

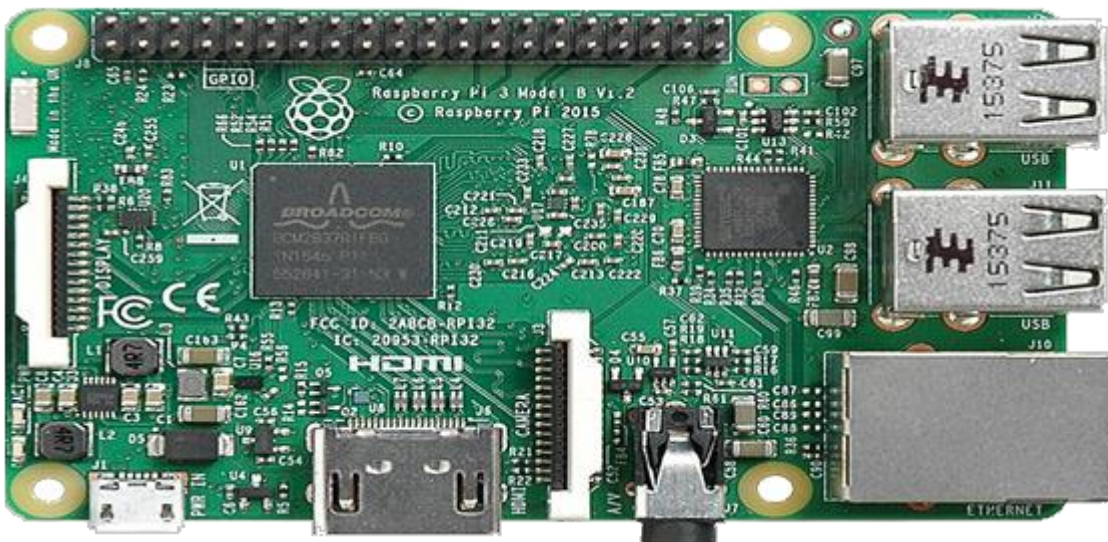


ΑΝΩΤΑΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΙΡΑΙΑ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟΥ ΤΟΜΕΑ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ

ΘΕΜΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

“ΟΔΗΓΟΣ ΓΙΑ ΤΟ RASPBERRY PI 3 MODEL B”



ΟΝΟΜΑΤΑ ΦΟΙΤΗΤΩΝ:

ΑΝΔΡΟΥΛΑΚΗΣ ΑΓΓΕΛΟΣ

ΜΑΝΩΛΗΣ ΙΩΑΝΝΗΣ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:

ΜΙΧΑΛΗΣ ΠΑΠΟΥΤΣΙΔΑΚΗΣ

ΑΙΓΑΛΕΩ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2017

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε όλους του καθηγητές του ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ που αυτά τα πέντε χρόνια μας πρόσφεραν τις γνώσεις τους. Σε δύσκολες συνθήκες κατάφεραν με επιμονή και υπομονή να ολοκληρώσουν το έργο τους με το καλύτερο δυνατό τρόπο. Για την παρούσα εργασία θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον κύριο Μάκη Χατζόπουλο και τον κύριο Μιχάλη Παπουτσιδάκη. Χωρίς τις γνώσεις τους και τις συμβουλές τους δεν θα είχαμε καταφέρει τόσα πολλά. Δείξανε υπομονή σε όλα τα τυχόν λάθη που είχαμε κάνει και είμαστε χαρούμενοι για τη συνεργασία που είχαμε.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα εργασία απευθύνεται στους σπουδαστές με σκοπό να τους ενημερώσει για έναν καινοτόμο μικροελεγκτή το Raspberry Pi 3 Model B. Αρχικά, στην εργασία αυτή θα δούμε ορισμένα εισαγωγικά για το Raspberry Pi. Πιο αναλυτικά θα δούμε τον ορισμό του μικροελεγκτή, γιατί χρησιμοποιείται έναντι των άλλων μικροελεγκτών (πλεονεκτήματα), γιατί είναι καλό να μην χρησιμοποιείται (μειονεκτήματα) ανάλογα με την εφαρμογή που έχουμε να εκτελέσουμε καθώς επίσης τις εφαρμογές που χρειαζόμαστε το Raspberry Pi για καθημερινή χρήση. Στη συνέχεια, θα μελετήσουμε συνοπτικά πότε εμφανίστηκε το κάθε μοντέλο του Raspberry Pi καθώς επίσης θα ασχοληθούμε με τα χαρακτηριστικά του κάθε μοντέλου. Ακόμα, θα αναλύσουμε το hardware του Raspberry Pi 3 Model B. Δηλαδή θα μελετήσουμε τους ακροδέκτες και την κατηγορία που ανήκει ο κάθε ακροδέκτης με τα χαρακτηριστικά τους, τα βήματα που χρειάζονται για να ενεργοποιήσουμε το λειτουργικό σύστημα Noobs στην κάρτα SD (το πρόγραμμα που θα πρέπει να κατεβάσουμε), θα δούμε την ενεργοποίηση του λειτουργικού συστήματος Raspbian στο Raspberry Pi, καθώς επίσης θα σας δείξουμε τα βήματα που απαιτούνται για την πρώτη εκκίνηση του μικροελεγκτή. Ακόμα, θα ασχοληθούμε με το SSH και τα βήματα που χρειάζονται για την εγκατάσταση του Raspbian στη κάρτα SD (προγράμματα που θα πρέπει να κατεβάσουμε). Τέλος, θα ασχοληθούμε με ορισμένες εφαρμογές οι οποίες θα είναι κλιμακωτής δυσκολίας (από πιο απλές εφαρμογές σε πιο σύνθετες) και μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε το μικροελεγκτή. Πιο απλή εφαρμογή είναι ένα Led που θα ανάβει όταν του δώσουμε τάση. Λίγο πιο σύνθετη είναι ένα Led που θα ανάβει με το πάτημα ενός Button. Ακόμα πιο δύσκολη θα είναι η εφαρμογή που χρειάζεται και ένα ποτενσιόμετρο. Σκοπός του παραδείγματος είναι να αλλάζει η φωτεινότητα του Led ανάλογα με τη τιμή που θα έχει το ποτενσιόμετρο. Τέταρτη εφαρμογή και πιο δύσκολη από τις προηγούμενες θα είναι η ενεργοποίηση ενός DC κινητήρα για δεξιόστροφη και αριστερόστροφη κίνηση. Στην πέμπτη εφαρμογή θα ανιχνεύσουμε την απόσταση του Raspberry με το HC-SR04, ενώ στην έκτη εφαρμογή θα ενεργοποιήσουμε σέρβο με το Raspberry Pi δίνοντας τάση από μπαταρίες. Σε όλα τα παραδείγματα θα υπάρχουν τα απαραίτητα εξαρτήματα για να υλοποιηθεί η εφαρμογή καθώς επίσης και μία μικρή ανάλυση για το κάθε εξάρτημα για την λειτουργία του. Για να γίνει πιο κατανοητό το κάθε παράδειγμα θα υπάρχει και το αντίστοιχο ηλεκτρονικό κύκλωμα το οποίο θα το υλοποιούμε εμείς με τη βοήθεια ενός προγράμματος του Fritzing. Σίγουρα θα υπάρχει και ανάλυση με τη λειτουργία του κάθε κυκλώματος. Τέλος, είναι επιτακτική ανάγκη η ύπαρξη του κώδικα για να υλοποιηθεί το κάθε παράδειγμα με την επεξήγησή του.

ΛΟΓΟΚΛΟΠΗ

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο/Η κάτωθι υπογεγραμμένος/η..... Μανώλης Γιάννης.....
του Ακαδημαίου....., με αριθμό μητρώου 43175..... φοιτητής / ~~τρια~~ του
Τμήματος Μηχανικών Αυτοματισμού Τ.Ε. του Α.Ε.Ι. Πειραιά Τ.Τ. πριν αναλάβω την
εκπόνηση της Πτυχιακής Εργασίας μου, δηλώνω ότι ενημερώθηκα για τα παρακάτω:

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

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

Πέραν των όποιων ποινικών ευθυνών του συγγραφέα σε περίπτωση που το Ίδρυμα
του έχει απονείμει Πτυχίο, αυτό ανακαλείται με απόφαση της Συνέλευσης του Τμήματος. Η
Συνέλευση του Τμήματος με νέα απόφαση της, μετά από αίτηση του ενδιαφερόμενου, του
αναθέτει εκ νέου την εκπόνηση της Π.Ε. με άλλο θέμα και διαφορετικό επιβλέποντα
καθηγητή. Η εκπόνηση της εν λόγω Π.Ε. πρέπει να ολοκληρωθεί εντός τουλάχιστον ενός
ημερολογιακού έτη από την ημερομηνία ανάθεσης της. Κατά τα λοιπά εφαρμόζονται τα
προβλεπόμενα στο άρθρο 18, παρ. 5 του ισχύοντος Εσωτερικού Κανονισμού.»

Ο Δηλών



Ημερομηνία

12/6/2017

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο/Η κάτωθι υπογεγραμμένος/η ΑΝΔΡΟΥΛΑΚΗΣ ΔΙ. ΓΕΩΡΓΙΟΣ
του ΕΘΝΙΝΟΥ, με αριθμό μητρώου 42988 φοιτητής / τριχ/ του
Τμήματος Μηχανικών Αυτοματισμού Τ.Ε. του Α.Ε.Ι. Πειραιά Τ.Τ. πριν αναλάβω την
εκπόνηση της Πτυχιακής Εργασίας μου, δηλώνω ότι ενημερώθηκα για τα παρακάτω:

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

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

Πέραν των όποιων ποινικών ευθυνών του συγγραφέα σε περίπτωση που το Ίδρυμα
του έχει απονείμει Πτυχίο, αυτό ανασκαλείται με απόφαση της Συνέλευσης του Τμήματος. Η
Συνέλευση του Τμήματος με νέα απόφαση της, μετά από αίτηση του ενδιαφερόμενου, του
αναθέτει εκ νέου την εκπόνηση της Π.Ε. με άλλο θέμα και διαφορετικό επιβλέποντα
κόθηγητή. Η εκπόνηση της εν λόγω Π.Ε. πρέπει να ολοκληρωθεί εντός τουλάχιστον ενός
ημερολογιακού έτους από την ημερομηνία ανάθεσης της. Κατά τα λοιπά εφαρμόζονται τα
προβλεπόμενα στο άρθρο 18, παρ. 5 του ισχύοντος Εσωτερικού Κανονισμού.»

Ο Δηλών



Ημερομηνία

4/2/6/2017

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ	1
ΠΕΡΙΛΗΨΗ	2
ΛΟΓΟΚΛΟΠΗ	3
ΕΙΣΑΓΩΓΗ	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.....	8
1.1 ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΤΟ RASPBERRY PI.....	8
1.2 ΜΟΝΤΕΛΑ ΤΟΥ RASPBERRY PI.....	8
1.3 ΓΙΑΤΙ ΝΑ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΟΥΜΕ RASPBERRY PI.....	12
1.4 ΓΙΑΤΙ ΝΑ ΜΗΝ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΟΥΜΕ RASPBERRY PI.....	13
1.5 ΤΙ ΜΠΟΡΕΙΣ ΝΑ ΥΛΟΠΟΙΗΣΕΙΣ ΜΕ ΑΥΤΟ ΓΙΑ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ ΧΡΗΣΗ	13
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....	14
2.1 ΑΚΡΟΔΕΚΤΕΣ ΤΟΥ RASPBERRY PI.....	14
2.2 HARDWARE ΤΟΥ RASPBERRY PI.....	16
2.3 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ NOOBS ΣΤΗΝ ΚΑΡΤΑ SD	17
2.4 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ RASPBERRY PI 3 ΜΕ ΤΟ RASPBIAN	19
2.5 ΠΡΩΤΗ ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΤΟΥ RASPBERRY PI 3.....	21
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....	25
3.1 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ RASPBIAN ΣΤΗ MICRO SD ΚΑΙ SSH	25
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.....	33
4.1 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΜΕ ΤΟ RASPBERRY PI 3	33
4.2 LED ΠΟΥ ΘΑ ΑΝΑΒΕΙ ΟΤΑΝ ΤΟΥ ΔΩΣΟΥΜΕ ΤΑΣΗ	33
4.3 LED ΠΟΥ ΘΑ ΑΝΑΒΕΙ ΜΕ ΤΟ ΠΑΤΗΜΑ ΕΝΟΣ BUTTON	37
4.4 LED ΠΟΥ ΘΑ ΡΥΘΜΙΖΕΤΑΙ Η ΦΩΤΕΙΝΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΑΠΟ ΕΝΑ ΠΟΤΕΝΣΙΟΜΕΤΡΟ	40
4.5 ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ DC ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΓΙΑ ΔΕΞΙΟΣΤΡΟΦΗ ΚΑΙ ΑΡΙΣΤΕΡΟΣΤΡΟΦΗ ΚΙΝΗΣΗ.....	47
4.6 ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗΣ ΣΤΟ RASPBERRY ΜΕ ΤΟ HC-SR04.....	53
4.7 ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΣΕΡΒΟΚΙΝΗΤΗΡΑ ΜΕ ΤΟ RASPBERRY PI, ΔΙΝΟΝΤΑΣ ΤΑΣΗ ΑΠΟ ΜΠΑΤΑΡΙΕΣ.....	58
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	64

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Είναι γνωστό ότι με το πέρασμα των χρόνων η τεχνολογία εξελίσσεται ραγδαία. Για αυτό τον λόγο είναι επιτακτική ανάγκη να παρακολουθούμε συνεχώς την εξέλιξή της, να αναζητούμε τρόπους συνέχειάς της, προσαρμοζόμενοι διαρκώς στις νέες συνθήκες και απαιτήσεις.

Κύριο όργανο έκφρασης της προσπάθειας αυτής είναι οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές οι οποίοι με τη βοήθεια των εργαλείων-προγραμμάτων που συνεχώς βελτιώνονται και εξελίσσονται, μας δίνουν πρόσβαση στην κατανόηση της ανάπτυξης της τεχνολογίας. Εξίσου σημαντικό εφόδιο για την ανάπτυξη της τεχνολογίας είναι οι ηλεκτρικές μηχανές οι οποίες αντικαθιστούν τη χειρωνακτική εργασία, αφού προσφέρουν μεγαλύτερη ακρίβεια, ταχύτητα και αξιοπιστία. Το κόστος μακροπρόθεσμα είναι πιο χαμηλό καθώς επίσης η χειρωνακτική εργασία με τη πάροδο των ετών χάνει την αίγλη της.

Στην παρούσα εργασία θα αναφερθούμε εκτενώς στο Raspberry Pi, ένα από τα πιο εξελιγμένα μοντέλα ηλεκτρονικού υπολογιστή τσέπης, το οποίο μπορεί να εκτελέσει πιο σύνθετες και περίπλοκες εφαρμογές από όλα τα προηγούμενα διαθέσιμα μοντέλα, χρησιμοποιώντας περισσότερες γλώσσες προγραμματισμού.

Πιο συγκεκριμένα, στο 1^ο κεφάλαιο θα κάνουμε μια μικρή εισαγωγή για το Raspberry Pi, αναφέροντας τον ορισμό του και μια σύντομη ιστορική αναδρομή σχετικά με το πότε βγήκε στην κυκλοφορία το κάθε μοντέλο του καθώς επίσης θα δούμε λίγα πράγματα για το κάθε μοντέλο. Στο ίδιο κεφάλαιο θα μιλήσουμε για τις διαφοροποιήσεις του κάθε μοντέλου καθώς επίσης θα κατανοήσουμε τι μπορούμε να υλοποιήσουμε με αυτό.

Στο 2^ο κεφάλαιο θα μιλήσουμε για το Hardware του Raspberry. Αρχικά, θα δούμε τους ακροδέκτες του Raspberry και θα τους αναλύσουμε. Στη συνέχεια, θα αναφέρουμε τα εξαρτήματα που χρειάζονται για να ενεργοποιήσουμε το Raspberry Pi καθώς επίσης θα μελετήσουμε τα βήματα που χρειάζονται για να εγκαταστήσουμε στη κάρτα SD το λειτουργικό πρόγραμμα Noobs. Ακόμα, θα εγκαταστήσουμε στο Raspberry Pi 3 το λειτουργικό σύστημα Raspbian. Τέλος θα δούμε τα πρώτα βήματα που θα πρέπει να κάνουμε όταν ανοίξει το Raspberry Pi.

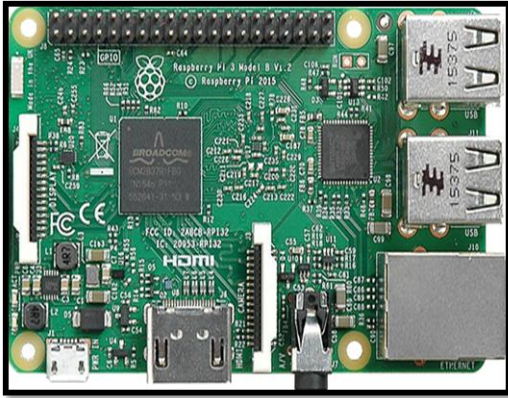
Στο 3^ο κεφάλαιο θα μιλήσουμε για το SSH. Θα δούμε αναλυτικά τα βήματα που χρειάζονται για να εγκαταστήσουμε το λειτουργικό σύστημα Raspbian στην κάρτα SD. Ακόμα, θα δούμε τι είναι το SSH.

Στο 4^ο κεφάλαιο θα μελετήσουμε παραδείγματα που χρησιμοποιούμε το μικροελεγκτή, θα μελετήσουμε τα εξαρτήματα που χρειαζόμαστε για το κάθε project και θα αναλύσουμε τα κύκλωμα για το κάθε παράδειγμα. Θα παραθέτουμε το κύκλωμα μέσω του Fritzing και θα συζητάμε τον κώδικα του κάθε παραδείγματος για να λειτουργήσει η εφαρμογή. Να αναφέρουμε ότι τα παραδείγματα θα είναι κλιμακωτής δυσκολίας.

Σκοπός της εργασίας είναι να εξοικειώσει τους αναγνώστες με την έννοια του μικροελεγκτή. Αρχικά, θα γνωρίσουμε το μοντέλο, θα δούμε τον ορισμό του, τη χρησιμότητα του και γενικά τί είναι αυτό που το κάνει να ξεχωρίζει από τους άλλους μικροελεγκτές. Στη συνέχεια, θα μελετήσουμε τα χαρακτηριστικά του μοντέλου καθώς θα αναλύσουμε τα μέρη που αποτελείται. Χρήσιμο θα είναι να σας δείξουμε τα βήματα που χρειάζονται για να ανοίξει το Raspberry και να λειτουργήσει, καθώς επίσης και τα βασικά εξαρτήματα που χρειάζονται. Αναγκαίο είναι να δούμε και το λειτουργικό σύστημα που τρέχει το Raspberry (Linux). Όταν θα κατανοήσουμε τα βασικά, θα είμαστε έτοιμοι από την θεωρία να περάσουμε στην πράξη. Έτσι θα συναντήσουμε ορισμένες απλές εφαρμογές (όπως για παράδειγμα αναβοσβήσιμο ενός Led) και θα πειραματιστούμε μαζί τους. Κλείνοντας, επιθυμητό είναι έναν αρχάριο και μη γνώριμο με το Raspberry να του κεντρίσουμε το ενδιαφέρον να ασχοληθεί με αυτό.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1 ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΤΟ RASPBERRY PI



Εικόνα 1: Raspberry Pi 3 Model B

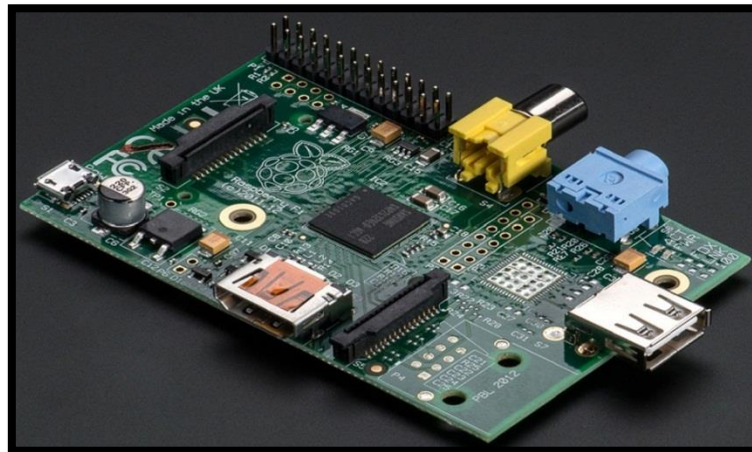
Πρόκειται για έναν υπολογιστή “τσέπης” με μικρό όγκο και χαμηλό κόστος το οποίο κυκλοφόρησε το Φεβρουάριο του 2012 στο Ηνωμένο Βασίλειο από το Raspberry Pi Foundation σε συνεργασία με το πανεπιστήμιο του Cambridge κατόπιν ερευνών που διήρκησαν τέσσερα χρόνια. Εμπνευστές του καινοτόμου αυτού συστήματος φαίνεται να είναι οι Eben Upton, Rob Mullins, Jack Lang και Alan Mycroft με σκοπό να κεντρίσουν το ενδια-

φέρον των μαθητών στα σχολεία σχετικά με τον προγραμματισμό. Αυτό έγινε με μεγάλη επιτυχία καθώς το Raspberry Pi από τους πρώτους κιάλας μήνες που βγήκε στην αγορά κατάφερε να πουλήσει πάνω από μισό εκατομμύριο συσκευές. [1]

1.2 ΜΟΝΤΕΛΑ ΤΟΥ RASPBERRY PI

Με την πάροδο των ετών και την ανάπτυξη της τεχνολογίας το Raspberry Pi δεν έμεινε σε ένα μόνο μοντέλο. Συνολικά υπάρχουν επτά μοντέλα τα οποία έχουν κοινά χαρακτηριστικά μεταξύ τους αλλά και διαφορές. Πρώτα, κυκλοφόρησαν τα μοντέλα Raspberry Pi Model A, Raspberry Pi Model A+ και Raspberry Pi Model B. Στην συνέχεια βγήκε στην κυκλοφορία το μοντέλο Raspberry Pi Model B+. Τρία χρόνια μετά και πιο συγκεκριμένα τον Φεβρουάριο του 2015 κυκλοφόρησε για πρώτη φορά το Raspberry Pi 2 Model B, ενώ λίγους μήνες αργότερα (Νοέμβριος του 2015) εμφανίστηκε το Raspberry Pi Zero. Το πιο πρόσφατο και καινούργιο μοντέλο -μέχρι το επόμενο- φαίνεται να είναι το Raspberry Pi 3 Model B που κυκλοφόρησε το Φεβρουάριο του 2016. [2]

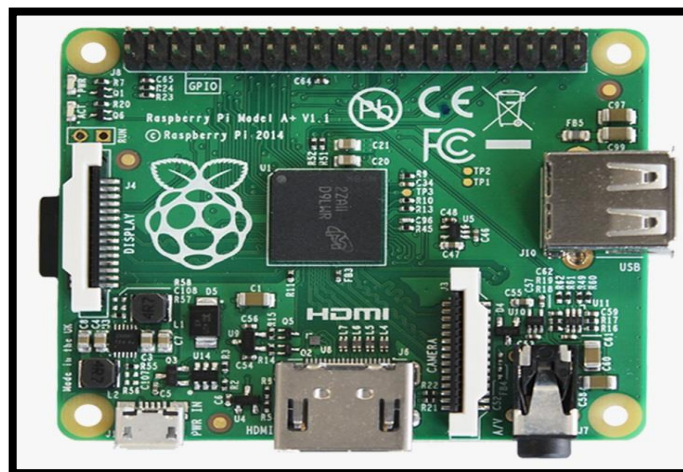
- **Raspberry Pi Model A**



Εικόνα 2: Raspberry Pi Model A

Πρόκειται για ένα χαμηλών προδιαγραφών μοντέλο. Διαθέτει 256 MB RAM, 26 GPIO Pins, μία θύρα USB, μία θύρα HDMI, μία έξοδο για video, μία έξοδο για ήχο, μία επαφή σύνδεσης με οθόνη, μία επαφή σύνδεσης με κάμερα, μια υποδοχή για Micro SD Card, ενώ δεν υπάρχει θύρα Ethernet. Σε σχέση με τα υπόλοιπα μοντέλα το Model A είναι πιο ελαφρύ και καταναλώνει μικρότερη ισχύ. Χρησιμοποιείται στη ρομποτική και σε εφαρμογές που το βάρος και η ισχύς έχουν ύψιστη σημασία. [3]

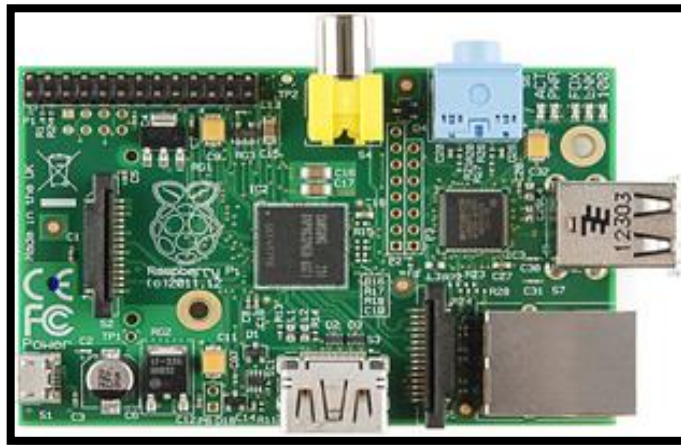
- **Raspberry Pi Model A+**



Εικόνα 3: Raspberry Pi Model A+

Τον Νοέμβριο του 2014 αντικατέστησε το Model A. Έχει τα ίδια χαρακτηριστικά με αυτό, με ορισμένες παραλλαγές, όπως η αύξηση των GPIO Pins από 26 του Model A σε 40 και η ενσωμάτωση video και ήχου σε μία θύρα εξόδου. Πρόκειται για μια χαμηλού κόστους παραλλαγή του Raspberry Pi. Συνιστάται για εφαρμογές που απαιτούν πολύ χαμηλή ισχύς οι οποίες δεν χρειάζονται Ethernet ή πολλαπλές θύρες USB. [4]

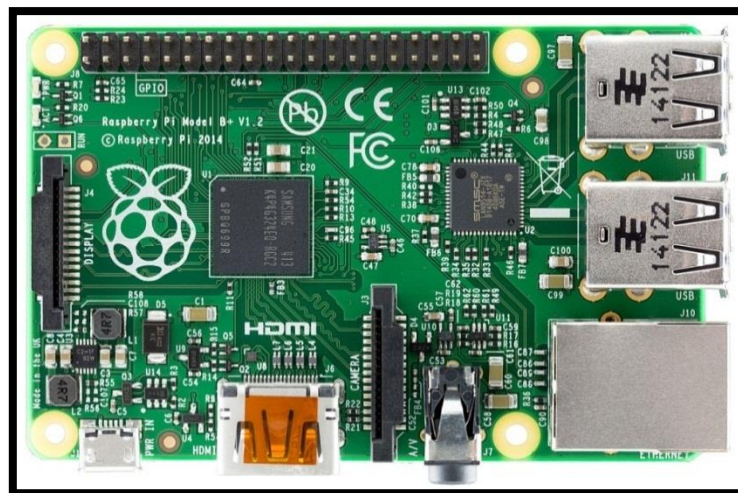
- **Raspberry Pi Model B**



Εικόνα 4: Raspberry Pi Model B

Το Model B είναι το τρίτο της σειράς Raspberry Pi. Ήταν ένα υψηλών προδιαγραφών μοντέλο για εκείνη την εποχή. Διαθέτει 512 MB RAM, 26 GPIO Pins, δύο θύρες USB, μία θύρα HDMI, μία έξοδο για video, μία έξοδο για ήχο, μία επαφή σύνδεσης με οθόνη, μία επαφή σύνδεσης με κάμερα, μια υποδοχή για Micro SD Card καθώς και μία θύρα Ethernet 100 Mb. [5]

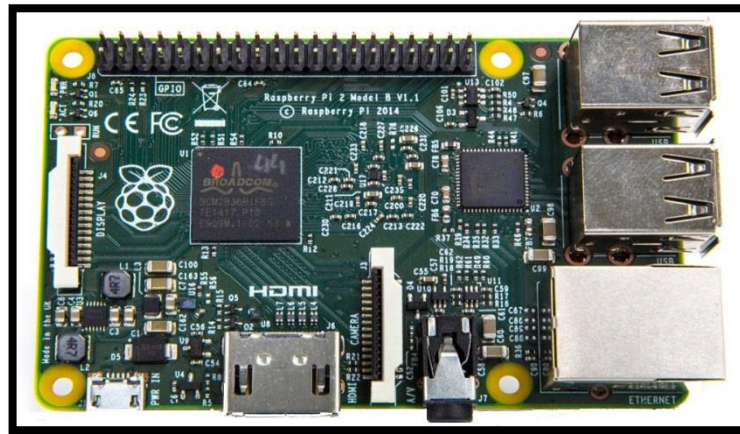
- **Raspberry Pi Model B+**



Εικόνα 5: Raspberry Pi Model B+

Αντικατέστησε τον Ιούλιο του 2014 το Model B. Έχει τα ίδια χαρακτηριστικά με αυτό, με ορισμένες παραλλαγές, όπως η αύξηση των GPIO Pins από 26 του Model A σε 40, η ενσωμάτωση video και ήχου σε μία θύρα εξόδου και η αύξηση των θυρών USB από 2 σε 4. [6]

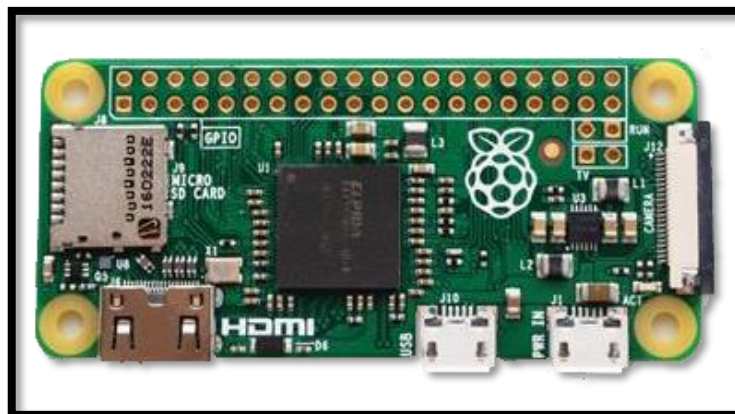
- **Raspberry Pi 2 Model B**



Εικόνα 6: Raspberry Pi 2 Model B

Αφορά την δεύτερη γενιά του Raspberry Pi. Τον Φεβρουάριο του 2015 αντικατέστησε το πραγματικό Raspberry Pi Model B+. Διαθέτει έναν τετραπύρνο ARM Cortex-A7 επεξεργαστή 900MHz, 1 GB RAM, 40 GPIO pins, τέσσερις θύρες USB, μία θύρα Ethernet, μία θύρα HDMI, μία επαφή σύνδεσης με οθόνη, μία επαφή σύνδεσης με κάμερα, μια ενιαία θύρα για video και ήχο καθώς και μία υποδοχή για Micro SD Card. [7]

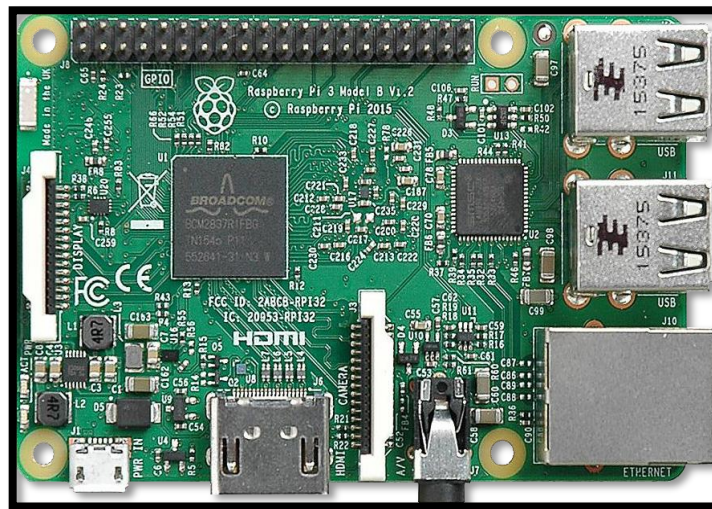
- **Raspberry Pi Zero**



Εικόνα 7: Raspberry Pi Zero

Πρόκειται για το μικρότερο σε μέγεθος μοντέλο με διπλή σημασία. Διαθέτει 1GHz μονοπύρνο επεξεργαστή, 512MB RAM, 40 θηλυκά GPIO Pins, 2 θηλυκά Pins με τα οποία γίνεται Reset στο Raspberry, 2 θηλυκά Pins που χρησιμοποιούνται ως κεραία για τηλεόραση, μία θύρα Micro USB, μία θύρα Micro HDMI, μία επαφή σύνδεσης με κάμερα καθώς και μία υποδοχή για Micro SD Card. (Για τα θηλυκά Pins χρειάζεται ως επιπλέον εξάρτημα, αρσενικά Pins (Pins Header)). [8]

- **Raspberry Pi 3 Model B**



Εικόνα 8: Raspberry Pi 3 Model B

Το πιο πρόσφατο μοντέλο τρίτης γενιάς. Αντικατέστησε τον Φεβρουάριο του 2016 το Raspberry Pi 2 Model B. Διαθέτει έναν τετραπύρνηνο ARMv8 επεξεργαστή 1.2GHz 64-bit, 40 GPIO Pins, 1GB RAM, τέσσερις θύρες USB, μία θύρα HDMI, μία θύρα Ethernet, μία επαφή σύνδεσης με οθόνη, μία επαφή σύνδεσης με κάμερα, μια ενιαία θύρα για video και ήχο καθώς και υποδοχή για Micro SD Card. [9]

1.3 ΓΙΑΤΙ ΝΑ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΟΥΜΕ RASPBERRY PI

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

1. Μικρός Όγκος: Όπως είδαμε παραπάνω το Raspberry Pi έχει μέγεθος πιστωτικής κάρτας, οπότε μεταφέρεται εύκολα χωρίς κόπο.
2. Χαμηλό Κόστος: Ένα Raspberry Pi μπορούμε να το αποκτήσουμε χωρίς να ξοδέψουμε πολλά χρήματα. Βέβαια πρέπει να γνωρίζουμε ότι όσο εξελίσσεται η τεχνολογία και οι απαιτήσεις τόσο μεγαλώνει το κόστος του μικροελεγκτή.
3. Εύκολη πρόσβαση στο Internet.
4. Πρόσβαση στα Linux.
5. Μεγάλη ποικιλία σε γλώσσες προγραμματισμού. [10]

1.4 ΓΙΑΤΙ ΝΑ ΜΗΝ ΧΡΗΣΙΜΟΠΟΙΗΣΟΥΜΕ RASPBERRY PI

Ωστόσο εκτός από προτερήματα το Raspberry Pi διαθέτει και αρκετά μειονεκτήματα. Αυτά τα συναντάμε παρακάτω:

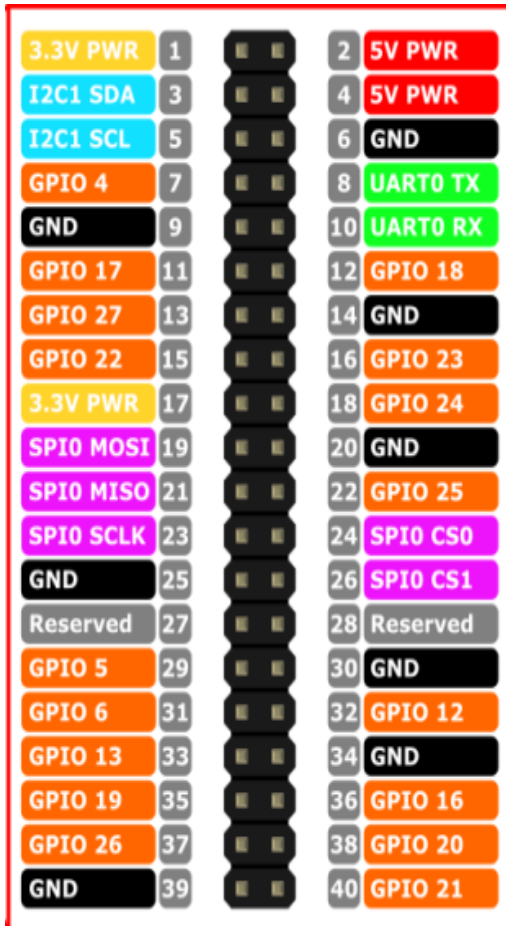
1. Η πρόσβαση στο υλικό δεν είναι σε πραγματικό χρόνο.
2. Μικρή ισχύς σε επαγωγικά φορτία.
3. Δεν υπάρχει ενσωματωμένος μετατροπέας από αναλογικό σε ψηφιακό διαθέσιμος.
4. Ο σχεδιασμός του υλικού είναι κλειστού τύπου. [10]

1.5 ΤΙ ΜΠΟΡΕΙΣ ΝΑ ΥΛΟΠΟΙΗΣΕΙΣ ΜΕ ΑΥΤΟ ΓΙΑ ΚΑΘΗΜΕΡΙΝΗ ΧΡΗΣΗ

Όπως είδαμε παραπάνω είναι φανερό ότι με το Raspberry Pi μπορούμε να υλοποιήσουμε πάρα πολλά πράγματα αφού πρόκειται (αν συνδέσεις κάποια άλλα εξαρτήματα) για έναν υπολογιστή με χαμηλό κόστος και με μικρό όγκο. Ας ξεκινήσουμε λοιπόν με μερικά πράγματα που έχουμε τη δυνατότητα να πετύχουμε με τη βοήθεια ενός Raspberry τα οποία μπορούν να μας διευκολύνουν στην καθημερινή μας ζωή και είναι σχετικά εύκολα να τα υλοποιήσει κάποιος αρχάριος. Πρώτα από όλα συνδέοντας το με ένα πληκτρολόγιο και ένα ποντίκι έχουμε φτιάξει αβίαστα, χωρίς κόπο έναν πλήρη υπολογιστή τον οποίο εύκολα μπορούμε να το μεταφέρουμε αφού αποτελείτο από 3 μόλις εξαρτήματα. Με τον υπολογιστή αυτό μπορούμε να παίζουμε ταινίες στην τηλεόραση αφού έχει την χρησιμότητα το Raspberry να λειτουργεί ως Media Center Pc. Επίσης μπορούμε να έχουμε ένα μηχάνημα το οποίο εξομοιώνουμε παλιά παιχνίδια (retro gaming). Ακόμα, χρησιμοποιώντας έναν εξωτερικό δίσκο στο Raspberry μπορούμε να έχουμε ένα σύστημα το οποίο να κατεβάζει αρχεία (παιχνίδια, ταινίες) αντί άλλων εφαρμογών που επιτελούν την ίδια ακριβώς διαδικασία, διότι η ισχύς που καταναλώνει το raspberry είναι πολύ μικρότερη από τις άλλες εφαρμογές. Στη συνέχεια, έχουμε την δυνατότητα να φτιάξουμε την δική μας υπηρεσία Cloud ώστε να έχουμε πρόσβαση στα αρχεία μας μέσω internet χωρίς να χρησιμοποιούμε τις γνωστές μεθόδους (πχ. Yahoo, Dropbox). Πειραματικά, μπορούμε να φτιάξουμε μέσω του Raspberry την δικιά μας ιστοσελίδα στο διαδίκτυο. [11]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1 ΑΚΡΟΔΕΚΤΕΣ ΤΟΥ RASPBERRY PI



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

Εικόνα 9: Οι ακροδέκτες του Raspberry Pi 3

- 4 ακροδέκτες για τάση.
- 8 ακροδέκτες για γείωση.
- 12 ακροδέκτες για γενική χρήση.
- 5 ακροδέκτες SPI.
- 4 ακροδέκτες PWM.
- 2 ακροδέκτες I²C.
- 2 ακροδέκτες UART.
- 1 ακροδέκτης CLK.
- 2 ακροδέκτες που δεν χρησιμοποιούνται. [13]

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

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

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

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

2.2 HARDWARE TOY RASPBERRY PI

Για να ξεκινήσουμε την εγκατάσταση του Raspberry Pi (στην περίπτωση μας το Raspberry Pi 3 Model B), χρειαζόμαστε και τα απαραίτητα εξαρτήματα. Βασικό εξάρτημα είναι το τροφοδοτικό του Raspberry Pi. Ξεκινώντας, για να λειτουργήσει ο μικροελεγκτής μας χρειάζεται την κατάλληλη τροφοδοσία. [14]



Εικόνα 10: Τροφοδοτικό

Στην εικόνα 10 συναντάμε το τροφοδοτικό. Η τροφοδοσία του είναι ίδια με των κινητών δηλαδή με Micro USB. Χωρίς αυτήν η λειτουργία του Raspberry δεν είναι εφικτή. Το Raspberry Pi 3 μπορεί να δώσει 2,5 Amperes και είναι το τελευταίο εξάρτημα που βάζουμε σε οποιαδήποτε σύνδεση. Το Noobs μας προτείνει ένα πρόγραμμα για να κάνουμε Format την Micro SD στην παρακάτω διεύθυνση: https://www.sdcard.org/downloads/formatter_4/eula_windows/. [14]



Εικόνα 11: Micro SD Card

Στην εικόνα 11 βλέπουμε την κάρτα SD. Μια καλή κάρτα SD πρέπει να έχει μέγεθος τουλάχιστον 4 GB και να είναι κατηγορίας Class 4. [14]



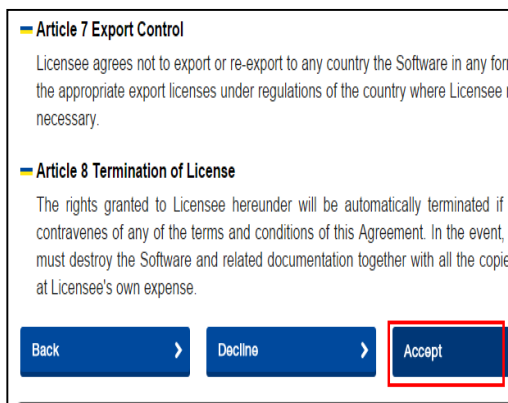
Εικόνα 12: Αντάπτορας

Ένα άλλο απαραίτητο εξάρτημα είναι το Card Reader, το οποίο είτε είναι ενσωματωμένο στον υπολογιστή είτε είναι όπως βλέπουμε στην εικόνα 12. [14]

2.3 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ NOOBS ΣΤΗΝ ΚΑΡΤΑ SD

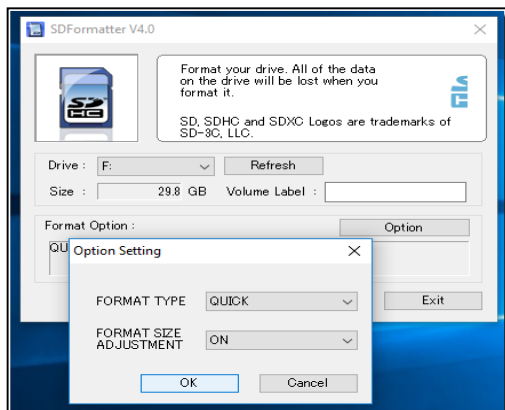
Από τα αρχικά των λέξεων New Out Of Box Software (NOOBS) προκύπτει ένα λειτουργικό σύστημα που έχει σκοπό την αρχική εγκατάσταση του Raspberry Pi για τους αρχάριους. Αρχικά, τοποθετούμε την κάρτα SD στον ανάπτορα και στη συνέχεια τοποθετούμε τον ανάπτορα στον υπολογιστή. [15]

Χρησιμοποιώντας την διεύθυνση: https://www.sdcard.org/downloads/formatter_4/eula_windows/ μπορούμε μέσω ενός προγράμματος να κάνουμε format τη Micro SD. Το πρόγραμμα αυτό μας το προτείνει το Noobs για δική μας διευκόλυνση. [15]



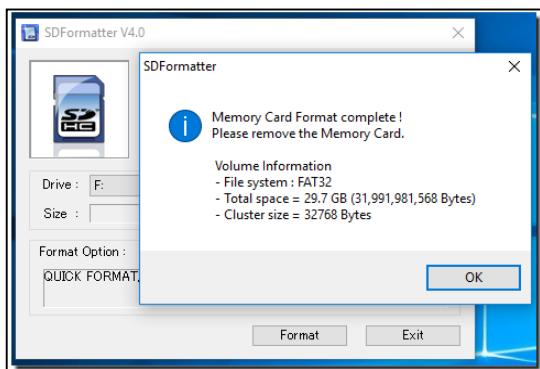
Εικόνα 13

Αρχικά, κατεβάζουμε το πρόγραμμα πατώντας Accept όπως φαίνεται στην εικόνα 13. [15]



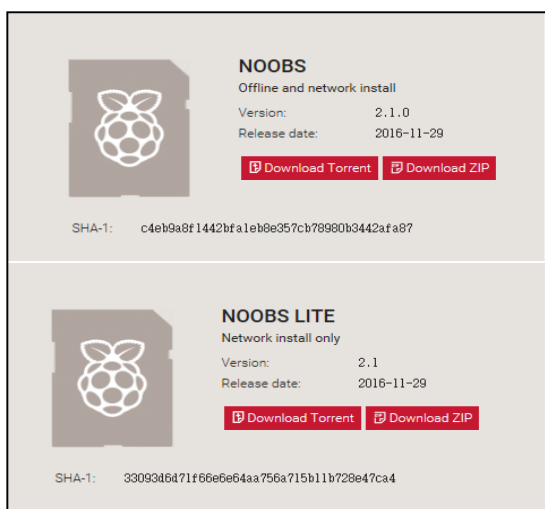
Εικόνα 14

Στη συνέχεια, όταν κατέβει, αποσυμπιέζουμε το .zip αρχείο, το εγκαθιστούμε και τέλος το ανοίγουμε. Ανοίγοντας το πρόγραμμα, πατάμε το κουμπί "Option" και αλλάζουμε το Format Size Adjustment από θέση OFF σε θέση ON, όπως φαίνεται στην εικόνα 14. [15]



Εικόνα 15

Στη συνέχεια, κάνουμε κλικ στο κουμπί Format και σε μερικά δευτερόλεπτα η διαδικασία διαμόρφωσης θα έχει ολοκληρωθεί (εικόνα 15). [15]

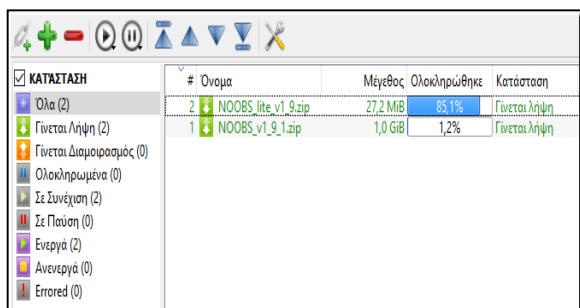


Εικόνα 16

Μόλις ολοκληρωθεί ο καθαρισμός της κάρτας SD, επισκεπτόμαστε την διεύθυνση: <https://www.raspberrypi.org/downloads/noobs/>

και κατεβάζουμε την τελευταία έκδοση του Noobs (εικόνα 16). Το κατέβασμα μπορεί να γίνει με δύο τρόπους: είτε ως torrent (ο οποίος συνιστάται λόγω μεγαλύτερης ταχύτητας στο κατέβασμα) είτε κατευθείαν από την ιστοσελίδα σε μορφή .zip φακέλου. [15]

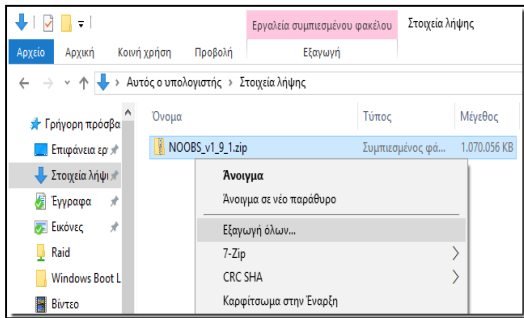
Το πλήρες Noobs έχει ενσωματωμένο το λειτουργικό σύστημα Raspbian, το οποίο είναι βασισμένο στο λειτουργικό σύστημα Debian, και είναι το πιο δημοφιλές για την εγκατάσταση του Raspberry Pi. [15]



Εικόνα 17

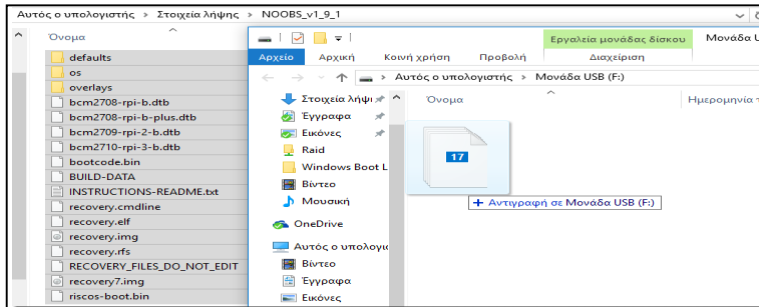
Μια άλλη έκδοση η οποία μας επιτρέπει να εξοικονομήσουμε μέγεθος είναι η Noobs Lite. Όπως παρατηρούμε στην εικόνα 17 το Noobs Lite έχει μέγεθος 27,2 MB, σε αντίθεση με το Noobs που έχει μέγεθος 1 GB.

Είναι φανερό πως από άποψη χώρου μας συμφέρει περισσότερο το Noobs Lite. Επιπλέον, το Noobs Lite μπορεί να κατεβάσει μόνο του οποιοδήποτε λειτουργικό σύστημα επιλέξουμε όταν ξεκινήσουμε την εγκατάσταση Raspberry Pi. [15]



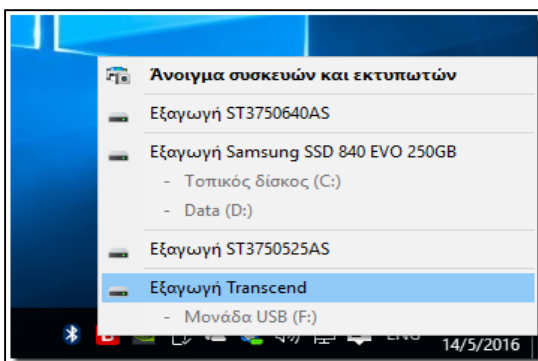
Εικόνα 18

Τέλος, αφού κατέβει ο συμπιεσμένος φάκελος.zip, κάνουμε εξαγωγή όλων των περιεχομένων του (εικόνα 18). [15]



Εικόνα 19

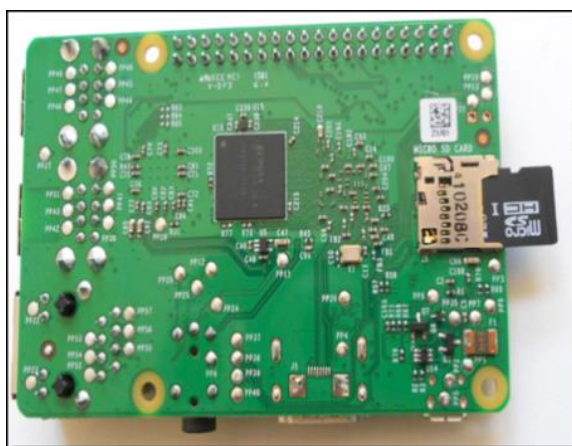
Στη συνέχεια, ανοίγουμε τον φάκελο στον οποίο έγιναν αποσυμπίεση και αντιγράφουμε όλα τα αρχεία του στην κάρτα SD (εικόνα 19). [15]



Εικόνα 20

Όταν τελειώσει η αντιγραφή, κάνουμε ασφαλής εξαγωγή της κάρτας SD (εικόνα 20), έτσι ώστε να ελαχιστοποιήσουμε τον κίνδυνο καταστροφής δεδομένων. [15]

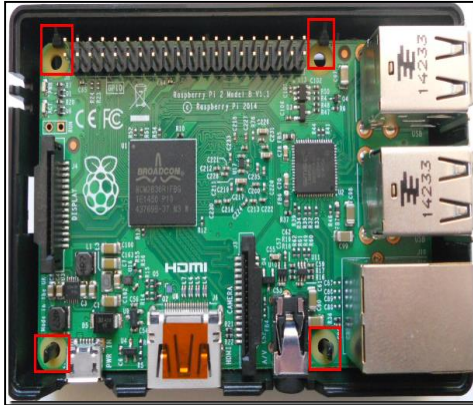
2.4 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΤΟΥ RASPBERRY PI 3 ΜΕ ΤΟ RASPBIAN



Εικόνα 21

Όταν θα έχουμε τελειώσει με την εγκατάσταση του Noobs στην Micro SD, την βγάζουμε από τον ανάπτορα και την τοποθετούμε στο Raspberry Pi, το οποίο είναι γυρισμένο ανάποδα (εικόνα 21). Υπάρχει ένας μόνο τρόπος για να μπει, και μπαίνοντας θα "κλειδώσει". Όταν θελήσουμε να αφαιρέσουμε την SD, την ξαναπατάμε προς τα μέσα, για να ξεκλειδώσει. Στην

περίπτωση τώρα που έχουμε αγοράσει και θήκη, καλό είναι να το τοποθετήσουμε σε αυτή, πριν βάλουμε την κάρτα, γιατί έστω και το λίγο που προεξέχει μπορεί να μας δυσκολέψει. [16]



Εικόνα 22

Στη συγκεκριμένη θήκη πρώτα χρειάστηκε να βάλουμε υπό γωνία το Raspberry Pi ώστε να μπει στις επάνω υποδοχές, και στη συνέχεια το κατεβάσαμε για να μπουν τα αντίστοιχα στελέχη στις κατάλληλες οπές (εικόνα 22). [16]



Εικόνα 23

Στη συνέχεια, αφού έχουμε τοποθετήσει το Raspberry Pi στη θήκη του βάζουμε την Micro SD από το σχετικό άνοιγμα, όπως βλέπουμε στην εικόνα 23. [16]

Ένα σημαντικό που πρέπει να θυμόμαστε είναι να βάλουμε την τροφοδοσία τελευταία, διότι το Raspberry Pi δεν έχει διακόπτη On/Off. Δηλαδή, μόλις το βάλουμε στη στην πρίζα, θα ξεκινήσει να λειτουργεί κατευθείαν. [16]



Εικόνα 24

Αρχικά, βάζουμε το HDMI, όπως φαίνεται και στην εικόνα 24. Το άλλος μέρος του καλωδίου HDMI θα συνδεθεί σε μία οθόνη η οποία θα πρέπει να έχει υποδοχή για HDMI καλώδιο. [16]

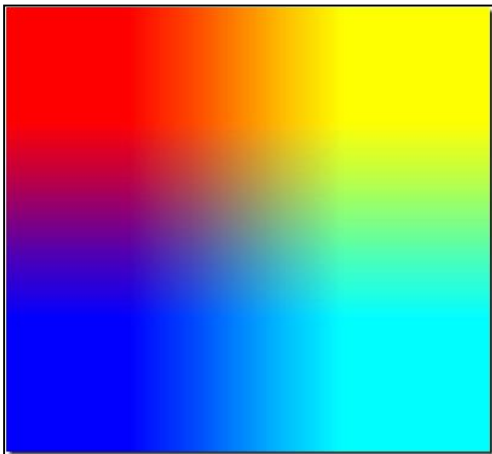


Εικόνα 25

Τελικά στην εικόνα 25 βλέπουμε ότι μετά το HDMI καλώδιο τοποθετούμε το καλώδιο του Ethernet, το πληκτρολόγιο και το ποντίκι. [16]

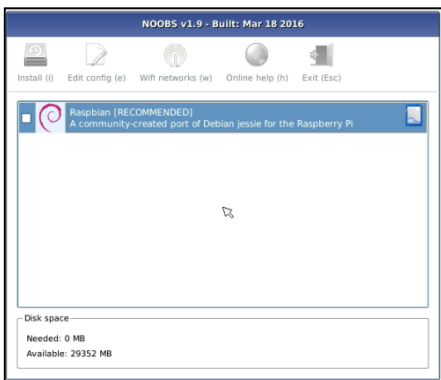
2.5 ΠΡΩΤΗ ΕΚΚΙΝΗΣΗ ΤΟΥ RASPBERRY PI 3

Αφού κάνουμε όλα τα παραπάνω βήματα και τοποθετήσουμε το τροφοδοτικό στην πρίζα είμαστε σε θέση να εκκινήσουμε για πρώτη φορά το Raspberry Pi.



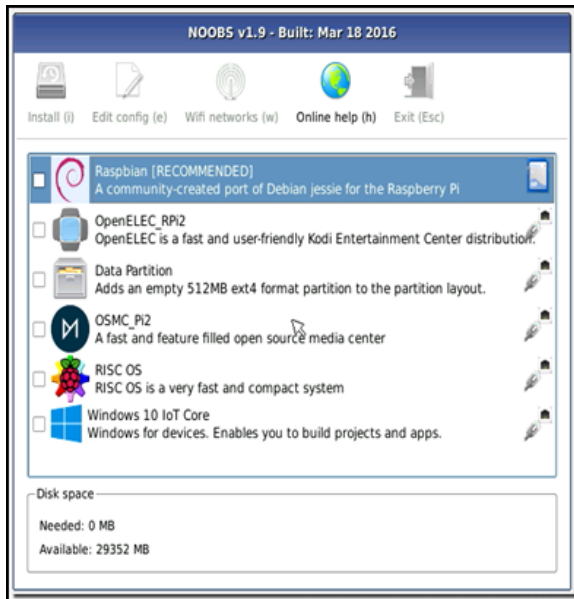
Εικόνα 26

Κατά την πρώτη εκκίνηση στην οθόνη μας θα δούμε μία οθόνη με διάφορα χρώματα γνωστή και σαν rainbow screen (εικόνα 26). [17]



Εικόνα 27

Στη συνέχεια, θα φορτώσει το Noobs. Αν κατεβάσαμε την πλήρη έκδοση και όχι τη Lite, και το Raspberry Pi δεν είναι συνδεδεμένο στο Internet, τότε θα εμφανιστεί στη λίστα μόνο το Raspbian (εικόνα 27). [17]



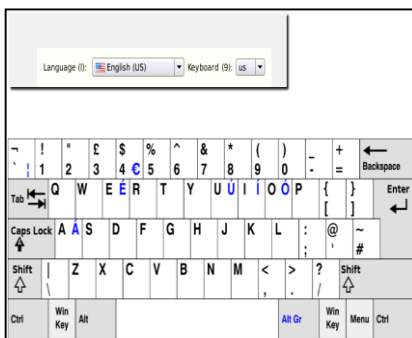
Εικόνα 28

Αν το Raspberry Pi είναι συνδεδεμένο στο Internet τότε το Noobs, θα μας βγάλει μια λίστα με εναλλακτικά λειτουργικά συστήματα εκτός του Raspbian που μπορούμε να επιλέξουμε (εικόνα 28). Θα πρέπει να περιμένουμε όμως, να κατεβάσει το καθένα από αυτά από το Internet. [17]

Τα λειτουργικά συστήματα αυτά περιλαμβάνουν:

- Το Raspbian, που είναι μια παραλλαγή του Debian για το Raspberry Pi.
- Το OpenELEC, που είναι μια έκδοση του Kodi για το Raspberry Pi.
- Το OSMC που έχει την ίδια λειτουργικότητα με το Kodi αλλά με διαφορετική εμφάνιση.
- Το RISC OS, που είναι ένα πλήρες λειτουργικό σύστημα που δεν βασίζεται στο Linux.
- Το Windows 10 IoT Core.

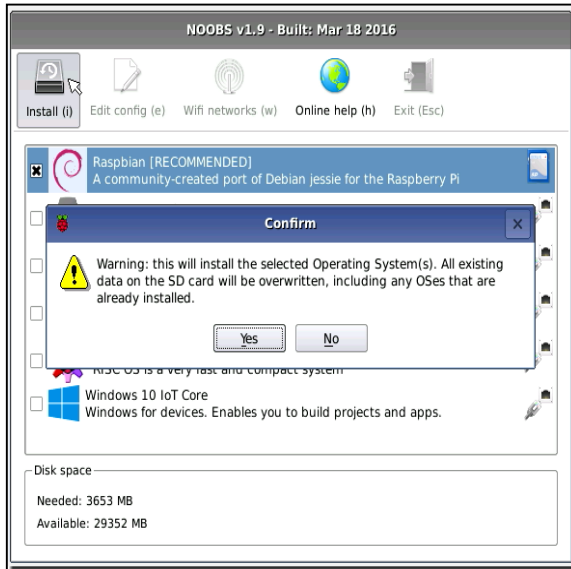
Να επισημάνουμε ότι, τα Windows 10 IoT Core, δεν είναι μια πλήρης έκδοση των Windows 10, η οποία δεν υπάρχει τρόπος να εγκατασταθεί στο Raspberry Pi. Ουσιαστικά πρόκειται για μια ειδική έκδοση των Windows, που πρέπει να συνεργαστεί με έναν υπολογιστή με Windows 10. [17]



Εικόνα 29

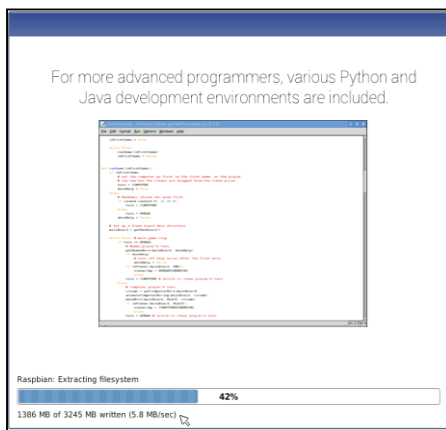
Στο δικό μας παράδειγμα θα εγκαταστήσουμε το Raspbian το οποίο μας παρέχει τις περισσότερες δυνατότητες για το Raspberry Pi. Σαν πρώτο βήμα ρυθμίζουμε στα English (US) και σαν πληκτρολόγιο, us (εικόνα 29). Τα ελληνικά δεν υπάρχουν σαν επιλογή και για αυτό θα το ρυθμίσουμε μετά την εγκατάσταση. Ο λόγος που θέλουμε να ρυθμίσουμε το πληκτρολόγιο στα ελληνικά είναι πως το προεπι-

λεγμένο πληκτρολόγιο του Ηνωμένου Βασιλείου έχει ελαφρώς διαφορετική διάταξη από τα πληκτρολόγια που έχουμε στην Ελλάδα, κυρίως όσον αφορά κάποια σύμβολα όπως το @ και το #. [17]



Εικόνα 30

Στη συνέχεια, έχοντας κλικάρει στο κουτί δίπλα στο Raspbian, κάνουμε κλικ στο install. Το σύστημα μας προειδοποιεί ότι θα διαγραφεί όλο το περιεχόμενο της κάρτας SD. Επιλέγοντας "Yes", ξεκινάει η εγκατάσταση. Ανάλογα με την ταχύτητα της κάρτας SD που έχουμε βάλει, εξαρτάται και ο χρόνος που θα χρειαστεί για να ολοκληρωθεί η εγκατάσταση. Συνήθως διαρκεί αρκετή ώρα (εικόνα 30). [17]



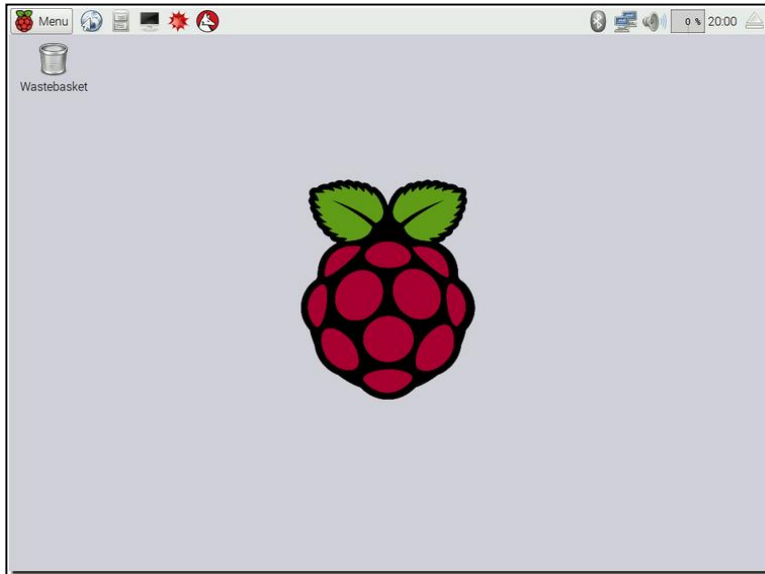
Εικόνα 31

Μια αργή Class 4 κάρτα θα έχει ρυθμό μεταφοράς δεδομένων γύρω στο 1-1,5MB/s, ενώ μια γρήγορη κάρτα μπορεί να φτάσει και τα 5.8MB/s (εικόνα 31). [17]



Εικόνα 32

Όταν τελειώσει επιτυχώς η εγκατάσταση, το σύστημα θα μας εμφανίσει το μήνυμα πως το λειτουργικό σύστημα (ή τα λειτουργικά συστήματα, αν επιλέξαμε πολλαπλά) εγκαταστάθηκαν επιτυχώς (εικόνα 32)). [17]



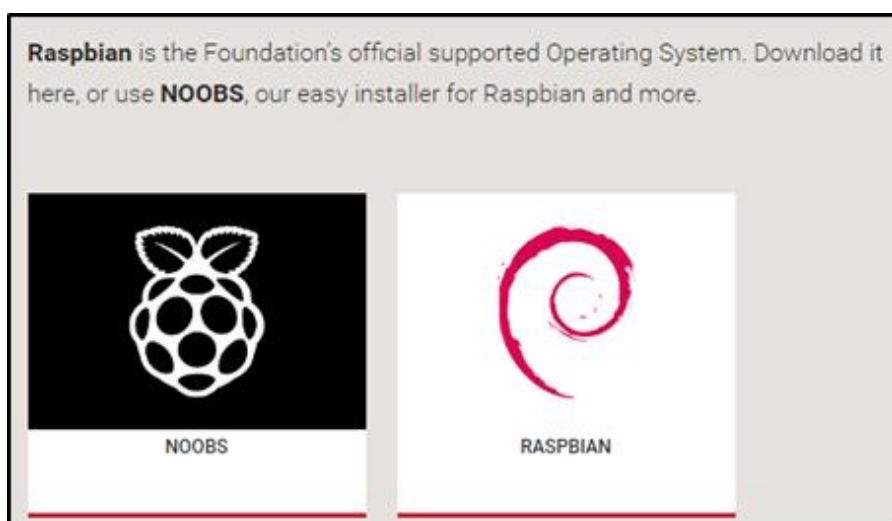
Εικόνα 33

Κάνοντας κλικ στο ΟΚ, το Raspberry Pi θα κάνει επανεκκίνηση. Στην επόμενη εκκίνηση, θα μας βάλει στο περιβάλλον του Raspbian (εικόνα 33). [17]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.1 ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ RASPBIAN ΣΤΗ MICRO SD ΚΑΙ SSH

Τώρα, θα δείξουμε την εγκατάσταση του λειτουργικού Raspbian στην SD. Αρχικά, θα ακολουθήσουμε τα βήματα της παραγράφου 2.3 (κατά σειρά οι εικόνες 13, 14, 15). Στη συνέχεια από τη διεύθυνση <https://www.raspberrypi.org/downloads> πατάμε πάνω στο Raspbian. (εικόνα 34). [18]



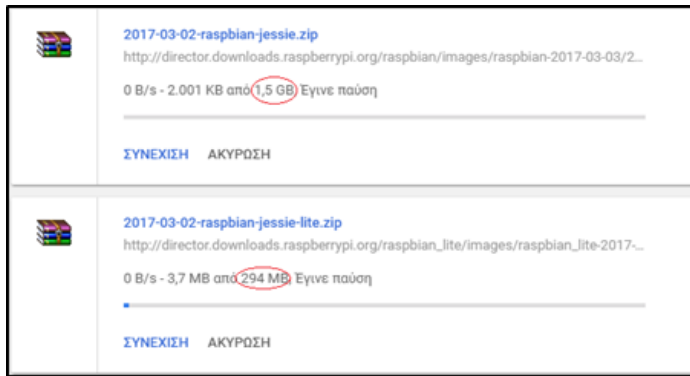
Εικόνα 34



Εικόνα 35

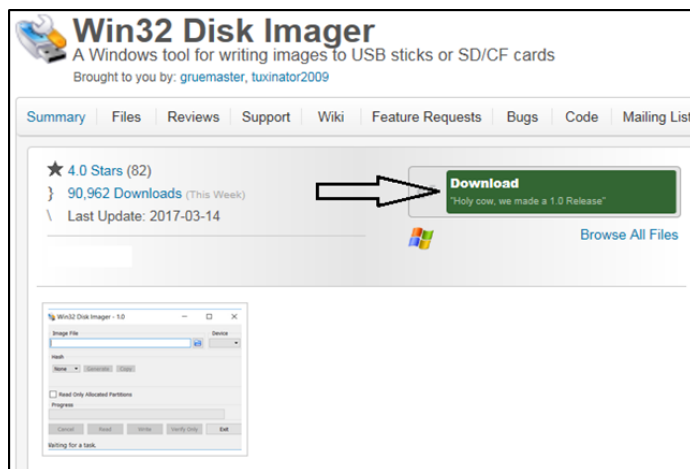
Όπως βλέπουμε στην εικόνα 35, μας έχει δυο επιλογές για να κατεβάσουμε. Το ένα, είναι το ολοκληρωμένο λειτουργικό και το άλλο μια Lite έκδοση του Raspbian,

με μικρότερο μέγεθος. Στο παράδειγμα μας, χρησιμοποιήσαμε την Lite έκδοση. [18]



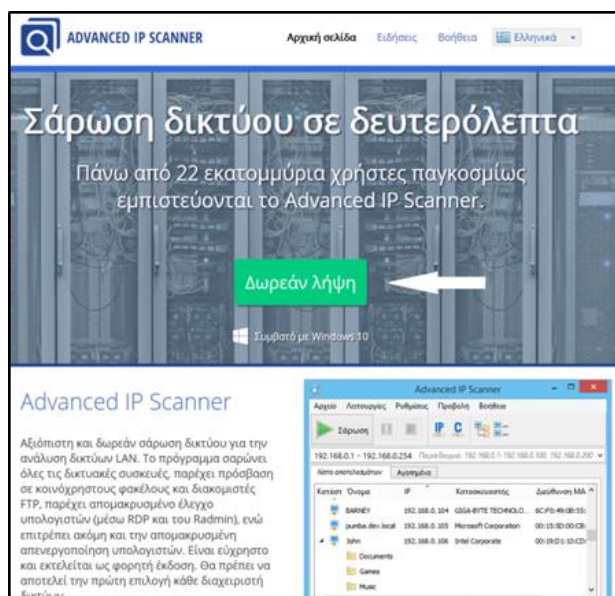
Εικόνα 36

Επίσης, το Raspbian, μπορούμε και αυτό να το κατεβάσουμε, είτε ως torrent, είτε κατευθείαν από την ιστοσελίδα σε μορφή .zip φάκελου. Στην εικόνα 36, βλέπουμε, ότι η Lite έκδοση έχει σημαντικά μικρότερο μέγεθος από την πλήρη. [15]



Εικόνα 37

Στη συνέχεια, θα κατεβάσουμε ένα πρόγραμμα με το οποίο θα γράφουμε το image file του λειτουργικού στην SD card. Αυτό το πρόγραμμα είναι το **Win32 Disk Imager**, το οποίο είναι free (εικόνα 37). [19]



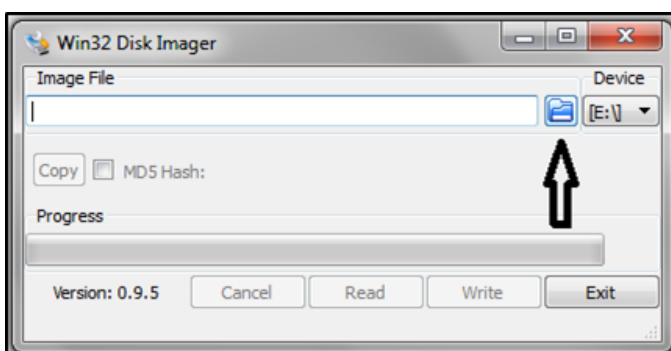
Εικόνα 38

Άλλο ένα βασικό πρόγραμμα, το οποίο χρειαζόμαστε και είναι και αυτό free, είναι το **Advanced IP Scanner** (εικόνα 38). Με αυτό θα μπορέσουμε να βρούμε την IP διεύθυνση του Raspberry Pi 3, το οποίο θα είναι συνδεδεμένο στο ρούτερ με ένα καλώδιο Ethernet, και επίσης, την IP διεύθυνση, κάθε άλλης συσκευής που είναι συνδεδεμένη στο οικιακό μας δίκτυο. [20]

Τώρα, χρειαζόμαστε έναν τρόπο, με τον οποίο να μπορέσουμε να εισέλθουμε στην γραμμή εντολών του Raspberry Pi. Αυτό μπορούμε να το κάνουμε μέσω ενός προγράμματος απομακρυσμένου ελέγχου, που λειτουργεί με το πρωτόκολλο SSH (Secure Shell = πρωτόκολλο ασφαλούς μεταφοράς δεδομένων), το οποίο ονομάζεται **PuTTY**. Αυτό είναι επίσης free. Να σημειώσουμε ότι, όπως βλέπουμε και στην εικόνα 39, μπορούμε να κατεβάσουμε το **PuTTY** είτε 32-bit, είτε 64-bit, ανάλογα με την έκδοση των Windows που έχουμε στον υπολογιστή μας. [21], [22]

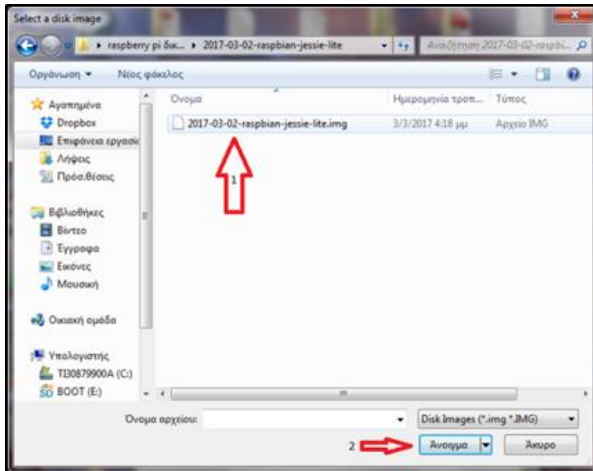


Εικόνα 39



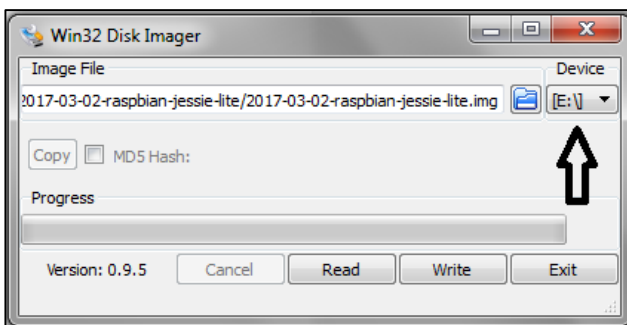
Εικόνα 40

Καθώς ολοκληρώσουμε την εγκατάσταση των απαραίτητων προγραμμάτων, και ενώ έχουμε έτοιμο και το image file του Raspbian, ανοίγουμε το Win32 Disk Imager. [23]



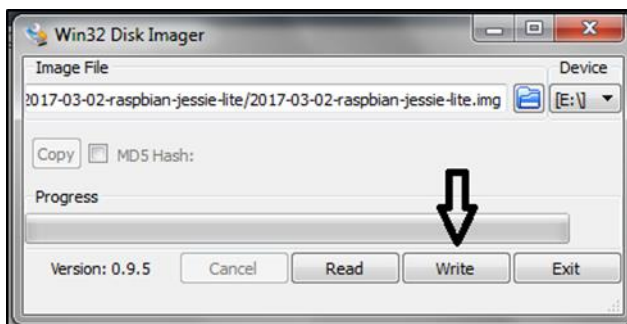
Εικόνα 41

Στη συνέχεια, όπως βλέπουμε στην εικόνα 40, πατάμε το εικονίδιο με τον μπλε φάκελο. Όταν αυτό ανοίξει, είναι σημαντικό να γνωρίζουμε που έχουμε αποθηκεύσει το image file του Raspbian, έτσι ώστε πατώντας το, να μπορέσουμε να το γράψουμε στην SD Card (εικόνα 41). [23]



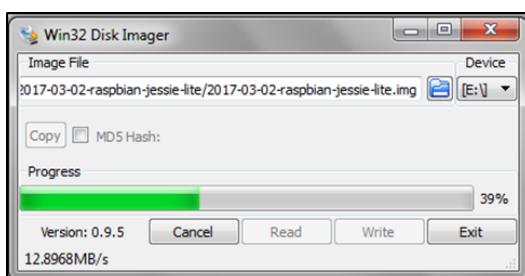
Εικόνα 42

Επόμενο βήμα για να γίνει η εγγραφή του λειτουργικού είναι, να διαλέξουμε την SD Card όπως φαίνεται στην εικόνα 42. [23]



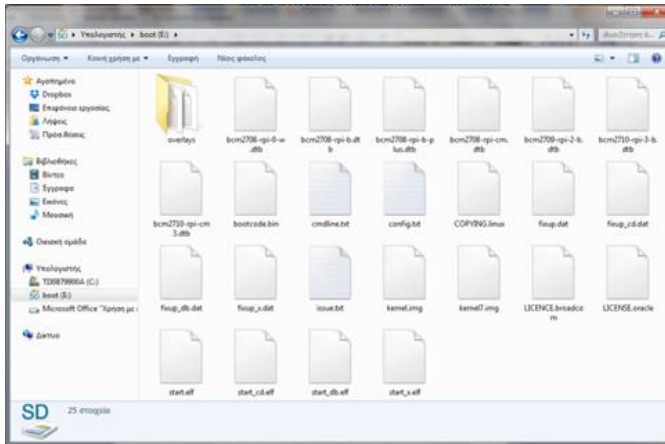
Εικόνα 43

Τελευταίο βήμα είναι να πατήσουμε το κουμπί write, για να ξεκινήσει η εγγραφή (εικόνα 43). [23]



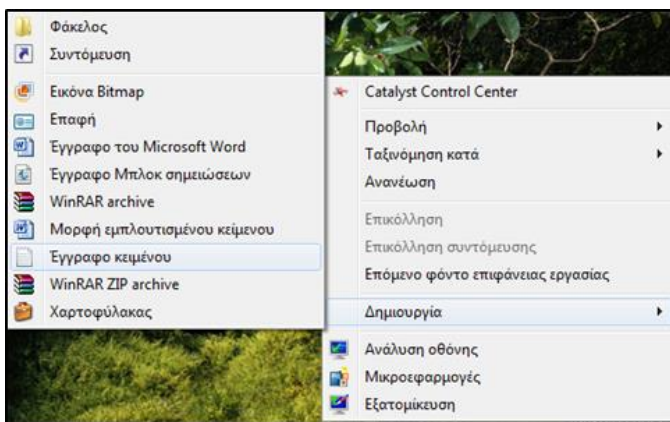
Εικόνα 44

Και περιμένουμε μέχρι να ολοκληρωθεί (εικόνα 44). [23]



Εικόνα 45

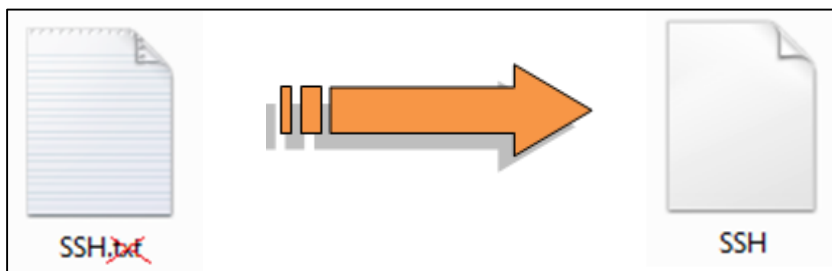
Όταν ολοκληρωθεί η εγγραφή, μπαίνουμε στον υπολογιστή και ανοίγουμε την SD Card (εικόνα 45). [23]



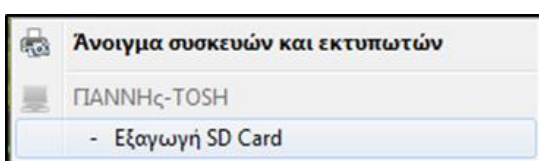
Εικόνα 46

Αν έχουμε κατεβάσει έκδοση του Raspbian από το Νοέμβριο του 2016 και μετά πρέπει να κάνουμε ένα επιπλέον βήμα. Αυτό είναι, να δημιουργήσουμε ένα έγγραφο κειμένου μέσα στην SD Card. [23]

Αφού το δημιουργήσουμε, θα κάνουμε **save**, θα του δώσουμε το όνομα **SSH** και θα σβήσουμε την κατάληξη **.txt**. (εικόνα 46, 47). [23]



Εικόνα 47



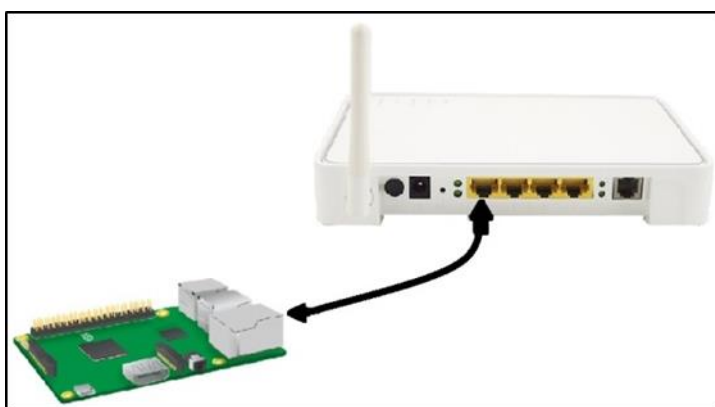
Εικόνα 48

Τέλος, κάνουμε ασφαλή εξαγωγή της SD Card (εικόνα 48). Έχοντας βγάλει την κάρτα από τη θύρα του υπολογιστή (ή αν δεν υπάρχει θύρα, τον ανάπτορα, όπως στην εικόνα 12), τοποθε-

τούμε την SD στο Raspberry (όπως εικόνα 21) και συνδέουμε τα απαραίτητα καλώδια. [23]

Για να πετύχουμε το SSH, θα χρειαστούμε ένα router (είτε αυτό που χρησιμοποιούμε στο σπίτι μας για το Internet, είτε ένα οποιοδήποτε router που είχαμε και δεν το χρειαζόμαστε) και δυο καλώδια Ethernet για τις συνδέσεις (εικόνα 49_α, 49_β).

Στη συνέχεια, θα δείξουμε πως θα γίνουν οι συνδέσεις του Raspberry με το router και τον υπολογιστή.

Εικόνα 49_αΕικόνα 49_β

Εικόνα 50

Αφού έχουμε τοποθετήσει την SD στο Raspberry, συνδέουμε το router με την τροφοδοσία, βάζουμε τη μια άκρη του καλωδίου Ethernet στη θύρα Ethernet του Raspberry και την άλλη άκρη στο Router, όπως την εικόνα 50.



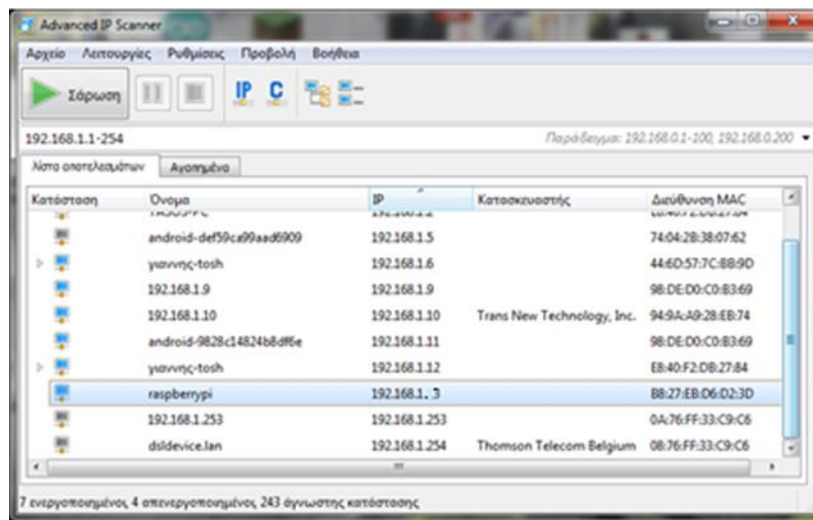
Εικόνα 51

Σειρά τώρα έχει να συνδέσουμε τον υπολογιστή και το router, με το καλώδιο Ethernet, όπως φαίνεται και στην εικόνα 2.47. Τέλος, συνδέουμε το Raspberry με την τροφοδοσία.

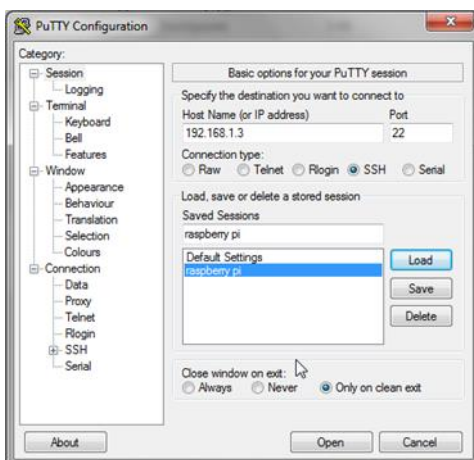


Πρέπει να θυμόμαστε ότι, ο υπολογιστής μας, θα πρέπει να είναι συνδεδεμένος στο internet καθ' όλη τη διάρκεια της εργασίας.

Αφού εκτελέσουμε τα παραπάνω βήματα, τώρα πρέπει να βρούμε την IP διεύθυνση του Raspberry Pi. Το Advanced IP Scanner θα μας βοηθήσει για αυτό. Το πρόγραμμα αυτό, είναι πολύ εύκολο στην χρήση. Αρχικά ανοίγουμε την εφαρμογή, πατάμε το κουμπί Σάρωση και περιμένουμε να σαρώσει όλες τις συσκευές που βρίσκονται στο δίκτυο μας, και να βρει τις IP διευθύνσεις τους. Όταν τελειώσει, θα μας βγάλει τις ενεργές συσκευές, που φαίνονται, με ένα χαρακτηριστικό εικονίδιο που έχει σχήμα υπολογιστή και χρώμα μπλε (εικόνα 52) Έτσι θα βρούμε την IP του Raspberry Pi, καθώς γράφεται ακριβώς το όνομα του. [23]



Εικόνα 52



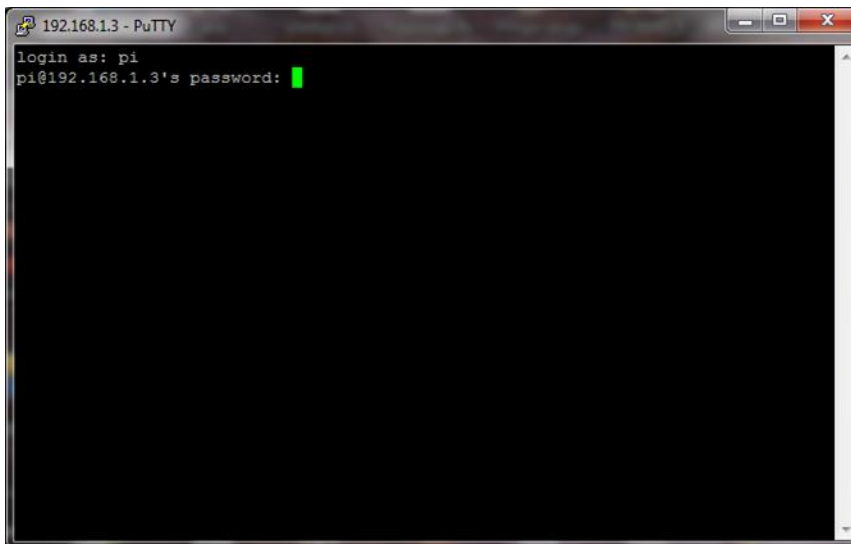
Εικόνα 53

Στη συνέχεια, αφού έχουμε βρει και την IP του Raspberry Pi, θα ανοίξουμε το πρόγραμμα PuTTY. Όταν ανοίξει, θα γράψουμε την IP διεύθυνση στην μπάρα που γραφεί **Host Name (or IP address)** (εικόνα 53). Τέλος, θα πατήσουμε το κουμπί Open για να ξεκινήσει η σύνδεση. [23]



Εικόνα 54

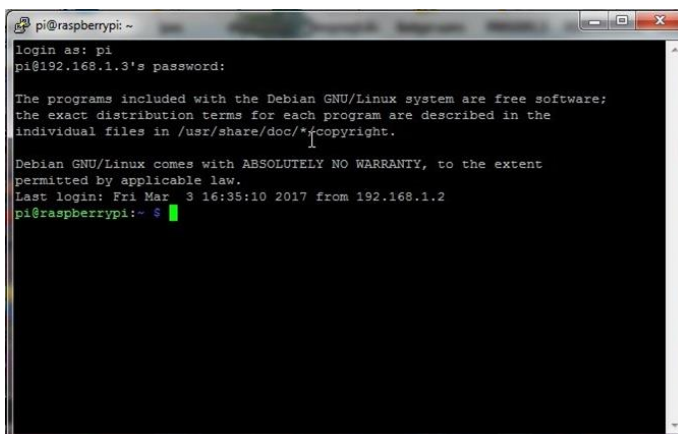
Κατά την πρώτη προσπάθεια σύνδεσης, θα εμφανιστεί μια προειδοποίηση ασφάλειας. Απλά πατάμε Yes για να συνεχίσουμε (εικόνα 54). [23]



Εικόνα 55

Αν η SSH σύνδεση είναι σωστή, θα ανοίξει η γραμμή Login του Raspberry. Αν τώρα αυτή είναι πρώτη σύνδεση, και δεν έχουμε αλλάξει κάποιο username ή password, πληκτρολογούμε **pi** ως username και **raspberry** ως password.

(Να πούμε ότι, ο κωδικός raspberry, καθώς τον πληκτρολογούμε δεν θα φαίνεται, για αυτό μην νομίζετε ότι δεν γράφεται τίποτα (εικόνα 55)). [23]



Εικόνα 56

Αφού πληκτρολογήσουμε username και password, πατάμε enter, και έτσι συνδεόμαστε στο Raspberry Pi μέσω SSH (εικόνα 56). [23]

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4.1 ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑΤΑ ΜΕ ΤΟ RASPBERRY PI 3

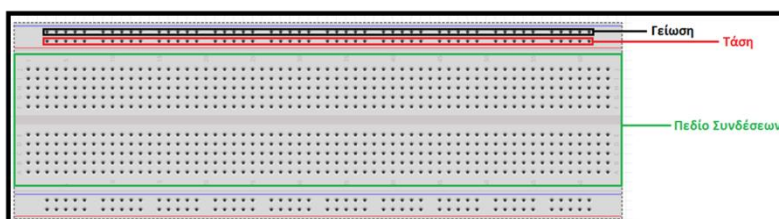
Στο κεφάλαιο αυτό θα δούμε απλά παραδείγματα που μπορούμε να υλοποιήσουμε με τον μικροελεγκτή Raspberry Pi 3 Model B. Η δυσκολία των παραδειγμάτων θα είναι κλιμακωτή. Στην αρχή θα δούμε ένα απλό παράδειγμα και όσο αυξάνονται τα παραδείγματα τόσο θα αυξάνεται και η δυσκολία τους. Στο κεφάλαιο αυτό θα δούμε έξι παραδείγματα. Θα δούμε τα εξαρτήματα που χρειάζονται για την υλοποίηση του κάθε παραδείγματος, την συνδεσμολογία του κυκλώματος, τη συνδεσμολογία του κυκλώματος μέσω ενός βοηθητικού προγράμματος το Fritzing και τέλος τον απαραίτητο κώδικα για να λειτουργήσει το παράδειγμα. Τα παραδείγματα που θα συναντήσουμε είναι:

1. Led που θα ανάβει όταν του δώσουμε τάση.
2. Led που θα ανάβει με το πάτημα ενός Button.
3. Led που ρυθμίζεται η φωτεινότητά του από ένα ποτενσιόμετρο.
4. Ενεργοποίηση Dc Κινητήρα για δεξιόστροφη και αριστερόστροφη κίνηση.
5. Ανίχνευση απόστασης στο Raspberry με το HC-SR04.
6. Ενεργοποίηση σερβοκινητήρα με το Raspberry Pi, δίνοντας τάση από μπαταρίες.

4.2 LED ΠΟΥ ΘΑ ΑΝΑΒΕΙ ΟΤΑΝ ΤΟΥ ΔΩΣΟΥΜΕ ΤΑΣΗ

Πρόκειται για την πιο απλή εφαρμογή. Χρήσιμη για όποιον θέλει να ξεκινήσει να πειραματίζεται με το Raspberry Pi και γενικά με όποιον μικροελεγκτή επιλέξει. Τι θα χρειαστούμε:

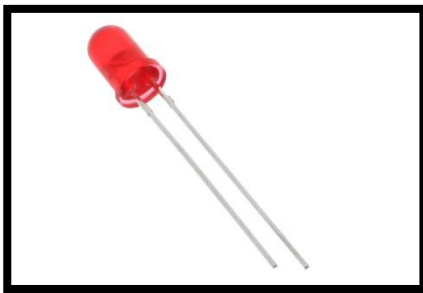
1. Ένα Raspberry Pi 3 Model B.
2. Ένα Breadboard.
3. Ένα κόκκινο Led.
4. Μία αντίσταση 330Ω.
5. Καλώδια για τη σύνδεση.



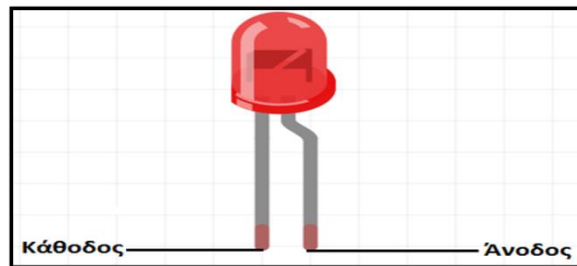
Εικόνα 57: Breadboard

Όπως βλέπουμε και στην εικόνα 57 το Breadboard πρόκειται για ένα εξάρτημα το οποίο είναι πολύ βασικό για

την υλοποίηση ενός project αφού πάνω σε αυτό γίνονται όλες οι απαραίτητες συνδέσεις. Για αυτό το λόγο διαθέτει τις τρύπες ώστε τα καλώδια να μπαίνουν εκεί και να συνδέονται όλα τα εξαρτήματα μεταξύ τους. Παρατηρούμε ότι υπάρχουν σειρές από τρύπες (οι οποίες συνδέονται εσωτερικά μεταξύ τους) που εκεί συνδέονται οι γειώσεις του κυκλώματος (μαύρο χρώμα). Στην επόμενη σειρά συνδέονται οι τάσεις του κυκλώματος (κόκκινο χρώμα) ενώ στο υπόλοιπο χώρο (πράσινο χρώμα) συνδέονται τα εξαρτήματα μεταξύ τους. Αναγκαίο είναι να ξέρουμε ότι στο πράσινο πεδίο όλες οι συνδέσεις των εξαρτημάτων γίνονται κάθετα και αυτό συμβαίνει διότι οι τρύπες σε κάθε στήλη συνδέονται εσωτερικά μεταξύ τους.



Εικόνα 58α: Led



Εικόνα 58β: Led μέσω Fritzing

Βλέποντας για πρώτη φορά ένα led (εικόνες 58α,58β) παρατηρούμε ότι έχει δύο πόδια τα οποία το ένα είναι ίσιο και το άλλο στραβό (σε άλλο σχέδιο το ένα πόδι είναι μακρύτερο από το άλλο). Το στραβό ή αλλιώς το μακρύ πόδι ονομάζεται άνοδος, ενώ το ίσιο ή αλλιώς μικρό πόδι ονομάζεται κάθοδος. Αυτό υπάρχει καθαρά για να γνωρίζουμε ότι σε ένα κύκλωμα η άνοδος συνδέεται στο θετικό πόλο του κυκλώματος, ενώ η κάθοδος συνδέεται στον αρνητικό πόλο.

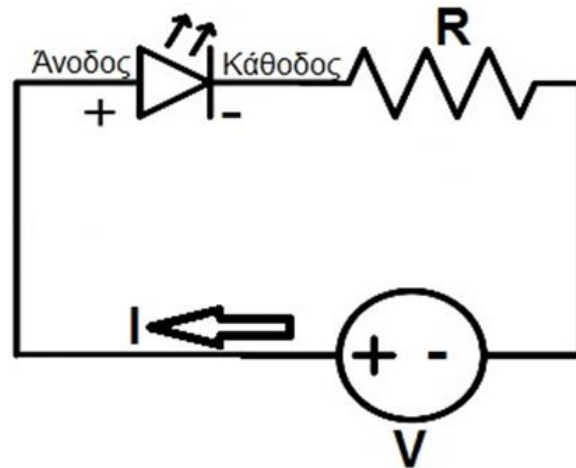


Εικόνα 59

Αναγκαίο εξάρτημα για τη συνδεσμολογία κυκλωμάτων, αφού σε κάθε κύκλωμα αντίσταση υπάρχει πάντα. Προστατεύει τον μικροελεγκτή από μεγάλα και ανεπιθύμητα ρεύματα αφού όσο μεγαλύτερη τιμή έχει τόσο

μικρότερο ρεύμα διαρρέει το κύκλωμα. Για αυτό το λόγο για σταθερή αντίσταση, ισχύει ο νόμος του Ohm: $I = \frac{V}{R}$. Μονάδα μέτρησης της αντίστασης είναι το Ohm (Ω). Συμβολίζεται με R. Για να ξεχωρίζουμε την τιμή της αντίστασης που χρησιμοποιούμε πειραματικά σε ένα κύκλωμα, πάνω της υπάρχει ένας συνδυασμός χρωμάτων όπου ανάλογα το χρώμα αλλάζει και η τιμή της. Δεν μας επηρεάζει από ποιο μέρος θα τοποθετήσουμε τα άκρα της αντίστασης στο κύκλωμα. Η δουλειά μας θα γίνει σωστά.

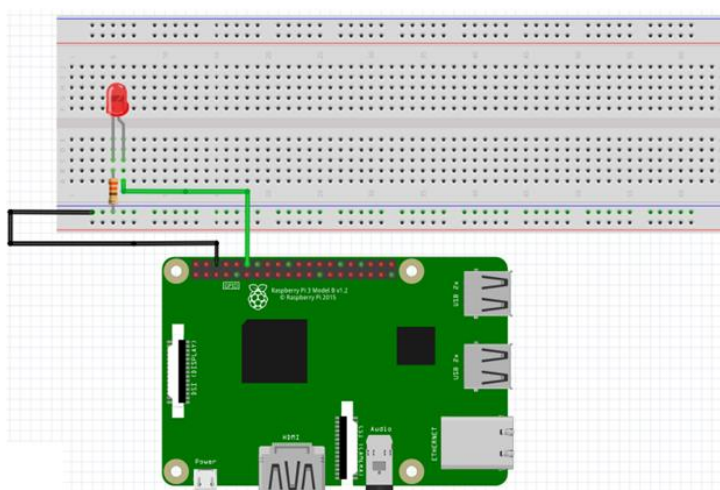
Αυτά τα εξαρτήματα μαζί με το Raspberry Pi και τα καλώδια θα χρειαστούμε για να υλοποιήσουμε το πρώτο μας παράδειγμα. Στη συνέχεια, στην εικόνα 60 θα δούμε το κύκλωμα που θα πρέπει να υλοποιήσουμε.



Εικόνα 60: Κύκλωμα Led

Εδώ έχουμε ένα απλό και βασικό κύκλωμα το οποίο αποτελείται από μία σταθερή dc τάση (V), ένα led το οποίο είναι συνδεδεμένο έτσι ώστε η άνοδος να είναι στο θετικό πόλο και η κάθοδος στον αρνητικό και μία αντίσταση (R). Τα μέρη του κυκλώματος είναι συνδεδεμένα σε σειρά και αυτό σημαίνει ότι διαρρέεται από το ίδιο ρεύμα.

Χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα Fritzing μπορούμε να μετατρέψουμε το ηλεκτρικό κύκλωμα της εικόνας 60 σε ένα άλλο κύκλωμα πιο πρακτικό το οποίο θα είναι εξομοίωση της πραγματικής σύνδεσης.



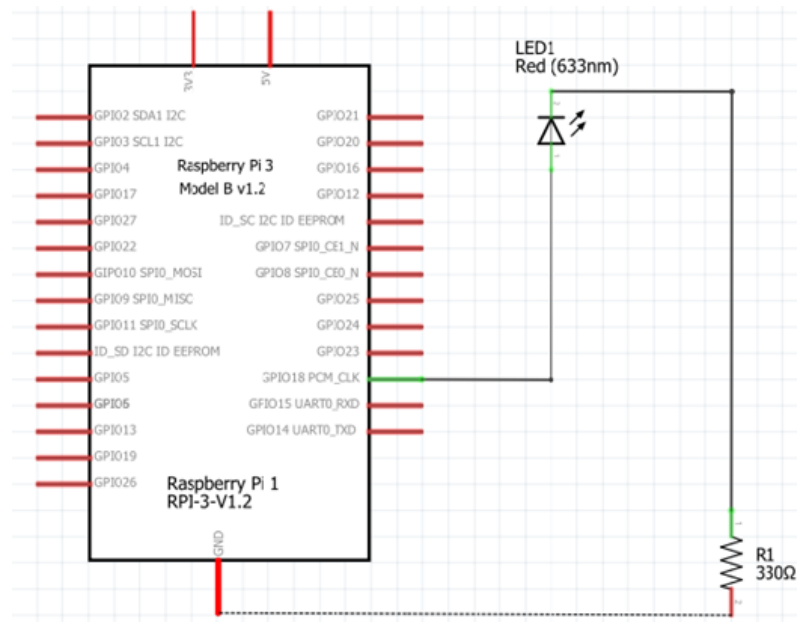
Εικόνα 61: Κύκλωμα Led μέσω Fritzing

Το κύκλωμα της εικόνας 61 περιέχει το Raspberry Pi 3 Model B, μία αντίσταση 330Ω, ένα led και δύο καλώδια. Το πράσινο καλώδιο συνδέει το Pin#12 δηλαδή το GPIO18 με την άνοδο του Led. Ουσιαστικά αυτό που πετυχαίνουμε είναι να δώσουμε τάση στο Led 3,3V. Άρα το GPIO18 παίζει το ρόλο του θετικού πόλου της

τάσης και όσο αυτό είναι ενεργοποιημένο το Led φωτίζει. Στη συνέχεια, η κάθοδος του Led είναι συνδεδεμένη με το ένα άκρο της αντίστασης και το άλλο άκρο της αντίστασης είναι

συνδεδεμένο με το Pin#6 δηλαδή τη γείωση. Έτσι δίνει 0V και όταν απενεργοποιούμε το κύκλωμα το Led παύει να φωτίζει δηλαδή σβήνει. Κλείνοντας, το ρεύμα που διαρρέει το κύκλωμα υπολογίζεται στα 0.01 Ampere. [24, Step 2]

Μέσω του Fritzing, μπορούμε να δούμε και το ηλεκτρονικό σχέδιο του κυκλώματος που δημιουργήσαμε στο πρόγραμμα. Αυτό βλέπουμε στην εικόνα 62.



Εικόνα 62: Ηλεκτρονικό Σχέδιο

Για να γίνουν όλα αυτά στην πράξη χρειάζεται και ο κατάλληλος κώδικας, που θα πρέπει να γράψουμε ώστε όταν δώσουμε τάση να φωτίσει το Led. Παρακάτω σας τον παραθέτουμε:

1. `from gpiozero import LED` # Εισάγουμε τη βιβλιοθήκη gpiozero για το LED.
2. `led = LED(18)` # Τοποθετούμε το led στο GPIO 18.
3. `led.on()` # Ανάβουμε το led.
4. `led.off()` # Σβήνουμε το led. [24, Step 3]

4.3 LED ΠΟΥ ΘΑ ΑΝΑΒΕΙ ΜΕ ΤΟ ΠΑΤΗΜΑ ΕΝΟΣ BUTTON

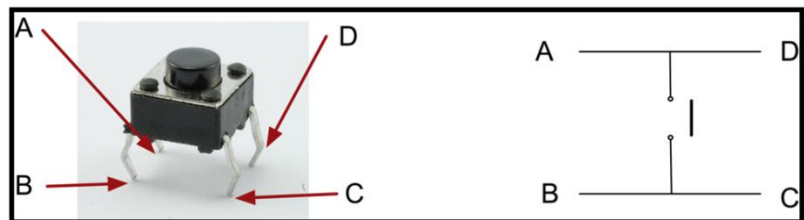
Ας συνεχίσουμε να πειραματιζόμαστε με μια πιο σύνθετη εφαρμογή. Τώρα εκτός από ένα Led θα χρησιμοποιήσουμε και ένα Button. Σκοπός της εφαρμογής αυτής είναι όσο πατάμε το κουμπί το Led να φωτίζει και όταν αφήνουμε το κουμπί το Led να σβήνει. Τι θα χρειαστούμε:

1. Ένα Raspberry Pi 3 Model B.
2. Ένα Breadboard.
3. Ένα Led.
4. Μία αντίσταση 220Ω.
5. Ένα κουμπί (Button).
6. Καλώδια για τη σύνδεση.

Σε σχέση με την προηγούμενη εφαρμογή το καινούργιο εξάρτημα που θα χρειαστούμε είναι ένα κουμπί.



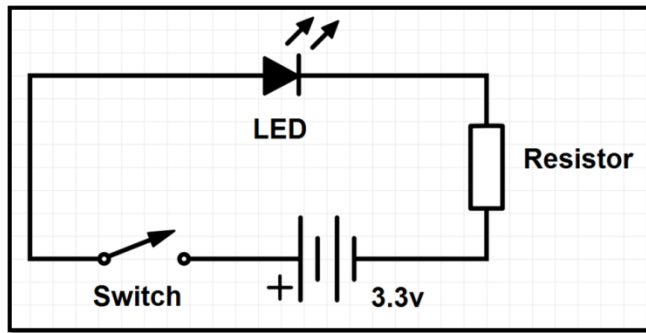
Εικόνα 63α: Button



Εικόνα 63β: Ανάλυση Button

Όπως βλέπουμε στην εικόνα 63β το κουμπί διαθέτει 4 πόδια τα οποία το πάνω αριστερά είναι το A, το κάτω αριστερά το B, το κάτω δεξιά το C και το πάνω δεξιά το D. Στα δεξιά της ίδιας εικόνας βλέπουμε το κυκλωματικό σύμβολο του button καθώς επίσης παρατηρούμε ότι τα πόδια A και D ταυτίζονται. Ομοίως ταυτίζονται και τα πόδια B και C. Έτσι είτε τραβήξουμε κάποιο καλώδιο από το A είτε από το D το αποτέλεσμα θα είναι το ίδιο. Ακριβώς το ίδιο συμβαίνει και με το άλλο ζευγάρι ταύτισης (B και C).

Η συνδεσμολογία του κυκλώματος που θα υλοποιήσουμε φαίνεται στην παρακάτω εικόνα:

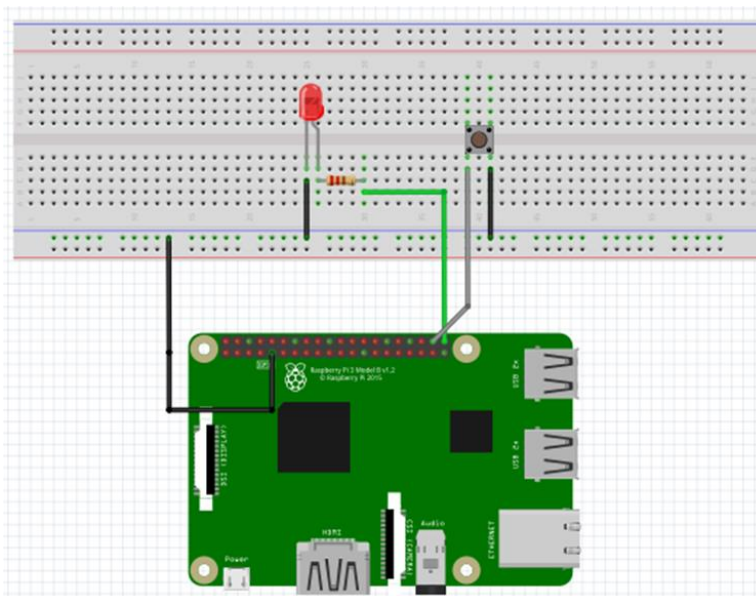


Εικόνα 64: Κύκλωμα Led και Button

Παρατηρούμε ότι στο παραπάνω κύκλωμα έχουμε μία σταθερή τάση 3,3Volt, έναν διακόπτη, ένα Led και μία αντίσταση. Όλα τα στοιχεία είναι συνδεδεμένα σε σειρά οπότε διαρρέονται από το ίδιο ρεύμα. Έτσι, η αντίσταση που χρειαζόμαστε για το Led αφού είναι σε σειρά με την άλλη αντίσταση μπο-

ρούμε να τις ενώσουμε σε μία με τιμή της το άθροισμα των δύο αντιστατών. Άρα το $R_{ολ} = R_{led} + R$.

Χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα Fritzing μπορούμε να μετατρέψουμε το ηλεκτρικό κύκλωμα της εικόνας 64 σε ένα άλλο κύκλωμα πιο πρακτικό το οποίο θα είναι εξομοίωση της πραγματικής σύνδεσης.



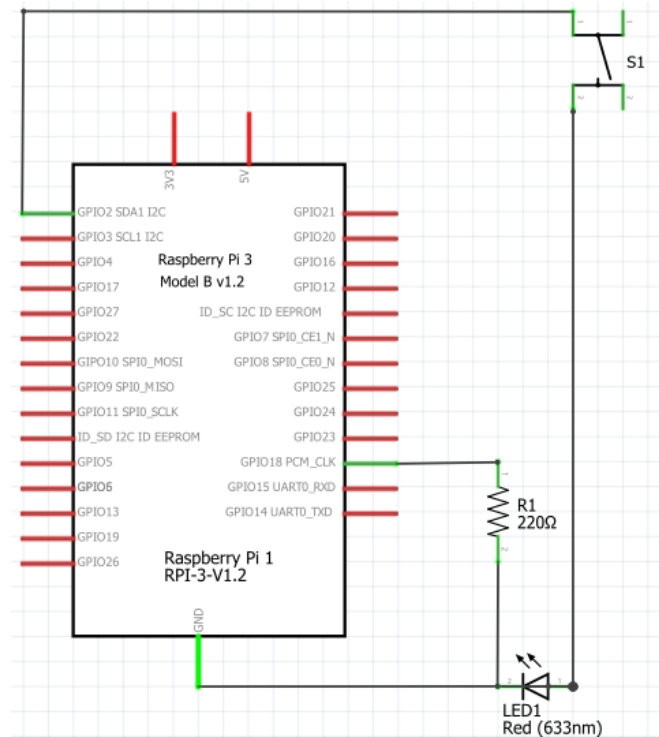
Εικόνα 65: Κύκλωμα Led και Button μέσω Fritzing

Το κύκλωμα της εικόνας 65 περιέχει ένα Raspberry Pi 3 Model B, μία αντίσταση 220Ω, ένα Led, ένα Button, και πέντε καλώδια. Αρχικά, το πρώτο μαύρο καλώδιο συνδέει το Pin#9 που είναι η γείωση του Raspberry με τη γείωση του breadboard. Συνεχίζοντας, παίρνουμε ένα καλώδιο από τη γείωση του breadboard και το συνδέουμε στη κάθοδο του Led, ενώ την άνοδο την ενώνουμε με το ένα

μέρος της αντίστασης. Το άλλο μέρος της αντίστασης συνδέεται με το Pin#40 και το GPIO21 (πράσινο καλώδιο). Το B (κάτω αριστερά) πόδι του Button συνδέεται με το Pin#38 και το GPIO20 (γκρι καλώδιο). Κλείνοντας το D (κάτω δεξιά) πόδι του Button συνδέεται με τη γείωση του breadboard. Τάση παίρνουμε από τον υπολογιστή που τροφοδοτείται από τη πρίζα.

[24, Step 5]

Μέσω του Fritzing, μπορούμε να δούμε και το ηλεκτρονικό σχέδιο του κυκλώματος που δημιουργήσαμε στο πρόγραμμα. Αυτό βλέπουμε στην εικόνα 65.



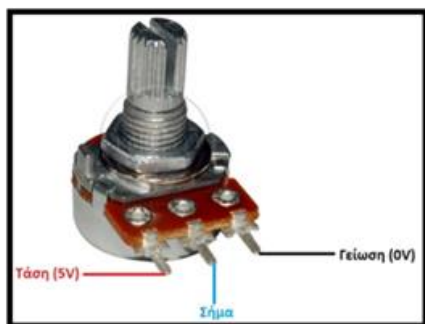
Εικόνα 65: Ηλεκτρονικό Σχέδιο

Για να γίνουν όλα αυτά στην πράξη χρειάζεται και ο κατάλληλος κώδικας, που θα πρέπει να γράψουμε:

1. `from gpiozero import LED, Button` # Εισάγουμε τη βιβλιοθήκη gpiozero για το LED και το Button.
 2. `from time import sleep` # Εισάγουμε τη βιβλιοθήκη time για το sleep, το οποίο δηλώνει χρόνο.
 3. `led = LED(18)` # Τοποθετούμε το led στο GPIO18.
 4. `button = Button(2)` # Τοποθετούμε το Button στο GPIO2.
 5. `button.wait_for_press()` # Όταν πατάμε το κουμπί να ανάβει το led.
 6. `led.on()`
 7. `sleep(5)`
 8. `led.off()`
- [24, Step 6] } # Ανάβει το led και μετά από 5 δευτερόλεπτα σβήνει.

4.4 LED ΠΟΥ ΘΑ ΡΥΘΜΙΖΕΤΑΙ Η ΦΩΤΕΙΝΟΤΗΤΑ ΤΟΥ ΑΠΟ ΕΝΑ ΠΟΤΕΝΣΙΟΜΕΤΡΟ

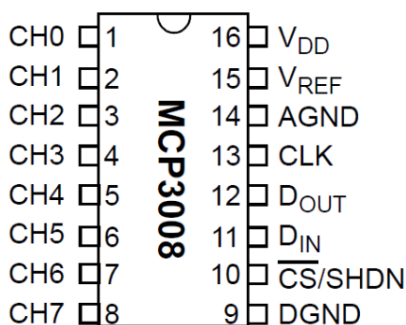
Τρίτο παράδειγμα που θα μελετήσουμε είναι ένα Led το οποίο θα ρυθμίζεται η φωτεινότητα του από ένα ποτενσιόμετρο. Το καινούργιο εξάρτημα που καλούμαστε να μάθουμε είναι το ποτενσιόμετρο.



Εικόνα 66: Ποτενσιόμετρο

Όπως βλέπουμε και στην εικόνα 66 το ποτενσιόμετρο αποτελείται από 3 πόδια. Το αριστερό πόδι δίνει τάση 5V, το μεσαίο πόδι συνδέεται με το σήμα και το δεξί πόδι συνδέεται με τη γείωση.

Ωστόσο, πρέπει να προσέξουμε ένα πολύ βασικό πράγμα. Το ποτενσιόμετρο συνδέεται σε αναλογικά Pins. Όμως το Raspberry Pi 3 Model B διαθέτει μόνο ψηφιακά GPIO Pins. Αυτό προκαλεί πρόβλημα. Για αυτό το λόγο στο συγκεκριμένο παράδειγμα θα χρησιμοποιήσουμε άλλο ένα πολύ βασικό εξάρτημα. Αυτό δεν είναι άλλο από το **MCP3008**. Τι είναι όμως το MCP3008;



Εικόνα 67

Πρόκειται για έναν μετατροπέα από αναλογικό σήμα σε ψηφιακό (ADC). Κάνει την ίδια δουλειά με το Arduino Uno και με τα 8 κανάλια που διαθέτει (CH0...CH7) μπορεί να διαβάσει εύκολα μερικά αναλογικά σήματα από το Raspberry Pi. Το chip αυτό είναι ιδανικό για διάβασμα απλών αναλογικών σημάτων όπως αισθητήρα θερμοκρασίας ή φωτεινότητας. [25]

Το MCP3008 επικοινωνεί με το Raspberry Pi χρησιμοποιώντας SPI σειριακή επικοινωνία. Για την επικοινωνία μπορείς να χρησιμοποιήσεις είτε hardware SPI είτε οποιαδήποτε τέσσερα GPIO Pins και software SPI επικοινωνία. Το software SPI είναι περισσότερο εύχρηστο διότι μπορείς να εργαστείς με οποιαδήποτε GPIO Pins αλλά δεν είναι τόσο γρήγορο όσο το hardware SPI. Συνιστάται το software SPI διότι είναι πιο εύκολο στην εγκατάσταση. [25]

Πριν συνδέσουμε το MCP3008 με το Raspberry Pi είναι αναγκαίο να τοποθετήσουμε πρώτα το MCP3008 στο breadboard. Θέλει ιδιαίτερη προσοχή πως θα τοποθετήσουμε το MCP3008 στο breadboard. Το "σώμα" του MCP3008 πρέπει να είναι στο κενό χώρο του breadboard και οι ακροδέκτες του να εφάπτονται δεξιά και αριστερά στις οπές για να μπορέσουμε να τοποθετήσουμε τα καλώδια που θα συνδεθούν στο Raspberry Pi. Επίσης για να είμαστε σίγουροι πώς ξεκινά η αρίθμηση των ακροδεκτών του MCP3008 και γενικά το χαρακτηριστικό του κάθε ακροδέκτη, όταν τοποθετήσουμε το εξάρτημα στο breadboard θα πρέπει ο κύκλος που υπάρχει πάνω στο εξάρτημα να είναι μπροστά από τους υπόλοιπους ακροδέκτες. [25]

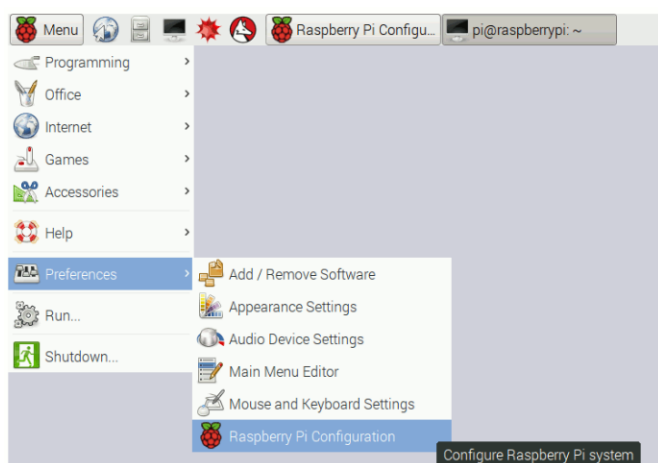


Εικόνα 68

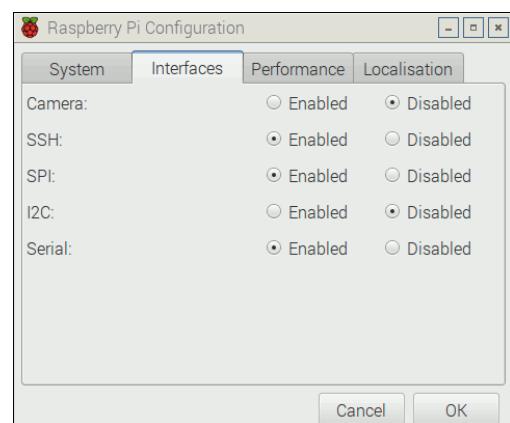
Η σωστή τοποθέτηση του MCP3008 φαίνεται στην διπλανή εικόνα (εικόνα 68).

Όμως για να μπορέσουμε να κάνουμε οτιδήποτε με το MCP3008 πρέπει να ενεργοποιήσουμε το SPI στο περιβάλλον του Raspberry. Έτσι ο πιο εύκολος και γρήγορος τρόπος είναι η ενεργοποίηση χρησιμοποιώντας ρυθμίσεις στο Raspberry Pi. Τα βήματα που πρέπει να ακολουθήσουμε είναι τα ακόλουθα: Menu > Preferences > Raspberry Pi Configuration.

Σχηματικά:



Εικόνα 69



Εικόνα 70

[26]

Μόλις κάνουμε τα παραπάνω βήματα (εικόνα 69) το μόνο πράγμα που χρειάζεται να κάνουμε είναι να επιλέξουμε την επιλογή Interfaces και να ενεργοποιήσουμε το SPI, το SSH και το Serial (εικόνα 70). Μετά το μόνο που έχουμε να κάνουμε είναι να πατήσουμε OK και να βγούμε. Οι αλλαγές ολοκληρώθηκαν.

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

Σύμφωνα με την εικόνα 67:

- Ο 16^{ος} ακροδέκτης V_{DD} συνδέεται με τον ακροδέκτη που δίνει τάση 3,3V στο Raspberry Pi.
- Ο 15^{ος} ακροδέκτης V_{REF} συνδέεται με τον ακροδέκτη που δίνει τάση 3,3V στο Raspberry Pi.
- Ο 14^{ος} ακροδέκτης AGND συνδέεται με τον ακροδέκτη γείωσης του Raspberry Pi.
- Ο 9^{ος} ακροδέκτης DGND συνδέεται με τον ακροδέκτη γείωσης του Raspberry Pi.
- Ο 13^{ος} ακροδέκτης CLK συνδέεται με το Pin 23 του Raspberry Pi.
- Ο 12^{ος} ακροδέκτης D_{OUT} συνδέεται με το Pin 21 του Raspberry Pi.
- Ο 11^{ος} ακροδέκτης D_{IN} συνδέεται με το Pin 19 του Raspberry Pi.
- Ο 10^{ος} ακροδέκτης CS/SHDN συνδέεται με το Pin 24 του Raspberry Pi. [25]

Να επισημάνουμε ότι μπορούμε να συνδέσουμε τους ακροδέκτες CLK, D_{OUT} , D_{IN} , και CS/SHDN του MCP3008 σε οποιοδήποτε άλλο ελεύθερο ψηφιακό GPIO Pin του Raspberry Pi. [25]

Από την άλλη μεριά, για όσους επιθυμούν να ακολουθήσουν τη hardware SPI επικοινωνία θα πρέπει πρώτα να κατεβάσουν ορισμένες βιβλιοθήκες. Οι συνδέσεις που πρέπει να γίνουν είναι οι ακόλουθες:

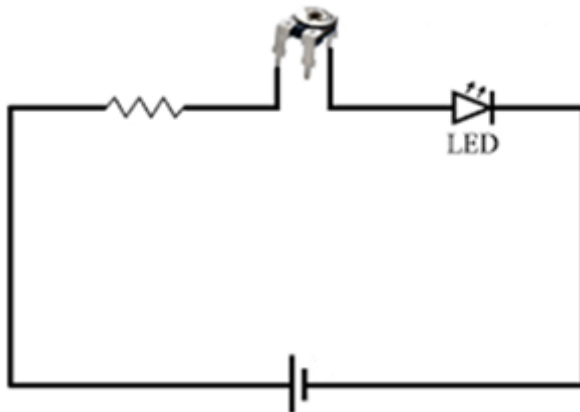
- Ο 16^{ος} ακροδέκτης V_{DD} συνδέεται με τον ακροδέκτη που δίνει τάση 3,3V στο Raspberry Pi.
- Ο 15^{ος} ακροδέκτης V_{REF} συνδέεται με τον ακροδέκτη που δίνει τάση 3,3V στο Raspberry Pi.
- Ο 14^{ος} ακροδέκτης AGND συνδέεται με τον ακροδέκτη γείωσης του Raspberry Pi.
- Ο 9^{ος} ακροδέκτης DGND συνδέεται με τον ακροδέκτη γείωσης του Raspberry Pi.

- Ο 13^{ος} ακροδέκτης CLK συνδέεται με έναν ακροδέκτη τύπου SCLK του Raspberry Pi.
- Ο 12^{ος} ακροδέκτης D_{OUT} συνδέεται με έναν ακροδέκτη τύπου MISO του Raspberry Pi.
- Ο 11^{ος} ακροδέκτης D_{IN} συνδέεται με έναν ακροδέκτη τύπου MOSI του Raspberry Pi.
- Ο 10^{ος} ακροδέκτης CS/SHDN συνδέεται με έναν ακροδέκτη τύπου CEO του Raspberry Pi. [25]

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

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

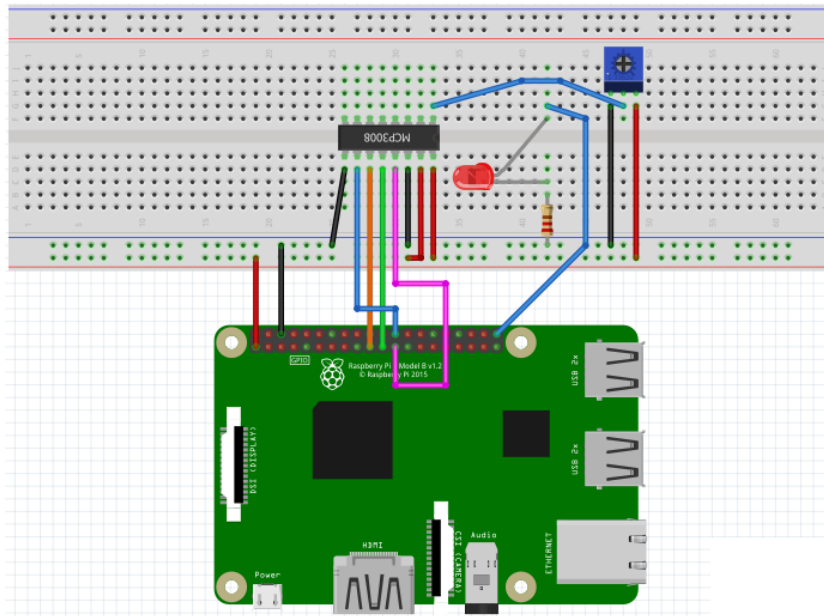
Όπως είδαμε και στην εικόνα 66 το ποτενσιόμετρο είναι ένα εξάρτημα το οποίο διαθέτει τρία πόδια. Ένα για τάση, ένα για σήμα και ένα για γείωση. Στη παρακάτω εικόνα θα δούμε τη συνδεσμολογία του κυκλώματος:



Εικόνα 71: Κύκλωμα ποτενσιόμετρο και led

Πρόκειται για ένα κύκλωμα το οποίο αποτελείται από μία αντίσταση 220Ω, ένα ποτενσιόμετρο, ένα led και μία πηγή 3,3V. Όπως βλέπουμε, το αριστερό πόδι του ποτενσιόμετρου συνδέεται με την αντίσταση, το δεξί πόδι με το led, το άλλο πόδι της αντίστασης με την τροφοδοσία και το άλλο πόδι του led με τη τροφοδοσία.

Χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα Fritzing μπορούμε να μετατρέψουμε το ηλεκτρικό κύκλωμα της εικόνας 71 σε ένα άλλο κύκλωμα πιο πρακτικό το οποίο θα είναι εξομοίωση της πραγματικής σύνδεσης.



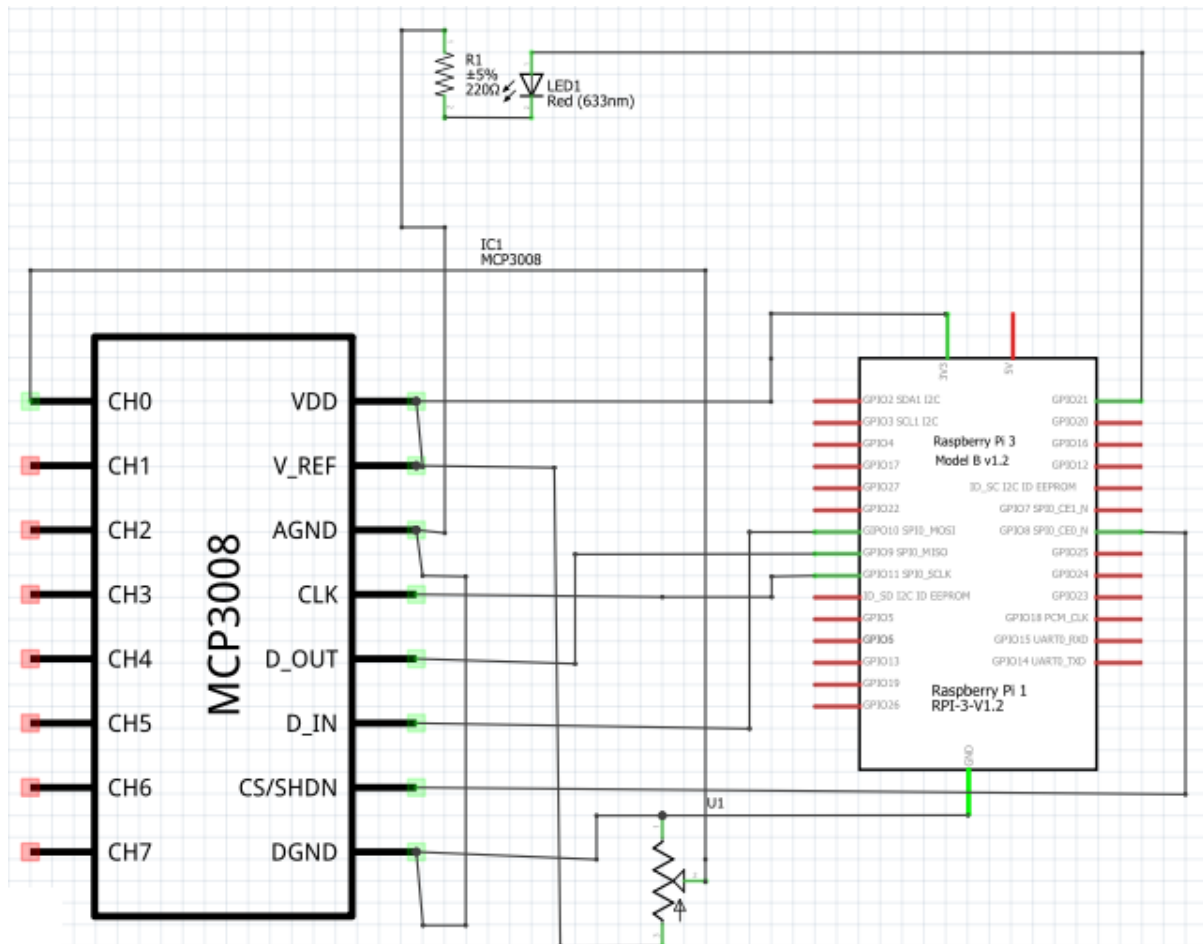
Εικόνα 72: Κύκλωμα ποτενσιόμετρο και led μέσω fritzing

Όπως βλέπουμε στην εικόνα 72 (από αριστερά προς δεξιά) συνδέουμε το Pin#1 (3,3V) του Raspberry Pi με τη τάση του breadboard. Ακόμα, συνδέουμε το Pin#6 (γείωση) του Raspberry Pi με τη γείωση του breadboard. Όσο αναφορά τις συνδέσεις του MCP3008 με το Raspberry Pi:

- Ο 16^{ος} ακροδέκτης V_{DD} συνδέεται με τον ακροδέκτη που δίνει τάση 3,3V στο Raspberry Pi (κόκκινο καλώδιο).
- Ο 15^{ος} ακροδέκτης V_{REF} συνδέεται με τον ακροδέκτη που δίνει τάση 3,3V στο Raspberry Pi (κόκκινο καλώδιο).
- Ο 14^{ος} ακροδέκτης AGND συνδέεται με τον ακροδέκτη γείωσης του Raspberry Pi (μαύρο καλώδιο).
- Ο 9^{ος} ακροδέκτης DGND συνδέεται με τον ακροδέκτη γείωσης του Raspberry Pi (μαύρο καλώδιο).
- Ο 13^{ος} ακροδέκτης CLK συνδέεται με το Pin#23 του Raspberry Pi (ροζ καλώδιο).
- Ο 12^{ος} ακροδέκτης D_{OUT} συνδέεται με το Pin#21 του Raspberry Pi (πράσινο καλώδιο).
- Ο 11^{ος} ακροδέκτης D_{IN} συνδέεται με το Pin#19 του Raspberry Pi (πορτοκαλί καλώδιο).
- Ο 10^{ος} ακροδέκτης CS/SHDN συνδέεται με το Pin#24 του Raspberry Pi (γαλάζιο καλώδιο).

Επιπλέον, η κάθοδος του led συνδέεται με το ένα πόδι της αντίστασης, ενώ το άλλο πόδι της αντίστασης συνδέεται με τη γείωση του breadboard. Από την άλλη, η άνοδος του led συνδέεται με Pin#40 του Raspberry Pi (γαλάζιο καλώδιο). Για το ποτενσιόμετρο, το αριστερό πόδι συνδέεται με τη γείωση του breadboard (μαύρο καλώδιο), το μεσαίο πόδι συνδέεται με το Channel 0 του MCP3008 ώστε να γίνει η μετατροπή από αναλογικό σήμα σε ψηφιακό (γαλάζιο καλώδιο). Τέλος, το δεξί πόδι συνδέεται με τη τάση του breadboard (κόκκινο καλώδιο). [27]

Μέσω του Fritzing, μπορούμε να δούμε και το ηλεκτρονικό σχέδιο του κυκλώματος που δημιουργήσαμε στο πρόγραμμα. Αυτό βλέπουμε στην εικόνα 73.



Εικόνα 73: Ηλεκτρονικό Σχέδιο

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

1. `from gpiozero import MCP3008`
2. `from gpiozero import PWMLED`
3. `pot = MCP3008(0)`
4. `led = PWMLED(21)`
5. `led.source = pot.values [27]`

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

Menu > Programming > Python 3 (IDLE) [27]

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

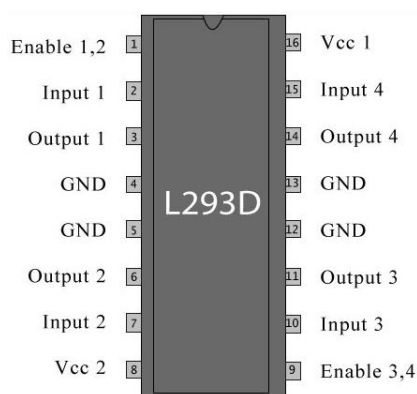
1. Εισάγουμε τη βιβλιοθήκη `gpiozero` για το `MCP3008`.
2. Εισάγουμε τη βιβλιοθήκη `gpiozero` για το `PWMLED`. (Το `PWMLED` μας επιτρέπει να ελέγχουμε τη φωτεινότητα του Led).
3. Τοποθετούμε το `MCP3008` στη μεταβλητή `pot`. Το `MCP3008` έχει 8 κανάλια αλλά η αρίθμηση ξεκινάει από το 0-7. Για αυτό το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

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

Πρέπει να προσέξουμε ότι άλλο είναι το `GPIO21` και άλλο το `Pin#21!` [27]

4.5 ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ DC ΚΙΝΗΤΗΡΑ ΓΙΑ ΔΕΞΙΟΣΤΡΟΦΗ ΚΑΙ ΑΡΙΣΤΕΡΟΣΤΡΟΦΗ ΚΙΝΗΣΗ

Τέταρτο και πιο σύνθετο παράδειγμα είναι η ενεργοποίηση DC κινητήρα για δεξιόστροφη και αριστερόστροφη κίνηση. Τα εξαρτήματα που θα χρειαστούμε είναι πάνω κάτω γνωστά και ίδια με αυτά που έχουμε χρησιμοποιήσει στα προηγούμενα τρία παραδείγματα. Η μόνη διαφορά είναι η χρησιμοποίηση ενός καινούργιου εξαρτήματος, του L293D. Ποία είναι όμως η χρησιμότητά του; Τι είναι το L293D;



Εικόνα 74: L293D

Το L293D είναι ένας οδηγός κινητήρων με ενσωματωμένο κύκλωμα. Οι οδηγοί κινητήρων λειτουργούν ως ενισχυτές ρεύματος αφού λαμβάνουν ένα σήμα ελέγχου χαμηλού ρεύματος και παρέχουν σήμα υψηλότερου ρεύματος. Αυτό το σήμα υψηλότερου ρεύματος χρησιμοποιείται για την οδήγηση των κινητήρων. Το L293D περιέχει δύο γέφυρες Η. Έχουμε τη δυνατότητα να συνδέσουμε δυο DC κινητήρες, στους οποίους μπορούμε να ελέγξουμε τη φορά με την οποία θα γυρίσουν. [28]

Τα καλώδια του κινητήρα, τα συνδέουμε στα pins#3 και #6, τα οποία είναι τα Outputs. Στη συνέχεια συνδέουμε, το pin#1 (Enable1,2) και τα pins#2 και #7 (Inputs) στα GPIO του Raspberry Pi. Τέλος, συνδέουμε τις γειώσεις στα GROUND και την τάση Vcc (Pin 8) στο 3V3 του Raspberry Pi. Με λογικές εισόδους 00 ή 11 ο κινητήρας θα σταματήσει να γυρνάει. Με λογικές εισόδους 01 ή 10 ο κινητήρα θα περιστρέφεται δεξιόστροφα ή αριστερόστροφα αντίστοιχα. Για να ξεκινήσουν να λειτουργούν οι κινητήρες θα πρέπει να είναι ενεργοποιημένα τα Pin#1 και Pin#9. Όταν μία είσοδος Enable είναι High δηλαδή ενεργοποιημένη ο συνδεδεμένος οδηγός ενεργοποιείται. Αυτό έχει σαν αποτέλεσμα οι έξοδοι να γίνονται ενεργοί και να δουλεύουν όπως και οι εισοδοί. Ομοίως, όταν οι Enable εισοδοί είναι Low δηλαδή απενεργοποιημένοι, τότε ο οδηγός είναι απενεργοποιημένος και οι έξοδοί τους είναι απενεργοποιημένοι ακόμα και στην ενεργοποιημένη κατάσταση. [28]

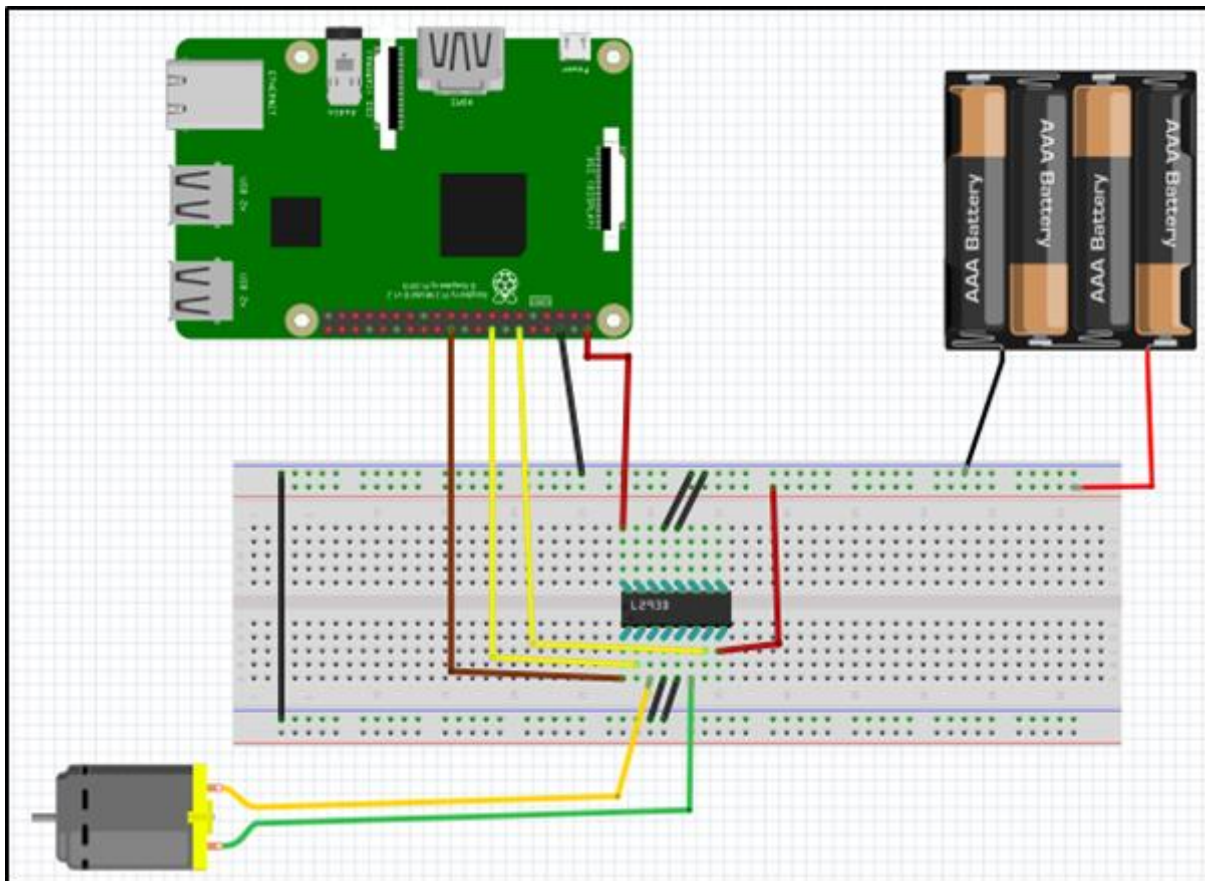
Στην εικόνα 74 βλέπουμε το L293D το οποίο έχει 16 ακροδέκτες. Στη συνέχεια θα αναλύσουμε τους ακροδέκτες αυτούς:

1. Το Pin#1 ονομάζεται Enable 1,2 και έχει σαν χαρακτηριστικό την ενεργοποίηση του 1^{ου} κινητήρα.
2. Το Pin#2 ονομάζεται Input 1 και είναι η 1^η είσοδος για τον 1^ο κινητήρα.
3. Το Pin#3 ονομάζεται Output 1 και είναι η 1^η έξοδος για τον 1^ο κινητήρα.
4. Τα Pin#4 και Pin#5 ονομάζονται Ground και είναι οι γειώσεις.
5. Το Pin#6 ονομάζεται Output 2 και είναι η 2^η έξοδος για τον 1^ο κινητήρα.
6. Το Pin#7 ονομάζεται Input 2 και είναι η 2^η είσοδος για τον 1^ο κινητήρα.
7. Το Pin#8 ονομάζεται V_{CC2} και δίνει επιπλέον τάση για τους κινητήρες. Η τάση αυτή είναι από 9 έως 12V.
8. Το Pin#9 ονομάζεται Enable 3,4 και έχει σαν χαρακτηριστικό την ενεργοποίηση του 2^{ου} κινητήρα.
9. Το Pin#10 ονομάζεται Input 3 και είναι η 1^η είσοδος για τον 1^ο κινητήρα.
10. Το Pin#11 ονομάζεται Output 3 και είναι η 1^η έξοδος για τον 1^ο κινητήρα.
11. Τα Pin#12 και Pin#13 ονομάζονται Ground και είναι οι γειώσεις.
12. Το Pin#14 ονομάζεται Output 4 και είναι η 2^η έξοδος για τον 1^ο κινητήρα.
13. Το Pin#15 ονομάζεται Input 4 και είναι η 2^η είσοδος για τον 1^ο κινητήρα.
14. Το Pin#16 ονομάζεται V_{CC1} και δίνει επιπλέον τάση για τους κινητήρες. Η τάση αυτή είναι 5V. [28]

Αφού μελετήσαμε κάποια βασικά στοιχεία για το L293D είμαστε έτοιμοι να ξεκινήσουμε την εφαρμογή μας. Τα εξαρτήματα που θα χρειαστούμε είναι:

1. Raspberry Pi 3 Model B.
2. Ένα Breadboard.
3. 4 x AAA Μπαταρίες.
4. Ένα L293D.
5. Ένας DC Κινητήρας.
6. Καλώδια για τη σύνδεση.

Χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα Fritzing μπορούμε να υλοποιήσουμε το ηλεκτρολογικό κύκλωμα σε μία προσομοίωση για να δούμε τις συνδέσεις που χρειάζονται να γίνουν για να λειτουργήσει το κύκλωμα. Το σχέδιο αυτό φαίνεται στην παρακάτω εικόνα:



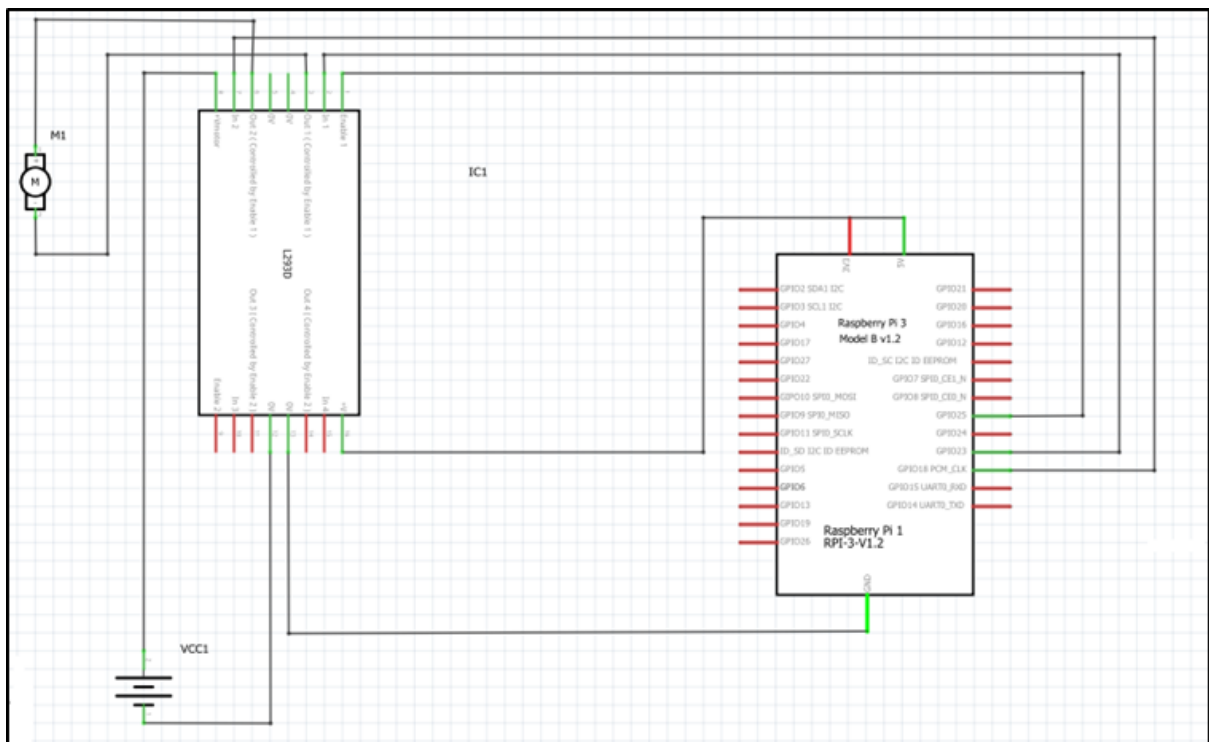
Εικόνα 75: Κύκλωμα DC Κινητήρα μέσω Fritzing

Πρόκειται για ένα κύκλωμα που περιέχει τέσσερις μπαταρίες, ένα Raspberry Pi, ένα Breadboard, ένα DC Κινητήρα και καλώδια. Τα μαύρα καλώδια αναπαριστούν τις συνδέσεις που γίνονται για γειώσεις, τα κόκκινα καλώδια για τάσεις, τα δύο κίτρινα καλώδια και το καφέ για τις συνδέσεις του L293D με το Raspberry, ενώ το πράσινο και το κίτρινο καλώδιο αναπαριστούν τις συνδέσεις μεταξύ του L293D και του κινητήρα.

Πιο αναλυτικά, στο παράδειγμα μας συνδέουμε το καφέ καλώδιο το Pin#1 του L293D (Enable 1,2) με το GPIO 26 του Raspberry Pi. Με το αριστερά κίτρινο καλώδιο συνδέουμε το Pin#2 του L293D (Input 1) με το GPIO23 του Raspberry Pi, ενώ με το δεξιά κίτρινο καλώδιο συνδέουμε το Pin#7 (Input 2) με το GPIO18 του Raspberry Pi. Με το ένα κόκκινο καλώδιο συνδέουμε το Pin#16 του L293D (VCC1) με τη τάση 5V του Raspberry Pi, ενώ με το άλλο κόκκινο καλώδιο συνδέουμε το Pin#8 του L293D (VCC2) με τη τάση του breadboard. Τα τέσσερα μαύρα καλώδια συνδέουμε τα Pin#4, #5, #12, #13 του L293D με τις γειώσεις του

breadboard και παίρνουμε άλλο ένα καλώδιο γείωσης (μαύρο χρώμα) από το Pin#6 του Raspberry και το συνδέουμε με τη γείωση του breadboard. Ακόμα, συνδέουμε τον αρνητικό πόλο της μπαταρίας (μαύρο χρώμα) με τη γείωση του breadboard και το θετικό πόλο της μπαταρίας (κόκκινο χρώμα) με τη τάση του breadboard. Κλείνοντας, με το πράσινο καλώδιο συνδέουμε το Pin#6 (Output 2) του L293D με το ένα πόλο του DC Κινητήρα, ενώ με το κίτρινο καλώδιο συνδέουμε το Pin#3 (Output 1) του L293D με τον άλλο πόλο του DC Κινητήρα. [29]

Μέσω του Fritzing, μπορούμε να δούμε και το ηλεκτρονικό σχέδιο του κυκλώματος που δημιουργήσαμε στο πρόγραμμα. Αυτό βλέπουμε στην εικόνα 76.



Εικόνα 76: Ηλεκτρονικό Σχέδιο

Για να γίνουν όλα αυτά στην πράξη χρειάζεται και ο κατάλληλος κώδικας, που θα πρέπει να γράψουμε ώστε ο κινητήρας να αλλάζει φορά κίνησης. Ο κώδικας αυτός βρίσκεται παρακάτω:

1. `import RPi.GPIO as GPIO`
2. `from time import sleep`
3. `GPIO.setmode(GPIO.BOARD)`

```
4. MotorA = 16 # Input Pin Αριστερόστροφα
5. MotorB = 18 # Input Pin Δεξιόστροφα
6. MotorE = 22 # Enable Pin
7. GPIO.setup(MotorA,GPIO.OUT)
8. GPIO.setup(MotorB,GPIO.OUT)
9. GPIO.setup(MotorE,GPIO.OUT)
10. print "FORWARD MOTION"
11. GPIO.output(MotorA,GPIO.HIGH)
12. GPIO.output(MotorB,GPIO.LOW)
13. GPIO.output(MotorE,GPIO.HIGH)
14. sleep(5)
15. print "BACKWARD MOTION"
16. GPIO.output(MotorA,GPIO.LOW)
17. GPIO.output(MotorB,GPIO.HIGH)
18. GPIO.output(MotorE,GPIO.HIGH)
19. sleep(5)
20. print "STOP"
21. GPIO.output(MotorE,GPIO.LOW)
22. GPIO.cleanup() [29]
```

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

- 1) Εισάγουμε μια μονάδα μέτρησης που λέγεται RPi.GPIO. Αυτή χειρίζεται την ενεργοποίηση και την απενεργοποίηση των GPIO Pins.
- 2) Εισάγουμε τη βιβλιοθήκη time για το sleep, το οποίο δηλώνει χρόνο.
- 3) Η setmode είναι μια συνάρτηση που λέει στο RPi.GPIO, να χρησιμοποιήσει στην αρίθμηση τα pins του Raspberry Pi. Δηλαδή παίρνουμε τον αριθμό 22 (που αντιστοιχεί στο pin) και όχι τον αριθμό 25 (που αντιστοιχεί στο GPIO)

Πχ. Gpio 25–Pin 22 > L293D–Pin 1

Gpio 24–Pin 18 > L293D–Pin 2

Gpio 23–Pin 16 > L293D–Pin 7

4, 5, 6) Δηλώνουμε τον κινητήρα για αριστερόστροφη κίνηση (MotorA), δεξιόστροφη κίνηση (MotorB) και στο pin Enable, το οποίο είναι για την ενεργοποίηση του κινητήρα.

7, 8, 9) Ρυθμίζουμε τα pins του κινητήρα σε Outputs.

10) Θα μας δείξει στην οθόνη το "FORWARD MOTION".

11, 12, 13) Ενώ έχουμε ρυθμίσει τα pins του κινητήρα σε outputs, εδώ τους δίνουμε τιμή για την εκκίνηση τους, (Στο παράδειγμα αυτό αριστερόστροφη κίνηση) βάζοντας HIGH στο MotorA και LOW στο MotorB. Επίσης, για να λειτουργήσει ο κινητήρας, πρέπει να βάλουμε HIGH στο ENABLE.

14) Το sleep δείχνει ότι ο κινητήρας, αφού ξεκινήσει γυρνάει αριστερόστροφα, και μετά από 5 δευτερόλεπτα θα σταματήσει.

15) Θα μας δείξει στην οθόνη το "BACKWARD MOTION"

16, 17, 18) Αυτό είναι ένα ίδιο βήμα όπως και στις γραμμές 11, 12, 13, με τη διαφορά ότι τώρα θα βάλουμε LOW στο MotorA και HIGH στο MotorB, για να ξεκινήσει η δεξιόστροφη κίνηση. Το ENABLE pin θα παραμείνει HIGH.

19) Το sleep δείχνει ότι ο κινητήρας, αφού ξεκινήσει γυρνάει δεξιόστροφα, και μετά από 5 δευτερόλεπτα θα σταματήσει.

20) Θα μας δείξει στην οθόνη το "STOP"

21) Εδώ δηλώνουμε το pin ENABLE σε LOW. Έτσι ο κινητήρας σταματάει να λειτουργεί.

22) Τέλος, η εντολή GPIO.cleanup(), μπαίνει πάντα στο τέλος του κώδικα και η χρησιμότητά της είναι ότι καθαρίζει όλες τις θύρες που έχουμε χρησιμοποιήσει για το παραπάνω πρόγραμμά μας. [29]

4.6 ΑΝΙΧΝΕΥΣΗ ΑΠΟΣΤΑΣΗΣ ΣΤΟ RASPBERRY ME TO HC-SR04

Πέμπτο παράδειγμα που θα υλοποιήσουμε είναι η ανίχνευση απόστασης στο Raspberry Pi με το HC-SR04. Για την υλοποίηση του project δεν απαιτούνται πολλά εξαρτήματα, τα περισσότερα από αυτά τα έχουμε συναντήσει και στα προηγούμενα παραδείγματα. Το μόνο εξάρτημα που δεν έχουμε συζητήσει καθόλου και μας είναι σχετικά άγνωστο είναι το HC-SR04. Τί είναι το εξάρτημα αυτό;



Εικόνα 77: HC-SR04

Όπως βλέπουμε στην εικόνα 77 πρόκειται για έναν υπερηχητικό αισθητήρα που χρησιμοποιεί σόναρ για να βρίσκει την απόσταση ενός αντικειμένου. Προσφέρει εξαιρετική ανίχνευση εύρους χωρίς επαφή με υψηλή ακρίβεια και

σταθερές αναγνώσεις. Ανιχνεύει από 2cm έως 400cm (4 μέτρα), ενώ η λειτουργία του δεν επηρεάζεται από το φως του ήλιου ή από μαύρου χρώματος υλικού. Η λειτουργία του είναι χαρακτηριστική όπως αυτή του πομπού και του δέκτη. [30]

Η βασική του αρχή είναι:

1. Η χρησιμοποίηση ενεργοποιητή εισόδου/εξόδου για τουλάχιστον δέκα σήματα υψηλού επιπέδου.
2. Η μονάδα στέλνει αυτόματα οκτώ σήματα των 40kHz και ανιχνεύει αν υπάρχει σήμα παλμού πίσω.
3. Απόσταση δοκιμής = (χρόνος υψηλού επιπέδου * ταχύτητα ήχου (340m/s))/2.

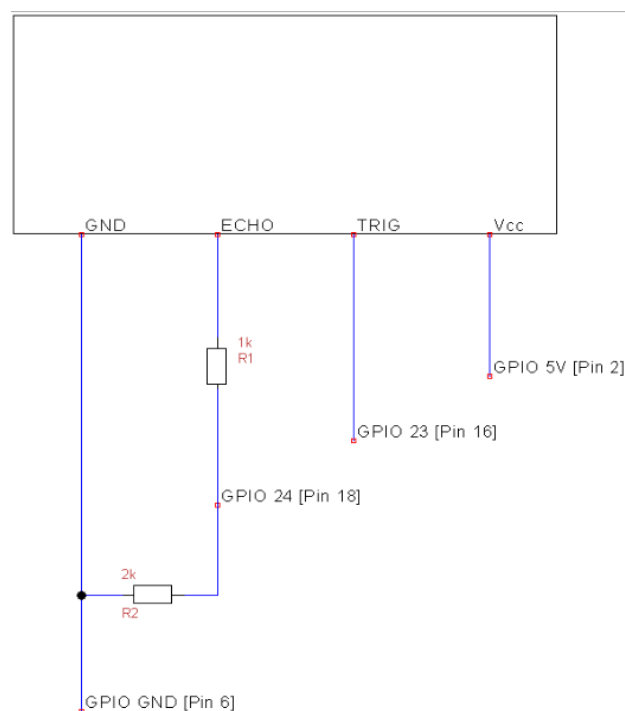
Ακόμα, το HC-SR04 διαθέτει 4 Pins. Το πρώτο αριστερά είναι το Pin V_{CC} όπου στο Pin αυτό συνδέουμε τάση (5V), το αμέσως επόμενο είναι το Pin Trig (Trigger) στο οποίο ο αισθητήρας δέχεται σήμα όπως ένας δέκτης (Input), δεξιά του είναι το Pin Echo στο οποίο ο αισθητήρας δίνει σήμα όπως ένας πομπός (Output) και τέλος το Pin GND, στο οποίο συνδέουμε την γείωση του κυκλώματος. Ορισμένα χαρακτηριστικά του εξαρτήματος είναι ότι για να λειτουργήσει χρειάζεται σταθερή τάση 5V, το ρεύμα που χρειάζεται είναι μέχρι 15mA, δουλεύει σε συχνότητα 40Hz, ανιχνεύει από 2cm έως 4m, έχει γωνία μέτρησης 15°, ακρίβεια 0,3cm και έχει διαστάσεις 45mm*20mm*15mm. Ωστόσο, πρέπει να γνωρίζουμε ότι δεν συνιστάται το HC-SR04 να συνδέεται απευθείας στο κύκλωμα, αλλά αν συνδεθεί απευθείας θα πρέπει πρώ-

τα να συνδέσουμε τη γείωση, διαφορετικά θα επηρεάσει τη λειτουργία του εξαρτήματος. Επίσης κατά τη δοκιμή αντικειμένων το εύρος περιοχής δεν θα πρέπει να είναι μικρότερο από 0,5 τετραγωνικά μέτρα, ώστε να μην έχουμε πρόβλημα με το αποτέλεσμα των μετρήσεων. [31]

Αφού μελετήσαμε το HC-SR04 είμαστε έτοιμοι να ξεκινήσουμε την εφαρμογή μας. Τα εξαρτήματα που θα χρειαστούμε είναι:

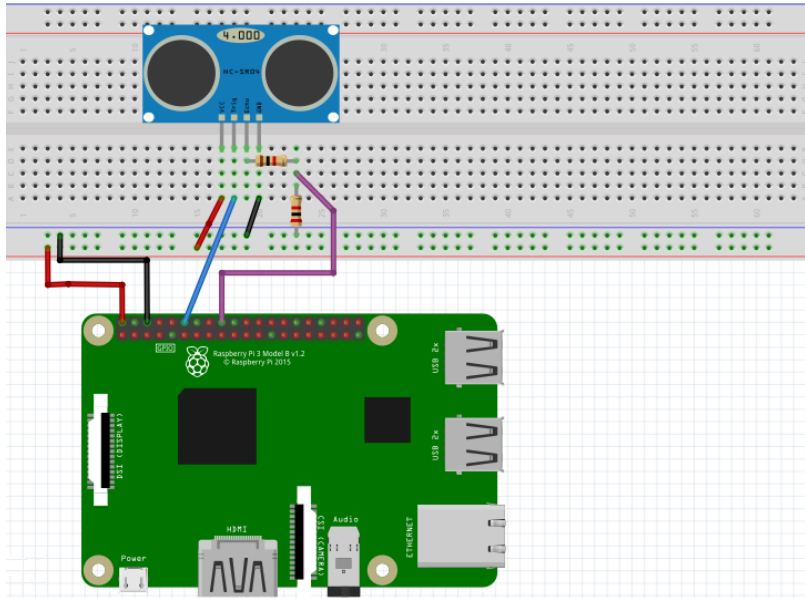
1. Ένα Raspberry Pi 3 Model B.
2. Ένα Breadboard.
3. Ένα HC-SR04.
4. Μία αντίσταση 1kΩ, Μία αντίσταση 2kΩ.
5. Καλώδια για τη σύνδεση.

Η συνδεσμολογία του κυκλώματος που θα υλοποιήσουμε φαίνεται στην παρακάτω εικόνα:



Εικόνα 78: Κύκλωμα HC-SR04

Χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα Fritzing μπορούμε να μετατρέψουμε το ηλεκτρικό κύκλωμα της εικόνας 78 σε ένα άλλο κύκλωμα πιο πρακτικό το οποίο θα είναι εξομοίωση της πραγματικής σύνδεσης.

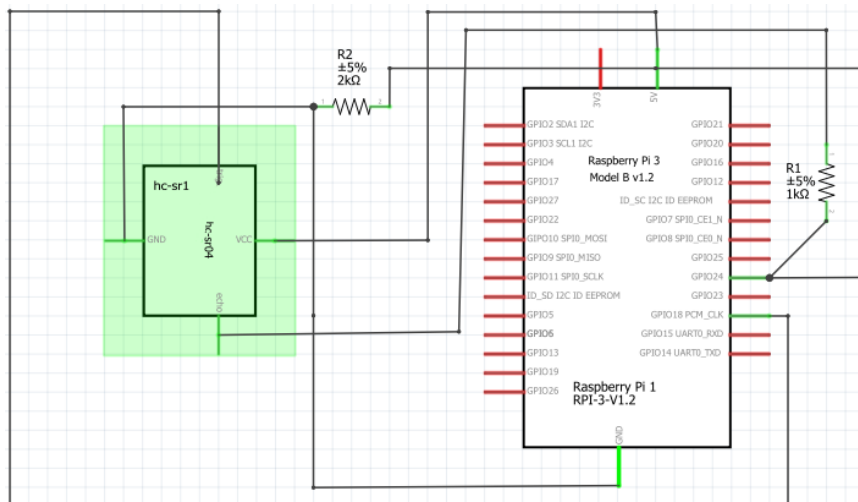


Εικόνα 79: Κύκλωμα HC-SR04 μέσω Fritzing

Όπως βλέπουμε στην εικόνα 79 το κύκλωμα διαθέτει 6 καλώδια διαφορετικών χρωμάτων ανάλογα με την λειτουργία τους, δύο αντιστάσεις (1kΩ, 2kΩ), η 1kΩ, είναι η αντίσταση που στο ένα άκρο της είναι συνδεδεμένο το Pin Echo του HC-RS04 και το άλλο άκρο είναι συνδεδεμένο με την άλλη αντίσταση των 2kΩ, το HC-SR04, το Breadboard

και το Raspberry Pi 3 Model B. Αρχικά, το πρώτο δεξιά κόκκινο καλώδιο συνδέει το Pin#2 (5V) του Raspberry Pi με τη τάση του Breadboard. Το διπλανό μαύρο καλώδιο συνδέει το Pin#6 (GND) του Raspberry Pi με τη γείωση του Breadboard. Το δεύτερο κόκκινο καλώδιο συνδέει το Pin V_{CC} του HC-SR04 με τη τάση του Breadboard, το γαλάζιο καλώδιο συνδέει το Pin Trig του HC-SR04 με το Pin#12 του Raspberry Pi. Το Pin Echo συνδέεται με το ένα άκρο της αντίστασης 1kΩ, ενώ το άλλο άκρο της αντίστασης συνδέεται με την άλλη αντίσταση και με το μωβ καλώδιο το οποίο καλώδιο συνδέεται με το Pin#18 του Raspberry Pi. Το άκρο της αντίστασης των 2kΩ, συνδέεται με τη γείωση του Breadboard. Τέλος, το Pin GND του HC-SR04 συνδέεται με το 2^ο μαύρο καλώδιο με τη γείωση του Breadboard. [32]

Μέσω του Fritzing, μπορούμε να δούμε και το ηλεκτρονικό σχέδιο του κυκλώματος που δημιουργήσαμε στο πρόγραμμα. Αυτό βλέπουμε στην εικόνα 80.



Εικόνα 80: Ηλεκτρονικό Σχέδιο

Για να γίνουν όλα αυτά στην πράξη χρειάζεται και ο κατάλληλος κώδικας, που θα πρέπει να γράψουμε ώστε ο αισθητήρας να αλλάζει ανιχνεύει απόσταση. Ο κώδικας αυτός βρίσκεται παρακάτω:

```
1. import RPi.GPIO as GPIO
2. import time
3. GPIO.setmode(GPIO.BCM)
4. TRIG = 23
5. ECHO = 24
6. print "Distance Measurement In Progress"
7. GPIO.setup(TRIG,GPIO.OUT)
8. GPIO.setup(ECHO,GPIO.IN)
9. GPIO.output(TRIG, False)
10. print "Waiting For Sensor To Settle"
11. time.sleep(2)
12. GPIO.output(TRIG, True)
13. time.sleep(0.00001)
14. GPIO.output(TRIG, False)
15. while GPIO.input(ECHO)==0
16. pulse_start = time.time()
17. while GPIO.input(ECHO) == 1:
18. pulse_end = time.time()
19. pulse_duration = pulse_end - pulse_start
```

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

- 1) Εισάγουμε μια μονάδα μέτρησης που λέγεται **RPi.GPIO**. Αυτή χειρίζεται την ενεργοποίηση και την απενεργοποίηση των **GPIO pins**.
- 2) Εισάγουμε τη βιβλιοθήκη **time**, η οποία δηλώνει χρόνο.
- 3) Η **setmode** είναι μια συνάρτηση που λέει στο **RPi.GPIO**, να χρησιμοποιήσει στην αρίθμηση τα **GPIO** του **Raspberry Pi**. Δηλαδή παίρνουμε τους **αριθμούς 23 και 24** που αντιστοιχεί στα **GPIO**.

- 4,5) Δηλώνουμε το **TRIG** και το **ECHO** του **HC-SR04** με τα **GPIO 23** και **24**.
- 6) Θα μας δείξει στην οθόνη το "**Distance Measurement In Progress**".
- 7) Ρυθμίζουμε το **TRIG GPIO pin** του HC-SR04 σε **Output**.
- 8) Ρυθμίζουμε το **ECHO GPIO pin** του HC-SR04 σε **Input**.
- 9) Ενώ έχουμε ρυθμίσει το **TRIG GPIO** του **HC-SR04** σε **output**, εδώ του δίνουμε τιμή για την εκκίνηση του, όμως αρχικά θα το κάνουμε **FALSE**. Έτσι, ακόμα δεν μπορεί να ξεκινήσει να μετράει.
- 10) Θα μας δείξει στην οθόνη το "**Waiting For Sensor To Settle**".
- 11) Το **time.sleep** δείχνει ότι ο αισθητήρας **HC-SR04** θα περιμένει για **2 δευτερόλεπτα**, μέχρι να ξεκινήσει να μετράει.
- 12) Ενώ έχουμε ρυθμίσει το **TRIG GPIO** του **HC-SR04** σε **output**, εδώ του δίνουμε τιμή για την εκκίνηση του, κάνοντας το **TRUE**. Άρα είναι έτοιμο να ξεκινήσει να μετράει.
- 13) Το **time.sleep** δείχνει ότι ο αισθητήρας **HC-SR04** θα μετράει ανά **0.00001 δευτερόλεπτα**.
- 14) Εδώ, κάνουμε το **TRIG GPIO, FALSE** και έτσι σταματάει να μετράει.
- 15,16) Το πρώτο μας βήμα πρέπει να είναι η καταγραφή της τελευταίας χαμηλής χρονικής σήμανσης για **ECHO (pulse_start)** π.χ. Λίγο πριν ληφθεί το σήμα επιστροφής και ο ακροδέκτης πάει ψηλά.
- 17,18) Μόλις ληφθεί ένα σήμα, η τιμή αλλάζει από **χαμηλή (0)** σε **υψηλή (1)** και το σήμα θα παραμείνει υψηλό για τη διάρκεια του παλμού **ECHO**. Επομένως, χρειαζόμαστε επίσης την τελευταία υψηλή χρονική σήμανση για **ECHO (pulse_end)**.
- 19) Τώρα μπορούμε να υπολογίσουμε τη διαφορά μεταξύ των δύο καταγεγραμμένων χρονικών σημείων, και συνεπώς της διάρκειας του παλμού. (**pulse_duration**) [32]

4.7 ΕΝΕΡΓΟΠΟΙΗΣΗ ΣΕΡΒΟΚΙΝΗΤΗΡΑ ΜΕ ΤΟ RASPBERRY PI, ΔΙΝΟΝΤΑΣ ΤΑΣΗ ΑΠΟ ΜΠΑΤΑΡΙΕΣ

Έκτο και τελευταίο παράδειγμα που θα δούμε και θα μελετήσουμε το οποίο είναι λίγο πιο προχωρημένο είναι η ενεργοποίηση ενός σερβοκινητήρα με το Raspberry Pi, δίνοντας τάση από μπαταρίες. Για την υλοποίηση του project δεν απαιτούνται πολλά εξαρτήματα, τα περισσότερα από αυτά τα έχουμε συναντήσει και στα προηγούμενα παραδείγματα. Το μόνο εξάρτημα που δεν έχουμε συζητήσει καθόλου και μας είναι σχετικά άγνωστο είναι ο σερβοκινητήρας. Τι είναι ο σερβοκινητήρας;



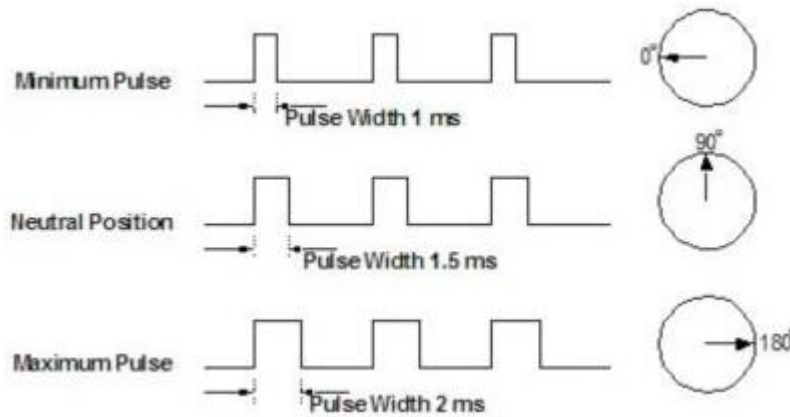
Εικόνα 81: Σερβοκινητήρας

Πρόκειται για μια μικρή συσκευή που διαθέτει άξονα εξόδου. Αυτός ο άξονας μπορεί να τοποθετηθεί σε συγκεκριμένες γωνιακές θέσεις στέλνοντας στον σερβοκινητήρα ένα κωδικοποιημένο σήμα. Όσο το κωδικοποιημένο σήμα υπάρχει στη γραμμή εισόδου, ο σέρβο θα διατηρήσει τη γωνιακή θέση του άξονα. Καθώς αλλάζει το κωδικοποιημένο σήμα, η γωνιακή θέση του άξονα αλλάζει.

Εσωτερικά αποτελείται από ένα μικρό κινητήρα συνεχούς ρεύματος, ποτενσιόμετρο και κύκλωμα ελέγχου. Χρησιμοποιείται κυρίως στην ρομποτική, καθώς επίσης για το μικρό του μέγεθος διαθέτει μεγάλη ισχύ. Εξωτερικά υπάρχουν **3 καλώδια**, το **κόκκινο** καλώδιο συνδέεται με τάση **5V**, το **μαύρο** καλώδιο συνδέεται με τη **γείωση** και το **κίτρινο** καλώδιο συνδέεται με το **Raspberry Pi** για τον **έλεγχο** του σερβοκινητήρα. [33]

Για να λειτουργήσει ένας σερβοκινητήρας πρέπει να δεχθεί έναν ηλεκτρικό παλμό μεταβλητού πλάτους ή μέσω του καλωδίου ελέγχου ένα PWM. Ένας σερβοκινητήρας μπορεί συνήθως να γυρίζει μόνο 90° προς οποιαδήποτε κατεύθυνση για συνολική κίνηση 180°. Η θέση ισορροπίας του κινητήρα είναι εκείνη που του επιτρέπει να περιστρέφεται με την ίδια πιθανότητα τόσο με τη φορά των δεικτών του ρολογιού όσο και με την αντίθετη φορά. Με το PWM μπορούμε να ελέγξουμε τη θέση του δρομέα ανάλογα του μεγέθους του παλμού. Ο σερβοκινητήρας βλέπει έναν παλμό κάθε 20ms (χιλιοστά του δευτερολέπτου) και το μήκος του παλμού θα καθορίσει την απόσταση που στρέφεται ο κινητήρας. Για παράδειγμα, ένας παλμός των 1,5ms θα κάνει τον κινητήρα να γυρίσει στη θέση 90°. Λιγότερο από 1,5ms το μετακινεί κατά την αντίθετη φορά των δεικτών του ρολογιού προς τη θέση 0° και ο χρόνος που υπερ-

βαίνει τα 1,5ms στρέφει το σέρβο κατά τη φορά των δεικτών του ρολογιού προς τη θέση 180°. [34]

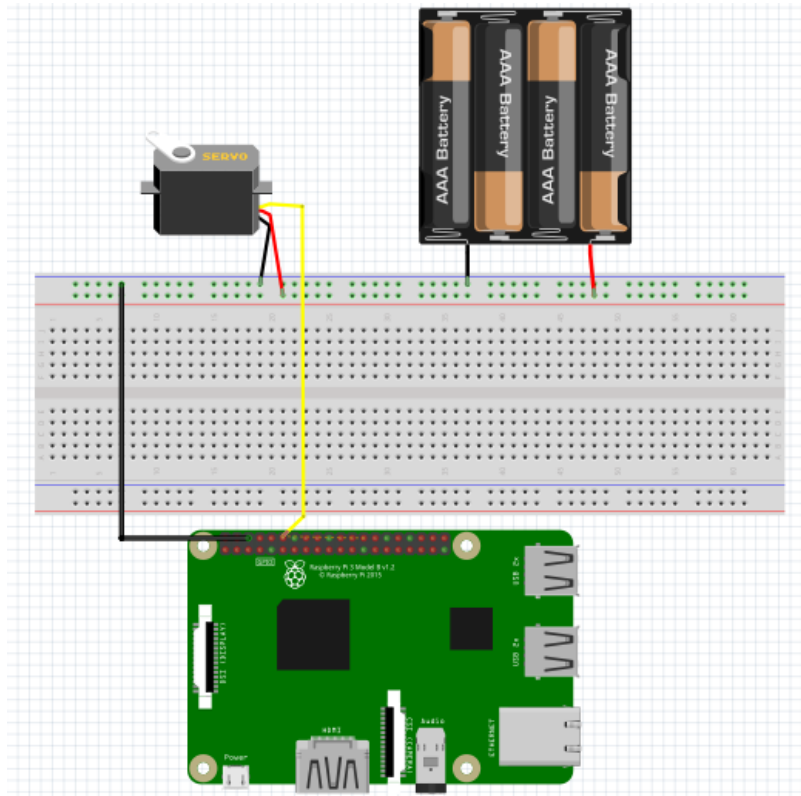


Εικόνα 82: Πλάτος παλμών για έλεγχο θέσης σερβοκινητήρα

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

1. Ένα Raspberry Pi 3 Model B.
2. Ένα Breadboard.
3. Ένα σερβοκινητήρα.
4. 4 μπαταρίες AAA.
5. Καλώδια για τη σύνδεση

Χρησιμοποιώντας το πρόγραμμα Fritzing μπορούμε να υλοποιήσουμε το ηλεκτρολογικό κύκλωμα σε μία προσομοίωση για να δούμε τις συνδέσεις που χρειάζονται να γίνουν για να λειτουργήσει το κύκλωμα. Το σχέδιο αυτό φαίνεται στην παρακάτω εικόνα:

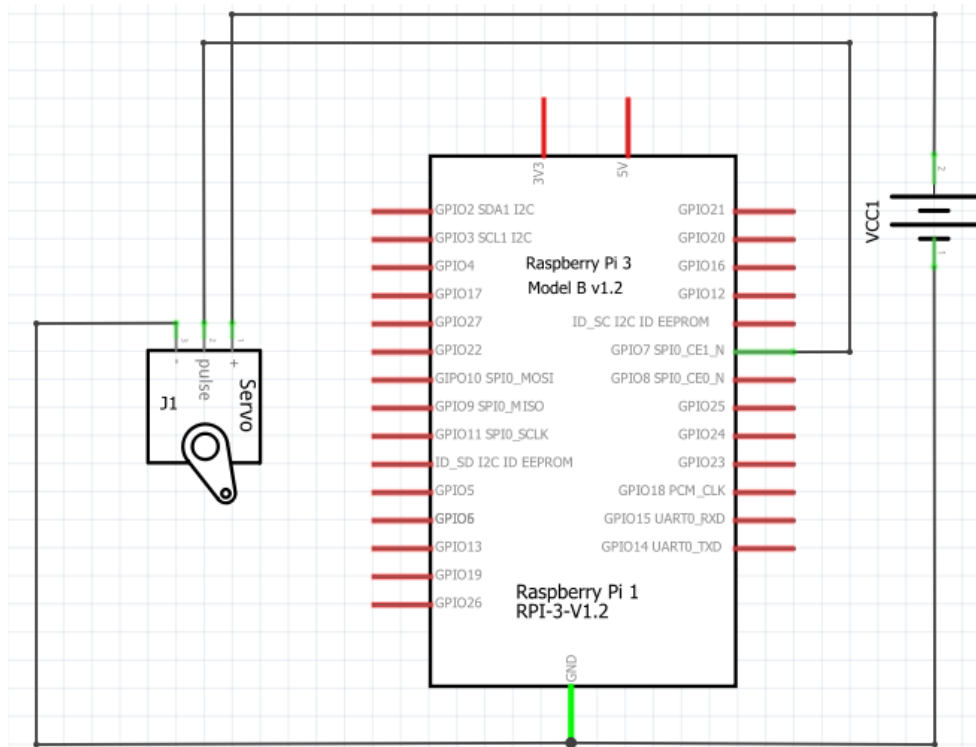


Εικόνα 83: Κύκλωμα Σερβοκινητήρα μέσω Fritzing

Στην εικόνα 83 βλέπουμε το κύκλωμα του σερβοκινητήρα με τη βοήθεια του προγράμματος Fritzing. Πρόκειται για την εξομοίωση της πραγματικής σύνδεσης. Σύμφωνα με την διπλανή εικόνα παρατηρούμε ότι έχουμε τα εξαρτήματα: breadboard, Raspberry Pi 3 Model B, 6 καλώδια διαφορετικών χρωμάτων ανάλογα με την λειτουργία τους, τον σερβοκινητήρα και 4 μπαταρίες AAA. Το αριστερά μαύρο καλώδιο είναι η γείωση

και συνδέει τη γείωση του breadboard με τον Pin#6 του Raspberry Pi που είναι η γείωση. Το διπλανό μαύρο καλώδιο συνδέει τη γείωση του σερβοκινητήρα με τη γείωση του breadboard καθώς επίσης το κόκκινο καλώδιο του σερβοκινητήρα συνδέεται με τη τάση του breadboard. Το κίτρινο καλώδιο του σερβοκινητήρα συνδέεται με το Pin#12 του Raspberry Pi. Τέλος, το μαύρο καλώδιο των μπαταριών (γείωση) συνδέεται με τη γείωση του breadboard και το κόκκινο καλώδιο των μπαταριών (τάση) συνδέεται με τη τάση του breadboard. Στην ουσία η τάση που δίνουν οι μπαταρίες είναι η τάση που δέχεται ο σερβοκινητήρας για να λειτουργήσει. [35]

Μέσω του Fritzing, μπορούμε να δούμε και το ηλεκτρονικό σχέδιο του κυκλώματος που δημιουργήσαμε στο πρόγραμμα. Αυτό βλέπουμε στην εικόνα 84.



Εικόνα 84: Ηλεκτρονικό Σχέδιο

Για να γίνουν όλα αυτά στην πράξη χρειάζεται και ο κατάλληλος κώδικας, που θα πρέπει να γράψουμε ώστε ο δρομέας του σερβοκινητήρα να αλλάζει κατεύθυνση από 0° έως 180°. Ο κώδικας αυτός βρίσκεται παρακάτω:

1. `import RPi.GPIO as GPIO`
2. `import time`
3. `GPIO.setmode(GPIO.BCM)`
4. `GPIO.setup(7,GPIO.OUT)`
5. `p = GPIO.PWM (7 , 50)`
6. `p.start (7.5)`
7. `try:`
8. `while True:`
9. `p.ChangeDutyCycle(7.5)`
10. `time.sleep(1)`
11. `p.ChangeDutyCycle(12.5)`
12. `time.sleep(1)`
13. `p.ChangeDutyCycle(2.5)`
14. `time.sleep(1)`

15. except KeyboardInterrupt:
16. GPIO.cleanup()

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

- 1) Εισάγουμε μια μονάδα μέτρησης που λέγεται **RPi.GPIO**. Αυτή χειρίζεται την ενεργοποίηση και την απενεργοποίηση των **GPIO pins**.
- 2) Εισάγουμε τη βιβλιοθήκη **time**, η οποία δηλώνει χρόνο.
- 3) Η **setmode** είναι μια συνάρτηση που λέει στο **RPi.GPIO**, να χρησιμοποιήσει στην αρίθμηση τα **GPIO** του **Raspberry Pi**. Δηλαδή παίρνουμε τον **αριθμό 7** που αντιστοιχεί στα **GPIO**
- 4) Ρυθμίζουμε το **GPIO pin** του σερβοκινητήρα σε **Output**.
- 5) Με το **GPIO.PWM**, κάνουμε το **p** (τυχαία μεταβλητή), να μετακινείται με την ταχύτητα που θα του δώσουμε εμείς. Στο παράδειγμά μας, δηλώσαμε το **p**, στο **7 GPIO pin**, με ταχύτητα **50 Hertz**.
- 6) Ξεκινάμε το **PWM** στο **σημείο 7.5**, το οποίο είναι η φυσική θέση του σερβοκινητήρα. (δηλαδή στις **90 μοίρες**)
- 7) Εδώ, κάτω από το **try** βάζουμε τον κύριο βρόχο ή το μπλοκ του κώδικα.
- 8) Με το **while True**, εννοούμε ότι για όσο θα είναι **True**, θα εκτελεί αυτά που θα γράψουμε μέσα στο **while loop**.
- 9,11,13) Εδώ με το **ChangeDutyCycle**, αλλάζουμε τον κύκλο λειτουργίας του σερβοκινητήρα σε **7.5**, **12.5** και **2.5**, δηλαδή, από **90 μοίρες**, σε **180 μοίρες** και τέλος σε **0 μοίρες**.
- 10,12,14) Το **time.sleep** δείχνει ότι ο σερβοκινητήρας θα περιμένει για **1 δευτερόλεπτο**, μέχρι να ξεκινήσει να γυρνάει.
- 15) Κάτω από το **KeyboardInterrupt**, γράφουμε όποιον κώδικα θέλουμε να εκτελεστεί πριν το κυρίως πρόγραμμα. Τερματίζεται, πατώντας **CTRL + C**.

16) Τέλος, η εντολή **GPIO.cleanup()**, μπαίνει πάντα στο τέλος του κώδικα και η χρησιμότητά της είναι ότι καθαρίζει όλες τις θύρες που έχουμε χρησιμοποιήσει για το παραπάνω πρόγραμμα μας. [35], [36]

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] https://www.pcsteps.gr/52828-%CF%84%CE%B9-%CE%B5%CE%AF%CE%BD%CE%B1%CE%B9-%CF%84%CE%BF-raspberry-pi/#_Raspberry_Pi
- [2] https://www.pcsteps.gr/52828-%CF%84%CE%B9-%CE%B5%CE%AF%CE%BD%CE%B1%CE%B9-%CF%84%CE%BF-raspberry-pi/#_Raspberry_Pi-2
- [3] <https://www.raspberrypi.org/products/model-a/>
- [4] <https://www.raspberrypi.org/products/model-a-plus/>
- [5] <https://www.raspberrypi.org/products/model-b/>
- [6] <https://www.raspberrypi.org/products/model-b-plus/>
- [7] <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-2-model-b/>
- [8] <https://www.raspberrypi.org/products/pi-zero/>
- [9] <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-3-model-b/>
- [10] <https://www.elprocus.com/difference-between-arduino-and-raspberry-pi/>
- [11] https://www.pcsteps.gr/52828-%CF%84%CE%B9-%CE%B5%CE%AF%CE%BD%CE%B1%CE%B9-%CF%84%CE%BF-raspberry-pi/#_Raspberry_Pi
- [12] https://www.google.gr/search?q=pin+out+raspberry+pi+3&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=0ahUKEwjKvJL4lqHUAhVEOBQKHQfpBYQQ_AUICigB&biw=1366&bih=662#q=pin+out+raspberry+pi+3&tbm=isch&tbs=ring:CQ3QoVL48x4OIjhbsalK-Sx4YdIP_1tATH9o3VNN-LJ2eB6oz8BWzknStyFuLceYoiMGnKC46vJrMSahu-xs0vaDOZCoSCVuxqUr5LHhhEXjjRxluSsulKhIJ0g_1-0BMf2jcRvbjLL8CgIIMqEglU2f4snZ4HqhFXTSiAQRBr0SoSCTPwFbOSdK3IEd_1QL7nPQsK0KhIJW4tx5iiIwacRotgeHSo5OB0qEgkoLjq8msxJqBFIU6tKeIXjlyoSCW77GzS9oM5kEUajpfl90p_1K&imgc=-wlgTVAt2Z95M:

[13]

https://www.google.gr/search?q=raspberry+pi+3+model+b+pinout&tbm=isch&imgil=uzJLoQO8mMNq7M%253A%253BcAyM26uotOTimM%253Bhttps%25253A%25252F%25252Fdaveloper.microsoft.com%25252Fen-us%25252Fwindows%25252Fiot%25252Fdocs%25252Fpinmappingsrpi&source=iu&pf=m&fir=uzJLoQO8mMNq7M%253A%252CcAyM26uotOTimM%252C_&usg=__NP1YeN72I_8J338QAGtDp3LEfu0%3D&biw=1366&bih=662&ved=0ahUKEwi59v7t3J7UAhUMKVAKHXKEAeYQyjcINw&ei=bB8xWbmQKIZSwALyiIawDg#imgdii=aiXVIUFK0e4uoM:&imgrc=uzJLoQO8mMNq7M:

[14] https://www.pcsteps.gr/53177-%CE%B5%CE%B3%CE%BA%CE%B1%CF%84%CE%AC%CF%83%CF%84%CE%B1%CF%83%CE%B7-raspberry-pi-noobs/#__Raspberry_Pi

[15] https://www.pcsteps.gr/53177-%CE%B5%CE%B3%CE%BA%CE%B1%CF%84%CE%AC%CF%83%CF%84%CE%B1%CF%83%CE%B7-raspberry-pi-noobs/#_NOOBS__SD

[16] https://www.pcsteps.gr/53177-%CE%B5%CE%B3%CE%BA%CE%B1%CF%84%CE%AC%CF%83%CF%84%CE%B1%CF%83%CE%B7-raspberry-pi-noobs/#_Rasperry_Pi__Raspbian

[17] https://www.pcsteps.gr/53177-%CE%B5%CE%B3%CE%BA%CE%B1%CF%84%CE%AC%CF%83%CF%84%CE%B1%CF%83%CE%B7-raspberry-pi-noobs/#__Raspberry_Pi

[18] <https://www.raspberrypi.org/downloads/noobs/>

[19] <https://sourceforge.net/projects/win32diskimager/>

[20] <http://www.advanced-ip-scanner.com/gr/>

[21] <https://www.chiark.greenend.org.uk/~sgtatham/putty/latest.html>

[22] https://en.wikipedia.org/wiki/Secure_Shell

[23] <http://www.circuitbasics.com/raspberry-pi-basics-setup-without-monitor-keyboard-headless-mode/>

- [24, Step 2] <https://learning.raspberrypi.org/en/projects/physical-computing>
- [24, Step 3] <https://learning.raspberrypi.org/en/projects/physical-computing>
- [24, Step 5] <https://learning.raspberrypi.org/en/projects/physical-computing>
- [24, Step 6] <https://learning.raspberrypi.org/en/projects/physical-computing>
- [25] <https://learn.adafruit.com/raspberry-pi-analog-to-digital-converters/mcp3008>
- [26] <http://www.raspberrypi-spy.co.uk/2014/08/enabling-the-spi-interface-on-the-raspberry-pi/>
- [27] <https://www.raspberrypi.org/learning/physical-computing-with-python/analogue/>
- [28] <https://www.engineersgarage.com/electronic-components/l293d-motor-driver-ic>
- [29]
- <http://files.meetup.com/18566428/Controlling%20DC%20Motors%20Using%20Python%20With%20a%20Raspberry%20Pi%20-%20Envato%20.pdf>
- [30] <http://randomnerdtutorials.com/complete-guide-for-ultrasonic-sensor-hc-sr04/>
- [31] <http://www.micropik.com/PDF/HCSR04.pdf>
- [32] <https://www.modmypi.com/blog/hc-sr04-ultrasonic-range-sensor-on-the-raspberry-pi>
- [33] <http://www.seattlerobotics.org/guide/servos.html>
- [34] <http://www.jameco.com/jameco/workshop/howitworks/how-servo-motors-work.html>
- [35] <http://www.toptechboy.com/raspberry-pi/raspberry-pi-lesson-28-controlling-a-servo-on-raspberry-pi-with-python/>
- [36] <https://www.youtube.com/watch?v=ddlDgUymbxc>

