



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ
ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
« ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ »

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ ΤΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΩΝ (IoT)
ΓΙΑ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΚΗ STEM ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

Συγγραφέας:
ΜΑΝΟΥ ΑΓΓΕΛΙΝΑ
ΑΜ: 80697711

Επιβλέπων καθηγητής : Δρ. Δρόσος Χρήστος
Αθήνα, Ιανουάριος 2022



UNIVERSITY OF WEST ATTICA
SCHOOL OF ENGINEERING
DEPARTMENT OF INDUSTRIAL DESIGN AND PRODUCTION
ENGINEERING

TITLE OF POSTGRADUATE PROGRAM
M.Sc IN INDUSTRIAL AUTOMATION

Diploma Thesis
UTILIZATION OF INTERNET OF THINGS (IoT) FOR CREATIVE
STEM EDUCATION

MANOU ANGELINA
80697711

Supervisor :Dr Drosos Christos
Athens, January 2022



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ
ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ
ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ
« ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΣ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΥΠΗΡΕΣΙΩΝ»

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ
ΑΞΙΟΠΟΙΗΣΗ ΤΟΥ ΔΙΑΔΙΚΤΥΟΥ ΤΩΝ ΠΡΑΓΜΑΤΩΝ (IoT)
ΓΙΑ ΔΗΜΙΟΥΡΓΙΚΗ STEM ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ

ΜΑΝΟΥ ΑΓΓΕΛΙΝΑ

ΑΜ: 80697711

Η μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία εξετάστηκε επιτυχώς από την κάτωθι Εξεταστική Επιτροπή:

Α/α	ΟΝΟΜΑ ΕΠΩΝΥΜΟ	ΒΑΘΜΙΔΑ/ΔΙΟΤΗΤΑ	ΨΗΦΙΑΚΗ ΥΠΟΓΡΑΦΗ
1	ΓΚΑΝΕΤΣΟΣ ΘΕΟΔΩΡΟΣ	ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ	
2	ΠΑΠΟΥΤΣΙΔΑΚΗΣ ΜΙΧΑΛΗΣ	ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ	
3	ΔΡΟΣΟΣ ΧΡΗΣΤΟΣ	ΕΔΙΠ	

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένη **ΜΑΝΟΥ ΑΓΓΕΛΙΝΑ** του **ΑΙΜΙΛΙΟΥ**, με αριθμό μητρώου 80697711 φοιτήτρια του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Αυτοματισμός παραγωγής και υπηρεσιών» του Τμήματος μηχανικών βιομηχανικής σχεδίασης και παραγωγής της Σχολής Μηχανικών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, δηλώνω ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της μεταπτυχιακής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Η Δηλούσα



ΜΑΝΟΥ ΑΓΓΕΛΙΝΑ

ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η παρούσα Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια του Προγράμματος Μεταπτυχιακών σπουδών με τίτλο «Π.Μ.Σ «Αυτοματισμός Παραγωγής και Υπηρεσιών», του τμήματος Μηχανικών Βιομηχανικής Σχεδίασης & Παραγωγής της Σχολής Μηχανικών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής. Είναι εύκολα αντιληπτό, ότι η παρουσία του Internet of Things (IoT) στις καθημερινές δραστηριότητες όλων των ανθρώπων, διευρύνεται και εξελίσσεται συνεχώς με γρήγορους ρυθμούς και πλέον έχει ξεφύγει από τα στενά όρια της θεωρητικής καινοτομίας και βρίσκει παντού πολύ μεγάλη εφαρμογή. Είναι λοιπόν σκόπιμο και εξαιρετικά χρήσιμο, μέσα στα πλαίσια της εκπαίδευσης STEM στα ελληνικά σχολεία, να αξιοποιηθούν οι δυνατότητες που προσφέρει το IoT και με κατάλληλες εφαρμογές προσαρμοσμένες στο επίπεδο και την ηλικία τους, οι μαθητές να έλθουν σε επαφή και να εξοικειωθούν με ότι συμβαίνει γύρω τους στον πραγματικό κόσμο.

Η εμπλοκή με εφαρμογές IoT, ακόμη και μαθητών των τελευταίων τάξεων Δημοτικών σχολείων, είναι βέβαιον ότι θα τους δημιουργήσει ισχυρά κίνητρα μάθησης και θα λειτουργήσει ως μέσο ανάπτυξης του ενδιαφέροντος των μαθητών στο πεδίο των επιστημών STEM με πολύ θετικά αποτελέσματα.

Πιο συγκεκριμένα, η εργασία αυτή εστιάζει την προσοχή της και υλοποιεί εφαρμογές που αφορούν στον έλεγχο από απόσταση με κινητό τηλέφωνο (smartphone) μέσω Bluetooth απλών καθημερινών λειτουργιών και είναι σχετικά εύκολες και κατανοητές από τους μαθητές.

Στόχος της εργασίας είναι να αναδείξει τις δυνατότητες και την εξοικείωση των σημερινών μαθητών με όλες αυτές τις εφαρμογές και να αποτελέσει το κίνητρο έτσι ώστε οι μαθητές να αναπτύξουν δεξιότητες, να συνεργάζονται σε ομάδες, να επικοινωνούν, να επιχειρηματολογούν, να διαφωνούν και να θέτουν ερωτήματα, τα οποία στην συνέχεια καλούνται να απαντήσουν.

Περίληψη

Είναι γεγονός, ότι τα τελευταία χρόνια όλο και περισσότερο αναδεικνύεται ο ρόλος και η σημασία της συνδυασμένης εκπαίδευσης, που έχει καθιερωθεί διεθνώς να αποκαλείται εκπαίδευση STEM, ως το ακρωνύμιο των αγγλικών λέξεων Science, Technology, Engineering και Mathematics. Η εκπαίδευση STEM, υπάρχει σε διάφορες μορφές εδώ και δεκαετίες και έχει στόχο την παροχή μιας εκπαίδευσης που αντιμετωπίζει την απόκτηση γνώσης από τους ανθρώπους συνολικά και όχι επιμέρους σε κάθε επιστημονικό πεδίο. Γενικά υπάρχουν πολλές απόψεις και παραλλαγές σχετικά με το τί ακριβώς είναι η εκπαίδευση STEM και με ποιους τρόπους και μεθόδους πρέπει να διδάσκεται.

Το Internet of Things (IoT) είναι ένα παράδειγμα που συνδυάζει πτυχές και τεχνολογίες που προέρχονται από διαφορετικές προσεγγίσεις. Πανταχού παρόντες υπολογιστές, διάχυτοι υπολογιστές, πρωτόκολλο Διαδικτύου, τεχνολογίες ανίχνευσης, τεχνολογίες επικοινωνίας και ενσωματωμένες συσκευές συγχωνεύονται για να σχηματίσουν ένα σύστημα όπου ο πραγματικός και ο ψηφιακός κόσμος συναντώνται και βρίσκονται συνεχώς σε αλληλεπίδραση. Το δομικό στοιχείο του IoT είναι το έξυπνο αντικείμενο. Βάζοντας νοημοσύνη σε καθημερινά αντικείμενα, μετατρέπονται σε έξυπνα αντικείμενα ικανά να συλλέγουν πληροφορίες από το περιβάλλον, να αλληλεπιδρούν και ελέγχουν το φυσικό κόσμο, αλλά επίσης να διασυνδέονται μεταξύ τους, είτε μέσω του Διαδικτύου, είτε μέσω μονάδων ασύρματης επικοινωνίας Bluetooth, για την ανταλλαγή δεδομένων και πληροφοριών.

Στην εργασία αυτή προτείνεται η αξιοποίηση του IoT στην εκπαίδευση STEM για μαθητές των τελευταίων τάξεων των Δημοτικών Σχολείων με κατάλληλες εφαρμογές προσαρμοσμένες στην ηλικία και τις δυνατότητες των μαθητών. Στο τελευταίο κεφάλαιο της εργασίας παρουσιάζονται αναλυτικά χαρακτηριστικές εφαρμογές, οικείες από την καθημερινή ζωή, που θα εισάγουν τους μαθητές έγκαιρα σε ένα περιβάλλον που αλλάζει με πολύ μεγάλη ταχύτητα, στον κόσμο του Internet of Things. Είναι εφαρμογές στο Arduino Uno, που επικοινωνούν ασύρματα, με την χρήση μονάδων Bluetooth, με έξυπνα τηλέφωνα (smartphones) από τα οποία μπορούμε να ελέγχουμε τις διάφορες λειτουργίες.

Abstract

It is a fact that in recent years the role and importance of combined education that has been established internationally to be called STEM education which is the acronym of the English words Science, Technology, Engineering and Mathematics. STEM education, exists in various forms here and decades and aims to provide an education that addresses the acquisition of knowledge by people as a whole and not individually in each scientific field. There are generally many views and variations on what exactly STEM education is and in what ways and methods it should be taught.

The Internet of Things (IoT) is a paradigm that combines aspects and technologies coming from different approaches. Ubiquitous computing, pervasive computing, Internet Protocol, sensing technologies, communication technologies, and embedded devices are involved together in order to form a system where the real and digital worlds meet and are continuously in interaction. The building block of IoT is the smart object. By putting intelligence into everyday objects, they are turned into smart objects able to collect information from the environment, to interact and control the physical world, but also to be interconnected, to each other, through Internet or Bluetooth Modules to exchange data and information.

This paper proposes the use of IoT in STEM education for students of the last grades of Primary Schools with appropriate applications adapted to the age and abilities of students. The last chapter of the work presents in detail characteristic applications, familiar from everyday life, that will introduce students in time to an environment that is changing very fast, in the world of Internet of Things. They are applications in the Arduino Uno, which communicate wirelessly, using Bluetooth modules, with smartphones (smartphones) from which we can control the various functions.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω και να αφιερώσω την εργασία αυτή, στον σύζυγό μου και στα παιδιά μου, για την αμέριστη συμπαράσταση, την κατανόηση και την βοήθεια που μου προσέφεραν σε όλη την διάρκεια εκπόνησης αυτής της εργασίας.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ STEM (STEM EDUCATION)

1.1	Εισαγωγή.....	12
1.2	Περιγραφή και ορισμός της εκπαίδευσης STEM.....	13
1.3	Η σημασία της STEM εκπαίδευσης.....	14
1.4	Χαρακτηριστικά της εκπαίδευσης STEM.....	15
1.4.1	Διερευνητική μάθηση.....	16
1.4.2	Συνεργατική μάθηση.....	18
1.4.3	Υπολογιστική σκέψη.....	18
1.4.4	Δημιουργικότητα.....	20

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

INTERNET OF THINGS

2.1	Εισαγωγή.....	23
2.2	Γενικά χαρακτηριστικά και απαιτήσεις του IoT.....	25
2.3	Αρχιτεκτονική IoT.....	26

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΚΑΙ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ IoT

3.1	Εισαγωγή.....	31
3.2	Μοντέλα επικοινωνίας στο IoT.....	33
3.2.1	Device-to-Device Communications Model.....	33

3.2.2	Device-to-Cloud Communications Model.....	34
3.2.3	Device-to-Gateway Model.....	36
3.2.4	Back-End Data-Sharing Model.....	37
3.3	Πρωτόκολλα επικοινωνίας IoT.....	38
3.3.1	Πρωτόκολλα επιπέδου μεταφοράς.....	38
	δεδομένων(Transport/Network/Gateway/Core)	
3.3.2	Πρωτόκολλα και τεχνολογίες επιπέδου επικοινωνίας/.....	40
	μεταφοράς (Communication/Transport)	
3.3.3	Πρωτόκολλα και τεχνολογίες επιπέδου εφαρμογής.....	48
	(application layer and web services)	

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΥΛΙΚΟ ΚΑΙ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ (HARDWARE AND SOFTWARE)

4.1	Εισαγωγή.....	52
4.2	Απαιτήσεις Υλικού hardware.....	52
4.2.1	Arduino.....	52
4.2.2	Arduino Uno Module.....	54
4.2.3	HC 05 Bluetooth Module.....	59
4.2.3.1	Εισαγωγή.....	59
4.2.3.2	Περιγραφή της μονάδας HC-05 Bluetooth.....	60
4.3	Απαιτήσεις Λογισμικού Software.....	61
4.3.1	Software Arduino IDE.....	61
4.3.2	MIT App Inventor.....	68
4.4	Υλοποίηση εφαρμογής.....	76

4.4.1 Σύνδεση και λειτουργία της εφαρμογής στο κινητό.....	77
τηλέφωνο (smartphone) μέσω WiFi	

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ: ΈΛΕΓΧΟΣ ΑΠΟ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΜΕ ΚΙΝΗΤΟ ΤΗΛΕΦΩΝΟ (SMARTPHONE) ΜΕΣΩ BLUETOOTH.

5.1 Ανάβω και σβήνω ένα λαμπάκι.....	80
5.2 Ένα λαμπάκι που αναβοσβήνει συνεχώς.....	83
5.3 Ανάβω και σβήνω δυο λαμπάκια.....	86
5.4 Δύο λαμπάκια που αναβοσβήνουν διαδοχικά συνεχώς.....	90
5.5 Τρία λαμπάκια που αναβοσβήνουν διαδοχικά συνεχώς.....	93
Βιβλιογραφία.....	99

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ STEM (STEM EDUCATION)

1.1 Εισαγωγή

Η συνδυαστική εκπαίδευση, αυτό που αποκαλούμε εκπαίδευση STEM, υπάρχει σε διάφορες μορφές εδώ και δεκαετίες και έχει στόχο την παροχή μιας εκπαίδευσης που να αντιμετωπίζει την απόκτηση γνώσης από τους ανθρώπους συνολικά και όχι επιμέρους σε κάθε επιστημονικό πεδίο. Προσπαθώντας ο άνθρωπος να κατανοήσει και να ερμηνεύσει τα φαινόμενα του φυσικού κόσμου, οδηγήθηκε στην διάσπαση της γνώσης που είχε σαν αποτέλεσμα την ανάπτυξη διαφορετικών επιστημών. Τα γνωστικά αντικείμενα αυτών των επιστημών αποτελούν την ύλη που διδάσκεται στα διάφορα μαθήματα του σχολείου και αυτό έχει σαν αποτέλεσμα τον κατακερματισμό της ανθρώπινης γνώσης και την ύπαρξη πολλών επιστημονικών πεδίων. Ο Αγγελάκος (2003) θεωρεί ότι «ο συνεχής κατακερματισμός της γνώσης σε επιμέρους αντικείμενα δεν παρέχει την δυνατότητα στον μαθητή να αποκτήσει μία συνολικότερη, μια ενιαία εικόνα της πραγματικότητας». Ο Dewey έγραψε στις αρχές του 20ου αιώνα: «Δεν έχουμε μία σειρά από χωριστούς κόσμους, ένας από τους οποίους είναι μαθηματικός, άλλος Φυσικός, άλλος Ιστορικός... ζούμε σε έναν κόσμο, όπου όλες οι πλευρές συνδέονται, όλες οι σπουδές προέρχονται από σχέσεις ενός μεγάλου κοινού κόσμου και καθώς το παιδί ζει σε μεταβαλλόμενη, αλλά συγκεκριμένη και ενεργητική σχέση με αυτόν τον κοινό κόσμο, οι σπουδές του είναι φυσικά ενιαίες» (Dewey, 1990). Από όλα τα παραπάνω γίνεται φανερό, πόσο σημαντική είναι η διεπιστημονικότητα στην εκπαιδευτική διαδικασία. Με τον όρο διεπιστημονικότητα οι Λιαράκου & Φλογαίτη (2007) αναφέρονται στην σύμφυση της γνώσης, δηλαδή έννοιες, εργαλεία και προσεγγίσεις που προέρχονται από διαφορετικές επιστήμες με ζητούμενο όμως την ενότητα της γνώσης και τη σφαιρική ανάλυση και κατανόηση της πραγματικότητας. Η επικοινωνία και η συνεργασία των επιστημών μεταξύ τους, σε επίπεδο σχολείου, συνιστά βασικό παιδαγωγικό στόχο (Morin, 1990) και έτσι ο μαθητής μπορεί να κατανοήσει τα κατακερματισμένα γνωστικά πεδία, τα οποία όμως στην πραγματικότητα επικοινωνούν μεταξύ τους. Το ακρωνύμιο STEM πρωτοεμφανίστηκε ως «SMET» στις ΗΠΑ τη δεκαετία του 1990. Ειδικότερα, ο όρος STEM εμφανίστηκε για πρώτη φορά το 2001 από την βιολόγο Judith A. Ramaley.[1]

1.2 Περιγραφή και ορισμός της εκπαίδευσης STEM

STEM είναι το ακρωνύμιο των αγγλικών λέξεων Science, Technology, Engineering και Mathematics. Είναι γεγονός πάντως, ότι τα τελευταία χρόνια όλο και περισσότερο αναδεικνύεται ο ρόλος και η σημασία της συνδυασμένης εκπαίδευσης που έχει καθιερωθεί διεθνώς να αποκαλείται εκπαίδευση STEM. Υπάρχουν πολλές απόψεις και παραλλαγές σχετικά με το τί ακριβώς είναι η εκπαίδευση STEM και με ποιους τρόπους και μεθόδους πρέπει να διδάσκονται. Όπως και το ακρωνύμιο STEM εκπαίδευση υποδηλώνει η εκπαίδευση αυτή αποτελείται από τέσσερα σκέλη: Επιστήμη, Τεχνολογία, Μηχανική και Μαθηματικά. Μπορούμε να ορίσουμε και να περιγράψουμε με γνωστούς και καθιερωμένους όρους το καθένα από τα παραπάνω τέσσερα σκέλη και συγκεκριμένα:

Επιστήμη είναι η συστηματική μελέτη της φύσης και της συμπεριφοράς των υλικών βασισμένη στη παρατήρηση, το πείραμα, την μέτρηση και τελικά την διατύπωση γενικών νόμων για την περιγραφή αυτών των φυσικών φαινομένων.

Τεχνολογία είναι η γνώση που ασχολείται με την δημιουργία και την χρήση τεχνικών μέσων και η αλληλεπίδραση τους με την κοινωνία και το περιβάλλον βασισμένη σε γνώσεις της εφαρμοσμένης και θεωρητικής επιστήμης και μηχανικής.

Μηχανική ορίζεται ως η επιστήμη ή τέχνη της πρακτικής εφαρμογής της γνώσεις των θεωρητικών επιστημών όπως της φυσικής ή της χημείας και των μαθηματικών για την κατασκευή κτηρίων, δρόμων, γεφυρών, πλοίων, αεροπλάνων και μηχανική παντός τύπου.

Μαθηματικά, η επιστήμη των αριθμών, του αλγεβρικού και διανυσματικού λογισμού, των γεωμετρικών σχημάτων κλπ.

STEM εκπαίδευση λοιπόν μπορούμε να ορίσουμε την σύνδεση των τεσσάρων αυτών κλάδων σε ένα συνεκτικό σύστημα εκπαίδευσης, που ενθαρρύνει την ανακαλυπτική ή διερευνητική και συνεργατική μάθηση. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα να αυξάνει την κριτική ικανότητα και να ενδυναμώνει την υπολογιστική και δημιουργική σκέψη των μαθητών, όπως επίσης να τους καθιστά ικανούς για επίλυση σύνθετων προβλημάτων και να προάγει την διατύπωση νέων ιδεών και καινοτόμων λύσεων.

1.3 Η σημασία της STEM εκπαίδευσης

Στο προσεχές μέλλον ένας μεγάλος αριθμὸν θέσεων εργασίας θα απαιτούν γνώσεις STEM και σύμφωνα με μελέτες αμερικανικών εκπαιδευτικών ιδρυμάτων μία στις τέσσερις προσφερόμενες θέσεις εργασίας θα αφορά αποφοίτους με ισχυρές βάσεις STEM εκπαίδευση. Στις 25 Ιανουαρίου 2011 προβλέποντας τις αυξημένες μελλοντικές ανάγκες της αγοράς σε ομιλία του ο πρόεδρος των Ηνωμένων Πολιτειών πρώτος ανέφερε ότι στα επόμενα δέκα χρόνια πρέπει να προετοιμάσουν εκατό χιλιάδες δασκάλους στους τομείς της επιστήμης, της τεχνολογίας, της μηχανικής και των μαθηματικών. Αυτή η τοποθέτηση του προέδρου της Αμερικής αποτελεί βέβαια ένα ορόσημο για την εκπαίδευση STEM και την σημασία που έχει στην ανάπτυξη της χώρας.

Στην παραδοσιακή κλασική εκπαίδευση όπως την γνωρίζουμε, τον πρωταρχικό ρόλο τον έχει ο εκπαιδευτικός δάσκαλος ή καθηγητής. Με το STEM επιχειρείται ο μετασχηματισμός της εκπαίδευσης, όπου βασικό ρόλο θα έχει ή επίλυση συγκεκριμένου προβλήματος από τους μαθητές σε επίπεδο ομάδων. μέσα από μια διαδικασία ανακαλυπτικής και διερευνητικής μάθησης με τον εκπαιδευτικό σε ρόλο συντονιστικό και συμβουλευτικό.

Με τον τρόπο αυτό οι εκπαιδευόμενοι αναπτύσσουν δεξιότητες, εντάσσονται σε ομάδες και αποκτούν την κουλτούρα της ομαδικής δουλειάς. Μαθαίνουν να επικοινωνούν, να επιχειρηματολογούν, να διαφωνούν και να συνεργάζονται. Θέτουν ερωτήματα, τα οποία στην συνέχεια καλούνται να απαντήσουν.

Η εκπαίδευση STEM υπερβαίνει τα σχολικά μαθήματα. Μας προσφέρει δεξιότητες που επηρεάζουν το τρόπο που σκεφτόμαστε και συμπεριφερόμαστε. Ο συνδυασμός της επιστήμης, της τεχνολογίας, της μηχανικής και των μαθηματικών μας βοηθά να αντιμετωπίσουμε τις προκλήσεις που αντιμετωπίζει ο κόσμος σήμερα.

Η εκπαίδευση STEM προσφέρει στους ανθρώπους γνώσεις και δεξιότητες που τους καθιστούν, πιο κατάλληλους και έτοιμους να ανταποκριθούν στις ανάγκες της αγοράς εργασίας. Επιπλέον, οι σταδιοδρομίες STEM προσφέρουν υψηλότερους μισθούς έναρξης και περισσότερες δυνατότητες εξέλιξης σταδιοδρομίας από τους περισσότερους τομείς. Οι σημερινές σταδιοδρομίες απαιτούν δεξιότητες STEM σε όλα τα επίπεδα απασχόλησης από τις βιομηχανίες έως τη μηχανική με αποτέλεσμα οι νέοι

ενήλικες που δεν κατέχουν υψηλού επιπέδου δεξιότητες στα μαθηματικά, τις επιστήμες και την τεχνολογία βρίσκονται σε σημαντικό μειονέκτημα σταδιοδρομίας.

Κάθε σκέλος του STEM συμβάλει σε μια περισσότερο ολοκληρωμένη εκπαίδευση. Μέσω της επιστήμης οι μαθητές μπορούν να κατανοούν βαθύτερα τον κόσμο γύρω μας. Με την τεχνολογία, οι νέοι προετοιμάζονται να εργαστούν σε ένα σύγχρονο περιβάλλον γεμάτο νέες ιδέες και καινοτόμες εφαρμογές υψηλής τεχνολογίας. Η μηχανική ενισχύει τις δεξιότητες των μαθητών να λύνουν προβλήματα και να εφαρμόζουν την γνώση σε νέα έργα. Τα μαθηματικά βοηθούν τους μαθητές να αναλύουν πληροφορίες, να αντιλαμβάνονται έννοιες όπως του διαφορικού και διανυσματικού λογισμού να κατανοούν γεωμετρικές κατασκευές και να μπορούν να λαμβάνουν συνειδητές αποφάσεις όταν σχεδιάζουν διάφορες λύσεις.

Η σύνδεση όλων αυτών των κλάδων σε ένα συνεκτικό σύστημα εκπαίδευσης προωθεί την διαφορετική άποψη και την δημιουργικότητα.

Εμπνέει και παρακινεί τους μαθητές να διατυπώσουν νέες ιδέες και να δημιουργήσουν καινοτόμες εφαρμογές. Η εκπαίδευση STEM βοηθά αφ' ενός στην κατανόηση των θεωρητικών εννοιών αφ' ετέρου όμως παράλληλα στοχεύει και στην εφαρμογή της γνώσης. Οι μαθητές σχεδιάζουν και εφαρμόζουν αυτό που μαθαίνουν. Η πρακτική εφαρμογή θεωρητικών γνώσεων έχει σαν αποτέλεσμα οι μαθητές να μαθαίνουν από τα λάθη τους και να αποκτήσουν μια νοοτροπία που περικλείει περιέργεια και ευελιξία και τους καθιστά ικανούς να αντιμετωπίσουν τις προκλήσεις της κοινωνίας και τρόπου που αναπτύσσεται το οικονομικό περιβάλλον και η αγορά εργασίας. [2]

1.4 Χαρακτηριστικά της εκπαίδευσης STEM

Η εκπαίδευση STEM ενθαρρύνει και αναπτύσσει την διερευνητική και συνεργατική μάθηση και έχει σαν αποτέλεσμα την ανάπτυξη και ενδυνάμωση της ικανότητας των μαθητών να αποκτούν υπολογιστική σκέψη (Computational Thinking) και αυξάνουν την δημιουργικότητα τους.

1.4.1 Διερευνητική μάθηση

Με τη διερευνητική μάθηση οι μαθητές αναλαμβάνουν την ευθύνη για τη μάθησή τους, καθώς μαθαίνουν να λειτουργούν τόσο ατομικά, όσο και σε ομάδες. Τα θέματα που καλύπτονται έχουν σχέση με τους μαθητές και η προηγούμενη εμπειρία τους λαμβάνεται επαρκώς υπόψη. Έτσι, με την ενεργή συμμετοχή των μαθητών στην κατασκευή, την αξιολόγηση και τον αναστοχασμό της γνώσης, η διερευνητική εκπαίδευση προωθεί ικανότητες που έχουν σημασία για τη δια βίου μάθηση και για έναν επιτυχή προσανατολισμό σε έναν περίπλοκο κόσμο. Από την πλευρά των εκπαιδευτικών, η ενορχήστρωση και η διευκόλυνση των διαδικασιών μάθησης, για παράδειγμα μέσω μοντελοποίησης και καθοδήγησης, είναι μια λεπτή δεξιότητα/ικανότητα που είναι ιδιαίτερα σημαντική για τη σωστή λειτουργία της διερευνητικής μάθησης και διδασκαλίας (Barrow, 2006· Colburn, 2006· Hmelo-Silver, 2004· Prince & Felder, 2007, αναφορά στο Engeln κ.ά., 2013). Με αυτό το τρόπο οι μαθητές εκπαιδεύονται να σκέφτονται κριτικά, δημιουργικά και παραγωγικά ενώ ταυτόχρονα αναπτύσσουν δεξιότητες υπολογιστικής σκέψης και επίλυσης προβλημάτων. Ο Jerome Bruner υποστηρίζει ότι ο εκπαιδευτικός δεν πρέπει παραθέτει έτοιμες γνώσεις αλλά πρέπει να δημιουργεί και να θέτει προς επίλυση προβλήματα ανάλογα με την ηλικία και το επίπεδο των μαθητών να παρακινεί και να καθοδηγεί τους μαθητές να προσπαθούν για την λύση του προβλήματος με κατάλληλες ερωτήσεις και απορίες Η διερευνητική μάθηση στηρίζεται κυρίως στις αναζητήσεις, τις απορίες και τις ερωτήσεις των μαθητών στην παρουσίαση της διδακτέας ύλης από τον εκπαιδευτικό. Οι μαθητές προσπαθούν να μαθαίνουν μόνοι τους συνδυάζοντας τις γνώσεις, τις εμπειρίες, τις δυνατότητες και τις δημιουργικές τους ικανότητες.

1.4.2 Συνεργατική μάθηση

Σύμφωνα με τον (Vygotsky, 1986) η γνώση είναι κοινωνική κατασκευή και η μάθηση κοινωνική διαδικασία, ενώ σύμφωνα με τις απόψεις του Dewey, η συνεργατική μάθηση αποτελεί την κινητήρια δύναμη της εκπαίδευσης, με τη ομαδική προσπάθεια να υπερέχει έναντι της ατομικής, γεγονός που επιβεβαιώνουν πολλές θεωρίες όπως π.χ του Deutsch σύμφωνα την οποία η κοινωνική αλληλεπίδραση αποτελεί το βασικό

στοιχείο της συνεργατικής μάθησης. Αν και δεν υπάρχει ένας μοναδικός και επίσημος ορισμός, η συνεργατική μάθηση ερμηνεύεται σαν η παιδαγωγική στην οποία οι μαθητές είναι ενεργοί κατασκευαστές της γνώσης αντί παθητικοί δέκτες οποιασδήποτε δεδομένης γνώσης (Liang, 2002). Προκειμένου να λειτουργεί σωστά η συνεργατική μάθηση πρέπει να ικανοποιούνται πέντε βασικές αρχές:

Θετική αλληλεξάρτηση, η οποία αποτελεί την βάση για την επιτυχία της συνεργατικής μάθησης, κατά την οποία προάγεται η συνοχή της ομάδας και περιορίζονται οι εγωκεντρικές προθέσεις με τα μέλη της ομάδας να λειτουργούν ως συνεργάτες και όχι ανταγωνιστές και να συντονίζουν τις προσπάθειές τους για την επίτευξη ενός κοινού στόχου (Johnson & Johnson, 2003 Κοσσυβάκη, 2003 Ματσαγγούρας, 2000 Χαραλάμπους, 2001).

Ατομική υπευθυνότητα, η οποία πρέπει να αναπτύσσεται σε όλες τις φάσεις της διεργασίας της μάθησης, από τη διαχείριση του υλικού μέχρι την ανάληψη συγκεκριμένων καθηκόντων, αφού όλα τα μέλη της ομάδας είναι υπεύθυνα για την ολοκλήρωση της εργασίας που αναλαμβάνουν, με αλληλοϋποστήριξη αλλά και με συνεχή κρίση και αξιολόγηση των ενεργειών όλων των μελών της ομάδας (Johnson & Johnson, 2003).

Διαπροσωπική αλληλεπίδραση, με καλή επικοινωνία για την ανταλλαγή πληροφοριών και γνώσεων, ενώ έχει διαπιστωθεί ότι για να επιτευχθεί αυτό απαιτείται μικρό μέγεθος ομάδων (Johnson & Johnson, 2003).

Θετικές συμπεριφορές και στάσεις κοινωνικής αλληλεπίδρασης η ενεργοποίηση των οποίων οδηγεί στην ισότητα και ελευθερία μέσα στην ομάδα. Η καλλιέργεια συγκεκριμένων κοινωνικών και συνεργατικών δεξιοτήτων όπως για παράδειγμα η προσεκτική ενεργητική ακρόαση, η ανάληψη ευθύνης, η εκ περιτροπής συμμετοχή στη συζήτηση, η ανεκτικότητα, η σύνθεση απόψεων, η λήψη αποφάσεων, η αίτηση και παροχή βοήθειας, η δημόσια ομιλία αποτελούν σημαντική προϋπόθεση επιτυχημένου μοντέλου συνεργατικής μάθησης (Johnson & Johnson, 2003 Χαραλάμπους, 2001).

Ομαδική διεργασία κατά την οποία όλες οι ενέργειες γίνονται με ορθολογικό τρόπο ώστε να επιτυγχάνεται ο συνολικός συντονισμός της ομάδας. Σύμφωνα με τον Draper (2015) ένας από τους σημαντικότερους παράγοντες είναι οι συμμετέχοντες να

χρησιμοποιούν δεξιότητες όπως η κριτική σκέψη, η ανάλυση και σύνθεση, η αξιολόγηση και η εφαρμογή της πληροφορίας

Με την συνεργατική μάθηση επιτυγχάνεται πέραν των εξειδικευμένων γνώσεων που αποκτούν οι μαθητές και η ανάπτυξη ενός συνόλου διαπροσωπικών δεξιοτήτων όπως της αποτελεσματικής επικοινωνίας, της διαπραγμάτευσης, της επίλυσης συγκρούσεων και διαφορετικών απόψεων, της ατομικής υπευθυνότητας και της ηγεσίας. Όλα αυτά βοηθούν τους μαθητές να κοινωνικοποιηθούν, να μπορούν εύκολα να προσαρμόζονται σε ένα διαρκώς μεταβαλλόμενο κοινωνικό και οικονομικό περιβάλλον.

1.4.3 Υπολογιστική σκέψη

Ο όρος Υπολογιστική σκέψη (Υ.Σ) προτάθηκε από την Wing το 2006 ως μια αναλυτική προσέγγιση για την επίλυση προβλημάτων, σχεδίαση συστημάτων και κατανόηση της ανθρώπινης συμπεριφοράς που βασίζεται σε θεμελιώδεις έννοιες της επιστήμης των υπολογιστών. Η Wing 2016 στο άρθρο της Computational Thinking επιχειρεί να τεκμηριώσει τις θέσεις της σχετικά με την αναγκαιότητα ανάπτυξης της Υ.Σ, ως δεξιότητα για την επίλυση προβλημάτων πέρα της επιστήμης των υπολογιστών, αλλά και άλλων επιστημονικών πεδίων -θετικών ή /και ανθρωπιστικών-όπως επίσης και προβλημάτων που αντιμετωπίζει το άτομο στην καθημερινότητα του. Αναφέρει συγκεκριμένα ότι "Η υπολογιστική σκέψη είναι ένα είδος αναλυτικής σκέψης. Είναι παρόμοια με την μαθηματική σκέψη ως προς τους γενικούς τρόπους με τους οποίους θα μπορούσαμε να προσεγγίσουμε την επίλυση ενός προβλήματος. Είναι παρόμοια με την μηχανική σκέψη ως προς τους γενικούς τρόπους με τους οποίους θα μπορούσαμε να προσεγγίσουμε τον σχεδιασμό και την αξιολόγηση ενός μεγάλου, σύνθετου συστήματος που λειτουργεί υπό τους περιορισμούς του αληθινού κόσμου. Είναι παρόμοια με την επιστημονική σκέψη ως προς τους γενικούς τρόπους με τους οποίους θα μπορούσαμε να προσεγγίσουμε την κατανόηση της υπολογιστικότητας, της νοημοσύνης του νου και της ανθρώπινης συμπεριφοράς" (Wing 2008) θεωρεί επίσης ότι η Υ.Σ είναι μια βασική δεξιότητα για όλους και όχι μόνο για τους επιστήμονες της πληροφορικής και προτείνει να προστεθεί μαζί με την ανάγνωση, την γραφή και την αριθμητική, στις αναλυτικές ικανότητες κάθε παιδιού. [46]

Σύμφωνα με τους οργανισμούς ISTE (International Society for Technology in Education) και CSTA (Computer Science Teachers Association) η Υ.Σ είναι μια διεργασία επίλυσης προβλήματος που περιλαμβάνει (χωρίς όμως να περιορίζετε σε αυτά) τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

Διατύπωση προβλημάτων με τέτοιο τρόπο που να μας επιτρέπει να χρησιμοποιήσουμε υπολογιστή και άλλα εργαλεία για την επίλυσή τους.

Λογική οργάνωση και ανάλυση δεδομένων

Παρουσίαση δεδομένων μέσω αφαιρέσεων όπως μοντέλων και προσομοιώσεων .

Αυτοματοποίηση των λύσεων μέσω αλγοριθμικής σκέψης δηλαδή με μια σειρά λογικά διατεταγμένων βημάτων

Αναγνώριση , ανάλυση και εφαρμογή πιθανών λύσεων με στόχο την επίτευξη του περισσότερο αποτελεσματικού συνδυασμού βημάτων και πόρων.

Γενίκευση και μεταφορά της διαδικασίας επίλυσης του προβλήματος σε μια ευρύτερη ποικιλία προβλημάτων. Μια ακόμη ενδιαφέρουσα προσέγγιση αποτελεί το μάθημα «CS Principles» που σχεδιάστηκε από το College Board και τον NSF, το οποίο επικεντρώνεται σε πρακτικές ΥΣ και βασίζεται στις 7 «μεγάλες ιδέες» της Πληροφορικής (The College Board, 2010):

Η Πληροφορική είναι μια δημιουργική δραστηριότητα.

Η αφαίρεση μειώνει την πληροφορία και τις λεπτομέρειες για να διευκολύνει την εστίαση στις σχετικές έννοιες.

Τα δεδομένα και οι πληροφορίες διευκολύνουν την δημιουργία γνώσης.

Οι αλγόριθμοι χρησιμοποιούνται για την ανάπτυξη και εφαρμογή λύσεων σε υπολογιστικά προβλήματα.

Ο προγραμματισμός δίνει τη δυνατότητα επίλυσης προβλημάτων, ανθρώπινης έκφρασης και δημιουργίας γνώσης.

Το διαδίκτυο διαπερνά τη σύγχρονη πληροφορική.

Η πληροφορική έχει παγκόσμια επιρροή. Τον Αύγουστο του 2016 η CSTA εξέδωσε μια συλλογή προτύπων, το CSTA K–12 Computer Science Standards, μια

ενημερωμένη έκδοση των CSTA standards. Εδώ γίνεται αναφορά στους ορισμούς της Wing για την ΥΣ και τονίζονται οι πτυχές της επίλυσης προβλημάτων, καθώς και η αφαίρεση, η αυτοματοποίηση και η ανάλυση ως διακριτά στοιχεία της ΥΣ. Αναφέρεται σχετικά: «Πιστεύουμε ότι η Υπολογιστική Σκέψη είναι μια μεθοδολογία επίλυσης προβλημάτων που επεκτείνει το «βασιλείο» της επιστήμης υπολογιστών σε όλους τους κλάδους, προσφέροντας τα μέσα ανάλυσης και ανάπτυξης λύσεων σε προβλήματα που μπορούν να λυθούν υπολογιστικά. Με την εστίαση στην αφαίρεση, αυτοματοποίηση και ανάλυση, η ΥΣ είναι δομικό στοιχείο του ευρύτερου κλάδου της Επιστήμης Υπολογιστών» (CSTA, 2016).

Η έννοια της Υ.Σ εμπεριέχει και άλλες δεξιότητες που πρέπει να συνυπάρχουν προκειμένου οι μαθητές να μπορούν να αντιμετωπίσουν πιο σύνθετα προβλήματα όπως;

Να έχουν εμπιστοσύνη στις ικανότητές τους όσον αφορά την αντιμετώπιση ενός πιο σύνθετου προβλήματος

Να επιμένουν στην εργασία τους

Να δείχνουν ανοχή στην ασάφεια

Να μπορούν να εργάζονται και να ερευνούν αόριστα προβλήματα

Να εντάσσονται σε ομάδες και να έχουν την ικανότητα να επικοινωνούν και να συνεργάζονται με τα άλλα μέλη της ομάδας για την επίτευξη του κοινού σκοπού.

1.4.4 Δημιουργικότητα

Η έννοια της δημιουργικότητας είναι δύσκολο να ορισθεί με ένα ενιαίο τρόπο. Πολλοί θεωρητικοί και ερευνητές πάντως συμφωνούν ότι πρόκειται για φυσική προδιάθεση που ενυπάρχει σε όλα τα άτομα και σε όλες τις ηλικίες και εξαρτάται στενά από το περιβάλλον μέσα στο οποίο αναπτύσσεται, εξελίσσεται και καλλιεργείται το άτομο. Η δημιουργικότητα του ατόμου ενισχύεται όταν το περιβάλλον του είναι υποστηρικτικό, ενθαρρυντικό και παρέχει στις επιλογές του συναισθηματική ασφάλεια και εμπιστοσύνη. Αντίθετα όμως, ένα περιβάλλον εξαιρετικά υποβοηθητικό με υπερβολές,

όπου όλα παρέχονται έτοιμα χωρίς καμία προσπάθεια νοητική ή σωματική θα αδρανοποιήσει το όποιο δημιουργικό δυναμικό υπάρχει στο άτομο.

Ο Ellis Paul Torrance, που αναγνωρίζεται ως ο θεμελιωτής της έννοιας της δημιουργικότητας προσδιόρισε τέσσερα στοιχεία, που ορίζουν την έννοια της δημιουργικότητας.

Ρευστότητα (Fluency)

Ευελιξία (Flexibility) (ποικιλία ιδεών)

Πρωτοτυπία (Originality) (μοναδικότητα ιδεών)

Επεξεργασία (Elaboration) (λεπτομέρειες ιδεών)

Σύμφωνα με την Ξανθάκου (1998) βασικά της χαρακτηριστικά είναι:

Ευαισθησία στα προβλήματα του περιβάλλοντος: Το δημιουργικό άτομο έχει την ικανότητα να εντοπίζει το ασυνήθιστο, να ξεχωρίζει ένα πρόβλημα, να αναγνωρίζει μια δυσκολία ενώ ένα άλλο άτομο δεν θα έβλεπε τίποτε από τα παραπάνω.

Νοητική ευχέρεια (ευχέρεια λέξεων, ευχέρεια ιδεών, ευχέρεια συνειρμών, ευχέρεια έκφρασης): Η νοητική ευχέρεια συνδέεται με την ικανότητα του ατόμου να παράγει σε προκαθορισμένο χρόνο ένα μεγάλο αριθμό λέξεων, ιδεών, συνειρμών, προτάσεων για την επίλυση ενός προβλήματος.

Νοητική ευλυγισία/ευελιξία: Η ευλυγισία της σκέψης αφορά στην ικανότητα του ατόμου να μην προσκολλάται σε νοητικές συνήθειες και συμπεριφορές ρουτίνας αλλά να ακολουθεί καινούριους τρόπους σκέψης, να υιοθετεί νέες στρατηγικές, να παράγει ποικιλία απαντήσεων.

Πρωτοτυπία της σκέψης: Η πρωτοτυπία της σκέψης αποτελεί βασικό χαρακτηριστικό της δημιουργικής σκέψης και συνδέεται με το ασυνήθιστο, το σπάνιο, το μοναδικό.

Ικανότητα σύνθεσης-μετασχηματισμών-επεξεργασίας: Η δημιουργική σκέψη έχει την ικανότητα της σύνθεσης, του συνδυασμού δηλαδή πολλών στοιχείων για τη δημιουργία ενός νέου συνόλου όχι όμως με μηχανικό αλλά με τρόπο ποιοτικά παραγωγικό. Η ικανότητα μετασχηματισμών αφορά στην αναδιοργάνωση οργανωμένων ήδη συνόλων σε καινούρια, στην τροποποίηση ενός αντικειμένου σε

άλλο με διαφορετική μορφή, λειτουργία και χρήση. Ακόμη τα δημιουργικά άτομα έχουν την ικανότητα να επεξεργάζονται ένα θέμα, μια ιδέα, μια ιστορία που βρίσκεται σε μια αρχικά ατελή μορφή προσθέτοντας τις κατάλληλες λεπτομέρειες ώστε να παραχθεί ένα ολοκληρωμένο σύνολο το οποίο όμως θα έχει ενδιαφέρον και θα είναι ελκυστικό.

Σύμφωνα με τον εξαιρετικό δάσκαλο και συγγραφέα Ροντάρι (1985) η δημιουργικότητα έχει την ικανότητα να σπάει συνεχώς τα σχήματα της εμπειρίας και δημιουργικό είναι το μυαλό που πάντα δουλεύει, που πάντα ρωτάει, που ανακαλύπτει προβλήματα εκεί όπου οι άλλοι βρίσκουν ικανοποιητικές απαντήσεις, που νιώθει άνετα στις ρευστές καταστάσεις, όπου οι άλλοι οσφραίνονται μόνο κινδύνους, που διαθέτει κρίση αυτόνομη και ανεξάρτητη (ακόμα κι απ' τον πατέρα, το δάσκαλο, την κοινωνία), που αρνείται το τυποποιημένο, που καταπιάνεται απ' την αρχή με τα πράγματα και τις έννοιες, χωρίς να εμποδίζεται από κομφορμισμούς.

Με τη δημιουργική σκέψη έχουν ασχοληθεί πολλοί ψυχολόγοι (J.Guilford, A.Beaudot, M. Debesse κ.ά.) υπερτονίζοντας ο καθένας διαφορετικά της σημεία.
[33],[34],[35],[36],[37]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

INTERNET OF THINGS

2.1 Εισαγωγή

Το Διαδίκτυο (Internet) έχει γίνει ένα απαραίτητο παγκόσμιο δίκτυο επικοινωνίας μεταξύ των ανθρώπων. Υποστηρίζει επικοινωνίες μεταξύ συσκευών που κυμαίνονται από επιτραπέζιους υπολογιστές έως μικρά ακουστικά. Δισεκατομμύρια άνθρωποι βασίζονται στο Διαδίκτυο σε καθημερινή ζωή, εργασία και επιχειρηματικές δραστηριότητες. Τα τελευταία χρόνια, το Διαδίκτυο έχει επεκταθεί περαιτέρω για να συνδέσει πράγματα, όπως μετρητές ισχύος, μόνιτορ καρδιακών παλμών, μετρητές θερμοκρασίας και πολλές ισχυρές λειτουργίες, όπως μονάδες υγειονομικής περίθαλψης, υπηρεσίες πράσινης ενέργειας και έξυπνες γεωργικές επιχειρήσεις κοινής ωφελείας, μπορούν να διατεθούν σε άτομα για βελτιωμένη ποιότητα ζωής. Ένα μακροπρόθεσμο όραμα του Διαδικτύου είναι να ενσωματώσει τον άνθρωπο, τα πράγματα, τα δεδομένα και τις διάφορες διαδικασίες ως ένα νευρωνικό δίκτυο για το ανθρώπινο σώμα. Από πολλά πιθανά οράματα, το πώς να αλληλεπιδράσετε με πράγματα μέσω του Διαδικτύου με βολικό και ασφαλή τρόπο θεωρείται ένα κρίσιμο ερώτημα που πρέπει να αντιμετωπιστεί. Η αλληλεπίδραση με τα πράγματα, η πρόσβαση σε αυτά μέσω του Διαδικτύου είναι ένα ουσιαστικό ζήτημα. Το διαδίκτυο (Internet) υπάρχει σήμερα παντού και επηρεάζει καθοριστικά την ζωή των ανθρώπων σε ολόκληρο τον πλανήτη, σχεδόν σε κάθε δραστηριότητά τους. Ζούμε στην εποχή της διάχυτης συνδεσιμότητας όπου μια τεράστια ποικιλία συσκευών είναι συνδεδεμένη στο διαδίκτυο. Διανύουμε την εποχή του «Internet of Things» (συντομογραφία IoT). Ο όρος αυτός έχει οριστεί από διαφορετικούς συγγραφείς με πολλούς διαφορετικούς τρόπους. Ας δούμε δύο από τους πιο δημοφιλείς ορισμούς. Οι Vermesan et al. [3] ορίζουν το Διαδίκτυο των Πραγμάτων ως απλώς μια αλληλεπίδραση μεταξύ του φυσικού και του ψηφιακού κόσμου. Ο ψηφιακός κόσμος αλληλεπιδρά με τον φυσικό κόσμο χρησιμοποιώντας ένα πλήθος αισθητήρων και ενεργοποιητών. Ένας άλλος ορισμός από τους Peña-López et al. [4] ορίζει το Διαδίκτυο των πραγμάτων ως ένα παράδειγμα στο οποίο οι υπολογιστικές και δικτυακές δυνατότητες είναι ενσωματωμένες σε κάθε είδους νοητό αντικείμενο. Χρησιμοποιούμε αυτές τις δυνατότητες για να ρωτήσουμε την κατάσταση του αντικειμένου και να αλλάξουμε την

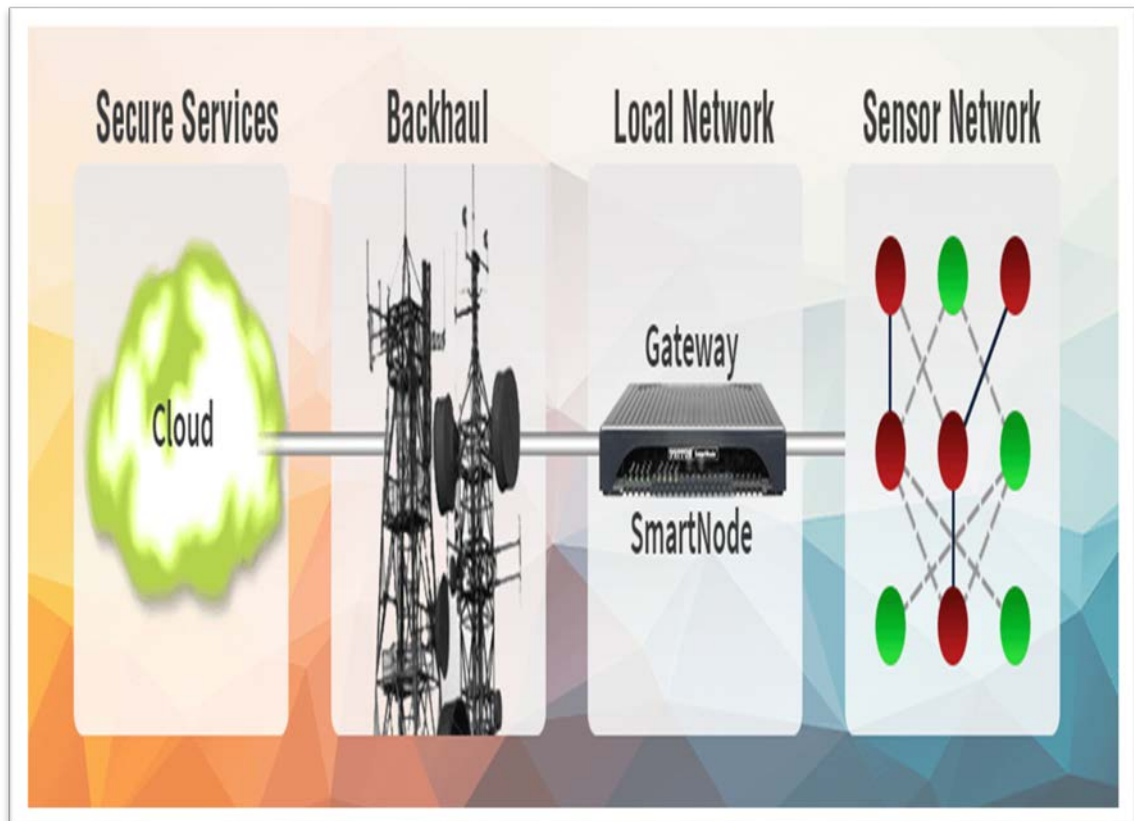
κατάστασή του αν είναι δυνατόν. Στην κοινή γλώσσα, το Διαδίκτυο των Πραγμάτων αναφέρεται σε ένα νέο είδος κόσμου όπου σχεδόν όλες οι συσκευές και οι συσκευές που χρησιμοποιούμε είναι συνδεδεμένες σε ένα δίκτυο. Μπορούμε να τα χρησιμοποιήσουμε συλλογικά για να επιτύχουμε σύνθετες εργασίες που απαιτούν υψηλό βαθμό ευφυΐας.

Για την διασύνδεση τους οι συσκευές IoT πρέπει να είναι εξοπλισμένες με:

- 1 ενσωματωμένους αισθητήρες
- 2.ενεργοποιητές
- 3.επεξεργαστές
- 4.πομποδέκτες.

Το IoT δεν είναι μια ενιαία τεχνολογία αλλά είναι μια συσσώρευση διαφόρων τεχνολογιών που συνεργάζονται παράλληλα.

Οι αισθητήρες(sensors) και οι ενεργοποιητές(actuators) είναι συσκευές που βοηθούν στην αλληλεπίδραση με το φυσικό περιβάλλον. Τα δεδομένα που συλλέγονται από τους αισθητήρες πρέπει να αποθηκεύονται και να υποβάλλονται σε επεξεργασία με έξυπνο τρόπο, προκειμένου να εξαχθούν χρήσιμα συμπεράσματα από αυτά. Να σημειώσουμε ότι με τον όρο αισθητήρα ορίζουμε γενικά κάθε συσκευή που μπορεί να μετρήσει ως αισθητήρας και να παρέχει πληροφορίες για την τρέχουσα κατάσταση του (εσωτερική κατάσταση + περιβάλλον) όπως π.χ ένα κινητό τηλέφωνο ή ακόμα και ένας φούρνος μικροκυμάτων Ένας ενεργοποιητής είναι μια συσκευή που χρησιμοποιείται για να πραγματοποιήσει μια αλλαγή στο περιβάλλον, όπως ο ελεγκτής θερμοκρασίας ενός κλιματιστικού.[5] Οι πληροφορίες σχετικά με τις φυσικές διεργασίες, που συλλέγονται μέσω αισθητήρων, μεταφέρονται, υποβάλλονται σε επεξεργασία και χρησιμοποιούνται στον ψηφιακό κόσμο, αλλά μπορούν επίσης να επηρεάσουν τις φυσικές διαδικασίες μέσω βρόχων ανάδρασης, για παράδειγμα με τη χρήση ενεργοποιητών. Η εικόνα 1 παρουσιάζει μια γενική διάταξη δικτύωσης IoT. [15]



Εικόνα 1: Γενική διάταξη δικτύωσης IoT

Επιπλέον η νέα γενιά συσκευών είναι “έξυπνη” χάρη στα ενσωματωμένα ηλεκτρονικά που τους επιτρέπουν να αισθάνονται, να υπολογίζουν, να επικοινωνούν και να ενσωματώνονται απρόσκοπτα στο περιβάλλον. Η συσχέτιση “μία συσκευή/ μία λειτουργία” εξαφανίζεται, αλλά ολόκληρο το σύνολο των αντικειμένων γίνεται ο τόπος όπου ενεργοποιείται η λειτουργία, με αποτέλεσμα όλα να διανέμονται ευρέως. Το μελλοντικό σενάριο IoT απεικονίζεται εικόνα 2 [6]. Οι έξυπνες συσκευές θα σχηματίσουν το λεγόμενο αισθητηριακό σμήνος και θα είναι το μεγαλύτερο μέρος του συστήματος. Θα είναι εξαιρετικά ετερογενείς όσον αφορά τις δυνατότητες πόρων, τη διάρκεια ζωής και τις τεχνολογίες επικοινωνίας. Θα υπερβαίνουν τις κλασικές συσκευές, όπως τα smartphones και τα tablet, τα οποία, αντίθετα, θα αποτελέσουν έναν τρόπο πρόσβασης στο Διαδίκτυο [7] Στον πυρήνα, αντί να έχει παραδοσιακά υπολογιστικά συστήματα, το Cloud θα παρέχει την αφαίρεση ενός συνόλου υπολογιστών και θα προσφέρει υπηρεσίες υπολογισμού και αποθήκευσης.

Προβλέπεται ότι ο αριθμός των συνδεδεμένων συσκευών θα υπερβεί τα 7 τρισεκατομμύρια μέχρι το 2025 [8], με εκτίμηση περίπου 1000 συσκευών ανά άτομο. Ένα μέρος τους θα είναι φορητό [9], αλλά η πλειοψηφία θα είναι στην υποδομή. Σε αυτό το όραμα, οι άνθρωποι θα βυθιστούν πλήρως στον κόσμο της τεχνολογίας, οδηγώντας στον λεγόμενο βυθισμένο άνθρωπο.[6]



Εικόνα 2: Το σενάριο ανάπτυξης του IoT [6]

Η αποθήκευση και η επεξεργασία των δεδομένων μπορεί να γίνει στην άκρη του ίδιου του δικτύου ή σε έναν απομακρυσμένο διακομιστή. Εάν είναι δυνατή οποιαδήποτε προεπεξεργασία δεδομένων, τότε συνήθως γίνεται είτε στον αισθητήρα είτε σε κάποια άλλη κοντινή συσκευή. Στη συνέχεια, τα επεξεργασμένα δεδομένα αποστέλλονται συνήθως σε έναν απομακρυσμένο διακομιστή. Οι δυνατότητες αποθήκευσης και επεξεργασίας ενός αντικειμένου IoT περιορίζονται επίσης από τους διαθέσιμους πόρους, οι οποίοι είναι συχνά πολύ περιορισμένοι λόγω περιορισμών μεγέθους, ενέργειας, ισχύος και υπολογιστικής ικανότητας. Ως αποτέλεσμα, η κύρια πρόκληση της έρευνας είναι να διασφαλίσουμε ότι λαμβάνουμε το σωστό είδος δεδομένων στο επιθυμητό επίπεδο ακρίβειας. Μαζί με τις προκλήσεις της συλλογής και του χειρισμού δεδομένων, υπάρχουν προκλήσεις και στην επικοινωνία. Η επικοινωνία μεταξύ των

συσκευών IoT είναι κυρίως ασύρματη επειδή είναι γενικά εγκατεστημένες σε γεωγραφικά διασκορπισμένες τοποθεσίες. Τα ασύρματα κανάλια έχουν συχνά υψηλά ποσοστά παραμόρφωσης και είναι αναξιόπιστα. Σε αυτό το σενάριο, η αξιόπιστη επικοινωνία δεδομένων χωρίς πάρα πολλές αναμεταδόσεις είναι ένα σημαντικό πρόβλημα και επομένως οι τεχνολογίες επικοινωνίας αποτελούν αναπόσπαστο κομμάτι της μελέτης των συσκευών IoT.

Μετά την επεξεργασία των δεδομένων, χρειάζεται να γίνει κάποια ενέργεια με βάση τα συμπεράσματα που προκύπτουν. Η φύση των ενεργειών μπορεί να είναι διαφορετική. Μπορούμε να τροποποιήσουμε άμεσα τον φυσικό κόσμο μέσω ενεργοποιητών. Ή μπορεί να κάνουμε κάτι εικονικά. Για παράδειγμα, μπορούμε να στείλουμε κάποιες πληροφορίες σε άλλα έξυπνα πράγματα.

Η διαδικασία πραγματοποίησης μιας αλλαγής στον φυσικό κόσμο συχνά εξαρτάται από την κατάστασή του σε εκείνο το χρονικό σημείο. Αυτό ονομάζεται συνειδητοποίηση περιβάλλοντος. Κάθε ενέργεια πραγματοποιείται λαμβάνοντας υπόψη το πλαίσιο, επειδή μια εφαρμογή μπορεί να συμπεριφέρεται διαφορετικά σε διαφορετικά περιβάλλοντα. Για παράδειγμα, σε ένα άτομο μπορεί να μην αρέσουν τα μηνύματα από το γραφείο του για να τον διακόπτουν όταν είναι σε διακοπές.

Οι αισθητήρες, οι ενεργοποιητές, οι υπολογιστές και το δίκτυο επικοινωνίας αποτελούν την βασική υποδομή ενός πλαισίου IoT. Ωστόσο, υπάρχουν πολλές πτυχές λογισμικού που πρέπει να ληφθούν υπόψη. Πρώτον, χρειαζόμαστε ένα ενδιάμεσο λογισμικό που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη σύνδεση και τη διαχείριση όλων αυτών των ετερογενών στοιχείων. Χρειαζόμαστε πολλή τυποποίηση για να συνδέσουμε πολλές διαφορετικές συσκευές.

Το Διαδίκτυο των πραγμάτων βρίσκει διάφορες εφαρμογές όπως:

στην υγειονομική περίθαλψη

τη φυσική κατάσταση

την εκπαίδευση

την ψυχαγωγία,

την κοινωνική ζωή,
την εξοικονόμηση ενέργειας
την παρακολούθηση περιβάλλοντος,
τον οικιακό αυτοματισμό
τα συστήματα μεταφορών.

Διαπιστώνουμε ότι, σε όλους αυτούς τους τομείς εφαρμογής, οι τεχνολογίες IoT κατάφεραν να μειώσουν σημαντικά την ανθρώπινη προσπάθεια και να βελτιώσουν την ποιότητα ζωής.[5] Σήμερα, τα ασύρματα δίκτυα αισθητήρων (WSN) χρησιμοποιούνται ευρέως σε πολλούς διαφορετικούς τομείς.[10] Συνήθως, ένα WSN αποτελείται από έναν μεγάλο αριθμό μικρών, φθηνών και περιορισμένων σε πόρους συσκευών που ονομάζονται αισθητήρες, οι οποίοι χρησιμοποιούνται για τη συλλογή δεδομένων φυσικού κόσμου που μεταφέρονται ασύρματα σε μια κεντρική τοποθεσία γνωστή ως Sink ή Base Station. Αυτές οι συσκευές αισθητήρων επικοινωνούν μεταξύ τους χρησιμοποιώντας διαφορετικά ιδιόκτητα πρωτόκολλα, όπως το ZigBee [11].

2.2 Γενικά χαρακτηριστικά και απαιτήσεις του IoT

Τα γενικά χαρακτηριστικά ενός IoT συστήματος είναι:

Ανομοιογένεια (Heterogeneity) δηλαδή ικανότητα διαχείρισης της ποικιλίας και διαφορετικότητας των συνδεδεμένων συσκευών, των τεχνολογιών που χρησιμοποιούνται, των υπηρεσιών και των περιβαλλόντων που λειτουργούν.

Επεκτασιμότητα (Scalability) είναι πρωταρχικής σημασίας σε ένα πολύπλοκο και δυναμικό σύστημα όπως το IoT. Οι λύσεις για την αντιμετώπιση των παραπάνω απαιτήσεων πρέπει να αναζητούνται σε αρχιτεκτονικό επίπεδο, σε επίπεδο ονοματολογίας ή ταυτοποίησης ή διεύθυνσης, σε επίπεδο επικοινωνίας και σε επίπεδο υπηρεσιών χαρτογράφησης ονομάτων αντικειμένων/κωδικών.

Ελαχιστοποίηση του κόστους (Cost minimization) που μπορεί να διασφαλιστεί με τη βελτιστοποίηση του λειτουργικού κόστους (π.χ. ανάπτυξη, εγκατάσταση, συντήρηση), καθώς και με την ανάπτυξη από το μηδέν ενεργειακά αποδοτικών λύσεων.

Ακόμη καθώς το IoT θα παρουσιάζει συνεχώς μειούμενη την ανθρώπινη παρέμβαση), τα αντικείμενα (πράγματα) θα πρέπει να έχουν πολλές δυνατότητες όπως:

ευελιξία (flexibility) δηλαδή δυναμική διαχείριση και επαναπρογραμματισμός των συσκευών, καθώς η κατάστασή τους μεταβάλλεται διαρκώς όπως συνδεδεμένο ή αποσυνδεδεμένο, ενεργοποίηση ή απενεργοποίηση κ.λ.π

υψηλό βαθμό αυτονομίας διαμόρφωσης (high degree of configuration autonomy)

αυτοοργάνωση και αυτοδιάθεση σε διάφορα σενάρια (self-organization and self-adaptation)

αυτοανάδραση σε γεγονότα και ερεθίσματα στα οποία υποβάλλονται τα αντικείμενα (self-reaction)

αυτοεξυπηρέτηση (self-processing) των τεράστιων ποσοτήτων ανταλλασσόμενων δεδομένων, τα οποία μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν από τρίτους. Η τήρηση της ποιότητας των υπηρεσιών (Quality of Service) (QoS) είναι υποχρεωτική για τις υπηρεσίες και τις εφαρμογές που χαρακτηρίζονται από ευαίσθητη ανελαστική (σε πραγματικό χρόνο) κυκλοφορία.

Το IoT θα πρέπει επίσης να εγγυάται ένα ασφαλές περιβάλλον (secure environment) όσον αφορά:

την ασφάλεια της επικοινωνίας

την εξακρίβωση της ταυτότητας

την ακεραιότητα των δεδομένων και των συσκευών

το απόρρητο των χρηστών και των προσωπικών δεδομένων και

την αξιοπιστία του περιβάλλοντος και των εμπλεκόμενων μερών.[6]

2.3 Αρχιτεκτονική IoT

Η έρευνα για το IoT βρίσκεται ακόμη στο αρχικό της στάδιο, και επομένως δεν υπάρχει μία κοινά αποδεκτή μοναδική αρχιτεκτονική IoT. Κατά τον ορισμό της αρχιτεκτονικής

του IoT, πρέπει να ληφθούν υπόψη ορισμένοι παράγοντες, όπως η επεκτασιμότητα, η διαλειτουργικότητα, η αξιοπιστία των αποθηκευτικών χώρων δεδομένων και η Ποιότητα Υπηρεσίας (QoS). Η επεκτασιμότητα επίσης είναι ένα κρίσιμο ζήτημα για ένα IoT μεγάλης κλίμακας που αποτελείται από δισεκατομμύρια ετερογενείς συσκευές. Ένα άλλο θέμα σχεδιασμού είναι η διαλειτουργικότητα που υπάρχει λόγω έλλειψης παγκόσμιου προτύπου για συσκευές, ενώ κάθε κατασκευαστής χρησιμοποιεί την δική του τεχνολογία. Η εικόνα 3 δείχνει επίσης τις τρεις διαφορετικές φάσεις με τις οποίες πραγματοποιείται η αλληλεπίδραση φυσικού-κυβερνο-κυβερνοχώρου. Συγκεκριμένα, είναι:

φάση συλλογής

φάση μετάδοσης

φάση επεξεργασίας, διαχείρισης και αξιοποίησης.

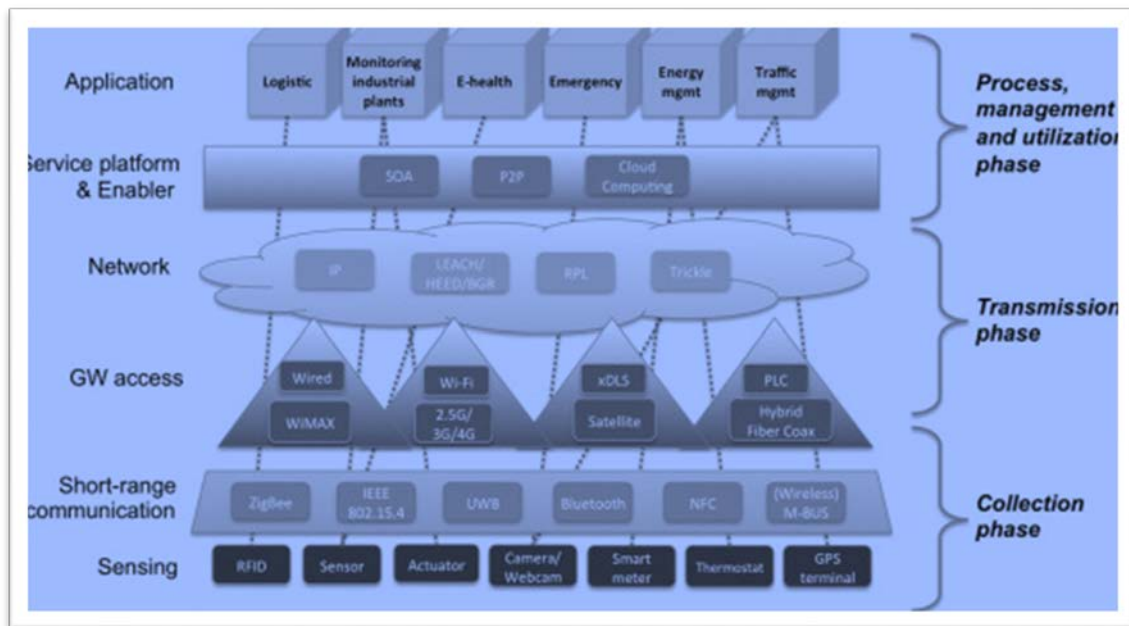
Κάθε φάση χαρακτηρίζεται από διαφορετικές και αλληλεπιδραστικές τεχνολογίες και πρωτόκολλα και έχει διαφορετικούς σκοπούς και λειτουργίες όπως αναλύονται παρακάτω:

Φάση συλλογής: αναφέρεται σε διαδικασίες για την ανίχνευση του φυσικού περιβάλλοντος, τη συλλογή φυσικών δεδομένων σε πραγματικό χρόνο και την ανακατασκευή μιας γενικής αντίληψης του. Τεχνολογίες όπως το RFID και οι αισθητήρες παρέχουν ταυτοποίηση φυσικών αντικειμένων και ανίχνευση φυσικών παραμέτρων, ενώ τεχνολογίες όπως το IEEE 802.15.4 ή το Bluetooth είναι υπεύθυνες για τη συλλογή δεδομένων.

Φάση μετάδοσης: περιλαμβάνει μηχανισμούς για την παράδοση των συλλεγόμενων δεδομένων σε εφαρμογές και σε διαφορετικούς εξωτερικούς διακομιστές. Ως εκ τούτου, απαιτούνται μέθοδοι για την πρόσβαση στο δίκτυο μέσω πυλών και ετερογενών τεχνολογιών (π.χ. ενσύρματων, ασύρματων, δορυφορικών), για την αντιμετώπιση, για τη δρομολόγηση (π.χ. LEACH, RPL, Trickle).

Φάση επεξεργασίας, διαχείρισης και αξιοποίησης: ασχολείται με την επεξεργασία και την ανάλυση των ροών πληροφοριών, την προώθηση δεδομένων σε εφαρμογές και υπηρεσίες και την παροχή σχολίων για τον έλεγχο εφαρμογών. Επιπλέον, είναι υπεύθυνη για κρίσιμες λειτουργίες όπως ο εντοπισμός συσκευών, η διαχείριση

συσκευών, το φιλτράρισμα δεδομένων, η συγκέντρωση δεδομένων, η σημασιολογική ανάλυση και η χρήση πληροφοριών.



Εικόνα 3. Οι 3 φάσεις του IoT [6]

Μια βασική αρχιτεκτονική του IoT αποτελείται από τρία επίπεδα:

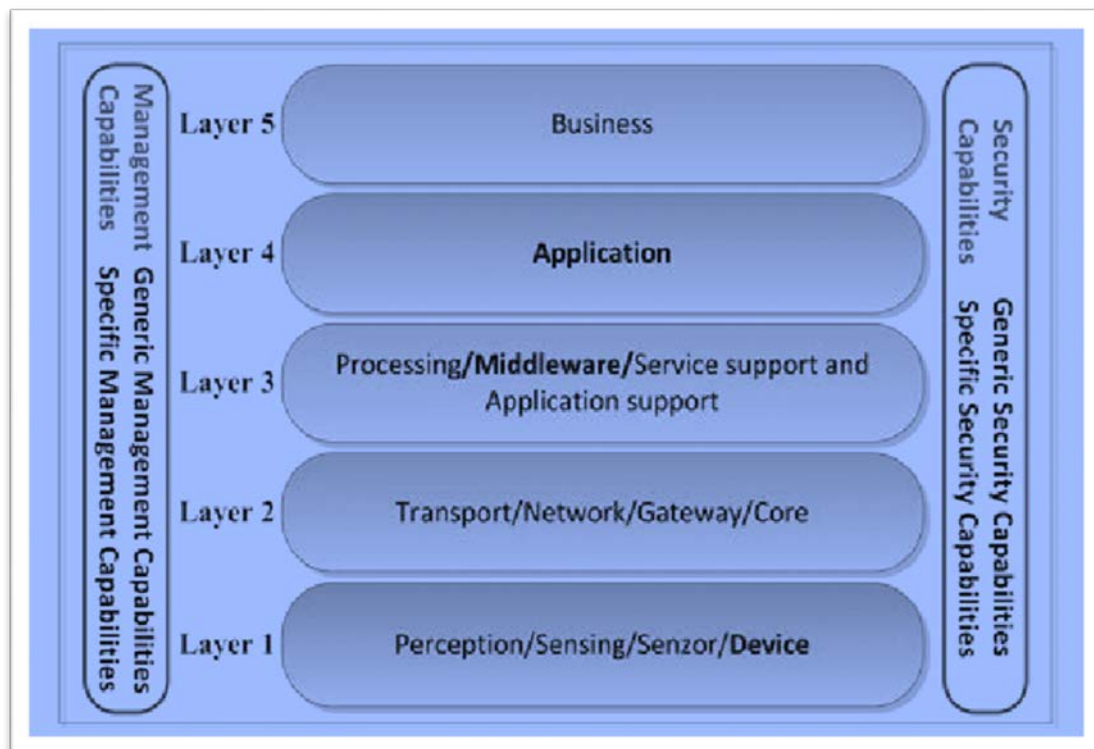
Επίπεδο αντίληψης (Perception Layer) : Η κύρια λειτουργία του επιπέδου αντίληψης, γνωστό και ως στρώμα συσκευής, είναι να αναγνωρίζει αντικείμενα και να συλλέγει πληροφορίες, όπως τοποθεσίες και θερμοκρασίες. Η βασική τεχνολογία αυτού του επιπέδου περιλαμβάνει αισθητήρες, RFID, 2-D barcode, νανοτεχνολογία κ.λπ.

Επίπεδο δικτύου (Network Layer) : Το δεύτερο επίπεδο είναι το επίπεδο δικτύου που αποτελεί τον πυρήνα του IoT. Είναι υπεύθυνο για τη διευθυνσιοδότηση κάθε αντικειμένου χρησιμοποιώντας μια μοναδική διεύθυνση και για την ασφαλή μετάδοση των πληροφοριών από το επίπεδο αντίληψης στο επίπεδο εφαρμογής και αντίστροφα. Το μέσο μετάδοσης και τα πρωτόκολλα επικοινωνίας όπως το WiFi, το Bluetooth και το ZigBee αποτελούν μέρος αυτού του επιπέδου.

Επίπεδο εφαρμογής (Application Layer): Στην κορυφή της στοίβας βρίσκεται το επίπεδο εφαρμογής που ενσωματώνει πληροφορίες και παραδίδει εφαρμογές στους

χρήστες. Αυτό το επίπεδο είναι υπεύθυνο για την παγκόσμια διαχείριση των εφαρμογών που υλοποιούνται από το IoT. [12] [6]

Λόγω της ταχείας ανάπτυξης του IoT η αρχιτεκτονική των τριών επιπέδων δεν είναι επαρκής. Για τον λόγο αυτό έχει διαμορφωθεί η αρχιτεκτονική των πέντε επιπέδων με την προσθήκη δύο νέων επιπέδων και συγκεκριμένα του επιπέδου επεξεργασίας και του επιχειρησιακού επιπέδου, όπως απεικονίζεται στην εικόνα 4. [12],[13],[14]



Εικόνα 4 : Αρχιτεκτονική IoT πέντε επιπέδων [12]

Το επίπεδο ενδιάμεσου λογισμικού (Middleware Layer), που ονομάζεται επίσης και στρώμα ενδιάμεσου λογισμικού, συνδέει το επίπεδο δικτύου με το επίπεδο εφαρμογής και αποτελεί το λογισμικό, το οποίο επιτρέπει στις εφαρμογές την πρόσβαση στα δεδομένα που παρέχουν τα έξυπνα αντικείμενα. Το επίπεδο αυτό εισάγεται στην κορυφή του επιπέδου δικτύου και χρησιμοποιείται για αποθήκευση, ανάλυση και επεξεργασία του τεράστιου όγκου δεδομένων που δημιουργούνται από τα

αντικείμενα. Έτσι, το επίπεδο επεξεργασίας χρησιμοποιεί μια σειρά από διαφορετικές τεχνολογίες, όπως λογισμικό βάσης δεδομένων, υπολογιστικό νέφος, έξυπνη επεξεργασία και πανταχού παρόν υπολογισμός. Επιπλέον, αυτό το επίπεδο είναι υπεύθυνο για τη διαχείριση της υπηρεσίας που υλοποιείται από διαφορετικά αντικείμενα.

Το επιχειρηματικό επίπεδο (Business Layer) είναι υπεύθυνο για μια σειρά από λειτουργίες που αφορούν την οικονομική διαχείριση των παρεχόμενων υπηρεσιών, όπως να διαχειρίζεται το σύστημα IoT και τις εφαρμογές, το επιχειρηματικό μοντέλο και τις υπηρεσίες του. Επίσης να χρησιμοποιεί δεδομένα που λαμβάνονται από το επίπεδο εφαρμογής για τη δημιουργία επιχειρηματικών μοντέλων, γραφημάτων, διαγραμμάτων ροής κ.λπ. Η εικόνα 5 παρουσιάζει γραφικά με ένα διαφορετικό τρόπο τα πέντε επίπεδα του IoT



Εικόνα 5: Αρχιτεκτονική IoT πέντε επιπέδων [6]

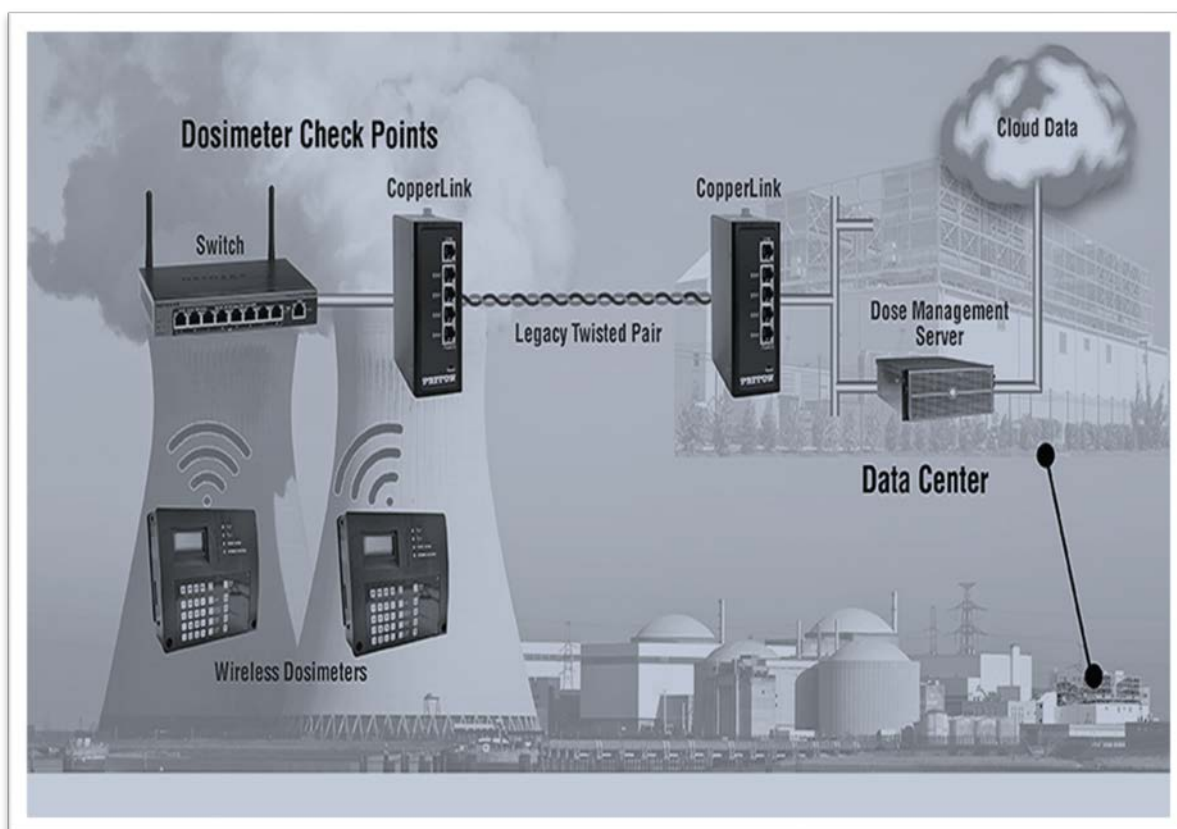
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΚΑΙ ΠΡΩΤΟΚΟΛΛΑ ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑΣ ΙοΤ

3.1 Εισαγωγή

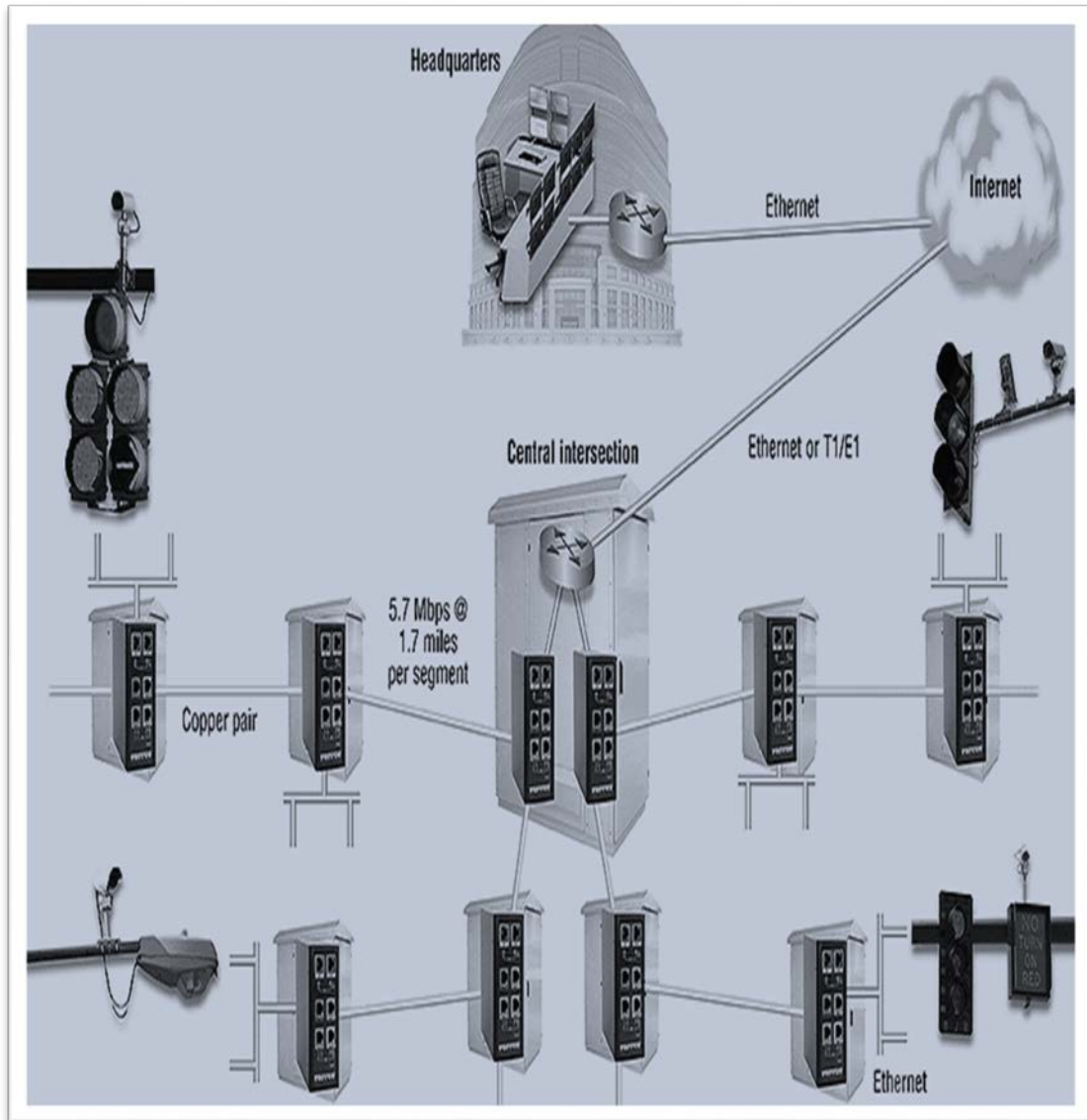
Η επικοινωνία ΙοΤ ορίζει την υποδομή, τις τεχνολογίες και τα πρωτόκολλα που χρησιμοποιούνται για τη σύνδεση των συσκευών ΙοΤ μεταξύ τους, των πυλών και των πλατφορμών cloud. Το Συμβούλιο Αρχιτεκτονικής του Διαδικτύου (Internet Architecture Board, IAB) τον Μάρτιο του 2015, εξέδωσε ένα κατευθυντήριο αρχιτεκτονικό έγγραφο για τον τρόπο δικτύωσης των έξυπνων αντικειμένων, που περιγράφει ένα πλαίσιο τεσσάρων κοινών μοντέλων επικοινωνίας που χρησιμοποιείται από συσκευές ΙοΤ

Οι εικόνες 6 και 7 δείχνουν δύο εφαρμογές ΙοΤ από την Patton ΙοΤ Communications Solutions [15]



Εικόνα 6: Εφαρμογή ΙοΤ

Αναβάθμιση του συστήματος διαχείρισης δοσιμέτρων στο Κτήριο του Πυρηνικού Αντιδραστήρα στο σταθμό παραγωγής Limerick, με επαναχρησιμοποίηση του παλαιού τύπου καλωδίωσης ενσωματωμένων καλωδίων σε τσιμεντένια κανάλια.



Εικόνα 7: Εφαρμογή IoT

Εκσυγχρονισμός των ελέγχων κυκλοφορίας με ασφαλείς και υψηλής ταχύτητας, συνδεδεμένους με Ethernet, αισθητήρες, βίντεο και IoT πάνω από το παλιό εργοστάσιο χαλκού Twisted-Pair, παρέχοντας ένα σύστημα ελέγχου κυκλοφορίας

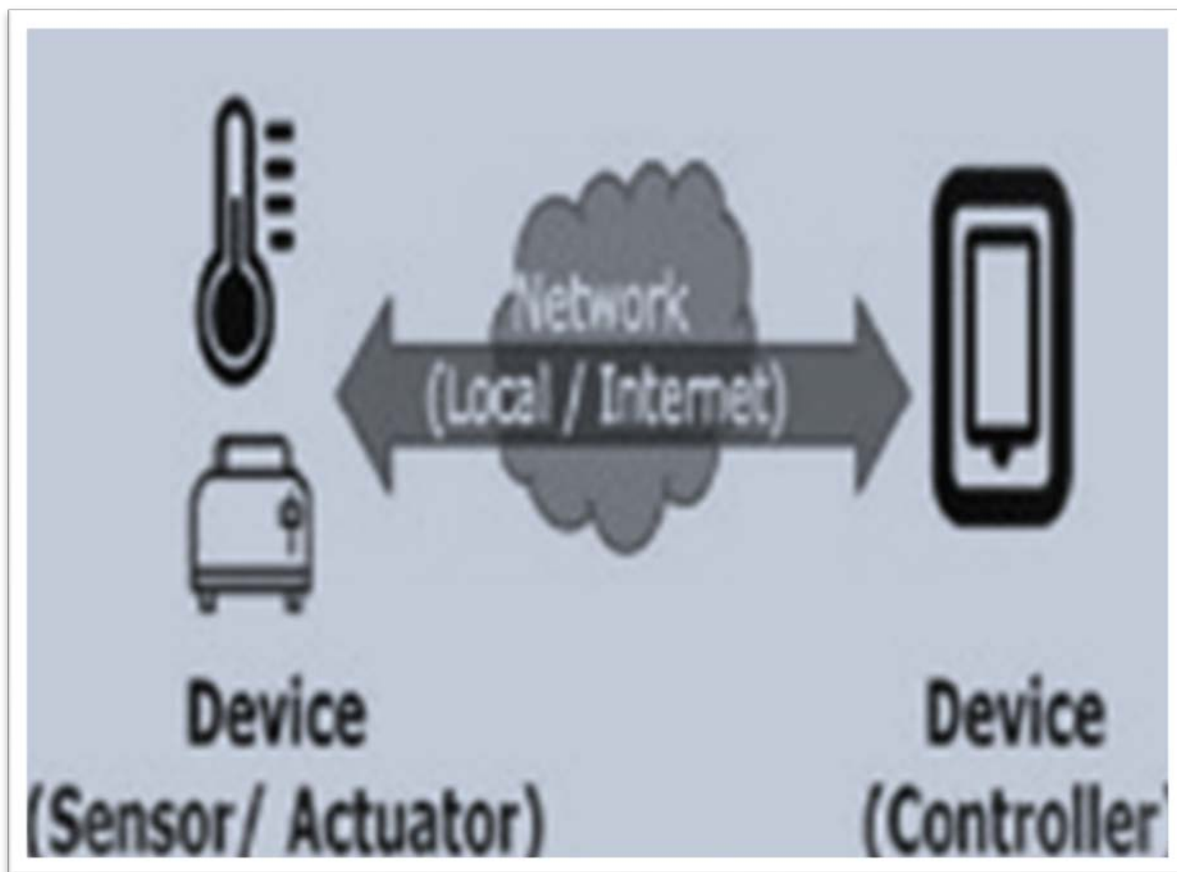
επόμενης γενιάς που είναι έξυπνο, πάντα ενεργοποιημένο και τροφοδοτούμενο από αισθητήρες IoT [15]

3.2 Μοντέλα επικοινωνίας στο IoT

Από λειτουργικής πλευράς, είναι χρήσιμο να αναφερθεί ο τρόπος με τον οποίο οι συσκευές του IoT συνδέονται και επικοινωνούν σε σχέση με τα τεχνικά μοντέλα επικοινωνίας. Παρακάτω παρουσιάζονται τα βασικά χαρακτηριστικά του κάθε μοντέλου ξεχωριστά [4]

3.2.1 Device-to-Device Communications Model

Αυτό το μοντέλο επικοινωνίας συσκευής με συσκευή (Device-to-Device) αντιπροσωπεύει δύο ή περισσότερες συσκευές που συνδέονται απευθείας και επικοινωνούν μεταξύ τους και όχι μέσω ενός ενδιάμεσου διακομιστή εφαρμογών. Οι συνδεδεμένες αυτές συσκευές επικοινωνούν μεταξύ τους μέσω πολλών τύπων δικτύων, συμπεριλαμβανομένων των δικτύων IP ή του Διαδικτύου. Σε πολλές περιπτώσεις όμως, προκειμένου να δημιουργήσουν απευθείας επικοινωνία από συσκευή σε συσκευή χρησιμοποιούνται πρωτόκολλα επικοινωνίας, όπως Bluetooth [25], Wave [26] ή ZigBee [27]. Στην εικόνα 8 φαίνεται ένα παράδειγμα μοντέλου επικοινωνίας από συσκευή σε συσκευή. Αυτά τα δίκτυα συσκευής-συσκευής επιτρέπουν σε συσκευές που τηρούν ένα συγκεκριμένο πρωτόκολλο επικοινωνίας να επικοινωνούν και να ανταλλάσσουν μηνύματα για να επιτύχουν τη λειτουργία τους. Αυτό το μοντέλο επικοινωνίας χρησιμοποιείται συνήθως σε εφαρμογές όπως τα συστήματα οικιακού αυτοματισμού, τα οποία συνήθως χρησιμοποιούν μικρά πακέτα δεδομένων για την επικοινωνία μεταξύ συσκευών με σχετικά χαμηλές απαιτήσεις ρυθμού δεδομένων. Για παράδειγμα οι οικιακές συσκευές IoT όπως λαμπτήρες, διακόπτες φωτός, θερμοστάτες και κλειδαριές θυρών συνήθως στέλνουν μικρές ποσότητες πληροφοριών μεταξύ τους (π.χ. μήνυμα κατάστασης κλειδαριάς πόρτας ή εντολή ενεργοποίησης φωτός) σε μια εφαρμογή IoT οικιακού αυτοματισμού.[16],[17],[24]

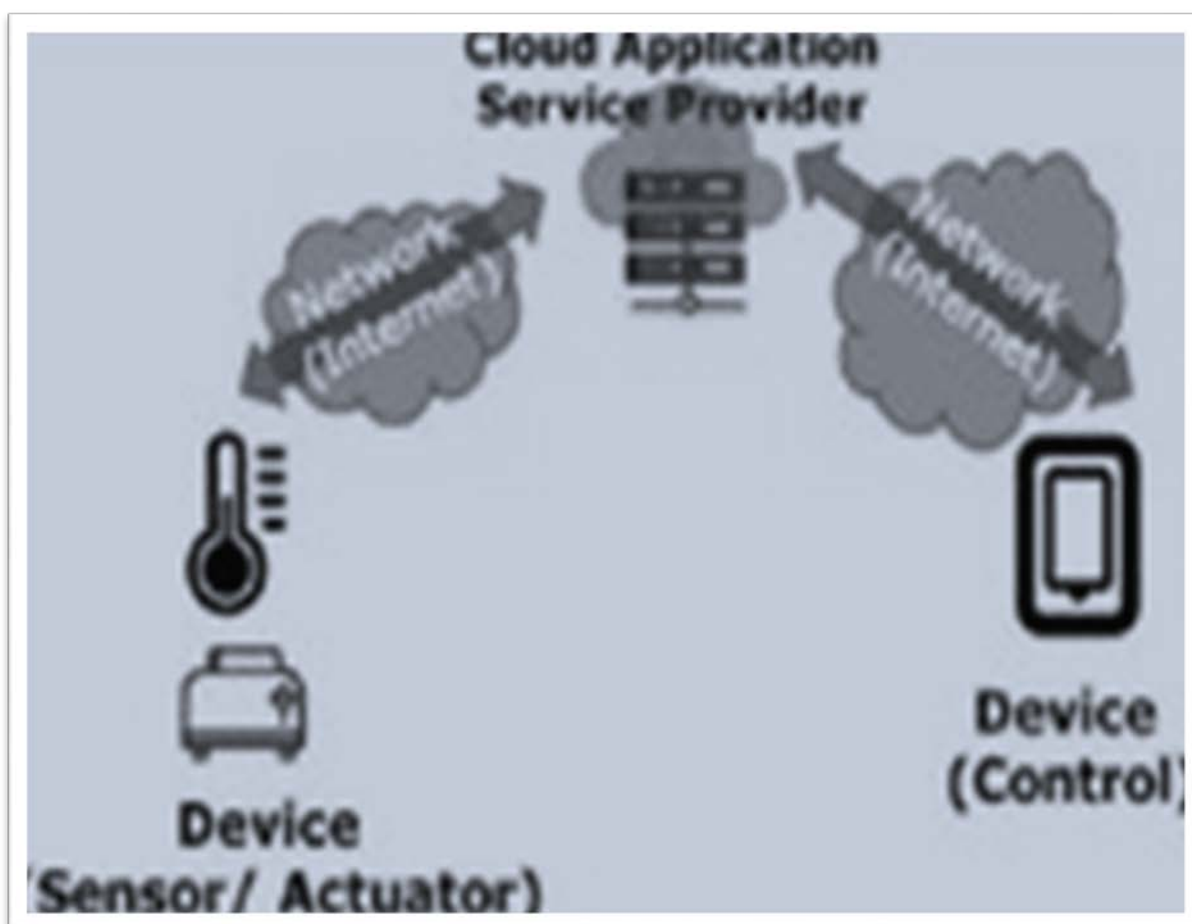


Εικόνα 8: Example Of Device-To-Device Communication Model [16]

3.2.2 Device-to-Cloud Communications Model

Στο μοντέλο επικοινωνίας από συσκευή σε σύννεφο (Device-to-Cloud), οι συσκευές IoT συνδέονται απευθείας σε μια υπηρεσία cloud Internet όπως ένας πάροχος υπηρεσιών εφαρμογής για την ανταλλαγή δεδομένων και τον δσυχνά τους υπάρχοντες μηχανισμούς επικοινωνίας, όπως οι παραδοσιακές ενσύρματες συνδέσεις Ethernet ή Wi-Fi, για να δημιουργήσει μια σύνδεση μεταξύ των συσκευών και του δικτύου IP, το οποίο τελικά συνδέεται με την υπηρεσία cloud. Αυτό το μοντέλο επικοινωνίας χρησιμοποιείται από ορισμένες δημοφιλείς καταναλωτικές συσκευές IoT, όπως το Nest Labs. Αυτό φαίνεται Η εικόνα 9 δείχνει ένα παράδειγμα device to cloud επικοινωνίας. Αυτό το μοντέλο επικοινωνίας χρησιμοποιείται από κάποια δημοφιλή καταναλωτικά προϊόντα (π.χ. η SmartTV της Samsung) Τα προϊόντα αυτά συνδέονται στο Internet και μεταξύ άλλων μεταδίδουν δεδομένα σε μια cloud υπηρεσία για ανάλυση ή/και αποθήκευση, παρέχουν στον χρήστη απόμακρο έλεγχο της συσκευής μέσω κάποιου

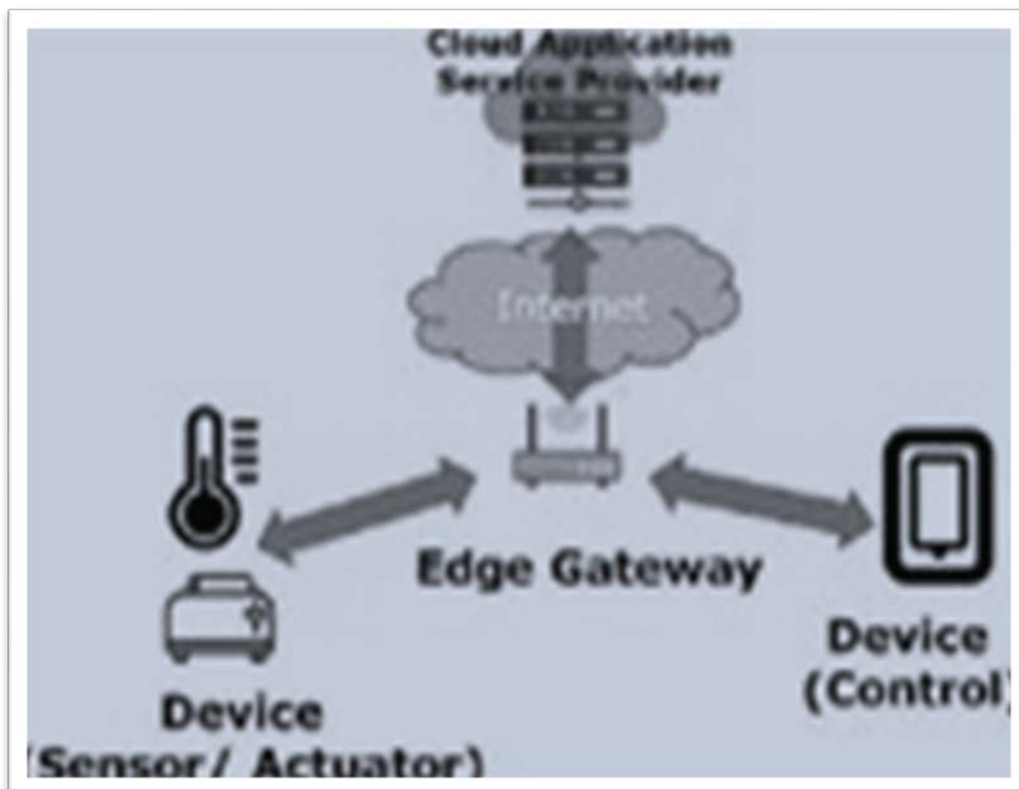
smartphone ή web interface και κάνουν αναβαθμίσεις λογισμικού. Στην πράξη όμως μπορεί να προκύψουν προβλήματα διαλειτουργικότητας στην προσπάθεια ενσωμάτωσης συσκευών που κατασκευάζονται από διαφορετικούς κατασκευαστές. Για τον λόγο αυτό συνήθως η συσκευή και η υπηρεσία cloud προέρχονται από τον ίδιο προμηθευτή. Στην περίπτωση αυτή συνήθως χρησιμοποιούνται ιδιόκτητα πρωτόκολλα δεδομένων μεταξύ της συσκευής και της υπηρεσίας cloud και ο κάτοχος ή ο χρήστης της συσκευής ενδέχεται να μπορεί να συνδεθεί μόνο με μια συγκεκριμένη υπηρεσία cloud, περιορίζοντας ή αποτρέποντας τη χρήση εναλλακτικών παρόχων υπηρεσιών. Αυτό αναφέρεται συνήθως ως «κλειδωμά πωλητή», ο οποίος είναι ένας όρος που περιλαμβάνει άλλες πτυχές της σχέσης με τον πάροχο, όπως η ιδιοκτησία και η πρόσβαση στα δεδομένα. Ταυτόχρονα όμως οι χρήστες είναι σίγουροι γενικά ότι οι συσκευές που έχουν σχεδιαστεί για τη συγκεκριμένη πλατφόρμα μπορούν να ενσωματωθούν και να λειτουργούν κανονικά. [16],[17],[22],[24]



Εικόνα 9: Example Of Device-To-Cloud Communication Model [16]

3.2.3 Device-to-Gateway Model

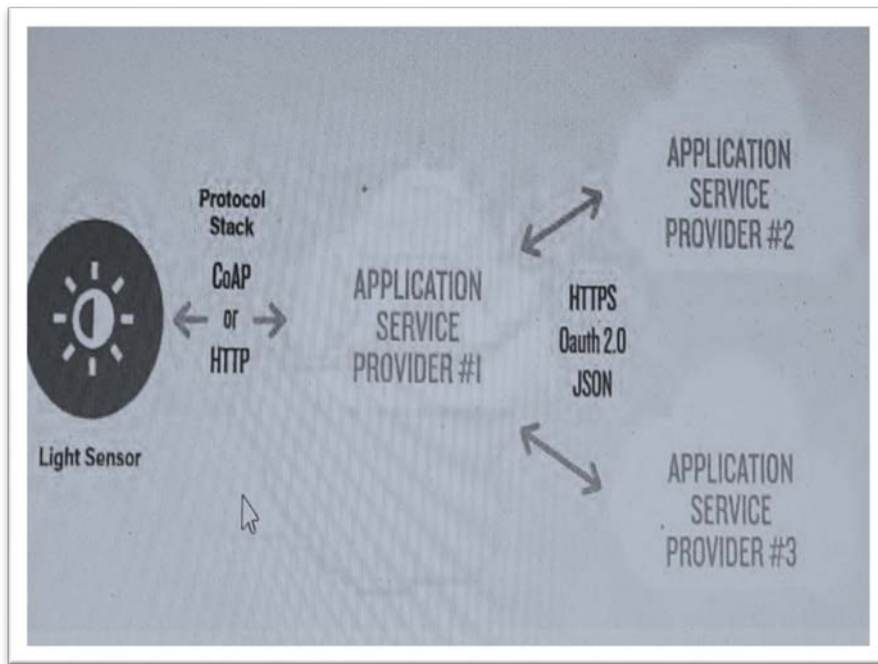
Στο μοντέλο από συσκευή σε πύλη (Device-to-Gateway) , ή αλλιώς στο μοντέλο από συσκευή σε πύλη σε επίπεδο εφαρμογής (device-to-application-layer-gateway [ALG]), οι συσκευές IoT συνδέονται με μια cloud υπηρεσία μέσω μιας ALG υπηρεσίας. Με απλούστερους όρους, αυτό σημαίνει ότι υπάρχει λογισμικό εφαρμογής που λειτουργεί σε μια τοπική συσκευή πύλης, η οποία λειτουργεί ως ενδιάμεσος μεταξύ της συσκευής και της υπηρεσίας cloud και παρέχει ασφάλεια και άλλες λειτουργίες, όπως μετάφραση δεδομένων ή πρωτοκόλλου. Στην εικόνα 10 απεικονίζεται το μοντέλο επικοινωνίας συσκευής προς πύλη(Device-to-Gateway). Πολλές μορφές αυτού του μοντέλου βρίσκονται σε καταναλωτικές συσκευές. Σε πολλές περιπτώσεις, η τοπική συσκευή πύλης είναι ένα smartphone που εκτελεί μια εφαρμογή για να επικοινωνεί με μια συσκευή και να μεταδίδει τα δεδομένα σε μια υπηρεσία cloud. Πολλά δημοφιλή και καθημερινής χρήσεως καταναλωτικά αγαθά όπως π.χ οι προσωπικοί καταγραφείς ή ιχνηλάτες γυμναστικής (personal fitness trackers) που από μόνα δεν έχουν πρόσβαση στο Internet συχνά βασίζονται σε smartphones που χρησιμεύουν ως ενδιάμεση πύλη για τη σύνδεση των συσκευών αυτών με το cloud. [16],[17],[22],[24]



Εικόνα 10: Example Of Device-To-Gateway Communication [16]

3.2.4 Back-End Data-Sharing Model

Το back-end Data-Sharing Model είναι ένα μοντέλο επικοινωνίας κοινής χρήσης δεδομένων και αναφέρεται σε μια αρχιτεκτονική επικοινωνίας που επιτρέπει στους χρήστες να διαμοιράζονται τα δεδομένα τους και να μπορούν δηλαδή να εξάγουν και να αναλύουν τα δεδομένα τους από μια υπηρεσία cloud σε συνδυασμό με δεδομένα από άλλες πηγές. Αυτή η αρχιτεκτονική στηρίζεται στην συμφωνία των χρηστών να επιτρέπουν την πρόσβαση, στα μεταφορτωμένα στο cloud δεδομένα τους και σε άλλους χρήστες. Αυτή η προσέγγιση είναι μια επέκταση του μοντέλου επικοινωνίας μεμονωμένης συσκευής σε σύννεφο, στο οποίο οι συνδεδεμένες συσκευές IoT ανεβάζουν τα δεδομένα τους μόνο σε έναν πάροχο υπηρεσιών εφαρμογής. Με αυτόν τον τρόπο δημιουργούνται δεξαμενές δεδομένων σε αντίθεση με το μοντέλο μεμονωμένης συσκευής σε σύννεφο, όπου τα δεδομένα κάθε αισθητήρα ή συστήματος IoT που παράγονται αποθηκεύονται στο cloud αυτόνομα. Για παράδειγμα σε ένα κτήριο γραφείων μια αποτελεσματική αρχιτεκτονική κοινής χρήσης δεδομένων back-end θα επέτρεπε στον διαχειριστή του IoT συστήματος να έχει εύκολη πρόσβαση και να αναλύει τα δεδομένα στο cloud που παράγονται από ολόκληρο το φάσμα των συσκευών στο κτίριο. Το μοντέλο back- end data- sharing υποδηλώνει ότι χρειάζονται cloud APIs και μια πιο συνολική προσέγγιση των cloud υπηρεσιών για την επίτευξη της αμοιβαίας χρήσης των δεδομένων των smart devices που φιλοξενούνται στο cloud. Στην εικόνα 11 φαίνεται ένα Back-End Data-Sharing Model. [16],[17],[22],[24]



Εικόνα 11: Back-End Data-Sharing Model [17]

3.3 Πρωτόκολλα επικοινωνίας IoT

Τα πρωτόκολλα επικοινωνίας που χρησιμοποιούνται στο Διαδίκτυο των Πραγμάτων είναι πολλά και συνεχώς αυξάνονται και εξελίσσονται. Μερικά από τα πρωτόκολλα IoT αναφέρονται παρακάτω ταξινομημένα ανά επίπεδο του IoT [18],[21],[22]

3.3.1 Πρωτόκολλα επιπέδου μεταφοράς δεδομένων(Transport/Network/

Gateway/Core)

Το επίπεδο μεταφοράς είναι το επίπεδο δικτύου και αποτελεί τον πυρήνα του IoT. Είναι υπεύθυνο για τη διευθυνσιοδότηση του κάθε αντικειμένου χρησιμοποιώντας μια μοναδική διεύθυνση για την ασφαλή μετάδοση των πληροφοριών από το επίπεδο αντίληψης στο επίπεδο εφαρμογής και αντίστροφα. Το μέσο μετάδοσης και τα πρωτόκολλα επικοινωνίας όπως το WiFi, το Bluetooth και το ZigBee αποτελούν μέρος αυτού του επιπέδου.

Πρωτόκολλο TCP

Το πρωτόκολλο TCP (Transmission Control Protocol) και το πρωτόκολλο UDP (User Datagram Protocol) είναι ένα βασικό πρωτόκολλο του επιπέδου μεταφοράς στο μοντέλο OSI. Παρέχει αξιόπιστη αμφίδρομη επικοινωνία και έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

Μεταφορά δεδομένων

Σύνδεση δύο τερματικών(endpoints)

Τα δεδομένα να παραλαμβάνονται όπως στάλθηκαν

Αποστολή δεδομένων σε ακολουθία

Αξιόπιστη εκκίνηση και τερματισμός

Πρωτόκολλο UDP

Το UDP (User Datagram Protocol) είναι ένα απλό πρωτόκολλο επιπέδου μεταφοράς OSI για εφαρμογές δικτύου πελάτη/διακομιστή με βάση το Πρωτόκολλο Διαδικτύου (IP). Το UDP είναι η κύρια εναλλακτική του TCP και ένα από τα παλαιότερα πρωτόκολλα δικτύου που υπάρχουν, που εισήχθη το 1980. Το UDP χρησιμοποιείται συχνά σε εφαρμογές ειδικά συντονισμένες για απόδοση σε πραγματικό χρόνο και είναι το άλλο βασικό πρωτόκολλο στο επίπεδο μεταφοράς που χρησιμοποιείται στο διαδίκτυο. Συγκρινόμενο με το TCP, το UDP είναι λιγότερο πολύπλοκο αλλά ταυτόχρονα και λιγότερο αξιόπιστο όσον αφορά την λήψη των πακέτων που αποστέλλονται στο άλλο τερματικό. Το πρωτόκολλο αυτό χρησιμοποιείται κυρίως σε περιπτώσεις όπου απαιτείται μεγάλη ταχύτητα στην αποστολή των δεδομένων, όπως η ζωντανή μετάδοση ομιλίας ή βίντεο, με στόχο να μην διακοπεί η συνεχή ροή των δεδομένων. Το πρωτόκολλο καθορίζεται από το RFC 7686 .

Πρωτόκολλο IP

Το IP (Internet Protocol) παρέχει έναν μηχανισμό επικοινωνίας για υπολογιστές και συσκευές. Το πρωτόκολλο αυτό διαχωρίζει τον κάθε συνδεδεμένο στο διαδίκτυο

υπολογιστή ή συσκευή μέσω ενός μοναδικού αριθμού γνωστού ως IP address (διεύθυνση IP). Τα TCP ή UDP πακέτα περικλείονται συνήθως σε πακέτα IP.

Πρωτόκολλο IPv6

Το IPv6, είναι ένα πρωτόκολλο επιπέδου Διαδικτύου για εργασία στο Διαδίκτυο με μεταγωγή πακέτων και παρέχει μετάδοση δεδομένων από άκρο σε άκρο σε πολλαπλά δίκτυα IP.

Πρωτόκολλο 6LoWPAN

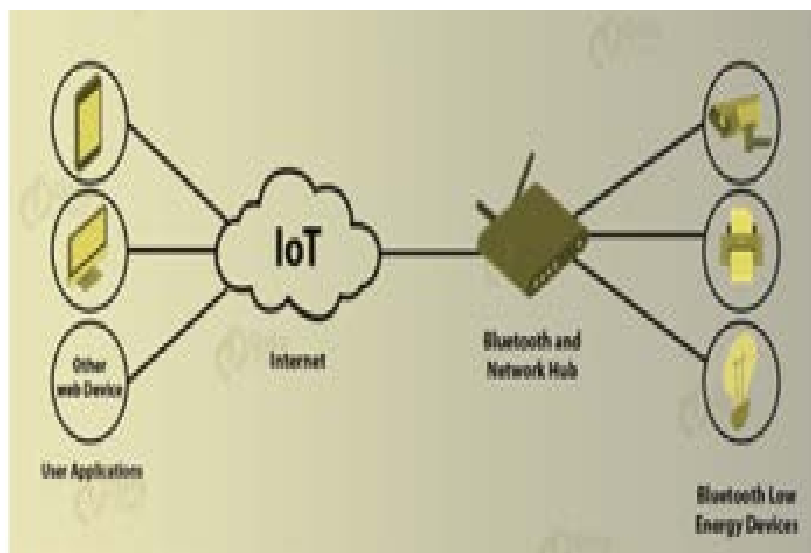
Το 6LoWPAN είναι ένα ακρωνύμιο του IPv6 μέσω Wireless Personal Area Networks χαμηλής ισχύος. Είναι ένα επίπεδο προσαρμογής για IPv6 μέσω συνδέσεων IEEE802.15.4. Αυτό το πρωτόκολλο λειτουργεί μόνο στην περιοχή συχνοτήτων 2,4 GHz με ρυθμό μεταφοράς 250 kbps.

3.3.2 Πρωτόκολλα και τεχνολογίες επιπέδου επικοινωνίας/μεταφοράς (Communication/Transport) [19],[28]

Bluetooth

Το Bluetooth είναι ένα σημαντικό πρωτόκολλο/τεχνολογία με δυνατότητες επικοινωνίας IoT μικρής εμβέλειας Το Bluetooth είναι η πρώτη ασύρματη τεχνολογία που αντικατέστησε τα ενσύρματα μέσα μεταφοράς δεδομένων. Το Bluetooth είναι ένα Ασύρματο Προσωπικής Περιοχής Δίκτυο/Wireless Personal Area Network (WPAN). Το Bluetooth λειτουργεί δημιουργώντας ένα κανάλι Επικοινωνίας Ραδιοφωνικής Συχνότητας/ RFCOMM (Radio Frequency Communication) μεταξύ δύο συσκευών, το οποίο στη συνέχεια χρησιμοποιείται για επικοινωνία ή για μεταφορά δεδομένων. Το εύρος του Bluetooth είναι γύρω στα 10 μέτρα και οι ταχύτητες κυμαίνονται από 1mbps-2mbps. Το Bluetooth λειτουργεί στη ζώνη ISM (βιομηχανική, επιστημονική και ιατρική) στη συχνότητα των 2,5 GHz. Το νέο Bluetooth Low-Energy (BLE) ή όπως είναι γνωστό Bluetooth Smart είναι ένα σημαντικό πρωτόκολλο για εφαρμογές IoT και είναι σημαντικό γιατί ενώ προσφέρει παρόμοια εμβέλεια με το Bluetooth, έχει σχεδιαστεί για να λειτουργεί με σημαντικά μειωμένη κατανάλωση ενέργειας. Το Bluetooth έχει γίνει πολύ σημαντικό στην πληροφορική και σε πολλά αγορές καταναλωτικά προϊόντα.

Στην εικόνα 12 φαίνεται μια εφαρμογή IoT με την χρήση Bluetooth low energy devices.[47]



Εικόνα 12 : IoT με την χρήση Bluetooth low energy devices

Τεχνολογία RFID

Η τεχνολογία RFID χρησιμοποιεί σήματα ραδιοσυχνοτήτων για την αναγνώριση και παρακολούθηση αντικειμένων ή ανθρώπων σε πραγματικό χρόνο χωρίς την ανάγκη σύνδεσης οπτικής επαφής[20], [29]. Ένα σύστημα RFID αποτελείται από μια ετικέτα, έναν αναγνώστη και έναν κεντρικό υπολογιστή. Η ετικέτα είναι ένα μικροσίπ που επικοινωνεί μέσω ασύρματων συνδέσεων σε ραδιοσυχνότητες μεταξύ 125 KHz–915 MHz. Οι ετικέτες είναι συνήθως παθητικές συσκευές μόνο για ανάγνωση χωρίς δυνατότητα επεξεργασίας [30]. Ωστόσο, ορισμένες ετικέτες ταξινομούνται ως ενεργές ετικέτες επειδή έχουν δυνατότητα ανάγνωσης-εγγραφής και ενσωματωμένη μπαταρία. Οι αναγνώστες μεταδίδουν πληροφορίες σε ετικέτες διαμορφώνοντας ένα σήμα ραδιοσυχνότητας (RF). Οι παθητικές ετικέτες εντός του εύρους μιας συσκευής ανάγνωσης λαμβάνουν πληροφορίες και ενέργεια λειτουργίας από το διαμορφωμένο σήμα RF. Οι αναγνώστες λαμβάνουν πληροφορίες από ετικέτες μεταδίδοντας σήματα RF Continuous Wave (CW) σε ετικέτες.

Εφαρμογή IoT: παρακολούθηση περιουσιακών στοιχείων, παρακολούθηση άγριας ζωής, αναγνώριση οχημάτων, επιμελητεία λιανικής και παρακολούθηση υγειονομικής περίθαλψης.

Περίπτωση χρήσης: (1) Οι ετικέτες μπορούν να τοποθετηθούν σε ρούχα ή άλλα αντικείμενα και ενεργοποιείται συναγερμός εάν τα προϊόντα φύγουν από το κατάστημα πριν απενεργοποιηθεί η ετικέτα. (2) Οι ετικέτες RFID μπορούν επίσης να προσαρτηθούν σε ζώα ή οχήματα για την παρακολούθησή τους μέσω της συσκευής[47]

Wi-Fi (Wireless Fidelity)

Το Wi-Fi (Wireless Fidelity) είναι μία τοπικής περιοχής ασύρματη

Τεχνολογία δικτύου (WLAN). Λόγω της ταχείας ανάπτυξης αυτής της τεχνολογίας όλο και περισσότεροι άνθρωποι την χρησιμοποιούν γιατί προσφέρει υψηλή απόδοση και ασφάλεια. Μια μεταφορά δεδομένων Wi-Fi λειτουργεί με τη δημιουργία ενός διακομιστή ad-hoc στον οποίο οι δέκτες μπορούν να συνδεθούν και να πραγματοποιήσουν λήψη των διαθέσιμων δεδομένων. Το Wi-Fi βασίζεται στο πρότυπο IEEE 802.11 το οποίο έχει εύρος ζώνης συχνότητας 2.4 GHz ή 5 GHz. Η εμβέλεια του Wi-Fi είναι περίπου 100 μέτρα η ταχύτητα του είναι περίπου 100Mbps.

Η συνδεσιμότητα WiFi είναι ένα από τα πιο δημοφιλή πρωτόκολλα επικοινωνίας IoT, συχνά μια προφανής επιλογή για πολλούς προγραμματιστές, ειδικά δεδομένης της διαθεσιμότητας WiFi εντός του οικιακού περιβάλλοντος εντός LAN. Υπάρχει μια ευρεία υπάρχουσα υποδομή, καθώς και γρήγορη μεταφορά δεδομένων και δυνατότητα χειρισμού μεγάλων ποσοτήτων δεδομένων. Επί του παρόντος, το πιο κοινό πρότυπο WiFi που χρησιμοποιείται σε σπίτια και πολλές επιχειρήσεις είναι το 802.11n, το οποίο προσφέρει εύρος εκατοντάδων Megabit ανά δευτερόλεπτο, το οποίο είναι καλό για μεταφορά αρχείων, αλλά μπορεί να είναι υπερβολικά ενεργοβόρο για πολλές εφαρμογές IoT.[47]

Z -WAVE

Το Z-Wave είναι μια τεχνολογία IoT επικοινωνιών χαμηλής κατανάλωσης ραδιοσυχνοτήτων που σχεδιάζεται κυρίως για οικιακούς αυτοματισμούς για προϊόντα όπως ελεγκτές λαμπτήρων και αισθητήρες μεταξύ πολλών άλλων συσκευών. Ένα Z-Wave χρησιμοποιεί ένα απλούστερο πρωτόκολλο από κάποια άλλα, το οποίο μπορεί να επιτρέψει ταχύτερη και απλούστερη ανάπτυξη. Το μειονέκτημα είναι ότι υπάρχει μόνο ένας κατασκευαστής τσιπ που είναι η Sigma Designs σε σύγκριση με πολλές πολλαπλές πηγές για άλλες ασύρματες τεχνολογίες, όπως για παράδειγμα το ZigBee και άλλες τεχνολογίες.[47]



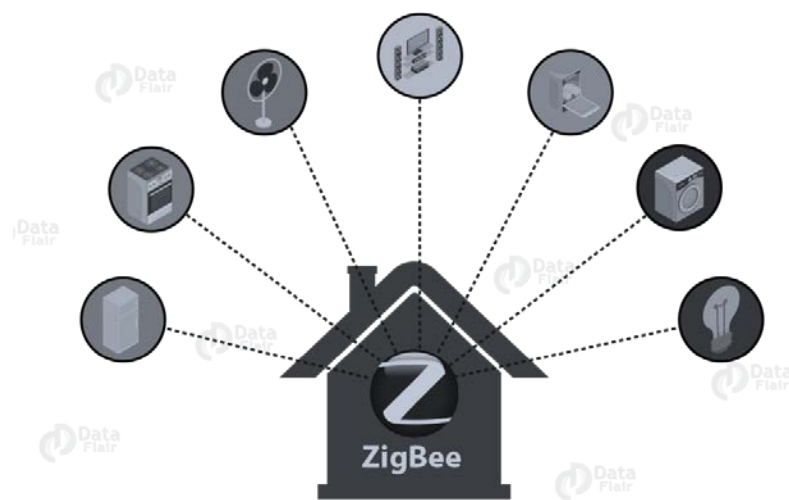
Εικόνα 13 : Z-Wave

Το ZigBee

Το Zigbee παρέχει χαμηλού κόστους, αμφίδρομες ασύρματες επικοινωνίες με πολύ χαμηλή κατανάλωση ενέργειας. Αναθεωρήθηκε στο Zigbee IP, το οποίο καθορίζει απαιτήσεις για την ανάπτυξη συσκευών για επικοινωνίες D2D στο

περιβάλλον IoT. Οι συσκευές μπορούν να συνδεθούν σε δίκτυα, να αντιστοιχιστούν με άλλες συσκευές για λειτουργία και αλληλεπίδραση χωρίς κεντρικό έλεγχο [31]. Μια συσκευή μπορεί να λειτουργήσει ως Zigbee Coordinator (ZC), Zigbee Router (ZR) ή Zigbee End Device (ZED) [32]. Το ZC εκκινεί το σχηματισμό δικτύου και ελέγχει το δίκτυο. Τα ZR αναμεταδίδουν την κυκλοφορία για ZED και μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την επέκταση του δικτύου εάν απαιτείται. Τα ZED είναι άλλες συσκευές συνδεδεμένες στο δίκτυο Zigbee και διαχειρίζονται από ZC και ZR. Το ZigBee είναι παρόμοιο με το Bluetooth και χρησιμοποιείται κυρίως σε βιομηχανικές ρυθμίσεις. Έχει ορισμένα σημαντικά πλεονεκτήματα σε πολύπλοκα συστήματα που προσφέρουν λειτουργία χαμηλής κατανάλωσης, υψηλή ασφάλεια, στιβαρότητα και μπορούν να χρησιμοποιηθούν με υψηλή αξιοπιστία σε ασύρματα δίκτυα ελέγχου αυτοματισμών σε εφαρμογές IoT.

Η τελευταία έκδοση του ZigBee είναι η πρόσφατα λανσαρισμένη 3.0, η οποία ουσιαστικά είναι η εντοποίηση των διαφόρων ασύρματων προτύπων ZigBee σε ένα ενιαίο πρότυπο.[47]



Εικόνα 14 : ZigBee

GSM/3G/4G/5G

Οποιαδήποτε εφαρμογή IoT που απαιτεί λειτουργία σε μεγαλύτερες αποστάσεις μπορεί να επωφεληθεί από τις δυνατότητες κινητής επικοινωνίας GSM/3G/4G/5G. Ενώ η κινητή τηλεφωνία είναι σαφώς ικανή να στείλει μεγάλες ποσότητες δεδομένων, ειδικά για 4G και 5G, το κόστος και η κατανάλωση ενέργειας θα είναι πολύ υψηλά για πολλές εφαρμογές.

Αλλά μπορεί να είναι ιδανικό για έργα δεδομένων χαμηλού εύρους ζώνης που βασίζονται σε αισθητήρες που θα στείλουν πολύ μικρές ποσότητες δεδομένων μέσω του Διαδικτύου.[47]

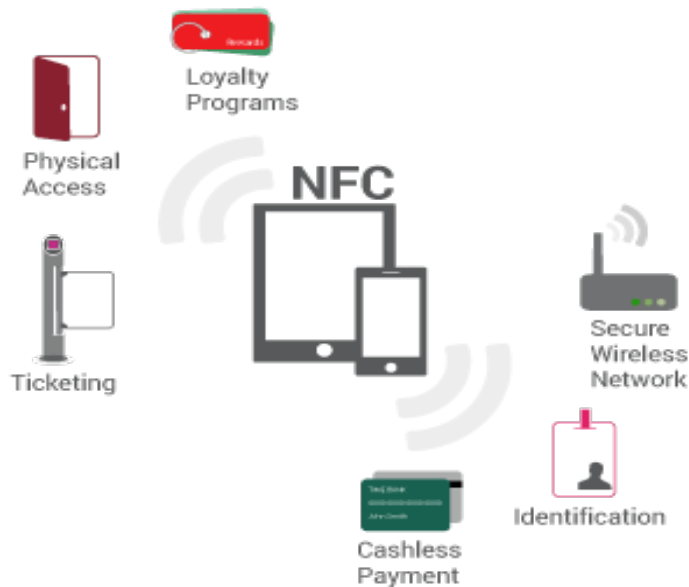


Εικόνα 15 : GSM/3G/4G /5G

NFC

Το NFC (Near Field Communication) είναι μια τεχνολογία IoT που επιτρέπει την απλή και ασφαλή επικοινωνία μεταξύ ηλεκτρονικών συσκευών, και συγκεκριμένα για smartphone, επιτρέποντας στους καταναλωτές να πραγματοποιούν συναλλαγές στις οποίες δεν χρειάζεται να είναι φυσικά παρόντες.

Βοηθά τον χρήστη να έχει πρόσβαση σε ψηφιακό περιεχόμενο και να συνδέσει ηλεκτρονικές συσκευές. Ουσιαστικά επεκτείνει τη δυνατότητα της τεχνολογίας ανέπαφων καρτών και επιτρέπει στις συσκευές να μοιράζονται πληροφορίες σε απόσταση μικρότερη από 4 cm.[47]



Εικόνα 16 : NFC

LoRaWAN

Το LoRaWAN είναι μια από τις δημοφιλείς Τεχνολογίες IoT, που στοχεύει σε εφαρμογές δικτύων ευρείας περιοχής (WAN). Ο σχεδιασμός του LoRaWAN του επιτρέπει να παρέχει σε WAN χαμηλής κατανάλωσης, χαρακτηριστικά που απαιτούνται ειδικά για την υποστήριξη χαμηλού κόστους κινητής ασφαλούς επικοινωνίας σε IoT, έξυπνες πόλεις και βιομηχανικές εφαρμογές.

Ικανοποιεί συγκεκριμένα τις απαιτήσεις για χαμηλή κατανάλωση ενέργειας και υποστηρίζει μεγάλα δίκτυα με πολλά εκατομμύρια συσκευές με ρυθμούς μετάδοσης δεδομένων να κυμαίνονται από 0,3 kbps έως 50 kbps.[47]



Εικόνα 17 : LoRaWAN

ΣΥΓΚΡΙΣΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΩΝ

Technology	Frequency	Data Rate	Range	Power Usage	Cost
2G/3G	Cellular Bands	10 Mbps	Several Miles	High	High
Bluetooth/BLE	2.4Ghz	1, 2, 3 Mbps	~300 feet	Low	Low
802.15.4	subGhz, 2.4GHz	40, 250 kbps	> 100 square miles	Low	Low
LoRa	subGhz	< 50 kbps	1-3 miles	Low	Medium
LTE Cat 0/1	Cellular Bands	1-10 Mbps	Several Miles	Medium	High
NB-IoT	Cellular Bands	0.1-1 Mbps	Several Miles	Medium	High
SigFox	subGhz	< 1 kbps	Several Miles	Low	Medium
Weightless	subGhz	0.1-24 Mbps	Several Miles	Low	Low
Wi-Fi	subGhz, 2.4Ghz, 5Ghz	0.1-54 Mbps	< 300 feet	Medium	Low
WirelessHART	2.4Ghz	250 kbps	~300 feet	Medium	Medium
ZigBee	2.4Ghz	250 kbps	~300 feet	Low	Medium
Z-Wave	subGhz	40 kbps	~100 feet	Low	Medium

Πηγή: Hellium

3.3.3 Πρωτόκολλα και τεχνολογίες επιπέδου εφαρμογής (application layer and web services)

Πρωτόκολλο HTTP

Το Πρωτόκολλο Μεταφοράς Υπερκειμένου (HyperText Transfer Protocol, HTTP) είναι ένα πρωτόκολλο επικοινωνίας του επιπέδου εφαρμογής (application layer) στο μοντέλο OSI, υπεύθυνο για την ανταλλαγή και την μεταφορά περιεχομένου (όπως hypertext). Υλοποιεί μια τεχνική αίτησης-απάντησης (request-response), χρησιμοποιώντας μεθόδους που θα αναλυθούν στη συνέχεια. Υποστηρίζει τη μεταφορά και TCP και UDP πακέτων. Αποτελεί το κύριο πρωτόκολλο που χρησιμοποιείται στους φυλλομετρητές του Παγκοσμίου Ιστού (Web browsers), με στόχο τη διασύνδεση του διακομιστή (server) και του πελάτη (client), επιτρέποντας τη μεταξύ τους μεταφορά δεδομένων. Οι βασικοί μέθοδοι που χρησιμοποιούνται ευρέως είναι:

POST: Δημιουργία νέου πόρου

GET: Ανάκτηση πληροφορίας

PUT: Ενημέρωση του περιεχομένου του πόρου

DELETE: Διαγραφή ενός πόρου

Πρωτόκολλο SOAP (Simple Object Access Protocol) και JSON/XML

Το SOAP είναι ένα πρωτόκολλο πρόσβασης απλού αντικειμένου που καθορίζει τη δομή των μηνυμάτων/πληροφοριών που ανταλλάσσονται σε ένα δίκτυο κατά τη διάρκεια παροχής ενός web service. Ορίζει ένα μηχανισμό RPC με χρήση της XML και στόχο την αλληλεπίδραση πελάτη-εξυπηρετητή μέσω ενός δικτύου. Το μήνυμα αποτελείται από μία δομή XML, η οποία ονομάζεται 'Φάκελος SOAP (SOAP envelope) και περιέχει δύο στοιχεία, την προαιρετική Επικεφαλίδα (SOAP Header) και το Σώμα του μηνύματος (SOAP Body). Το JSON (JavaScript Object Notation) είναι μια lightweight μορφή ανταλλαγής δεδομένων. Είναι εύκολο τόσο για τους ανθρώπους να το διαβάσουν και το γράψουν, όσο και για τις μηχανές να το αναλύσουν (parse) και να

το παράγουν (generate). Χρησιμοποιείται για την ασύγχρονη επικοινωνία browser-server, έχοντας αντικαταστήσει πλέον την XML. Το JSON αποτελείται από δυο δομές:

- Μια συλλογή από ζευγάρια ονομάτων/τιμών. Σε διάφορες γλώσσες προγραμματισμού, αυτό γίνεται αντιληπτό ως object, record, struct, dictionary, hash table, keyed list, associative array.
- Μία ταξινομημένη λίστα τιμών. Στις περισσότερες γλώσσες προγραμματισμού, αυτό γίνεται αντιληπτό ως array, vector, list, sequen

Πρωτόκολλο CoAP (Constrained Application Protocol)

Το CoAP είναι ένα πρωτόκολλο επιπέδου εφαρμογής που προορίζεται για χρήση σε συσκευές διαδικτύου με περιορισμούς πόρων δηλαδή με περιορισμένο πλήθος κόμβων και δικτύων εντός ενός συστήματος IoT. Το πρωτόκολλο αυτό, είναι σχεδιασμένο για εφαρμογές τύπου M2M (Machine to Machine), όπως για παράδειγμα εφαρμογές που επιτρέπουν την έξυπνη διαχείριση ενέργειας και τον αυτοματισμό κτηρίων. Το CoAP έχει σχεδιαστεί για να μεταφράζεται εύκολα σε HTTP για απλοποιημένη ενσωμάτωση με τον Ιστό, ενώ παράλληλα πληροί εξειδικευμένες απαιτήσεις όπως υποστήριξη πολλαπλής εκπομπής, πολύ χαμηλή επιβάρυνση και απλότητα. Η ομάδα Core έχει προτείνει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά για το CoAP: Σχεδιασμός πρωτοκόλλου RESTful ελαχιστοποιώντας την πολυπλοκότητα της αντιστοίχισης με HTTP. Χρησιμοποιεί τις HTTP μεθόδους GET, POST, PUT και DELETE, παρέχοντας μια αλληλεπίδραση προσανατολισμένη στους πόρους σε μια αρχιτεκτονική πελάτη-εξυπηρετητή (client-server). Με την χρήση UDP πακέτων αποφεύγεται η χρήση της TCP κεφαλίδας (overhead), επομένως έμμεσα επιτυγχάνεται η μείωση του απαιτούμενου εύρους συχνοτήτων. Λόγω της αναξιопιστίας των UDP πακέτων, το CoAP ενσωματώνει δικούς του μηχανισμούς αξιοπιστίας. Συγκεκριμένα, χρησιμοποιεί 2 bit στην κεφαλίδα κάθε πακέτου, τα οποία δηλώνουν τον τύπο του μηνύματος και το απαιτούμενο επίπεδο ποιότητας υπηρεσιών (QoS). Το CoAP δεν μπορεί να επικοινωνήσει απευθείας με έναν εξυπηρετητή (browser), παρά μόνο με τη χρήση μιας πύλης (gateway) η οποία θα μεταφράσει το CoAP σε HTTP. Η πύλη μπορεί να είναι μια εφαρμογή, όπως το Copper12, ένα plug-in του firefox. [14] [26]

MQTT (Message Queuing Telemetry Transport)

Το πρωτόκολλο MQTT είναι ένα πρωτόκολλο ανταλλαγής μηνυμάτων δημοσίευσης/εγγραφής με εξαιρετικά ελαφρύ τρόπο. Είναι χρήσιμο για συνδέσεις με απομακρυσμένες τοποθεσίες όπου απαιτείται μικρό αποτύπωμα κώδικα ή/και το εύρος ζώνης δικτύου είναι υψηλό και είναι κατάλληλο για M2M επικοινωνίες. Το πρωτόκολλο δημιουργήθηκε το 1999 από τον Andy Stanford-Clark της IBM και τον Arlan Nipper της Arcom. Χρησιμοποιείται ευρύτατα σε πολλές βιομηχανικές εφαρμογές και είναι βασισμένο στην μέθοδο publish-subscribe, η οποία διευκολύνει σε μεγάλο βαθμό το σχεδιασμό IoT εφαρμογών. Οι αρχές σχεδίασης που ακολουθεί το πρωτόκολλο αυτό είναι η ελαχιστοποίηση του εύρους ζώνης του δικτύου, καθώς και των απαιτούμενων πόρων (ενέργειας, μνήμης). Παράδειγμα τέτοιου πρωτοκόλλου αποτελεί το Facebook messenger.

Μέθοδος Publish-Subscribe

Η μέθοδος επικοινωνίας Publish-Subscribe (PubSub) εμπεριέχει τρεις ρόλους:

1. Publishers
2. Subscribers
3. Broker

Οι Publishers είναι αυτοί που αποστέλλουν μηνύματα σε κάποιο θέμα (topic) στον Broker χωρίς να καθορίζουν ποιος θα είναι ο παραλήπτης του μηνύματος.

Οι Subscribers δηλώνουν στον Broker το ενδιαφέρον τους σε ένα συγκεκριμένο θέμα και έτσι κάθε σχετικό μήνυμα, που λαμβάνεται από τον Broker αποστέλλεται αυτόματα και στους subscribers του θέματος.

Ο Broker συνδέει τους χρήστες (publishers και subscribers) και αποτελεί τον ενδιάμεσο κόμβο για την εγγραφή (subscription) των subscribers σε θέματα και την αποστολή των εισερχόμενα γεγονότων (events) από τους publishers στους subscribers ανάλογα με το θέμα. Τέτοια πρωτόκολλα είναι το MQTT-SN (MQTT για δίκτυα αισθητήρων) Ένα ανοιχτό και ελαφρύ πρωτόκολλο δημοσίευσης/συνδρομής σχεδιασμένο ειδικά για εφαρμογές από μηχανή σε μηχανή και κινητές συσκευές

- Mosquitto : An Open Source MQTT v3.1 Broker

REST (REpresentational State Transfer)

Το REST είναι ένα απλούστερο πρωτόκολλο εναλλακτικό του SOAP, που βασίζεται σε υπηρεσίες διαδικτύου. Το REST ορίζει ένα σύνολο αρχιτεκτονικών αρχών για τη σχεδίαση υπηρεσιών διαδικτύου, χρησιμοποιώντας τους πόρους ενός συστήματος. Καθορίζει επίσης και τον τρόπο διευθυνσιοδότησης και μεταφοράς των καταστάσεων του πόρου, μέσω του πρωτοκόλλου HTTP, από ένα ευρύ φάσμα πελατών, ενώ είναι γραμμένες σε διαφορετικές γλώσσες [23]. Το REST πρώτη φορά περιγράφηκε από τον Roy Fielding το 2000 στο πανεπιστήμιο της California, Irvine, στην ακαδημαϊκή του διατριβή "Architectural Styles and the Design of Network-based Software Architectures", όπου αναλύει ένα σύνολο αρχιτεκτονικών αρχών λογισμικού που χρησιμοποιούνται στο διαδίκτυο. Τα τελευταία χρόνια, αποτελεί το κυρίαρχο μοντέλο σχεδίασης υπηρεσιών διαδικτύου, αντικαθιστώντας, πρακτικά, το πρωτόκολλο SOAP και τη γλώσσα περιγραφής WSDL. Σύμφωνα με το [23], μια REST διαδικτυακή υπηρεσία ακολουθεί τέσσερις βασικές αρχές σχεδίασης

Χρήση βασικών HTTP μεθόδων

Έλλειψη κατάστασης

Διευθυνσιοδότηση κάθε πόρου από ένα μοναδικό URI

Χρήση XML ή/και JSON [18],[21],[22],[23]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

ΥΛΙΚΟ ΚΑΙ ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ (HARDWARE AND SOFTWARE)

4.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό αναφέρονται τα βασικά στοιχεία του υλικού (hardware) και του λογισμικού (software) του Arduino ,όπως επίσης και του λογισμικού (software) app inventor του MIT, που θα χρησιμοποιηθούν στις εφαρμογές IoT, που θα παρουσιαστούν στο επόμενο κεφάλαιο. Γενικά το Arduino είναι μια πλατφόρμα ανοιχτού κώδικα που αποτελείται από ένα απλό και εύκολο στη χρήση υλικό και λογισμικό που μπορεί να διαβάζει δεδομένα από διάφορους αισθητήρες και να ελέγχει εξαρτήματα όπως φώτα, κινητήρες, θερμοστάτες κ.λ.π . Το λογισμικό app inventor επιτρέπει την δημιουργία εφαρμογών Android σε ένα σχετικά εύκολο και φιλικό προς το χρήστη περιβάλλον.

Η παρουσίαση αυτή δεν αποτελεί σε καμία περίπτωση μια πλήρη αναφορά του Arduino, του Arduino IDE και του app inventor του MIT, αλλά παρέχει μόνο τις βασικές γνώσεις που απαιτούνται για την κατανόηση των εφαρμογών που παρουσιάζονται στο επόμενο κεφάλαιο αυτής της εργασίας.

4.2 Απαιτήσεις Υλικού (hardware)

Για τις ανάγκες των εφαρμογών, που θα υλοποιηθούν στα πλαίσια αυτής της εργασίας, θα χρησιμοποιηθούν για την κατασκευή των διαφόρων κυκλωμάτων μία πλακέτα Arduino Uno, μία μονάδα HC 05 Bluetooth για την ασύρματη επικοινωνία με το κινητό τηλέφωνο (smartphone), breadboard,καλώδιο USB για την σύνδεση του Η/Υ με το Arduino, διάφορα Leds και καλώδια για τις συνδέσεις των στοιχείων των κυκλωμάτων

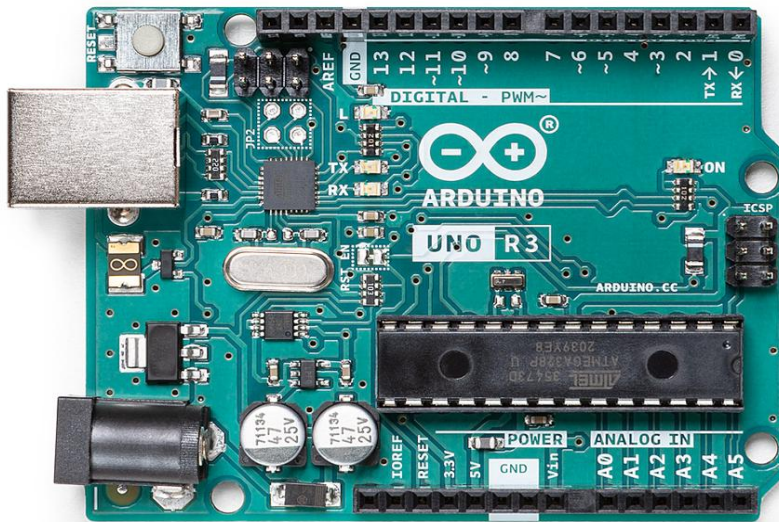
4.2.1 Arduino

Το Arduino δημιουργήθηκε το 2005 στο Interaction Design Institute Ivrea στην Ιταλία από φοιτητές, σαν ένα εργαλείο που στόχο είχε να παρέχει έναν εύκολο και χαμηλού κόστους εργαλείο για γρήγορη δημιουργία πρωτοτύπων τόσο σε αρχάριους μαθητές χωρίς πολλές γνώσεις στα ηλεκτρονικά και στον προγραμματισμό, όσο και σε

επαγγελματίες. Με την χρήση του Arduino μπορούν να δημιουργηθούν εφαρμογές με συσκευές που αλληλεπιδρούν με το περιβάλλον τους χρησιμοποιώντας αισθητήρες και ενεργοποιητές. Το Arduino είναι μια ηλεκτρονική πλατφόρμα ανοιχτού κώδικα που βασίζεται σε εύχρηστο υλικό και λογισμικό. Οι πλακέτες Arduino μπορούν να διαβάζουν διάφορες εισόδους που μπορεί να είναι είτε αναλογικές όπως π.χ η μεταβολή της θερμοκρασίας ενός χώρου, είτε ψηφιακές I/O, όπως για παράδειγμα το άνοιγμα ή το κλείσιμο ενός διακόπτη και με την βοήθεια του κατάλληλου προγραμματισμού και ενεργοποιώντας την κατάλληλη έξοδο να θέτουν σε λειτουργία έναν κινητήρα ή να ανάβουν ένα LED κ.λ.π. Μπορείτε να πείτε στην πλακέτα σας τι να κάνει στέλνοντας ένα σύνολο οδηγιών στον μικροελεγκτή στην πλακέτα. Σήμερα το Arduino έχει γίνει ευρύτατα αποδεκτό σε παγκόσμιο επίπεδο από εκατομμύρια επαγγελματίες, φοιτητές, χομπίστες, καλλιτέχνες, προγραμματιστές κ.λπ. και αποτελεί τον πυρήνα πάρα πολλών έργων από καθημερινές απλές εφαρμογές έως πολύπλοκα επιστημονικά έργα. Το Arduino διατίθεται στο εμπόριο σε πολλές και διαφορετικές εκδόσεις δηλαδή διάφορα μοντέλα που είναι γνωστά και ως πλακέτες. Κάθε έκδοση (πλακέτα) έχει τις δικές της ιδιαίτερες προδιαγραφές και κατά συνέπεια χρειάζεται προσοχή για την επιλογή της κατάλληλης πλακέτας Arduino ανάλογα με τις απαιτήσεις της εφαρμογής που θέλουμε να υλοποιήσουμε.[38],[39]

Η περισσότερο χρησιμοποιούμενη πλακέτα Arduino σε ένα πλήθος εφαρμογών είναι η έκδοση Arduino Uno R3 που φαίνεται στην εικόνα 18 και η οποία θα παρουσιαστεί με λεπτομέρειες παρακάτω.

Μπορείτε να επισκεφθείτε τη διεύθυνση <https://www.arduino.cc>, που είναι ο επίσημος ιστότοπος, για περαιτέρω μελέτη σχετικά με το Arduino.



Εικόνα 18 : Arduino Uno R3

Πάντως εάν η πλακέτα μας δεν έχει ενσωματωμένα τα χαρακτηριστικά που απαιτούνται κάθε φορά, μπορούμε να συνδέσουμε σε αυτήν μια ασπίδα (shield), που είναι με άλλα λόγια μια άλλη ξεχωριστή πλακέτα που υποστηρίζει τις επιπλέον απαιτούμενες λειτουργίες. Αυτές οι πλακέτες υποστηρίζουν μόνο συγκεκριμένες λειτουργίες όπως π.χ την δυνατότητα ασύρματης επικοινωνίας με ένα έξυπνο τηλέφωνο (smartphone) ή την δυνατότητα σύνδεσης σε δίκτυο WiFi ή η δυνατότητα ελέγχου σερβοκινητήρων. Αυτές οι πρόσθετες πλακέτες είναι φυσικά προσκολλημένες πάνω στην πλακέτα Arduino και αποτελούν ένα ενιαίο σύνολο.

4.2.2 Arduino Uno Module

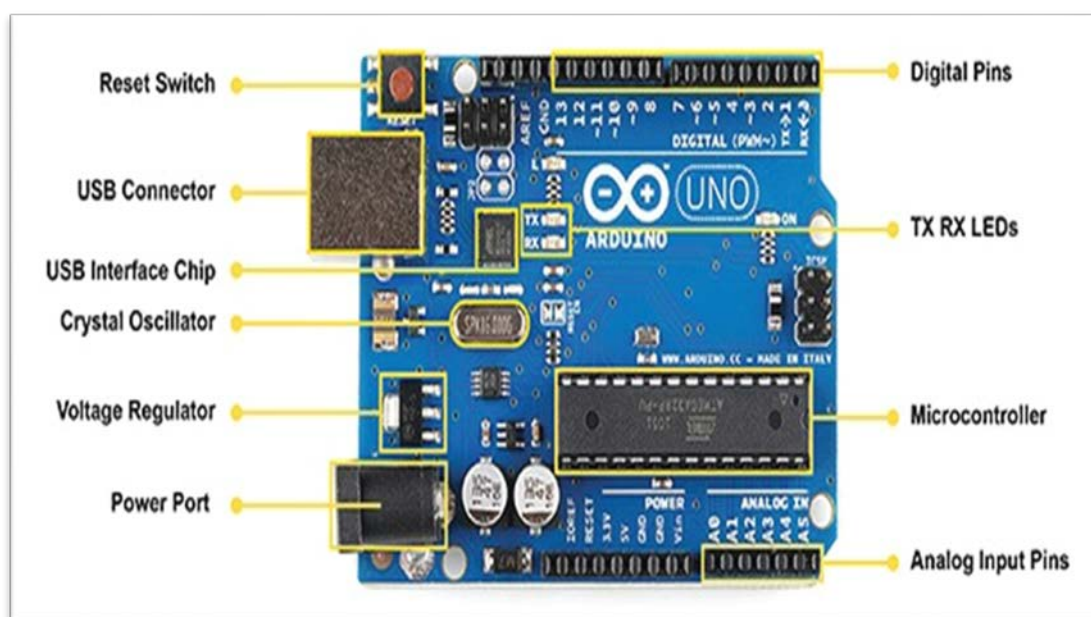
Τα κύρια στοιχεία της πλακέτας Arduino UNO είναι, όπως φαίνονται στην εικόνα 19 τα εξής:

Θύρα τροφοδοσίας (Power Port)

Η πλακέτα Arduino μπορεί να τροφοδοτηθεί, είτε μέσω ενός προσαρμογέα AC-to-DC, είτε με επαναφορτιζόμενες μπαταρίες ή μπαταρίες μιας χρήσης.

Υποδοχή USB (USB Connector)

Αυτή είναι μια θύρα USB μέσω της οποίας μπορούμε να συνδέουμε το Arduino με τον υπολογιστή και να τροφοδοτούμε με τάση την πλακέτα ή να ανεβάζουμε τον κώδικα από το Arduino IDE στην πλακέτα Arduino ή να λαμβάνουμε αρχεία καταγραφής στη σειριακή οθόνη.



Εικόνα 19 : Arduino Uno

Μικροελεγκτής (Microcontroller)

Ο μικροελεγκτής που χρησιμοποιείται στην πλακέτα UNO είναι ο Atmega 328P της Atmel, που είναι ο εγκέφαλος του Arduino. Όλες οι λειτουργίες της πλακέτας Arduino υποστηρίζονται από αυτόν τον μικροελεγκτή. Εδώ φορτώνεται και αποθηκεύεται το πρόγραμμα που έχουμε γράψει και εκτελούνται οι εντολές του κώδικα.

Αναλογικές ακίδες (Analog Input Pins)

Η πλακέτα Arduino UNO έχει 6 αναλογικές ακίδες εισόδου με ετικέτες από A0 έως A5. Οι ακίδες αυτές χρησιμοποιούνται για την ανάγνωση των τιμών των μετρήσεων αναλογικών αισθητήρων όπως π.χ ενός αισθητήρα θερμοκρασίας, τις οποίες στη

συνέχεια μετατρέπουν σε ψηφιακή τιμή έτσι ώστε το σύστημα να καταλάβει. Μπορούν να διαβάσουν διαφορετικές τιμές τάσης μεταξύ 0 και 5V. Οι ακίδες αυτές μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν και ως ψηφιακές ακίδες εξόδου/εισόδου όπως και οι ψηφιακές ακίδες.

Ψηφιακές ακίδες (Digital Pins)

Το Arduino έχει 14 ψηφιακές ακίδες, με επικέτες από 0 έως 13. Οι ψηφιακές ακίδες μπορούν να λειτουργήσουν, είτε ως είσοδοι, είτε ως έξοδοι. Όταν έχουν οριστεί ως είσοδοι οι ακίδες αυτές μπορούν να διαβάσουν την τάση του σήματος από το εξάρτημα που είναι συνδεδεμένο σε αυτές. Μπορούν να διαβάσουν μόνο δύο καταστάσεις: Υψηλή τάση (5V) ή Χαμηλή τάση (0V). Όταν χρησιμοποιούνται ως έξοδοι, αυτές οι ακίδες λειτουργούν ως μια πηγή τροφοδοσίας και εφαρμόζουν τάση στα εξαρτήματα που είναι συνδεδεμένα σε αυτά. Μπορούν να εφαρμόσουν τάση μόνο 5V (Υψηλή) ή 0V (Χαμηλή). Όταν οι ψηφιακές ακίδες χρησιμοποιούνται ως ακροδέκτες εξόδου, παρέχουν ρεύμα 40 milliamps στα 5 volt, το οποίο είναι περισσότερο από αρκετό για να ανάψει ένα Led.

PWM pins: Οι ψηφιακές ακίδες με τους αριθμούς 3, 5, 6, 9, 10 και 11, σημειώνονται με το σύμβολο (~) δίπλα στους αριθμούς και λειτουργούν ως κανονικές ψηφιακές ακίδες, αλλά μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν και για διαμόρφωση πλάτους παλμού (PWM), η οποία προσομοιώνει μια αναλογική έξοδο.

Οι ψηφιακές ακίδες 0 και 1 που σημειώνονται με τις ενδείξεις TX και RX είναι οι ακίδες που το Arduino χρησιμοποιεί για να επικοινωνεί με άλλα ηλεκτρονικά στοιχεία του κυκλώματος και με τον υπολογιστή για τη μεταφόρτωση νέου κωδικού. Το T από (Transmit – μεταδίδω) και το R από (Receive – λαμβάνω). Καλό είναι να αποφεύγεται η χρήση αυτών των ακίδων για άλλες εργασίες εκτός από σειριακή επικοινωνία, εφόσον υπάρχουν άλλες διαθέσιμες ψηφιακές ακίδες. Τα Leds TX και RX αναβοσβήνουν όταν αποστέλλονται πληροφορίες μεταξύ του υπολογιστή και του Arduino.

Διακόπτης επαναφοράς (Reset Switch)

Με το πάτημα αυτού του διακόπτη, ένας παλμός εφαρμόζεται στην ακίδα επαναφοράς του μικροελεγκτή και έτσι το πρόγραμμα εκτελείται ξανά από την αρχή. Αυτό είναι πολύ χρήσιμο στην περίπτωση που ο κώδικάς μας δεν επαναλαμβάνεται, αλλά θέλουμε να τον δοκιμάσουμε πολλές φορές.

Κρυσταλλικός ταλαντωτής (Crystal Oscillator)

Αυτός είναι ένας ταλαντωτής κρυστάλλων χαλαζία με συχνότητα 16 MHz δηλ. χτυπά 16 εκατομμύρια φορές το δευτερόλεπτο. Σε κάθε τικ, ο μικροελεγκτής εκτελεί μία λειτουργία, για παράδειγμα, πρόσθεση, αφαίρεση κ.λπ.

Ρυθμιστής Τάσης (Voltage Regulator)

Έλεγχος και ρύθμιση της τάσης λειτουργίας του Arduino Uno στα 5 V που είναι η απαιτούμενη τάση λειτουργίας του μικροεπεξεργαστή.

Ακίδες-Ακροδέκτες τροφοδοσίας

Μέσω αυτών των ακίδων του Arduino μπορούμε να παίρνουμε τάση 3,3 V ή 5 V και να τροφοδοτούμε διάφορα κυκλώματα. Αυτό είναι πράγματι πολύ χρήσιμο δεδομένου, ότι τα περισσότερα εξαρτήματα απαιτούν τάση 3,3V ή 5V για να λειτουργήσουν. Οι ακίδες με την ένδειξη "GND" είναι οι ακίδες γείωσης.

Ενδεικτική λυχνία ενεργοποίησης

Ανάβει και παραμένει αναμμένη όσο χρόνο εφαρμόζεται τροφοδοσία στο Arduino Uno.

Τεχνικά χαρακτηριστικά Arduino Uno.

ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΗΣ	<u>ATmega328P</u>
ΤΑΣΗ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ	5V
ΤΑΣΗ ΕΙΣΟΔΟΥ (ΣΥΝΙΣΤΑΤΑΙ)	7-12V
ΤΑΣΗ ΕΙΣΟΔΟΥ (ΟΡΙΟ)	6-20V
ΨΗΦΙΑΚΕΣ ΑΚΙΔΕΣ ΕΙΣΟΔΟΥ/ΕΞΟΔΟΥ	14 (εκ των οποίων 6 παρέχουν έξοδο PWM)
ΨΗΦΙΑΚΕΣ ΑΚΙΔΕΣ ΕΙΣΟΔΟΥ/ΕΞΟΔΟΥ PWM	6
ΑΝΑΛΟΓΙΚΕΣ ΑΚΙΔΕΣ ΕΙΣΟΔΟΥ	6
ΡΕΥΜΑ DC ΑΝΑ PIN I/O	20 mA
ΡΕΥΜΑ ΣΥΝΕΧΟΥΣ ΡΕΥΜΑΤΟΣ ΓΙΑ ΑΚΙΔΑ	50 mA
3,3 V	
FLASH MEMORY	32 KB (ATmega328P) εκ των οποίων τα 0,5 KB χρησιμοποιούνται για το bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328P)
EEPROM	1 KB (ATmega328P)
ΤΑΧΥΤΗΤΑ ΡΟΛΟΓΙΟΥ	16 MHz
LED_BUILTIN	13
ΜΗΚΟΣ	68,6 χλστ
ΠΛΑΤΟΣ	53,4 χλστ
ΒΑΡΟΣ	25 γρ

Σύνδεσμος: <https://store.arduino.cc/products/arduino-uno>

Παρατήρηση: Η πλακέτα Arduino Uno δεν διαθέτει ενσωματωμένη υποστήριξη συνδεσιμότητας στο Διαδίκτυο και κατά συνέπεια προκειμένου να μπορούμε να πραγματοποιήσουμε εφαρμογές του διαδικτύου των πραγμάτων IoT πρέπει να χρησιμοποιήσουμε κάποια κατάλληλη ασπίδα (shield) μέσω της οποίας θα αποκτήσουμε την δυνατότητα σύνδεσης στο Internet. Ενδιαφέρον παρουσιάζουν επίσης εφαρμογές στο Arduino Uno, που επικοινωνούν ασύρματα με Η/Υ ή με έξυπνα τηλέφωνα (smartphones) μέσω των οποίων μπορούμε να χειριστούμε αυτές τις εφαρμογές. Αυτή η ασύρματη επικοινωνία μικρής εμβέλειας, περίπου 10 μέτρων, επιτυγχάνεται με την χρήση μονάδων Bluetooth. Οι εφαρμογές αυτές μπορούν να ενταχθούν στην ευρύτερη έννοια του IoT και είναι από αρκετά απλές, κατάλληλες για την εισαγωγή και εκπαίδευση στην έννοια του IoT μαθητών των τελευταίων τάξεων Δημοτικών Σχολείων και των μαθητών γυμνασίου, έως εφαρμογές αυξημένων απαιτήσεων για μεγαλύτερους μαθητές και σπουδαστές.

4.2.3 HC 05 Bluetooth Module

4.2.3.1 Εισαγωγή

Η χρήση του Bluetooth είναι ευρύτατη και χρησιμοποιείται σε πάρα πολλές εφαρμογές όπως π.χ για τον έλεγχο μέσω smartphone ή Η/Υ ενός ρομπότ ή ενός αυτοκίνητου και αποτελεί ένα από τα καλύτερα παραδείγματα ασύρματης συνδεσιμότητας. Η μονάδα HC-05 Bluetooth Module είναι μια εύχρηστη μονάδα Bluetooth SPP (Serial Port Protocol) με κατανάλωση πολύ μικρής ποσότητας ενέργειας. Επειδή λειτουργεί με πρωτόκολλο σειριακής θύρας (SSP) μπορούμε να το χρησιμοποιήσουμε με τους περισσότερους μικροελεγκτές. Η μονάδα επικοινωνεί με τη βοήθεια του USART (Universal Synchronous/Asynchronous Receiver/Transmitter) με ρυθμό baud 9600 και υποστηρίζει και άλλο ρυθμό baud. Έτσι μπορούμε να διασυνδέσουμε το HC-05 Bluetooth με οποιονδήποτε μικροελεγκτή που υποστηρίζει USART.

Το HC-05 Bluetooth, μέσω της ακίδας επιλογής KEY, έχει την δυνατότητα εναλλαγής λειτουργίας. Όταν η ακίδα ενεργοποίησης είναι "Low", το HC-05 βρίσκεται σε λειτουργία επικοινωνίας δεδομένων (Είναι η λειτουργία που χρησιμοποιούμε σε όλες

τις εφαρμογές). Εάν αυτή η ακίδα οριστεί ως "High", η μονάδα είναι σε λειτουργία εντολών AT. Το HC-05 συνοδεύεται από ένα πλούσιο σύνολο εντολών AT για την εκτέλεση διαφόρων εργασιών, όπως αλλαγή των προεπιλεγμένων ρυθμίσεων της μονάδας, συμπεριλαμβανομένης της αλλαγής του κωδικού πρόσβασης, του ονόματος της συσκευής και του ρυθμού baud. Στην εικόνα 20 φαίνεται μια τέτοια πλακέτα ασύρματης επικοινωνίας με smartphone και συγκεκριμένα η HC-05 Bluetooth



Εικόνα 20 : Πλακέτα HC-05 Bluetooth

4.2.3.2 Περιγραφή της μονάδας HC-05 Bluetooth

Όπως μπορούμε να δούμε στην εικόνα 21 η μονάδα HC-05 Bluetooth έχει 5 ακίδες και μια ενδεικτική λυχνία (led) λειτουργίας.

Ακίδα VCC για την τροφοδοσία της μονάδας με 3,3 V

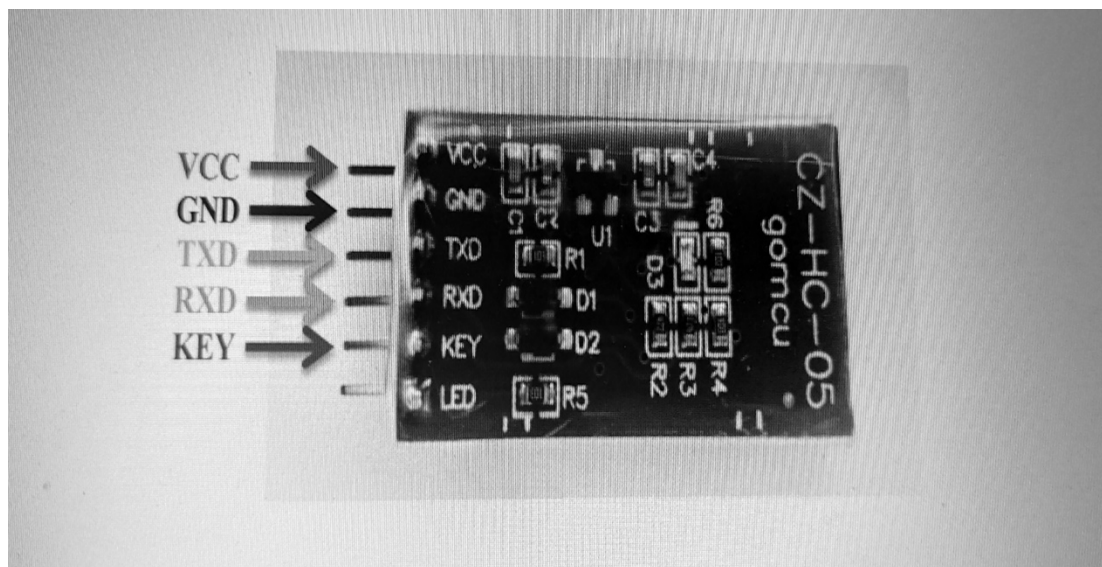
Ακίδα GND για την γείωση

Ακίδα TXD μέσω της οποίας η μονάδα μεταδίδει το σειριακό σήμα

Ακίδα RXD μέσω της οποίας η μονάδα λαμβάνει το σειριακό σήμα

Ακίδα KEY για την επιλογή λειτουργίας της μονάδας. Αν αυτή η ακίδα επιλεγεί στη θέση "Low" δηλ. 0 V ή δεν συνδεθεί καθόλου, τότε η μονάδα είναι σε λειτουργία

επικοινωνίας δεδομένων. Αν αυτή η ακίδα είναι "High" τότε η μονάδα είναι σε λειτουργία εντολών AT.



Εικόνα 21 : Ακίδες της μονάδας HC-05 Bluetooth

4.3 Απαιτήσεις Λογισμικού (software)

Για τον προγραμματισμό του μικροελεγκτή του Arduino θα χρησιμοποιηθεί η γλώσσα προγραμματισμού Arduino, στην οποία θα γραφτεί ο κατάλληλος κώδικας, με βάση την καλωδίωση και τις ανάγκες της κάθε εφαρμογής, στο προγραμματιστικό περιβάλλον Arduino (IDE). Για τον προγραμματισμό της εφαρμογής του κινητού τηλεφώνου (smartphone) για την επίτευξη ασύρματης επικοινωνίας με τη μονάδα HC 05 Bluetooth και του χειρισμού της εφαρμογής θα χρησιμοποιηθεί το προγραμματιστικό περιβάλλον app inventor του MIT

4.3.1 Software Arduino IDE

Το λογισμικό Arduino Integrated Development Environment ή Arduino (IDE) είναι εύκολο στη χρήση για αρχάριους, αλλά και αρκετά ευέλικτο για προχωρημένους χρήστες. Λειτουργεί σε Mac, Windows και Linux. Είναι απλό με σαφές περιβάλλον προγραμματισμού και είναι λογισμικό ανοιχτού κώδικα και επεκτάσιμο. Ένα πρόγραμμα ή κώδικας που γράφτηκε για Arduino ονομάζεται σκίτσο (sketch)

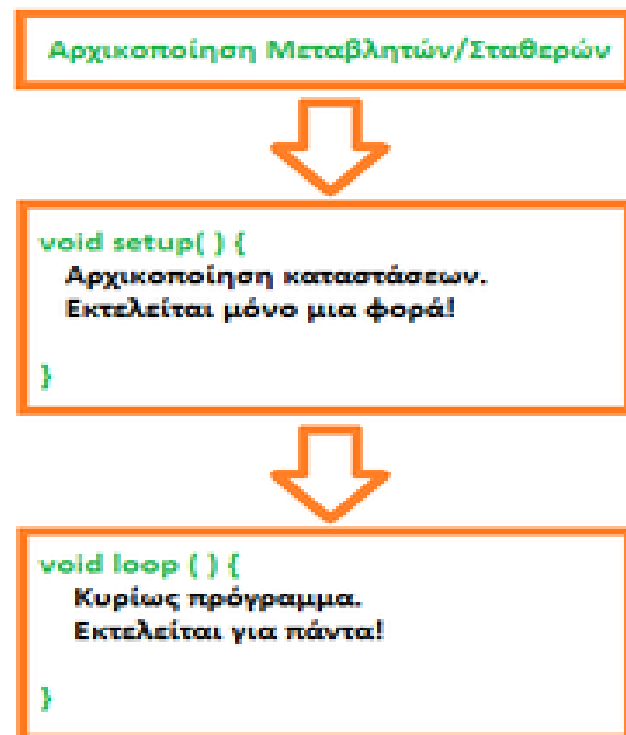
Πως γράφουμε ένα πρόγραμμα στο Arduino (IDE)

Η δομή ενός προγράμματος Arduino χωρίζεται σε τρία μέρη με την ακόλουθη σειρά:

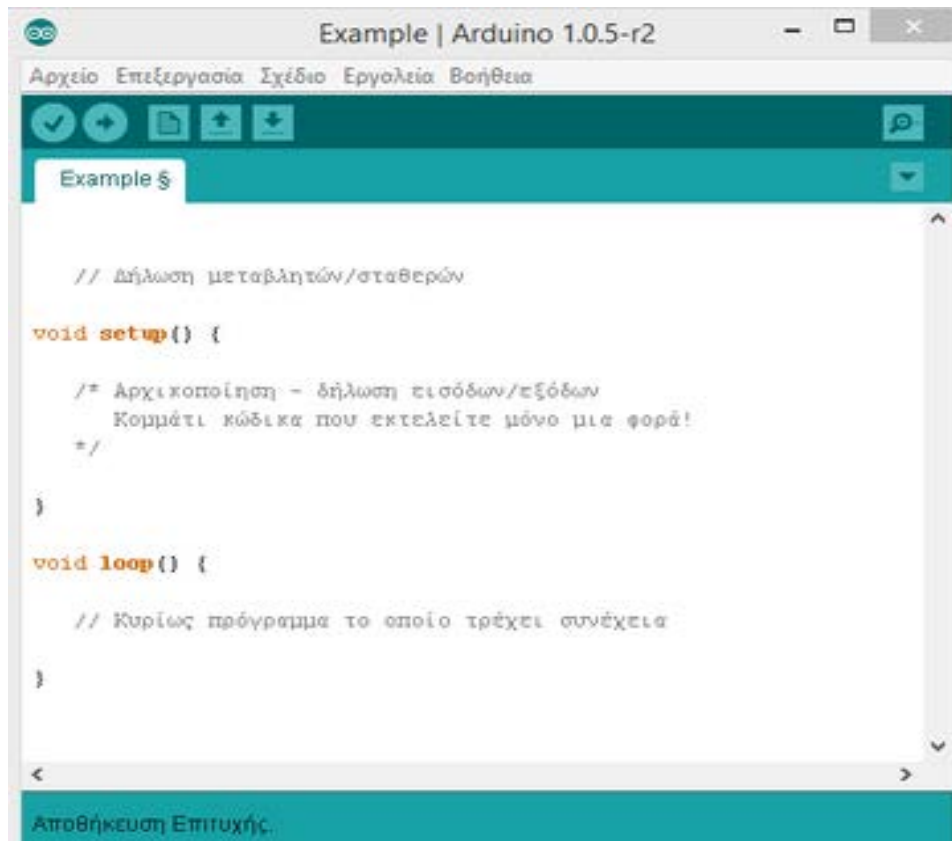
Αρχικά δηλώνουμε τις μεταβλητές και τις σταθερές που θα περιέχονται στο πρόγραμμα

Στην συνέχεια με την εντολή void setup () [κάνουμε αρχικοποίηση καταστάσεων και μεταβλητών καθώς και τον κώδικα που θέλουμε να τρέξει μόνο μια φορά στο Arduino]

Τέλος με την εντολή void loop() [γράφουμε το κομμάτι του κώδικα loop() που περιέχει το κυρίως πρόγραμμα μας και θα τρέχει συνέχεια, μέχρι να βγάλουμε το Arduino απ' το ρεύμα] Εικόνες 22,23



Εικόνα 22 : Η δομή ενός προγράμματος Arduino [43]



Εικόνα 23 : Η δομή ενός προγράμματος Arduino [43]

Οι μεταβλητές παίζουν πολύ σημαντικό ρόλο στην σύνταξη του κώδικα μας καθώς αλλάζοντας τις τιμές τους κατά την διάρκεια εκτέλεσης του προγράμματος μπορούμε να επιτύχουμε διάφορες λειτουργίες. Μπορούν να πάρουν διάφορες τιμές όπως νούμερα, χαρακτήρες, και τα δύο ή να έχουν λογική τιμή True ή False (αληθής-ψευδής). Ανάλογα με την τιμή αυτή τις αρχικοποιούμε ή τις δηλώνουμε αντίστοιχα στο πρώτο τμήμα της δομής του προγράμματος μας όπως παρακάτω (τύπος όνομα_μεταβλητής):

int number Ακέραιους αριθμούς απ' το -32.768 μέχρι 32.768
(π.χ. int number = 500 ; ή int arnitikos = -5 ;)

float number1 Δεκαδικούς αριθμούς
(π.χ. float number1 = 0.0015 ; ή float number_2 = 15.025 ;)

char onoma Γράμματα αλλά και αριθμούς
(π.χ. char onoma='Giorgos'; ή char gramma='A'; ή char allo='AB32b';)

boolean state Τιμή true ή false

Το όνομα κάθε μεταβλητής ή σταθεράς θα πρέπει να υπάρχει μόνο μια φορά μέσα στον κώδικα μας, να είναι γραμμένο με αγγλικούς χαρακτήρες και να μη ξεκινάει με νούμερο. Στο τέλος κάθε μεταβλητής βάζουμε το ελληνικό ερωτηματικό ';' ως χαρακτήρα τερματισμού. Για τις σταθερές ισχύουν τα παραπάνω με την διαφορά ότι πριν τον τύπο βάζουμε το χαρακτηριστικό 'const' (const τύπος όνομα_σταθεράς). (π.χ. const int statheri_timi = 14;) Μια μεταβλητή μπορεί να μην έχει αρχική τιμή αλλά η τιμή της να υπολογίζεται μετά από εκτέλεση κάποιας εντολής μέσα στο πρόγραμμα. Οι συναρτήσεις του Arduino αποτελούν βασικό παράγοντα στον προγραμματισμό του μικροελεγκτή μας καθώς αυτές συνδέουν πολύ εύκολα το Arduino υπο με τα υπόλοιπα στοιχεία του κυκλώματος μας. (π.χ. led, κουμπιά/διακόπτες, οθόνη LCD, ηχείο). Οι βασικές και πιο σημαντικές συναρτήσεις του Arduino είναι οι παρακάτω: [43],[44]

```
pinMode(pin, mode) ;
```

Με την συνάρτηση αυτή προσδιορίζουμε στο Arduino, αν ο ακροδέκτης/pin που έχουμε συνδέσει με το στοιχείο του κυκλώματος μας, είναι είσοδος ή έξοδος, δηλαδή αν θα λάβει ή θα στείλει κάποιο σήμα. Για παράδειγμα εάν έχουμε συνδέσει ένα led σε κάποιο pin του Arduino, το οποίο θέλουμε να ανάβει ή να σβήνει μετά από σήμα που θα στέλνουμε, τότε το pin αυτό θα το δηλώσουμε ως έξοδο π.χ. pinMode(3,OUTPUT); Αντίθετως ένα pin μέσω του οποίου θα στείλουμε ένα σήμα στο Arduino το pin αυτό θα το δηλώσουμε ως είσοδο π.χ. pinMode(5,INPUT);

```
digitalWrite(pin, value);
```

Αφού έχουμε δηλώσει τον ρόλο του pin που μας ενδιαφέρει με την συνάρτηση pinMode πρέπει τώρα να πούμε στο Arduino τι να κάνει με αυτό. Έστω για παράδειγμα, ότι με την εντολή pinMode(3,OUTPUT); έχουμε δηλώσει το pin 3 σαν έξοδο και θέλουμε να ανάβουμε και να σβήνουμε ένα led, το οποίο έχουμε συνδέσει σε αυτό το pin.

Σε αυτή την περίπτωση θα χρησιμοποιήσουμε την εντολή digitalWrite(3, HIGH); για να ανάβουμε το led και την εντολή digitalWrite(3, LOW); για να σβήνουμε το led. Αυτό συμβαίνει επειδή με την τιμή HIGH δίνουμε λογικό '1' ή 5V ή Vcc δηλ. τροφοδοτούμε

το led με τάση 5V και με την τιμή LOW δίνουμε λογικό '0' ή 0V ή GND δηλ. δεν τροφοδοτούμε το led με τάση.

```
όνομα_μεταβλητής=digitalRead(pin);
```

Με την εντολή `digitalRead` λέμε στο Arduino να διαβάσει μια τιμή, έτσι ώστε η μεταβλητή που έχουμε χρησιμοποιήσει να πάρει αυτή την τιμή που μπορεί να είναι HIGH ή LOW. Έστω για παράδειγμα, ότι το pin 4 το έχουμε συνδέσει με ένα μπουτόν και με την εντολή `pinMode(4,INPUT)`; το έχουμε δηλώσει σαν είσοδο. Θέλουμε όταν πιέζουμε το μπουτόν, η μεταβλητή π.χ με το όνομα `value` να παίρνει τιμή HIGH και όταν αφήνουμε το μπουτόν η μεταβλητή να παίρνει την τιμή LOW. Θα γράψουμε `value=digitalRead(4)`;

```
analogWrite(pin, value);
```

Με την συνάρτηση `digitalWrite` είδαμε ότι μπορούμε να δώσουμε έξοδο με μόνο δυο τιμές, HIGH και LOW. Τι γίνεται όμως όταν θέλουμε να χαμηλώσουμε τον φωτισμό σε ένα led ή να περιστρέψουμε ένα DC μοτέρ με λιγότερη ταχύτητα; Στις περιπτώσεις αυτές χρησιμοποιούμε στο Arduino την συνάρτηση `analogWrite`, η οποία μπορεί να πάρει τιμές από 0 έως 255. Η λειτουργία αυτή λέγεται Pulse Width Modulation - PWM και στο Arduino υπο μπορούμε να την χρησιμοποιήσουμε στα pin 3, 5, 6, 9, 10 και 11. Αυτό που κάνει είναι να στέλνει παλμούς, σαν ένας διακόπτης που ανοιγοκλείνει πολύ γρήγορα. Έτσι π.χ εάν θέλουμε να περιστρέψουμε ένα μοτέρ, το οποίο έχουμε συνδέσει στο pin 5, με την μισή ταχύτητα θα κάναμε χρήση της εντολής: `analogWrite(5,127)`;

```
όνομα_μεταβλητής=analogRead(pin);
```

Την συνάρτηση `analogRead` την χρησιμοποιούμε όταν θέλουμε να διαβάσουμε μια αναλογική τιμή, π.χ. από ένα αισθητήρα θερμοκρασίας, αισθητήρα υπερήχων,

αισθητήρα υπερύθρων. Οι τιμές που μπορεί να διαβάσει είναι από 0 έως 1023. Τα διαθέσιμα analog pins του Arduino υπο είναι απ'το A0 έως το A5.

Εντολή ελέγχου if

Την εντολή ελέγχου if θα την συναντήσουμε πολλές φορές στα προγράμματα μας. Όπως δηλώνει και το όνομα της "if" (Αν), ελέγχει μια συνθήκη αν είναι αληθής ή ψευδής. Αν είναι αληθής, εκτελούνται και οι αντίστοιχες εντολές που περικλείονται από την συνθήκη, αν είναι ψευδής, δηλαδή δεν ισχύει, τότε δεν εκτελούνται οι εντολές τις συνθήκης.

```
if ( συνθήκη ) {
```

```
    Εντολές
```

```
}
```

Σε κάποιες περιπτώσεις ο έλεγχος θα πρέπει να επεκταθεί σε μια ή σε περισσότερες επιλογές, έτσι η σύνθετη μορφή της "if" είναι η " if else ".

```
if (συνθήκη 1) {
```

```
    // κάνε το A
```

```
}
```

```
else if (συνθήκη 2) {
```

```
    // κάνε το B
```

```
}
```

```
else {
```

```
    // κάνε το C
```

```
}
```

Συγκριτικοί τελεστές

Το αποτέλεσμα των συγκριτικών τελεστών είναι πάντα λογικού τύπου. (αληθής ή ψευδής)

\leq ή \leq (μικρότερο ή ίσο)

$<$ (μικρότερο)

$=$ (ίσον)

\neq (διάφορο)

$>$ (μεγαλύτερο)

\geq ή \geq (μεγαλύτερο ή ίσο)

ΛΟΓΙΚΟΙ ΤΕΛΕΣΤΕΣ

Οι λογικοί τελεστές, ΚΑΙ, Ή, ΟΧΙ, εφαρμόζονται πάνω σε λογικές εκφράσεις (δηλαδή εκφράσεις που το αποτέλεσμα τους είναι αληθής ή ψευδής). Το αποτέλεσμα τους είναι πάλι λογικού τύπου δεδομένων.

$\&\&$ (και)

$\|\|$ (ή)

NOT (όχι)

4.3.2 MIT App Inventor

Εισαγωγή

Το MIT App Inventor είναι ένα δωρεάν λογισμικό ανοιχτού κώδικα, που υποστηρίζει ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης εφαρμογών ιστού. Αρχικά αναπτύχθηκε και παρέχόταν από την Google, αλλά τώρα την ανάπτυξη και την διαχείριση του, έχει αναλάβει το Ινστιτούτο Τεχνολογίας της Μασαχουσέτης (MIT). Το MIT App Inventor είναι ένα διαισθητικό, οπτικό περιβάλλον προγραμματισμού σχεδιασμένο με τέτοιο τρόπο ώστε να μπορούν όλοι, ακόμη και παιδιά, να δημιουργούν εφαρμογές για τηλέφωνα Android, iPhone και tablet Android/iOS που να είναι πλήρως λειτουργικές. Η δημιουργία μιας εφαρμογής, στο φιλικό στον χρήστη περιβάλλον του MIT App Inventor, είναι αρκετά εύκολη και μπορούν όλοι να δημιουργήσουν και να λειτουργήσουν την πρώτη τους εφαρμογή απλά και γρήγορα.

Επιπλέον το γεγονός ότι το MIT App Inventor βασίζεται σε μπλοκ, διευκολύνει τη δημιουργία σύνθετων εφαρμογών υψηλής απόδοσης σε πολύ λιγότερο χρόνο από τα παραδοσιακά περιβάλλοντα προγραμματισμού.

Το App Inventor βασίζεται και ενημερώνεται από τις θεωρίες μάθησης οικοδόμησης της γνώσης (constructionist learning), οι οποίες τονίζουν ότι ο προγραμματισμός μπορεί να αποτελέσει όχημα για την εμπλοκή ισχυρών ιδεών μέσω της ενεργητικής μάθησης. Ως εκ τούτου, αποτελεί μέρος μιας συνεχιζόμενης κίνησης στους υπολογιστές και την εκπαίδευση που ξεκίνησε με τη δουλειά του Seymour Papert και του MIT Logo Group στη δεκαετία του 1960, και εκδηλώθηκε επίσης με το έργο του Mitchel Resnick για τα Lego Mindstorms και StarLogo.[40]

Το App Inventor αποτελείται από τις καρτέλες

Designer

Blocks Editor. [41]

Designer

Στην καρτέλα Designer δημιουργούμε τη διεπαφή δηλ. την επικοινωνία της εφαρμογής με τον χρήστη. Μπορούμε να σχεδιάσουμε την εμφάνιση της εφαρμογής στην οθόνη

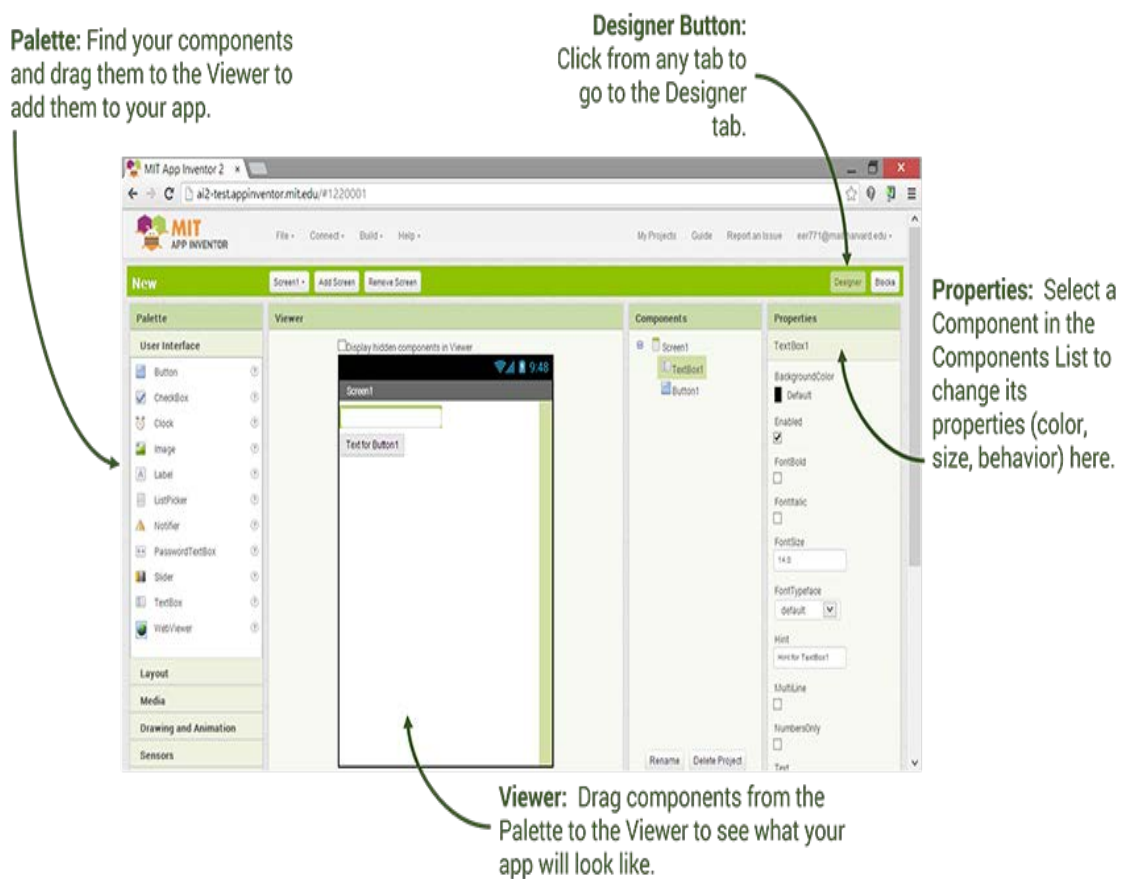
του κινητού τηλεφώνου με τρόπο που θα πρέπει προφανώς να ικανοποιεί τις ανάγκες της εφαρμογής, αλλά και από αισθητική άποψη να είναι ωραία, αφού υπάρχουν πάρα πολλές δυνατότητες επιλογής χρωμάτων, σχημάτων, εικόνων, ήχων, μεγεθών κ.λ.π . Όπως μπορείτε να δείτε στην εικόνα 24, αυτή η καρτέλα είναι χωρισμένη σε τέσσερις στήλες που είναι οι εξής από τα αριστερά προς τα δεξιά:

Palette

Viewer

Components

Properties



Εικόνα 24: καρτέλα Designer [41]

Palette

Όπως μπορούμε να δούμε η στήλη Palette, περιέχει τις παρακάτω ετικέτες.

User Interface

Layout

Media

Drawing and Animation

Maps

Sensor

Social

Storage

Connectivity

LEGO® MINDSTORMS®

Experimental

Σημ.Τα LEGO και MINDSTORMS είναι σήματα κατατεθέντα του Ομίλου LEGO.

Επιλέγοντας οποιαδήποτε από τις παραπάνω ετικέτες θα δούμε ότι περιέχει ένα σύνολο από επί μέρους ιδιαίτερες επιλογές. Για παράδειγμα μερικές βασικές από αυτές τις ετικέτες βλέπετε παρακάτω

User Interface

Η ετικέτα User Interface εμπεριέχει τις παρακάτω επί μέρους ιδιαίτερες επιλογές

Button

CheckBox

DatePicker

Image

Label

ListPicker

ListView

Notifier

PasswordTextBox

Screen

Slider

Spinner

Switch

TextBox

TimePicker

WebView

Layout

Η ετικέτα Layout εμπεριέχει τις παρακάτω επί μέρους ιδιαίτερες επιλογές

HorizontalArrangement

HorizontalScrollArrangement

TableArrangement

VerticalArrangement

VerticalScrollArrangement

Connectivity

Η ετικέτα Connectivity εμπεριέχει τις παρακάτω επί μέρους ιδιαίτερες επιλογές

ActivityStarter

BluetoothClient

BluetoothServer

Serial

Web

Viewer

Στην δεύτερη στήλη της καρτέλας Designer , την στήλη Viewer, υπάρχει μία οθόνη κινητού τηλεφώνου, μέσα στην οποία θα τοποθετήσουμε όλα τα απαραίτητα στοιχεία που χρειάζεται η εφαρμογή ανάλογα με τον σχεδιασμό που έχουμε κάνει. Τα στοιχεία αυτά θα τα επιλέγουμε από την στήλη Palette και θα τα μεταφέρουμε μέσα στην οθόνη του κινητού.

Components

Στην τρίτη στήλη της καρτέλας Designer , την στήλη Components, θα εμφανίζονται όλα τα στοιχεία που έχουμε επιλέξει και τοποθετήσει στην οθόνη του κινητού τηλεφώνου.

Properties

Στην τέταρτη στήλη της καρτέλας Designer , την στήλη Properties, μπορούμε να καθορίσουμε τις ιδιότητες κάθε στοιχείου της εφαρμογής μας, αφού προηγουμένως το έχουμε επιλέξει από την στήλη Components.

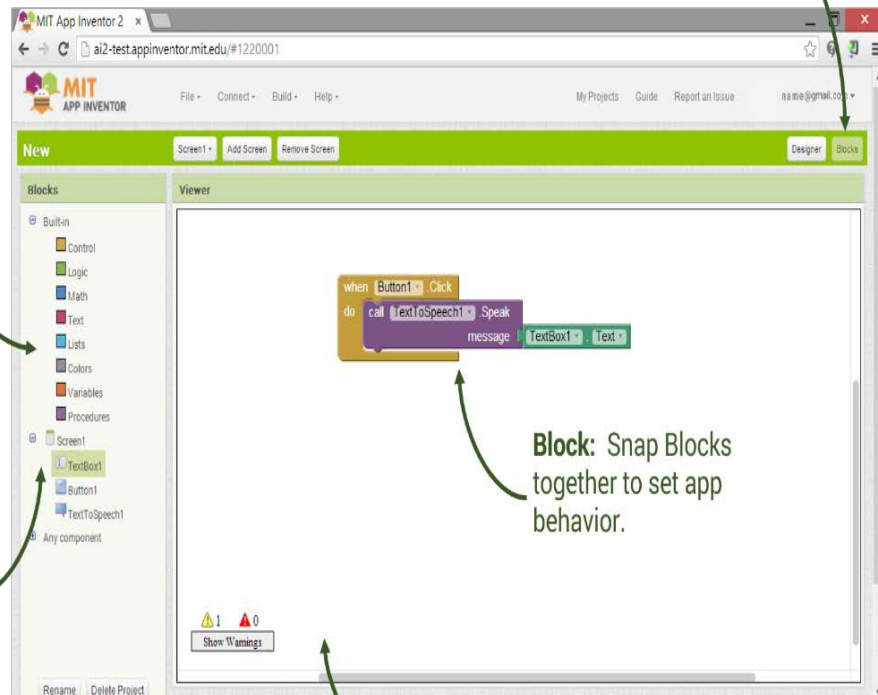
Blocks Editor

Στην καρτέλα Blocks Editor γράφουμε το πρόγραμμα που θα εκτελεί η εφαρμογή. Για το προγραμματισμό χρησιμοποιείται ένα γραφικό περιβάλλον χρήστη παρόμοιο με τις γλώσσες προγραμματισμού Scratch και StarLogo, που επιτρέπει στους χρήστες να μεταφέρουν και να αποθέσουν διάφορα Blocks συνθέτοντας το επιθυμητό πρόγραμμα.

Built-In Drawers: Find Blocks for general behaviors you may want to add to your app and drag them to the Blocks Viewer.

Blocks Button: Click from any tab to go to the Blocks tab.

Component-Specific Drawers: Find Blocks for behaviors for specific Components and drag them to the Blocks Viewer.



Block: Snap Blocks together to set app behavior.

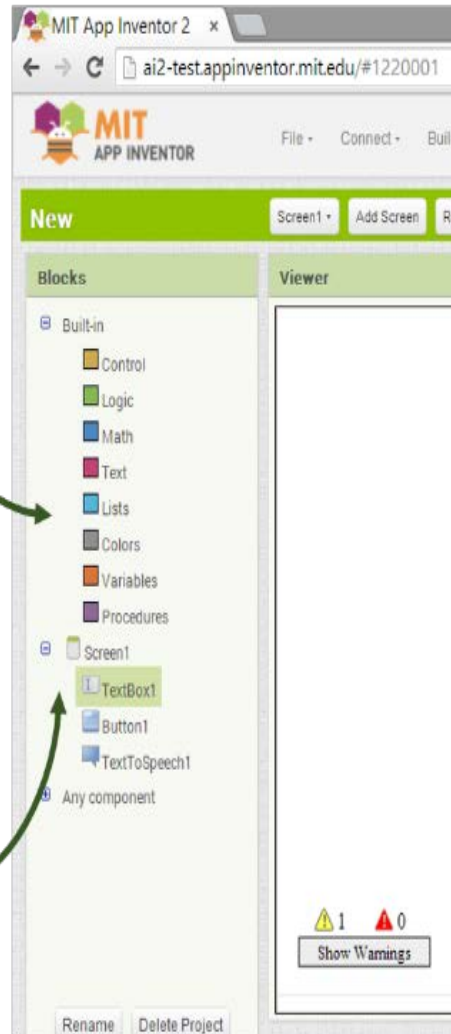
Viewer: Drag Blocks from the Drawers to the Blocks Viewer to build relationships and behavior.

Εικόνα 25 : καρτέλα Blocks Editor [41]

Όπως μπορούμε να δούμε στην εικόνα 25, στην καρτέλα Blocks υπάρχουν δύο στήλες. Στην αριστερή στήλη εμφανίζεται μία λίστα με τα διαθέσιμα, γενικών εντολών ή ιδιοτήτων Blocks και παρακάτω όλα τα στοιχεία που έχουμε χρησιμοποιήσει στην εφαρμογή μας, όπως φαίνεται στην εικόνα 26. Μόλις επιλέξουμε οποιοδήποτε από αυτά τα στοιχεία, εμφανίζεται μια λίστα εντολών εξειδικευμένων για το επιλεγμένο στοιχείο, οπότε επιλέγουμε την κατάλληλη κάθε φορά εντολή, ενώ η δεύτερη στήλη με την ετικέτα Viewer είναι το πεδίο στο οποίο θα τοποθετήσουμε τα κατάλληλα Blocks, καθώς αναπτύσσουμε το πρόγραμμά μας.

Built-In Drawers: Find Blocks for general behaviors you may want to add to your app and drag them to the Blocks Viewer.

Component-Specific Drawers: Find Blocks for behaviors for specific Components and drag them to the Blocks Viewer.



Εικόνα 26: Blocks και στοιχεία της εφαρμογής [41]

Για παράδειγμα μπορούμε να δούμε παρακάτω, ότι αν επιλέξουμε από τα γενικών εντολών Blocks την ετικέτα <<Variables>> θα δούμε ότι περιλαμβάνει τις εντολές

initialize global name to

get

set

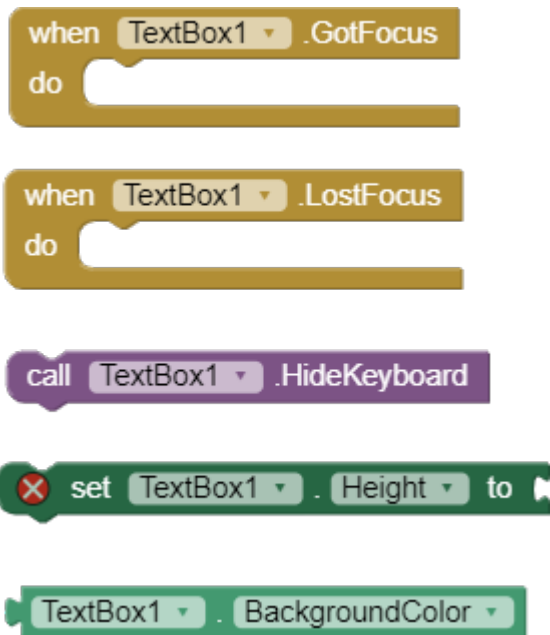
initialize local name to in (do)

initialize local name to in (return)

που είναι γραμμένες σε μορφή Block



Αν όμως επιλέξουμε π.χ το στοιχείο TextBox1, που περιλαμβάνεται στα στοιχεία του παραδείγματος της εικόνας 26 ,θα δούμε ότι εκεί υπάρχουν εντολές που σχετίζονται μόνο με το στοιχείο TextBox1, κάποιες από τις οποίες φαίνονται στην εικόνα 27.



Εικόνα 27: Blocks εντολών του στοιχείου TextBox1 [41]

4.4 Υλοποίηση εφαρμογής

Για να σχεδιάσουμε μια εφαρμογή ξεκινάμε από την καρτέλα Designer. Από την πρώτη στήλη αριστερά δηλ. από την στήλη Palette μεταφέρουμε εντός της οθόνης του κινητού τηλεφώνου, που φαίνεται στην δεύτερη στήλη δηλ. στην στήλη Viewer, όλα τα απαραίτητα στοιχεία για την εφαρμογή που θέλουμε να υλοποιήσουμε και τα τοποθετούμε στις κατάλληλες θέσεις. (Drag and drop)

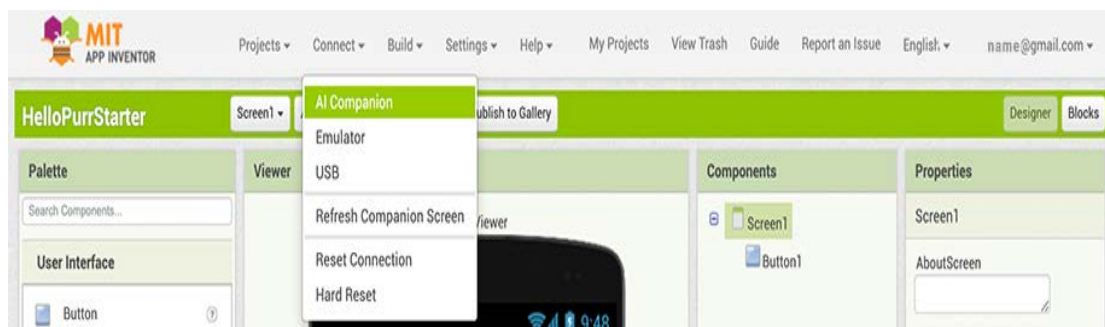
Παρατηρούμε ότι τα στοιχεία που χρησιμοποιήσαμε εμφανίζονται και στην τρίτη στήλη της καρτέλας Designer δηλ. στην στήλη Components. Τώρα αφού επιλέξουμε από αυτή τη στήλη όποιο στοιχείο θέλουμε, πάμε στην τελευταία στήλη δεξιά, στην στήλη Properties, όπου εκεί έχουμε την δυνατότητα να ρυθμίσουμε τις ιδιότητες του στοιχείου που έχουμε επιλέξει.

Μετά πατώντας το μπουτόν <<Blocks>> στην πάνω δεξιά γωνία της καρτέλας Designer, στην οποία βρισκόμαστε, ανοίγουμε την καρτέλα Blocks, στην οποία θα γράψουμε το πρόγραμμα μας.

4.4.1 Σύνδεση και λειτουργία της εφαρμογής στο κινητό τηλέφωνο (smartphone) μέσω WiFi

Αφού έχουμε ολοκληρώσει στον υπολογιστή μας μια εφαρμογή στο προγραμματιστικό περιβάλλον του App Inventor, σύμφωνα με όσα έχουν αναφερθεί παραπάνω, μπορούμε τώρα να την δοκιμάσουμε και να την θέσουμε σε λειτουργία. Για να γίνει αυτό πρέπει να ακολουθήσουμε τα παρακάτω βήματα:

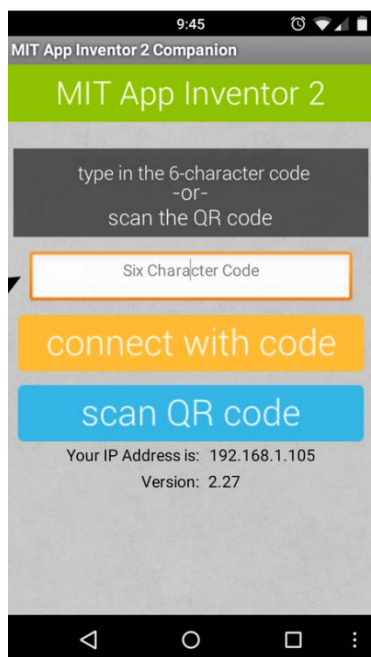
1. Κατεβάστε και εγκαταστήστε στο τηλέφωνό σας την εφαρμογή MIT AI2 Companion App για συσκευές με λειτουργικό Android ή IOS. Την εφαρμογή θα την βρείτε στο Google Play store για Android συσκευές ή στο Apple App store για Apple συσκευές.
2. Συνδέστε στο ίδιο δίκτυο WiFi τον υπολογιστή σας, που έχετε την εφαρμογή που γράψατε στο App Inventor και το τηλέφωνο, στο οποίο έχετε κατεβάσει και εγκαταστήσει την εφαρμογή AI2 Companion App.
3. Ανοίξτε την εφαρμογή σας στο App Inventor.



Επιλέξτε “Connect” και στην συνέχεια “AI Companion” από το menu, οπότε θα δείτε την παρακάτω εικόνα που εμφανίζει ένα QR Code και ένα κωδικό.



4. Ανοίξτε στο τηλέφωνό σας την εφαρμογή AI2 Companion App και θα εμφανισθεί η παρακάτω οθόνη.



5. Επιλέξτε “Scan QR code” και σκανάρετε το QR Code που έχει εμφανισθεί στον υπολογιστή σας στο προηγούμενο βήμα ή εναλλακτικά επιλέγετε “Connect with code”

και γράφετε τον έξι χαρακτήρων κωδικό που φαίνεται και αυτός στο προηγούμενο βήμα. Με τον τρόπο αυτόν συνδεόμαστε και λειτουργούμε την εφαρμογή μας.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

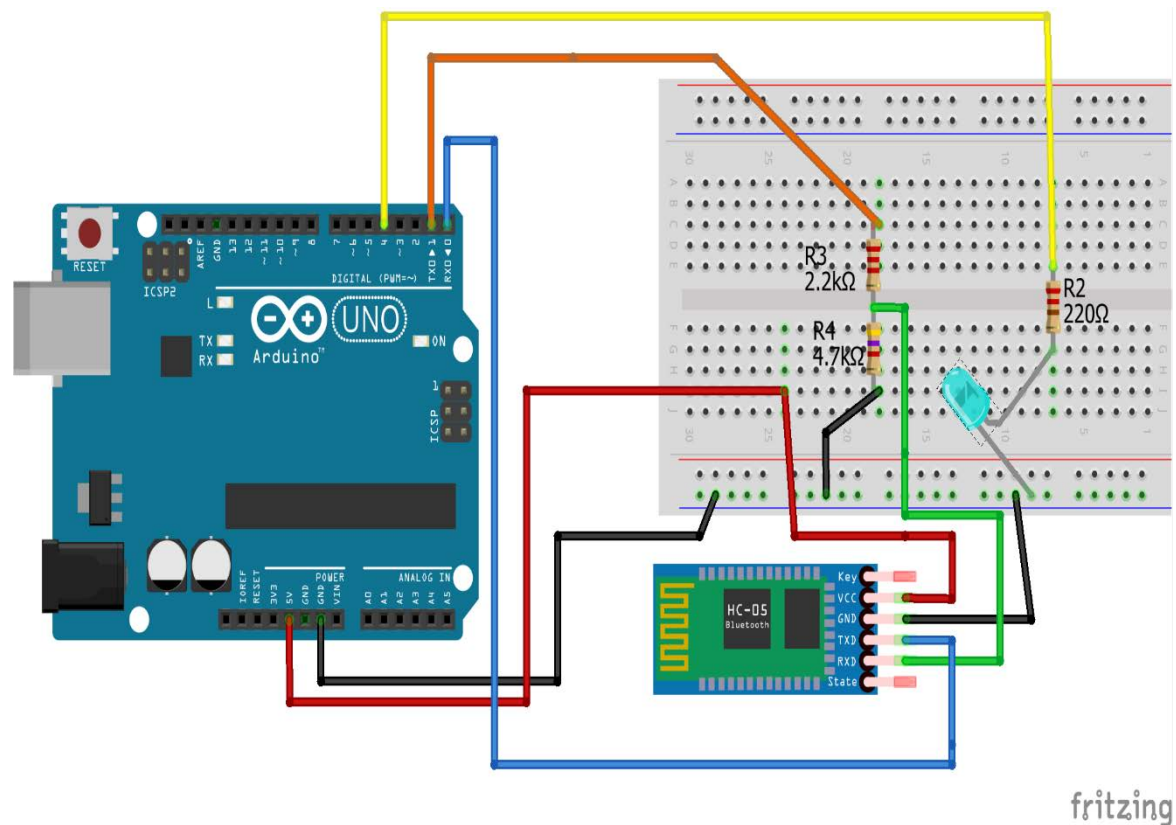
ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ

ΕΛΕΓΧΟΣ ΑΠΟ ΑΠΟΣΤΑΣΗ ΜΕΣΩ ΚΙΝΗΤΟΥ ΤΗΛΕΦΩΝΟΥ SMARTPHONE

5.1 ΑΝΑΒΩ ΚΑΙ ΣΒΗΝΩ ΕΝΑ ΛΑΜΠΑΚΙ

Περιγραφή: Ανάβω και σβήνω ένα λαμπάκι με το πάτημα του αντίστοιχου πλήκτρου.

ΚΥΚΛΩΜΑ



Για την σχεδίαση του κυκλώματος χρησιμοποιήθηκε η εφαρμογή fritzing

ΚΩΔΙΚΑΣ ARDUINO

//Ανάβω και σβήνω 1 λαμπάκι μέσω Bluetooth

```
int ledPin = 3;
char byte_value = 0;
void setup ()
{
  Serial.begin(9600);
  pinMode(ledPin ,OUTPUT);
}
void loop()
{
  if(Serial.available() > 0)
  {
    byte_value = Serial.read();
    if(byte_value == 31)
      digitalWrite(ledPin ,HIGH);
    else if(byte_value == 30)
      digitalWrite(ledPin ,LOW);
  }
}
```

ΕΦΑΡΜΟΓΗ SMARTPHONE

-ΘΟΟΝΗ ΚΙΝΗΤΟΥ



ΚΩΔΙΚΑΣ APPINVERTOR

```
when ListPicker1 .BeforePicking
do set ListPicker1 . Elements to BluetoothClient1 . AddressesAndNames

when ListPicker1 .AfterPicking
do set ListPicker1 . Selection to call BluetoothClient1 .Connect
address ListPicker1 . Selection
set ListPicker1 . BackgroundColor to green
set ListPicker1 . TextColor to red
set ListPicker1 . Text to "ΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟ"

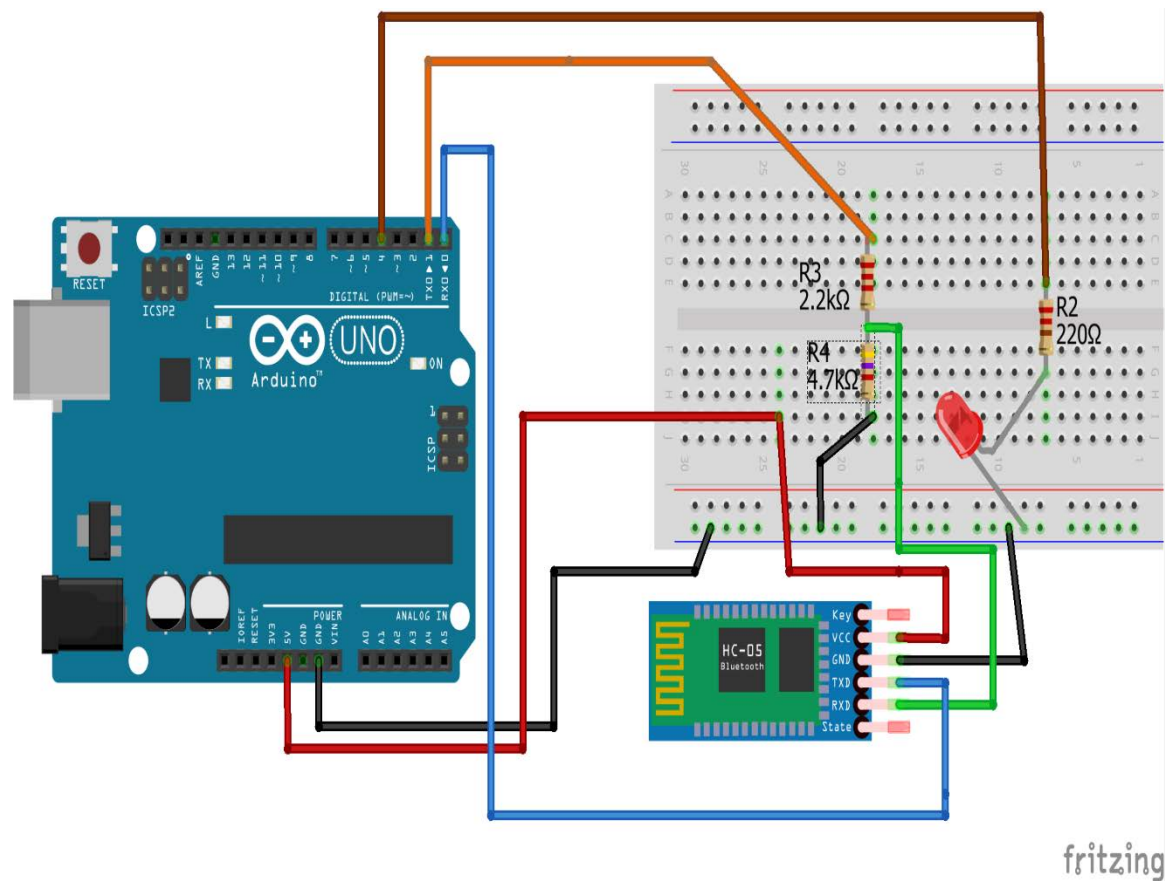
when Button1 .Click
do call BluetoothClient1 .Send1ByteNumber
number 31

when Button2 .Click
do call BluetoothClient1 .Send1ByteNumber
number 30
```

5.2 ΕΝΑ ΛΑΜΠΑΚΙ ΠΟΥ ΑΝΑΒΟΣΒΗΝΕΙ ΣΥΝΕΧΩΣ

Περιγραφή: Με το πάτημα του μπουτόν START το λαμπάκι αρχίζει να αναβοσβήνει. Αυτή η λειτουργία εκτελείται συνεχώς μέχρι να πατηθεί το μπουτόν STOP.

ΚΥΚΛΩΜΑ



Για την σχεδίαση του κυκλώματος χρησιμοποιήθηκε η εφαρμογή fritzing

ΚΩΔΙΚΑΣ ARDUINO

// Ένα λαμπάκι που αναβοσβήνει κάθε 2 δευτερόλεπτα συνεχώς και ελέγχεται μέσω Bluetooth

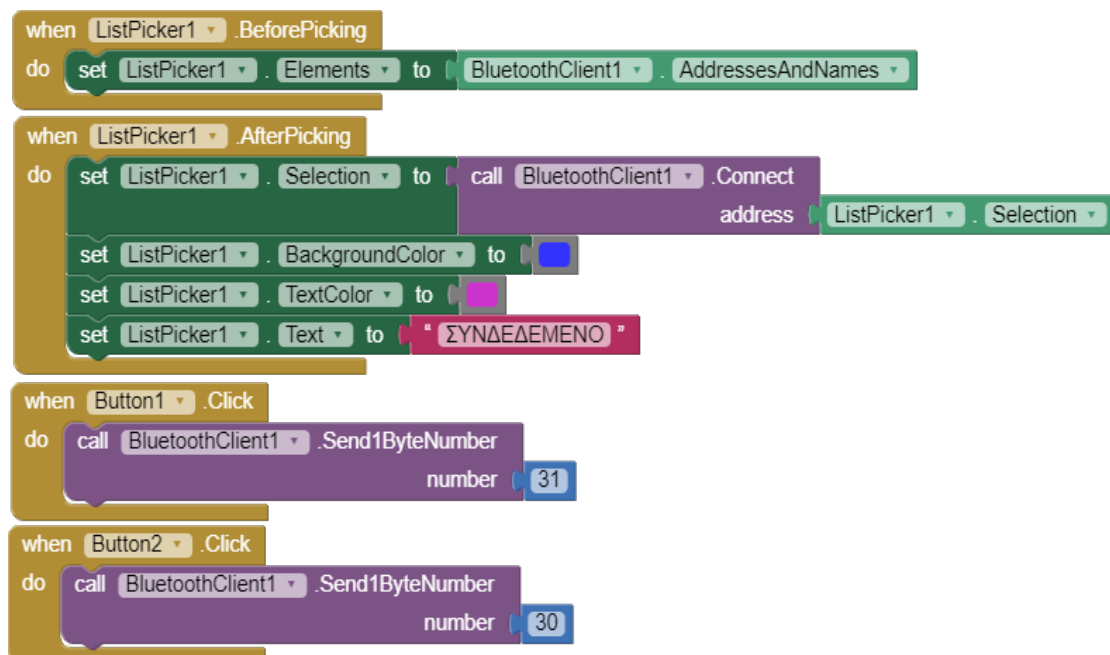
```
int ledPin = 3;
char byte_value = 0;
void setup ()
{
  Serial.begin(9600);
  pinMode(ledPin ,OUTPUT);
}
void loop()
{
  if(Serial.available() > 0)
  {
    byte_value = Serial.read();
    if(byte_value == 31)
      digitalWrite(ledPin ,HIGH);
    delay(2000);
    digitalWrite(ledPin ,LOW);
    delay(2000);
  }
  else if(byte_value == 30)
    digitalWrite(ledPin ,LOW);
  }
}
```

ΕΦΑΡΜΟΓΗ SMARTPHONE

-ΘΘΟΝΗ ΚΙΝΗΤΟΥ



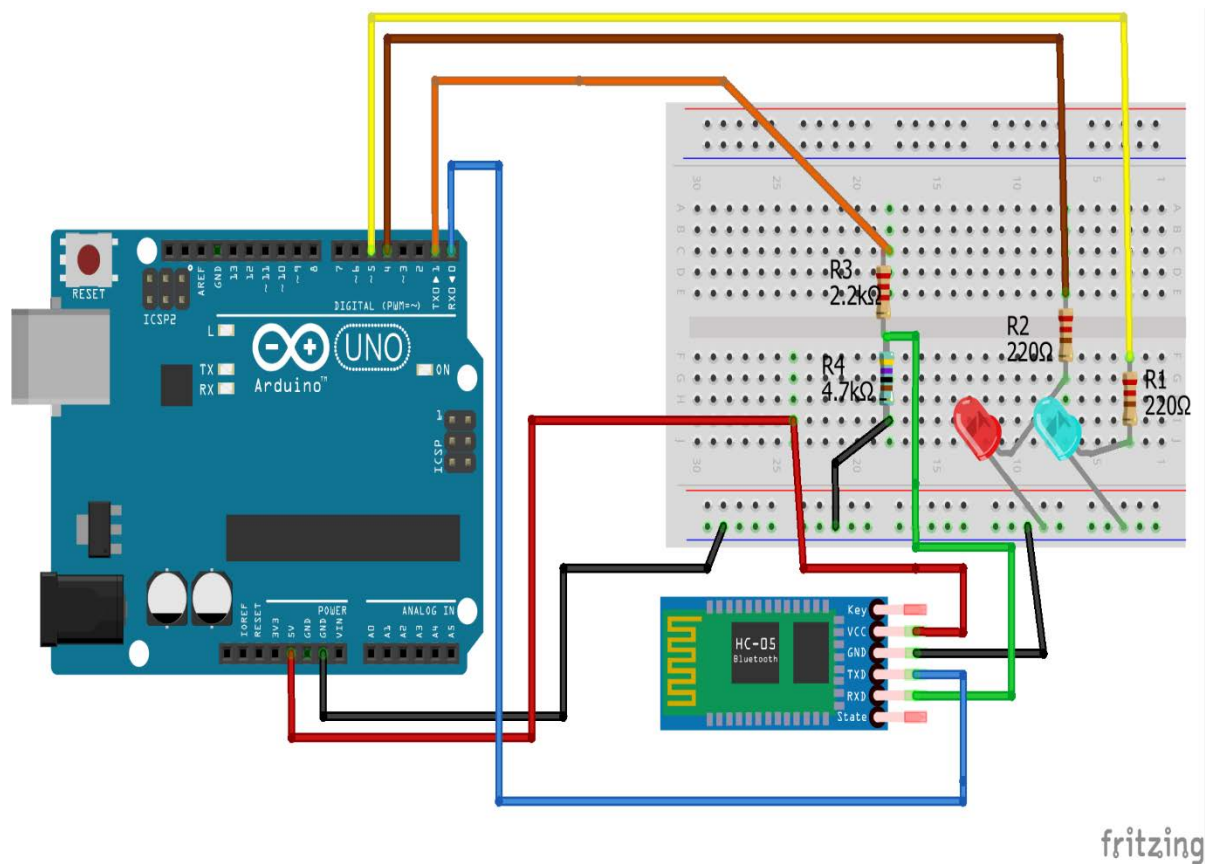
ΚΩΔΙΚΑΣ APPINVERTOR



5.3 ΑΝΑΒΩ ΚΑΙ ΣΒΗΝΩ ΔΥΟ ΛΑΜΠΑΚΙΑ

Περιγραφή: Με το πάτημα του αντίστοιχου πλήκτρου ανάβω και σβήνω κάθε ένα λαμπάκι.

ΚΥΚΛΩΜΑ



Για την σχεδίαση του κυκλώματος χρησιμοποιήθηκε η εφαρμογή fritzing

ΚΩΔΙΚΑΣ ARDUINO

//Ανάβω και σβήνω 2 λαμπάκια μέσω Bluetooth

```
int ledPin1 = 4;
int ledPin2 = 5;
char byte_value = 0;
void setup ()
{
  Serial.begin(9600);
  pinMode(ledPin1, OUTPUT);
  pinMode(ledPin2, OUTPUT);
}
void loop()
{
  if(Serial.available() > 0)
  {
    byte_value = Serial.read();
    if(byte_value == 41)
      digitalWrite(ledPin1, HIGH);
    else if(byte_value == 40)
      digitalWrite(ledPin1, LOW);
    else if(byte_value == 51)
      digitalWrite(ledPin2, HIGH);
    else if(byte_value == 50)
      digitalWrite(ledPin2 ,LOW);
  }
}
```

ΕΦΑΡΜΟΓΗ SMARTPHONE

-ΟΘΟΝΗ ΚΙΝΗΤΟΥ



ΚΩΔΙΚΑΣ APPINVERTOR

```
when ListPicker1 . BeforePicking
do set ListPicker1 . Elements to BluetoothClient1 . AddressesAndNames

when ListPicker1 . AfterPicking
do set ListPicker1 . Selection to call BluetoothClient1 . Connect
address ListPicker1 . Selection
set ListPicker1 . BackgroundColor to blue
set ListPicker1 . TextColor to red
set ListPicker1 . Text to " ΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟ "

when Button1 . Click
do call BluetoothClient1 . Send1ByteNumber
number 41

when Button2 . Click
do call BluetoothClient1 . Send1ByteNumber
number 40

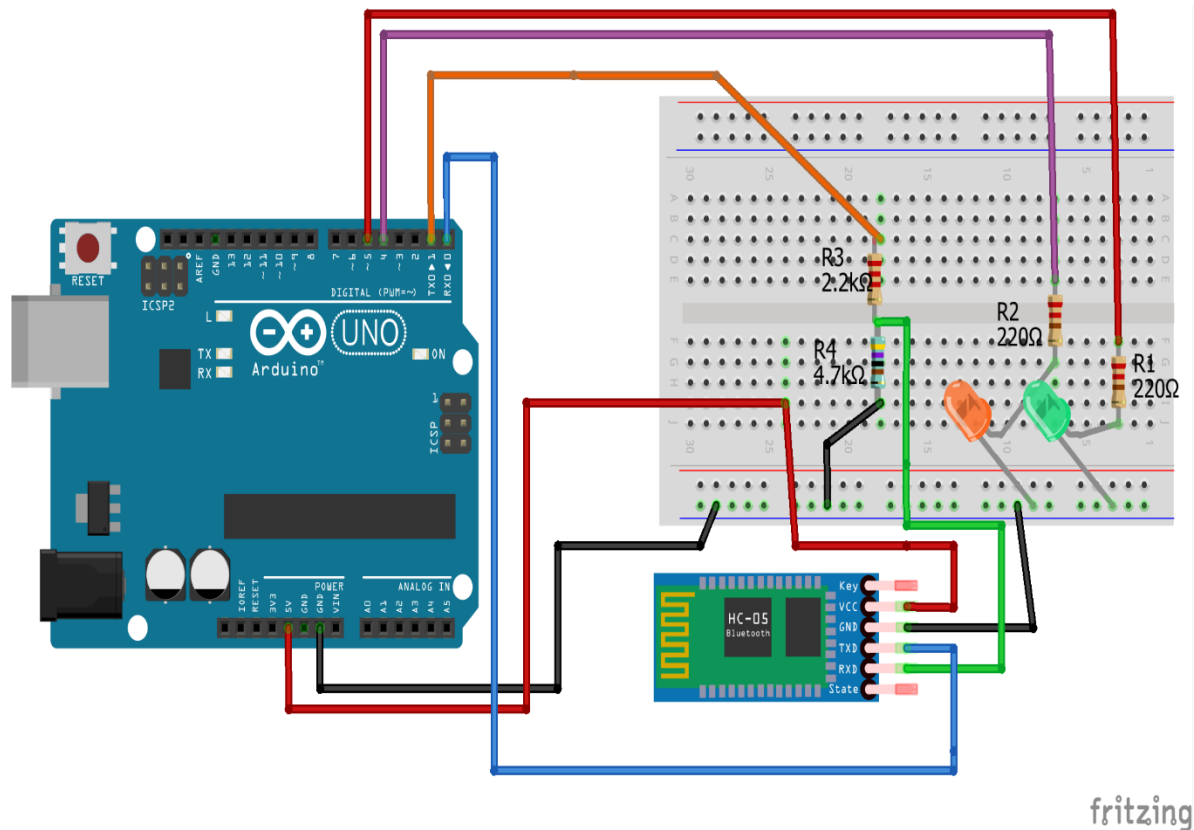
when Button3 . Click
do call BluetoothClient1 . Send1ByteNumber
number 51

when Button4 . Click
do call BluetoothClient1 . Send1ByteNumber
number 50
```

5.4 ΔΥΟ ΛΑΜΠΑΚΙΑ ΠΟΥ ΑΝΑΒΟΣΒΗΝΟΥΝ ΔΙΑΔΟΧΙΚΑ ΣΥΝΕΧΩΣ

Περιγραφή: Με το πάτημα του μπουτόν START κάθε λαμπάκι ανάβει αφού έχει σβήσει το προηγούμενο. Αυτή η λειτουργία εκτελείται συνεχώς μέχρι να πατηθεί το μπουτόν STOP

ΚΥΚΛΩΜΑ



Για την σχεδίαση του κυκλώματος χρησιμοποιήθηκε η εφαρμογή fritzing

ΚΩΔΙΚΑΣ ARDUINO

// Δύο λαμπάκια που αναβοσβήνουν διαδοχικά συνεχώς ελεγχόμενα μέσω Bluetooth

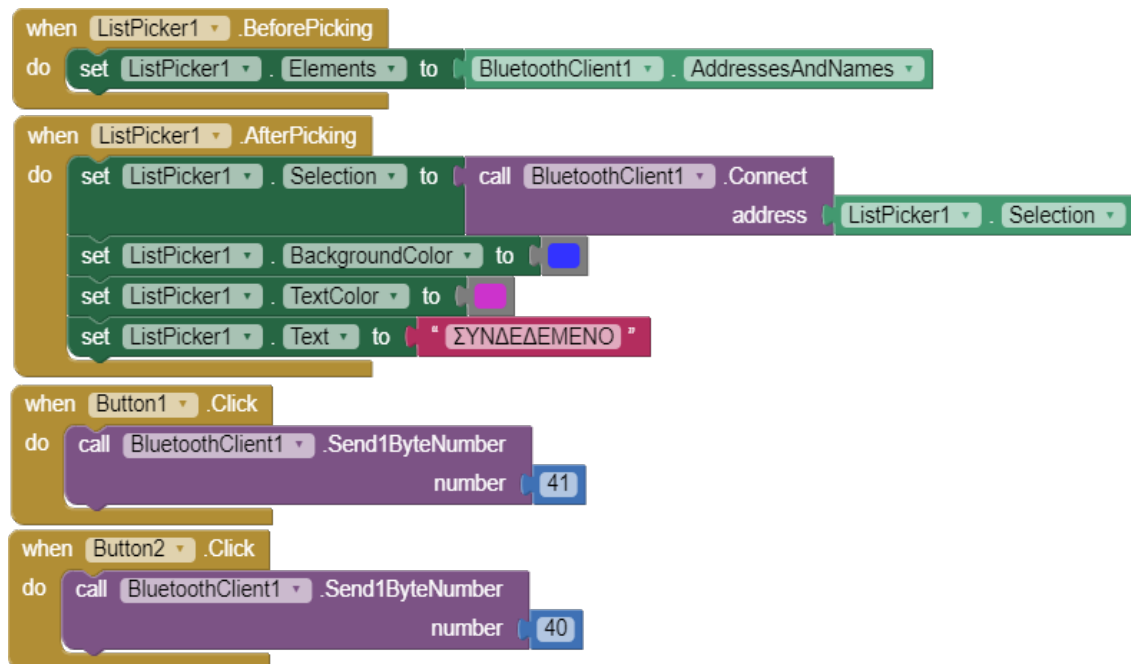
```
int ledPin1 = 4;
int ledPin2 = 5;
char byte_value = 0;
void setup ()
{
  Serial.begin(9600);
  pinMode(ledPin1, OUTPUT);
  pinMode(ledPin2, OUTPUT);
}
void loop()
{
  if(Serial.available() > 0)
  {
    byte_value = Serial.read();
    if(byte_value == 41)
      digitalWrite(ledPin1, HIGH);
      delay(200);
      digitalWrite(ledPin1, LOW);
      digitalWrite(ledPin2, HIGH);
      delay(200);
      digitalWrite(ledPin2, LOW);
    else if(byte_value == 40)
      digitalWrite(ledPin1, LOW);
      digitalWrite(ledPin2, LOW);
  }
}
```

ΕΦΑΡΜΟΓΗ SMARTPHONE

-ΟΘΟΝΗ ΚΙΝΗΤΟΥ



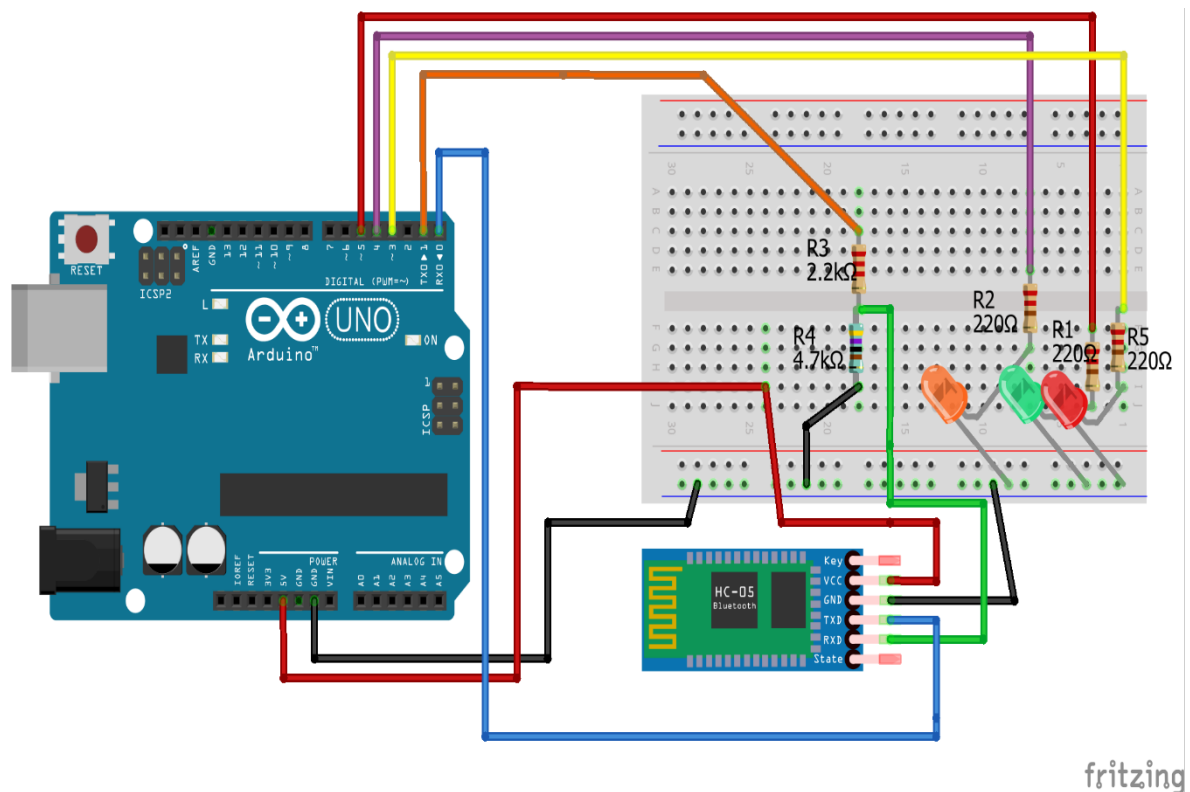
ΚΩΔΙΚΑΣ APPINVERTOR



5.5 ΤΡΙΑ ΛΑΜΠΑΚΙΑ ΠΟΥ ΑΝΑΒΟΣΒΗΝΟΥΝ ΔΙΑΔΟΧΙΚΑ ΣΥΝΕΧΩΣ

1. Περιγραφή: Με το πάτημα του μπουτόν START κάθε λαμπάκι ανάβει αφού έχει σβήσει το προηγούμενο. Αυτή η λειτουργία εκτελείται συνεχώς μέχρι να πατηθεί το μπουτόν STOP

ΚΥΚΛΩΜΑ



Για την σχεδίαση του κυκλώματος χρησιμοποιήθηκε η εφαρμογή fritzing

ΚΩΔΙΚΑΣ ARDUINO

//Τρία λαμπάκια που αναβοσβήνουν διαδοχικά συνεχώς ελεγχόμενα μέσω Bluetooth

```
int ledPin1 = 3;
int ledPin2 = 4;
int ledPin3 = 5;
char byte_value = 0;
void setup ()
{
  Serial.begin(9600);
  pinMode(ledPin1, OUTPUT);
  pinMode(ledPin2, OUTPUT);
  pinMode(ledPin3, OUTPUT);
}
void loop()
{
  if(Serial.available() > 0)
  {
    byte_value = Serial.read();
    if(byte_value == 41)
      digitalWrite(ledPin1, HIGH);
    delay(200);
    digitalWrite(ledPin1, LOW);
    digitalWrite(ledPin2, HIGH);
    delay(200);
    digitalWrite(ledPin2, LOW);
    digitalWrite(ledPin3, HIGH);
    delay(200);
```

```
digitalWrite(ledPin3, LOW);  
else if(byte_value == 40)  
    digitalWrite(ledPin1 ,LOW);  
    digitalWrite(ledPin2 ,LOW);  
    digitalWrite(ledPin3 ,LOW);  
}  
}
```

2. Τα τρία λαμπάκια αναβοσβήνουν συνεχώς, τώρα όμως με διαφορετικό τρόπο λειτουργίας

Περιγραφή: Με το πάτημα του μπουτόν START ανάβουν διαδοχικά και τα τρία λαμπάκια και στην συνέχεια σβήνουν διαδοχικά. Αυτή η λειτουργία εκτελείται συνεχώς μέχρι να πατηθεί το μπουτόν STOP

```
int ledPin1 = 3;  
int ledPin2 = 4;  
int ledPin3 = 5;  
char byte_value = 0;  
void setup ()  
{  
    Serial.begin(9600);  
    pinMode(ledPin1, OUTPUT);  
    pinMode(ledPin2, OUTPUT);  
    pinMode(ledPin3, OUTPUT);  
}  
void loop()  
{
```

```
if(Serial.available() > 0)
{
    byte_value = Serial.read();
if(byte_value == 41)
    digitalWrite(ledPin1, HIGH);
    delay(200);
    digitalWrite(ledPin2, HIGH);
    delay(200);
    digitalWrite(ledPin3, HIGH);
    delay(200);
    digitalWrite(ledPin1 ,LOW);
    delay(200);
    digitalWrite(ledPin2 ,LOW);
    delay(200);
    digitalWrite(ledPin3 ,LOW);
else if(byte_value == 40)
    digitalWrite(ledPin1 ,LOW);
    digitalWrite(ledPin2 ,LOW);
    digitalWrite(ledPin3 ,LOW);
}
}
```

ΕΦΑΡΜΟΓΗ SMARTPHONE

-ΟΘΟΝΗ ΚΙΝΗΤΟΥ



ΚΩΔΙΚΑΣ APPINVERTOR

```
when ListPicker1 .BeforePicking
do set ListPicker1 . Elements to BluetoothClient1 . AddressesAndNames

when ListPicker1 .AfterPicking
do set ListPicker1 . Selection to call BluetoothClient1 . Connect
address ListPicker1 . Selection
set ListPicker1 . BackgroundColor to #0000FF
set ListPicker1 . TextColor to #FF00FF
set ListPicker1 . Text to "ΣΥΝΔΕΔΕΜΕΝΟ"

when Button1 .Click
do call BluetoothClient1 .Send1ByteNumber
number 41

when Button2 .Click
do call BluetoothClient1 .Send1ByteNumber
number 40
```

Τα κυκλώματα σχεδιάστηκαν στην εφαρμογή <https://fritzing.org/>

Οι κώδικες arduino γράφτηκαν στο

<https://create.arduino.cc/editor/> ARDUINO IDE

και των εφαρμογών για smartphones στο

<http://ai2.appinventor.mit.edu/>

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. Καλαντζής Γεώργιος , Τσιχουρίδης Χαρίλαος: Το S.T.E.M. στην Πρωτοβάθμια και Δευτεροβάθμια Εκπαίδευση ως δυναμικός παράγων ανάπτυξης στην οικονομία: Επισκόπηση της Διεθνούς Βιβλιογραφίας
<https://eproceedings.epublishing.ekt.gr/index.php/inoek/article/view/1544>
2. David W. White: What is STEM education and why it is important
<https://www.researchgate.net/publication/264457053>
3. O. Vermesan, P. Friess, P. Guillemin et al. : «Internet of things Strategy research roadmap», στο *Internet of Things: Global Technological and Societal Trends* , τόμ. 1, σελ. 9–52, 2011
4. Peña-López: *ITU Internet Report 2005: The Internet of Things* , 2005.
5. Pallavi Sethi, Smruti R.Sarangi: Internet of Things: Architectures, Protocols, and Applications
<https://www.researchgate.net/journal/Journal-of-Electrical-and-Computer-Engineering-2090-0155>
6. E. Borgia: The Internet of Things vision Key features, applications and open issues
7. M. Conti: Computer communications: present status and future challenges *Comp. Commun.*, 37 (2014), pp. 1-4
ArticleDownload PDFView Record in ScopusGoogle Scholar
8. A. Sangiovanni-Vincentelli: Let's get physical: adding physical dimensions to cyber systems, in: *Internet of Everything Summit*, Rome, July 2014. Google Scholar
9. R. Harle, S. Taherian, M. Pias, G. Coulouris, A. Hopper, J. Cameron, J. Lasenby, G. Kuntze, I. Bezodis, G. Irwin, D. Kerwin: Towards real-time profiling of sprints using wearable pressure sensors *Comp. Commun.*, 35 (6) (2012), p. 650660 Google Scholar
10. S.-H. Yang: Principle of wireless sensor networks
Wireless Sensor Networks, Springer, London (2014), pp. 7-47
11. A. Usman, S.H. Shami: Evolution of communication technologies for smart grid applications
Renew. Sustain. Energy Rev., 19 (2013), pp. 191-199
12. N. C. Gaitan, V. G. Gaitan, and I. Ungurean, "A Survey on the Internet of Things Software Architecture," *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, vol. 6, no. 12, 2015

13. Hwantaek Kim, Suk Kyu Lee, Hyunsoon Kim, Hwangnam Kim: Implementing home energy management system with UPnP and mobile applications Volume 36 issue 1 2012 pages 51-62 Computer Communications.
14. N. Fourty, A. den Bossche, T. Val: An advanced study of energy consumption in an IEEE 802.15.4 based network: Everything but the truth on 802.15.4 node lifetime. Volume 35 Issue 14 2012 pages 1759-1767
15. <https://www.patton.com/solution/iot-communications/>
16. Arpan Pal, Hemant Kumar Rath, Samar Shailendra and Abhijan Bhattacharyya: IoT Standardization: The Road Ahead chapter 3 pages 53-74
Internet of Things Technology, Applications and Standardization Edited by Jaydip Sen
17. K. Rose, S. Eldridge, and L. Chapin, "The Internet of Things: An Overview," The Internet Society (ISOC), Oct. 2015. <https://cdn.prod.internetsociety.org/wp-content/uploads/2017/08/ISOC-IoT-Overview-20151221-en.pdf>.
18. "IoT Standards and Protocols." <https://www.postscapes.com/internet-of-things-protocols/>.
19. <https://data-flair.training/blogs/iot-technology/>
20. O. Bello, S. Zeadally, M. Badra Network layer inter-operation of Device-to-Device communication technologies in Internet of Things (IoT)
Ad Hoc Networks Volume 57 15 March 2017, Pages 52-60
21. Π. Δοξόπουλος, "Παροχή Ρομποτικών Διαδικτυακών Υπηρεσιών μέσω Κόμβου Υλικού και Διασύνδεση με Πλατφόρμες IoT." <http://ikee.lib.auth.gr/record/294550>.
Διπλωματική Εργασία
22. Μ. Κιούση: Μελέτη και υλοποίηση πρωτοκόλλων επικοινωνίας για το διαδίκτυο των πραγμάτων (IoT) με εφαρμογή σε δίκτυο ρομποτικών οχημάτων
23. A. Rodriguez, «RESTful Web services: The basics,» Online article in IBM DeveloperWorks Technical Library, 2008.
24. Abubakar Musa Ahma, Ubaida Shehu Kalgo, Muhamma Saidu Aliero, Salisu Adamu Aliero: An overview of Internet of Things: Understanding : Journal of Computing and Communication Networks. Volume 2, issue 1, February 2020
25. <http://www.bluetooth.com/> and <http://www.bluetooth.org/>
26. <http://www.z-wave.com/>
27. <http://www.zigbee.org/>

28. Vipul Gujare¹, Mayank Sardeshmukh, Rasika Sontakke, Rohit Ovale: Simultaneous Wi-Fi and Bluetooth Connections. International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET) Volume: 05 Issue: 02 | Feb-2018
29. Q. Sheng, S. Zeadally, Z. Luo, J. Chung, Z. Maamar, Ubiquitous RFID: where are we? Int. J. Inf. Syst. Front. 12 (5) (2010).
30. Q. Sheng, X. Li, S. Zeadally, Enabling next-generation RFID applications: solutions and challenges, IEEE Computer 41 (9) (2008).
31. S. Ashton, Zigbee's new IP specification for IPv6 6LoPAN wireless network designs, Silicon Labs [Online], 2013 Available: <http://www.embedded.com/print/4419558>.
32. Zigbee IP specification, 12-0572-10, ZigBee Alliance Available:, 2013 www.zigbee.org/Specifications/ZigBeeIP/Download.aspx.
33. Αλίκη Καζαρίδου Η Καλλιέργεια της Δημιουργικότητας μέσα από Προγράμματα και Δραστηριότητες Περιβαλλοντικής Εκπαίδευσης
34. Δερβίσης Σ. (1998). Η δημιουργική σκέψη και η δημιουργική διδακτική διαδικασία. Θεσσαλονίκη
35. Ξανθάκου Γ. (1998). Η δημιουργικότητα στο σχολείο. Αθήνα: Ελληνικά Γράμματα.
36. Ροντάρι Τζ. (1985) Η Γραμματική της Φαντασίας: Πώς να φτιάχνουμε ιστορίες για παιδιά. Αθήνα
37. Τριλιανός Θ. (2002). Η κριτική σκέψη και η διδασκαλία της. Αθήνα
38. <https://www.arduino.cc/>
39. <https://el.wikipedia.org/wiki/Arduino>
40. https://en.wikipedia.org/wiki/App_Inventor_for_Android
41. <https://appinventor.mit.edu/>
42. <https://fritzing.org/>
43. <https://www.ardumotive.com/arduino-ide-gr.html>
44. <https://www.arduino.cc/reference/en/>
45. <https://www.vodafonegenerationnext.gr/learn/internet-of-things>
46. Σουμέλα Ατματζίδου : Η εκπαιδευτική ρομποτική ως μέσο ανάπτυξης της υπολογιστικής σκέψης και μεταγνώσης των μαθητών. Διδακτορική Διατριβή 2018
47. <https://data-flair.training/blogs/iot-technology/>

