



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΘΕΜΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

"ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑΣ ΙΟΤ ΓΙΑ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΓΙΑ ΜΙΚΡΟΕΛΕΚΤΕΣ"



ΟΝΟΜΑ ΦΟΙΤΗΤΗ:

ΚΡΙΚΑΣ ΑΓΓΕΛΟΣ ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:

ΑΒΡΑΑΜ ΧΑΤΖΟΠΟΥΛΟΣ

ΑΙΓΑΛΕΩ, ΦΕΒΡΟΥΑΡΙΟΣ 2020

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Άγγελος Ευάγγελος Κρίκας του Νέστορα, φοιτητής του Τμήματος Μηχανικών Βιομηχανικής Σχεδίασης και Παραγωγής του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, πριν αναλάβω την εκπόνηση της Πτυχιακής Εργασίας μου, δηλώνω ότι ενημερώθηκα για τα παρακάτω:

«Η Πτυχιακή Εργασία (Π.Ε) αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο του συγγραφέα, όσο και του Ιδρύματος και θα πρέπει να έχει μοναδικό χαρακτήρα και πρωτότυπο περιεχόμενο.

Απαγορεύεται αυστηρά οποιοδήποτε κομμάτι κειμένου της να εμφανίζεται αυτούσιο ή μεταφρασμένο από κάποια άλλη δημοσιευμένη πηγή. Κάθε τέτοια πράξη αποτελεί προϊόν λογοκλοπής και εγείρει θέμα Ηθικής Τάξης για τα πνευματικά δικαιώματα του άλλου συγγραφέα. Αποκλειστικός υπεύθυνος είναι ο συγγραφέας της Π.Ε, ο οποίος φέρει και την ευθύνη των συνεπειών, ποινικών και άλλων, αυτής της πράξης.

Πέραν των όποιων ποινικών ευθυνών του συγγραφέα, σε περίπτωση που το Ίδρυμα του έχει απονείμει Πτυχίο, αυτό ανακαλείται με απόφαση της Συνέλευσης του Τμήματος. Η Συνέλευση του Τμήματος με νέα απόφασή της, μετά από αίτηση του ενδιαφερόμενου, του αναθέτει εκ νέου την εκπόνηση Π.Ε με άλλο θέμα και διαφορετικό επιβλέποντα καθηγητή. Η εκπόνηση της εν λόγω Π.Ε πρέπει να ολοκληρωθεί εντός τουλάχιστον ενός ημερολογιακού βμήνου από την ημερομηνία ανάθεσής της.

Ο Δηλών

Ημερομηνία

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον καθηγητή κ. Αβραάμ Χατζόπουλο κυρίως για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε, την υπομονή που έκανε και την βοήθεια που μου παρείχε κατά την εκπόνηση της πτυχιακής μου εργασίας. Η καθοδήγησή του ήταν άμεση, πάντα επί του θέματος και καθοριστική, δίχως αοριστολογίες. Θα ήθελα να ευχαριστήσω ακόμα, όλους του καθηγητές του Τεχνικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος ΠΕΙΡΑΙΑ για τις πολύτιμες γνώσεις που μου προσέφεραν όλα αυτά τα χρόνια.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να δώσω στους συμφοιτητές μου και φίλους μου Ειρήνη Διαμάντη και Κωνσταντίνο Τσιώμο, για τη βοήθεια και τη συνεργασία που είχαμε όλο αυτό το διάστημα.

Θα ήθελα επίσης να απευθύνω τις ευχαριστίες μου στους γονείς μου, οι οποίοι στήριξαν τις σπουδές μου με διάφορους τρόπους, φροντίζοντας για την καλύτερη δυνατή μόρφωσή μου, για την ηθική συμπαράσταση και οικονομική υποστήριξη που μου πρόσφεραν όλα τα χρόνια των σπουδών μου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Το Internet of Things, μεταφράζοντάς το ακριβώς, σημαίνει "Διαδίκτυο των Πραγμάτων". Ουσιαστικά, είναι ένας όρος που περιλαμβάνει οποιαδήποτε ηλεκτρική ή ηλεκτρονική συσκευή που συνδέεται στο διαδίκτυο χωρίς να είναι υπολογιστής, κινητό, ή tablet [1].

Ο σκοπός μας είναι να αναπτύξουμε μία πλατφόρμα IoT για εφαρμογές με μικροελεγκτές, δηλαδή να αναπτύξουμε μία πλατφόρμα για το Διαδίκτυο των Πραγμάτων. Στην ουσία θέλουμε να δείξουμε τον τρόπο εγκατάστασης μίας IoT πλατφόρμας με συγκεκριμένα βήματα στον τοπικό υπολογιστή μας και στη συνέχεια, αφού δουλέψει στο πραγματικό μηχανήμα, στο διαδίκτυο.

Η κάτωθι πτυχιακή εργασία έχει ως σκοπό την επικοινωνία ενός μικροελεγκτή με μια βάση δεδομένων. Οι μετρήσεις που θα λαμβάνουμε μέσω κάποιων αισθητήρων θα αποθηκεύονται στον διακομιστή, εντός μίας βάσης δεδομένων, τις οποίες μπορούμε να βλέπουμε οποιαδήποτε στιγμή. Με τη βοήθεια του προγράμματος XAMPP, φτιάξαμε τον δικό μας διακομιστή στον υπολογιστή, καθώς το οποίο περιέχει διερμηνέα για κώδικα γραμμένο σε γλώσσα προγραμματισμού PHP. Με τον κώδικα PHP έγινε η σύνδεση μεταξύ του διακομιστή και του μικροελεγκτή. Στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκε το πρόγραμμα GRAFANA, ένα δωρεάν πρόγραμμα με ένα περιβάλλον που είναι ευανάγνωστο για το κοινό. Το GRAFANA παίρνει τις τιμές από το XAMPP και τις μετατρέπει σε γραφήματα όπου εμείς φτιάχνουμε. Το περιβάλλον αυτό είναι εγκατεστημένο στον server CentOS 8 το οποίο βρίσκεται σε μία εικονική μηχανή, Oracle VM VirtualBox.

Για μικροελεγκτή χρησιμοποιήσαμε το NodeMCU 1.0 (ESP-12E Module) καθώς αποτελεί ένα χαμηλού κόστους μικροτσιπ με σύνδεση στο διαδίκτυο, εύκολο στη χρήση. Τα αισθητήρια που χρησιμοποιήθηκαν είναι το DHT11 για τη θερμοκρασία και την υγρασία, και για τη φωτεινότητα το KY-018. Ο μικροελεγκτής μαζί με τα αισθητήρια έχουν τοποθετηθεί στο εσωτερικό ενός σπιτιού στο σαλόνι.

ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

Grafana, IoT, ESP, Μικροελεγκτής

ABSTRACT

Internet of Things, which translates exactly, means "the Internet of Things." Essentially, it is a term that includes any electrical or electronic device connected to the Internet without being a computer, mobile phone, or tablet [1].

Our goal is to develop an IoT platform for applications with microcontrollers, that is, to develop a platform for the Internet of Things. In essence, we want to show you how to install an IoT platform with specific steps on your local computer and then after working on the actual machine on the internet.

The following thesis aims to establish communication between a microcontroller and a database. The measurements that we will receive through some sensors, will be stored in a database of a server, which we can access at any time. With the help of the XAMPP program, we made our own server on the computer, which contains an interpreter for code written in PHP programming language. With the PHP code, the connection between the server and the microcontroller was made. Next, the GRAFANA program was used, as an open source program with an environment that is legible to the public. GRAFANA takes the measurements from XAMPP and converts them into graphs that we create. This environment is installed on a CentOS 8 server, located on a Oracle VM VirtualBox.

The microcontroller we used is the NodeMCU 1.0 (ESP-12E Module) as it is a low-cost and easy to use microchip with internet connection capabilities. The sensors used are the DHT11 for temperature and humidity, and the KY-018 for brightness. The microcontroller, along with the sensors, are placed inside a house, in the living room.

KEYWORDS

Grafana, IoT, ESP, Micro-controller

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	ii
ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ.....	iii
ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	iv
ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ.....	iv
ABSTRACT	v
KEYWORDS	v
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ	vi
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ	viii
ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ.....	ix
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ	1
Γιατί σήμερα μιλάμε για IoT	1
Επτά λόγοι για τους οποίους το IoT είναι απαραίτητο για τις επιχειρήσεις.....	2
Μερικά από τα πλεονεκτήματα του IoT είναι τα ακόλουθα:	3
Μερικά από τα μειονεκτήματα του IoT είναι τα ακόλουθα:	3
Πρωτόκολλα.....	3
Πλατφόρμες.....	4
Μικροελεγκτές	4
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑΣ IoT.....	8
Εγκατάσταση και παραμετροποίηση του Oracle VM VirtualBox	8
Τύπος αρχείου σκληρού δίσκου.	10
Αποθήκευση σε πραγματικό σκληρό δίσκο.	10
Θέση αρχείου και μέγεθος.....	11
CENTOS 8 SERVER ΡΥΘΜΙΣΕΙΣ.....	11

Σύστημα.....	11
Οθόνη	11
Αποθήκευση	12
Δίκτυο.....	12
ΡΥΘΜΙΣΕΙΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ CENTOS LINUX 8.....	12
Προορισμός εγκατάστασης (Installation Destination)	13
Ρυθμίσεις χρήστη (User settings)	13
ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΕΠΙΣΚΕΠΤΗ (GUEST ADDITION).....	14
Ορισμός της λειτουργίας επισκέπτη.....	14
Βήματα εγκατάστασης λειτουργία επισκέπτη.....	14
Αποδοχή άδειας πληροφοριών (LICENSING).....	14
XAMPP	16
Εγκατάσταση του διακομιστή ιστοσελίδων Apache	17
Εγκατάσταση του διαχειριστικού εργαλείου PhpMyAdmin.....	17
Δημιουργία υποστηρικτικών αρχείων PHP στον φάκελο Htdocs	19
Έλεγχος της πρώτης εφαρμογής.....	19
GRAFANA.....	20
Εγκατάσταση της εφαρμογής IoT Grafana	20
Grafana port.....	21
Έναρξη του προγράμματος Grafana.....	21
Σύνδεση του Grafana με τη βάση δεδομένων του Mysql.....	21
Δημιουργία διαχειριστικού ταμπλό/πίνακα της πλατφόρμας IoT Grafana (Create Dashboard)	22
ΟΔΗΓΙΕΣ ΜΕΤΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΟΥ GRAFANA IOT ΣΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ	23
Αλλαγές στις ρυθμίσεις της κάρτας δικτύου του Centos	23

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΥΛΙΚΟΥ ΜΕΡΟΥΣ ΤΗΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ	24
ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΥΛΙΚΟΥ ΜΕΡΟΥΣ (HARDWARE)	24
Ο μικροελεκτήρας NodeMCU ESP8266-12E	24
Ηλεκτρονικό κύκλωμα	25
Λίστα υλικών	26
ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΣΥΓΓΡΑΦΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ (SOFTWARE)	28
Διάγραμμα Ροής	28
Κώδικας Προγράμματος για την Πειραματική Διάταξη	31
Κώδικας PHP	33
Βιβλιογραφία	37

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΔΙΑΓΡΑΜΜΑΤΩΝ

Εικόνα 1- Oracle VM VirtualBox 6.1.2 [21].....	8
Εικόνα 2-Oracle VM VirtualBox Διαχειριστής.....	9
Εικόνα 3-Σύστημα.....	11
Εικόνα 4-Οθόνη.....	11
Εικόνα 5-Αποθήκευση	12
Εικόνα 6-Δίκτυο	12
Εικόνα 7-Installation Destination	13
Εικόνα 8-User settings.....	13
Εικόνα 9-Σύστημα, βγάζουμε από “Σειρά εκκίνησης” τον οπτικό δίσκο.	13
Εικόνα 10-Licensing.....	14
Εικόνα 11-Εγκατάσταση πακέτων στο φάκελοBaseOS/Packages.....	15
Εικόνα 12-Εγκατάσταση πακέτων στο φάκελο AppStream/Packages.....	15

Εικόνα 13-Διαδικασία ενεργοποίησης του Guest Addition.	16
Εικόνα 14-Αλλαγή από Disabled σε Bidirectional, στις ρυθμίσεις του Centos.	16
Εικόνα 15-"Χειροκίνητη" εισαγωγή μετρήσεων.....	19
Εικόνα 16-Ένδειξη μετρήσεων στον πίνακα.	20
Εικόνα 17-Επιλογή πόρτας για το πρόγραμμα Grafana.	21
Εικόνα 18-Database Connection OK, σύνδεση του Grafana με το Mysql [8].	22
Εικόνα 19-NodeMCU (ESP8266-12E Module) Pinout [7].....	24
Εικόνα 20-Σχέδιο συνδεσμολογίας των εξαρτημάτων σε φυσική μορφή με τη βοήθεια του προγράμματος Fritzing [11].	25
Εικόνα 21-Ηλεκτρονικό κύκλωμα ή σχέδιο ηλεκτρονικού κυκλώματος με τη βοήθεια του προγράμματος Fritzing [11].	25
Εικόνα 22- DHT11 Temperature and Humidity Sensor [13].	26
Εικόνα 23- KY-018 Photoresistor Module Pinout [15].....	27
Εικόνα 24-Πλήρες διάγραμμα ροής με τη βοήθεια του προγράμματος Dia [19].....	28

ΣΥΝΤΟΜΟΓΡΑΦΙΕΣ

μΕ	μικρο-Ελεγκτής
VM	Oracle VM VirtualBox
IoT	Internet of things

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Γιατί σήμερα μιλάμε για IoT

Το IoT μας υπόσχεται να κάνει το περιβάλλον μας, τα σπίτια, τα γραφεία και τα οχήματά μας πιο έξυπνα, πιο μετρήσιμα και πιο ομιλητικά. Έξυπνα ηχεία όπως το Amazon Echo και το Google Home διευκολύνουν την αναπαραγωγή μουσικής, τη ρύθμιση χρονομέτρων ή την παροχή και λήψη πληροφοριών. Τα συστήματα ασφαλείας στο σπίτι διευκολύνουν την παρακολούθησή του το τι συμβαίνει μέσα και έξω από αυτό, ή το να βλέπουμε και να μιλάμε στους επισκέπτες μας. Εν τω μεταξύ, οι έξυπνοι θερμοστάτες μπορούν να μας βοηθήσουν να θερμάνουμε τα σπίτια μας πριν φτάσουμε εκεί καθώς και οι έξυπνοι λαμπτήρες μπορούν να κάνουν να φαίνεται σαν να είμαστε σπίτι ακόμα και όταν είμαστε έξω. Κοιτώντας έξω από το σπίτι, υπάρχουν αισθητήρες οι οποίοι μπορούν να μας βοηθήσουν να κατανοήσουμε πόσο θορυβώδες ή και πόσο μολυσμένο μπορεί να είναι το περιβάλλον. Αυτοκινούμενα αυτοκίνητα και έξυπνες πόλεις θα μπορούσαν να αλλάξουν τον τρόπο με τον οποίο χτίζουμε και διαχειριζόμαστε τους δημόσιους χώρους μας.

Ωστόσο, πολλές από αυτές τις καινοτομίες θα μπορούσαν να έχουν σημαντικές επιπτώσεις στο προσωπικό μας απόρρητο. Το IoT γεφυρώνει το χάσμα μεταξύ του ψηφιακού και του φυσικού κόσμου, πράγμα που σημαίνει ότι η ψηφιακή εισβολή σε συσκευές μπορεί να έχει επικίνδυνες πραγματικές συνέπειες. Η ψηφιακή εισβολή στους αισθητήρες που ελέγχουν τη θερμοκρασία σε ένα σταθμό παραγωγής ενέργειας θα μπορούσε να εξαπατήσει τους χειριστές να λάβουν καταστροφική απόφαση. Ο έλεγχος ενός αυτοκινήτου χωρίς οδηγό θα μπορούσε επίσης να καταλήξει σε ατύχημα [2].

Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων, ή το IoT, αναφέρεται στα δισεκατομμύρια φυσικές συσκευές σε όλο τον κόσμο που είναι τώρα συνδεδεμένες στο Διαδίκτυο, όλες συλλέγουν και μοιράζονται δεδομένα. Χάρη στην άφιξη των εξαιρετικά φθηνών μικρο-υπολογιστών και της πανταχού παρουσίας ασύρματων δικτύων, είναι δυνατόν να μετατρέψουμε οτιδήποτε, από κάτι τόσο μικρό όσο ένα χάπι έως κάτι τόσο μεγάλο όσο ένα αεροπλάνο, σε μέρος του IoT. Η σύνδεση όλων αυτών των διαφορετικών αντικειμένων και η προσθήκη αισθητήρων σε αυτά προσθέτει ένα επίπεδο ψηφιακής νοημοσύνης σε συσκευές που θα ήταν διαφορετικά ανόητες, επιτρέποντάς τους να επικοινωνούν δεδομένα σε πραγματικό χρόνο χωρίς να εμπλέκουν έναν άνθρωπο. Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων καθιστά το ύφασμα του κόσμου γύρω μας πιο έξυπνο και πιο ευαίσθητο, συγχωνεύοντας τα ψηφιακά και φυσικά σύμπαντα [2].

Η ιστορία πίσω από το Internet of Things. Μπορεί το Internet of Things να απολαμβάνει ιδιαίτερης απήχησης τα τελευταία χρόνια, όμως τόσο ο ίδιος ο όρος όσο και η γενικότερη τεχνολογία από πίσω του είναι αρκετά παλαιότερα. Ο όρος Internet of Things αποδόθηκε στη συγκεκριμένη τεχνολογία κάπου το 1999 από τον Kevin Ashton. Η σκέψη πίσω από το IoT ξεκίνησε να αναπτύσσεται εντός της επιστημονικής κοινότητας περίπου το 1982. Μεταπτυχιακοί φοιτητές στο τμήμα πληροφορικής του πανεπιστημίου Carnegie-Mellon τροποποίησαν έναν αυτόματο διανομέα αναψυκτικών ώστε να συνδέεται στο Διαδίκτυο. Ο αυτόματος διανομέας μπορούσε να ελέγχει το στοκ, καθώς και τη θερμοκρασία των αναψυκτικών. Τα επόμενα χρόνια ξεκίνησε μια διαδικασία χαρτογράφησης των δυνατοτήτων της πληροφορικής σε όλους τους τομείς. Παράλληλα, σημειώθηκε και η μεγαλύτερη ανάπτυξη του Internet, όπως το γνωρίζουμε σήμερα [1].

Για παράδειγμα, μια συμβατική καφετιέρα θα πρέπει να την εκκινήσουμε χειροκίνητα για να λειτουργήσει. Στην καλύτερη περίπτωση, μπορούμε να βάλουμε κάποιο χρονοδιακόπτη, ώστε το πρωί που θα ξυπνήσουμε να είναι έτοιμος φρέσκος καφές. Μια καφετιέρα Internet of Things θα συνδέεται στο Διαδίκτυο, τυπικά μέσω WiFi. Θα διαθέτει ένα ψηφιακό γραφικό περιβάλλον στο οποίο θα μπορούμε να συνδεθούμε από τον υπολογιστή ή το κινητό μας, είτε μέσω δικής της εφαρμογής, προσβάσιμης μέσω browser. Από αυτό το περιβάλλον, θα μπορούμε να έχουμε πρόσβαση σε πλήθος ρυθμίσεων, επιλογών, και αυτοματισμών. Για παράδειγμα:

- Θα μπορούμε να ορίζουμε πότε θα εκκινεί και πότε θα σταματάει η καφετιέρα κάθε μέρα της εβδομάδας, καθώς και να προσθέτουμε εξαιρέσεις ή διαφορετικό πρόγραμμα για τα Σαββατοκύριακα, τις διακοπές, και τις αργίες.
- Έχει επιλογές προγραμμάτων για διαφορετικά είδη καφέ.
- Θα μπορεί να αναφέρει ανά πάσα στιγμή τη θερμοκρασία του καφέ, ενώ ενδεχομένως να μπορεί και να τον ξαναζεστάνει αυτόματα αν έχει κρυώσει κάτω από κάποιο όριο.
- Θα παρέχει στατιστικά, όπως το πόσο καφέ πίνουμε κάθε μήνα, ή τον τρόπο χρήσης της
- Θα μας επιτρέπει να κάνουμε όλες αυτές τις ρυθμίσεις και να παρακολουθήσουμε τις πληροφορίες μέσω Διαδικτύου, από οπουδήποτε στον κόσμο [1].

Επτά λόγοι για τους οποίους το IoT είναι απαραίτητο για τις επιχειρήσεις.

1. Αύξηση της αποδοτικότητας και της παραγωγικότητας
2. Παρακολούθηση και διαχείριση αποθεμάτων
3. Κοινοχρησία δεδομένων
4. Απομακρυσμένη εργασία

5. Μικρότεροι κύκλοι αποφάσεων αγοράς
6. Δημιουργία νέων καταναλωτικών απαιτήσεων
7. Εμπειρία IoT

Μερικά από τα πλεονεκτήματα του IoT είναι τα ακόλουθα:

- Δυνατότητα πρόσβασης σε πληροφορίες από οπουδήποτε και ανά πάσα στιγμή σε οποιαδήποτε συσκευή.
- Βελτιωμένη επικοινωνία μεταξύ συνδεδεμένων ηλεκτρονικών συσκευών.
- Μεταφορά πακέτων δεδομένων μέσω συνδεδεμένου δικτύου εξοικονομώντας χρόνο και χρήμα.
- Αυτοματοποίηση εργασιών που βοηθούν στη βελτίωση της ποιότητας των υπηρεσιών μιας επιχείρησης και στη μείωση της ανάγκης για ανθρώπινη παρέμβαση [3].

Μερικά από τα μειονεκτήματα του IoT είναι τα ακόλουθα:

- Με την αύξηση του αριθμού των συνδεδεμένων συσκευών αλλά και των διαμοιραζόμενων μεταξύ τους πληροφοριών, αυξάνεται επίσης η πιθανότητα ότι ένας εισβολέας θα μπορούσε να κλέψει εμπιστευτικές πληροφορίες.
- Οι επιχειρήσεις μπορεί τελικά να αντιμετωπίσουν τεράστιους αριθμούς, ίσως ακόμη και εκατομμύρια συσκευών IoT και η συλλογή και διαχείριση των δεδομένων από όλες αυτές τις συσκευές θα είναι δύσκολη.
- Εάν υπάρχει κάποιο σφάλμα στο σύστημα, είναι πιθανό κάθε συνδεδεμένη συσκευή να καταστραφεί.
- Δεδομένου ότι δεν υπάρχει διεθνές πρότυπο συμβατότητας για το IoT, είναι δύσκολο για συσκευές διαφορετικών κατασκευαστών να επικοινωνούν μεταξύ τους [3].

Πρωτόκολλα

Οι έξυπνες συσκευές μπορούν να έχουν ενσύρματη ή ασύρματη σύνδεση. Όσον αφορά την ασύρματη σύνδεση, υπάρχουν πολλές διαφορετικές τεχνολογίες επικοινωνίας και πρωτόκολλα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη σύνδεση αυτών των συσκευών. Μερικά από αυτά είναι το

IPv6, το 6LoWPAN (over Low power Wireless Personal Area Networks), το ZigBee, το BLE (Bluetooth Low Energy), το Z-Wave, το NFC (Near Field Communication), Z-Wave, Thread, Wi-Fi, Κυψελοειδή δίκτυα, Sigfox. Άλλα γνωστά πρωτόκολλα που μπορεί να συναντήσουμε είναι το LoRaWAN το οποίο έχει σχεδιαστεί για δημόσια δίκτυα μεγάλης κλίμακας, το Ingenu και το NB-IoT, του οποίου ενεργοί υποστηρικτές είναι η Huawei, η Ericsson και η Qualcomm [4].

Πλατφόρμες

Οι πλατφόρμες και τα εργαλεία IoT θεωρούνται ως το πιο σημαντικό συστατικό του οικοσυστήματος IoT. Οποιαδήποτε συσκευή IoT επιτρέπει τη σύνδεση με άλλες συσκευές και εφαρμογές IoT για τη μετάδοση πληροφοριών χρησιμοποιώντας τυπικά πρωτόκολλα Διαδικτύου. Οι πλατφόρμες IoT καλύπτουν το κενό μεταξύ των αισθητήρων στις συσκευές και των δικτύων δεδομένων. Οι πλατφόρμες IoT συνδέουν τα δεδομένα στο σύστημα αισθητήρων και παρέχουν πληροφορίες χρησιμοποιώντας εφαρμογές back-end για να δημιουργήσουν μια αίσθηση του πλήθους δεδομένων που αναπτύχθηκαν από τους πολλούς αισθητήρες. Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων είναι το μέλλον της τεχνολογίας που βοηθά την Τεχνητή Νοημοσύνη (AI) να ρυθμίζει και να κατανοεί τα πράγματα με έναν πολύ πιο δυναμικό τρόπο.

Επιλέξαμε έναν συνδυασμό γνωστών πλατφορμών και εργαλείων IoT που θα μας βοηθήσουν να αναπτύξουμε έργα IoT με οργανωμένο τρόπο. Μερικές από τις καλύτερες πλατφόρμες και εργαλεία IoT για τη συλλογή δεδομένων, την επεξεργασία, την οπτικοποίηση και τη διαχείριση συσκευών είναι: SiteWhere, Kaa IoT Platform, Kinoma, ThingsBoard, M2MLabs Mainspring, Flutter, Node-RED, Arduino, Zetta, DSA, Thinger [5].

Μικροελεγκτές

Ο μικροελεγκτής είναι μια παραλλαγή μικροεπεξεργαστή, ο οποίος μπορεί να λειτουργήσει με ελάχιστα εξωτερικά εξαρτήματα, λόγω των πολλών ενσωματωμένων υποσυστημάτων που διαθέτει. Χρησιμοποιείται ευρύτατα σε όλα τα ενσωματωμένα συστήματα ελέγχου χαμηλού και μεσαίου κόστους, όπως αυτά που χρησιμοποιούνται σε αυτοματισμούς, ηλεκτρονικά καταναλωτικά προϊόντα (από ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές έως παιχνίδια), ηλεκτρικές συσκευές και κάθε είδους αυτοκινούμενα τροχοφόρα οχήματα [6].

Το NodeMcu είναι ένα υλικό, λογισμικό με εργαλεία ανάπτυξης λογισμικού ανοιχτού κώδικα που βοηθά να δημιουργήσουμε ένα πρωτότυπο προϊόν IoT με λίγες μόνο γραμμές σεναρίου Lua. Έχει προηγμένο API για υλικό IO, το οποίο μπορεί να μειώσει δραματικά την περιττή εργασία για τη διαμόρφωση και το χειρισμό υλικού. Κωδικός όπως το Arduino, αλλά αλληλεπιδραστικά στο σενάριο Lua. API βάσει συμβάντων για εφαρμογές δικτύου, το οποίο διευκολύνει τους προγραμματιστές να γράφουν κώδικα που εκτελείται σε MCU μεγέθους 5mm * 5mm σε στυλ Nodejs. Μπορεί να επιταχύνει σημαντικά τη διαδικασία ανάπτυξης της εφαρμογής IoT. Το kit ανάπτυξης βασισμένο στο ESP8266, ενσωματώνει τα GPIO, PWM, IIC, 1-Wire και ADC όλα σε ένα ταμπλό [7].

Κάποιες από τις δυνατότητες του NodeMcu είναι [7]:

- Ανοικτού κώδικα
- Διαδραστικό
- Προγραμματιζόμενο
- Χαμηλό κόστος
- Απλό
- Έξυπνο
- Διαθέτει ενσωματωμένο Wi-Fi module

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Για να γίνει η παρουσίαση των τιμών της πειραματικής διάταξης που φτιάξαμε, έπρεπε να υλοποιηθεί μία IoT πλατφόρμα ώστε να μπορούμε να βλέπουμε τις ενδείξεις σε ένα φιλικό στη χρήση και εύληπτο περιβάλλον. Μολονότι απαιτούνται ιδιαίτερα εξειδικευμένες γνώσεις ορθών πρακτικών για την βέλτιστη υλοποίηση μιας τέτοιας πλατφόρμας, προχωρήσαμε σε έρευνα αγοράς για να αναγνωρίσουμε λύσεις που θα μας επιτρέψουν να επιτύχουμε τον σκοπό της παρούσης με το ελάχιστο δυνατό κόστος, χωρίς να θυσιάσουμε από την τελική λειτουργικότητα.

Μετά από έρευνα αγοράς στο διαδίκτυο είδαμε πως υπάρχουν οι εξής κατηγορίες λύσεων:

- εμπορικές λύσεις (enterprise)
- λύσεις ανοιχτού κώδικα (open-source)

Μερικές από τις εμπορικές λύσεις είναι ThingsBoard [8], Kaa [9], και το Thinger [10].

Η λύση ανοιχτού κώδικα είναι το λογισμικό Grafana. Η πλατφόρμα IoT Grafana βρίσκεται και στις δύο περιπτώσεις όπου εξηγείτε παρακάτω.

Εδώ θα πρέπει να διευκρινιστεί πως όλες οι πλατφόρμες, κατόπιν δημιουργίας λογαριασμού, μπορούν να χρησιμοποιηθούν με κάποιες συγκεκριμένες λειτουργίες και μέχρι ένα ορισμένο σημείο. Ωστόσο για την πλήρη απόκτηση της πλατφόρμας και την εγκατάσταση αυτής στον υπολογιστή μας είναι το Grafana. Εν συνεχεία επιλέχθηκε η IoT πλατφόρμα Grafana για τους λόγους που αναφέρθηκαν πιο πάνω.

Για την υλοποίηση, σαν πρώτο βήμα έπρεπε να γίνει εγκατάσταση του τοπικά στον υπολογιστή μας. Για τον λόγο αυτόν, ήταν απαραίτητη η πρότερη υλοποίηση του XAMPP ώστε να μπορέσουμε κατόπιν να προβούμε σε δοκιμές.

Στη συνέχεια υλοποιήσαμε ένα απλό πρωτότυπο με μικροελεγκτή για να δοκιμάσουμε την IoT πλατφόρμα. Εφόσον επαληθεύσαμε ότι όλα λειτουργούν τοπικά στον υπολογιστή μας σύμφωνα με τις απαιτήσεις, προχωρήσαμε με τη μεταφορά της πλατφόρμας σε έναν διακομιστή. Συνεπώς, το επόμενο βήμα ήταν η ανεύρεση έναν διακομιστή για τη φιλοξενία της πλατφόρμας και τη απρόσκοπτη σύνδεσή της με το Διαδίκτυο. Για την καλύτερη προετοιμασία και με σκοπό την εξάλειψη τυχόν σφαλμάτων στην πορεία του έργου, επαναλάβαμε τη διαδικασία εγκατάστασης του Grafana, και όλων των υπολοίπων απαραίτητων στοιχείων, όπως το Centos, MySQL, Apache Webserver και ProFTPD. Όλα αυτά, έγιναν σε εικονικό μηχάνημα (VM) ώστε στη συνέχεια να ακολουθήσουμε την ίδια μεθοδολογία επί του φυσικού μηχανήματος στο Διαδίκτυο.

Τέλος, αφού όλα τα βήματα που ακολουθήσαμε, λειτούργησαν χωρίς κάποιο μη-επιλύσιμο πρόβλημα, επόμενο και τελευταίο βήμα ήταν να γίνει στο Διαδίκτυο, ακολουθώντας τη διαδικασία επακριβώς όπως σχεδιάστηκε.

Στο Κεφάλαιο 3 περιγράφεται η διαδικασία εγκατάστασης του ανοικτού κώδικα IoT πλατφόρμας, Grafana, τοπικά στον υπολογιστή μας. Για να πραγματοποιηθεί αυτό το Grafana απαιτεί LINUX, Apache Webserver, ProFTPd. Στη συνέχεια το δοκιμάζουμε τοπικά στον υπολογιστή μας. Εγκαθιστούμε ένα εικονικό μηχάνημα LINUX με Centos 8 τοπικά στον υπολογιστή μας. Για να γίνει η εγκατάσταση του εικονικού μηχανήματος LINUX χρησιμοποιήσαμε το VM, και εν συνεχεία την εγκατάσταση του XAMPP, που περιέχει τα πακέτα MySQL, Apache Webserver και ProFTPd , που αυτό με τη σειρά του θα συνδεθεί με την IoT πλατφόρμα. Αυτό γίνεται για να δοκιμάσουμε και να επαληθεύσουμε κατά πόσο μας εξυπηρετεί καλύτερα, ή όχι, αυτή η προσέγγιση ως προς την υλοποίηση της πλατφόρμας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΛΑΤΦΟΡΜΑΣ ΙοΤ

Σε αυτό το κεφάλαιο περιγράφεται η διαδικασία εγκατάστασης της ανοικτού κώδικα ΙοΤ πλατφόρμας τοπικά στον υπολογιστή μας. Για να γίνει αυτό, το Grafana απαιτεί για τη λειτουργία του LINUX, Apache Webserver. Κατόπιν εγκατάστασης των παραπάνω, προχωρούμε σε δοκιμές τοπικά στον υπολογιστή μας. Εξετάστηκε και αποφασίστηκε να γίνει εγκατάσταση ενός εικονικού μηχανήματος LINUX με Centos 8 τοπικά στον υπολογιστή μας. Εν συνεχεία εγκαθιστούμε τα διάφορα πακέτα που είναι απαραίτητα στο Centos, δηλαδή το XAMPP, Apache Webserver, MySQL καθώς και ProFTPD, για να λειτουργήσει το Grafana. Σχετικά με το τελευταίο, απαιτείται λειτουργικό σύστημα LINUX, Apache Webserver, βάση δεδομένων Maria DB, MySQL, έχεις και PHP. Συνεπώς, τα παραπάνω θα πρέπει να εγκατασταθούν επί του λειτουργικού συστήματος Centos που έχουμε ήδη. Υπάρχουν δύο τρόποι για να πραγματοποιηθεί η εγκατάσταση αυτών των προαπετούμενων για το Grafana [11]. Είτε εγκαθιστώντας το κάθε πακέτο ξεχωριστά είτε εγκαθιστώντας το XAMPP όπου τα περιέχει ήδη όλα αυτά. Εύλογα, επιλέχτηκε η δεύτερη λύση με το έτοιμο πακέτο XAMPP ως πιο απλή και εύκολη στην υλοποίηση.

Εγκατάσταση και παραμετροποίηση του Oracle VM VirtualBox

Πρώτο βήμα είναι να κατεβάσουμε το VM στον υπολογιστή μας, ώστε να μπορέσουμε να δουλέψουμε το Centos.



Εικόνα 1- Oracle VM VirtualBox 6.1.2 [24]

Για τις ανάγκες της παρούσης πτυχιακής εργασίας έχει ληφθεί η έκδοση 6.1.2 του VirtualBox και εγκαταστάθηκε ακολουθώντας τα παρακάτω βήματα, στη συνέχεια ανοίγουμε το αρχείο.

Επιλέγουμε τον τρόπο που θέλουμε να εγκατασταθούν οι δυνατότητες. Εφόσον θέλουμε να αλλάξουμε τον τρόπο που θα εγκατασταθούν οι δυνατότητες κάνουμε κλικ στο δέντρο που θα μας εμφανιστεί., και πατάμε το “επόμενο”.

Έπειτα διαλέγουμε από τις επιλογές που μας δίνει, δημιουργία καταχωρήσεων στο μενού έναρξης, δημιουργία συντόμευσης στην επιφάνεια εργασίας, δημιουργία συντόμευσης στη γραμμή γρήγορης εκκίνησης και καταχώρηση συσχετίσεων αρχείων. Τις επιλέγουμε όλες και κάνουμε κλικ στο “επόμενο”.

Στη συνέχεια θα μας εμφανίσει μία προειδοποίηση για τις κάρτες δικτύου. Η εγκατάσταση των χαρακτηριστικών δικτύου VM 6.1.2 θα επαναφέρει τη σύνδεση δικτύου μας και θα μας αποσυνδέσει προσωρινά από το δίκτυο. Οπότε για να συνεχιστή η εγκατάσταση κάνουμε κλικ στο “Ναι”.

Ο οδηγός εγκατάστασης είναι έτοιμος να ξεκινήσει την προσαρμοσμένη εγκατάσταση. Αν θέλουμε να αναθεωρήσουμε ή να αλλάξουμε κάποια από τις ρυθμίσεις εγκατάστασης, κάνουμε κλικ στο κουμπί “Πίσω”. Κάνουμε κλικ στο κουμπί “Άκυρο” για έξοδο από τον οδηγό. Και για να συνεχίσουμε κάνουμε κλικ στο κουμπί “Εγκατάσταση”.

Περιμένουμε μέχρι ο Οδηγός Εγκατάστασης να εγκαταστήσει το VM 6.1.2. Αυτό μπορεί να διαρκέσει αρκετά λεπτά. Κάνουμε κλικ στο κουμπί Άκυρο για έξοδο από τον οδηγό εφόσον θέλουμε να σταματήσει.

Η εγκατάσταση του VM 6.1.2 ολοκληρώθηκε. Κάνουμε κλικ στο κουμπί “Τέλος” για να βγούμε από τον οδηγό εγκατάστασης. Ξεκινάμε το VM 6.1.2 μετά την εγκατάσταση.

Αφού τελειώσαμε με την εγκατάσταση του προγράμματος VM 6.1.2, επόμενο βήμα είναι να κάνουμε εγκατάσταση του Centos. Το VirtualBox θα ξεκινήσει αυτόματα.

Ξεκινώντας με το VM έχουμε την ακόλουθη εικόνα. Για να εγκαταστήσουμε το Centos επιλέγουμε το “Νέο”.



Εικόνα 2-Oracle VM VirtualBox Διαχειριστής

Επιλέγουμε ένα περιγραφικό όνομα και φάκελο προορισμού για την καινούρια εικονική μηχανή και διαλέγουμε τον τύπο του λειτουργικού συστήματος που σκοπεύουμε να εγκαταστήσουμε. Το όνομα που θα επιλέξουμε θα χρησιμοποιείται στο VirtualBox για να ταυτοποιήσει τη μηχανή. Ο τύπος και η έκδοση θα βγει αυτόματα. Στη συνέχεια κάνουμε κλικ στο κουμπί “Επόμενο”.

Επιλέγουμε το μέγεθος της μνήμης (RAM) σε megabytes που θέλουμε να εκχωρηθεί στην εικονική μηχανή. Το προτεινόμενο μέγεθος μνήμης διαφέρει. Στη συνέχεια κάνουμε κλικ στο κουμπί “Επόμενο”.

Αν θέλουμε μπορούμε να προσθέσουμε έναν εικονικό σκληρό δίσκο στη νέα μηχανή. Μπορούμε επίσης να δημιουργήσουμε ένα νέο αρχείο σκληρού δίσκου, είτε να διαλέξουμε έναν από τη λίστα, ή από άλλη τοποθεσία χρησιμοποιώντας το εικονίδιο φακέλου. Αν χρειαζόμαστε μία πιο πολύπλοκη αποθηκευτική λύση μπορούμε να παραλείψουμε αυτό το βήμα και να κάνουμε τις αλλαγές στις ρυθμίσεις της μηχανής αργότερα όταν θα έχει δημιουργηθεί η μηχανή.

Το συνιστώμενο μέγεθος του σκληρού δίσκου είναι 8,00 GB. Οι επιλογές που έχουμε είναι:

- Μην προσθέσετε έναν εικονικό σκληρό δίσκο
- Δημιουργήστε έναν εικονικό σκληρό δίσκο τώρα
- Χρησιμοποιήστε έναν υπάρχοντα εικονικό σκληρό δίσκο.

Για την ώρα επιλέγουμε να δημιουργήσουμε έναν εικονικό σκληρό δίσκο τώρα. Στη συνέχεια κάνουμε κλικ στο κουμπί “Δημιουργία”.

Τύπος αρχείου σκληρού δίσκου.

Επιλέγουμε τον τύπο αρχείου που θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε για τον νέο εικονικό σκληρό δίσκο. Οι επιλογές που έχουμε είναι:

- VDI (Εικόνα Δίσκου VirtualBox)
- VHD (Εικονικός Σκληρός Δίσκος)
- VMDK (Εικονικός Δίσκος Μηχανής)

Αν δε χρειάζεται να τον χρησιμοποιήσουμε με άλλο λογισμικό εικονοποίησης μπορούμε να αφήσουμε αυτή τη ρύθμιση όπως είναι έπειτα πατάμε το κάνουμε κλικ στο κουμπί “Επόμενο”.

Αποθήκευση σε πραγματικό σκληρό δίσκο.

Επιλέγουμε αν ο νέος εικονικός σκληρός δίσκος θα μεγαλώνει δυναμικά με τη χρήση (δυναμική εκχώρηση) ή αν θα δημιουργηθεί με το μέγιστο μέγεθος (πάγιο μέγεθος). Η δυναμική εκχώρηση σκληρού δίσκου θα χρησιμοποιήσει χώρο στον πραγματικό σκληρό δίσκο καθώς χρησιμοποιείται (μέχρι το μέγιστο πάγιο μέγεθος), αν και δεν θα συρρικνωθεί αυτόματα αν ελευθερωθεί χώρος στον εικονικό σκληρό δίσκο. Ένας σκληρός δίσκος με πάγιο μέγεθος μπορεί να πάρει περισσότερο να δημιουργηθεί σε κάποια συστήματα αλλά συχνά είναι πιο γρήγορος κατά τη χρήση. Επιλέγουμε δυναμική εκχώρηση ή πάγια, και στην συνέχεια κάνουμε κλικ στο κουμπί “Επόμενο”.

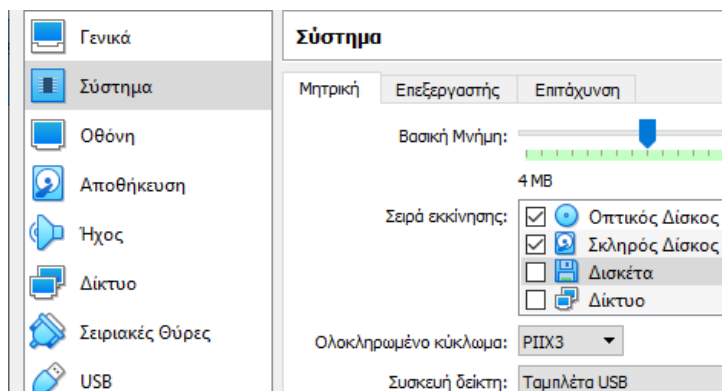
Θέση αρχείου και μέγεθος.

Συμπληρώνουμε το όνομα του αρχείου του νέου εικονικού δίσκου ή κάνουμε κλικ στο εικονίδιο φακέλου για να επιλέξουμε ένα φάκελο στον οποίο θα δημιουργηθεί το αρχείο. Επίσης επιλέγουμε το μέγεθος του σκληρού δίσκου σε megabytes. Το μέγεθος υποδηλώνει το όριο των δεδομένων τα οποία η εικονική μηχανή θα μπορεί να αποθηκεύσει στο σκληρό δίσκο. Στη συνέχεια κάνουμε κλικ στο κουμπί “Δημιουργήστε”.

CENTOS 8 SERVER ΡΥΘΜΙΣΕΙΣ

Αφού έχουμε δημιουργήσει το περιβάλλον του Centos8, που έχουμε φτιάξει στο VM 6.1.2, θα χρειαστούν κάποιες ακόμα ρυθμίσεις που πρέπει να γίνουν πριν ξεκινήσουμε την εικονική μηχανή. Επιλέγουμε τις “Ρυθμίσεις”.

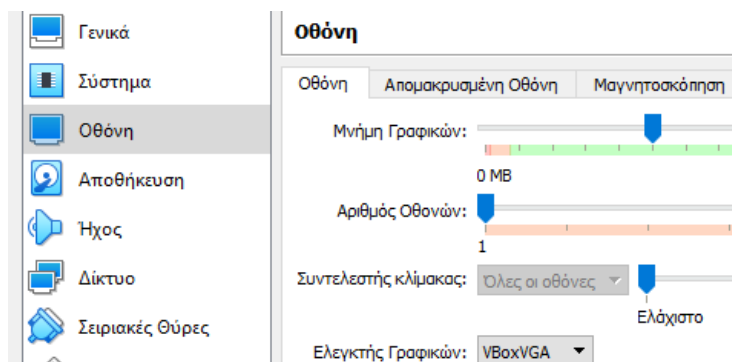
Σύστημα



Εικόνα 3-Σύστημα

Πηγαίνουμε στο “Σύστημα”, βάζουμε τη “Βασική Μνήμη” που θέλουμε. Στη “Σειρά εκκίνησης” επιλέγουμε τον “Οπτικός Δίσκος” και “Σκληρός Δίσκος”, επίσης στη “Συσκευή δείκτη” επιλέγουμε “Ταμπλέτα USB”.

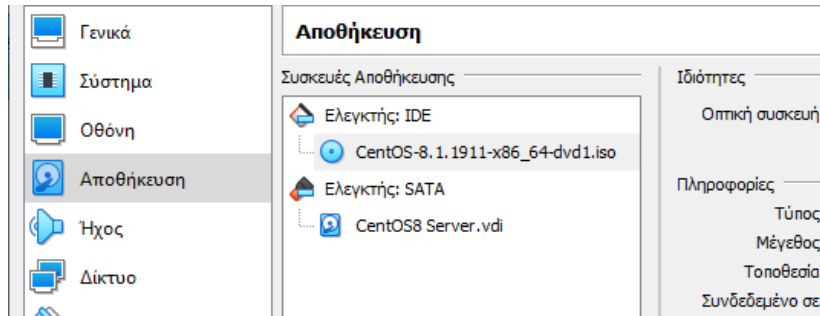
Οθόνη



Εικόνα 4-Οθόνη

Πηγαίνουμε στην επιλογή “Οθόνη” επιλέγουμε τη “Μνήμη Γραφικών” που θέλουμε καθώς και στην επιλογή “Ελεγκτής Γραφικών” βάζουμε “VBoxVGA”.

Αποθήκευση

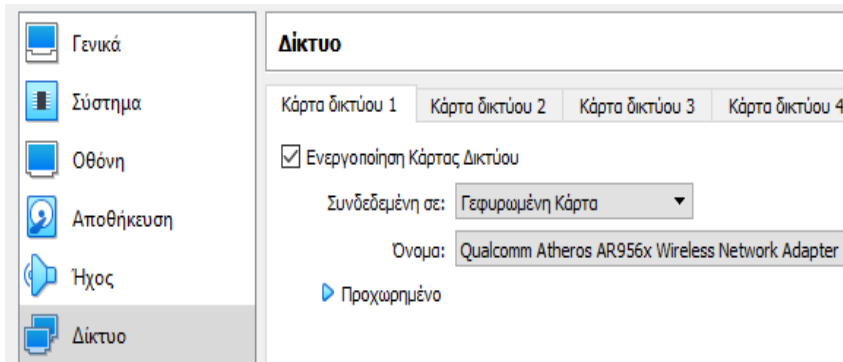


Εικόνα 5-Αποθήκευση

Στην επιλογή “Αποθήκευση” πάμε στην “Οπτική συσκευή” και επιλέγουμε το αρχείο που έχουμε κατεβάσει του Centos με τύπο αρχείου iso.

Δίκτυο

Στην επιλογή “Δίκτυο” ενεργοποιούμε την κάρτα δικτύου και επιλέγουμε “Συνδεδεμένη σε:” και



Εικόνα 6-Δίκτυο

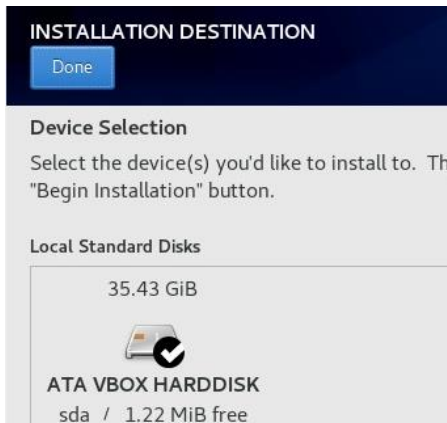
επιλέγουμε “Γεφυρωμένη Κάρτα”, με “Όνομα ” “Wireless Network Adapter”, και μόλις τελειώσουμε κάνουμε κλικ στο κουμπί “Ναι”.

ΡΥΘΜΙΣΕΙΣ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΟ CENTOS LINUX 8

Μετά τις ρυθμίσεις που κάναμε πατάμε “Εκκίνηση”, ώστε να ξεκινήσουν τα Centos.

Επιλέγουμε τη γλώσσα που θέλουμε, και στη συνέχεια πατάμε “Continue”.

Προορισμός εγκατάστασης (Installation Destination)



Όπου τσεκάρουμε το σκληρό δίσκο που έχουμε με το μέγεθος που είχαμε επιλέξει σε πιο πάνω βήματα, και στη συνέχεια πατάμε “Done”.

Εφόσον δεν κάνουμε κάποια άλλη αλλαγή προχωράμε στην εγκατάσταση, πατώντας “Begin Installation”. Στη συνέχεια καθώς η εγκατάσταση προχωράει θα μας ζητηθεί να βάλουμε κωδικό και όνομα χρήστη.

Εικόνα 7-Installation Destination

Ρυθμίσεις χρήστη (User settings)

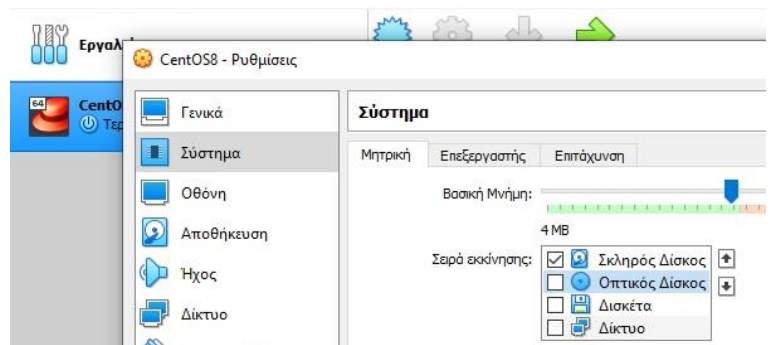


Επιλέγουμε “Root Password”, βάζουμε τον δικό μας προσωπικό κωδικό. Προσοχή αυτός ο κωδικός είναι για όταν θέλουμε να κάνουμε κάτι όπου χρειαζόμαστε την άδεια του χρήστη.

Εικόνα 8-User settings

Στην συνέχεια δημιουργούμε τον χρήστη μας, επιλέγοντας όνομα και κωδικό, όπου ο κωδικός είναι αυτός που κάθε φορά όταν ανοίγουμε τα Centos. Επίσης επιλέγουμε “Make this user administrator” και “Require a password to use this account” ώστε να κάνουμε τον χρήστη αυτό διαχειριστή καθώς και κωδικό για χρησιμοποίηση του χρήστη αυτού. Μόλις τελειώσουμε πατάμε “Done”. Μόλις ολοκληρωθεί η εγκατάσταση πατάμε το κουμπί “Reboot” και στη συνέχεια κλείνουμε το παράθυρο του Centos, σε περίπτωση που δεν κλείνει κάνουμε αναγκαστική διακοπή.

Πηγαίνουμε στις ρυθμίσεις του Centos, επιλέγουμε το “Σύστημα” και στη συνέχεια βγάζουμε από την επιλογή τον “Οπτικό Δίσκο”, έπειτα πατάμε “Ναι”.



Εικόνα 9-Σύστημα, βγάζουμε από “Σειρά εκκίνησης” τον οπτικό δίσκο.

ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΕΠΙΣΚΕΠΤΗ (GUEST ADDITION)

Ορισμός της λειτουργίας επισκέπτη

Οι προσθήκες Guest είναι μερικά επιπλέον κομμάτια λογισμικού που εγκαθιστάτε στο λειτουργικό σύστημα που κάνετε virtualization. Αυτό το λειτουργικό σύστημα ονομάζεται επίσης "guest OS". Εν τω μεταξύ, το λειτουργικό σύστημα που έχετε εγκαταστήσει στο υλικό σας και ότι εκκινείτε σε κάθε φορά που ενεργοποιείτε το σύστημα ονομάζεται "κεντρικό λειτουργικό σύστημα". Από εκεί προέρχεται το όνομα Guest Additions - προσθήκες στο λειτουργικό σύστημα guest [12].

Πρόσθετες Λειτουργίες

Η εγκατάσταση των Guest Additions επιτρέπει διάφορες πρόσθετες λειτουργίες που είναι ήδη ενσωματωμένες στο VirtualBox. Αυτά περιλαμβάνουν την αυτόματη αλλαγή μεγέθους, την ομαλή λειτουργία, το αμφίδρομο πρόχειρο, τη μεταφορά και απόθεση και γενικά την καλύτερη απόδοση [12].

Βήματα εγκατάστασης λειτουργία επισκέπτη

Τα παρακάτω βήματα είναι για τη λειτουργία επισκέπτη (Guest Addition), σε περίπτωση που δεν το θέλουμε απλά παραλείπουμε την παράγραφο Λειτουργία Επισκέπτη (Guest Addition). Πηγαίνουμε στις ρυθμίσεις του Centos , στην "Αποθήκευση" και προσθέτουμε το αρχείο Guest Addition που έχουμε κατεβάσει. Στην συνέχεια πατάμε "Άνοιγμα" και μετά "Ναι". Μόλις είμαστε έτοιμοι κάνουμε "Έκκίνηση" του Centos.

Αποδοχή άδειας πληροφοριών (LICENSING)



Όταν ξεκινήσουμε τα Centos την πρώτη φορά θα μας εμφανιστεί το μήνυμα όπου δεν έχουμε αποδεχτεί την άδεια πληροφοριών. Οπότε πατάμε πάνω στο "License Information" και αποδεχόμαστε την άδεια ώστε να ξεκινήσουμε.

Εικόνα 10-Licensing

Πηγαίνουμε στις ρυθμίσεις ανοίγουμε το δίσκο του Centos μπαίνουμε στον φάκελο με όνομα "BaseOS" και μετά στο φάκελο "Packages" όπου με δεξί κλικ ανοίγουμε τη γραμμή εντολών. Στη συνέχεια γινόμαστε υπέρ-χρήστες ώστε να εγκαταστήσουμε τις παρακάτω ρυθμίσεις.

```
[angelkrik@10 Packages]$ pwd
/run/media/angelkrik/CentOS-8-1-1911-x86_64-dvd/BaseOS/Packages
[angelkrik@10 Packages]$ su
```

Εικόνα 11-Εγκατάσταση πακέτων στο φάκελο BaseOS/Packages.

Με την εντολή:

```
rpm -ivh
```

και κάθε μία ξεχωριστά ή και όλες μαζί.

- kernel-headers-4.18.0-147.el8.x86_64.rpm
- kernel-devel-4.18.0-147.el8.x86_64.rpm
- glibc-headers-2.28-72.el8.x86_64.rpm
- glibc-devel-2.28-72.el8.x86_64.rpm
- libxcrypt-devel-4.1.1-4.el8.x86_64.rpm
- zlib-devel-1.2.11-10.el8.x86_64.rpm
- elfutils-libelf-devel-0.176-5.el8.x86_64.rpm
- make-4.2.1-9.el8.x86_64.rpm

Στη συνέχεια πηγαίνουμε πίσω στο δίσκο του Centos και ανοίγουμε το φάκελο “AppStream” και μετά στο φάκελο “Packages”.

```
[root@10 Packages]# pwd
/run/media/angelkrik/CentOS-8-1-1911-x86_64-dvd/BaseOS/Packages
[root@10 Packages]# cd ../../AppStream/Packages
```

Εικόνα 12-Εγκατάσταση πακέτων στο φάκελο AppStream/Packages.

Επίσης εδώ με την εντολή:

```
rpm -ivh
```

και κάθε μία ξεχωριστά ή και όλες μαζί.

- isl-0.16.1-6.el8.x86_64.rpm
- annobin-8.78-1.el8.x86_64.rpm
- gcc-8.3.1-4.5.el8.x86_64.rpm
- cpp-8.3.1-4.5.el8.x86_64.rpm

Μόλις τελειώσουν οι εγκαταστάσεις πάμε στο δίσκο του Guest Addition κάνουμε αντιγραφή όλων των αρχείων που βρίσκονται μέσα, και στη συνέχεια πηγαίνουμε στο “Home” και φτιάχνουμε ένα φάκελο, όπου κάνουμε επικόλληση των αρχείων. Μέσα στο φάκελο που βρισκόμαστε ανοίγουμε τη γραμμή εντολών και γινόμαστε υπέρ-χρήστες (su). Στη συνέχεια δίνουμε άδεια ώστε να μπορούμε να εκτελέσουμε το αρχείο με την εντολή:

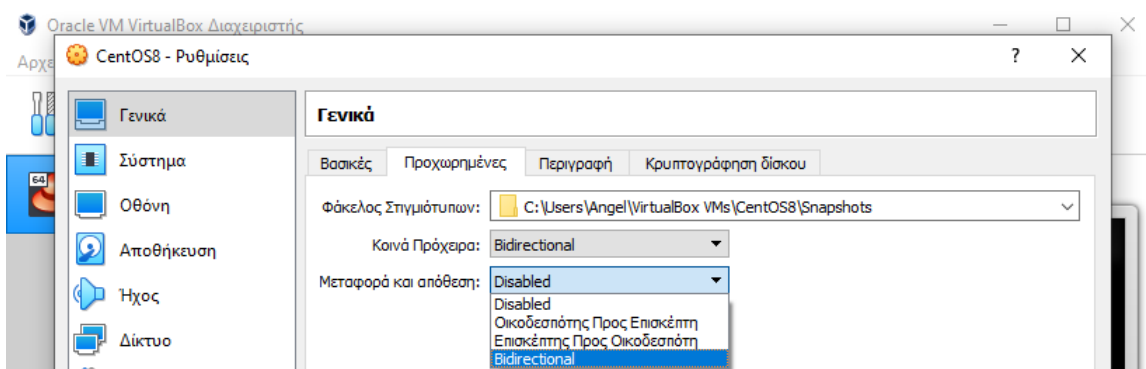

```
chmod -R 777 ...
```

και το όνομα του φακέλου που τα αποθηκεύσαμε. Μπαίνουμε στο φάκελο με “cd .../” και τρέχουμε το αρχείο “./VBoxLinuxAdditions.run”.

```
[root@10 angelkrik]# chmod -R 777 VBoxGA/
[root@10 angelkrik]# cd VBoxGA/
[root@10 VBoxGA]# ls
AUTORUN.INF  runasroot.sh          VBoxSolarisAdditions.pkg
autorun.sh   TRANS.TBL             VBoxWindowsAdditions-amd64.exe
cert         VBoxDarwinAdditions.pkg  VBoxWindowsAdditions.exe
NT3x        VBoxDarwinAdditionsUninstall.tool  VBoxWindowsAdditions-x86.exe
OS2         VBoxLinuxAdditions.run
[root@10 VBoxGA]# ./VBoxLinuxAdditions.run
```

Εικόνα 13-Διαδικασία ενεργοποίησης του Guest Addition.

Αφού γίνουν αυτά τα βήματα κάνουμε τερματισμό λειτουργίας του Centos. Πάμε στις ρυθμίσεις “Γενικά”, “Προχωρημένες” και αλλάζουμε σε “Bidirectional” τα “Κοινά Πρόχειρα” και “Μεταφορά από απόθεση”.



Εικόνα 14-Αλλαγή από Disabled σε Bidirectional, στις ρυθμίσεις του Centos.

Κάνουμε εκκίνηση των Centos. Κάποια από τα ωφελήματα που έχουμε με το Guest Addition είναι η δυνατότητα να κάνουμε αντιγραφή επικόλληση κειμένων από τα Windows στα Centos και αντίστροφα, επίσης μπορούμε να αλλάξουμε την ανάλυση της οθόνης στα “Settings”μετά “Displays” και αλλάζουμε το “Resolution” από “800 x 600 (4:3)” σε ότι προτιμάμε.

XAMPP

Στη συνέχεια θα πρέπει να κατεβάσουμε το XAMPP και το Grafana. Ανοίγουμε το φυλλομετρητή και μπαίνουμε στη σελίδα του XAMPP, γράφοντας:

```
apachefriends.org
```

και επιλέγουμε “XAMPP for Linux”. Αυτό μπορεί να διαρκέσει λίγη ώρα. Μόλις τελειώσει πηγαίνουμε στις λήψεις “Downloads”. Ανοίγουμε τη γραμμή εντολών με δεξί κλικ στο κενό μέσα στο φάκελο. Για την εγκατάστασή του γράφουμε :

```
sudo chmod +x xampp-linux-x64-7.4.2-0-installer.run
```

στη συνέχεια “Enter” και :

```
sudo ./xampp-linux-x64-7.4.2-0-installer.run
```

και “Enter”. Αποδεχόμαστε με “y” ή “Enter” όπου χρειάζεται. Ενδεχομένως να βγάλει σφάλμα την ώρα που γίνεται η εγκατάσταση δηλαδή “Error: mysql: Error while executing group action”, συνεχίζουμε πατώντας “Enter”.

Εγκατάσταση του διακομιστή ιστοσελίδων Apache

Αφού τελειώσει η εγκατάσταση για να ξεκινήσουμε το XAMPP γράφουμε στη γραμμή εντολών:

```
sudo /opt/lamp/xampp start
```

Θα βγάλει “error” στη γραμμή 522 του αρχείου “httpd.conf” καθώς και στη γραμμή 13 του αρχείου “httpd-xamp.conf”, με αποτέλεσμα να μην ξεκινάει ο “Apache”. Προσοχή για να γίνουν οι παρακάτω αλλαγές πρέπει να είμαστε υπέρ-χρήστες, οπότε γράφουμε “su” όπου θα ζητηθεί ο κωδικός για “root”. Τώρα έχουμε την εξουσιοδότηση να κάνουμε τις απαραίτητες αλλαγές που χρειάζονται για να λειτουργήσει ο “Apache”. Στη γραμμή εντολών που είμαστε γράφουμε:

```
vi /opt/lamp/etc/extra/httpd-xampp.conf
```

και θα ανοίγει το αρχείο που μας βγάζει το error. Πηγαίνουμε στη γραμμή 13 και βάζουμε μπροστά από το “LoadModule perl_module” τον ειδικό χαρακτήρα “#”. Επίσης για να μπορούμε να γράψουμε μέσα στο αρχείο πατάμε “S” και για να βγούμε “:wq” και “Enter”. Εφόσον γίνει η αλλαγή αυτή γράφουμε:

```
sudo /opt/lamp/xampp start
```

Τώρα “Apache”, “MySQL” και “ProFTPD” τρέχουν κανονικά.

Εγκατάσταση του διαχειριστικού εργαλείου PhpMyAdmin

Προκειμένου να διαχειριστούμε τη βάση δεδομένων, το λειτουργικό σύστημα LINUX υπάρχουνε δύο τρόποι. Ο ένας είναι όπου γράφουμε εντολές που είναι πιο απαιτητικός πρέπει να είσαι γνώστης, πιο δύσκολος και ο άλλος τρόπος είναι να χρησιμοποιήσουμε έτοιμα διαχειριστικά εργαλεία, όπως είναι το Apache PhpMyAdmin [13]. Επιλέχτηκε ο δεύτερος τρόπος για θέματα ευκολίας και ταχύτητας. Η εγκατάσταση του διαχειριστικού εργαλείου PhpMyAdmin έχει ως εξής:

Αφού τελειώσουμε με την εγκατάσταση του XAMPP στη γραμμή εντολών γράφουμε:

```
sudo /opt/lamp/xampp start
```

ώστε να ξεκινήσει ο διακομιστής. Στη συνέχεια ανοίγουμε μία σελίδα στο φυλλομετρητή και γράφουμε “localhost” όπου θα μας εμφανίσει τη σελίδα του XAMPP. Κάνουμε κλικ στο “phpMyAdmin” που βρίσκεται πάνω δεξιά.

Προκειμένου να ελέγξουμε το Grafana υλοποιήθηκε μία μικρή πειραματική κατασκευή με το μικροελεκτή ESP και τα αισθητήρια DHT11 και KY-018 για να δούμε αν ο μικροελεκτή μας συνδέεται στην IoT πλατφόρμα. Περισσότερες πληροφορίες στο Κεφάλαιο 4 Σχεδίαση και Κατασκευή υλικού μέρους.

Δημιουργία βάσης δεδομένων για την πλατφόρμα IoT (Create Database and table)

Προκειμένου να τρέξει η πλατφόρμα IoT Grafana χρειάζεται να δημιουργηθεί μια βάση δεδομένων η οποία θα τρέχει στο Database Server MySQL. Η δημιουργία γίνεται με το διαχειριστικό εργαλείο PhpMyAdmin για αυτό γράφουμε με αυτό, με τα βήματα όπως είναι παρακάτω. Θα φτιάξουμε ένα πίνακα γιατί εκεί μέσα θα αποθηκεύονται οι πληροφορίες που θα μας στέλνει η συσκευή μας. Επίσης επιλέξαμε τα συγκεκριμένα πεδία (ID, humidity, temperature, brightness, date), γιατί η κατασκευή η δοκιμαστική που φτιάξαμε με το ESP θα στέλνει τον αριθμό ή την ταυτότητα κάθε χρονικής στιγμής, της υγρασίας, της θερμοκρασίας και της φωτεινότητας.

Βάση δεδομένων (Database)

Όπως είμαστε στην αρχική σελίδα του localhost/phpMyAdmin κάνουμε κλικ στο “Databases” για να δημιουργήσουμε μία βάση δεδομένων όπου θα βλέπουμε τις ενδείξεις που παίρνουμε από το περιβάλλον. Το όνομα που θα βάλουμε για βάση δεδομένων θα είναι και αυτό που θα χρειαστούμε για τη σύνδεση του Grafana με το Mysql, επίσης επιλέγουμε “latin1_general_ci” και στη συνέχεια κάνουμε κλικ στο “Create”.

Πίνακας (Table)

Επόμενο βήμα είναι να φτιάξουμε τον πίνακα. Επιλέγουμε το όνομα που θέλουμε και αριθμός στηλών, “Number of columns” 5, και κάνουμε κλικ στο κουμπί “Go”. Στη συνέχεια θα φτιάξουμε τις μεταβλητές:

1. “name” ID, “type” BIGINT και “Default” None, πολύ σημαντικό είναι στη μεταβλητή “ID” να κάνουμε κλικ το “A_I”, γιατί αλλιώς δε θα αυξάνετε αυτόματα η μέτρηση με αποτέλεσμα να μη λαμβάνουμε τις μετρήσεις που παίρνουμε.
2. “name” humidity, “type” Float και “Default” None.

3. “name” temperature, “type” Float και “Default” None.
4. “name” brightness, “type” Float και “Default” None.
5. “name” date, “type” DATETIME και “Default” CURRENT_TIMESTAMP.

Αφού τελειώσουμε τον τύπο της κάθε μεταβλητής κάνουμε κλικ στο κουμπί “Save”.

Δημιουργία υποστηρικτικών αρχείων PHP στον φάκελο Htdocs

Πηγαίνουμε στο δίσκο του Centos ή όπου έχουμε κάνει την εγκατάσταση του XAMPP μετά στο φάκελο “opt”, “lamp” και “htdocs”. Από εκεί μέσα ανοίγουμε τη γραμμή εντολών γινόμαστε υπέρ-χρήστες με “su” και στη συνέχεια δημιουργούμε φάκελο με την εντολή:

```
mkdir elements
```

όπου “elements” είναι το όνομα του φακέλου. Μπαίνουμε στο φάκελο αυτό με “cd elements/” και δημιουργούμε PHP αρχεία με την εντολή:

```
touch envi.php, touch insertvalue.php, touch private.php και touch esp8266.php
```

Για να ανοίξουμε τα αρχεία που φτιάξαμε χρησιμοποιούμε την εντολή:

```
vi envi.php, vi insertvalue.php, vi private.php και vi esp8266.php
```

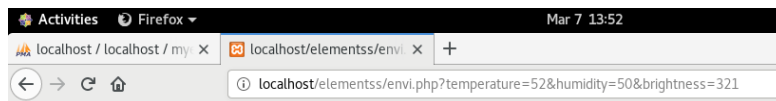
αντίστοιχα για το καθένα και γράφουμε τον κώδικα στο κάθε αρχείο ξεχωριστά που βρίσκεται στο κεφάλαιο 4 στην παράγραφο ανάλυση και συγγραφή λογισμικού, στον κώδικα PHP.

Έλεγχος της πρώτης εφαρμογής

Για να δούμε αν λειτουργεί σωστά ο κώδικας ένα απλό παράδειγμα είναι να ανοίξουμε μία καινούργια σελίδα στο διαδίκτυο και να γράψουμε:

```
localhost/elements/envi.php?temperature=52&humidity=50&brightness=321
```

Όπου “elements” είναι ο φάκελος που βρίσκετε μέσα στο “htdocs”, που έχουμε γράψει μέσα τα αρχεία “envi.php” καθώς και οι μεταβλητές που χρησιμοποιούμε “temperature, humidity και brightness” στον κώδικα.



Εικόνα 15-“Χειροκίνητη” εισαγωγή μετρήσεων.

Όταν γράψουμε την εντολή αυτή και πατήσουμε “Enter” πηγαίνοντας πίσω στο “phpMyAdmin” και κάνουμε ανανέωση της σελίδας ή “Refresh”, θα δούμε την παρακάτω εικόνα με τα νούμερα

που εμείς βάλαμε. Αυτό είναι ένα γρήγορο παράδειγμα που μπορούμε να το κάνουμε όσες φορές θέλουμε εξακριβώνοντας ότι δουλεύει σωστά.



Εικόνα 16- Ένδειξη μετρήσεων στον πίνακα.

GRAFANA

Εγκατάσταση της εφαρμογής IoT Grafana

Για την εγκατάσταση του Grafana ανοίγουμε τη γραμμή εντολών γινόμαστε υπέρ-χρήστες με “su” και γράφουμε:

```
cat <<EOF | sudo tee /etc/yum.repos.d/grafana.repo
[grafana]
name=grafana
baseurl=https://packages.grafana.com/oss/rpm
repo_gpgcheck=1
enabled=1
gpgcheck=1
gpgkey=https://packages.grafana.com/gpg.key
sslverify=1
sslcert=/etc/pki/tls/certs/ca-bundle.crt
EOF
```

Στη συνέχεια εκτελούμε την εντολή:

```
sudo dnf makecache
```

είναι προαιρετική ώστε να ενημερώσουμε το ευρετήριο προσωρινής μνήμης για τα διαθέσιμα πακέτα, με “y” όπου χρειάζεται. Όταν έχει ρυθμιστεί το αποθετήριο για Grafana, το Grafana μπορεί εύκολα να εγκατασταθεί εκτελώντας τις εντολές:

```
sudo dnf -y install grafana
```

και για να δούμε τις πληροφορίες του πακέτου:

```
rpm -qi grafana
```

Ξεκινάμε την υπηρεσία και την ενεργοποιούμε για εκκίνηση με:

```
sudo systemctl enable --now grafana-server.service
```

Η υπηρεσία του διακομιστή Grafana θα πρέπει να εμφανίζει κατάσταση λειτουργίας με την εντολή:

```
systemctl status grafana-server.service
```

θα δούμε αν τρέχει σωστά, όπου θα πάρουμε το μήνυμα “active (running)”.

Grafana port

Η προεπιλεγμένη θύρα που χρησιμοποιείται είναι 3000. Εάν έχουμε άλλη διαδικασία χρησιμοποιώντας αυτήν τη θύρα, θα πρέπει να ορίσουμε προσαρμοσμένη θύρα στο αρχείο διαμόρφωσης Grafana με την εντολή:

```
vi /etc/grafana/grafana.ini
```



```
# The http port to use
;http_port = 3000
```

Εικόνα 17-Επιλογή πόρτας για το πρόγραμμα Grafana.

Εάν έχουμε μία υπηρεσία τείχους προστασίας που εκτελείται, θα πρέπει να επιτρέψουμε στη θύρα 3000 για πρόσβαση στον πίνακα ελέγχου από το δίκτυο, εκτελώντας την εντολή:

```
sudo firewall-cmd --add-port=3000/tcp --permanent και sudo firewall-cmd --reload
```

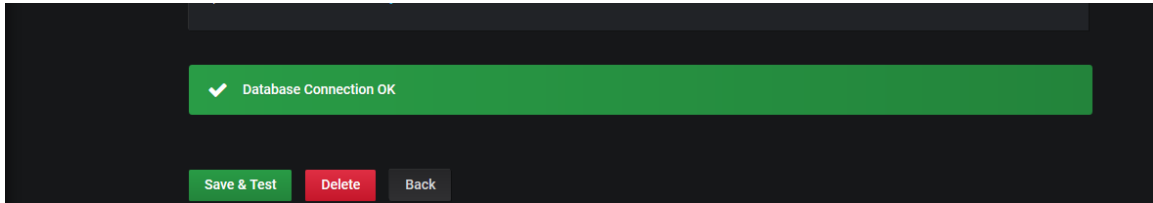
Έναρξη του προγράμματος Grafana

Το Grafana είναι έτοιμο να ξεκινήσει, ανοίγουμε το φυλλομετρητή και γράφουμε “localhost:3000” και πατάμε “Enter”, όπου 3000 είναι η πόρτα που έχουμε ορίσει. Μόλις ξεκινήσει το Grafana θα ζητήσει όνομα χρήστη και κωδικό, για αρχή βάζουμε και στα δύο “admin” και κάνουμε κλικ στο “Log In”. Στη συνέχεια έχουμε τη δυνατότητα να αλλάξουμε τον κωδικό πρόσβασης και μετά “Save” ή να παραλείψουμε αυτό το βήμα πατώντας “Skip”.

Σύνδεση του Grafana με τη βάση δεδομένων του Mysql

Για να γίνει η σύνδεση του Grafana με το Mysql ώστε να μπορούμε να βλέπουμε τα δεδομένα μας καλύτερα και πιο ευανάγνωστα για όλους, κάνουμε κλικ εκεί που λέει “Create your first data source” και στη συνέχεια επιλέγουμε τη βάση δεδομένων “Mysql”. Στις ρυθμίσεις που μας εμφανίστηκαν το όνομα “Name” μπαίνει αυτόματα ως “MySQL” όπου μπορούμε να το αλλάξουμε. Έπειτα για “Host” βάζουμε αυτό που μας προτείνει δηλαδή “localhost:3306” όπου 3306 είναι η

πόρτα με την οποία επικοινωνούν, στη συνέχεια στο “Database” βάζουμε το όνομα της βάσης δεδομένων που δημιουργήσαμε στο phpMyAdmin και στο “user” το “root”. Εφόσον βάλουμε τα σωστά “Host”, “Database” και “User” κάνουμε κλικ στο κουμπί “save and test”. Αν βάλουμε τα σωστά στοιχεία θα μας εμφανιστεί σε πράσινο πλαίσιο “Database Connection OK”.



Εικόνα 18-Database Connection OK, σύνδεση του Grafana με το Mysql [11].

Δημιουργία διαχειριστικού ταμπλό/πίνακα της πλατφόρμας IoT Grafana (Create Dashboard)

Αφού γίνει η σύνδεση του Grafana με τα δεδομένα από το Mysql, είμαστε έτοιμοι να φτιάξουμε το πρώτο ταμπλό/πίνακα. Κάνουμε κλικ στο “New dashboard”. Οι επιλογές που μας δίνει είναι “Add Query” και “Choose Visualization”. Κάνοντας κλικ στο “Add Query” έχει ως προεπιλογή ένα απλό γράφημα. Κάνοντας κλικ στο “Visualization” μας δίνεται η επιλογή τι γράφημα θέλουμε, κάποιες από τις επιλογές που έχουμε είναι: “Singlestat”, “Gauge”, “Bar Gauge” και άλλα. Η διαδικασία είναι σχετικά ίδια για όλα.

Αφού επιλέξουμε το γράφημα που θέλουμε κάνουμε κλικ στο “Queries”, αυτόματα θα συμπληρωθεί το κενό του “FROM” με το όνομα του πίνακα που δημιουργήσαμε στο Mysql. Στην επιλογή “SELECT” στο “Column:” βάζουμε τη μεταβλητή που θέλουμε, σαν επιλογή θα είναι το “ID”, το αφήνουμε ή το αλλάζουμε σε περίπτωση που δεν το χρειαζόμαστε στο γράφημά μας καθώς από ένα σημείο και μετά θα αυξάνεται αρκετά. Πατώντας πάνω στο “ID” θα εμφανιστούν όλες οι μεταβλητές που έχουμε, επιλέγουμε “brightness” και στη συνέχεια κάνουμε κλικ στο “+” και “Aggregate Functions”, “Average”, αυτό το κάναμε για να βλέπουμε όλες τις τιμές που έχουμε πάρει γενικά. Έπειτα στο “WHERE” πατάμε πάνω στο “Macro: \$__timeFilter” και το κάνουμε “Remove”. Στη συνέχεια στο “GROUP BY” βάζουμε “time(1s, none)”, αυτό γίνεται για να βλέπουμε συνέχεια την τελευταία τιμή/ένδειξη που πήραμε. Αν θέλουμε και τις άλλες μεταβλητές μαζί κάνουμε κλικ στο “Add Query” και προσθέτουμε μία μία τις μεταβλητές κάνοντας τα ίδια βήματα. Στο “Visualization” δεν υπάρχουν συγκεκριμένες ρυθμίσεις για να αλλάξουμε απλά μπορούμε να δοκιμάσουμε το πώς θα φαίνεται το γράφημα. Για να δώσουμε όνομα στο γράφημα πάμε “General” και στο “Title” βάζουμε το όνομα που θέλουμε. Αυτές οι ρυθμίσεις έγιναν στο γράφημα “Graph”.

Σε κάθε άλλη περίπτωση όπως είναι το “Singlestat”, “Gauge” και “Bar Gauge”, αλλάζουμε κάποια πράγματα όπως, στην επιλογή “SELECT” στο “Column: brightness” δε βάζουμε “Average” καθόλου, στα γραφήματα αυτά δε θέλουμε να βλέπουμε όλο το ιστορικό των τιμών που είχαν παρά μόνο την τελευταία τιμή. Μετά στο “WHERE” πατάμε πάνω στο “Macro: \$__timeFilter” και το κάνουμε “Remove”. Στη συνέχεια στο “GROUP BY” βάζουμε “time(1s, none)”, δεν αλλάζει κάτι εδώ. Εκεί που πρέπει να αλλάξουμε είναι στις ρυθμίσεις του “Visualization” στο “Display”, όπου στο “Show” επιλέγουμε “Calculation” και στο “Calc” το “Last(not null)”. Με τα υπόλοιπα ανάλογα πως το θέλουμε τα αλλάζουμε. Επίσης και εδώ για να όνομα στο γράφημα πάμε “General” και στο “Title” βάζουμε το όνομα που θέλουμε.

ΟΔΗΓΙΕΣ ΜΕΤΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΤΟΥ GRAFANA ΙΟΤ ΣΤΟ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟ

Μέχρι τώρα είδαμε πώς να εγκαταστήσουμε το Grafana τοπικά στον υπολογιστή μας. Ότι έχουμε φτιάξει μέχρι στιγμής είναι σε τοπικό δίκτυο, δηλαδή θα έχουμε πρόσβαση στο διακομιστή μας, μόνο αν είμαστε συνδεδεμένοι στο ίδιο δίκτυο. Για να μπορούμε να βλέπουμε τα δεδομένα από οποιαδήποτε τοποθεσία δηλαδή και από άλλη σύνδεση δικτύου, πρέπει να φτιάξουμε τις ρυθμίσεις του ίντερνετ μέσα στα Centos, επίσης η IP που θα βάλουμε θα πρέπει να είναι δημόσια.

Αλλαγές στις ρυθμίσεις της κάρτας δικτύου του Centos

Πηγαίνουμε στις ρυθμίσεις του ίντερνετ, επιλέγουμε μία από τις συνδέσεις που βλέπουμε όπου γράφει “Ethernet”, και κάνουμε κλικ στο γρανάζι. Στο “Identity” γράφουμε το όνομα που θέλουμε να έχει η σύνδεσή μας και στο “MAC Address” κάνοντας κλικ στο βελάκι δεξιά μας επιλέγουμε μία MAC Address που μας εμφανίζει. Στη συνέχεια πηγαίνουμε στο “IPv4”, και στο “IPv4 Method” επιλέγουμε “Manual” για να μην μας αλλάζει την IP κάθε φορά που συνδεόμαστε στο διαδίκτυο. Στη συνέχεια στο “Addresses”, όπου “Address” γράφουμε τη δημόσια IP που έχουμε “83.212.119.212”, με “Netmask” 255.255.255.0 καθώς και “Gateway” που συνήθως είναι 192.168.1.1 . Επίσης για “DNS” 8.8.8.8 και μόλις τελειώσουμε κάνουμε κλικ στο “Add”.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΥΛΙΚΟΥ ΜΕΡΟΥΣ ΤΗΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΔΙΑΤΑΞΗΣ

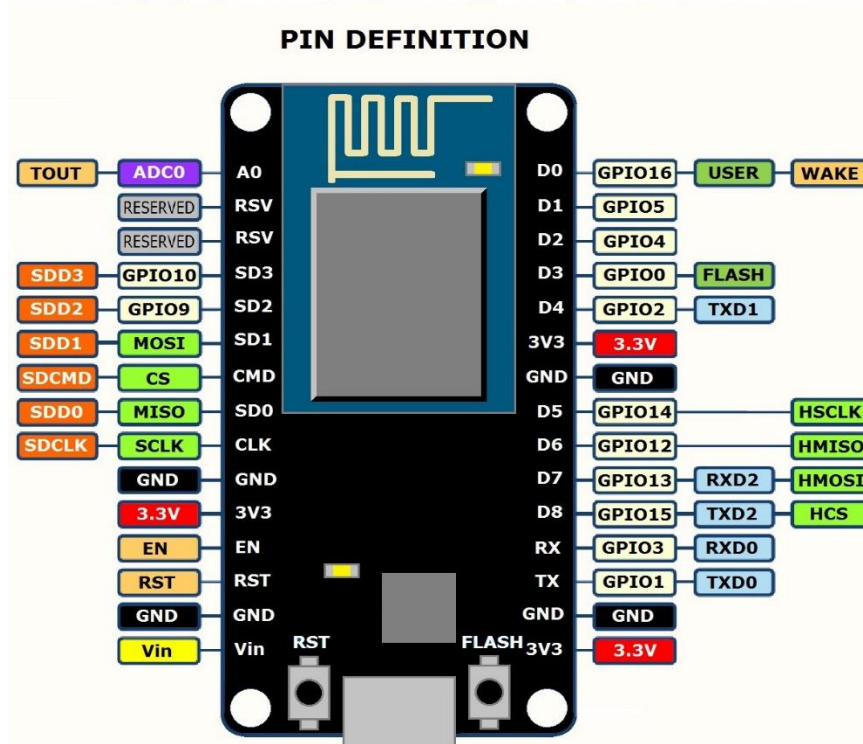
ΣΧΕΔΙΑΣΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΥΛΙΚΟΥ ΜΕΡΟΥΣ (HARDWARE)

Στο παρόν κεφάλαιο θα εξεταστεί το υλικό μέρος (hardware) και το λογισμικό μέρος (software) της πειραματικής διάταξης. Πιο συγκεκριμένα, παρουσιάζετε, η λίστα των υλικών, το διάγραμμα ροής, το ηλεκτρονικό κύκλωμα καθώς και ο κώδικας του προγράμματος που χρησιμοποιήθηκε μέσω του μικροελεγκτή NodeMCU ESP8266-12E.

Ο μικροελεγκτής NodeMCU ESP8266-12E

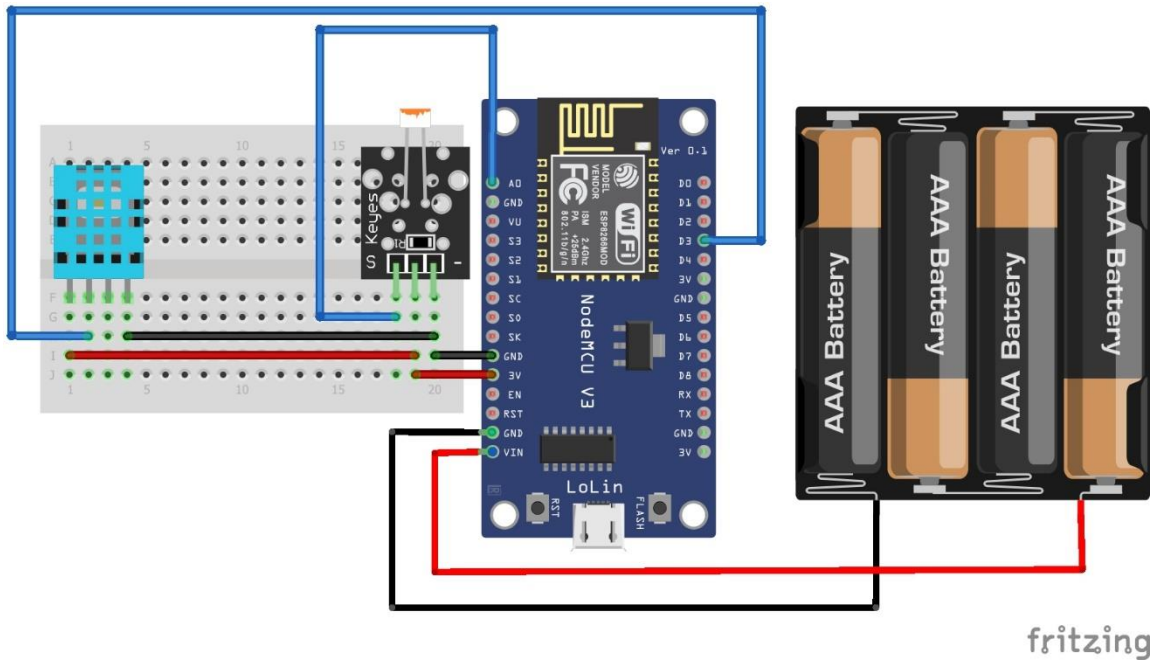
Το NodeMcu είναι ταυτόχρονα ένα υλικολογισμικό και κιτ ανάπτυξης λογισμικού ανοιχτού κώδικα που βοηθά στη δημιουργία πρωτοτύπων IoT προϊόντων με λίγες γραμμές σεναρίου Lua [7].

NodeMCU ESP8266-12E

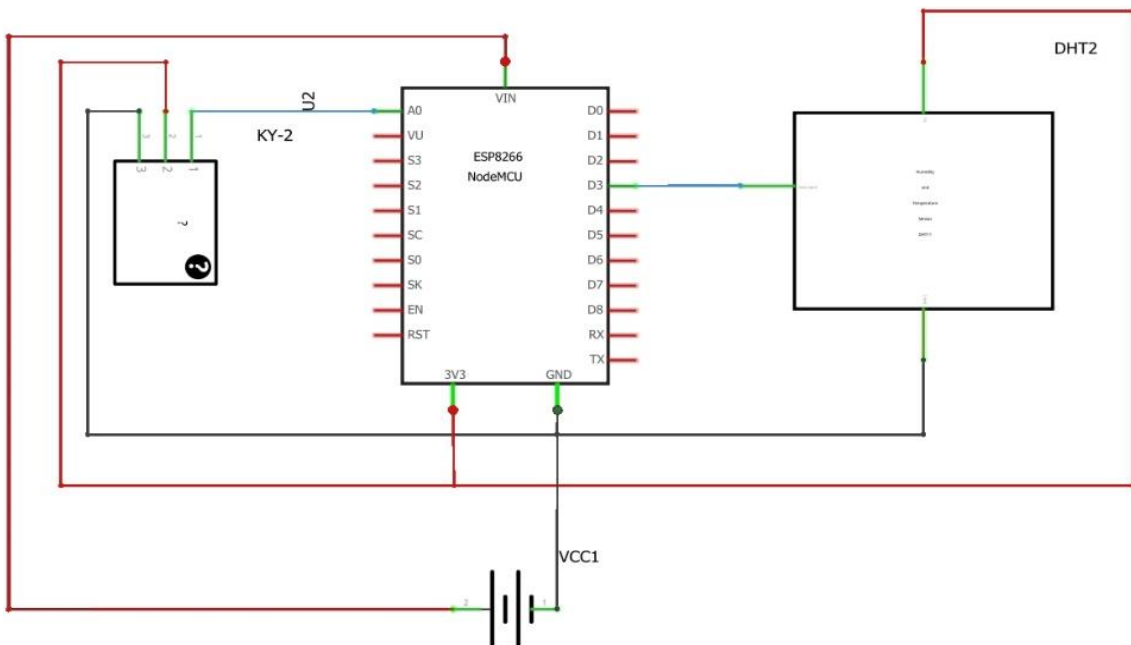


Εικόνα 19-NodeMCU (ESP8266-12E Module) Pinout [7].

Ηλεκτρονικό κύκλωμα



Εικόνα 20-Σχέδιο συνδεσμολογίας των εξαρτημάτων σε φυσική μορφή με τη βοήθεια του προγράμματος Fritzing [14].



Εικόνα 21-Ηλεκτρονικό κύκλωμα ή σχέδιο ηλεκτρονικού κυκλώματος με τη βοήθεια του προγράμματος Fritzing [14].

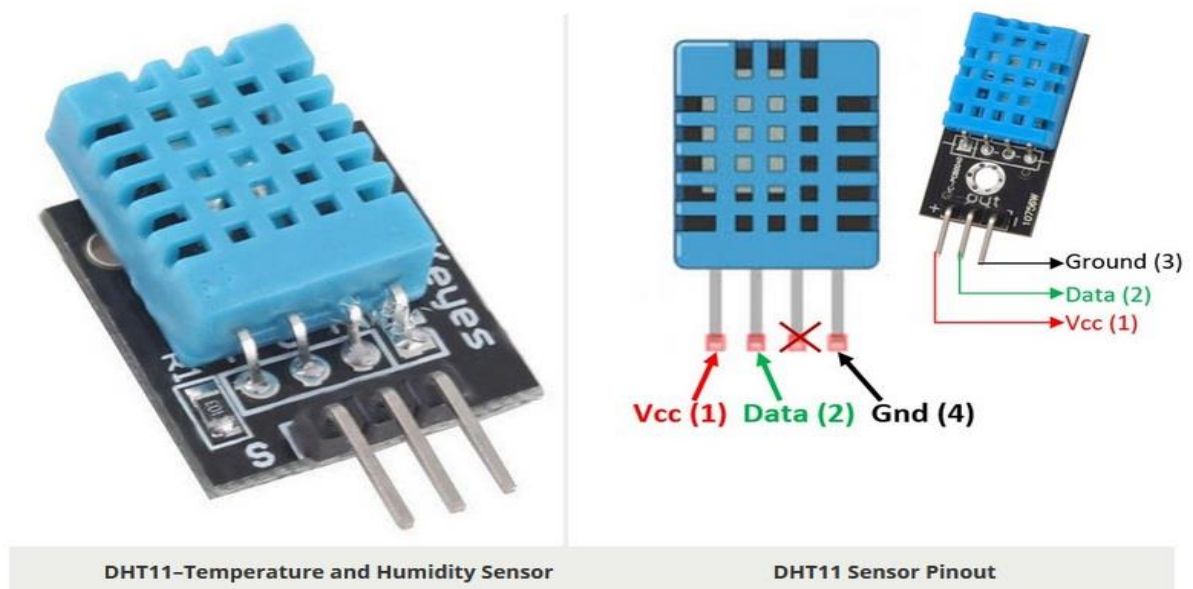
Λίστα υλικών

DHT11

Οι αισθητήρες DHT11 μπορεί να είναι περιορισμένων δυνατοτήτων/επιδόσεων, αλλά είναι ιδανικοί για όσους θέλουν να κάνουν κάποια βασική καταγραφή δεδομένων, όπως για παράδειγμα σε πειραματικό επίπεδο κατασκευής πρωτοτύπων. Οι αισθητήρες DHT αποτελούνται από δύο μέρη, έναν χωρητικό αισθητήρα υγρασίας και ένα θερμίστορ. Υπάρχει επίσης ένα πολύ βασικό τσιπ στο εσωτερικό που κάνει μία αναλογική σε ψηφιακή μετατροπή και εκτοξεύει ένα ψηφιακό σήμα με τη θερμοκρασία και την υγρασία. Το ψηφιακό σήμα είναι αρκετά εύκολο να διαβαστεί χρησιμοποιώντας οποιονδήποτε μικροελεγκτή [15]. Οι αισθητήρες DHT11:

- Χαρακτηρίζονται από εξαιρετικά χαμηλό κόστος
- Λειτουργούν από 3 έως 5V και I / O
- Μέγιστη τρέχουσα χρήση 2,5mA κατά τη μετατροπή (ενώ ζητάτε δεδομένα)
- Ενδείκνυνται για μετρήσεις υγρασίας 20-80% με ακρίβεια 5%
- Μετρούν ακρίβεια θερμοκρασίας 0-50°C με απόκλιση $\pm 2^\circ \text{C}$
- Διαθέτουν ρυθμό δειγματοληψίας 1 Hz (μία μέτρηση ανά δευτερόλεπτο)
- Διαστάσεις σώματος 15,5 mm x 12 mm x 5,5 mm
- Συνδεσιμότητα μέσω 4 ακίδων με απόσταση 0,1" μεταξύ τους.

DHT11–Temperature and Humidity Sensor



Εικόνα 22- DHT11 Temperature and Humidity Sensor [16].

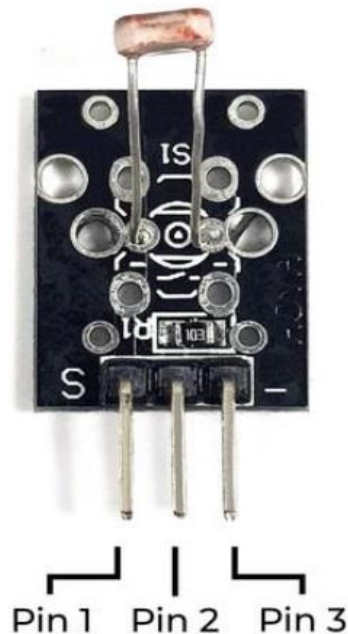
KY-018 Photoresistor

Η φωτοαντίσταση (LDR ή φωτοκύτταρο) είναι μια ελεγχόμενη από το φως μεταβλητή αντίσταση. Η αντίσταση μιας φωτοαντίστασης μειώνεται με την αυξανόμενη ένταση φωτός που προσπίπτει σε αυτή. Με άλλα λόγια, παρουσιάζει φωτοαγωγιμότητα. Αυτή η μονάδα επιτρέπει την εύκολη ανίχνευση των επιπέδων φωτός από την εφαρμογή μικροελεκτη. Απλώς συνδέστε το GND και το VCC στη μονάδα και διατίθεται μια διαφορετική τάση ανάλογα με το επίπεδο φωτισμού στον τρίτο ακροδέκτη. Οι φωτοευαίσθητες αντιστάσεις μπορούν να χωριστούν σε τρεις τύπους από τις φασματικές τους ιδιότητες: Αντοχή στην υπεριώδη ακτινοβολία, υπέρυθη φωτοευαίσθητη αντίσταση, φωτοευαίσθητη αντίσταση ορατού φωτός [17].

ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

- Τύπος Αισθητήρα: Φωτός
- Τυπική Τάση Εισόδου: 3.3VDC-5VDC
- Διασύνδεση: Αναλογική
- Πρωτόκολλο Επικοινωνίας: Χωρίς

KY-018 Photoresistor



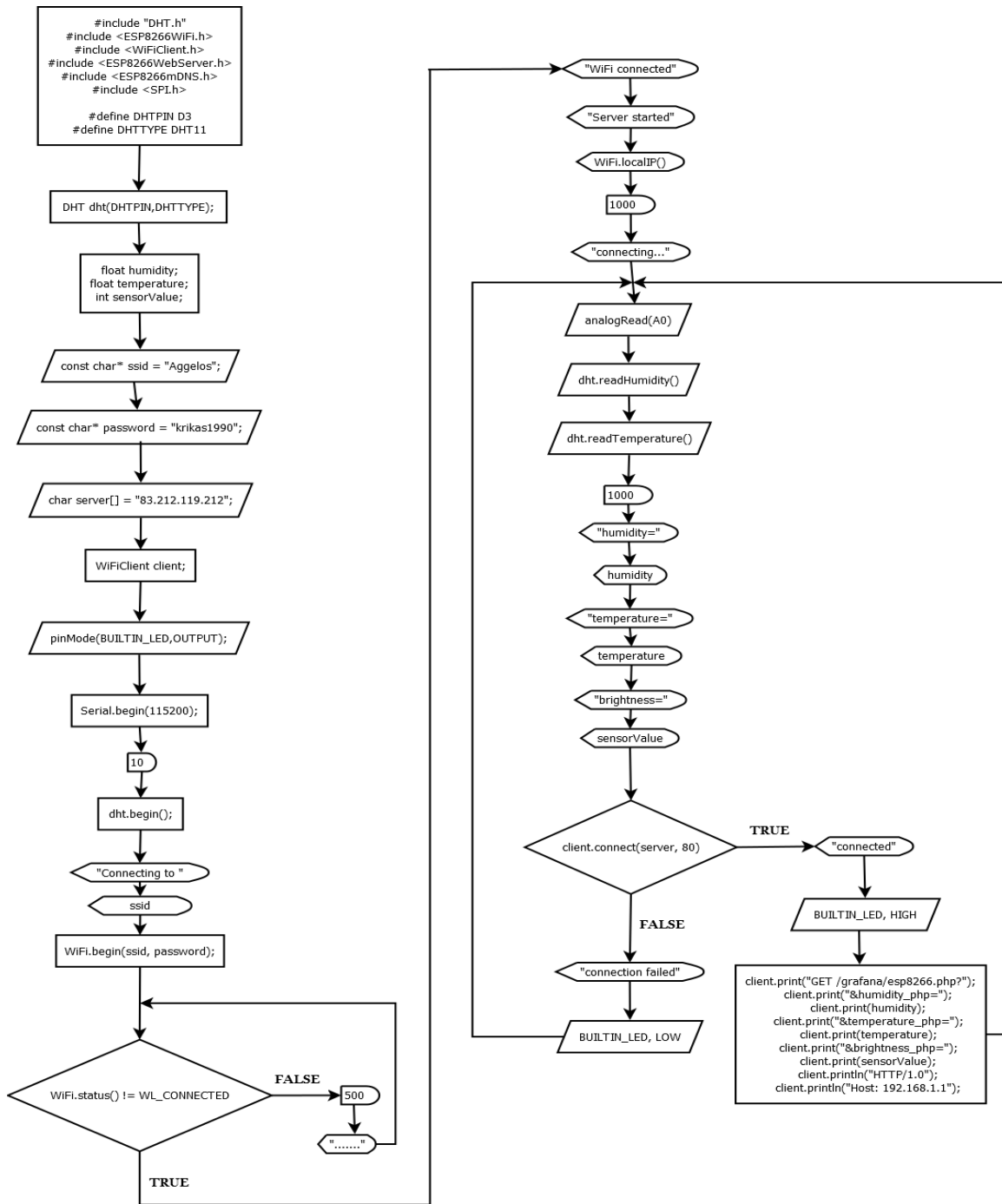
Pin 1	GND
Pin 2	5V
Pin 3	DATA

Εικόνα 23- KY-018 Photoresistor Module Pinout [18].

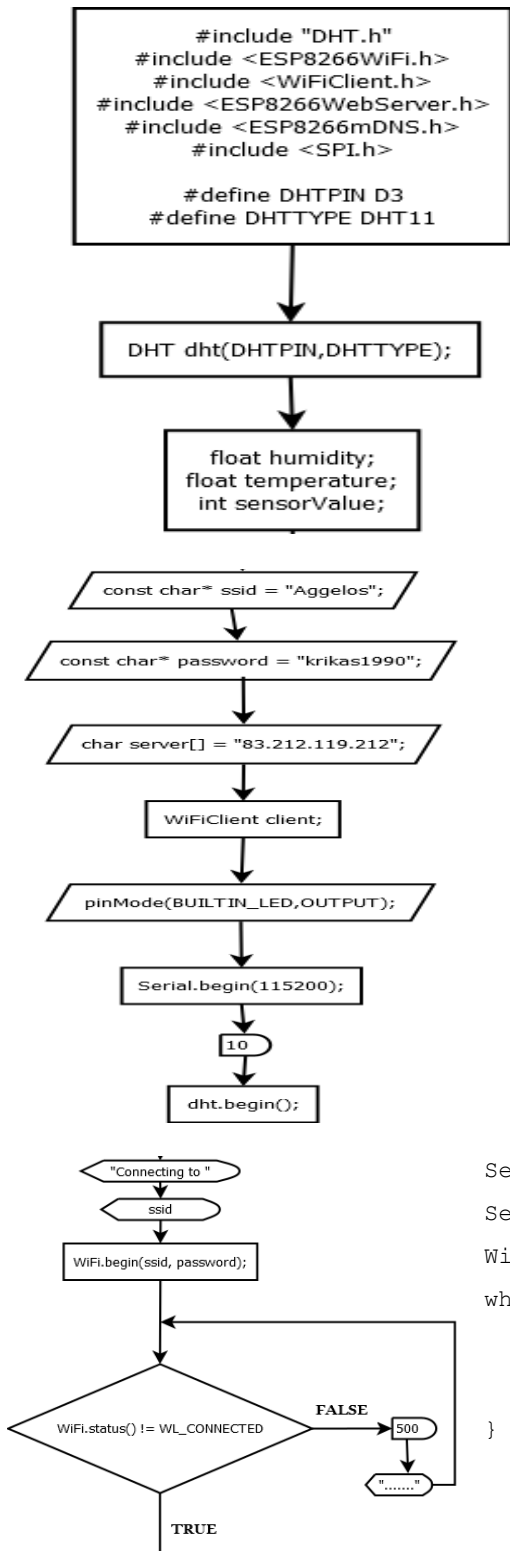
ΑΝΑΛΥΣΗ ΚΑΙ ΣΥΓΓΡΑΦΗ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟΥ (SOFTWARE)

Διάγραμμα Ροής

Στην παρακάτω εικόνα φαίνεται το πλήρες διάγραμμα ροής του λογισμικού της πειραματικής διάταξης.



Εικόνα 24-Πλήρες διάγραμμα ροής με τη βοήθεια του προγράμματος Dia [19].



```

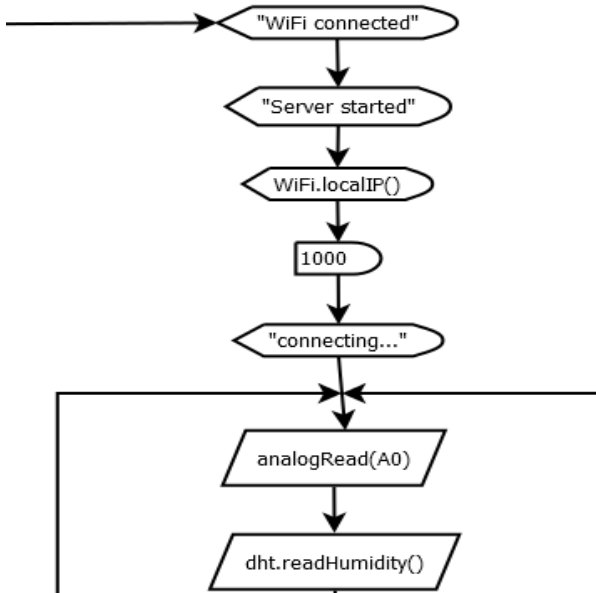
#include "DHT.h"
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <WiFiClient.h>
#include <ESP8266WebServer.h>
#include <ESP8266mDNS.h>
#include <SPI.h>
#define DHTPIN D3
#define DHTTYPE DHT11
DHT dht(DHTPIN,DHTTYPE);
float humidity;
float temperature;
int sensorValue;
  
```

```

const char* ssid = "Aggelos";
const char* password = "krikas1990";
char server[] = "83.212.119.212";
WiFiClient client;
void setup(){
  Serial.begin(115200);
  delay(10);
  dht.begin();
  
```

```

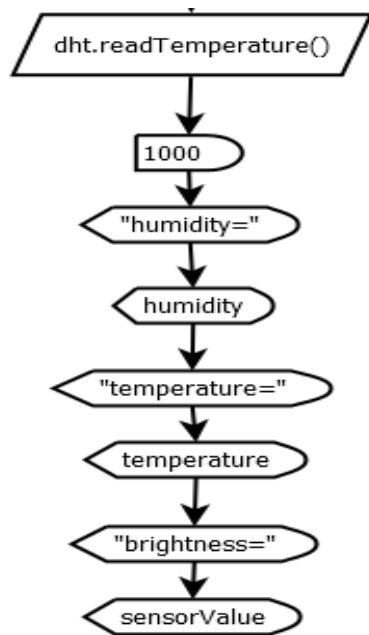
Serial.print("Connecting to ");
Serial.println(ssid);
WiFi.begin(ssid, password);
while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
  delay(500);
  Serial.print(".");
}
  
```



```

Serial.println("WiFi connected");
Serial.println("Server started");
Serial.println(WiFi.localIP());
  delay(1000);
  Serial.println("connecting...");
}
void loop(){
  sensorValue = analogRead(A0);
  humidity = dht.readHumidity();

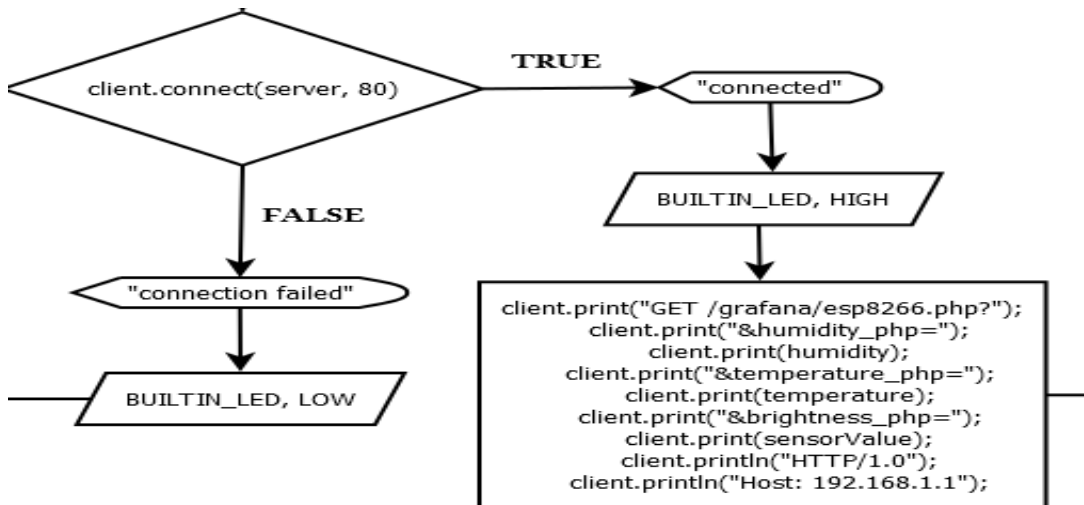
```



```

temperature = dht.readTemperature();
delay(1000);
Serial.print("humidity=");
Serial.println(humidity);
Serial.print("temperature=");
Serial.println(temperature);
Serial.print("brightness=");
Serial.println(sensorValue);

```



```

if (client.connect(server, 80)) {
    Serial.println("connected");
    digitalWrite(BUILTIN_LED, HIGH);
    client.print("GET /grafana/esp8266.php?");
    client.print("&humidity_php=");
    client.print(humidity);
    client.print("&temperature_php=");
    client.print(temperature);
    client.print("&brightness_php=");
    client.print(sensorValue);
    client.println("HTTP/1.0");
    client.println("Host: 192.168.1.1");
    client.println();
}
else {
    Serial.println("connection failed");    digitalWrite(BUILTIN_LED, LOW);
}
}

```

Κώδικας Προγράμματος για την Πειραματική Διάταξη

Παρακάτω παρουσιάζεται ο πλήρης κώδικας σε γλώσσα C/C++ της πειραματικής διάταξης που λαμβάνει δεδομένα από τα αισθητήρια που έχουμε τοποθετήσει πάνω του (φωτεινότητα, υγρασία και θερμοκρασία). Στη συνέχεια τα αποστέλλει μέσω Διαδικτύου στην πλατφόρμα IoT Grafana με σκοπό την καταγραφή ιστορικού τιμών και την παρουσίαση αυτών μέσω διαγραμμάτων.

```

#include "DHT.h" //
#include <ESP8266WiFi.h> //

```



```

#include <WiFiClient.h> //Βιβλιοθήκες που χρειάζονται για
#include <ESP8266WebServer.h> //τον κώδικα
#include <ESP8266mDNS.h> //
#include <SPI.h> //

#define DHTPIN D3 //Τοποθεσία του DHT11 πάνω στο NodeMCU
#define DHTTYPE DHT11 //

DHT dht(DHTPIN,DHTTYPE); //

float humidity; //
float temperature; //Τύπος μεταβλητών
int sensorValue; //

const char* ssid = "Aggelos"; //Όνομα του δικτύου όπου βρισκόμαστε
const char* password = "krikas1990"; //καθώς και ο κωδικός του
char server[] = "83.212.119.212"; //IP που θέλουμε να στείλουμε τα
WiFiClient client; //δεδομένα

void setup(){ //
  Serial.begin(115200); //
  delay(10); //
  dht.begin(); //

  Serial.println(); //
  Serial.println(); //
  Serial.print("Connecting to "); //Μήνυμα στην οθόνη όπου μας λέει σε πιο
  Serial.println(ssid); //δίκτυο συνδεόμαστε

  WiFi.begin(ssid, password); //

  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) { //Μέχρι να συνδεθεί στο δίκτυό
    delay(500); //μας έχουμε το ακόλουθο μήνυμα
    Serial.print("."); //...
  }
  Serial.println(""); //
  Serial.println("WiFi connected"); //Μηνύματα στην οθόνη που μας
  Serial.println("Server started"); //δείχνουν ότι έχουμε συνδεθεί
  Serial.println(WiFi.localIP()); //στο δίκτυό μας
  delay(1000); //καθυστέρηση 10 δευτερολέπτων

```

```

    Serial.println("connecting...");    //
}

void loop() {

    sensorValue = analogRead(A0);      //Διαβάζει τις τιμές της φωτεινότητας,
    humidity = dht.readHumidity();     //που βρίσκετε στη θέση A0 του NodeMCU,
    temperature = dht.readTemperature(); //της υγρασίας και της θερμοκρασίας
    delay(30000);                      //κάθε 30 δευτερόλεπτα

    Serial.print("humidity=");        //
    Serial.println(humidity);         //Ένδειξη τιμών που διαβάστηκαν
    Serial.print("temperature=");     //στην οθόνη
    Serial.println(temperature);     //
    Serial.print("brightness=");     //
    Serial.println(sensorValue);     //

    if (client.connect(server, 80)) { //Αν ο διακομιστής είναι στην πόρτα 80
        Serial.println("connected");  //σβήνει το LED
        digitalWrite(BUILTIN_LED, HIGH); //
        client.print("GET /grafana/esp8266.php?"); //Αποστολή των τιμών που
        client.print("&humidity_php="); //λαμβάνουμε στο αρχείο που βρίσκεται
        client.print(humidity);       //μέσα στον φάκελοhtdocs
        client.print("&temperature_php="); //
        client.print(temperature);    //
        client.print("&brightness_php="); //
        client.print(sensorValue);    //
        client.println("HTTP/1.0");   //
        client.println("Host: 192.168.1.1");//
        client.println();             //
    } else { // if you didn't get a connection to the server:
        Serial.println("connection failed");//Μήνυμα στην οθόνη σε περίπτωση που δεν
        digitalWrite(BUILTIN_LED, LOW); //έχουμε σύνδεση με το διακομιστή καθώς
    }                                  //και LED που ανάβει για οπτική επαφή
}

```

Κώδικας PHP

Παρακάτω παρουσιάζεται ο πλήρης κώδικας PHP των αρχείων (insertvalue.php, private.php, envi.php και esp8266.php) που βοηθούν στη λήψης των δεδομένων της πειραματικής διάταξης που

λαμβάνει δεδομένα από τα αισθητήρια που τοποθετήθηκαν σε αυτόν (φωτεινότητα, υγρασία και θερμοκρασία). Τα οποία και αποστέλλει μέσω Διαδικτύου στην πλατφόρμα IoT Grafana με σκοπό την καταγραφή ιστορικού τιμών, και στη συνέχεια για την παρουσίαση αυτών μέσω διαγραμμάτων. Αυτοί οι κώδικες PHP φιλοξενούνται στο Apache Webserver του XAMPP.

Κώδικας του αρχείου Insertvalue.php

Στη συνέχεια παρουσιάζεται ο κώδικας PHP του αρχείου Insertvalue που είναι υπεύθυνο για να προχωρήσει στην εισαγωγή των τιμών. Εδώ έχουμε την εισαγωγή των τιμών από τον κώδικα του NodeMCU, όπου προετοιμάζει το SQL στο PhpMyAdmin για καταγραφή μίας ακόμα σειράς τιμών.

```
<?php
class Machine{
    private $connection;
    function __construct(){
        require_once("private.php");
        $this->connection = new connection();
        $this->connection->connect();
    }
    public function enter_data($humidity_php, $temperature_php,
    $brightness_php){
        $sql = " insert into pagrati values (null, ?, ?, ?, now()) ";
        $stmt = $this->connection->connection->prepare($sql);
        $stmt->bindValue(1, $humidity_php);
        $stmt->bindValue(2, $temperature_php);
        $stmt->bindValue(3, $brightness_php);
        if($stmt->execute()){
            echo "successful income";
        }else{
            echo "couldnt put data";
        }
    }
}
?>
```

Κώδικας του αρχείου Private.php

Στη συνέχεια παρουσιάζεται ο κώδικας PHP του αρχείου Private που αποσκοπεί στη σύνδεση και τον έλεγχο των στοιχείων του διακομιστή. Ελέγχει τον διακομιστή(server), τον χρήστη(root), τον

κωδικό που έχουμε επιλέξει(password) καθώς και το όνομα της βάσης δεδομένων(database). Εφόσον έχουν εισαχθεί σωστά γίνεται η είσοδος στη βάση δεδομένων.

```
<?php
class connection
{
    private $server;
    private $user;
    private $password;
    private $database;
    public $connection;
    public function __construct(){
        $this->server = "localhost";
        $this->user = "root";
        $this->password = "";
        $this->database = "myenvironment";
    }
    function connect(){
        $this->connection = new PDO("mysql:host=$this->server;dbname=$this->database","$this->user","$this->password");
    }
    function lose(){
        $this->connection->close();
    }
}
?>
```

Κώδικας του αρχείου Envi.php

Εδώ παρουσιάζεται ο κώδικας PHP του αρχείου Envi όπου εισάγει τις τιμές που μπήκαν είτε αυτόματα είτε χειροκίνητα στη βάση δεδομένων. Εφόσον οι τιμές που εισήχθησαν δεν είναι ' ', δηλαδή ένα κενό, τότε οι τιμές μπαίνουν αυτόματα στον πίνακά μας.

```
<?php
class pagrati{
    public $link='';
    function __construct($temperature, $humidity, $brightness){
        $this->connect();
        $this->storeInDB($temperature, $humidity, $brightness);
    }
    function connect(){
```

```

        $this->link = mysqli_connect('localhost','root','') or die('Cannot
connect to the DB');
        mysqli_select_db($this->link,'myenvironment') or die('Cannot select
the DB');
    }
    function storeInDB($temperature, $humidity, $brightness){
        $query = "insert into pagrati set humidity='".$humidity."',
temperature='".$temperature."', brightness='".$brightness."'";
        $result = mysqli_query($this->link,$query) or die('Errant query:
'.$query);
    }
}
if($_GET['temperature'] != '' and $_GET['humidity'] != '' and
$_GET['brightness'] != ''){
    $pagrati=new
pagrati($_GET['temperature'],$_GET['humidity'],$_GET['brightness']);
}
?>

```

Κώδικας του αρχείου Esp8266.php

Και τέλος, παρουσιάζεται ο κώδικας PHP του αρχείου Esp8266 που στην ουσία είναι η αρχή όλου του κώδικα, όπου απαιτεί το αρχείο “insertvalue.php”, δηλαδή την κλάση “Machine” για να φτιάξει μία καινούρια “Machine” μηχανή ώστε να εισάγει τα νέα δεδομένα, νέες τιμές.

```

<?php
require_once("insertvalue.php");
$machine = new Machine();
$enter_data = $machine->enter_data($_GET["humidity_php"],
$_GET["temperature_php"], $_GET["brightness_php"]);
//}
?>

```

Βιβλιογραφία

- [1] X. Κώτσος, "PC STEPS," 25 08 2017. [Online]. Available: https://www.pcsteps.gr/213103-%CF%84%CE%B9-%CE%B5%CE%AF%CE%BD%CE%B1%CE%B9-%CF%84%CE%BF-internet-of-things-iot-smart-home/#___Internet_of_Things. [Accessed 20 04 2020].
- [2] Larry Dignan, Steven J. Vaughan-Nichols, Adrian Kingsley-Hughes, Mary Jo Foley's, Jason Perlow, Andrew Brust, Tony Baer, George Anadiotis, Matthew Miller, Greg Nichols, "ZDNet," 01 01 2020. [Online]. Available: <https://www.zdnet.com/article/what-is-the-internet-of-things-everything-you-need-to-know-about-the-iot-right-now/>. [Accessed 20 04 2020].
- [3] TechTarget, "IoT Agenda," 01 12 2005. [Online]. Available: <https://internetofthingsagenda.techtarget.com/definition/Internet-of-Things-IoT>. [Accessed 20 Απρίλιος 2020].
- [4] Αργύρης Νομικός, "Device Protocol," securityreport, 01 01 2011. [Online]. Available: <https://securityreport.gr/magazine-archive/etos-2019/item/7090-asyrmata-protokolla-epikoinonias-gia-efarmoges-iot>. [Accessed 20 04 2020].
- [5] Chandan Kumar, "Geekflare," Open Source Internet of Things (IoT) Platforms, 01 01 2015. [Online]. Available: <https://geekflare.com/iot-platform-tools/>. [Accessed 20 04 2020].
- [6] "wikipedia," 01 01 2001. [Online]. Available: <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9C%CE%B9%CE%BA%CF%81%CE%BF%CE%B5%CE%BB%CE%B5%CE%B3%CE%BA%CF%84%CE%AE%CF%82>. [Accessed 20 04 2020].

- [7] "GROBOTRONICS," [Online]. Available: <https://grobotronics.com/nodemcu-lua-based-esp8266.html>. [Accessed 20 04 2020].
- [8] ThingsBoard, "ThingsBoard - Open-source IoT Platform," [Online]. Available: <https://thingsboard.io/>. [Accessed 20 04 2020].
- [9] kaaproject, "Internet of Things Platform Kaa," [Online]. Available: <https://www.kaaproject.org/>. [Accessed 20 04 2020].
- [10] thinger, "Thinger.io - Open Source Iot Platform," [Online]. Available: <https://thinger.io/>. [Accessed 20 04 2020].
- [11] T. Ödegaard, "Grafana: The open observability platform," 01 01 2014. [Online]. Available: <https://grafana.com/>. [Accessed 20 12 2019].
- [12] "Tips and TriCs-Guest VirtualBox," [Online]. Available: <https://el.tipsandtrics.com/virtualbox-s-guest-additions-751353>. [Accessed 15 05 2020].
- [13] K. ' . S. a. K. Vogelgesang, "Xampp," 19 10 2015. [Online]. Available: <https://www.apachefriends.org/index.html>. [Accessed 20 11 2019].
- [14] Jonathan, "Fritzing," 06 07 2010. [Online]. Available: <https://fritzing.org/home/>. [Accessed 10 06 2016].
- [15] "adafruit," 29 07 2012. [Online]. Available: <https://learn.adafruit.com/dht>. [Accessed 21 04 2020].
- [16] Components101 - Electronic Components Pinouts, Details & Datasheets, "DHT11-Pinout," 05 01 2018. [Online]. Available: <https://components101.com/dht11-temperature-sensor>. [Accessed 20 01 2020].
- [17] grobotronics, "GROBOTRONICS-KY-018," [Online]. Available: <https://grobotronics.com/photoresistor-module-ky-018.html>. [Accessed 21 04 2020].

- [18] MakerSupplies Singapore, "KY-018," [Online]. Available: https://cdn.shopify.com/s/files/1/0050/5259/6270/products/KY-018_Photorresistor_Module_-_BC-21-19_800x.jpg?v=1572433753. [Accessed 28 01 2020].
- [19] Steffen Macke, "Dia Diagram Editor," 01 01 2003. [Online]. Available: <http://dia-installer.de/>. [Accessed 25 04 2020].
- [20] ChristophGaluschka, "The CentOS Project," 16 12 2019. [Online]. Available: http://isoredirect.centos.org/centos/8/isos/x86_64/CentOS-8.1.1911-x86_64-dvd1.iso. [Accessed 28 01 2020].
- [21] D. C. T. I. G. M. a. D. M. Massimo Banzi, "aduino," 23 01 2006. [Online]. Available: <https://www.arduino.cc/>. [Accessed 19 12 2019].
- [22] Refsnes Data, "W3Schools Online Web Tutorials," 1999. [Online]. Available: https://www.w3schools.com/php/php_datatypes.asp. [Accessed 25 11 2019].
- [23] D. Ho, "Notepad++," 16 05 2010. [Online]. Available: <https://notepad-plus-plus.org/downloads/>. [Accessed 25 11 2019].
- [24] VirtualBox.org, "Oracle VM VirtualBOX," [Online]. Available: <https://www.virtualbox.org/>. [Accessed 28 01 2020].
- [25] IoT TECH EXPO WORLD SERIES, "iottechexpo," 01 01 2019. [Online]. Available: <https://www.iottechexpo.com/2019/06/iot/seven-reasons-you-should-implement-iot-within-your-business-enterprise/>. [Accessed 20 04 2020].
- [26] computingforgeeks, "Computing for Geeks," 01 01 2014. [Online]. Available: <https://computingforgeeks.com/how-to-install-grafana-on-rhel-8/>. [Accessed 20 04 2020].