισθητήρα έντασης φωτός για να δημιουργήσετε δυναμικά σενάρια φωτισμού. Το TriSensor μπορεί να φωτίζει αυτόματα τον έξυπνο φωτισμό καθώς σκοτεινιάζει, εξασφαλίζοντας μια απρόσκοπτη μετάβαση από τον ημερήσιο στον νυχτερινό φωτισμό.
- **Ενεργειακή απόδοση:** Το TriSensor σας βοηθάει να εξοικονομήσετε ενέργεια, ανιχνεύοντας την πληρότητα του χώρου. Χρησιμοποιήστε αυτά τα δεδομένα για να απενεργοποιήσετε τα φώτα ή να ρυθμίσετε τα συστήματα θέρμανσης και ψύξης όταν τα δωμάτια δεν είναι κατειλημμένα, συμβάλλοντας στην εξοικονόμηση ενέργειας.

Τι πρέπει να γνωρίζω;

Ακολουθούν ορισμένες σημαντικές παρατηρήσεις για τη χρήση του TriSensor της ΑΕΟΤΕC [51]:

- **Εγκατάσταση:** TriSensor έχει σχεδιαστεί για ευέλικτη εγκατάσταση. Μπορεί να τοποθετηθεί σε επίπεδες επιφάνειες, σε γωνίες, σε τοίχους ή μέσα σε οροφές ή τοίχους χρησιμοποιώντας πρόσθετα εξαρτήματα. Το συμπαγές μέγεθός του (1,77 ίντσες) και το βάρος του (50 γραμμάρια) καθιστούν εύκολη την τοποθέτησή του σχεδόν οπουδήποτε στο σπίτι σας.
- **Καταλληλότητα για το περιβάλλον:** Το TriSensor προορίζεται για χρήση μόνο σε ξηρούς χώρους. Αποφύγετε τη χρήση του σε υγρά, υγρά ή βρεγμένα περιβάλλοντα. Επιπλέον, κρατήστε το μακριά από παιδιά λόγω των μικρών μερών.
- **Διαμόρφωση:** Το TriSensor προσφέρει διάφορες επιλογές διαμόρφωσης μέσω της κλάσης εντολών Z-Wave. Μπορείτε να ρυθμίσετε παραμέτρους όπως ο χρόνος επαναφοράς κίνησης, ο χρόνος εκκαθάρισης κίνησης, το διάστημα αναφοράς του αισθητήρα θερμοκρασίας, το διάστημα αναφοράς του αισθητήρα φωτός και άλλα για να προσαρμόσετε τη συμπεριφορά του στις προτιμήσεις σας.
- **Τεκμηρίωση:** για αναλυτικές πληροφορίες, συμπεριλαμβανομένων οδηγιών γρήγορης εκκίνησης, τεχνικών προδιαγραφών, οδηγιών βαθμονόμησης και υποστήριξης κατηγορίας εντολών, ανατρέξτε στην επίσημη τεκμηρίωση της ΑΕΟΤΕC.

Συνοπτικά, ο TriSensor της ΑΕΟΤΕC είναι μια πολύτιμη προσθήκη στο έξυπνο σπίτι σας, προσφέροντας δυνατότητες ανίχνευσης κίνησης, θερμοκρασίας και έντασης φωτός. Η ευελιξία του και η ενσωμάτωσή του στο σύστημα έξυπνου σπιτιού σας, σας επιτρέπουν να δημιουργήσετε έναν πιο έξυπνο, άνετο και ενεργειακά αποδοτικό χώρο διαβίωσης.

4.2 Aeotec Multisensor 6: Ο ολοκληρωμένος κόμβος αισθητήρων Smart Home

Ο Aeotec Multisensor 6 είναι μια πρωτοποριακή συσκευή έξυπνου σπιτιού που αναπτύχθηκε από την Aeotec, σχεδιασμένη να παρέχει ολοκληρωμένες πληροφορίες για το περιβάλλον του σπιτιού σας. Συνδυάζει μια σειρά από αισθητήρες, όπως αισθητήρες κίνησης, θερμοκρασίας, υγρασίας, φως, υπεριώδους ακτινοβολίας (UV) και δόνησης, όλα μέσα σε μια συμπαγή και έξυπνα σχεδιασμένη συσκευασία. Σε αυτόν τον αναλυτικό οδηγό, θα εξερευνήσουμε ποιος είναι ο Multisensor 6, τι κάνει, πώς μπορείτε να τον χρησιμοποιήσετε και βασικές εκτιμήσεις για την εγκατάσταση και τη λειτουργία του.



Εικόνα 28 - MultiSensor 6

Πηγή: <https://aeotec.com/products/aeotec-multi-sensor-6/>

4.2.1 Ποιος είναι ο Multisensor 6 της Aeotec;

Ο Multisensor 6 [52] είναι η επιτομή της νοημοσύνης μέσα σε ένα έξυπνο σπίτι. Ξεπερνά τον απλό προγραμματισμό και αντιδρά σε πραγματικό χρόνο σε συμβάντα στο περιβάλλον του σπιτιού σας. Αυτή η συσκευή χρησιμεύει ως θεμέλιο για ένα σύγχρονο έξυπνο σπίτι, φιλοξενώντας προηγμένη τεχνολογία για νοημοσύνη σε πραγματικό χρόνο.

4.2.2 Ποιές είναι οι λειτουργίες του;

Το Multisensor 6 [53] διαθέτει έξι διαφορετικούς αισθητήρες, ο καθένας με τις δικές του μοναδικές δυνατότητες [52]:

- **Αισθητήρας κίνησης:** Με αξιοσημείωτη εμβέλεια 5 μέτρων και ευρύ οπτικό πεδίο 120°, ο αισθητήρας κίνησης είναι ιδανικός για την ασφάλεια, την ανίχνευση παρουσίας και τη διαχείριση του σπιτιού. Παρέχει δεδομένα που ενδυναμώνουν το σύστημα οικιακού αυτοματισμού για εφαρμογές που κυμαίνονται από την ασφάλεια έως τη διαχείριση της θέρμανσης και την εξοικονόμηση ενέργειας.
- **Αισθητήρας θερμοκρασίας:** Στο εσωτερικό του Multisensor 6 βρίσκεται ένας αυξητικός αισθητήρας θερμοκρασίας, ικανός να μετρά με ακρίβεια θερμοκρασίες μεταξύ -10°C έως 50°C (14°F έως 122°F) με αξιοσημείωτη ακρίβεια ±2%. Αναφέρει τις μεταβολές της θερμοκρασίας στην έξυπνη πύλη του σπιτιού σας, επιτρέποντας τον ακριβή έλεγχο του κλίματος.
- **Αισθητήρας υγρασίας:** Παρακολουθώντας την υγρασία από 0% έως 100%, ο αισθητήρας υγρασίας επιτρέπει την έξυπνη αυτοματοποίηση συσκευών όπως ανεμιστήρες, μηχανοκίνητα παράθυρα, αφυγραντήρες και υγραντήρες. Εξασφαλίζει ότι το περιβάλλον του σπιτιού σας παραμένει απόλυτα ισορροπημένο.
- **Αισθητήρας φωτός:** Με ψηφιακή ανίχνευση φωτός σε πραγματικό χρόνο, ο αισθητήρας Multisensor 6 μετράει τα επίπεδα φωτισμού σε ένα δωμάτιο. Αυτά τα δεδομένα επιτρέπουν στο σύστημα ελέγχου του σπιτιού σας να ρυθμίζει έξυπνα το φωτισμό, βελτιώνοντας την ατμόσφαιρα από το άνοιγμα και το κλείσιμο των κουρτινών μέχρι τη ρύθμιση των φώτων στο ιδανικό επίπεδο για κάθε ώρα της ημέρας ή της νύχτας.
- **Αισθητήρας υπεριώδους ακτινοβολίας:** Ο αισθητήρας Multisensor 6 μετρά με ακρίβεια το υπεριώδες φως (UV), ευθυγραμμισμένος με τον δείκτη UV του Παγκόσμιου Οργανισμού Υγείας. Αυτές οι πληροφορίες είναι ζωτικής σημασίας για τη διαχείριση του περιβάλλοντος μέσω κουρτινών, σκιάστρων, φωτισμού και την παροχή συστάσεων για την υγεία και την ιδιοκτησία.

- **Αισθητήρας δόνησης:** Εκτός από τη μέτρηση του περιβάλλοντος, το Multisensor 6 περιλαμβάνει έναν σεισμικό αισθητήρα ικανό να ανιχνεύει και να αναφέρει δονήσεις. Μπορεί να ανιχνεύσει παραβίαση ή κίνηση, ενισχύοντας την ασφάλεια και την προστασία της συσκευής.

4.2.3 Πώς μπορώ να το χρησιμοποιήσω;

Το Multisensor 6 προσφέρει πληθώρα δυνατοτήτων για το έξυπνο σπίτι σας:



Εικόνα 29 - Uses of Multisensor 6

Πηγή: <https://aeotec.com/products/aeotec-multi-sensor-6/>

- **Ενισχυμένη ασφάλεια:** Αξιοποιήστε τον αισθητήρα κίνησης για ένα ισχυρό σύστημα ασφαλείας. Το μεγάλο εύρος ανίχνευσής του εξασφαλίζει ολοκληρωμένη κάλυψη, ακόμη και σε απόλυτο σκοτάδι.
- **Έλεγχος του κλίματος:** Αξιοποιήστε τους αισθητήρες θερμοκρασίας και υγρασίας για τέλεια διαχείριση του κλίματος. Αυτοματοποιήστε τους ανεμιστήρες, τα μηχανοκίνητα παράθυρα και τα συστήματα HVAC για βέλτιστη άνεση.
- **Έξυπνος φωτισμός:** Εκμεταλλευτείτε τον αισθητήρα φωτός για δυναμικά σενάρια φωτισμού. Ο πολυαισθητήρας 6 μπορεί να προσαρμόσει αυτόματα τα επίπεδα φωτισμού με βάση τις συνθήκες φωτισμού του περιβάλλοντος.

- **Προστασία από την υπεριώδη ακτινοβολία:** Διαχειριστείτε τα επίπεδα υπεριώδους ακτινοβολίας για να προστατεύσετε τα έπιπλα και την υγεία σας. Ρυθμίστε τις κουρτίνες, τα σκίαστρα και τον φωτισμό για να μειώσετε την έκθεση στην υπεριώδη ακτινοβολία.
- **Ειδοποιήσεις δόνησης:** Λάβετε ειδοποιήσεις για δονήσεις ή παραβίαση, ενισχύοντας την ασφάλεια και την προστασία της συσκευής.

4.2.4 Τι πρέπει να γνωρίζω;

Ακολουθούν βασικές παρατηρήσεις για τη χρήση του Multisensor 6 [52] [53]:

- **Συμβατότητα:** Για να χρησιμοποιήσετε τον Multisensor 6, θα χρειαστείτε ένα σύστημα ή μια πύλη συμβατή με Z-Wave που υποστηρίζει την τεχνολογία Z-Wave Plus.
- **Επιλογές τροφοδοσίας:** Ο Multisensor 6 μπορεί να τροφοδοτηθεί με ρεύμα από δύο μπαταρίες CR123A, προσφέροντας διάρκεια ζωής μπαταρίας έως και 2 χρόνια, ή μέσω ενός παρεχόμενου καλωδίου USB για συνεχή τροφοδοσία.
- **Εγκατάσταση:** Η συσκευή μπορεί να τοποθετηθεί σε τοίχους, οροφές ή επίπεδες επιφάνειες χρησιμοποιώντας τα παρεχόμενα εξαρτήματα. Ωστόσο, συνιστάται να αποφεύγετε την τοποθέτησή της κοντά σε μεγάλα μεταλλικά αντικείμενα, καθώς αυτά ενδέχεται να αποδυναμώσουν το ασύρματο σήμα Z-Wave.
- **Αντιμετώπιση προβλημάτων:** Εάν αντιμετωπίσετε οποιοδήποτε πρόβλημα, η Aeotec παρέχει βήματα αντιμετώπισης προβλημάτων τόσο για τον αισθητήρα κίνησης όσο και για τους άλλους αισθητήρες (φως, υγρασία, θερμοκρασία, υπεριώδης ακτινοβολία).
- **Υποστήριξη:** Για τεχνική υποστήριξη ή βοήθεια σχετικά με την εγγύηση, μπορείτε να επικοινωνήσετε με την ομάδα υποστήριξης της Aeotec ή με το κατάστημα λιανικής πώλησης από το οποίο αγοράσατε το προϊόν.

Το Aeotec Multisensor 6 είναι μια ευέλικτη και έξυπνη συσκευή που ενισχύει το έξυπνο σπίτι σας παρέχοντας δεδομένα από έξι αισθητήρες. Ο συμπαγής σχεδιασμός του, οι πολλαπλοί αισθητήρες και οι ευέλικτες επιλογές εγκατάστασης το καθιστούν μια ανεκτίμητη προσθήκη στη ρύθμιση του οικιακού σας αυτοματισμού.

4.3 Strip Guard 700: Ο αόρατος φύλακας για την ασφάλεια του σπιτιού σας

Το Sensative Strips Guard 700 είναι ένας επαναστατικός μαγνητικός αισθητήρας που έχει σχεδιαστεί για να ενισχύει την ασφάλεια του σπιτιού παρακολουθώντας παράθυρα, πόρτες και πολύτιμα περιουσιακά στοιχεία. Εξοπλισμένο με την τεχνολογία Z-Wave 700 [54], προσφέρει προηγμένα χαρακτηριστικά, ενεργειακά αποδοτική επικοινωνία και μεγάλη διάρκεια ζωής της μπαταρίας. Σε αυτόν τον αναλυτικό οδηγό, θα εμβαθύνουμε στο ποιος είναι ο Strips Guard 700, τι κάνει, πώς να τον χρησιμοποιήσετε αποτελεσματικά και σε κρίσιμες λεπτομέρειες για τη βέλτιστη λειτουργία του.



Εικόνα 30 - Sensative Strip Guard 700

Πηγή: <https://www.amazon.com.be/-/en/Sensative-Strip-Guard-700-Z-Wave/dp/B09SSZ484L>

4.3.1 Ποιο είναι το Sensative Strips Guard 700;

Το Sensative Strips Guard 700 είναι ο διακριτικός αλλά ισχυρός φύλακας για την ασφάλεια του σπιτιού σας. Έχει σχεδιαστεί για να παρακολουθεί πόρτες, παράθυρα και πολύτιμα αντικείμενα, παρέχοντας ενημερώσεις κατάστασης σε πραγματικό χρόνο για να ενισχύσει την ασφάλεια του σπιτιού σας.

4.3.2 Ποιες είναι οι λειτουργίες του;

Το Strips Guard 700 προσφέρει πλήθος χαρακτηριστικών και πλεονεκτημάτων [54]:

- **Ανίχνευση ανοίγματος/κλεισίματος:** Αυτός ο αισθητήρας υπερέχει στην ανίχνευση της κατάστασης των θυρών και των παραθύρων. Μπορεί να ειδοποιήσει άμεσα τον ελεγκτή Z-Wave όταν μια πόρτα ή ένα παράθυρο ανοίγει ή κλείνει, ενισχύοντας τα μέτρα ασφαλείας σας.

Τεχνολογία Z-Wave 700: Με την τεχνολογία Z-Wave 700, το Strips Guard 700 εξασφαλίζει αποτελεσματική επικοινωνία και αυτόματη διαχείριση ενέργειας. Αυτή η τεχνολογία όχι μόνο εξοικονομεί ενέργεια, αλλά συμβάλλει και στη μεγάλη διάρκεια ζωής της μπαταρίας.

- **Εξαιρετικά λεπτός σχεδιασμός:** Το εξαιρετικά λεπτό προφίλ του, με πάχος μόλις 3 mm (0,11 ίντσες), επιτρέπει την απαραίτητη εγκατάσταση. Μπορείτε να το τοποθετήσετε αόρατα μέσα σε ένα πλαίσιο πόρτας ή σε ντουλάπια για να παρακολουθείτε διακριτικά τις δραστηριότητες.
- **Μεγάλη διάρκεια ζωής μπαταρίας:** Το Strips Guard 700 διαθέτει μια ειδικά σχεδιασμένη μπαταρία που μπορεί να διαρκέσει έως και 10 χρόνια, εξαλείφοντας την ταλαιπωρία των συχνών αλλαγών μπαταρίας ή επαναφόρτισης.
- **Διευρυμένη εμβέλεια:** Με εμβέλεια έως και 100 μέτρα (300 πόδια), αυτός ο αισθητήρας προσφέρει εκτεταμένη κάλυψη, εξασφαλίζοντας αξιόπιστη επικοινωνία με το δίκτυο Z-Wave.
- **Εύκολη εγκατάσταση:** Η τοποθέτηση του Strips Guard 700 είναι πανεύκολη, χάρη στην αυτοκόλλητη πλάτη του. Η διαδικασία εγκατάστασης είναι γρήγορη και απλή, καθιστώντας το μια φιλική προς το χρήστη επιλογή τόσο για αρχάριους όσο και για ειδικούς.
- **SmartStart:** Ο αισθητήρας υποστηρίζει το SmartStart, μια λειτουργία που απλοποιεί την ένταξη συσκευών στο δίκτυο Z-Wave. Σαρώνοντας τον κωδικό QR στον αισθητήρα χρησιμοποιώντας την εφαρμογή του ελεγκτή σας, μπορείτε να ξεκινήσετε τη διαδικασία ένταξης, η οποία συνήθως διαρκεί λιγότερο από 10 λεπτά.
- **Ασφαλής κρυπτογράφηση S2:** Η ασφάλεια αποτελεί ύψιστη προτεραιότητα και το Strips Guard 700 χρησιμοποιεί κρυπτογράφηση S2 Secure Encryption για την προστασία των δεδομένων σας και την εξασφάλιση ασφαλούς επικοινωνίας στο δίκτυο έξυπνου σπιτιού σας.

4.3.3 Πώς μπορώ να το χρησιμοποιήσω;

Για να χρησιμοποιήσετε αποτελεσματικά το Sensative Strips Guard 700, ακολουθήστε τα παρακάτω βήματα [54]:



Εικόνα 31 - Uses of Strips Guard 700

Πηγή: <https://www.domadoo.fr/en/peripheriques/5770-sensative-strips-guard-700-for-z-wave-eu-7350088520437.html>

- **Συμβατότητα Strips Guard 700:** Βεβαιωθείτε ότι διαθέτετε έναν ελεγκτή Z-Wave συμβατό με το Strips Guard 700. Ο ελεγκτής σας θα πρέπει να υποστηρίζει είτε το SmartStart είτε την κλασική ένταξη για τη σύζευξη συσκευών.
- **Ένταξη SmartStart (εάν υποστηρίζεται):** Εάν ο ελεγκτής Z-Wave που διαθέτετε υποστηρίζει το SmartStart, απλά σαρώστε τον κωδικό QR στον αισθητήρα χρησιμοποιώντας την εφαρμογή του ελεγκτή σας και αφαιρέστε τους μαγνήτες από τα Strips για να ξεκινήσει η διαδικασία ένταξης. Ο αισθητήρας θα προστεθεί στο δίκτυο Z-Wave εντός 10 λεπτών.
- **Κλασική ένταξη (εάν δεν υποστηρίζεται):** Εάν ο ελεγκτής σας δεν υποστηρίζει το SmartStart, ανοίξτε την εφαρμογή του ελεγκτή Z-Wave και ενεργοποιήστε τη λειτουργία αντιστοίχισης. Στη συνέχεια, αφαιρέστε τους μαγνήτες από το Strips για να το προσθέσετε στο δίκτυο Z-Wave.

- **Σωστή εγκατάσταση:** Τοποθετήστε το Strips Guard 700 σε ένα κενό στο πλαίσιο της πόρτας ή του παραθύρου με ελάχιστο ύψος 3,5 mm. Βεβαιωθείτε ότι ο μαγνήτης έχει τοποθετηθεί κατάλληλα στην πόρτα/παράθυρο ή στο πλαίσιο χωρίς να παρεμβαίνει στους μεντεσέδες ή στους μηχανισμούς ασφάλισης. Αποφύγετε την τοποθέτησή του απευθείας πάνω σε μαγνητικές επιφάνειες ή μέσα σε μεταλλικές κατασκευές, καθώς αυτό μπορεί να μειώσει την εμβέλεια. Για βέλτιστη αξιοπιστία και εμβέλεια, λάβετε υπόψη την παρουσία συσκευών Z-Wave χωρίς μπαταρία που λειτουργούν ως επαναλήπτες.
- **Επαλήθευση:** Επαληθεύστε ότι το Strips Guard 700 λειτουργεί σωστά, μετακινώντας τον τετραγωνισμένο μαγνήτη προς την τετράγωνη άκρη, σύμφωνα με τις οδηγίες. Ελέγξτε αν ο ελεγκτής Z-Wave εμφανίζει με ακρίβεια την κατάσταση. Εάν το σύστημα Z-Wave δεν ανταποκρίνεται, ίσως χρειαστεί να ρυθμίσετε τον τύπο ειδοποίησης του Strips από τον ελεγκτή.
- **Καθαρή εγκατάσταση:** Βεβαιωθείτε ότι η επιφάνεια εγκατάστασης είναι καθαρή, στεγνή και τουλάχιστον +10°C (+50°F). Χρησιμοποιήστε το παρεχόμενο πανί για να προετοιμάσετε τις επιφάνειες. Περιλαμβάνεται μια μικρή δοκιμαστική κόλλα για την επανατοποθέτηση των Strips, αν χρειαστεί. Τοποθετήστε τον μαγνήτη σε απόσταση μικρότερη των 10 mm από το τετράγωνο άκρο των Strips όταν η πόρτα/το παράθυρο είναι κλειστό και σε απόσταση τουλάχιστον 30 mm όταν είναι ανοιχτό.

4.3.4 Τι πρέπει να γνωρίζω;

Το Sensative Strips Guard 700 είναι ένας ευέλικτος και αξιόπιστος αισθητήρας ασφαλείας. Ακολουθούν σημαντικές παρατηρήσεις [54]:

- **Συμβατότητα:** Επιβεβαιώστε ότι ο ελεγκτής Z-Wave που διαθέτετε υποστηρίζει το SmartStart ή την κλασική ένταξη για απρόσκοπτη ενσωμάτωση της συσκευής.
- **Εγκατάσταση:** Ακολουθήστε σωστά τις οδηγίες εγκατάστασης για να διασφαλίσετε τη βέλτιστη λειτουργία του αισθητήρα. Αποφύγετε την τοποθέτησή του σε μαγνητικές επιφάνειες ή μέσα σε μεταλλικές κατασκευές για να διατηρήσετε μια αξιόπιστη εμβέλεια.
- **Διάρκεια ζωής της μπαταρίας:** Απολαύστε την ευκολία της μεγάλης διάρκειας ζωής της μπαταρίας, με την ειδικά σχεδιασμένη μπαταρία να διαρκεί έως και 10 χρόνια.
- **Ασφάλεια:** Να είστε σίγουροι ότι τα δεδομένα σας είναι ασφαλή, καθώς ο αισθητήρας χρησιμοποιεί S2 Secure Encryption για προστασία.
- **Συντήρηση:** Ελέγχετε τακτικά τη λειτουργικότητα του αισθητήρα για να διασφαλίσετε ότι συνεχίζει να λειτουργεί αποτελεσματικά.

Ο αισθητήρας Sensitive Strips Guard 700 είναι μια ανεκτίμητη προσθήκη στη ρύθμιση ασφαλείας του έξυπνου σπιτιού σας, προσφέροντας διακριτικές αλλά ισχυρές δυνατότητες παρακολούθησης για πόρτες, παράθυρα και πολύτιμα περιουσιακά στοιχεία.

4.4 Ποιο είναι το Wall Plug FIBARO, τι κάνει και πώς μπορείτε να το χρησιμοποιήσετε;



Εικόνα 32 - Wall Plug FIBARO

Πηγή: <http://www.google.com/Images/>

Το Wall Plug FIBARO [55] είναι μια ευπροσάρμοστη και έξυπνη συσκευή που έχει σχεδιαστεί για να ενισχύσει τον οικιακό αυτοματισμό και τη διαχείριση της ενέργειας. Σε αυτόν τον αναλυτικό οδηγό, θα διερευνήσουμε ποιος είναι το Wall Plug FIBARO, τις λειτουργίες και τα χαρακτηριστικά του, πώς να το χρησιμοποιήσετε αποτελεσματικά και σημαντικές λεπτομέρειες που πρέπει να λάβετε υπόψη για τη βέλτιστη αξιοποίησή του.

4.4.1 Ποιες είναι οι λειτουργίες του;

Το Wall Plug FIBARO προσφέρει μια σειρά χαρακτηριστικών και δυνατοτήτων [55]:

- **Μέτρηση της κατανάλωσης ενέργειας:** Αυτή η έξυπνη πρίζα υπερβαίνει τον απλό έλεγχο, παρέχοντας λεπτομερή δεδομένα κατανάλωσης ενέργειας. Σας επιτρέπει να παρακολουθείτε και να διαχειρίζεστε τη χρήση ενέργειας των συνδεδεμένων συσκευών.
- **Οπτικοποίηση δακτυλίου LED:** Διαθέτοντας έναν κρυστάλλινο δακτύλιο LED, το Wall Plug FIBARO αναπαριστά οπτικά το τρέχον φορτίο αλλάζοντας χρώματα. Αυτή η διαισθητική ανατροφοδότηση σας βοηθά να κατανοήσετε την κατανάλωση ενέργειας των συνδεδεμένων συσκευών με μια ματιά.

- **Χειροκίνητος έλεγχος και έλεγχος Z-Wave:** Μπορείτε να χειριστείτε το Wall Plug FIBARO χειροκίνητα χρησιμοποιώντας το κουμπί σέρβις που βρίσκεται στο περίβλημά του. Εναλλακτικά, μπορεί να ελεγχθεί μέσω οποιουδήποτε ελεγκτή συμβατού με Z-Wave, προσφέροντας ευκολία και ευελιξία στη διαχείριση των συσκευών σας.
- **Συμβατότητα με το Z-Wave:** Το Wall Plug FIBARO είναι συμβατό με οποιονδήποτε ελεγκτή Z-Wave, εξασφαλίζοντας την απρόσκοπτη ενσωμάτωση στο υπάρχον οικοσύστημα του έξυπνου σπιτιού σας.
- **Χαρακτηριστικά ασφαλείας:** (λειτουργία ασφαλείας δικτύου Z-Wave) με κρυπτογράφηση AES-128 (firmware 3.2 ή νεότερη έκδοση). Αυτό διασφαλίζει την ασφάλεια των δεδομένων και των επικοινωνιών σας.
- **Εύκολη εγκατάσταση:** Η εγκατάσταση του Wall Plug FIBARO είναι μια απλή διαδικασία. Απλά συνδέστε το σε μια πρίζα και είναι έτοιμο για χρήση. Το συμπαγές και κομψό περίβλημα συνδυάζεται άψογα με τη διακόσμηση του σπιτιού σας.
- **Διαχείριση ενέργειας:** Με τη λειτουργία μέτρησης της κατανάλωσης ενέργειας, το Wall Plug FIBARO σας βοηθά να διαχειριστείτε αποτελεσματικά την κατανάλωση ενέργειας, προωθώντας την ενεργειακή αποδοτικότητα.

4.4.2 Πώς μπορείτε να το χρησιμοποιήσετε;

Για να χρησιμοποιήσετε αποτελεσματικά το Wall Plug FIBARO, ακολουθήστε τα παρακάτω βήματα:



Εικόνα 33 - Uses of Wall Plug FIBARO

Πηγή: <https://www.amazon.com/FIBARO-Z-Wave-Charging-FGWPB-121-White/dp/B079Q26X9M>

- **Έλεγχος συμβατότητας:** Βεβαιωθείτε ότι διαθέτετε έναν ελεγκτή Z-Wave που είναι συμβατός με το Wall Plug FIBARO.
- **Εγκατάσταση:** Απλά συνδέστε το Wall Plug FIBARO σε μια συμβατή πρίζα. Η εγκατάσταση είναι γρήγορη και εύκολη.
- **Επιλογές ελέγχου:** Μπορείτε να ελέγξετε το Wall Plug FIBARO χειροκίνητα χρησιμοποιώντας το κουμπί σέρβις στο περίβλημά του. Εναλλακτικά, ενσωματώστε το στο δίκτυο Z-Wave για να το ελέγχετε εξ αποστάσεως.
- **Παρακολούθηση της κατανάλωσης ενέργειας:** Επωφεληθείτε από τη λειτουργία μέτρησης της κατανάλωσης ενέργειας για να παρακολουθείτε τη χρήση ενέργειας των συνδεδεμένων συσκευών σας. Τα δεδομένα αυτά μπορούν να σας βοηθήσουν να λάβετε τεκμηριωμένες αποφάσεις σχετικά με τη διαχείριση της ενέργειας.

- **Προσαρμογή:** Ο δακτύλιος LED στο Wall Plug FIBARO παρέχει οπτική ανατροφοδότηση σχετικά με την κατάσταση των συνδεδεμένων συσκευών. Μπορείτε να προσαρμόσετε τη συμπεριφορά του δακτυλίου LED σύμφωνα με τις προτιμήσεις σας.
- **Ασφάλεια:** Εάν διαθέτετε υλικολογισμικό 3.2 ή νεότερο, μπορείτε να ενεργοποιήσετε τη λειτουργία προστασίας με κρυπτογράφηση AES-128 για να ενισχύσετε την ασφάλεια του δικτύου Z-Wave.

4.4.3 Τι πρέπει να γνωρίζετε;

Ακολουθούν σημαντικές παρατηρήσεις κατά τη χρήση του Wall Plug FIBARO:

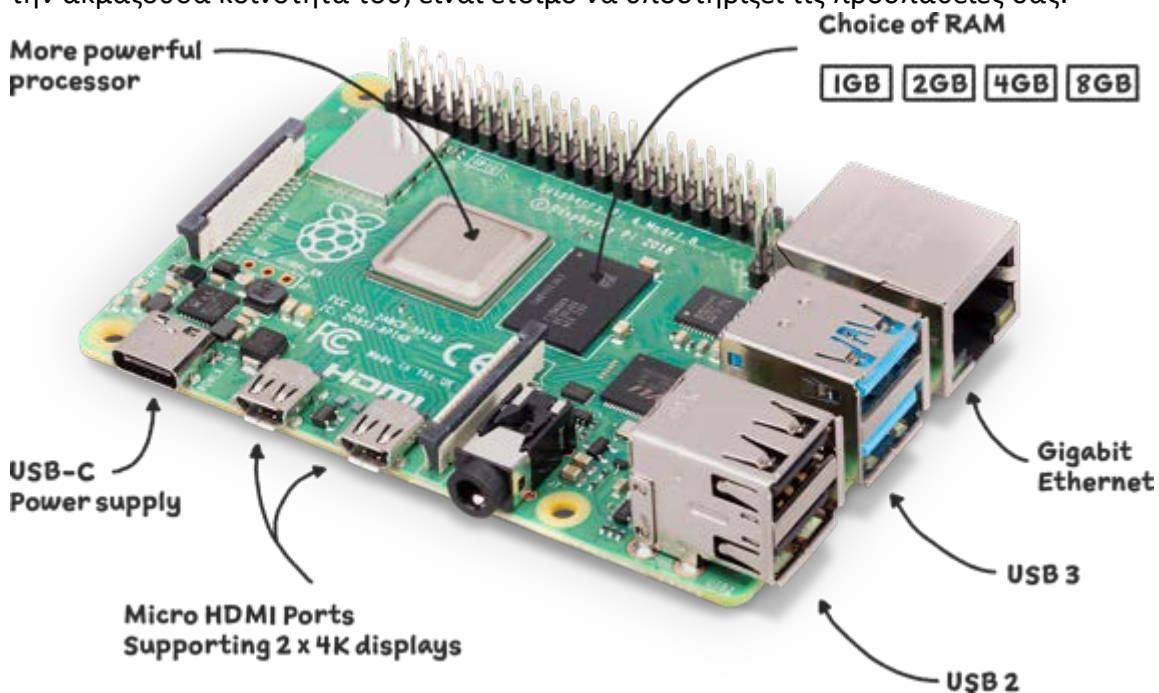
- **Συμβατότητα:** Βεβαιωθείτε ότι ο ελεγκτής Z-Wave σας υποστηρίζει το Wall Plug FIBARO για απρόσκοπτη ενσωμάτωση.
- **Περιορισμοί ισχύος:** Το Wall Plug FIBARO έχει σχεδιαστεί για συσκευές με ισχύ εξόδου έως 2.500W. Μην υπερβαίνετε αυτό το όριο.
- **Διαχείριση ενέργειας:** Αξιοποιήστε τη λειτουργία μέτρησης της κατανάλωσης ενέργειας για να παρακολουθείτε και να βελτιστοποιείτε τη χρήση ενέργειας στο σπίτι σας.
- **Προσαρμογή:** Επωφεληθείτε από τις προσαρμόσιμες ρυθμίσεις του δακτυλίου LED για να προσαρμόσετε την οπτική ανατροφοδότηση στις προτιμήσεις σας.
- **Ασφάλεια:** Εάν η ασφάλεια αποτελεί ανησυχία, εξετάστε το ενδεχόμενο χρήσης της προστατευμένης λειτουργίας με κρυπτογράφηση AES-128 για πρόσθετη προστασία δεδομένων.

Εν κατακλείδι, το Wall Plug FIBARO είναι μια ευέλικτη και έξυπνη συσκευή που βελτιώνει την εμπειρία του έξυπνου σπιτιού σας παρέχοντας δεδομένα κατανάλωσης ενέργειας, βολικές επιλογές ελέγχου και χαρακτηριστικά ασφαλείας. Σας δίνει τη δυνατότητα να διαχειρίζεστε τη χρήση ενέργειας αποτελεσματικά και έξυπνα.

4.5 Παρουσίαση του Raspberry Pi 4

Επισκόπηση του Raspberry Pi [56]:

Το Raspberry Pi 4 είναι μια αξιοσημείωτη συσκευή που συνδυάζει τη λειτουργικότητα ενός πλήρως λειτουργικού υπολογιστή σε ένα μικροσκοπικό και οικονομικό πακέτο. Είτε οι ανάγκες σας περιλαμβάνουν περιήγηση στο διαδίκτυο, παιχνίδια, προγραμματισμό ή ακόμη και κατασκευή φυσικών συσκευών, το Raspberry Pi, μαζί με την ακμάζουσα κοινότητά του, είναι έτοιμο να υποστηρίξει τις προσπάθειές σας.



Εικόνα 34 - Raspberry 4

Πηγή: <https://www.raspberrypi.com/products/raspberry-pi-4-model-b/>

4.5.1 Τι είναι το Raspberry Pi;

Το Raspberry Pi [56] ταξινομείται ως υπολογιστής μίας πλακέτας, που σημαίνει ότι είναι ένας υπολογιστής κατασκευασμένος σε μία μόνο πλακέτα τυπωμένου κυκλώματος. Παρά το μικρό του σχήμα, που έχει περίπου το μέγεθος μιας πιστωτικής κάρτας, το Raspberry Pi δεν πρέπει να υποτιμάται από άποψη ισχύος. Μπορεί να επιτελέσει τις ίδιες εργασίες με πιο σημαντικούς και ενεργοβόρους υπολογιστές, αν και με δυνητικά μειωμένη ταχύτητα.

Το πρόγραμμα Raspberry Pi γεννήθηκε από την επιθυμία να προωθηθεί η πρακτική εκπαίδευση στην πληροφορική σε παγκόσμιο επίπεδο. Οι δημιουργοί του δημιούργησαν το μη κερδοσκοπικό Ίδρυμα Raspberry Pi Foundation, με τις αρχικές προσδοκίες να είναι μετριοπαθείς. Ωστόσο, οι λίγες χιλιάδες μονάδες που παρήχθησαν το 2012 για δοκιμές εξαντλήθηκαν γρήγορα και έκτοτε έχουν αποσταλεί εκατομμύρια σε όλο τον κόσμο. Οι πλακέτες αυτές έχουν βρει το δρόμο τους σε σπίτια, αίθουσες διδασκαλίας, γραφεία, κέντρα δεδομένων, εργοστάσια, ακόμη και σε αντισυμβατικές τοποθεσίες όπως αυτοκινούμενα σκάφη και διαστημικά μπαλόνια.

Διάφορα μοντέλα Raspberry Pi έχουν κυκλοφορήσει από το αρχικό μοντέλο B, με κάθε επανάληψη να φέρνει είτε βελτιωμένες προδιαγραφές είτε χαρακτηριστικά προσαρμοσμένα σε συγκεκριμένες περιπτώσεις χρήσης. Για παράδειγμα, η οικογένεια Raspberry Pi Zero προσφέρει μικρότερη διάταξη και μειωμένες απαιτήσεις ισχύος θυσιάζοντας ορισμένα χαρακτηριστικά, όπως πολλαπλές θύρες USB και θύρα ενσύρματου δικτύου.

Ωστόσο, όλα τα μοντέλα Raspberry Pi μοιράζονται ένα κρίσιμο χαρακτηριστικό: τη συμβατότητα. Το λογισμικό που έχει γραφτεί για ένα μοντέλο είναι σχεδιασμένο να τρέχει σε οποιοδήποτε άλλο μοντέλο. Είναι ακόμη και δυνατή η χρήση του πιο πρόσφατου λειτουργικού συστήματος Raspberry Pi σε ένα αρχικό πρωτότυπο Model B πριν από την κυκλοφορία του, αν και με πιο αργό ρυθμό. Αυτή η διασταυρούμενη συμβατότητα εξασφαλίζει μια απρόσκοπτη εμπειρία σε όλη την οικογένεια Raspberry Pi.

Σε αυτή τη συζήτηση, θα επικεντρωθούμε στα Raspberry Pi 4 Model B και Raspberry Pi 400, τις πιο πρόσφατες και ισχυρές εκδόσεις του Raspberry Pi. Παρ' όλα αυτά, οι γνώσεις που αποκτήθηκαν μπορούν εύκολα να εφαρμοστούν και σε άλλα μοντέλα Raspberry Pi, προσφέροντας ευελιξία και προσαρμοστικότητα στις ανάγκες σας.

Το Raspberry Pi 4 ξεχωρίζει ως ένας ισχυρός υπολογιστής μιας πλακέτας, προσφέροντας έναν συνδυασμό προηγμένων χαρακτηριστικών και λειτουργιών που το καθιστούν ιδανική επιλογή για ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών, συμπεριλαμβανομένου του διακομιστή για το OpenHAB. [57]

Βασικά χαρακτηριστικά του Raspberry Pi 4 [56]:

1. **Επεξεργαστική ισχύς:** ARM Cortex-A72, παρέχοντας σημαντική επεξεργαστική ικανότητα για τον αποτελεσματικό χειρισμό εργασιών και τη διαχείριση δεδομένων.
2. **Επιλογές συνδεσιμότητας:** Ethernet Gigabit, εξασφαλίζοντας απρόσκοπτη επικοινωνία μεταξύ συσκευών και διακομιστών.
3. **Επιλογές RAM:** Το Raspberry Pi 4 διατίθεται σε διάφορες παραλλαγές RAM, συμπεριλαμβανομένων των 2GB, 4GB και 8GB, παρέχοντας ευελιξία και βελτιωμένη απόδοση κατά την εκτέλεση πολύπλοκων εφαρμογών όπως το OpenHAB.
4. **Ευελιξία εισόδου/εξόδου:** Το Raspberry Pi 4 διευκολύνει την ενσωμάτωση διαφόρων συσκευών και αισθητήρων στα έργα σας, καθιστώντας το μια προσαρμόσιμη λύση για ποικίλες εφαρμογές.

4.5.2 Εξαρτήματα Raspberry Pi:

Το Raspberry Pi περιλαμβάνει διάφορα βασικά εξαρτήματα που λειτουργούν αρμονικά για να διευκολύνουν τη λειτουργικότητά του:

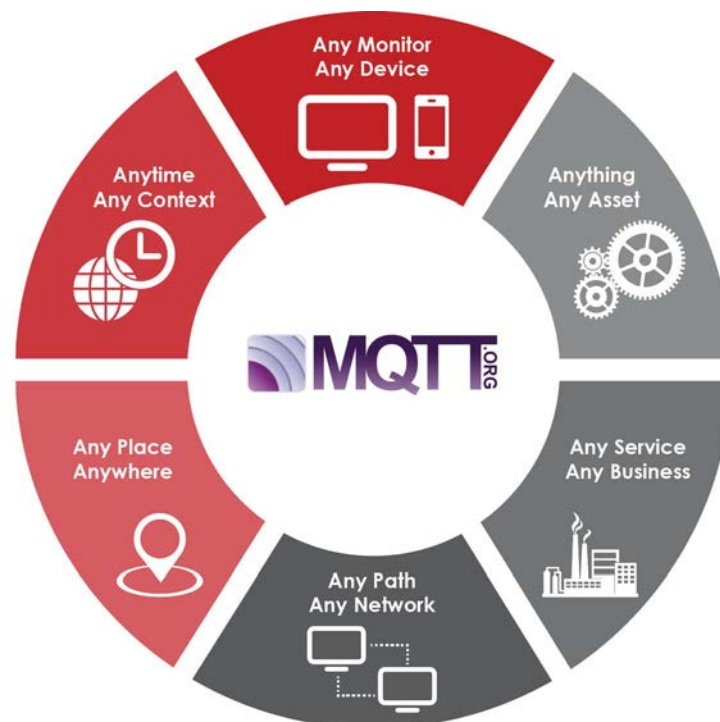
1. **Σύστημα-σε-Επικεφαλή (SoC):** Η καρδιά του Raspberry Pi είναι το System-on-Chip (SoC), το οποίο βρίσκεται κάτω από ένα μεταλλικό καπάκι. Αυτό το ολοκληρωμένο κύκλωμα περιέχει βασικά εξαρτήματα, όπως η κεντρική μονάδα επεξεργασίας (CPU) και η μονάδα επεξεργασίας γραφικών (GPU), που είναι υπεύθυνες για τις εργασίες υπολογισμού και απεικόνισης αντίστοιχα.

2. **Μνήμη τυχαίας προσπέλασης (RAM):** Τοποθετημένη δίπλα στο SoC, η RAM χρησιμεύει ως πτητική μνήμη για το Raspberry Pi. Αποθηκεύει προσωρινά τα ενεργά δεδομένα και τις εργασίες όσο εργάζεστε στον υπολογιστή. Οποιαδήποτε μη αποθηκευμένα δεδομένα χάνονται όταν η συσκευή απενεργοποιείται. Τα δεδομένα αποθηκεύονται μόνιμα μόνο όταν αποθηκεύονται στην κάρτα microSD.
3. **Ασύρματο ραδιόφωνο:** Ο ασύρματος πομπός δίνει τη δυνατότητα στο Raspberry Pi να επικοινωνεί ασύρματα με συσκευές. Αυτό το εξάρτημα εξυπηρετεί δύο σκοπούς: ως ασύρματος WiFi, που επιτρέπει τη συνδεσιμότητα με δίκτυα υπολογιστών, και ως ασύρματος Bluetooth, που συνδέεται με περιφερειακά όπως ποντίκια και μεταδίδει δεδομένα προς ή από κοντινές έξυπνες συσκευές, όπως αισθητήρες ή smartphones.
4. **Ελεγκτές USB και δικτύου:** Το Raspberry Pi διαθέτει έναν ελεγκτή USB που είναι υπεύθυνος για τη διαχείριση των τεσσάρων θυρών USB, καθώς και έναν ελεγκτή δικτύου, ο οποίος χειρίζεται τη θύρα δικτύου Ethernet, διευκολύνοντας τις ενσύρματες συνδέσεις δικτύου.
5. **Ολοκληρωμένο κύκλωμα διαχείρισης ισχύος (PMIC):** Τοποθετημένο λίγο πάνω από το βύσμα τροφοδοσίας USB Type-C στο πάνω αριστερό μέρος της πλακέτας, το PMIC παίζει καθοριστικό ρόλο στη ρύθμιση της ισχύος που λαμβάνεται από τη θύρα micro USB για την παροχή της απαραίτητης ισχύος για τη λειτουργία του Raspberry Pi.

Συνοψίζοντας, το Raspberry Pi 4 είναι ένας ευέλικτος και ισχυρός υπολογιστής μιας πλακέτας με ευρύ φάσμα εφαρμογών. Ο συμπαγής παράγοντας μορφής του, σε συνδυασμό με τα προηγμένα χαρακτηριστικά του, το καθιστά μια συναρπαστική επιλογή για διάφορα έργα, συμπεριλαμβανομένης της λειτουργίας του ως διακομιστή για το OpenHAB και της δυνατότητας αποτελεσματικού οικιακού αυτοματισμού και ελέγχου.

4.6 Πρωτόκολλο συνδεσιμότητας MQTT: Μια ολοκληρωμένη επισκόπηση

Το πρωτόκολλο συνδεσιμότητας MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) είναι ένα κρίσιμο στοιχείο του οικοσυστήματος του Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT), διευκολύνοντας την αποτελεσματική επικοινωνία μεταξύ των συσκευών. Αυτή η ολοκληρωμένη διερεύνηση του MQTT αποσκοπεί στην παροχή μιας λεπτομερούς κατανόησης των αρχών, των εφαρμογών και της ενσωμάτωσής του με το Raspberry Pi 4, δίνοντας έμφαση στη σημασία του στα σύγχρονα συστήματα IoT.



Εικόνα 35 – MQTT

Πηγή: <https://www.opensourceforu.com/2016/11/mqtt-get-started-iot-protocols/>

4.6.1 MQTT: Οι βασικές έννοιες του πρωτοκόλλου

Το MQTT, ακρωνύμιο των λέξεων MQ Telemetry Transport, είναι ένα ελαφρύ πρωτόκολλο ανταλλαγής μηνυμάτων που έχει σχεδιαστεί για συσκευές IoT με περιορισμένους πόρους. Λειτουργεί πάνω στο πρωτόκολλο TCP/IP, προσφέροντας χαμηλή κατανάλωση εύρους ζώνης και ελάχιστες απαιτήσεις ισχύος [58]. Το MQTT βασίζεται σε ένα μοντέλο δημοσίευσης-παραλαβής, επιτρέποντας στις συσκευές να ανταλλάσσουν δεδομένα μέσω ενδιάμεσων φορέων, γνωστών ως μεσίτες. Μοντέλο δημοσίευσης-συνδρομής: Η θεμελιώδης αρχιτεκτονική του MQTT περιστρέφεται γύρω από ένα μοντέλο δημοσίευσης-εγγραφής. Οι συσκευές δημοσιεύουν μηνύματα σε συγκεκριμένα θέματα που φιλοξενεί ο μεσίτης, ενώ άλλες συσκευές εγγράφονται σε αυτά τα θέματα για να λαμβάνουν μηνύματα. Αυτή η αποσυνδεδεμένη προσέγγιση επικοινωνίας εξασφαλίζει επεκτασιμότητα και αποτελεσματικότητα, καθιστώντας το MQTT κατάλληλο για ποικίλες εφαρμογές IoT.

Ποιότητα υπηρεσίας (QoS): Το MQTT παρέχει τρία επίπεδα ποιότητας υπηρεσίας (QoS) για την παράδοση μηνυμάτων: QoS 0 (παράδοση το πολύ μία φορά), QoS 1 (παράδοση τουλάχιστον μία φορά) και QoS 2 (παράδοση ακριβώς μία φορά). Αυτή η ευελιξία επιτρέπει στους προγραμματιστές να προσαρμόζουν την αξιοπιστία των μηνυμάτων στις συγκεκριμένες περιπτώσεις χρήσης τους.

Πρόσθετα χαρακτηριστικά: Το MQTT υποστηρίζει βασικά χαρακτηριστικά, όπως η Τελευταία Διαθήκη (Last Will and Testament, LWT), η οποία επιτρέπει στις συσκευές να καθορίζουν ένα μήνυμα που θα δημοσιεύεται από τον διαμεσολαβητή σε περίπτωση απροσδόκητης αποσύνδεσης. Επιπλέον, τα διατηρούμενα μηνύματα επιτρέπουν στους συνδρομητές να ανακτούν την τελευταία γνωστή κατάσταση ενός θέματος κατά την εγγραφή.

4.6.2 MQTT στο IoT:

Το MQTT είναι το κυρίαρχο πρωτόκολλο ανταλλαγής μηνυμάτων για εφαρμογές IoT, συμπεριλαμβανομένου του βιομηχανικού IoT (IIoT). Συνδέει ένα ευρύ φάσμα συσκευών, από ενσωματωμένους αισθητήρες έως βιομηχανικά PLC, διευκολύνοντας την ανταλλαγή δεδομένων βάσει συμβάντων. Η χρήση του προτύπου publish/subscribe από το MQTT διασφαλίζει ότι οι συσκευές παραμένουν αποσυνδεδεμένες, απλοποιώντας την επικοινωνία μεταξύ τους.

Βασικά χαρακτηριστικά του MQTT [59]:

- **Ελάχιστη χρήση πόρων:** Το MQTT φημίζεται για τον ελαφρύ και αποδοτικό ως προς τους πόρους σχεδιασμό του, γεγονός που το καθιστά ιδανικό για συσκευές IoT με περιορισμένες δυνατότητες.
- **Αμφίδρομη ανταλλαγή μηνυμάτων:** Υποστηρίζει την αμφίδρομη ανταλλαγή μηνυμάτων μεταξύ συσκευών και cloud, γεγονός ζωτικής σημασίας για τις εφαρμογές IoT.

- **Επεκτασιμότητα:** Το MQTT κλιμακώνεται αβίαστα, φιλοξενώντας αποτελεσματικά εκατομμύρια συνδεδεμένες συσκευές.
- **Αξιόπιστη παράδοση μηνυμάτων:** Τα τρία επίπεδα QoS εγγυώνται αξιόπιστη παράδοση μηνυμάτων ακόμη και σε αναξιόπιστα δίκτυα.
- **Ασφάλεια:** Το MQTT υποστηρίζει ασφάλεια, υποστηρίζοντας TLS και κοινά πρωτόκολλα ελέγχου ταυτότητας, διασφαλίζοντας την ακεραιότητα και την ιδιωτικότητα των δεδομένων.

4.6.3 MQTT με Raspberry Pi 4

Συμπληρώνει τις δυνατότητες του MQTT και χρησιμοποιείται συχνά σε έργα IoT. Η συνέργεια μεταξύ του MQTT [60] και του Raspberry Pi 4 διαμορφώνει μια ισχυρή πλατφόρμα για διάφορες εφαρμογές, συμπεριλαμβανομένης της ασφαλούς ανταλλαγής δεδομένων.

Υλοποίηση του MQTT με το Raspberry Pi 4 [59]:

- **Το MQTT ως πρωτόκολλο επικοινωνίας:** Το Raspberry Pi 4 μπορεί να λειτουργήσει τόσο ως εκδότης όσο και ως συνδρομητής σε ένα σύστημα βασισμένο στο MQTT, διευκολύνοντας την ανταλλαγή δεδομένων και την επικοινωνία.
- **Περίπτωση χρήσης: Κρυπτογράφηση CP-ABE:** Ένα ενδεικτικό παράδειγμα καταδεικνύει την ενσωμάτωση του MQTT και του Raspberry Pi 4 στην εφαρμογή της κρυπτογράφησης CP-ABE (Ciphertext-Policy Attribute Based Encryption) για συστήματα IoT. Σε αυτό το σενάριο, οι συσκευές Raspberry Pi 4 ενεργούν ως εκδότης και συνδρομητής, ενώ ένας ξεχωριστός υπολογιστής λειτουργεί ως διαμεσολαβητής και αρχή κλειδιών.
- **Βήματα κρυπτογράφησης CP-ABE:** Η υλοποίηση περιλαμβάνει βασικά βήματα όπως Setup, KeyGen, Encryption και Decryption. Αυτά τα βήματα διασφαλίζουν την ακεραιότητα των δεδομένων και τη λεπτομερή πολιτική ελέγχου πρόσβασης στα συστήματα IoT.
- **Απαιτούμενα συστατικά:** Η επιτυχής υλοποίηση απαιτεί την εγκατάσταση διαφόρων πακέτων, βιβλιοθηκών και πλαισίων, συμπεριλαμβανομένων των M4, BISON, FLEX, SETUPTOOLS, LIBGMP, LIBSSL, PBC και CHARM.

Αξιολόγηση επιδόσεων: Η αξιολόγηση της απόδοσης της κρυπτογράφησης CP-ABE μέσω MQTT με το Raspberry Pi 4 επικεντρώνεται στη μέτρηση του χρόνου εκτέλεσης των αλγορίθμων κρυπτογράφησης [59]. Αυτή η αξιολόγηση μετρά την αποτελεσματικότητα της ασφάλειας δεδομένων σε εφαρμογές IoT.

Συμπερασματικά, το MQTT, ως ευέλικτο πρωτόκολλο ανταλλαγής μηνυμάτων, ενισχύει τα οικοσυστήματα IoT με αποτελεσματικές δυνατότητες επικοινωνίας. Όταν ενσωματώνεται με το Raspberry Pi 4, ανοίγει τις πόρτες σε μια πληθώρα εφαρμογών IoT, συμπεριλαμβανομένης της ασφαλούς ανταλλαγής δεδομένων και του λεπτομερούς ελέγχου πρόσβασης. Καθώς το IoT συνεχίζει να εξελίσσεται, ο ρόλος του MQTT παραμένει απαραίτητος, διευκολύνοντας την απρόσκοπτη επικοινωνία μεταξύ συσκευών και μεταξύ συσκευών και cloud.

5. Παρουσίαση Υλοποίησης

5.1 Παρουσίαση Υλοποίησης των Πειραματικών Διατάξεων

Το OpenHAB αποτελεί σύμβολο των απεριόριστων δυνατοτήτων, μια πλατφόρμα όπου το ψηφιακό συναντά το απτό και όπου το συνηθισμένο γίνεται εξαιρετικό. Μέσω αυτής της πλατφόρμας, ξεκίνησα ένα ταξίδι για να μετατρέψω εργαστήρια του τμήματός μου όπως αυτό του IEEE Student Branch of Western Macedonia, Kastoria σε εργαστήρια του μέλλοντος, όπου συγκλίνουν η ευκολία, η άνεση και η αποτελεσματικότητα.

Εδώ, θα σας ξεναγήσω σε ένα οπτικό ταξίδι, παρουσιάζοντας τις διάφορες πτυχές της εφαρμογής μου στο OpenHAB, από έξυπνες λύσεις φωτισμού μέχρι τον έλεγχο της θέρμανσης, τα χαρακτηριστικά ασφαλείας και πολλά άλλα. Καθώς εξερευνείτε τις παρακάτω εικόνες, θα παρατηρήσετε τον τρόπο με τον οποίο το OpenHAB έχει ενσωματώσει απρόσκοπτα διαφορετικές συσκευές και τεχνολογίες, προσφέροντας μια ματιά στις απεριόριστες δυνατότητες του Διαδικτύου των πραγμάτων.

Το OpenHAB μου επέτρεψε να επαναπροσδιορίσω τι πραγματικά σημαίνει "έξυπνο σπίτι" και είμαι ενθουσιασμένος που μοιράζομαι αυτή την εμπειρία μαζί σας.

5.1.1 Πρωταρχικά Βήματα Υλοποίησης

Σε αυτό το καίριο κεφάλαιο, εμβαθύνω στην καρδιά του ερευνητικού μου ταξιδιού, όπου η θεωρία και ο σχεδιασμός γίνονται απτή πραγματικότητα. Η παρουσίαση της υλοποίησης σηματοδοτεί ένα σημαντικό σημείο καμπής, όπου μεταβαίνουμε από τα θεωρητικά θεμέλια που τέθηκαν στα προηγούμενα κεφάλαια στην πρακτική υλοποίηση των εννοιών μας. Αυτό το υποκεφάλαιο χρησιμεύει ως οπτική και αναλυτική διερεύνηση της υλοποίησής μου, προσφέροντας μια ολοκληρωμένη κατανόηση της πρακτικής εκτέλεσης της έρευνάς. Η ουσία αυτής της φάσης δεν έγκειται απλώς στην επίτευξη αποτελεσμάτων, αλλά στην αποκάλυψη της περίπλοκης αλληλεπίδρασης μεταξύ θεωρίας και πράξης. Ξεκινάμε αυτό το ταξίδι παρουσιάζοντας μια σειρά από εικόνες και αναλύσεις που παρουσιάζουν με παραστατικό τρόπο την ανάπτυξη και την εφαρμογή της εφαρμογής μας. Αυτές οι οπτικές αναπαραστάσεις χρησιμεύουν ως παράθυρα στη λειτουργική δυναμική, αποκαλύπτοντας τον σχολαστικό σχεδιασμό, τη σχολαστική εφαρμογή και τις πραγματικές εφαρμογές της έρευνάς μας. Κάθε εικόνα είναι ένα στιγμιότυπο της προόδου, μια απόδειξη της αφοσιωμένης προσπάθειας και ένα απτό αποτέλεσμα της προσπάθειάς μου για γνώση. Μέσω της ανάλυσης, στοχεύω να αναλύσω τις περίπλοκες λεπτομέρειες, διαφωτίζοντας τις αποφάσεις που ελήφθησαν, τις προκλήσεις που αντιμετωπίστηκαν και τα αποτελέσματα που επιτεύχθηκαν.

5.2 Βήμα 1^ο – Προετοιμασία Raspberry Pi 4 και OpenHAB

Στον τομέα της τεχνολογίας και της καινοτομίας, η απρόσκοπτη συγχώνευση υλικού και λογισμικού συχνά σηματοδοτεί τη γένεση μετασηματιστικών έργων. Σε αυτό το υποκεφάλαιο, ξεκινάμε ένα οδοιπορικό που ενσαρκώνει αυτή τη συγχώνευση, όπου οι τρομερές δυνατότητες του Raspberry Pi 4 εναρμονίζονται με την ευελιξία του OpenHAB για να υλοποιήσουμε το αρχικό μας όραμα. Εδώ, εμβαθύνω στις περιπλοκές της διαμόρφωσης και προετοιμασίας του Raspberry Pi 4, του ακρογωνιαίου λίθου της υλοποίησής.

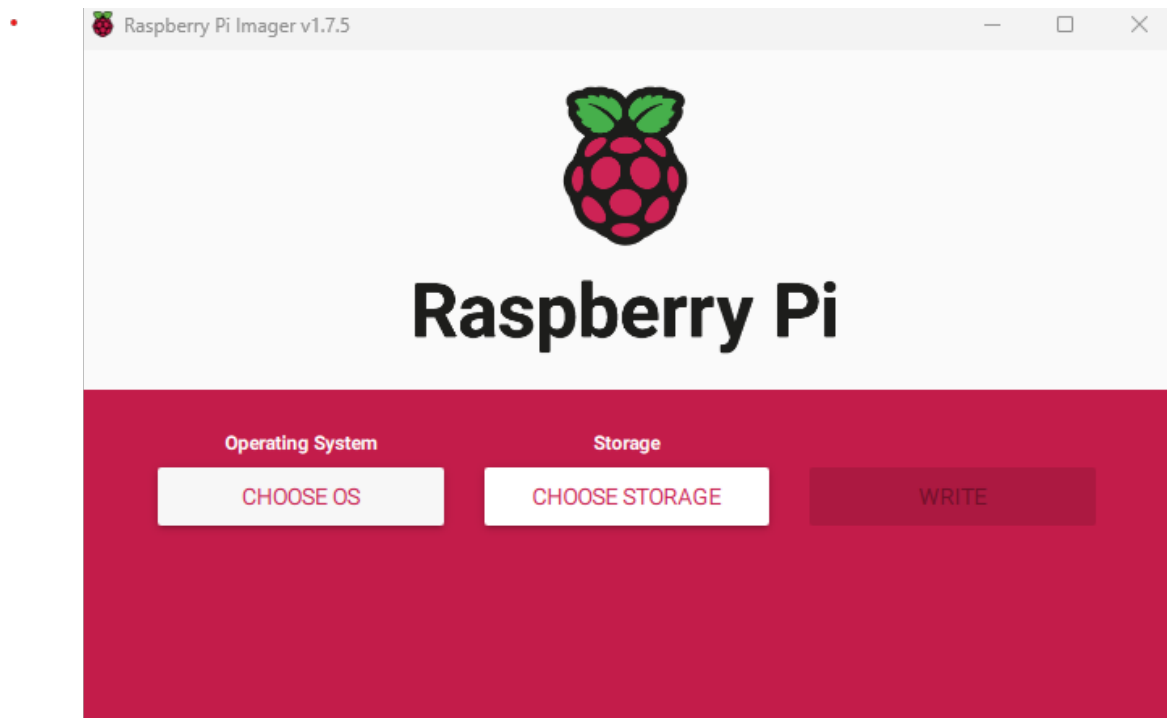
Το Raspberry Pi 4, γνωστό για τις υπολογιστικές του ικανότητες και την προσαρμοστικότητά του, γίνεται ο καμβάς πάνω στον οποίο ζωγραφίζεται το ψηφιακό μας μωσαϊκό. Περιηγούμαστε σχολαστικά στα βήματα της εγκατάστασης αυτού του αξιοσημείωτου κομματιού τεχνολογίας, ενός ζωτικού προδρόμου για το εγχείρημά μας στο Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT).

Πάμε θα δούμε τα βήματα εγκατάστασης του OpenHAB στο Raspberry Pi:

5.2.1 Εγκατάσταση του Raspberry Pi Imager:

- Επισκεφθείτε την επίσημη ιστοσελίδα του [Raspberry Pi](#).
- Εντοπίστε και κατεβάστε το **Raspberry Pi Imager** για το λειτουργικό σας σύστημα (Windows, macOS ή Linux).
- Εγκαταστήστε το Raspberry Pi Imager
- Εκτελέστε το πρόγραμμα εγκατάστασης που κατεβάσατε.
- Ακολουθήστε τις οδηγίες που εμφανίζονται στην οθόνη για να ολοκληρώσετε την εγκατάσταση.

Η τελική εικόνα η οποία θα δείτε είναι αυτή:



Εικόνα 36 - Raspberry Pi Imager

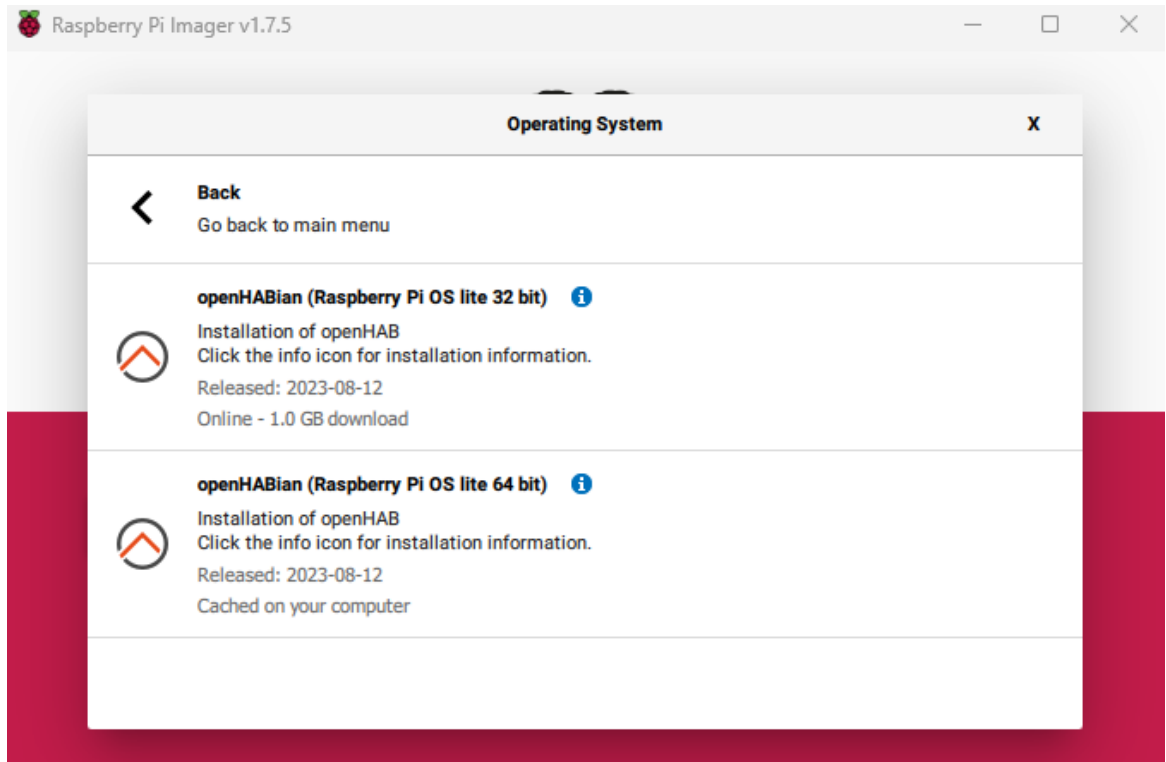
5.2.2 Εγκατάσταση του OpenHAB σε μια κάρτα SD:

1. Βήμα 1^ο:

- a. Τοποθετήστε την κάρτα microSD στον υπολογιστή σας χρησιμοποιώντας αν χρειαστεί έναν προσαρμογέα κάρτας SD.
- b. Διαλέξτε την κατηγορία Choose Storage
- c. Εντός αυτής επιλέξτε τον κατάλληλο αποθηκευτικό χώρο που θέλετε να χρησιμοποιήσετε

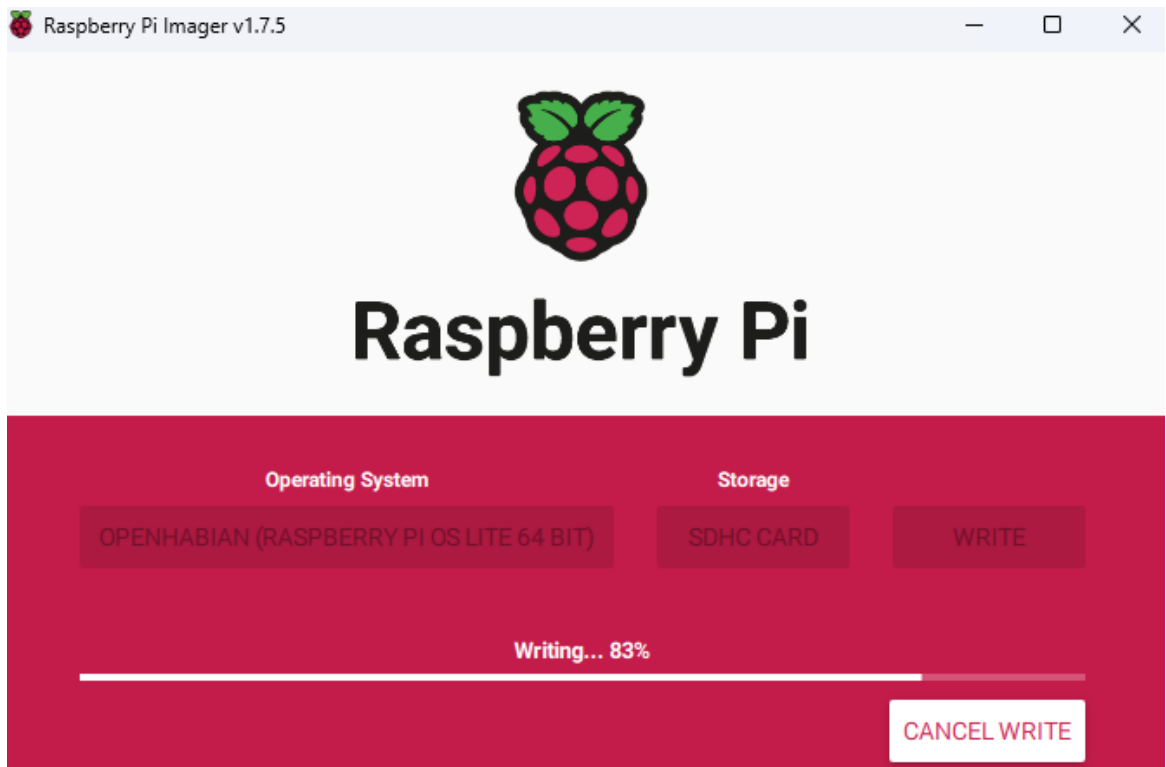
2. Βήμα 2^ο:

- a. Διαλέξτε την κατηγορία Choose OS
- b. Εντός της κατηγορίας αυτής θα βρείτε την υποκατηγορία: Other specific-purpose OS
- c. Επιλέξτε: Home assistants and home automation
- d. Τέλος, επιλέξτε το OpenHAB, εμείς επιλέξαμε το openHABian Raspberry Pi OS lite 64 bit.



Εικόνα 37 - Operating System

- ε. Κάντε κλικ στην επιλογή "WRITE" για να ξεκινήσετε την εγγραφή της εικόνας OpenHAB στην κάρτα microSD. Περιμένετε την ολοκλήρωση:



Εικόνα 38 - Writing the operating system to the sd card

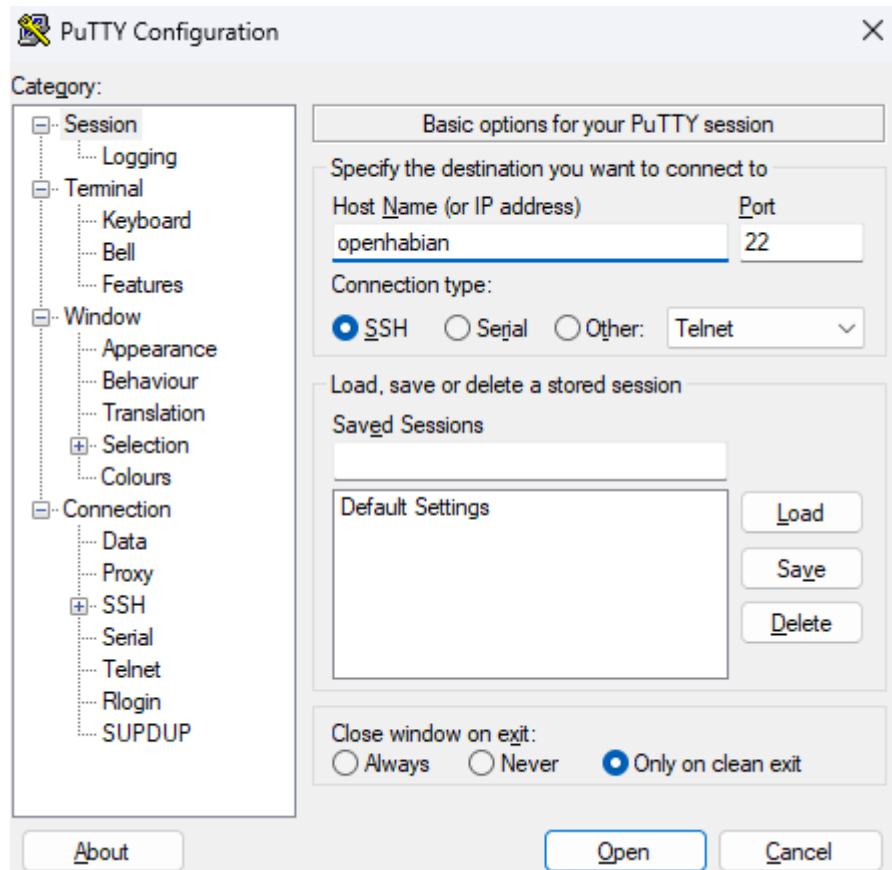
- f. Η διαδικασία flashing μπορεί να διαρκέσει μερικά λεπτά. Το Raspberry Pi Imager θα εμφανίσει ένα μήνυμα ολοκλήρωσης όταν ολοκληρωθεί.

3. Βήμα 3^ο :

- a. Απομακρύνετε με ασφάλεια την κάρτα microSD από τον υπολογιστή σας.

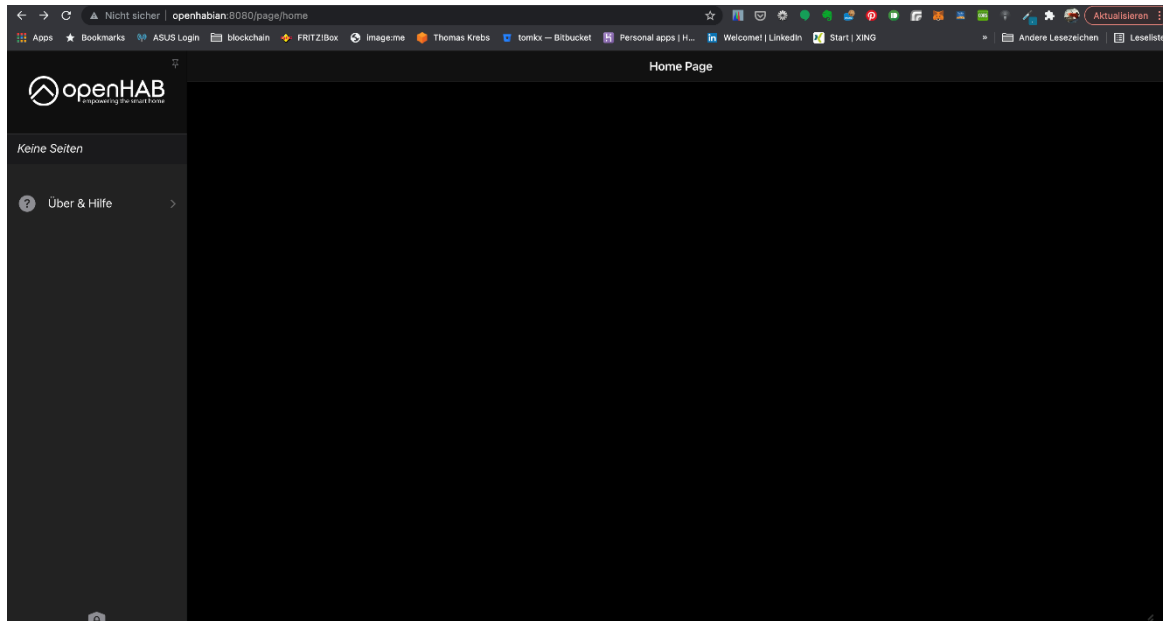
4. Βήμα 4^ο :

- a. Τοποθετήστε την κάρτα microSD στο Raspberry Pi
- b. Ενεργοποιήστε το Raspberry Pi.
- c. Συνδέστε τα απαραίτητα περιφερειακά (πληκτρολόγιο, ποντίκι, οθόνη κ.λπ.) στο Raspberry Pi σας. Μια εναλλακτική λύση είναι η απομακρυσμένη λύση με το **PuTTY**. Το PuTTY είναι ένας δωρεάν εξομοιωτής τερματικού, μια σειριακή κονσόλα και μια εφαρμογή μεταφοράς αρχείων μέσω δικτύου. Χρησιμοποιείται κυρίως για την πρόσβαση σε απομακρυσμένα συστήματα μέσω δικτύων, όπως η σύνδεση σε διακομιστές, δρομολογητές και άλλες συσκευές. Το PuTTY υποστηρίζει διάφορα πρωτόκολλα δικτύου, όπως SSH, Telnet και Rlogin, επιτρέποντας στους χρήστες να δημιουργούν ασφαλείς συνδέσεις με συσκευές από απόσταση. Παρέχει μια διεπαφή βασισμένη σε κείμενο μέσω της οποίας οι χρήστες μπορούν να έχουν πρόσβαση και να διαχειρίζονται συστήματα, να εκτελούν εντολές, να ρυθμίζουν συσκευές και να μεταφέρουν αρχεία με ασφάλεια μέσω δικτύου. Το PuTTY είναι γνωστό για την απλότητα, την αξιοπιστία και την ευρεία συμβατότητά του με διάφορα λειτουργικά συστήματα. Συνολικά, το PuTTY είναι ένα ευέλικτο εργαλείο που χρησιμοποιείται συνήθως από διαχειριστές συστημάτων, μηχανικούς δικτύων και οποιονδήποτε χρειάζεται να έχει πρόσβαση και να διαχειρίζεται απομακρυσμένα συστήματα ή συσκευές. Με το οποίο μπορείτε να δείτε μέσω του router ποια ip έχει το Raspberry Pi σας (ή με την εισαγωγή του openhabian στο πλαίσιο host name or Ip address) και να συνδεθείτε εξ αποστάσεως με τον τρόπο που βλέπετε στο παρακάτω screenshot.



Εικόνα 39 - PuTTY Configuration

5. **Βήμα 5^ο** : Μόλις έχει πλήρως εκκινήσει το Raspberry Pi, μπορείτε να αποκτήσετε πρόσβαση στο OpenHAB ανοίγοντας ένα πρόγραμμα περιήγησης στο διαδίκτυο σε μια άλλη συσκευή που είναι συνδεδεμένη στο ίδιο δίκτυο.
6. **Βήμα 6^ο** : Πληκτρολογήστε τη διεύθυνση IP του Raspberry Pi, ακολουθούμενη από τη θύρα OpenHAB (π.χ. <http://raspberrypiip:8080>).



Εικόνα 41 - Empty OpenHAB Installation

5.2.3 Ενσωμάτωση αισθητήρων στο OpenHAB και εμφάνισή τους στην αρχική σελίδα

1. Διασφάλιση συμβατότητας αισθητήρων:

- a. Επιβεβαιώστε ότι οι αισθητήρες που σκοπεύετε να ενσωματώσετε είναι συμβατοί με το OpenHAB. Ελέγξτε για συνδέσεις ή πρόσθετα του OpenHAB για τους συγκεκριμένους τύπους αισθητήρων.
- b. Εμείς χρησιμοποιούμε την **Τεχνολογία Z-Wave**, οπότε οι αισθητήρες μας πρέπει να υποστηρίζουν την τεχνολογία Z-Wave.

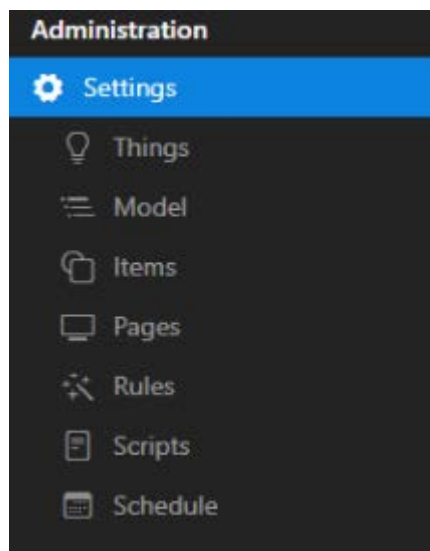
2. Πρόσβαση στη διαμόρφωση του OpenHAB:

- a. Συνδεθείτε στη διεπαφή διαμόρφωσης OpenHAB μέσω ενός προγράμματος περιήγησης ιστού εισάγοντας τη διεύθυνση IP του διακομιστή OpenHAB.

3. Τι έχει μια Κενή Εγκατάσταση του Openhab

Το Administration Panel που χωρίζεται σε:

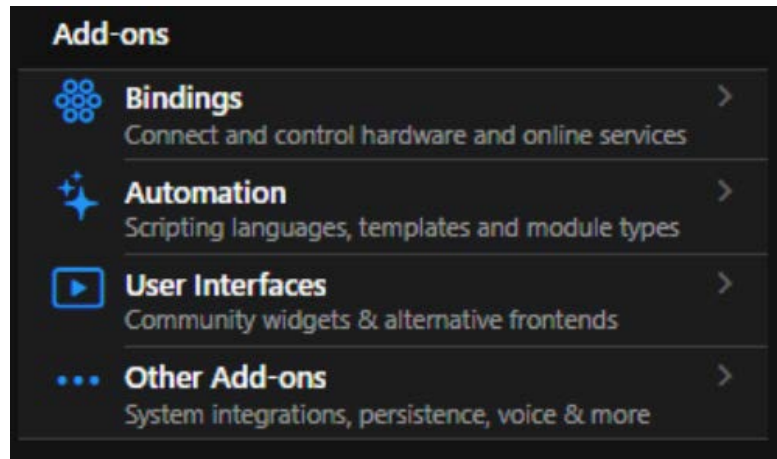
- i. Settings
 - ii. Developer Tools
- b. Η κατηγορία **Settings** έχει τις εξής κατηγορίες όπως βλέπουμε στην εικόνα:
- i. Things
 - ii. Model
 - iii. Items
 - iv. Pages
 - v. Rules
 - vi. Scripts
 - vii. Schedule



Εικόνα 42 - OpenHAB Administration Panel

4. Εισαγωγή Bindings:

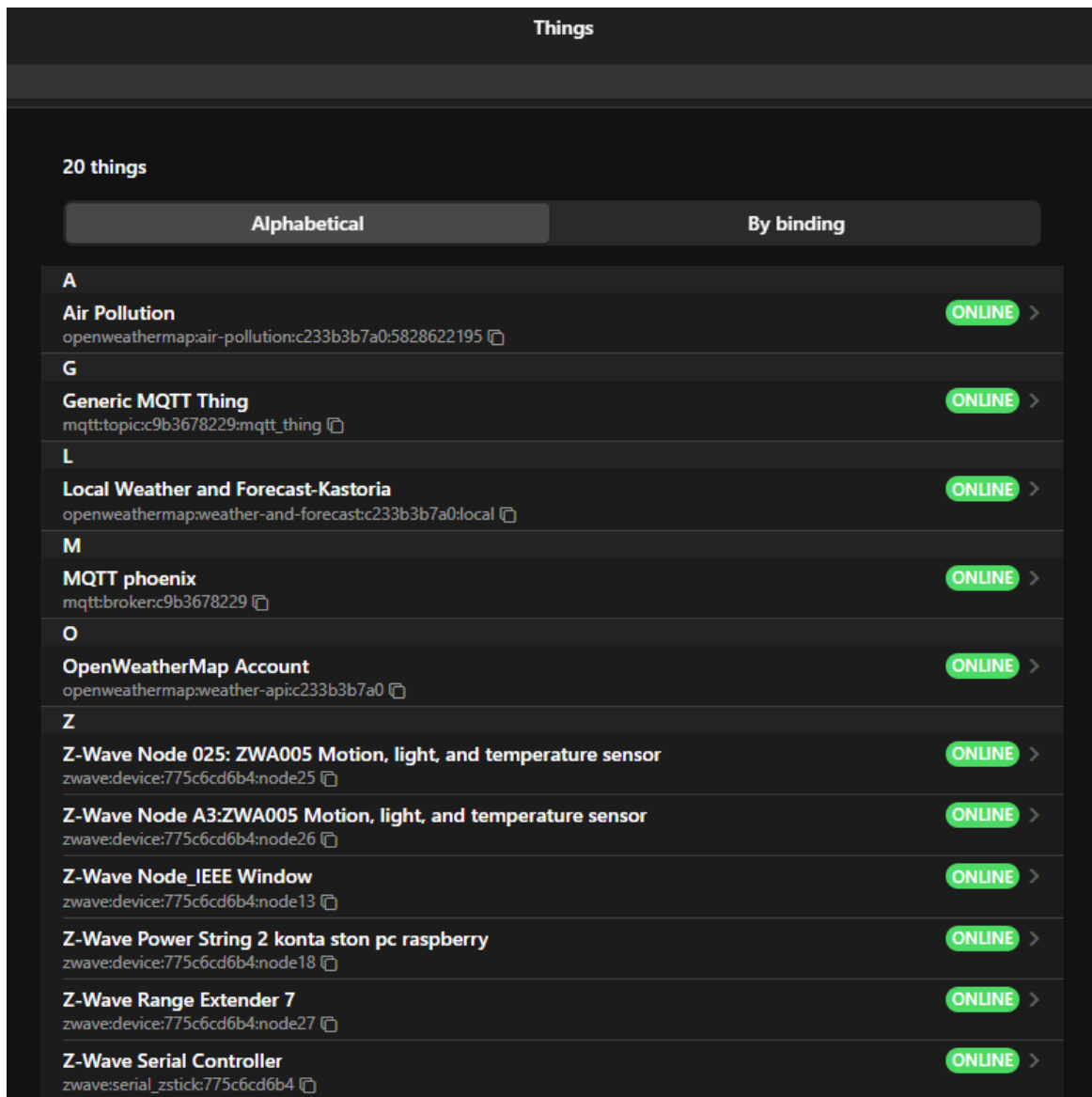
- a. Πρώτο βήμα είναι να επιλέξουμε από την κατηγορία **Add-Ons** τα **Bindings** και μέσω αυτών να εγκαταστήσουμε το **Z-Wave Bindings**.
- b. Μέσω αυτού του ενός **Binding** θα καταφέρουμε να συνδέσουμε το **Raspberry Shield** ή το **Z-Stick Gen 5** που έχουμε ενσωματώσει στο **Raspberry**.



Εικόνα 43 - OpenHAB Add-ons Panel

c. Κατηγορία Things

- i. Η υποκατηγορία **Things** εμπεριέχει το σύνολο των συσκευών που έχουμε συνδέσει την Υλοποίηση μας.
- ii. Όμως σε μια κενή υλοποίηση πρέπει πρώτα να βρούμε το κουμπί + όπως βλέπουμε και στην εικόνα



Εικόνα 44 - OpenHAB Things Panel

5. Δήλωση Shield ή Z-Stick:

Βήματα Δήλωσης RAZBERRY2 Shield

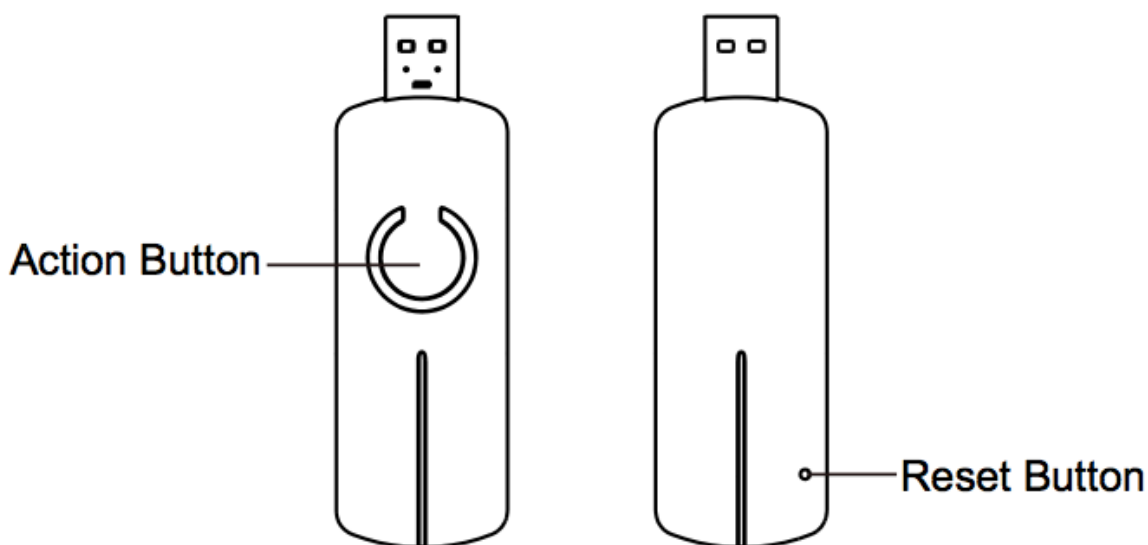


Εικόνα 45 - RaZberry 2 Card - Z-Wave Plus

Πηγή: <https://www.domoticalia.es/en/pc-mac-nas-rpi-adapters/1085-card-razberry2-adapter-gpio-z-wave-plus-for-raspberrypi-4251295700939.html>

- i. Επιλογή +
- ii. **Z-Wave Bindings**
- iii. **Add Manually -> New Z-Wave Serial Controller**
- iv. **Port Configuration -> Serial Port**
- v. **Εισαγωγή των Pins** όπου συνήθως είναι **/dev/ttyS0**
- vi. Αναμονή για φανέρωση της δήλωσης **Bridge**

Βήματα Δήλωσης Z-Stick



Εικόνα 46 - Z-Stick Gen5+

Πηγή: <https://aeotec.freshdesk.com/support/solutions/articles/6000242202-z-stick-gen5-user-guide>

1. Βήματα Δήλωσης Z-Stick

- a. Επιλογή +
- b. Z-Wave Bindings
- c. Add Manually -> New Z-Wave Serial Controller
- d. Φανερώνετε από μόνο του με την ονομασία **Z-Wave Serial Controller**
- e. Ίσως χρειαστεί να γίνει **Reboot** της συσκευής για να αναφερθεί το **Bridge**

2. Εισαγωγή Αισθητήρα

- a. Επιλέγουμε κατά σειρά
 - i. Things-> + ->Z-Wave Bindings -> Scan
- b. Εδώ είναι η ώρα της ενεργοποίησης του έξυπνου αισθητήρα.

3. Μετά την αναγνώριση του αισθητήρα πρέπει να γίνουν τα εξής:

- a. Επιλογή του Αισθητήρα στην αναγνώριση
- b. Επιλογή Ονόματος
- c. Επιλογή Ok

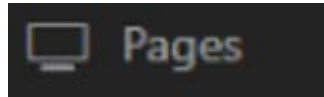
4. Μετά την Εισαγωγή, ακολουθούμε τα εξής βήματα:

- a. Settings -> Things
- b. Επιλογή του Αισθητήρα που εισαγάγαμε μέσω του ονόματος που δώσαμε.
- c. Channels
- d. Μέσα στα Channels θα πρέπει να “φτιάξουμε” τις λειτουργίες που θέλουμε να έχουμε αλλά και να εμφανίζονται από τον Αισθητήρα

Χρήστος Αναστασίου

1. Επιλογή του Switch Control
2. Add Link to Item
3. Create a new Item
4. Ονομασία Item
5. Επιλογή Link
6. Μετά την επιλογή link περιμένουμε να φανεί η ένδειξη ONLINE και από εκεί και έπειτα μπορούμε να ανοίγουμε και να κλείνουμε το wall plug μας.

Εισαγωγή Αισθητήρα στο Dashboard

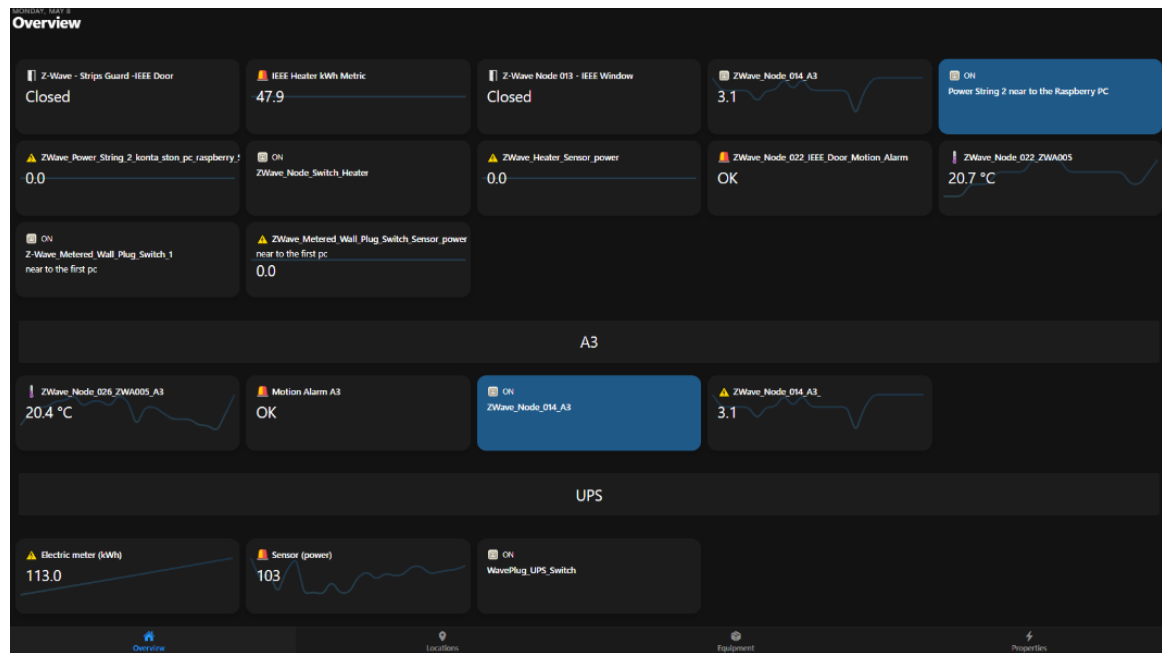


Εικόνα 47 - Pages

1. Επιλογή Κατηγορίας Pages
2. Επιλογή του βασικού μας Page
3. Επιλογή του εικονιδίου +
4. Add from Model
5. Η επιλογή αυτή μας δίνει τη δυνατότητα στο Openhab να εισάγει μόνο του την ένωση που δημιουργήσαμε για έναν αισθητήρα και δε χρειάζεται να την κάνουμε μόνοι μας.
6. Αναζήτηση της Λειτουργίας που φτιάξαμε προηγουμένως και επιλογή
7. του κενού εικονιδίου έτσι ώστε να γίνει μπλέ
8. Επιλογή Pick 1
9. Ctl+S για την αποθήκευση των παραμετροποιήσεων μας ή την επιλογή Save πάνω δεξιά στο panel

Τελικό Dashboard

Στο παραπάνω screenshot από την τελική εικόνα του Dashboard παρατηρούμε:



Εικόνα 48 - Τελικό Dashboard

- Κάθε κουτί/δείκτης στο Dashboard εμφανίζει τα δεδομένα των αισθητήρων σε πραγματικό χρόνο
- Με την επιλογή (click) σε κάποιο κουτί/δείκτη
- Μπορούμε να ενεργοποιήσουμε/απενεργοποιήσουμε της έξυπνες πρίζες
- Να δούμε γραφικές παραστάσεις για τις τιμές που έχουν λάβει οι αισθητήρες κατά τη λειτουργία τους
- Συλλέγουμε μέσω MQTT Server τα δεδομένα που χρειαζόμαστε έτσι ώστε με τον καιρό να γίνουν πολλές από τις λειτουργίες των εργαστηρίων αυτόματες πχ. Ενεργοποίηση και Απενεργοποίηση Smart Plug για τη μείωση κατανάλωσης ρεύματος τις νυχτερινές ώρες και ώρες μην απασχόλησής της αίθουσας

Η Παρούσα Πλατφόρμα μπορεί να βοηθήσει μικρές ή μεσαίες επιχειρήσεις, δημόσια κτίρια και σχολικές μονάδες ή ακόμα και σπίτια που θέλουν να επενδύσουν σε έξυπνες τεχνολογίες στους τομείς:

1. Ενεργειακή απόδοση
2. Ασφάλεια
3. Υγεία και ευημερία
4. Προγνωστική συντήρησή

5.3 Εγκατάσταση και επικοινωνία με OpenVPN.

Εικονικά ιδιωτικά δίκτυα (VPN) και OpenVPN:

Ενεργοποίηση ασφαλούς απομακρυσμένης πρόσβασης για το Raspberry Pi και το OpenHAB

Σε έναν ολοένα και περισσότερο διασυνδεδεμένο κόσμο, η ανάγκη για ασφαλή και αξιόπιστη απομακρυσμένη πρόσβαση σε δικτυακές συσκευές και υπηρεσίες έχει καταστεί υψίστης σημασίας. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό για εφαρμογές όπως ο οικιακός αυτοματισμός, όπου οι χρήστες επιθυμούν να ελέγχουν και να παρακολουθούν τα έξυπνα οικιακά τους συστήματα από απόσταση. Το Raspberry Pi, ένας δημοφιλής υπολογιστής μιας πλακέτας, χρησιμοποιείται συχνά για την εκτέλεση λογισμικού οικιακού αυτοματισμού όπως το OpenHAB. Για να διασφαλιστεί η ασφάλεια και το απόρρητο αυτών των συστημάτων, χρησιμοποιούνται τα Εικονικά Ιδιωτικά Δίκτυα (VPN). Αυτή η ενότητα εμβαθύνει στην έννοια των VPN, τη σημασία του OpenVPN και την εφαρμογή τους στο πλαίσιο του Raspberry Pi και του OpenHAB.

Κατανόηση των Εικονικών Ιδιωτικών Δικτύων (VPN)

Ένα VPN είναι μια τεχνολογία που επεκτείνει ένα ιδιωτικό δίκτυο σε ένα δημόσιο δίκτυο, όπως το διαδίκτυο, επιτρέποντας στους χρήστες να στέλνουν και να λαμβάνουν δεδομένα σε κοινόχρηστα ή δημόσια δίκτυα σαν να ήταν οι υπολογιστικές τους συσκευές απευθείας συνδεδεμένες σε ένα ιδιωτικό δίκτυο. Τα βασικά πλεονεκτήματα των VPN περιλαμβάνουν την κρυπτογράφηση δεδομένων, την ακεραιότητα δεδομένων και την ανωνυμία των χρηστών. Τα VPN χρησιμοποιούν διάφορα πρωτόκολλα και μεθόδους κρυπτογράφησης για να διασφαλίσουν την ασφαλή μετάδοση δεδομένων.

Ο ρόλος του OpenVPN

Το OpenVPN, ειδικότερα, είναι ένα πρωτόκολλο και λογισμικό VPN ανοικτού κώδικα που ξεχωρίζει για την ευελιξία, την ασφάλεια και τη συμβατότητα μεταξύ διαφορετικών πλατφορμών. Το OpenVPN χρησιμοποιεί ένα προσαρμοσμένο πρωτόκολλο ασφαλείας που βασίζεται στο SSL/TLS για την ανταλλαγή κλειδιών. Είναι γνωστό για την ευρωστία και την προσαρμοστικότητά του, καθιστώντας το κατάλληλο για ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών.

Γιατί να χρησιμοποιήσετε το VPN και το OpenVPN με το Raspberry Pi και το OpenHAB

- 1. Ασφάλεια:** Η ασφάλεια είναι υψίστης σημασίας κατά την απομακρυσμένη πρόσβαση σε ένα σύστημα οικιακού αυτοματισμού. Χρησιμοποιώντας ένα VPN, δημιουργείτε μια ασφαλή, κρυπτογραφημένη σήραγγα μεταξύ της απομακρυσμένης συσκευής σας και του Raspberry Pi. Αυτό διασφαλίζει ότι τα δεδομένα σας προστατεύονται από υποκλοπές ή υποκλοπές από μη εξουσιοδοτημένες οντότητες.

2. **Απόρρητο:** Τα VPN παρέχουν ένα επιπλέον επίπεδο προστασίας της ιδιωτικής ζωής. Κρύβουν τη διεύθυνση IP και την τοποθεσία σας, προσθέτοντας ένα ουσιαστικό επίπεδο ανωνυμίας. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό όταν ελέγχετε από απόσταση ευαίσθητες συσκευές έξυπνου σπιτιού.
3. **Ασφαλής απομακρυσμένη πρόσβαση:** Συσκευές Raspberry Pi με OpenHAB συχνά ελέγχουν κρίσιμα συστήματα, όπως κάμερες ασφαλείας, κλειδαριές θυρών και κλιματισμό. Η χρήση του OpenVPN σας επιτρέπει να έχετε ασφαλή πρόσβαση και έλεγχο αυτών των συσκευών από οπουδήποτε, εξασφαλίζοντας την ασφάλεια του σπιτιού και των δεδομένων σας.
4. **Αξιοπιστία:** Το OpenVPN φημίζεται για τη σταθερότητα και τη συμβατότητά του σε διάφορες πλατφόρμες, καθιστώντας το μια αξιόπιστη επιλογή για το Raspberry Pi. Εξασφαλίζει ότι η απομακρυσμένη πρόσβαση είναι αξιόπιστη και χωρίς προβλήματα.
5. **Επεκτασιμότητα:** Το OpenVPN διευκολύνει τη δημιουργία ασφαλών συνδέσεων για κάθε συσκευή, διασφαλίζοντας ότι όλες οι πτυχές των συστημάτων οικιακού αυτοματισμού τους είναι προσβάσιμες από απόσταση.
6. **Προσαρμοστικότητα:** Το OpenVPN μπορεί εύκολα να ρυθμιστεί στο Raspberry Pi, το οποίο είναι μια ελαφριά και ευέλικτη πλατφόρμα. Αυτή η προσαρμοστικότητα επιτρέπει την ενσωμάτωση λειτουργιών VPN με ελάχιστη χρήση πόρων.
7. **Κοινωνική υποστήριξη:** Η φύση του OpenVPN ως ανοικτού κώδικα σημαίνει ότι επωφελείται από μια αφοσιωμένη κοινότητα χρηστών και προγραμματιστών, η οποία παρέχει συνεχή υποστήριξη και ενημερώσεις.

Στο συνεχώς εξελισσόμενο τοπίο του οικιακού αυτοματισμού και της απομακρυσμένης πρόσβασης, η ενσωμάτωση των VPN, ιδιαίτερα του OpenVPN, με το Raspberry Pi και το OpenHAB είναι μια λογική και συνετή επιλογή. Η ασφάλεια, το απόρρητο και η αξιοπιστία που προσφέρουν τα καθιστούν απαραίτητα εργαλεία για την εξασφάλιση απρόσκοπτης και προστατευμένης απομακρυσμένης πρόσβασης στα έξυπνα οικιακά σας συστήματα. Αξιοποιώντας τις δυνατότητες των VPN και του OpenVPN, οι χρήστες μπορούν να απολαμβάνουν την ευκολία του απομακρυσμένου ελέγχου χωρίς συμβιβασμούς στην ασφάλεια και την ιδιωτικότητα.

5.3.1 Για να ενσωματώσετε το OpenVPN στο Raspberry Pi 4 που τρέχει το OpenHAB, μπορείτε να ακολουθήσετε τα παρακάτω βήματα.



Εικόνα 49 - OPENVPN Logo

Πηγή: <https://usermanual.vtenext.com/books/client-ftp-and-vpn-downloadconfiguration/page/openvpn-introduction>

Βήμα 1: Εγκατάσταση του OpenVPN

Ξεκινήστε εγκαθιστώντας το OpenVPN στο Raspberry Pi 4 σας. Ανοίξτε ένα τερματικό και εκτελέστε την ακόλουθη εντολή:

```
sudo apt-get install openvpn
```

Βήμα 2: Μεταφορά του αρχείου διαμόρφωσης VPN

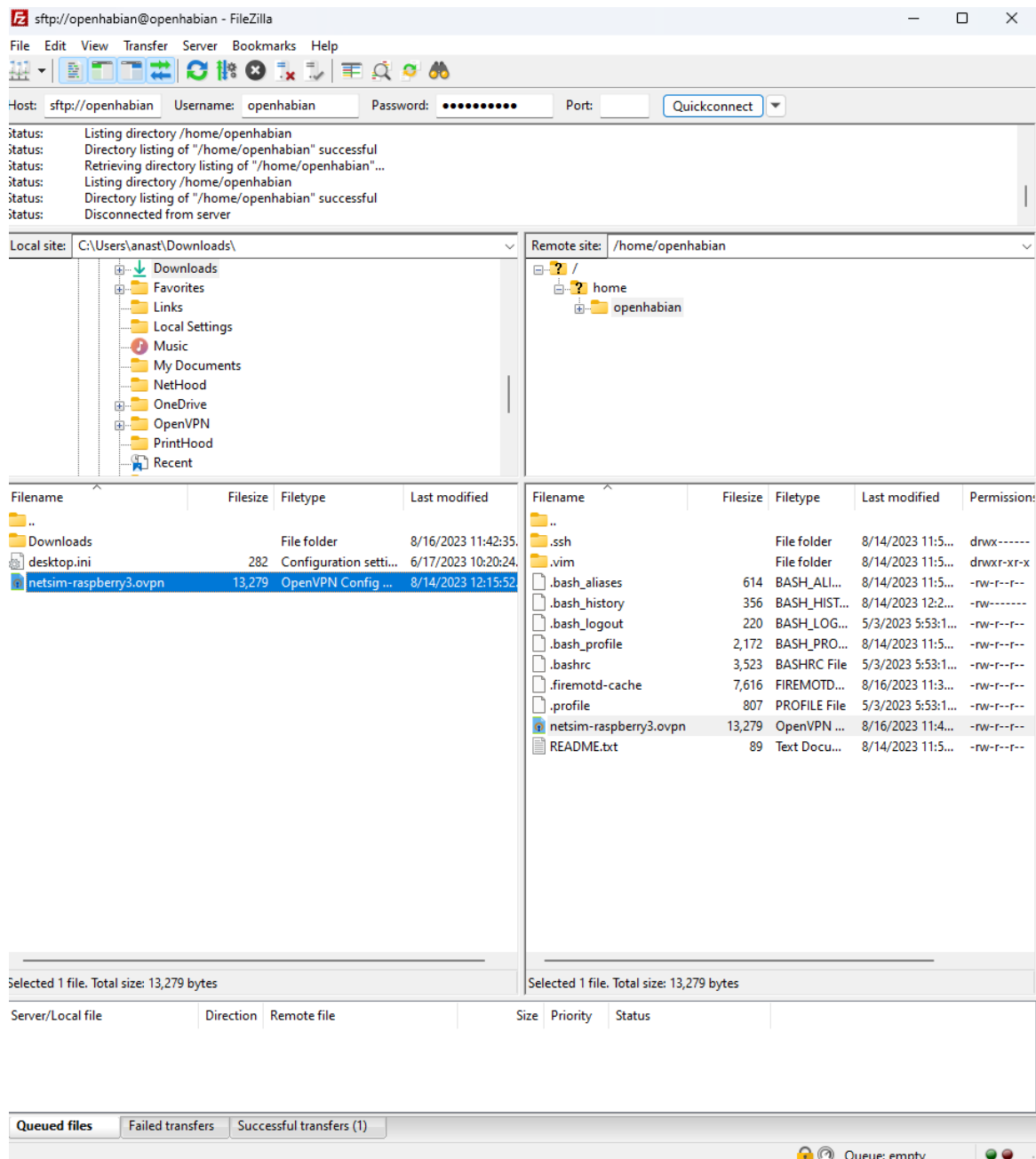
Χρησιμοποιώντας το FileZilla, μεταφέρετε το αρχείο ρυθμίσεων OpenVPN στο Raspberry Pi 4. Το FileZilla είναι μια δημοφιλής εφαρμογή FTP (File Transfer Protocol) ανοικτού κώδικα, πολλαπλών πλατφορμών, που χρησιμοποιείται για τη μεταφορά αρχείων μεταξύ ενός τοπικού υπολογιστή και ενός διακομιστή μέσω δικτύου. Υποστηρίζει FTP, FTPS (FTP over SSL/TLS) και SFTP (SSH File Transfer Protocol), καθιστώντας το ευέλικτο για διάφορες ανάγκες μεταφοράς αρχείων.

Ακολουθούν ορισμένα βασικά χαρακτηριστικά του FileZilla:

1. **Φιλικό προς το χρήστη περιβάλλον εργασίας:** Το FileZilla προσφέρει ένα διαισθητικό γραφικό περιβάλλον εργασίας (GUI) που απλοποιεί τις εργασίες μεταφοράς αρχείων για χρήστες όλων των επιπέδων.
2. **Διαχείριση αρχείων:** Οι χρήστες μπορούν να ανεβάζουν, να κατεβάζουν, να διαχειρίζονται και να οργανώνουν αρχεία και φακέλους μεταξύ ενός τοπικού συστήματος και ενός απομακρυσμένου διακομιστή με ευκολία.
3. **Υποστήριξη διαφόρων πρωτοκόλλων:** Υποστηρίζει πολλαπλά πρωτόκολλα όπως FTP, FTPS και SFTP, καλύπτοντας διαφορετικές απαιτήσεις ασφάλειας και κρυπτογράφησης.
4. **Διαχείριση ιστότοπων:** Το FileZilla επιτρέπει στους χρήστες να αποθηκεύουν και να διαχειρίζονται λεπτομέρειες σύνδεσης για διαφορετικούς διακομιστές, επιτρέποντας τη γρήγορη και εύκολη πρόσβαση σε συχνά χρησιμοποιούμενους ιστότοπους.
5. **Επεξεργασία αρχείων:** Προσφέρει βασικές δυνατότητες επεξεργασίας αρχείων, επιτρέποντας στους χρήστες να τροποποιούν αρχεία απευθείας στον διακομιστή χρησιμοποιώντας τον ενσωματωμένο επεξεργαστή.
6. **Ουρά μεταφοράς:** Οι χρήστες μπορούν να θέσουν αρχεία σε ουρά για μεταφόρτωση ή λήψη, διευκολύνοντας τη διαχείριση μεγάλων μεταφορών αρχείων.

Συνολικά, το FileZilla είναι ένα ευρέως χρησιμοποιούμενο και αξιόπιστο πρόγραμμα-πελάτης FTP λόγω του φιλικού προς το χρήστη περιβάλλοντος εργασίας, των ισχυρών χαρακτηριστικών του και της υποστήριξης διαφόρων πρωτοκόλλων, καθιστώντας το μια επιλογή για εργασίες μεταφοράς αρχείων.

Βεβαιωθείτε ότι τοποθετείτε το αρχείο διαμόρφωσης στον αρχικό κατάλογο, ο οποίος είναι `/home/openhabian/`. Αυτή η τοποθεσία επιλέγεται για τη συμβατότητα των δικαιωμάτων της και για την αποφυγή τυχόν προβλημάτων.



Εικόνα 50 - FileZilla Panel

Βήμα 3^ο: Μετακινήστε το αρχείο ρυθμίσεων

Τώρα, μετακινήστε το αρχείο ρυθμίσεων OpenVPN στον κατάλογο OpenVPN. Χρησιμοποιήστε την ακόλουθη εντολή:

```
sudo mv example.ovpn /etc/openvpn/client.conf
```

Αυτή η εντολή μετονομάζει το αρχείο ρυθμίσεων σε `client.conf` και το μετακινεί στον κατάλληλο κατάλογο για το OpenVPN.

Βήμα 4^ο: Εκκίνηση του OpenVPN

Ξεκινήστε τη σύνδεση OpenVPN χρησιμοποιώντας το αρχείο ρυθμίσεων που μόλις τοποθετήσατε στον κατάλογο OpenVPN. Εκτελέστε αυτήν την εντολή:

```
sudo openvpn --config /etc/openvpn/client.conf
```

Αυτή η εντολή θα δημιουργήσει τη σύνδεση VPN χρησιμοποιώντας το παρεχόμενο αρχείο ρυθμίσεων.

Βήμα 5: Επανεκκίνηση του Raspberry Pi

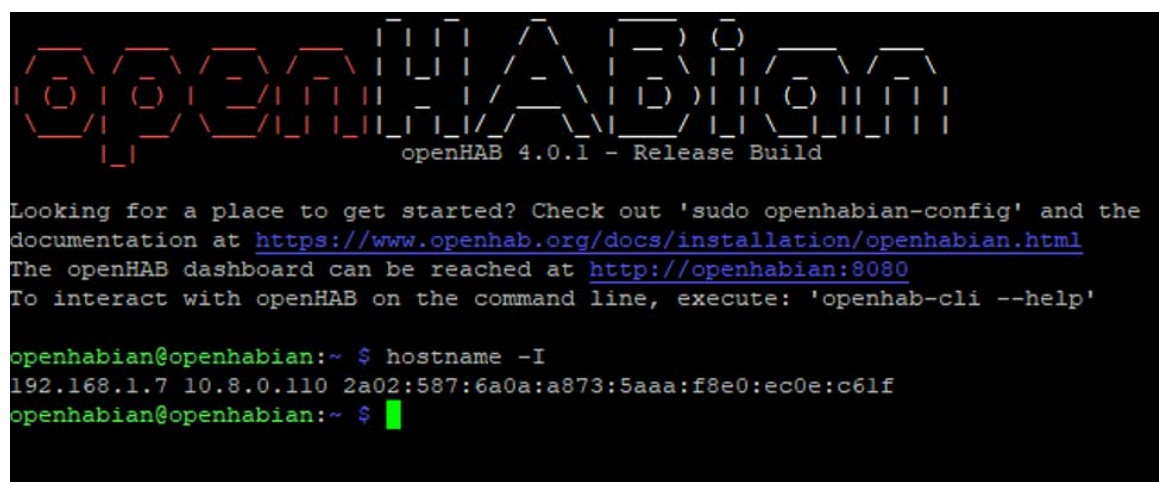
Αφού ρυθμίσετε με επιτυχία το OpenVPN, είναι καλή πρακτική να επανεκκινήσετε το Raspberry Pi σας για να βεβαιωθείτε ότι οι αλλαγές τίθενται σε ισχύ. Εκτέλεση:

```
sudo reboot
```

Ακολουθώντας αυτά τα βήματα, μπορείτε να ενσωματώσετε το OpenVPN στο Raspberry Pi 4 σας, επιτρέποντάς του να λειτουργεί παράλληλα με το OpenHAB. Αυτή η ασφαλής σύνδεση σας επιτρέπει να έχετε πρόσβαση στο Raspberry Pi σας από απόσταση, διατηρώντας παράλληλα τα δεδομένα σας ασφαλή και κρυπτογραφημένα. Για να είστε σίγουροι ότι αυτή η λειτουργία πέτυχε πρέπει μετά το reboot του Raspberry Pi σας να πληκτρολογήσετε την εντολή:

- **hostname -I**

όπου όπως μπορείτε να δείτε και στην εικόνα πρέπει να εμφανίζει δύο ip διευθύνσεις την τοπική του δικτύου που έχετε αυτή την στιγμή το Raspberry Pi και την ip του vrn σας



```

openHAB 4.0.1 - Release Build

Looking for a place to get started? Check out 'sudo openhabian-config' and the
documentation at https://www.openhab.org/docs/installation/openhabian.html
The openHAB dashboard can be reached at http://openhabian:8080
To interact with openHAB on the command line, execute: 'openhab-cli --help'

openhabian@openhabian:~ $ hostname -I
192.168.1.7 10.8.0.110 2a02:587:6a0a:a873:5aaa:f8e0:ec0e:c61f
openhabian@openhabian:~ $ █

```

Εικόνα 51 - OpenHAB Basic Terminal with both of ips

5.4 Δημιουργία συνδεσιμότητας διακομιστή MQTT για Raspberry Pi 4 με OpenHAB και αισθητήρες

Στην εποχή του Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT), η απρόσκοπτη ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ συσκευών και διακομιστών είναι υψίστης σημασίας. Το MQTT (Message Queuing Telemetry Transport) έχει αναδειχθεί ως ένα ελαφρύ και αποτελεσματικό πρωτόκολλο για τη διευκόλυνση της επικοινωνίας μεταξύ συσκευών και εφαρμογών διακομιστή. Αυτή η ενότητα διερευνά τα λεπτομερή βήματα για τη δημιουργία συνδεσιμότητας διακομιστή MQTT για ένα Raspberry Pi 4 που εκτελεί το OpenHAB και τους συνδεδεμένους αισθητήρες του, εξασφαλίζοντας την ασφαλή και αποτελεσματική μετάδοση δεδομένων.

Κατανόηση του MQTT

Το MQTT είναι ένα πρωτόκολλο ανταλλαγής μηνυμάτων publish-subscribe που έχει σχεδιαστεί για αποδοτική επικοινωνία χαμηλού εύρους ζώνης και χαμηλής καθυστέρησης. Λειτουργεί με βάση την αρχή των εκδοτών, των συνδρομητών και των διαμεσολαβητών:

- **Publishers:** Συσκευές ή αισθητήρες που στέλνουν δεδομένα ή μηνύματα.
- **Subscribers (συνδρομητές):** Συσκευές ή εφαρμογές που λαμβάνουν δεδομένα ή μηνύματα.
- **Broker:** Ο ενδιάμεσος διακομιστής που είναι υπεύθυνος για τη δρομολόγηση μηνυμάτων μεταξύ εκδοτών και συνδρομητών.

Βήμα 1: Ρύθμιση του MQTT Broker

- Επιλέξτε έναν μεσίτη MQTT, ο οποίος μπορεί να φιλοξενηθεί σε ξεχωριστό διακομιστή ή στο ίδιο Raspberry Pi 4.
- Εγκαταστήστε το λογισμικό MQTT broker. Οι δημοφιλείς επιλογές περιλαμβάνουν το Mosquitto και το Eclipse Mosquitto.
- Διαμορφώστε τον διαμεσολαβητή καθορίζοντας παραμέτρους σύνδεσης και ρυθμίσεις ασφαλείας, όπως όνομα χρήστη και κωδικό πρόσβασης, εάν χρειάζεται.
- Βεβαιωθείτε ότι ο διαμεσολαβητής εκτελείται και ακούει για εισερχόμενες συνδέσεις

Βήμα 2: Ενσωμάτωση με το OpenHAB

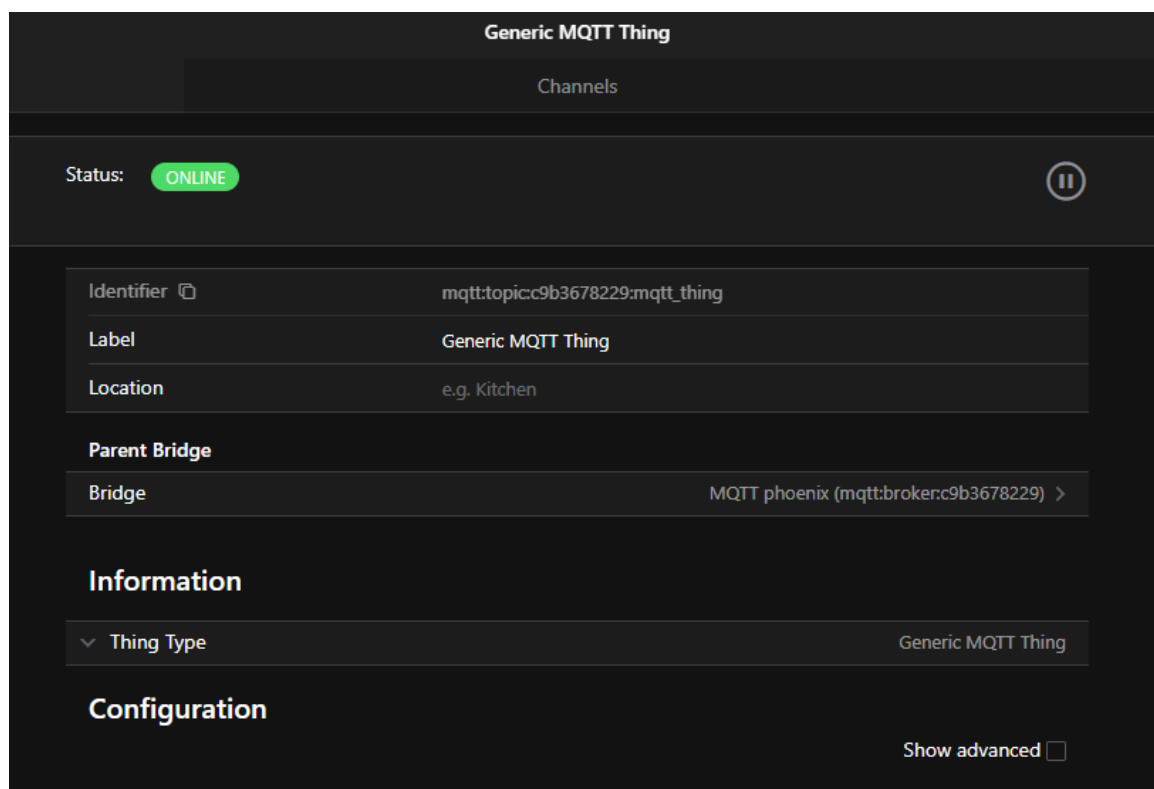
- Το OpenHAB, μια πλατφόρμα οικιακού αυτοματισμού ανοιχτού κώδικα, υποστηρίζει το MQTT. Εγκαταστήστε το πρόσθετο δέσμευσης MQTT στο OpenHAB για να ενεργοποιήσετε την επικοινωνία MQTT.
- Διαμορφώστε το OpenHAB για να συνδέεται με τον μεσίτη MQTT παρέχοντας τη διεύθυνση και τη θύρα του μεσίτη. Αυτό το βήμα δημιουργεί τη γέφυρα μεταξύ του OpenHAB και του μεσίτη MQTT.
- Δημιουργήστε "Things" στο OpenHAB για κάθε αισθητήρα ή συσκευή που θέλετε να παρακολουθείτε και να ελέγχετε. Συνδέστε αυτά τα Things με τα θέματα MQTT που αντιστοιχούν στους αισθητήρες.

Βήμα 3: Διαμόρφωση αισθητήρα

- Βεβαιωθείτε ότι κάθε αισθητήρας στο Raspberry Pi 4 είναι εξοπλισμένος με υποστήριξη MQTT. Αυτό μπορεί να απαιτεί συγκεκριμένα προγράμματα οδήγησης αισθητήρων ή βιβλιοθήκες, ανάλογα με τον τύπο του αισθητήρα.
- Ρυθμίστε τους αισθητήρες ώστε να δημοσιεύουν δεδομένα σε συγκεκριμένα θέματα MQTT. Κάθε αισθητήρας θα πρέπει να δημοσιεύει δεδομένα σε ένα μοναδικό θέμα MQTT, στο οποίο θα εγγραφεί το OpenHAB.
- Βεβαιωθείτε ότι το Raspberry Pi 4 μπορεί να επικοινωνήσει με τον μεσίτη MQTT στέλνοντας δοκιμαστικά μηνύματα από τους αισθητήρες στον μεσίτη.

Βήμα 4: Καθορισμός κανόνων OpenHAB

- Καθορίστε κανόνες στο OpenHAB για τον χειρισμό των εισερχόμενων μηνυμάτων MQTT. Οι κανόνες μπορούν να καθορίζουν ενέργειες που πρέπει να γίνονται όταν πληρούνται συγκεκριμένες συνθήκες.
- Για παράδειγμα, εάν ένας αισθητήρας θερμοκρασίας δημοσιεύει δεδομένα πάνω από ένα συγκεκριμένο όριο, το OpenHAB μπορεί να ενεργοποιήσει έναν κανόνα για την ενεργοποίηση ενός ανεμιστήρα ή την αποστολή μιας ειδοποίησης.



Εικόνα 52 - Generic MQTT Thing Panel

Βήμα 5: Δοκιμές και παρακολούθηση

- Δοκιμάστε ολόκληρο το σύστημα για να βεβαιωθείτε ότι οι αισθητήρες του Raspberry Pi 4 στέλνουν δεδομένα στον μεσίτη MQTT και ότι το OpenHAB επεξεργάζεται και ενεργεί σωστά με βάση αυτά τα δεδομένα.
- Παρακολουθήστε τον μεσίτη MQTT και το OpenHAB για τυχόν προβλήματα ή ανωμαλίες. Εφαρμογή κατάλληλης καταγραφής και χειρισμού σφαλμάτων.

Η δημιουργία συνδεσιμότητας διακομιστή MQTT για ένα Raspberry Pi 4 με OpenHAB και αισθητήρες δημιουργεί ένα ισχυρό και ευέλικτο οικοσύστημα IoT. Το πρωτόκολλο MQTT εξασφαλίζει αποτελεσματική μετάδοση δεδομένων μεταξύ αισθητήρων και OpenHAB, επιτρέποντας την παρακολούθηση και τον έλεγχο έξυπνων συσκευών σε πραγματικό χρόνο. Ακολουθώντας αυτά τα λεπτομερή βήματα, μπορείτε να ενσωματώσετε απρόσκοπτα αισθητήρες και να ανοίξετε έναν κόσμο δυνατοτήτων για εφαρμογές οικιακού αυτοματισμού και IoT. Η επιτυχής εφαρμογή της συνδεσιμότητας MQTT αποτελεί απόδειξη της δύναμης των λύσεων ανοικτού κώδικα στη διαμόρφωση του μέλλοντος των έξυπνων σπιτιών και του IoT.

5.5 Ενσωμάτωση των InfluxDB και Grafana για οπτικοποίηση δεδομένων με Raspberry Pi 4, OpenHAB και αισθητήρες

Η απρόσκοπτη ενσωμάτωση εργαλείων οπτικοποίησης δεδομένων όπως το Grafana με μια βάση δεδομένων χρονοσειρών όπως η InfluxDB ανοίγει έναν κόσμο δυνατοτήτων για την παρακολούθηση και την ανάλυση δεδομένων από διάφορες πηγές. Αυτή η ενότητα παρέχει έναν λεπτομερή οδηγό σχετικά με τον τρόπο ρύθμισης της ένωσης της InfluxDB και της Grafana για τη λήψη και την οπτικοποίηση δεδομένων από ένα Raspberry Pi 4 που εκτελεί το OpenHAB και τους συνδεδεμένους αισθητήρες του.

5.5.1 Γιατί οι InfluxDB και Grafana χρησιμοποιούνται στις εγκαταστάσεις OpenHAB στο Raspberry Pi 4;

Χειρισμός δεδομένων χρονοσειρών: Το OpenHAB ασχολείται συχνά με δεδομένα με χρονοσφραγίδα από αισθητήρες, διακόπτες και άλλες συσκευές IoT. Η εξειδίκευση του InfluxDB στην αποθήκευση δεδομένων χρονοσειρών διασφαλίζει την αποτελεσματική διαχείριση και ανάκτηση δεδομένων, μια κρίσιμη απαίτηση για τον οικιακό αυτοματισμό.

Επεκτασιμότητα: Το Raspberry Pi 4, αν και ισχυρό, εξακολουθεί να επωφελείται από λογισμικό που είναι βελτιστοποιημένο για τη χρήση των πόρων. Το InfluxDB έχει σχεδιαστεί για αποδοτική απόδοση σε υλικό με περιορισμένους πόρους, όπως το Raspberry Pi, εξασφαλίζοντας ότι μπορεί να διαχειριστεί τις ανάγκες δεδομένων μιας εγκατάστασης OpenHAB.

Οπτικοποίηση και ανάλυση δεδομένων: Το Grafana παρέχει ένα φιλικό προς το χρήστη και ευέλικτο περιβάλλον εργασίας για τη δημιουργία προσαρμοσμένων πινάκων ελέγχου, το οποίο είναι ανεκτίμητο για την παρακολούθηση και τον έλεγχο των συσκευών έξυπνου σπιτιού. Επιτρέπει στους χρήστες να οπτικοποιούν δεδομένα από το OpenHAB και να λαμβάνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις.

Ειδοποίηση: Η δυνατότητα δημιουργίας ειδοποιήσεων στο Grafana είναι απαραίτητη για την παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο κρίσιμων παραμέτρων, όπως η θερμοκρασία, η υγρασία ή οι παραβιάσεις ασφαλείας. Εξασφαλίζει ότι οι ιδιοκτήτες σπιτιού ενημερώνονται αμέσως για τυχόν παρατυπίες.

Οικοσύστημα ανοικτού κώδικα: Τόσο η InfluxDB όσο και η Grafana είναι εργαλεία ανοικτού κώδικα, ευθυγραμμιζόμενα με τις αρχές της κοινότητας OpenHAB. Αποτελούν οικονομικά αποδοτικές λύσεις για την ενίσχυση των δυνατοτήτων των συστημάτων οικιακού αυτοματισμού.

Συνοψίζοντας, η ενσωμάτωση των InfluxDB και Grafana σε εγκαταστάσεις OpenHAB στο Raspberry Pi 4 προσφέρει μια αποτελεσματική, κλιμακούμενη και φιλική προς τον χρήστη.

5.5.2 InfluxDB και Grafana σε εγκαταστάσεις OpenHAB σε Raspberry Pi 4: Μια ολοκληρωμένη επισκόπηση

Στον κόσμο του οικιακού αυτοματισμού ανοικτού κώδικα, η ενσωμάτωση των InfluxDB και Grafana παίζει καθοριστικό ρόλο στην ενίσχυση της λειτουργικότητας πλατφορμών όπως το OpenHAB, ιδίως όταν εκτελείται σε υλικό όπως το Raspberry Pi 4. Αυτό το κείμενο παρέχει μια ολοκληρωμένη κατανόηση των InfluxDB και Grafana, καθώς και των λόγων για τη χρήση τους σε εγκαταστάσεις OpenHAB στο Raspberry Pi 4.

Κατανόηση της InfluxDB



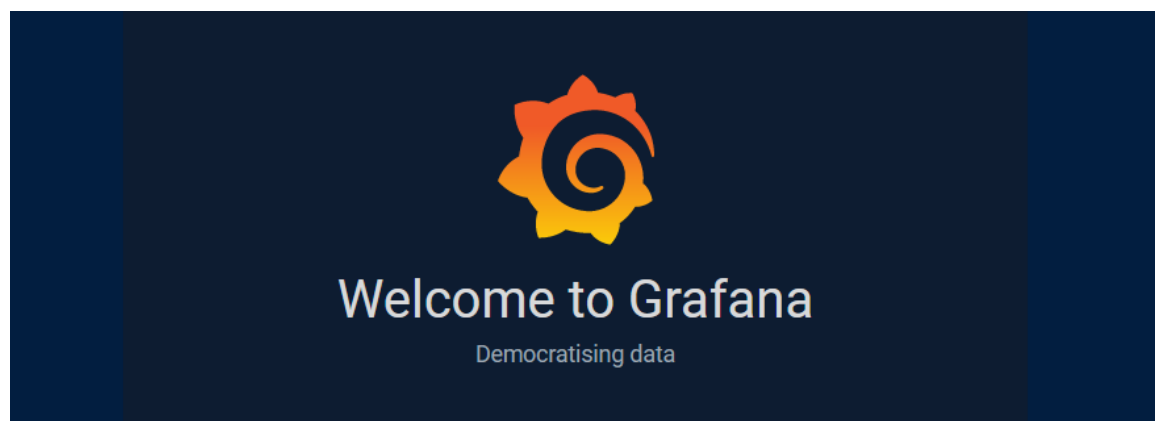
Εικόνα 53 – InfluxDB

Η InfluxDB είναι μια ισχυρή βάση δεδομένων χρονοσειρών ανοικτού κώδικα, σχεδιασμένη για τη διαχείριση μεγάλου όγκου δεδομένων με υψηλή απόδοση. Αποτελεί βασικό συστατικό της στοίβας TICK (Telegraf, InfluxDB, Chronograf, Kapacitor), προσαρμοσμένη για δεδομένα με χρονοσήμανση, καθιστώντας την ιδανική επιλογή για εφαρμογές IoT και οικιακού αυτοματισμού. Ακολουθούν ορισμένα βασικά χαρακτηριστικά και ιδιότητες:

- **Δεδομένα χρονοσειρών:** Το InfluxDB υπερέχει στο χειρισμό δεδομένων χρονοσειρών, καθιστώντας το ιδανικό για εφαρμογές που περιλαμβάνουν συνεχή σημεία δεδομένων με χρονοσφραγίδες, όπως δεδομένα αισθητήρων, αρχεία καταγραφής συμβάντων και μετρικές απόδοσης του συστήματος.
- **Επεκτασιμότητα:** Έχει σχεδιαστεί για κλιμάκωση, επιτρέποντας την αποθήκευση και ανάκτηση τεράστιων ποσοτήτων δεδομένων χρονοσειρών, διατηρώντας παράλληλα την απόδοση.
- **Πολιτικές διατήρησης δεδομένων:** Το InfluxDB επιτρέπει στους χρήστες να ορίζουν πολιτικές διατήρησης δεδομένων, διασφαλίζοντας ότι τα δεδομένα λήγουν ή υποβαθμίζονται αυτόματα με την πάροδο του χρόνου, γεγονός που είναι ζωτικής σημασίας για την αποτελεσματική διαχείριση της αποθήκευσης.

- **Γλώσσα ερωτημάτων δεδομένων:** Η InfluxDB χρησιμοποιεί τη δική της γλώσσα ερωτημάτων, την InfluxQL, η οποία είναι προσαρμοσμένη για να λειτουργεί με δεδομένα χρονοσειρών, καθιστώντας εύκολη την ανάκτηση και την ανάλυση πληροφοριών.

Κατανόηση της Grafana



Εικόνα 54 – Grafana

Η Grafana είναι μια άλλη πλατφόρμα ανοιχτού κώδικα που έχει σχεδιαστεί για την παρακολούθηση και την παρατηρησιμότητα, αλλά ειδικεύεται στην οπτικοποίηση και την ανάλυση δεδομένων. Μπορεί να ενσωματωθεί απρόσκοπτα με διάφορες πηγές δεδομένων, συμπεριλαμβανομένης της InfluxDB, καθιστώντας την εξαιρετική επιλογή για τη δημιουργία προσαρμοσμένων ταμπλό και διαγραμμάτων. Ακολουθούν ορισμένα βασικά χαρακτηριστικά και δυνατότητες:

- **Οπτικοποίηση δεδομένων:** Grafana παρέχει ένα πλούσιο σύνολο επιλογών οπτικοποίησης, συμπεριλαμβανομένων διαγραμμάτων, γραφικών παραστάσεων, μετρητών και πινάκων, για την εμφάνιση δεδομένων με οπτικά ελκυστικό και κατατοπιστικό τρόπο.
- **Πηγές δεδομένων:** Υποστηρίζει ένα ευρύ φάσμα πηγών δεδομένων, καθιστώντας το ευέλικτο για την ενσωμάτωση με βάσεις δεδομένων, υπηρεσίες cloud και πλατφόρμες IoT όπως η InfluxDB.
- **Δημιουργία ταμπλό:** Οι χρήστες μπορούν να δημιουργήσουν προσαρμοσμένα ταμπλό για την εμφάνιση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο και προσφέρει ένα φιλικό προς το χρήστη περιβάλλον εργασίας για τη διαμόρφωση πινάκων και διαγραμμάτων.
- **Ειδοποίηση:** Η Grafana μπορεί να ενεργοποιεί ειδοποιήσεις βάσει καθορισμένων συνθηκών, ειδοποιώντας τους χρήστες για συγκεκριμένα γεγονότα ή για την επίτευξη κατωφλίων.

Γιατί οι InfluxDB και Grafana χρησιμοποιούνται στις εγκαταστάσεις OpenHAB στο Raspberry Pi 4

- **Χειρισμός δεδομένων χρονοσειρών:** Το OpenHAB ασχολείται συχνά με δεδομένα με χρονοσφραγίδα από αισθητήρες, διακόπτες και άλλες συσκευές IoT. Η εξειδίκευση του InfluxDB στην αποθήκευση δεδομένων χρονοσειρών διασφαλίζει την αποτελεσματική διαχείριση και ανάκτηση δεδομένων, μια κρίσιμη απαίτηση για τον οικιακό αυτοματισμό.
- **Επεκτασιμότητα:** Το Raspberry Pi 4, αν και ισχυρό, εξακολουθεί να επωφελείται από λογισμικό που είναι βελτιστοποιημένο για τη χρήση των πόρων. Το InfluxDB έχει σχεδιαστεί για αποδοτική απόδοση σε υλικό με περιορισμένους πόρους, όπως το Raspberry Pi, εξασφαλίζοντας ότι μπορεί να διαχειριστεί τις ανάγκες δεδομένων μιας εγκατάστασης OpenHAB.
- **Οπτικοποίηση και ανάλυση δεδομένων:** Το Grafana παρέχει ένα φιλικό προς το χρήστη και ευέλικτο περιβάλλον εργασίας για τη δημιουργία προσαρμοσμένων πινάκων ελέγχου, το οποίο είναι ανεκτίμητο για την παρακολούθηση και τον έλεγχο των συσκευών έξυπνου σπιτιού. Επιτρέπει στους χρήστες να οπτικοποιούν δεδομένα από το OpenHAB και να λαμβάνουν τεκμηριωμένες αποφάσεις.
- **Ειδοποίηση:** Η δυνατότητα δημιουργίας ειδοποιήσεων στο Grafana είναι απαραίτητη για την παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο κρίσιμων παραμέτρων, όπως η θερμοκρασία, η υγρασία ή οι παραβιάσεις ασφαλείας. Εξασφαλίζει ότι οι ιδιοκτήτες σπιτιού ενημερώνονται αμέσως για τυχόν παρατυπίες.
- **Οικοσύστημα ανοικτού κώδικα:** Τόσο η InfluxDB όσο και η Grafana είναι εργαλεία ανοικτού κώδικα, ευθυγραμμισμένα με τις αρχές της κοινότητας OpenHAB. Αποτελούν οικονομικά αποδοτικές λύσεις για την ενίσχυση των δυνατοτήτων των συστημάτων οικιακού αυτοματισμού.

Συνοψίζοντας, η ενσωμάτωση των InfluxDB και Grafana σε εγκαταστάσεις OpenHAB στο Raspberry Pi 4 προσφέρει μια αποτελεσματική, επεκτάσιμη και φιλική προς το χρήστη λύση για τη διαχείριση δεδομένων χρονοσειρών, τη δημιουργία προσαρμοσμένων ταμπλό και τη διασφάλιση της απρόσκοπτης λειτουργίας των έξυπνων σπιτιών. Αυτός ο συνδυασμός εργαλείων αποτελεί παράδειγμα της δύναμης των τεχνολογιών ανοικτού κώδικα στη διαμόρφωση του μέλλοντος του οικιακού αυτοματισμού.

5.5.3 Εγκατάσταση του InfluxDB και δημιουργία μιας βάσης δεδομένων αποθήκευσης για το OpenHAB με αισθητήρες τεχνολογίας Z-Wave στο Raspberry Pi 4

Αυτός ο οδηγός περιγράφει τη διαδικασία βήμα προς βήμα για την εγκατάσταση του InfluxDB και τη δημιουργία μιας βάσης δεδομένων αποθήκευσης για το OpenHAB, ειδικά για χρήση με αισθητήρες τεχνολογίας Z-Wave. Ακολουθώντας αυτές τις οδηγίες, θα έχετε ένα ισχυρό και αποτελεσματικό σύστημα για την αποθήκευση και διαχείριση δεδομένων αισθητήρων στο Raspberry Pi 4.

Βήμα 1: Ενημερώστε το Raspberry Pi σας

Πριν εγκαταστήσετε το InfluxDB, βεβαιωθείτε ότι το λειτουργικό σύστημα και τα πακέτα του Raspberry Pi σας είναι ενημερωμένα. Ανοίξτε ένα τερματικό και εκτελέστε τις ακόλουθες εντολές:

```
sudo apt update
```

```
sudo apt upgrade
```

Βήμα 2: Εγκατάσταση του InfluxDB

Το InfluxDB είναι διαθέσιμο στα επίσημα αποθετήρια του Raspbian. Χρησιμοποιήστε την ακόλουθη εντολή για να το εγκαταστήσετε:

```
sudo apt install influxdb
```

Βήμα 3: Εκκίνηση και ενεργοποίηση του InfluxDB

Για να εκκινήσετε το InfluxDB και να του επιτρέψετε να εκτελείται κατά την εκκίνηση, εκτελέστε τις ακόλουθες εντολές:

```
sudo systemctl start influxdb
```

```
sudo systemctl enable influxdb
```

Βήμα 4: Διαμόρφωση της InfluxDB

Ανοίξτε το αρχείο ρυθμίσεων InfluxDB για επεξεργασία:

```
sudo nano /etc/influxdb/influxdb.conf
```

Στο αρχείο ρυθμίσεων, εντοπίστε την ενότητα [http] και κάντε τις ακόλουθες αλλαγές:

```
enabled = true
```

```
bind-address = ":8086"
```

```
auth-enabled = false
```

Αποθηκεύστε και κλείστε το αρχείο.

Βήμα 5: Δημιουργία βάσης δεδομένων

Τώρα, ήρθε η ώρα να δημιουργήσετε μια βάση δεδομένων για τα δεδομένα των αισθητήρων σας. Επιστρέψτε στο τερματικό και εισέλθετε στο κέλυφος InfluxDB:

```
influx
```

Μέσα στο κέλυφος του InfluxDB, δημιουργήστε μια νέα βάση δεδομένων για τα δεδομένα του αισθητήρα σας, αντικαθιστώντας το <your_database_name> με το όνομα της προτίμησής σας:

```
CREATE DATABASE <your_database_name>
```

Βήμα 6: Έξοδος από το InfluxDB Shell

Βγείτε από το κέλυφος InfluxDB πληκτρολογώντας:

```
Exit
```

Βήμα 7: Δοκιμή της InfluxDB

Για να επαληθεύσετε ότι το InfluxDB λειτουργεί σωστά, μπορείτε να χρησιμοποιήσετε εντός της InfluxDB την εντολή SHOW MEASUREMENTS και να κάνετε SELECT ποιες μετρήσεις και ποιανού αισθητήρα θα θέλατε να παρακολουθήσετε.

Με αυτόν τον τρόπο κατανοείτε ότι η βάση σας είναι ενεργή και λειτουργική παίρνοντας δεδομένα όπου μετά θα μπορούν να αποθηκεύονται αλλά και να οπτικοποιούνται.


```

openhabian@openhabian: ~
> CREATE DATABASE mydb2
> ;
> exit
openhabian@openhabian:~ $ sudo nano /etc/openhab/
automation/ icons/ persistence/ scripts/ sitemaps/ things/
html/ items/ rules/ services/ sounds/ transform/
openhabian@openhabian:~ $ sudo nano /etc/openhab/services/
addons.cfg basicui.cfg influxdb.cfg readme.txt rrd4j.cfg runtime.cfg
openhabian@openhabian:~ $ sudo nano /etc/openhab/services/influxdb.cfg
openhabian@openhabian:~ $ sudo nano /etc/openhab/services/influxdb.cfg
openhabian@openhabian:~ $ sudo service openhab restart
openhabian@openhabian:~ $ influx
Connected to http://localhost:8086 version 1.8.10
InfluxDB shell version: 1.8.10
> USE DATABASE mydb2
ERR: Database DATABASE mydb2 doesn't exist. Run SHOW DATABASES for a list of existing databases.
DB does not exist!
> USE mydb2
Using database mydb2
> SHOW TABLES
ERR: error parsing query: found TABLES, expected CONTINUOUS, DATABASES, DIAGNOSTICS, FIELD, GRANTS, MEASUREMENT, MEASUREMENTS, QUERIES, RETENTION, SERIES, SHARD, SHARDS, STATS, SUBSCRIPTIONS, TAG, USERS at line 1, char 6
> ^C
> SHOW MEASUREMENTS
name: measurements
name
----
power
> SELECT * FROM power
name: power
time item value
----
1692692908835000000 ZWave_Node_013_Sensor_power 28.8
1692693026930000000 ZWave_Node_013_Sensor_power 15.6
1692693032221000000 ZWave_Node_013_Sensor_power 28.7
1692693033780000000 ZWave_Node_013_Sensor_power 15.3
1692693038095000000 ZWave_Node_013_Sensor_power 17.4
1692693039846000000 ZWave_Node_013_Sensor_power 31.4
1692693040086000000 ZWave_Node_013_Sensor_power 29
1692693045184000000 ZWave_Node_013_Sensor_power 1.5
1692693047043000000 ZWave_Node_013_Sensor_power 0
1692693059415000000 ZWave_Node_013_Sensor_power 15.5
1692693061050000000 ZWave_Node_013_Sensor_power 26.4
1692693065213000000 ZWave_Node_013_Sensor_power 31.8
1692693072157000000 ZWave_Node_013_Sensor_power 14
1692693087766000000 ZWave_Node_013_Sensor_power 16.7
1692693092039000000 ZWave_Node_013_Sensor_power 31.5
1692693093845000000 ZWave_Node_013_Sensor_power 18.1
1692693099061000000 ZWave_Node_013_Sensor_power 31.7
1692693118951000000 ZWave_Node_013_Sensor_power 16.3
1692693118973000000 ZWave_Node_013_Sensor_power 31.2
1692693120461000000 ZWave_Node_013_Sensor_power 13.7
1692693124794000000 ZWave_Node_013_Sensor_power 33.6
1692693126921000000 ZWave_Node_013_Sensor_power 16
1692693130650000000 ZWave_Node_013_Sensor_power 30.9
1692693151855000000 ZWave_Node_013_Sensor_power 23.3
1692693159052000000 ZWave_Node_013_Sensor_power 22.2
1692693163432000000 ZWave_Node_013_Sensor_power 28.9
1692693163508000000 ZWave_Node_013_Sensor_power 13.9
1692693178138000000 ZWave_Node_013_Sensor_power 18.4
1692693183334000000 ZWave_Node_013_Sensor_power 14.7
1692693190580000000 ZWave_Node_013_Sensor_power 27.2
1692693207815000000 ZWave_Node_013_Sensor_power 18
1692693209325000000 ZWave_Node_013_Sensor_power 32.8
1692693209936000000 ZWave_Node_013_Sensor_power 13.7

```

Εικόνα 55 - Δεδομένα των αισθητήρων που ενώθηκαν με την βάση δεδομένων InfluxDB

Βήμα 8: Ενσωμάτωση με το OpenHAB

Για να ενσωματώσετε το InfluxDB με το OpenHAB, ακολουθήστε τις οδηγίες διαμόρφωσης που παρέχονται από το OpenHAB, οι οποίες συνήθως περιλαμβάνουν την προσθήκη του InfluxDB ως υπηρεσία επιμονής και τον προσδιορισμό του ονόματος της βάσης δεδομένων που δημιουργήσατε στο Βήμα 5.

Ακολουθώντας αυτά τα βήματα, έχετε εγκαταστήσει με επιτυχία το InfluxDB, έχετε δημιουργήσει μια βάση δεδομένων αποθήκευσης και έχετε θέσει τις βάσεις για την ενσωμάτωση δεδομένων αισθητήρων από αισθητήρες τεχνολογίας Z-Wave μέσω του OpenHAB στο Raspberry Pi 4. Αυτός ο ισχυρός συνδυασμός εξασφαλίζει αποτελεσματική διαχείριση δεδομένων και σας επιτρέπει να αξιοποιήσετε αποτελεσματικά τη δύναμη του συστήματος έξυπνου οικιακού αυτοματισμού σας.

5.5.4 Σύνδεση του InfluxDB με το Grafana στο Raspberry Pi 4 με αισθητήρες OpenHAB και Z-Wave

Αυτός ο οδηγός εξηγεί πώς να συνδέσετε το InfluxDB με το Grafana σε ένα Raspberry Pi 4 που τρέχει το OpenHAB και χρησιμοποιεί την τεχνολογία αισθητήρων Z-Wave. Αυτή η ενσωμάτωση σας επιτρέπει να απεικονίζετε και να αναλύετε αποτελεσματικά τα δεδομένα των αισθητήρων σας μέσω των διαδραστικών ταμπλό της Grafana.

Βήμα 1: Εγκατάσταση της Grafana στο Raspberry Pi

Για να ξεκινήσουμε, πρέπει να εγκαταστήσουμε το Grafana στο Raspberry Pi σας. Χρησιμοποιήστε τις ακόλουθες εντολές για να το κάνετε:

```
sudo apt-get install -y software-properties-common
```

```
sudo add-apt-repository "debhttps://packages.grafana.com/oss/deb  
stable main"
```

```
wget -q -O - https://packages.grafana.com/gpg.key | sudo apt-key  
add -
```

```
sudo apt-get update
```

```
sudo apt-get install grafana
```

Βήμα 2: Εκκίνηση και ενεργοποίηση της Grafana

Μετά την εγκατάσταση, μπορείτε να εκκινήσετε και να ενεργοποιήσετε την Grafana ως υπηρεσία χρησιμοποιώντας τις ακόλουθες εντολές:

```
sudo systemctl start grafana-server
```

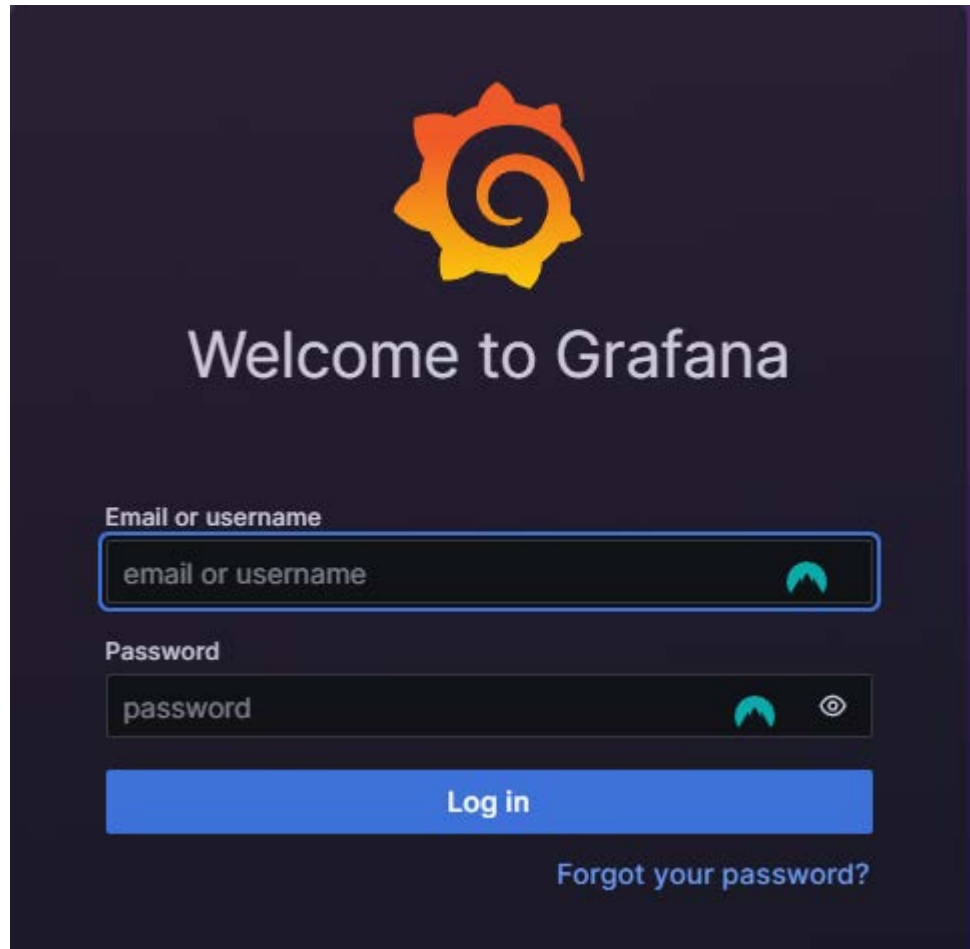
```
sudo systemctl enable grafana-server
```

Βήμα 3: Πρόσβαση στο Grafana Web Interface

Μπορείτε τώρα να αποκτήσετε πρόσβαση στη διεπαφή ιστού της Grafana μέσω του προγράμματος περιήγησης ιστού σας, μεταβαίνοντας στη διεύθυνση:

http://<your_raspberry_pi_ip>:3000

Συνδεθείτε με τα προεπιλεγμένα διαπιστευτήρια (όνομα χρήστη: admin, κωδικός πρόσβασης: admin) και θα σας ζητηθεί να αλλάξετε τον κωδικό πρόσβασής σας.



Εικόνα 56 - Grafana Sign Up

Βήμα 4: Διαμόρφωση της πηγής δεδομένων

Στο Grafana, πρέπει να διαμορφώσετε το InfluxDB ως πηγή δεδομένων:

- Κάντε κλικ στο εικονίδιο με το γρανάζι (⚙) στην αριστερή πλευρική μπάρα για να αποκτήσετε πρόσβαση στο μενού Διαμόρφωση.
- Επιλέξτε "Πηγές δεδομένων".
- Κάντε κλικ στο "Add data source" (Προσθήκη πηγής δεδομένων).
- Επιλέξτε "InfluxDB" ως τύπο πηγής δεδομένων.

Τώρα, πρέπει να καθορίσετε τις ρυθμίσεις του InfluxDB:

Ρυθμίσεις HTTP:

- URL: http://<your_raspberry_pi_ip>:8086

Λεπτομέρειες InfluxDB: InfluxDB: Οι πληροφορίες για την InfluxDB θα πρέπει να είναι οι εξής: 1:

- Βάση δεδομένων: Καθορίστε το όνομα της βάσης δεδομένων που δημιουργήσατε στο InfluxDB (από τον προηγούμενο οδηγό).

HTTP Auth:

- Με ενεργοποιημένο το HTTP Auth, εισαγάγετε το όνομα χρήστη και τον κωδικό πρόσβασης, αν έχετε ορίσει έλεγχο ταυτότητας για το InfluxDB.

Κάντε κλικ στο "Save & Test" (Αποθήκευση και δοκιμή) για να επαληθεύσετε τη σύνδεση. Εάν είναι επιτυχής, η Grafana είναι τώρα συνδεδεμένη με την InfluxDB.

Βήμα 5: Δημιουργία ταμπλό

Τώρα που η πηγή δεδομένων σας έχει ρυθμιστεί, μπορείτε να δημιουργήσετε πίνακες ελέγχου στο Grafana για να απεικονίσετε τα δεδομένα των αισθητήρων Z-Wave. Ακολουθεί ο τρόπος:

- Κάντε κλικ στο εικονίδιο "+" στην αριστερή πλευρική γραμμή.
- Επιλέξτε "Ταμπλό".
- Προσθέστε έναν νέο πίνακα και ρυθμίστε τον ώστε να εμφανίζει τα δεδομένα από το InfluxDB.

Η Grafana προσφέρει ένα ευρύ φάσμα επιλογών απεικόνισης, επιτρέποντάς σας να δημιουργήσετε προσαρμοσμένους πίνακες ελέγχου που ταιριάζουν στις συγκεκριμένες ανάγκες σας. Μπορείτε να προσθέσετε διαγράμματα, γραφήματα και άλλα οπτικά στοιχεία για να παρακολουθείτε αποτελεσματικά τα δεδομένα των αισθητήρων σας.



Εικόνα 57 - Μετρήσεις Grafana μέσα σε 3 ώρες

Βήμα 6: Παρακολούθηση και ανάλυση

Με τους πίνακες ελέγχου στη θέση τους, μπορείτε τώρα να παρακολουθείτε και να αναλύετε τα δεδομένα από τους αισθητήρες Z-Wave σε πραγματικό χρόνο. Τα διαδραστικά χαρακτηριστικά της Grafana και οι δυνατότητες αποθήκευσης δεδομένων της InfluxDB σας παρέχουν ένα ισχυρό σύνολο εργαλείων για την απόκτηση πληροφοριών σχετικά με το σύστημα οικιακού αυτοματισμού σας.

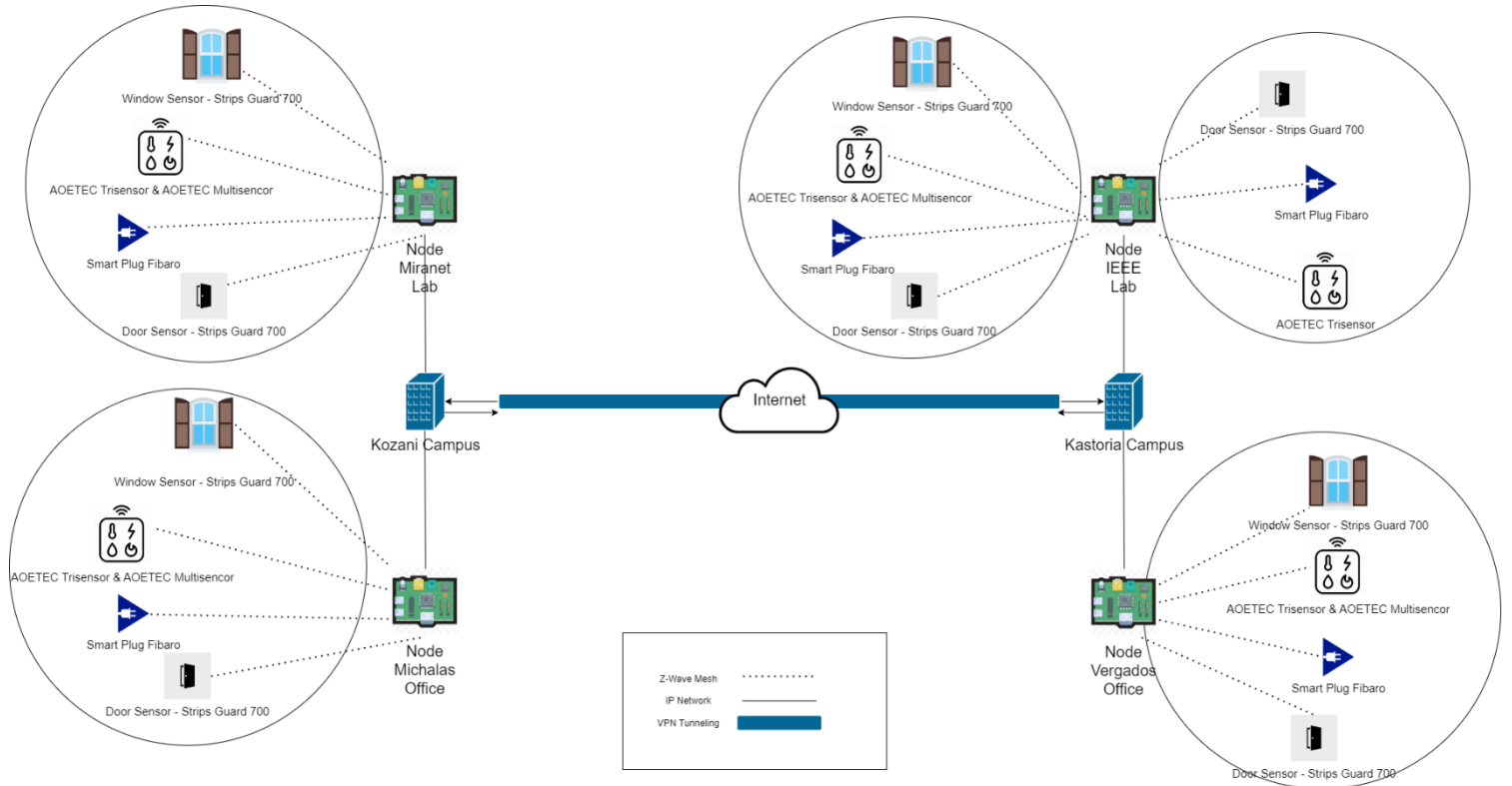
Αυτή η ενσωμάτωση βελτιώνει τις δυνατότητες της εγκατάστασης OpenHAB που βασίζεται στο Raspberry Pi 4, διευκολύνοντας τη λήψη τεκμηριωμένων αποφάσεων και τη βελτιστοποίηση του έξυπνου σπιτιού σας.

5.5.5 Αρχιτεκτονική των Πειραματικών Διατάξεων

Ολοκληρώνοντας αυτό το τμήμα της πτυχιακής μου εργασίας, επιδιώκω να περιγράψω την αρχιτεκτονική που διέπει το σχεδιασμό και την εκτέλεση των ερευνητικών μου προσπαθειών.

Ο πυρήνας της αρχιτεκτονικής περιλαμβάνει ένα κεντρικό δίκτυο που συνδέει δύο κομβικές δομές: τις εγκαταστάσεις του Πανεπιστημίου Καστοριάς (που βρίσκονται στην περιοχή Κοίλα της Καστοριάς) και το ίδρυμα της Κοζάνης (που βρίσκεται στην περιοχή ΖΕΠ της Κοζάνης). Κεντρικό σημείο αυτού του δικτύου αποτελεί ένας διακομιστής VPN, κομβικό σημείο για την εξωτερική συνδεσιμότητα και την απρόσκοπτη απεικόνιση των δεδομένων που φιλοξενούνται στην πλατφόρμα OpenHAB, μεταξύ άλλων συστημάτων. Αυτή η προσβασιμότητα παραμένει εξαρτώμενη από τη συνδεσιμότητα του δικτύου και την κατοχή ενός ανεξάρτητου κλειδιού πρόσβασης συνδεδεμένου με τις υπολογιστικές μας συσκευές, παράλληλα με ένα απαραίτητο κλειδί συγχρονισμένο με το Raspberry Pi (ή Server), όπως διευκρινίστηκε στα προηγούμενα κεφάλαια. Στο επίκεντρο αυτής της αρχιτεκτονικής βρίσκονται οι τέσσερις ξεχωριστοί κόμβοι, καθένας από τους οποίους διαθέτει ένα Raspberry Pi εξοπλισμένο με το λογισμικό OpenHAB. Η πλακέτα Z-WAVEME αναλαμβάνει κεντρικό ρόλο σε αυτές τις διαμορφώσεις, λειτουργώντας ως ο άξονας για τη δημιουργία συνδεσιμότητας μεταξύ των αισθητήρων και του Raspberry Pi. Η απουσία της αποκλείει οποιαδήποτε ενσωμάτωση αισθητήρων στο πλαίσιο του δικτύου. Στη συνέχεια, κάθε πειραματική διαμόρφωση περιγράφει μια ομαδοποιημένη αναπαράσταση, η οποία περιλαμβάνει στοιχεία διασυνδεδεμένα μέσω συνδέσεων Z-Wave Mech που συμβολίζονται με διακεκομμένες γραμμές. Μέσα στη διάταξη της Καστοριάς, διακρίνονται τρεις ενώσεις, δύο από τις οποίες συγκλίνουν μέσα στον κόμβο IEEE Lab Node. Αυτές οι διαμορφώσεις φιλοξενούν αισθητήρες μέτρησης της κατάστασης των ανοιγμάτων μέσω του Strips Guard 700, που περικλείουν ανοίγματα θυρών και παραθύρων, επιπλέον τριών αισθητήρων παρακολούθησης κίνησης, αισθητήρων θερμοκρασίας και υγρασίας, αισθητήρων σεισμικών δονήσεων μέσω των μονάδων Trisensor και Multisensor της AOETEC. Αυτά συνολικά διευκολύνουν την ολοκληρωμένη συλλογή δεδομένων, που συμπληρώνεται περαιτέρω από μετρήσεις κατανάλωσης ενέργειας και τον ενορχηστρωμένο έλεγχο των ενεργοποιήσεων ή απενεργοποιήσεων των συσκευών, που διευκολύνεται από το FIBARO Wall Plug. Αντίθετα, στον δευτερεύοντα κόμβο που βρίσκεται στο γραφείο του κ. Βέργαδου, εκδηλώνεται μια αξιοσημείωτη απόκλιση. Εδώ, η μονάδα flash Z-Stick Gen 5 αντικαθιστά την πλακέτα Z-WAVEME, αντικατοπτρίζοντας τις λειτουργίες της, αν και συνδέεται με έναν ξεχωριστό διακομιστή που ενορχηστρώνει τη συνδεσιμότητα των αισθητήρων, αποκλίνοντας από το πλαίσιο του Raspberry Pi.

Ολοκληρώνοντας τις πειραματικές διαμορφώσεις στην Κοζάνη, πανομοιότυπες συστοιχίες αισθητήρων γεμίζουν το εργαστήριο Miranet και το γραφείο του κ. Michala, εξασφαλίζοντας ομοιομορφία δεδομένων και συνεπή παρακολούθηση σε αυτούς τους χώρους [61].



Εικόνα 58 - Αρχιτεκτονική των Πειραματικών Διατάξεων

Συμπεράσματα

Το ταξίδι μέσω αυτής της έρευνας αποκάλυψε την αξιοσημείωτη εξέλιξη των τεχνολογιών του Διαδικτύου των Πραγμάτων (IoT) και τον βαθύ αντίκτυπο τους στην έννοια του έξυπνου σπιτιού. Η ενσωμάτωση του OpenHAB, των αισθητήρων Z-Wave, του InfluxDB, του Grafana, των VPN και της επικοινωνίας MQTT σε ένα Raspberry Pi 4 αποκάλυψε ένα στιβαρό και ευέλικτο πλαίσιο για τον σύγχρονο οικιακό αυτοματισμό. Καθώς ολοκληρώνω αυτή τη πτυχιακή εργασία, είναι επιτακτική ανάγκη να προβληματιστούμε σχετικά με τα βασικά ευρήματα, τις επιπτώσεις και τις μελλοντικές προοπτικές.

Η εξέλιξη των τεχνολογιών IoT:

Το τοπίο του IoT έχει υποστεί σημαντικό μετασχηματισμό, ο οποίος οφείλεται σε τεχνολογικές εξελίξεις όπως τα δίκτυα 5G, το edge computing και η τεχνητή νοημοσύνη. Αυτές οι καινοτομίες έχουν αυξήσει την ανταπόκριση και τις δυνατότητες των συσκευών IoT, ωθώντας τις από απλούς συλλέκτες δεδομένων σε έξυπνους λήπτες αποφάσεων. Η ενσωμάτωση του IoT στην καθημερινή μας ζωή δεν αποτελεί πλέον όραμα του μέλλοντος- είναι η σημερινή μας πραγματικότητα.

Το OpenHAB ως ακρογωνιαίος λίθος:

Η ανάπτυξη του OpenHAB ως κεντρικής πλατφόρμας οικιακού αυτοματισμού απέδειξε τον κομβικό του ρόλο στη δημιουργία ενός ενοποιημένου οικοσυστήματος έξυπνου σπιτιού. Ο χαρακτήρας ανοικτού κώδικα του OpenHAB, η εκτεταμένη συμβατότητα με διάφορες συσκευές και η φιλική προς το χρήστη διεπαφή δίνουν στους ιδιοκτήτες σπιτιών τη δυνατότητα να προσαρμόζουν και να ελέγχουν τα έξυπνα σπίτια τους χωρίς κόπο. Η χρήση ενός Raspberry Pi 4 ως κεντρικού υπολογιστή για το OpenHAB προσθέτει στην εξίσωση ενεργειακή αποδοτικότητα και οικονομία.

Οι αισθητήρες Z-Wave εμπλουτίζουν το οικοσύστημα:

Η ενσωμάτωση της τεχνολογίας αισθητήρων Z-Wave έχει διευρύνει το πεδίο εφαρμογής του οικιακού αυτοματισμού, επιτρέποντας την απρόσκοπτη ενσωμάτωση μιας σειράς συσκευών. Τα ασύρματα και χαμηλής ισχύος χαρακτηριστικά της τεχνολογίας Z-Wave είναι ιδιαίτερα κατάλληλα για έξυπνα σπίτια. Η παρούσα διατριβή υπογραμμίζει την αποτελεσματικότητα και την εμβέλεια που προσφέρουν οι αισθητήρες Z-Wave στο οικοσύστημα, καθιστώντας τους αναπόσπαστα στοιχεία ενός σύγχρονου έξυπνου σπιτιού.

InfluxDB και Grafana για τη διαχείριση δεδομένων:

Η σύνδεση της InfluxDB και της Grafana έχει ανεβάσει την παρακολούθηση και τον έλεγχο των έξυπνων σπιτιών σε ένα νέο επίπεδο. Ο ρόλος της InfluxDB ως βάσης δεδομένων χρονοσειρών για την αποθήκευση δεδομένων, σε συνδυασμό με τις δυνατότητες οπτικοποίησης δεδομένων της Grafana, παρείχε στους ιδιοκτήτες σπιτιών πολύτιμες πληροφορίες για το περιβάλλον του έξυπνου σπιτιού τους.

Επικοινωνία VPN και MQTT για ασφαλή και ευέλικτο έλεγχο:

Η υλοποίηση των Εικονικών Ιδιωτικών Δικτύων (VPN) με χρήση OpenVPN στο Raspberry Pi 4 αντιμετωπίζει την κρίσιμη πτυχή της ασφάλειας και της ιδιωτικότητας στο έξυπνο σπίτι. Εξασφαλίζει ότι η απομακρυσμένη πρόσβαση και ο έλεγχος παραμένουν ασφαλείς, προστατεύοντας ευαίσθητες πληροφορίες και διατηρώντας την ακεραιότητα του οικοσυστήματος του έξυπνου σπιτιού. Επιπλέον, η χρήση της επικοινωνίας MQTT εισάγει αποτελεσματική και σε πραγματικό χρόνο ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ των συσκευών IoT, ενισχύοντας την ανταπόκριση και τη διαλειτουργικότητα του έξυπνου σπιτιού.

Η επανάσταση του έξυπνου σπιτιού:

Είναι προφανές ότι η ενσωμάτωση των τεχνολογιών IoT στα έξυπνα σπίτια αποτελεί ένα μετασχηματιστικό κύμα στη σύγχρονη διαβίωση. Το έξυπνο σπίτι δεν είναι πλέον μια έννοια που ανήκει στην επιστημονική φαντασία- έχει γίνει αναπόσπαστο μέρος της καθημερινής μας ζωής. Η παρούσα έρευνα χρησιμεύει όχι μόνο ως απόδειξη των δυνατοτήτων των τεχνολογιών IoT, αλλά και ως πρακτικός οδηγός για τους ιδιοκτήτες σπιτιού που επιδιώκουν να αγκαλιάσουν τα οφέλη του οικιακού αυτοματισμού.

Εν κατακλείδι, η παρούσα διατριβή αποτελεί μια διερεύνηση της σύγκλισης των τεχνολογιών IoT και του αυτοματισμού έξυπνων κατοικιών. Οι γνώσεις που αποκτήθηκαν από την έρευνα αυτή όχι μόνο συμβάλλουν στην ακαδημαϊκή κατανόηση του IoT, αλλά προσφέρουν επίσης πρακτική καθοδήγηση για άτομα που επιθυμούν να ξεκινήσουν το ταξίδι τους στο έξυπνο σπίτι. Η επανάσταση του έξυπνου σπιτιού βρίσκεται σε εξέλιξη και πρόκειται για ένα κύμα καινοτομίας που υπόσχεται να επαναπροσδιορίσει τον τρόπο με τον οποίο ζούμε, εργαζόμαστε και αλληλεπιδρούμε με το περιβάλλον μας.

Αυτά τα εκτεταμένα συμπεράσματα παρέχουν μια ολοκληρωμένη περίληψη των βασικών ευρημάτων και συνεπειών που παρουσιάζονται στη διατριβή σας. Τονίζουν τον μετασχηματιστικό αντίκτυπο των τεχνολογιών IoT στη σύγχρονη διαβίωση και αναδεικνύουν το λαμπρό μέλλον των έξυπνων σπιτιών.

Μελλοντικές επεκτάσεις:

Η πορεία αυτής της διατριβής ήταν μια απόδειξη της αξιοσημείωτης συνέργειας των τεχνολογιών του IoT στο πλαίσιο των έξυπνων σπιτιών. Καθώς επιχειρούμε να προχωρήσουμε στο μέλλον, είναι προφανές ότι η ενσωμάτωση αλγορίθμων μηχανικής μάθησης στα οικοσυστήματα έξυπνων σπιτιών θα διαδραματίσει καθοριστικό ρόλο στην ενίσχυση της αυτοματοποίησης, της αποδοτικότητας και της εμπειρίας των χρηστών. Η παρούσα ενότητα διερευνά τις συναρπαστικές προοπτικές που ανοίγονται μπροστά μας, με ιδιαίτερη έμφαση στις επεκτάσεις μηχανικής μάθησης.

Μηχανική μάθηση στα Σπίτια: Ένα νέο σύνορο για τα έξυπνα σπίτια

Η εξέλιξη των έξυπνων σπιτιών έχει γίνει μάρτυρας μιας ουσιαστικής μετατόπισης από την αυτοματοποίηση βάσει κανόνων σε προσαρμοστικά και ευφυή συστήματα. Η μηχανική μάθηση, ένα υποσύνολο της τεχνητής νοημοσύνης, έχει επιδείξει απaráμιλλες δυνατότητες στον εξοπλισμό των έξυπνων σπιτιών με γνωστικές ικανότητες. Αναλύοντας δεδομένα από αισθητήρες, συσκευές και αλληλεπιδράσεις χρηστών, οι αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης μπορούν να επιτρέψουν στα έξυπνα σπίτια να προσαρμόζονται, να μαθαίνουν και να προβλέπουν τις ανάγκες και τις προτιμήσεις των ιδιοκτητών σπιτιού.

Εξατομικευμένες εμπειρίες Smart Home

Η ενσωμάτωση αλγορίθμων μηχανικής μάθησης στα έξυπνα σπίτια υπόσχεται να προσφέρει εξαιρετικά εξατομικευμένες εμπειρίες. Αυτοί οι αλγόριθμοι μπορούν να αναλύουν ιστορικά δεδομένα και τη συμπεριφορά των χρηστών για να προβλέπουν τις προτιμήσεις. Για παράδειγμα, ένα έξυπνο σπίτι εξοπλισμένο με μηχανική μάθηση μπορεί να μάθει πότε οι κάτοικοι προτιμούν συγκεκριμένα επίπεδα φωτισμού, θερμοκρασίες δωματίου ή ακόμη και επιλογές ψυχαγωγίας. Μπορεί να προσαρμόζει αυτόματα τις ρυθμίσεις ώστε να ευθυγραμμίζονται με τις ατομικές προτιμήσεις, παρέχοντας ένα επίπεδο εξατομίκευσης που ήταν προηγουμένως ανέφικτο.

Ενεργειακή απόδοση και βιωσιμότητα

Οι αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης έχουν τη δυνατότητα να βελτιστοποιήσουν την κατανάλωση ενέργειας στα έξυπνα σπίτια. Με τη συνεχή παρακολούθηση και ανάλυση των προτύπων χρήσης ενέργειας, οι αλγόριθμοι αυτοί μπορούν να εντοπίσουν ευκαιρίες για βελτιώσεις της αποδοτικότητας. Για παράδειγμα, μπορούν να ρυθμίζουν αυτόματα τα συστήματα θέρμανσης και ψύξης, τον φωτισμό και τις συσκευές ώστε να ελαχιστοποιείται η σπατάλη ενέργειας. Αυτό όχι μόνο μειώνει τους λογαριασμούς κοινής ωφέλειας, αλλά συμβάλλει και στη βιωσιμότητα μειώνοντας τη συνολική κατανάλωση ενέργειας.

Ενισχυμένη ασφάλεια και ανίχνευση ανωμαλιών

Η μηχανική μάθηση μπορεί να διαδραματίσει κρίσιμο ρόλο στην ενίσχυση της ασφάλειας των έξυπνων σπιτιών. Αυτοί οι αλγόριθμοι μπορούν να μάθουν τα συνήθη πρότυπα συμπεριφοράς του νοικοκυριού και των συσκευών του, επιτρέποντάς τους να εντοπίζουν ανωμαλίες ή πιθανές απειλές για την ασφάλεια. Οι ασυνήθιστες προσπάθειες πρόσβασης ή οι άγνωστες συμπεριφορές των συσκευών μπορούν να προκαλέσουν ειδοποιήσεις ή αυτοματοποιημένες αντιδράσεις ασφαλείας, ενισχύοντας την προστασία του έξυπνου σπιτιού.

Προβλεπτική συντήρηση

Μια από τις αξιοσημείωτες εφαρμογές της μηχανικής μάθησης στα έξυπνα σπίτια είναι η προγνωστική συντήρηση. Αναλύοντας δεδομένα αισθητήρων από συσκευές και συστήματα, οι αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης μπορούν να προβλέψουν πότε ο εξοπλισμός μπορεί να αποτύχει ή να χρειαστεί συντήρηση. Αυτή η προληπτική προσέγγιση μπορεί να αποτρέψει απροσδόκητες βλάβες και να παρατείνει τη διάρκεια ζωής των συσκευών, εξοικονομώντας χρόνο και χρήματα στους ιδιοκτήτες σπιτιού.

Φωνητικοί βοηθοί και επεξεργασία φυσικής γλώσσας

Οι φωνητικοί βοηθοί που υποστηρίζονται από μηχανική μάθηση και επεξεργασία φυσικής γλώσσας αναμένεται να γίνουν πιο αναπόσπαστο μέρος των έξυπνων σπιτιών. Αυτοί οι βοηθοί μπορούν να κατανοούν και να ανταποκρίνονται σε φωνητικές εντολές, παρέχοντας μια ελεύθερη και διαισθητική αλληλεπίδραση με το περιβάλλον του έξυπνου σπιτιού. Η μηχανική εκμάθηση επιτρέπει στους φωνητικούς βοηθούς να βελτιώνουν την κατανόηση των μοναδικών φωνών και προτιμήσεων των χρηστών με την πάροδο του χρόνου.

Προκλήσεις και προβληματισμοί

Ενώ οι προοπτικές της μηχανικής μάθησης στα έξυπνα σπίτια είναι ελπιδοφόρες, πρέπει να αντιμετωπιστούν διάφορες προκλήσεις και προβληματισμοί. Το απόρρητο των δεδομένων και η ασφάλεια είναι υψίστης σημασίας, καθώς οι αλγόριθμοι μηχανικής μάθησης βασίζονται σε σημαντικές εισροές δεδομένων. Η εξεύρεση ισορροπίας μεταξύ της προσαρμογής και της ιδιωτικής ζωής είναι ζωτικής σημασίας, διασφαλίζοντας ότι οι χρήστες παραμένουν στον έλεγχο των δεδομένων τους. Επιπλέον, η διαλειτουργικότητα των διαφόρων συσκευών και πλατφορμών σε ένα οικοσύστημα έξυπνου σπιτιού χρειάζεται προσεκτικό σχεδιασμό για την αποτελεσματική αξιοποίηση της μηχανικής μάθησης. Η απρόσκοπτη επικοινωνία και η ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ των συσκευών είναι απαραίτητες για την επιτυχία των αλγορίθμων μηχανικής μάθησης.

Συμπέρασμα: Ένα λαμπρό μέλλον για τα έξυπνα σπίτια

Καθώς ολοκληρώνουμε αυτή τη διερεύνηση των μελλοντικών προοπτικών, είναι σαφές ότι η ενσωμάτωση αλγορίθμων μηχανικής μάθησης στα έξυπνα σπίτια θα ανοίξει νέους ορίζοντες αυτοματοποίησης, εξατομίκευσης, αποδοτικότητας και ασφάλειας. Το μελλοντικό έξυπνο σπίτι είναι έτοιμο να γίνει ένα έξυπνο, προσαρμόσιμο και επικεντρωμένο στον χρήστη περιβάλλον, προσφέροντας μια νέα διάσταση ευκολίας και ποιότητας ζωής. Αυτή η εκτεταμένη ενότητα περιγράφει τις δυνατότητες της μηχανικής μάθησης στα έξυπνα σπίτια, εστιάζοντας στις εφαρμογές της και στις σχετικές εκτιμήσεις. Ενισχύει την ιδέα ότι τα έξυπνα σπίτια δεν είναι στατικά, αλλά εξελίσσονται συνεχώς και προσαρμόζονται στις μεταβαλλόμενες ανάγκες και προσδοκίες των ιδιοκτητών κατοικιών. Το μέλλον των έξυπνων σπιτιών είναι λαμπρό και η ενσωμάτωση της μηχανικής μάθησης αποτελεί σημαντικό ορόσημο σε αυτό το συναρπαστικό ταξίδι.

Βιβλιογραφία

- 1] A. Gazis, «What is IoT? The Internet of Things explained,» *Academia Letters*, p. 8, Ιούνιος 2021.
- 2] A. Trappey, E. C. Trappey, U. H. Govindarajan, A. Chuang και J. Sun, «A review of essential standards and patent landscapes for the Internet of Things: A key enabler for Industry 4.0,» *Advanced Engineering Informatics*, pp. 1-229, Δεκέμβριος 2016.
- 3] techaheadcorp, «techaheadcorp,» [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.techaheadcorp.com/knowledge-center/evolution-of-iot/>. [Πρόσβαση Ιούλιος 2023].
- 4] J. A. Stankovic, «Research Directions for the Internet of Things,» *IEEE INTERNET OF THINGS JOURNAL*, VOL. 1, NO. 1, pp. 1-9, Φεβρουάριος 2014.
- 5] M. Jia, . A. Komeily, Y. Wang και R. S. Srinivasan, «Adopting Internet of Things for the development of smart buildings: A review of enabling technologies and applications,» *Automation in Construction*, pp. 1-126, Μάιος 2019.
- 6] A. Al-Fuqaha, M. Guizani, M. Mohammadi, M. Aledhari και M. Ayyash, «Internet of Things: A Survey on Enabling Technologies, Protocols, and Applications,» *IEEE COMMUNICATION SURVEYS & TUTORIALS*, VOL. 17, NO. 4, pp. 2347 - 2376, Ιουνίου 2015.
- 7] J. Gubbi, R. Buyya, S. Marusic και M. Palaniswami, «Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions,» *Future Generation Computer Systems*, pp. 1645-1660, Σεπτέμβριος 2013.
- 8] A. Zanella, N. Bui, A. Castellani, L. Vangelista και M. Zorzi, «Internet of Things for Smart Cities,» *IEEE Internet of Things Journal (Volume: 1, Issue: 1, February 2014)*, pp. 22 - 32, Φεβρουάριος 2014.
- 9] E. A. Shammar και A. T. Zahary , «The Internet of Things(IoT): a survey of techniques, operating systems, and trends,» *Library Hi Tech*, pp. 5-65, Οκτώβριος 2019.
- 10] K. Ashton, «That “Internet of Things” Thing,» *RFID JOURNAL*, Ιανουάριος 2009. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.rfidjournal.com/that-internet-of-things-thing>. [Πρόσβαση Ιούλιος 2023].
- 11] E. Borgia, «The Internet of Things vision: Key features, applications and open issues,» *Computer Communications*, pp. 1-31, Δεκέμβριος 2014.
- 12] G. Fortino, A. Guerrieri, P. Pace, C. Savaglio και G. Spezzano, «IoT Platforms and Security: An Analysis of the Leading,» *Sensors 2022*, 22, 2196, pp. 1-17, Μάρτιος 2022.

- A. Whitmore, A. Agarwal και L. Da Xu, «The Internet of Things—A survey of topics and trends,» *Springer Science+Business Media*, pp. 261-274, Απρίλιος 2014.
- R. Chataut, A. Phoummalayvane και R. Akl, «Unleashing the Power of IoT: A Comprehensive Review of IoT Applications and Future Prospects in Healthcare, Agriculture, Smart Homes, Smart Cities, and Industry 4.0,» *Sensors*, pp. 1-19, Μάιος 2023.
- W. Shi, J. Cao, Q. Zhang, Y. Li και L. Xu, «Edge Computing: Vision and Challenges,» *IEEE Internet of Things Journal*, pp. 637 - 646, Ιούνιος 2016.
- E. Borgia, «The Internet of Things vision: Key features, applications and open issues,» *Computer Communications*, pp. 1-31, Δεκέμβριος 2014.
- L. Atzori, A. Iera και G. Morabito, «The Internet of Things: A survey,» *Computer Networks*, pp. 2-19, Μάιος 2010.
- V500 systems, «V500 systems,» Απρίλιος 2020. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.v500.com/what-is-internet-of-things-iot/>. [Πρόσβαση Αύγουστος 2023].
- GeeksforGeeks, «GeeksforGeeks,» Σεπτέμβριος 2020. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.geeksforgeeks.org/5-layer-architecture-of-internet-of-things/>. [Πρόσβαση Αύγουστος 2023].
- A. Gerber και J. Romeo, «IBM Developer,» IBM, Ιανουάριος 2020. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://developer.ibm.com/articles/iot-1p101-connectivity-network-protocols/>. [Πρόσβαση Σεπτέμβριος 2023].
- M. Aazam και E.-n. Huh, «Fog Computing and Smart Gateway Based Communication for Cloud of Things,» σε *Conference: 2014 2nd International Conference on Future Internet of Things and Cloud (FiCloud)*, Βαρκελώνη, Ισπανία, 2014.
- novotech, «<https://novotech.com/>,» Ιανουάριος 2023. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://novotech.com/learn/m2m-blog/blog/2023/01/03/the-5-layers-of-iot-architecture-that-give-it-super-power/>. [Πρόσβαση Σεπτέμβριος 2023].
- mongodb, «<https://www.mongodb.com/>,» 2023. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.mongodb.com/cloud-explained/iot-architecture>. [Πρόσβαση Αύγουστος 2023].
- I. Lee και K. Lee, «The Internet of Things (IoT): Applications, investments, and challenges for enterprises,» *Business Horizons*, pp. 431-440, Ιούλιος-Αύγουστος 2015.
- F. Dahlgvist, M. Patel, A. Rajko και J. Shulman, «McKinsey & Company,» 22 Ιούλιος 2019. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.mckinsey.com/industries/private-equity-and-principal-investors/our-insights/growing-opportunities-in-the-internet-of-things>. [Πρόσβαση Σεπτέμβριος 2023].

- W. Georgia, «101 Blockchains,» Μάρτιος 2023. [Ηλεκτρονικό]. Available:
26] <https://101blockchains.com/iot-on-the-business-sector/>. [Πρόσβαση Ιούλιος 2023].
- U. Aboltins, J. Novickis και A. Romanovs, «IoT Impact on Business Opportunities,» σε
27] *2020 61st International Scientific Conference on Information Technology and Management Science of Riga Technical University (ITMS)*, Ρίγα, Λετονία, 2020.
- Z. Bi, L. D. Xu και C. Wang, «Internet of Things for Enterprise Systems,» *IEEE*
28] *TRANSACTIONS ON INDUSTRIAL INFORMATICS, VOL. 10, NO. 2*, pp. 1537-1546, Μάιος 2014.
- M. A. Chaqfeh και N. Mohamed, «Challenges in Middleware Solutions for the Internet
29] of Things,» σε *2012 International Conference on Collaboration Technologies and Systems (CTS)*, Ντένβερ, Ηνωμένες Πολιτείες της Αμερικής, 2012.
- Geeks for Geeks, «IoT and Cloud Computing,» Μάρτιος 2022. [Ηλεκτρονικό]. Available:
30] <https://www.geeksforgeeks.org/iot-and-cloud-computing/>. [Πρόσβαση Σεπτέμβριος 2023].
- C. Henke, «emnify,» Νοέμβριος 2022. [Ηλεκτρονικό]. Available:
31] <https://www.emnify.com/iot-glossary/guide-iot-protocols>. [Πρόσβαση Σεπτέμβριος 2023].
- B. Farahani, F. Firouzi, V. Chang, M. Badaroglu, N. Constant και K. Mankodiya, «Towards
32] fog-driven IoT eHealth: Promises and challenges of IoT in medicine and healthcare,» *Future Generation Computer Systems*, pp. 659-676, Ιανουάριος 2018.
- A. Ghosh, D. J. Edwards και M. R. Hosseini, «Patterns and trends in Internet of Things
33] (IoT) research: future applications in the construction industry,» *Engineering, Construction and Architectural Management*, pp. 457-481, Αύγουστος 2020.
- K. Sunny, A. Sheikh, S. Wagh και N. M. Singh, «Prediction and Classification of
34] Temperature Data in Smart Building,» σε *2020 28th Mediterranean Conference on Control and Automation (MED)*, Saint-Raphaël, France, 2020.
- O. Avatefipour και F. Sadry, «Traffic Management System Using IoT Technology - A
35] Comparative Review,» σε *IEEE International Conference on Electro/Information Technology*, Rochester, MI, USA, 2018.
- D. Miorandi, S. Sicari, F. De Pellegrini και I. Chlamtac, «Internet of things: Vision,
36] applications and research challenges,» *Ad Hoc Networks*, pp. 1497-1516, Σεπτέμβριος 2012.
- R. Porkodi και V. Bhuvanewari, «The Internet of Things (IoT) Applications and
37] Communication Enabling Technology Standards: An Overview,» σε *2014 International Conference on Intelligent Computing Applications*, Coimbatore, India, 2014.
- L. Mucchi, S. Caputo και L. Biotti, «Industrial Internet-of-Things for Management
38] Applications: Ultra Wideband positioning system case study,» *Academia Letters*, pp. 1-11, 2021.

- J. Mengda, K. Ali, W. Yueren και S. R. S., «Adopting Internet of Things for the development of smart buildings: A review of enabling technologies and applications,» *Automation in Construction*, pp. 111-126, Μάιος 2019.
- L. Wang, R. Yang και Z. Wang, «Intelligent Multiagent Control System for Energy and Comfort Management in Smart and Sustainable Buildings,» *IEEE Transactions on Smart Grid (Volume: 3, Issue: 2, June 2012)*, pp. 605 - 617, Φεβρουάριος 2012.
- P. H. Shaikh, N. Bin Mohd Nor, P. Nallagownden, I. Elamvazuthi και T. Ibrahim, «A review on optimized control systems for building energy and comfort management of smart sustainable buildings,» *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, pp. 409-429, Ιούνιος 2014.
- Home Assistant, «Home Assistant,» 2023. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.home-assistant.io/>. [Πρόσβαση Οκτώβριος 2023].
- Home Assistant Documentation, «Home Assistant Documentation,» 2023. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.home-assistant.io/docs/>. [Πρόσβαση Οκτώβριος 2023].
- B. K. Akhmetzhanov, O. Aslan Gazizuly, Z. Nurlan και N. Zhakiyev, «Integration of a Video Surveillance System Into a Smart Home Using the Home Assistant Platform,» σε *2022 International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST)*, Nur-Sultan, Kazakhstan, 2022.
- openHAB Community and the openHAB Foundation e.V., «openhAB,» 2023. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.openhab.org/>. [Πρόσβαση Απρίλιος 2023].
- openHAB Community and the openHAB Foundation e.V., «OpenHAB Documentation,» 2023. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://www.openhab.org/docs/>. [Πρόσβαση Απρίλιος 2023].
- T. Honcharenko, H. Shpakova, K. Predun, M. Zinchenco, M. Liashchenko και V. Savenko, «Smart Information System for Creating Digital Twins of Construction Project,» σε *2022 International Conference on Smart Information Systems and Technologies (SIST)*, Nur-Sultan, Kazakhstan, 2022.
- A. Zharikov, D. Kozin και P. Nekrasov, «Design and Implementation of Home Assistant and TouchGFX Interaction Based on STM32 Microcontroller,» σε *2022 Moscow Workshop on Electronic and Networking Technologies (MWENT)*, Moscow, Russian Federation, 2022.
- B. Alex, «SmartHome University,» Φεβρουάριος 2018. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://smarhome.university/your-smart-home-platform-home-assistant-vs-openhab/>.
- AEOTEC Support, «AEOTEC Trisensor Support,» AOETEC, 2023. [Ηλεκτρονικό]. Available: <https://aeotec.freshdesk.com/support/search?term=trisensor>. [Πρόσβαση Σεπτέμβριος 2023].

2023].

Aeotec Help Desk - Trisensor, «Aeotec Help Desk,» Aeotec, Οκτώβριος 2023.

51] [Ηλεκτρονικό]. Available:

<https://aeotec.freshdesk.com/support/solutions/articles/6000264543-trisensor-8-user-guide>. [Πρόσβαση Οκτώβριος 2023].

Aeotec Help Desk - Six Sensor, «Aeotec Help Desk,» Aeotec, Ιούλιος 2023.

52] [Ηλεκτρονικό]. Available:

<https://aeotec.freshdesk.com/support/solutions/articles/6000057073-multisensor-6-user-guide->. [Πρόσβαση Αύγουστος 2023].

Aeotec-Multisensor6, «aeotec-multi-sensor-6,» aeotec, 2023. [Ηλεκτρονικό]. Available:

53] <https://aeotec.com/products/aeotec-multi-sensor-6/>. [Πρόσβαση Σεπτέμβριος 2023].

Sensitive AB, «Strips Guard 700 for Z-Wave Manual,» 2023. [Ηλεκτρονικό]. Available:

54] <https://staging.yggio.net/docs/strips/guard/>. [Πρόσβαση Απρίλιος 2023].

FIBAR GROUP S.A., «FIBARO Manuals,» Fibaro System, 2021. [Ηλεκτρονικό]. Available:

55] <https://manuals.fibaro.com/wall-plug/>. [Πρόσβαση Απρίλιος 2023].

Raspberry Pi, «Raspberry Pi Documentation,» Raspberry Pi, 2023. [Ηλεκτρονικό].

56] Available: <https://www.raspberrypi.com/documentation/>. [Πρόσβαση Απρίλιος 2023].

S. Khattar, A. Sachdeva, R. Kumar και R. Gupta, «Smart Home With Virtual Assistant

57] Using Raspberry Pi,» σε *2019 9th International Conference on Cloud Computing, Data Science & Engineering (Confluence)*, Noida, India, 2019.

OASIS, «MQTT Version 3.1.1 Plus Errata 01,» OASIS, 2014. [Ηλεκτρονικό]. Available:

58] <https://docs.oasis-open.org/mqtt/mqtt/v3.1.1/mqtt-v3.1.1.html>. [Πρόσβαση Ιούλιος 2023].

F. Mendoza-Cardenas, R. S. Leon-Aguilar και J. L. Quiroz-Arroyo, «CP-ABE encryption

59] over MQTT for an IoT system with Raspberry Pi,» σε *2022 56th Annual Conference on Information Sciences and Systems (CISS)*, Princeton, NJ, USA, 2022.

S. Saxena, S. Jain, D. Arora και P. Sharma, «Implications of MQTT Connectivity Protocol

60] for IoT based Device Automation using Home Assistant and OpenHAB,» σε *2019 6th International Conference on Computing for Sustainable Global Development (INDIACom)*, New Delhi, India, 2010.

Silicon Labs Team, «Silicon Labs,» 01 Σεπτέμβριος 2021. [Ηλεκτρονικό]. Available:

61] https://community.silabs.com/s/article/Introduction-of-Z-Wave?language=en_US.

GeeksforGeeks, «GeeksforGeeks,» Σεπτέμβριος 2020. [Ηλεκτρονικό]. Available:

62] <https://www.geeksforgeeks.org/5-layer-architecture-of-internet-of-things/>. [Πρόσβαση Αύγουστος 2023].

