

**Α.Ε.Ι. ΠΕΙΡΑΙΑ Τ.Τ.
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΤΕ**



**ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
"Διαχείριση και Ενεργειακή Βελτιστοποίηση Συστημάτων"**

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

***“ Η ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΤΟΥ INTERNET OF THINGS (ΙΟΤ) ΣΤΗΝ ΥΠΗΡΕΣΙΑ
ΤΗΣ ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗΣ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΤΙΡΙΩΝ ”***

Υπεύθυνος Καθηγητής: Σταύρος Καμινάρης, Αναπληρωτής Καθηγητής

Φοιτητής: Αλέξανδρος . Γ. Ζαχαράκης

**Αθήνα
Οκτώβριος – 2017**

Copyright © Ανώτατο Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πειραιά Τεχνολογικού Τομέα

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή της για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τον συγγραφέα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν το συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Ανώτατου Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Πειραιά Τεχνολογικού Τομέα.

Αθήνα
Οκτώβριος – 2017

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου για την υπομονή και τη στήριξή της, όλο το χρονικό διάστημα που απαιτήθηκε για την συγγραφή της διπλωματικής εργασίας, καθώς και όλους του συναδέλφους, συνεργάτες και φίλους που προσέφεραν την τεχνολογική τους εμπειρία και γνώση, ώστε αυτή η εργασία να συνεισφέρει στην όσο το δυνατόν καλύτερη κατανόηση του αντικειμένου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περιεχόμενα.....	4
Περίληψη	8
Executive Summary	9
Πρόλογος	10
Κεφάλαιο 1 “ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ”	11
Τι είναι Ενεργειακή Διαχείριση	11
Σημασία της Ενεργειακής Διαχείρισης	11
Πρόγραμμα της Ενεργειακής Διαχείρισης	12
Διαδικασίες Ενεργειακής Διαχείρισης	13
Στόχοι και Πλεονεκτήματα Συστημάτων Monitoring & Targeting	15
Εφαρμοζόμενες Τεχνικές Συστημάτων Monitoring & Targeting	16
Εφαρμοζόμενες Τεχνολογίες Συστημάτων Monitoring & Targeting	19
Κεφάλαιο 2 “ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ BUILDING MANAGEMENT SYSTEM”	21
Τι είναι το Σύστημα Διαχείρισης Κτιρίου (BMS).....	21
Τι ελέγχει το Σύστημα Διαχείρισης Κτιρίου	21
Πλεονεκτήματα Συστήματος Διαχείρισης Κτιρίου	21
Εξοπλισμός Συστήματος Διαχείρισης Κτιρίου	21
Επαναπρογραμματιζόμενοι Ελεγκτές (DDC)	21
Εξοπλισμός Δικτύου (Network Devices).....	25
Καλωδιακό Δίκτυο (Cable Network).....	25
Πρωτόκολλα Επικοινωνίας (Communication Protocols).....	27
Η/Υ με Λογισμικό Οπτικοποίησης (Workstation with SCADA)	31
Κυριότεροι κατασκευαστές εξοπλισμού BMS.....	32
Φυσική Εγκατάσταση του BMS στο έργο	32
Κεφάλαιο 3 “Ο ΚΟΣΜΟΣ ΤΟΥ INTERNET OF THINGS”	34
Τι είναι το Internet of Things (IoT).....	34
Ιστορική Αναδρομή	36
Σημασία του Internet Of Things	36
Εύρος εφαρμογής του Internet Of Things.....	37
Κεφάλαιο 4 “ΜΟΝΤΕΛΑ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ”	46
Μοντέλο Device-to-Device.....	46
Μοντέλο Device-to-Cloud	47
Μοντέλο Device-to-Gateway	48
Μοντέλο Back-End Data Sharing	50
Σύνοψη Μοντέλων	51

Κεφάλαιο 5 “Η ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΟΥ ΙΟΤ ΚΑΙ ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ARM”	52
Ανάγκη για κοινό έδαφος.....	52
Το μοντέλο ARM.....	53
Τα οφέλη από τη χρήση του ARM.....	55
Διαδικασία Ανάπτυξης ARM.....	58
Κεφάλαιο 6 “Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΟΥ DATA STREAMING”	60
Τα αντικείμενα που αποτελούν το ΙοΤ.....	60
Η υποδομή του ΙοΤ	60
Οι τελικοί χρήστες	60
Οι δυσκολίες της εφαρμογής του ΙοΤ	61
Το δίκτυο του Data Streaming	62
Κεφάλαιο 7 “ΙοΤ ΚΑΙ ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ”	64
Η Ιστορία	64
Η ένταξη του ΙοΤ	64
Δυνατότητα του ΙοΤ για Ενεργειακή Διαχείριση.....	65
ΙοΤ ή BMS ?.....	66
Το υβριδικό σύστημα.....	67
Κεφάλαιο 8 “ ΙοΤ ΑΝΟΙΧΤΟΥ ΚΩΔΙΚΑ”	70
Open Source.....	70
Ubuntu.....	70
Free BSD.....	71
Open Solaris.....	72
React OS	72
Haiku OS.....	73
Single Board Computers	74
VoCore.....	74
Arduino Industrial 101	75
Banana Pi M3.....	75
C.H.I.P	76
NanoPi 2 Fire	76
NanoPc-T3	77
Intel Edison with kit for Arduino.....	78
CloudBit.....	78
Parallella.....	79
Κεφάλαιο 9 “Ο ΚΟΣΜΟΣ ΤΟΥ RASPBERRY PI”	80
Τι είναι το raspberry pi.....	80

Τα Μοντέλα του Raspberry	80
Γιατί να προτιμήσουμε το Raspberry Pi	83
Περιγραφή Hardware Raspberry Pi	84
Περιγραφή OS Raspberry Pi	86
Παράδειγμα χρήσης GPIO	87
Το Node Red	93
Γνωριμία με το Node Red	94
Χρησιμοποιώντας το twitter για τον έλεγχο του Raspberry Pi	95
Το Node Red και το IoT	97
Εναλλακτικές πλατφόρμες	98
IoBroker	99
OpenHub	100
Home-Assistant.io	100
Freedomotic	101
Τα περιφερειακά	101
Αισθητήρια Θερμοκρασίας - Υγρασίας	101
Water Proof DS18B20 Digital temperature sensor	101
AM2302 Temperature - Humidity sensor	102
Panel Temperature Meter	102
Platinum RTD Temperature Sensor	103
Αισθητήρια Φωτεινότητας	104
Φωτοκύτταρο CDS	104
TSL2561 Αισθητήρας Φωτεινότητας	105
Αισθητήρια Στάθμης	105
Optomax Digital Liquid Level Sensor	105
Αισθητήρια Παρουσίας	107
Αισθητήριο ποιότητας αέρα	108
Βιομετρικός Αναγνώστης	108
TFT Οθόνη Χειρισμού & Απεικόνισης	109
RGB Οθόνη Χειρισμού & Απεικόνισης	109
Κεφάλαιο 10 “Η ΕΠΟΧΗ ΤΟΥ ΙoT ΣΤΟ BUILDING AUTOMATION”	111
Το Παρόν	111
Το Μέλλον	111
Βιβλιογραφία	113

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Είναι πλέον γνωστό ότι τα σύγχρονα συστήματα αυτοματισμού, τόσο για τις κατοικίες όσο και για τα κτίρια γενικής χρήσης, συμβάλλουν σημαντικά στην αύξηση της ενεργειακής αποδοτικότητας, που σημαίνει μείωση της κατανάλωσης ενέργειας και των εκπομπών μονοξειδίου του άνθρακα, καθώς και διασφάλιση υψηλού επιπέδου άνεσης και ασφάλειας για τους χρήστες.

Στην παρούσα μεταπτυχιακή εργασία αναφερόμαστε στη σημασία της ενεργειακής διαχείρισης και απόδοσης των κτιρίων, στις πρακτικές και μεθοδολογίες που χρησιμοποιούνται για την επίτευξή της, ενώ θα αναπτυχτεί και η τεχνολογία του Internet Of Things (Iot).

Συγκεκριμένα παρουσιάζονται οι τρόποι, με τους οποίους η τεχνολογία Iot μπορεί να συνεργαστεί ή να αντικαταστήσει τα υφιστάμενα κλασικά δίκτυα κτιριακού αυτοματισμού, τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της, το εύρος εφαρμογής της, που βρισκόμαστε σήμερα και που βαδίζουμε αύριο.

Τέλος στα πλαίσια της προσπάθειας για καλύτερη κατανόηση του αντικειμένου, δίνεται ένα απλό παράδειγμα εφαρμογής της τεχνολογίας Iot με την χρήση Open Source ελεγκτή.

Λέξεις κλειδιά: Σύστημα Ενεργειακής Διαχείρισης, Εξοικονόμηση Ενέργειας, Διαδίκτυο, Αισθητήρια, Ελεγκτής, Πρωτόκολλο Επικοινωνίας, Δίκτυο Αυτοματισμού, Δεδομένα, Δίκτυο των πραγμάτων, Raspberry Pi.

EXECUTIVE SUMMARY

It is known that modern automation systems for both residential and general purpose buildings, contribute significantly to energy efficiency increase, which means a reduction of energy consumption and emissions of carbon monoxide, as well as insurance of high comfort and safety level for users.

In this thesis we will refer to the importance of energy management and efficiency in buildings, in practices and methodologies used to achieve energy management, and will thrive the Internet Of Things technology (IoT) which is the main subject of this thesis.

Specifically we will refer to the ways that IoT technology can collaborate or to replace existing conventional building automation networks, we will refer to the advantages , the disadvantages and the application range of IoT technology.

Finally, in a try of a better understanding of this thesis subject, a simple example of an IoT application will be given, using Open Source controller.

Keywords: Energy Management System (EMS), Energy Savings, Internet, Sensors, Controller, Communication Protocol, Automation Network, Data, Internet Of Things, Raspberry Pi

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Με την συγκεκριμένη εργασία γίνεται προσπάθεια να δοθεί στον αναγνώστη η βασική γνώση της τεχνολογίας του Internet Of Things (IoT), πώς αυτή μπορεί να συνδράμει στην ενεργειακή διαχείριση του κτιρίου και πώς μπορεί να συνεργαστεί ή να αντικαταστήσει σε ορισμένες περιπτώσεις, τα κλασικά Συστήματα Ενεργειακής Διαχείρισης Κτιρίων.

Παρουσιάζεται η εξέλιξη της τεχνολογίας αυτής μέχρι σήμερα και οι δυνατότητές που μπορεί να προσφέρει η τεχνολογία αυτή, τόσο στο κλάδο της ενεργειακής διαχείρισης του κτιρίου όσο και στον ευρύτερο τομέα των οικιακών καταναλωτών στο άμεσο μέλλον.

Ευελπιστούμε με την εργασία αυτή να γοητεύσουμε τον αναγνώστη και να του δώσουμε το έναυσμα για την περαιτέρω ενασχόληση του με το αντικείμενο της συγκεκριμένης τεχνολογίας. Ένα αντικείμενο το οποίο είναι ένα απέραντο ταξίδι γνώσης και τεχνολογικής εξέλιξης, το οποίο πρόσφερε, προσφέρει και θα προσφέρει αμέτρητες συγκινήσεις.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

“ΕΝΕΡΓΕΙΑΚΗ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗ ΚΤΙΡΙΟΥ”

Τι είναι Ενεργειακή Διαχείριση

Η χρήση της ενέργειας αποτελεί ένα σημαντικό τμήμα του λειτουργικού κόστους ενός κτιρίου και διαδραματίζει πρωταρχικό ρόλο στην επίτευξη του επιπέδου άνεσης των ενοίκων.

Η Ενεργειακή Διαχείριση του κτιρίου, είναι μια συστηματική, οργανωμένη και συνεχής δραστηριότητα που αποτελείται από ένα προγραμματισμένο σύνολο διοικητικών, τεχνικών και οικονομικών δράσεων και στοχεύει στην εξασφάλιση συνθηκών και υπηρεσιών τέτοιων που να κάνουν την παραμονή των ενοίκων στα κτίρια ευχάριστη με την ελάχιστη δυνατή ενεργειακή κατανάλωση, και συνετή χρήση του ενεργειακού εξοπλισμού.

Οι δράσεις αυτές έχουν ως κριτήρια :

- Την οικονομική αποδοτικότητα και την αύξηση του κέρδους των διαφόρων φορέων διαχείρισης κτιρίων, από την εφαρμογή μέτρων εξοικονόμησης ενέργειας
- Τη βελτίωση της ασφάλειας και ποιότητας ζωής και παροχής υπηρεσιών στα κτίρια
- Την διατήρηση ή βελτίωση της ποιότητας του περιβάλλοντος
- Τον έλεγχο του συνολικού λειτουργικού ενεργειακού κόστους και όχι απλά της καταναλισκόμενης ποσότητας καυσίμων

Η διαδικασία της ενεργειακής διαχείρισης αποτελείται από τέσσερα αλληλοεξαρτώμενα στάδια, συγκεκριμένα τη σκέψη, το σχεδιασμό, την υλοποίηση και την καταμέτρηση. Βασικά εργαλεία στη διαχείριση της ενέργειας αποτελούν η ενεργειακή επιθεώρηση, η ενεργειακή παρακολούθηση, η σωστή συντήρηση του εξοπλισμού, καθώς και η λήψη μέτρων για εξοικονόμηση της ενέργειας που καταναλώνεται.

Σημασία της Ενεργειακής Διαχείρισης

Σύμφωνα με τα στοιχεία της Ευρωπαϊκής Επιτροπής , **η κατανάλωση ενέργειας στον κτιριακό τομέα** για θέρμανση , ψύξη , φωτισμό και ζεστό νερό χρήσης αναλογεί στο 40% περίπου της συνολικής ενεργειακής κατανάλωσης στην Ευρώπη. Ο οικιακός και τριτογενής

κτιριακός τομέας αποτελούν πλέον τον μεγαλύτερο τελικό καταναλωτή ενέργειας εκτοπίζοντας τους παραδοσιακούς μεγάλους καταναλωτές, τη βιομηχανία και τις μεταφορές.

Επιπλέον, η παραγωγή και χρήση ενέργειας είναι η αιτία για το 94% των εκπομπών CO₂, με ένα σημαντικό μερίδιο τουλάχιστον 45% να αναλογεί στον κτιριακό τομέα. Εκτός όμως από το περιβάλλον, η αυξημένη κατανάλωση ενέργειας έχει αρνητικές επιπτώσεις και στον παράγοντα της ασφάλειας εφοδιασμού. Εάν δεν ληφθούν κατάλληλα μέτρα, η ενεργειακή εξάρτηση της Ευρωπαϊκής Ένωσης προβλέπεται να φτάσει το 70% μέχρι το 2030.

Ένα μεγάλο ποσοστό εξοικονόμησης ενέργειας είναι εφικτό για τα κτίρια, καθώς εκτιμάται ότι με απλές και ενεργειακά αποδοτικές τεχνικές, μπορεί να επιτευχθεί εξοικονόμηση ενέργειας της τάξης του 22% μέχρι το 2020.

Στις προτεραιότητες που τίθενται στην **Πράσινη Βίβλο**, εκτιμάται ότι τα ενεργειακά οφέλη που μπορούν να προκύψουν με τη μεγιστοποίηση της χρήσης διαθέσιμων και ενεργειακά αποδοτικών αλλά και οικονομικών βιώσιμων τεχνολογιών στα ευρωπαϊκά κτίρια, αντιστοιχούν με μείωση της παρούσας χρήσης πετρελαίου κατά 10% και μείωση των εκπομπών ρύπων κατά 20%.

Ειδικότερα για τα θέματα ασφάλειας ενεργειακού εφοδιασμού, βασικό κριτήριο αποτελεί η διαχείριση της ενεργειακής ζήτησης με κατάλληλα μέτρα και θεσμικό πλαίσιο, παράγοντας ο οποίος εξασφαλίζεται με τον ενεργειακό σχεδιασμό των κτιρίων που περιλαμβάνει τη μείωση των ενεργειακών απαιτήσεων (για θέρμανση, ψύξη, φωτισμό) κυρίως με εφαρμογή των αρχών του βιοκλιματικού σχεδιασμού.

Τέλος τα ενεργειακά και περιβαλλοντικά οφέλη από την εφαρμογή των αρχών του ενεργειακού και βιοκλιματικού σχεδιασμού κατά την ανακαίνιση κτιρίων είναι μεγαλύτερα, καθώς το υφιστάμενο κτιριακό απόθεμα στην ΕΕ είναι ιδιαίτερα σημαντικό μέγεθος.

Πρόγραμμα της Ενεργειακής Διαχείρισης

Ένα δομημένο **πρόγραμμα Ενεργειακής Διαχείρισης (Ε.Δ.)** ενός κτιρίου ή συγκροτήματος κτιρίων πρέπει να περιλαμβάνει :

- Εκτεταμένους ελέγχους, καταγραφές και μετρήσεις στο κέλυφος και τις ενεργειακές κτιριακές εγκαταστάσεις, που αποσκοπούν στη γνώση του ποσού, των περιοχών και της διαχρονικής εξέλιξης της ενεργειακής κατανάλωσης και καταλήγουν στον προσδιορισμό δόκιμων δυνατοτήτων εξοικονόμησης ενέργειας.

- Προσδιορισμό κατάλληλων στόχων ενεργειακής κατανάλωσης.
- Μελέτες τεχνοοικονομικής σκοπιμότητας για την εφαρμογή συγκεκριμένων δυνατοτήτων εξοικονόμησης ενέργειας, όπου θα διερευνάται η επιλογή νέων ενεργειακών τεχνολογιών (π.χ. συμπαραγωγή με χρήση φυσικού αερίου, κεντρικά συστήματα αυτομάτου ελέγχου και ενεργειακής διαχείρισης, νέες τεχνολογίες αξιοποίησης δυναμικού Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας κ.α.)
- Δημιουργία αρχείου ενεργειακών καταναλώσεων και συνεχής ενημέρωσή του.
- Σύνταξη ενεργειακών εκθέσεων-αναφορών, σε τακτά χρονικά διαστήματα, προς τον φορέα διοίκησης-διαχείρισης
- Έλεγχο της εφαρμογής ενός προγράμματος ορθολογικής λειτουργίας και συντήρησης των κτιριακών ενεργειακών εγκαταστάσεων (θέρμανσης, κλιματισμού, φωτισμού, ζεστού νερού χρήσης) και συσκευών.
- Ενημέρωση και ευαισθητοποίηση του χρήστη του κτιρίου σχετικά με τους στόχους του προγράμματος Ε.Δ. και σχετικά με την συμμετοχή του σε αυτό.
- Εκπαίδευση του τεχνικού προσωπικού και συνεργατών που εμπλέκονται στη λειτουργία και τη συντήρηση του κτιρίου και των εγκαταστάσεών του.
- Διαδικασίες εξεύρεσης τρόπων χρηματοδότησης ενεργειακών έργων.
- Επίβλεψη κατασκευής ενεργειακών εφαρμογών και συνεχής παρακολούθηση της απόδοσής τους μετά την κατασκευή με σκοπό την αξιολόγηση της ωφελιμότητάς τους

Η αντικατάσταση ολόκληρων συστημάτων είναι η πιο δαπανηρή δράση και θα πρέπει να αποφεύγεται (εκτός εάν είναι απολύτως απαραίτητη), καθώς πέρα από το κόστος που συνεπάγεται, μπορούν να ανακύψουν και άλλα προβλήματα

Διαδικασίες Ενεργειακής Διαχείρισης

Ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα Ενεργειακής Διαχείρισης μπορεί να περιγραφεί από τη μεθοδολογία της **Ενεργειακής Λογιστικής, της Ενεργειακής Επιθεώρησης και της Ενεργειακής Παρακολούθησης και Θέσπισης Ενεργειακών Στόχων (Monitoring & Targeting)**. Πιο συγκεκριμένα:

Ενεργειακή Λογιστική:

- Αποτελεί μια από τις πρώτες διαδικασίες ενεργειακής διαχείρισης.
- Ορίζεται ως η ανάλυση, ταξινόμηση και καταγραφή των ενεργειακών ροών σε ένα σύστημα, με σκοπό την περιγραφή και βελτίωση τόσο της τεχνικής απόδοσης όσο και της οικονομικής κατάστασης του συστήματος.

Ενεργειακή Επιθεώρηση:

Ο όρος **Ενεργειακή Επιθεώρηση (Energy Audit)** χρησιμοποιείται γενικά για την περιγραφή μιας συστηματικής διαδικασίας που στοχεύει στην απόκτηση επαρκούς γνώσης γύρω απ' το προφίλ της ενεργειακής συμπεριφοράς μιας επιχειρησιακής μονάδας. Έχει επίσης στόχο τον προσδιορισμό και την αξιολόγηση των οικονομικά αποδοτικών δυνατοτήτων για εξοικονόμηση ενέργειας στην εν λόγω μονάδα. Η ενεργειακή επιθεώρηση παρέχει, λοιπόν, τη δυνατότητα εντοπισμού των κρίσιμων σημείων ενός κτιρίου ή μιας επιχειρησιακής μονάδας (δηλαδή, των σημείων εκείνων όπου υπάρχει σημαντική ροή ενέργειας). Η παραμικρή δυνατότητα ενεργειακής εξοικονόμησης μπορεί να αποφέρει σημαντικά οικονομικά οφέλη για τη διοίκηση μιας επιχειρησιακής μονάδας.

Συστήματα M&T:

Ως **ενεργειακή παρακολούθηση (Monitoring)** χαρακτηρίζεται η διαδικασία συνεχούς ή τακτικής, χρονικά δομημένης καταγραφής της ενεργειακής συμπεριφοράς μιας επιχειρησιακής μονάδας πριν και μετά την εφαρμογή μιας σειράς δράσεων ενεργειακής εξοικονόμησης. Αποτελεί το μέσο εκτίμησης της αποδοτικότητας των δράσεων αυτών, καθώς συγκρίνει τη συμπεριφορά της μονάδας μετά την εφαρμογή των δράσεων με αυτήν που είχε πριν την εφαρμογή τους.

Αντίστοιχα, ως **θέσπιση ενεργειακών στόχων (Targeting)** χαρακτηρίζεται η διαδικασία επισταμένης εξέτασης της υπό παρακολούθηση χρήσης ενέργειας ανά περίοδο και η βελτιστοποίηση της χρήσης αυτής θέτοντας συγκεκριμένους ενεργειακούς στόχους. Αποτελεί μια επέκταση του Monitoring. Ένα σύστημα M&T αποτελείται από τις ακόλουθες διαδικασίες:

- Διαρκή μέτρηση της καταναλισκόμενης ενέργειας.

- Διαρκή μέτρηση και καταγραφή των παραμέτρων που επηρεάζουν την κατανάλωση ενέργειας (κλίμα, κατασκευή, προϊόντα, εξοπλισμός κλπ).
- Συσχέτιση της καταναλισκόμενης ενέργειας με τους παράγοντες που την επηρεάζουν (βαθμοημέρες θέρμανσης κλπ).
- Αναφορά της ενεργειακής απόδοσης των παρακολουθούμενων συστημάτων συναρτήσει με τους ενεργειακούς στόχους που έχουν τεθεί.
- Ανάλυση διορθωτικών ενεργειών για τη βελτίωση της ενεργειακής αποδοτικότητας των παρακολουθούμενων συστημάτων για την προσέγγιση των ενεργειακών στόχων.

Στόχοι και Πλεονεκτήματα Συστημάτων Monitoring & Targeting

Μέσα από πλήθος έργων M&T που έχουν υλοποιηθεί από τις αρχές του 1980 , έχει προκύψει και επιβεβαιωθεί ένα πλήθος από συγκεκριμένα πλεονεκτήματα της χρήσης των συγκεκριμένων συστημάτων. Αυτά είναι:

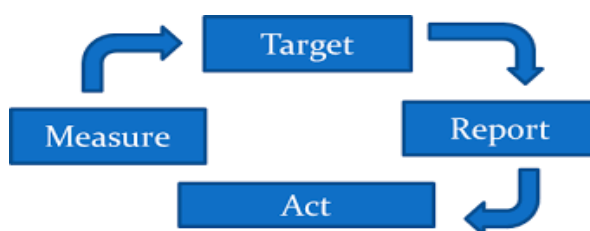
- **Ενεργειακή εξοικονόμηση** : Γενικά επιτυγχάνεται εξοικονόμηση της τάξης του 5% της αρχικής ενεργειακής δαπάνης. Ο οργανισμός Carbon Trust πραγματοποίησε μια μελέτη σε 1000 κτίρια και κατέληξε ότι η χρήση συστημάτων M&T μπορεί να επιφέρει μέση εξοικονόμηση ενέργειας 5%.
- Μείωση της εκπομπής των GHG (Green House Gas-Αέρια Θερμοκηπίου) ρύπων
- Στον οικονομικό τομέα η μετρούμενη μείωση της ενεργειακής κατανάλωσης μπορεί να βοηθήσει της εταιρείες να αποκτήσουν επιχορηγήσεις για έργα ενεργειακής απόδοσης
- Βελτίωση προϋπολογισμού : Τα συστήματα M&T μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την πρόβλεψη ενεργειακών δαπανών στην περίπτωση κτιριακών αλλαγών ή αλλαγών εξοπλισμού μιας εταιρείας.
- Τέλος παρέχουν την δυνατότητα διάγνωσης ενεργειακών απωλειών.

Εφαρμοζόμενες Τεχνικές Συστημάτων Monitoring & Targeting

Οι τεχνικές του **Monitoring & Targeting** στηρίζεται σε βασικές αρχές που επιτρέπουν την δημιουργία ενός **Cycle σταθερού κύκλου ανάδρασης (Feedback)**, με τον οποίο βελτιώνουν την ενεργειακή χρήση.

Η πρώτη αρχή βασίζεται στη πληροφορία της παρακολούθησης της ενεργειακής χρήσης (**Monitoring Information**). Αυτή η πληροφορία δημιουργεί τη βάση της ενεργειακής διαχείρισης καθώς και το πρότυπο σύμφωνα με το οποίο θα προκύψουν οι όποιες ενεργειακές αποκλίσεις από αυτό. Πρωταρχικός στόχος της πληροφορίας είναι να διατηρήσει το εν λόγω πρότυπο σταθερό, παρέχοντας όλα τα απαραίτητα στοιχεία για την κατανάλωση ενέργειας.

Η δεύτερη αρχή είναι εκείνη η οποία επιτρέπει συνεχή έλεγχο της χρήσης της ενέργειας, την επίτευξη των στόχων και την επαλήθευση της εξοικονόμησης ενέργειας. Οι εκθέσεις ενεργειακής χρήσης δίνονται στα κατάλληλα στελέχη της επιχείρησης. Αυτά με την σειρά τους θα προβούν στη λήψη αποφάσεων και ενεργειών για την επίτευξη των στόχων, καθώς και στην επιβεβαίωση ή τη διάψευση ότι οι στόχοι έχουν επιτευχθεί.



Κύκλος Ανάδρασης M&T Συστήματος

Πριν την εφαρμογή των μετρήσεων του συστήματος M&T, θα πρέπει πρώτα να πραγματοποιηθεί μια καταγραφή των ενεργειακών καταναλώσεων. Γενικά το μεγαλύτερο ποσοστό των ενεργειακών καταναλώσεων συγκεντρώνεται σε ένα μικρό ποσοστό διεργασιών όπως είναι τη θέρμανση του κτιρίου ή ο κλιματισμός. Η απαιτούμενη καταγραφή υλοποιείται με **μια επισκόπηση του κτιρίου (Site Survey)** και **του εξοπλισμού αυτού (Equipment Survey)**, ώστε να γίνει μια εκτίμηση της ενεργειακής κατανάλωσης. Επίσης θα πρέπει να γίνει και μία εκτίμηση των υπολοίπων μετρήσεων που θα απαιτηθούν ώστε να αναλυθεί καλύτερα η κατανάλωση ενέργειας (συνήθως η κατανάλωση της γραμμή παραγωγής στον βιομηχανικό

τομέα ή η εξωτερική θερμοκρασία στον κτιριακό τομέα) . Τα στοιχεία που θα συλλεχθούν θα χρησιμοποιηθούν για να γίνει η το διάγραμμα της κατανάλωσης.

Με την ολοκλήρωση της καταγραφής των μεταβλητών, που επηρεάζουν την κατανάλωση και απαιτούν μέτρηση, καθώς και με την εγκατάσταση όλων των απαιτούμενων μετρητικών διατάξεων, δύναται πλέον να εκκινήσει η διαδικασία του M & T (Monitoring & Targeting).

Το πρώτο βήμα είναι η επεξεργασία των δεδομένων που μετρούνται από το σύνολο των μετρητικών διατάξεων. Η συχνότητα της επεξεργασίας εξαρτάται από το επιθυμητό διάστημα αναφοράς (Reporting Inteval), αλλά συνήθως κυμαίνεται από τα 30 δευτερόλεπτα μέχρι τα 15 λεπτά.

Μερικές μετρήσεις δύναται να ληφθούν απευθείας από τα όργανα μέτρησης , ενώ κάποιες άλλες χρειάζονται να υπολογισθούν και να παραχθούν.

Τα επεξεργασμένα δεδομένα , θα πρέπει να ενταχθούν σε ένα γράφημα , έτσι ώστε να οριστεί η γενική βασική γραμμή κατανάλωσης (Consumption Base Line).Οι ρυθμοί κατανάλωσης απεικονίζονται σε μια γραφική παράσταση, συνάρτηση της παραγωγής ή οποιασδήποτε άλλης επιθυμητής μεταβλητής (πχ η εξωτερική θερμοκρασία όπως προαναφέραμε). **Το γράφημα που προκύπτει αποτελεί την εικόνα της μέσης ενεργειακής απόδοσης μιας επιχείρησης**, ενώ εμπεριέχει και άλλες πληροφορίες όπως:

- Το σημείο τομής της γραφικής με τον κατακόρυφο άξονα απεικονίζει την ελάχιστη κατανάλωση στην απουσία της επιλεγμένης μεταβλητής (Γραμμή παραγωγής για την βιομηχανία ή εξωτερική θερμοκρασία για τον κτιριακό τομέα). Αυτό αποτελεί το βασικό φορτίο του υπό εξέταση συστήματος, αποτελεί την ελάχιστη δυνατή κατανάλωση.
- Η καμπύλη της γραφικής παράστασης απεικονίζει την σχέση μεταξύ της κατανάλωσης και της προεπιλεγμένης μεταβλητής .Αντιπροσωπεύει την αποτελεσματικότητα της διαδικασίας. Λέγοντας διαδικασία εννοούμε πχ τη γραμμή παραγωγής ενός εργοστασίου ή τις συνθήκες λειτουργίας ενός κτιρίου.
- Η διασπορά των καταγεγραμμένων τιμών , αντιπροσωπεύει τον βαθμό της μεταβλητότητας της κατανάλωσης.

Γενικά η καμπύλη της γραφικής παράστασης δεν χρησιμοποιείται συχνά για την εξαγωγή σχετικών συμπερασμάτων. Ωστόσο μια μεγάλη τιμή του σημείου τομής της γραφικής

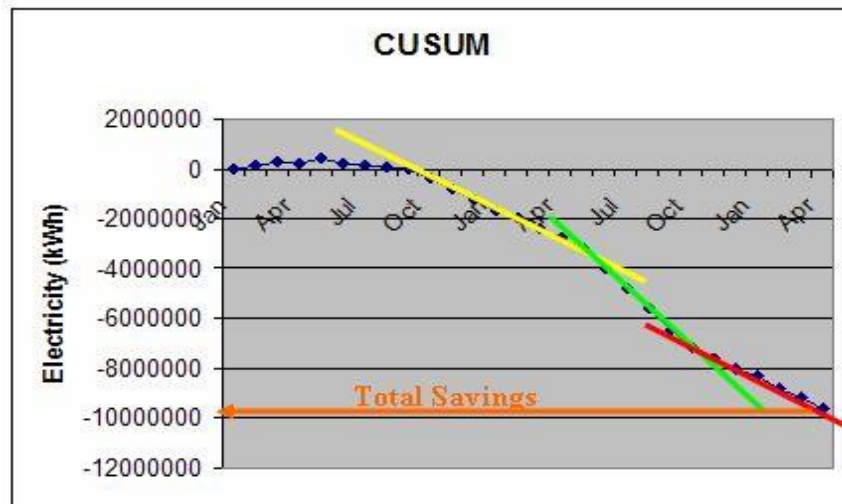
παράστασης με τον άξονα Y , μπορεί να σημαίνει ότι υπάρχει λάθος στην διαδικασία καταγραφής και επεξεργασίας, το οποίο λάθος προκαλεί την απεικόνιση μεγάλης κατανάλωσης χωρίς αυτή να συνοδεύεται από σχετική απόδοση. Επίσης μεγάλη διασπορά στις καταγεγραμμένες τιμές , μπορεί να σημαίνει ότι υπάρχουν άλλοι απροσδιόριστοι παράγοντες οι οποίοι εν τέλει παίζουν σημαντικό ρόλο στην κατανάλωση της ενέργειας.

Το επόμενο βήμα είναι η καταγραφή της διαφοράς μεταξύ της αναμενόμενης κατανάλωσης και της πραγματικής μετρούμενης κατανάλωσης. Ένα από τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται για τον παραπάνω σκοπό είναι το CUSUM (Cumulative SUM of differences).

Οι διαφορές μεταξύ της πραγματικής κατανάλωσης και της μετρούμενης κατανάλωσης , απεικονίζονται σε διάγραμμα συνάρτηση του χρόνου. Διασπορά καταγεγραμμένων διαφορών , οι οποία εντοπίζεται κοντά στο μηδέν σημαίνει ότι η διαδικασία λειτουργεί φυσιολογικά. Διασπορά η οποία δημιουργεί αύξουσα ή φθίνουσα καμπύλη , προφανώς αντικατοπτρίζει κάποια αλλαγή στη διαδικασία.

Στην περίπτωση του CUSUM διαγράμματος, η κλίση της καμπύλης αποτελεί πολύ σημαντικό κριτήριο για το ποσό της ενεργειακής εξοικονόμησης. Μια φθίνουσα κλίση σημαίνει εξοικονόμηση ενέργειας, ενώ οποιαδήποτε αλλαγή στην κλίση σημαίνει αλλαγή και στην διαδικασία λειτουργίας του κτιρίου ή του εργοστασίου.

Για παράδειγμα στο διάγραμμα που ακολουθεί, το πρώτο κομμάτι του διαγράμματος δείχνει ότι δεν υπάρχει κάποια εξοικονόμηση ενέργειας. Ωστόσο τον Σεπτέμβριο (κίτρινη γραμμή) , πρέπει να λήφθηκε κάποιο μέτρο ενεργειακής απόδοσης αφού ξεκίνησε να προκύπτει εξοικονόμηση ενέργειας. Η πράσινη γραμμή δείχνει μια αύξηση εξοικονόμησης ενώ η κόκκινη γραμμή απεικονίζει μια διαφοροποίηση στην διαδικασία αφού ο ρυθμός εξοικονόμησης μειώθηκε ελαφρά.



Διάγραμμα 1. CUSUM

Οι ειδικοί στην ενεργειακή απόδοση, σε συνεργασία με τους μηχανικούς του κτιρίου θα "αποκρυπτογραφήσουν" το παραπάνω διάγραμμα και θα προσδιορίσουν τις αιτίες που οδήγησαν στις μεταβολές της ενεργειακής κατανάλωσης.

Με την εφαρμογή του base line της ενεργειακής κατανάλωσης, και έχοντας εντοπίσει τις αιτίες των μεταβολών της ενεργειακής διαχείρισης, έρχεται η ώρα να τεθούν οι μελλοντικοί στόχοι. Είναι προφανές ότι έχοντας διαθέσιμη όλη αυτή τη πληροφορία, η επίτευξη των στόχων είναι πιο ρεαλιστική. Αυτό σημαίνει ότι μπορούν πλέον να οριστεί το μέτρο στο οποίο μπορεί να μειωθεί η κατανάλωση και το χρονοδιάγραμμα στο οποίο μπορεί να επιτευχθεί η μείωση αυτή.

Εφαρμοζόμενες Τεχνολογίες Συστημάτων Monitoring & Targeting

Ένα παράδειγμα συστήματος M&T είναι τα συστήματα Κεντρικής Παρακολούθησης Κτιρίων (BMS), τα οποία, ανάλογα με την εξέλιξή τους, μπορούν να εκπληρώνουν τις περισσότερες (ή και όλες αν είναι ευφυή) από τις άνω περιγραφόμενες διαδικασίες. Εκτός απ' τα συστήματα BMS, κυκλοφορούν ακόμα πολλές νέες τεχνολογίες ενεργειακής διαχείρισης κατοικιών μεμονωμένων χώρων.

Οι εφαρμογές αυτές συνδυάζονται συνήθως με συγκεκριμένες έξυπνες συσκευές ή συστήματα εξοικονόμησης ενέργειας, βασίζονται καίρια σε ακριβή μετρητικά συστήματα μερικής (ή ολικής) κατανάλωσης ενέργειας και ως πελατειακό target group στοχεύουν στους ιδιώτες, δηλαδή στον (μέσο) καταναλωτή. Εντάσσονται στη λογική του Internet των Πραγμάτων Internet Of Things, αποτελούν τυπικό παράδειγμα αναπτυσσόμενου τομέα προς τον οποίο φαίνεται να κατευθύνεται η αγορά και πρωτίστως ενσωματώνουν στη φιλοσοφία λειτουργίας

τους διαδικασίες Monitoring & Targeting μια «μικρογραφία», δηλαδή, των συστημάτων M & T που εφαρμόζονται σε βιομηχανίες και επιχειρησιακές μονάδες, προσαρμοσμένα όμως στο επίπεδο των μέσων καταναλωτών (βλ .έξυπνος θερμοστάτης, συνδεσιμότητα συσκευών, συστήματα EMS σε διαμερίσματα και κατοικίες κλπ).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

“ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ BUILDING MANAGEMENT SYSTEM”

Τι είναι το Σύστημα Διαχείρισης Κτιρίου (BMS)

Η ονομασία BMS προέρχεται από τα αρχικά **Building Management System**, δηλαδή **Σύστημα Διαχείρισης Κτιρίου** ενώ υπάρχει και μια άλλη ονομασία με το ακρωνύμιο **BEMS**, δηλαδή **Building Energy Management System**. Αποτελεί ένα σύνολο εξοπλισμού όπως αισθητήρες, ενεργοποιητές και ελεγκτές, καταναμημένο και διασυνδεδεμένο σε ένα καλωδιακό δίκτυο, το οποίο αποτελεί το φυσικό μέσο για την επικοινωνία των ελεγκτών και την διαδραστικότητα αυτών με τα αισθητήρια και τους ενεργοποιητές.

Τι ελέγχει το Σύστημα Διαχείρισης Κτιρίου

Ένα δίκτυο BMS αποτελούμενο από τα στοιχεία που αναλύονται παρακάτω ελέγχει και επιβλέπει όλο τον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό ενός κτιρίου όπως τη θέρμανση, τη ψύξη, τον εξαερισμό, τα συστήματα ασφαλείας, τον φωτισμό, τα λεβητοστάσια και τα αντλιοστάσια.

Πλεονεκτήματα Συστήματος Διαχείρισης Κτιρίου

Ένα δίκτυο BMS έχει σαν σκοπό την κεντρική διαχείριση και εποπτεία όλου του Η/Μ εξοπλισμού από την οθόνη ενός Η/Υ. Βοηθά στην έγκαιρη διάγνωση και πρόγνωση των βλαβών και φθορών της εγκατάστασης, αυτοματοποιεί τις λειτουργίες του Η/Μ εξοπλισμού μειώνοντας το χρόνο ενασχόλησης του ανθρώπινου προσωπικού, συμβάλει στην βελτιστοποίηση των συνθηκών εργασίας, παρακολουθεί και βελτιστοποιεί την κατανάλωση ενέργειας, ενώ μειώνει το κόστος της συντήρησης.

Εξοπλισμός Συστήματος Διαχείρισης Κτιρίου

Ένα δίκτυο BMS αποτελείται κυρίως από τους επαναπρογραμματιζόμενους ελεγκτές (DDCs), τον εξοπλισμό δικτύου (Network Devices), το Καλωδιακό Δίκτυο (Cable Network), τον Η/Υ (Workstation). Το πλήθος και η τοπολογία των ελεγκτών, του εξοπλισμού δικτύου και των Η/Υ σε ένα δίκτυο εξαρτάται από το μέγεθος της εγκατάστασης.

Επαναπρογραμματιζόμενοι Ελεγκτές (DDC)

Δομή ελεγκτή

Οι επαναπρογραμματιζόμενοι λογικοί ελεγκτές στα δίκτυα BMS είναι γνωστοί ως DDC, ακρωνύμιο του Direct Digital Controllers και η λειτουργία τους δεν διαφέρει πολύ από αυτή

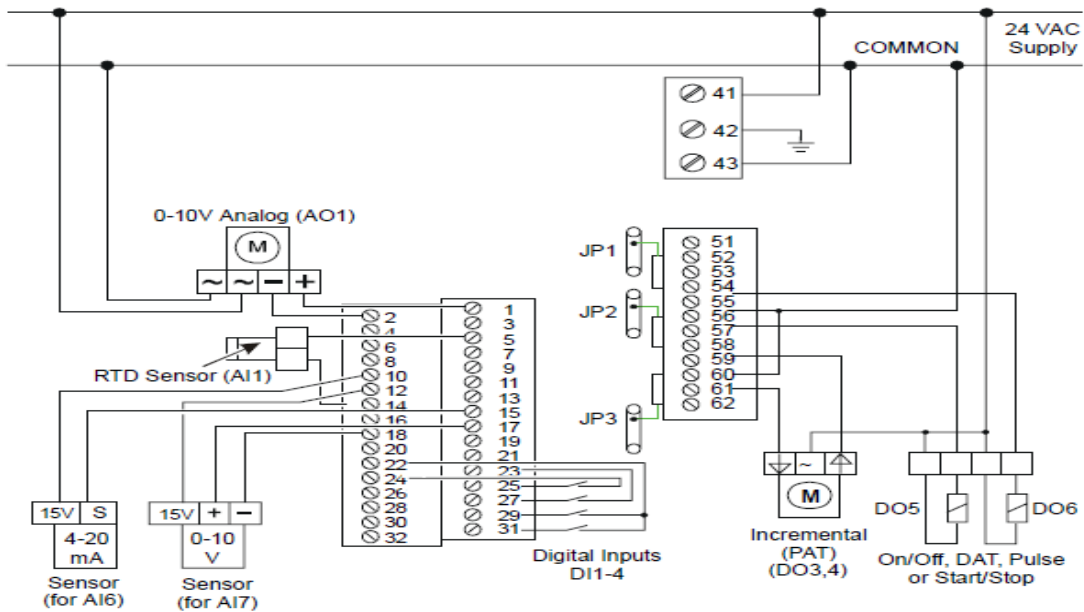
ενός PLC (Programmable Logic Controller). Υπάρχουν διαφορές μεταξύ τους τόσο σχεδιαστικές όσο και τοπολογικές, αλλά δεν αποτελούν αντικείμενο ανάλυσης της παρούσας εργασίας. Αν θελήσουμε να δώσουμε έναν ορισμό σε έναν προγραμματιζόμενο λογικό ελεγκτή θα μπορούσαμε να πούμε ότι είναι: μία ψηφιακή ηλεκτρονική συσκευή η οποία χρησιμοποιεί μια προγραμματιζόμενη μνήμη για την αποθήκευση οδηγιών και ειδικές λειτουργίες όπως είναι η λογική, η ακολουθία, ο χρόνος, η αρίθμηση , για να ελέγξει τον Η/Μ εξοπλισμό.

Ένα DDC αποτελείται από πέντε βασικά μέρη: *Τις εισόδους (I), τις εξόδους (Q), τη μνήμη, όπου αποθηκεύεται το πρόγραμμα, τον επεξεργαστή, ο οποίος "διαβάζει" την λογική κατάσταση των εισόδων και στη συνέχεια θέτει σε λογική κατάσταση "1" ή "0" τις εξόδους, σε συνάρτηση με τις εντολές προγράμματος, και τέλος την κάρτα επικοινωνίας η οποία χρησιμοποιώντας κάποιο από τα γνωστά πρωτόκολλα επικοινωνίας κτιριακού αυτοματισμού όπως Lon, ModBus κλπ, αναλαμβάνει να υλοποιήσει την επικοινωνία μεταξύ των ελεγκτών του δικτύου ή την επικοινωνία των ελεγκτών με τον Η/Μ εξοπλισμό που διαθέτει αντίστοιχη κάρτα επικοινωνίας.*



Εικόνα 1. Honeywell DDC Excel Series

Οι εισοδοί του DDC είναι δύο ειδών: **ψηφιακές (DI-Digital Inputs)** και **αναλογικές (AI-Analogue Inputs)**. Οι ψηφιακοί εισοδοί είναι οι εισοδοί στις οποίες συνδέουμε ψυχρές επαφές και διαβάζουν κατάσταση ανοικτή ή κλειστή (1 και 0), ενώ οι αναλογικές εισοδοί είναι οι εισοδοί στις οποίες συνδέουμε αναλογικά σήματα όπως 0-10VDC, 0-20 mA DC , 4-20 mA DC, προερχόμενα από συσκευές δικτύου όπως τα αισθητήρια.



Σχέδιο 1. Είσοδοι & Έξοδοι σε DDC

Αντίστοιχα οι έξοδοι του DDC είναι δύο ειδών: **ψηφιακές (DO-Digital Outputs)** και **αναλογικές (AO-Analogue Outputs)**. Οι ψηφιακές έξοδοι είναι οι ψυχρές επαφές των ρελέ που βρίσκονται στην ηλεκτρονική πλακέτα του DDC και μέσω μιας τάσης που εφαρμόζεται στα άκρα της επαφής αυτής μπορούν να οπλίσουν π.χ το πηνίο σε ένα ρελέ. Οι αναλογικές έξοδοι είναι οι έξοδοι που μας παρέχουν αναλογικά σήματα ελέγχου 0-10VDC 0-20 mA DC , 4-20 mA DC, π.χ για τον έλεγχο μιας αναλογικής ηλεκτροβάνας.

Προγραμματισμός ελεγκτή

Ο **Προγραμματισμός του DDC** δεν γίνεται με μία από τις συνηθισμένες γλώσσες προγραμματισμού όπως BASIC, FORTRAN κ.τ.λ, αλλά με **συμβολικές γλώσσες** ή **διαγράμματα**, τα οποία έχουν καθορισθεί και τυποποιηθεί από το πρότυπο IEC1131-3. Οι τρόποι αυτοί ονομάζονται γλώσσες προγραμματισμού.

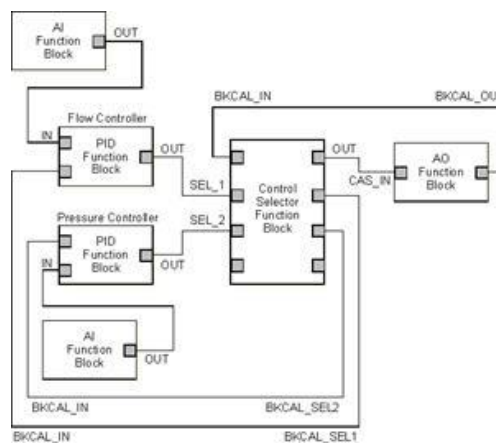
Προγραμματισμός ενός DDC σημαίνει να δημιουργήσουμε μια σειρά από εντολές, οι οποίες λύνουν έναν συγκεκριμένο αλγόριθμο που αντιστοιχεί σε μια λειτουργία ενός συστήματος αυτοματισμού. Η διαδικασία που ακολουθούμε για να γράψουμε αυτές τις εντολές, αποτελεί το πρόγραμμα.

Κάθε DDC έχει μία συγκεκριμένη γλώσσα μηχανής, σύμφωνα με την αρχιτεκτονική του hardware. Είναι δυνατό, θεωρητικά να προγραμματίσουμε ένα DDC γράφοντας εντολές σε γλώσσα μηχανής. Κάτι τέτοιο όμως θα έκανε τα DDC να προγραμματίζονται με επίπονο τρόπο και μόνο από ανθρώπους με βαθιά γνώση στην δομή και την λειτουργία των διαφόρων

επεξεργαστών. Για το σκοπό αυτό οι κατασκευαστές αυτών των ελεγκτών, πρότειναν διάφορες γλώσσες προγραμματισμού, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν από ανθρώπους που σχετίζονται με τον έλεγχο συστημάτων.

Η επιλογή της γλώσσας προγραμματισμού εξαρτάται από την εμπειρία και την γνώση του χρήστη σε ψηφιακά ηλεκτρονικά, σε υπολογιστές, σε συστήματα αυτοματισμού που λειτουργούν με κλασικό τρόπο και φυσικά εξαρτάται από την φύση του προβλήματος που έχουμε να αντιμετωπίσουμε.

Οι σπουδαιότερες μέθοδοι προγραμματισμού είναι: η LAD - FBD – STL, οι οποίες χρησιμοποιούνται από τις δημοφιλέστερες πλατφόρμες προγραμματισμού όπως Tridium Niagara AX, Trend Controls, TAC Vista, CAN2GO και OPC (Open Connectivity Server).



Σχέδιο 2. Προγραμματισμός με FBD

Λειτουργίες ελεγκτή

Μερικές από τις **βασικές λειτουργίες ελέγχου που εκτελεί ένας ελεγκτής** είναι : έλεγχος P,PI και PID (proportional-integral-derivative control), Set Points Controls, Scheduling , αριθμητικούς αλγόριθμους, συγκριτικούς αλγόριθμους, συνθήκες Bool και πολλές άλλες.

Πλέον οι ελεγκτές διαθέτουν προγράμματα έτοιμα για τον έλεγχο ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού, έτσι ώστε ο προγραμματιστής (integrator) να κερδίζει χρόνο από την ανάπτυξη της εφαρμογής ελέγχου.

Εξοπλισμός Δικτύου (Network Devices)

Με τον όρο **εξοπλισμό δικτύου** αναφερόμαστε στο πλήθος του εξοπλισμού που βρίσκεται εγκατεστημένος στους προς έλεγχο χώρους ή στον προς έλεγχο ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό. Ο εξοπλισμός αυτός χωρίζεται σε 2 βασικές κατηγορίες: στα αισθητήρια (Sensors) και στους ενεργοποιητές (Actuators).

Ο **αισθητήρας** είναι η συσκευή εκείνη η οποία λόγω του τρόπου κατασκευής της έχει την δυνατότητα να αναγνωρίζει τις οποιοσδήποτε αλλαγές φυσικών μεγεθών π.χ θερμοκρασία , υγρασία ή υδροστατική πίεση και να μετατρέπει την αλλαγή αυτή σε αντίστοιχη αλλαγή ηλεκτρικού σήματος. **Πολλές φορές χρησιμοποιείται ο όρος "Μετατροπέας" (Transducer)** ο οποίος αναφέρεται στο κομμάτι εκείνο του αισθητηρίου που αναλαμβάνει την παραπάνω περιγραφόμενη μετατροπή από οποιοδήποτε φυσικό σήμα σε ηλεκτρικό ή το αντίθετο.

Μια λογική διάκριση μεταξύ των όρων του αισθητήρα και του μετατροπέα είναι ότι ο πρώτος αποτελεί το στοιχείο που αντιλαμβάνεται την αλλαγή του φυσικού μεγέθους και ο δεύτερος το κύκλωμα που μεταφράζει την αλλαγή αυτή σε ηλεκτρικό σήμα.

Στα δίκτυα BMS χρησιμοποιείται ο όρος transducer για τη συσκευή η οποία περιέχει το αισθητήριο και τον μετατροπέα αφού δεν δύναται να υπάρχει μετατροπέας χωρίς την ύπαρξη του αισθητηρίου, ενώ υπάρχει περίπτωση να υπάρχει αισθητήριο χωρίς την ανάγκη ύπαρξης μετατροπέα.

Με τον όρο ενεργοποιητή αναφερόμαστε στις συσκευές εκείνες, οι οποίες με την λήψη ενός σήματος ελέγχου από τον ελεγκτή, πραγματοποιούν μία συγκεκριμένη δράση στο προς έλεγχο εξοπλισμό π.χ η ηλεκτροβάννα, το μοτέρ ελέγχου πτερυγίων κλιματιστικών μονάδων ή ένα ρελέ ελέγχου.

Υπάρχουν και άλλες συσκευές δικτύου οι οποίες δεν ανήκουν στις δύο παραπάνω βασικές κατηγορίες όπως π.χ : οι ρυθμιστές στροφών κινητήρων (Variable Frequency Drives) ή ο εξοπλισμός ο οποίος επικοινωνεί κατευθείαν με τους ελεγκτές με κάρτες, οι οποίες διαθέτουν πρωτόκολλο επικοινωνίας κτιριακού αυτοματισμού π.χ Lon, Modbus κλπ.

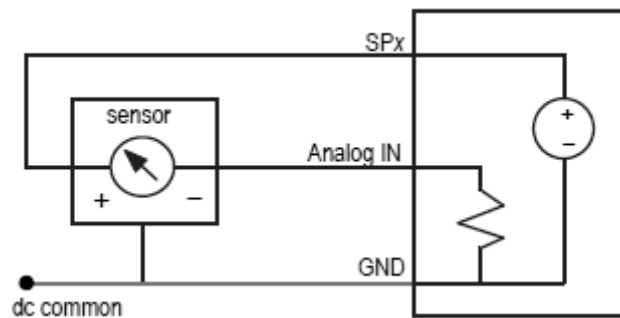
Καλωδιακό Δίκτυο (Cable Network)

Το καλωδιακό δίκτυο σε ένα σύστημα BMS αποτελεί την φυσική εγκατάσταση των καλωδίων για την διασύνδεση των ελεγκτών με τις συσκευές δικτύου, των ελεγκτών απευθείας με τον ηλεκτρομηχανολογικό εξοπλισμό καθώς επίσης και για την διασύνδεση των ελεγκτών μεταξύ τους.

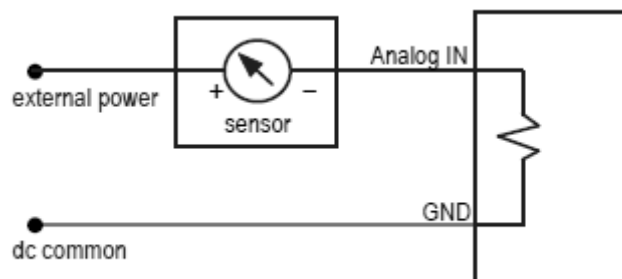
Η δομή του καλωδιακού δικτύου εξαρτάται κυρίως από την επιλογή του πρωτοκόλλου επικοινωνίας των ελεγκτών όπως θα δούμε και παρακάτω. Αυτό σημαίνει ότι λόγω διαφορετικών τοπολογιών υπάρχει αντίστοιχη δομή του καλωδιακού δικτύου.

Τα καλώδια τα οποία χρησιμοποιούνται στην υλοποίηση ενός δικτύου BMS είναι τύπου **Olflex** και **Liycy** σύμφωνα με τα πρότυπα **VDE**. Τα καλώδια **Liycy** χρησιμοποιούνται για την καλωδίωση αναλογικών σημάτων καθώς και του δικτύου επικοινωνίας των ελεγκτών λόγω της ύπαρξης θωράκισης η οποία αποτρέπει τις ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές στην μετάδοση του σήματος ενώ το καλώδιο **Olflex** για τα ψηφιακά σήματα εκεί όπου οι παρεμβολές δεν επηρεάζουν την λήψη των σημάτων.

Ο τρόπος διασύνδεσης των ελεγκτών με τις συσκευές δικτύου (αισθητήρια και ενεργοποιητές) εξαρτάται από το σήμα ελέγχου της συσκευής του δικτύου και από την ανάγκη τροφοδότησης της συσκευής από ανεξάρτητη τροφοδοσία. Έτσι στα παραδείγματα που ακολουθούν απεικονίζονται δύο διαφορετικοί τρόποι διασύνδεσης τους με το DDC.



Σχέδιο 3. Σύνδεση αισθητηρίου 3 καλωδίων

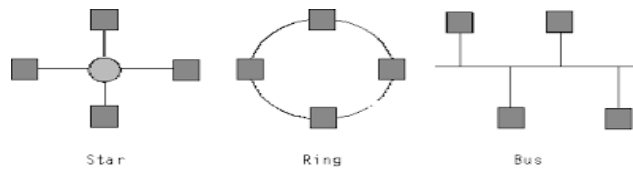


Σχέδιο 4. Σύνδεση αισθητηρίου 2 καλωδίων

Όπως προαναφέρθηκε, οι ελεγκτές (controllers) διαθέτουν μία κάρτα επικοινωνίας ώστε να μπορούν αφενός να επικοινωνούν μεταξύ τους αφετέρου να μπορεί ο κάθε ελεγκτής να επικοινωνεί με H/M εξοπλισμό ο οποίος διαθέτει κάρτα επικοινωνίας συμβατή με το

πρωτόκολλο επικοινωνίας της κάρτας του controller. Έτσι π.χ την σηματοδοσία μιας γεννήτριας μπορούμε να την λάβουμε συνδέοντας την κάρτα επικοινωνίας του ελεγκτή με την κάρτα επικοινωνίας της γεννήτριας λαμβάνοντας πληθώρα σημάτων (Software Signals) χωρίς να είναι αναγκαία η εγκατάσταση πολλών καλωδίων από τον ελεγκτή προς την γεννήτρια για την λήψη κάθε σήματος μέσω ψυχρών επαφών ή αισθητηρίων (Hardware Signals).

Οι κυριότερες τοπολογίες των χρησιμοποιούμενων πρωτόκολλων επικοινωνίας είναι : τοπολογία αστέρα, σειριακή τοπολογία ή τοπολογία ring όπως διακρίνεται παρακάτω.



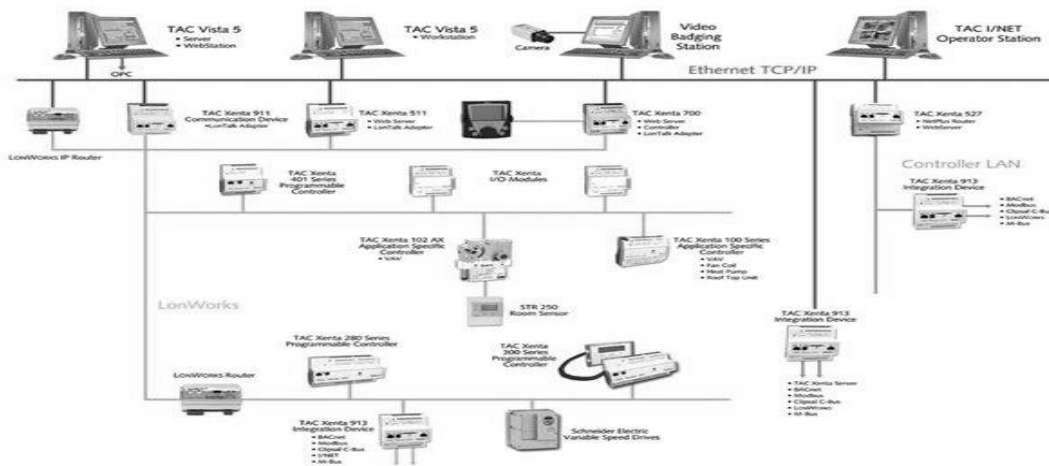
Σχέδιο 5. Τοπολογίες δικτύων BMS

Πρωτόκολλα Επικοινωνίας (Communication Protocols)

Παρακάτω περιγράφονται τα τρία κυριότερα πρωτόκολλα επικοινωνίας

Lon Works

Το πρωτόκολλο Lon είναι μια πλατφόρμα δικτύωσης που δημιουργήθηκε ειδικά για την αντιμετώπιση των αναγκών των εφαρμογών ελέγχου. Η πλατφόρμα είναι χτισμένη για τη δικτύωση συσκευών στηριζόμενη στο μοντέλο Osi Model (Μοντέλο TCP/IP επικοινωνίας). Η τοπολογία του δικτύου απεικονίζεται στο Σχέδιο 6, που ακολουθεί.



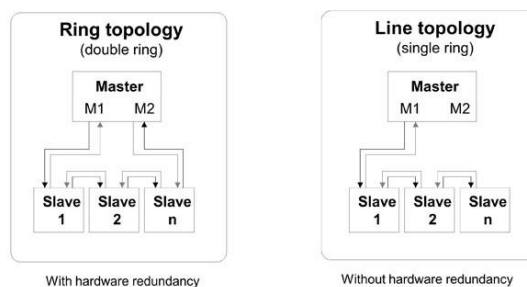
Σχέδιο 6. Τοπολογία LonBus

ModBus

Το Modbus αναπτύχθηκε από την Gould Modicon (νυν Schneider Electric) για συστήματα ελέγχου διαδικασίας (process control). Παρόλα αυτά όμως θεωρείται ως ένα 'ανοικτό' πρωτόκολλο και αποτελεί de-facto στάνταρ σε συστήματα τα οποία 'παντρεύουν' στο ίδιο δίκτυο συσκευές από πολλαπλούς κατασκευαστές. Το Modbus είναι ένα απλό, ευέλικτο και ευρέως χρησιμοποιούμενο πρωτόκολλο, αρχιτεκτονικής Master/Slave, το οποίο επιτρέπει την ανταλλαγή διακριτών αναλογικών σημάτων μεταξύ συσκευών, κάνοντας χρήση των στάνταρ EIA-232 και EIA-422/485.

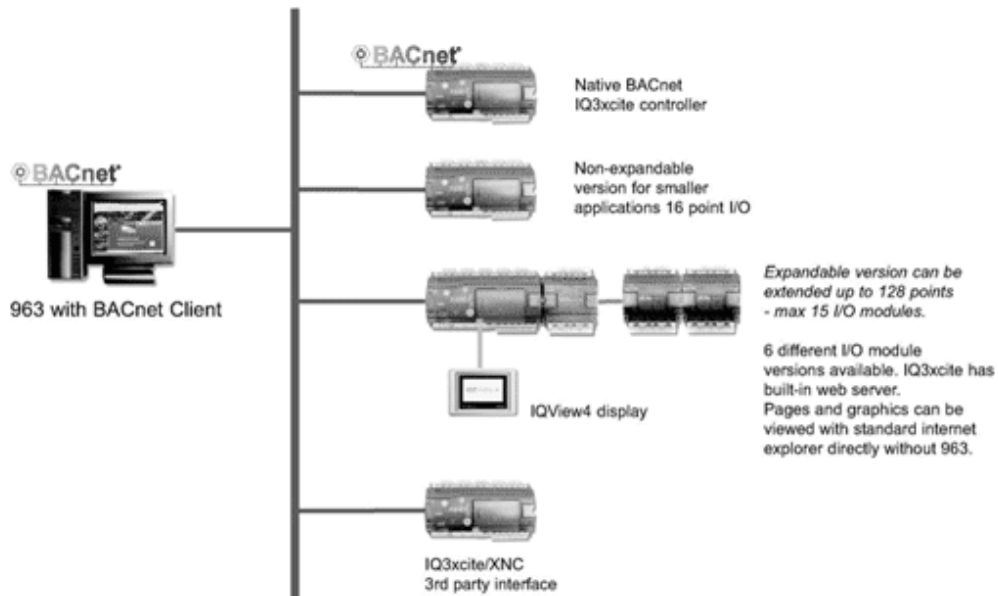
Παρότι είναι ένα πρωτόκολλο στο οποίο μπορεί κανείς να επενδύσει, γνωρίζοντας ότι η συντριπτική πλειοψηφία κατασκευαστών το υποστηρίζει, πάσχει από τους περιορισμούς των πιο πάνω σειριακών επικοινωνιών EIA-232 και EIA-422/485 όπως την περιορισμένη ταχύτητα 0.115Mbps σε αντίθεση τα μοντέρνα βιομηχανικά δίκτυα των 16Mbps και πλέον και ενώ η διασύνδεση 20-30 συσκευών είναι εύκολη υπόθεση κάνοντας χρήση του EIA-422/485, η σύνδεση για παράδειγμα 500 συσκευών είναι μια ιδιαίτερα σύνθετη ιεραρχία από Master-Slave συσκευές σε μια δενδροειδή αρχιτεκτονική ένθετων βρόγχων (nested loops).

Από την άλλη υπάρχουν και αρκετά προτερήματα τα οποία έχουν ανάγει το Modbus στο δημοφιλέστερο ίσως πρωτόκολλο βιομηχανικών δικτύων. Ορισμένα από τα χαρακτηριστικά του Modbus είναι σταθερά, όπως πχ το format των πακέτων δεδομένων, η σειρά της αλληλουχίας των πακέτων ή η διαχείριση σφαλμάτων, ενώ άλλα είναι επιλέξιμα όπως το μέσο μετάδοσης, χαρακτηριστικά της μετάδοσης (time intervals κλπ), ή η κατάσταση μετάδοσης ASCII ή RTU που μπορούν να χρησιμοποιηθούν εναλλάξ για αποσφαλμάτωση και κανονική λειτουργία. Το μεγαλύτερο όμως προτέρημα είναι ο έλεγχος σφαλμάτων που αποτελεί σύνολο διαφορετικών τεχνικών όπως parity check, cyclic redundancy check (CRC) και character framing. Τέλος το Modbus μπορεί να λειτουργήσει μέσω κοινών TCP/IP τοπικών ή και wide area δικτύων αφού παρέχει τη δυνατότητα ενσωμάτωσης των πακέτων του σε πακέτα TCP/IP.



Σχέδιο 7. Τοπολογία ModBus Backnet

To backnet (Building Automation Control Network) είναι πρωτόκολλο που αναπτύχθηκε από την ASHRAE με σκοπό να τυποποιήσει τις επικοινωνίες των συσκευών κτιριακού αυτοματισμού διαφορετικών κατασκευαστών επιτρέποντας την κοινή πρόσβαση στα δεδομένα σε συσκευές διαφορετικής προέλευσης. Στο Σχέδιο 7 η επικοινωνία του πρωτοκόλλου στηρίζεται στο Osi Model (Μοντέλο TCP/IP επικοινωνίας).



Σχέδιο 8. Τοπολογία Bacnet

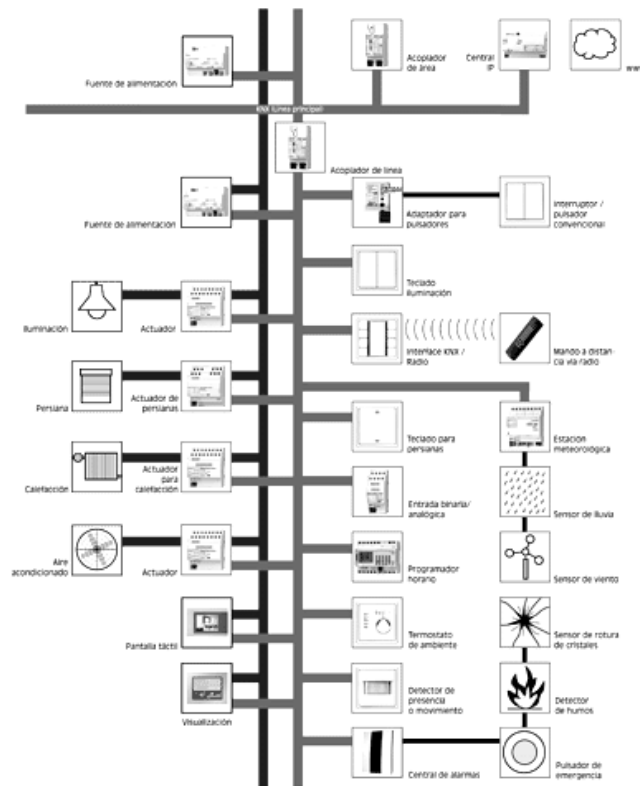
KNX

Είναι η διασύνδεση των ηλεκτρολογικών λειτουργιών ενός κτιρίου σε ένα ενιαίο δίκτυο BUS το οποίο προγραμματίζεται μέσα από ένα εξειδικευμένο λογισμικό, το ETS.

Η τεχνολογία αυτή επιτρέπει τη συγκέντρωση, σε ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον ενός ευρέως φάσματος λειτουργιών ενός κτιρίου, όπως ο έλεγχος του φωτισμού, των ηλεκτρικών ρολών, της θέρμανσης, του κλιματισμού, του αερισμού, της διαχείρισης φορτίων και καταναλώσεων, τηλεχειρισμούς και κεντρικές εντολές κάθε είδους.

Το ανοικτό παγκόσμιο πρότυπο KNX είναι πιστοποιημένο από την CENELEC (Ευρωπαϊκή Επιτροπή της Ηλεκτροτεχνικής Τυποποίησης) ως το Ευρωπαϊκό πρότυπο για τα Οικιακά και

Κτιριακά Ηλεκτρονικά Συστήματα (σειρά EN 50090).Επίσης είναι εγκεκριμένο από την CEN (το EN 13321-1 για τα μέσα και το πρωτόκολλο και το EN 13321-2 για KNXnet/IP).

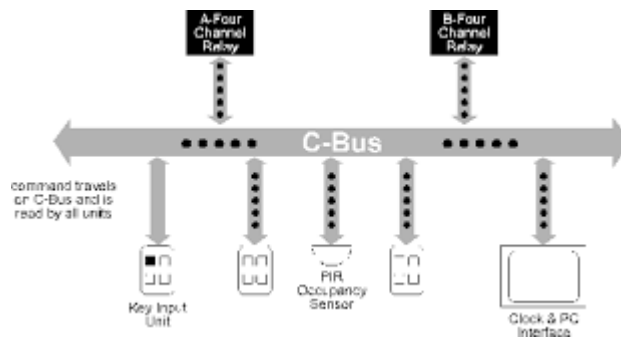


Σχέδιο 9. Τοπολογία KNX

CBUS

Η λογική λειτουργίας του CBUS είναι αντίστοιχη με την λειτουργία του προαναφερόμενου πρωτοκόλλου KNX. Χρησιμοποιείται σε μεγάλες κτιριακές εγκατάστασης για τον έλεγχο του φωτισμού και του κλιματισμού ενώ δεν προορίζεται για προηγμένες εφαρμογές κτιριακού αυτοματισμού.

Η τοπολογία ενός δικτύου CBUS απεικονίζεται παρακάτω. Ουσιαστικά δεν αποτελεί ένα πρωτόκολλο BMS μιας και η τοπολογία του δεν εμπεριέχει ελεγκτές παρά μόνο διακόπτες , ανιχνευτές κίνησης και μονάδες εισόδου και εξόδου τα οποία κάθε ένα περιέχει ολοκληρωμένο κύκλωμα το οποίο κεντρικά προγραμματίζεται για να εκτελέσει συγκεκριμένες λειτουργίες.



Σχέδιο 10. Τοπολογία CBUS

Η/Υ με Λογισμικό Οπτικοποίησης (Workstation with SCADA)

Το τελευταίο και πιο σημαντικό στοιχείο ενός δικτύου BMS είναι ο ηλεκτρονικός υπολογιστής στον οποίο συνδέονται οι ελεγκτές μέσω του δικτύου κορμού (Backbone network) , στον οποίο βρίσκεται εγκατεστημένο το λογισμικό οπτικοποίησης SCADA.

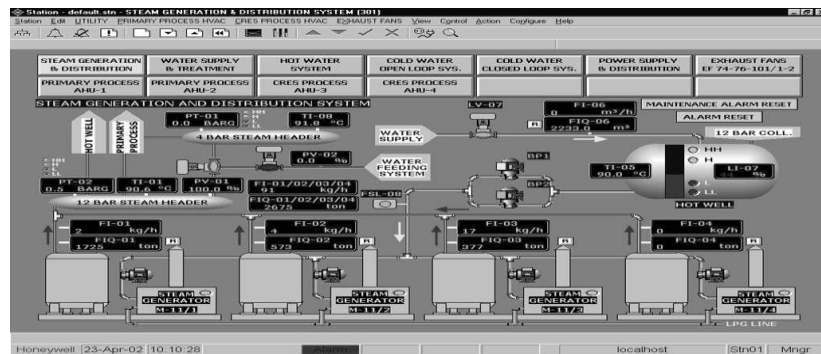
Ένα σύστημα SCADA περιλαμβάνει απεικόνιση σε : μιμικά διαγράμματα όλων των διεργασιών παραγωγής, ενδείξεις των τιμών των μετρούμενων μεγεθών, διαρκή συλλογή και αποθήκευση δεδομένων σε Η/Υ, γνωστοποίηση σφαλμάτων κ.α. Επίσης σημαντική είναι η δυνατότητα παρακολούθησης του συστήματος μέσω κατάλληλα διαμορφωμένων σελίδων του διαδικτύου.

Οι κύριες λειτουργίες ενός συστήματος SCADA είναι οι ακόλουθες:

- Συλλογή δεδομένων από τα DDCs. Όλα τα επιθυμητά σήματα μεταδίδονται προς το σύστημα SCADA μέσω του δικτύου κτιριακού αυτοματισμού. Αποθήκευση των πληροφοριών στη βάση δεδομένων και αναπαράστασή τους μέσω γραφημάτων. Οι επιλεγμένες πληροφορίες αναπαρίστανται είτε αυτούσιες είτε έπειτα από κατάλληλη επεξεργασία. Ανάλυση δεδομένων και ειδοποίηση του προσωπικού σε περιπτώσεις σφάλματος. Όταν τα δεδομένα πάρουν τιμές μη κανονικές το σύστημα SCADA ειδοποιεί με οπτική ή ακουστική σήμανση τους χειριστές, ώστε να αποφευχθούν δυσάρεστες επιπτώσεις .Έλεγχος κλειστού βρόχου διεργασιών. Υπάρχει η δυνατότητα εφαρμογής τεχνικών ελέγχου, αυτόματες ή χειροκίνητες.
- Γραφική απεικόνιση των τμημάτων της διεργασίας σε μιμικά διαγράμματα και παρουσιάσεις των δεδομένων σε ενεργά πεδία. Τα μιμικά διαγράμματα απεικονίζουν ρεαλιστικά τμήματά της διεργασίας με στόχο την ευκολότερη εποπτεία και την κατανόηση των δεδομένων από τους χειριστές του συστήματος. Καταγραφή όλων των συμβάντων κανονικών και μη για την δημιουργία ιστορικού αρχείου. Σε κάθε

βιομηχανία υπάρχει καταγραφή όλων των κρίσιμων παραμέτρων. Παλιότερα γινόταν με χειρόγραφη καταγραφή, ενώ σήμερα την ευθύνη αυτή έχει αναλάβει η βάση δεδομένων του συστήματος SCADA. Υποστήριξη διπλού υπολογιστικού συστήματος με αυτόματη εναλλαγή, αν αυτό κρίνεται σκόπιμο βάσει της υπό έλεγχο διεργασίας. Σε διεργασίες υψηλής επικινδυνότητας πρέπει να ελαχιστοποιηθεί όσο το δυνατόν περισσότερο η εμφάνιση σφάλματος λόγω βλάβης του εξοπλισμού. Για τον λόγο αυτό τα συστήματα SCADA υποστηρίζουν δεύτερο υπολογιστικό σύστημα που αναλαμβάνει σε περίπτωση σφάλματος.

- Μεταφορά δεδομένων σε άλλα τμήματα του κεντρικού συστήματος πληροφόρησης και διαχείρισης. Έλεγχος της πρόσβασης χειριστών στα διάφορα υποσυστήματα του συστήματος SCADA. Ειδικές εφαρμογές λογισμικού όπως εκτέλεση κώδικα C++ ή ανάπτυξη ευφυών συστημάτων.



Εικόνα 2. Λογισμικό Scada

Ένα σύγχρονο σύστημα ελέγχου και εποπτείας (SCADA) καλείται να επεξεργαστεί ένα τεράστιο όγκο δεδομένων και παράλληλα να δώσει τι κατάλληλες εντολές ελέγχου.

Κυριότεροι κατασκευαστές εξοπλισμού BMS

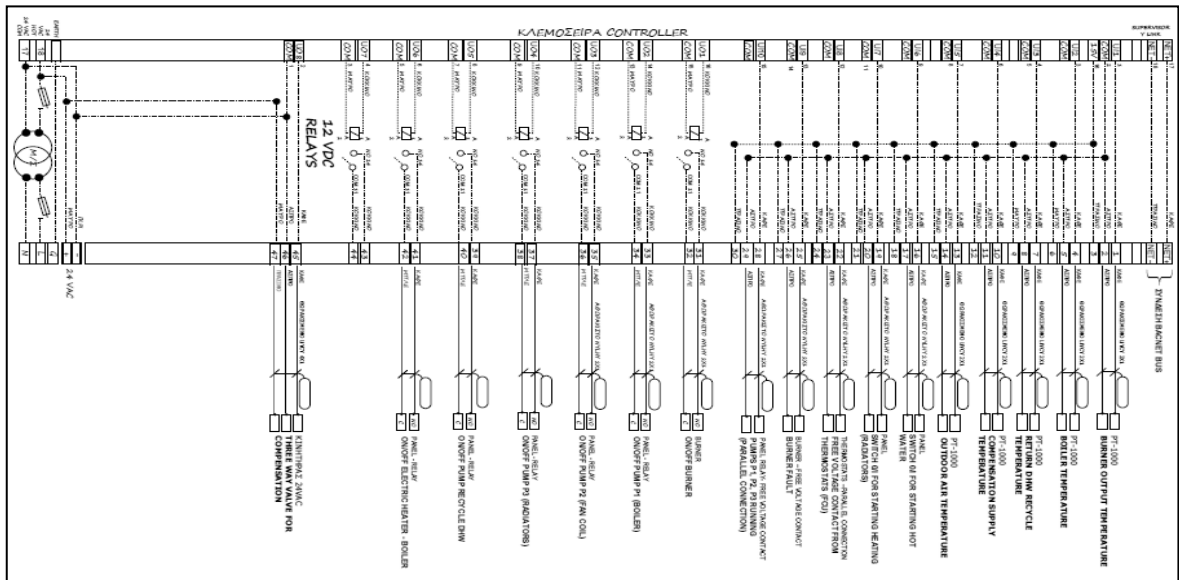
Οι κυριότεροι κατασκευαστές εξοπλισμού BMS είναι οι Siemens, Schneider Electric, Honeywell, Johnson Controls, Distech και η ABB.

Φυσική Εγκατάσταση του BMS στο έργο

Το δίκτυο του BMS σε ένα κτίριο έχει τη δομή του Σχεδίου 11 που ακολουθεί. Ουσιαστικά αποτελείται από : τα απομακρυσμένα κέντρα ελέγχου (ΑΚΕ) τα οποία περιέχουν του ελεγκτές οι οποίοι αναλαμβάνουν τον έλεγχο συγκεκριμένου πεδίου ηλεκτρομηχανολογικού εξοπλισμού, καθώς και το Κεντρικό Σταθμό Ελέγχου στον οποίο καταλήγει το δίκτυο

επικοινωνίας από τους τοπικούς ελεγκτές και στο οποίο υπάρχει και ο Η/Υ με το αντίστοιχο λογισμικό.

Στο Σχέδιο που ακολουθεί απεικονίζεται ένα δίκτυο BMS αποτελούμενο από 3 απομακρυσμένα κέντρα ελέγχου και τον κεντρικό σταθμό ελέγχου καθώς και τυπικό διάγραμμα ελεγκτή, εγκατεστημένου εντός του ΑΚΕ.



Σχέδιο 11. Σήματα ελεγκτή εντός ΑΚΕ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

“Ο ΚΟΣΜΟΣ ΤΟΥ INTERNET OF THINGS”

Τι είναι το Internet of Things (IoT)

Το **Internet of Things** είναι μία έννοια που αφορά τα αντικείμενα της καθημερινότητας μας – από βιομηχανικές μηχανές μέχρι wearable συσκευές που χρησιμοποιούν ενσωματωμένους αισθητήρες για τη συλλογή δεδομένων & την ανάληψη κάποιας δράσης σε αυτά μέσα σε ένα δίκτυο. Κάπως έτσι λειτουργεί ένα κτίριο που χρησιμοποιεί αισθητήρες (sensors) για την αυτόματη ρύθμιση της θέρμανσης ή του φωτισμού. Άλλο παράδειγμα είναι ο ένας εξοπλισμός παραγωγής που προειδοποιεί το προσωπικό συντήρησης για μία επικείμενη βλάβη. Με απλά λόγια το Internet of Things είναι το τεχνολογικό μέλλον που θα κάνει τη ζωή μας πιο εύκολη.

Το Internet of Things αποτελεί το επόμενο μεγάλο βήμα στον χώρο της τεχνολογίας, με τη μεγάλη όμως διαφορά ότι φέρνει τεράστιες αλλαγές στον τρόπο λειτουργίας των επιχειρήσεων.

Πολλά έχουν γραφτεί για τις δυνατότητες που προσφέρει το Internet of Things. Αλλωστε ποιος δεν έχει ακούσει ή διαβάσει για το «έξυπνο» ψυγείο που είναι σε θέση να σου υπενθυμίσει ότι πρέπει να αγοράσεις περισσότερο γάλα. **Ωστόσο, στην πραγματικότητα το IoT είναι πολλά περισσότερα.**

Ενδεικτικά θα πρέπει να αναφέρουμε πρόσφατη μελέτη της εταιρείας ερευνών Gartner, η οποία προβλέπει ότι το Internet of Things θα επιφέρει μία συνολική οικονομική πρόσθετη αξία της τάξης των 1,9 τρισεκατομμυρίων δολαρίων, μέχρι το έτος 2020. Παράλληλα, υπολογίζεται ότι ο αριθμός των συνδεδεμένων συσκευών θα φτάσει τον αριθμό των 26 δισεκατομμυρίων, ενώ οι πληροφορίες που διαχειρίζονται οι επιχειρήσεις θα αυξηθεί έως και 14 φορές.

Σύμφωνα με την Gartner, στο IoT θα περιλαμβάνονται συσκευές που δεν θα είναι απαραίτητα συνδεδεμένες απευθείας με το Διαδίκτυο, αλλά θα μπορούν να είναι συνδεδεμένες σε τοπικά δίκτυα. Επιπρόσθετα, το Internet of Things επεκτείνεται πέρα από τις ανθρωποκεντρικές συσκευές (δηλαδή αυτές με περιβάλλον χρήσης και επικοινωνίας), σε συσκευές όπως οι θερμοστάτες του μελλοντικού «έξυπνου» σπιτιού, οι βιομηχανικοί αισθητήρες και οι δικτυωμένες κάμερες ασφαλείας.

Παράλληλα όμως με την ανάπτυξη του IoT αυξάνεται και η ανάγκη για δυνατότητα διαχείρισης σε πραγματικό χρόνο αυξημένων απαιτήσεων κίνησης δεδομένων. Αυτό γίνεται

εύκολα αντιληπτό καθώς θα πρέπει να παρέχεται επαρκές εύρος ζώνης για να καλύπτει από έναν αισθητήρα τοποθετημένο σε μία πόρτα μέχρι υψηλής ευκρίνειας βίντεο που θα προέρχεται από μία κάμερα ασφαλείας. Ανάλογες θα είναι φυσικά και οι απαιτήσεις σε επίπεδο κρυπτογράφησης και ασφάλειας των δεδομένων.

Συνολικά, τα επόμενα χρόνια αναμένεται μία έξαρση του αριθμού των συνδεδεμένων συσκευών, των τοποθεσιών που αυτές βρίσκονται και φυσικά των λειτουργιών που αυτές θα εκτελούν. Ενδεικτικά μπορούμε να αναφέρουμε τα μελλοντικά νοσοκομεία: πέρα από τις standalone συνδεδεμένες συσκευές θα υπάρχουν πληθώρα συσκευών οι οποίες θα βρίσκονται συνδεδεμένες με τους σταθμούς παρακολούθησης ασθενών του νοσηλευτικού προσωπικού.

Σύντομα, ελπίζουμε και στην Ελλάδα κάποια στιγμή, θα δούμε server-based εφαρμογές που θα είναι συνδεδεμένες σε ασφαλή δίκτυα και θα μπορούν να παρακολουθούν την κατάσταση του ασθενή, παρέχοντας το σύνολο των δεδομένων της κλινικής του κατάστασης ώστε το νοσηλευτικό προσωπικό να έχει άμεσα συνολική εικόνα της κατάστασής του. Με τον τρόπο αυτό θα μπορεί να παρέχεται καλύτερη φροντίδα στους ασθενείς σε σαφώς μικρότερο χρόνο.

Σε βιομηχανικές εγκαταστάσεις, όπου απαιτείται η συνεχής παρακολούθηση της ροής των χρησιμοποιούμενων υλικών ώστε να αυξάνεται η παραγωγικότητα. Αισθητήρες προσδιορισμού θέσης θα είναι τοποθετημένοι στα υλικά που κινούνται πάνω σε μία γραμμή παραγωγής και που στη συνέχεια αποθηκεύονται. Οι ίδιοι αισθητήρες μπορούν να βρίσκονται σε περονοφόρα ανυψωτικά μηχανήματα, σε παλέτες και σε εργαζόμενους ώστε μέσω ενός κεντρικά διαχειριζόμενου λογισμικού να δίνονται οδηγίες σε πραγματικό χρόνο.

Σε σπίτια, γραφεία και λοιπούς χώρους εργασίας, αισθητήρες θα μπορούν να παρακολουθούν τα δίκτυα κοινής ωφέλειας και να προσφέρουν έγκαιρη προειδοποίηση σε περίπτωση πτώσης τους ηλεκτρικού ρεύματος, διαρροής νερού και υπερφόρτωσης του ηλεκτρικού δικτύου. Τα δεδομένα που θα συγκεντρώνονται θα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη βελτίωση της απόδοσης, να εντοπίζουν ανάγκες και να προβλέπουν ειδικές απαιτήσεις. Χαρακτηριστική είναι η περίπτωση του Όσλο, όπου με τέτοιου είδους έξυπνες λύσεις επιτεύχθηκε μείωση στο κόστος ενέργειας κατά 62%.

Στο ίδιο μήκος κύματος κινούνται και οι χρήσεις των γνωστών σε όλους μας wearables. Αισθητήρες παρακολούθησης των καρδιακών παλμών σε συνδυασμό με εφαρμογές κινητών που μετρούν βήματα και αποστάσεις που έχουμε διανύσει είναι από τις πιο κοινές εφαρμογές του «καταναλωτικού» Internet of Things.

Συσκευές που μπορούμε να φοράμε, όπως ένα smartwatch, ένα band, ένα ζευγάρι «έξυπνα» γυαλιά ή ακόμη και ένα smartphone θα μπορεί, μέσω ειδικής υπηρεσίας, να συγκεντρώνει δεδομένα τα οποία θα διαμοιράζει σε social media, στον προσωπικό μας γυμναστή ή πολύ περισσότερο στον γιατρό μας. Τέλος, υπηρεσίες cloud-based θα μπορούν να παρέχουν υπηρεσίες μουσικής ή location-based services.

Προφανώς το Internet of Things αποτελεί έναν νέο κόσμο, γεμάτο προκλήσεις.

Ιστορική Αναδρομή

Είμαστε γοητευμένοι με τα gadgets που λειτουργούν σε μεγάλη κλίμακα εδώ και δεκαετίες (απλά σκεφτείτε τα gadgets που βλέπουμε στις κατασκοπικές ταινίες) – όμως μόνο στο πολύ κοντινό παρελθόν καταφέραμε να νιώσουμε την πραγματική δύναμη του IoT. Το IoT εξελίχθηκε με την γρήγορη διάδοση του ασύρματου internet & των ενσωματωμένων αισθητήρων και έτσι οι άνθρωποι άρχισαν να αντιλαμβάνονται ότι η τεχνολογία θα μπορούσε να είναι επαγγελματικό εργαλείο αλλά και προσωπικό.

Ο όρος “Internet of Things” (ή αλλιώς Διαδίκτυο των Πραγμάτων) επινοήθηκε στα τέλη της δεκαετίας του 1990 από τον επιχειρηματία Kevin Ashton. Ο Ashton , ο οποίος είναι ένας από τους ιδρυτές του Auto-ID Center στο MIT, ήταν μέρος μιας ομάδας που ανακάλυψε τον τρόπο να συνδέσει τα αντικείμενα με το διαδίκτυο μέσω μιας ετικέτας RFID. Έχει δηλώσει ότι χρησιμοποίησε πρώτη φορά τη φράση “Internet of Things” σε μια παρουσίαση που έκανε το 1999 - και ο όρος αυτός έχει κολλήσει από τότε.

Σημασία του Internet Of Things

Μπορεί να εκπλαγείτε αν μάθετε πόσα πράγματα είναι συνδεδεμένα με το διαδίκτυο, και πόσα οικονομικά οφέλη που μπορούμε να αποκομίσουμε από την ανάλυση των data streams. Εδώ είναι μερικά παραδείγματα των επιπτώσεων του Internet of Things σε διάφορους κλάδους:

- Έξυπνες λύσεις μεταφοράς επιταχύνουν την ροή της κυκλοφορίας , μειώνουν την κατανάλωση καυσίμων, προτεραιοποιούν τα προγράμματα επισκευής οχημάτων και σώζουν ζωές
- Έξυπνα ηλεκτρικά δίκτυα (smart electric grids) συνδέουν πιο αποτελεσματικά ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, βελτιώνουν την αξιοπιστία του συστήματος & χρεώνουν τους καταναλωτές με βάση μικρότερες προσαυξήσεις.

- Μηχανές αισθητήρων παρακολούθησης κάνουν διαγνώσεις & προβλέπουν θέματα συντήρησης που εκκρεμούν , βραχυπρόθεσμα stock-out αποθεμάτων, και θέτουν ακόμα και προτεραιότητες στα προγράμματα του προσωπικού που είναι υπεύθυνο για τις επισκευές για να καλύψουν αποτελεσματικότερα τις ανάγκες επισκευής εξοπλισμού αλλά και περιφερειακές ανάγκες
- Data-driven συστήματα, χτισμένα στις υποδομές των «έξυπνων πόλεων» καθιστούν ευκολότερο για τους δήμους να «τρέχουν» τις διαδικασίες διαχείρισης αποθεμάτων, την επιβολή του νόμου και άλλα προγράμματα πιο αποτελεσματικά.

Σκεφτείτε τη χρήση του IoT όμως και σε προσωπικό επίπεδο. Συνδεδεμένες συσκευές χαράζουν τη δική τους πορεία τόσο στον κόσμο των επιχειρήσεων όσο και στη μαζική αγορά. Σκεφτείτε:

- Σας τελειώνει το γάλα. Καθώς γυρνάτε από τη δουλειά στο σπίτι, λαμβάνετε αυτόματα μία ειδοποίηση από το ψυγείο σας που σας υπενθυμίζει να σταματήσετε στο κατάστημα για γάλα.
- Το σύστημα ασφαλείας του σπιτιού σας, που ήδη σας επιτρέπει να ελέγχετε από απόσταση τις κλειδαριές και τους θερμοστάτες σας, μπορεί να ρυθμίσει το κλιματιστικό ώστε να «δροσίσει» το σπίτι σας και να ανοίξει τα παράθυρα, με βάση τις προτιμήσεις σας

Εύρος εφαρμογής του Internet Of Things

Το IoT είναι κάτι περισσότερο από μία ευκολία για τους καταναλωτές. Προσφέρει νέες πηγές δεδομένων και νέα επιχειρηματικά μοντέλα που μπορούν να ενισχύσουν την παραγωγικότητα σε διάφορους κλάδους.

Πρώτη κατηγορία εφαρμογών

Η πρώτη κατηγορία περιλαμβάνει την ιδέα εκατομμυρίων έξυπνων και διασυνδεδεμένων συσκευών με μοναδικά αναγνωριστικά ID τα οποία αλληλεπιδρούν με άλλα μηχανήματα - αντικείμενα, υποδομές και το φυσικό περιβάλλον. Στη κατηγορία αυτή, το IoT παίζει σε μεγάλο βαθμό τον ρόλο της διοίκησης , του ελέγχου και της διαδρομής. Όπως συμβαίνει με όλες τις πτυχές του IoT, η ασφάλεια και η προστασία είναι ύψιστης σημασίας.

Οι εφαρμογές αυτές δεν αποσκοπούν στην εξόρυξη των δεδομένων από τις συμπεριφορές των ανθρώπων αλλά κυρίως στην επέκταση του αυτοματισμού και της μηχανής προς μηχανή, μηχανής προς υποδομή, μηχανής προς φύση και γενικότερα επικοινωνιών που μπορούν να συνεισφέρουν και να βοηθήσουν στην απλοποίηση της ζωής των ανθρώπων.

Δεύτερη κατηγορία εφαρμογών

Η δεύτερη κατηγορία σχετίζεται με την επεξεργασία των δεδομένων που συλλέγονται από τους τελικούς κόμβους (έξυπνες συσκευές με αισθητήρες και δυνατότητα διασύνδεσης) και την εύρεση δεδομένων για τις τάσεις και τις συμπεριφορές που μπορούν να παράγουν χρήσιμες πληροφορίες σχετικές με το marketing προκειμένου να δημιουργηθεί επιπλέον εμπόριο.

Οι εταιρείες πιστωτικών καρτών αλλά και οι κάρτες μελών των καταστημάτων ήδη παρακολουθούν και χρησιμοποιούν την συμπεριφορά των ανθρώπων προκειμένου να καταλήξουν σε προσφορές που μπορούν να προωθήσουν αυξημένες πωλήσεις. Τώρα, το ερώτημα είναι πόσο μακριά θα καταφέρει να πάει αυτή η εκμετάλλευση των δεδομένων. Περιπτώσεις χρήσης θα μπορούσαν να περιλαμβάνουν την παρακολούθηση των καταστημάτων που έχουμε επισκεφθεί, τους διαδρόμους που περιηγηθήκαμε και τον χρόνο που ξοδέψαμε κατά τη διάρκεια των αγορών μας, ακόμα και το είδος των αντικειμένων που κρατήσαμε και πλοηγηθήκαμε. Τέτοια σενάρια είναι εύκολα εφικτά με τη χρήση ενός κινητού τηλεφώνου με GPS, RFID και έξυπνες/ασύρματες ετικέτες στα καταστήματα. Το αποτέλεσμα θα μπορούσε να είναι τόσο απλό όσο η παροχή mail προσφορών ή οι υπηρεσίες push στα σημεία πώλησης.

Έτσι μπορούμε να δούμε πως σε αυτή την κατηγορία το IoT μπορεί να επιτρέψει τη συλλογή δεδομένων σε κάθε πτυχή της καθημερινής ζωής του ανθρώπου με ευχάριστες ή δυσάρεστες συνέπειες. Αυτή η δεύτερη κατηγορία, κυρίως οι συζητήσεις γύρω από την ιδιωτική ζωή, την ασφάλεια και την κοινωνική ευθύνη που πάει μαζί με την αυτοεπίγνωση, συνέδεσε τον κόσμο.

Υγειονομική Περίθαλψη

Πολλοί άνθρωποι έχουν ήδη υιοθετήσει wearable συσκευές για να παρακολουθούν την φυσική τους άσκηση, τον ύπνο ή άλλες συνήθειες τους – και αυτά είναι το πιο απλό δείγμα του πώς το IoT συνδυάζεται με τον κλάδο της υγείας. Συσκευές παρακολούθησης ασθενών, ηλεκτρονικά αρχεία και άλλα έξυπνα αξεσουάρ μπορούν να σώσουν ζωές.

Βιομηχανική Παραγωγή

Πρόκειται για τον κλάδο που επωφελείται περισσότερο από το IoT. Αισθητήρες συλλογής δεδομένων ενσωματωμένοι σε μηχανήματα εργοστασίων ή στα ράφια των αποθηκών μπορούν να «επικοινωνήσουν» προβλήματα ή να παρακολουθούν τη χρήση των πόρων τους σε πραγματικό χρόνο, καθιστώντας το εύκολο να εργαστούν πιο αποτελεσματικά και να μειώσουν το κόστος.

Σε μία παγκόσμια αλυσίδα εφοδιασμού, οι εταιρείες θα είναι σε θέση να παρακολουθούν όλα τα προϊόντα τους , μέσω ετικετών αναγνώρισης ραδιοσυχνότητας. Ως εκ τούτου, οι εταιρείες θα μειώσουν τα λειτουργικά τους έξοδα και θα βελτιώσουν την παραγωγικότητά τους. Επίσης, η συντήρηση των μηχανημάτων θα διευκολυνθεί από τους συνδεδεμένους αισθητήρες, επιτρέποντας την παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο, της καλής λειτουργίας και της απόδοσης του εξοπλισμού του εργοστασίου.

Σε γενικές γραμμές , το IoT θα παρέχει αυτόματες διαδικασίες που συνεπάγονται τη δραστική μείωση του αριθμού των εργαζομένων που χρειάζονται. Οι εργαζόμενοι θα αντικατασταθούν με bar code scanners , αναγνώστες , αισθητήρες και ενεργοποιητές και τελικά από πολύπλοκα ρομπότ τόσο αποτελεσματικά όσο ένα ανθρώπινο όν.

Χωρίς καμία αμφιβολία , οι τεχνολογίες αυτές θα φέρουν ευκαιρίες για τους εργαζόμενους σε νέες υπαλληλικές θέσεις και ένας μεγάλος αριθμός τεχνικών θα είναι απαραίτητος για τον προγραμματισμό και την επισκευή αυτών των μηχανημάτων. Αυτό είναι συνώνυμο με την ανάγκη δημιουργίας νέων θέσεων εργασίας κυρίως στον τομέα της συντήρησης αλλά αποτελεί επίσης μια νέα πρόκληση προκειμένου να προχωρήσουμε και να εξελίξουμε τέτοια είδη εργασίας για την αποφυγή της ανεργίας.

Ποιότητα εσωτερικού αέρα

Παρακολούθηση τοξικών επιπέδων φυσικού αερίου και οξυγόνου μέσα στους χώρους εργασίας για την εξασφάλιση της ασφάλειας των εργαζομένων και των εμπορευμάτων.

Παρακολούθηση θερμοκρασίας

Έλεγχος της θερμοκρασίας στο εσωτερικό των βιομηχανιών και σε ψυγεία που περιέχουν ευαίσθητα εμπορεύματα.

Παρουσία του όζοντος

Παρακολούθηση των επιπέδων του όζοντος κατά τη διάρκεια της διαδικασίας ξήρανσης του κρέατος σε εργοστάσια τροφίμων.

Παρακολούθηση εσωτερικού χώρου

Αξιολόγηση εσωτερικού χώρου με χρήση ενεργού ZigBee και παθητικών ετικετών (RFID/NFC).

Λιανεμπόριο

Τόσο οι καταναλωτές όσο και τα καταστήματα μπορούν να επωφεληθούν από IoT. Τα καταστήματα, για παράδειγμα, θα μπορούσαν να χρησιμοποιήσουν IoT για σκοπούς παρακολούθησης των αποθεμάτων ή της ασφάλειας. Οι καταναλωτές μπορεί να έχουν μία εξατομικευμένη εμπειρία αγορών μέσω των δεδομένων που συλλέγονται από τους αισθητήρες ή τις κάμερες.

Το IoT αντιλαμβάνεται τόσο τις ανάγκες των πελατών όσο και τις ανάγκες των επιχειρήσεων, συγκρίνει τη τιμή ενός προϊόντος σε σχέση με άλλα προϊόντα της ίδια ποιότητας με χαμηλότερη τιμή και δίνει πληροφορίες όχι μόνο στους πελάτες αλλά και στα καταστήματα και επιχειρήσεις. Έχοντας αυτές τις πληροφορίες σε πραγματικό χρόνο βοηθά τις επιχειρήσεις να βελτιώσουν τις αγορές τους και να ικανοποιήσουν τις ανάγκες των πελατών.

Προφανώς, μεγάλες αλυσίδες λιανικής πώλησης θα εκμεταλλευτούν τη δεσπόζουσα θέση τους για να ενδυναμώσουν και να επιβάλλουν τη μελλοντική IoT αγορά λιανικής πώλησης. Ειδικότερα, οι εταιρείες με θέσεις ελέγχου θα είναι ικανές να ωθήσουν την υιοθέτηση της τεχνολογίας IoT λόγω των τεράστιων μεριδίων των αγορών τους.

Έλεγχος Προμηθειών

Παρακολούθηση των συνθηκών αποθήκευσης και παρακολούθηση προϊόντων.

Πληρωμή NFC

Επεξεργασία των πληρωμών με βάση τη περιοχή ή την διάρκεια της δραστηριότητας για τα μέσα μαζικής μεταφοράς, τα γυμναστήρια, τα θεματικά πάρκα κ.α

Εφαρμογές Έξυπνης Αγοράς

Παροχή συμβούλων στο σημείο πώλησης σύμφωνα με τις συνήθειες των πελατών , τις προτιμήσεις και ενημέρωση για αλλεργικά συστατικά ή ημερομηνίες λήξης.

Έξυπνη Διαχείριση Προϊόντων

Έλεγχος των προϊόντων στα ράφια και στις αποθήκες για την αυτοματοποίηση των διαδικασιών εμπλουτισμού του αποθέματος.

Τηλεπικοινωνίες

Ο κλάδος των τηλεπικοινωνιών θα επηρεαστεί σημαντικά από το IoT, αρκεί να σκεφτεί κανείς ότι αυτός θα είναι ο κλάδος που θα διατηρεί όλα τα δεδομένα που χρησιμοποιεί το IoT. Smartphones και άλλες προσωπικές συσκευές πρέπει να είναι σε θέση να διατηρούν μια αξιόπιστη σύνδεση στο Διαδίκτυο για να λειτουργήσει αποτελεσματικά το Internet of Things.

Μεταφορές

Ενώ τα αυτοκίνητα δεν έχουν φτάσει ακόμα στο σημείο να μετακινούνται αυτόνομα, είναι αναμφισβήτητα πιο τεχνολογικά προηγμένα από ποτέ. Το IoT επηρεάζει επίσης το κλάδο των μεταφορών σε μεγάλη κλίμακα: οι εταιρείες διανομής μπορούν να παρακολουθούν το στόλο τους με τη χρήση GPS λύσεων. Και οι δρόμοι μπορούν να παρακολουθούνται μέσω αισθητήρων για να είναι όσο το δυνατόν ασφαλέστεροι.

Στις μεταφορές του εφοδιασμού , το IoT δεν βελτιώνει μόνο τα συστήματα ροή υλικών αλλά και το παγκόσμιο σύστημα εντοπισμού στίγματος και αυτόματης αναγνώρισης των εμπορευμάτων. Επίσης αυξάνει την ενεργειακή απόδοση και κατά συνέπεια μειώνει την κατανάλωση ενέργειας.

Έτσι το IoT αναμένεται να επιφέρει βαθιές αλλαγές στην παγκόσμια αλυσίδα εφοδιασμού , μέσω της "έξυπνης" μετακίνησης φορτίου. Αυτό θα επιτευχθεί μέσω του συνεχούς συγχρονισμού των πληροφοριών της εφοδιαστικής αλυσίδας και της απρόσκοπτης παρακολούθησης σε πραγματικό χρόνο. Θα καταστήσει την αλυσίδα εφοδιασμού διαφανή , ορατή και ελεγχόμενη, επιτρέποντας την έξυπνη επικοινωνία μεταξύ των ανθρώπων και των φορτίων / εμπορευμάτων.

Κυκλοφοριακή συμφόρηση

Παρακολούθηση των οχημάτων αλλά και των πεζών για την βελτιστοποίηση της οδήγησης και της κίνησης των φαναριών.

Έξυπνη Στάθμευση

Παρακολούθηση των χώρων στάθμευσης για την διαθεσιμότητα των ελεύθερων θέσεων στη πόλη

Ποιότητα των συνθηκών φόρτωσης

Παρακολούθηση των δονήσεων , χτυπημάτων και έλεγχος των δεμάτων προκειμένου να εξασφαλιστεί ότι παραμένουν κλειστά καθ'όλη τη διάρκεια του ταξιδιού.

Θέση αντικειμένων

Αναζήτηση μεμονωμένων αντικειμένων σε αποθήκες και λιμάνια.

Αποθήκευση/Ασυμβατότητα/Ανίχνευση

Προειδοποίηση εκπομπών σε μεταφορές εύφλεκτων εμπορευμάτων και απομόνωση αυτών που περιέχουν εκρηκτικά υλικά.

Παρακολούθηση Προϊόντων

Έλεγχος των διαδρομών που ακολουθούν ευαίσθητα προϊόντα όπως φάρμακα , κοσμήματα ή επικίνδυνα εμπορεύματα.

Ενέργεια

Οι έξυπνοι μετρητές (smart meters), όχι μόνο συλλέγουν δεδομένα αυτόματα, αλλά καθιστούν και δυνατή την εφαρμογή analytics για την παρακολούθηση και τη διαχείριση της χρήσης της ενέργειας. Παρομοίως, αισθητήρες σε συσκευές όπως οι ανεμόμυλοι μπορούν να παρακολουθούν τα δεδομένα και να χρησιμοποιούν προγνωστική μοντελοποίηση ώστε να προγραμματιστεί η διακοπή λειτουργίας για πιο αποδοτική χρήση της ενέργειας.

Το πεδίο αυτό έχει πολλές συσχετίσεις με άλλα σενάρια , όπως το έξυπνο σπίτι και την έξυπνη πόλη.Το βασικό ζήτημα σε αυτά τα σενάρια είναι να εντοπίσει τρόπους για την εξοικονόμηση ενέργειας. Ουσιαστικά αναφερόμαστε σε αυτό που είναι γνωστό ως ένα έξυπνο δίκτυο.Σε αυτόν τον τομέα εφαρμογής , τις πρωτοβουλίες που συνεπάγεται μια πιο κατανεμημένη παραγωγή ενέργειας , θα πρέπει να επισημανθεί , όπως πολλά σπίτια σήμερα έχουν ένα ηλιακό

πάνελ για παράδειγμα. Ως ζωτικής σημασίας συστατικό , οι έξυπνοι μετρητές θεωρούνται απαραίτητη προϋπόθεση για την ενεργοποίηση της έξυπνης παρακολούθησης , τον έλεγχο και την επικοινωνία σε εφαρμογές πλέγματος.

Έτσι συνδυάζοντας την ανάλυση της προσφοράς και της ζήτησης , οι επιχειρήσεις ενέργειας θα είναι σε θέση να παρέχουν πιο αποτελεσματική διαμόρφωση της ζήτησης. Δεν θα παρέχουν μόνο κίνητρα για τους καταναλωτές , αλλά στην πραγματικότητα θα απενεργοποιήσουν συσκευές που δεν χρειάζονται. Επιπλέον, οι ενέργειες αυτές θα πρέπει να πραγματοποιηθούν αυτόματα. Εδώ, αντιμετωπίζουμε και πάλι ένα ετερογενές σενάριο με τη συμμετοχή διαφόρων ενδιαφερομένων. Οι κύριοι παράγοντες είναι φυσικά οι εταιρείες κοινής ωφελείας της ενέργειας, αλλά και οι δημόσιοι φορείς θα είναι επίσης σημαντικοί παράγοντες.

Το έξυπνο σπίτι

Τα μελλοντικά έξυπνα σπίτια θα έχουν συνείδηση για το τι συμβαίνει μέσα σε ένα κτίριο, κυρίως επηρεαζόμενα από τρεις πτυχές : τη χρήση πόρων, την ασφάλεια και την άνεση. Στόχος είναι να επιτευχθούν καλύτερα επίπεδα άνεσης όπως επίσης και μείωση των συνολικών δαπανών.

Επιπλέον τα έξυπνα σπίτια θα είναι σε θέση να αντιμετωπίσουν επαρκώς τα θέματα ασφάλειας μέσω πολύπλοκων συστημάτων ασφάλειας για την ανίχνευση πυρκαγιάς , κλοπής ή παράνομη εισόδου. Οι φορείς που εμπλέκονται σε αυτό το σενάριο αποτελούν μια πολύ ετερογενή ομάδα.

Διάφοροι φορείς θα συνεργάζονται στο σπίτι του κάθε χρήστη , όπως εταιρείες του διαδικτύου, κατασκευαστές συσκευών, φορείς εκμετάλλευσης τηλεπικοινωνιών, πάροχοι υπηρεσιών οπτικοακουστικών μέσων , εταιρείες προστασίας , εταιρείες κοινής ωφελείας ηλεκτρικής ενέργειας κ.α

Χρήση ενέργειας και νερού

Η κατανάλωση ενέργειας και νερού παρακολουθείται ώστε να ληφθούν οι κατάλληλες συμβουλές για τη μείωση των πόρων και του κόστους.

Απομακρυσμένες συσκευές ελέγχου

Ενεργοποίηση και απενεργοποίηση συσκευών εξ'αποστάσεως για την αποφυγή ατυχημάτων και εξοικονόμηση ενέργειας.

Σύστημα ανίχνευσης εισβολής

Ανίχνευση των παραθύρων και των θυρών ώστε να γίνονται αντιληπτές οι παραβιάσεις και να αποτρέπουν τους εισβολείς.

Περιμετρικός έλεγχος πρόσβασης

Έλεγχος πρόσβασης σε ζώνες περιορισμένης πρόσβασης και εντοπισμός των ατόμων σε μη εγκεκριμένες περιοχές.

Έξυπνες πόλεις

Παρά το γεγονός ότι ο όρος έξυπνη πόλη εξακολουθεί να είναι μια σαφής έννοια , υπάρχει μια γενική συμφωνία ότι είναι μια αστική περιοχή που δημιουργεί βιώσιμη ανάπτυξη και υψηλή ποιότητα ζωής. Το μοντέλο αποσαφηνίζει τα χαρακτηριστικά μιας έξυπνης πόλης, περιλαμβάνοντας την οικονομία , τους ανθρώπους , τη διακυβέρνηση , την κινητικότητα, το περιβάλλον και τη διαβίωση. Ξεπερνώντας αυτούς τους βασικούς τομείς η υλοποίηση μπορεί να επιτευχθεί μέσω της ισχυρής δύναμης του ανθρώπου ή του κοινωνικού κεφαλαίου και των υποδομών. Για το τελευταίο μια πρώτη ανάλυση των επιχειρήσεων καταλήγει στο συμπέρασμα ότι πολλοί τομείς και κλάδοι θα επωφεληθούν από πιο ψηφιοποιημένες και έξυπνες πόλεις.

Μελέτη κατάστασης

Παρακολούθηση των δονήσεων και των υλικών συνθηκών σε κτίρια , γέφυρες και ιστορικά μνημεία.

Χάρτες αστικού θορύβου

Παρακολούθηση ήχου σε περιοχές που υπάρχουν μπαρ και σε κεντρικές ζώνες σε πραγματικό χρόνο.

Ανίχνευση Smartphone

Εντοπισμός συσκευών iPhone και Android και γενικά οποιασδήποτε συσκευής λειτουργεί με wi-fi ή bluetooth διεπαφές.

Έξυπνος Φωτισμός

Ευφυής και προσαρμόσιμος φωτισμός με βάση τις αιρικές συνθήκες στα φώτα του δρόμου.

Διαχείριση απορριμμάτων

Ανίχνευση των επιπέδων των σκουπιδιών για τη βελτιστοποίηση των δρομολογίων συλλογής απορριμμάτων.

Έξυπνοι δρόμοι

Ευφυείς αυτοκινητόδρομοι με προειδοποιητικά μηνύματα και εκτροπές ανάλογα με τις κλιματικές συνθήκες και απροσδόκητα γεγονότα όπως ατυχήματα ή κυκλοφοριακή συμφόρηση.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

“ΜΟΝΤΕΛΑ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ”

Από λειτουργικής πλευράς είναι χρήσιμο να σκεφτούμε πως οι συσκευές του IoT συνδέονται και επικοινωνούν σε σχέση με τα τεχνικά μοντέλα επικοινωνίας. Τον Μάρτιο του 2015 το Συμβούλιο Αρχιτεκτονικής του Διαδικτύου (Internet Architecture Boars ,IAB) κυκλοφόρησε ένα κατευθυντήριο αρχιτεκτονικό έγγραφο για τη δικτύωση των έξυπνων αντικειμένων , που περιγράφει ένα πλαίσιο τεσσάρων κοινών μοντέλων επικοινωνίας που χρησιμοποιείται από συσκευές IoT. Παρακάτω παρουσιάζονται τα βασικά χαρακτηριστικά του κάθε μοντέλου ξεχωριστά.

Μοντέλο Device-to-Device

Το μοντέλο επικοινωνίας device-to-device αντιπροσωπεύει δυο ή περισσότερες συσκευές που συνδέονται άμεσα και επικοινωνούν μεταξύ τους, και όχι μέσω ενδιάμεσου server εφαρμογών. Αυτές οι συσκευές επικοινωνούν μέσω πολλών τύπων δικτύων , συμπεριλαμβανομένων των δικτύων IP ή το Internet. Συχνά , ωστόσο αυτές οι συσκευές χρησιμοποιούν πρωτόκολλα όπως Bluetooth , 40 Z-Wave ή Zig Bee για την καθιέρωση device-to-device επικοινωνίας , όπως φαίνεται στο Σχέδιο 12 που ακολουθεί.



Σχέδιο 12. Τοπολογία Device to Device

Αυτά τα device-to-device επιτρέπουν τις συσκευές που συμμορφώνονται με ένα συγκεκριμένο πρωτόκολλο επικοινωνίας να επικοινωνούν και να ανταλλάσσουν μηνύματα για να επιτευχθεί η λειτουργία τους. Αυτό το μοντέλο επικοινωνίας χρησιμοποιείται ευρέως σε εφαρμογές όπως τα συστήματα οικιακού αυτοματισμού , που συνήθως χρησιμοποιούν μικρά πακέτα δεδομένων πληροφοριών για την επικοινωνία μεταξύ συσκευών με χαμηλό ρυθμό μετάδοσης δεδομένων. Οικιακές IoT συσκευές όπως λαμπτήρες, διακόπτες φωτισμού, θερμοστάτες και κλειδαριές

στις πόρτες συνήθως στέλνουν μικρές ποσότητες πληροφοριών μεταξύ τους (π.χ ένα μήνυμα κατάστασης της κλειδαριάς της πόρτας ή ενεργοποίηση της εντολής "φώς"). Αυτή η προσέγγιση του μοντέλου επικοινωνίας device-to-device απεικονίζει πολλές από τις προκλήσεις της λειτουργικότητας που θα συζητήσουμε παρακάτω. Αυτές οι συσκευές έχουν συχνά άμεση σχέση μεταξύ τους και έχουν συνήθως ενσωματωμένη ασφάλεια, αλλά χρησιμοποιούν επίσης μοντέλα δεδομένων για συγκεκριμένες συσκευές που απαιτούν περαιτέρω προσπάθειες ανάπτυξης από τους κατασκευαστές τους. Αυτό σημαίνει ότι οι κατασκευαστές συσκευών θα πρέπει να επενδύσουν στην αναπτυξιακή προσπάθεια για την υλοποίηση των συσκευών με συγκεκριμένες μορφές δεδομένων και όχι ανοιχτές προσεγγίσεις που επιτρέπουν τη χρήση των τυποποιημένων μορφών δεδομένων. Από τη πλευρά του χρήστη, αυτό συχνά σημαίνει ότι τα πρωτόκολλα επικοινωνίας του μοντέλου device-to-device δεν είναι συμβατά, αναγκάζοντάς τον να επιλέξει μια οικογένεια συσκευών που χρησιμοποιούν ένα κοινό πρωτόκολλο. Για παράδειγμα, η οικογένεια των συσκευών που χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο Z-Wave δεν είναι συμβατή με την οικογένεια συσκευών που χρησιμοποιεί το πρωτόκολλο ZigBee. Αν και αυτές οι ασυμβατότητες περιορίζουν τις επιλογές των χρηστών, σε συσκευές που χρησιμοποιούν ένα συγκεκριμένο πρωτόκολλο, οι χρήστες επωφελούνται από το γεγονός ότι τα προϊόντα μιας συγκεκριμένης οικογένειας τείνουν να επικοινωνούν καλύτερα μεταξύ τους.

Μοντέλο Device-to-Cloud

Σε ένα μοντέλο επικοινωνίας Device-to-cloud, η IoT συσκευή συνδέεται απευθείας σε μια διαδικτυακή υπηρεσία cloud όπως ένας πάροχος υπηρεσιών εφαρμογής, ώστε να ανταλλάξει δεδομένα και να διαχειρίζεται την κίνηση μηνυμάτων. Αυτή η προσέγγιση συχνά εκμεταλλεύεται υπάρχοντες μηχανισμούς επικοινωνίας όπως η παραδοσιακή ενσύρματη Ethernet ή Wifi συνδέσεις για να εγκαταστήσει μια σύνδεση μεταξύ της συσκευής και του δικτύου IP, το οποίο τελικά συνδέεται με την υπηρεσία cloud, όπως φαίνεται παρακάτω.



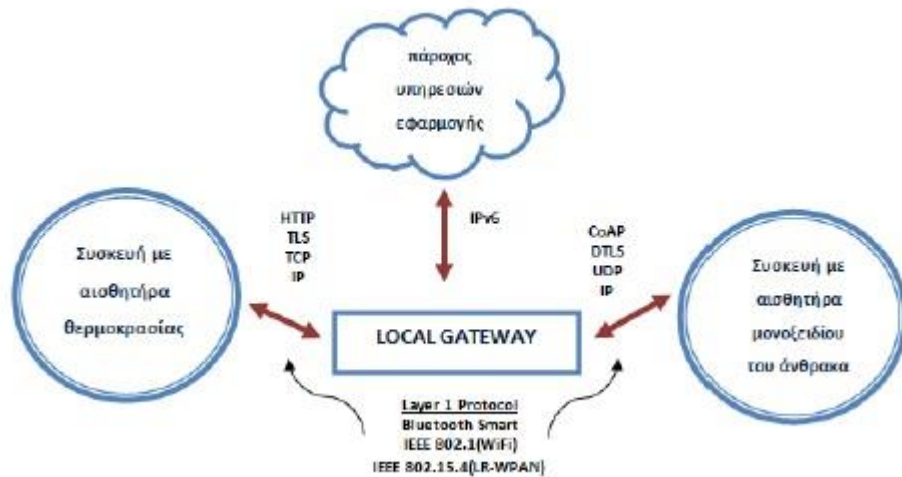
Σχέδιο 13. Τοπολογία Device to Cloud

Αυτό το επικοινωνιακό μοντέλο χρησιμοποιείται από κάποιες διάσημες καταναλωτικές IoT συσκευές όπως το Learning Thermostat της Nest Labs και η Smart TV της Samsung. Στην περίπτωση του Learning Thermostat, η συσκευή μεταδίδει δεδομένα σε μια cloud βάση δεδομένων όπου τα δεδομένα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να αναλύουν την κατανάλωση της οικιακής ενέργειας. Επιπλέον, αυτή η σύνδεση με το cloud δίνει τη δυνατότητα στον χρήστη να αποκτήσει εξ' αποστάσεως πρόσβαση στον θερμοστάτη του, μέσω ενός Smartphone ή μέσω του ιστού (web), και επίσης υποστηρίζει αναβαθμίσεις λογισμικού. Παρομοίως με την τεχνολογία SmartTV της Samsung, η τηλεόραση χρησιμοποιεί μια διαδικτυακή σύνδεση για να μεταδίδει πληροφορίες προβολών του χρήστη στη Samsung για ανάλυση, και να ενεργοποιεί τις διαδραστικές λειτουργίες αναγνώρισης ομιλίας που διαθέτει η τηλεόραση. Σε αυτές τις περιπτώσεις, το μοντέλο Device-to-Cloud προσθέτει αξία στον χρήστη επεκτείνοντας τις δυνατότητες της συσκευής πέρα από τα εγγενή της χαρακτηριστικά.

Παρόλα αυτά, προκλήσεις στη διαλειτουργικότητα μπορούν να εγείρουν όταν γίνεται προσπάθεια ενοποίησης συσκευών οι οποίες είναι φτιαγμένες από διαφορετικούς κατασκευαστές. Συχνά η συσκευή και η υπηρεσία cloud είναι από τον ίδιο προμηθευτή. Αν χρησιμοποιούν πρωτόκολλα δεδομένων βιομηχανικής ιδιοκτησίας μεταξύ της συσκευής και της υπηρεσίας σύννεφο, ο ιδιοκτήτης ή ο χρήστης της συσκευής ίσως να δεσμεύεται από συγκεκριμένη υπηρεσία cloud, περιορίζοντας ή αποτρέποντας τη χρήση εναλλακτικών πάροχων υπηρεσιών. Αυτό κοινώς αναφέρεται ως "κλείδωμα προμηθευτών" (vendor lock-in), ένας όρος που περικλείει άλλες όψεις της σχέσης με τον πάροχο όπως η ιδιοκτησία και η πρόσβαση στα δεδομένα. Ταυτόχρονα, οι χρήστες μπορούν να είναι σίγουροι ότι συσκευές που είναι σχεδιασμένες για τη συγκεκριμένη πλατφόρμα μπορούν να ενσωματωθούν.

Μοντέλο Device-to-Gateway

Στο μοντέλο Device-to-Gateway, ή αλλιώς Device-to-application-layer-Gateway, η συσκευή IoT συνδέεται μέσω μιας υπηρεσίας ALG ως αγωγός για να επιτευχθεί μια σύνδεση με την υπηρεσία cloud. Με πιο απλά λόγια, αυτό σημαίνει ότι το μοντέλο Device-to-Gateway διαθέτει λογισμικό εφαρμογής, το οποίο δρα ως διαμεσολαβητής μεταξύ της συσκευής και της υπηρεσίας cloud και παρέχει ασφάλεια και άλλες λειτουργίες όπως δεδομένα ή μετάφραση πρωτοκόλλων.



Σχέδιο 14. Τοπολογία Device to Gateway

Αρκετές μορφές αυτού του αυτού του μοντέλου βρίσκονται στις συσκευές καταναλωτών. Σε πολλές περιπτώσεις, οι συσκευές που χρησιμοποιούν αυτό το μοντέλο επικοινωνίας είναι τα smartphones, τα οποία "τρέχουν" εφαρμογές για να επικοινωνήσουν με τις IoT συσκευές και να μεταφέρουν δεδομένα σε μια υπηρεσία cloud. Αυτό είναι συχνά το μοντέλο που χρησιμοποιείται σε δημοφιλή είδη ευρείας κατανάλωσης, όπως τα personal fitness trackers. Αυτές οι συσκευές δεν έχουν την ικανότητα να συνδεθούν απευθείας σε μια υπηρεσία cloud, έτσι συχνά βασίζονται σε εφαρμογές των smartphones οι οποίες λειτουργούν ως μεσάζοντες για να συνδεθεί η συσκευή εκγύμνασης στο σύννεφο. Μια άλλη μορφή αυτού του μοντέλου επικοινωνίας Device-to-Gateway είναι η ανάδυση των συσκευών "Hub" σε εφαρμογές οικιακού αυτοματισμού. Τα "Hub" είναι συσκευές που λειτουργούν ως Local Gateway μεταξύ μεμονωμένων IoT συσκευών μιας υπηρεσίας cloud, αλλά επίσης μπορούν να γεφυρώσουν το χάσμα της διαλειτουργικότητας μεταξύ των IoT συσκευών. Για παράδειγμα, το Hub SmartThing είναι μια αυτόνομη συσκευή Gateway που έχει εγκατεστημένους Z - Wave και Zigbee πομποδέκτες για να μπορεί να επικοινωνεί και με τις δύο οικογένειες των συσκευών. Στη συνέχεια συνδέεται με την υπηρεσία cloud SmartThings επιτρέποντας στο χρήστη να αποκτήσει πρόσβαση στις συσκευές χρησιμοποιώντας μόνο μια εφαρμογή smartphone και μια σύνδεση στο Internet. Αυτό το μοντέλο επικοινωνίας χρησιμοποιείται συχνά για την ενσωμάτωση νέων έξυπνων συσκευών σε ένα ήδη υπάρχον σύστημα με συσκευές που είναι διαλειτουργικές. Ένα μειονέκτημα αυτής της προσέγγισης είναι ότι η συνεχής και απαραίτητη ανάπτυξη του συστήματος και του λογισμικού εφαρμογών το κάνει πολύπλοκο και με μεγάλο κόστος.

Μοντέλο Back-End Data Sharing

Το μοντέλο **Back-End Data-Sharing** αναφέρεται σε μια αρχιτεκτονική επικοινωνίας η οποία επιτρέπει στους χρήστες να εξάγουν και να αναλύουν τα δεδομένα του έξυπνου αντικειμένου από μια υπηρεσία cloud , σε συνδυασμό με δεδομένα από άλλες πηγές. Αυτή η προσέγγιση είναι μια επέκταση του μοντέλου επικοινωνίας Device-to-cloud, η οποία επιτρέπει στις συσκευές IoT ανεβάζουν τα δεδομένα μόνο για έναν πάροχο υπηρεσιών εφαρμογής. Η Back-End Data-Sharing αρχιτεκτονική επιτρέπει τα δεδομένα που συλλέγονται από μια IoT συσκευή να συγκεντρώνονται και να αναλύονται. Για παράδειγμα ένας εταιρικός χρήστης ο οποίος είναι υπεύθυνος για ένα συγκρότημα γραφείων ενδιαφέρεται να συγκεντρώσει και να αναλύσει τα δεδομένα κατανάλωσης ενέργειας που παράγονται από όλους τους αισθητήρες IoT και τα Internet - Enabled συστήματα που βρίσκονται στις εγκαταστάσεις της εταιρείας. Συχνά το μοντέλο Device-to-Cloud , τα δεδομένα κάθε αισθητήρα ή συστήματος IoT αποθηκεύονται σε μια stand alone βάση δεδομένων. Το μοντέλο Back-End Data-Sharing θα επιτρέψει στην εταιρεία να έχει εύκολη πρόσβαση και ανάλυση από όλο το φάσμα των συσκευών στο κτίριο. Επίσης αυτό το είδος της αρχιτεκτονικής διευκολύνει την ανάγκη για φορητότητα των δεδομένων. Η Back-End-Data-Sharing αρχιτεκτονική επιτρέπει στους χρήστες να μετακινούν τα δεδομένα τους όταν ανταλλάσουν IoT συσκευές, χωρίς να δημιουργείται κάποιο πρόβλημα.



Σχέδιο 15. Τοπολογία Back-End Data-Sharing

Η αρχιτεκτονική του μοντέλου αυτού είναι μια προσέγγιση για την επίτευξη της διαλειτουργικότητας μεταξύ αυτών των back-end συστημάτων. Παρ' όλα αυτά , αυτό το μοντέλο επικοινωνίας είναι μόνο τόσο αποτελεσματικό όσο τα υποκείμενα σχέδια του IoT συστήματος. Οι Back-End Data-Sharing αρχιτεκτονικές δεν μπορούν να ξεπεράσουν πλήρως τα κλειστά σχέδια του IoT συστήματος.

Σύνοψη Μοντέλων

Τα τέσσερα βασικά μοντέλα επικοινωνίας επιδεικνύουν τις υποκείμενες στρατηγικές σχεδιασμού που χρησιμοποιούνται για να επιτρέψουν στις συσκευές IoT να επικοινωνήσουν. Εκτός από ορισμένες τεχνικές παραμέτρους, η χρήση αυτών των μοντέλων επηρεάζεται σε μεγάλο βαθμό από την "κλειστή" φύση των δικτυωμένων IoT συσκευών. Στη περίπτωση του μοντέλου device-to-gateway το κύριο χαρακτηριστικό του είναι η ικανότητα να ξεπεράσει τους περιορισμούς που υπάρχουν στη συνδεσιμότητα των IoT συσκευών. Αυτό σημαίνει ότι η διαλειτουργικότητα των συσκευών και τα ανοικτά πρότυπα αποτελούν βασικούς παράγοντες στο σχεδιασμό και την ανάπτυξη των συστημάτων IoT, επιτρέποντας στο χρήστη να επιτευχθεί καλύτερη πρόσβαση σε μια συσκευή IoT και τα δεδομένα της, η συνολική αξία της συσκευής ενισχύεται. Για παράδειγμα, σε τρία από τα τέσσερα μοντέλα επικοινωνίας, οι συσκευές συνδέονται με τις υπηρεσίες ανάλυσης δεδομένων σε ένα περιβάλλον cloud. Με τη δημιουργία αγωγών επικοινωνίας δεδομένων στο cloud, οι χρήστες και οι πάροχοι υπηρεσιών μπορούν να χρησιμοποιούν ευκολότερα το σύνολο των δεδομένων, μεγάλη ανάλυση δεδομένων, οπτικοποίηση δεδομένων και τεχνολογίες πρόβλεψης analytics. Με άλλα λόγια, οι αποτελεσματικές αρχιτεκτονικές επικοινωνίας αποτελούν σημαντική κινητήρια δύναμη της αξίας που προσφέρεται στο τελικό χρήστη, ανοίγοντας δυνατότητες χρήσης των πληροφοριών με νέους τρόπους. Θα πρέπει να σημειωθεί ωστόσο, ότι αυτά τα οφέλη έρχονται με συμβιβασμούς. Ιδιαίτερη προσοχή πρέπει να δοθεί στις οικονομικές επιβαρύνσεις που επιβάλλονται στους χρήστες όταν πρόκειται να συνδεθούν με τους πόρους του cloud, οι οποίες διαφέρουν από περιοχή σε περιοχή. Παρόλο που ο τελικός χρήστης έχει πολλά οφέλη από αυτά τα μοντέλα επικοινωνίας θα πρέπει να αναφέρουμε ότι τα αποτελεσματικά μοντέλα επικοινωνίας IoT ενισχύουν επίσης την τεχνολογική καινοτομία και την ευκαιρία για εμπορική ανάπτυξη. Νέα προϊόντα και υπηρεσίες μπορεί να σχεδιαστούν για να επωφεληθούν από IoT ροές δεδομένων που δεν υπήρχαν στο παρελθόν, δρώντας ως καταλύτης για περαιτέρω καινοτομία.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

“Η ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΤΟΥ ΙΟΤ ΚΑΙ ΤΟ ΜΟΝΤΕΛΟ ARM”

Ανάγκη για κοινό έδαφος

Η ανάγκη μιας κοινής "lingua franca" για τον τομέα του ΙοΤ , αποτελεί προϋπόθεση για γρήγορη και διάχυτη ανάπτυξη καινοτόμων λύσεων που θα μπορούν να αξιοποιήσουν τις διαφορετικές τεχνολογίες που αναπτύχθηκαν για διαφορετικούς στόχους σε διαφορετικά πεδία εφαρμογής. Για αρκετά χρόνια και μετά από πολλή συζήτηση σχετικά με τις βασικές έννοιες του ΙοΤ , το 2009 , μια ομάδα ερευνητών από περισσότερες από 20 μεγάλες βιομηχανικές εταιρείες και ερευνητικά ιδρύματα ένωσαν τις δυνάμεις τους για να τεθούν τα θεμέλια για το τόσο αναγκαίο κοινό έδαφος ή κοινή "αρχιτεκτονική" για το internet of Things και έτσι δημιουργήθηκε το έργο ΙοΤ - Architecture (ΙοΤ-Α). ΙοΤ-Α έχει γίνει εμβληματικό έργο της Ευρωπαϊκής Ένωσης για την Έρευνα και Ανάπτυξη σε σχέση με την ίδρυση μια αρχιτεκτονικής ΙοΤ.

Αφήνοντας κατά μέρος τις εκτιμήσεις των επιχειρήσεων και λαμβάνοντας υπόψη μόνο τη τεχνική άποψη, ήταν σαφές για τους εταίρους του έργου ότι οι υπάρχουσες λύσεις δεν καλύπτουν τις απαιτήσεις κλιμάκωσης ενός μελλοντικού ΙοΤ, τόσο από την άποψη της επικοινωνίας μεταξύ των έξυπνων συσκευών και όσο από την ενορχήστρωση και διαχείριση των σύνθετων υπηρεσιών. Επιπλέον ο τομέας ΙοΤ περιλαμβάνει πολλά διαφορετικά μοντέλα διακυβέρνησης , τα οποία δεν είναι συχνά συμβατά. Αυτό οδηγεί σε μια κατάσταση όπου η προστασία της ιδιωτικής ζωής και της ασφάλειας αντιμετωπίζονται ανά περίπτωση και ανά νομοθεσία, κατασκευάζοντας λύσεις στα υπάρχοντα σχέδια , κάτι το οποίο παρεμποδίζει τη δυνατότητα μεταφοράς , τη διαλειτουργικότητα και την ανάπτυξη. Φυσικά , η εξάπλωση του ΙοΤ είναι τόσο μεγάλη που θα ήταν ασφαλές , να εξεταστεί ένα πρωτόκολλο "που θα ταίριαζε σε όλους" όπως είναι το ip. Σύντομα έγινε σαφές ότι σε αυτόν τον τομέα υπήρχε ανάγκη για κοινό έδαφος.

Η κεντρική απόφαση του έργου ΙοΤ-Α ήταν να στηρίζει το έργο της σχετικά ,με την τρέχουσα κατάσταση, αντί να εφαρμοστεί μια καινούργια προσέγγιση. Ως αποτέλεσμα κοινά χαρακτηριστικά έχουν προκύψει για να σχηματίσουν τη γραμμή βάσης του ΙοΤ Αρχιτεκτονικού Μοντέλου αναφοράς (ARM). Δεν είναι πλέον δυνατό να δημιουργηθούν αρχιτεκτονικές μόνο μέσα στο εργαστήριο , χωρίς να υπάρχει έρευνα και επαφή με τον

πραγματικό κόσμο. Το IoT-A αναγνώρισε αυτή τη νέα πραγματικότητα , όπου οι γραμμές μεταξύ έρευνας και ανάπτυξης , καινοτομίας και νέων τεχνολογιών είναι θολές. Με τη βοήθεια των τελικών χρηστών , οι οποίοι δημιούργησαν μια ομάδα ενδιαφερόμενων μερών για το IoT-A, νέες απαιτήσεις για IoT έχουν συλλεχθεί και εισαχθεί στην κύρια διαδικασία του νέου μοντέλου αρχιτεκτονικής. Αυτή η ομάδα ήταν μια από τις πιο σημαντικές πηγές για την απόκτηση γνώσης από εξωτερικές πηγές, καθώς και για την ενημέρωση σχετικά με την τρέχουσα κατάσταση των εργασιών του έργου. Μέχρι στιγμής , οι συνεισφορές της ομάδας αυτής αποτέλεσαν το κύριο χαρακτηριστικό του έργου, καθώς οι απαιτήσεις των μελών της ομάδας που συλλέχτηκαν σε αρχικό στάδιο, αποτέλεσαν τη βάση για το αρχικό σχέδιο της ARM. Κάθε δομικό στοιχείο της ARM αναπτύχθηκε για να ικανοποιήσει όλες τις απαιτήσεις και να καθιστά δυνατή μια ολιστική προσέγγιση του IoT. Επιπλέον εργασίες και ερωτηματολόγια χρησιμοποιούνται για να επανεξετάσουν την πρόοδο της ανάπτυξης του ARM και να τελειοποιήσουν τις έννοιες και τα μοντέλα. Αυτή τη στιγμή , η συγκεκριμένη αυτή πρακτική που περιλαμβάνει εμπλοκή των ενδιαφερόμενων μερών σε μεγάλο βαθμό χαρακτηρίζεται από περίπλοκα και δυναμικά περιβάλλοντα τα οποία καλύπτουν εν ευρύ φάσμα ενδιαφερομένων. Αυτός θα μπορούσε να είναι και ένας απτός χαρακτηρισμός του IoT: Πολύπλοκα και δυναμικά περιβάλλοντα που περιέχουν νε ευρύ φάσμα ενδιαφερομένων. Η ομάδα ενδιαφερομένων ήρθε αντιμέτωπη με μια έκπληξη αφού διαπίστωσε ότι στους περισσότερους τομείς εφαρμογής όπως, στην αυτοκινητοβιομηχανία , στην υγεία, στα logistics, και στο εμπόριο, οι απαιτήσεις ήταν συχνά παρόμοιες. Ο κύριος στόχος είναι να υπάρχει μια συνεχής παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο έτσι ώστε να μπορέσει να επιτευχθεί λειτουργικότητα η οποία είναι η κύρια απαίτηση αυτού του έργου. Η βασική ιδέα είναι ότι το IoT ARM παρέχει μια κοινή δομή και κατευθυντήριες γραμμές για την αντιμετώπιση των βασικών πτυχών της ανάπτυξης χρησιμοποιώντας και αναλύοντας τα συστήματα IoT.

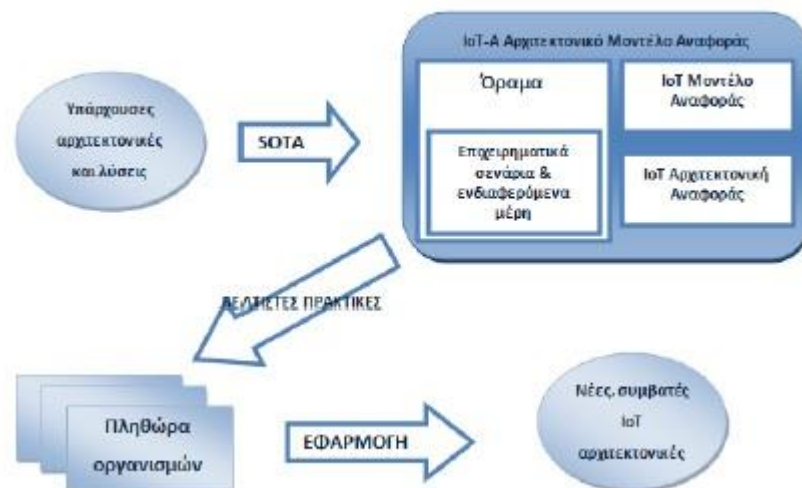
Το μοντέλο ARM

Το IoT - A ARM αποτελείται από τα ακόλουθα μέρη:

- **Το όραμα** συνοψίζει το σκεπτικό για την δημιουργία ενός αρχιτεκτονικού μοντέλου αναφοράς για το IoT. Παράλληλα ασχολείται με διάφορες υποθέσεις , όπως τα κίνητρα. Εξετάζει επίσης πως μπορεί να χρησιμοποιηθεί το αρχιτεκτονικό πρότυπο αναφοράς, τη μεθοδολογία που εφαρμόζεται στη μοντελοποίηση της αρχιτεκτονικής,

τα επιχειρηματικά σενάρια και την ομάδα που αποτελείται από τα ενδιαφερόμενα μέρη.

- Τα επιχειρηματικά σενάρια που ορίζονται από τα ενδιαφερόμενα μέρη είναι οι οδηγοί του έργου της αρχιτεκτονικής. Γνωρίζοντας τις φιλοδοξίες των επιχειρήσεων, μπορεί να προκύψει μια ολιστική άποψη της αρχιτεκτονικής του IoT. Επιπλέον, ένα συγκεκριμένο παράδειγμα της αρχιτεκτονικής αναφοράς μπορεί να επικυρωθεί μέσα από επιλεγμένα επιχειρηματικά σενάρια. Η Ανάλυση των απαιτήσεων και των ανησυχιών των ενδιαφερόμενων μερών συμβάλλει στην κατανόηση των πτυχών του αρχιτεκτονικού μοντέλου αναφοράς.
- Το **IoT Μοντέλο Αναφοράς (IoT Reference Model)** παρέχει το υψηλότερο επίπεδο αφάιρησης για τον ορισμό του IoT-A αρχιτεκτονικού μοντέλου αναφοράς. Προάγει την κοινή κατανόηση του τομέα IoT. Η περιγραφή του IoT μοντέλου αναφοράς περιλαμβάνει μια γενική συζήτηση σχετικά με τον τομέα IoT, ένα **IoT Μοντέλο Τομέα (IoT Domain Model)** που εξηγεί πως πρόκειται να διαμορφωθούν οι πληροφορίες του IoT και **IoT Μοντέλο επικοινωνίας (IoT communication model)**, προκειμένου να γίνουν κατανοητές λεπτομέρειες σχετικά με την επικοινωνία μεταξύ πολλών ετερογενών IoT συσκευών και γενικά το Διαδίκτυο ως σύνολο.



Σχέδιο 16. Η επισκόπηση της διαδικασίας που χρησιμοποιείται για τον προσδιορισμό των διαφόρων τμημάτων που αποτελούν το IoT-A ARM.

Η IoT Αρχιτεκτονική Αναφοράς (IoT Reference Architecture) είναι το σημείο αναφοράς για τη δημιουργία συμβατών αρχιτεκτονικών. Ως εκ τούτου, παρέχει απόψεις και προοπτικές για διαφορετικές πτυχές του IoT. Η δημιουργία της IoT Αρχιτεκτονικής Αναφοράς επικεντρώνεται σε αφηρημένα σύνολα των μηχανισμών και όχι σε συγκεκριμένες αρχιτεκτονικές εφαρμογών. Για τους οργανισμούς, μια σημαντική πτυχή είναι η συμμόρφωση των τεχνολογιών τους, με τα διεθνή πρότυπα και τις βέλτιστες πρακτικές, έτσι ώστε να διασφαλίζεται η διαλειτουργικότητα μεταξύ των οργανισμών. Αν επιτευχθεί αυτή η συμμόρφωση δημιουργείται ένα οικοσύστημα, στο οποίο κάθε ενδιαφερόμενος μπορεί να δημιουργήσει νέες επιχειρήσεις που θα λειτουργούν σε συνεργασία με τις ήδη υπάρχουσες επιχειρήσεις. Το IoT-A ARM παρέχει στους οργανισμούς βέλτιστες πρακτικές, έτσι ώστε να μπορούν να δημιουργήσουν συμβατή αρχιτεκτονική IoT σε διαφορετικά πεδία εφαρμογής. Εκεί όπου πεδία εφαρμογής αλληλεπικαλύπτονται, η συμμόρφωση προς την IoT Αρχιτεκτονική Αναφοράς διασφαλίζει τη διαλειτουργικότητα των λύσεων και επιτρέπει το σχηματισμό νέων συνεργασιών μεταξύ αυτών των τομέων.

Τα οφέλη από τη χρήση του ARM

Η χρήση ARM έχει πολλά πλεονεκτήματα. Τα σημαντικότερα από αυτά είναι τα εξής:

1. Γνωστική Ενίσχυση

Κατά την διαδικασία ανάπτυξης προϊόντων και άλλων δραστηριοτήτων, ένα αρχιτεκτονικό μοντέλο αναφοράς έχει τετραπλή χρήση.

Πρώτον, βοηθά στην καθοδήγηση των συζητήσεων, δεδομένου ότι παρέχει μια γλώσσα όπου όλοι εμπλεκόμενοι μπορούν να χρησιμοποιήσουν, η οποία συνδέεται στενά με την αρχιτεκτονική, το σύστημα, το πεδίο χρήσης, κλπ. **Δεύτερον**, τα επίπεδα γνώσεων που παρέχονται σε ένα τέτοιο μοντέλο είναι υψηλής εκπαιδευτικής αξίας, δεδομένου ότι παρέχουν μια αφηρημένη αλλά και συγχρόνως λεπτομερή εικόνα του τομέα του IoT. Κάτι τέτοιο μπορεί να βοηθήσει τους ανθρώπους που είναι νέοι στον τομέα αυτό να κατανοήσουν τις ιδιαιτερότητες και την πολυπλοκότητα του. **Τρίτον**, το αρχιτεκτονικό μοντέλο αναφοράς, μπορεί να βοηθήσει τους επικεφαλείς ενός IoT Project, να οργανώσουν τις εργασίες και τις ομάδες που θα συμμετέχουν στο project αυτό. Το IoT ARM μπορεί να υποστηρίξει τη διαδικασία παραγωγής της αρχιτεκτονικής αλλά και πως γίνεται διαχωρισμός σε διαφορετικές νησίδες δραστηριότητας. **Τέταρτον**, το αρχιτεκτονικό μοντέλο αναφοράς αποσκοπεί στον εντοπισμό των ανεξάρτητων δομικών στοιχείων ενός IoT συστήματος. Με αυτό τον τρόπο

παρέχονται πολύτιμες πληροφορίες σχετικά με τη δομή του συστήματος , την αρχιτεκτονική του επεξεργαστή, την επιλογή εξωτερικού προμηθευτή, την επαναχρησιμοποίηση ήδη ανεπτυγμένων εξαρτημάτων κλπ.

2. Μοντέλο αναφοράς IoT - A σαν κοινή βάση

Η θέσπιση κοινής βάσης για ένα τομέα δεν είναι εύκολη υπόθεση. Για να είναι αποτελεσματικό αυτό θα πρέπει η βάση αυτή να παρέχει όσο το δυνατόν περισσότερα πλεονεκτήματα. Η καθιέρωση κοινής βάσης πρέπει να περιλαμβάνει τον ορισμό των IoT οντοτήτων και να περιγράφει τις αλληλεπιδράσεις και τις σχέσεις μεταξύ τους. Το αρχιτεκτονικό μοντέλο αναφοράς παρέχει ακριβώς μια τέτοια κοινή βάση για τον τομέα του IoT. Οποιαδήποτε ομάδα οραματίζεται να αναπτύξει ένα σύστημα IoT συμβατό με το IoT - A πρέπει να ακολουθήσει τους κανόνες που ορίζονται από το μοντέλο αναφοράς.

3. Δημιουργία αρχιτεκτονικών

Ένα άλλο πλεονέκτημα είναι η χρήση του IoT - A για τη δημιουργία παρόμοιων αρχιτεκτονικών για εξειδικευμένα συστήματα. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με την δυνατότητα εργαλείων υποστήριξης. Το πλεονέκτημα της δημιουργίας ενός τέτοιου συστήματος για IoT αρχιτεκτονικές δεν είναι μόνο ο αυτοματισμός αυτής της διαδικασίας και η δυνατότητα διατήρησης των προσπαθειών έρευνας και ανάπτυξης , αλλά ότι η παραγόμενη αρχιτεκτονική θα παρέχει εγγενή διαλειτουργικότητα στα IoT συστήματα.

4. Ο εντοπισμός των διαφορών

Όταν χρησιμοποιηθούν τα προαναφερθέντα εργαλεία συστήματος, τα οποία βασίζονται στο IoT ARM, οι τυχόν διαφορές στις παραγόμενες αρχιτεκτονικές αποδίδονται στις ιδιαιτερότητες κάθε περίπτωσης. κατά την εφαρμογή του IoT- A ARM, είναι διαθέσιμες οι προβλέψεις της πολυπλοκότητας του συστήματος. Αυτό καθιστά την αξιολόγηση της συνολικής προσπάθειας για την υλοποίηση ενός συστήματος ευκολότερη. Η συνολική προσπάθεια υλοποίησης είναι σίγουρα ευκολότερη σε σχέση με την ανάπτυξη μιας αρχιτεκτονικής χωρίς τη βοήθεια ενός αρχιτεκτονικού μοντέλου αναφοράς. Επιπλέον , το IoT ARM καθορίζει μια σειρά από τακτικές και σχεδιάζει επιλογές για την ικανοποίηση των ποιοτικών απαιτήσεων του συστήματος. Όλα αυτά τα γεγονότα μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να προβλεφθεί αν δυο παραγόμενες αρχιτεκτονικές θα διαφέρουν και σε ποιιά σημεία. Το IoT ARM μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για αντίστροφη χαρτογράφηση. Ήδη υπάρχουσες αρχιτεκτονικές συστημάτων μπορούν να συγκριθούν με το μοντέλο IoT ARM και να

αναπροσαρμόσουν τα σημεία στα οποία διαφέρουν έτσι ώστε να είναι συμβατές με το μοντέλο αυτό.

5. Επίτευξη διαλειτουργικότητας

Εκπληρώνοντας ποιοτικές απαιτήσεις μέσω της διαδικασίας της δημιουργίας αρχιτεκτονικής , οδηγεί αναπόφευκτα σε προκλήσεις σχεδιασμού. Δεδομένου ότι δεν υπάρχει συνήθως περισσότερες από μια λύση για κάθε μια από τις προκλήσεις του σχεδιασμού (αναφερόμαστε σε αυτές τις λύσεις ως επιλογές σχεδιασμού), το IoT ARM δεν μπορεί να εγγυηθεί τη διαλειτουργικότητα μεταξύ οποιωνδήποτε δυο αρχιτεκτονικών , ακόμη και αν έχουν κοινό σύνολο απαιτήσεων. Παρόλα αυτά , είναι ένα σημαντικό εργαλείο στην προσπάθεια να επιτευχθεί η διαλειτουργικότητα μεταξύ των συστημάτων IoT. Αυτή διευκολύνεται από την διαδικασία επιλογής σχεδιασμού. Κατά τη διάρκεια αυτής της διαδικασίας , ο υπεύθυνος προσδιορίζει και καταγράφει τις επιλογές σχεδιασμού. Συγκρίνοντας τις επιλογές σχεδιασμού, όταν προκύπτουν δυο αρχιτεκτονικές μπορεί κανείς να εντοπίσει εύκολα σε ποιά σημεία της αρχιτεκτονικής , πρέπει να ληφθούν μέτρα αναγκαία για την επίτευξη της διαλειτουργικότητας. Η διαλειτουργικότητα μπορεί να επιτευχθεί εκ των υστέρων με την ενσωμάτωση ενός συστήματος IoT ως υποσύστημα σε ένα άλλο σύστημα , ή με την δημιουργία μιας "γέφυρας" μέσω του οποίου μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι βασικές λειτουργίες του αντίστοιχου άλλου συστήματος IoT. αόλα αυτά όμως αυτές οι λύσεις συχνά δεν είναι αποτελεσματικές για την επίτευξη πλήρους λειτουργικότητας. Δημιουργώντας "γέφυρες" μεταξύ των συστημάτων αυτών , είναι συνήθως πολύ πιο απλή διαδικασία από το να σχεδιαστούν εκ νέου, και συνήθως μπορεί να επιτευχθεί ένα καλό επίπεδο διαλειτουργικότητας.

6. Χαρτογράφηση του συστήματος και κύκλος ζωής των προϊόντων

Παραπάνω συζητήσαμε για το πώς οι επιλογές σχεδιασμού, προκειμένου να δημιουργηθεί μια συγκεκριμένη αρχιτεκτονική , αλλά και τα χαρακτηριστικά που επιλέγονται, είναι ένα μέσο που περιγράφει τη διαφορά ανάμεσα σε δύο αρχιτεκτονικές. Όπως επίσης και ο προσδιορισμός των διαφορών μεταξύ δυο "ξένων" αρχιτεκτονικών , μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη χαρτογράφηση της εξέλιξης των αρχιτεκτονικών. Για παράδειγμα , οι επιλογές σχεδιασμού συνδέονται με τις ποιοτικές απαιτήσεις. Ας υποθέσουμε ότι κατά τη διάρκεια της διαδικασίας απαιτήσεων, προσδιορίζονται δυο ξένες μεταξύ τους επιλογές σχεδιασμού , για παράδειγμα ομάδες επιλογών σχεδιασμού που οδηγούν σε μη αλληλοεξαρτώμενες λειτουργίες, μοντέλα δεδομένων κλπ. Στη περίπτωση αυτή, είναι δυνατό να ενσωματωθεί μόνο μια επιλογή σχεδιασμού στα συστήματα που παράγονται και το σύνολο των επιλογών σχεδιασμού να

ενσωματωθεί στην επόμενη γενιά προϊόντων. Έτσι το IoT ARM μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να χαρτογραφήσει συστήματα που θα κάνουν ελάχιστες αλλαγές στην επόμενη γενιά προϊόντων, ενώ εξακολουθεί να εγγυάται μια αισθητή βελτίωση στις ικανότητες και τις δυνατότητες των συστημάτων. Αυτή η προσέγγιση βοηθά το σχεδιαστή να διατυπώσει σαφείς και τυποποιημένες απαιτήσεις για την χαρτογράφηση του συστήματος που έχει επιλεγεί όπως επίσης και τον κύκλο ζωής των προϊόντων που προκύπτει από την χαρτογράφηση του συστήματος.

7. Συγκριτική αξιολόγηση (Benchmarking)

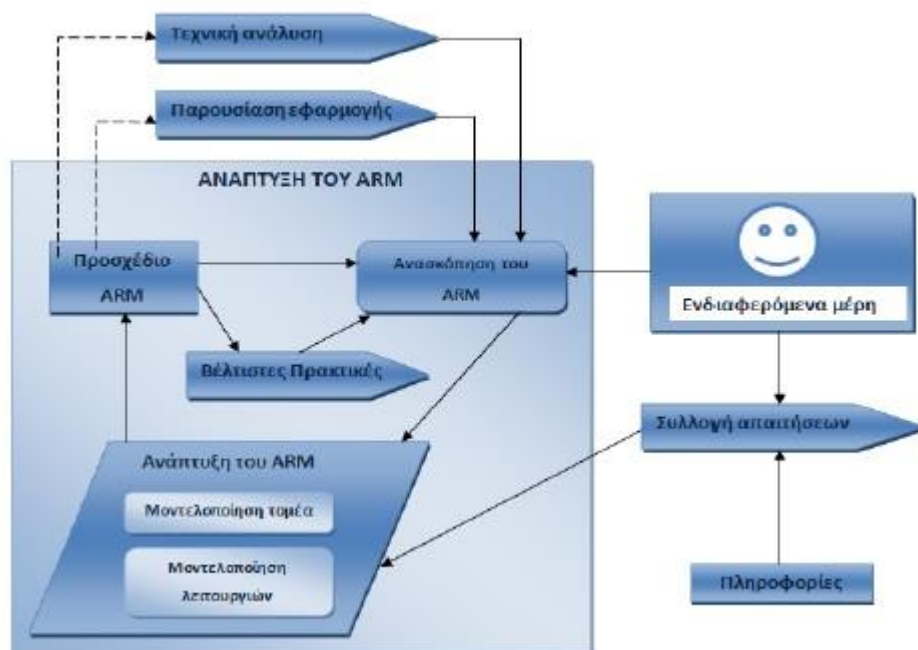
Μια άλλη σημαντική χρήση του IoT είναι η συγκριτική αξιολόγηση. Ενώ το μοντέλο αναφοράς καθορίζει τη γλώσσα που θα χρησιμοποιηθεί στα συστήματα/ αρχιτεκτονικές που πρέπει να αξιολογηθούν, η αρχιτεκτονική αναφοράς καθορίζει τις ελάχιστες (λεπτοουργικές) απαιτήσεις για τα συστήματα / αρχιτεκτονικές. Με το να τυποποιηθεί η περιγραφή όπως επίσης και η σειρά και η οριοθέτηση των στοιχείων του συστήματος και των παραμέτρων του, παρέχει στη διαδικασία συγκριτικής αξιολόγησης ένα υψηλό επίπεδο διαφάνειας και συγκρισιμότητας. Χρησιμοποιώντας αυτή τη προσέγγιση μπορεί να αποκτηθεί μεγαλύτερη διορατικότητα για προτεινόμενο σύστημα. Για παράδειγμα ο αριθμός και η αφθονία των λειτουργικών στοιχείων που ανήκουν στο σύστημα και πρότυπα αλληλεπίδρασης τους, επιτρέπουν την εκτίμηση της πολυπλοκότητας του συστήματος , τόσο από την άποψη της σύνθεσης και δομής , αλλά και από την άποψη της αλληλεπίδρασης. Η προσέγγιση αυτή μα διευκολύνει να κρίνουμε την συνολική πολυπλοκότητα του συστήματος.

Διαδικασία Ανάπτυξης ARM

Η διαδικασία ανάπτυξης του ARM αποτελείται από μια κύρια διαδικασία η οποία είναι η παραγωγή ARM. Εντός της παραγωγής ARM δυο είναι οι ενέργειες που αξίζει να αναφερθούν, η μοντελοποίηση τομέα η οποία έχει ως αποτέλεσμα το IoT Μοντέλο Αναφοράς και η λειτουργική μοντελοποίηση , η οποία αποτελεί τον κύριο συντελεστή στην IoT Αρχιτεκτονική Αναφοράς. Αυτή η διαδικασία λαμβάνει πληροφορίες από τη διαδικασία συλλογής απαιτήσεων , η οποία με τη σειρά λαμβάνει πληροφορίες από τα ενδιαφερόμενα μέρη και τις έρευνες που διενέργησαν κατά τα πρώτα στάδια του IoT-A. Η διαδικασία ανάπτυξης ARM παρουσιάζεται ως ένα προσχέδιο ARM.

Το προσχέδιο ARM αξιολογείται από τα ενδιαφερόμενα μέρη του έργου , τις δραστηριότητες επίδειξης, καθώς και τα τεχνικά πακέτα εργασίας. Η αξιολόγηση αυτή χρησιμεύει ως πρώτη

ύλη για την αναθεώρηση του ARM. Με άλλα λόγια , το IoT-A project ακολουθεί το καθιερωμένο σπειροειδή σχεδιασμό και το μοντέλο πρωτοτυπων. Πέρα από την αρχιτεκτονική και την ανάλυση του τομέα παρέχεται στο χρήστη της ARM βέλτιστες πρακτικές για την εφαρμογή ειδικών αρχιτεκτονικών. Πέραν του ότι είναι προς όφελος για τον χρήστη του ARM, η διαδικασία αυτή έχει το δευτερεύον όφελος της παροχής πολύτιμων πληροφοριών για την παραγωγή του ARM. Ακολουθώντας τις κατευθυντήριες γραμμές για τη μετατροπή του ARM σε μια συγκεκριμένη αρχιτεκτονική , αποκαλύπτονται τα πιθανά κενά και οι συνέπειες. Επίσης η εφαρμογή βέλτιστων πρακτικών εμβαθύνει την κατανόηση μας για τον τομέα IoT, και παρέχει πρόσθετη καθοδήγηση σχετικά με το ποιές πτυχές του ARM χρειάζονται περαιτέρω ενίσχυση. Τέλος , μελετώντας τη μετατροπή του ARM σε συγκεκριμένες αρχιτεκτονικές και αντίστροφα, επαληθεύεται η χρησιμότητά του.



Σχέδιο 17. Δυναμική απεικόνιση της διαδικασίας IoT-A ARM

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

“Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΟΥ DATA STREAMING”

Όσο τα υλικά κατασκευής των συσκευών γίνονται φθηνότερα και οι ίδιες οι συσκευές εξυπνότερες, τόσο ο κόσμος των συσκευών τείνει να είναι μόνιμα λειτουργικός και συνδεδεμένος. Αυτό σημαίνει ότι όλο και περισσότερα δεδομένα αποστέλλονται και λαμβάνονται. Αρχικά ήταν μόνο τα κινητά τηλέφωνα, οι υπολογιστές και οι servers οι οποίοι επικοινωνούσαν μεταξύ τους και αντάλλαζαν συνεχώς δεδομένα. Στις μέρες μας όμως όλο και περισσότερες συσκευές ανταλλάσσουν δεδομένα, όπως λαμπτήρες φωτισμού, ψυγεία και αυτοκίνητα. Αυτή είναι και η βασική λειτουργία του IoT, η αμφίδρομη επικοινωνία συσκευών η οποία απαιτεί τη δημιουργία δικτύου που θα κάνει Data Streaming.

Τα αντικείμενα που αποτελούν το IoT

Ο πραγματικός κόσμος του IoT αποτελείται από διάφορες συσκευές. Ας θεωρήσουμε ότι όλες αυτές οι συσκευές έχουν μια Ip διεύθυνση και επικοινωνούν μέσω TCP/IP πρωτοκόλλου. Αυτές οι συσκευές είναι κατασκευασμένες σε διάφορα μεγέθη και σχήματα καθώς και σε διαφορετικές πλατφόρμες. Συνήθως λειτουργούν σε διαφορετικά λειτουργικά συστήματα και επικοινωνούν σε διαφορετικά πρωτόκολλα επικοινωνίας. Με τόσους διαφορετικούς συνδυασμούς φαντάζεστε πόσο δύσκολο είναι να υπολογίσεις και να διαστασιολογήσεις τον κατάλληλο εξοπλισμό για να δομήσεις ένα IoT δίκτυο.

Η υποδομή του IoT

Ανεξάρτητα από το hardware, τη πλατφόρμα και το λειτουργικό σύστημα στο οποίο λειτουργούν οι IoT συσκευές, η βασική ανάγκη, είναι η μεταξύ τους επικοινωνία. Χρειάζεται να στέλνουν και να λαμβάνουν μηνύματα, καθώς επίσης να πραγματοποιούν συγκεκριμένες ενέργειες βασισμένες στην πληροφορία που ανταλλάσσουν. Για το λόγο αυτό είναι αναγκαία η δημιουργία κατάλληλης υποδομής η οποία θα διευθύνει τα μηνύματα, θα τα αποθηκεύει για μελλοντική χρήση και θα τα παραδίδει σε συσκευές ανεξάρτητα από το μέρος του κόσμου που είναι εγκατεστημένες.

Οι τελικοί χρήστες

Οι τελικοί χρήστες οποιασδήποτε IoT εφαρμογής, έχουν ανάγκη να βιώνουν την ίδια εμπειρία ανεξάρτητα από το αν χρησιμοποιούν κινητό τηλέφωνο, υπολογιστή ή tablet. Μπορεί οι

χρήστες αυτοί να χειρίζονται διαφορετικά λειτουργικά συστήματα , ή διαφορετικούς web browsers , ωστόσο όλοι αναμένουν την ίδια πληροφορία και την ίδια ποιότητα οπτικοποίησης.

Οι δυσκολίες της εφαρμογής του IoT

Ξεκινώντας από τις συσκευές και το software που τρέχει σε αυτές , μέχρι τη γενική υποδομή , υπάρχει ένα πλήθος από υφιστάμενες δυσκολίες που πρέπει να ξεπεραστούν όταν πρόκειται να χτίσεις μια εφαρμογή Iot.

Αμφίδρομη real-time επικοινωνία

Οι περισσότερες διασυνδεδεμένες συσκευές είναι ικανές να συλλέξουν πληροφορία , να παρακολουθούν συγκεκριμένες παραμέτρους (Θερμοκρασία, Υγρασία, κλπ) , και να στέλνουν πίσω σε έναν κεντρικό υπολογιστή για συλλογή και ανάλυση. Οι IoT εφαρμογές όμως πρέπει να κάνουν περισσότερα από την απλή συλλογή δεδομένων. Οι εφαρμογές IoT θα πρέπει να είναι ικανές να ελέγχουν συσκευές , όχι μόνο τοπικά αλλά οπουδήποτε και αν βρίσκονται αυτές στον κόσμο. Η υπόσχεση του Διαδικτύου των πραγμάτων είναι ο έλεγχος της συσκευής, όχι μόνο για τη λήψη των δεδομένων από τις συσκευές. Έτσι, η αμφίδρομη επικοινωνία σε πραγματικό χρόνο μεταξύ των συσκευών είναι εξαιρετικά σημαντική.

Υποστήριξη πολλαπλών Εφαρμογών

Ανεξάρτητα από το αν η ανάπτυξη του IoT είναι ενσωματωμένη συσκευή, κινητή συσκευή, πρόγραμμα περιήγησης ή περιβάλλον διακομιστή, πρέπει να είναι δυνατή η αποστολή και η λήψη μηνυμάτων μεταξύ όλων αυτών σε πραγματικό χρόνο.

Κατανάλωση Ενέργειας

Οι συσκευές στο IoT είναι συνήθως μικροεπεξεργαστές με ενσωματωμένους αισθητήρες , οι οποίοι έχουν περιορισμένο εύρος μνήμης και εύρος ζώνης. Χρειάζονται να έχουν την καλύτερη δυνατή κατανάλωση ενέργειας , έτσι ώστε να έχουν αδιάλειπτη λειτουργία. Τα πρωτόκολλα επικοινωνίας καθώς και τα APIs (Application Programming Interfaces) όταν πραγματοποιούν όλους του υπολογισμούς , θα πρέπει να είναι φειδωλοί στην μεταξύ τους επικοινωνία ώστε να έχουμε περιορισμό στην κατανάλωση ενέργειας.

Τροφοδοσία Συσκευής

Όταν χτίζεται μια IoT εφαρμογή με συσκευές ανεπτυγμένες σε όλο το κόσμο, αυτές οι συσκευές χρειάζεται να τροφοδοτούνται και να λειτουργούν χωρίς την οποιαδήποτε

μεσολάβηση από τον χρήστη. Οι συσκευές θα πρέπει να είναι plug and play ακόμα και μέσω οικιακά και επαγγελματικά firewalls.

Ασφάλεια

Η ασφάλεια είναι μια από τις μεγαλύτερες ανησυχίες για όλους που μπαίνουν στο Internet των πραγμάτων και είναι απολύτως απαραίτητο να μπορούν να παρέχουν πολλαπλά επίπεδα ασφάλειας ξεκινώντας από το να μην έχουν ανοιχτές θύρες στις συσκευές, να κρυπτογραφούν τα μηνύματα και να παρέχουν έλεγχο πρόσβασης σε επίπεδο συσκευών.

Αποθήκευση Μηνυμάτων

Οι ενσωματωμένες συσκευές προσπαθούν συνήθως να εξοικονομούν μπαταρία όσο πιο συχνά μπορούν. Θα πρέπει να το έχετε υπόψη σας και να αποθηκεύετε τα μηνύματα που ενδέχεται να χάσουν οι συσκευές όταν πάνε να «κοιμηθούν» και να τα παραδώσουν όταν ξυπνήσουν. Αυτό το είδος αποθήκευσης και αναπαραγωγής μηνυμάτων είναι ζωτικής σημασίας για μια εφαρμογή IoT.

Ανίχνευση Παρουσίας

Με την πτώση των τιμών των ενσωματωμένων συσκευών, γίνεται εύκολη η μαζική ανάπτυξη των συσκευών και η παρακολούθηση της συσκευής αποτελεί βασικό παράγοντα ανησυχίας. Είναι κρίσιμο να παρακολουθείτε αυτές τις συσκευές, να γνωρίζετε την ακριβή κατάστασή τους, την τοποθεσία και άλλα δεδομένα σε πραγματικό χρόνο.

Το δίκτυο του Data Streaming

Κατά την δημιουργία μιας εφαρμογής, η ανάπτυξη αυτής είναι μόνο ένα μέρος της διαδικασίας. Η **κλιμάκωση (scaling) της εφαρμογής** σε παγκόσμιο επίπεδο και σε πολλαπλούς χρήστες είναι τα προβλήματα που χρήζουν της μεγαλύτερης προσπάθειας. Ένας τρόπος προσέγγισης του προβλήματος, είναι το χτίσιμο του κάθε κομματιού ξεχωριστά (Hardware, Software, Network, Security), και η μετέπειτα συνένωση τους. Ένας άλλος τρόπος είναι η χρήση έτοιμων εμπορικών λύσεων ,οι οποίες σου επιλύουν τα περισσότερα προβλήματα που αναπτύχθηκαν στις προηγούμενες παραγράφους. Αυτό που θα χρειαστείς και στις δύο περιπτώσεις είναι η εξοικείωση με την ανάπτυξη λογικών ελέγχου και μια γενικότερη εμπειρία στην ανάπτυξη εφαρμογών.

Το δίκτυο τροφοδότησης (Data Streaming Network) βοηθά τον χρήστη να χτίσει και να κάνει το scaling των εφαρμογών με ασφαλή τρόπο , συνδέοντας συσκευές όπου και αν βρίσκονται αυτές στον κόσμο και σε πραγματικό χρόνο.

Το δίκτυο αυτό παρέχει υπηρεσίες όπως αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ των συσκευών , οπτικοποίηση και παρουσίαση των πληροφοριών (Θερμοκρασία, Υγρασία κλπ), που ανταλλάσσουν ή μεταδίδουν οι συσκευές σε πραγματικό χρόνο.

Αυτά τα δίκτυα έχουν βρει τη θέση τους σε όλο το τεράστιο εύρος εφαρμογών IoT, από εφαρμογές καταναλωτών όπως αποστολές ταξί, αυτοματισμούς στο σπίτι, συνδεδεμένα αυτοκίνητα, μέχρι το βιομηχανικό IoT, συμπεριλαμβανομένων των εμπορευματικών και ναυτιλιακών μεταφορών, της μεταποίησης και της γεωργίας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7

“ΙΟΤ ΚΑΙ ΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΚΤΙΡΙΟΥ”

Η Ιστορία

Ο όρος "έξυπνο κτίριο" υπάρχει στο κόσμο της τεχνολογίας και της ενεργειακής εξοικονόμησης εδώ και αρκετό καιρό. Η ανάγκη να γίνουν τα κτίρια εξυπνότερα προέκυψε από την ανάγκη να εξοικονομήσουμε ενέργεια. Όταν εξοικονομούμε ενέργεια, εξοικονομούμε και χρήμα και έχει διαπιστωθεί ότι στις περισσότερες των περιπτώσεων είναι δυνατό να έχουμε επιστροφή της αρχικής επένδυσης (Return Of Investment) εντός 12 με 18 μήνες. Αυτό είναι ένα ισχυρό κίνητρο για του οργανισμούς για να επενδύσουν στην τεχνολογία, και να εγκαταστήσουν συστήματα Ενεργειακής Διαχείρισης.

Τα συστήματα ενεργειακής διαχείρισης - Building Management Systems (BMS), ξεκίνησαν ως ένα σύνολο συστημάτων αυτοματισμού τα οποία διέθεταν διαφορετικά πρωτόκολλα επικοινωνίας. Η διασύνδεση αυτών των συστημάτων δεν ήταν εύκολη υπόθεση λόγω της διαφορετικής γλώσσας επικοινωνίας. Απαιτούσε πολλή δουλειά η διασύνδεση των συστημάτων αυτών, μέχρι τα μέσα της δεκαετίας του 90 όταν ήρθαν στην αγορά το Neuron Chip και το Lonworks της Echelon.

Ήταν 1990/1991 όταν ανακοινώθηκε το Neuron Chip. Οι ειδήσεις ήταν συναρπαστικές επειδή το chip αυτό και το συνοδευτικό του LonWorks firmware υποσχέθηκαν ότι θα μπορούσε να γίνει κάτι που δεν ήταν ποτέ δυνατό πριν - επέτρεψε την επικοινωνία μεταξύ διαφορετικών πλατφόρμων. Μέχρι το 1999 η LonWorks εντάχθηκε στο ANSI (American National Standard Institute) όπου έγινε μέρος ενός μεγαλύτερου προτύπου. Αυτό επέτρεψε τη δικτύωση συσκευών μέσω συνεστραμμένου ζεύγους, οπτικών ινών, ραδιοσυχνοτήτων (RF) και ηλεκτρικών συστημάτων και γραμμών ισχυρών ρευμάτων.

Αν και η Echelon έκανε τα πράγματα ευκολότερα στο πλαίσιο της συνδεσιμότητας, οι μηχανικοί αναρωτιόντουσαν αν είναι αυτή η καλύτερη λύση που μπορεί να προσφερθεί στον κτιριακό αυτοματισμό και στην εξοικονόμηση ενέργειας.

Η ένταξη του IoT

Με την ερώτηση αυτή να ταλανίζει τους μηχανικούς, η βιομηχανία δημιούργησε έναν εντελώς νέο τρόπο για την επίτευξη της διαχείρισης ενέργειας και την διαχείριση πολλών άλλων πραγμάτων. Η νέα αυτή τεχνολογία που αναπτύχθηκε ονομάστηκε Internet Of Things. Στο

πλαίσιο των εφαρμογών διαχείρισης κτιρίων, το IoT μπορεί να οριστεί ως ένας μεγάλος αριθμός data points που εισάγονται σε ένα περιβάλλον cloud όπου μπορούν να εφαρμοστούν analytics για να παράγουν τα αποτελέσματα. Το IoT καθιστά δυνατή μια ποικιλία εφαρμογών που χρησιμοποιούν συνδεδεμένες συσκευές και υποστηρικτικά συστήματα λήψης αποφάσεων.

Για κάποιους η διαφορά μεταξύ του IoT και του BMS μπορεί να μην είναι ξεκάθαρη:

- Ένα έξυπνο κτίριο έχει ένα περίπλοκο σύστημα διαχείρισης που ελέγχει τα ψυκτικά συγκροτήματα του κτιρίου, κλιματιστικές μονάδες, τα κιβώτια AV, η άνεση χρήσης και πολλά άλλα. Η ανταπόκριση του BMS είναι διαφορετική κατά τη διάρκεια που το κτίριο είναι επανδρωμένο σε σχέση με τις ώρες που δεν είναι. Ένα κτίριο IOT, από την άλλη πλευρά, παίρνει τη διαχείριση εγκαταστάσεων σε ένα εντελώς νέο επίπεδο.
- Η τεχνολογία IoT συγκεντρώνει μια μεγάλη συλλογή τεχνολογιών, θέτοντάς τους στη διάθεση είτε ενός κεντρικού είτε ενός απομακρυσμένου συστήματος επεξεργασίας. Σε ορισμένες περιπτώσεις, οι πληροφορίες μπορούν να μοιραστούν peer to peer εφόσον απαιτηθεί.

Η πραγματική διαφορά βρίσκεται στις υποκείμενες τεχνολογίες που εφαρμόζονται στο IoT. Είτε έχεις ένα μικρό είτε ένα μεγάλο κτίριο, είναι πιθανό αυτό να έχει περισσότερες συνδέσεις παρότι στο παρελθόν, με μια από αυτές τις συνδέσεις να είναι το IoT. Μιλάμε για συσκευές που είναι συνδεδεμένες στο διαδίκτυο και όχι για συσκευές οι οποίες είναι συνδεδεμένες σε ένα gateway ή σε controller.

Τα IoT Gateways τα οποία μπορούν να διαχειριστούν σύνθετα συνδεδεμένα περιβάλλοντα μεταδίδοντας δεδομένα από αισθητήρες καθώς επίσης και αυτά που μπορούν να μεταφράσουν διαφορετικά πρωτόκολλα επικοινωνίας, βρίσκονται πλέον στην άνθησή τους.

Δυνατότητα του IoT για Ενεργειακή Διαχείριση

Ορισμένοι ειδικοί υποστηρίζουν ότι η τεχνολογία του IoT αποτελεί το κλειδί για την ανάπτυξη περισσότερο προχωρημένων μεθόδων ενεργειακής διαχείρισης. Αυτό γιατί όπως ήδη έχουμε αναφέρει η παραδοσιακή τεχνολογία του BMS στηρίζεται σε συγκεκριμένα πρωτόκολλα επικοινωνίας τα οποία χρησιμοποιούν ως μέσο τα καλώδια χαλκού, την οπτική ίνα καθώς και την ασύρματη τεχνολογία - συγκεκριμένα το πρότυπο IEEE 802.11 (το γνωστό μας WiFi). Όλα τα παραπάνω μέσα, προσθέτουν ένα περιορισμό στο πλήθος των διασυνδεδεμένων σημείων του BMS. Επίσης όπως έχουμε προαναφέρει, χρειάζεται η δημιουργία drivers και νέων software έτσι ώστε να συνυπάρξουν συστήματα διαφορετικών κατασκευαστών κάτω από

την ίδια εγκατάσταση. Αυτό σημαίνει ότι είναι μεγαλύτερο το κόστος και ο χρόνος για την υλοποίηση συστημάτων BMS με εξοπλισμό διαφορετικών κατασκευαστών σε σχέση με την υλοποίηση ενός BMS βασισμένο στην τεχνολογία IoT.

Το IoT εφαρμόζει μια τοπολογία η οποία αποτελείται από ηλεκτρονικά αισθητήρια τα οποία είναι σχεδιασμένα να επικοινωνούν ασύρματα ή ενσύρματα με την χρήση ενός και μόνο μέσου, το Internet, με τη χρήση TCP/IP πρωτοκόλλου. Αυτό σημαίνει ότι υπάρχουν ήδη τα πρότυπα στα οποία εφαρμόζονται συσκευές IoT όπως επίσης ότι οι συσκευές αυτές μπορούν να επικοινωνούν μεταξύ τους όπως μια κοινή κεντρική πλατφόρμα διαχείρισης, είτε on site είτε off site , με ταχύτερους χρόνους από τις παραδοσιακές τεχνολογίες BMS.

Οι αισθητήρες αυτοί μπορούν να αξιοποιηθούν είτε μέσω της χρήσης ενός cloud-based κέντρου επεξεργασίας και αποθήκευσης δεδομένων (θα αναφερθούμε σε αυτή τη λύση στα επόμενα κεφάλαια) , είτε μέσω ενός κεντρικού server καθώς και με συνδυασμό και των δυο παραπάνω.

Επίσης, τα περισσότερα συστήματα BMS στηρίζονται στην λειτουργία ενός τοπικού server για την αποθήκευση των Alarms ,του ιστορικού καθώς και του γραφικού περιβάλλοντος σημαίνοντας και την αναγκαιότητα για παρουσία τοπικού χειριστή στο site που είναι εγκατεστημένος ο server.

Ωστόσο την τελευταία 5ετία, η πρόσβαση στο BMS και σε οποιοδήποτε διασυνδεδεμένη συσκευή πραγματοποιείται μέσω ενός web browser και ενός PC, Tablet ή κινητού συνδεδεμένου στο διαδίκτυο.

Η λειτουργία αυτών των cloud based συστημάτων, προϋποθέτει την χρήση ευρυζωνικών δικτύων με ταχύτητες , τουλάχιστων 12Mbps

IoT ή BMS ?

Υπάρχει κάποια στιγμή στη λειτουργία ενός συστήματος BMS που κρίνεται αναγκαίο το upgrade ή η αντικατάστασή του. Θα πρέπει να παρθεί η απόφαση για εγκατάσταση νέου συστήματος BMS ή ενός συστήματος IoT.

Ένα σύστημα BMS αποτελεί τον πυρήνα στην παρακολούθηση της λειτουργικότητας του κτιρίου ενώ περιέχει και ένα σημαντικό αριθμό δεδομένων αναφορικά με την ενεργειακή

απόδοση του κτιρίου. Το πρώτο και πίο οικονομικά συμφέρον βήμα είναι η ενσωμάτωση ενός συστήματος BMS στην τεχνολογία του IoT.

Αν το σύστημα του BMS είναι πολύ παλιό , η αναβάθμιση του, μπορεί να απαιτεί τη χρήση κοστοβόρου εξοπλισμού για την αναβάθμιση των πρωτοκόλλων επικοινωνίας. Τέτοιος εξοπλισμός είναι οι μετατροπείς RS485 σε IP , για την μετατροπή του Modbus RTU σε Modbus TCP.

Εναλλακτικά με την υλοποίηση ενός δικτύου με την χρήση third party συσκευών (όπως πχ controllers της Tridium) μπορεί το παλιό σύστημα να μετατραπεί σε διαδικτυακό, το οποίο θα είναι συνδεδεμένο σε ένα γρήγορο Internet Backbone. Επίσης αν οι διαχειριστές του κτιρίου επιθυμούν την κατασκευή ενός ολοκληρωτικά νέου δικτύου αυτοματισμού, τότε ενδεχομένως να σκεφτούν την υλοποίηση ενός IoT δικτύου.

Συνεπώς γίνεται αντιληπτό ότι η χρήση ενός παραδοσιακού δικτύου BMS, ενός υβριδικού συστήματος BMS με τεχνολογία IoT , ή η κατασκευή ενός εξολοκλήρου δικτύου IoT , εξαρτάται από τις ανάγκες του κτιρίου, από την ευκολία της υλοποίησης και το κόστος της επένδυσης.

Σίγουρα η τεχνολογία του IoT μπορεί να φέρει σε πέρας το σκοπό της ενεργειακής διαχείρισης ενός κτιρίου, με μεγαλύτερη ευκολία, όταν η λύση είναι συνδυαστική με ένα υφιστάμενο ή νέο δίκτυο BMS.

Αυτό βέβαια δεν σημαίνει ότι δεν μπορούμε να ξεφύγουμε πλέον από τις παραδοσιακές λύσεις του Building Automation. Όπως θα δούμε και στη συνέχεια υπάρχουν low cost επεξεργαστές οι οποίοι με τα κατάλληλα add ons δύναται να ελέγξουν και να παρακολουθήσουν μικρού μεγέθους κτίρια.

Στην περίπτωση που οι ανάγκες είναι μεγαλύτερες , τότε η λύση είναι η υλοποίηση ενός υβριδικού συστήματος με την χρήση κλασικών ελεγκτών και κλασικής BMS τοπολογίας η οποία χρησιμοποιεί την τεχνολογία cloud για την απεικόνιση των γραφικών και το data analytics.

Το υβριδικό σύστημα

Όπως προαναφέραμε, το υβριδικό σύστημα αποτελεί πλέον την πιο διαδεδομένη λύση στα δίκτυα BMS. **Μια τέτοια λύση προσφέρει η κατασκευάστρια εταιρεία Tridium με τον ελεγκτή Jace 8000.** Η συγκεκριμένη συσκευή αποτελεί έναν ελεγκτή με build in τεχνολογία IoT και πλατφόρμα server, η οποία έχει την δυνατότητα διασυνδεσιμότητας με διαφορετικά

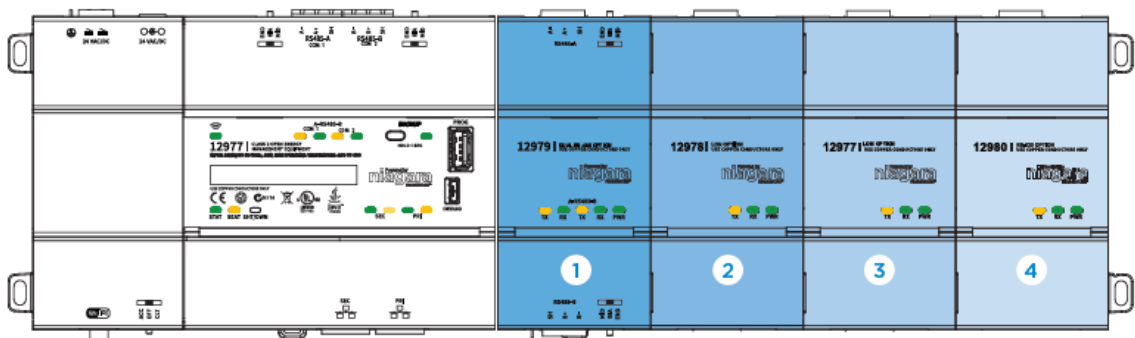
πρωτόκολλα και συστήματα. Η πλατφόρμα του συγκεκριμένου ελεγκτή επιτρέπει τον έλεγχο, την γραφική απεικόνιση, το data logging, alarming, scheduling και το network management. Το data streaming και η γραφική απεικόνιση γίνεται σε web browser.

Ο παραπάνω controller συνδέεται με input – output modules τα οποία επικοινωνούν μέσω πρωτοκόλλου Lon, modbus ή bacnet.



Εικόνα 3. Jace Tridium 8000 embedded server controller

Συνεπώς ο controller αποτελεί ένα gateway μεταξύ της κλασικής τεχνολογίας BMS και της τεχνολογίας IoT, αφού συνδιάζει την κλασική τοπολογία BMS αυτοματισμού από την πλευρά του πεδίου (field) και της τεχνολογίας IoT για την απεικόνιση και το data analytics.





Εικόνα 4. Jace Tridium 8000 with remote inputs-outputs.

Μια αντίστοιχη λύση , υλοποιείται και στην χρήση του IoT στην τεχνολογία του KNX. Στην συγκεκριμένη τοπολογία , χρησιμοποιείται ένα KNX to IP gateway για την οπτικοποίηση του συστήματος KNX του κτιρίου. Η εφαρμοζόμενη εγκατάσταση KNX είναι προσβάσιμη μέσω εφαρμογής η οποία είναι συμβατή με συσκευές Ios και Android.



Εικόνα 5. KNX to IP Gateway

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 8

“ ΙΟΤ ΑΝΟΙΧΤΟΥ ΚΩΔΙΚΑ”

Μέχρι τώρα έχουμε αναπτύξει εκτενώς την τεχνολογία του ΙοΤ , έχουμε αναφερθεί στις διαφορές που εντοπίζονται με τα παραδοσιακά συστήματα κτιριακού αυτοματισμού, αναφερθήκαμε στον τρόπο με τον οποίο η τεχνολογία ΙοΤ μπορεί να συνεργαστεί με τα παραδοσιακά συστήματα έτσι ώστε να υλοποιηθεί ένα τελευταίας τεχνολογίας συστημα κτιριακού αυτοματισμού που θα συνδυάζει και τις δυο τεχνολογίες.

Πλέον θα αναφερθούμε στην υλοποίηση συστημάτων ΙοΤ με την χρήση low cost – downsized υπολογιστών ανοιχτού κώδικα τα οποία με την χρήση add on εξοπλισμού δύναται να αποτελέσουν μια αξιόπιστη και φθηνή λύση ενεργειακής διαχείρισης κυρίως σε μικρού μεγέθους εγκαταστάσεις όπως οικίες ή μικρούς γραφειακούς χώρους.

Open Source

Open source είναι μία έννοια που υποδηλώνει πως κάποιο πρόγραμμα ή λειτουργικό σύστημα είναι ανοιχτού κώδικα και μπορούμε να επεμβούμε στον τρόπο λειτουργίας του.

Το open source σημαίνει ότι μπορεί κάποιος χρήστης να επέμβει στο κώδικα που τρέχει για να επιτελέσει διάφορες λειτουργίες και να το κάνει να τρέχει όπως θέλει αυτός , ή να κάνει προσθαφαιρέσεις ώστε να το φέρει στα μέτρα του.

Σε γενικές γραμμές, ο ανοιχτός κώδικας αναφέρεται σε ένα πρόγραμμα υπολογιστή στον οποίο ο πηγαίος κώδικας είναι διαθέσιμος στο ευρύ κοινό για χρήση ή / και την τροποποίηση από τον αρχικό σχεδιασμό του. Ο Ανοιχτός πηγαίος κώδικας δημιουργείται τυπικά ως μια συλλογική προσπάθεια στην οποία προγραμματιστές βελτιώνουν τον κώδικα και μοιράζονται τις αλλαγές εντός της κοινότητας. Ο Ανοιχτός κώδικας βλάστησε στην τεχνολογική κοινότητα ως μια απάντηση στο ιδιόκτητο λογισμικό που ανήκουν σε εταιρίες. Μερικά open sources λειτουργικά συστήματα είναι :

Ubuntu

Η πιο ευρέως χρησιμοποιούμενη βάση δεδομένων ανοιχτού κώδικα είναι το Ubuntu. Είναι ένα λειτουργικό σύστημα που βασίζεται στο Linux και διανέμεται δωρεάν μαζί με τον πηγαίο κώδικα. Η επιφάνεια εργασίας του φαίνεται κάπως παρόμοια με εκείνη των Windows, με στοιχεία ελέγχου παραθύρων και εικονίδια. Υπάρχει μεγάλη υποστήριξη λογισμικού στο Ubuntu. Οι κοινές εφαρμογές περιλαμβάνουν πρόγραμμα περιήγησης ιστού Mozilla Firefox,

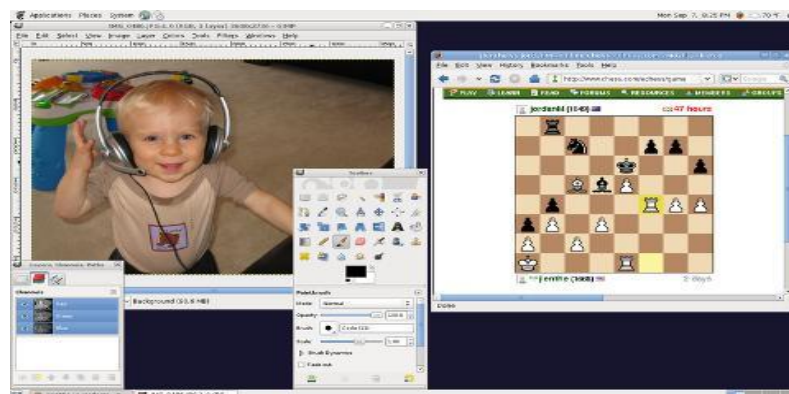
σουίτα εφαρμογών γραφείου LibreOffice, πρόγραμμα επεξεργασίας εικόνας GIMP και ούτω καθεξής



Εικόνα 7. Ubuntu Operating System

Free BSD

Το FreeBSD είναι ένα προηγμένο λειτουργικό σύστημα συμβατό με επεξεργαστές Pentium και Athlon καθώς και με AMD64. Είναι δημοφιλής στους προγραμματιστές δικτύου, καθώς το FreeBSD προσφέρει προηγμένες δυνατότητες δικτύωσης, επιδόσεων, ασφάλειας και συμβατότητας. Το μεγαλύτερο μέρος του λογισμικού που εκτελείται σε Linux μπορεί να τρέξει στο. Το FreeBSD εξακολουθεί να παρέχει ένα compatibility layer για πολλά άλλα λειτουργικά συστήματα που μοιάζουν με Unix, συμπεριλαμβανομένου του Linux.



Εικόνα 8. Free BSD Operating System

Open Solaris

Το OpenSolaris είναι ένα λειτουργικό σύστημα υπολογιστή που αναπτύχθηκε από την Sun Microsystems. Λειτουργεί καλά σε επιτραπέζιους υπολογιστές, φορητούς υπολογιστές, διακομιστές και κέντρα δεδομένων. Το OpenSolaris βασίζεται σε GUI όπως το Ubuntu και έχει πλούσια γραφική επιφάνεια εργασίας και παράθυρα για εύκολη πλοήγηση. Είναι πλέον διαθέσιμο στην έκδοση 11 και μπορεί να μεταφορτωθεί χωρίς κόστος από τον ιστότοπο της Oracle.



Εικόνα 9. Open Solaris Operating System

React OS

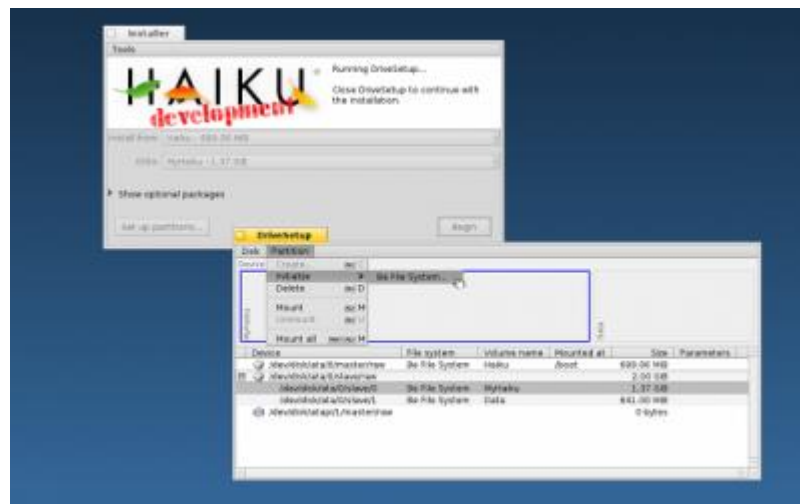
Είναι ένα δωρεάν λειτουργικό σύστημα συμβατό με Windows το οποίο προσφέρει τα πλεονεκτήματα της εκκίνησης των εφαρμογών των Windows. Εκτός από το γεγονός ότι είναι ένα λογισμικό ανοιχτού κώδικα (το κύριο χαρακτηριστικό του), το εργαλείο διαθέτει ένα πολύ φοβερο χαρακτηριστικό που τα Windows απέτυχαν να προσφέρουν - Ένας application manager παρόμοιο με τον application manager των Linux. Για να χρησιμοποιήσετε το λογισμικό, κατευθυνθείτε στον επίσημο δικτυακό τόπο της React OS και αφού λάβετε την εικόνα, χρησιμοποιήστε ένα εργαλείο όπως το Rufus για να το γράψετε σε μια μονάδα USB.



Εικόνα 10. React OS Operating System

Haiku OS

Αυτό που οι περισσότεροι χρήστες προτιμούν σε αυτό το λειτουργικό σύστημα είναι η ομοιομορφία και η συνοχή του. Για να ξεκινήσετε το λειτουργικό σύστημα, απλά εισάγετε τη μονάδα αντίχειρα σε θύρα USB και επανεκκινήσετε. Αυτό δεν πρέπει να αποτελεί πρόβλημα, καθώς οι περισσότεροι σύγχρονοι υπολογιστές αυτές τις μέρες μπορούν να ρυθμιστούν για εκκίνηση από το κλειδί USB. Το λειτουργικό σύστημα είναι γρήγορο και ανταποκρίνεται. Επιπλέον, είναι εξοπλισμένο με πολλές εφαρμογές και προεγκατεστημένα demos. Έτσι, η αρχή δεν πρέπει να αποτελεί πρόβλημα ακόμη και για πρώτη φορά χρήστες.



Εικόνα 11. Haiku OS Operating System

Single Board Computers

Με τον όρο Single Board Computer αναφερόμαστε σε έναν υπολογιστή που είναι κατασκευασμένος σε έναν μια πλακέτα κυκλωμάτων, και περιλαμβάνει μικροεπεξεργαστή, μνήμη, είσοδο / έξοδο (I / O) και άλλα χαρακτηριστικά που απαιτούνται από έναν λειτουργικό υπολογιστή. Οι υπολογιστές αυτοί κατασκευάστηκαν ως συστήματα επίδειξης ή ανάπτυξης, για εκπαιδευτικά συστήματα ή για χρήση ως ενσωματωμένοι ελεγκτές ηλεκτρονικών υπολογιστών. Πολλοί τύποι οικιακών υπολογιστών ή φορητών υπολογιστών ενσωματώνουν όλες τις λειτουργίες τους σε έναν single board computer.

Σε αντίθεση με έναν επιτραπέζιο προσωπικό υπολογιστή (desktop), οι υπολογιστές single board συχνά δεν βασίζονται σε expansion slots για περιφερειακές λειτουργίες ή για επέκταση. Οι απλοί υπολογιστές όπως αυτοί που κατασκευάστηκαν από τους χομπίστες υπολογιστών, χρησιμοποιούν συχνά στατική μνήμη RAM και επεξεργαστές χαμηλού κόστους 8 ή 16 bit. Μερικοί από τους πλέον γνωστούς Single Board Computers εκτός του Raspberry Pi3 που θα αναφερθούμε εκτενώς παρακάτω είναι :

VoCore

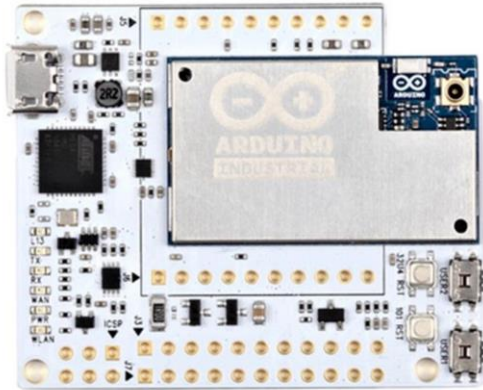
Πρόκειται για έναν υπολογιστή στις διαστάσεις ενός νομίσματος με λειτουργικό σύστημα Linux. Είναι ένας μικρός, μικρού κόστους, open source υπολογιστής, ιδανικός για Iot projects.



Εικόνα 12. VoCore Open Source Board

Arduino Industrial 101

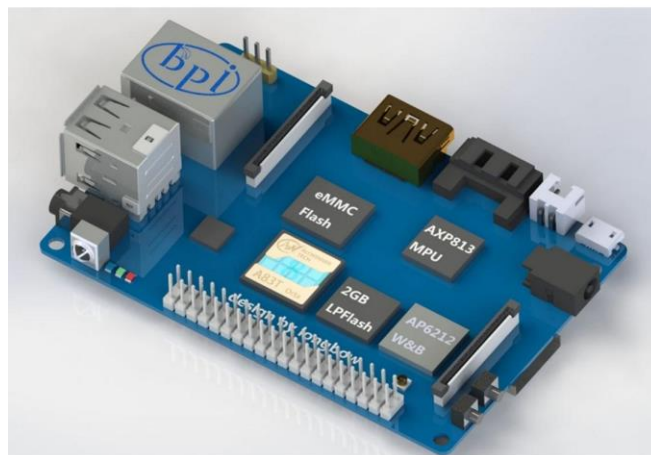
Πρόκειται για ένα μικροϋπολογιστή με λειτουργικό σύστημα Linux το LininoOs. Το συγκεκριμένο ολοκληρωμένο έχει Built-in Wi-fi, 3 GPIOs, 4 αναλογικές εισόδους, 1 USB θύρα, 1 Ethernet θύρα, και DC/DC Converter.



Εικόνα 13. Arduino Open Source Board

Banana Pi M3

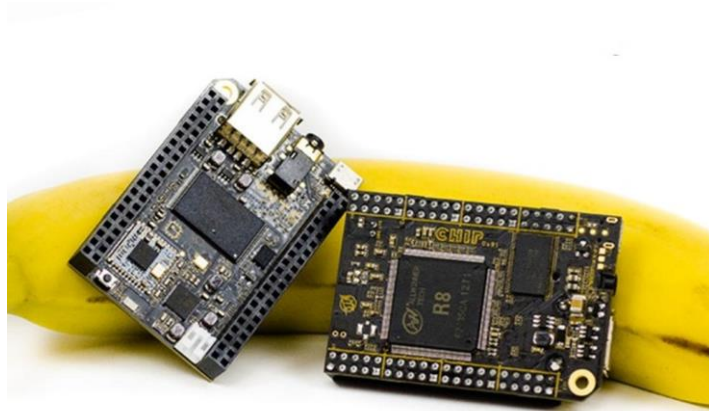
Είναι οκταπύρηνος μικροϋπολογιστής με 2GB μνήμη RAM, 2 USB θύρες, WiFi , HDMI θύρα, θύρα Ethernet και bluetooth. Δύναται να λειτουργήσει σε διαφορετικά λειτουργικά συστήματα όπως Android, Ubuntu, Lubuntu, Debian και Raspbian.



Εικόνα 14. Banana Open Source Board

C.H.I.P

Με κόστος αγοράς 9\$, αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα του πόσο φθινό είναι το κόστος κτήσης ενός υπολογιστή.

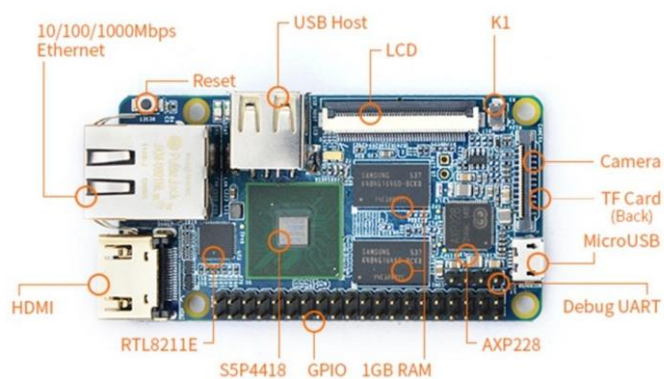


Εικόνα 15. C.H.I.P Open Source Board

NanoPi 2 Fire

Αποτελεί τετραπύρηνο υπολογιστή ιδανικό για χομπίστες, με κύρια χαρακτηριστικά.

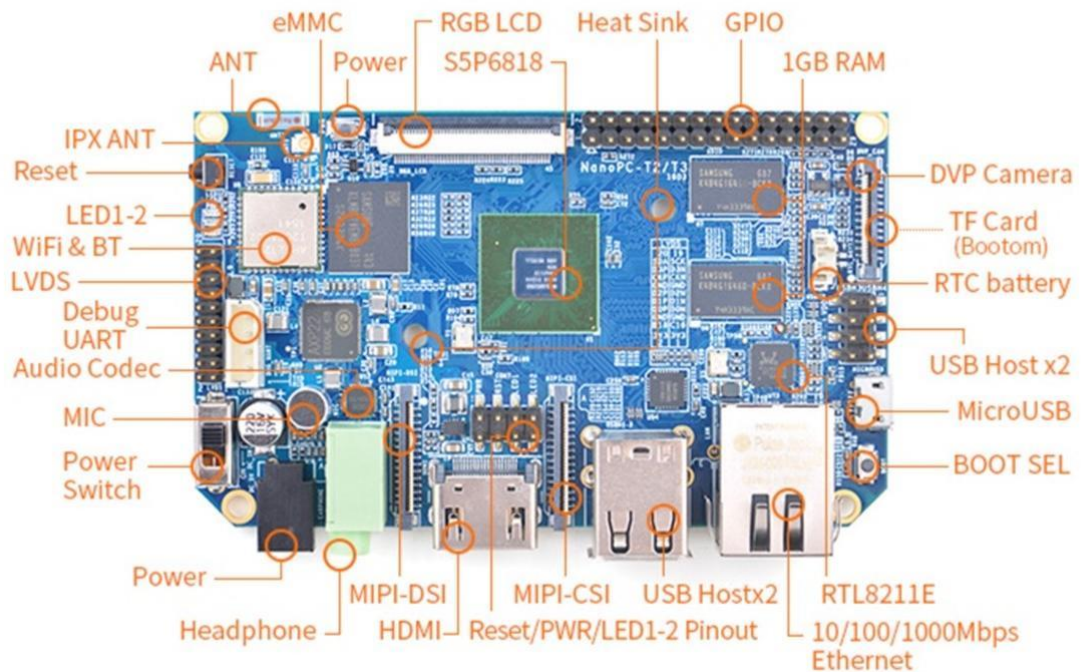
Επεξεργαστής , Samsung S5P4418 quad-core ARM Cortex-A9 up to 1.4GHz, μνήμη 1GB RAM, Gigabit Ethernet, USB 2.0



Εικόνα 16. NanoPi 2 Fire Open Source Board

NanoPc-T3

Αποτελεί το μεγάλο αδελφό του Nano PC2-Fire με οκταπύρηνο επεξεργαστή κατάλληλο για ανάπτυξη εμπορικών και βιομηχανικών εφαρμογών.



Εικόνα 17. NanoPc-T3 Open Source Board

Τα χαρακτηριστικά του είναι :

Samsung S5P6818 octa-core ARM Cortex-A53 up to 1.4GHz

1-2GB of RAM

8GB of flash storage

Gigabit Ethernet

USB 2.0

Intel Edison with kit for Arduino

Με κόστος κοντά στα 100€ , δεν αποτελεί την φθηνότερη λύση , ωστόσο αυτή η συσκευή της Intel που είναι συμβατή με το arduino , αποτελεί μια αρκετά δημοφιλή αγορά. Τα χαρακτηριστικά της εν λόγω συσκευής είναι τα παρακάτω.

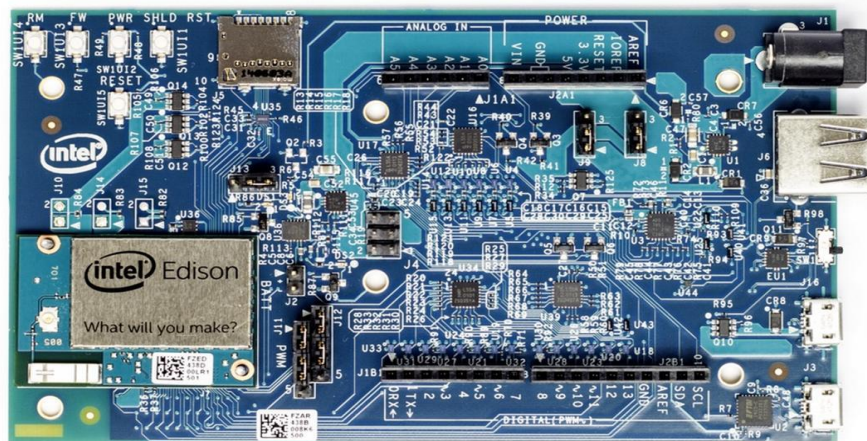
dual-core, dual-threaded Intel Atom CPU with a 32-bit Intel Quark microcontroller

1GB of RAM

4GB of flash storage

Integrated Wi-Fi, Bluetooth 4.0 LE

Support for Yocto Linux, Python, Node.js and Wolfram



Εικόνα 18. Intel Edison Open Source Board

CloudBit

Αποτελεί την απλούστερη συσκευή για διασύνδεση συσκευών μέσω διαδικτύου. Ουσιαστικά πρόκειται για μία πλακέτα η οποία φέρει κάποια δυνατότητα προγραμματισμού ωστόσο η διασύνδεση γίνεται με την καλωδίωση και τη συγκόλληση των συσκευών πάνω στη πλακέτα. Με την βοήθεια της εφαρμογής IFTTT μπορείς να ελέγξεις κάθε διασυνδεδεμένη συσκευή της πλακέτας μέσω εφαρμογών όπως Face book, Gmail, και Twitter.

Τα χαρακτηριστικά της συσκευής είναι :

Freescale i.MX23 ARM926EJ-S processor

64MB of RAM

802.11b/g/n



Εικόνα 19. Cloud Bit Open Source Board

Parallella

Είναι υπολογιστής στο μέγεθος πιστωτικής κάρτας, στηριζόμενος στους πολυπύρηνους επεξεργαστές Eriphany της Adapteva. Κοστίζοντας 100€ , μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως υπολογιστής ή σαν embedded συσκευή.

Τα χαρακτηριστικά του είναι :

16-core Eriphany RISC SOC - Zynq SOC (FPGA + ARM A9)

Gigabit Ethernet -1GB SDRAM

Micro-SD storage -Up to 48 GPIO pins

HDMI, USB (optional)



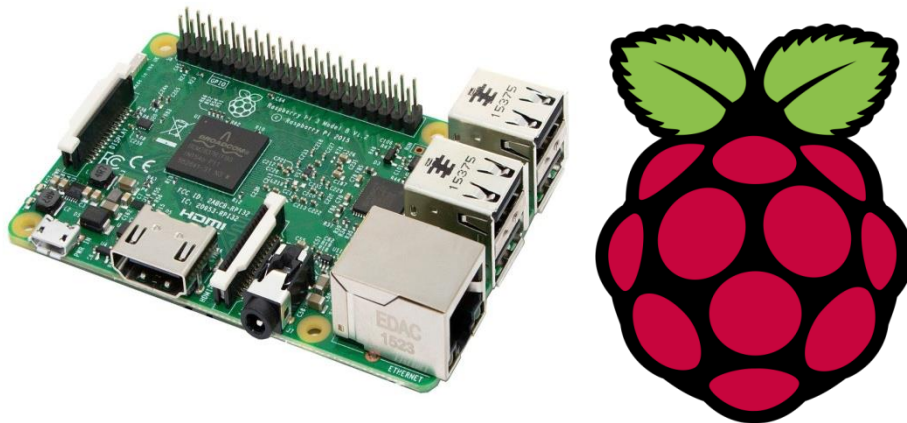
Εικόνα 20.Parallella Open Source Board

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 9

“Ο ΚΟΣΜΟΣ ΤΟΥ RASPBERRY PI”

Τι είναι το raspberry pi

Όπως προαναφέραμε , το raspberry ανήκει στην κατηγορία των open source single boards. Πρόκειται δηλαδή για έναν μικροϋπολογιστή στο μέγεθος πιστωτικής κάρτας , με μικρό όγκο και χαμηλό κόστος το οποίο κυκλοφόρησε το Φεβρουάριο του 2012 στο Ηνωμένο Βασίλειο από το Raspberry Pi Foundation σε συνεργασία με το πανεπιστήμιο του Cambridge κατόπιν ερευνών που διήρκησαν τέσσερα χρόνια. Εμπνευστές του καινοτόμου αυτού συστήματος φαίνεται να είναι οι Eben Upton, Rob Mullins, Jack Lang και Alan Mycroft με σκοπό να κεντρίσουν το ενδιαφέρον των μαθητών στα σχολεία σχετικά με τον προγραμματισμό. Αυτό έγινε με μεγάλη επιτυχία καθώς το Raspberry Pi από τους πρώτους κιόλας μήνες που βγήκε στην αγορά κατάφερε να πουλήσει πάνω από μισό εκατομμύριο συσκευές.



Εικόνα 21. Raspberry Pi3 Model B

Τα Μοντέλα του Raspberry

Με την πάροδο των ετών και την ανάπτυξη της τεχνολογίας το Raspberry Pi δεν έμεινε σε ένα μόνο μοντέλο. Συνολικά υπάρχουν επτά μοντέλα τα οποία έχουν κοινά χαρακτηριστικά μεταξύ τους αλλά και διαφορές. Πρώτα, κυκλοφόρησαν τα μοντέλα Raspberry Pi Model A, Raspberry Pi Model A+ και Raspberry Pi Model B. Στην συνέχεια βγήκε στην κυκλοφορία το μοντέλο Raspberry Pi Model B+. Τρία χρόνια μετά και πιο συγκεκριμένα τον Φεβρουάριο του 2015 κυκλοφόρησε για πρώτη φορά το Raspberry Pi 2 Model B, ενώ λίγους μήνες αργότερα (Νοέμβριος του 2015) εμφανίστηκε το Raspberry Pi Zero. Το πιο πρόσφατο και καινούργιο

μοντέλο μέχρι το επόμενο φαίνεται να είναι το Raspberry Pi 3 Model B που κυκλοφόρησε το Φεβρουάριο του 2016

Raspberry Pi Model A

Πρόκειται για ένα χαμηλών προδιαγραφών μοντέλο. Διαθέτει 256 MB RAM, 26 GPIO Pins, μία θύρα USB, μία θύρα HDMI, μία έξοδο για video, μία έξοδο για ήχο, μία επαφή σύνδεσης με οθόνη, μία επαφή σύνδεσης με κάμερα, μια υποδοχή για Micro SD Card, ενώ δεν υπάρχει θύρα Ethernet. Σε σχέση με τα υπόλοιπα μοντέλα το Model A είναι πιο ελαφρύ και καταναλώνει μικρότερη ισχύ. Χρησιμοποιείται στη ρομποτική και σε εφαρμογές που το βάρος και η ισχύς έχουν ύψιστη σημασία.



Εικόνα 22. Raspberry Pi Model A

Raspberry Pi Model A+

Τον Νοέμβριο του 2014 αντικατέστησε το Model A. Έχει τα ίδια χαρακτηριστικά με αυτό, με ορισμένες παραλλαγές, όπως η αύξηση των GPIO Pins από 26 του Model A σε 40 και η ενσωμάτωση video και ήχου σε μία θύρα εξόδου. Πρόκειται για μια χαμηλού κόστους παραλλαγή του Raspberry Pi. Συνιστάται για εφαρμογές που απαιτούν πολύ χαμηλή ισχύς οι οποίες δεν χρειάζονται Ethernet ή πολλαπλές θύρες USB.

Raspberry Pi Model B+

Αντικατέστησε τον Ιούλιο του 2014 το Model B. Έχει τα ίδια χαρακτηριστικά με αυτό, με ορισμένες παραλλαγές, όπως η αύξηση των GPIO Pins από 26 του Model A σε 40, η ενσωμάτωση video και ήχου σε μία θύρα εξόδου και η αύξηση των θυρών USB από 2 σε 4.



Εικόνα 23. Raspberry Pi Model B

Raspberry Pi 2 Model B

Αφορά την δεύτερη γενιά του Raspberry Pi. Τον Φεβρουάριο του 2015 αντικατέστησε το πραγματικό Raspberry Pi Model B+. Διαθέτει έναν τετραπύρηνο ARM Cortex-A7 επεξεργαστή 900MHz, 1 GB RAM, 40 GPIO pins, τέσσερις θύρες USB, μία θύρα Ethernet, μία θύρα HDMI, μία επαφή σύνδεσης με οθόνη, μία επαφή σύνδεσης με κάμερα, μια ενιαία θύρα για video και ήχο καθώς και μία υποδοχή για Micro SD Card.



Εικόνα 24. Raspberry Pi 2 Model B

Raspberry Pi Zero

Πρόκειται για το μικρότερο σε μέγεθος μοντέλο με διπλή σημασία. Διαθέτει 1GHz μονοπύρηνο επεξεργαστή, 512MB RAM, 40 θηλυκά GPIO Pins, 2 θηλυκά Pins με τα οποία γίνεται Reset στο Raspberry, 2 θηλυκά Pins που χρησιμοποιούνται ως κεραία για τηλεόραση, μία θύ- ρα Micro USB, μία θύρα Micro HDMI, μία επαφή σύνδεσης με κάμερα καθώς και μία υπο- δοχή για Micro SD Card. (Για τα θηλυκά Pins χρειάζεται ως επιπλέον εξάρτημα, αρσενικά Pins (Pins Header))



Εικόνα 25. Raspberry Pi 2 Model B

Raspberry Pi 3 Model B

Το πιο πρόσφατο μοντέλο τρίτης γενιάς. Αντικατέστησε τον Φεβρουάριο του 2016 το Raspberry Pi 2 Model B. Διαθέτει έναν τετραπύρηνο ARMv8 επεξεργαστή 1.2GHz 64-bit, 40 GPIO Pins, 1GB RAM, τέσσερις θύρες USB, μία θύρα HDMI, μία θύρα Ethernet, μία επαφή σύνδεσης με οθόνη, μία επαφή σύνδεσης με κάμερα, μια ενιαία θύρα για video και ήχο καθώς και υποδοχή για Micro SD Card.



Εικόνα 26. Raspberry Pi 3 Model B

Γιατί να προτιμήσουμε το Raspberry Pi

Από μια πρώτη γνωριμία με το Raspberry Pi καταλαβαίνουμε πως όπως όλοι οι μικροελεγκτές έτσι και εκείνο έχει τα προτερήματά του. Ωστόσο ποια είναι αυτά; Ένα άπειρο μάτι δύσκολα μπορεί να τα διακρίνει. Για αυτό το λόγο παρακάτω γνωστοποιούμε τα προτερήματά αυτά:

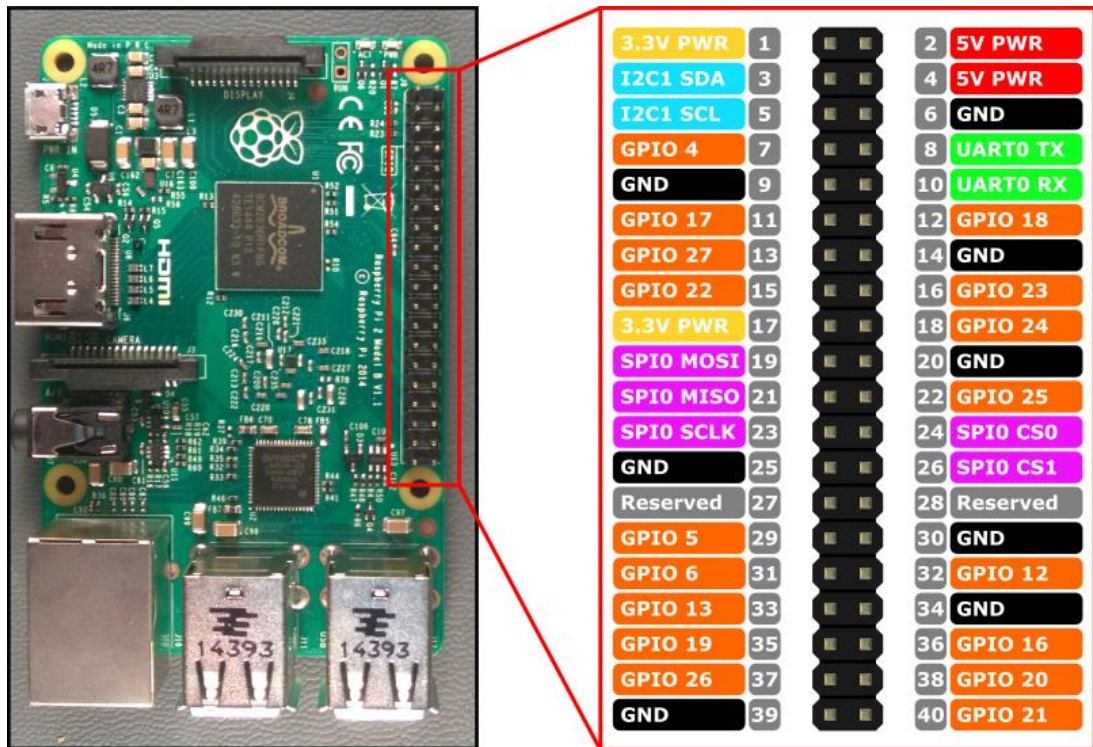
- Μικρός Όγκος: Όπως είδαμε παραπάνω το Raspberry Pi έχει μέγεθος πιστωτικής κάρτας, οπότε μεταφέρεται εύκολα χωρίς κόπο.

- Χαμηλό Κόστος: Ένα Raspberry Pi μπορούμε να το αποκτήσουμε χωρίς να ξοδέψουμε πολλά χρήματα. Βέβαια πρέπει να γνωρίζουμε ότι όσο εξελίσσεται η τεχνολογία και οι απαιτήσεις τόσο μεγαλώνει το κόστος του μικροελεγκτή.
- Εύκολη πρόσβαση στο Internet.
- Πρόσβαση στα Linux.
- Μεγάλη ποικιλία σε γλώσσες προγραμματισμού.

Περιγραφή Hardware Raspberry Pi

Στην (εικόνα 27) βλέπουμε σε μεγέθυνση τους ακρο-δέκτες του Raspberry Pi 3 Model B. Υπάρχουν 40 ακροδέκτες όπου η αρίθμηση ξεκινά από τον πάνω αριστερά ακροδέκτη. Ο πάνω δεξιά αποτελεί τον 2ο ακροδέκτη. Κάθετα από τον 1ο ακροδέκτη υπάρχουν οι μονοί αριθμοί ακροδεκτών, ενώ κάθετα από τον 2ο ακροδέκτη υπάρχουν αντίστοιχα οι ζυγοί αριθμοί. Όπως βλέπουμε και στην εικόνα ο κάθε ακροδέκτης έχει το δικό του χαρακτηριστικό και απεικονίζεται με διαφορετικό χρώμα. Συνολικά υπάρχουν 9 δια-φορετικά είδη. Αναλυτικά βλέπουμε:

- 4 ακροδέκτες για τάση.
- 8 ακροδέκτες για γείωση.
- 12 ακροδέκτες για γενική χρήση.
- 5 ακροδέκτες SPI.
- 4 ακροδέκτες PWM.
- 2 ακροδέκτες I2C.
- 2 ακροδέκτες UART.
- 1 ακροδέκτης CLK.
- 2 ακροδέκτες που δεν χρησιμοποιούνται



Εικόνα 27. Raspberry Pi 3 Model B GPIO

Είναι λογικό να μην κατανοείται τους όρους των χαρακτηριστικών των ακροδεκτών. Σε αυτή την ενότητα θα δούμε τους ορισμούς των χαρακτηριστικών του κάθε ακροδέκτη καθώς επίσης θα σας δείξουμε σε ποιο χαρακτηριστικό ανήκει ο κάθε ακροδέκτης. Ξεκινώντας θα δούμε τους ορισμούς του κάθε χαρακτηριστικού:

- **I2C:** Χρησιμοποιείται για την επικοινωνία μεταξύ πολλών απλών συσκευών και αισθητήρων μέσω μόνο δύο καλωδίων, με χαμηλές ταχύτητες.
- **UART:** Πρόσβαση σε σειριακή κονσόλα, μετάδοση δεδομένων κατά τη σειριακή σύνδεση, μετατροπή των bytes των δεδομένων σε bits.
- **SPI:** Διαβάζουν περίπλοκους αισθητήρες, απλές οθόνες, ή επικοινωνία μεταξύ συσκευών. Επικοινωνούν μια εξειδικευμένη συσκευή και μία άλλη πιο απλή με την εξειδικευμένη να συγχρονίζει. Τα δεδομένα μεταδίδονται στα GPIO10 και GPIO09. Η κάθε μετάδοση δεδομένων συγχρονίζεται από ένα χρονικό παλμό.
- **PWM:** Ρυθμίζουν την ταχύτητα.
- **CLK:** Χρονικά σήματα που χρησιμοποιούνται για να παρέχουν παλμούς με μέγιστη συχνότητα περίπου 75MHz. [12]

Τώρα θα δούμε σε ποιο χαρακτηριστικό ανήκει ο κάθε ακροδέκτης. Πιο αναλυτικά:

- Οι ακροδέκτες Pin#1 και Pin#17 δίνουν τάση 3,3V.
- Οι ακροδέκτες Pin#2 και Pin#4 δίνουν τάση 5V.
- Οι ακροδέκτες Pin#6, Pin#9, Pin#14, Pin#20, Pin#25, Pin#30, Pin#34, Pin#39 δίνουν τάση 0V.
- Οι ακροδέκτες Pin#11, Pin#13, Pin#15, Pin#16, Pin#18, Pin#22, Pin#29, Pin#31, Pin#36, #37, #38, #40 χρησιμοποιούνται για γενική χρήση.
- Οι ακροδέκτες Pin#19, Pin#21, Pin#23, Pin#24, Pin#26 ανήκουν στην κατηγορία SPI.
- Οι ακροδέκτες Pin#12, Pin#32, Pin#33, Pin#35 ανήκουν στην κατηγορία PWM.
- Οι ακροδέκτες Pin#3, Pin#5 ανήκουν στην κατηγορία I2C.
- Οι ακροδέκτες Pin#8, Pin#10 ανήκουν στην κατηγορία UART.
- Ο ακροδέκτης Pin#7 ανήκει στην κατηγορία CLK.
- Οι ακροδέκτες Pin#27 και Pin#28 δεν χρησιμοποιούνται

Περιγραφή OS Raspberry Pi

Το λειτουργικό σύστημα του Raspberry μπορεί οποιοδήποτε Open Source λειτουργικό που περιγράψαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο. Στην πλειοψηφία του συγκεκριμένου ελεγκτή θα βρούμε εγκατεστημένο το Raspbian, το οποίο είναι Debian διανομή Linux. Τα λειτουργικά συστήματα δεν είναι προ-εγκατεστημένα, αλλά θα πρέπει να εγκατασταθεί ένα image σε SD Card , και μετά να γίνει η σχετική εγκατάσταση.



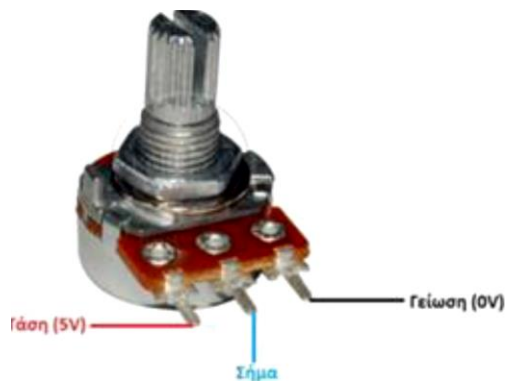
Εικόνα 28. Raspbian OS

Παράδειγμα χρήσης GPIO

Το παράδειγμα που θα μελετήσουμε είναι ένα Led το οποίο θα ρυθμίζεται η φωτεινότητα του από ένα ποτενσιόμετρο. Το εξάρτημα που καλούμαστε να μάθουμε είναι το ποτενσιόμετρο.

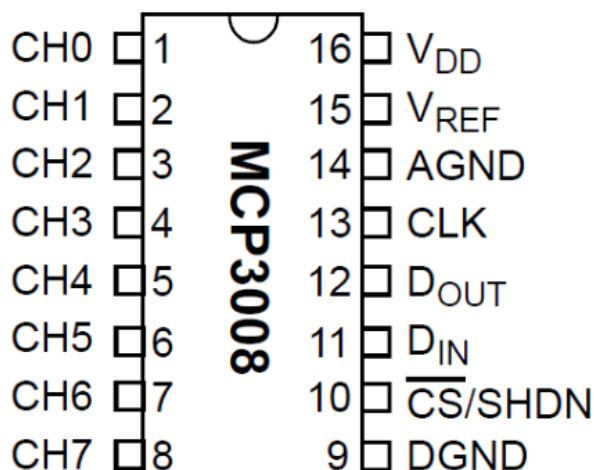
Όπως βλέπουμε και στην εικόνα το ποτενσιόμετρο αποτελείται από 3 πόδια. Το αριστερό πόδι δίνει τάση 5V, το μεσαίο πόδι συνδέεται με το σήμα και το δεξί πόδι συνδέεται με τη γείωση.

Ωστόσο, πρέπει να προσέξουμε ένα πολύ βασικό πράγμα. Το ποτενσιόμετρο συνδέεται σε αναλογικά Pins. Όμως το Raspberry Pi 3 Model B διαθέτει μόνο ψηφιακά GPIO Pins.



Εικόνα 29. Ποτενσιόμετρο για σύνδεση στο GPIO

Αυτό προκαλεί πρόβλημα. Για αυτό το λόγο στο συγκεκριμένο παράδειγμα θα χρησιμοποιήσουμε άλλο ένα πολύ βασικό εξάρτημα. Αυτό δεν είναι άλλο από το **MCP3008**. Τι είναι όμως το MCP3008;



Εικόνα 30. MCP3008

Πρόκειται για έναν μετατροπέα από αναλογικό σήμα σε ψηφιακό (ADC). Κάνει την ίδια δουλειά με το Arduino Uno και με τα 8 κανάλια που διαθέτει (CH0...CH7) μπορεί να διαβάσει εύκολα μερικά αναλογικά σήματα από το Raspberry Pi. Το chip αυτό είναι ιδανικό για διάβασμα απλών αναλογικών σημάτων όπως αισθητήρα θερμοκρασίας ή φωτεινότητας.

Το MCP3008 επικοινωνεί με το Raspberry Pi χρησιμοποιώντας SPI σειριακή επικοινωνία. Για την επικοινωνία μπορείς να χρησιμοποιήσεις είτε hardware SPI είτε οποιαδήποτε τέσσερα GPIO Pins και software SPI επικοινωνία. Το software SPI είναι περισσότερο εύχρηστο διότι μπορείς να εργαστείς με οποιαδήποτε GPIO Pins αλλά δεν είναι τόσο γρήγορο όσο το hardware SPI. Συνιστάται το software SPI διότι είναι πιο εύκολο στην εγκατάσταση

Πριν συνδέσουμε το MCP3008 με το Raspberry Pi είναι αναγκαίο να τοποθετήσουμε πρώτα το MCP3008 στο breadboard. Θέλει ιδιαίτερη προσοχή πως θα τοποθετήσουμε το MCP3008 στο breadboard. Το "σώμα" του MCP3008 πρέπει να είναι στο κενό χώρο του breadboard και οι ακροδέκτες του να εφάπτονται δεξιά και αριστερά στις οπές για να μπορέσουμε να τοποθετήσουμε τα καλώδια που θα συνδεθούν στο Raspberry Pi. Επίσης για να είμαστε σίγουροι πως ξεκινά η αρίθμηση των ακροδεκτών του MCP3008 και γενικά το χαρακτηριστικό του κάθε ακροδέκτη, όταν τοποθετήσουμε το εξάρτημα στο breadboard θα πρέπει ο κύκλος που υπάρχει πάνω στο εξάρτημα να είναι μπροστά από τους υπόλοιπους ακροδέκτες.

Η σωστή τοποθέτηση του MCP3008 φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 31. Τοποθέτηση MCP3008

Για να συνδέσουμε το MCP3008 με το Raspberry Pi με τη software SPI επικοινωνία πρέπει να κάνουμε ορισμένες απαραίτητες συνδέσεις. Οι συνδέσεις αυτές είναι προσαρμοσμένες στο παράδειγμα που θα συναντήσουμε στη συνέχεια.

Σύμφωνα με την εικόνα του MCP3008 έχουμε :

- Ο 16ος ακροδέκτης VDD συνδέεται με τον ακροδέκτη που δίνει τάση 3,3V στο Raspberry Pi.
- Ο 15ος ακροδέκτης VREF συνδέεται με τον ακροδέκτη που δίνει τάση 3,3V στο Raspberry Pi.
- Ο 14ος ακροδέκτης AGND συνδέεται με τον ακροδέκτη γείωσης του Raspberry Pi.
- Ο 9ος ακροδέκτης DGND συνδέεται με τον ακροδέκτη γείωσης του Raspberry Pi.
- Ο 13ος ακροδέκτης CLK συνδέεται με το Pin 23 του Raspberry Pi.
- Ο 12ος ακροδέκτης DOUT συνδέεται με το Pin 21 του Raspberry Pi.
- Ο 11ος ακροδέκτης DIN συνδέεται με το Pin 19 του Raspberry Pi.
- Ο 10ος ακροδέκτης CS/SHDN συνδέεται με το Pin 24 του Raspberry Pi.

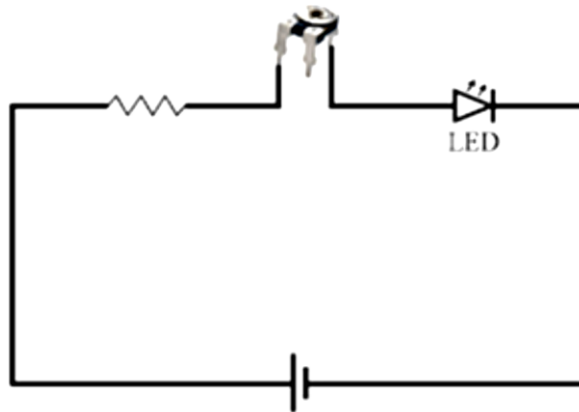
Αφού μελετήσαμε το MCP3008 είμαστε έτοιμοι να ξεκινήσουμε την εφαρμογή μας. Τα εξαρτήματα που θα χρειαστούμε είναι:

1. Ένα Raspberry Pi 3 Model B.
2. Ένα Breadboard.
3. Ένα Ποτενσιόμετρο.
4. Ένα Led.
5. Μία Αντίσταση.
6. Ένα MCP3008.
7. Καλώδια για τη σύνδεση.

Όπως είδαμε και σε προηγούμενη εικόνα το ποτενσιόμετρο είναι ένα εξάρτημα το οποίο διαθέτει τρία πόδια. Ένα για τάση, ένα για σήμα και ένα για γείωση. Στη παρακάτω εικόνα θα δούμε τη συνδεσμολογία του κυκλώματος:

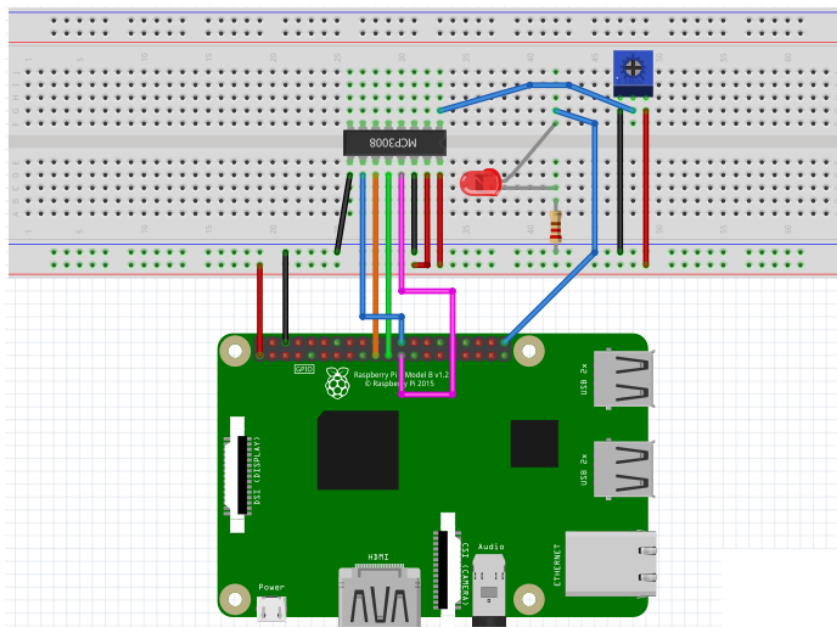
Πρόκειται για ένα κύκλωμα το οποίο αποτελείται από μία αντίσταση 220Ω, ένα ποτενσιόμετρο, ένα led και μία πηγή 3,3V. Όπως βλέπουμε, το αριστερό πόδι του

ποτενσιόμετρο συνδέεται με την αντίσταση, το δεξί πόδι με το led, το άλλο πόδι της αντίστασης με την τροφοδοσία και το άλλο πόδι του led με τη τροφοδοσία.



Κύκλωμα με ποτενσιόμετρο και LED

Χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα Fritzing μπορούμε να μετατρέψουμε το ηλεκτρικό κύκλωμα της παραπάνω εικόνας σε ένα άλλο κύκλωμα πιο πρακτικό το οποίο θα είναι εξομοίωση της πραγματικής σύνδεσης.



Κύκλωμα με ποτενσιόμετρο και LED μέσω Fritzing

Όπως βλέπουμε στην παραπάνω εικόνα (από αριστερά προς δεξιά) συνδέουμε το Pin#1 (3,3V) του Raspberry Pi με τη τάση του breadboard. Ακόμα, συνδέουμε το Pin#6 (γείωση) του Raspberry Pi με τη γείωση του breadboard. Όσο αναφορά τις συνδέσεις του MCP3008 με το Raspberry Pi:

- Ο 16ος ακροδέκτης VDD συνδέεται με τον ακροδέκτη που δίνει τάση 3,3V στο Raspberry Pi (κόκκινο καλώδιο).
- Ο 15ος ακροδέκτης VREF συνδέεται με τον ακροδέκτη που δίνει τάση 3,3V στο Raspberry Pi (κόκκινο καλώδιο).
- Ο 14ος ακροδέκτης AGND συνδέεται με τον ακροδέκτη γείωσης του Raspberry Pi (μαύρο καλώδιο).
- Ο 9ος ακροδέκτης DGND συνδέεται με τον ακροδέκτη γείωσης του Raspberry Pi (μαύρο καλώδιο).
- Ο 13ος ακροδέκτης CLK συνδέεται με το Pin#23 του Raspberry Pi (ροζ καλώδιο).
- Ο 12ος ακροδέκτης DOUT συνδέεται με το Pin#21 του Raspberry Pi (πράσινο καλώδιο).
- Ο 11ος ακροδέκτης DIN συνδέεται με το Pin#19 του Raspberry Pi (πορτοκαλί καλώδιο).
- Ο 10ος ακροδέκτης CS/SHDN συνδέεται με το Pin#24 του Raspberry Pi (γαλάζιο καλώδιο).

Επιπλέον, η κάθοδος του led συνδέεται με το ένα πόδι της αντίστασης, ενώ το άλλο πόδι της αντίστασης συνδέεται με τη γείωση του breadboard. Από την άλλη, η άνοδος του led συνδέεται με Pin#40 του Raspberry Pi (γαλάζιο καλώδιο). Για το ποτενσιόμετρο, το αριστερό πόδι συνδέεται με τη γείωση του breadboard (μαύρο καλώδιο), το μεσαίο πόδι συνδέεται με το Channel 0 του MCP3008 ώστε να γίνει η μετατροπή από αναλογικό σήμα σε ψηφιακό (γαλάζιο καλώδιο). Τέλος, το δεξί πόδι συνδέεται με τη τάση του breadboard (κόκκινο καλώδιο).

Μέσω του Fritzing, μπορούμε να δούμε και το ηλεκτρονικό σχέδιο του κυκλώματος που δημιουργήσαμε στο πρόγραμμα.

Για να γίνουν όλα αυτά στην πράξη χρειάζεται και ο κατάλληλος κώδικας, που θα πρέπει να γράψουμε ώστε όταν γυρίσουμε το ποτενσιόμετρο να αλλάζει η φωτεινότητα του led.

1. `from gpiozero import MCP3008`
2. `from gpiozero import PWMLED`

3. `pot = MCP3008(0)`

4. `led = PWMLED(21)`

5. `led.source = pot.values`

Για να γράψουμε το κώδικα στον υπολογιστή θα πρέπει πρώτα να κάνουμε ορισμένα βήματα για να μπούμε στο περιβάλλον προγραμματισμού.

Τα βήματα αυτά είναι:

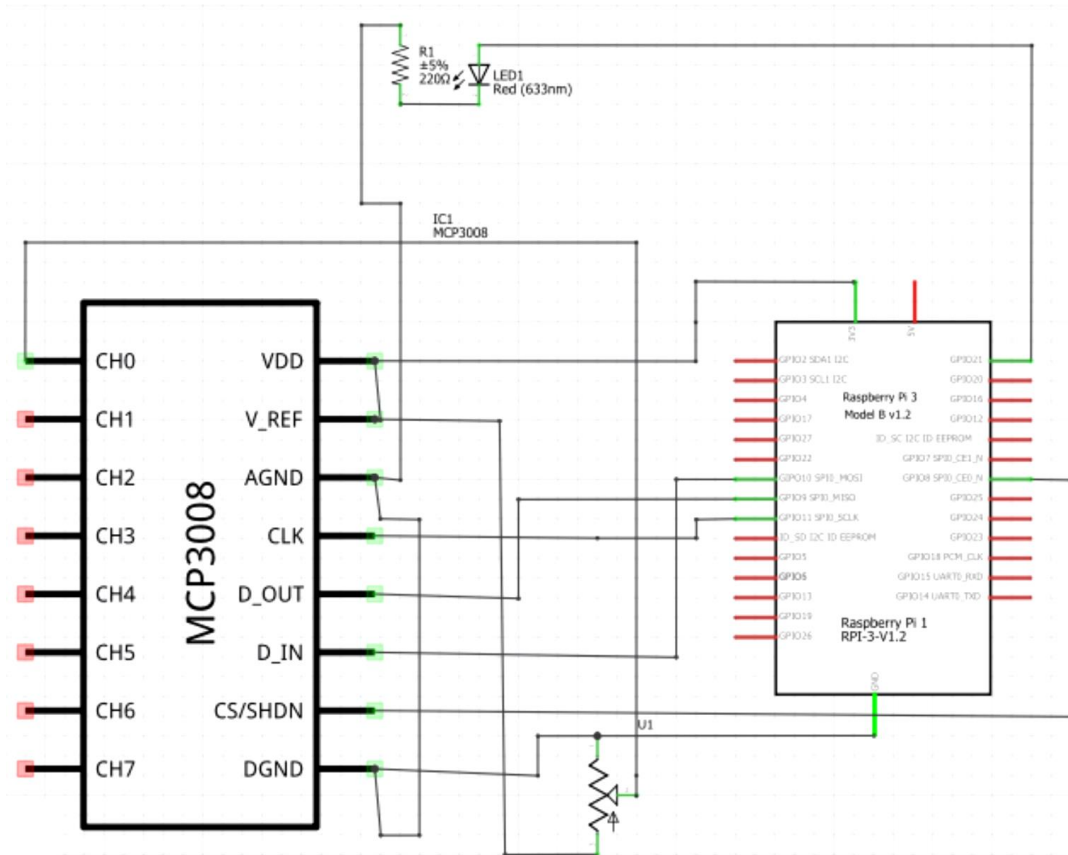
Menu > Programming > Python 3 (IDLE)

Για να κατανοήσουμε καλύτερα το κώδικα θα κάνουμε μια μικρή ανάλυση για την κάθε μια γραμμή.

1. Εισάγουμε τη βιβλιοθήκη `gpiozero` για το MCP3008.
2. Εισάγουμε τη βιβλιοθήκη `gpiozero` για το PWMLED. (Το PWMLED μας επιτρέπει να ελέγχουμε τη φωτεινότητα του Led).
3. Τοποθετούμε το MCP3008 στη μεταβλητή `pot`. Το MCP3008 έχει 8 κανάλια αλλά η αρίθμηση ξεκινάει από το 0-7. Για αυτό το λόγο σαν 1ο κανάλι έχουμε το Channel 0.
4. Τοποθετούμε το `led` στο GPIO21.
5. Συνδέουμε το Led με το ποτενσιόμετρο.

Τέλος γυρνάμε το ποτενσιόμετρο για να ελέγξουμε τη φωτεινότητα του Led.

Πρέπει να προσέξουμε ότι άλλο είναι το GPIO21 και άλλο το Pin#21!



Ηλεκτρονικό Κύκλωμα

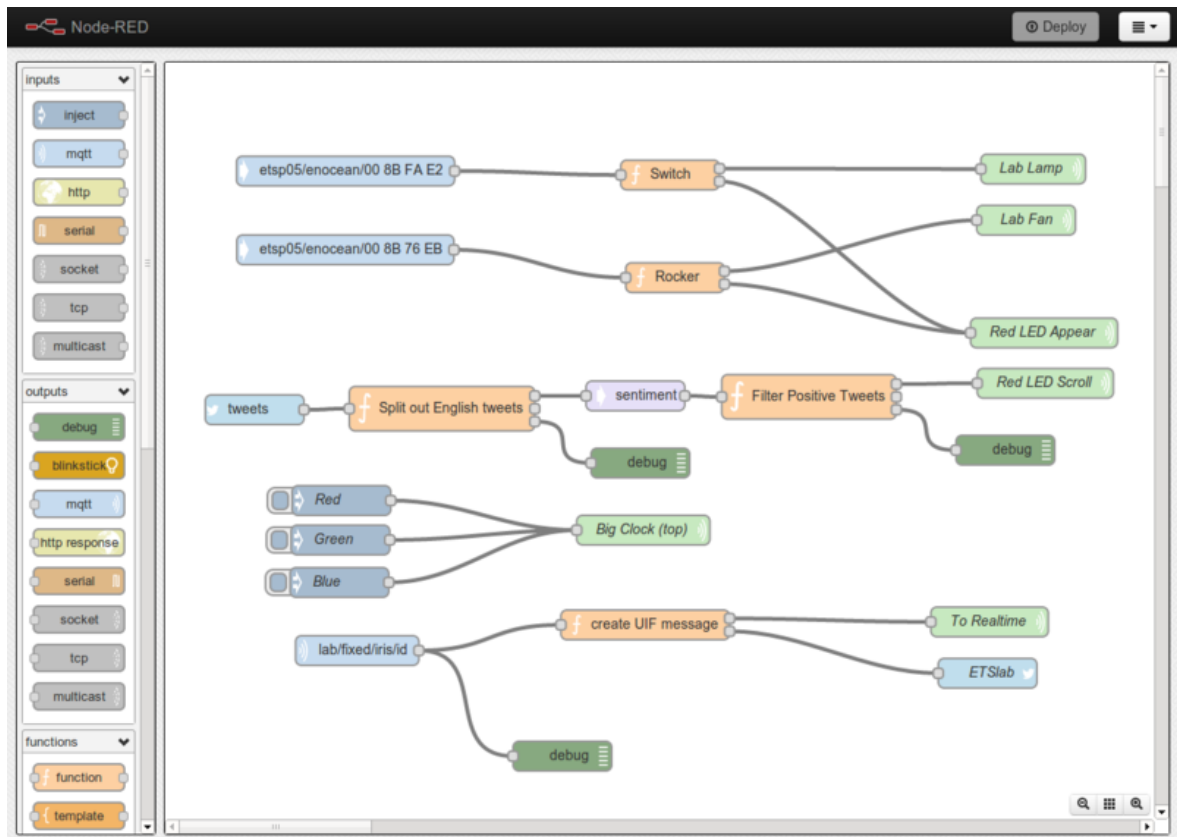
To Node Red

Το Node-RED είναι ένα ισχυρό εργαλείο για την ανάπτυξη εφαρμογών του Ίντερνετ των πραγμάτων (IoT) με έμφαση στην απλοποίηση της «διασύνδεσης» των μπλοκ κώδικα, ώστε να προβούν στην εκτέλεση εργασιών.

Χρησιμοποιεί μια οπτική προγραμματιστική προσέγγιση που επιτρέπει στους προγραμματιστές να συνδέουν προκαθορισμένα μπλοκ κώδικα, γνωστά ως «Nodes», για να εκτελέσουν μια εργασία. Οι συνδεδεμένοι κόμβοι, συνήθως ένας συνδυασμός κόμβων εισόδου, κόμβων επεξεργασίας και κόμβων εξόδου, όταν συνδέονται μεταξύ τους, σχηματίζουν μια ροή «Flows».

Αρχικά αναπτύχθηκε ως ένα Project ανοικτού κώδικα στην IBM στα τέλη του 2013, με σκοπό να ανταποκριθεί στην ανάγκη της γρήγορης σύνδεσης του Hardware και συσκευών σε web services και γρήγορα εξελίχθηκε ως γενικό προγραμματιστικό IoT εργαλείο. Είναι σημαντικό ότι ο Node-RED έχει αναπτύξει γρήγορα μια σημαντική και αυξανόμενη βάση χρηστών και

μια ενεργή κοινότητα προγραμματιστών που συνεισφέρουν νέους κόμβους που επιτρέπουν στους προγραμματιστές να επαναχρησιμοποιούν τον κώδικα Node-RED για μια μεγάλη ποικιλία εργασιών.

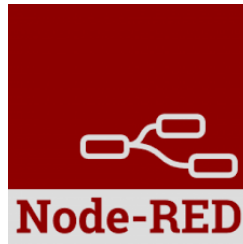


Εικόνα 32. Περιβάλλον Node Red

Παρόλο που το Node-RED σχεδιάστηκε αρχικά για να λειτουργεί με το IoT, δηλαδή συσκευές που αλληλεπιδρούν και ελέγχουν τον πραγματικό κόσμο, όπως έχει εξελιχθεί, έχει καταστεί χρήσιμο για μια σειρά εφαρμογών.

Γνωριμία με το Node Red

Θα ξεκινήσουμε τη γνωριμία μας , εξετάζοντας μερικά απλά παραδείγματα των πραγμάτων που μπορούμε να κάνουμε με το Node-RED. Η ουσία του κεφαλαίου , δεν είναι να μάθουμε τον προγραμματισμό με το Node-RED, αλλά να δώσουμε μια αίσθηση των δυνατοτήτων του, μέσα από μερικά παραδείγματα υψηλού επιπέδου.



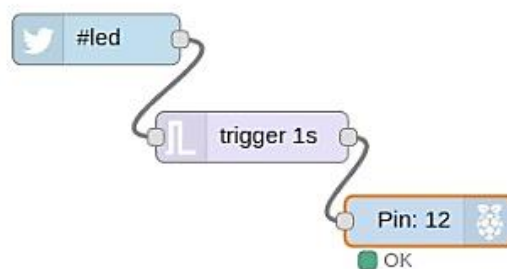
Αυτή η πρώτη ροή παράδειγμα θα λάβει ένα μήνυμα από μια τροφοδοσία Twitter που περιέχει μια hashtag και θα ενεργοποιηθεί και θα απενεργοποιηθεί μια λυχνία LED όταν έφτασε ένα νέο tweet. Για αυτό το παράδειγμα, ας υποθέσουμε ότι το NODE-RED τρέχει σε ένα Raspberry Pi - μια κοινή κατάσταση για πολλούς χρήστες Node-RED.

Χρησιμοποιώντας το twitter για τον έλεγχο του Raspberry Pi

Η ροή «Flow» του Node-RED χρησιμοποιείται για να ελέγξει το Twitter και για να δει εάν ανιχνεύεται μια hashtag #led εντολή, έτσι ώστε να ανάψει ένα LED συνδεδεμένο σε ένα Raspberry Pi όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.

Όπως μπορείτε να δείτε, είναι πολύ απλό. αποτελείται από 3 κόμβους ενσύρματα - έναν κόμβο twitter στα αριστερά, έναν κόμβο ενεργοποίησης στη μέση και έναν κόμβο Raspberry Pi (gpio-gpio) στα δεξιά. Οι κόμβοι, που αντιπροσωπεύονται από στρογγυλεμένα πλαίσια, έχουν συνήθως μια εικόνα για να αντιπροσωπεύουν τον τύπο τους, π.χ. το εικονίδιο πτηνών Twitter στον πρώτο κόμβο και ένα όνομα κειμένου που μπορεί να οριστεί από τον προγραμματιστή.

Κάθε ένας από αυτούς τους τρεις κόμβους ενσωματώνεται στο εργαλείο οπτικού προγραμματισμού Node-RED και μπορεί να μεταφερθεί από μια παλέτα κόμβου στον κύριο χώρο εργασίας



Εικόνα 33. Node Red Nodes Connections

Ο κόμβος Twitter είναι ένας ενσωματωμένος κόμβος στο Node-RED και κρύβει όλη την πολυπλοκότητα της χρήσης του API Twitter. Μπορεί να ρυθμιστεί με τα διαπιστευτήρια λογαριασμού ενός χρήστη και μια ποικιλία από συμβολοσειρά αναζήτησης, στην περίπτωσή μας απλώς ψάχνει για hashtag '#led'.

Όταν ο κόμβος Twitter βλέπει την ετικέτα είτε σε ένα τιτίβισμα στον χρήστη είτε στο δημόσιο tweet feed, δημιουργεί ένα νέο μήνυμα με τις λεπτομέρειες του tweet, το οποίο είναι προς τα εμπρός στον επόμενο κόμβο της ροής. Στο παράδειγμά μας, αφού η έξοδος του κόμβου του Twitter συνδέεται με την είσοδο του κόμβου ενεργοποίησης, ο κόμβος ενεργοποίησης λαμβάνει ένα μήνυμα με τις λεπτομέρειες του tweet.

Ο κόμβος ενεργοποίησης είναι ένας άλλος ενσωματωμένος κόμβος στο Node-RED και η προεπιλεγμένη συμπεριφορά του είναι να περιμένει οποιοδήποτε μήνυμα στην είσοδο του. Όταν λαμβάνει ένα μήνυμα, «ενεργοποιεί» και στέλνει ένα μήνυμα στην έξοδο του με την τιμή «1» ως το σώμα του μηνύματος. Στη συνέχεια περιμένει 1 δευτερόλεπτο και στέλνει ένα δεύτερο μήνυμα με την τιμή "0" στο σώμα του μηνύματος.

Δεδομένου ότι ο κόμβος ενεργοποίησης είναι συνδεδεμένος με τον gpio node, ο οποίος ελέγχει τους ακροδέκτες εισόδου / εξόδου ή IO στο Raspberry PI, παίρνει αυτά τα δύο μηνύματα, σε απόσταση 1 δευτερολέπτου, στις εισόδους του.

Και πάλι, ο gpio node είναι ένας ενσωματωμένος κόμβος στο Node-RED που κρύβει τις λεπτομέρειες της ρύθμισης των ακίδων IO στο PI. Όταν παίρνει ένα μήνυμα με τιμή "1" στο σώμα, παίρνει τον πείρο IO ψηλά, και όταν λάβει ένα μήνυμα με το σώμα του "0", παίρνει το pin χαμηλό. Σε αυτό το παράδειγμα, ο gpio node έχει ρυθμιστεί ώστε να ελέγχει τον αριθμό pin 12 και έτσι ο κόμβος δείχνει ότι στο εικονίδιο κόμβου

Εάν έχετε συνδέσει το PI σας με μια LED που είναι συνδεδεμένη στον ακροδέκτη 12, το gpio node που πηγαίνει θα έχει τάση για 1 δευτερόλεπτο και στη συνέχεια θα την χάνει, οπότε θα αναγκάσει το LED να αναβοσβήσει για 1 δευτερόλεπτο.

Αν σκεφτείτε τι συμβαίνει εδώ, είναι πραγματικά ένα απίστευτα ισχυρό παράδειγμα του Node-RED και του Διαδικτύου των πραγμάτων (IoT). Συνδέει το 'Twitterverse' με ένα PI και ένα LED, αλλά δεν απαιτεί προγραμματισμό - όλες οι εργασίες εκτελούνται από προκατασκευασμένους κόμβους στο Node-RED που χρειάζονται απλώς διαμόρφωση. Αυτό

δείχνει πραγματικά τη δύναμη του Node-RED όταν τρέχει σε μια απλή συσκευή, όπως το Raspberry PI.

Ανακεφαλαιώνοντας. Το Node-RED είναι ένα εργαλείο προγραμματισμού βασιζόμενο σε ένα visual editor που σας επιτρέπει να συνδέσετε κόμβους για να δημιουργήσετε ροές. Στην περίπτωση αυτή, 3 κόμβοι δημιουργούν την πρώτη ροή μας. Συμβάντα πραγματικού κόσμου, π.χ. ένα τιτίβισμα με # hashtag, μετατρέπονται σε μηνύματα, τα οποία "ρέουν" κατά μήκος των συνδέσεων μεταξύ των κόμβων. Οι κόμβοι επεξεργάζονται τα μηνύματα στις εισόδους τους και, κατά συνέπεια, στέλνουν μηνύματα στις εξόδους τους στον επόμενο κόμβο της ροής. Σε αυτό το απλό παράδειγμα, ψάχνουμε για ένα tweet με hashtag #led και το χρησιμοποιούμε για να ενεργοποιήσουμε ένα μήνυμα σε έναν κόμβο Raspberry PI που προκαλεί τον ακροδέκτη IO 12 να έχει τάση για 1 δευτερόλεπτο, ο οποίος με τη σειρά του αναβοσβήνει για 1 δευτερόλεπτο.

To Node Red και το IoT

Όταν οι μηχανικοί της IBM δημιούργησαν το Node-RED, εστίαζαν κυρίως στο IoT. Ως εργαλείο για την ταχεία ανάπτυξη εφαρμογών για το IoT, το Node-RED είναι τόσο ισχυρός όσο και ευέλικτος. Η δύναμή του προέρχεται από ένα συνδυασμό δύο παραγόντων:

Το Node-RED είναι ένα παράδειγμα ενός flow-based μοντέλου στο οποίο , τα μηνύματα αντιπροσωπεύουν συμβάντα τα οποία ρέουν μεταξύ κόμβων, ενεργοποιώντας μια επεξεργασία που οδηγούν σε ένα αποτέλεσμα στην έξοδο. Το flow-based μοντέλο προγραμματισμού ταιριάζει πολύ στις IoT εφαρμογές οι οποίες χαρακτηρίζονται από φυσικά γεγονότα (πχ ανίχνευση κίνησης από PIR) που ενεργοποιούν κάποιο είδος επεξεργασίας που με τη σειρά της έχει ως αποτέλεσμα την υλοποίηση μιας δράσης (πχ ενεργοποίηση συναγερμού). Το Node-RED πακετάρει αυτά τα συμβάντα ως μηνύματα που προσφέρουν ένα απλό και ομοιόμορφο μοντέλο για τα γεγονότα που διακινούνται μεταξύ των κόμβων που συγκροτούν τις ροές.

Το σύνολο των ενσωματωμένων κόμβων είναι επίσης σημαντικό μέρος της εφαρμογής του Node-RED. Δημιουργώντας ένα σύνολο ισχυρών Nodes εισόδου και εξόδου, το καθένα από τα οποία κρύβει μεγάλο μέρος της πολυπλοκότητας της αλληλεπίδρασης με τον πραγματικό κόσμο, το Node-RED προσφέρει στους προγραμματιστές ισχυρά δομικά στοιχεία που τους επιτρέπουν να δημιουργούν γρήγορα flows που επιτυγχάνουν πολλές λειτουργικότητες , χωρίς να είναι αναγκαίο να ανησυχούν για το κομμάτι του προγραμματισμού.

Αυτοί οι δύο παράγοντες καθιστούν το Node-RED ένα ισχυρό εργαλείο για την ανάπτυξη εφαρμογών IoT. Όταν συνδυάζεται με την ευελιξία δημιουργίας και χρήσης κόμβων, όπως ο κόμβος λειτουργίας, ο οποίος επιτρέπει στον προγραμματιστή να γράψει γρήγορα JavaScript, συν την κοινότητα Node-RED, οι οποία δημιουργεί και μοιράζεται συνεχώς νέους κόμβους, τότε το Node-RED είναι πιθανό να είναι ένα εκ των κύριων εργαλείων στην εργαλειοθήκη προγραμματιστών IoT.

Ωστόσο, το Node-RED δεν είναι πάντα το καλύτερο εργαλείο για την ανάπτυξη εφαρμογών του IoT. Ενώ είναι ισχυρό και ευέλικτο, δεν είναι πάντα η σωστή λύση. Ορισμένες καταστάσεις όπου το Node-RED μπορεί να μην είναι η πρώτη επιλογή περιλαμβάνουν:

- Συγκεκριμένες εφαρμογές πολλαπλών λειτουργιών IoT. Το Node-RED υπερέχει στην ταχεία ανάπτυξη εφαρμογών και ενεργεί ως κόλλα για τη σύνδεση γεγονότων με ενέργειες ή αισθητήρες με ενεργοποιητές, αν θέλετε. Ωστόσο, όταν μια εφαρμογή είναι πάνω από ένα συγκεκριμένο μέγεθος, καθίσταται πολύπλοκο να προγραμματίζεται οπτικά και να διαχειρίζεται μέσω Node-RED.
- Ο προγραμματισμός βάσει ροής (flow based programming) είναι ένα μοντέλο προγραμματισμού που δεν είναι πάντα το πιο κατάλληλο για την ανάπτυξη εφαρμογών. Με τον ίδιο τρόπο που ορισμένες γλώσσες προγραμματισμού υπερέχουν σε ορισμένα καθήκοντα αλλά όχι σε άλλα, ο προγραμματισμός βάση ροής έχει τις αδυναμίες του. Ένα καλό παράδειγμα είναι τα loops: Ο Node-RED είναι δυσκίνητος όταν έχει να κάνει με loops.
- Ειδικές περιπτώσεις χρήσης. Ο flow based προγραμματισμός είναι ένα μοντέλο γενικού σκοπού και δεν στοχεύει ή βελτιστοποιείται για συγκεκριμένες ανάγκες, όπως για παράδειγμα η ανάλυση δεδομένων ή η ανάπτυξη διεπαφής χρήστη. Επί του παρόντος, το Node-RED δεν έχει συγκεκριμένη υποστήριξη για αυτούς τους τύπους εφαρμογών και δεν έχει εύκολο τρόπο να προσθέσει τέτοια υποστήριξη. Προφανώς, επειδή η υποκείμενη τεχνολογία του Node-RED είναι JavaScript, μπορείτε να αξιοποιήσετε τις δυνατότητές του για αυτές τις ανάγκες.

Εναλλακτικές πλατφόρμες

Στις παραπάνω παραγράφους, κάναμε ιδιαίτερη αναφορά στη δημοφιλέστερη εφαρμογή ανάπτυξης εφαρμογών IoT, το Node Red. Εκτός της συγκεκριμένης πλατφόρμας υπάρχει πληθώρα και άλλων εφαρμογών με την βοήθεια των οποίων μπορούμε να αναπτύξουμε

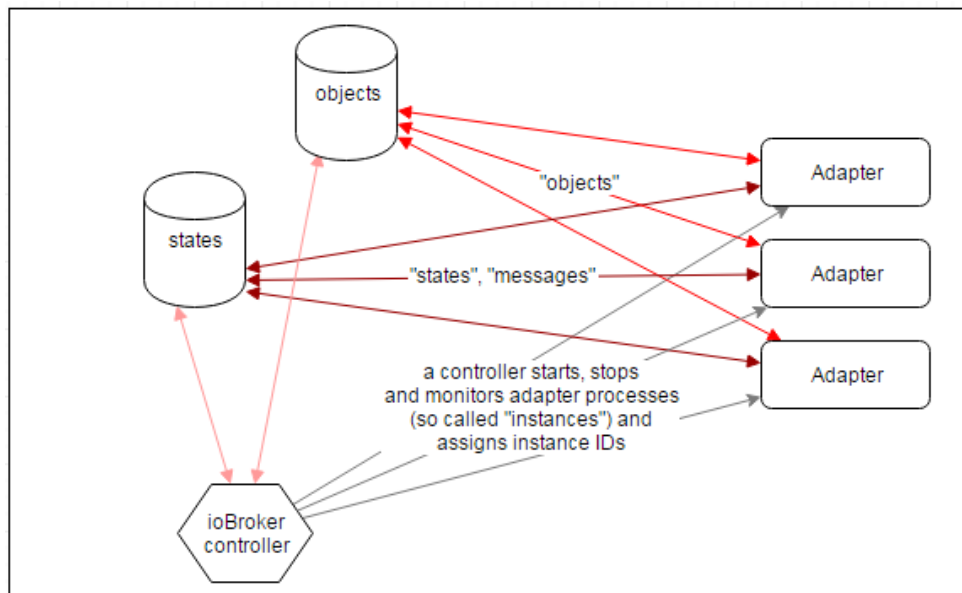
εφαρμογές IoT προσανατολισμένες στο Building Automation και εφαρμοζόμενες σε Raspberry Pi μικροεπεξεργαστή. Τέτοιες εφαρμογές είναι :

IoBroker

Το ioBroker δεν είναι απλώς μια εφαρμογή, είναι περισσότερο μια ιδέα, είναι ένα σχήμα βάσης δεδομένων που προσφέρει έναν πολύ εύκολο τρόπο για τη διαλειτουργικότητα των συστημάτων. Το ioBroker ορίζει ορισμένους κοινούς κανόνες για ένα ζεύγος βάσεων δεδομένων που χρησιμοποιούνται για την ανταλλαγή δεδομένων και τη δημοσίευση συμβάντων μεταξύ διαφορετικών συστημάτων.



Το ioBroker είναι μια πλατφόρμα ανάπτυξης για το IoT, που εστιάζεται στην αυτοματοποίηση κτιρίων, την έξυπνη μέτρηση, την υποβοηθούμενη από το περιβάλλον ζωή, τη διαδικασία αυτοματισμού, την οπτικοποίηση και την καταγραφή δεδομένων. Σκοπεύει να είναι μια πιθανή αντικατάσταση ή επέκταση λογισμικού όπως το f.e. fhem, OpenHAB.



Εικόνα 34. Αρχιτεκτονική IoBroker

OpenHub

Το openHAB είναι μια πλατφόρμα αυτοματισμού ανοικτού κώδικα βασισμένη σε Java που ενσωματώνει και συνδυάζει μια μεγάλη γκάμα διαφορετικών έξυπνων οικιακών συστημάτων και τεχνολογιών σε μία ενιαία λύση.

Πάνω από 200 add ons παρέχουν υποστήριξη για εμπορικά σήματα, συσκευές, τεχνολογίες και πρωτόκολλα επικοινωνίας. Παραδείγματα είναι τα Z-Wave, Philips Hue, Amazon Echo, Chromecast και Sonos. Όλα τα διαθέσιμα πρόσθετα και υποστηριζόμενες συσκευές ή / και λειτουργίες στη διεύθυνση: <http://docs.openhab.org/addons/bindings.html>.



- Home Automation Solutions: Z-Wave, EnOcean, Netatmo, Homematic, Insteon.
- Lighting: Philips Hue, Ikea Trådfri, LIFX, Lutron, Milight.
- Heating: Max!, Nest, Vitotronic, Heatmiser.
- Home Entertainment: Samsung TV, LG TV, Sonos, Pioneer AVR, Squeezebox, Kodi, Plex.
- Security: ZoneMinder, DSC.
- Open Protocols: HTTP, TCP/UDP, MQTT, Serial.
- Special UseCases: Minecraft, Tesla Car, Weather Services.

Home-Assistant.io

Το Home Assistant είναι μια πλατφόρμα αυτοματισμού ανοικτού κώδικα που λειτουργεί με Python 3.



Freedomotic

Το Freedomotic είναι ένα ευέλικτο και ασφαλές framework ανάπτυξης ανοικτού κώδικα, IoT, χρήσιμο για την κατασκευή και διαχείριση σύγχρονων έξυπνων χώρων.



Τα περιφερειακά

Μέχρι τώρα έχουμε κάνει αναφορά στην δομή του open source μικροϋπολογιστή, στον τρόπο με τον οποίο μπορούμε να συνδέσουμε αισθητήρια στο gpio του raspberry, δώσαμε παράδειγμα ελέγχου φωτισμού μέσω του μικροϋπολογιστή, ενώ αναφερθήκαμε στο πιο δημοφιλές πρόγραμμα υλοποίησης εφαρμογών IoT, το Node Red, καθώς και σε άλλες εφαρμογές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην υλοποίηση κτιριακού αυτοματισμού μέσω IoT.

Σε αυτή τη παράγραφο θα κάνουμε αναφορά στα περιφερειακά αισθητήρια και add on hats που μπορούν να συνδεθούν στο raspberry ώστε να υλοποιηθεί το δίκτυο του αυτοματισμού. Τα αισθητήρια που περιγράφονται είναι ενδεικτικά λόγω της μεγάλης πληθώρας αυτών.

Αισθητήρια Θερμοκρασίας - Υγρασίας

Στην πλακέτα του Raspberry μπορούν να συνδεθεί πληθώρα από Low Cost αισθητήρια θερμοκρασίας όπως :

Water Proof DS18B20 Digital temperature sensor

Αυτή είναι μια προ-ενσύρματη και αδιάβροχη έκδοση του αισθητήρα DS18B20. Εύχρηστο όταν χρειάζεται μέτρηση σε μακρινή απόσταση ή σε υγρές συνθήκες. Ο αισθητήρας είναι καλός για μετρήσεις μέχρι τους 125 ° C και το καλώδιο είναι καλυμμένο με PVC. Επειδή είναι ψηφιακός, δεν έχετε υποβάθμιση σήματος ακόμη και σε μεγάλες αποστάσεις! Αυτοί οι ψηφιακοί αισθητήρες θερμοκρασίας 1-καλωδίου είναι αρκετά ακριβείς ($\pm 0,5$ ° C σε μεγάλο βαθμό) και μπορούν να δώσουν μέχρι και 12 bit ακρίβειας από τον ενσωματωμένο μετατροπέα ψηφιακού σε αναλογικό. Λειτουργούν τέλεια με κάθε μικροελεγκτή χρησιμοποιώντας έναν και μοναδικό ψηφιακό ακροδέκτη.



Εικόνα 35. Water Proof DS18B20 Digital temperature sensor

AM2302 Temperature - Humidity sensor

Ο AM2302 είναι μια ενσύρματη έκδοση του DHT22, σε ένα μεγάλο πλαστικό σώμα. Είναι ένας βασικός, χαμηλού κόστους ψηφιακός αισθητήρας θερμοκρασίας και υγρασίας. Χρησιμοποιεί έναν χωρητικό αισθητήρα υγρασίας και ένα θερμίστορ για τη μέτρηση του περιβάλλοντος αέρα και εκπέμπει ένα ψηφιακό σήμα στον ακροδέκτη δεδομένων (δεν χρειάζονται αναλογικοί ακροδέκτες εισόδου). Είναι αρκετά απλό στη χρήση, αλλά απαιτεί προσεκτικό χρονοισμό για να αρπάξει τα δεδομένα. Το μόνο πραγματικό μειονέκτημα αυτού του αισθητήρα είναι ότι μπορείτε να λαμβάνετε μόνο νέα δεδομένα από αυτό μία φορά κάθε 2 δευτερόλεπτα.



Εικόνα 36. AM 2302 temperature humidity sensor

Panel Temperature Meter

Τοποθετήστε έναν μετρητή θερμοκρασίας οπουδήποτε με αυτή την πολύ εύχρηστη οθόνη. Αυτός ο μετρητής οθόνης εμφανίζει τη θερμοκρασία του συνδεδεμένου αδιάβροχου θερμοστάτη 1% σε ° C. Απαιτεί μια τάση συνεχούς ρεύματος για λειτουργία, σε 4,5-30VDC. Έχει προστασία αντίστροφης πολικότητας σε περίπτωση που αλλάξετε τυχαία τα καλώδια ρεύματος.

Για να χρησιμοποιήσετε, απλά συνδέστε το λεπτό κόκκινο καλώδιο σε μια θετική παροχή και το λεπτό μαύρο καλώδιο στη γείωση. Η οθόνη διαθέτει έναν μικροελεγκτή ο οποίος θα διαβάζει την αντίσταση των θερμίστορ και θα εμφανίζει την αντίστοιχη θερμοκρασία από -30°C έως 70°C με ακρίβεια 1°C σε μια τριψήφια οθόνη των 7 επιπέδων ύψους 0,56". τον μικροελεγκτή και την οθόνη. Η συγκεκριμένη οθόνη LED είναι ένα ωραίο ζωντανό μπλε, το οποίο βρήκαμε πολύ ευανάγνωστο. Για να τοποθετήσετε το περίβλημα σας, απλά κόψτε ένα ορθογώνιο $45.5\text{mm} \times 26.5\text{mm}$ και ασφαλίστε το.



Εικόνα 37. Panel temperature sensor

Platinum RTD Temperature Sensor

Για την ακριβή ανίχνευση θερμοκρασίας χρησιμοποιούμε αισθητήρια RTD. Οι ανιχνευτές θερμοκρασίας RTD είναι αισθητήρες θερμοκρασίας που περιέχουν αντίσταση που αλλάζει την τιμή της καθώς αλλάζει η θερμοκρασία της, είναι βασικά ένα είδος θερμίστορ. Σε αυτόν τον αισθητήρα, η αντίσταση είναι στην πραγματικότητα μια μικρή λωρίδα πλατίνας με αντίσταση 100 ohms στους 0°C , και έτσι το όνομα PT100. Σε σύγκριση με τα περισσότερα NTC / PTC θερμοστάτες, ο τύπος PT της RTD είναι πολύ πιο σταθερός και ακριβής (αλλά και πιο ακριβός) Τα PT100 χρησιμοποιούνται εδώ και πολλά χρόνια για τη μέτρηση της θερμοκρασίας σε εργαστηριακές και βιομηχανικές διεργασίες και έχουν αναπτύξει φήμη για ακρίβεια από τα θερμοστοιχεία), επαναληψιμότητα και σταθερότητα.

Αυτός ο αισθητήρας PT100 υψηλής θερμοκρασίας είναι εξοπλισμένος με ασπίδα από ανοξείδωτο χάλυβα που είναι κατάλληλη για έως και 550°C .

Χαρακτηριστικά PT100:

- Το υλικό αντίστασης είναι Platinum με τιμή 100 ohm σε θερμοκρασία 0 ° C
- Η πλατίνα έχει θετικό συντελεστή θερμοκρασίας αντίστασης. η αντίσταση αυξάνεται με την αύξηση της θερμοκρασίας
- Η διακύμανση της αντίστασης είναι συνάρτηση της θερμοκρασίας: $0,385\Omega / ^\circ C$ ονομαστική
- Υψηλή ακρίβεια και σταθερότητα σε σύγκριση με θερμοστοιχεία, αισθητήρες θερμοκρασίας με βάση το πυρίτιο ή θερμοστάτες



Εικόνα 38. *RTD temperature sensor*

Αισθητήρια Φωτεινότητας

Εκτός από τα αισθητήρια θερμοκρασία και υγρασίας που είδαμε στις προηγούμενες παραγράφους, μπορούμε να συνδέσουμε και αισθητήρια φωτεινότητας όπως :

Φωτοκύτταρο CDS

Τα CdS cells είναι μικροί αισθητήρες φωτός. Καθώς η επιφάνειά του, εκτίθεται σε περισσότερο φως, η αντίσταση μειώνεται. Όταν υπάρχει μεγάλη έκθεση στο φως, η αντίσταση είναι περίπου 5-10KΩ, ενώ όταν είναι στο σκοτάδι πηγαίνει μέχρι 200KΩ.

Για να το χρησιμοποιήσετε, συνδέστε τη μία πλευρά της κυψέλης φωτογραφιών (είτε μία, συμμετρική της) με την τροφοδοσία (για παράδειγμα 5V) και την άλλη πλευρά με τον αναλογικό πόλο εισόδου του μικροελεγκτή. Στη συνέχεια, συνδέστε μια αντιστάθμιση pull-down 10K από το αναλογικό ακροδέκτη στη γείωση.



Εικόνα 39. CDS Ανιχνευτής Φωτεινότητας

TSL2561 Αισθητήρας Φωτεινότητας

Ο αισθητήρας φωτεινότητας TSL2561 είναι ένας προηγμένος ψηφιακός αισθητήρας φωτός, ιδανικός για χρήση σε ευρύ φάσμα καταστάσεων φωτός. Σε σύγκριση με τα CdS κελιά χαμηλού κόστους, αυτός ο αισθητήρας είναι πιο ακριβής, επιτρέποντας ακριβείς υπολογισμούς lux και μπορεί να ρυθμιστεί για διαφορετικές κλίμακες κέρδους / χρονισμού για να ανιχνεύσει εύρος φωτισμού από έως και 0.1 - 40.000+ Lux κατά τη διάρκεια της εκκίνησης. Το καλύτερο μέρος αυτού του αισθητήρα είναι ότι περιέχει τόσο διόδους υπέρυθρων όσο και πλήρους φάσματος! Αυτό σημαίνει ότι μπορείτε να μετρήσετε χωριστά το υπέρυθρο, το πλήρες φάσμα ή το ανθρώπινο ορατό φως. Οι περισσότεροι αισθητήρες μπορούν να ανιχνεύσουν μόνο το ένα ή το άλλο, το οποίο δεν αντιπροσωπεύει με ακρίβεια τα ανθρώπινα μάτια (αφού δεν μπορούμε να αντιληφθούμε το φως IR που ανιχνεύεται από τις περισσότερες φωτοδιόδους)



Εικόνα 40. TSL2561 Αισθητήρας Φωτεινότητας

Αισθητήρια Στάθμης

Εκτός των άλλων μπορούμε να συνδέσουμε και αισθητήρια στάθμης υγρών όπως:

Optomax Digital Liquid Level Sensor

Οι διακόπτες ελέγχου υγρών Optomax Digital είναι μια έξυπνη λύση όταν χρειάζεστε ένα μικρό αισθητήρα για την ανίχνευση υγρού / νερού: εξαιρετικά εύκολο στη χρήση και πολύ ανθεκτικό!

Μέσα στο πλαστικό περίβλημα του αισθητήρα υπάρχει LED υπέρυθρης ακτινοβολίας (IR) και ένα φωτοτρανζίστορ. Όταν βρίσκεται εκτός υγρού, το φως IR αναπηδά πίσω στον αισθητήρα.. Όταν το άκρο ανίχνευσης είναι βυθισμένο σε υγρό, το φως IR διαφεύγει και το τρανζίστορ απενεργοποιείται. Ο αισθητήρας μπορεί να ανιχνεύσει την παρουσία ή την απουσία σχεδόν οποιουδήποτε υγρού τύπου. με βάση το πετρέλαιο ή το νερό. Δεν είναι ευαίσθητο στο φως του περιβάλλοντος και δεν επηρεάζεται από αφρό όταν είναι στον αέρα ή από μικρές φυσαλίδες όταν είναι σε υγρό.

Η έξοδος λογικής στάθμης του μικροελεγκτή είναι τύπου push-pull και μπορεί να βυθιστεί και να φτάσει έως και 100mA σε τάση τροφοδοσίας από 4,5 έως 15,4VDC - ώστε να μπορείτε να τον χρησιμοποιήσετε ακόμη και για να ελέγξετε απευθείας ένα τρανζίστορ ή ίσως και ένα μικρό ρελέ.

Απλά συνδέστε το μπλε / μαύρο καλώδιο στη γείωση, το κόκκινο καλώδιο στα 4,5-15,4VDC και κοιτάζτε την έξοδο με το πολυμέτρη ή τον μικροελεγκτή. Όταν στεγνώσει η έξοδος είναι ίδια με το κόκκινο σύρμα. Όταν είναι υγρό, η έξοδος είναι 0V. Σημειώστε ότι είναι αρκετά ευαίσθητα, οποιοδήποτε υγρό στον αισθητήρα (π.χ. σταγονίδια στην επιφάνεια) μπορεί να το ενεργοποιήσει.

Έρχεται σε ένα χημικώς ανθεκτικό υλικό περιβλήματος Polysulfone - η βασική επιλογή για τις περισσότερες εφαρμογές - για εξωτερική συναρμολόγηση αισθητήρα και για χρήση σε σπάντα θερμοκρασίες λειτουργίας (-25 έως 80 ° C).

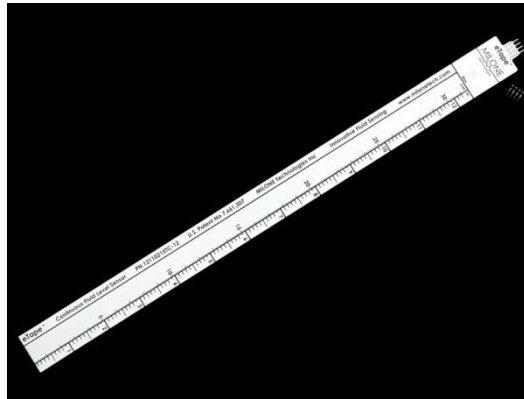


Εικόνα 41. Optomax Liquid Level Sensor

eTape Liquid Level Sensor

Ο αισθητήρας στάθμης υγρού eTape είναι ένας αισθητήρας στερεάς κατάστασης με μια αντίσταση εξόδου που ποικίλλει ανάλογα με το επίπεδο του υγρού. Απαλείφει τους μηχανικούς πλωτήρες και συνδέει εύκολα με τα ηλεκτρονικά συστήματα ελέγχου. Ο φάκελος του αισθητήρα eTape συμπιέζεται από την υδροστατική πίεση του ρευστού στο οποίο

βυθίζεται. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα μια αλλαγή στην αντίσταση που αντιστοιχεί στην απόσταση από την κορυφή του αισθητήρα στην επιφάνεια του υγρού. Η αντίσταση του αισθητήρα είναι αντιστρόφως ανάλογη προς το ύψος του υγρού: όσο χαμηλότερη είναι η στάθμη του υγρού, τόσο μεγαλύτερη είναι η αντίσταση στην έξοδο. όσο υψηλότερη είναι η στάθμη του υγρού, τόσο μικρότερη είναι η αντίσταση εξόδου.



Εικόνα 42. eTape Liquid Level Sensor

Αισθητήρια Παρουσίας

Οι αισθητήρες PIR χρησιμοποιούνται για την ανίχνευση κίνησης από κατοικίδια ζώα / ανθρωποειδή από περίπου 20 πόδια μακριά. Ο ανιχνευτής έχει μια ρυθμιζόμενη καθυστέρηση πριν την ενεργοποίηση (περίπου 2-4 δευτερόλεπτα), ρυθμιζόμενη ευαισθησία και συμπεριλαμβάνει ένα καλώδιο 30 cm με υποδοχή, ώστε να μπορείτε εύκολα να επανατοποθετήσετε τον αισθητήρα.



Εικόνα 43. Αισθητήρας PIR

Λοιπά Αισθητήρια

Εκτός από τα παραπάνω αισθητήρια , τα οποία χρησιμοποιούνται ευρέως στον τομέα του κτιριακού αυτοματισμού , στον μικροελεγκτή μπορούν να συνδεθούν και αισθητήρια όπως

Αισθητήριο ποιότητας αέρα

Αυτός ο αισθητήρας του που μπορεί να ανιχνεύσει ένα ευρύ φάσμα πτητικών οργανικών ενώσεων (VOCs) και προορίζεται για την παρακολούθηση της ποιότητας του εσωτερικού αέρα. Όταν συνδέεται με τον μικροελεγκτή σας (εκτελώντας τον κωδικό βιβλιοθήκης μας), θα επιστρέψει την ανάγνωση της Total Volatile Organic Compound (TVOC) και ισοδύναμη ανάγνωση διοξειδίου του άνθρακα (eCO₂) .



Εικόνα 44. Air Quality Sensor

Βιομετρικός Αναγνώστης

Αυτός ο αισθητήρας οπτικού αποτυπώματος all-in-one θα κάνει την ανίχνευση και επαλήθευση των δακτυλικών αποτυπωμάτων πολύ απλή. Αυτές οι ενότητες χρησιμοποιούνται συνήθως σε χρηματοκιβώτια - υπάρχει ένα τροφοδοτημένο τσιπ DSP υψηλής ισχύος που κάνει την απόδοση εικόνας, τον υπολογισμό, την εύρεση στοιχείων και την αναζήτηση. Συνδέστε σε οποιονδήποτε μικροελεγκτή ή σύστημα με σειριακό TTL και στείλτε πακέτα δεδομένων για λήψη φωτογραφιών, ανίχνευση εκτυπώσεων, κατακερματισμό και αναζήτηση. Μπορείτε επίσης να εγγράψετε νέα δάχτυλα απευθείας - έως και 162 αποτυπώσεις δακτυλικών αποτυπωμάτων μπορούν να αποθηκευτούν στην ενσωματωμένη μνήμη FLASH. Υπάρχει μια κόκκινη λυχνία LED στο φακό που ανάβει κατά τη διάρκεια μιας φωτογραφίας, ώστε να γνωρίζετε την εργασία της.

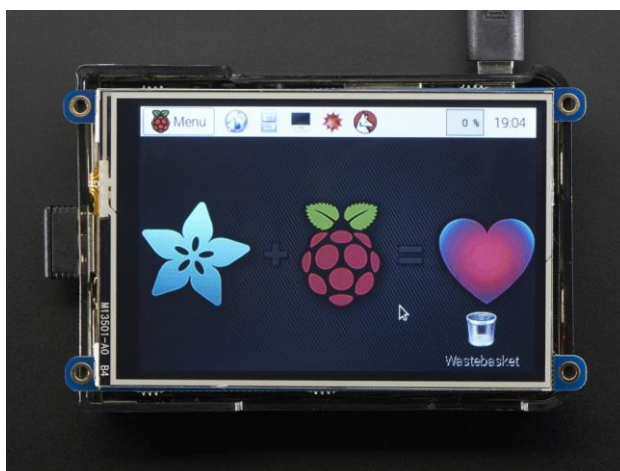


Εικόνα 45. Biometric Reader

TFT Οθόνη Χειρισμού & Απεικόνισης

Αυτή η Pi TFT 3.5 " οθόνη έχει σχεδιαστεί για να ταιριάζει στο Pi Zero, Pi 3, Pi 2 ή Model A + / B + (οποιοδήποτε Pi με βύσμα 2x20).

Η οθόνη χρησιμοποιεί τους ακροδέκτες SPI υλικού (SCK, MOSI, MISO, CE0, CE1) καθώς και GPIO # 25 και # 24. Το GPIO # 18 μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να μειώσει τον οπίσθιο φωτισμό PWM αν θέλετε. Όλοι οι άλλοι ακροδέκτες GPIO δεν χρησιμοποιούνται.



Εικόνα 46. Pi TFT 3.5 " οθόνη

RGB Οθόνη Χειρισμού & Απεικόνισης

Είναι μια πλακέτα Pi που σας επιτρέπει να ελέγχετε μια LCD 16x2 χαρακτήρων, μέχρι 3 ακίδες οπίσθιου φωτισμού και 5 ακίδες ηλεκτρολογίου χρησιμοποιώντας μόνο τους δύο ακροδέκτες I2C στο R-Pi! Αυτή η πλακέτα pi είναι ιδανική όταν θέλετε να δημιουργήσετε ένα αυτόνομο έργο με τη δική του διεπαφή χρήστη. Τα 4 κουμπιά κατευθύνσεων μαζί με το

πλήκτρο επιλογής επιτρέπει τον βασικό έλεγχο χωρίς να χρειάζεται να επισυνάψετε έναν ογκώδη υπολογιστή.



Εικόνα 47. RGB οθόνη

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 10

“Η ΕΠΟΧΗ ΤΟΥ ΙΟΤ ΣΤΟ BUILDING AUTOMATION”

Το Παρόν

Η αλήθεια είναι ότι ζούμε τις μέρες, όπου ο όρος της τεχνολογίας του IoT έχει αρχίσει να κάνει αισθητή την παρουσία του όχι μόνο στον κόσμο του Building Automation και κατ' επέκταση στο BEMS του κτιρίου , αλλά γενικότερα στην ζωή μας.

Ολοένα και περισσότερες οικιακές συσκευές όπως οι κλιματιστικές μονάδες δωματίου (split Units), αφυγραντήρες , ψυγεία , φωτισμός και συστήματα συναγερμού αποκτούν δυνατότητα σύνδεσης στο διαδίκτυο παρέχοντας στο χρήστη , χρήσιμες απομακρυσμένες πληροφορίες αλλά και απομακρυσμένο έλεγχο.

Ομοίως και στις μεγάλες κτιριακές εγκαταστάσεις αρχίζει να μπαίνει η τεχνολογία του IoT . Αυτό σημαίνει ότι οι νέες εγκαταστάσεις υλοποιούνται με συστήματα διαχείρισης που στηρίζονται στα υβριδικά συστήματα , με τα οποία όπως είδαμε στο σχετικό κεφάλαιο , ο κεντρικός ελεγκτής αναλαμβάνει την επικοινωνία με παραδοσιακά πρωτόκολλα , και με την βοήθεια πλατφόρμας web server , όλα τα δεδομένα , οι μετρήσεις και τα γραφήματα εμφανίζονται σε γραφικό περιβάλλον του διαδικτύου.

Αντίστοιχα και οι παλιές κτιριακές εγκαταστάσεις, κάνουν σημαντικά βήματα προς την διασύνδεση των υφιστάμενων συστημάτων σε νεότερες τεχνολογίες που εφόσον το επιτρέπουν οι υφιστάμενες κτιριακές συνθήκες , μπορούν να υποστηρίξουν τεχνολογίες IoT.

Το Μέλλον

Το μέλλον του κτιριακού αυτοματισμού και της ενεργειακής διαχείρισης με χρήση της τεχνολογίας IoT, φαίνεται λαμπρό ενώ η αλήθεια είναι ότι φαντάζει να είναι μονόδρομος. Η ευρεία χρήση της τεχνολογίας σε ολοένα και περισσότερους τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας, οδηγεί και θα οδηγεί τους κατασκευαστές συστημάτων κτιριακού αυτοματισμού σε λύσεις η οποίες θα στηρίζονται στην εν λόγω τεχνολογία.

Αυτό σημαίνει ότι σταδιακά θα πάσουν να υπάρχουν κλειστά πρωτόκολλα επικοινωνίας, θα πάσουν να προκύπτουν προβλήματα compatibility διαφόρων ελεγκτών λόγω των διαφορετικών πρωτοκόλλων επικοινωνίας.

Θα οδηγηθούμε σε μια και κοινή πλατφόρμα επικοινωνίας μέσω TCP/IP πρωτοκόλλου , όπου πλήθος Low Cost μικροϋπολογιστών όπως το Raspberry Pi που είδαμε στο προηγούμενο κεφάλαιο , θα είναι κατανεμημένοι σε πίνακες ΑΚΕ και θα αναλαμβάνουν τον έλεγχο και το energy Management του κτιρίου.

Σίγουρα υπάρχουν σκόπελοι που πρέπει να ξεπεραστούν , όπως το γεγονός ότι για τις open source board συσκευές που αναπτύχθηκαν σε προηγούμενο κεφάλαιο δεν έχει αναπτυχθεί ακόμα λογισμικά scada τα οποία αν δύναται να υποστηρίξουν large scale κτιριακές εγκαταστάσεις.

Επίσης το γεγονός ότι όλοι οι παραπάνω IoT ελεγκτές δεν έχουν αναπτύξει ακόμα ένα user friendly interface που θα επιτρέπει τον μέσω integrator να πραγματοποιήσει εύκολα και γρήγορα το commissioning και την υλοποίηση του Bms , σίγουρα αποτελεί ένα ακόμα σκόπελο.

Το σίγουρο είναι ότι οι εξελίξεις στο χώρο της τεχνολογίας του κτιριακού αυτοματισμού και της ενεργειακής διαχείρισης κτιρίου , οι ανάγκες της υλοποίησης αξιόπιστων συστημάτων κτιριακής διαχείρισης με το μικρότερο δυνατό κόστος, και η αυξημένη ανταγωνιστικότητα της αγοράς , θα οδηγήσει στην σταδιακή και καθολική επικράτηση του μοντέλου της τεχνολογίας IoT σε όλους τους τομείς.

Βιβλιογραφία

- [1] Κ.Α.Π.Ε (1997), "Οδηγός συστημάτων ενεργειακής διαχείρισης κτιρίων.
- [2] " Ευφυή και έμπειρα συστήματα διαχείρισης πόρων σε κτίρια ", (2009) Διδακτορική διατριβή Ιατρόπουλος Κωνσταντίνος.
- [3] Katharina Kowalski, Sigrid Stagl, Reinhard Madlener, Ines Omann (2009), "Sustainable energy futures: Methodological challenges in combining scenarios and participatory multi-criteria analysis", European Journal of Operational Research, Volume 197, Issue 3, 16 September 2009, Pages 1063-1074.
- [4] Architectural Record (1953), "Commercial buildings", New York : F.W. Dodge.
- [5] Gordon S. Vincent, John Peacock (1985), "The automated building ", Architectural Press.
- [6] Abraham Warszawski (1999), "Industrialized and automated building systems ", Taylor & Francis.
- [7] Derek J. Croome (2004), "Intelligent buildings: design, management and operation ", Thomas Telford.
- [8] "The market of smart building technologies: barriers and opportunities"
M. Zinzi, G. Fasano
- [9] "ΚΕΝΑΚ Κανονισμός Ενεργειακής Απόδοσης Κτιρίων"
- [10] "Σχεδιασμός, ανάπτυξη και υλοποίηση αυτοματισμών για εξοικο-νόμηση ενέργειας σε κτίρια με IPv6 ασύρματα δίκτυα αισθητήρων" (2013) Μεταπτυχιακή Εργασία , Φίλιος Μιχαήλ
- [11] "Internet Of Think" (2016) Πτυχιακή Εργασία, Μούρτου Αλεξία
- [12] "IOT based Energy Management System by Using Raspberry pi ARM cortex" (2016) International Journal of Engineering Research and General Science Volume 4

- [13] "Heating, Ventilation and Air Conditioning System Using RASPBERRY PI and Interfacing Touch Screen" (2016) International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)
- [14] "Internet Of Think" (2017) Μεταπτυχιακή Εργασία, Παπασταθοπούλου Αλεξάνδρα
- [15] "Οδηγός για Raspberry Pi Model B" (2017) Πτυχιακή Εργασία, Ανδρουλάκης Άγγελος
- [16] "Ολιστική Ενεργειακή Θεώρηση Κτιρίων" (2014) Μεταπτυχιακή Εργασία, Σακκά Αγγελική
- [17] "Optimization of HVAC Control System Strategy Using Two- Objective Genetic Algorithm", HVAC&R Research 07/01/2005. Nabil Nassif
- [18] www.pubnub.com/blog/2016-05-03-why-you-need-a-data-stream-network-for-internet-of-things
- [19] www.artisenergy.com/blog/internet-of-things-energy-management
- [20] www.rcrwireless.com/20160808/internet-of-things/building-management-system-tag31-tag99
- [21] www.facilityexecutive.com/2016/12/smart-buildings-get-smarter-with-iot
- [22] www.zdnet.com/pictures/10-alternatives-to-the-raspberry-pi/4/
- [23] www.elprocus.com/building-the-internet-of-things-using-raspb
- [24] <http://noderedguide.com/>
- [25] www.rs-online.com/designspark/home-automation-with-raspberry-pi-2-and-node-red
- [26] www.ibm.com/blogs/bluemix/2017/03/add-decision-automation-node-red-flows-20-minutes/
- [27] www.networkworld.com/article/3075329/internet-of-things/node-red-wiring-the-raspberry-pi-to-the-iot.html
- [28] www.adafruit.com