



ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΔΥΤΙΚΗΣ ΕΛΛΑΔΑΣ  
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΤΕ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΤΕ  
(ΠΡΩΗΝ: ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΚΑΙ ΜΜΕ)

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**«ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΣΕ  
ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ  
ΜΙΚΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ»**

ΚΑΛΥΒΑ ΜΑΡΙΑ-ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ (ΑΜ 1685)

ΕΠΟΠΤΕΥΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ: ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ ΚΟΥΤΡΑΣ

ΑΝΤΙΡΡΙΟ, 2018

[Αυτή η σελίδα είναι κενή]

# ΠΙΣΤΟΠΟΙΗΣΗ

Πιστοποιείται ότι η διπλωματική εργασία με θέμα:

## «ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΣΕ ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΙΚΡΟΎΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ»

του φοιτητή του Τμήματος ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΤΕ

**ΚΑΛΥΒΑ ΜΑΡΙΑ-ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ**

**Α.Μ.: 1685**

παρουσιάστηκε δημόσια και εξετάσθηκε στο Τμήμα ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ ΤΕ στις

\_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_

Ο ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ

Ο ΠΡΟΕΔΡΟΣ ΤΟΥ ΤΜΗΜΑΤΟΣ

Δρ. ΑΘΑΝΑΣΙΟΣ ΚΟΥΤΡΑΣ  
ΕΠΙΚ. ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

[Αυτή η σελίδα είναι κενή]

## ΥΠΕΥΘΥΝΗ ΔΗΛΩΣΗ ΠΕΡΙ ΜΗ ΛΟΓΟΚΛΟΠΗΣ

Βεβαιώνω ότι είμαι συγγραφέας αυτής της εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, έχω αναφέρει τις όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε αυτές αναφέρονται ακριβώς είτε παραφρασμένες. Ακόμα δηλώνω ότι αυτή η γραπτή εργασία προετοιμάστηκε από εμένα προσωπικά και αποκλειστικά και ειδικά για την συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία και ότι θα αναλάβω πλήρως τις συνέπειες εάν η εργασία αυτή αποδειχθεί ότι δεν μου ανήκει.

**ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΣΠΟΥΔΑΣΤΗ 1**

**ΑΜ**

**ΥΠΟΓΡΑΦΗ**

.....  
ΒΑΛΕΝΤΙΑ ΜΑΡΙΑ - ΠΑΝΑΠΙΩΤΑ 1685 .....

.....  


**ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΣΠΟΥΔΑΣΤΗ 2**

**ΑΜ**

**ΥΠΟΓΡΑΦΗ**

*(σε περίπτωση που είναι απαραίτητο)*

.....

.....

**ΟΝΟΜΑΤΕΠΩΝΥΜΟ ΣΠΟΥΔΑΣΤΗ 3**

**ΑΜ**

**ΥΠΟΓΡΑΦΗ**

*(σε περίπτωση που είναι απαραίτητο)*

[Αυτή η σελίδα είναι κενή]

# ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Από αυτή την θέση θα ήθελα να ευχαριστήσω τον κ. Ιωάννη Κωστόπουλο για την διάθεση του εξοπλισμού και των μηχανημάτων που χρησιμοποιήθηκαν για την εκπόνηση της πτυχιακής εργασίας στο πρακτικό μέρος της, καθώς και την οικογένεια μου για την βοήθεια και συμπαράσταση κατά την διάρκεια της εργασίας. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω και τον επιβλέποντα καθηγητή της πτυχιακής εργασίας, τον κ. Αθανάσιο Κούτρα για την επιμονή και την βοήθεια μου που μου πρόσφερε.

[Αυτή η σελίδα είναι κενή]



# ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Η εκπόνηση της παρούσας πτυχιακής εργασίας με τίτλο «Μελέτη και Ανάπτυξη Εφαρμογής σε Σύγχρονα Συστήματα Μικροϋπολογιστών» γίνεται στο πλαίσιο του Προπτυχιακού Προγράμματος του τμήματος Πληροφορικής και ΜΜΕ του ΤΕΙ Δυτικής Ελλάδος για την απόκτηση του Τίτλου Σπουδών. Η διαδικασία μελέτης και υλοποίησης της εργασίας διήρκησε ένα ακαδημαϊκό έτος

[Αυτή η σελίδα είναι κενή]

# ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Τα τελευταία χρόνια η ραγδαία εξέλιξη στην τεχνολογία έχει δώσει έναυσμα στην δημιουργία πολλών καινοτόμων και ευφυών εφευρέσεων-πλατφόρμων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε πολλούς και διάφορους τομείς, όπως επιστημονικούς, εμπορικούς, ψυχαγωγικούς κτλ. Τέτοιες εφευρέσεις είναι τα συστήματα μικροϋπολογιστών που με την ευχρηστία και αποδοτικότητα τους έχουν καταφέρει να αντικαταστήσουν πολλές ηλεκτρονικές συσκευές του παρελθόντος .

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία γίνεται μελέτη και παρουσίαση κάποιων από των σημαντικότερων πλατφόρμων μικροϋπολογιστών που υπάρχουν αυτήν την στιγμή στην αγορά, όπως το Raspberry Pi, το Arduino και το Orange Pi, δίνοντας έμφαση στα χαρακτηριστικά, την αρχιτεκτονική, την λειτουργία και τους διάφορους τομείς που μπορεί να χρησιμοποιηθούν. Επίσης, εκτός από την θεωρητική προσέγγιση του θέματος θα υλοποιηθεί και ένα project, το οποίο θα στηρίζεται πάνω σε ένα από τα προαναφερθέντα συστήματα μικροϋπολογιστών και θα συνδυάζει την καταγραφή, επεξεργασία, λήψη αποφάσεων και παρουσίαση αποτελεσμάτων από δεδομένα που λαμβάνει σε πραγματικό χρόνο.

## ABSTRACT

In recent years the rapid evolution in technology has prompted the creation of many innovative and intelligent inventions-platforms that can be used in many different areas, such as science, commercial, entertainment etc. Such inventions are the microprocessor systems.

In this thesis we study and present some of the most important microprocessor platforms on today's market, such as Raspberry Pi, Arduino and Orange Pi, emphasizing on their features, architecture, operation and the various fields they can be used on. In addition to this theoretical approach, a project based on one of the above-mentioned microprocessor systems will be implemented and will combine recording, processing, decision making and presenting data that it receives in real time.

## ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ

Raspberry Pi, Arduino, Orange Pi, Σύγχρονα Συστήματα Μικροϋπολογιστών

[Αυτή η σελίδα είναι κενή]

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

<b>ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ</b> .....	<b>vii</b>
<b>ΠΡΟΛΟΓΟΣ</b> .....	<b>ix</b>
<b>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</b> .....	<b>xi</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>xi</b>
<b>ΛΕΞΕΙΣ ΚΛΕΙΔΙΑ</b> .....	<b>xi</b>
<b>ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ</b> .....	<b>xiii</b>
<b>ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ</b> .....	<b>xvi</b>
<b>ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ</b> .....	<b>xviii</b>
<b>ΕΙΣΑΓΩΓΗ</b> .....	<b>xx</b>
<b>1 ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΙΚΡΟΥΪΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ</b> .....	<b>22</b>
1.1 Τι είναι ένας μικροϋπολογιστής; .....	22
<b>2 RASPBERRY Pi</b> .....	<b>24</b>
2.1 Χαρακτηριστικά Raspberry Pi.....	25
2.2 Αρχιτεκτονική Raspberry Pi.....	29
2.3 Λειτουργία Raspberry Pi .....	31
2.3.1 Λειτουργικά Συστήματα Raspberry Pi.....	32
2.4 Τομείς χρήσης του Raspberry Pi .....	33
<b>3 ARDUINO</b> .....	<b>34</b>
3.1 Χαρακτηριστικά Arduino .....	35
3.2 Αρχιτεκτονική Arduino .....	36
3.2.1 Μνήμες Συστήματος Μικροελεγκτή .....	38
3.3 Λειτουργία Arduino.....	39
3.4 Τομείς χρήσης του Arduino.....	40
<b>4 ORANGE Pi</b> .....	<b>42</b>
4.1 Χαρακτηριστικά Orange Pi .....	43
4.2 Αρχιτεκτονική Orange Pi .....	45
4.3 Λειτουργία Orange Pi.....	46
4.3.1 Λειτουργικά Συστήματα Orange Pi .....	47
4.4 Τομείς χρήσης του Orange Pi.....	47
<b>5 ΠΡΑΚΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ</b> .....	<b>49</b>
5.1 Περιγραφή υλικο-λογισμικού project.....	49
5.1.1 Sense Hat.....	49
5.1.2 Υπόλοιπος υλικός εξοπλισμός .....	50

5.1.3	Προγράμματα.....	51
5.1.4	Λειτουργικό Σύστημα .....	52
5.1.5	Γλώσσα Προγραμματισμού .....	52
5.1.6	Έτοιμες βιβλιοθήκες και Module της Python .....	52
5.2	Διαδικασία υλοποίησης project .....	53
5.2.1	Συνδεσμολογία μικροϋπολογιστή – λάπτοπ .....	53
5.2.2	Εγκατάσταση Λειτουργικού Συστήματος .....	55
5.3	Παρουσίαση Μετεωρολογικού Σταθμού.....	57
5.3.1	Κώδικας.....	58
<b>ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ .....</b>		<b>62</b>
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....</b>		<b>64</b>

[Αυτή η σελίδα είναι κενή]

# ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1-1 Commodore 64 .....	22
Εικόνα 2-1 Λογότυπο Raspberry Pi .....	24
Εικόνα 2-2 Broadcom BCM2837 Raspberry Pi 3 .....	25
Εικόνα 2-3 Θύρες Micro USB, HDMI και θύρα εισόδου ακουστικών.....	26
Εικόνα 2-4 Θύρες USB και Ethernet Raspberry Pi2 .....	27
Εικόνα 2-5 Θύρα SD Card Raspberry Pi.....	27
Εικόνα 2-6 GPIO pins .....	28
Εικόνα 2-7 ARM architecture Logo .....	30
Εικόνα 2-8 Εγκατάσταση λειτουργικού συστήματος με το NOOBS.....	32
Εικόνα 2-9 Raspberry Pi Phone.....	33
Εικόνα 2-10 Raspberry Pi Solar Weather Station .....	33
Εικόνα 3-1 Λογότυπο Arduino.....	34
Εικόνα 3-2 Serial θύρα Arduino.....	35
Εικόνα 3-3 Arduino Uno .....	36
Εικόνα 3-4 Αρχιτεκτονική Arduino .....	36
Εικόνα 3-5 Arduino IDE .....	39
Εικόνα 3-6 Arduino Password protected door lock.....	41
Εικόνα 3-7 Arduino Robo-Car .....	41
Εικόνα 3-8 Arduino LEGO Wall-E.....	41
Εικόνα 4-1 Orange Pi Λογότυπο .....	42
Εικόνα 4-2 Orange Pi Pc 2 Model.....	43
Εικόνα 4-3 Orange Pi PC Plus Χαρακτηριστικά (Πάνω Μέρος).....	44
Εικόνα 4-4 Orange Pi PC Plus Χαρακτηριστικά (Κάτω Μέρος).....	45
Εικόνα 4-5 Σύνδεση εξαρτημάτων με το Orange Pi .....	46
Εικόνα 4-6 Orange Pi DIY Speaker .....	48
Εικόνα 4-7 Orange Pi Cloud Oscilloscope.....	48
Εικόνα 5-1 Sense Hat .....	50
Εικόνα 5-2 Περιβάλλον εργασίας MobaXterm.....	51
Εικόνα 5-3 Περιβάλλον εργασίας Advanced IP Scanner.....	51
Εικόνα 5-4 Ιδιότητες Ασύρματου Δικτύου .....	54
Εικόνα 5-5 Εγκατάσταση λειτουργικού (Βήμα Πρώτο) .....	55
Εικόνα 5-6 Εγκατάσταση λειτουργικού (Βήμα Δεύτερο) .....	56
Εικόνα 5-7 Εγκατάσταση λειτουργικού (Βήμα Τρίτο) .....	56
Εικόνα 5-8 Thonny .....	57
Εικόνα 5-9 Γραφική παράσταση μετρήσεων που λαμβάνουν οι αισθητήρες .	58



[Αυτή η σελίδα είναι κενή]

# ΕΥΡΕΤΗΡΙΟ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 2-1 Χαρακτηριστικά Μοντέλων Raspberry Pi.....	29
Πίνακας 3-1 Μεγέθη μνημών διαφόρων μοντέλων μικροελεγκτών .....	38
Πίνακας 4-1 Μοντέλα Orange Pi.....	42

[Αυτή η σελίδα είναι κενή]

# ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στην εποχή που ζούμε η χρήση των ηλεκτρονικών συσκευών έχει γίνει όλο και πιο συχνή. Η ζωή του σύγχρονου ανθρώπου είναι πλέον επηρεασμένη από την τεχνολογική ανάπτυξη καθώς με το πέρασμα του χρόνου και την συστηματική ανάπτυξη της τεχνολογίας παρατηρείται αλλαγή στις ανάγκες του κάθε ανθρώπου, με αποτέλεσμα την δημιουργία νέων τεχνολογικών επιτευγμάτων κατάλληλων για την διευκόλυνση της καθημερινότητας του. Εταιρείες εξειδικευμένες στην δημιουργία ηλεκτρονικών συσκευών δημιουργούν κάθε μέρα μία νέα τεχνολογία, μία νέα συσκευή με νέες δυνατότητες, λειτουργίες, προδιαγραφές με κύριο σκοπό την κάλυψη των αναγκών που έχει ο άνθρωπος, βασικές ή μη, με κυριότερο σκοπό όμως την απλοποίηση της ζωής του. Συσκευές που χρησιμοποιούσαμε στο παρελθόν και “έπιαναν” πολύ χώρο, π.χ. ένας σταθερός υπολογιστής, μπορούν να αντικατασταθούν με μία συσκευή που χωράει ακόμα και στην παλάμη του χεριού ενός ανθρώπου.

Τέτοιες συσκευές όμως δεν έχουν κατασκευαστεί για την μονόπλευρη χρήση από τους καθημερινούς ανθρώπους. Ειδικοί ερευνητές σε τομείς όπως η ιατρική και η ρομποτική, μπορούν να χρησιμοποιήσουν και να τροποποιήσουν κατάλληλα τις συσκευές αυτές για άλλου είδους σκοπούς συνυφασμένους με το αντικείμενο του πεδίου εργασίας τους. Από απλές εφαρμογές μέχρι και πολύπλοκες με ιδιαίτερες ιδιομορφίες, η χρήση τους μπορεί να οδηγήσει σε εξωπραγματικά αποτελέσματα.

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής είναι η παρουσίαση τέτοιων καινοτόμων συσκευών, συγκεκριμένα παρουσίαση των σύγχρονων μικροϋπολογιστών, όπως το Raspberry Pi, το Arduino και το Orange Pi, αναλύοντας τις ιδιαιτερότητες και τα πλεονεκτήματα της καθεμίας συσκευής καθώς και θα υλοποιηθεί ένα πρακτικό project το οποίο στηρίζεται σε έναν από τους παραπάνω μικροϋπολογιστές, συγκεκριμένα το Raspberry Pi, του οποίου το θέμα θα αναλυθεί παρακάτω.

Στην συνέχεια θα γίνει ανάπτυξη του θέματος της εργασίας τόσο στο θεωρητικό, όσο και στο πρακτικό μέρος. Στα πρώτα 4 κεφάλαια, το θεωρητικό μέρος, γίνεται η παρουσίαση των μικροϋπολογιστών, αρχίζοντας με μία μικρή περιγραφή του τι είναι ένας μικροϋπολογιστής και στην συνέχεια δίνονται πληροφορίες για τα χαρακτηριστικά τους, την λειτουργία τους, την αρχιτεκτονική πάνω στην οποία είναι στημένα, καθώς και τους τομείς που χρησιμοποιούνται. Στο επόμενο κεφάλαιο (πέμπτο) περιγράφεται το πρακτικό μέρος της εργασίας, στο οποίο δημιουργείται ένα project, συγκεκριμένα ένας τοπικός μετεωρολογικός σταθμός με την χρήση του Raspberry Pi 3 και μία ομάδα αισθητήρων ειδικά φτιαγμένους για το προϊόν (Raspberry Pi Sense Hat), στο οποίο θα γίνεται καταγραφή και παρουσίαση της θερμοκρασίας, της υγρασίας και της πίεσης της ατμόσφαιρας σε πραγματικό χρόνο και παρουσίαση σε μορφή σχεδιαγράμματος που ανανεώνεται με την πάροδο κάποιας χρονικής περιόδου (1 δευτερόλεπτο), η οποία μπορεί και να αποθηκευτεί σε μορφή εικόνας (PNG) όταν γίνεται διακοπή του προγράμματος μέσα στον μικροϋπολογιστή. Περισσότερες λεπτομέρειες για το πρακτικό μέρος της εργασίας θα αναφερθούν στο κεφάλαιο 5.

[Αυτή η σελίδα είναι κενή]

# 1 ΣΥΓΧΡΟΝΑ ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΙΚΡΟΥΪΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ.

Η παρούσα πτυχιακή έχει να αναδείξει κάποια από τα κορυφαία σύγχρονα συστήματα μικροϋπολογιστών, όμως από που ξεκίνησαν όλα;

Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται μία μικρή περιγραφή του το τι είναι ένας μικροϋπολογιστής, μία μικρή ιστορική αναδρομή στην αρχή πριν έρθει η σημερινή επικρατούσα κυριαρχία των μικροϋπολογιστών στην ζωή των ανθρώπων.

## 1.1 Τι είναι ένας μικροϋπολογιστής;

Η τεχνολογική επανάσταση στον τομέα των υπολογιστών τα τελευταία 30 χρόνια συνετέλεσε στην παραγωγή μιας νέας γενιάς υπολογιστών, με περισσότερες δυνατότητες και ικανότητες, μεγαλύτερες ταχύτητες επεξεργασίας δεδομένων, υπολογιστική ισχύ και επιπλέον μικρότερο μέγεθος και προσιτή τιμή αγοράς. Η νέα αυτή γενιά υπολογιστών είναι οι μικροϋπολογιστές. Η δημιουργία των πρώτων μικροεπεξεργαστών το μακρινό 1971 (Bhattacharya, 2014) συντέλεσε στην δημιουργία των πρώτων μικροϋπολογιστών. Με τον συνδυασμό ενός μικροεπεξεργαστή (ΚΜΕ<sup>1</sup>), ο οποίος είναι ο «εγκέφαλος» του υπολογιστή, και έναν αριθμό άλλων ολοκληρωμένων κυκλωμάτων, π.χ. μνήμη, κατάλληλα συνδεδεμένων μεταξύ τους πάνω σε μία μητρική πλακέτα δημιουργείται ένας μικροϋπολογιστής. Αν και τα τελευταία χρόνια χρησιμοποιείται ο όρος «προσωπικός υπολογιστής» (PC) για τους φορητούς και επιτραπέζιους υπολογιστές, αυτοί ανήκουν στην κατηγορία των μικροϋπολογιστών. Στην ίδια κατηγορία μπορούν να ενταχθούν και οι υπολογιστές χειρός και διάφορες παιχνιδομηχανές που είναι σχεδιασμένες σύμφωνα με τα πρότυπα που αναφέρθηκαν παραπάνω.



Εικόνα 1-1 Commodore 64

---

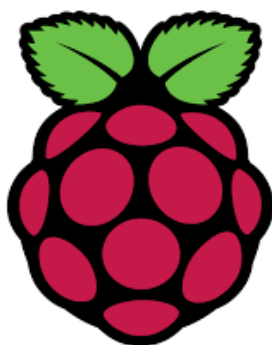
<sup>1</sup> Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας : είναι το «μυαλό» του υπολογιστή, ελέγχει και κατευθύνει όλες τις εργασίες, κάνει υπολογισμούς και παίρνει αποφάσεις

Ο Altair 8800, ο πρώτος επιτυχημένος μικροϋπολογιστής που κατασκευάστηκε γύρω στο 1975 έγινε το πρότυπο για την κατασκευή των πρώτων μικροϋπολογιστών που με το πέρασμα των χρόνων και την δημιουργία νέων τεχνολογιών, γίνονταν όλο και πιο εύχρηστοι και προσιτοί για το ευρύ κοινό, σε σημείο σήμερα να έχουν δημιουργηθεί μικροϋπολογιστές που ο κάθε άνθρωπος χρησιμοποιεί στην καθημερινότητα του.

Τέτοιοι μικροϋπολογιστές με παρόμοια και συνάμα διαφορετικά χαρακτηριστικά, της νέας γενιάς, θα μελετηθούν και παρουσιαστούν παρακάτω.

## 2 RASPBERRY Pi

Το Raspberry Pi είναι ένα σύγχρονο μικροϋπολογιστικό σύστημα σε μέγεθος πιστωτικής κάρτας με πολύ χαμηλό κόστος αγοράς και με πολλές δυνατότητες. Η έμπνευση της ιδέας του μικροϋπολογιστή αυτού ξεκίνησε το 2006 από μια ομάδα ειδικών επιστημόνων στον χώρο των υπολογιστών υπό την καθοδήγηση του Eben Upton στο Πανεπιστήμιο του Cambridge στο Ηνωμένο Βασίλειο και είχε ως πρώτο έργο την δημιουργία ενός οικονομικού μικροϋπολογιστή με την δυνατότητα να υποστηρίζει ελαφριά λειτουργικά συστήματα για την εκμάθηση σε μαθήματα γύρω από τον χώρο της πληροφορικής σε φοιτητές του Πανεπιστημίου και αργότερα ως ένα πιο μακροπρόθεσμο βήμα σε μαθητές και ερασιτέχνες που ήθελαν να ασχοληθούν με τον προγραμματισμό και την επιστήμη της πληροφορικής γενικότερα (Upton & Halfacree, 2012). Με αφορμή την ιδέα αυτή δημιουργήθηκε το 2014 το «Raspberry Pi Foundation» που με την κατασκευή των μικροϋπολογιστών αυτών και την αναβάθμιση τους, έχει ως στόχο να δώσει σε ανθρώπους όλων των ηλικιών την δυνατότητα να ασχοληθούν με τον προγραμματισμό και να αναπτύξουν τις δεξιότητες τους στον χώρο της πληροφορικής.



Εικόνα 2-1 Λογότυπο Raspberry Pi

Το πρώτο μοντέλο του συγκεκριμένου μικροϋπολογιστή που εμφανίστηκε στην αγορά ήταν το Raspberry Pi Model B το 2012 και μέχρι σήμερα έχουν βγει πολλές παραλλαγές του συστήματος αυτού, με την τελευταία να είναι το Raspberry Pi 3 Model B+, το οποίο «βγήκε» στην αγορά τον Μάρτιο του 2018.

Συγκεντρωτικά τα μοντέλα που έχουν βγει μέχρι στιγμής στην αγορά είναι:

- Raspberry Pi Model B (2012)
- Raspberry Pi Model A (2013)
- Raspberry Pi Model B+ (2014)
- Raspberry Pi Model A+ (2014)
- Raspberry Pi 2 Model B (2015)
- Raspberry Pi 2 Model B version 1.2 (2016)
- Raspberry Pi 3 Model B (2016)
- Raspberry Pi 3 Model A+ (2018)



- Raspberry Pi 3 Model B+ (2018)

## 2.1 Χαρακτηριστικά Raspberry Pi

Από την εμφάνιση του πρώτου Raspberry Pi μέχρι και σήμερα, έχουν παρουσιαστεί και δοθεί στο κοινό διάφορες εκδόσεις του προϊόντος με διαφορετικά και σε κάποιες περιπτώσεις ίδια χαρακτηριστικά, τα οποία προσδίδουν στην κάθε έκδοση κάποια ιδιαιτερότητα στον τρόπο χρήσης και γενικότερα την απόδοση του μικροϋπολογιστή. Σε γενικές γραμμές τα χαρακτηριστικά του Raspberry Pi είναι παρόμοια σε είδος με αυτά ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή, επεξεργαστής, μνήμη RAM κτλ. αλλά εκτός από αυτά έχουν προστεθεί κάποια επιπλέον που του προσδίδουν κάποιες επιπλέον ιδιότητες και ενέργειες ως προς την χρήση (Raspberry Pi).

Το πρώτο μοντέλο που δημιουργήθηκε, έχει βασιστεί στον Broadcom BCM2835, έναν SoC επεξεργαστή που δημιουργήθηκε για εφαρμογές πολυμέσων σε κινητές συσκευές, στον οποίο έχουν προστεθεί διάφορα άλλα στοιχεία ώστε να μπορεί να υποστηρίζει τεχνολογίες, όπως η τοποθέτηση κάρτας SD, ο κύριος μηχανισμός εκκίνησης και αποθήκευσης της συσκευής και η εισαγωγή διάφορων θυρών για την σύνδεση με περιφερειακές συσκευές, καθώς και κάποια από τα πιο βασικά μέρη της συσκευής, όπως η κεντρική μονάδα επεξεργασίας (CPU) και η μονάδα επεξεργασίας γραφικών<sup>2</sup> (GPU), τα οποία είναι ενσωματωμένα πάνω του.

Η CPU που περιλαμβάνεται στο συγκεκριμένο είναι ARM-based, συγκεκριμένα είναι ο ARM1176JZF-S στα 700 MHz και η GPU του είναι VideoCore IV GPU, η οποία χρησιμοποιείται σε όλα τα μοντέλα που έχουν βγει μέχρι σήμερα στην αγορά. Τα νεότερα μοντέλα, Raspberry Pi2, Pi3, είναι βασισμένα στον Broadcom BCM2836 με τετραπύρηνο (quad-core) επεξεργαστή ARM Cortex-A7 στα 900MHz και BCM2837 με τετραπύρηνο επεξεργαστή ARM Cortex-A53 στα 1,2 GHz αντίστοιχα.



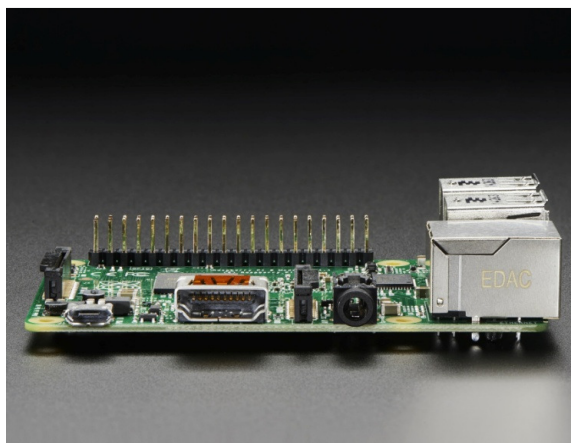
Εικόνα 2-2 Broadcom BCM2837 Raspberry Pi 3

---

<sup>2</sup> Τσιπ σχεδιασμένο για να χειρίζεται τα περίπλοκα μαθηματικά που απαιτούνται για την απόδοση των γραφικών του συστήματος

Το πρώτο μοντέλο ήταν εξοπλισμένο με 512 MB μνήμη RAM, προκαθορισμένα μοιρασμένη εξίσου στην κεντρική μονάδα επεξεργασίας (CPU) και στην μονάδα επεξεργασίας γραφικών (GPU). Στα νεότερα μοντέλα η μνήμη αυτή έχει διπλασιαστεί, 1 GB, κάνοντας την συσκευή ακόμα πιο γρήγορη στην επεξεργασία δεδομένων.

Το Raspberry Pi διαθέτει θύρες εισόδου/εξόδου για διάφορες επικοινωνίες του συστήματος για την υλοποίηση διαφόρων ειδών εφαρμογών, όπως η χρήση ακουστικών και μικροφώνων, χρήσιμα για τις εφαρμογές πολυμέσων, καθώς και για άλλες υπηρεσίες, όπως η σύνδεση της συσκευής στο διαδίκτυο. Όπως ειπώθηκε παραπάνω το πρώτο μοντέλο διαθέτει θύρα RCA, για την χρήση της τηλεόρασης ως μόνιτορ, σε παλιά μοντέλα τηλεοράσεων. Εκτός όμως από την παραπάνω θύρα υπάρχει και μία ακόμα, η HDMI (High Definition Multimedia Interface), η οποία δίνει την δυνατότητα να συνδέεται το σύστημα με τηλεοράσεις και μόνιτορ υψηλής ευκρίνειας για την ταυτόχρονη αναπαραγωγή πολυμέσων με ήχο και εικόνα.



Εικόνα 2-3 Θύρες Micro USB, HDMI και θύρα εισόδου ακουστικών  
(βλέπε από αριστερά προς τα δεξιά)

Θύρες USB χρησιμοποιούνται από την συσκευή για την σύνδεση με τις περιφερειακές συσκευές, όπως το ποντίκι και το πληκτρολόγιο, καθώς και για την τροφοδοσία ρεύματος της συσκευής, συγκεκριμένα για την τροφοδοσία χρησιμοποιείται μία θύρα micro USB. Οι προηγούμενες εκδόσεις είχαν συνολικά 3 θύρες USB, 2 θύρες USB 2.0 και μία micro USB, ενώ στις νεότερες εκδόσεις ο αριθμός έχει αυξηθεί σε 5, 4 θύρες USB 2.0 και μία micro USB.

Η σύνδεση του μικροϋπολογιστή με το διαδίκτυο, καθώς και άλλες συσκευές, γίνεται μέσω μιας θύρας Ethernet, μέσω της οποίας συνδέεται με τον δρομολογητή που χρησιμοποιείται για την σύνδεση των διαφόρων υπολογιστικών μηχανημάτων στο διαδίκτυο. Στα τελευταία έκδοση υπάρχει η δυνατότητα σύνδεσης στο ίντερνετ μέσω ασύρματου δικτύου από το τσιπ που είναι ενσωματωμένο στην συσκευή.



Εικόνα 2-4 Θύρες USB και Ethernet Raspberry Pi2

Ο «σκληρός δίσκος», όπως θα λέγαμε σε ηλεκτρονικούς υπολογιστές, ο κύριος μηχανισμός εκκίνησης και αποθήκευσης δεδομένων του μικροϋπολογιστή αυτού, είναι η κάρτα SD, η οποία τοποθετείται στην κατάλληλη θύρα, η οποία βρίσκεται στο κάτω μέρος του μικροϋπολογιστή και στην οποία γίνεται η εγκατάσταση του λειτουργικού συστήματος του μικροϋπολογιστή.



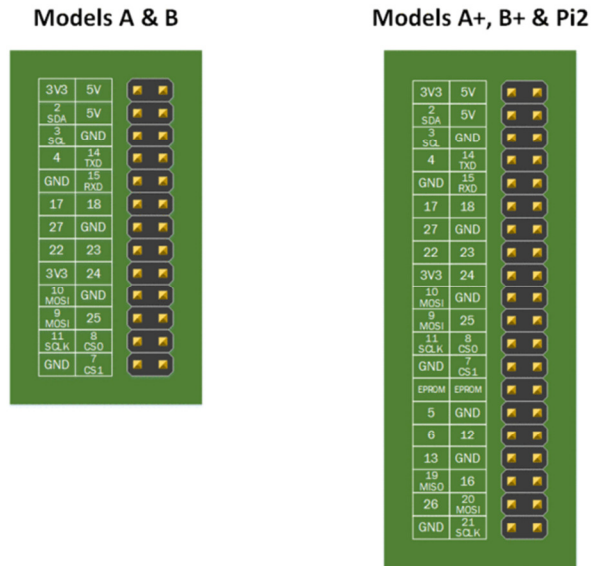
Εικόνα 2-5 Θύρα SD Card Raspberry Pi

Τα GPIO είναι ψηφιακοί είσοδοι/έξοδοι οι οποίοι αλληλεπιδρούν με κάποια πρόσθετα ηλεκτρονικά μέρη που εκτελούν μία πληθώρα διαφορετικών λειτουργιών με σκοπό την σχεδίαση κυκλωμάτων υψηλότερου επιπέδου, όπως την επικοινωνία με κάποια περιφερειακή συσκευή ή την σύνδεση αισθητήρων για την δημιουργία κάποιας εφαρμογής.

Στα παλιότερα μοντέλα υπάρχουν 26 ακίδες (pins), ενώ στα νεότερα (Pi2, Pi3) 40 ακίδες. Όπως φαίνεται και στην εικόνα παρακάτω η κάθε ακίδα έχει διαφορετική

τάση ρεύματος γιατί χρησιμοποιούνται για διαφορετικές λειτουργίες για την τροφοδοσία άλλων συσκευών, πρόσθετων μερών. Εκτός βέβαια από την τροφοδοσία υπάρχουν και εναλλακτικές λειτουργίες των ακίδων όπως φαίνεται και στην εικόνα.

Στην εργασία θα γίνει χρήση ενός πρόσθετου μέρους, μιας ομάδας αισθητήρων, μέσω της σύνδεσης με το GPIO, η παρουσίαση του οποίου θα γίνει στο τελευταίο κεφάλαιο.



Εικόνα 2-6 GPIO pins

**Πίνακας 2-1** Χαρακτηριστικά Μοντέλων Raspberry Pi

	RPi Model B+	RPi2 Model	RPi3 Model B+
Chip	<b>Broadcom BCM2835</b>	<b>Broadcom BCM2836</b>	<b>Broadcom BCM2837B0</b>
Processor	<b>ARM1176JZF-S</b>	<b>Cortex-A7 quad core</b>	<b>Cortex-A53 64-bit quad core</b>
GPU	<b>VideoCore IV</b>		
RAM	<b>512MB</b>	<b>1GB</b>	<b>1 GB DDR2</b>
USB	<b>2x USB 2.0, 1 x microUSB</b>	<b>4xUSB 2.0, 1 x microUSB</b>	<b>4xUSB 2.0, 1 x microUSB</b>
SD Card	<b>microSD</b>		
HDMI	•	•	•
Analog Video/Audio	•	•	•
Camera	•	•	•
GPIO	<b>40-pin</b>	<b>40-pin</b>	<b>40-pin</b>
Ethernet	<b>10/100 Mbits/s</b>	<b>10/100 Mbits/s</b>	<b>Gigabit - Over USB 2.0</b>
Bluetooth	-	-	•
Wi-Fi	-	-	•

## 2.2 Αρχιτεκτονική Raspberry Pi

Τα μοντέλα του Raspberry Pi, όπως ειπάθηκε στην προηγούμενη ενότητα, έχουν βασιστεί σε επεξεργαστές τύπου SoC (System on a chip) της εταιρείας Broadcom. Το SoC (Wikipedia), όπως φαίνεται και από το όνομα του, είναι ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα το οποίο συνδυάζει τα απαιτούμενα ηλεκτρονικά κυκλώματα διαφόρων εξαρτημάτων που συνήθως απαρτίζουν έναν υπολογιστή ή άλλα ηλεκτρονικά συστήματα, τα οποία συνήθως περιλαμβάνουν Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας (CPU), μνήμη συστήματος, θύρες εισόδου/εξόδου, μονάδα αποθήκευσης και άλλα υποσυστήματα σε ένα ενιαίο ενσωματωμένο τσιπ. Με μία πρώτη όψη, θα μπορούσε να χαρακτηριστεί η τεχνολογία αυτή ίδια με αυτή των επιτραπέζιων υπολογιστών και των λάπτοπ, αλλά δεν είναι, συγκεκριμένα η τεχνολογία αυτή είναι πιο προσιτή, ως προς τα χαρακτηριστικά, με αυτή των smartphones και των tablets.

Τα SoC, μιας και χρησιμοποιούν μικρούς χώρους, σε αντίθεση με τους επιτραπέζιους υπολογιστές, για την τοποθέτηση των διάφορων εξαρτημάτων που χρειάζονται για την λειτουργία τους πάνω στις πλακέτες, χρησιμοποιούν όσο το δυνατόν μικρότερα εσωτερικά μέρη για να μπορέσουν να δημιουργήσουν μεγαλύτερο χώρο για άλλα εξαρτήματα απαραίτητα για την λειτουργία τους, π.χ. μπαταρία.

Εκτός βέβαια από τα παραπάνω χαρακτηριστικά των επεξεργαστών τύπου SoC χρησιμοποιούν, σε σύγκριση με άλλους, συγκεκριμένο τύπο αρχιτεκτονικής συνόλου εντολών (ISA), γνωστό ως ARM (**Advanced RISC Machine**), ο οποίος βασίζεται στην αρχιτεκτονική RISC<sup>3</sup> (**Reduced Instruction Set Computing**) και είναι ο λόγος που μπορούν να επιτευχθούν τα παραπάνω. Η αρχιτεκτονική αυτή αναπτύχθηκε από την Acorn Computers στα τέλη της δεκαετίας του 80' και βρίσκεται σε ένα μεγάλο αριθμό κινητών συσκευών, smartphones, tablet κτλ που υπάρχουν αυτή την στιγμή στην αγορά.



Εικόνα 2-7 ARM architecture Logo

Η έκδοση αρχιτεκτονικής ARM πάνω στην οποία έχει σχεδιαστεί το πρώτο μοντέλο ήταν η ARMv6. Η συγκεκριμένη έκδοση της αρχιτεκτονικής ARM που χρησιμοποιείται στο μοντέλο, δίνει την δυνατότητα να λειτουργεί η συσκευή με χαμηλή τάση και ένταση ρεύματος, 5V και 1A αντίστοιχα, από την θύρα micro USB, με αποτέλεσμα να έχει χαμηλή ισχύ το τσιπ και έκθεση χαμηλής θερμοκρασίας ακόμα και κατά την επεξεργασία πολύπλοκων διεργασιών. Στα νεότερα μοντέλα του μικροϋπολογιστή υπάρχουν εκδόσεις πιο προηγμένες, όπως η ARMv7 (Raspberry Pi 2) και ARMv8 (Raspberry Pi 3), με μεγαλύτερες δυνατότητες τόσο στην επεξεργασία δεδομένων, όσο και στην γενικότερη απόδοση τους.

Οι εκδόσεις της οικογένειας πυρήνων ARM που έχουν κυκλοφορήσει πριν την έκδοση ARM9 χρησιμοποιούν αρχιτεκτονική τύπου Von Neumann, στην οποία και τα δεδομένα και οι εντολές χρησιμοποιούν το ίδιο bus. Το Raspberry Pi, μιας και απαρτίζεται, από το πρώτο κιόλας μοντέλο, από επεξεργαστές της οικογένειας ARM11 και νεότερους δεν ακολουθεί την ίδια αρχιτεκτονική, αντιθέτως χρησιμοποιεί

---

<sup>3</sup> Τύπος αρχιτεκτονικής μικροεπεξεργαστών που χρησιμοποιεί ένα μικρό, άκρως βελτιστοποιημένο σύνολο εντολών σε αντίθεση με άλλους ίδιους τύπους αρχιτεκτονικών με πιο εξειδικευμένο σύνολο εντολών

την αρχιτεκτονική Harvard, η οποία χρησιμοποιεί διαφορετικές διευθύνσεις (bus) για τα δεδομένα και τις εντολές (Sloss, Symes, & Wright, 2004).

### 2.3 Λειτουργία Raspberry Pi

Το Raspberry Pi, όπως κάθε μηχανή χρειάζεται κάποια απαραίτητα εξαρτήματα για την λειτουργία του. Συγκεκριμένα για την λειτουργία του μικροϋπολογιστή χρειάζονται (Raspberry Pi Foundation):

- Τροφοδοτικό, το οποίο πρέπει να έχει τάση 5V και ένταση ρεύματος το ελάχιστο 2,5A και είναι το τελευταίο εξάρτημα που συνδέεται με την συσκευή πριν την χρήση.
- Κάρτα SD, χωρητικότητας 4GB και πάνω, στην οποία αποθηκεύονται όλα τα αρχεία και το λειτουργικό σύστημα που εκτελείται κατά την εκκίνηση του μικροϋπολογιστή.
- Πληκτρολόγιο και Ποντίκι
- Οθόνη υπολογιστή ή τηλεόραση, η οποία να δέχεται κάποιο από τους τύπους καλωδίων συμβατούς με τον μικροϋπολογιστή (HDMI, VGA και DVI)
- Ethernet καλώδιο για την σύνδεση στο ίντερνετ. Σε κάποια μοντέλα υπάρχει η δυνατότητα σύνδεσης στο διαδίκτυο ασύρματα (Raspberry Pi 3)

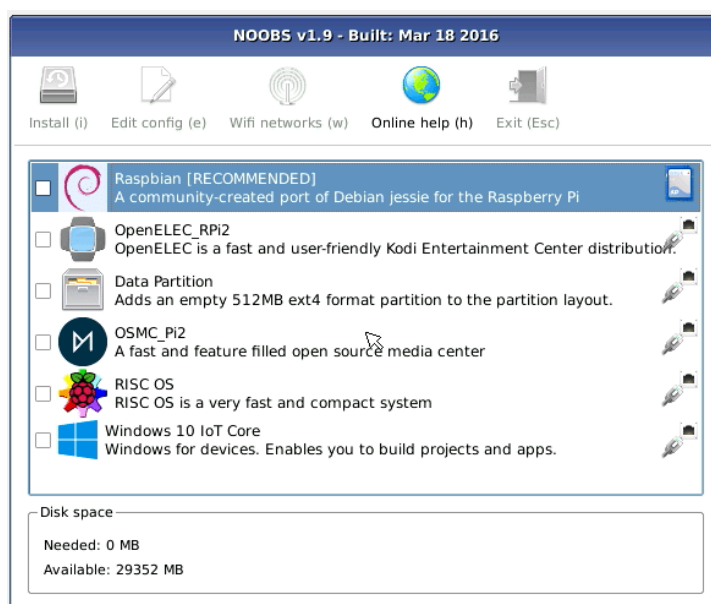
Το επόμενο βήμα και πιο σημαντικό είναι η εγκατάσταση του λειτουργικού συστήματος στην κάρτα SD καθώς και η διαμόρφωση της. Τα περισσότερα καταστήματα που πουλούν το προϊόν περιλαμβάνουν μέσα στο πακέτο διαμορφωμένη και εγκατεστημένη την κάρτα με το λειτουργικό, σε περίπτωση όμως που κάποιος θέλει να ασχοληθεί μόνος του για περαιτέρω εκμάθηση του αντικειμένου υπάρχει διαθέσιμο το πακέτο λογισμικού στο επίσημο site του προϊόντος. Πριν όμως γίνουν όλα αυτά πρέπει να γίνει μορφοποίηση (format) της κάρτας για με κάποιο εξωτερικό πρόγραμμα μορφοποίησης και να γίνει αντιγραφή των αρχείων του λειτουργικού. Έχοντας τελειώσει το παραπάνω βήμα, συνδέουμε τα παραπάνω εξαρτήματα στο Raspberry και περιμένουμε το «φόρτωμα» του λογισμικού μέχρι τελικά να εμφανιστεί η αρχική οθόνη και μπορούν να γίνουν τυχόν αλλαγές ως προς την εμφάνιση, την ώρα και γενικότερα τις ρυθμίσεις του μικροϋπολογιστή. (Raspberry Pi Foundation)



### 2.3.1 Λειτουργικά Συστήματα Raspberry Pi

Για να λειτουργήσει ο μικροϋπολογιστής, όπως ειπώθηκε και παραπάνω, χρειάζεται να του εγκατασταθεί κάποιο λειτουργικό σύστημα. Το Raspberry Pi έχει την δυνατότητα να χρησιμοποιήσει μια πληθώρα λειτουργικών συστημάτων, κατάλληλων και προσαρμοσμένων πάντοτε με τις εκδόσεις που εντάσσονται και την λειτουργία που θέλουμε να δώσουμε στην συσκευή. Για την ευκολία των χρηστών έχει δημιουργηθεί ένα πρόγραμμα εγκατάστασης, το οποίο περιέχει διάφορα κατάλληλα λειτουργικά συστήματα για το Raspberry Pi, το NOOBS (New Out Of the Box Software) (NOOBS - Raspberry Pi Documentation). Μερικά από τα λειτουργικά συστήματα που περιλαμβάνονται στο NOOBS είναι:

- Rasbian
- OpenELEC
- Kodi
- Puppy Linux
- Windows 10 IoT Core
- OSMC
- RISC OS



Εικόνα 2-8 Εγκατάσταση λειτουργικού συστήματος με το NOOBS

Εκτός βέβαια από τον παραπάνω τρόπο υπάρχουν και άλλοι για την εγκατάσταση του λογισμικού για πιο εξειδικευμένους χρήστες, π.χ. με την απευθείας εγκατάσταση ενός αρχείου .img με ειδικά προγράμματα εγγραφής όπως το Etcher ή το Win32DiskImager στην κάρτα SD.



## 2.4 Τομείς χρήσης του Raspberry Pi

Το Raspberry Pi, όπως αναφέραμε και παραπάνω δημιουργήθηκε, πρωταρχικά, για τον τομέα της εκπαίδευσης με σκοπό την εκμάθηση των βασικών αρχών της επιστήμης των υπολογιστών και του προγραμματισμού, όμως η χαμηλή τιμή και περαιτέρω οι ικανότητες του μικροϋπολογιστή, τον έκαναν πολύ δημοφιλή και σε άλλους τομείς.

Από άτομα που το χρησιμοποιούν για χόμπι μέχρι και άτομα που το χρησιμοποιούν για επαγγελματικό σκοπό, οι τομείς που χρησιμοποιείται μπορούν να διευρυνθούν πολύ, εξάλλου η σύνδεση του με πρόσθετα μέσω των GPIO ακίδων του δίνουν πολλές επιπλέον δυνατότητες. Έχουν δημιουργηθεί εφαρμογές που σχετίζονται με την ρομποτική, τα ηλεκτρονικά παιχνίδια, την δημιουργία Media Center για την αναπαραγωγή πολυμέσων, τον αυτοματισμό κτιρίων και πολλές άλλες απλές ή δύσκολες στον προγραμματισμό και κατασκευή τους (Upton & Halfacree, 2012).

Με λίγα λόγια μπορεί κάποιος να δημιουργήσει και να κάνει το οτιδήποτε, αρκεί να έχει τις απαραίτητες γνώσεις για την εφαρμογή που θέλει να δημιουργήσει.



Εικόνα 2-9 Raspberry Pi Phone



Εικόνα 2-10 Raspberry Pi Solar Weather Station

### 3 ARDUINO

Το Arduino είναι μία ανοιχτού κώδικα ηλεκτρονική πλατφόρμα βασισμένη στην πλατφόρμα Wiring, η οποία δημιουργήθηκε το 2003, διαθέτει ένα μεγάλο αριθμό εργαλείων και περιλαμβάνει περιβάλλον ανάπτυξης ανοικτού κώδικα, προσφέρει εύκολη εκμάθηση γλωσσών προγραμματισμού και βιβλιοθηκών και υποστήριξη για σύνδεση σε λειτουργικά συστήματα, όπως τα Windows, το Mac και το Linux. Με λίγα λόγια, όπως αναφέρει και ο Kulkarni, η πλατφόρμα αυτή δεν έχει δημιουργηθεί για να κάνει ένα μόνο πράγμα, αποτελείται και συνδέει μια πληθώρα από εργαλεία, για την εύκολη χρήση υλικού και λογισμικού που το κάνουν μοναδικό (Kulkarni, 2017).

Η ανάπτυξη της πλατφόρμας ξεκίνησε από την Ιταλία το 2005 από τον Massimo Banzi και τον David Cuartielles στο Ivrea Interaction Design Institute (IIDI) με πρωταρχικό σκοπό την ανάπτυξη υλικού χαμηλού κόστους για σχεδιασμό προγραμμάτων αλληλεπίδρασης για μαθητές, οι οποίοι δεν είχαν κάποιο τις απαραίτητες γνώσεις σε τεχνολογικούς ή προγραμματιστικούς τομείς.



Εικόνα 3-1 Λογότυπο Arduino

Από το 2005, με την εμφάνιση της πρώτης πλακέτας, έχουν βγει στην αγορά πολλά μοντέλα του, άλλα με βασικές λειτουργίες και άλλα με ενισχυμένα χαρακτηριστικά. Το Arduino Uno, Arduino Nano, Arduino Mini είναι κάποια από τα μοντέλα που είναι πιο δημοφιλή στους χρήστες, τα οποία διαθέτουν βασικές λειτουργίες της πλατφόρμας, αντίστοιχα το Arduino Zero, Arduino Mega και το Arduino Due βρίσκονται στην κατηγορία με τις πιο ενισχυμένες λειτουργίες. Εκτός βέβαια από τις παραπάνω κατηγορίες έχουν κατασκευαστεί πρόσθετες, οι οποίες ενσωματώνονται στο ήδη υπάρχον υλικό με σκοπό την επέκταση των δυνατοτήτων τους, όπως την σύνδεση ασύρματα στο ίντερνετ ή την ασύρματη επικοινωνία μεταξύ δύο μονάδων, τα επονομαζόμενα Shields. Οι περισσότερες εκδόσεις μπορούν να αγοραστούν προ- συναρμολογημένες, ωστόσο μπορεί κάποιος να συναρμολογήσει το Arduino μόνος του μιας και πληροφορίες για το υλικό και το διάγραμμα της πλατφόρμας είναι διαθέσιμα και ελεύθερα προς χρήση.

### 3.1 Χαρακτηριστικά Arduino

Από την εμφάνιση του πρώτου Arduino μέχρι και σήμερα, έχουν παρουσιαστεί και δοθεί στο κοινό διάφορες εκδόσεις του προϊόντος με διαφορετικά και σε κάποιες περιπτώσεις ίδια χαρακτηριστικά, τα οποία προσδίδουν στην κάθε έκδοση κάποια ιδιαιτερότητα στον τρόπο χρήσης και γενικότερα την απόδοση του μικροϋπολογιστή. Σε γενικές γραμμές τα χαρακτηριστικά μιας πλακέτας Arduino αποτελούνται από έναν μικροελεγκτή Atmel AVR (ATmega328 και ATmega168 στις νεότερες εκδόσεις, ATmega8 στις παλιότερες) και κάποια συμπληρωματικά εξαρτήματα για την διευκόλυνση του χρήστη κατά την διάρκεια του προγραμματισμού, καθώς και την ενσωμάτωση της πλατφόρμας με άλλα συστήματα, π.χ. το Raspberry Pi ή Arduino Shield.

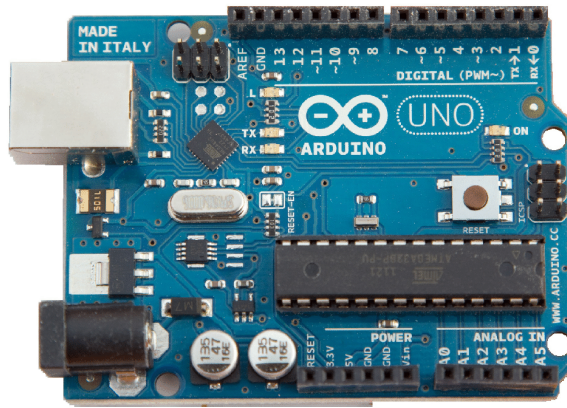
Όλα τα μοντέλα του Arduino προγραμματίζονται με μία σειριακή σύνδεση (RS-232), αλλά ο τρόπος επίτευξης σύνδεσης για την χρήση του λογισμικού της πλακέτας διαφέρει ανάλογα με το μοντέλο. Ο προγραμματισμός των περισσότερων μοντέλων γίνεται μέσω καλωδίου USB (USB to Serial), σε κάποιες εκδόσεις όμως, όπως το Arduino Mini, γίνεται η χρήση αφαιρούμενου καλωδίου USB to Serial ή κάποιες άλλες μέθοδοι, όπως η χρήση Bluetooth.



Εικόνα 3-2 Serial θύρα Arduino

Για την χρήση και την σύνδεση της πλακέτας από άλλα κυκλώματα-συστήματα, το Arduino διαθέτει κάποιες ψηφιακές και αναλογικές εισόδους/εξόδους, I/O pins. Τα I/O pins αυτά βρίσκονται συνήθως στην κορυφή της πλακέτας (female header), σε κάποιες εκδόσεις υπάρχουν και στο κάτω μέρος των πλακετών (male header). Τα περισσότερα νεότερα μοντέλα έχουν στο σύνολο 20 pins, 14 ψηφιακά και 6 αναλογικά, στα οποία μπορούν να προστεθούν διάφορα shields ή κάποιου άλλου είδους εξαρτήματος συμβατό με την εκάστοτε έκδοση της πλατφόρμας.

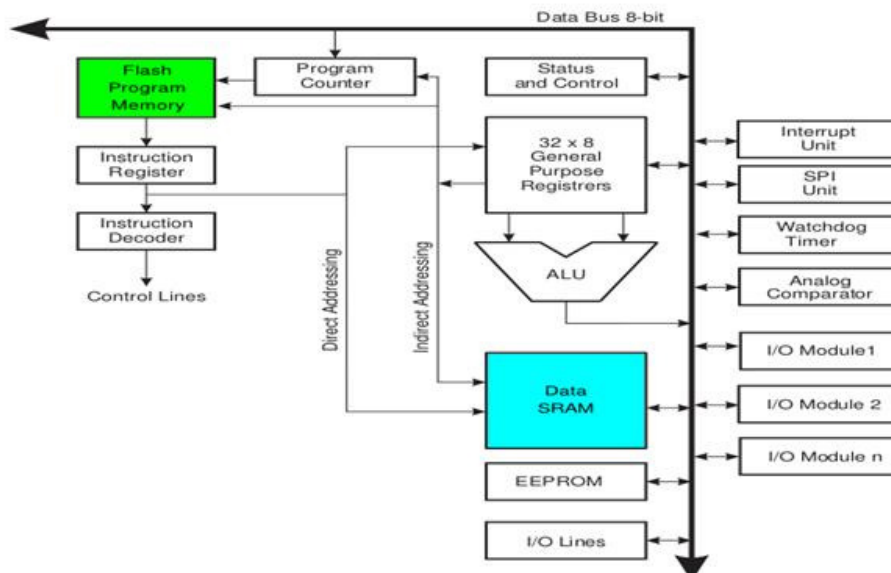
Η τροφοδοσία του μικροϋπολογιστή προέρχεται κυρίως μέσω της θύρας USB που διαθέτει και χρησιμοποιεί τον υπολογιστή ως πηγή. Ακόμα, υπάρχει δυνατότητα χρήσης μπαταρίας, μετασχηματιστή ή οποιαδήποτε άλλης πηγής DC. Η τάση που δέχεται πρέπει να είναι 7-12V (Arduino) .



Εικόνα 3-3 Arduino Uno

### 3.2 Αρχιτεκτονική Arduino

Το Arduino, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, χρησιμοποιεί μικροελεγκτή 8bit RISC της εταιρείας Atmel και συγκεκριμένα ανήκει στην οικογένεια μικροελεγκτών AVR, οι οποίοι χρησιμοποιούν αρχιτεκτονική Harvard στην οποία ο κώδικας και τα δεδομένα του προγράμματος χρησιμοποιούν διαφορετικές μνήμες και διαύλους με αποτέλεσμα την πραγματοποίηση διαδικασιών ταυτόχρονα για την μέγιστη απόδοση του. Η ικανότητα αυτή του μικροελεγκτή κάνει εφικτή την εκτέλεση μιας εντολής μέσα σε ένα κύκλο μηχανής (Παπάζογλου, 2017).



Εικόνα 3-4 Αρχιτεκτονική Arduino

Όπως φαίνεται και από την παραπάνω εικόνα, η εσωτερική αρχιτεκτονική του μικροϋπολογιστή περιέχει τμήματα τα οποία χρησιμοποιούνται για την εκτέλεση κάποιων βασικών λειτουργιών:

- Μετρητής Προγράμματος (Programm Counter): δείχνει την διεύθυνση της επόμενης εντολής που πρόκειται να εκτελέσει η ΚΜΕ
- Καταχωρητής Εντολής και Αποκωδικοποιητής (Instruction Register and Decoder): γίνεται ανάλυση της λειτουργίας και της μορφής της εντολής για να γίνει οι κατάλληλες ενέργειες για την σωστή εκτέλεση της
- Κατάσταση και Έλεγχος (Status and Control): δείχνει την κατάσταση της ροής εκτέλεσης εντολών της Αριθμητικής και Λογικής Μονάδας
- Καταχωρητές Γενικής Χρήσης (General Purpose Registers): 32 καταχωρητές οι οποίοι είναι διαθέσιμοι στον χρήστη για την ανάπτυξη λειτουργικών προγραμμάτων που περιλαμβάνουν λογική ελέγχου κλπ.
- Αριθμητική και Λογική Μονάδα (ALU): εκτελεί αριθμητικές και λογικές πράξεις
- Μονάδα Διακοπών (Interrupt Unit): ειδικό κύκλωμα το οποίο ελέγχει εάν υπάρχουν εξωτερικές διακοπές και βοηθά την ΚΜΕ για την κατάλληλη διαχείριση τους
- Μονάδα SPI (SPI Unit): υποστηρίζει ειδικό πρωτόκολλο επικοινωνίας με εξωτερικές συσκευές που δίνουν δεδομένα σε ψηφιακή μορφή π.χ. η κάμερα, η οθόνη
- Χρονιστής Επιτήρησης (Watchdog Timer): βασικός χρονιστής, λειτουργώντας βοηθητικά για την ομαλή λειτουργία της εφαρμογής από τυχόν δυσλειτουργίες κατά την εκτέλεση εντολών
- Αναλογικός Συγκριτής (Analog Comparator): υποστηρίζει λειτουργία ανάγνωσης αναλογικών σημάτων
- Μονάδες Εισόδου Εξόδου (I/O Modules): ψηφιακές είσοδοι και έξοδοι, εξασφαλίζουν την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ του μικροελεγκτή και των μονάδων που βρίσκονται στο εξωτερικό περιβάλλον

### 3.2.1 Μνήμες Συστήματος Μικροελεγκτή

Ο μικροελεγκτής, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, χρησιμοποιεί διαφορετικές περιοχές μνήμης τόσο για τα δεδομένα όσο και για τα προγράμματα. Συγκεκριμένα ο μικροελεγκτής χρησιμοποιεί 3 μνήμες:

- η μνήμη προγράμματος, η οποία είναι τύπου Flash(κάθε θέση έχει εύρος 16 bit, 2 byte) χρησιμεύει για την αποθήκευση του κώδικα των προγραμμάτων, με χωρητικότητα διαφορετική από μοντέλο σε μοντέλο
- η μνήμη δεδομένων, τύπου SRAM (κάθε θέση έχει εύρος 8 bit) που χρησιμεύει για αποθήκευση και ανάγνωση δεδομένων που διαχειρίζονται τα προγράμματα. Συγκεκριμένα φιλοξενεί δεδομένα κατά την διάρκεια εκτέλεσης προγραμμάτων και προσφέρει πρόσβαση στους καταχωρητές για την αξιοποίηση των δυνατοτήτων του μικροελεγκτή.
- η EEPROM η οποία αποθηκεύει μόνιμα τα δεδομένα και έχει την δυνατότητα να διατηρεί το περιεχόμενο ακόμα και κατά την απουσία ρεύματος.

Σε πολλά μοντέλα του μικροελεγκτή, π.χ. ATmega328, η μνήμη προγράμματος χωρίζεται σε 2 περιοχές: την περιοχή προγράμματος των εφαρμογών και την περιοχή εκκίνησης (boot loader)

Το μέγεθος και των 3 μνημών εξαρτάται από το μοντέλο μικροελεγκτή. Παρακάτω δίνεται πίνακας με το μέγεθος της μνήμης σε διάφορα μοντέλα μικροελεγκτών. (Παπάζογλου, 2017)

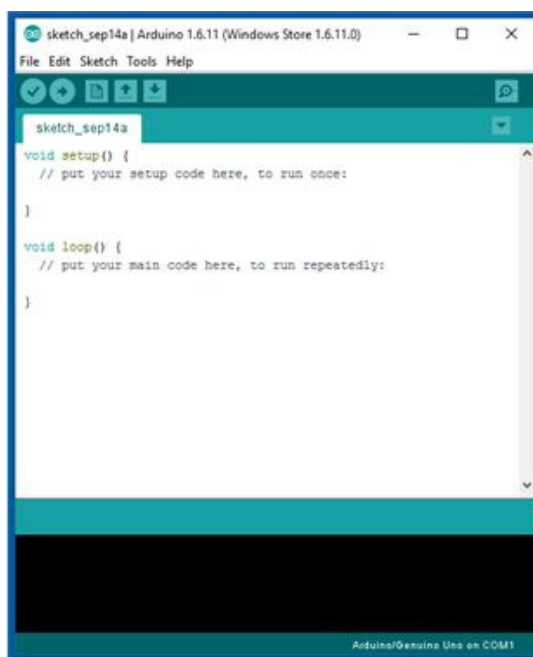
**Πίνακας 3-1 Μεγέθη μνημών διαφόρων μοντέλων μικροελεγκτών**

Μοντέλο AVR	Μνήμη SRAM	Μνήμη Flash	Μνήμη EEPROM
ATmega48	<b>512B</b>	<b>4KB</b>	<b>265B</b>
ATmega88	<b>1KB</b>	<b>8KB</b>	<b>512B</b>
ATmega168	<b>1KB</b>	<b>16KB</b>	<b>512B</b>
ATmega328	<b>2KB</b>	<b>32KB</b>	<b>1KB</b>
ATmega32	<b>2KB</b>	<b>32KB</b>	<b>1KB</b>
ATmega640	<b>8KB</b>	<b>64KB</b>	<b>4KB</b>
ATmega1280	<b>8KB</b>	<b>128KB</b>	<b>4KB</b>
ATmega2560	<b>8KB</b>	<b>256KB</b>	<b>4KB</b>

### 3.3 Λειτουργία Arduino

Σε αντίθεση με το Raspberry Pi, το Arduino δεν χρειάζεται μια πληθώρα εξαρτημάτων για την λειτουργία, απλά κάποια λίγα και καλά. Τα απαραίτητα εξαρτήματα που χρειάζεται είναι ο μικροϋπολογιστής ο ίδιος και ένα καλώδιο USB B(USB to serial) για την σύνδεση του με τον οποιοδήποτε ηλεκτρονικό υπολογιστή διαθέτεται και αυτό γίνεται διότι το Arduino έχει την δυνατότητα να δουλέψει με ρεύμα που παίρνει από την συγκεκριμένη θύρα USB του υπολογιστή που είναι συνδεδεμένος.

Το πρώτο βήμα είναι το κατέβασμα και η εγκατάσταση του Arduino IDE (**Intergrated Development Environment**), ενός cross - platform λογισμικού γραμμένο σε γλώσσα Java, το οποίο χρησιμοποιείται για την εγγραφή και τη μεταφόρτωση προγραμμάτων στον μικροϋπολογιστή (Wikipedia). Για την εξυπηρέτηση των πελατών οι σχεδιαστές της πλακέτας έχουν διαθέσει στο κοινό πολλές εκδόσεις του λογισμικού για διαφορετικά λειτουργικά συστήματα, συμπεριλαμβανομένων των Windows, Linux και Mac OS.



Εικόνα 3-5 Arduino IDE

Στην συνέχεια γίνεται η σύνδεση του μικροϋπολογιστή με τον ηλεκτρονικό υπολογιστή μέσω του καλωδίου USB B από το οποίο παρέχεται και η τροφοδότηση ρεύματος για την λειτουργία του. Επειδή ο υπολογιστής δεν αναγνωρίζει τον μικροϋπολογιστή θα πρέπει χειροκίνητα να βρούμε τον αριθμό θύρας που έχει εκχωρηθεί.

Επόμενο βήμα και τελευταίο πριν την χρήση και ξεκίνημα συγγράμματος εφαρμογών μιας και έχει συνδεθεί το Arduino με τον υπολογιστή, είναι το άνοιγμα του Arduino IDE στο οποίο θα γίνει διαμόρφωση των ρυθμίσεων ώστε να είναι επιλεγμένα το όνομα-μοντέλο της συσκευής που χρησιμοποιείται και η θύρα που είναι συνδεδεμένο. Σε περίπτωση που θέλουμε να ελέγξουμε την ορθότητα των βημάτων υπάρχουν παραδείγματα τα οποία αν έχει γίνει σωστή εγκατάσταση μας δίνουν το επιθυμητό αποτέλεσμα. (Maker.io Staff, 2018)

### 3.4 Τομείς χρήσης του Arduino

Όπως προ-ειπώθηκε το Arduino είναι μια ανοιχτού κώδικα πλατφόρμα, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί και να αναπτυχθεί ελεύθερα από τον οποιοδήποτε. Η διάθεση εργαλείων ανάπτυξης φιλικά προς τον χρήστη και η υποστήριξη της πλατφόρμας από μια μεγάλη ομάδα χρηστών την κάνουν ιδανική για την ανάπτυξη εφαρμογών και όχι μόνο.

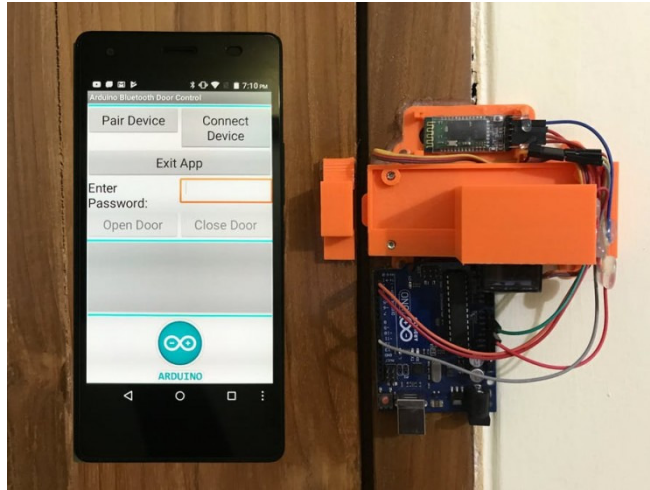
Πρώτιστο σκοπό η πλατφόρμα είχε να προτρέψει ανθρώπους, μαθητές, χομπύιστες με δημιουργικά μυαλά να δημιουργήσουν εφαρμογές και συσκευές χωρίς πολύ κόπο και χρήμα. Με την υποστήριξη επίσης προσθέτων τρίτων εταιρειών δίνεται η δυνατότητα να αναπτυχθούν πρότυπες εφαρμογές για διάφορους τομείς.

Σχεδιαστές, καλλιτέχνες έχουν την δυνατότητα να δημιουργήσουν πρότυπες εφαρμογές για την καλύτερευση της δουλειάς τους, επαγγελματίες προγραμματιστές, άτομα που ασχολούνται με την ρομποτική μπορούν να χρησιμοποιήσουν την πλατφόρμα για την δημιουργία πρωτότυπων και καινοτόμων εφαρμογών, σύμφωνα με το αντικείμενο της δουλειάς, με τις κατάλληλες γνώσεις, ακόμα και άτομα που απλά θέλουν να πειραματιστούν και να δημιουργήσουν κάτι καινούργιο, κάτι καινοτόμο έχουν την δυνατότητα με την χρήση της πλατφόρμας Arduino.

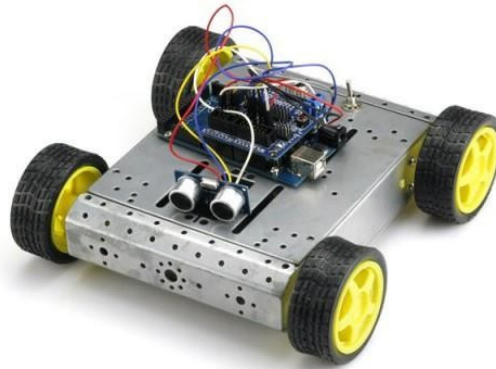
Προϊόντα αυτοματισμού για την επιχείρηση, το σπίτι, ιατρικά προϊόντα όπως παλμογράφοι και αναλυτές αναπνοής, βίντεο παιχνίδια, ρομποτικές εφαρμογές όπως drones είναι κάποια από τα προϊόντα που έχουν δημιουργηθεί με την χρήση της πλακέτας του Arduino.

Με λίγα λόγια η πλατφόρμα αυτή είναι ιδανική και κατάλληλη για όλους όσους θέλουν να μάθουν να προγραμματίζουν, έχοντας τα κατάλληλα εργαλεία και τις γνώσεις βέβαια όλα είναι δυνατά (Arduino - Introduction).

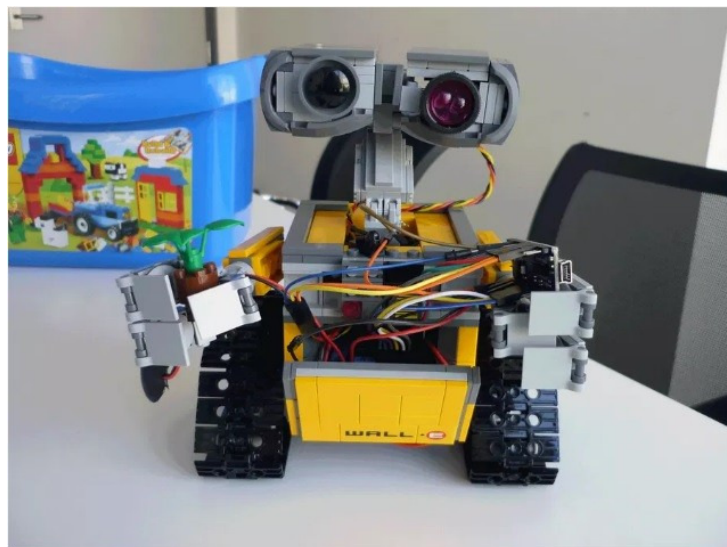




Εικόνα 3-6 Arduino Password protected door lock



Εικόνα 3-7 Arduino Robo-Car



Εικόνα 3-8 Arduino LEGO Wall-E

## 4 ORANGE Pi

Το Orange Pi είναι ένα σύγχρονο μικροϋπολογιστικό σύστημα, το οποίο έχει εμφανιστεί στην αγορά τα τελευταία 3 χρόνια και έχει κερδίσει ένα σημαντικό ποσοστό των χρηστών με τα πλεονεκτήματα που παρουσιάζει εις βάρος των ανταγωνιστών του. Σύμφωνα και με την επίσημη ιστοσελίδα του προϊόντος, το Orange Pi είναι ένας υπολογιστής ανοιχτού κώδικα (open source), σε μέγεθος πιστωτικής κάρτας και ως προς τα χαρακτηριστικά τουλάχιστον είναι ο κυριότερος ανταγωνιστής του Raspberry Pi στην αγορά.



Εικόνα 4-1 Orange Pi Λογότυπο

Κατασκευασμένο στην Κίνα από την εταιρεία Shenzhen Xunlong Software CO. Limited, το Orange Pi έχει μια ποικιλία μοντέλων στην αγορά με διαφορετικά χαρακτηριστικά και με μειωμένη τιμή σε σύγκριση με το Raspberry Pi. Αν και το Raspberry Pi είναι πιο γνωστό στην αγορά και έχει μια τεράστια κοινότητα πίσω του, το Orange Pi, με τα πλεονεκτήματα που κατέχει έναντι του άλλου μικροϋπολογιστή και την προσιτή τιμή του, έχει αρχίσει να κερδίζει ένα σημαντικό κομμάτι του καταναλωτικού κοινού. (Egts, 2017)

Αν και νέο στην αγορά, με τον πρώτο μικροϋπολογιστή να βγαίνει στην αγορά το 2015, έχει διαφορετικά μοντέλα με αποτέλεσμα να ικανοποιεί τις περισσότερες ανάγκες του καταναλωτή, λόγω των διαφορετικών χαρακτηριστικών και της χαμηλής τιμής των μοντέλων. Είναι άξιο να σημειωθεί ότι οι πρώτες 7 εκδόσεις του προϊόντος δόθηκαν στην αγορά το 2015. Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται ονομαστικά τα μοντέλα του μικροϋπολογιστή μαζί με το έτος κυκλοφορίας τους.

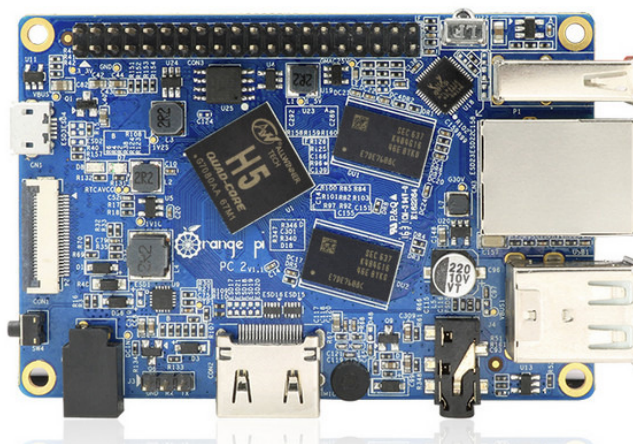
Πίνακας 4-1 Μοντέλα Orange Pi

2015	2016	2017
Orange Pi Orange Pi 2 Orange Pi Plus Orange Pi Plus 2 Orange Pi Mini Orange Pi Mini 2 Orange Pi PC	<b>Orange Pi Lite</b> <b>Orange Pi PC Plus</b> <b>Orange Pi Plus 2E</b> <b>Orange Pi PC 2</b>	<b>Orange Pi Win</b> <b>Orange Pi Zero Plus2</b> <b>Orange Pi R1</b>

## 4.1 Χαρακτηριστικά Orange Pi

Το Orange Pi, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, έχει σχετικά τα ίδια χαρακτηριστικά με το Raspberry Pi. Μιας και το προϊόν είναι στην αγορά τα τελευταία 3 χρόνια δεν υπάρχει κάποια σηµαδιακή διαφορά ως προς τα χαρακτηριστικά των μοντέλων, απλά υπάρχει διαφορά στον αριθµό των εξαρτηµάτων που χρησιµοποιούνται π.χ. ενσωµατωµένος διακόπτης λειτουργίας και τον σχεδιασµό των εκδόσεων µε πρώτο στόχο την χρησιµότητα και τις εκάστοτε ανάγκες του χρήστη.

Βασικό χαρακτηριστικό όλων των μοντέλων είναι ο επεξεργαστής, ο οποίος επιτρέπει την προβολή βίντεο ανάλυσης 4K και την γρηγορότερη επεξεργασία δεδοµένων. Τα μοντέλα του Orange Pi έχουν βασιστεί σε επεξεργαστές τύπου SoC της εταιρείας Allwinner, συγκεκριµένα στον Allwinner H3 Quad-Core Cortex-A7 στα μοντέλα που παρουσιάστηκαν και δόθηκαν στην αγορά την ίδια χρονιά, (Orange Pi, Orange Pi PC και Orange Pi PC Plus κ.α.) ενώ σε μοντέλα όπως το Orange Pi Zero και Orange Pi PC 2 χρησιµοποιήθηκαν επεξεργαστές Allwinner H2 Quad-Core Cortex-A7 και Allwinner H5 Quad-Core 64-bit Cortex-A53 αντίστοιχα, ο τελευταίος δε χρησιµοποιείται και στα τελευταία μοντέλα του προϊόντος (2017) µε κάποιες διαφορές στον αριθµό των πυρήνων που είναι ενσωµατωµένοι στην γραφική µονάδα επεξεργασίας.



Εικόνα 4-2 Orange Pi Pc 2 Model

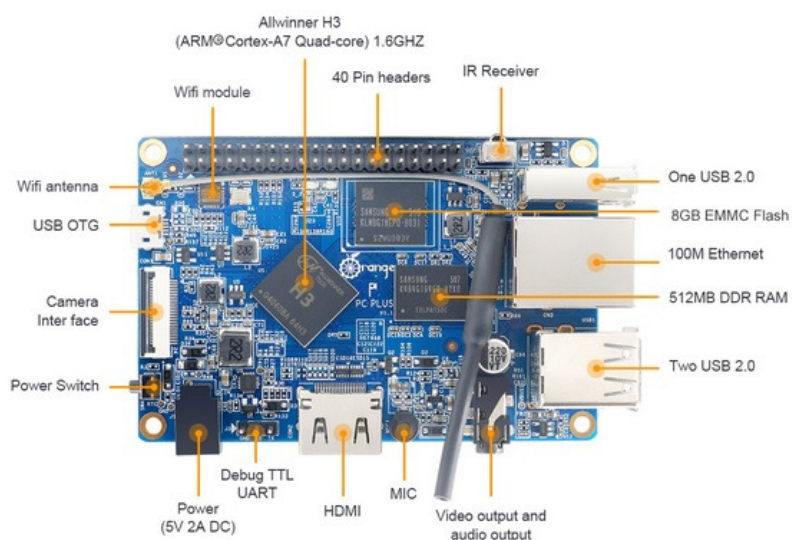
Τα μοντέλα του είναι εξοπλισµένα µε µνήµη RAM που σε κάποια μοντέλα φτάνει ακόµα και τα 2 GB (DDR3), µοιρασµένα πάντοτε µε την γραφική µονάδα επεξεργασίας (GPU) επιτυγχάνοντας έτσι γρηγορότερες ταχύτητες επεξεργασίας από αυτές του Raspberry Pi. Σε κάποια μοντέλα όπως το Orange Pi Zero η µνήµη RAM είναι κατά πολύ µικρότερη 256-512 MB.

Περιέχει θύρες εισόδου/εξόδου για την επικοινωνία του µικροϋπολογιστή µε τις περιφερειακές συσκευές που χρησιµοποιούνται για τον χρήση και τον έλεγχο του, µια πληθώρα ενεργειών, όπως η σύνδεση µε το διαδίκτυο και η λειτουργία του. Οι

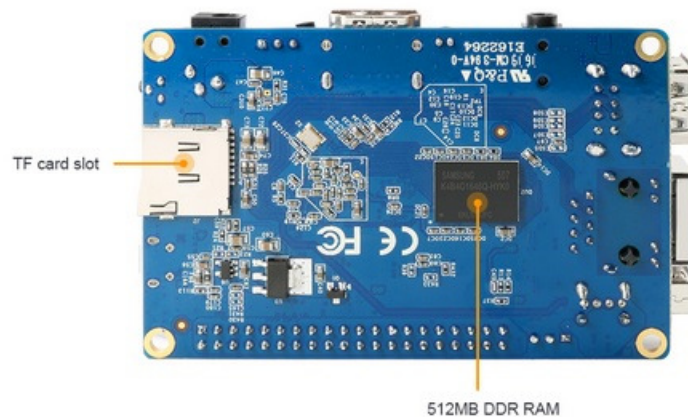
θύρες εισόδου/εξόδου ήχου και εικόνας για την προβολή και σύνδεση με οθόνη/μόνιτορ είναι η κυρίως χρησιμοποιούμενη, θύρα HDMI, ενώ υπάρχουν θύρες composite και VGA, εκτός βέβαια από το Orange Pi Zero, το οποίο χρησιμοποιεί εξωτερικό πρόσθετο μέσω των pins που διαθέτει. Για την χρήση των περιφερειακών συσκευών, όπως το ποντίκι και το πληκτρολόγιο, διαθέτει θύρες USB, συγκεκριμένα USB 2.0 (host και OTG), με κάποια μοντέλα να υποστηρίζουν ακόμα και 4 θύρες, κυρίως στα νεότερα μοντέλα. Για την τροφοδοσία της συσκευής χρησιμοποιείται θύρα DC και όχι η κλασική micro USB, την οποία αν και περιέχει χρησιμοποιείται για την σύνδεση της συσκευής με περιφερειακές συσκευές, όπως ψηφιακές κάμερες, flash drivers κ.α. Η σύνδεση στο διαδίκτυο γίνεται μέσω της θύρας Ethernet, ενώ σε κάποια μοντέλα υπάρχει και η δυνατότητα σύνδεσης με ασύρματο δίκτυο μέσω Wi-Fi που είναι ενσωματωμένο στην συσκευή.

Το Orange Pi, όπως και το Raspberry Pi και το Arduino, έχει ενσωματωμένα headers για την σύνδεση σε χαμηλού επιπέδου περιφερειακά και πρόσθετα (add-ons). Συγκεκριμένα, στα περισσότερα μοντέλα υπάρχουν 40-pin headers, συμβατά με το Raspberry Pi, ενώ το Orange Pi Zero λόγω και του μικρού μεγέθους του διαθέτει μόνο 26-pins.

Ως αποθηκευτικό χώρο χρησιμοποιεί κάρτα SD, με χωρητικότητα έως και 64 GB, η οποία εισέρχεται στην ειδική θύρα που βρίσκεται στο κάτω μέρος του μικροϋπολογιστή. Λοιπά χαρακτηριστικά που διαθέτει ο μικροϋπολογιστής σε κάποια μοντέλα είναι ο δέκτης υπέρυθρων (IR receiver), κουμπί λειτουργίας, υποδοχή για σύνδεση με κάμερα, ενσωματωμένο μικρόφωνο καθώς και SATA port στα νεότερα μοντέλα με χωρητικότητα έως και 2TB (TimeWaster, 2016).



Εικόνα 4-3 Orange Pi PC Plus Χαρακτηριστικά (Πάνω Μέρος)



Εικόνα 4-4 Orange Pi PC Plus Χαρακτηριστικά (Κάτω Μέρος)

## 4.2 Αρχιτεκτονική Orange Pi

Το Orange Pi χρησιμοποιεί μια γενιά επεξεργαστών της εταιρείας Allwinner, τύπου SoC, οι οποίοι βασίζονται και έχουν φτιαχτεί με συγκεκριμένη αρχιτεκτονική συνόλου εντολών (ISA) βασισμένη στην αρχιτεκτονική RISC, γνωστό ως ARM. Όπως και το Raspberry Pi, χρησιμοποιεί αρχιτεκτονική Harvard μιας και χρησιμοποιεί επεξεργαστές νέας γενιάς και συγκεκριμένα τα μοντέλα επεξεργαστή της οικογένειας Cortex-A7 του μικροϋπολογιστή που χρησιμοποιούν ως σύνολο εντολών τον ARMv7-A, ενώ τα μοντέλα που χρησιμοποιούν τους Cortex-A53 χρησιμοποιούν τον ARMv8-A και ανήκουν στο προφίλ Εφαρμογών (Application), το οποίο διαφέρει από τα άλλα μέσω της απόδοσης, του πεδίου χρήσης και τον κατασκευαστή.

Οι αρχιτεκτονικές αυτές έχουν ως κύριο χαρακτηριστικό την χαμηλή κατανάλωση ενέργειας με υψηλή απόδοση του επεξεργαστή επηρεασμένη από απαιτήσεις συστήματος πολλαπλών λειτουργικών συστημάτων, διαθέτουν υποστήριξη διαχείρισης μνήμης (MMU), ένα νέο σύνολο εντολών επονομαζόμενο Thumb-2, το οποίο προσφέρει ένα μίγμα εντολών 16-bit και 32-bit. Εκτός βέβαια από τα παραπάνω χαρακτηριστικά έχουν επέκταση συνόλου εντολών NEON SIMD (Single Instruction Multiple Data), το οποίο βοηθά στην επιτάχυνση της επεξεργασίας δεδομένων και σημάτων, έχουν μία επέκταση η οποία επιτρέπει στους επεξεργαστές την εκτέλεση κώδικα γραμμένη σε γλώσσα Java, παράλληλα με τις λειτουργίες που ήδη εκτελούνται (Lekssays, 2016).



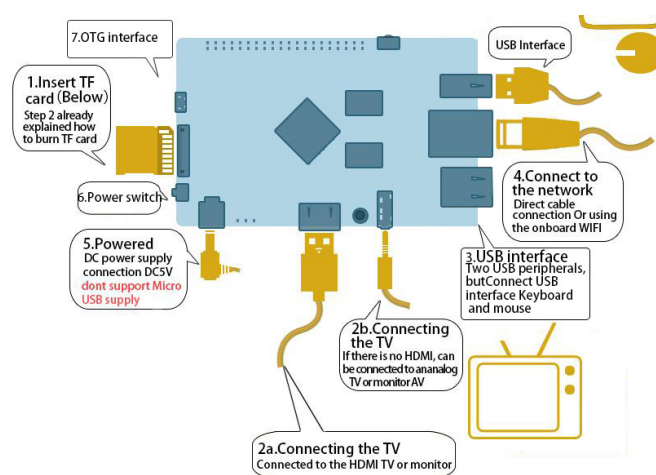
### 4.3 Λειτουργία Orange Pi

Για την λειτουργία του μικροϋπολογιστή χρειάζονται κάποια απαραίτητα εξαρτήματα όπως:

- Καλώδιο HDMI ή DVI για την σύνδεση με συμβατά μόνιτορ ή τηλεοράσεις
- Πληκτρολόγιο και ποντίκι
- Καλώδιο Ethernet ή USB WiFi (ασύρματη σύνδεση)
- DC adapter για την τροφοδοσία ρεύματος της συσκευής
- TF (TransFlash) card με ελάχιστη χωρητικότητα τα 8GB(η χωρητικότητα πρέπει να είναι μεγαλύτερου μεγέθους από το μέγεθος του λειτουργικού συστήματος), κλάσης 10

Πριν όμως την σύνδεση των παραπάνω με την συσκευή πρέπει να γίνουν κάποιες περαιτέρω εργασίες για την λειτουργία του. Όπως και στο Raspberry Pi, πρώτο βήμα είναι η προετοιμασία της TF card για την εγκατάσταση του κάθε λειτουργικού συστήματος που θέλουμε να λειτουργεί ο μικροϋπολογιστής. Με ένα πρόγραμμα μορφοποίησης (format) στον υπολογιστή, μορφοποιούμε την κάρτα και στην συνέχεια έχοντας κατεβάσει το λειτουργικό σύστημα της αρεσκείας μας αντιγράφουμε τα αρχεία του στην κάρτα μέσω ενός προγράμματος το οποίο μπορεί να γράφει εικόνες, .img αρχεία, σε κάρτες.

Τέλος γίνεται η σύνδεση των εξαρτημάτων στην συσκευή, τοποθετώντας τα στις κατάλληλες – συμβατές θύρες, πάντοτε βάζοντας τελευταία την τροφοδοσία. Αν έχει γίνει σωστή τοποθέτηση των εξαρτημάτων και δεν υπάρχει κανένα πρόβλημα μετά την σύνδεση του τροφοδοτικού η οθόνη θα πρέπει να δείχνει το OS GUI (Graphical User Interface) (Orange Pi PC Quick Start Guide, 2015).



Εικόνα 4-5 Σύνδεση εξαρτημάτων με το Orange Pi

#### 4.3.1 Λειτουργικά Συστήματα Orange Pi

Για την λειτουργία του μικροϋπολογιστή όπως περιγράψαμε παραπάνω χρειάζεται η εγκατάσταση ενός λειτουργικού συστήματος, παρακάτω επισημαίνονται ονομαστικά κάποια από αυτά τα λειτουργικά που είναι συμβατά με το Orange Pi:

- Raspbian
- Lubuntu
- Android
- Fedora
- OpenSuse
- ArchLinux
- OpenWrt
- Berryboot
- XBMC (Kodi)

#### 4.4 Τομείς χρήσης του Orange Pi

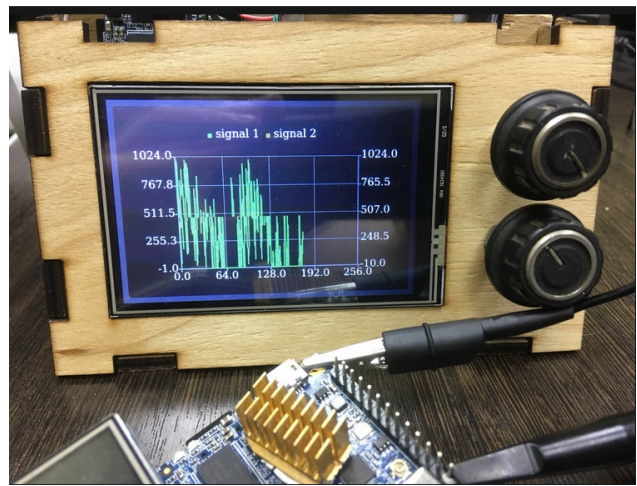
Το Orange Pi, αν και νέο στην αγορά, έχει αρχίσει να έχει το κοινό του. Όπως παραθέεται και στην αρχική σελίδα του επίσημου site του προϊόντος, «το Orange Pi είναι για όποιον θέλει να ξεκινήσει να δημιουργεί με την τεχνολογία - όχι μόνο να το καταναλώνει. Είναι ένα απλό, διασκεδαστικό, χρήσιμο εργαλείο που μπορείτε να χρησιμοποιήσετε για να ξεκινήσετε να παίρνετε τον έλεγχο του κόσμου γύρω σας» (Orange Pi, 2016).

Ο μικροϋπολογιστής αυτός, λόγω του το είναι open source και έχει την δυνατότητα να συνδέεται με πρόσθετα, τόσο της ίδιας της εταιρείας που που παράγεται το προϊόν όσο και άλλων εταιρειών (Raspberry Pi), τα οποία του δίνουν την ικανότητα να κατασκευάσει μια πληθώρα από προϊόντα - εφαρμογές, από παιχνιδομηχανές μέχρι και προσωπικούς υπολογιστές (PC) με τα κατάλληλα εργαλεία.

Άτομα, ερασιτέχνες ή επαγγελματίες, μπορούν να χρησιμοποιήσουν την συσκευή για να δημιουργήσουν διάφορες εφαρμογές είτε για προσωπική ή για πιο δημόσια χρήση. Παιχνιδομηχανές, εφαρμογές για την προβολή πολυμέσων, χρήση του Android και πολλές άλλες.



Εικόνα 4-6 Orange Pi DIY Speaker



Εικόνα 4-7 Orange Pi Cloud Oscilloscope



## 5 ΠΡΑΚΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

Σε αυτό το κεφάλαιο θα γίνει παρουσίαση του project που δημιουργήθηκε στα πλαίσια της εργασίας, χρησιμοποιώντας ένα από τα παραπάνω σύγχρονα συστήματα μικροϋπολογιστών στο οποίο θα γίνεται ένας συνδυασμός εργασιών με δεδομένα που θα συλλέγει σε πραγματικό χρόνο. Συγκεκριμένα έγινε η δημιουργία ενός μετεωρολογικού σταθμού, ο οποίος συλλέγει και αποθηκεύει δεδομένα που αφορούν την θερμοκρασία, την ατμοσφαιρική πίεση και την υγρασία του περιβάλλοντος σε πραγματικό χρόνο και παρουσιάζει σε γραφική παράσταση τα δεδομένα ζωντανά ανά κάποια χρονική περίοδο (1 δευτερόλεπτο).

Παρακάτω γίνεται περιγραφή της διαδικασίας που ακολουθήθηκε, καθώς και το υλικο-λογισμικό (εξαρτήματα, προγράμματα, γλώσσες προγραμματισμού κλπ.) που χρησιμοποιήθηκε για την εκπόνηση του project.

### 5.1 Περιγραφή υλικο-λογισμικού project

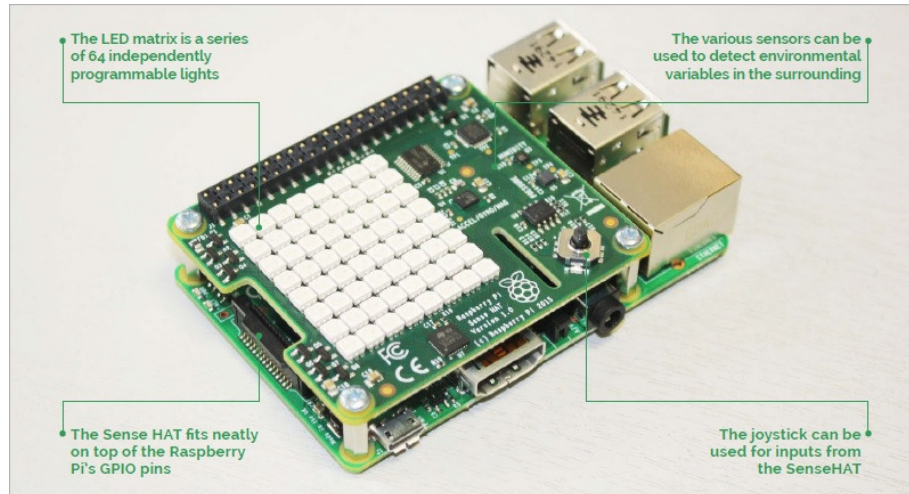
Ο μικροϋπολογιστής που προτιμήθηκε για την εργασία είναι το Raspberry Pi και συγκεκριμένα το μοντέλο Raspberry Pi 3 B+ λόγω της υψηλής απόδοσης και των χαρακτηριστικών του. Εκτός βέβαια από τον μικροϋπολογιστή χρησιμοποιήθηκαν και άλλα εξαρτήματα και προγράμματα για την εκπόνηση της εργασίας, τα οποία θα παρουσιαστούν παρακάτω.

#### 5.1.1 Sense Hat

Το Sense Hat είναι ένα πρόσθετο (add-on) του Raspberry Pi, το οποίο περιέχει μια σειρά από αισθητήρες και λυχνίες LED (8x8), καθώς και ένα μικρό joystick στο πάνω μέρος του και συνδέεται με τον μικροϋπολογιστή μέσω των θυρών GPIO. Δημιουργήθηκε ειδικά για μία αποστολή στο διάστημα (Astro Pi), η οποία ξεκίνησε το ταξίδι της από τον Διεθνή Διαστημικό Σταθμό τον Δεκέμβριο του 2015 και στην συνέχεια έγινε διαθέσιμο στην αγορά.

Οι αισθητήρες που περιέχει το Sense Hat είναι:

- Γυροσκόπιο (Gyroscope)
- Επιταχυνσιόμετρο (Accelerometer)
- Μαγνητόμετρο (Magnetometer)
- Θερμοκρασία (Temperature)
- Βαρομετρική Πίεση (Barometric Pressure)
- Υγρασία (Humidity)



Εικόνα 5-1 Sense Hat

Ο κώδικας που χρησιμοποιείται για την λειτουργία του προσθέτου είναι σε γλώσσα προγραμματισμού Python και έρχεται μαζί με μια μεγάλη σειρά βιβλιοθηκών που βοηθάνε στην λειτουργικότητα διαφόρων μερών του προσθέτου, π.χ. λειτουργικότητα του joystick (The Pi Educational Team, 2015).

### 5.1.2 Υπόλοιπος υλικός εξοπλισμός

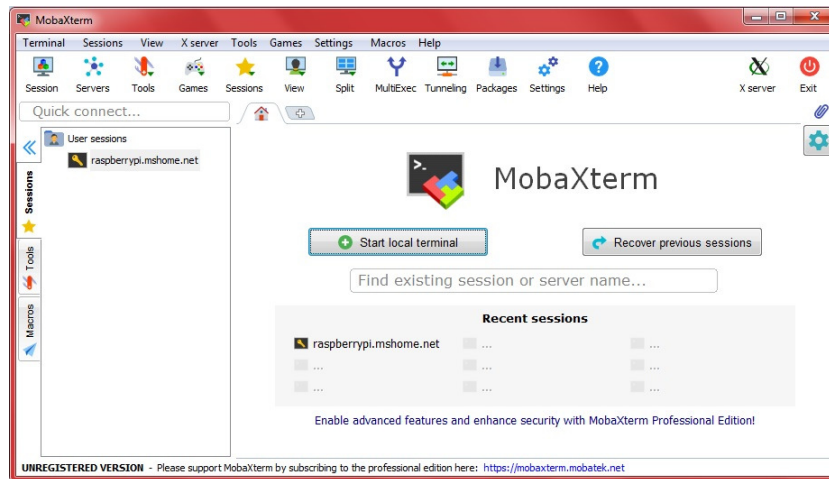
Ο υπόλοιπος υλικός εξοπλισμός που χρησιμοποιήθηκε είναι:

- Καλώδιο Τροφοδοσίας
- Καλώδιο Ethernet για την σύνδεση στο ίντερνετ και την σύνδεση του μικροϋπολογιστή με το λάπτοπ (θα γίνει περιγραφή της διαδικασίας παρακάτω)
- Micro SD Adapter για την διαμόρφωση και εγκατάσταση του λειτουργικού συστήματος στην κάρτα

### 5.1.3 Προγράμματα

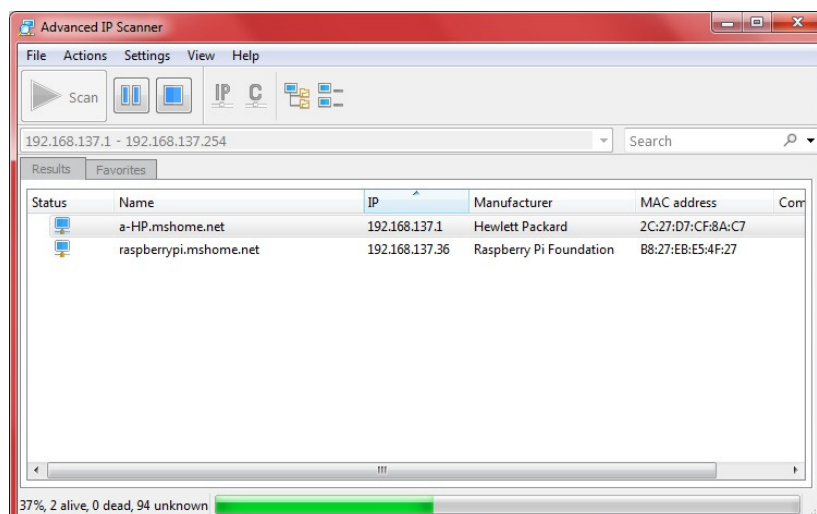
Για την σύνδεση του μικροϋπολογιστή με το λάπτοπ χρησιμοποιήθηκαν τα παρακάτω προγράμματα:

- MobaXterm: τερματικό σχεδιασμένο για τα Windows το οποίο επιτρέπει την απομακρυσμένη χρήση υπολογιστών χρησιμοποιώντας εργαλεία απομακρυσμένου ελέγχου (SSH κτλ.) και εντολές UNIX (MobaXterm free Xserver).



Εικόνα 5-2 Περιβάλλον εργασίας MobaXterm

- Advanced IP Scanner: βρίσκει όλα τις συσκευές που βρίσκονται στο δίκτυο του υπολογιστή και δίνει πρόσβαση σε κοινόχρηστα αρχεία, φακέλους ενώ μπορεί και να παρέχει απομακρυσμένη πρόσβαση σε υπολογιστές (Advanced IP Scanner).



Εικόνα 5-3 Περιβάλλον εργασίας Advanced IP Scanner

#### 5.1.4 Λειτουργικό Σύστημα

Ένα από τα λειτουργικά συστήματα που αναφέραμε παραπάνω και το πιο χρησιμοποιούμενο στο Raspberry Pi είναι το Rasbian, ένα ελεύθερο λειτουργικό σύστημα βασισμένο στο Debian Linux με προεγκατεστημένα πάνω από 35.000 πακέτα, μεταξύ αυτών εργαλεία περιήγησης στο internet, προγραμματισμού Python, GUI περιβάλλον εργασίας (Lightweight X11 Desktop Environment, **LXDE** σε συντομία). Στην παρούσα πτυχιακή χρησιμοποιείται αυτό λειτουργικό σύστημα του οποίου η εγκατάσταση θα παρουσιασθεί παρακάτω (Rasbian).

Η έκδοση του λειτουργικού που χρησιμοποιήθηκε στην εργασία είναι το Rasbian Stretch, η οποία είναι η τελευταία έκδοση του λειτουργικού που υπάρχει αυτή την στιγμή διαθέσιμη.

#### 5.1.5 Γλώσσα Προγραμματισμού

Η γλώσσα προγραμματισμού που χρησιμοποιήθηκε στο project είναι η Python, συγκεκριμένα η Python 3.

Η Python είναι μία αντικειμενοστραφής γλώσσα προγραμματισμού υψηλού επιπέδου με ενσωματωμένη δυναμική σημασιολογία. Κύριος σκοπός της είναι η αναγνωσιμότητα του κώδικα και η ευκολία χρήσης της, χάρη στο συντακτικό που επιτρέπει σε προγραμματιστές να γράψουν κώδικα με λιγότερες γραμμές σε σχέση με άλλες γλώσσες προγραμματισμού. Είναι απλή, εύκολη να την μάθει κανείς και η υποστήριξη βιβλιοθηκών, πακέτων και η δωρεάν διάθεση των εργαλείων την καθιστούν δημοφιλή στο χώρο του προγραμματισμού (What is Python? Executive Summary).

Για την εκτέλεση και την συγγραφή του κώδικα το Rasbian διαθέτει προεγκατεστημένα περιβάλλοντα προγραμματισμού (IDE - Integrated Development Environment), όπως το Python 3 (IDLE), το Geany, το Thonny, ενώ μπορεί να γίνει και συγγραφή και εκτέλεση κώδικα από το τερματικό του λειτουργικού.

#### 5.1.6 Έτοιμες βιβλιοθήκες και Module της Python

Για την αναπαράσταση των γραφικών παραστάσεων που θα παρουσιάζουν τα δεδομένα που λαμβάνει το Sense Hat χρησιμοποιήθηκε μια έτοιμη βιβλιοθήκη της Python, η **Matplotlib**. Η βιβλιοθήκη αυτή είναι δωρεάν λογισμικό ανοικτού κώδικα και χρησιμοποιείται για την σχεδίαση γραφικών παραστάσεων σε μορφή ιστογραμμάτων, φάσματος ισχύος, ραβδογράμματα κλπ. Έχει επίσης την δυνατότητα δημιουργίας γραφικών παραστάσεων σε 3D.

Με το **PyPlot** module προσφέρει μία διεπαφή σε στυλ παρόμοιο με αυτό του προγράμματος MATLAB και επιπλέον λειτουργίες στον χρήστη, όπως διαχείριση και επεξεργασία του στυλ γραμμμάτων, των ιδιοτήτων γραμματοσειρών κλπ. (Hunter, 2007) Για την εγκατάσταση της συγκεκριμένης βιβλιοθήκης χρειάζεται η παρακάτω εντολή στην γραμμή εντολών του Raspberry Pi:

```
➤ sudo apt-get install python3-matplotlib
```

Εκτός από το PyPlot χρησιμοποιείται στο project και άλλο ένα module, το οποίο μετατρέπει την γραφική παράσταση που παρουσιάζεται μέσω του PyPlot σε αρχείο εικόνας PNG για την αρχειοθέτηση και διατήρηση των δεδομένων και ονομάζεται **PyPNG** (Jones, The png Module, 2009). Για την εγκατάσταση της βιβλιοθήκης χρειάζεται η παρακάτω εντολή στην γραμμή εντολών του Raspberry Pi:

```
➤ pip install pypng
```

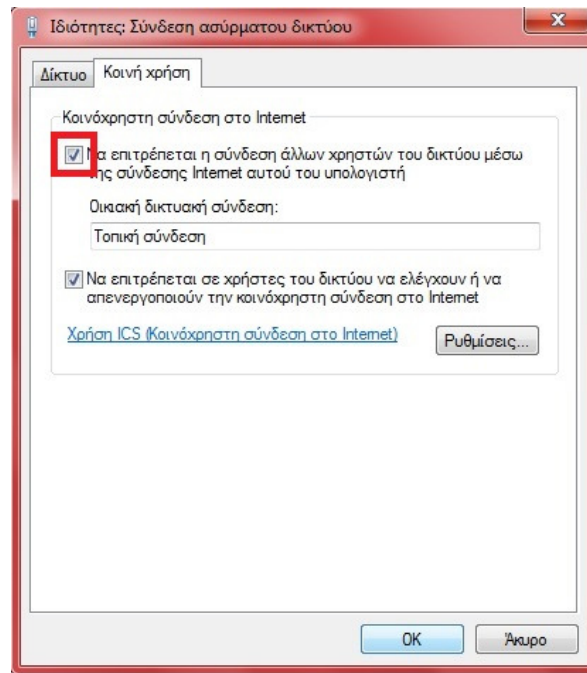
## 5.2 Διαδικασία υλοποίησης project

Σε αυτή την ενότητα γίνεται περιγραφή της διαδικασίας δημιουργίας του μετεωρολογικού σταθμού, βήμα προς βήμα. Η πρώτη και η δεύτερη υποενότητα επικεντρώνονται στην συνδεσμολογία του μικροϋπολογιστή με το λάπτοπ για την λειτουργία του και την εγκατάσταση του λειτουργικού συστήματος (Raspbian) στην κάρτα SD αντίστοιχα. Οι επόμενες αφορούν την λειτουργία και παρουσίαση γενικότερα του μετεωρολογικού σταθμού και των μετρήσεων που λαμβάνουν οι αισθητήρες και τον κώδικα που χρησιμοποιήθηκε.

### 5.2.1 Συνδεσμολογία μικροϋπολογιστή – λάπτοπ

Για την σύνδεση του μικροϋπολογιστή με το λάπτοπ ακολουθήθηκαν τα παρακάτω βήματα:

1. Πριν την σύνδεση του λάπτοπ με τον μικροϋπολογιστή πρέπει να γίνουν κάποιες ενέργειες στις ιδιότητες του δικτύου του λάπτοπ για να επιτρέπεται η πρόσβαση άλλων χρηστών του δικτύου μέσω της σύνδεσης με το ίντερνετ. Για να γίνει αυτό πρέπει να πάμε στο εικονίδιο του ασύρματου δικτύου → Άνοιγμα Κέντρου δικτύου και κοινή χρήσης → επιλογή του ασύρματου δικτύου που χρησιμοποιούμε → Ιδιότητες → Κοινή Χρήση και στην καρτέλα αυτή επιλέγουμε το «Να επιτρέπεται η σύνδεση άλλων χρηστών του δικτύου μέσω της σύνδεσης Internet αυτού του υπολογιστή»



Εικόνα 5-4 Ιδιότητες Ασύρματου Δικτύου

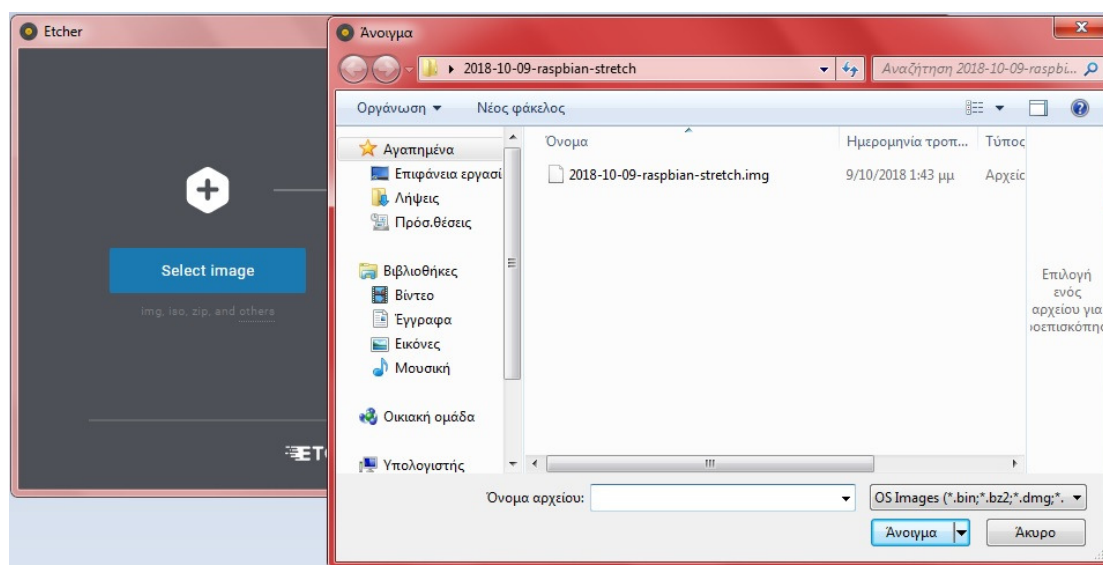
2. Συνδέουμε το Raspberry Pi με το λάπτοπ με το καλώδιο Ethernet (Straight RJ45) και στο μενού που εμφανίζει τα ασύρματα δίκτυα όπως αναφέραμε στο πρώτο βήμα εμφανίζεται ένα «Μη Αναγνωρισμένο δίκτυο» το οποίο είναι ο μικροϋπολογιστής
3. Στην συνέχεια θέλουμε την διεύθυνση IP του Raspberry και την βρίσκουμε πατώντας στο «Μη Αναγνωρισμένο Δίκτυο» → Ιδιότητες → Δίκτυο και πάμε στην επιλογή Πρωτόκολλο Internet Έκδοση 4 (TCP/IPv4) όπου θα μας δείχνει την διεύθυνση IP του δικτύου.
4. Ανοίγουμε το πρόγραμμα Advanced IP Scanner και μέσω της διεύθυνσης IP βρίσκουμε το hostname του Raspberry Pi, το οποίο και χρειαζόμαστε στο επόμενο βήμα.
5. Ανοίγουμε το πρόγραμμα MobaXterm επιλέγουμε στο μενού το Session, όπου ανοίγει ένα καινούργιο παράθυρο, επιλέγουμε SSH και στο Remote Host γράφουμε το hostname του Raspberry Pi (raspberry.mshome.net) και πατάμε OK
6. Βγαίνει ένα παράθυρο όπου μας ζητάει να βάλουμε κωδικό και όνομα χρήστη για την σύνδεση με το Raspberry. Ως κωδικός χρησιμοποιήθηκε το Raspberry και ως όνομα χρήστη το Pi.
7. Με την ολοκλήρωση του παραπάνω βήματος στην οθόνη βγαίνει ένα τερματικό και με την εντολή **Startlxde**, φορτώνεται το γραφικό περιβάλλον του Raspberry Pi

## 5.2.2 Εγκατάσταση Λειτουργικού Συστήματος

Στην παρούσα πτυχιακή έχει επιλεχθεί να γίνει η εγκατάσταση του λειτουργικού προγράμματος μέσω τη απευθείας εγκατάστασης του λειτουργικού στην κάρτα SD με ένα πρόγραμμα το οποίο γράφει ένα αρχείο εικόνας (.img) στην κάρτα.

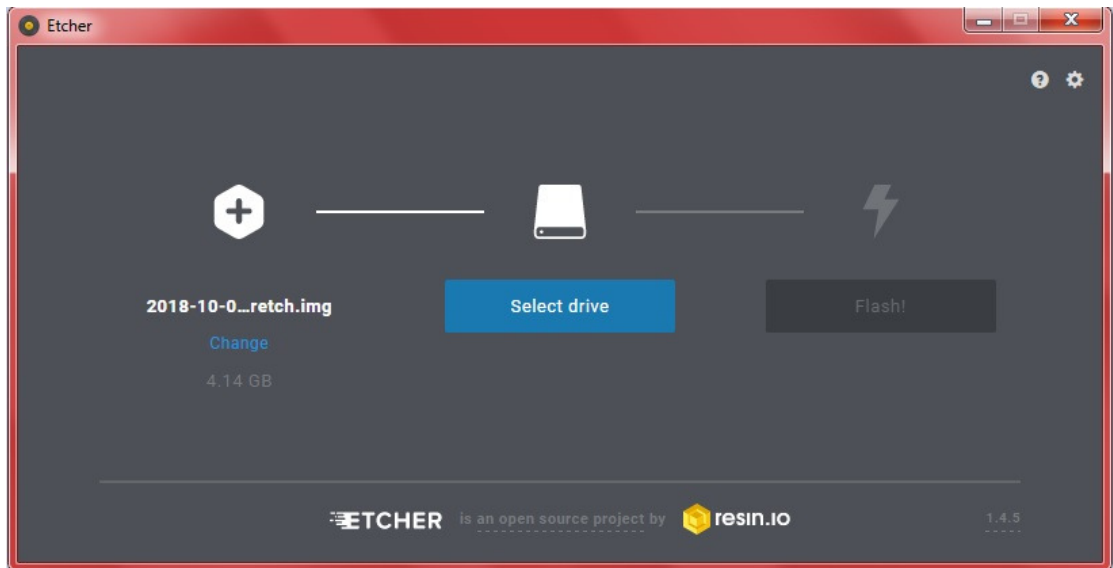
Τα βήματα που ακολουθήθηκαν παρουσιάζονται παρακάτω:

- Το αρχικό βήμα είναι το κατέβασμα (download) του λειτουργικού συστήματος, σε αυτή την περίπτωση το Raspbian. Το λειτουργικό αυτό διανέμεται δωρεάν στον επίσημο ιστότοπο του προϊόντος (RaspberryPi.org). Έχει 3 εκδόσεις με διαφορετικά μεγέθη ανάλογα την έκδοση και αυτές είναι: η κανονική-ολοκληρωμένη έκδοση, μία πιο ελαφριά έκδοση, η lite και η τρίτη, η οποία έχει ενσωματωμένα κάποια συνιστώμενα λογισμικά. Στην εργασία χρησιμοποιήθηκε η τρίτη έκδοση του λειτουργικού, Raspbian Stretch.
- Στην συνέχεια γίνεται εισαγωγή της κάρτας στον ανάπτορα για την εγκατάσταση του λειτουργικού και γίνεται έλεγχος εάν εμφανίζεται η κάρτα στην καρτέλα Υπολογιστής → Συσκευές με αφαιρούμενα μέσα αποθήκευσης. Εάν δεν εμφανίζεται σημαίνει ότι υπάρχει είτε κάποιο πρόβλημα με τον ανάπτορα είτε με την κάρτα SD και θα πρέπει να γίνει αντικατάσταση τους.
- Έπειτα γίνεται εγκατάσταση ενός προγράμματος για την εγκατάσταση του λειτουργικού συστήματος. Υπάρχουν διαθέσιμα πολλά τέτοια προγράμματα, σε αυτή την περίπτωση χρησιμοποιήθηκε το Etcher, ένα δωρεάν ανοικτού κώδικα πρόγραμμα διαθέσιμο για όλα τα λειτουργικά συστήματα των ηλεκτρονικών υπολογιστών (Windows, Mac OS, Linux). Η διαδικασία εγκατάστασης μέσω του προγράμματος είναι η εξής:
  - Μετά το άνοιγμα του προγράμματος γίνεται επιλογή του αρχείου εικόνας από την επιλογή Select Image



Εικόνα 5-5 Εγκατάσταση λειτουργικού (Βήμα Πρώτο)

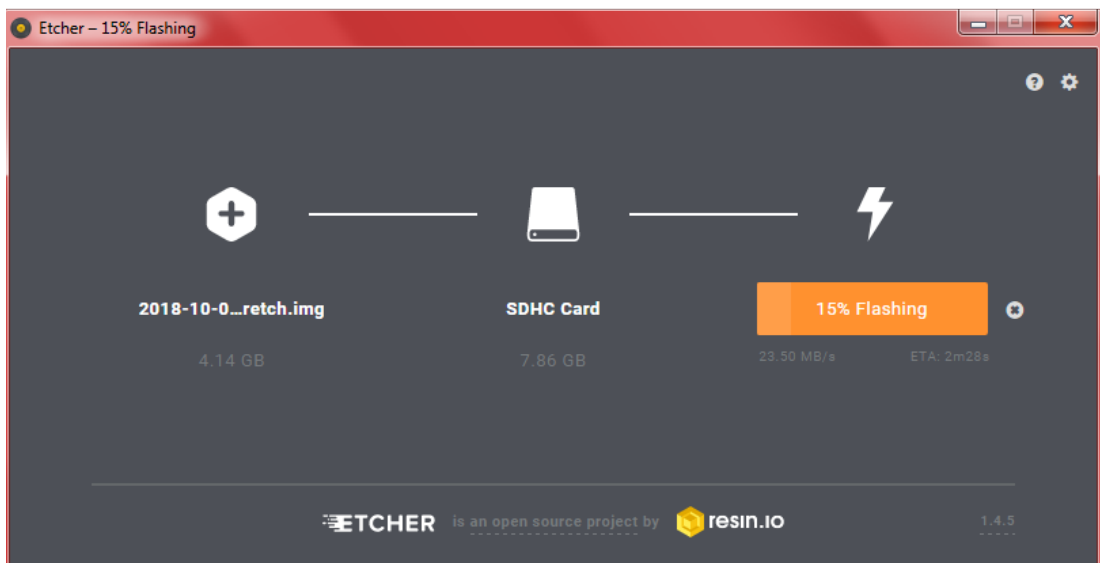
- Δεύτερο βήμα είναι η επιλογή του δίσκου, κάρτας SD, που θέλουμε να γράψουμε το αρχείο εικόνας



Εικόνα 5-6 Εγκατάσταση λειτουργικού (Βήμα Δεύτερο)

- Τελευταίο βήμα είναι το πάτημα της επιλογής Flash. Με το πάτημα αυτό εμφανίζεται μια γραμμή προόδου που με το πέρασμα μιας χρονικής περιόδου ολοκληρώνεται η εγκατάσταση και γίνεται αυτόματη αποσύνδεση της κάρτας από το πρόγραμμα.

Η κάρτα είναι πλέον έτοιμη να τοποθετηθεί στον μικροϋπολογιστή.



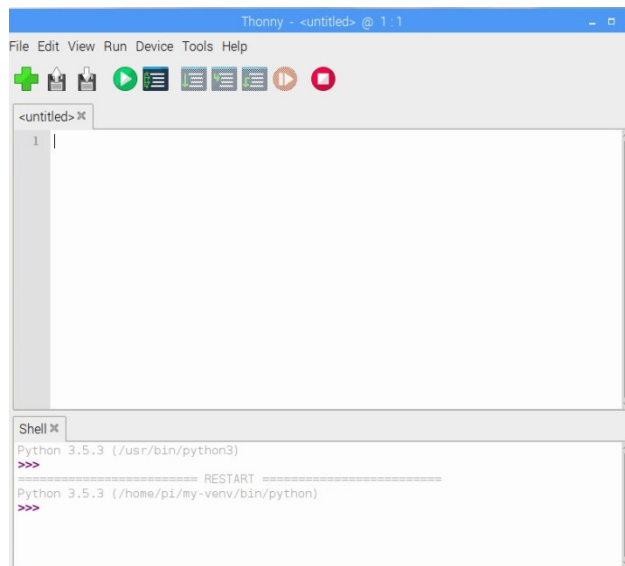
Εικόνα 5-7 Εγκατάσταση λειτουργικού (Βήμα Τρίτο)



- Ως τελευταίο και απαραίτητο βήμα είναι η προσθήκη ενός αρχείου SSH (Secure Shell) για να γίνει εφικτή η πρόσβαση στο δίκτυο. Για να γίνει αυτό και ενώ έχουμε την κάρτα SD ακόμα συνδεδεμένη μέσω του αντάπτορα στο λάπτοπ, ανοίγουμε το Command Prompt (Γραμμή εντολών) και πληκτρολογούμε την ακόλουθη εντολή: **echo>D:\ssh**. Η εντολή αυτή δημιουργεί ένα αρχείο χωρίς καμία επέκταση, π.χ. .exe, με το όνομα ssh μέσα στην κάρτα SD που χρησιμοποιούμε.

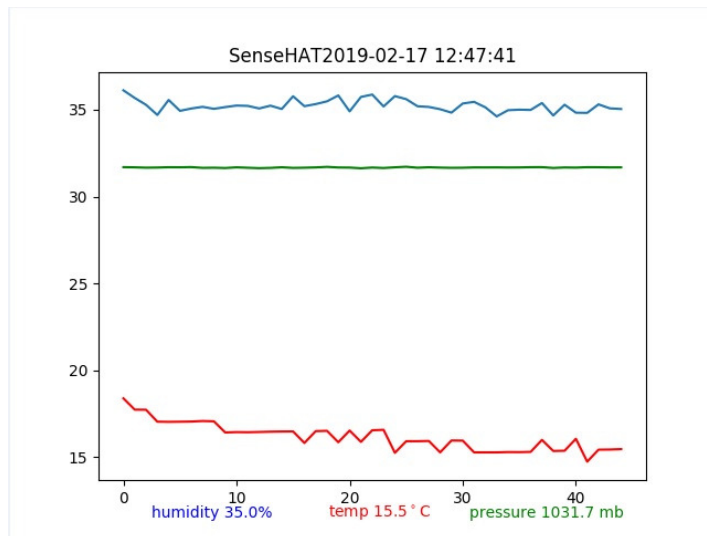
### 5.3 Παρουσίαση Μετεωρολογικού Σταθμού

Όλη η διεργασία του μετεωρολογικού σταθμού βασίζεται στον κώδικα που έχει γραφτεί στην γλώσσα προγραμματισμού Python. Για την λειτουργία του ανοίγουμε το πρόγραμμα στο οποίο έχει γραφτεί ο κώδικας (Thonny) και πατάμε το κουμπί RUN που βρίσκεται κάτω από την γραμμή εντολών του προγράμματος για την εκτέλεση του κώδικα και μετά από λίγο θα εμφανιστεί το παράθυρο με την γραφική παράσταση που μας δείχνει τις τιμές της θερμοκρασίας, της ατμοσφαιρικής πίεσης και της υγρασίας σε πραγματικό χρόνο.



Εικόνα 5-8 Thonny

Παράλληλα με την εμφάνιση της γραφικής παράστασης καταγράφονται οι τιμές στο αρχείο CSV, το οποίο μπορούμε να επεξεργαστούμε και να διαβάσουμε χρησιμοποιώντας το Libre Office Calc. Μετά το τερματισμό του προγράμματος αποθηκεύεται η μέχρι τότε αναπαράσταση σε αρχείο εικόνας (PNG) για την περαιτέρω επεξεργασία των δεδομένων.



Εικόνα 5-9 Γραφική παράσταση μετρήσεων που λαμβάνουν οι αισθητήρες

### 5.3.1 Κώδικας

Ο κώδικας σε γλώσσα προγραμματισμού Python που γράφτηκε και χρησιμοποιήθηκε βρίσκεται παρακάτω:

```
# Libraries
from sense_hat import SenseHat
import matplotlib.pyplot as plt
from time import sleep
import time
from datetime import datetime
import os

# Function to attempt measuring ambient temperature
def getCPUtemperature():
    res = os.popen('vcgencmd measure_temp').readline()
    return(res.replace("temp=", "").replace("\n", ""))

# Main program
sense = SenseHat()
plt.ion()
pressure_list = []
temp_list = []
humidity_list = []
```

```

x = []
a = 0

# Headers of CSV file
fd = open('log_sense_data.csv','a')
fd.write('time,pressure,temperature,humidity\n')
fd.close()

while True:
    fd = open('log_sense_data.csv','a')

    # Pressure
    pressure = sense.get_pressure()-1000 # decrease pressure amount for output
    purposes
    pressure_list.append(pressure)

    # Ambient Temperature from pressure sensor
    cpuTemp=int(float(getCPUtemperature()))
    ambient = sense.get_temperature_from_pressure()
    calctemp = ambient - ((cpuTemp - ambient)/ 1.5)
    temp_list.append(calctemp)

    # Humidity
    humidity = sense.get_humidity()
    humidity_list.append(humidity)

    timestamp = str(datetime.now().strftime('%Y-%m-%d %H:%M:%S'))
    fd.write(timestamp+','+str(pressure)+','+str(calctemp)+','+str(humidity)+'\n')
    fd.close()
    print(timestamp, pressure, calctemp, humidity)

    x.append(a)
    a = a + 1

#Plot and PNG output
plt.clf()
plt.plot(x,humidity_list)

```

```

plt.plot(x,temp_list,'r')
plt.plot(x,pressure_list,'g')
plt.title('SenseHAT' + timestamp)
plt.figtext(0.2, 0.04, "humidity "+str(round(humidity,0))+"%",color='blue')
plt.figtext(0.45, 0.04, "temp "+str(round(calctemp,1))+"$^\circ$C",color='red')
plt.figtext(0.65, 0.04, "pressure "+str(round(pressure,1)+1000)+"
mb",color='green')
plt.savefig('output_chart.png')
plt.draw()
plt.pause(0.0001)

```

Στο πρώτο μέρος του κώδικα, με την ετικέτα (#) Libraries σε μορφή σχολίου, έχουν ενσωματωθεί όλες οι έτοιμες βιβλιοθήκες που θα χρειαστούν για να διαβάσουμε τις μετρήσεις που θα μας δώσουν οι αισθητήρες και κάποιες επιπλέον υποβοηθητικές (time).

Στο επόμενο σκέλος του κώδικα με την ετικέτα Functions βρίσκεται μια συνθήκη, η οποία χρησιμοποιείται στο κυρίως μέρος του κώδικα για τον υπολογισμό της θερμοκρασίας περιβάλλοντος λόγω μιας ιδιαιτερότητας που έχει το Sense Hat με το να υπολογίζει μαζί και την θερμοκρασία της συσκευής. Ο κώδικας για την εύρεση της θερμοκρασίας περιβάλλοντος προήλθε από ένα post στο forum του Raspberry (Astro Pi Temperature Sensor Reading, 2015)

Στο τρίτο σκέλος με ετικέτα Headers of CSV file είναι ένα τμήμα του κώδικα το οποίο αφορά το αρχείο CSV που αποθηκεύονται οι μετρήσεις των αισθητήρων και όπως γράφει και τίτλος δίνονται επικεφαλίδες για να ξεχωρίζονται τα δεδομένα.

Το επόμενο είναι το κύριο μέρος του κώδικα. Εκεί δίνεται ο κώδικας μέσα σε έναν επαναληπτικό βρόγχο που χρησιμοποιείται για τις μετρήσεις της θερμοκρασίας (η μέτρηση γίνεται από τον αισθητήρα της πίεσης για μεγαλύτερη ακρίβεια στις τιμές που θα βγάλει), της υγρασίας και της ατμοσφαιρικής πίεσης. Εκτός βέβαια από τις μετρήσεις γίνεται και η δημιουργία του αρχείου CSV (log\_sense\_data.csv) για τη καταγραφή των μετρήσεων. Η καταγραφή των δεδομένων γίνεται κάθε 1 δευτερόλεπτο δίνοντας έτσι μία ζωντανή παράσταση των μετρήσεων που δέχονται οι αισθητήρες.

Στο τελευταίο μέρος του κώδικα γίνεται ο σχεδιασμός της ζωντανής γραφικής παράστασης και η αποθήκευση της σε αρχείο PNG (output\_chart.png) μετά το τερματισμό του προγράμματος.



## ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Για να υλοποιηθεί η εργασία χρειάστηκε αρκετός χρόνος, τόσο για την συλλογή πληροφοριών για το θεωρητικό μέρος της εργασίας όσο και για το διάβασμα και την κατανόηση της γλώσσας Python που ήταν βασικό συστατικό για το πρακτικό μέρος. Η έρευνα στο θεωρητικό κομμάτι έγινε κυρίως μέσω του διαδικτύου, αφού εκεί μπορεί να βρει κάποιος απέραντες πληροφορίες για ένα θέμα που τον ενδιαφέρει. Υπάρχουν πολλές πληροφορίες γύρω από το αντικείμενο της εργασίας, συγκεκριμένα για το Raspberry Pi και το Arduino έχουν γραφτεί πολλά βιβλία αναλύοντας τα χαρακτηριστικά, την δομή, τα περιβάλλοντα τους, καθώς και πολλοί οδηγοί (tutorials) για την ανάπτυξη εφαρμογών. Για την εύρεση υλικού για το Orange Pi χρειάστηκε λίγο παραπάνω έρευνα μιας και ως καινούργιο (2015) και όχι τόσο γνωστό στην αγορά δεν υπήρχε αξιοσημειώτο υλικό (βιβλία) για την άντληση πληροφοριών. Στο πρακτικό μέρος της εργασίας με την δημιουργία του μετεωρολογικού σταθμού συνάντησα κάποιες δυσκολίες, κυρίως λόγω της γλώσσας προγραμματισμού Python την οποία δεν είχα διδαχτεί στο τμήμα που φοιτώ και έπρεπε να μάθω μόνη μου. Επίσης το πρόσθετο Sense Hat που έχει προστεθεί για την συλλογή των μετρήσεων έχει κάποιο ξεχωριστό κώδικα για την λειτουργία του ο οποίος έπρεπε να γίνει κατανοητός. Ακόμα δυσκολία συνάντησα στην αρχή, λόγω κάποιων δυσλειτουργιών σε εξαρτήματα που χρησιμοποιήθηκαν όταν ξεκίνησα το πρακτικό μέρος της εργασία και έπρεπε να γίνει αντικατάσταση τους.

Μέσα από την εργασία ήθελα να δώσω στον αναγνώστη πληροφορίες σχετικά με τα σύγχρονα συστήματα μικροϋπολογιστών που μου ζητήθηκαν να περιγράψω και να παρουσιάσω με όσο το δυνατό απλό λόγο για την κατανόηση του θέματος και περαιτέρω, το μερικό έστω, ενδιαφέρον για την ενασχόληση με το θέμα. Στο πρακτικό μέρος προσπάθησα να χρησιμοποιήσω τις γνώσεις που έλαβα για την δημιουργία μιας εφαρμογής που θα συμπεριελάμβανε όλα τα στοιχεία που ζητήθηκαν στα πλαίσια της εργασίας (παρουσίαση, καταγραφή, επεξεργασία και λήψη αποφάσεων).

Ως μελλοντική πρόταση για την βελτίωση της συγκεκριμένης εργασίας θα μπορούσε να προταθεί η δημιουργία ενός web server και μιας ιστοσελίδας για την παρουσίαση των δεδομένων που μετράνε οι αισθητήρες στο ευρύ κοινό, διότι μέχρι στιγμής η παρουσίαση γίνεται τοπικά και τα αποτελέσματα έχουν ένα πιο ιδιωτικό κοινό. Επίσης, μία ακόμα βελτίωση που θα μπορούσε να γίνει είναι η χρήση των λυχνιών LED για την απεικόνιση των μετρήσεων της θερμοκρασίας, της υγρασίας και της ατμοσφαιρικής πίεσης που αυτή την στιγμή δεν γίνεται εφικτή διότι η ροή και η μέτρηση των δεδομένων γίνεται ζωντανά (ανά δευτερόλεπτο) και δεν καθίσταται δυνατό.



## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Advanced IP Scanner*. (n.d.). Ανάκτηση Σεπτέμβριος 2018, από Advanced IP Scanner: <http://www.advanced-ip-scanner.com/gr/>
- Arduino*. (n.d.). Ανάκτηση Αύγουστος 2018, από Βικιπαίδεια, την ελεύθερη εγκυκλοπαίδεια: <https://el.wikipedia.org/wiki/Arduino>
- Arduino - Introduction*. (n.d.). Ανάκτηση Αύγουστος 2018, από Arduino: <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction>
- Astro Pi Temperature Sensor Reading*. (2015, Μάιος 25). Ανάκτηση Οκτώβριος 2018, από Raspberry.org: <https://www.raspberrypi.org/forums/viewtopic.php?f=104&t=111457>
- Bhattacharya, J. (2014). *Rudiments of Modern Computer Application : Part 1*. Kolkata: Academic Publishers.
- Dennis, A. K. (2016). *Raspberry Pi Computer Architecture Essentials*. Μπέρμινγκαμ: Packt Publishing Ltd.
- Egts, D. (2017, Ιανουαρίου 30). *Introducing Orange Pi: Linux-powered, single board computers*. Ανάκτηση Αύγουστος 2018, από Opensource: <https://opensource.com/article/17/1/how-to-orange-pi>
- Hunter, J. D. (2007, Ιουνίου 18). Matplotlib: A 2D graphics environment. *Computing In Science & Engineering*, 9(3), 90-95. Ανάκτηση Σεπτέμβριος 2018, από Matplotlib: <https://matplotlib.org/>
- Johnson, B. (2012, Αύγουστος 30). *How the Raspberry Pi works*. Ανάκτηση Αύγουστος 2018, από HowStuffWorks: <https://computer.howstuffworks.com/raspberry-pi.htm>
- Jones, D. (2009). *The png Module*. Ανάκτηση Σεπτέμβριος 2018, από PythonHosted: <https://pythonhosted.org/pypng/png.html>
- Kulkarni, U. G. (2017, Ιούλιος 12). *Arduino: A Begineer's Guide*. Ανάκτηση Αύγουστος 2018, από Google Play: <https://play.google.com/books/reader?id=dkksDwAAQBAJ&hl=el&pg=GBS.PA4>
- Lekssays, A. (2016, Δεκεμβρίου 28). *ARM Architecture with a Focus on Cortex-A Family*. Ανάκτηση Σεπτέμβριος 2018, από Wordpress: <https://lekssays.wordpress.com/2016/12/28/arm-architecture-with-a-focus-on-cortex-a-family/>
- Maker.io Staff. (2018, Μάρτιος 13). *How to Get Started with Arduino*. Ανάκτηση Αύγουστος 2018, από Maker.io: <https://www.digikey.com/en/maker/blogs/2018/how-to-get-started-with-arduino>



- MobaXterm free Xserver.* (n.d.). Ανάκτηση Σεπτέμβριος 2018, από MobaXterm Mobatek: <https://mobaxterm.mobatek.net/>
- NOOBS - Raspberry Pi Documentation.* (n.d.). Ανάκτηση Αύγουστος 2018, από Raspberry Pi: <https://www.raspberrypi.org/documentation/installation/noobs.md>
- Orange Pi.* (2016). Ανάκτηση Αύγουστος 9, 2018, από <http://www.orangepi.org/index.html>
- Orange Pi PC Quick Start Guide.* (2015, Σεπτέμβριος 6). Ανάκτηση Σεπτέμβριος 2018, από Orange Pi: [http://www.orangepi.org/quickstart/start\\_3dd156157e45feb8b482004d81ddbe.html](http://www.orangepi.org/quickstart/start_3dd156157e45feb8b482004d81ddbe.html)
- Rasbian.* (n.d.). Ανάκτηση Αύγουστος 2018, από Wikipedia: <https://en.wikipedia.org/wiki/Rasbian>
- Raspberry Pi.* (n.d.). Ανάκτηση Αύγουστος 2018, από Wikipedia the free Encyclopedia: [https://en.wikipedia.org/wiki/Raspberry\\_Pi](https://en.wikipedia.org/wiki/Raspberry_Pi)
- Raspberry Pi Foundation. (n.d.). *Setting up your Raspberry Pi- Introduction.* Ανάκτηση Αύγουστος 11, 2018, από Raspberry Pi Projects: <https://projects.raspberrypi.org/en/projects/raspberry-pi-setting-up>
- Sloss, A. N., Symes, D., & Wright, C. (2004). *ARM System Developer's Guide.* Σαν Φρανσίσκο: Elsevier.
- The Pi Educational Team. (2015). What is the Sense Hat? *The MagPi Essentials - Experiment with the Sense Hat*, σσ. 5-8.
- TimeWaster. (2016, Μαΐου 28). *Orange Pi boards comparison chart.* Ανάκτηση Αύγουστος 9, 2018, από TimeWaster's Place: <https://www.timewasters-place.com/orange-pi-boards-comparison-chart/>
- Upton, E., & Halfacree, G. (2012). *Raspberry Pi User Guide.* John Wiley & Sons.
- What is Python? Executive Summary.* (n.d.). Ανάκτηση Σεπτέμβριος 2018, από Python Software Foundation: <https://www.python.org/doc/essays/blurbs/>
- Wikipedia. (n.d.). *Arduino IDE.* Ανάκτηση Αύγουστος 2018, από Wikipedia: [https://en.wikipedia.org/wiki/Arduino\\_IDE](https://en.wikipedia.org/wiki/Arduino_IDE)
- Wikipedia, t. f. (n.d.). *System on a chip.* Ανάκτηση Αύγουστος 2018, από Wikipedia: [https://en.wikipedia.org/wiki/System\\_on\\_a\\_chip](https://en.wikipedia.org/wiki/System_on_a_chip)
- Παπάζογλου, Π. (2017). Αρχιτεκτονική. Στο Π. Παπάζογλου, *Αρχιτεκτονική και Προγραμματισμός του Μικροελεγκτή AVR* (σσ. 20-27). Τζιόλα.

