



uowm.gr



ece.uowm.gr

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ  
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ  
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
& ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ  
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΑΠΟΜΑΚΡΥΣΜΕΝΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ  
ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΧΩΡΟΥ ΦΙΛΟΞΕΝΙΑΣ  
SERVER ΚΑΙ ΣΥΝΔΕΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ  
ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΚΑΙ ΕΝΗΜΕΡΩΣΗΣ.**

**ΜΑΡΓΑΡΙΤΗΣ ΝΙΚΟΛΑΟΣ**

Αριθμός Μητρώου: HN07923

Επιβλέπων Καθηγητής  
**ΔΗΜΗΤΡΙΑΔΗΣ ΔΗΜΗΤΡΙΟΣ**

ΚΟΖΑΝΗ

ΑΥΓΟΥΣΤΟΣ 2022



uowm.gr



ece.uowm.gr

**HELLENIC REPUBLIC**  
**UNIVERSITY of WESTERN MACEDONIA**  
**SCHOOL of ENGINEERING**  
**DEPARTMENT of ELECTRICAL**  
**& COMPUTER ENGINEERING**  
**CURRICULUM of *TECHNOLOGICAL***  
**ELECTRICAL ENGINEERING**

**T H E S I S**

**REMOTE CONTROL OF SERVER HOSTING  
ENVIROMENT AND LOGGING AND  
UPDATING SYSTEM CONNECTION.**

**MARGARITIS NIKOLAOS**

Registration Number: HN07923

Supervisor

**DIMITRIADIS DIMITRIOS**

**KOZANI**

**AUGUST 2022**



uowm.gr



ece.uowm.gr

**ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ  
ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ  
ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ  
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
& ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ  
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ  
ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ Τ.Ε.**

**ΔΗΛΩΣΗ ΜΗ ΛΟΓΟΚΛΟΠΗΣ ΚΑΙ  
ΑΝΑΛΗΨΗΣ ΠΡΟΣΩΠΙΚΗΣ ΕΥΘΥΝΗΣ**

Δηλώνω ρητά ότι, σύμφωνα με το άρθρο 8 του Ν. 1599/1986 και τα άρθρα 2, 4, 6 παρ. 3 του Ν. 1256/1982, η παρούσα Πτυχιακή Εργασία με τίτλο “ΑΠΟΜΑΚΡΥΣΜΕΝΟΣ ΕΛΕΓΧΟΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ ΧΩΡΟΥ ΦΙΛΟΞΕΝΙΑΣ SERVER ΚΑΙ ΣΥΝΔΕΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΚΑΤΑΓΡΑΦΗΣ ΚΑΙ ΕΝΗΜΕΡΩΣΗΣ”, καθώς και τα ηλεκτρονικά αρχεία και πηγαίοι κώδικες που αναπτύχθηκαν ή τροποποιήθηκαν στα πλαίσια αυτής της εργασίας και αναφέρονται ρητώς μέσα στο κείμενο που συνοδεύουν και η οποία έχει εκπονηθεί στο Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών του Πανεπιστημίου Δυτικής Μακεδονίας, υπό την επίβλεψη του μέλους του Τμήματος κ. Δημητριάδη Δημητρίου, αποτελεί αποκλειστικά προϊόν προσωπικής εργασίας, δεν προσβάλλει κάθε μορφής πνευματικά δικαιώματα τρίτων και δεν είναι προϊόν μερικής ή ολικής αντιγραφής· οι πηγές δε που χρησιμοποιήθηκαν περιορίζονται στις βιβλιογραφικές αναφορές και μόνον. Τα σημεία όπου έχω χρησιμοποιήσει ιδέες, κείμενο, αρχεία ή/και πηγές άλλων συγγραφέων, αναφέρονται ευδιάκριτα στο κείμενο με την κατάλληλη παραπομπή και η σχετική αναφορά περιλαμβάνεται στο τμήμα των βιβλιογραφικών αναφορών με πλήρη περιγραφή.

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

**Copyright (C) Μαργαρίτης Νικόλαος, Δημητριάδης Δημήτριος, 2022, Κοζάνη**



# Περίληψη

---

Αφορμή για την εκπόνηση της πτυχιακής μου εργασίας ήταν τα ερεθίσματα που απέκτησα κατά την διάρκεια τις πρακτικής μου άσκησης ως ηλεκτρολόγος μηχανικός. Πιο συγκεκριμένα, εργαζόμουν στον τομέα συντήρησης σχολικών και δημοσίων κτηρίων του Δήμου Βόλου, στο τμήμα δικτύου και επικοινωνίας. Το τμήμα δικτύου και επικοινωνιών, είναι υπεύθυνο για την εύρυθμη και ασφαλή λειτουργία των συστημάτων αποθήκευσης και μεταφοράς δεδομένων του Δήμου Βόλου. Στρατηγικό χώρο διεκπεραίωσης των παραπάνω υπηρεσιών αποτελεί το κεντρικό “δωμάτιο” , room server, όπου είναι εγκατεστημένες οι μονάδες επικοινωνίας και αποθήκευσης δεδομένων. Η συγκεκριμένη αίθουσα κίνησε το ενδιαφέρον μου, καθώς αποτελεί ένα ξεχωριστό δωμάτιο, με ειδικό κλιματισμό, ειδικό δάπεδο, πόρτα ασφαλείας και λοιπά, και μετά από προβληματισμό και έρευνα, αναρωτήθηκα αν θα δίνατε η δυνατότητα να μελετήσω και να εφαρμόσω σύστημα απομακρυσμένης παρακολούθησης της υγρασίας και της θερμοκρασίας για την συγκεκριμένη αίθουσα. Τα αποτελέσματα της παρατήρησης-μετρήσεων θα αποτυπώνονται μέσω ενός διακομιστή ιστού και ταυτόχρονα να υπάρχει έκτακτη ειδοποίηση του υπευθύνου μέσω ηλεκτρονικού μηνύματος όταν οι τιμές θερμοκρασίας και υγρασίας υπερβούν το φυσιολογικό επίπεδο. Έτσι ο υπεύθυνος της αίθουσας θα είναι σε θέση να ελέγχει αυτές τις συνθήκες ανά πασα στιγμή οπουδήποτε και αν βρίσκεται με την χρήση του κινητού τηλεφώνου ή ενός υπολογιστή ώστε να μην χρειάζεται να λειτουργεί συνεχώς ο κλιματισμός παρά μόνο όταν κριθεί απαραίτητο ή προληπτικά κάποιες ώρες μέσα στην ημέρα. Το εναρκτήριο έναυσμα, για την υλοποίηση της παραπάνω ιδέας, το έλαβα από την εκπόνηση της πτυχιακής μου εργασίας, στα πλαίσια του προγράμματος σπουδών μου.

Στο πρώτο κεφάλαιο δίνεται ο ορισμός του διαδικτύου των πραγμάτων ή αλλιώς internet of things (IoT) και επεξηγείται το περιεχόμενο της έννοιας των “πραγμάτων”. Στη συνέχεια γίνεται μια ιστορική αναδρομή στα σημαντικότερα στάδια εξέλιξης του. Έπειτα αναλύεται λεπτομερώς η αρχιτεκτονική του, τα χαρακτηριστικά του, οι απαιτήσεις του, τα μοντέλα επικοινωνίας που περιλαμβάνει καθώς και η ανάγκη δημιουργίας και σημασίας του στην σημερινή εποχή. Τέλος αναλύονται οι τεχνολογίες επικοινωνίας των αντικειμένων αυτών με κυριότερες την τεχνολογία του RFID και το Wi-Fi.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στους τομείς εφαρμογής του IoT και πιο συγκεκριμένα στο “έξυπνο σπίτι”, στον τομέα της υγείας ,στον τομέα της βιομηχανίας και στην “έξυπνη πόλη”. Επιπλέον αναφέρονται μερικές κατηγορίες εφαρμογής συστημάτων στον κάθε τομέα ξεχωριστά καθώς και κάποια γενικά πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα στην χρήση του.

Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά στα πρωτόκολλα τα οποία χρησιμοποιήσαμε στον προγραμματισμό για την δημιουργία του διακομιστή ιστού αλλά και για την αποστολή προειδοποιητικού ηλεκτρονικού μηνύματος. Επιπρόσθετα παρέχουμε

πληροφορίες που εστιάζουν στην αίθουσα διακομιστή και στον σωστό τρόπο λειτουργίας της ώστε να τη διατηρούμε σε “καλή” κατάσταση.

Στο τέταρτο κεφάλαιο παρέχουμε αναλυτικές πληροφορίες που αφορούν την κατασκευή του συστήματος παρακολούθησης και περιλαμβάνει την περιγραφή της λειτουργίας του, τον σκοπό της κατασκευής, τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν, την λειτουργία τους και τα χαρακτηριστικά των υλικών και το κόστος που έχει το καθένα ξεχωριστά.

Τέλος στο πέμπτο κεφάλαιο δίνετε ο κώδικας που δημιουργήσαμε για τον προγραμματισμό του μικροελεγκτή ώστε να εκτελεί όλες αυτές τις λειτουργίες που έχουμε αναφέρει παραπάνω, γίνεται επεξήγηση σε βασικές συνάρτησης του κώδικα και σε βιβλιοθήκες που χρησιμοποιήσαμε στην εφαρμογή Arduino για την δημιουργία του.

## Λέξεις Κλειδιά

---

Διαδίκτυο των πράγματων , Απομακρυσμένος έλεγχος, ESP32-WROOM-32D, DHT 11, Αίθουσα διακομιστή, Διακομιστής ιστού, Έξυπνες συσκευές, Τεχνολογία RFID, Επικοινωνία μηχανής με μηχανή, Απλό πρωτόκολλο μεταφοράς αλληλογραφίας, Πρωτόκολλο μεταφοράς υπερκειμένου, Πρωτόκολλο Μεταφοράς Αρχείων

# Abstract

---

The reason for writing my thesis was the stimuli I acquired during my internship as an electrical engineer. More specifically, I worked in the maintenance of school and public buildings of the Municipality of Volos, in the network and communication department. The Network and Communications Department is responsible for the proper and safe operation of the data storage and transfer systems of the Municipality of Volos. The strategic area for the processing of the above services is the central "room", room server, where the communication and data storage units are installed. This room intrigued me, as it is a separate room, with special air conditioning, special flooring, security door and so on, and after reflection and research, I wondered if you would allow me to study and implement a remote monitoring system of humidity and temperature for this room. The results of the observation-measurements will be recorded through a web server and at the same time there will be an emergency notification of the manager through electronic memory when the temperature and humidity values exceed the normal level. Thus, the person in charge of the room will be able to control these conditions at any time, wherever he or she is, using a mobile phone or a computer, so that the air conditioning does not need to be constantly running except when necessary or as a precautionary measure at certain times of the day. The initial impetus for the implementation of the above idea came from the preparation of my thesis, within the framework of my study programme.

The first chapter gives the definition of the internet of things (IoT) and explains the content of the concept of "things". The following is a historical review of the most important stages of its development. Its architecture, its characteristics, its requirements, the communication models it includes and the need for its creation and importance in today's world are then analysed in detail. Finally, the communication technologies of these objects are analyzed, with the main ones being RFID and Wi-Fi.

The second chapter refers to the application areas of IoT and more specifically to the "smart home", the health sector, the industrial sector and the "smart city". In addition, some categories of application of systems in each sector are mentioned, as well as some general advantages and disadvantages in its use.

In the third chapter we refer to the protocols that we used in the programming for the creation of the web server and for the sending of the warning email. In addition, we provide information focusing on the server room and how to operate it properly to keep it in a "good" condition.

In chapter four we provide detailed information regarding the construction of the monitoring system, which includes a description of its operation, the purpose of the construction, the materials used, their function and characteristics of the materials and the cost of each one separately.

Finally in the fifth chapter we give the code we created to program the microcontroller to perform all the functions we have mentioned above, explaining the basic functions of the code and libraries we used in the Arduino application to create it.

## **Keywords**

---

Internet of Things, Remote Control, ESP32-WROOM-32D, DHT 11, Room Server, Web Server, Smart Devices, RFID Technology, Machine to Machine Communication, Simple Mail Transfer Protocol, HyperText Transfer Protocol, File Transfer Protocol



# Περιεχόμενα

Περίληψη.....	5
Λέξεις Κλειδιά .....	6
Abstract .....	7
Keywords.....	8
Κατάλογος Εικόνων .....	11
Κατάλογος πινάκων.....	15
Εισαγωγή.....	16
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Το διαδίκτυο των πράγματος</b> .....	17
1.1 Τι είναι το IOT .....	17
1.2 Ιστορική αναδρομή.....	18
1.3 Ανάγκη δημιουργίας και σημασία IOT .....	20
1.4 Οι τεχνολογίες του IoT.....	22
1.5 Χαρακτηριστικά και απαιτήσεις.....	23
1.6 Αρχιτεκτονική IOT.....	24
1.7 Τεχνολογίες διασύνδεσης συσκευών στο δίκτυο IoT.....	25
1.8 Μοντέλα επικοινωνίας.....	28
1.9 Λειτουργία αναγνώρισης ραδιοσυχνοτήτων (RFID).....	31
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Τομείς εφαρμογής του IoT</b> .....	33
2.1 Εφαρμογές IoT στο έξυπνο σπίτι .....	33
2.1.1 Χαρακτηριστικά ενός έξυπνου σπιτιού .....	33
2.1.2 Κατηγορίες συστημάτων έξυπνου σπιτιού .....	34
2.2 Εφαρμογές IoT στην έξυπνη πόλη .....	37
2.2.1 Χαρακτηριστικά έξυπνης πόλης.....	37
2.2.2 Κατηγορίες συστημάτων έξυπνης πόλης.....	38
2.3 Εφαρμογές IoT στην υγειονομική περίθαλψη.....	43
2.3.1 Κατηγορίες συστημάτων έξυπνης υγειονομικής περίθαλψης .....	43
2.4 Εφαρμογές IoT στην βιομηχανία .....	45
2.4.1 Τι είναι το βιομηχανικό διαδίκτυο των πραγμάτων (Industrial-IoT); .....	45
2.4.2 Αναφορά συστημάτων έξυπνης βιομηχανίας.....	47
2.5 Πλεονεκτήματα του διαδικτύου των πράγματος .....	49
2.6 Μειονεκτήματα του διαδικτύου των πράγματος .....	50
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Το περιβάλλον του διακομιστή και τα πρωτόκολλα που χρησιμοποιήθηκαν</b> .....	51
3.1 Αίθουσα Διακομιστή .....	51
3.2 Ποια είναι τα ιδανικά επίπεδα θερμοκρασίας και υγρασίας στο δωμάτιο διακομιστή ...	52

3.3 Τι χρειάζεται για την παρακολούθηση της θερμοκρασίας και της υγρασίας του δωματίου του διακομιστή; .....	52
3.4 Άλλες βασικές μηχανολογικές και ηλεκτρικές απαιτήσεις για το δωμάτιο διακομιστή ...	53
3.5 Διακομιστές - Servers.....	53
3.6 Κατηγορίες Εξυπηρετητών.....	54
3.7 Μοντέλο διακομιστή πελάτη - διακομιστή (client - server).....	56
3.9 Διακομιστής Ιστού.....	56
3.8 Πρωτόκολλο HTTP .....	57
3.10 Πρωτόκολλο SMTP.....	58
3.11 Το Πρωτόκολλο Διαδικτύου - IP .....	59
3.12 Πρωτόκολλο TCP.....	60
3.13 Πρωτόκολλο FTP .....	61
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Η κατασκευή</b> .....	62
4.1 Περιγραφή λειτουργίας της κατασκευής.....	62
4.2 Σκοπός της κατασκευής.....	62
4.3 Υλικά κατασκευής.....	63
4.4 Κόστος υλικών κατασκευής .....	64
4.5 Ανάλυση υλικών κατασκευής .....	64
4.6 Συνδεσμολογία κατασκευής.....	71
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Η ανάλυση του κώδικα</b> .....	72
5.1 Ο προγραμματισμός του ESP-WROOM-32D.....	72
5.2 Παρουσίαση κώδικα.....	72
5.3 Επεξήγηση βασικών στοιχείων του κώδικα .....	78
5.4 Προσομοίωση εκτέλεσης του κώδικα .....	80
<b>Συμπεράσματα</b> .....	84
<b>Βιβλιογραφία</b> .....	85
<b>Δικτυογραφία</b> .....	87

## Κατάλογος Εικόνων

---

[66] Εικόνα 1.1: Το διαδίκτυο των πράγματων : <https://seecontrol.com/wp-content/uploads/2021/08/what-is-iot.jpeg>

[67] Εικόνα 1.2: Ο ιδρυτής του όρου Internet of Things : <https://pbs.twimg.com/media/Ea5NK2OX0AALPE7.jpg>

[68] Εικόνα 1.3: Διάγραμμα ανάπτυξης της τεχνολογίας του IoT σε σχέση με την πάροδο του χρόνου: [https://www.softwaretestinghelp.com/wp-content/qa/uploads/2018/12/2018-12-19\\_11-01-20.png](https://www.softwaretestinghelp.com/wp-content/qa/uploads/2018/12/2018-12-19_11-01-20.png)

[69] Εικόνα 1.4: Ασφάλεια, ένα από τα σημαντικότερα ζητήματα στο διαδίκτυο των πράγματων: [https://www.lawspot.gr/sites/default/files/styles/ai\\_-\\_870x373/public/images/nea/prosopika-dedomena-copyright/data-lock.jpg](https://www.lawspot.gr/sites/default/files/styles/ai_-_870x373/public/images/nea/prosopika-dedomena-copyright/data-lock.jpg)

[70] Εικόνα 1.5: Επίπεδα αρχιτεκτονικής IoT: [https://i1.rgstatic.net/profile/Oussama-Ayadi/publication/340661278/figure/fig24/AS:880708318928896@1586988634371/Les-trois-couches-de-systemes-IoT-couche-de-perception-couche-de-reseau-et-couche\\_W640.jpg](https://i1.rgstatic.net/profile/Oussama-Ayadi/publication/340661278/figure/fig24/AS:880708318928896@1586988634371/Les-trois-couches-de-systemes-IoT-couche-de-perception-couche-de-reseau-et-couche_W640.jpg)

[71] Εικόνα 1.6: Λογότυπα τεχνολογιών επικοινωνίας: <https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcQo6i0veUZDhRU7cTkAELwccgDRrtlamj2Yjg&usqp=CAU>

[72] Εικόνα 1.7: Επικοινωνία συσκευής με συσκευή: <https://rfpage.com/wp-content/uploads/2018/04/D2D-LTE-Direct.jpg>

Εικόνα 1.8: Μοντέλο επικοινωνίας συσκευής με το cloud.

Εικόνα 1.9: Μοντέλο επικοινωνίας με πύλη δικτύου.

Εικόνα 1.10: Μοντέλο επικοινωνίας Back End Data Sharing.

[73] Εικόνα 1.11: RFID τεχνολογία: [https://assets.website-files.com/5f7f21e12602d918888dce1b/60f146dc3faeb59d293b485b\\_reader-and-tag.png](https://assets.website-files.com/5f7f21e12602d918888dce1b/60f146dc3faeb59d293b485b_reader-and-tag.png)

[74] Εικόνα 2.1: Προϊόντα φωτισμού Hue Philips: [https://store.storeimages.cdn-apple.com/4668/as-images.apple.com/is/HPW22\\_AV1?wid=572&hei=572&fmt=jpeg&qlt=95&.v=1646965031770](https://store.storeimages.cdn-apple.com/4668/as-images.apple.com/is/HPW22_AV1?wid=572&hei=572&fmt=jpeg&qlt=95&.v=1646965031770)

[75] Εικόνα 2.2: Συστήματα ασφαλείας σπιτιού: [https://a.scdn.gr/images/sku\\_main\\_images/021613/21613322/20210303122611\\_olympia\\_prohome\\_8791.jpeg](https://a.scdn.gr/images/sku_main_images/021613/21613322/20210303122611_olympia_prohome_8791.jpeg)

[76] Εικόνα 2.3: Θερμοστάτης Nest:

[https://b.scdn.gr/images/sku\\_main\\_images/027972/27972517/20210330140823\\_google\\_nest\\_learning\\_white\\_thermostatis\\_smart\\_me\\_othoni\\_afis\\_imerisios.jpeg](https://b.scdn.gr/images/sku_main_images/027972/27972517/20210330140823_google_nest_learning_white_thermostatis_smart_me_othoni_afis_imerisios.jpeg)

[77] Εικόνα 2.4: Έξυπνο σπίτι με πλήρη έλεγχο συσκευών:

[https://anakainispitioy.gr/wp-content/uploads/2020/02/smart-home-2005993\\_1280.png](https://anakainispitioy.gr/wp-content/uploads/2020/02/smart-home-2005993_1280.png)

[78] Εικόνα 2.5: Η αποτύπωση μιας έξυπνης πόλης:

<https://www.vasilikimeleti.gr/wp-content/uploads/2019/05/SMART-CITY.jpg>

[79] Εικόνα 2.6: Παρακολούθηση ποιότητας αέρα:

<https://www.researchgate.net/profile/Francesca-Righetti-2/publication/327125337/figure/fig1/AS:664122022690830@1535350437479/Air-Quality.png>

[80] Εικόνα 2.7: Παρακολούθηση κυκλοφορίας:

<https://www.researchgate.net/profile/Francesca-Righetti-2/publication/327125337/figure/fig2/AS:664122022694913@1535350437540/Traffic-Monitoring.png>

[81] Εικόνα 2.8: Έξυπνη στάθμευση: <https://globismart.gr/wp-content/uploads/2020/12/Picture4-1024x731.png>

[82] Εικόνα 2.9: Έξυπνη στάση MMM: <https://www.coresolutions.gr/wp-content/uploads/2018/06/sbus-features-2.jpg>

[83] Εικόνα 2.10: Έξυπνες συσκευές για την παρακολούθηση της υγείας: <https://www.hindawi.com/journals/jhe/2021/6632599/fig6/>

[84] Εικόνα 2.11: Η ρομποτική στην υγεία:

[https://static.wixstatic.com/media/389233\\_67cb09c854554b0dbcce2ca8149b5b94~mv2.jpg/v1/fill/w\\_512,h\\_331,al\\_c,q\\_90/389233\\_67cb09c854554b0dbcce2ca8149b5b94~mv2.jpg](https://static.wixstatic.com/media/389233_67cb09c854554b0dbcce2ca8149b5b94~mv2.jpg/v1/fill/w_512,h_331,al_c,q_90/389233_67cb09c854554b0dbcce2ca8149b5b94~mv2.jpg)

[85] Εικόνα 2.12: Έξυπνη βιομηχανία:

<https://www.inteliments.com/img?id=E6lrAPfdXifRT%2FMotU3ySQ%3D%3D&width=600>

[86] Εικόνα 2.13: Οι βασικοί παράγοντες που διέπουν στο μοντέλο big data:

<https://static.vecteezy.com/ti/gratis-vector/p3/4335427-big-data-pictogram-illustratie-data-server-opslag-infographic-sjabloon-presentatie-concept-banner-pictogram-icon-set-icons-vector.jpg>

[87] Εικόνα 3.1: Αίθουσα διακομιστή: <https://www.poweradmin.com/blog/wp-content/uploads/2020/10/1-1.jpg>

[88] Εικόνα 3.2: Οθόνη ελέγχου θερμοκρασίας και υγρασίας:

<https://img.favpng.com/12/6/24/relative-humidity-temperature-hygrometer-twisty-road-png-favpng-bTkJsCa41LzF9fLxQxyS2aA4F.jpg>

[89] Εικόνα 3.3: Διακομιστής rack: <https://www.edpeurope.com/wp-content/uploads/2015/06/rittal-ts-it-server-racks.jpg>

[90] Εικόνα 3.4: Μοντέλο διακομιστή - πελάτη: [https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRU3JmTN7LhkBBkNJsYoLEpRMb7aDgIM3tMpCr71UWmwjX3h\\_10HOMxk4F-07HHVfVGTuA&usqp=CAU](https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRU3JmTN7LhkBBkNJsYoLEpRMb7aDgIM3tMpCr71UWmwjX3h_10HOMxk4F-07HHVfVGTuA&usqp=CAU)

[91] Εικόνα 3.5: Λειτουργία διακομιστή ιστού: <https://electropeak.com/learn/wp-content/uploads/2019/07/ESP32-WebServer-request.jpg>

[92] Εικόνα 3.6: Πρωτόκολλο HTTP: <https://www.websiterating.com/wp-content/uploads/image-38.jpeg>

[93] Εικόνα 3.7: Πρωτόκολλο SMTP: <https://salesblink.io/blog/wp-content/uploads/2022/03/Difference-Between-SMTP-IMAP-And-POP3-Comparisons-SalesBlink-1200x800.jpg>

[94] Εικόνα 3.8: Οι διάφορες αναμεσα στις δυο εκδόσεις IP: [https://academy.avast.com/hs-fs/hubfs/New\\_Avast\\_Academy/IPv4%20vs.%20IPv6%20What%E2%80%99s%20the%20Difference/IPv4-vs-IPv6.png?width=2750&name=IPv4-vs-IPv6.png](https://academy.avast.com/hs-fs/hubfs/New_Avast_Academy/IPv4%20vs.%20IPv6%20What%E2%80%99s%20the%20Difference/IPv4-vs-IPv6.png?width=2750&name=IPv4-vs-IPv6.png)

[95] Εικόνα 3.9: Πρωτόκολλο FTP: <https://www.informatique-mania.com/wp-content/uploads/2021/06/protocolo-ftp.jpg>

Εικόνα 4.1: Σύστημα καταγραφής και παρακολούθησης υγρασίας και θερμοκρασίας.

[96] Εικόνα 4.2: Αισθητήρας DHT 11: : [https://ueeshop.ly200-cdn.com/u\\_file/UPAH/UPAH808/2108/products/14/88c3dcd9cb.jpg.500x500.jpg](https://ueeshop.ly200-cdn.com/u_file/UPAH/UPAH808/2108/products/14/88c3dcd9cb.jpg.500x500.jpg)

[97] Εικόνα 4.3: ESP32-WROOM-32D: [https://www.botnroll.com/10966-medium\\_default/esp32-devkitc-development-kit-espessif.jpg](https://www.botnroll.com/10966-medium_default/esp32-devkitc-development-kit-espessif.jpg)

[https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32-wroom-32\\_datasheet\\_en.pdf](https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32-wroom-32_datasheet_en.pdf)

[98] Εικόνα 4.4: Αντίσταση 220 ohm: [https://cdn.sparkfun.com/assets/parts/1/7/1/7/1/17994-Resistor\\_220\\_Ohm\\_1\\_4th\\_Watt\\_PTH-02.jpg](https://cdn.sparkfun.com/assets/parts/1/7/1/7/1/17994-Resistor_220_Ohm_1_4th_Watt_PTH-02.jpg)

[99] Εικόνα 4.5: Δίοδος εκπομπής φωτός: <https://www.soundservice.gr/e-shop/images/led-5mm-red-1-15.jpg>

[100] Εικόνα 4.6: Πλακέτα δοκίμων: [https://b.scdn.gr/ds/categories/4737/20220331103153\\_41bd663e.jpeg](https://b.scdn.gr/ds/categories/4737/20220331103153_41bd663e.jpeg)

Εικόνα 4.7: Συνδεσμολογία κατασκευής

Εικόνα 5.1: Απεικόνιση αρχικών εντολών της σειριακής θύρας COM

Εικόνα 5.2: Απεικόνιση του web server

Εικόνα 5.3: Απεικόνιση της σειριακής θύρας COM

Εικόνα 5.4: Απεικόνιση προειδοποιητικού μηνύματος θερμοκρασίας στην διεύθυνση email

Εικόνα 5.5: Απεικόνιση προειδοποιητικού μηνύματος υγρασίας στην διεύθυνση email

## Κατάλογος πινάκων

---

[101] Πίνακας 1: Σύνδεση αισθητήρα dht11: <https://circuits-diy.com/dht11-low-cost-digital-temperature-humidity-sensor/>

[102] Πίνακας 2: Περιγραφή pins πλακέτας:  
[https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32-wroom-32d\\_esp32-wroom-32u\\_datasheet\\_en.pdf](https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32-wroom-32d_esp32-wroom-32u_datasheet_en.pdf)

## Εισαγωγή

---

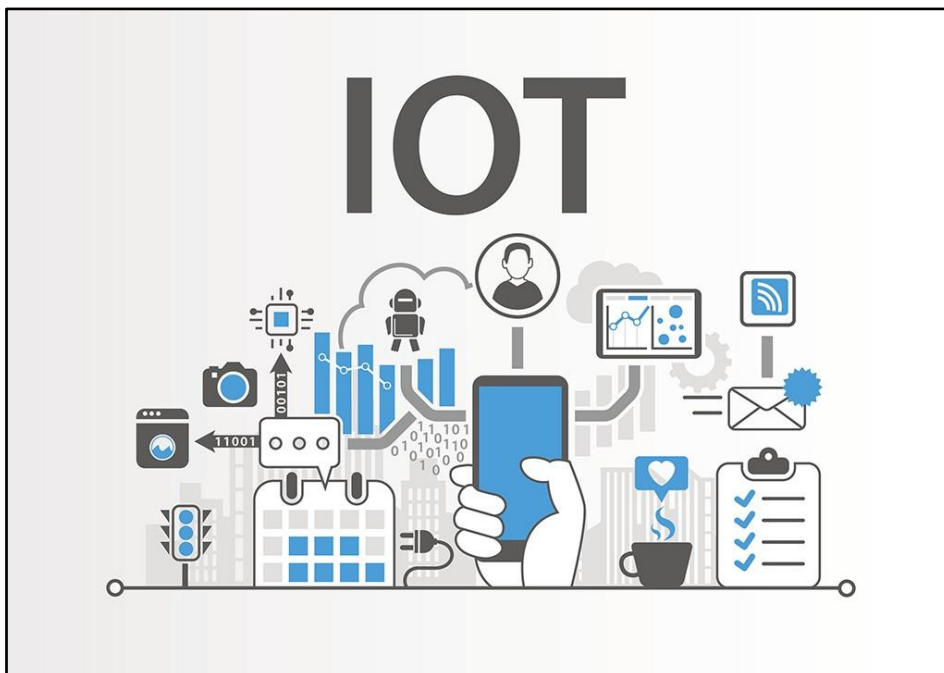
Το διαδίκτυο των αντικειμένων ή αλλιώς το Internet of Things (IoT) είναι μια από τις τελευταίες εξελίξεις στον τομέα της πληροφορικής. Η ραγδαία εξάπλωση και η χρήση του διαδικτύου στην καθημερινή ζωή του σύγχρονου κόσμο είναι πλέον γεγονός. Ωστόσο, εκτός από την ανθρώπινη επικοινωνία που προσφέρει, το διαδίκτυο έδωσε και τη δυνατότητα διασύνδεσης σε καθημερινές συσκευές και αντικείμενα. Η συνεχόμενη αύξηση των συνδεδεμένων συσκευών στο διαδίκτυο των πραγμάτων δημιουργεί σήμερα ένα δίκτυο επικοινωνίας της ανθρώπινης δραστηριότητας με την ενσωμάτωση αισθητήρων και ανάλογου λογισμικού επιτρέποντας την σύνδεση και την ανταλλαγή δεδομένων [1]. Ως φιλοσοφία λειτουργίας του IoT θεωρείται η ένωση όλων των πραγμάτων σε παγκόσμιο επίπεδο, στο πλαίσιο μιας κοινής υποδομής, έτσι ώστε να υπάρχει η δυνατότητα ελέγχου τους, αλλά και παροχής τακτικών και έγκαιρων ενημερώσεων. Τα πιθανά οφέλη του διαδικτύου των πραγμάτων είναι σχεδόν απεριόριστα και οι εφαρμογές του σε διάφορους τομείς θα αλλάξουν τον τρόπο με τον οποίο εργαζόμαστε και ζούμε προς το καλύτερο, ανοίγοντας νέες ευκαιρίες για την ανάπτυξη, την καινοτομία και τη δημιουργία γνώσης [2]. Με άλλα λόγια το διαδίκτυο των πραγμάτων είναι το τεχνολογικό επίτευγμα που θα κάνει τη ζωή μας πιο εύκολη.



# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Το διαδίκτυο των πράγματος

## 1.1 Τι είναι το IOT

Το διαδίκτυο των πραγμάτων ή αλλιώς Internet of Things (IOT) είναι το δίκτυο επικοινωνίας πλήθος συσκευών που ενσωματώνουν ηλεκτρονικά συστήματα, λογισμικό και αισθητήρες, προσφέροντας τη δυνατότητα συλλογής και ανταλλαγής δεδομένων με άλλες συσκευές μέσω ενός δικτύου, χωρίς να απαιτείται αλληλεπίδραση ανθρώπου-υπολογιστή. Ο ορισμός των «πραγμάτων» περιλαμβάνει αντικείμενα όπως οικιακές συσκευές, smartphones, wearables, smart watches, κάμερες και αισθητήρες παρακολούθησης, οχήματα με ενσωματωμένους αισθητήρες και συστήματα ασφαλείας. Βασικό χαρακτηριστικό του διαδικτύου των πραγμάτων είναι η σύνδεση όλων των ηλεκτρονικών συσκευών μεταξύ τους δηλαδή σε τοπικό δίκτυο ή με δυνατότητα σύνδεσης στο διαδίκτυο δηλαδή στον παγκόσμιο ιστό με απώτερο σκοπό τη δυνατότητα του χρήστη να τα ελέγχει μέσω κατάλληλης εφαρμογής [3].



Εικόνα 1.1: Το διαδίκτυο των πράγματος [66].

## 1.2 Ιστορική αναδρομή

---

Ο όρος Internet of Things αποδόθηκε για πρώτη φορά στα τέλη της δεκαετίας του 1990 από τον επιχειρηματία Kevin Ashton σε μια παρουσίαση με τίτλο διαδίκτυο των πραγμάτων που έκανε στο Procter & Gamble στο οποίο εργαζόταν. Ο Ashton, ο οποίος είναι ένας από τους ιδρυτές του Auto-ID Center στο MIT, μαζί με μια ευρύτερη ομάδα στην οποία αποτελούσε μέλος κατάφερε να ανακαλύψει τον τρόπο να συνδέσει τα αντικείμενα με το διαδίκτυο μέσω μιας ετικέτας RFID. Σύμφωνα με τα λεγόμενα του η απόδοση του ορού “διαδίκτυο” στην πρόταση του έγινε με σκοπό να τραβήξει την προσοχή των στελεχών, πράγμα το οποίο κατάφερε καθιερώνοντας έτσι μέχρι και σήμερα την συγκεκριμένη φράση. Μέσα στην επόμενη δεκαετία το ενδιαφέρον του κοινού για την νέα αυτή τεχνολογία άρχισε να εκτοξεύεται καθώς όλο και περισσότερες έξυπνες συσκευές κυκλοφορήσαν στην αγορά. [4]



Εικόνα 1.2: Ο ιδρυτής του όρου Internet of Things [67].

Παρακάτω αναφέρονται ορισμένα παραδείγματα-σταθμοί της εξέλιξης της τεχνολογίας του διαδικτύου των πραγμάτων που συνεπάγεται στην δημιουργία των έξυπνων συσκευών με την πάροδο των χρόνων:

- Τα πρώτα βήματα της τεχνολογίας IoT τα είδαμε το 1832 όταν ο Baron Schilling σχεδίασε τον πρώτο ηλεκτρομαγνητικό τηλεγράφο που επέτρεπε την άμεση επικοινωνία μεταξύ δυο μηχανών μέσω της μεταφοράς ηλεκτρικών σημάτων. Αυτή η επικοινωνία συσκευής με συσκευή (M2M) έθεσε τις βάσεις για την ανάπτυξη του IoT [5].
- Το 1955 δημιουργήθηκε από τον Edward Thorp η πρώτη αξιοσημείωτη συσκευή. Μια αναλογική συσκευή μικρού μεγέθους που αποτέλεσε τον πρώτο φορητό υπολογιστή ο οποίος μπορούσε να προβλέψει τους κύκλους που έκαναν οι ρουλέτες στα καζίνα του Las Vegas [6].

- Το 1970 δημιουργήθηκε το δίκτυο ARPANET για την επικοινωνία και ανταλλαγή δεδομένων ανάμεσα στις στρατιωτικές βάσεις των ΗΠΑ, με το οποίο στάλθηκε το πρώτο μήνυμα απομακρυσμένων υπολογιστών. Είναι το πρώτο δίκτυο που σηματοδοτεί μια νέα εποχή δικτύωσης και την αρχή της εποχής του Διαδικτύου στην οποία ζούμε [6].
- Το 1973 ήταν η γενιά του Internet και του πρωτόκολλου TCP/IP, το οποίο πέρασε από την διαδικασία για να γίνει πρότυπο (standard). Με το πρωτόκολλο TCP/IP ξετυλίγεται μια νέα εποχή, ενός παγκόσμιου ιστού, και δίκτυα που ενώνονται μεταξύ τους, για να δημιουργηθεί το διαδίκτυο όπως το ξέρουμε σήμερα [7].
- Το 1989, ο Tim Berners-Lee δημιούργησε το CERN (Ευρωπαϊκό Οργανισμό Πυρηνικής Έρευνας) το οποίο ένωσε το Διαδίκτυο και το υπερκείμενο (HTTP και HTML) θέτοντας τα θεμέλια του μελλοντικού Παγκόσμιου Ιστού [7].
- Το 1990, εμφανίστηκε το Connected Toaster του John Romkey. Η οποία θεωρείται η πρώτη συσκευή IoT. Συνδέθηκε σε έναν υπολογιστή χρησιμοποιώντας το πρωτόκολλο TCP/IP και μπορούσε να ενεργοποιηθεί και να απενεργοποιηθεί μόνο χρησιμοποιώντας το πρωτόκολλο διαχείρισης δικτύου SNMP (Simple Network Management Protocol) [7].
- Το 1994, το πρώτο πρωτότυπο κάμερας web στον κόσμο, το Trojan Room Coffee Pot, εγκαταστάθηκε στο Πανεπιστήμιο του Cambridge για να παρακολουθεί την ποσότητα του καφέ που απομένει στη μηχανή παρασκευής [7].
- Το 1995 η Siemens δημιουργεί ένα ειδικό τμήμα για να ασχοληθεί με μηχανή προς μηχανή (M2M) βιομηχανικές εφαρμογές, καταφέροντας να μπορέσουν οι μηχανές να επικοινωνήσουν μεταξύ τους μέσω ασύρματων δικτύων [6].
- Το 1998 κυκλοφόρησε το IPv6 για να ανταποκριθεί στον αυξανόμενο αριθμό συσκευών που συνδέονται στο δίκτυο [7].
- Το 2005 κατασκευάστηκε η πλατφόρμα του Arduino από μέλη του προγράμματος Interaction Design Institute Ivrea ως μια φτηνή λύση μικροελεγκτή που προορίζονταν για τους φοιτητές [6].
- Το 2007 κυκλοφόρησε από την εταιρία της Apple το πρώτου iPhone το οποίο είχε τεράστια απήχηση στο αγοραστικό κοινό. Εκτιμάται ότι μέσα σε έναν

χρόνο από την κυκλοφορία του έξυπνου αυτού κινητού τηλεφώνου το ποσοστό των συνδεδεμένων συσκευών ξεπέρασε το ποσοστό των ανθρώπων σε όλον τον πλανήτη [4].

- Το 2013 οι συσκευές IoT αρχίζουν να χρησιμοποιούν αισθητήρες για να ανιχνεύουν με ακρίβεια το περιβάλλον [5].

### 1.3 Ανάγκη δημιουργίας και σημασία IOT

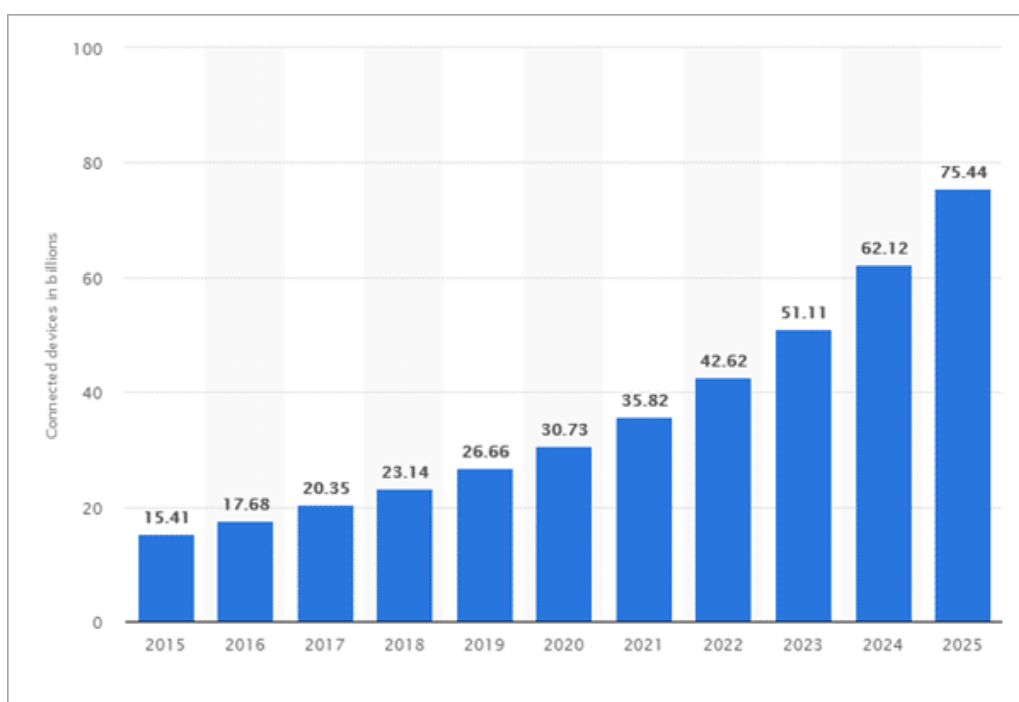
---

Το όραμα του διαδικτύου των πραγμάτων

Στις μέρες μας, το μεγαλύτερο μέρος των συνδέσεων στο Διαδίκτυο παγκοσμίως είναι συσκευές που χρησιμοποιούνται άμεσα από τον άνθρωπο, όπως υπολογιστές, κινητά τηλέφωνα και tablets. Η κύρια μορφή επικοινωνίας είναι μεταξύ των ανθρώπων. Στο εγγύς μέλλον, κάθε αντικείμενο θα μπορεί να συνδεθεί. Τα πράγματα μπορούν να ανταλλάσσουν πληροφορίες μεταξύ τους και ο αριθμός των «πραγμάτων» που συνδέονται με το διαδίκτυο θα είναι πολύ μεγαλύτερος από τον αριθμό των «ανθρώπων» και οι άνθρωποι μπορούν να γίνουν η μειονότητα των γεννητριών και των δεκτών της κυκλοφορίας. Το μέλλον δεν πρόκειται να είναι οι άνθρωποι που μιλούν με τους ανθρώπους, δεν πρόκειται να είναι οι άνθρωποι που έχουν πρόσβαση σε πληροφορίες, αλλά πρόκειται να είναι η χρήση μηχανών για να μιλούν με άλλες μηχανές για λογαριασμό των ανθρώπων. Εισερχόμαστε σε μια νέα εποχή, μπαίνουμε στην εποχή του διαδικτύου των πραγμάτων όπου νέες μορφές επικοινωνίας μεταξύ ανθρώπων και πραγμάτων, και μόνο μεταξύ πραγμάτων πραγματοποιούνται. Το διαδίκτυο των πραγμάτων είναι στην πραγματικότητα το διαδίκτυο των πληροφοριών του προϊόντος. Περιλαμβάνει πληροφορίες προϊόντων, οι οποίες κοινοποιούνται παγκοσμίως μέσω του Διαδικτύου. Μια νέα διάσταση έχει προστεθεί στον κόσμο πληροφοριών και τεχνολογιών επικοινωνίας: για οποιαδήποτε στιγμή, σε οποιοδήποτε μέρος συνδεσιμότητας για τον οποιονδήποτε, θα έχουμε την συνδεσιμότητα για οτιδήποτε [8].

Τα τελευταία 50 χρόνια, το Διαδίκτυο έχει εξελιχθεί εκθετικά από ένα μικρό ερευνητικό δίκτυο σε ένα παγκόσμιο δίκτυο που εξυπηρετεί περισσότερους από ένα δισεκατομμύριο χρήστες. Η σμίκρυνση και η μείωση του κόστους των ηλεκτρονικών συσκευών καθιστά δυνατή την επέκταση του Διαδικτύου σε μια νέα διάσταση: δηλαδή σε έξυπνες συσκευές, καθημερινά πράγματα που ενισχύονται από μια μικρή ηλεκτρονική συσκευή η οποία παρέχει τεχνητή νοημοσύνη και σύνδεση με τον κυβερνοχώρο που δημιουργήθηκε από το Διαδίκτυο. Μόνο το 2011 ο αριθμός των διασυνδεδεμένων συσκευών στον πλανήτη ξεπέρασε τον πραγματικό αριθμό των ανθρώπων.

Σύμφωνα με την έρευνα που πραγματοποιήθηκε από την Statista, ο αριθμός των συνδεδεμένων συσκευών στο διαδίκτυο θα ξεπεράσει τα 50 δισεκατομμύρια έως το 2023 δημιουργώντας αυτό που ονομάζουμε οικοσύστημα του διαδικτύου των πραγμάτων και τα 75 δισεκατομμύρια έως 2025 πράγμα που σημαίνει ότι η τεχνολογία του IoT θα εξελίσσεται συνεχώς με την πάροδο του χρόνου και όλο και περισσότερες συσκευές θα την ενσωματώνουν [9]. Ενδεικτικά στο παρακάτω διάγραμμα φαίνεται η ανοδική πορεία της τεχνολογίας του IoT με την πάροδο των χρόνων.



Εικόνα 1.3: Διάγραμμα ανάπτυξης της τεχνολογίας του IoT σε σχέση με την πάροδο του χρόνου [68].

Αυτό που μπορούμε να αναζητήσουμε στο μέλλον είναι μια πιο απρόσκοπτη ολοκλήρωση μεταξύ τεχνολογίας και ανθρώπινης εμπειρίας. Με βάση το όραμα του διαδικτύου των πραγμάτων, ένας έξυπνος πλανήτης θα εξελιχθεί, ώστε πολλά από τα καθημερινά πράγματα γύρω μας να έχουν μια ταυτότητα στον κυβερνοχώρο, να αποκτούν νοημοσύνη και να συνδυάζουν πληροφορίες από διάφορες πηγές. Σε έναν έξυπνο πλανήτη, η παγκόσμια οικονομία και τα υποστηρικτικά συστήματα θα λειτουργούν πιο ομαλά και αποτελεσματικά. Οι επιπτώσεις αυτού είναι τεράστιες και έχουν τη δυνατότητα να αλλάξουν τον τρόπο με τον οποίο προσεγγίζουμε ορισμένες από τις πιο θεμελιώδεις δραστηριότητες και θεσμούς μας, όπως οι χώροι εργασίας, η χειρουργική και ιατρική περίθαλψη, η ακίνητη περιουσία, τα ψώνια, τα ταξίδια και οι ανθρώπινες σχέσεις γενικότερα [10].

## 1.4 Οι τεχνολογίες του IoT

---

Το διαδίκτυο των πραγμάτων δεν είναι μια νέα ενιαία τεχνολογία. Αντίθετα, πρόκειται για ένα σύνολο πολλών συμπληρωματικών τεχνολογιών που συμβάλλουν στο τελικό αποτέλεσμα.

Πρόκειται για τεχνολογίες [11]:

- **Τηλεπισκόπισης-αισθητήρων (sensing):** Τα αντικείμενα συλλέγουν πληροφορίες σχετικά με το περιβάλλον τους με τη χρήση αισθητήρων και αλληλοεπιδρούν με αυτό.
- **Ενεργοποίησης (actuation):** Τα αντικείμενα περιέχουν ενεργοποιητές που είναι ικανοί να χειραγωγήσουν το περιβάλλον τους. Τέτοιοι ενεργοποιητές μπορεί να χρησιμοποιηθούν για τον έλεγχο εξ αποστάσεως του πραγματικού κόσμου μέσω του διαδικτύου.
- **Ενσωματωμένη επεξεργασία πληροφοριών:** Τα έξυπνα αντικείμενα διαθέτουν μικροελεγκτή, με δυνατότητες αποθήκευσης πληροφοριών. Αυτοί οι υπολογιστικοί πόροι μπορούν να χρησιμοποιηθούν, για παράδειγμα, για να επεξεργάζονται και να ερμηνεύουν τις πληροφορίες του αισθητήρα ή για να δώσουν στα αντικείμενα αυτά “μνήμη”.
- **Επικοινωνίας και συνεργασίας:** Τα αντικείμενα έχουν τη δυνατότητα να δικτυωθούν με άλλους πόρους του διαδικτύου ή ακόμα και μεταξύ τους, κάνοντας χρήση τεχνολογιών διασύνδεσης.
- **Διευθυνσιodότηση (addressability) και ταυτότητα (identity):** Μέσα στο IoT, τα αντικείμενα έχουν ταυτότητα και συνεπώς μπορούν να εντοπιστούν, να ερωτηθούν και να απαντήσουν παρέχοντας τις πληροφορίες τις οποίες έχουν σχεδιαστεί να παρέχουν. Τα αντικείμενα είναι μοναδικά και αναγνωρίσιμα. Για αντικείμενα που είναι παθητικά και δεν έχουν ενσωματωμένους ενεργειακούς πόρους (π.χ. μπαταρίες) μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τις τεχνολογίες RFID ή NFC.
- **Τεχνολογίες εντοπισμού θέσης (positioning):** Τα έξυπνα αντικείμενα, δηλαδή αυτά που έχουν υπολογιστικές ικανότητες, έχουν επίγνωση της φυσικής τους θέσης στο χώρο, ικανότητα που επιτυγχάνεται με τη χρήση συσκευών GPS ή μέσω του δικτύου κινητής τηλεφωνίας ή με άλλες κατάλληλες τεχνολογίες.

## 1.5 Χαρακτηριστικά και απαιτήσεις

---

Οι γενικές απαιτήσεις και τα βασικά χαρακτηριστικά του IoT είναι [12] :

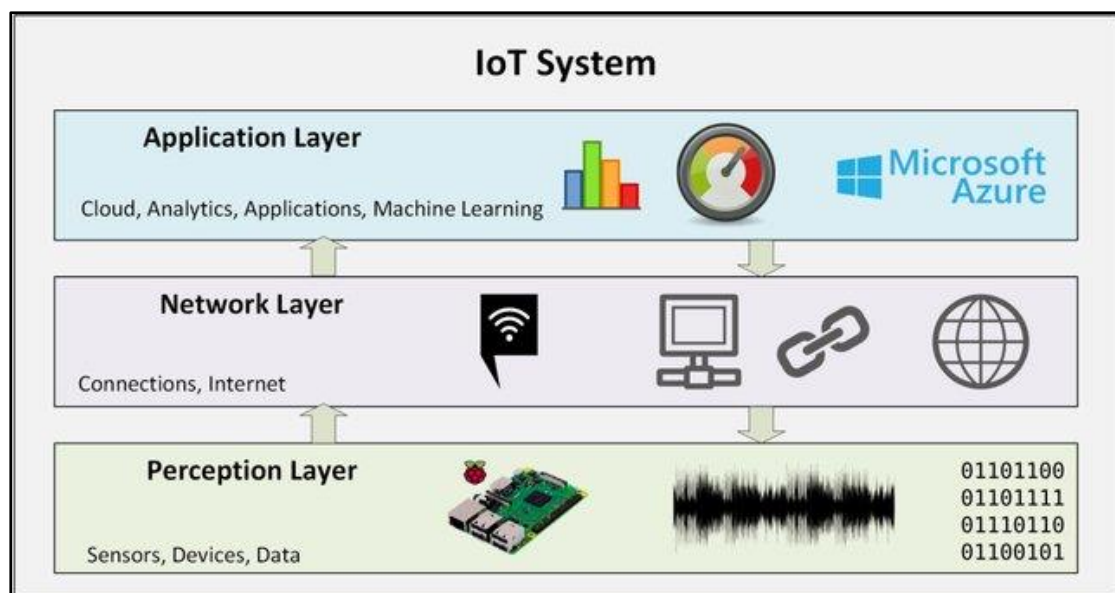
- **Ανομοιογένεια:** Το IoT χαρακτηρίζεται από μεγάλη ανομοιογένεια, λόγω του μεγάλου αριθμού διαφορετικών συσκευών που είναι συνδεδεμένες. Η διαχείριση και η υποστήριξη διαφορετικών συσκευών, τεχνολογιών και υπηρεσιών αποτελεί βασική απαίτηση του IoT.
- **Επεκτασιμότητα:** Ο αριθμός των συσκευών που επικοινωνούν και στέλνουν δεδομένα σε ένα κοινό δίκτυο είναι τεράστιος. Η αποτελεσματική διαχείριση του μεγάλου όγκου των ανταλλασσόμενων δεδομένων, των πόρων και των λειτουργιών είναι απαραίτητη προϋπόθεση για την ορθή λειτουργία του IoT.
- **Ελαχιστοποίηση κόστους:** Η μείωση του κόστους ανάπτυξης και συντήρησης, καθώς και η μείωση της κατανάλωσης ενέργειας αποτελούν βασικό μέλημα των σχεδιαστών μιας IoT αρχιτεκτονικής.
- **Ευελιξία:** Απαιτείται δυναμική διαχείριση και επαναπρογραμματισμός των συσκευών, καθώς η κατάστασή τους μεταβάλλεται διαρκώς όπως η κατάσταση σύνδεσης και αποσύνδεσης , ενεργοποίησης και απενεργοποίησης της λειτουργίας αδράνειας.
- **Ποιότητα υπηρεσιών:** Η παροχή υψηλής ποιότητας υπηρεσιών και εφαρμογών έχει μεγάλη σημασία, ιδιαίτερα όταν οι εφαρμογές αυτές λειτουργούν καθημερινά σε πραγματικό χρόνο.
- **Ασφάλεια:** Το IoT πρέπει να εγγραφεί ασφαλές περιβάλλον και αξιόπιστο δίκτυο, παρέχοντας ασφάλεια στις επικοινωνίες μέσω της ταυτοποίησης των συσκευών και των χρηστών, διατηρώντας την ακεραιότητα των δεδομένων και των συσκευών και προστατεύοντας τα προσωπικά δεδομένα.



Εικόνα 1.4: Ασφάλεια, ένα από το σημαντικότερα ζητήματα στο διαδίκτυο των πράγματων [69].

## 1.6 Αρχιτεκτονική ΙΟΤ

Το Διαδίκτυο πρέπει να έχει τη δυνατότητα σύνδεσης και μεταφοράς δεδομένων μεταξύ δισεκατομμυρίων και τρισεκατομμυρίων συσκευών. Με τη συνεχή επέκταση του ΙοΤ και την αύξηση των έξυπνων συσκευών που χρησιμοποιούνται πρέπει να μεταβληθεί και η ποικιλομορφία των συνδεδεμένων συσκευών. Η τεχνική υλοποίηση που χαρακτηρίζεται από την ασφαλή μετάδοση και αποτελεσματική επεξεργασία δεδομένων μας δίνει το μοντέλο αρχιτεκτονικής του ΙοΤ το οποίο αποτελείται από τρία βασικά επίπεδα [13].



Εικόνα 1.5: Επίπεδα αρχιτεκτονικής ΙοΤ [70].

**Επίπεδο αντίληψης (Perception layer):** Το επίπεδο αντίληψης έχει σκοπό την απόκτηση των δεδομένων από το περιβάλλον με τη βοήθεια αισθητήρων και ενεργοποιητών (συσκευές που μετατρέπουν ένα σήμα εντολής ελεγκτή σε μια αλλαγή μιας φυσικής παραμέτρου). Σε αυτό το επίπεδο γίνεται η ανίχνευση, η συλλογή και η επεξεργασία των πληροφοριών και έπειτα γίνεται η μετάδοση αυτών στο επίπεδο του δικτύου. Αυτό το επίπεδο είναι επίσης το κέντρο της συνεργασίας ΙοΤ σε τοπικά και δίκτυα μικρής εμβέλειας. Το επίπεδο αντίληψης περιλαμβάνει αισθητήρες τεχνολογίας RFID, κάμερες, ασύρματους αισθητήρες και αλλά. Η ασφάλεια στο επίπεδο αυτό έχει να κάνει με κακόβουλες παρεμβάσεις στους αισθητήρες και στην τεχνολογία ταυτοποίησης που παρεμβάλλονται στην συλλογή δεδομένων [13].

**Επίπεδο δικτύου (Network layer):** Το επίπεδο δικτύου προσφέρει συνδεσιμότητα για την πρόσβαση στις υπηρεσίες και για την μεταφορά των δεδομένων τόσο των εφαρμογών όσο και των πληροφοριών που σχετίζονται με τη διαχείριση και τον έλεγχο του δικτύου. Σε αυτό το επίπεδο ανήκουν πλατφόρμες υπολογιστικού νέφους,



διαδικτυακές πύλες, οι μεταγωγής (συσκευές που συνδέουν μεταξύ τους τις διαφορετικές συσκευές, με σκοπό την δημιουργία ενός τοπικό δίκτυο) και οι συσκευές δρομολόγησης. Λειτουργούν με τη χρήση προσφάτων τεχνολογιών όπως είναι το WiFi, LTE, Bluetooth, 3G/4G και με 5G. Οι πύλες δικτύου χρησιμεύουν ως μεσολαβητής μεταξύ διαφορετικών κόμβων IoT με συγκέντρωση, φιλτράρισμα, και τη μετάδοση δεδομένων από και προς διαφορετικούς αισθητήρες. Οι επιθέσεις στο επίπεδο του δικτύου έχουν να κάνουν περισσότερο με την συνεργασία των συσκευών και τον διαμοιρασμό των πληροφοριών μεταξύ τους [13].

**Επίπεδο Εφαρμογής (Application layer):** Το επίπεδο εφαρμογής εγγυάται την αυθεντικότητα, την ακεραιότητα, και την εμπιστευτικότητα των δεδομένων. Σε αυτό το επίπεδο, ο σκοπός του IoT είναι η δημιουργία ενός έξυπνου περιβάλλοντος φιλικό προς τον χρήστη. Οι κακόβουλοι χρήστες εκμεταλλεύονται στο επίπεδο αυτό κενά ασφαλείας στον κώδικα των εφαρμογών, ώστε να αποσπάσουν ευαίσθητα δεδομένα ή να τα αλλοιώσουν [13].

## Αρχιτεκτονική 4 επιπέδων του IoT

Νεότεροι επιστήμονες πληροφορικής, υποστηρίζουν την τετραμερή στρωμάτωση του IoT, η οποία διαφέρει στην προσθήκη του ενδιάμεσου λογισμικού που περιγράφεται παρακάτω:

**Ενδιάμεσο λογισμικό (Middleware layer):** Το επίπεδο αυτό συνδέει το επίπεδο δικτύου με το επίπεδο εφαρμογής. Στο επίπεδο αυτό μεταβιβάζεται πληροφορία από το επίπεδο δικτύου. Ενώνει το όλο σύστημα στο cloud και στις βάσεις δεδομένων, και διαχειρίζεται και αποθηκεύει δεδομένα. Το επίπεδο αυτό αναφέρεται κυρίως στην νεφοϋπολογιστική του IoT, προάγοντας διεπαφές προγραμματισμού εφαρμογών APIs που είναι απαραίτητα στο επίπεδο εφαρμογής. Στο ενδιάμεσο λογισμικό είναι σημαντική η ασφάλεια των βάσεων δεδομένων και η ασφάλεια του νέφους, γιατί ουσιαστικά επηρεάζεται άμεσα το επίπεδο της εφαρμογής [13].

## 1.7 Τεχνολογίες διασύνδεσης συσκευών στο δίκτυο IoT

---

Οι τεχνολογίες επικοινωνίας διασφαλίζουν τη σύνδεση μεταξύ διαφορετικών οντοτήτων στο δίκτυο IoT. Αυτές οι τεχνολογίες μπορούν να χωριστούν ευρέως σε τεχνολογίες επικοινωνίας μικρής και μεσαίας εμβέλειας. Οι τεχνολογίες επικοινωνίας μικρής εμβέλειας είναι πρωτόκολλα που χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία συνδέσεων μεταξύ αντικειμένων εντός περιορισμένης εμβέλειας ή σε δίκτυο περιοχής σώματος (BAN), ενώ οι τεχνολογίες επικοινωνίας μεσαίας εμβέλειας συνήθως υποστηρίζουν επικοινωνία μεγάλης εμβέλειας, π.χ. μεταξύ ενός σταθμού βάσης και ενός κεντρικού κόμβου BAN. Η απόσταση επικοινωνίας μπορεί να κυμαίνεται από μερικά εκατοστά έως αρκετά μέτρα στην περίπτωση επικοινωνίας μικρής απόστασης.

Οι συσκευές στο σπίτι πρέπει να λειτουργούν γρήγορα και να είναι συνδεδεμένες μεταξύ τους. Για να μπορούν οι συσκευές να επικοινωνούν ασύρματα, χρειάζονται μια κατάλληλη διαδρομή μετάδοσης δεδομένων, το λεγόμενο πρωτόκολλο επικοινωνίας [11]. Τέτοια πρωτόκολλα επικοινωνίας τα οποία είναι συμβατά με τις συσκευές που αποτελούν το έξυπνο σπίτι είναι τα εξής:

**Bluetooth:** Το Bluetooth είναι επίσης μια τεχνολογία ασύρματης επικοινωνίας μικρής εμβέλειας που χρησιμοποιεί ραδιοκύματα UHF (υπερυψηλής συχνότητας). Αυτή η τεχνολογία επιτρέπει την ασύρματη σύνδεση μεταξύ δύο ή περισσότερων ιατρικών συσκευών. Το εύρος συχνοτήτων Bluetooth είναι 2,4 GHz. Το πρωτόκολλο Bluetooth παρέχει εμβέλεια επικοινωνίας έως και 100 μέτρα. Το Bluetooth παρέχει προστασία δεδομένων με τη μορφή ελέγχου ταυτότητας και κρυπτογράφησης. Το πλεονέκτημα του Bluetooth είναι το χαμηλό κόστος και η ενεργειακή του απόδοση. Εξασφαλίζει επίσης λιγότερες παρεμβολές μεταξύ συνδεδεμένων συσκευών κατά τη μετάδοση δεδομένων. Ωστόσο, εάν μια ιατρική εφαρμογή απαιτεί επικοινωνία μεγάλων αποστάσεων, αυτή η τεχνολογία δεν πληροί αυτήν την απαίτηση [14].

**ZigBee:** Το ZigBee είναι ένα πρωτόκολλο ασύρματης μετάδοσης δεδομένων που χρησιμοποιείται για αμφίδρομη επικοινωνία μεταξύ των συσκευών. Θεωρείται ιδανικό για την εφαρμογή του στις οικιακές συσκευές, Η αμφίδρομη επικοινωνία σημαίνει ότι κάθε συσκευή μπορεί να λάβει και να στείλει ένα σήμα. Το σύστημα δημιουργήθηκε το 2002 από την ZigBee. Είναι ένα ανοιχτό πρότυπο που εστιάζει στην επικοινωνία χαμηλής ενέργειας και χαμηλού κόστους [15]. Τα κύρια πλεονεκτήματα του Zigbee είναι:

- Χαμηλή κατανάλωση ενέργειας
- Άμεση πρόσβαση στο δίκτυο
- Εύκολο στην χρήση
- Εύκολη επέκταση με νέα εξαρτήματα
- Έλεγχος μετάδοσης δεδομένων (ασφάλεια μετάδοσης)
- Ευρύ εύρος μετάδοσης: από 10 έως 100 μέτρα
- Προσιτή τιμή συσκευών που υποστηρίζουν το πρότυπο ZigBee.

Στην ουσία το ZigBee δημιουργεί ένα τοπικό δίκτυο που είναι συνδεδεμένες όλες οι έξυπνες συσκευές του σπιτιού. Κάθε συσκευή λαμβάνει σήμα από τις υπόλοιπες αλλά επίσης αναμεταδίδει το σήμα και σε άλλες συσκευές που βρίσκονται πιο μακριά περνώντας δεδομένα μέσω του δικτύου πλέγματος. Έτσι όλες οι συσκευές του σπιτιού μπορούν να ελεγχθούν με ένα smartphone. Αρκετές εταιρείες, όπως η Philips, η Siemens, η Motorola, η Samsung, η Amazon, η Bosch και ακόμη και η Xiaomi, συμμετέχουν σήμερα στην ανάπτυξή της [15].

**WiFi:** Το Wireless Fidelity (Wi-Fi) είναι ένα ασύρματο τοπικό δίκτυο (WLAN) που ακολουθεί το πρότυπο IEEE 802.11. Παρέχει υψηλότερο εύρος μετάδοσης (έως 70 πόδια) σε σύγκριση με το Bluetooth. Το Wi-Fi δημιουργεί ένα δίκτυο πολύ γρήγορα

και εύκολα. Η ευρεία εφαρμογή του Wi-Fi έγκειται στην εύκολη συμβατότητά του με smartphone και στην παροχή υποστήριξης ισχυρής ασφάλειας και ελέγχου. Ωστόσο, δείχνει σχετικά υψηλότερη κατανάλωση ενέργειας και το δίκτυο αποδίδει ασυνεπή [16].

**Z-Wave:** Παρόμοια τεχνολογία όπως αυτήν της ZigBee είναι και η τεχνολογία της Z-Wave. Το Z-Wave είναι ένα πρωτόκολλο ασύρματης επικοινωνίας που ανέπτυξε η Zensys το 2001. Το Z-Wave αποτελείται από ένα δίκτυο πλέγματος (τοπικό δίκτυο με πολλούς δρομολογητές) που χρησιμοποιεί ραδιοκύματα χαμηλής ενέργειας για επικοινωνία. Χρησιμοποιείται κυρίως για τη σύνδεση αυτοματοποιημένου φωτισμού, συσκευών θέρμανσης, εργαλείων ασφαλείας και άλλων έξυπνων συσκευών. Το Z-Wave δεν είναι ένα ανοιχτό σύστημα και επομένως είναι διαθέσιμο μόνο στους πελάτες της Zensys και της Sigma Designs. Ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα ενός κλειστού συστήματος είναι η ασφάλεια. Κάθε δίκτυο Z-Wave και τα προϊόντα του έχουν ένα μοναδικό αναγνωριστικό που χρησιμοποιείται για την επικοινωνία με τον κόμβο μας και αυτό το αναγνωριστικό προσθέτει ένα άλλο επίπεδο ασφάλειας πέρα από την κρυπτογράφηση AES-128 [17].



Εικόνα 1.6: Λογότυπα τεχνολογιών επικοινωνίας [71].

**Επικοινωνία κοντινού πεδίου (NFC):** Η βασική ιδέα του NFC είναι η ηλεκτρομαγνητική επαγωγή μεταξύ δύο κεραίων βρόχου που είναι τοποθετημένες η μία κοντά στην άλλη. Αυτή η τεχνολογία είναι παρόμοια με την RFID, η οποία χρησιμοποιεί επίσης ηλεκτρομαγνητική επαγωγή για τη μετάδοση δεδομένων. Οι συσκευές NFC μπορούν να λειτουργήσουν σε δύο λειτουργίες: ενεργό και παθητικό. Στην περίπτωση της παθητικής λειτουργίας, μόνο μία συσκευή παράγει τη ραδιοσυχνότητα ενώ η άλλη συσκευή λειτουργεί ως δέκτης. Σε περίπτωση ενεργού τρόπου λειτουργίας, και οι δύο συσκευές μπορούν να παράγουν ραδιοσυχνότητες ταυτόχρονα και μπορούν να μεταδώσουν δεδομένα χωρίς σύζευξη. Τα κύρια πλεονεκτήματα του NFC είναι η ευκολία χρήσης και το αποτελεσματικό ασύρματο δίκτυο επικοινωνίας. Ωστόσο, ισχύει για πολύ μικρό εύρος επικοινωνίας [18].

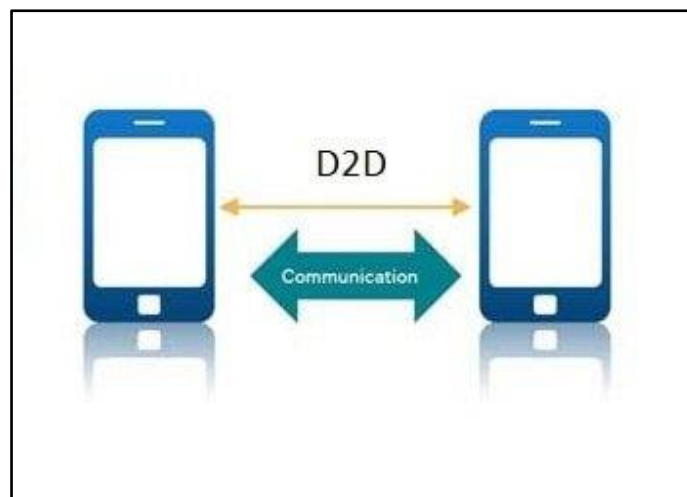
## 1.8 Μοντέλα επικοινωνίας

---

Οι συσκευές του Internet of Things συνδέονται και επικοινωνούν κάνοντας χρήση προκαθορισμένων μοντέλων επικοινωνίας. Το 2015 ο οργανισμός Internet Architecture Board (IAB) εξέδωσε ένα κατευθυντήριο αρχιτεκτονικό έγγραφο με κωδική ονομασία RFC 7452, για την διασύνδεση των έξυπνων συσκευών, το οποίο περιγράφει το γενικό πλαίσιο τεσσάρων μοντέλων επικοινωνίας που χρησιμοποιείται από IoT συσκευές [19].

### Συσκευή με συσκευή (Device to Device Communication)

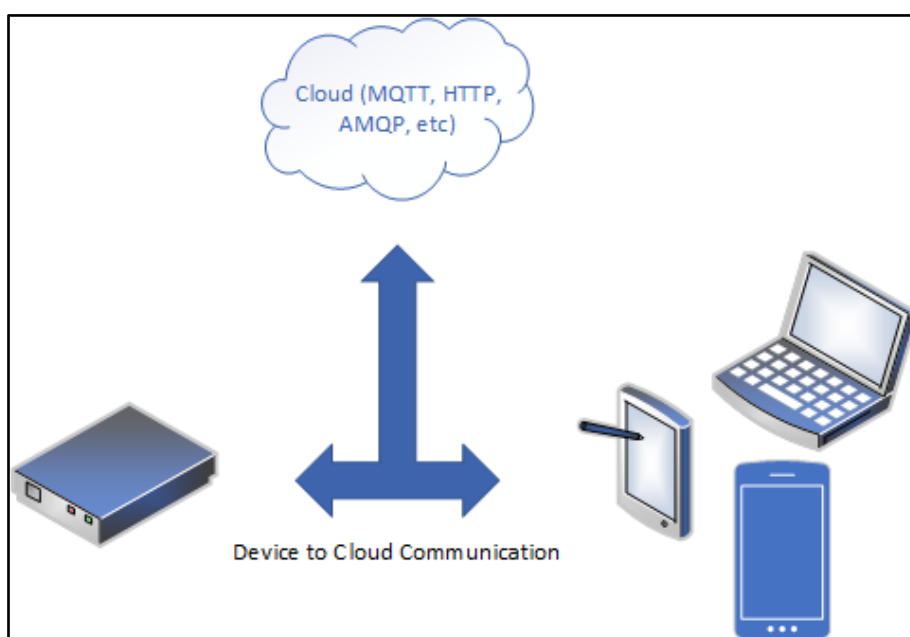
Το μοντέλο επικοινωνίας **device to device** εφαρμόζεται όταν δύο ή περισσότερες συσκευές συνδέονται και επικοινωνούν μεταξύ τους χωρίς την χρήση κάποιου ενδιάμεσου διακομιστή (Server). Αυτές οι συσκευές έχουν τη δυνατότητα να επικοινωνήσουν με πολλούς τύπους δικτύων, αλλά πιο συχνά χρησιμοποιούν πρωτόκολλα όπως το Bluetooth, το Z-Wave και το ZigBee. Αυτό το μοντέλο επικοινωνίας χρησιμοποιείται κατά κύριο λόγο σε εφαρμογές οικιακής αυτοματοποίησης όπου συνήθως τα πακέτα που ανταλλάσσονται είναι μικρού μεγέθους δεδομένων για την επικοινωνία μεταξύ συσκευών με χαμηλό ρυθμό μετάδοσης. Για παράδειγμα συσκευές όπως διακόπτες φωτισμού, θερμοστάτες και λαμπτήρες, συνήθως στέλνουν μικρές ποσότητες πληροφοριών μεταξύ τους και έτσι θεωρούνται ιδανικές για τη χρήση αυτού του μοντέλου [20].



Εικόνα 1.7: Μοντέλο επικοινωνίας συσκευή με συσκευή [72].

## Συσκευής με το Cloud (Device to Cloud Communication)

Η **device to cloud** επικοινωνία επιτρέπει την διασύνδεση IoT συσκευών μέσα από μια διαδικτυακή υπηρεσία cloud η οποία επιβλέπει την ανταλλαγή δεδομένων και ελέγχει τη ροή των μηνυμάτων. Η συγκεκριμένη προσέγγιση εκμεταλλεύεται υπάρχοντα δίκτυα επικοινωνίας, όπως το Ethernet και το Wi-Fi. Αυτό το μοντέλο επικοινωνίας χρησιμοποιείται στις έξυπνες τηλεοράσεις (smart tv's). Όσον αφορά τις έξυπνες τηλεοράσεις, πραγματοποιείται μια διαδικτυακή σύνδεση με σκοπό να μεταδοθούν οι πληροφορίες με τα όσα ζητάει ο χρήστης στην τηλεόραση και να πραγματοποιηθούν. Έτσι ενεργοποιεί τις διαδραστικές λειτουργίες αναγνώρισης ομιλίας που διαθέτει η τηλεόραση [20].

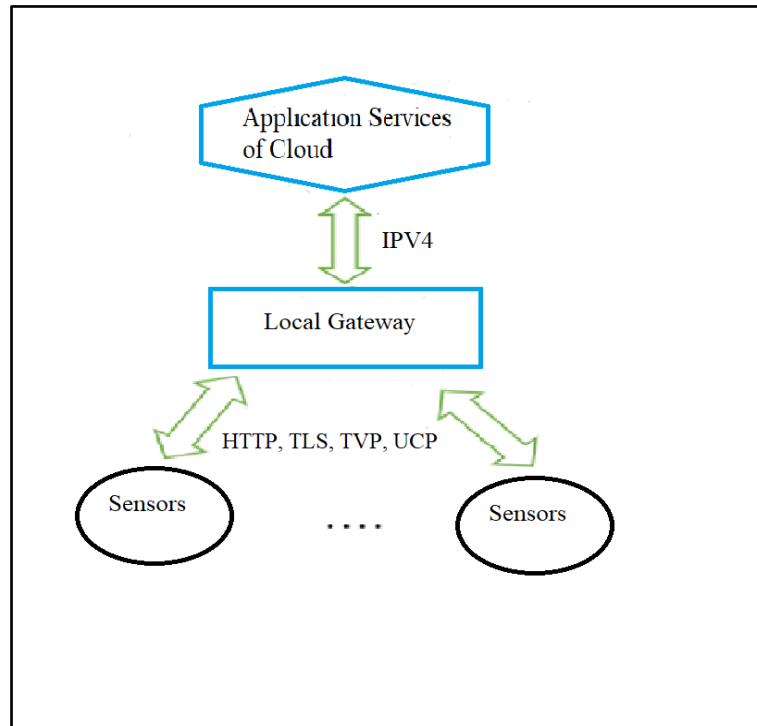


Εικόνα 1.8: Μοντέλο επικοινωνίας συσκευής με το cloud.

## Συσκευής με πύλη δικτύου (Device to Gateway Communication)

Το **device to gateway** μοντέλο επικοινωνίας είναι μια επέκταση της device to cloud επικοινωνίας καθώς οι συσκευές IoT χρησιμοποιούν λογισμικό που τρέχει σε μία πύλη δικτύου (gateway) και δρα ως διαμεσολαβητής συσκευών με υπηρεσίες cloud και λειτουργεί σαν ένα “τοίχο προστασίας” που εκτός από ασφάλεια παρέχει και δυνατότητα προσαρμογής δεδομένων και πρωτοκόλλων ώστε να επιτευχθεί αποτελεσματική επικοινωνία. Σε αυτό το μοντέλο επικοινωνίας τον ρόλο της πύλης δικτύου αναλαμβάνουν τα “έξυπνα” κινητά τηλέφωνα (smartphones) τα οποία χρησιμοποιούν κάποια εφαρμογή για να επιτρέψουν την επικοινωνία και την μεταφορά δεδομένων με συσκευές IoT και με μια cloud υπηρεσία. Για παράδειγμα, την χρήση smartphone ως ενδιάμεση πύλη μεταφοράς δεδομένων, συνήθως μέσω του

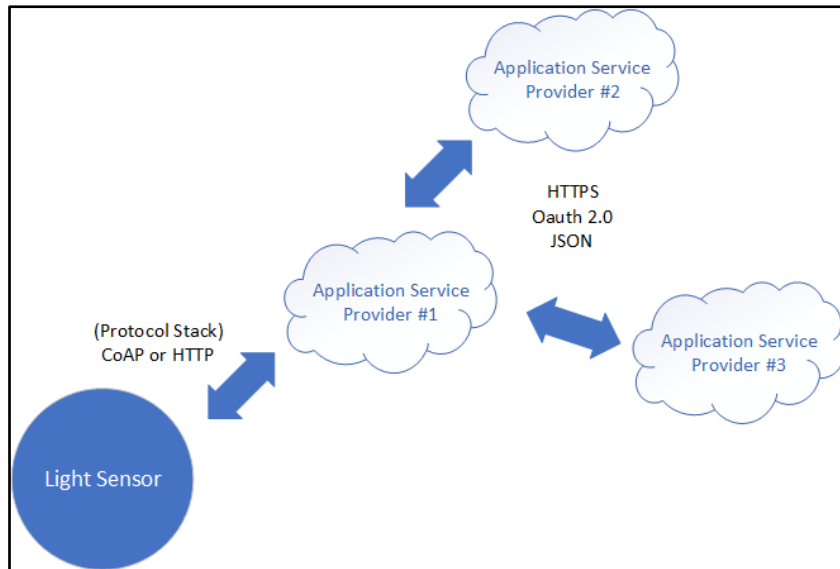
πρωτοκόλλου Bluetooth, χρησιμοποιούν συσκευές όπως “έξυπνα” ρολόγια (smartwatches), παλμογράφοι και συσκευές καταγραφής σωματικής δραστηριότητας (activity trackers), διότι δεν υποστηρίζουν εγγενώς την άμεση επικοινωνία με cloud υπηρεσίες εξαιτίας των περιορισμένων δυνατοτήτων συνδεσιμότητας τους [20].



Εικόνα 1.9: Μοντέλο επικοινωνίας με πύλη δικτύου.

## Μοντέλο Back End Data Sharing

Το **back end data sharing** μοντέλο παραπέμπει στην αρχιτεκτονική που επιτρέπει στους χρήστες να εξάγουν και να αναλύσουν τα δεδομένα από ένα cloud σε συνδυασμό με δεδομένα από άλλες πηγές. Ακόμα, δίνει την δυνατότητα στο χρήστη, για την πρόσβαση αποστολής δεδομένων σε τρίτους. Αυτό το μοντέλο επικοινωνίας αποτελεί πρόεκταση του device to cloud, που επιτρέπει στις IoT συσκευές να ανεβάζουν τα δεδομένα μόνο για έναν πάροχο υπηρεσιών εφαρμογής. Το μοντέλο back end data sharing επιτρέπει στα δεδομένα που συλλέγονται από την έξυπνη συσκευή να συγκεντρώνονται και να αναλύονται. Επίσης, αυτό το είδος αρχιτεκτονικής, διευκολύνει την ανάγκη για φορητότητα των δεδομένων. Δηλαδή επιτρέπει στους χρήστες να μετακινούν δεδομένα όταν εναλλάσσουν IoT συσκευές, χωρίς να δημιουργείται κάποιο πρόβλημα [20].



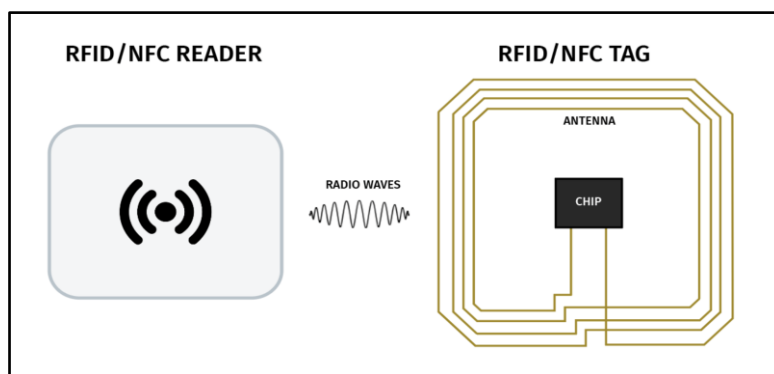
Εικόνα 1.10: Μοντέλο επικοινωνίας Back End Data Sharing.

## 1.9 Λειτουργία αναγνώρισης ραδιοσυχνότητων (RFID)

Το IoT αποτελεί εφαρμογή των τεχνολογιών του Διαδικτύου και χρησιμοποιεί συστήματα αναγνώρισης ραδιοσυχνότητων RFID για ασύρματη σύνδεση.

### Τι είναι το RFID;

Πρόκειται για μια ασύρματη τεχνολογία επικοινωνίας (χωρίς την χρήση καλωδίων) που χρησιμοποιεί ηλεκτρομαγνητικές συχνότητες για την αναγνώριση, των προσδιορισμό και τη σύνδεση των φυσικών αντικειμένων. Ουσιαστικά η τεχνολογία RFID ανήκει στην κατηγορία των συστημάτων αυτόματης συλλογής δεδομένων. Έχει κοινά χαρακτηριστικά με την τεχνολογία του barcode (αυτόματη αναγνώριση) και θα λέγαμε ότι αποτελεί την εξέλιξη του [21].



Εικόνα 1.11: RFID τεχνολογία [73].

## Πως λειτουργεί;

Για την λειτουργία του RFID απαιτούνται τα εξής δύο στοιχεία που είναι: ένας πομποδέκτης που στην ουσία βρίσκεται μέσα στην έξυπνη ετικέτα (RFID tag) που περιλαμβάνει μια ενσωματωμένη κεραία με τον μικροελεγκτή της και μια συσκευή ανάγνωσης RFID. Όταν η ετικέτα βρεθεί σε κοντινή απόσταση με την συσκευή ανάγνωσης μέσω της κεραίας εκπέμπονται ραδιοκύματα τα οποία φτάνουν στην συσκευή ανάγνωσης με αποτέλεσμα την επικοινωνία και την ανταλλαγή δεδομένων [21].

## Παραδείγματα εφαρμογής τεχνολογίας RFID

- Χαρακτηριστικό παράδειγμα της RFID τεχνολογίας στις μέρες μας είναι οι ανέπαφες συναλλαγές μέσω καρτών τραπέζης. Σε αυτήν την περίπτωση ο πομποδέκτης είναι η κάρτα μας διότι περιέχει ενσωματωμένη την έξυπνη ετικέτα και το μηχάνημα POS είναι ο αναγνώστης ο οποίος δέχεται την κάρτα μας ανέπαφα και την “διαβάζει”.
- Ένα ακόμη παράδειγμα αυτής της τεχνολογίας συναντάμε συχνά σε εμπορικά καταστήματα. Αν έχετε παρατηρήσει στα ρούχα που τίθενται για πώληση υπάρχει τοποθετημένη μια μαύρη καρφίτσα μικρού μεγέθους εφαρμοσμένη πάνω σε αυτά. Αυτήν λοιπόν η καρφίτσα είναι ο πομποδέκτης μας ο οποίος σε αυτήν την περίπτωση λειτουργεί σαν αντικλεπτικό σύστημα. Αντίθετα ο αναγνώστης είναι το κάθετο σύστημα που βρίσκεται στην είσοδο των καταστημάτων. Σε περίπτωση που συμβεί κάτι όταν η καρφίτσα περάσει μέσα από το κάθετο αυτό σύστημα αμέσως αυτό θα ηχήσει δυνατά στέλλοντας προειδοποιητικό μήνυμα.
- Τέλος καθημερινή χρήση της τεχνολογίας RFID γίνεται στα διόδια του οδικού δικτύου της χώρας μας. Στην προκειμένη περίπτωση ο πομπός αποτελείται από μια μικρή συσκευή που βρίσκεται μέσα στο αυτοκίνητο και συνήθως είναι κολλημένη στο εμπρόσθιο παρμπρίζ και ο δέκτης ο οποίος είναι η μπάρα των διοδίων. Όταν το αυτοκίνητο φτάνει κοντά στην μπάρα των διοδίων, αυτή αναγνωρίζει το σήμα που στέλνει ο πομπός με αποτέλεσμα να ανοίγει αυτόματα.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Τομείς εφαρμογής του IoT

---

### 2.1 Εφαρμογές IoT στο έξυπνο σπίτι

---

Με τον όρο “έξυπνο σπίτι” αναφερόμαστε σε μια εγκατάσταση στο σπίτι όπου οι συσκευές συνδέονται μεταξύ τους και μπορούν να ελέγχονται αυτόματα από απόσταση με σύνδεση στο διαδίκτυο, χρησιμοποιώντας μια συσκευή κινητού τηλεφώνου ή ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή [24].

#### 2.1.1 Χαρακτηριστικά ενός έξυπνου σπιτιού

Ο βαθμός αυτοματοποίησης, καθώς επίσης και ο τρόπος ελέγχου ενός “έξυπνου σπιτιού” διαφέρουν, αφού εξαρτώνται από πολλές παραμέτρους. Ορισμένες από αυτές τις παραμέτρους μπορεί να είναι το κόστος, οι προσωπικές προτιμήσεις του χρήστη, το είδος των συσκευών που πρόκειται να ελεγχθούν και ο τύπος του κτιρίου στο οποίο θα εγκατασταθεί η τεχνολογία. Βασικό χαρακτηριστικό των «έξυπνων σπιτιών» είναι ότι οι ίδιες περιφερειακές μονάδες μπορούν να χρησιμοποιηθούν για πολλές χρήσεις. Αυτό σημαίνει για παράδειγμα ότι ένας διακόπτης που ελέγχει το φωτισμό ενός δωματίου μπορεί να χρησιμοποιηθεί και για να ανοιγοκλείνει τα ρολά στα παράθυρα με την διαφορά ότι χρειάζεται διπλό πάτημα. Το “έξυπνο σπίτι” μας παρέχει τη δυνατότητα να ζούμε και να εργαζόμαστε σε απλοποιημένο και αναβαθμισμένο περιβάλλον, εξασφαλίζοντας τον έλεγχο των πάγιων εξόδων. Με την πάροδο του χρόνου, το κόστος των ηλεκτρικών και ηλεκτρονικών συσκευών και συστημάτων μειώνεται, έτσι ώστε οι αυτοματισμοί οικίας να αξιοποιούνται ευρύτερα [23]. Παγκόσμιο πρότυπο για οικιακό και κτιριακό έλεγχο αποτελεί το σύστημα KNX που συμμορφώνεται με τις απαιτήσεις της Ευρωπαϊκής Ένωσης (EN50090) και τα Παγκόσμια Πρότυπα (ISO/IEC 14543). Το KNX είναι ένα ανοιχτό, επεκτάσιμο και συνεπώς ένα φιλικό προς το χρήστη σύστημα [22]. Γενικά, η ευκολία εγκατάστασης, η ελάχιστη συντήρηση, η αθόρυβη λειτουργία, η εξοικονόμηση ενέργειας, η άνεση και ο απομακρυσμένος προσωπικός έλεγχος του οικιακού περιβάλλοντος είναι τα κύρια πλεονεκτήματα της αυτοματοποίησης που προσφέρει το διαδίκτυο των πραγμάτων [23].

Η τεχνολογία των “έξυπνων σπιτιών”, που συμβάλλει στην απλοποίηση της καθημερινής ζωής των χρηστών, πρέπει να πληροί ορισμένες προϋποθέσεις, όπως [23]:

- τη διασφάλιση της ανθρώπινης ζωής και περιουσίας,
- τη γνώση για τη διαχείριση της τεχνολογίας
- την επικοινωνία με το εξωτερικό περιβάλλον.

## 2.1.2 Κατηγορίες συστημάτων έξυπνου σπιτιού

- **Φωτισμός:** Ο φωτισμός αποτελεί απαραίτητο μέρος ενός κτιρίου. Κάθε χρήστης αυτών των “έξυπνων φωτιστικών” έχει την δυνατότητα ελέγχου της λειτουργίας τους μέσω της εφαρμογής με την οποία είναι συμβατά. Ο χρήστης θα είναι σε θέση να επιλέξει τον χρόνο ενεργοποίησης και απενεργοποίησης, για παράδειγμα, συγκεκριμένη ώρα, όταν αρχίσει να σκοτεινιάζει τα φωτά ανάβουν και αντίστοιχα όταν αρχίζει να ξημερώνει τα φωτά σβήνουν. Επίσης έχει την επιλογή να ανάψει και να σβήσει οποίο φωτιστικό θέλει μέσα από το κινητό του κάθε στιγμή [24]. Ο διακόπτης Wemo της εταιρίας Belkin αποτελεί προϊόν αυτής της τεχνολογίας [25]. Επιπλέον, εάν η κατασκευή του φωτιστικού είναι νέας τεχνολογίας, ο χρήστης θα είναι σε θέση να διαλέξει διάφορους χρωματισμούς αλλά και διαφορετικές θερμοκρασίες λευκού (ψυχρό ή θερμό) φωτός εκτός από την απλή λειτουργία. Τέλος αν ο χρήστης επιθυμεί να προσαρμόσει περαιτέρω τις ρυθμίσεις φωτισμού, υπάρχει διαθέσιμη επιλογή για την εφαρμογή της ανίχνευσης κίνησης, η οποία θα συνεπαγόταν την είσοδο ενός ατόμου στην αίθουσα, προκειμένου να ενεργοποιηθούν τα φώτα. Χαρακτηριστικό προϊόν που κυκλοφορεί στην αγορά είναι τα φώτα Hue της Philips [26].



Εικόνα 2.1: Προϊόντα φωτισμού Hue Philips [74].

- **Ασφάλεια:** Στις μέρες μας ένα σύστημα ασφαλείας το οποίο περιλαμβάνει κάμερες και συναγερμούς προσφέρει τεράστιες δυνατότητες στον χρήστη. Ο χρήστης θα είναι σε θέση να ελέγχει την ενεργοποίηση και την απενεργοποίηση του συναγερμού καθώς και να επεξεργάζεται συγκεκριμένες ρυθμίσεις του συναγερμού, όπως τον κωδικό κλειδιού από το κινητό του. Επίσης παρέχεται η δυνατότητα οπτικο-ηχοακουστικής αναπαράστασης της οικίας του μέσω εγκατάστασης μίας ή περισσότερων καμερών οι οποίες θα μεταφέρουν την εικόνα και τον ήχο του σπιτιού στον υπολογιστή ή στο κινητό του. Πόρτες μπορούν να ανοίγουν ή να κλειδώνουν όποτε θελήσει, διατηρώντας συγχρόνως

τον κλασικό τρόπο λειτουργίας ώστε να λειτουργούν ακόμα και αν πέσει το ρεύμα. Σε κατάσταση έκτακτης ανάγκης (διάρρηξη) τα συστήματα ασφάλειας έχουν την δυνατότητα ειδοποίησης του ιδιοκτήτη στο κινητό του τηλέφωνο, του Κέντρου Λήψεων Σημάτων και εφόσον έχει γίνει η σχετική ρύθμιση ειδοποιείται αυτόματα και η αστυνομία. Παράλληλα ενοποιούνται με το υπόλοιπο σπίτι ενεργοποιώντας την σειρήνα και τον φωτισμό σε ολόκληρο το σπίτι [24].



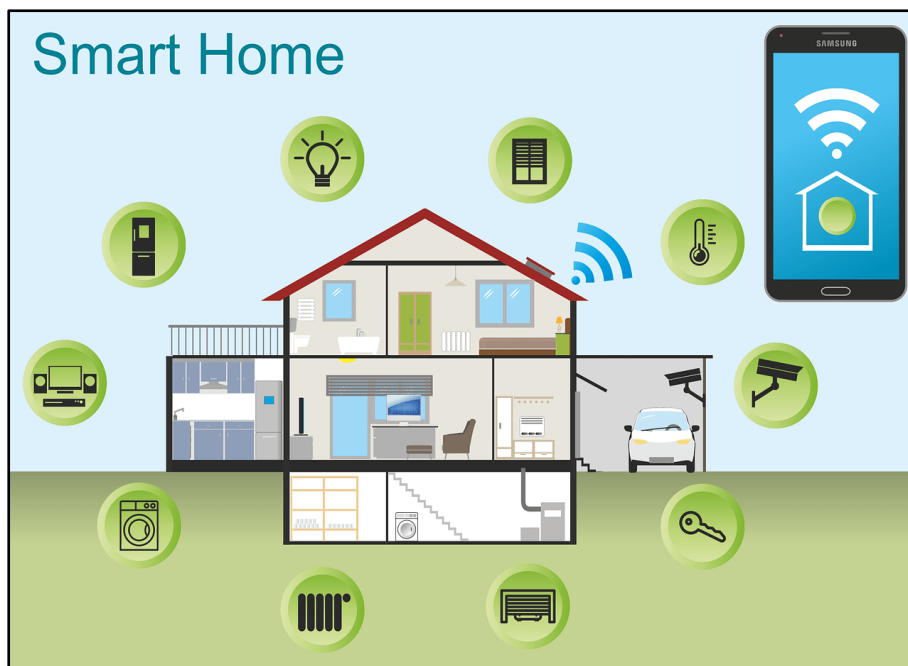
Εικόνα 2.2: Συστήματα ασφαλείας σπιτιού [75].

- **Έλεγχος θέρμανσης, κλιματισμού, αερισμού:** Δυνατότητα να ρυθμιστεί εκ των προτέρων ή εξ αποστάσεως η επιθυμητή θερμοκρασία για την κατοικία. Αντίστοιχες ρυθμίσεις μπορούν να πραγματοποιηθούν για τον κλιματισμό και τον αερισμό, ενώ υπάρχει επίσης δυνατότητα αυτόματης ενεργοποίησης του συστήματος εξαερισμού σε περίπτωση υψηλής συγκέντρωσης αερίων ή καπνού στο χώρο. Επιπλέον, η θέρμανση μπορεί να κλείνει αν υπάρξει ανοιχτό παράθυρο ή όποτε θεωρείται περιττή [24]. Χαρακτηριστικό προϊόν που κυκλοφορεί στην αγορά είναι ο θερμοστάτης Nest που διαθέτει ενσωματωμένο WiFi για τον έλεγχο των παραπάνω καταστάσεων [27].



Εικόνα 2.3: Θερμοστάτης Nest [76].

- Συσκευές:** Η παροχή ρεύματος σε όλες τις συσκευές στο σπίτι μπορεί να ελεγχθεί χρησιμοποιώντας ένα έξυπνο σύστημα. Σε ένα σπίτι αυτό θα ήταν ένα πολύ ευνοϊκό χαρακτηριστικό γιατί μπορεί να υπάρχουν πολλές ηλεκτρικές συσκευές που μένουν σε κατάσταση αναμονής, οπότε το σύστημα θα πρέπει να περιέχει ένα χαρακτηριστικό, το οποίο αναζητά όλες τις συνδέσεις τροφοδοσίας στο σπίτι για να καθορίσει πού μπορεί να εξοικονομηθεί ενέργεια [28]. Χαρακτηριστικό παράδειγμα αποτελούν τα προϊόντα αυτοματισμού της Xiaomi που δίνουν τη δυνατότητα χειρισμού των ηλεκτρονικών συσκευών εξ αποστάσεως [29]. Έξυπνα ψυγεία ενημερώνουν τους κατόχους τους για τα προϊόντα που υπάρχουν διαθέσιμα εντός τους. Μας υπενθυμίζουν τις ημερομηνίες λήξης των προϊόντων που περιέχουν, εφόσον εμείς τις ορίσουμε, λαμβάνοντας ειδοποιήσεις πριν αυτά λήξουν. Ακόμα, έξυπνα πλυντήρια, φούρνοι, εστίες, θερμαντικά σώματα και λοιπά ελέγχονται απομακρυσμένα, μέσω εφαρμογών που είναι εγκατεστημένες στα smart phones των κατόχων τους, κάνοντας έτσι την καθημερινότητα των χρηστών τους απλούστερη.
- Παρακολούθηση:** Συστήματα ανίχνευσης διαρροών και πλημμύρας και αυτοματοποιημένη διακοπή νερού σε κατάσταση έκτακτης ανάγκης. Παρακολούθηση κατανάλωσης ζεστού και κρύου νερού. Παρακολούθηση περιβαλλοντικών συνθηκών θερμοκρασίας και υγρασίας και αυτόματος τηλεχειρισμός της άρδευσης [28].



Εικόνα 2.4: Έξυπνο σπίτι με πλήρη έλεγχο συσκευών [77].

## 2.2 Εφαρμογές IoT στην έξυπνη πόλη

Με τον όρο «έξυπνη πόλη» περιγράφουμε μια ανεπτυγμένη αστική περιοχή που χρησιμοποιεί την τεχνολογία πληροφοριών και επικοινωνιών προς όφελος των πολιτών και της επιχειρηματικότητας. Κύριος στόχος μιας έξυπνης πόλης αποτελεί η βελτίωση της λειτουργικής της αποτελεσματικότητας και η παροχή καλύτερης ποιότητας κυβερνητικών υπηρεσιών και ευημερίας των πολιτών στα πλαίσια της βιώσιμης ανάπτυξης. Επιπρόσθετα με την χρήση “έξυπνων τεχνολογιών” και την ανάλυση δεδομένων μειώνετε σημαντικά το ενεργειακό κόστος της πόλης και ταυτοχρόνως οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Αυτό μεταφράζεται σε εξυπνότερα δίκτυα αστικών μεταφορών, αναβαθμισμένα δίκτυα υδροδότησης και εγκαταστάσεις διάθεσης αποβλήτων, πιο αποτελεσματικά συστήματα ηλεκτροφωτισμού και θέρμανσης [30], [32].

### 2.2.1 Χαρακτηριστικά έξυπνης πόλης

Ο αριθμός των εφαρμογών IoT για έξυπνες πόλεις αυξάνεται σταδιακά. Όλο και περισσότερες πόλεις τοποθετούν αισθητήρες και μετρητές για να μετρήσουν δυνητικά όλες τις δραστηριότητες που λαμβάνουν χώρα στην πόλη. Αυτές οι συσκευές συνήθως επικοινωνούν μέσω ασύρματων συνδέσεων, δημιουργώντας ένα είδος τριχοειδούς δικτύου διαπερνώντας την πόλη. Η παρακολούθηση του περιβάλλοντος, η παρακολούθηση της κυκλοφορίας, η έξυπνη στάθμευση, οι έξυπνες στάσεις των μέσων μαζικής μεταφοράς και η εγκατάσταση “έξυπνων υδρομετρητών” είναι μερικές από τις πιο κοινές εφαρμογές που χρησιμοποιούνται ήδη σε πολλές πόλεις. Παρακάτω παρέχουμε μια σύντομη επισκόπηση αυτών των εφαρμογών, επισημαίνοντας τα οφέλη τους για τους πολίτες και την κοινότητα, αλλά και επισημαίνοντας τις πιθανές απειλές τους [31].



Εικόνα 2.5: Η αποτύπωση μιας έξυπνης πόλης [78].

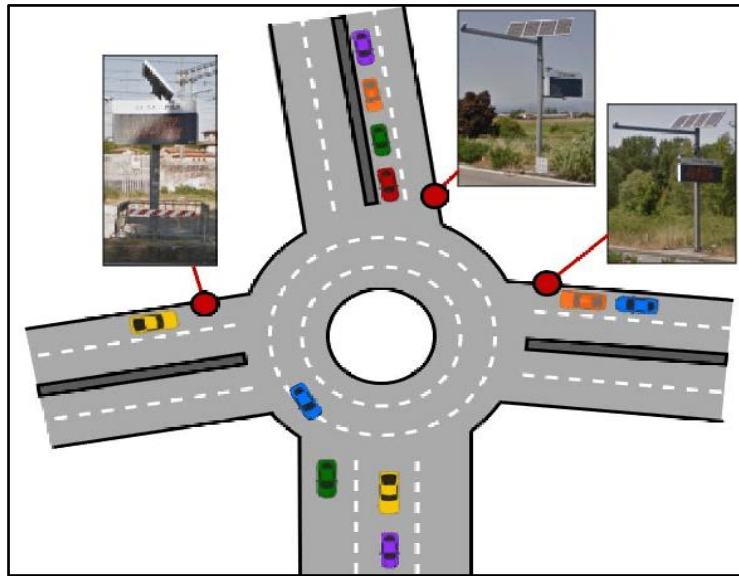
## 2.2.2 Κατηγορίες συστημάτων έξυπνης πόλης

- **Ποιότητα αέρα και περιβαλλοντική παρακολούθηση:** Η ποιότητα του αέρα αποτελεί σοβαρή απειλή για τη δημόσια υγεία, το περιβάλλον και τελικά την οικονομία της χώρας. Η κακή ποιότητα του αέρα έχει ως αποτέλεσμα κακή υγεία, πρόωρους θανάτους, καθώς και ζημιές σε οικοσυστήματα, καλλιέργειες και κτίρια. Προφανώς, οι επιπτώσεις είναι πιο σοβαρές στις αστικές περιοχές όπου ζει το μεγαλύτερο μέρος του πληθυσμού. Ως εκ τούτου, οι περισσότερες μεγαλουπόλεις βασίζονται σε συστήματα παρακολούθησης της ποιότητας του αέρα. Επί του παρόντος, η ποιότητα του αέρα παρακολουθείται συνήθως χρησιμοποιώντας μεγάλους και ακριβούς αισθητήρες που είναι εγκατεστημένοι σε ορισμένες στρατηγικές τοποθεσίες που μετρούν παραμέτρους όπως τα σωματίδια (PM), το όζον (O<sub>3</sub>), το διοξείδιο του άνθρακα (CO<sub>2</sub>), το διοξείδιο του αζώτου (NO<sub>2</sub>). Αυτό επιτρέπει την ακριβή παρακολούθηση, αλλά περιορίζεται σε συγκεκριμένες περιοχές. Στο μέλλον, καθώς το κόστος των αισθητήρων γίνεται προσιτό στους πολίτες, οι αισθητήρες ποιότητας αέρα θα είναι ιδιωτικοί, επιτρέποντας τη λεπτομερή παρακολούθηση της ποιότητας του αέρα στις αστικές περιοχές. Εκτός από τις παραμέτρους ποιότητας του αέρα, παρακολουθούνται και άλλες περιβαλλοντικές παράμετροι, όπως θερμοκρασία, υγρασία, ταχύτητα και κατεύθυνση ανέμου, μετεωρολογικά δεδομένα και άλλα. Με βάση αυτές τις πληροφορίες, είναι δυνατόν να προβλεφθεί η ποιότητα του αέρα εκ των προτέρων, σε μια συγκεκριμένη περιοχή και να προστατευτεί συγκεκριμένη μερίδα του πληθυσμού, ιδιαίτερα των ατόμων που πάσχουν από αναπνευστικά νοσήματα. Χρησιμοποιώντας μια παρόμοια προσέγγιση, μπορούν να χρησιμοποιηθούν αισθητήρες για την παρακολούθηση των λυμάτων, ειδικά κατά τη διάρκεια έντονων βροχοπτώσεων, και την πρόβλεψη του κινδύνου πλημμύρας για έγκαιρη ειδοποίηση του πληθυσμού. Η ποιότητα του αέρα και γενικότερα η παρακολούθηση του περιβάλλοντος βασίζεται στη συλλογή δεδομένων που δημιουργούνται από αισθητήρες και στην ανάλυσή τους για ορθολογική λήψη αποφάσεων για παράδειγμα περιορισμός της κυκλοφορίας αυτοκινήτων σε περίπτωση υψηλών επιπέδων ατμοσφαιρικής ρύπανσης. Λόγω της φύσης των δεδομένων που συλλέγονται, δεν απαιτούν ειδικές διαδικασίες χειρισμού. Ωστόσο, οι αποφάσεις λαμβάνονται με βάση περιβαλλοντικά δεδομένα, για παράδειγμα πρόβλεψη ποιότητας αέρα, πρόβλεψη πλημμύρας, θα πρέπει να διεξάγονται με μεγάλη ακρίβεια και να επεκταθούν με προσοχή, καθώς ενδέχεται να έχουν ισχυρό αντίκτυπο στους πολίτες και στη συμπεριφορά τους [31].



Εικόνα 2.6: Παρακολούθηση ποιότητας αέρα [79].

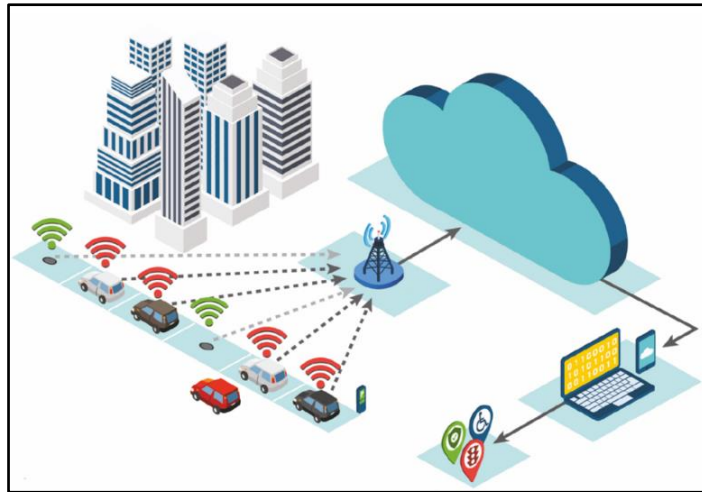
- Παρακολούθηση κυκλοφορίας:** Η παρακολούθηση της αστικής κυκλοφορίας σε πραγματικό χρόνο είναι απαραίτητη για την αποφυγή συμφόρησης, τη διατήρηση των επιπέδων συμφόρησης υπό έλεγχο και τη διασφάλιση ότι τα επίπεδα ατμοσφαιρικής ρύπανσης διατηρούνται κάτω από τα ρυθμιστικά όρια. Η παρακολούθηση της κυκλοφορίας μπορεί να γίνει χρησιμοποιώντας δύο διαφορετικές προσεγγίσεις. Στο πρώτο συνίσταται στην ανάπτυξη αισθητήρων έντασης κυκλοφορίας ικανών να μετρούν τον αριθμό των αυτοκινήτων/οχημάτων που εισέρχονται ή εξέρχονται από την πόλη. Συνήθως βρίσκονται στις κύριες εισόδους της πόλης και είναι τοποθετημένοι σε σημεία ελέγχου κυκλοφορίας, όπως φαίνεται στην εικόνα 2.7. Μια εναλλακτική προσέγγιση είναι η χρήση καμερών που παρακολουθούν τη ροή των οχημάτων που εισέρχονται/εξέρχονται από την πόλη. Οι εικόνες που δημιουργούνται από τις κάμερες υποβάλλονται σε επεξεργασία για να εξαχθούν πληροφορίες σχετικά με την ένταση της κυκλοφορίας. Και στις δύο περιπτώσεις, τα δεδομένα όγκου κίνησης σε διαφορετικά σημεία της πόλης διατίθενται σε πραγματικό χρόνο στους διαχειριστές πόλεων, οι οποίοι μπορούν να λάβουν έγκαιρες και κατάλληλες αποφάσεις όταν χρειάζεται. Επίσης, οι πληροφορίες κυκλοφορίας μπορούν να επεκταθούν στους πολίτες, οι οποίοι στη συνέχεια μπορούν να επιλέξουν μια διαδρομή με μικρότερη συμφόρηση για να φτάσουν στον προορισμό τους. Πολλές εφαρμογές εφαρμόζουν ήδη αυτήν την υπηρεσία, συμπεριλαμβανομένων των Χαρτών Google. Τέλος, η ανάλυση δεδομένων κίνησης μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί από διαχειριστές και σύμβουλους των πόλεων για τον σχεδιασμό εναλλακτικών λύσεων κινητικότητας, την εξέταση της συσχέτισης μεταξύ της ποιότητας του αέρα και της έντασης της κυκλοφορίας σε συγκεκριμένα σημεία της πόλης. Τα δεδομένα κυκλοφορίας είναι συνήθως ανώνυμα. Ωστόσο, εάν δημιουργηθούν μέσω καμερών που έχουν αναπτυχθεί σε ορισμένες τοποθεσίες στην πόλη, οι πληροφορίες που συλλέγονται ενδέχεται να περιλαμβάνουν προσωπικές πληροφορίες, όπως πινακίδες κυκλοφορίας. Ως εκ τούτου, τα δεδομένα πρέπει να είναι ανώνυμα αφαιρώντας τυχόν προσωπικά στοιχεία πριν από την αποθήκευση και την ανάλυση για να αποφευχθούν ζητήματα απορρήτου [31].



Εικόνα 2.7: Παρακολούθηση κυκλοφορίας [80].

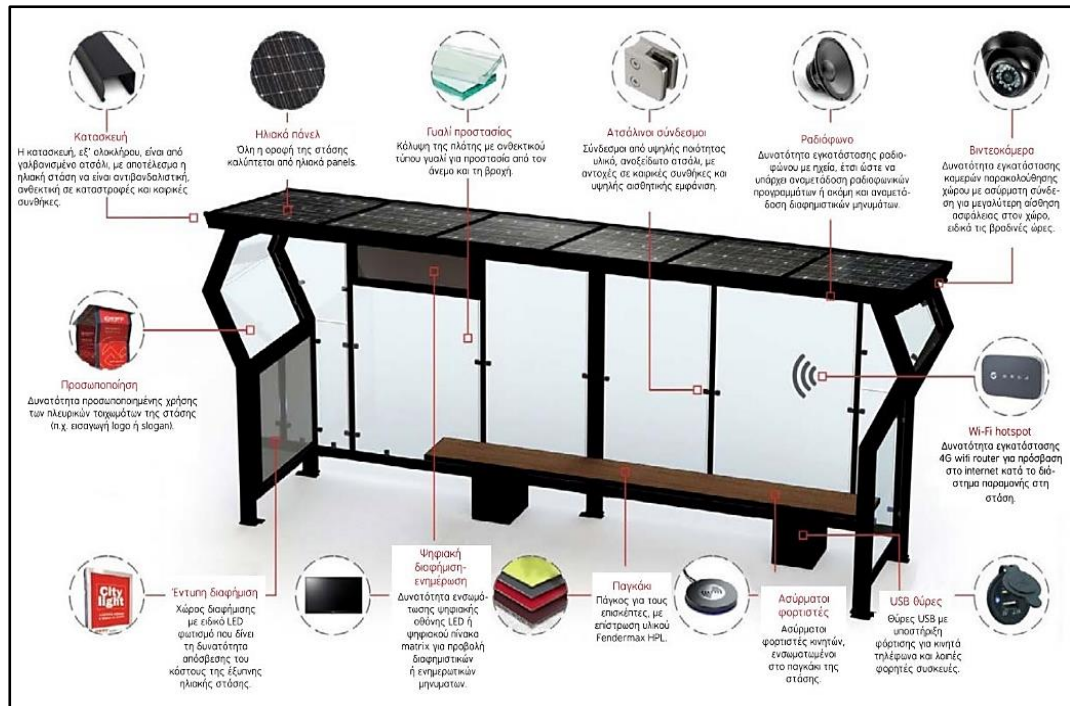
- **Έξυπνη διαχείριση στάθμευσης:** Τα έξυπνα συστήματα διαχείρισης στάθμευσης συμπληρώνουν την παρακολούθηση της κυκλοφορίας και στοχεύουν στην αποτελεσματική διαχείριση των ροών κυκλοφορίας ενημερώνοντας τους πολίτες πού να πάνε όταν αναζητούν χώρο στάθμευσης. Αυτό θα αποφύγει την κυκλοφορία σε περιοχές όπου όλοι οι χώροι στάθμευσης είναι απασχολημένοι. Μια πιθανή προσέγγιση για την έξυπνη διαχείριση στάθμευσης φαίνεται στην εικόνα 2.8. Η κατάσταση κάθε χώρου στάθμευσης παρακολουθείται χρησιμοποιώντας έναν ειδικό αισθητήρα και οι πληροφορίες που συλλέγονται αποστέλλονται τακτικά σε έναν διακομιστή στο cloud. Μια εναλλακτική προσέγγιση είναι η χρήση καμερών για να συμπεράνουμε την κατάσταση στην οποία βρίσκονται οι θέσεις του πάρκινγκ. Και στις δύο περιπτώσεις, τα δεδομένα που συλλέγονται χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία ενός χάρτη σε πραγματικό χρόνο του χώρου στάθμευσης που μπορεί να διατεθεί στους οδηγούς μέσω μιας συγκεκριμένης εφαρμογής στο smartphone τους. Με αυτόν τον τρόπο, οι οδηγοί μπορούν να οδηγηθούν στον πλησιέστερο (δωρεάν) χώρο στάθμευσης, εξοικονομώντας χρόνο, μειώνοντας την κατανάλωση καυσίμου και την ατμοσφαιρική ρύπανση. Όσον αφορά την παρακολούθηση της κυκλοφορίας, η προσέγγιση που βασίζεται στην κάμερα απαιτεί την διασφάλιση προσωπικών δεδομένων για την αποφυγή προβλημάτων απορρήτου [31].





Εικόνα 2.8: Έξυπνη στάθμευση [81].

- **Έξυπνοι υδρομετρητές:** Οι έξυπνοι υδρομετρητές μεταδίδουν συνεχώς προς την υπηρεσία στοιχεία, που αφορούν την κατανάλωση αλλά και τις τυχόν βλάβες που μπορεί να υπάρχουν στην οικία του καταναλωτή. Οι πληροφορίες αυτές φτάνουν στην υπηρεσία την στιγμή που συμβαίνουν, αλλά ταυτόχρονα μεταδίδονται και στον καταναλωτή, ο οποίος έχει την πλήρη γνώση, όχι μόνο για την καθημερινή του κατανάλωση, αλλά και για ειδικά συμβάντα, όπως για κάποια διαρροή, που συνήθως είναι μία βρύση που στάζει. Ο καταναλωτής ενημερώνεται για αυτές τις πληροφορίες με την χρήση της εφαρμογής η οποία είναι συμβατή με τους “έξυπνους υδρομετρητές” μέσω του κινητού τηλεφώνου [32].
- **Έξυπνες στάσεις μέσων μαζικής μεταφοράς:** Οι έξυπνες στάσεις λειτουργούν, όχι μόνο σαν απλοί χώροι αλλά και σαν σημεία πληροφόρησης των πολιτών, παρέχοντας πληροφορίες για τα δρομολόγια των μέσων, τα αξιοθέατα της πόλης, τους χώρους αναψυχής και τις τοπικές δραστηριότητες. Επιπλέον διαθέτει θέσεις φόρτισης για το κινητό τηλέφωνο και για τα μικρά ηλεκτρικά οχήματα (ποδήλατα και πατίνια). Κάθε έξυπνη στάση, είναι και ένα σημείο παροχής ασύρματου δικτύου (WiFi Hotspot), ενώ ταυτόχρονα συλλέγει πληροφορίες για την κίνηση των μέσων μαζικής κυκλοφορίας, βελτιώνοντας έτσι τους ενδεικτικούς χρόνους αναμονής [32].



Εικόνα 2.9: Έξυπνη σίταση MMM [82].

## 2.3 Εφαρμογές IoT στην υγειονομική περίθαλψη

---

Το IoT βελτιώνει το τμήμα υγειονομικής περίθαλψης με τις καινοτόμες εφαρμογές του. Η τεχνολογία IoT αλλάζει τον τρόπο θεραπείας και αποκατάστασης με μερικές καινοτόμες ιδέες. Πλέον η παρακολούθηση ασθενών είναι εύκολη και διαχειρίσιμη χάρη στην τεχνολογία IoT. Η τεχνολογία αισθητήρων ανιχνεύει την αρτηριακή πίεση του ασθενούς, τη θερμοκρασία του σώματος, την αναπνευστική δραστηριότητα του ασθενούς και άλλα ζωτικά στοιχεία. Τα δεδομένα από αυτούς τους αισθητήρες θα συλλέγονται περιοδικά ή σε πραγματικό χρόνο και θα κοινοποιούνται στο σύστημα διαχείρισης υγείας που είναι εξοπλισμένο με IoT. Η μετέπειτα ζωή ενός ασθενούς μπορεί επίσης να είναι μια παρακολούθηση προληπτικών μέτρων που σχετίζονται με την υγεία. Το IoT παρέχει επίσης τεχνολογίες που σχετίζονται με διαχείριση των φαρμακευτικών αποθεμάτων στους εκάστοτε οργανισμούς [33]. Καταληκτικά, μια πολλά υποσχόμενη τάση στην υγειονομική περίθαλψη είναι η μετακίνηση των συνήθων ιατρικών ελέγχων και άλλων υπηρεσιών υγειονομικής περίθαλψης από το νοσοκομείο στο σπίτι. Με τον τρόπο αυτό, ο ασθενής λαμβάνει πιο εύκολα φροντίδα υγείας, ειδικά σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης. Έτσι, τα νοσοκομεία μπορούν να μειώσουν το φόρτο εργασίας τους μεταβάλλοντας τις πιθανές εύκολες εργασίες στο περιβάλλον του σπιτιού γεγονός που συνεπάγεται και στην μείωση των δαπανών τους [34].

### 2.3.1 Κατηγορίες συστημάτων έξυπνης υγειονομικής περίθαλψης

- **Απομακρυσμένη παρακολούθηση:** Συστήματα παρακολούθησης ασθενών με χρόνιες παθήσεις, όπως διαβήτη, καρδιακές ή πνευμονολογικές παθήσεις δίνουν την δυνατότητα εξ' αποστάσεως παρακολούθησης της πορείας των ασθενειών αυτών [34].
- **Φορητές συσκευές:** Οι φορητές συσκευές βοηθούν τους επαγγελματίες υγείας και τους ασθενείς να επιλύουν διάφορα προβλήματα υγείας με χαμηλότερο κόστος. Αυτές οι συσκευές είναι μη επεμβατικές και μπορούν να αναπτυχθούν ενσωματώνοντας διάφορους αισθητήρες σε φορητά αξεσουάρ που χρησιμοποιούνται από ανθρώπους, όπως ρολόγια, βραχιόλια, κολιέ, πουκάμισα, παπούτσια, τσάντες, καπέλα, και ούτω καθεξής. Ένας προσαρτημένος αισθητήρας χρησιμοποιείται για τη συλλογή πληροφοριών σχετικά με το περιβάλλον και την υγεία του ασθενούς. Στη συνέχεια, αυτές οι πληροφορίες μεταφορτώνονται στον διακομιστή της βάσης δεδομένων. Ορισμένες φορητές συσκευές συνδέονται επίσης με κινητά τηλέφωνα μέσω εφαρμογών υγείας. Τα βιοσήματα όπως τα σήματα ηλεκτροκαρδιογράφου και ηλεκτρομυογραφίας έχουν επίσης αναλυθεί χρησιμοποιώντας φορητά

συστήματα με δυνατότητα IoT για την εξαγωγή ζωτικής σημασίας πληροφοριών για τον ασθενή. Η σύνδεση αυτών των φορητών συσκευών με μια εφαρμογή για φορητές συσκευές αυξάνει την υπολογιστική ισχύ της συσκευής. Η εφαρμογή μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για εύκολη επεξεργασία και οπτικοποίηση των συλλεγόμενων πληροφοριών [33].



Εικόνα 2.10: Έξυπνες συσκευές για την παρακολούθηση της υγείας [83].

- **Ρομποτικοί βοηθοί υγειονομικής περίθαλψης:** Με επαυξημένη πραγματικότητα και ρομποτική να παρέχουν βοήθεια σε χειρουργικές επεμβάσεις και απομακρυσμένη υποστήριξη από ειδικούς, αυξάνοντας τόσο την ποιότητα της φροντίδας που παρέχεται μέσω ψηφιακών βοηθημάτων, όσο και την πρόσβαση σε υγειονομική περίθαλψη εκτός των πιο προηγμένων νοσοκομειακών συστημάτων [35].



Εικόνα 2.11: Η ρομποτική στην υγεία [84].

- **Αισθητήρες υγρασίας και θερμοκρασίας:** Η διατήρηση μιας καλής κατάστασης περιβάλλοντος είναι απαραίτητη για τη διατήρηση των ιδιοτήτων του φαρμάκου. Επιπλέον η τοποθέτηση έξυπνων ετικετών στα φάρμακα, καθώς και ο έλεγχος της θέσης τους μέσω των αισθητήρων παρέχουν προνόμια όπως είναι η ασφάλεια του φαρμάκου και η επίβλεψη της ημερομηνία λήξης αυτών. Παράδειγμα εφαρμογής αποτελεί η χρήση των έξυπνων ιατρικών ψυγείων στα οποία οι ελεγκτές ρυθμίζουν τις συνθήκες ψύξεως στους χώρους όπου αποθηκεύονται φάρμακα, εμβόλια και διάφορα οργανικά στοιχεία [34].

## 2.4 Εφαρμογές IoT στην βιομηχανία

---

Ένα εργοστάσιο στο οποίο οι φυσικές διαδικασίες και λειτουργίες παραγωγής συνδυάζονται με την ψηφιακή τεχνολογία, την έξυπνη πληροφορική και τα μεγάλα δεδομένα για τη δημιουργία ενός πιο ευκαιριακού συστήματος για τις εταιρείες που επικεντρώνονται στη διαχείριση της παραγωγής και της εφοδιαστικής αλυσίδας ονομάζεται ως “έξυπνο εργοστάσιο”. Τα έξυπνα εργοστάσια αποτελούν μια πτυχή της Βιομηχανίας 4.0, μιας νέας φάσης της Βιομηχανικής Επανάστασης που επικεντρώνεται σε μεγάλο βαθμό στα δεδομένα σε πραγματικό χρόνο, στους ενσωματωμένους αισθητήρες, στη συνδεσιμότητα, στην αυτοματοποίηση και τη μηχανική μάθηση [36].

### 2.4.1 Τι είναι το βιομηχανικό διαδίκτυο των πραγμάτων (Industrial-IoT);

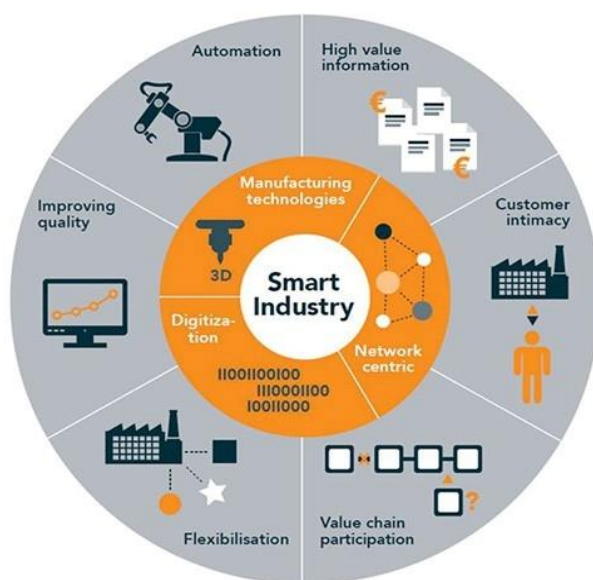
Το βιομηχανικό διαδίκτυο των πραγμάτων (I-IoT) αναφέρεται στην επέκταση και χρήση του διαδικτύου των πραγμάτων σε βιομηχανικούς τομείς και εφαρμογές. Με μεγάλη έμφαση στην επικοινωνία μεταξύ μηχανών (M2M), τα μεγάλα δεδομένα και τη μηχανική μάθηση, το I-IoT δίνει τη δυνατότητα σε βιομηχανίες και επιχειρήσεις να έχουν καλύτερη αποδοτικότητα και αξιοπιστία στις λειτουργίες τους. Το I-IoT περιλαμβάνει βιομηχανικές εφαρμογές, συμπεριλαμβανομένης της ρομποτικής, των ηλεκτρικό και ηλεκτρονικό εξοπλισμό και των διαδικασιών παραγωγής που καθορίζονται από λογισμικό. Το I-IoT υπερβαίνει τις συνήθεις καταναλωτικές συσκευές και τη διαδικτυακή εργασία των φυσικών συσκευών που συνήθως συνδέονται με το διαδίκτυο των πράγματα. Αυτό που το κάνει ξεχωριστό είναι η διασταύρωση της τεχνολογίας πληροφοριών και της επιχειρησιακής τεχνολογίας. Η επιχειρηματική τεχνολογία αναφέρεται στη δικτύωση των επιχειρησιακών διαδικασιών και των βιομηχανικών συστημάτων ελέγχου (ICS), συμπεριλαμβανομένων των διεπαφών ανθρώπου-μηχανής (HMI), των συστημάτων οπτικού ελέγχου και

συλλογής δεδομένων (SCADA), των κατακεντρωμένων συστημάτων ελέγχου (DCS) και των προγραμματιζόμενων λογικών ελεγκτών (PLC) [37].

Το I-IoT είναι αναπόσπαστο μέρος του τρόπου με τον οποίο τα κυβερνοσυστήματα και οι διαδικασίες παραγωγής πρόκειται να μετασχηματιστούν με τη βοήθεια των μεγάλων δεδομένων και της ανάλυσης. Η απόκτηση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο από αισθητήρες και άλλες πηγές πληροφοριών βοηθούν τις βιομηχανικές συσκευές και τις υποδομές στη «λήψη αποφάσεων» τους, ώστε να βρουν πληροφορίες και συγκεκριμένες ενέργειες. Οι μηχανές έχουν πλέον την δυνατότητα να αναλαμβάνουν και να αυτοματοποιούν εργασίες που οι προηγούμενες βιομηχανικές επαναστάσεις δεν μπορούσαν να χειριστούν [37].

Η συνεχής καταγραφή και μετάδοση δεδομένων μεταξύ έξυπνων συσκευών και μηχανημάτων παρέχει σε βιομηχανίες και επιχειρήσεις πολλές ευκαιρίες ανάπτυξης. Τα δεδομένα επιτρέπουν για παράδειγμα στις βιομηχανίες και τις επιχειρήσεις να εντοπίσουν σφάλματα ή ανεπάρκειες στην αλυσίδα εφοδιασμού και να τα αντιμετωπίζουν αμέσως, προωθώντας έτσι την καθημερινή αποτελεσματικότητα στις λειτουργίες και τα οικονομικά. Η σωστή ενσωμάτωση του I-IoT μπορεί επίσης να βελτιστοποιήσει τη χρήση των στοιχείων ενεργητικού, να προβλέψει σημεία βλάβης και ακόμη και να ενεργοποιήσει τις διαδικασίες συντήρησης αυτόνομα [37].

Με την υιοθέτηση συνδεδεμένων και έξυπνων συσκευών, οι επιχειρήσεις έχουν τη δυνατότητα να συγκεντρώνουν και να αναλύουν μεγαλύτερες ποσότητες δεδομένων σε μεγαλύτερες ταχύτητες. Αυτό όχι μόνο θα ενισχύσει την επεκτασιμότητα και την απόδοση, αλλά μπορεί επίσης να γεφυρώσει το χάσμα μεταξύ των χώρων παραγωγής και των γενικών γραφείων. Η ενσωμάτωση του I-IoT μπορεί να δώσει στις βιομηχανικές οντότητες μια πιο ακριβή εικόνα του τρόπου με τον οποίο εξελίσσονται οι δραστηριότητές τους και να τις βοηθήσει να λάβουν τεκμηριωμένες επιχειρηματικές αποφάσεις [37].



Εικόνα 2.12: Έξυπνη βιομηχανία [85].

## 2.4.2 Αναφορά συστημάτων έξυπνης βιομηχανίας

- **Προγραμματιζόμενοι Λογικοί Ελεγκτές (PLC):** Πρόκειται για υπολογιστικές μονάδες βιομηχανικής χρήσης, ικανές να προγραμματιστούν για να εκτελούν διάφορες εφαρμογές βιομηχανικού ελέγχου. Τα PLC's δρουν ως ελεγκτές μηχανών και διαδικασιών. Επιτηρούν τις εισόδους, λαμβάνουν αποφάσεις και ελέγχουν τις εξόδους τους με σκοπό την αυτοματοποίηση των μηχανών και επεξεργασιών [38].
- **Έξυπνη ρομποτική:** Για να λυθεί το πρόβλημα της ασφάλειας των εργαζομένων είναι ανάγκη να αξιοποιηθεί η τεχνίτη νοημοσύνη, ώστε τα μηχανήματα αυτά να αποκτήσουν όραση και να προσαρμοστούν στο περιβάλλον τους. Αυτό κα κάνει τα μηχανήματα αρκετά συνεργάσιμα με τον άνθρωπο αλλά και κα μπορούν ακόμα να δίνουν συμβουλές σε διάφορες καταστάσεις να προβλέπουν ανάγκες, κάτι που οδηγεί αναμφισβήτητα στην υψηλότερη παραγωγικότητα [39].
- **Υπολογιστικό νέφος (cloud computing):** Το υπολογιστικό νέφος είναι η παροχή διαφορετικών υπηρεσιών μέσω του Διαδικτύου. Αυτοί οι πόροι περιλαμβάνουν εργαλεία και εφαρμογές όπως αποθήκευση δεδομένων, διακομιστές, βάσεις δεδομένων, δικτύωση και λογισμικό. Το υπολογιστικό νέφος είναι μια εξαιρετική επιλογή για επιχειρήσεις διότι τους προσφέρει ανέσεις όπως εξοικονόμηση κόστους, αυξημένη παραγωγικότητα, ταχύτητα και αποδοτικότητα, απόδοση και ασφάλεια [40].
- **Ασφάλεια στον κυβερνοχώρο (cyber security):** η κυβερνοασφάλεια είναι η πρακτική προστασίας συστημάτων, δικτύων και προγραμμάτων από ψηφιακές επιθέσεις. Αυτές οι επιθέσεις στον κυβερνοχώρο στοχεύουν συνήθως στην πρόσβαση, την αλλαγή ή την καταστροφή ευαίσθητων πληροφοριών που συνεπάγεται στην προσωρινή διακοπή των επιχειρηματικών διαδικασιών [41].

- **Μεγάλα δεδομένα (big data):** είναι μια συλλογή δεδομένων τεράστια σε όγκο που αυξάνεται εκθετικά με το χρόνο. Είναι δεδομένα με τόσο μεγάλο μέγεθος και πολυπλοκότητα που κανένα από τα παραδοσιακά εργαλεία διαχείρισης δεδομένων δεν μπορεί να τα αποθηκεύσει ή να τα επεξεργαστεί αποτελεσματικά. Για να αξιοποιηθεί αυτή η ροή δεδομένων προς όφελος την βιομηχανίας θα πρέπει να εφαρμοστούν μηχανισμοί λήψης αποφάσεων (τεχνητή νοημοσύνη) που θα οδηγούν το σύστημα IoT στην επίτευξη των βιομηχανικών στόχων [42].



Εικόνα 2.13: Οι βασικοί παράγοντες που διέπουν στο μοντέλο big data [86].

- **Εποπτικός έλεγχος και απόκτηση δεδομένων (SCADA):** Είναι οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές της βιομηχανίας. Τα συστήματα SCADA αναφέρονται στο συνδυασμό τηλεμετρίας και λήψης δεδομένων. Ένα σύστημα SCADA συνίσταται στη συλλογή πληροφορίας (δεδομένων), μεταφορά της σε μια κεντρική θέση, εκτέλεση της απαραίτητης ανάλυσης και ελέγχου και μετά, παρουσίαση αυτών των δεδομένων σε ένα αριθμό χειριστών. Το σύστημα SCADA χρησιμοποιείται για την παρακολούθηση και τον έλεγχο μιας εγκατάστασης ή μιας συσκευής ενός εργοστασίου. Ο έλεγχος μπορεί να είναι είτε αυτόματος είτε με εντολές ενός χειριστή [43].



## 2.5 Πλεονεκτήματα του διαδικτύου των πράγματος

---

Ακολουθούν ορισμένα πλεονεκτήματα του διαδικτύου των πράγματος [44], [45]:

- **Άμεση πρόσβαση δεδομένων:** Όλοι έχουν άμεση πρόσβαση στα δεδομένα που δημιουργούν τόσο οι δικές τους όσο και οι δημόσιες συσκευές IoT. Μπορείτε να έχετε πρόσβαση σε δεδομένα και πληροφορίες από οπουδήποτε και ανά πάσα στιγμή σε οποιαδήποτε έξυπνη συσκευή συνδεδεμένη στο διαδίκτυο ώστε να μπορείτε να ενημερώνεστε σε πραγματικό χρόνο, ακόμη και αν βρίσκεστε μακριά από την πραγματική τοποθεσία των συσκευών IoT. Αυτό σας διευκολύνει να αλληλεπιδράτε εξ αποστάσεως με τον φυσικό κόσμο χωρίς να είστε φυσικά παρόντες, με αποτέλεσμα να διαχειρίζεστε ευκολότερα τη ζωή σας στο σπίτι, στη δουλειά και στο δρόμο.
- **Αυτοματοποίηση:** Καθώς οι συσκευές του IoT συνδέονται και ελέγχονται με ασύρματες μορφές τεχνολογίας υπάρχει μεγάλος βαθμός αυτοματοποίησης και ελέγχου στις λειτουργίες τους. Οι μηχανές είναι σε θέση να επικοινωνούν μεταξύ τους και εκτελούν πολλές εργασίες για εμάς χωρίς να χρειάζεται η ανθρώπινη παρέμβαση επιτυγχάνοντας ταχύτερες διαδικασίες και ποιοτικά αποτελέσματα.
- **Χαμηλότερο λειτουργικό κόστος:** Δεδομένου ότι οι συσκευές λειτουργούν στη μέγιστη απόδοσή τους ένα μεγάλο μέρος της ενέργειας εξοικονομείται. Επιπλέον, οι προειδοποιήσεις πιθανών δυσλειτουργιών που λαμβάνει ο χρήστης συμβάλλουν σημαντικά στην μείωση των εξόδων. Επιτρέποντας στις πληροφορίες που συλλέγονται, να ανταλλάσσονται μεταξύ των συσκευών και να επεξεργάζονται, καταλήγουμε σε σημαντικά συμπεράσματα και οφέλη.
- **Βελτίωση της ποιότητας ζωής:** Όλες οι εφαρμογές IoT καταλήγουν σε μεγαλύτερη άνεση, ευκολία και καλύτερη διαχείριση, απλοποιώντας την καθημερινότητα και βελτιώνοντας έτσι την ποιότητα ζωής.

## 2.6 Μειονεκτήματα του διαδικτύου των πράγματος

---

Ακολουθούν ορισμένα μειονεκτήματα του διαδικτύου των πράγματος [44], [45]:

- **Συμβατότητα:** Προς το παρόν, δεν υπάρχει διεθνές πρότυπο συμβατότητας. Από την δημιουργία του IoT ο κάθε κατασκευαστής ακολουθούσε το πρωτόκολλο επικοινωνίας της επιθυμίας του με αποτέλεσμα κάθε συσκευή με διαφορετικό πρωτόκολλο να μην μπορεί να επικοινωνήσει με την άλλη.
- **Απόρρητο και ασφάλεια:** Ακόμη και χωρίς την ενεργή συμμετοχή του χρήστη, το σύστημα IoT παρέχει ουσιαστικά προσωπικά δεδομένα με μέγιστη λεπτομέρεια καθώς τα συστήματα IoT είναι διασυνδεδεμένα και επικοινωνούν μέσω δικτύων. Λόγω ότι το λογισμικό δεν είναι ασφαλές και το σύστημα προσφέρει ελάχιστο έλεγχο, παρά τα μέτρα ασφαλείας, μπορεί να οδηγήσει σε διάφορα είδη επιθέσεων δικτύου και στην διαρροή δεδομένων.
- **Πολυπλοκότητα:** Ο σχεδιασμός, η ανάπτυξη, η συντήρηση και η ενεργοποίηση ενός μεγάλου συστήματος IoT είναι αρκετά περίπλοκο, επειδή πρόκειται για ένα διαφοροποιημένο δίκτυο που συνδέει διάφορες συσκευές που εκτελούν πολύπλοκες λειτουργίες στο παρασκήνιο. Παρόλο που το IoT μπορεί να φαίνεται ότι διαχειρίζεται τις εργασίες με ευκολία, οποιαδήποτε μεμονωμένη αποτυχία ή σφάλμα είτε στο λογισμικό είτε στο υλικό μπορεί να έχει σοβαρές συνέπειες ακόμη και η διακοπή ρεύματος μπορεί να προκαλέσει πολλές ενοχλήσεις. Εάν σε μια συσκευή IoT που παρέχει βασικά δεδομένα σε μια άλλη διασυνδεδεμένη συσκευή σταματήσει η ροή εργασιών να λειτουργεί ξαφνικά ή συμπεριφερθεί κακόβουλα, μπορεί να επηρεάσει αρνητικά ολόκληρο το σύστημα.
- **Μείωση του ανθρωπίνου δυναμικού:** Καθώς το IoT φέρνει πιο συνεπή αυτοματοποίηση, οι ανειδίκευτοι εργάτες και βοηθοί ή ακόμη και οι ειδικευμένοι μπορεί να χάσουν τη δουλειά τους. Με τις μονότονες και επισφαλείς καθημερινές δραστηριότητες να αυτοματοποιούνται, είναι προφανές ότι η ανάγκη για ανθρώπινη εργασία θα μειωθεί δραστικά, προκαλώντας έτσι την ανεργία των εργαζομένων στην κοινωνία. Οι άνθρωποι που θα έκαναν νωρίτερα τις εργασίες τους θα αντικατασταθούν από έξυπνες συσκευές. Ωστόσο, όπως και στο παρελθόν, η τεχνολογική αλλαγή παραμένει αβέβαιη και ανοικτή σε μεταρρυθμίσεις. Η εκμάθηση νέων τρόπων εργασίας με τη βέλτιστη εκπαίδευση και κατάρτιση δεξιοτήτων θα αυξήσει ή θα σταθεροποιήσει τις πιθανότητες απασχολησιμότητας ενός ατόμου.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Το περιβάλλον του διακομιστή και τα πρωτόκολλα που χρησιμοποιήθηκαν

---

### 3.1 Αίθουσα Διακομιστή

---

Ένα δωμάτιο διακομιστή είναι ένα δωμάτιο που χρησιμοποιείται για την αποθήκευση, την τροφοδοσία και τη λειτουργία διακομιστών υπολογιστών και των σχετικών στοιχείων τους. Αυτό το δωμάτιο είναι μέρος ενός κέντρου δεδομένων, το οποίο τυπικά στεγάζει πολλούς φυσικούς διακομιστές παρατεταμένους μαζί με διαφορετικούς παράγοντες μορφής, όπως τοποθετημένο σε rack ή σε περιβλήματα πύργου ή blade. Ένα κέντρο δεδομένων μπορεί να αποτελείται από πολλά δωμάτια διακομιστών, καθένα από τα οποία χρησιμοποιείται για ξεχωριστές εφαρμογές και υπηρεσίες. Με άλλα λόγια η αίθουσα διακομιστών παρέχει τα λειτουργικά και περιβαλλοντικά στοιχεία και υπηρεσίες για τη λειτουργία των διακομιστών. Συνήθως δωμάτια διακομιστών υπάρχουν σε μεγάλες εταιρίες αλλά και σε δημοσιές- κρατικές υπηρεσίες [46].

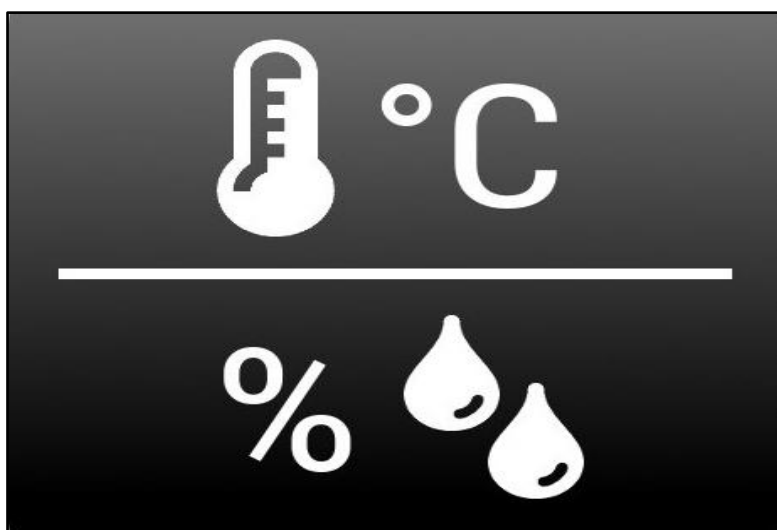


Εικόνα 3.1: Αίθουσα διακομιστή [87].

### 3.2 Ποια είναι τα ιδανικά επίπεδα θερμοκρασίας και υγρασίας στο δωμάτιο διακομιστή

---

Σύμφωνα με το πρότυπο της ASHR AE Class B η ιδανική τιμή της **θερμοκρασίας** του δωματίου πρέπει να κυμαίνεται από **18-27 βαθμούς Κελσίου** ή αλλιώς 64-81 βαθμούς Φαρενάιτ. Αντίστοιχα η επιθυμητή τιμή της **υγρασίας** είναι από **40%-60%**. Εάν στο συγκεκριμένο δωμάτιο οι τιμές της θερμοκρασίας και της υγρασίας υπερβούν τα συγκεκριμένα όρια θα έχουμε ως αποτέλεσμα την υπερθέρμανση ή αντίστοιχα την υγροποίηση που συνεπάγεται στην βλάβη των διακομιστών και έπειτα στην αντικατάστασή τους [47].



Εικόνα 3.2: Οθόνη ελέγχου θερμοκρασίας και υγρασίας [88].

### 3.3 Τι χρειάζεται για την παρακολούθηση της θερμοκρασίας και της υγρασίας του δωματίου του διακομιστή;

---

Για την παρακολούθηση και την καταγραφή της θερμοκρασίας και της υγρασίας στο δωμάτιο του διακομιστή συνίσταται η εγκατάσταση ενός συστήματος που θα αποτελείται από έναν αισθητήρα θερμοκρασίας και υγρασίας τοποθετημένο σε κύρια θέση στο χώρο του διακομιστή. Ο συγκεκριμένος αισθητήρας θα πρέπει να είναι συνδεδεμένος σε μια υπηρεσία παρακολούθησης απομακρυσμένου διακομιστή για τον πλήρη έλεγχο ανά πάσα στιγμή. Για παράδειγμα η εφαρμογή Environment Monitor η οποία είναι συμβατή με αισθητήρες θερμοκρασίας και υγρασίας και μπορεί να συνδεθεί με πολλές συσκευές esensors θεωρείται κατάλληλη για την παρακολούθηση της θερμοκρασίας και της υγρασίας του χώρου [47].

### 3.4 Άλλες βασικές μηχανολογικές και ηλεκτρικές απαιτήσεις για το δωμάτιο διακομιστή

---

#### Μηχανολογικές και Ηλεκτρολογικές Απαιτήσεις [48]:

- Ο φωτισμός που πρέπει να έχει ένα τέτοιο δωμάτιο είναι τουλάχιστον 500 lux σε οριζόντιο επίπεδο και 200 lux σε κάθετο επίπεδο.
- Ο χώρος που περιβάλλει το δωμάτιο του διακομιστή πρέπει να είναι κλιματιζόμενος ώστε να υπάρχει μια σταθερή θερμοκρασία ανά πασα στιγμή και να μην χρησιμοποιείτε για κάποια άλλη χρήση.
- Απαιτούνται τουλάχιστον 2 αποκλειστικές πρίζες ρεύματος χωρίς διακόπτη σε ένα αποκλειστικό κύκλωμα ξεχωριστό από τις υπόλοιπες πρίζες του κτιρίου.
- Απαραίτητη είναι η εγκατάσταση πυρανίχνευσης να την αποφυγή τυχών πυρκαγιών σύμφωνα με τον νόμο που ισχύει για το κύριο σχέδιο του κτηρίου.

### 3.5 Διακομιστές - Servers

---

Εξυπηρετητής ή διακομιστής (Server) είναι το υλικό αλλά και το αντίστοιχο λογισμικό που αναλαμβάνει την παροχή διάφορων υπηρεσιών, «εξυπηρετώντας» αιτήσεις άλλων προγραμμάτων, γνωστούς ως πελάτες (clients) που μπορούν να τρέχουν στον ίδιο υπολογιστή ή σε σύνδεση μέσω δικτύου. Όταν ένας υπολογιστής εκτελεί κυρίως τέτοια προγράμματα εξυπηρετητές συνεχόμενα, 24 ώρες την ημέρα, τότε μπορούμε να αναφερθούμε σε όλον τον υπολογιστή ως εξυπηρετητή, αφού αυτή είναι η κύρια λειτουργία του [49]. Ομοίως, ως πελάτης, μπορούμε να σκεφτούμε κάποιο λογισμικό που επικοινωνεί και κάνει αιτήματα στον διακομιστή ή σε ολόκληρο τον υπολογιστή όταν ο διακομιστής είναι άλλος υπολογιστής και οι δύο υπολογιστές είναι συνδεδεμένοι σε ένα δίκτυο. Οι διακομιστές αποτελούν το σημαντικότερο μέρος της λειτουργίας των εταιριών ή των υπηρεσιών διότι κατέχουν τα δεδομένα, τα αρχεία και άλλες πληροφορίες έτσι ώστε να υπάρχει μια εύκολη προσβασιμότητα από οποιονδήποτε σταθμό εργασίας [50]. Έτσι λόγω του μεγάλου φόρτου εργασίας που αναλαμβάνουν οι διακομιστές διαφέρουν από τους κοινούς υπολογιστές. Κύρια χαρακτηριστικά ενός διακομιστή είναι οι επεξεργαστές που υποστηρίζει και χρησιμοποιεί για την επεξεργασία των δεδομένων που δέχεται, οι γρήγοροι και μεγάλης χωρητικότητας σκληροί δίσκοι αλλά και οι ταχύτερες μνήμες που υποστηρίζει. Συνήθως συνοδεύεται από σύστημα διπλής τροφοδοσίας (dual power supply) και από συσκευή αδιάλειπτης παροχής ενέργειας (UPS), για μεγαλύτερη αξιοπιστία και σιγουριά στις παρεχόμενες υπηρεσίες του [51]. Ο ρόλος τους είναι τόσο

πολύτιμος που θα λέγαμε ότι δίχως αυτούς και τις παροχές που προσφέρουν, οι δομές υπολειτουργούν. Οπότε για να διατηρήσουμε την πρόσβαση μας σε αυτά τα αρχεία και τις πληροφορίες που προσφέρουν οι διακομιστές που βρίσκονται στην αίθουσα διακομιστή πρέπει να ακολουθούμε πιστός τις προϋποθέσεις για την σωστή λειτουργία και την συντήρησή τους.



*Εικόνα 3.3: Διακομιστής rack [89].*

### 3.6 Κατηγορίες Εξυπηρετητών

---

Πολλά σύγχρονα προγράμματα λειτουργούν λογικά με βάση τη σχέση πελάτη-διακομιστή. Ακόμα και το ίδιο το λειτουργικό σύστημα δουλεύει με βάση αυτήν τη λογική. Σύμφωνα με αυτήν, ένα πρόγραμμα (πελάτης) αιτείται την εκτέλεση κάποιας ενέργειας και το λειτουργικό σύστημα ανταποκρινόμενο αναλαμβάνει να εξυπηρετήσει το αίτημα εκτελώντας το πρόγραμμα (εξυπηρετητής) που διεκπεραιώνει την αιτηθείσα ενέργεια ή λειτουργία. Συνήθως τα περισσότερα προγράμματα-εξυπηρετητές απαιτούν την εγκατάστασή τους σε ξεχωριστό υπολογιστή (εξυπηρετητή) αλλά αυτό να είναι πάντα απαραίτητο [49].

Συνηθισμένα προγράμματα εξυπηρέτησης που μπορεί να εκτελούνται είτε στον ίδιο υπολογιστή του πελάτη είτε σε ξεχωριστούς υπολογιστές π.χ. σε ένα περιβάλλον γραφείου περιλαμβάνουν [49]:

- Εξυπηρετητή αρχείων (file server)
- Εξυπηρετητή εκτύπωσης (printer server)
- Εξυπηρετητή αντιγράφων ασφαλείας (backup server)
- Εξυπηρετητή διαχείρισης βάσεων δεδομένων (database server)
- Εξυπηρετητή φαξ (fax server)
- Εξυπηρετητή ηλεκτρονικού ταχυδρομείου (email server)
- Εξυπηρετητή γραφικής απεικόνισης
- Εξυπηρετητής διαμεσολαβητή (proxy server)
- Εξυπηρετητής γραφικής απεικόνισης

Ορισμένοι εξυπηρετητές όπως εκτυπώσεων, ήχου, γραφικών διεπαφών θεωρείται αυτονόητο ότι βρίσκονται στον ίδιο υπολογιστή με τον πελάτη, όμως αυτό δεν είναι απαραίτητο. Για παράδειγμα ένας υπολογιστής μπορεί να μην έχει συνδεδεμένο το δικό του εκτυπωτή αλλά να στέλνει τις σελίδες προς εκτύπωση σε εκτυπωτή του δικτύου. Ομοίως με έναν εξυπηρετητή που απεικονίζει γραφικές διεπαφές ο οποίος θα μπορούσε να στέλνει την απεικόνιση μιας διεπαφής σε έναν άλλο υπολογιστή του δικτύου [51].

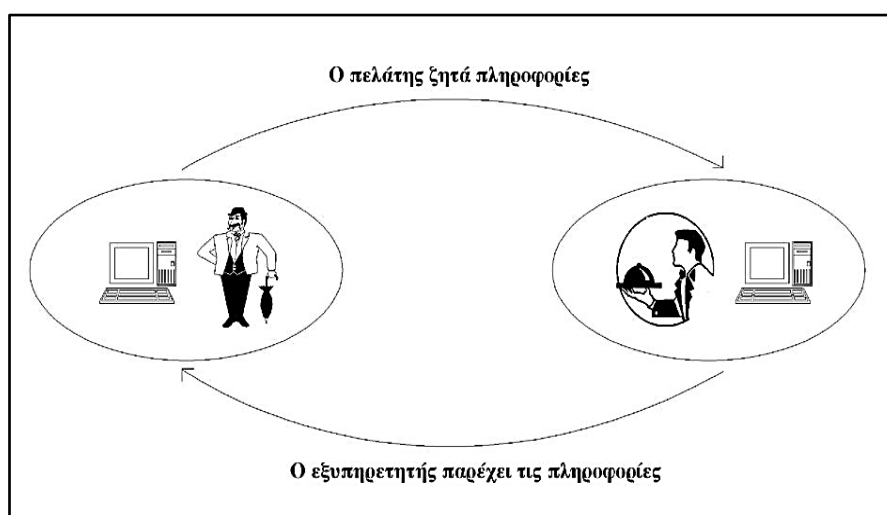
Ορισμένα προγράμματα εξυπηρέτησης στο Διαδίκτυο είναι [49]:

- του Παγκόσμιου Ιστού, που διαχειρίζονται το πρωτόκολλο http (http server)
- του Συστήματος Ονοματοδοσίας Διαδικτύου (Domain Name System (DNS) server)
- της διαχείρισης Ηλεκτρονικού ταχυδρομείου (mail server)
- της μεταφοράς αρχείων με βάση το πρωτόκολλο FTP (ftp server)
- της γραπτής συνδιάλεξης (Internet Relay Chat) και στιγμιαίας αποστολής γραπτών μηνυμάτων (instant messaging) (irc server)
- της επικοινωνίας με μετάδοση φωνής
- της μετάδοσης εκπομπών ήχου ή εικόνας (audio/video streaming server)
- των διαδικτυακών παιχνιδιών

### 3.7 Μοντέλο διακομιστή πελάτη - διακομιστή (client - server)

---

Όλες οι υπηρεσίες στο διαδίκτυο στηρίζονται στο μοντέλο πελάτη - διακομιστή (client - server). Το μοντέλο αυτό αποτελείται από μια κατηγορία αρχιτεκτονικής σχεδίασης λογισμικού στην οποία οι εργασίες κατανέμονται μεταξύ όλων των παρόχων υπηρεσιών ή πόρων, που ονομάζονται διακομιστές, και όλων των αιτούντων, που ονομάζονται πελάτες. Ως πελάτη ονομάζουμε αυτόν που κάνει ένα αίτημα σε κάποιο πρόγραμμα, ο διακομιστής είναι αυτός που δίνει την απάντηση. Πιο συγκεκριμένα ο διακομιστής οργανώνει, διαχειρίζεται τα δεδομένα, λαμβάνει ερωτήσεις από τους πελάτες και απαντά στα ερωτήματά τους. Από την άλλη το πρόγραμμα πελάτη θέτει ερωτήματα στον διακομιστή και μπορεί να αποκωδικοποιεί τις απαντήσεις του διακομιστή. Κάθε διακομιστής μπορεί να εξυπηρετεί πολλαπλούς πελάτες. Ο διακομιστής και ο πελάτης μπορούν να εκτελούνται σε διαφορετικές διεργασίες, οι οποίες μπορούν διαδοχικά να εκτελούνται σε διαφορετικούς υπολογιστές, οπότε απαιτείτε ένα δίκτυο υπολογιστών για διαδιεργασιακή επικοινωνία μεταξύ τους [52].



Εικόνα 3.4: Μοντέλο πελάτη – διακομιστή [90].

### 3.9 Διακομιστής Ιστού

---

Ένας **διακομιστής ιστού** είναι ένας υπολογιστής που αποθηκεύει, επεξεργάζεται και παραδίδει αρχεία ιστότοπου σε προγράμματα περιήγησης ιστού.

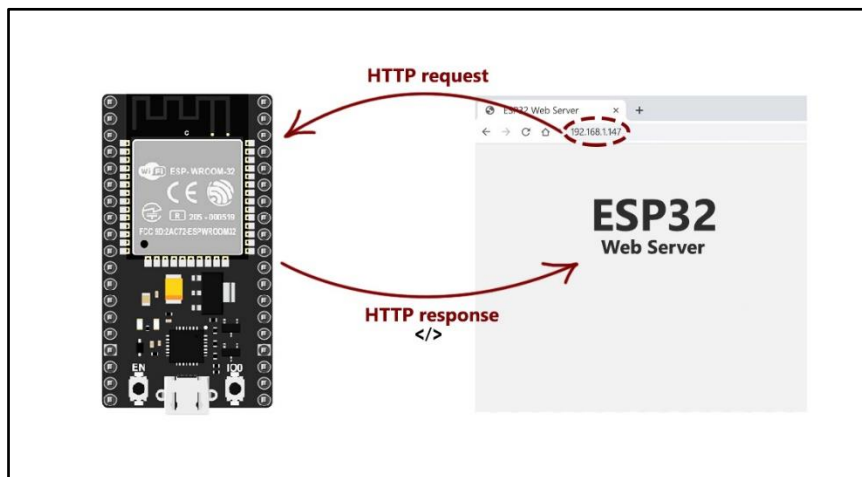
Οι διακομιστές ιστού αποτελούνται από υλικό και λογισμικό που χρησιμοποιούν το Πρωτόκολλο Μεταφοράς Υπερκειμένου (HTTP) για να ανταποκρίνονται στα αιτήματα των χρηστών του ιστού που υποβάλλονται μέσω του παγκόσμιου ιστού. Μέσω αυτής της διαδικασίας, οι διακομιστές ιστού φορτώνουν και παραδίδουν τη



σελίδα που ζητήθηκε στο πρόγραμμα περιήγησης του χρήστη όπως για παράδειγμα το Google Chrome και το Mozilla Firefox. Οι διακομιστές Ιστού χρησιμοποιούν επίσης το Simple Mail Transfer Protocol (SMTP) και το File Transfer Protocol (FTP) για την επεξεργασία αρχείων για email ή αποθήκευση.

Από την πλευρά του υλικού, ένας διακομιστής ιστού συνδέεται στο διαδίκτυο το οποίο του επιτρέπει να ανταλλάσσει δεδομένα ή αρχεία μεταξύ άλλων συσκευών που είναι επίσης συνδεδεμένες. Αυτά τα δεδομένα μπορούν να έχουν διάφορες μορφές, όπως αρχεία HTML, εικόνες, αρχεία JavaScript ή PDF files.

Από την άλλη πλευρά του λογισμικό του διακομιστή ιστού ελέγχει τον τρόπο με τον οποίο οι χρήστες ιστού έχουν πρόσβαση στα φιλοξενούμενα αρχεία. Αποτελείται από πολλά στοιχεία, τα οποία στεγάζουν τουλάχιστον έναν διακομιστή HTTP ο οποίος μπορεί να κατανοήσει αιτήματα και διευθύνσεις URL HTTP [53].

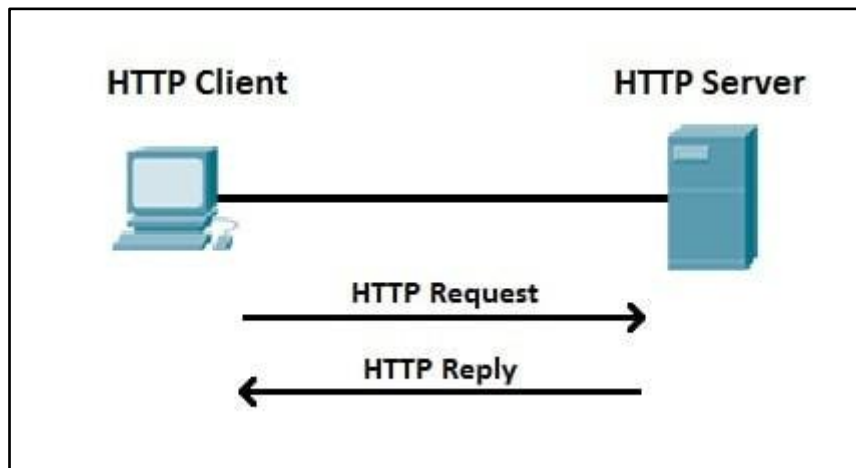


Εικόνα 3.5: Λειτουργία διακομιστή ιστού [91].

### 3.8 Πρωτόκολλο HTTP

Το πρωτόκολλο **HTTP (HyperText Transfer Protocol)** είναι ένα πρωτόκολλο επικοινωνίας και χρησιμοποιείται για την μεταφορά των δεδομένων (data) από τον διακομιστή ιστού (web server) στον περιηγητή ιστοσελίδων (web browser) και αντίστροφα. Αποτελεί το κύριο πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται στους περιηγητές ιστοσελίδων του παγκόσμιου ιστού και λειτουργεί ως συνάρτηση της αίτησης-απάντησης στο μοντέλο client-server υπολογιστών.. Η λειτουργία του πρωτοκόλλου βασίζεται σε ανταλλαγή μηνυμάτων μεταξύ μιας εφαρμογής πελάτη και μια εφαρμογής διακομιστή και καθορίζει την δομή και την σημασιολογία αυτών των μηνυμάτων. Τα

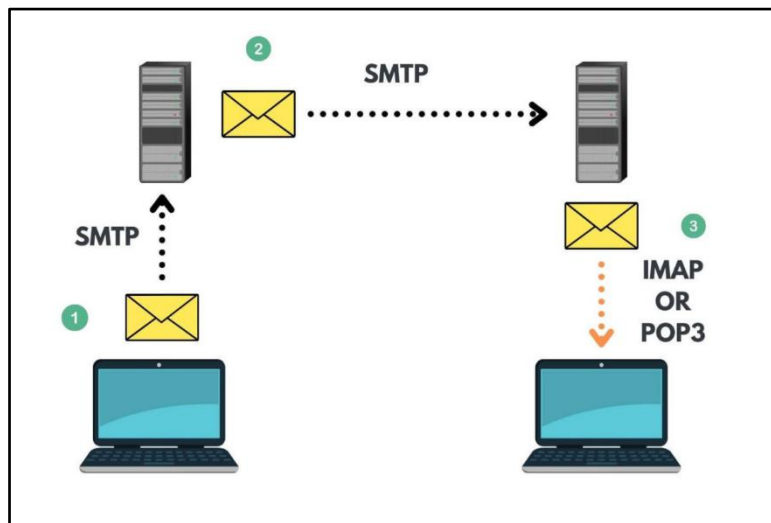
μηνύματα που στέλνονται από την εφαρμογή πελάτη λέγονται αιτήσεις HTTP (HTTP Requests) και τα μηνύματα που επιστρέφονται από τον διακομιστή λέγονται αποκρίσεις HTTP (HTTP Responses). Ένας διακομιστής που υποστηρίζει το πρωτόκολλο HTTP μπορεί να χρησιμοποιεί την προεπιλεγμένη θύρα 80 όπου θα περιμένει για μηνύματα από κάποια εφαρμογή πελάτη. Το πρωτόκολλο HTTP είναι εξορισμού ένα πρωτόκολλο χωρίς διατήρηση κατάστασης (stateless protocol). Αυτό σημαίνει ότι κάθε νέα αίτηση που στέλνεται προς τον εξυπηρετητή είναι τελείως ανεξάρτητη από τυχόν προηγούμενες αιτήσεις και ο χειρισμός της δεν απαιτεί να διατηρούνται πληροφορίες από προηγούμενη ανταλλαγή μηνυμάτων είτε στον εξυπηρετητή είτε στον πελάτη [54].



Εικόνα 3.6: Πρωτόκολλο HTTP [92].

### 3.10 Πρωτόκολλο SMTP

Το **SMTP (Simple Mail Transfer Protocol)** είναι ένα πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται για τη μετάδοση ηλεκτρονικού ταχυδρομείου των χρηστών μέσω των διακομιστών ταχυδρομείου (mail servers) των παροχέων. Πρόκειται για πρωτόκολλο παράδοσης αλληλογραφίας το οποίο είναι ενσωματωμένο με τα πρωτόκολλα του Διαδικτύου. Τα περισσότερα συστήματα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου για να στείλουν μηνύματα από έναν διακομιστή σε έναν άλλον μέσω διαδικτύου χρησιμοποιούν το πρωτόκολλο SMTP. Για να ανακτηθούν έπειτα αυτά τα μηνύματα τα προγράμματα πελατών χρησιμοποιούν τα πρωτόκολλα IMAP ή POP3. Μια σημαντική λειτουργία του διακομιστή SMTP είναι να συμβάλλει στην αποφυγή ανεπιθύμητων μηνυμάτων. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί χρησιμοποιώντας έναν μηχανισμό ελέγχου ταυτότητας που διασφαλίζει ότι μόνο εξουσιοδοτημένοι χρήστες μπορούν να στείλουν email. Μια καλή λύση που οι περισσότεροι σύγχρονοι διακομιστές αλληλογραφίας υποστηρίζουν είναι η επέκταση του πρωτοκόλλου ESMTP με SMTP-Auth [55].



Εικόνα 3.7: Πρωτόκολλο SMTP [93].

### 3.11 Το Πρωτόκολλο Διαδικτύου - IP

Το πρωτόκολλο **διαδικτύου (IP)** είναι το βασικό πρωτόκολλο επικοινωνίας για την μετάδοση των δεδομένων σε ένα δίκτυο. Το IP είναι ένα connection-less (χωρίς σύνδεση) πρωτόκολλο επικοινωνίας. Αυτό σημαίνει ότι δεν καταλαμβάνει τη γραμμή επικοινωνίας μεταξύ των δύο υπολογιστών που επικοινωνούν. Με αυτόν τον τρόπο το IP ελαττώνει την ανάγκη για γραμμές δικτύωσης. Έτσι, κάθε γραμμή μπορεί να χρησιμοποιηθεί για επικοινωνία μεταξύ πολλών διαφορετικών υπολογιστών ταυτόχρονα. Σκοπός του είναι η μετάδοση πακέτων μηνυμάτων από έναν κόμβο σε έναν άλλο μέσω του διαδικτύου. Για αυτόν τον λόγο ορίζει το σύστημα διευθυνσιοδότησης μεταξύ αποστολέα και παραλήπτη. Το IP είναι υπεύθυνο για τη δρομολόγηση (routing) του κάθε πακέτου μέχρι αυτό να φθάσει στον τελικό του προορισμό. Το IP δεν ενδιαφέρεται για το αν ένα πακέτο θα φτάσει στον προορισμό του ή αν τα πακέτα θα φτάσουν στη σωστή σειρά ή αν έχουν χαθεί στην πορεία. Οι έλεγχοι αυτοί γίνονται από πρωτόκολλα υψηλότερου επιπέδου, όπως το TCP.

Ο κάθε υπολογιστής θα πρέπει να διαθέτει μια μοναδική IP διεύθυνση πριν μπορέσει να συνδεθεί στο Internet και το κάθε IP πακέτο (packet) θα πρέπει να διαθέτει μια διεύθυνση (address) πριν μπορέσει να αποσταλεί σε έναν άλλον υπολογιστή [56].

Μέχρι στιγμής το πρωτόκολλο του διαδικτύου (IP) βρίσκεται στην τρίτη έκδοσή του. Πιο αναλυτικά οι εκδόσεις που κυκλοφορούν είναι οι εξής [56]:

- Έκδοση IPv4: χρησιμοποιεί διευθύνσεις των 32-bit, αλλά μπορούν να χρησιμοποιηθούν μέχρι 4,294,967,296 ( $2^{32}$ ) πιθανές μοναδικές διευθύνσεις. Επειδή όμως πολλές από αυτές τις διευθύνσεις χρησιμοποιούνται σε ιδιωτικά

δίκτυα ή για ειδικούς λογούς και σε συνδυασμό με την ολοένα και αυξανόμενη ανάγκη για διευθύνσεις οι διαθέσιμες διευθύνσεις λιγοστεύουν.

- Έκδοση IPv5: δεν χρησιμοποιήθηκε ποτέ εμπορικά.
- Έκδοση IPv6: χρησιμοποιεί διευθύνσεις των 128-bit, άρα μπορούν να χρησιμοποιηθούν μέχρι  $2^{128}$  μοναδικές διευθύνσεις.

Η ιδιωτική διεύθυνση που χρησιμοποιήσαμε για τον του web server μας είναι της έκδοσης IPv4 και είναι της μορφής: 192.168.1.81. Οι υπολογιστές όμως επικοινωνούν μεταξύ τους με δυαδική μορφή- καταλαβαίνουν μόνο το δυαδικό σύστημα. Η ίδια διεύθυνση σε δυαδική μορφή θα είναι της μορφής: 11000000 10101000 00000001 01010001.

IPv4	IPv6
Deployed 1981	Deployed 1998
32-bit IP address	128-bit IP address
4.3 billion addresses Addresses must be reused and masked	$7.9 \times 10^{28}$ addresses Every device can have a unique address
Numeric dot-decimal notation <b>192.168.5.18</b>	Alphanumeric hexadecimal notation <b>50b2:6400:0000:0000:6c3a:b17d:0000:10a9</b> (Simplified - 50b2:6400::6c3a:b17d:0:10a9)
DHCP or manual configuration	Supports autoconfiguration

Εικόνα 3.8: Οι διαφορές ανάμεσα στις δυο εκδόσεις IP [94].

### 3.12 Πρωτόκολλο TCP

Το πρωτόκολλο **ελέγχου μετάδοσης (TCP)** είναι ένα σημαντικό πρωτόκολλο δικτύου που χρησιμοποιείται στη μετάδοση δεδομένων μέσω δικτύων. Ένα πρωτόκολλο, στο πλαίσιο των δικτύων, είναι ένα σύνολο κανόνων και διαδικασιών που διέπουν τον τρόπο με τον οποίο γίνεται η διαβίβαση των δεδομένων, ώστε όλοι σε ολόκληρο τον κόσμο ανεξάρτητα από την τοποθεσία, το λογισμικό ή το υλικό που χρησιμοποιείται, να το κάνουν με τον ίδιο τρόπο. Το TCP συνεργάζεται με το IP (Internet Protocol) σε ένα γνωστό δίδυμο που ονομάζεται TCP / IP. Η λειτουργία του TCP είναι να ελέγχει τη μεταφορά δεδομένων έτσι ώστε να είναι αξιόπιστη. Σε δίκτυα όπως το Internet, τα δεδομένα μεταδίδονται σε πακέτα, τα οποία είναι μονάδες δεδομένων που

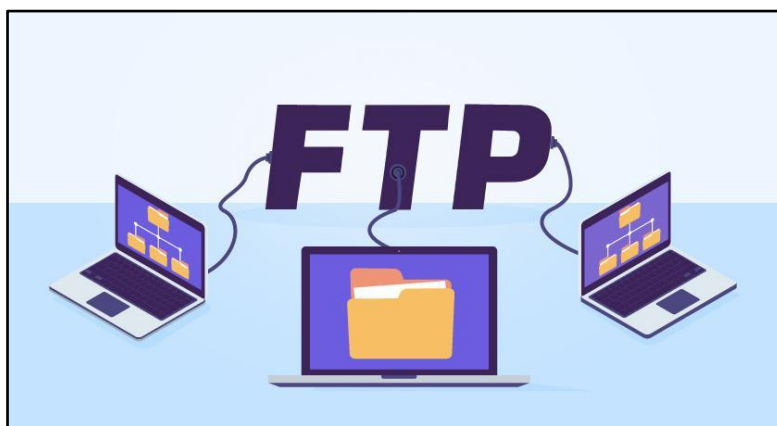
αποστέλλονται ανεξάρτητα στο δίκτυο και επανασυναρμολογούνται μόλις φτάσουν στον προορισμό για να δώσουν τα αρχικά δεδομένα [57]. Γενικότερα, το TCP είναι υπεύθυνο για τη διασφάλιση της αξιοπιστίας κατά τη μετάδοση. Μια αξιόπιστη μετάδοση δεδομένων είναι αυτή στην οποία πληρούνται οι ακόλουθες απαιτήσεις [57]:

- Όλα τα πακέτα φτάνουν στον προορισμό τους, δηλαδή δεν χάνονται πακέτα κατά την διάρκεια της μεταφοράς.
- Δεν υπάρχει καθυστέρηση στην μεταφορά που να επηρεάζει την ποιότητα των δεδομένων.
- Όλα τα πακέτα δεδομένων επανασυναρμολογούνται με τη σειρά.

### 3.13 Πρωτόκολλο FTP

---

Το **FTP (File Transfer Protocol)** είναι ένα πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται για την απομακρυσμένη μεταφορά αρχείων από έναν υπολογιστή του διαδικτύου σε κάποιον άλλον. Το πρωτόκολλο βασίζεται στο πρωτόκολλο ελέγχου μετάδοσης και στο πρωτόκολλο διαδικτύου (TCP / IP). Εργασίες που μπορούμε να εκτελέσουμε μέσω FTP, εκτός από τη μεταφορά αρχείων από και προς τον διακομιστή, είναι η διαγραφή αρχείων του διακομιστή και η αλλαγή δικαιωμάτων. Το FTP μας επιτρέπει να μεταφέρουμε οποιοδήποτε είδος αρχείου χωρίς περιορισμούς επέκτασης αρχείου. Η μεταφορά των αρχείων γίνεται δυαδικά (binary) ή σε κώδικα ASCII και η συγκεκριμένη υπηρεσία είναι διαθέσιμη, όσο έχετε σύνδεση στο διαδίκτυο [58].



Εικόνα 3.9: Πρωτόκολλο FTP [95].

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Η κατασκευή

---

### 4.1 Περιγραφή λειτουργίας της κατασκευής

---

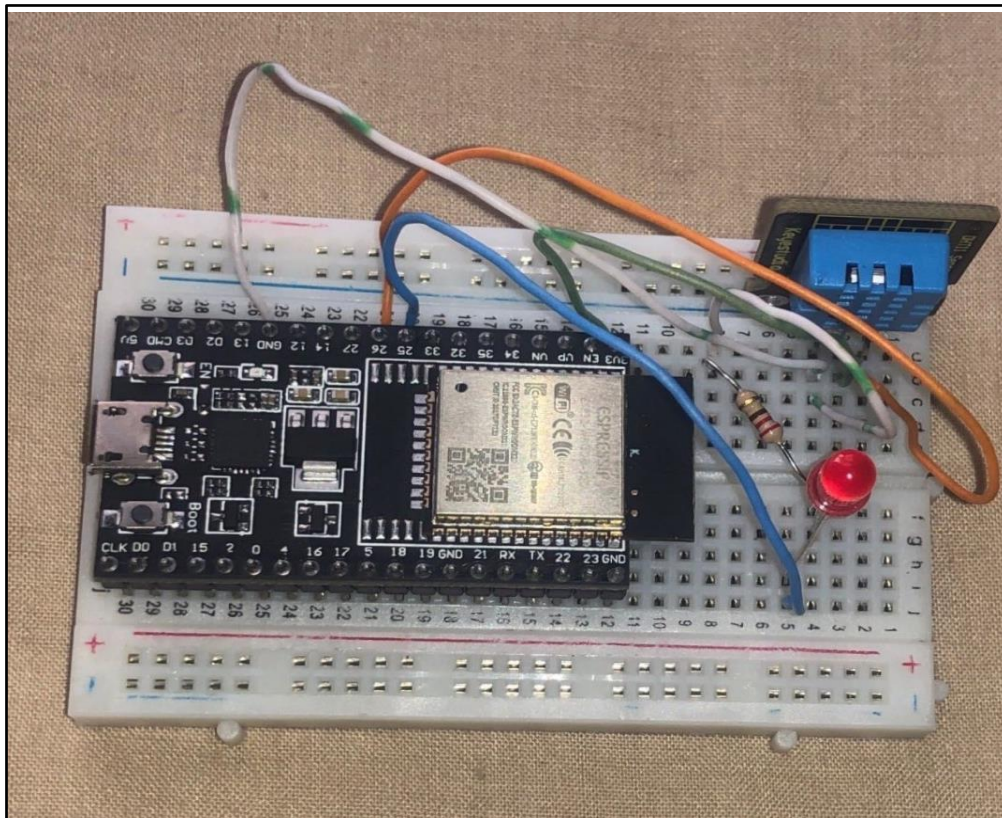
Η κατασκευή αποτελείται από έναν αισθητήρα dht11, ένα module esp32wroom-32d, μια αντίσταση 220 Ohm και μια δίοδο εκπομπής φωτός κόκκινου χρώματος τα οποία είναι τοποθετημένα πάνω σε ένα breadboard και συνδεδεμένα με καλώδια μεταξύ τους. Μόλις η πλακέτα esp32wroom-32d τροφοδοτηθεί από ρεύμα τάσης 5 Volt μέσω του usb καλωδίου που περιέχει, τροφοδοτεί τον αισθητήρα με 3,3 VDC με αποτέλεσμα αυτός να αρχίσει να λειτουργεί και να καταγράφει τις πραγματικές τιμές υγρασίας και θερμοκρασίας του χώρου στον οποίο βρίσκεται η κατασκευή και πιο συγκεκριμένα σε ένα δωμάτιο διακομιστή. Επίσης, ο μικροελεγκτής είναι προγραμματισμένος να συνδέεται στο διαδίκτυο μέσω του Wi-Fi και να αποτυπώνει τα δεδομένα που καταγράφει ο αισθητήρας σε μια απλή ιστοσελίδα σε μορφή html στην οποία αναγράφονται οι πραγματικές τιμές της θερμοκρασίας και της υγρασίας του δωματίου. Ο χρήστης συνδέεται στην ιστοσελίδα που δημιουργεί ο μικροελεγκτής πληκτρολογώντας σε οποιονδήποτε περιηγητή τη διεύθυνση IP που αποδίδεται στην πλακέτα από το δρομολογητή και έτσι έχει την δυνατότητα απομακρυσμένης ενημέρωσης και παρακολούθησης της θερμοκρασίας και της υγρασίας του χώρου σε πραγματικό χρόνο. Ο έλεγχος μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσω κινητού, tablet και ηλεκτρονικού υπολογιστή. Επιπλέον ο μικροελεγκτής είναι προγραμματισμένος μέσω του κώδικα να προωθεί προειδοποιητικό μήνυμα με email στην περίπτωση που οι τιμές της θερμοκρασίας ή της υγρασίας ή ταυτόχρονα και οι 2 έχουν μεταβληθεί σε βαθμό που υπερβαίνει το όριο που έχει προκαθοριστεί. Σκοπός της διαδικασίας αυτής είναι η αποφυγή προβλημάτων υπερθέρμανσης και υγροποίησης των εκάστοτε συσκευών στο δωμάτιο διακομιστή. Τέλος η δίοδος εκπομπής φωτός τίθεται σε λειτουργία (0.015 A) και μας ενημερώνει όταν υπάρχει κάποιο πρόβλημα στον αισθητήρα.

### 4.2 Σκοπός της κατασκευής

---

Η δημιουργία της κατασκευής έγινε με σκοπό να τοποθετηθεί και να συνδεθεί στο δωμάτιο διακομιστή μιας δημοσίας-κρατικής υπηρεσίας με στόχο την καταγραφή της θερμοκρασίας και της υγρασίας του χώρου με δυνατότητα απομακρυσμένης παρακολούθησης και την αποστολή προειδοποιητικού μηνύματος στον χρήστη μέσω email για την αποφυγή τυχόν προβλημάτων. Το σύστημα καταγραφής και απομακρυσμένης παρακολούθησης μπορεί να συνδεθεί και να τροφοδοτηθεί με δυο τρόπους. Ο πρώτος τρόπος είναι η σύνδεση ενός τροφοδοτικού 5 VDC σε οποιονδήποτε ρευματοδότη του χώρου και γενικότερα στο δωμάτιο του διακομιστή το

οποίο μέσω του μετασχηματιστή που περιέχει θα τροφοδοτεί με τάση το σύστημα παρακολούθησης υγρασίας και θερμοκρασίας για να λειτουργήσει. Ο δεύτερος τρόπος είναι η σύνδεση του συστήματος παρακολούθησης υγρασίας και θερμοκρασίας με καλώδιο usb connector σε κάποιον υποδοχέα του rack, το οποίο θα τροφοδοτήσει το σύστημα με 5 VDC που χρειάζεται για να λειτουργήσει.



Εικόνα 4.1: Σύστημα καταγραφής και παρακολούθησης υγρασίας και θερμοκρασίας.

### 4.3 Υλικά κατασκευής

---

Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή και σύνδεση του project είναι τα εξής :

- ESP32-WROOM-32D Module
- DHT11 αισθητήρας
- Πλακέτα δοκίμων (Breadboard)
- 1x 5mm δίοδος εκπομπής φωτός
- 1x 220 Ohm αντίσταση
- Καλώδια

## 4.4 Κόστος υλικών κατασκευής

---

Η αγορά των υλικών της κατασκευής έγινε μέσω διαδικτύου και πιο συγκεκριμένα μέσω της ιστοσελίδας skroutz.gr. Το συνολικό κόστος της κατασκευής ανέρχεται στα 17,3 €. Αναλυτικότερα:

- Ο μικροελεγκτής ESP32-WROOM-32D κόστισε 12,40 €
- Ο αισθητήρας DHT11 κόστισε 2 €
- Η πλακέτα δοκίμων κόστισε 2,70 €
- Η αντίσταση 220 ohm κόστισε 0,10 €
- Η δίοδος εκπομπής φωτός κόστισε 0,10 €

## 4.5 Ανάλυση υλικών κατασκευής

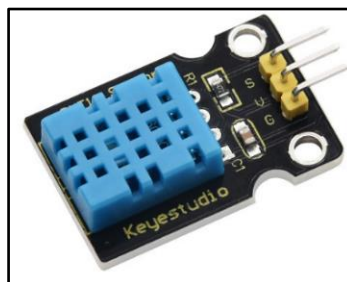
---

### Αισθητήρας DHT11

Για την μέτρηση της θερμοκρασίας και της υγρασίας στον χώρο επιλέχθηκε ο αισθητήρας dht11, ένας βασικός και εξαιρετικά χαμηλού κόστους ψηφιακός αισθητήρας που στο εσωτερικό περιλαμβάνει έναν αισθητήρα υγρασίας και ένα Negative Temperature Coefficient (NTC) θερμίστορ. Για την μέτρηση της υγρασίας χρησιμοποιείται ένας πυκνωτής, ενώ η μέτρηση της θερμοκρασίας γίνεται μέσω του θερμίστορ “διαβάζοντας” τον αέρα που τον περιβάλλει [59].

### **Τεχνικές προδιαγραφές αισθητήρα [44]:**

- Τάση λειτουργίας: 3 έως 5 V DC
- Ρεύμα λειτουργίας: 0,5- 2,5 mA
- Εύρος Υγρασίας: 20-80% με ακρίβεια 5%
- Εύρος θερμοκρασίας: 0-50°C με ακρίβεια  $\pm 2^{\circ}\text{C}$
- Ρυθμός δειγματοληψίας: 1 Hz
- Χρόνος απόκρισης: <5s



Εικόνα 4.2: Αισθητήρας DHT 11 [96].



Πίνακας 1: Σύνδεση αισθητήρα dht11 [101].

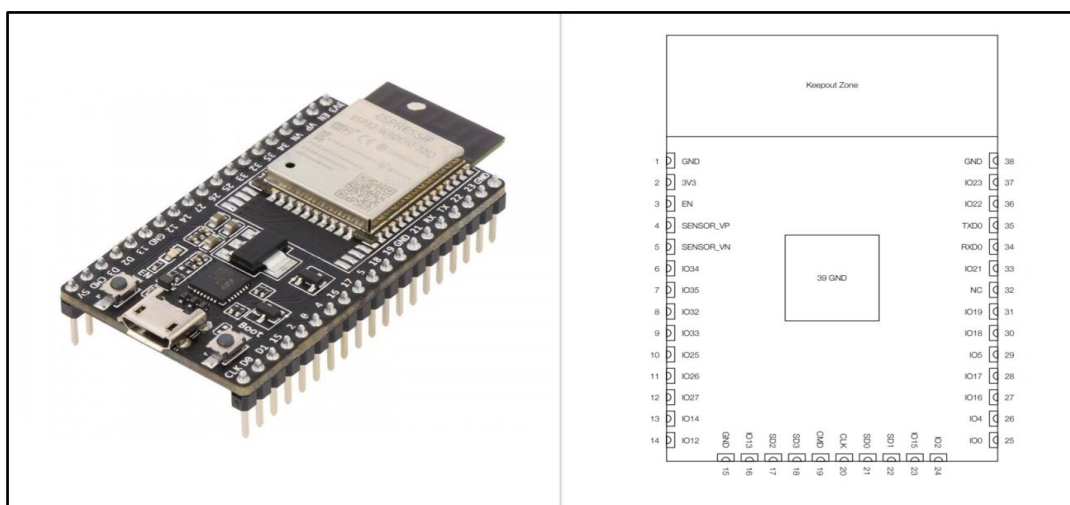
DHT pin	Connect to
VCC (V)	3.3 V
DATA (S)	Any digital GPIO
GND (G)	Ground

### **ESP32-WROOM-32D**

Ως επεξεργαστική μονάδα επιλέχτηκε η αναπτυξιακή πλακέτα ESP32-WROOM-32D της εταιρίας Espressif Systems. Πρόκειται για έναν μικροελεγκτή μικρού μεγέθους, χαμηλού κόστους και κατανάλωσης System on Chip (SoC). Το μεγάλο προτέρημα αυτής της πλακέτας είναι η ευκολία σύνταξης, ελέγχου και αποθήκευσης του κώδικα στο στάδιο του προγραμματισμού. Είναι συμβατή με την πλατφόρμα Arduino και πολυχρησιμοποιημένη από την κοινότητα καθιστώντας την ως εξαιρετική επιλογή για εφαρμογές IoT ικανοποιώντας τις ανάγκες του κάθε χρήστη [60].

### **Τεχνικά χαρακτηριστικά**

Ο μικροελεγκτής ESP-WROOM-32 περιλαμβάνει τον διπύρηνο 32-bit μικροεπεξεργαστή LX6 χαμηλής κατανάλωσης της εταιρίας Tensilica Xtensa, ο οποίος χιονίζεται από τα 80 στα 240MHz και αποδίδει έως και 600 DMIPS (Dhrystone Million Instructions Per Second). Επίσης η εσωτερική του μνήμη περιλαμβάνει 448 KB ROM για εκκίνηση και βασικές λειτουργίες, 520 KB SRAM για δεδομένα και οδηγίες και η εξωτερική του μνήμη 4 MB μνήμης Flash για αποθήκευση προγραμμάτων και δεδομένων. Τέλος το chip έχει ενσωματωμένο Bluetooth 4.0 αλλά και την δυνατότητα Wi-Fi [61].



Εικόνα 4.3: ESP32-WROOM-32D [97].

Καταγραφή και περιγραφή Pins: Το ESP32-WROOM-32D έχει συνολικά 38 ακίδες GPIO. Πιο αναλυτικά περιέχει [60]:

- 18 κανάλια μετατροπέα αναλογικού σε ψηφιακό ADC 12-bit.
- 2 μετατροπείς ψηφιακού σε αναλογικό DAC 8-bit.
- 16 κανάλια εξόδου PWM για την διαμόρφωση πλάτους παλμού.
- 3 διεπαφές επικοινωνίας SPI: σειριακή περιφερειακή διεπαφή που χρησιμοποιείτε για επικοινωνία μικρής απόστασης κυρίως σε ενσωματωμένα συστήματα.
- 3 κανάλια επικοινωνίας UART: καθολικός ασύγχρονος δέκτης/πομπός που χρησιμοποιείτε για την ασύγχρονη σειριακή επικοινωνία στην οποία η ταχύτητα μετάδοσης και οι μορφές δεδομένων μπορούν να διαμορφωθούν.
- 2 διεπαφές επικοινωνίας I2C για την σύνδεση περιφερειακών στοιχείων.
- 2 διεπαφές I2S για την σύνδεση ψηφιακών συσκευών ήχου.
- 9 επιφάνειες αφής GPIO χωρητικής ανίχνευσης.
- 1 διεπαφή επικοινωνίας CAN για τον έλεγχο και την σύνδεση μετατροπέων καθώς και για την ενσωμάτωση απόκεντρων μονάδων εισόδου/εξόδου.

Πίνακας 2: Περιγραφή pins πλακέτας [102].

Name	No.	Type	Function
GNG	1	P	Ground
3V3	2	P	Power supply
EN	3	I	Module-enable signal. Active high
SENSOR_VP	4	I	GPIO36, ADC1_CH0, RTC_GPIO0
SENSOR_VN	5	I	GPIO39, ADC1_CH3, RTC_GPIO3
IO34	6	I	GPIO34, ADC1_CH6, RTC_GPIO4
IO35	7	I	GPIO35, ADC1_CH7, RTC_GPIO5

IO32	8	I/O	GPIO32, XTAL_32K_P (32.768 kHz crystal oscillator input), ADC1_CH4, TOUCH9, RTC_GPIO9
IO33	9	I/O	GPIO33, XTAL_32K_N (32.768 kHz crystal oscillator output), ADC1_CH5, TOUCH8, RTC_GPIO8
IO25	10	I/O	GPIO25, DAC_1, ADC2_CH8, RTC_GPIO6, EMAC_RXD0
IO26	11	I/O	GPIO26, DAC_2, ADC2_CH9, RTC_GPIO7, EMAC_RXD1
IO27	12	I/O	GPIO27, ADC2_CH7, TOUCH7, RTC_GPIO17, EMAC_RX_DV
IO14	13	I/O	GPIO14, ADC2_CH6, TOUCH6, RTC_GPIO16, MTMS, HSPICLK, HS2_CLK, SD_CLK, EMAC_TXD2
IO12	14	I/O	GPIO12, ADC2_CH5, TOUCH5, RTC_GPIO15, MTDI, HSPIQ, HS2_DATA2, SD_DATA2, EMAC_TXD3
GND	15	P	Ground
IO13	16	I/O	GPIO13, ADC2_CH4, TOUCH4, RTC_GPIO14, MTCK, HSPID, HS2_DATA3, SD_DATA3, EMAC_RX_ER
SD2	17	I/O	GPIO9, SD_DATA2, SPIHD, HS1_DATA2, U1RXD
SD3	18	I/O	GPIO10, SD_DATA3, SPIWP, HS1_DATA3, U1TXD
CMD	19	I/O	GPIO11, SD_CMD, SPICS0, HS1_CMD, U1RTS
CLK	20	I/O	GPIO6, SD_CLK, SPICLK, HS1_CLK, U1CTS
SD0	21	I/O	GPIO7, SD_DATA0, SPIQ, HS1_DATA0, U2RTS
SD1	22	I/O	GPIO8, SD_DATA1, SPID, HS1_DATA1, U2CTS
IO15	23	I/O	GPIO15, ADC2_CH3, TOUCH3, MTDO, HSPICS0, RTC_GPIO13, HS2_CMD, SD_CMD, EMAC_RXD3

IO2	24	I/O	GPIO2, ADC2_CH2, TOUCH2, RTC_GPIO12, HSPIWP, HS2_DATA0, SD_DATA0
IO0	25	I/O	GPIO0, ADC2_CH1, TOUCH1, RTC_GPIO11, CLK_OUT1, EMAC_TX_CLK
IO4	26	I/O	GPIO4, ADC2_CH0, TOUCH0, RTC_GPIO10, HSPIHD, HS2_DATA1, SD_DATA1, EMAC_TX_ER
IO16	27	I/O	GPIO16, HS1_DATA4, U2RXD, EMAC_CLK_OUT
IO17	28	I/O	GPIO17, HS1_DATA5, U2TXD, EMAC_CLK_OUT_180
IO5	29	I/O	GPIO5, VSPICS0, HS1_DATA6, EMAC_RX_CLK
IO18	30	I/O	GPIO18, VSPICLK, HS1_DATA7
IO19	31	I/O	GPIO19, VSPIQ, U0CTS, EMAC_TXD0
NC	32	-	-
IO21	33	I/O	GPIO21, VSPIHD, EMAC_TX_EN
RXD0	34	I/O	GPIO3, U0RXD, CLK_OUT2
TXD0	35	I/O	GPIO1, U0TXD, CLK_OUT3, EMAC_RXD2
IO22	36	I/O	GPIO22, VSPIWP, U0RTS, EMAC_TXD1
IO23	37	I/O	GPIO23, VSPID, HS1_STROBE
GND	38	P	Ground

Οι ακόλουθες ακίδες με ονομασία CMD, SD3, SD2, CLK, SD0, SD1 επειδή είναι συνδεδεμένες στην μνήμη flash δεν πρέπει να χρησιμοποιηθούν [63]. Τέλος όπως βλέπουμε και από τον παραπάνω πίνακα ένα μεγάλο πλεονέκτημα των ακίδων του μικροελεγκτή είναι η δυνατότητα πολυπλεξίας που προσφέρει. Αυτό σημαίνει ότι επιτρέπει στον προγραμματιστή να διαμορφώσει οποιαδήποτε ακίδα GPIO για PWM ή άλλη σειριακή επικοινωνία μέσω προγράμματος [61].

### **Απαίτηση Ισχύος:**

Όσον αφορά την τροφοδοσία της συσκευής απαιτείτε ένας μετασχηματιστής τάσης 5V τύπου micro USB ή εξωτερική τροφοδοσία 5V από την ακίδα Vin. Αφού τροφοδοτηθεί, παράγει στον ακροδέκτη (3V3) σταθερή τάση τιμής 3.3V καθώς διαθέτει ρυθμιστή τάσης LDO (low-dropout regulator) και ρεύματος έως 600mA τα οποία είναι υπεραρκετά για την τροφοδοσία εξωτερικών περιφερειακών συσκευών εφόσον το ESP32 τραβάει έως και 250mA κατά την διάρκεια εκπομπών RF. Να σημειωθεί πως όταν το τσιπ βρίσκεται σε κατάσταση καταστολής (sleep mode) το ρεύμα που καταναλώνει μπορεί να μειωθεί έως και τα 2.5μΑ [61].

### **Περιφερειακά και I/O της πλακέτας**

Η πλακέτα ανάπτυξης ESP32-WROOM-32D διαθέτει δύο κουμπιά ένα κόκκινο led και ένα μπλε led. Το κόκκινο led υποδεικνύει την τροφοδοσία της πλακέτας και έχει τάση 3,3 V από τον ρυθμιστή τάσης. Το μπλε led είναι προγραμματιζόμενο από το χρήστη και συνδέεται με τον ακροδέκτη D2 της πλακέτας . Επίσης διαθέτει και δυο κουμπιά. Ένα που επισημαίνεται ως EN και είναι το κουμπί Reset που χρησιμοποιείται για την επαναφορά του μικροελεγκτή και ένα ακόμη που επισημαίνεται ως Boot και είναι το κουμπί λήψης που χρησιμοποιείται κατά τη λήψη νέων προγραμμάτων [63].

**Σειριακή επικοινωνία:** όσο αναφορά την σειριακή επικοινωνία, η πλακέτα περιλαμβάνει CP2102 USB to UART Bridge Controller από τη Silicon Labs , που μετατρέπει το σήμα USB σε σειριακό και επιτρέπει στον υπολογιστή σας να προγραμματίζει και να επικοινωνεί με τον μικροελεγκτή ESP32-WROOM-32D [61].

### **Αντίσταση**

Η αντίσταση που χρησιμοποιήθηκε είναι της τάξεως των 220 ohm. Πιο συγκεκριμένα είναι μια διάταξη που αντιστέκεται στην ροή του ηλεκτρικού ρεύματος. Όσο υψηλότερη είναι η τιμή της αντίστασης τόσο λιγότερο ρεύμα θα ρέει από μέσα της.

Στην αγορά θα την συναντήσουμε με τα χαρακτηριστικά χρώματα κόκκινο, κόκκινο, καφέ τα οποία είναι αποτυπωμένα πάνω σε αυτήν [64].



*Εικόνα 4.4: Αντίσταση 220 ohm [98].*

### Δίοδος εκπομπής φωτός

Το λαμπάκι που χρησιμοποιήθηκε είναι τύπου led (light-emitting diode). Αποκαλείται ως ημιαγωγός ο οποίος εκπέμπει φωτεινή ακτινοβολία στενού φάσματος όταν του παρέχεται μία ηλεκτρική τάση (ρεύμα) κατά τη φορά ορθής πόλωσης. Αποτελείται από δύο άκρα, το κοντό άκρο συνδέεται στη γείωση και το μακρύ άκρο στην τάση. Βασικό χαρακτηριστικό του που το καθιστά κατάλληλο σε κυκλώματα με μικροελεγκτές και επεξεργαστές είναι ότι μπορεί να φωτίσει με πολύ μικρή τάση ρεύματος (1.8V έως 2,5V) τάσεις που χρησιμοποιούνται από μικροελεγκτές σαν κύρια τροφοδοσία ρεύματος [63].



Εικόνα 4.5: Δίοδος εκπομπής φωτός [99].

### Πλακέτα δοκίμων

Είναι μια πλαστική πλακέτα ιδανική για την ανάπτυξη ηλεκτρονικών κατασκευών. Διαθέτει μικρές τρύπες στις οποίες μπορούμε να τοποθετήσουμε τα εξαρτήματα του project μας για να τα συνδέσουμε μεταξύ τους. Χαρακτηριστικό πλεονέκτημα αυτής της συσκευής είναι ότι δεν χρειάζεται να κολλήσουμε κάτι μεταξύ τους διότι διατίθενται στην αγορά έτοιμα για χρήση, διαθέσιμα σε πολλά μεγέθη μικρά και μεγάλα [65].



Εικόνα 4.6: Πλακέτα δοκίμων [100].

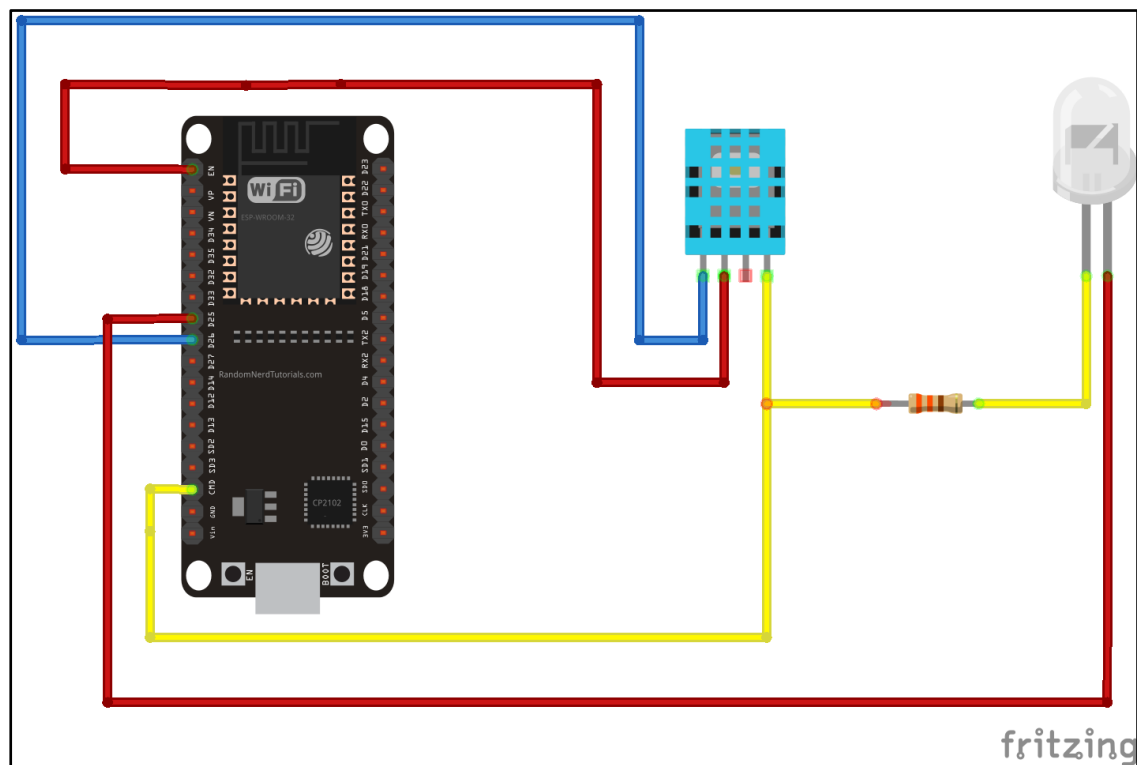
## 4.6 Συνδεσμολογία κατασκευής

Στην παρακάτω εικόνα βλέπουμε την συνδεσμολογία της κατασκευής και πως συνδέονται όλα τα υλικά μεταξύ τους δημιουργώντας ένα κύκλωμα.

Το “ποδαράκι” 26 του ESP32WROOM-32D πάει απευθείας στο S του αισθητήρα.

Το “ποδαράκι” 3V3 του ESP32WROOM-32D πάει απευθείας στο V (+) του αισθητήρα.

Το “ποδαράκι” GND του ESP32WROOM-32D πάει απευθείας στο GND (-) του αισθητήρα. Έπειτα μια αντίσταση 220 Ohm συνδέεται παράλληλα παίρνοντας γείωση από το GND του αισθητήρα και καταλήγει σε μια δίοδο εκπομπής φωτός η οποία συνδέεται με το ‘ποδαράκι’ 25 του ESP32WROOM-32D.



Εικόνα 4.7: Συνδεσμολογία κατασκευής.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Η ανάλυση του κώδικα

---

### 5.1 Ο προγραμματισμός του ESP-WROOM-32D

---

Ο προγραμματισμός του μικροελεγκτή ESP32-WROOM-32D έγινε στην εφαρμογή του Arduino IDE που προσφέρεται μέσω του διαδικτύου δωρεάν στον χρήστη (<https://www.arduino.cc/en/software>) και είναι γραμμένος σε γλώσσα C που θεωρείτε βασική γλώσσα προγραμματισμού καθιστώντας την ευρέως διαδεδομένη και γνωστή στο κοινό. Το Arduino IDE αποτελεί το περιβάλλον ανάπτυξης του κώδικα για τον μικροελεγκτή της κάθε πλακέτας. Είναι βασισμένο στη Java και περιέχει: φιλικό περιβάλλον προγραμματισμού, έτοιμες βιβλιοθήκες για προέκταση της γλώσσας, compiler για την μεταγλώττιση των προγραμμάτων, δυνατότητα παρακολούθησης την σειριακής θύρας COM και έτοιμα παραδείγματα συγγραφής κώδικα.

### 5.2 Παρουσίαση κώδικα

---

```
#include <ESP32_MailClient.h>

#include <dhtnew.h>

#include "WiFi.h"

#include <WebServer.h>

#define DHTTYPE DHT11

#define LED_BUILTIN 25

const char* ssid = "COSMOTE-4530D4";

const char* password = "nAj6KvapqhGXbeXT";

#define emailSenderAccount "esp32project@outlook.com.gr"

#define emailSenderPassword "volos1999@"

#define emailRecipient "esp32project@outlook.com.gr"

#define smtpServer "smtp.office365.com"

#define smtpServerPort 587
```



```
#define emailSubject      "Room Server Alert"

DHTNEW mySensor(26);

WiFiServer server(80);

SMTPData smtpData;

float t;

float h;

int mailSendit=0;

int mailtoSendit=0;

void sendCallback(SendStatus info);

void setup()
{
pinMode(25, OUTPUT);
pinMode(26, INPUT);
Serial.begin(115200);
WiFi.begin(ssid, password);
while (WiFi.status() != WL_CONNECTED)
{
delay(500);
Serial.println("Connecting to WiFi.");
}
Serial.print("Successfully connected to ");
Serial.println(ssid);
Serial.print("IP address of ESP32 is ");
Serial.print(WiFi.localIP());
server.begin();
Serial.println(" Web Server Started !");
}

void tempmail() {
```

```

smtpData.setLogin (smtpServer, smtpServerPort, emailSenderAccount,
emailSenderPassword);

smtpData.setSender("ESP32", emailSenderAccount);

smtpData.setPriority("High");

smtpData.setSubject(emailSubject);

smtpData.setMessage("Attention : Temperature: " + String (t) , true);

smtpData.addRecipient(emailRecipient);

smtpData.setSendCallback(sendCallback);

if (!MailClient.sendMail(smtpData))

Serial.println("Error sending Email, " + MailClient.smtpErrorReason ());

smtpData.empty();

}

void humimail() {

smtpData.setLogin(smtpServer, smtpServerPort, emailSenderAccount,
emailSenderPassword);

smtpData.setSender("ESP32", emailSenderAccount);

smtpData.setPriority("High");

smtpData.setSubject(emailSubject);

smtpData.setMessage("Attention : Humidity: " + String (h) , true);

smtpData.addRecipient(emailRecipient);

smtpData.setSendCallback(sendCallback);0

if (!MailClient.sendMail(smtpData))

Serial.println("Error sending Email, " + MailClient.smtpErrorReason());

smtpData.empty();

}

void loop()

{

int chk = mySensor.read();

if (chk== DHTLIB_OK)

{

```

```
digitalWrite(25, LOW);
t = mySensor.getTemperature ();
h = mySensor.getHumidity ();
}
else
{
Serial.println("Failed to read from Sensor");
digitalWrite(25, HIGH);
}
WiFiClient client = server.available();
if (client)
{
Serial.println("Web Client connected ");
String request = client.readStringUntil('\r');
client.println("HTTP/1.1 200 OK");
client.println("Content-Type: text/html");
client.println("Connection: close");
client.println("Refresh: 600"); // update the page after 10 sec
client.println();
client.println("<!DOCTYPE HTML>");
client.println("<html>");
client.println("<style>html { font-family: Times New Roman; display: block;
margin: 0px auto; text-align: center;color: #333333; background-color:
#faf0e6;}");
client.println("body{margin-top: 50px;}");
client.println("h1 {margin: 50px auto 30px; font-size: 80px; text-align:
center;}");
client.println("h2 {margin: 50px auto 30px; font-size: 55px; text-align:
center;}");
client.println("h3 {margin: 50px auto 30px; font-size: 40px; text-align:
center;}");
```

```
client.println(".side_adjust{display: inline-block;vertical-align: middle;position:
relative;}");

client.println(".text1{font-weight: 180; padding-left: 15px; font-size: 50px; width:
170px; text-align: left; color: #3498db;}");

client.println(".data1{font-weight: 180; padding-left: 70px; font-size: 50px;color:
#3498db;}");

client.println(".text2{font-weight: 180;padding-left: 15px; font-size: 50px; width:
170px; text-align: left; color: #ff3333;}");

client.println(".data2{font-weight: 180; padding-left: 120px; font-size:
50px;color: #ff3333;}");

client.println(".data{padding: 10px;}");

client.println("</style>");

client.println("</head>");

client.println("<body>");

client.println("<div id=\"webpage\">");

client.println("<h1>University of Western Macedonia</h1>");

client.println("<h2>Remote control of server hosting environment and logging
and updating system connection</h2>");

client.println("<img src=\"https://img.freepik.com/premium-vector/cold-warm-
thermometer-temperature-weather-thermometers-with-celsius-fahrenheit-scale-
thermostat-meteorology-icon_176516-112.jpg?w=2000\">");

client.println("<div class=\"data\">");

client.println("<div class=\"side_adjust text1\">Humidity:</div>");

client.println("<div class=\"side_adjust data1\">");

client.println(h);

client.println("<div class=\"side_adjust text1\">%</div>");

client.println("</div>");

client.println("<div class=\"data\">");

client.println("<div class=\"side_adjust text2\">Temperature:</div>");

client.println("<div class=\"side_adjust data2\">");

client.println(t);

client.println("<div class=\"side_adjust text2\">*C</div>");
```

```
client.println("</div>");
client.println("<h3> Margaritis Nikolaos HN07923 </h3>");
client.println("</body>");
client.println("</html>");
delay(4000);
}
if ((t>18)||&lt;27)) {
if (mailSendit==0) {
tempmail();
mailSendit++;
}
}
if ((h>40)||&lt;60)) {
if (mailtoSendit==0) {
humimail();
mailtoSendit++;
}
}
delay(4000);
}
void sendCallback(SendStatus msg) {
Serial.println(msg.info());
if (msg.success()) {
Serial.println("Message sended");
}
}
```

## 5.3 Επεξήγηση βασικών στοιχείων του κώδικα

---

Στην αρχή του κώδικα γίνονται οι δηλώσεις των βιβλιοθηκών που θα χρησιμοποιήσουμε. Ξεκινάμε με τη συμπερίληψη της βιβλιοθήκης **WiFi.h**. Αυτή η βιβλιοθήκη παρέχει συγκεκριμένες μεθόδους WiFi ESP32 που καλούμε για να συνδεθούμε στο δίκτυο. Μετά από αυτό, περιλαμβάνουμε επίσης τη βιβλιοθήκη **WebServer.h**, η οποία έχει ορισμένες διαθέσιμες μεθόδους που θα μας βοηθήσουν να ρυθμίσουμε έναν διακομιστή και να χειριστούμε εισερχόμενα αιτήματα HTTP χωρίς να χρειάζεται να ανησυχούμε για λεπτομέρειες υλοποίησης χαμηλού επιπέδου. Επίσης περιλαμβάνουμε τη βιβλιοθήκη **DHT.h** η οποία είναι υπεύθυνη για την επικοινωνία του αισθητήρα με τον μικροελεγκτή. Τέλος με την βιβλιοθήκη **ESP32\_MailClient.h** επιτρέπουμε στον μικροελεγκτή (ESP32-WROOM-32D) να στέλνει email και να λαμβάνει email με ή χωρίς συνημμένα μέσω διακομιστών SMTP και IMAP.

```
#include <ESP32_MailClient.h>
```

```
#include <dhtnew.h>
```

```
#include "WiFi.h"
```

```
#include <WebServer.h>
```

Στη συνέχεια ορίζουμε τον τύπο του αισθητήρα DHT που χρησιμοποιούμε καθώς επίσης και την δίοδο εκπομπής φωτός που θα χρησιμοποιήσουμε μαζί με την ακίδα στην οποία είναι συνδεδεμένη. Τέλος ορίζουμε τα στοιχεία που έχουν να κάνουν με την επικοινωνία : το email μας, τον κωδικό του email, το email του παραλήπτη, το θέμα του email και το smtp port ανάλογα με τον τύπο του email που χρησιμοποιούμε.

```
#define DHTTYPE DHT11
```

```
#define LED_BUILTIN 25
```

```
#define emailSenderAccount "esp32project@outlook.com.gr"
```

```
#define emailSenderPassword "volos1999@"
```

```
#define emailRecipient "esp32project@outlook.com.gr"
```

```
#define smtpServer "smtp.office365.com"
```

```
#define smtpServerPort 587
```

```
#define emailSubject " Room Server Alert "
```

Έπειτα θα χρειαστεί να συνδεθούμε στο δίκτυο. Γράφοντας το όνομα και τον κωδικό του δίκτυο μας στις παρακάτω εντολές δίνοντας την δυνατότητα στον μικροελεγκτή μας να συνδεθεί στο δίκτυο Wi-Fi.

```
const char* ssid = "YourNetworkName";
```

```
const char* password = "YourPassword";
```

Με την εντολή **DHTNEW mySensor(26)** αποκτάμε πρόσβαση σε ειδικές λειτουργίες που σχετίζονται με τη βιβλιοθήκη DHT αλλά ταυτόχρονα ορίζουμε και την ακίδα επικοινωνίας του αισθητήρα με τον μικροελεγκτή.

Με την εντολή **WiFiServer server(80)** δηλώνουμε ένα αντικείμενο της βιβλιοθήκης *WiFiServer*, ώστε να έχουμε πρόσβαση στις λειτουργίες του HTTP, καθώς το 80 είναι η προεπιλεγμένη θύρα για το HTTP.

Με την εντολή **SMTpData smtpData** αποκτάμε πρόσβαση στην βιβλιοθήκη που σχετίζεται με το email η οποία περιέχει τα δεδομένα για αποστολή μέσω email και όλες τις άλλες διαμορφώσεις.

Η θερμοκρασία και η υγρασία είναι δυο μεταβλητές τύπου float και δηλώνονται για την αποθήκευση των αντίστοιχων τιμών **float t** για την θερμοκρασία και **float h** για την υγρασία.

Η συνάρτηση void tempmail() ενεργοποιείτε όταν η τιμή της θερμοκρασίας υπερβεί το επιθυμητό όριο που έχουμε ορίσει και περιέχει εντολές οι οποίες έχουν να κάνουν με την αποστολή email και πιο συγκεκριμένα με την αποστολή της τιμής της θερμοκρασίας που θα “διαβάζει” ο αισθητήρας στο email μας.

Η συνάρτηση void humimail() ενεργοποιείτε όταν η τιμή της υγρασίας υπερβεί το επιθυμητό όριο που έχουμε ορίσει και περιέχει εντολές οι οποίες έχουν να κάνουν με την αποστολή email και πιο συγκεκριμένα με την αποστολή της τιμής της υγρασία που θα “διαβάζει” ο αισθητήρας στο email μας.

Με την χρήση της συνάρτησης void loop() ο αισθητήρας θερμοκρασίας και υγρασίας ξεκινάει να καταγραφεί δεδομένα συνεχώς τα οποία στη συνέχεια αποτυπώνονται στον διακομιστή ιστού που έχουμε δημιουργήσει.

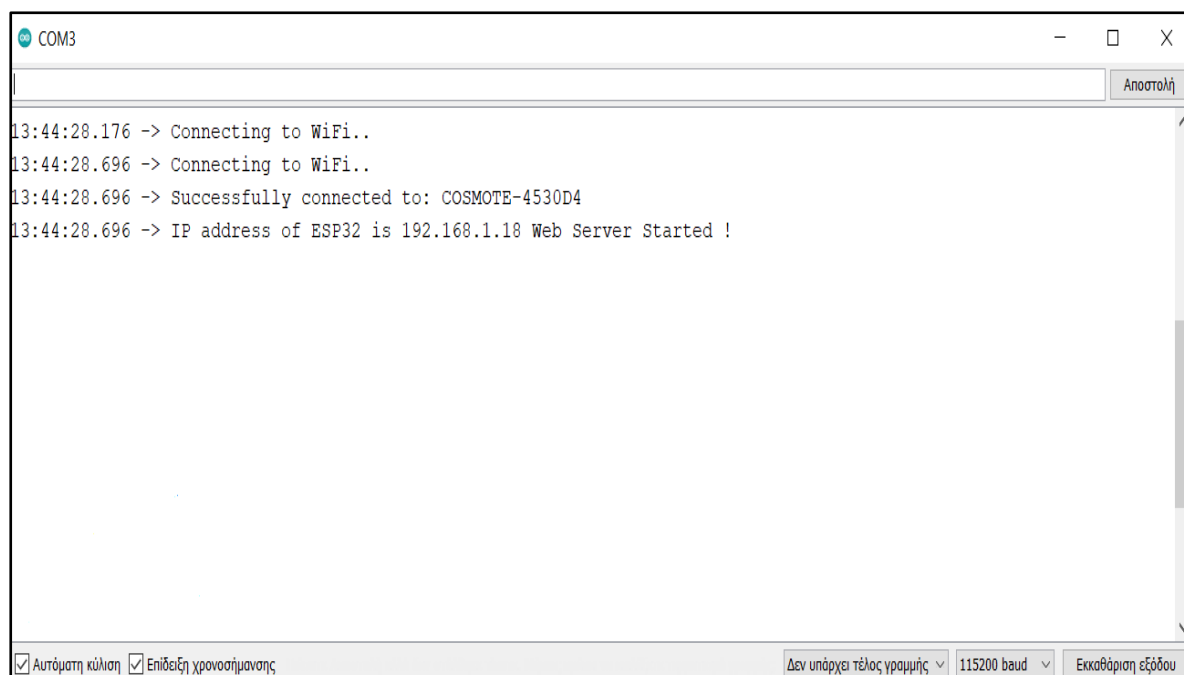
Η συνάρτηση client.println αντικατοπτρίζει τον πελάτη ο οποίος στην συγκεκριμένη περίπτωση διαμορφώνει τον διακομιστή ιστού ανάλογα με τις προτιμήσεις του. Γενικότερα στην συνάρτηση αυτήν περιέχονται η γραμματοσειρά, το μέγεθος, το χρώμα, οι προτάσεις, οι εικόνες ,δηλαδή όλα αυτά που θέλουμε να εμφανίζονται στον διακομιστή ιστού σύμφωνα με την συγκεκριμένη περίσταση.

Τέλος η συνάρτηση **Serial.println** εκτυπώνει στην θύρα COM τα ορίσματα που της έχουμε δώσει όταν αυτά εκτελούνται από τον μικροελεγκτή ώστε να μπορούμε να δούμε και να επαληθεύσουμε την σωστή λειτουργία του.

## 5.4 Προσομοίωση εκτέλεσης του κώδικα

---

Εφόσον περάσουμε τον κώδικα στον μικροελεγκτή αυτός με την σειρά του ξεκινάει να εκτελεί μια προς μια τις εντολές που του αναθέσαμε. Αρχικά συνδέεται στο διαδίκτυο και στην συνέχεια εμφανίζει την διεύθυνση IP στην οποία βρίσκεται ο webserver μας. Ανοίγοντας την σειριακή θύρα COM επιβεβαιώνουμε τις παραπάνω ενέργειες (εικόνα 5.1).



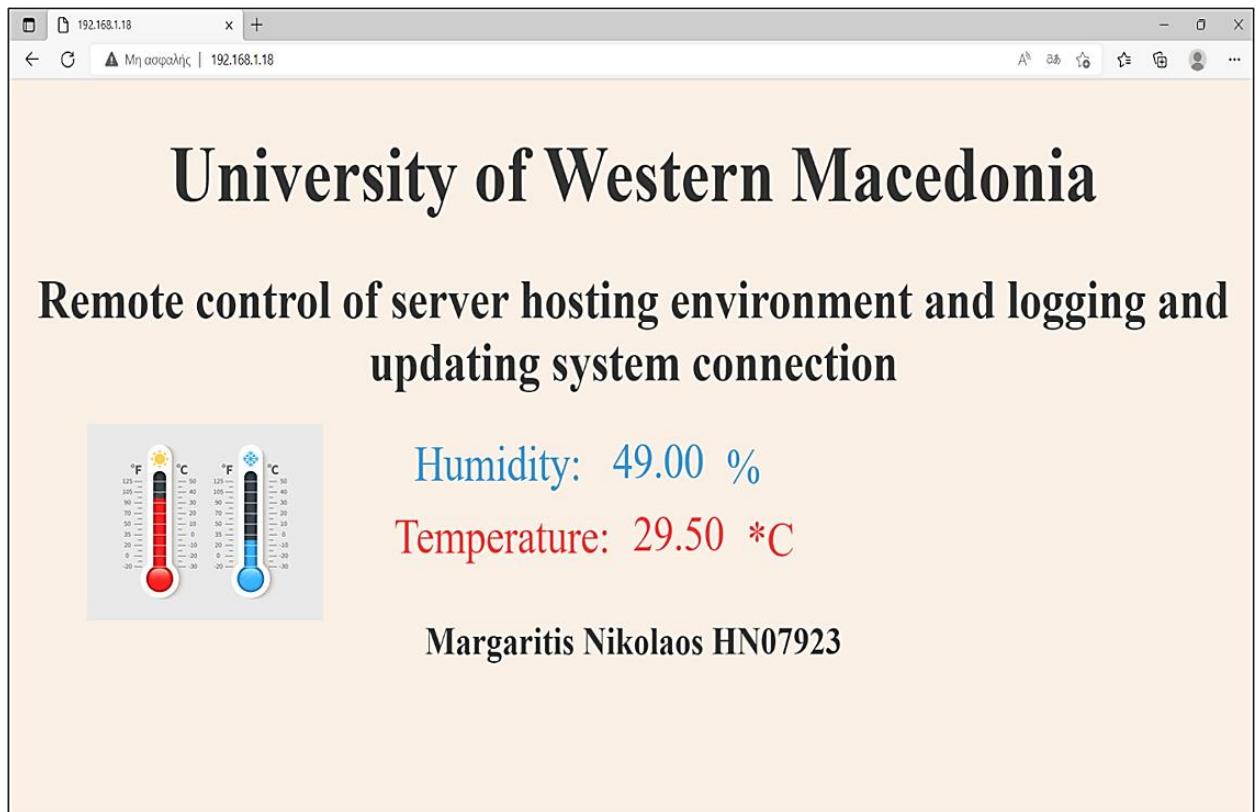
```
COM3
13:44:28.176 -> Connecting to WiFi..
13:44:28.696 -> Connecting to WiFi..
13:44:28.696 -> Successfully connected to: COSMOTE-4530D4
13:44:28.696 -> IP address of ESP32 is 192.168.1.18 Web Server Started !
```

Αυτόματη κύλιση  Επίδειξη χρονοσήμανσης  Δεν υπάρχει τέλος γραμμής ▾ 115200 baud ▾ Εκκαθάριση εφέδου

*Εικόνα 5.1: Απεικόνιση αρχικών εντολών της σειριακής θύρας COM*

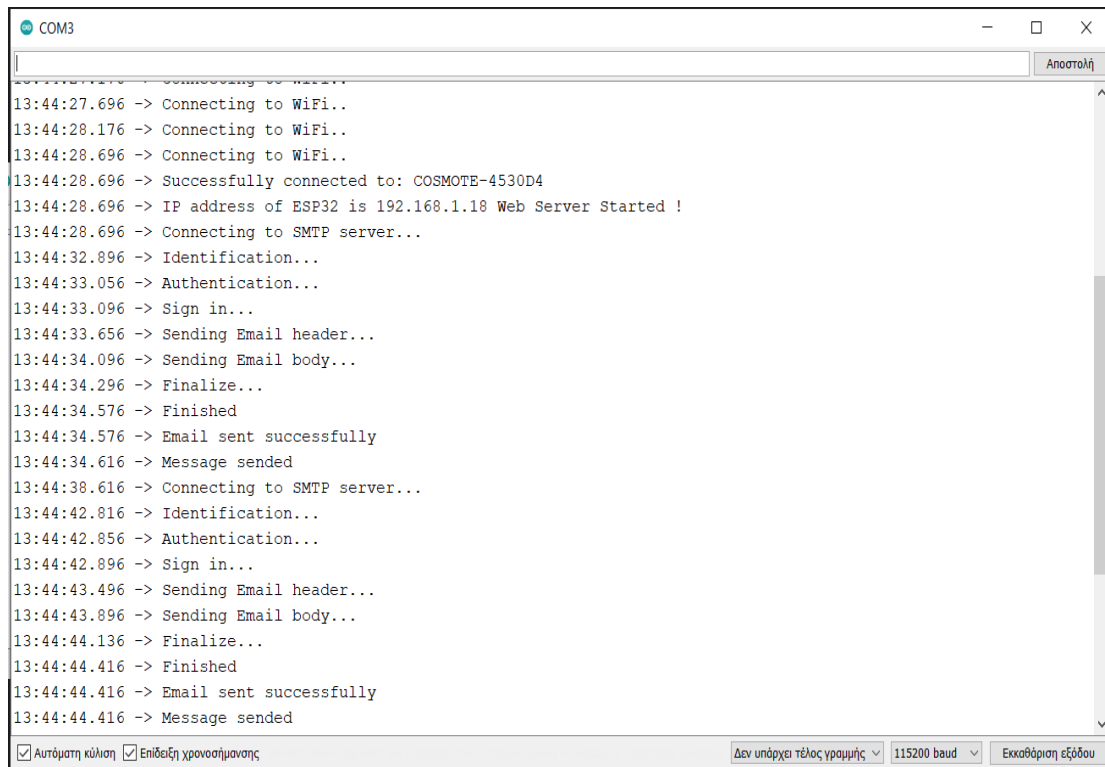
Στη συνέχεια εφόσον οι τιμές της υγρασίας και τις θερμοκρασίας είναι μέσα στα επιτρεπτά όρια δεν θα έχουμε κάποια περεταίρω ενέργεια από τον μικροελεγκτή εκτός από την καταγραφή τους στον web server (εικόνα 5.2).





*Εικόνα 5.2: Απεικόνιση του web server*

Στην περίπτωση που η τιμή της υγρασίας ή της θερμοκρασίας ή ταυτόχρονα και οι δυο υπερβούν το επιθυμητό όριο τότε ο μικροελεγκτής ξεκινά την διαδικασία να στείλει προειδοποιητικό μήνυμα στη διεύθυνση email του χρήστη (εικόνα 5.3) για να τον ενημερώσει ότι κάποια τιμή, είτε της υγρασίας είτε της θερμοκρασίας είτε ταυτόχρονα και οι δυο, έχει υπερβεί το επιθυμητό όριο.

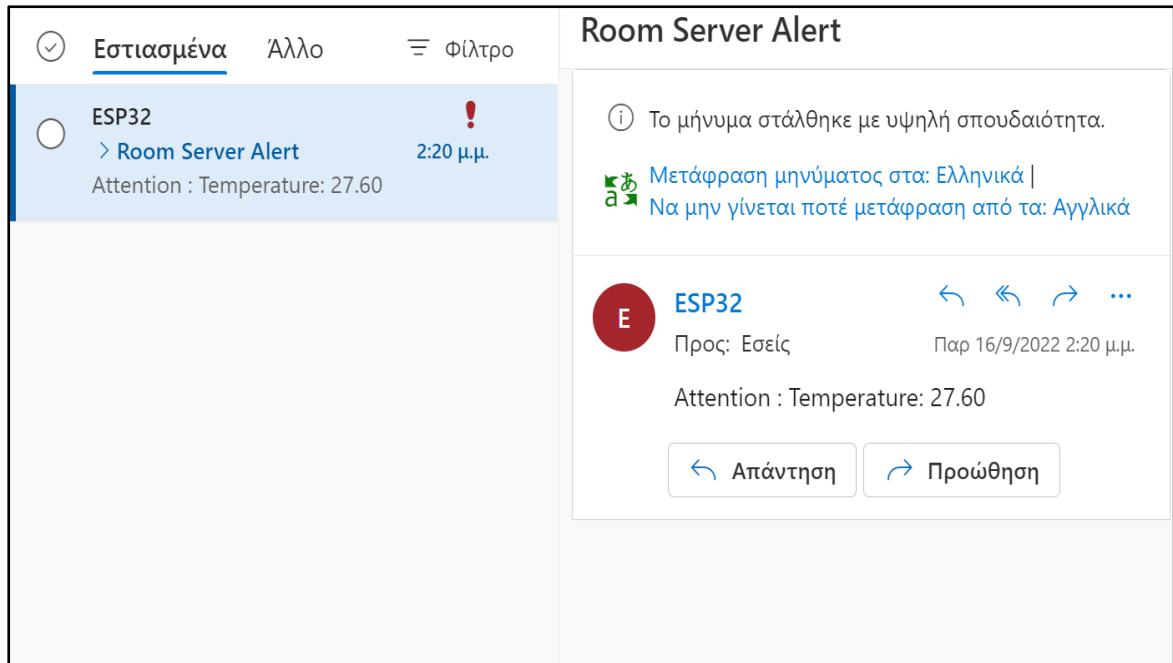


```
COM3
13:44:27.696 -> Connecting to WiFi..
13:44:28.176 -> Connecting to WiFi..
13:44:28.696 -> Connecting to WiFi..
13:44:28.696 -> Successfully connected to: COSMOTE-4530D4
13:44:28.696 -> IP address of ESP32 is 192.168.1.18 Web Server Started !
13:44:28.696 -> Connecting to SMTP server...
13:44:32.896 -> Identification...
13:44:33.056 -> Authentication...
13:44:33.096 -> Sign in...
13:44:33.656 -> Sending Email header...
13:44:34.096 -> Sending Email body...
13:44:34.296 -> Finalize...
13:44:34.576 -> Finished
13:44:34.576 -> Email sent successfully
13:44:34.616 -> Message sended
13:44:38.616 -> Connecting to SMTP server...
13:44:42.816 -> Identification...
13:44:42.856 -> Authentication...
13:44:42.896 -> Sign in...
13:44:43.496 -> Sending Email header...
13:44:43.896 -> Sending Email body...
13:44:44.136 -> Finalize...
13:44:44.416 -> Finished
13:44:44.416 -> Email sent successfully
13:44:44.416 -> Message sended
```

Αυτόματη κύλιση  Επιδείξη χρονοσήμανσης Δεν υπάρχει τέλος γραμμής 115200 baud Εκκαθάριση εξόδου

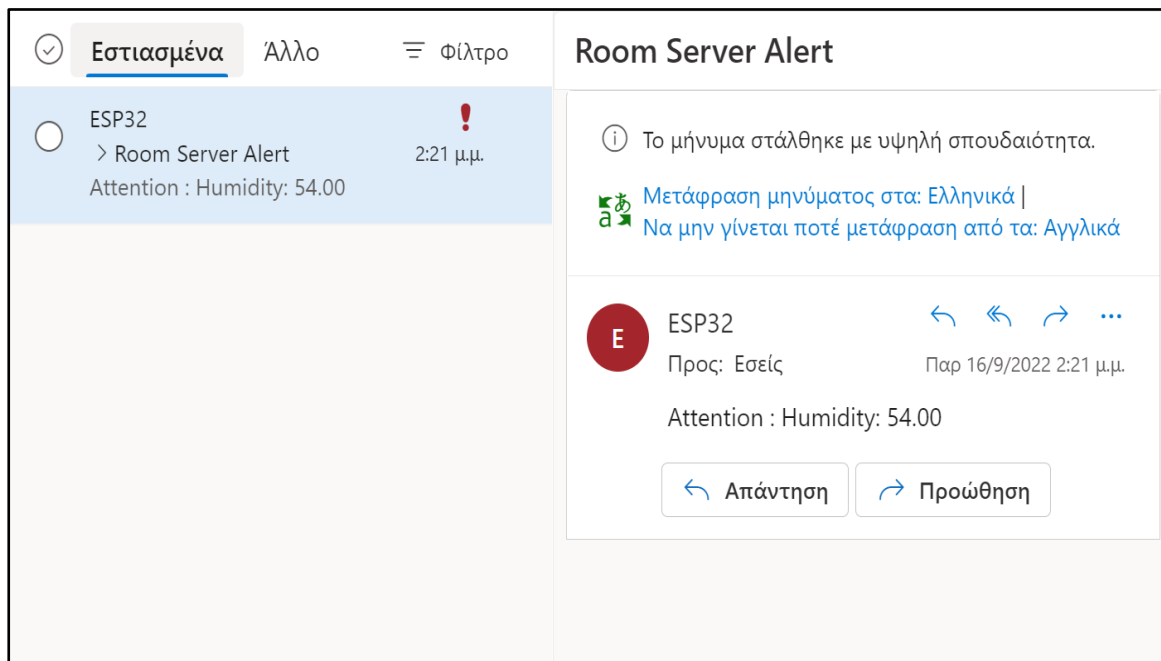
*Εικόνα 5.3: Απεικόνιση της σειριακής θύρας COM*

Για παράδειγμα αυτήν την στιγμή η τιμή της θερμοκρασίας έχει υπερβεί το επιθυμητό όριο και το μήνυμα που δέχεται ο χρήστης στην διεύθυνση email απεικονίζεται στην εικόνα 3. Η αποστολή αυτού του προειδοποιητικού μηνύματος είναι μια επιπλέον άνεση που παρέχεται στον χρήστη διότι δεν χρειάζεται να παρακολουθεί συνεχώς τον webserver και να ενημερώνεται για τις τιμές της υγρασίας και τις θερμοκρασίας αλλά μόνο όταν χρειαστεί ή αποσπασματικά (εικόνα 5.4).



Εικόνα 5.4: Απεικόνιση προειδοποιητικού μηνύματος θερμοκρασίας στην διεύθυνση email

Αντίστοιχα αν η τιμή της υγρασίας υπερβεί το επιθυμητό όριο το προειδοποιητικό μήνυμα που θα λάβει ο χρήστης απεικονίζεται στην εικόνα 5.5.



Εικόνα 5.5: Απεικόνιση προειδοποιητικού μηνύματος υγρασίας στην διεύθυνση email.

## Συμπεράσματα

---

Το δωμάτιο διακομιστή (room server) είναι η καρδιά του κέντρου δεδομένων (data center). Η διατήρηση χαμηλής θερμοκρασίας και υγρασίας στον χώρο των διακομιστών (servers) είναι ζωτικής σημασίας για τη σωστή λειτουργία τους. Με την τοποθέτηση και έπειτα την σύνδεση του συστήματος απομακρυσμένου ελέγχου καταγραφής και ενημέρωσης που δημιουργήσαμε στον χώρο φιλοξενίας διακομιστή μας δίνει την δυνατότητα ελέγχου των τιμών της θερμοκρασίας και της υγρασίας οποτεδήποτε θελήσουμε.

Επίσης η σύνδεση του θα προάγει την εξοικονόμηση ενέργειας διότι χάρις στην λειτουργία του τα συστήματα κλιματισμού θα λειτουργούν μόνο όταν κριθεί αναγκαίο ή προληπτικά για κάποιο χρονικό διάστημα κάθε μέρα διακόπτοντας έτσι την άσκοπη λειτουργία τους.

Επιπρόσθετα ο απομακρυσμένος έλεγχος προσφέρει στους χρήστες περισσότερο ελεύθερο χρόνο ή χρόνο για να ασχοληθούν με άλλες εργασίες πιο σημαντικές έχοντας το σύστημα να κάνει όλη την δουλειά για αυτούς με πλήρη υπευθυνότητα και ασφάλεια.

## Βιβλιογραφία

---

- [1] Παπασταθοπούλου Αλεξάνδρα, INTERNET OF THINGS, Διπλωματική εργασία, Πανεπιστήμιο Μακεδονίας, Θεσσαλονίκη, 2017
- [8] Χατζηευθυμίου Στυλιανή, Διπλωματική εργασία: Μελέτη του διαδικτύου των πραγμάτων: αρχιτεκτονική, εφαρμογές και μελλοντικό όραμα, Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης, Θεσσαλονίκη, 2015.
- [9] ALYASIRI, Hasanen, et al. Grammatical Evolution for Detecting Cyberattacks in Internet of Things Environments. In: 2021 International Conference on Computer Communications and Networks (ICCCN). IEEE, 2021. p. 1-6.
- [10] Lu Tan and Neng Wang, "Future internet: The Internet of Things," 2010 3rd International Conference on Advanced Computer Theory and Engineering(ICACTE), 2010.
- [11] Πάνος Φυτσίλης, "Σύγχρονα Πληροφοριακά Συστήματα Επιχειρήσεων." BROKEN HILL PUBLISHERS Ltd, 2019, ISBN: 978-9925-563-72-2.
- [12] Θεανώ Β. Μαλούτα, Ελένη Ζ. Μίχου, Διπλωματική εργασία: Το Διαδίκτυο των Πραγμάτων (IoT) Συγκριτική παρουσίαση και αξιολόγηση των σημαντικότερων τεχνολογιών υλοποίησης, Εθνικό και Καποδιστριακό Πανεπιστήμιο Αθηνών, Αθήνα, 2019.
- [13] Ιωάννης Αποστολόπουλος, Διπλωματική εργασία: Internet of Things (IoT) και Ασφάλεια Πληροφοριακών Συστημάτων, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Λάμια, 2019.
- [19] Thaler, Dave, Hannes Tschofenig, and Mary Barnes. "Architectural considerations in smart object networking." Tech. no. RFC 7452 (2015).
- [20] Καρύκας Παναγιώτης, Πτυχιακή εργασία: Ανάλυση του Internet of Things, Πανεπιστήμιο Θεσσαλίας, Βόλος, 2020.
- [23] Κωνσταντίνος Ν. Αρκουλής, Πτυχιακή εργασία: Smart Home (Εξυπνο Σπίτι), Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό Ίδρυμα Πειραιά, Πειραιάς.
- [31] RIGHETTI, Francesca; VALLATI, Carlo; ANASTASI, Giuseppe. IoT applications in smart cities: A perspective into social and ethical issues. In: 2018 IEEE International Conference on Smart Computing (SMARTCOMP). IEEE, 2018. p. 387-392.
- [33] YUEHONG, Y. I. N., et al. The internet of things in healthcare: An overview. Journal of Industrial Information Integration, 2016, 1: 3-13.
- [54] Διάλεξη 5, Εισαγωγή στο πρωτόκολλο HTTP, Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων. [Προσπελάστηκε από: [https://www.dit.uoi.gr/e-class/modules/document/file.php/177/%CE%94%CE%B9%CE%AC%CE%BB%CE%B5%CE%BE%CE%B7/05/http\\_intro.pdf](https://www.dit.uoi.gr/e-class/modules/document/file.php/177/%CE%94%CE%B9%CE%AC%CE%BB%CE%B5%CE%BE%CE%B7/05/http_intro.pdf) (Αύγουστος 2022)].

[62] Espressif, ESP32WROOM32D & ESP32WROOM32U Datasheet.

[Προσπελάστηκε από:

[https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32-wroom-32d\\_esp32-wroom-32u\\_datasheet\\_en.pdf](https://www.espressif.com/sites/default/files/documentation/esp32-wroom-32d_esp32-wroom-32u_datasheet_en.pdf) (Αύγουστος 2022)].

## Δικτυογραφία

---

- [2] IotProjects, Το διαδίκτυο των πραγμάτων. [Προσπελάστηκε από: <https://iotprojects.gr/> (Αύγουστος 2022)].
- [3] Cityofkozani, Διαδίκτυο των Πράγματων. [Προσπελάστηκε από: <https://smartcity.cityofkozani.gov.gr/iot-kozani/> (Αύγουστος 2022)].
- [4] Orientum, Τι είναι το Internet of Things - IoT - The World Economic Forum. [Προσπελάστηκε από: <https://www.orientum.gr/%CF%84%CE%B9-%CE%B5%CE%AF%CE%BD%CE%B1%CE%B9-%CF%84%CE%BF-internet-of-things-iot-the-world-economic-forum> (Αύγουστος 2022)].
- [5] PSA Certified, The history of IoT security. [Προσπελάστηκε από: <https://publications.psacertified.org/the-history-of-iot-security/history-in-the-making/> (Αύγουστος 2022)].
- [6] Forbes, A Very Short History Of The Internet Of Things. [Προσπελάστηκε από: <https://www.forbes.com/sites/gilpress/2014/06/18/a-very-short-history-of-the-internet-of-things/?sh=2e4172e110de> (Αύγουστος 2022)].
- [7] ENGIDI, The origin and history of the Internet of Things. [Προσπελάστηκε από: <https://www.engidi.com/blog/origin-history-iot-150921> (Αύγουστος 2022)].
- [14] Think Tech, Τι είναι το Bluetooth και πως λειτουργεί. [Προσπελάστηκε από: <https://thinktech.gr/%CF%84%CE%B9-%CE%B5%CE%AF%CE%BD%CE%B1%CE%B9-%CF%84%CE%BF-bluetooth-%CE%BA%CE%B1%CE%B9-%CF%80%CF%89%CF%82-%CE%BB%CE%B5%CE%B9%CF%84%CE%BF%CF%85%CF%81%CE%B3%CE%B5%CE%AF/> (Αύγουστος 2022)].
- [15] ANDRIANOS, Δίκτυο ZigBee – Τι ακριβώς είναι και που χρησιμοποιείται; [Προσπελάστηκε από: Zigbee : <https://www.andrianos.gr/gr/nea/arthra/diktyo-zigbee-%E2%80%93-ti-akribos-einai-kai-pou-xrisimopieitai> (Αύγουστος 2022)].
- [16] Techmaniacs, Τι είναι το δίκτυο WiFi [Προσπελάστηκε από: <https://techmaniacs.gr/what-is-a-wifi-network/> (Αύγουστος 2022)].
- [17] Tips and tricks, Τι είναι το Z-Wave και είναι συμβατό με το έξυπνο σπίτι σας; [Προσπελάστηκε από: <https://el.tipsandtrics.com/what-is-z-wave-is-it-compatible-with-your-smart-home-767420> (Αύγουστος 2022)].
- [18] Wikipedia, NFC. [Προσπελάστηκε από: <https://el.wikipedia.org/wiki/NFC> (Αύγουστος 2022)].
- [21] Coolweb, Τι είναι το RFID. [Προσπελάστηκε από: <https://coolweb.gr/ti-einai-rfid/> (Αύγουστος 2022)].

[22] KNX IoTech, Want a Smart home/building that has it all? [Προσπελάστηκε από: <https://www.knx-iotech.org/> (Αύγουστος 2022)].

[24] Greenagenda, Τι είναι το έξυπνο σπίτι. [Προσπελάστηκε από: <https://greenagenda.gr/%CF%84%CE%B9-%CE%B5%CE%AF%CE%BD%CE%B1%CE%B9-%CF%84%CE%BF-%CE%AD%CE%BE%CF%85%CF%80%CE%BD%CE%BF-%CF%83%CF%80%CE%AF%CF%84%CE%B9/> (Αύγουστος 2022)].

[25] Belkin, Wemo WiFi Smart Light Switch. [Προσπελάστηκε από: [https://www.belkin.com/us/smart-home/wemo/wemo-wifi-smart-light-switch/p/p-wls040/?\\_ga=2.175730849.2039793261.1662043935-325471349.1662043935](https://www.belkin.com/us/smart-home/wemo/wemo-wifi-smart-light-switch/p/p-wls040/?_ga=2.175730849.2039793261.1662043935-325471349.1662043935) (Αύγουστος 2022)].

[26] Philips Hue, Ανακαλύψτε τον έξυπνο φωτισμό Philips Hue. [Προσπελάστηκε από: <https://www.philips-hue.com/el-gr> (Αύγουστος 2022)].

[27] Store Google, Nest Thermostat. [Προσπελάστηκε από: [https://store.google.com/us/product/nest\\_thermostat?hl=en-US](https://store.google.com/us/product/nest_thermostat?hl=en-US) (Αύγουστος 2022)].

[28 ] Newsbeast, Το «έξυπνο» σπίτι είναι εδώ. [Προσπελάστηκε από: <https://www.newsbeast.gr/weekend/arthro/758299/to-exupno-spiti-einai-edo> (Αύγουστος 2022)].

[29] Belkin, Smart Plug with Thread. [Προσπελάστηκε από: <https://www.mistore-greece.gr/Products/SmartDevices/Smart-Home/mi-smart-power-plug.aspx> (Αύγουστος 2022)].

[30] TWI Ltd, WHAT IS A SMART CITY? – DEFINITION AND EXAMPLES. [Προσπελάστηκε από: <https://www.twi-global.com/technical-knowledge/faqs/what-is-a-smart-city> (Αύγουστος 2022)].

[32] Epoli, Τι είναι η έξυπνη πόλη – Smart City. [Προσπελάστηκε από: [https://www.epoli.gr/einai\\_exypni\\_poli\\_smart\\_city-a-134610.html](https://www.epoli.gr/einai_exypni_poli_smart_city-a-134610.html) (Αύγουστος 2022)].

[34] MOKO SMART, IoT στην υγεία. [Προσπελάστηκε από: <https://www.mokosmart.com/el/iot-in-healthcare/> (Αύγουστος 2022)].

[35] JOECOMP, Τα ρομπότ θα βοηθήσουν στην υγειονομική περίθαλψη ως ηλικίες πληθυσμού. [Προσπελάστηκε από: <https://el.joecomp.com/robots-will-aid-in-health-care-as-population-ages> (Αύγουστος 2022)].

[36] ABAS, What is a Smart Factory and its Role in Manufacturing? [Προσπελάστηκε από: <https://abas-erp.com/en/resources/erp-blog/smart-factory-manufacturing> (Αύγουστος 2022)].

[37] TREND MICRO, Industrial Internet of Things (IIoT). [Προσπελάστηκε από: <https://www.trendmicro.com/vinfo/mx/security/definition/industrial-internet-of-things-iiot> (Αύγουστος 2022)].



[38] WWD, What is a Programmable Logic Controller (PLC)? [Προσπελάστηκε από: <https://www.wwdmag.com/home/article/21016258/what-is-a-programmable-logic-controller-plc> (Αύγουστος 2022)].

[39] INDUSTRY, Τα βιομηχανικά ρομπότ φέρνουν το εργοστάσιο του μέλλοντος. [Προσπελάστηκε από: <https://industry-news.gr/ta-viomichanika-rompot-fernoyn-to-ergostasio-toy-mellontos-2/> (Αύγουστος 2022)].

[40] Investopedia, Cloud Computing. [Προσπελάστηκε από: <https://www.investopedia.com/terms/c/cloud-computing.asp#toc-what-is-cloud-computing> (Αύγουστος 2022)].

[41] CISCO, What Is Cybersecurity? [Προσπελάστηκε από: <https://www.cisco.com/c/en/us/products/security/what-is-cybersecurity.html> (Αύγουστος 2022)].

[42] SAS, Big Data. What it is and why it matters: [Προσπελάστηκε από: [https://www.sas.com/en\\_us/insights/big-data/what-is-big-data.html](https://www.sas.com/en_us/insights/big-data/what-is-big-data.html) (Αύγουστος 2022)].

[43] EL-VA, Τι Είναι Το SCADA; [Προσπελάστηκε από: <https://el-va.com/index.php/blog/139-ti-einai-to-scada> (Αύγουστος 2022)].

[44] javaTpoint, Advantages and Disadvantages of (IoT). [Προσπελάστηκε από: <https://www.javatpoint.com/iot-advantage-and-disadvantage> (Αύγουστος 2022)].

[45] Real Technologies, Advantages and disadvantages of the Internet of Things (IoT). [Προσπελάστηκε από: <https://www.rtsrl.eu/blog/advantages-and-disadvantages-of-the-internet-of-things-iot/> (Αύγουστος 2022)].

[46] Techopedia, Server Room. [Προσπελάστηκε από: <https://www.techopedia.com/definition/22017/server-room> (Αύγουστος 2022)].

[47] Power Admin, Συνιστάμενη θερμοκρασία δωματίου και υγρασία διακομιστή. [Προσπελάστηκε από: <https://www.poweradmin.com/blog/recommended-server-room-temperature-and-humidity/> (Αύγουστος 2022)].

[48] Linked in, Server Room Requirements: How big should a server room be? [Προσπελάστηκε από: <https://www.linkedin.com/pulse/server-room-requirements-how-big-should-gary-crilly-rcdd-and-osp> (Αύγουστος 2022)].

[49] Microshop, Εξυπηρετητής – Server. [Προσπελάστηκε από: <https://microshop.gr/exypiretitis-server/> (Αύγουστος 2022)].

[50] Wikipedia, Εξυπηρετητής. [Προσπελάστηκε από: <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%95%CE%BE%CF%85%CF%80%CE%B7%CF%81%CE%B5%CF%84%CE%B7%CF%84%CE%AE%CF%82> (Αύγουστος 2022)].

[51] Φιλόξενος, Τι είναι ο Server (Web Server / Διακομιστής / Εξυπηρετητής). [Προσπελάστηκε από: <https://www.philoxenos.com/ti-ine-o-server-web-server-diakomistis-exipiretitis/> (Αύγουστος 2022)].

[52] Elcerillo, Μοντέλο διακομιστή πελάτη, όλα όσα πρέπει να γνωρίζετε για αυτό το σύστημα. [Προσπελάστηκε από: <https://seguidores.online/el/modelo-cliente-servidor/> (Αύγουστος 2022)].

[53] INFORMATIQUE-MANIA, Τι είναι ένας διακομιστής ιστού, σε τι χρησιμεύει, πώς λειτουργεί και ποιοι είναι οι τύποι; [Προσπελάστηκε από: <https://www.informatique-mania.com/el/tutoriels/quest-ce-quun-serveur-web-a-quoi-sert-il-comment-fonctionne-t-il-et-quels-sont-les-types-guide-definitif/> (Αύγουστος 2022)].

[55] INFORMATIQUE-MANIA, SMTP Simple Mail Transfer Protocol: τι είναι, πώς λειτουργεί και πώς να το χρησιμοποιήσετε σωστά; [Προσπελάστηκε από: <https://www.informatique-mania.com/el/courriers-electroniques/mail-de-protocole-de-transfert-smtp-simple/> (Αύγουστος 2022)].

[56] INFORMATIQUE-MANIA, Πρωτόκολλο IP: τι είναι, τι είναι και πώς λειτουργεί στην περιήγηση στο Web; Προσπελάστηκε από: <https://www.informatique-mania.com/el/linternet/protocol-ip/> (Αύγουστος 2022)].

[57] eYewated, TCP (πρωτόκολλο ελέγχου μετάδοσης) Επεξήγηση. [Προσπελάστηκε από: <https://eyewated.com/tcp-%CF%80%CF%81%CF%89%CF%84%CF%8C%CE%BA%CE%BF%CE%BB%CE%BB%CE%BF-%CE%B5%CE%BB%CE%AD%CE%B3%CF%87%CE%BF%CF%85-%CE%BC%CE%B5%CF%84%CE%AC%CE%B4%CE%BF%CF%83%CE%B7%CF%82/> (Αύγουστος 2022)].

[58] Isotopon, Τι είναι το FTP; (Και πώς να το χρησιμοποιήσετε). [Προσπελάστηκε από: <https://www.isotopon.com/blog/ti-einai-to-ftp-kai-pos-na-to-xrisimopoiisete/> (Αύγουστος 2022)].

[59] CIRCUITS DIY, DHT11 Low-Cost Digital Temperature & Humidity Sensor. [Προσπελάστηκε από: <https://circuits-diy.com/dht11-low-cost-digital-temperature-humidity-sensor/> (Αύγουστος 2022)].

[60] Microcontrollerslab, ESP32 Pinout – How to use GPIO pins? [Προσπελάστηκε από: <https://microcontrollerslab.com/esp32-pinout-use-gpio-pins/> (Αύγουστος 2022)].

[61] Last Minute ENGINEERS, Insight Into ESP32 Features & Using It With Arduino IDE. [Προσπελάστηκε από: <https://lastminuteengineers.com/esp32-arduino-ide-tutorial/> (Αύγουστος 2022)].

[63] NETTOP, Τι είναι το LED. [Προσπελάστηκε από: <https://learn.nettop.gr/article/11-led> (Αύγουστος 2022)].

[64] NETTOP, Τι είναι το resistor. [Προσπελάστηκε από: <https://learn.nettop.gr/article/15-resistor> (Αύγουστος 2022)].

[65] NETTOP, Τι είναι το breadboard. [Προσπελάστηκε από: <https://learn.nettop.gr/article/10-breadboard> (Αύγουστος 2022)].



# Συντομογραφίες Αγγλικών Όρων

IoT: Internet of Things

RFID: Radio-Frequency Identification

HTTP Hypertext Transfer Protocol

SMTP Simple Mail Transfer Protocol

IP Intellectual property

TCP Transmission Control Protocol

FTP File Transfer Protocol

LED Light-Emitting Diode

M2M Machine-to-Machine

SNMP Simple Network Management Protocol

IPv6 Internet Protocol version 6

NFC Near Field Communication

GPS Global Positioning System

APIs Application Programming Interface

BAN Body Area Network

UHF Ultra High Frequency

GHz Gigahertz

WLAN Wireless LAN

WiFi Wireless Fidelity

ICS Incident Command System

HMI Human-Machine Interface

SCADA Supervisory Control and Data Acquisition

DCS Distributed Control System

PLC Programmable Logic Controller

UPS United Parcel Service

DNS Domain Name System

FTP File Transfer Protocol

SMTP	Simple Mail Transfer Protocol
HTML	Hypertext Markup Language
PDF	Portable Document Format
URL	Uniform Resource Locator
SMTP	Simple Mail Transfer Protocol
IMAP	Internet Message Access Protocol
POP	Post Office Protocol
ESMTP	Extended Simple Mail Transfer Protocol
TCP	Transmission Control Protocol
NTC	Negative Temperature Coefficient
SoC	System-on-a-Chip
DMIPS	Dhrystone Million Instructions Per Second
GPIO	General-Purpose Input/Output
ADC	Analog-to-Digital Converter
DAC	Digital-to-Analog Converter
LDO	Low-Dropout regulator
UART	Universal Asynchronous Receiver-Transmitter
PMW	Pulse Width Modulation
COM	Communication Port