

Smart BeeHive

Πίνακας περιεχομένων

Κεφάλαιο 1	3
1.1 Ενσωματωμένα Συστήματα	3
1.2 Microcontrollers	7
1.3 ARM	9
1.4 AVR Microcontrollers.....	10
1.5 Intel Edison	12
1.7 Συναφείς Εργασίες	15
Κεφάλαιο 2	19
2.1 Ασύρματη Επικοινωνία.....	19
2.2 WIFI (802.11)	19
2.3 Bluetooth.....	21
2.4 BLE	23
2.5 (802.15.4).....	24
2.6 Cellular Network.....	30
Κεφάλαιο 3	32
3.1 Τι είναι οι Αισθητήρες	32
3.2 Τι είναι το Arduino	34
3.3 Τι είναι το SIM900	36
3.4 Τι είναι το Load Cell.....	37
3.5 Τι είναι το DTH	39
3.6 Τι είναι το QRE1113	41
Κεφάλαιο 4	42
4.1 Σχεδίαση και υλοποίηση βάσης για την μέτρηση του βάρους	43
4.2 Σχεδίαση και υλοποίηση συστήματος συλλογής και μετάδοσης δεδομένων	48
4.3 Σχεδίαση και υλοποίηση παροχής/αποθήκευσης ρεύματος.....	57
4.4 Ανάπτυξη και υλοποίηση του BeeCounter της Έξυπνης Κυψέλης.....	60
4.5 Ανάπτυξη του Software της Έξυπνης Κυψέλης	62
4.6 ThingSpeak	65
Κεφάλαιο 5	67
5.1 Περίληψη.....	67
5.2 Μετρήσεις.....	68
5.3 Προβλήματα/Παρατηρήσεις.....	72
5.4 Μελλοντικές Προεκτάσεις	74
5.5 Βιβλιογραφία	74

Κεφάλαιο 1

Τεχνολογίες Ενσωματωμένων Συστημάτων

1.1 Ενσωματωμένα Συστήματα

Ένα ενσωματωμένο σύστημα είναι ένα σύστημα υπολογιστή με μια ειδική λειτουργία μέσα σε ένα μεγαλύτερο μηχανικό ή ηλεκτρικό σύστημα, συχνά με υπολογισμούς σε πραγματικό χρόνο. Είναι ενσωματωμένο ως μέρος μιας πλήρους συσκευής που συχνά περιλαμβάνει υλικό και μηχανικά μέρη. Τα ενσωματωμένα συστήματα ελέγχουν πολλές συσκευές που χρησιμοποιούμε σήμερα και το 98% όλων των μικροεπεξεργαστών παράγονται ως συστατικά των ενσωματωμένων συστημάτων.

Παραδείγματα ιδιοτήτων των τυπικών ενσωματωμένων υπολογιστών σε σύγκριση με τους γενικής χρήσης είναι η χαμηλή κατανάλωση ενέργειας, το μικρό μέγεθος, ανθεκτικές περιοχές λειτουργίας και το χαμηλό κόστος ανά μονάδα. Αυτό έρχεται με το κόστος των περιορισμένων πόρων επεξεργασίας, γεγονός που τους καθιστά πολύ πιο δύσκολο να προγραμματιστούν και να αλληλεπιδρούν. Ωστόσο, με την κατασκευή μηχανισμών πληροφοριών πάνω από στο υλικό, εκμεταλλευόμενοι τους πιθανούς υπάρχοντες αισθητήρες και την ύπαρξη ενός δικτύου ενσωματωμένων μονάδων, μπορεί κανείς να διαχειριστεί με τον καλύτερο τρόπο τους διαθέσιμους πόρους σε επίπεδο μονάδας και δικτύου, καθώς και να παράσχει επαυξημένες λειτουργίες, πολύ πέρα από τις διαθέσιμες. Για παράδειγμα, μπορούν να σχεδιαστούν έξυπνες τεχνικές για τη διαχείριση της κατανάλωσης ενέργειας των ενσωματωμένων συστημάτων.

Τα σύγχρονα ενσωματωμένα συστήματα συχνά βασίζονται σε μικροελεγκτές (δηλ. CPU με ενσωματωμένη μνήμη ή περιφερειακές διασυνδέσεις) αλλά οι συνηθισμένοι μικροεπεξεργαστές (χρησιμοποιώντας εξωτερικά chip για μνήμη και περιφερειακά κυκλώματα διασύνδεσης) είναι επίσης κοινοί, ειδικά σε πιο περίπλοκα συστήματα. Και στις δύο περιπτώσεις, οι χρησιμοποιούμενοι επεξεργαστές μπορεί να είναι τύποι που κυμαίνονται από γενικούς σκοπούς έως αυτούς που ειδικεύονται σε συγκεκριμένες κατηγορίες υπολογισμών ή ακόμα και προσαρμοσμένες για εφαρμογή που βρίσκεται στο χέρι. Μια κοινή πρότυπη κατηγορία αποκλειστικών επεξεργαστών είναι ο επεξεργαστής ψηφιακών σημάτων (DSP).

Τα ενσωματωμένα συστήματα κυμαίνονται από φορητές συσκευές όπως ψηφιακά ρολόγια και συσκευές αναπαραγωγής MP3 έως μεγάλες σταθερές εγκαταστάσεις όπως φανάρια, εργοστασιακές μονάδες ελέγχου και πολύπλοκα συστήματα όπως τα υβριδικά οχήματα, η μαγνητική τομογραφία και η αεροηλεκτρονική.

Η πολυπλοκότητα ποικίλλει από χαμηλά, με ένα ενιαίο μικροελεγκτή chip, σε πολύ υψηλά επίπεδα με πολλαπλές μονάδες, περιφερειακά και δίκτυα τοποθετημένα μέσα σε ένα μεγάλο πλαίσιο ή περίβλημα.

Εφαρμογές

Τα ενσωματωμένα συστήματα βρίσκονται συνήθως σε καταναλωτικές, μαγειρικές, βιομηχανικές, αυτοκινητοβιομηχανικές, ιατρικές, εμπορικές και στρατιωτικές εφαρμογές.

Τα συστήματα τηλεπικοινωνιών χρησιμοποιούν πολυάριθμα ενσωματωμένα συστήματα από τηλεφωνικούς διακόπτες για το δίκτυο σε κινητά τηλέφωνα στον τελικό χρήστη. Η δικτύωση υπολογιστών χρησιμοποιεί αποκλειστικούς δρομολογητές και γέφυρες δικτύου για τη δρομολόγηση δεδομένων.

Οι οικιακές συσκευές, όπως φούρνοι μικροκυμάτων, πλυντήρια ρούχων και πλυντήρια πιάτων, περιλαμβάνουν ενσωματωμένα συστήματα για την παροχή ευελιξίας, αποδοτικότητας και χαρακτηριστικών. Τα προηγμένα συστήματα HVAC χρησιμοποιούν δικτυωμένους θερμοστάτες για να ελέγχουν με μεγαλύτερη ακρίβεια και αποτελεσματικότητα τη θερμοκρασία που μπορεί να αλλάξει ανάλογα με την ώρα της ημέρας και την εποχή. Ο αυτοματισμός στο σπίτι χρησιμοποιεί ενσύρματη και ασύρματη δικτύωση που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τον έλεγχο φωτισμού, κλιματισμού, ασφάλειας, οπτικοακουστικών μέσων, επιτήρησης κ.λπ., τα οποία χρησιμοποιούν ενσωματωμένες συσκευές για την ανίχνευση και τον έλεγχο.

Τα συστήματα μεταφοράς από την αεροπλάνα μέχρι τα αυτοκίνητα χρησιμοποιούν όλο και περισσότερο ενσωματωμένα συστήματα. Τα νέα αεροπλάνα περιέχουν προηγμένα αεροηλεκτρονικά, όπως συστήματα καθοδήγησης αδρανείας και δέκτες GPS που έχουν επίσης σημαντικές απαιτήσεις ασφαλείας. Διάφοροι ηλεκτροκινητήρες - κινητήρες συνεχούς ρεύματος χωρίς ψήκτες, ηλεκτροκινητήρες επαγωγής και κινητήρες συνεχούς ρεύματος - χρησιμοποιούν ηλεκτρικούς / ηλεκτρονικούς ελεγκτές μοτέρ. Τα αυτοκίνητα, τα ηλεκτρικά οχήματα και τα υβριδικά οχήματα χρησιμοποιούν ολοένα και περισσότερο ενσωματωμένα συστήματα για τη μεγιστοποίηση της απόδοσης και τη μείωση της ρύπανσης. Άλλα συστήματα ασφαλείας αυτοκινήτου περιλαμβάνουν σύστημα αντιμπλοκαρίσματος φρένων (ABS), ηλεκτρονικό έλεγχο ευστάθειας (ESC / ESP), έλεγχο πρόσφυσης (TCS) και αυτόματη τετρακίνηση. Ο ιατρικός εξοπλισμός χρησιμοποιεί ενσωματωμένα συστήματα παρακολούθησης ζωτικών σημάτων, ηλεκτρονικά στηθοσκόπια για την ενίσχυση των ήχων και διάφορες ιατρικές απεικονίσεις (PET, SPECT, CT και MRI)

για μη επεμβατικές εσωτερικές επιθεωρήσεις. Τα ενσωματωμένα συστήματα στο ιατρικό εξοπλισμό συχνά τροφοδοτούνται από βιομηχανικούς υπολογιστές.

Τα ενσωματωμένα συστήματα που χρησιμοποιούνται στις μεταφορές, την πυρασφάλεια, την ασφάλεια, τις ιατρικές εφαρμογές και τα συστήματα ζωτικής σημασίας, είναι τα συστήματα που μπορούν να απομονωθούν από την πειρατεία και έτσι να είναι πιο αξιόπιστα εκτός εάν συνδέονται σε ενσύρματα ή ασύρματα δίκτυα μέσω κυψελοειδών 3G κυψελωτών ή άλλων μεθόδων για σκοπούς παρακολούθησης και ελέγχου του IoT. Για την πυρασφάλεια, τα συστήματα μπορούν να σχεδιαστούν ώστε να έχουν μεγαλύτερη ικανότητα χειρισμού υψηλότερων θερμοκρασιών και να συνεχίσουν να λειτουργούν. Όσον αφορά την ασφάλεια, τα ενσωματωμένα συστήματα μπορούν να είναι αυτόνομα και να είναι σε θέση να αντιμετωπίσουν τα κομμένα ηλεκτρικά και επικοινωνιακά συστήματα.

Μια νέα κατηγορία μικροσκοπικών ασύρματων συσκευών που ονομάζονται motes είναι ασύρματες αισθητήρες. Η ασύρματη δικτύωση αισθητήρων, WSN, κάνει χρήση της μικρογράφησης που είναι δυνατή με προηγμένο σχεδιασμό IC για να συνδέσει πλήρη ασύρματα υποσυστήματα με εξελιγμένους αισθητήρες, επιτρέποντας στους ανθρώπους και τις επιχειρήσεις να μετρήσουν μια εκατομύρια πράγματα στον φυσικό κόσμο και να δράσουν σε αυτές τις πληροφορίες μέσω συστημάτων παρακολούθησης και ελέγχου IT. Τα motes είναι απολύτως αυτοτελείς και συνήθως τροφοδοτούνται από μια πηγή μπαταρίας για χρόνια πριν οι μπαταρίες πρέπει να αλλάξουν ή να φορτιστούν.

Χαρακτηριστικά

Τα ενσωματωμένα συστήματα έχουν σχεδιαστεί για να κάνουν κάποια συγκεκριμένη εργασία, αντί να είναι ένας υπολογιστής γενικής χρήσης για πολλαπλές εργασίες. Ορισμένα έχουν επίσης περιορισμούς απόδοσης σε πραγματικό χρόνο που πρέπει να πληρούνται, για λόγους όπως η ασφάλεια και η χρηστικότητα. Άλλοι μπορεί να έχουν χαμηλές ή καθόλου απαιτήσεις απόδοσης, επιτρέποντας την απλοποίηση του υλικού του συστήματος για τη μείωση του κόστους. Τα ενσωματωμένα συστήματα δεν είναι πάντα αυτόνομες συσκευές.

Πολλά ενσωματωμένα συστήματα αποτελούνται από μικρά κομμάτια μέσα σε μια μεγαλύτερη συσκευή που εξυπηρετεί έναν γενικότερο σκοπό. Για παράδειγμα, η κιθάρα Gibson Robot διαθέτει ενσωματωμένο σύστημα συντονισμού των χορδών, αλλά ο γενικός σκοπός της κιθάρας ρομπότ είναι φυσικά να παίζει μουσική. Ομοίως, ένα ενσωματωμένο σύστημα σε ένα αυτοκίνητο παρέχει μια συγκεκριμένη λειτουργία ως υποσύστημα του ίδιου του αυτοκινήτου.

Οι οδηγίες προγράμματος που έχουν γραφτεί για ενσωματωμένα συστήματα αναφέρονται ως υλικολογισμικό και αποθηκεύονται σε μνήμη μόνο για ανάγνωση ή flash memory chips. Εκτελούνται με περιορισμένους πόρους υλικού υπολογιστών: ελάχιστη μνήμη, μικρό ή καθόλου πληκτρολόγιο ή οθόνη.

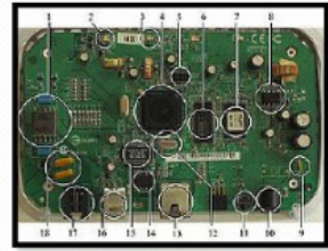


Επεξεργαστές σε ενσωματωμένα συστήματα

Οι ενσωματωμένοι επεξεργαστές μπορούν να χωριστούν σε δύο μεγάλες κατηγορίες. Οι συνηθισμένοι μικροεπεξεργαστές (μP) χρησιμοποιούν ξεχωριστά ολοκληρωμένα κυκλώματα για μνήμη και περιφερειακά. Οι μικροελεγκτές (μC) διαθέτουν on-chip περιφερειακά, μειώνοντας έτσι την κατανάλωση ενέργειας, το μέγεθος και το κόστος. Σε αντίθεση με την αγορά προσωπικών υπολογιστών, χρησιμοποιούνται πολλές διαφορετικές βασικές αρχιτεκτονικές CPU, δεδομένου ότι το λογισμικό είναι προσαρμοσμένο ειδικά για μια εφαρμογή και δεν είναι προϊόν του βασικού προϊόντος εγκατεστημένο από τον τελικό χρήστη. Τόσο η Von Neumann αρχιτεκτονική, όσο και διάφορων βαθμων Χάρβαρντ αρχιτεκτονικής χρησιμοποιούνται. Έχουν βρεθεί επίσης επεξεργαστές RISC καθώς και μη επεξεργαστές RISC. Τα μήκη λέξεων κυμαίνονται από 4-bit έως 64-bit και περισσότερο, αν και τα πιο τυπικά παραμένουν 8/16-bit.

Οι περισσότερες αρχιτεκτονικές έρχονται σε ένα μεγάλο αριθμό διαφορετικών παραλλαγών και μορφών, πολλά από τα οποία παράγονται επίσης από πολλές διαφορετικές εταιρείες. Πολλοί μικροελεγκτές έχουν αναπτυχθεί για χρήση ενσωματωμένων συστημάτων.

Οι μικροεπεξεργαστές γενικού σκοπού χρησιμοποιούνται επίσης σε ενσωματωμένα συστήματα, αλλά γενικά απαιτούν περισσότερο κύκλωμα υποστήριξης από τους μικροελεγκτές.



ADSL modem/router



ABS brakes

Ενσωματωμένα συστήματα στην καθημερινότητα

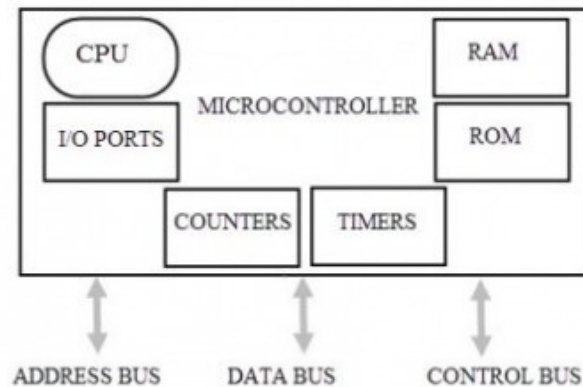
1.2 Microcontrollers

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

Τα πλεονεκτήματα των μικροελεγκτών είναι:

- Αυτονομία, μέσω της ενσωμάτωσης σύνθετων περιφερειακών υποσυστημάτων όπως μνήμες και θύρες επικοινωνίας. Με αυτόν τον τρόπο πολλοί μικροελεγκτές δεν χρειάζονται κανένα άλλο ολοκληρωμένο κύκλωμα για να λειτουργήσουν.
- Η ενσωμάτωση περιφερειακών σημαίνει ευκολότερη υλοποίηση εφαρμογών λόγω των απλούστερων διασυνδέσεων. Επίσης, οδηγεί σε χαμηλότερη κατανάλωση ισχύος, μεγιστοποιώντας τη φορητότητα και ελαχιστοποιεί το κόστος της συσκευής στην οποία ενσωματώνεται ο μικροελεγκτής.
- Χαμηλό κόστος.
- Μεγαλύτερη αξιοπιστία, και πάλι λόγω των λιγότερων διασυνδέσεων.

- Μειωμένες εκπομπές ηλεκτρομαγνητικών παρεμβολών και μειωμένη ευαισθησία σε αντίστοιχες παρεμβολές από άλλες ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές. Το πλεονέκτημα αυτό προκύπτει από το μικρότερο αριθμό και μήκος εξωτερικών διασυνδέσεων καθώς και τις χαμηλότερες ταχύτητες λειτουργίας.
- Περισσότεροι διαθέσιμοι ακροδέκτες για ψηφιακές εισόδους-εξόδους.
- Μικρό μέγεθος συνολικού υπολογιστικού συστήματος.



Βασικό Διάγραμμα microcontroller

Μερικοί από τους γνωστότερους κατασκευαστές μικροελεγκτών είναι οι

- ARM (δεν κατασκευάζει αλλά παραχωρεί δικαιώματα χρήσης του πυρήνα)
- Atmel
- Epson
- Freescale Semiconductor (πρώην Motorola)
- Hitachi
- Maxim (μετά την εξαγορά της Dallas)
- Microchip
- NEC
- Toshiba
- Texas Instruments

Πρόσθετες λειτουργίες

Ανάλογα με την εφαρμογή για την οποία προορίζεται ένας μικροελεγκτής, μπορεί να περιέχει και:

- Μία ή περισσότερες ασύγχρονες σειριακές θύρες επικοινωνίας (Universal Asynchronous Receiver Transmitter, UART).
- Σύγχρονες σειριακές θύρες επικοινωνίας (πχ I2C, SPI, Ethernet).
- Ολόκληρα υποσυστήματα για την άμεση υποστήριξη από υλικολογισμικό (firmware) των πιο σύνθετων πρωτοκόλλων επικοινωνίας όπως CAN, HDLC, ISDN, ADSL.
- Περισσότερες από μία εισόδους για μετατροπή αναλογικού σήματος σε ψηφιακό (Analog to Digital converter, ADC).
- Μετατροπέα ψηφιακού σε αναλογικό σήμα (Digital to Analog converter, DAC).
- Ελεγκτή οθόνης υγρών κρυστάλλων (Liquid Crystal Display, LCD).
- Υποσύστημα προγραμματισμού πάνω στο κύκλωμα (τύπου ISP) Χάρη σε αυτό το κύκλωμα, είναι δυνατός ο επαναπρογραμματισμός ή η αναβάθμιση του λογισμικού της εφαρμογής, συνδέοντας στη συσκευή μια εξωτερική συσκευή προγραμματισμού (συνήθως σε θύρα UART RS-232) ή ακόμη και από το διαδίκτυο.

1.3 ARM

Τι είναι Ο ARM

Η ARM είναι μια αρχιτεκτονική συνόλου εντολών RISC των 32-bit, η οποία έχει αναπτυχθεί από την ARM Holdings. Τα αρχικά σημαίνουν Προχωρημένη Μηχανή RISC (Advanced RISC Machine)

Οι επεξεργαστές ARM είναι σχετικά απλοί, κάτι που τους κάνει κατάλληλους για εφαρμογές χαμηλής ισχύος. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να έχουν υπερισχύσει στις αγορές των κινητών και των ενσωματωμένων συστημάτων, σαν μικροί και σχετικά χαμηλού κόστους μικροεπεξεργαστές και μικροελεγκτές. Το 2005, περίπου το 98% των πάνω από ένα δισεκατομμύριο κινητών τηλεφώνων που πωλούνται κάθε χρόνο είχαν τουλάχιστον έναν επεξεργαστή ARM.[3] Το 2009 οι επεξεργαστές ARM αντιστοιχούσαν περίπου στο 90% όλων των ενσωματωμένων επεξεργαστών RISC 32-bit[4] και χρησιμοποιούνται σε μεγάλο βαθμό σε καταναλωτικά ηλεκτρονικά προϊόντα, συμπεριλαμβανομένων των προσωπικών ψηφιακών βοηθών (personal digital assistants, PDAs), των κινητών τηλεφώνων, των συσκευών ψηφιακής μουσικής και πολυμέσων, των φορητών κονσολών βιντεοπαιχνιδιών, των αριθμομηχανών και περιφερειακών υπολογιστών όπως οι σκληροί δίσκοι και οι δρομολογητές.

Παραδείγματα εφαρμογών των πυρήνων ARM

Οι πυρήνες ARM χρησιμοποιούνται σε αρκετά προϊόντα, όπως τα έξυπνα τηλέφωνα (smartphones). Παραδείγματα χρήσης τους σε υπολογιστές είναι ο Acorn Archimedes, το Apple iPad και το ASUS Eee Pad Transformer. Χρησιμοποιείται επίσης στον φορητό αναπαραγωγέα πολυμέσων iPod της Apple, στην ψηφιακή μηχανή PowerShot A470 της Canon, στη φορητή κονσόλα βιντεοπαιχνιδιών Nintendo DS και στο σύστημα πλοήγησης TomTom.

Από το 2005, η ARM συνεργάζεται με το Πανεπιστήμιο του Μάντσεστερ, πάνω στον υπολογιστή SpiNNaker του τελευταίου, ο οποίος χρησιμοποιούσε πυρήνες ARM για να προσομοιώσει το ανθρώπινο μυαλό

Αρχιτεκτονική

Από το 1995 μέχρι σήμερα, το ARM Architecture Reference Manual είναι η βασική πηγή τεκμηρίωσης πάνω στην αρχιτεκτονική του επεξεργαστή ARM και του συνόλου εντολών του, ενώ διακρίνει μεταξύ διεπαφών που όλοι οι επεξεργαστές πρέπει να υποστηρίζουν (όπως η σημασία των εντολών) και λεπτομερειών υλοποίησης, οι οποίες μπορούν να διαφέρουν ανά περίπτωση.

Η αρχιτεκτονική έχει εξελιχθεί και, αρχίζοντας από τη σειρά πυρήνων Cortex, ορίζονται τρία «προφίλ» ("profiles"):

«Εφαρμογής» ("Application"): σειρά Cortex-A

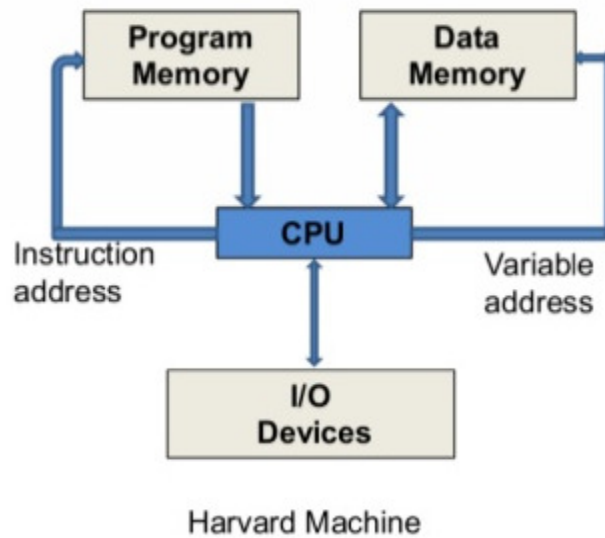
«Πραγματικού χρόνου» ("Real-time"): σειρά Cortex-R

«Μικροελεγκτή» ("Microcontroller"): σειρά Cortex-M

Τα προφίλ μπορεί να αποτελούν υποσύνολο της αρχιτεκτονικής. Για παράδειγμα, το προφίλ ARMv7-M που χρησιμοποιείται από τον πυρήνα Cortex-M3 υποστηρίζει μόνο το σύνολο εντολών Thumb-2, και το προφίλ ARMv6-M (που χρησιμοποιείται από τον Cortex-M0) είναι υποσύνολο του προφίλ ARMv7-M (υποστηρίζει λιγότερες εντολές).

1.4 AVR Microcontrollers

Οι μικροελεγκτές AVR χρησιμοποιούν τροποποιημένη Αρχιτεκτονική Χάρβαρντ 8-bit RISC (Reduced Instruction Set Computers) και αναπτύχθηκαν από την Atmel για πρώτη φορά το 1996. Η AVR ήταν μια από τις οικογένειες μΥπολογιστών που έκαναν χρήση της μνήμης flash για την αποθήκευση του προγράμματος, σε αντίθεση με τα Programmable ROM, EPROM ή EEPROM που χρησιμοποιούνται από άλλους μΥπολογιστές. Η βασική αρχιτεκτονική των AVR επινοήθηκε από δύο φοιτητές στο Νορβηγικό Ινστιτούτο Τεχνολογίας, τους Alf-Bogen EGIL και Vegard Wollan.



Εκδόσεις AVR Μικροελεγκτών.

tinyAVR — σειρά ATtiny

1-8 kB πρόγραμμα μνήμης

8–32 Ακροδέκτες

Περιορισμένο σετ εντολών χειρισμού περιφερειακών

megaAVR — σειρά ATmega

4-256 kB πρόγραμμα μνήμης

28-100 Ακροδέκτες

Εκτεταμένο σετ εντολών (Εντολές Πολλαπλασιασμού και μεγαλύτερο χώρος για το πρόγραμμα μνήμης)

Εκτεταμένο σετ εντολών χειρισμού περιφερειακών

XMEGA — σειρά ATxmeg

16-384 kB πρόγραμμα μνήμης

44-64-100 Ακροδέκτες

Εκτεταμένα χαρακτηριστικά επιδόσεων, όπως η DMA, "Event System", καθώς και υποστήριξη κρυπτογράφησης.

Εκτεταμένο σετ εντολών χειρισμού περιφερειακών και DAC

Ειδικών Εφαρμογών AVR

megaAVR με ειδικά χαρακτηριστικά, όπως ελεγκτή LCD , ελεγκτή USB, PWM, CAN

Διεπαφές επικοινωνίας	USB, UART, I2C, CAN, LIN
Διεπαφές χρήστη	LCD Segment display
Μετατροπείς	ADC, DAC, PWM
Αισθητήρες	Θερμοκρασίας, υγρασίας, φωτός
Ταλαντωτές	32kHz, 128kHz, 8MHz
Μετρητές	8bit, 16bit

Συνήθη περιφερειακά εισόδου εξόδου στους AVR

1.5 Intel Edison

Ο Intel Edison ήταν υπολογιστική μονάδα που δημιουργήθηκε από την Intel ως ένα σύστημα ανάπτυξης φορητών συσκευών και συσκευών Internet of Things. Το σύστημα αυτό είχε αρχικά ανακοινωθεί ότι θα έχει το ίδιο μέγεθος και σχήμα με μια SD κάρτα που θα περιέχει επεξεργαστή Intel Quark x86 διπλού πυρήνα στα 500 MHz επικοινωνώντας μέσω Bluetooth και Wi-Fi. Μια ανακοίνωση αργότερα άλλαξε την CPU σε έναν τύπο Intel Atom διπλού πυρήνα 22 nm Silvermont. Τον Σεπτέμβριο του 2014 μια δεύτερη έκδοση του Edison παρουσιάστηκε στο IDF, το οποίο ήταν μεγαλύτερο και παχύτερο από μια στάνταρ προδιαγραφών SD κάρτα.



Version 1

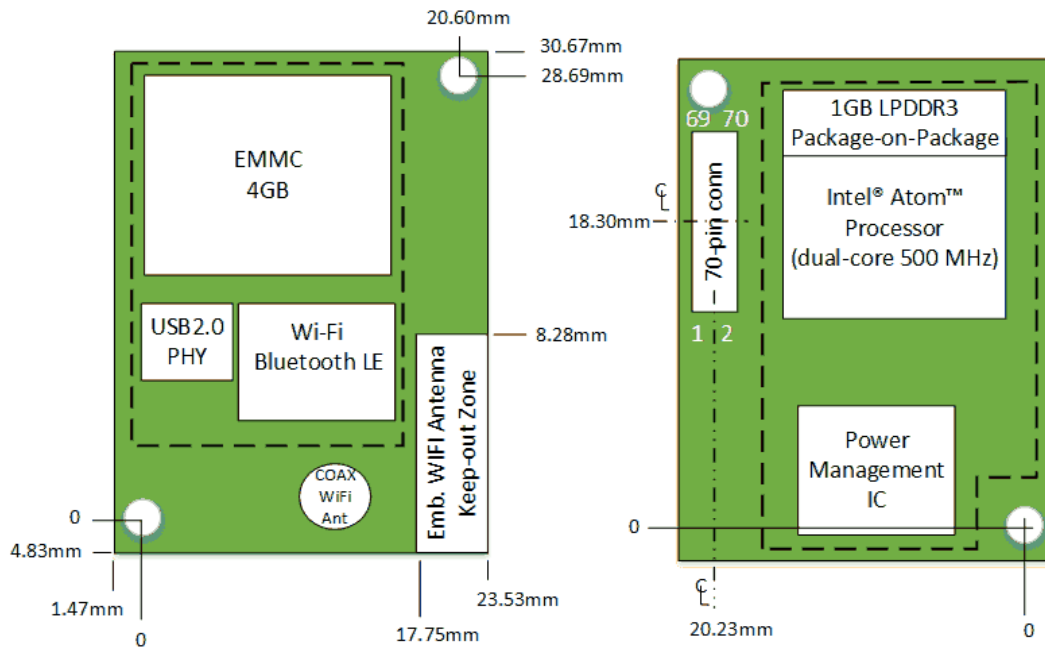


Version 2

Χαρακτηριστικά Intel Edison

- USB 2.0
- Serial port via header
- Wi-Fi 802.11 n
- Bluetooth
- Dual Core Atom 500MHz
- 1GB RAM
- 4 EMMC Storage
- Audio

- Operation 3.5-4.5v

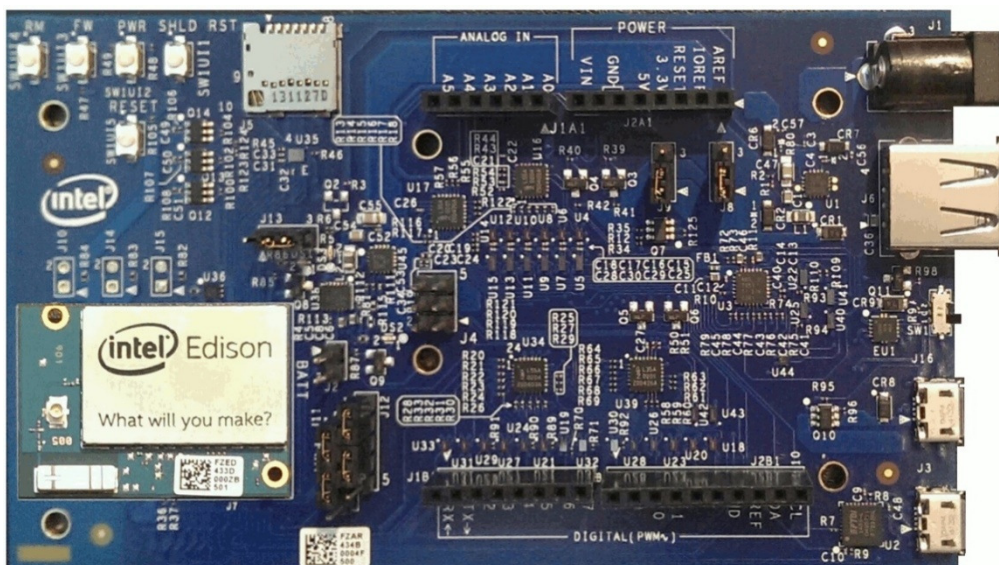


Κάτοψη Intel Edison

Ο Intel Edison τρέχει Yocto Linux και υποστηρίζει την ανάπτυξη εφαρμογών με το Arduino IDE, Eclipse(C, C++, Python), και Intel XDK (NodeJS, HTML5).

Στην συνέχεια η Intel προχώρησε στην κατασκευή μιας συμβατής πλακέτας Arduino. Υπο με τα παρακάτω χαρακτηριστικά.

- 20 ψηφιακά pins εισόδου/εξόδου
- 1 UART (Rx/Tx)
- 6 αναλογικές εισόδους
- Micro usb
- Sd card
- Dc power jack 7-15 D



Συμβατική πλακέτα Arduino

Η Intel τερμάτισε την παραγωγή του intel Edison τον Ιούνιο του 2017.

1.6 Internet of Things

Το Internet of Things αποτελεί το δίκτυο επικοινωνίας πληθώρας συσκευών, οικιακών συσκευών, αυτοκινήτων καθώς και κάθε αντικειμένου που ενσωματώνει ηλεκτρονικά μέσα, λογισμικό, αισθητήρες και συνδεσιμότητα σε δίκτυο ώστε να επιτρέπεται η σύνδεση και η ανταλλαγή δεδομένων. Απλούστερα, η φιλοσοφία του IoT είναι η σύνδεση όλων των ηλεκτρονικών συσκευών μεταξύ τους (τοπικό δίκτυο) ή με δυνατότητα σύνδεσης στο διαδίκτυο (παγκόσμιο ιστό).

Η έννοια "Things" (πράγματα) δεν είναι αυστηρά συνδεδεμένη με ορισμένα προϊόντα. Αναφέρεται σε μία ευρεία ποικιλία συσκευών εντελώς διαφορετικά μεταξύ τους, όπως για παράδειγμα αυτοκίνητα με ενσωματωμένους αισθητήρες, κάμερες, κλιματιστικά, φώτα, συστήματα ασφαλείας, smartwatches ακόμα και αυτοκίνητα των οποίων οι περίπλοκοι αισθητήρες εντοπίζουν αντικείμενα στην πορεία τους. Είναι μερικά από τα πολλά προϊόντα τεχνολογίας. Βασικό χαρακτηριστικό όλων είναι η σύνδεση μεταξύ τους με απώτερο σκοπό την δυνατότητα του χρήστη να τα ελέγχει από έναν υπολογιστή ή κινητό. Ο όρος Internet of Things αποδόθηκε την δεκαετία του 1990 από τον Kevin Ashton.

Πώς λειτουργεί

Οι συσκευές και τα αντικείμενα με ενσωματωμένους αισθητήρες συνδέονται με μια πλατφόρμα, η οποία περιλαμβάνει δεδομένα από τις διάφορες συσκευές και εφαρμόζει αναλυτικά στοιχεία για να μοιράζονται τις πιο πολύτιμες πληροφορίες με εφαρμογές που έχουν δημιουργηθεί για την αντιμετώπιση συγκεκριμένων αναγκών. Οι συσκευές IoT μπορούν να εντοπίσουν ακριβώς ποιες πληροφορίες είναι χρήσιμες και να τις εκμεταλλευτούν κατάλληλα. Η δυνατότητα αυτή μπορεί να αυτοματοποιήσει επαναλαμβανόμενες, χρονοβόρες ή ακόμα και επικίνδυνες εργασίες.

Αποθήκευση και ανάλυση δεδομένων

Μία πρόκληση για τους παραγωγούς τεχνολογικών συστημάτων IoT είναι η διαχείριση και η ερμηνεία του τεράστιου όγκου πληροφοριών που παράγουν οι συσκευές λόγω της συνεχούς επικοινωνίας με το δίκτυο (streaming data).

Μία άλλη πρόκληση είναι η αποθήκευση των τεράστιων παραγόμενων δεδομένων. Σε αρκετές περιπτώσεις τα συστήματα απαιτούν μεγάλο όγκο πληροφοριών με αποτέλεσμα υψηλές απαιτήσεις για αποθηκευτικό χώρο. Στην σημερινή εποχή, το διαδίκτυο είναι υπεύθυνο για την παραγωγή του 5% της παραγωγής ηλεκτρικού ρεύματος ενώ υπάρχει κίνδυνος να αυξηθεί εάν αρχίσει η καθολική εφαρμογή του IoT ανά τον κόσμο.

Χρησιμότητα

Η μετάβαση στην ψηφιακή εποχή είναι γεγονός. Η χρησιμότητα του IoT είναι μεγάλη και η ζήτηση από τους υποψήφιους αγοραστές ακόμα μεγαλύτερη. Ως επί το πλείστον, οι άνθρωποι αποζητούν την αυτονομία σε πολλά πράγματα γύρο τους. Από ένα αυτόματο ξυπνητήρι μέχρι το έξυπνο ψυγείο που ενημερώνει το χρήστη για βασικές ελλείψεις ή ακόμα και την δυνατότητα ενεργοποίησης κλιματισμού πριν ακόμα ο χρήστης εισέλθει στο σπίτι. Είναι μερικές από τις δυνατότητες που προσφέρει το IoT. Η χρήση του δεν παραμένει μόνο εκεί, αλλά επεκτείνεται και στις επιχειρήσεις οι οποίες εκμεταλλεύονται την δυνατότητα αποθήκευσης και επεξεργασίας των δεδομένων από cloud συστήματα.



LG ψυγείο με σύνδεση στο διαδίκτυο

1.7 Συναφείς Εργασίες

Το IoT έχει μπει για τα καλά στις ζωές μας, ένας από τους τομείς από όπου δεν θα έλειπε είναι αυτός του πρωτογενή τομέα. Γεωργία, αλιεία, κτηνοτροφία, μελισσοκομία, εξόρυξη μεταλλευμάτων κλπ αποτελούν πηγές εισοδήματος για μεγάλο τμήμα του παγκόσμιου πληθυσμού.

The Smart Farm

Το Smart Farm είναι ένα μικρό κατακόρυφο αγρόκτημα για εσωτερική χρήση που απευθύνεται σε σπίτια, γραφεία και μικρότερους δημόσιους χώρους. Το αγρόκτημα μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί σε σχολεία και πανεπιστήμια για εκπαιδευτικούς σκοπούς. Το αγρόκτημα χωράει 288 φυτά σε τρία επίπεδα και διαθέτει αυτοματοποιημένο πότισμα και φωτισμό που καθιστά την ανάπτυξη φυτών άνετη. Λόγω των πολύ μικρότερων απαιτήσεων χώρου από την παραδοσιακή "οριζόντια" γεωργία, το Smart Farm επιτρέπει την επίτευξη πολύ μεγαλύτερων συγκομιδών σε ένα μικρό αποτύπωμα. Μπορεί εύκολα να χρησιμοποιηθεί σε αστικές περιοχές, κοντά στην πραγματική κατανάλωση και έτσι να φέρει επανάσταση στον τρόπο που τα τρόφιμα καλλιεργούνται και καταναλώνονται σε όλο τον κόσμο. Μερικά από τα κύρια οφέλη:

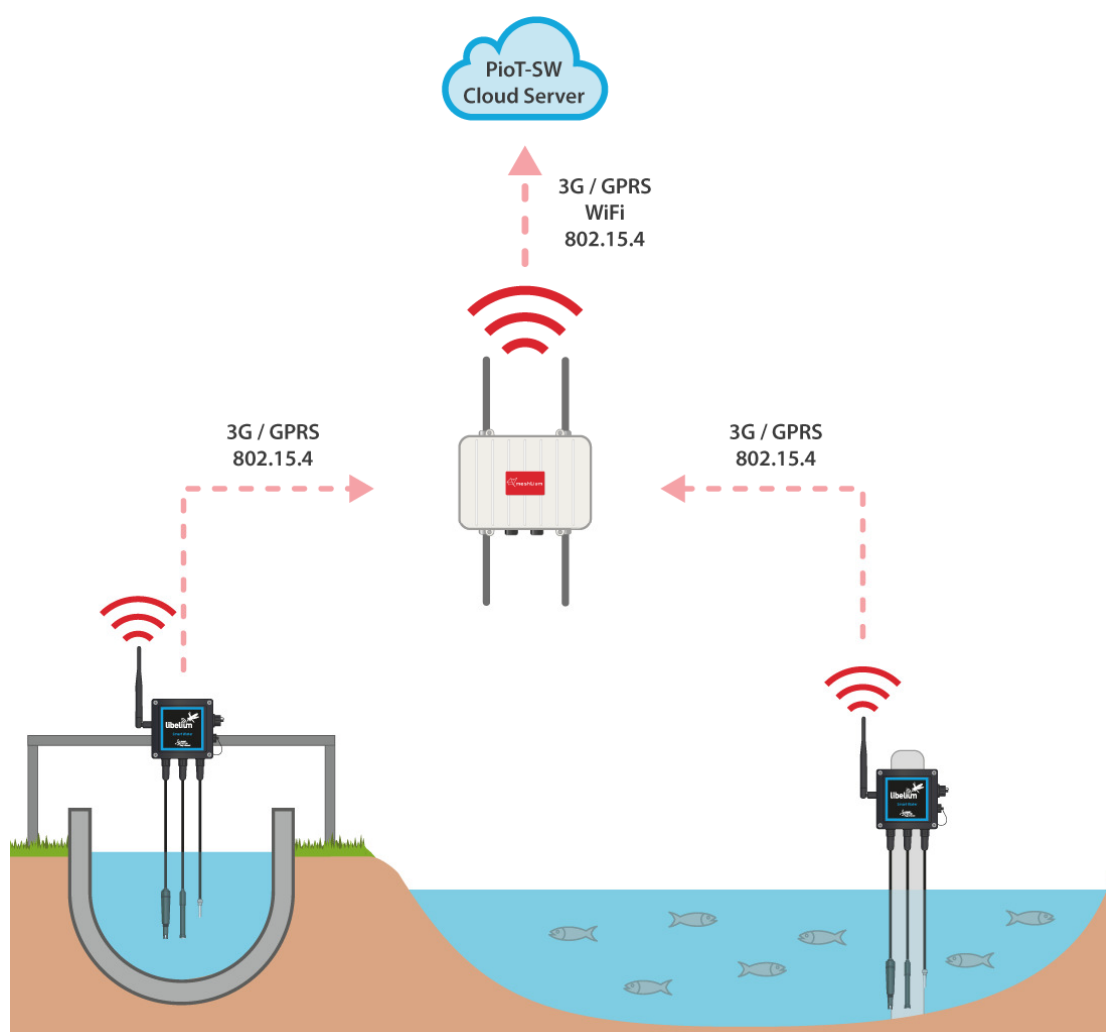
- Απόβλητα τροφίμων κοντά στο 0%
- Μηδενική προσπάθεια
- Μειωμένη χρήση νερού



Libelium

Το Βιετνάμ είναι ένας από τους κυριότερους παγκόσμιους παραγωγούς και εξαγωγείς ψαριών. Η ετήσια παραγωγή ψαριών της ανέρχεται σε 5.699.250 τόνους και προϋποθέτει εξαγωγική αξία 1,7 δισεκατομμυρίων δολαρίων.

Οι κύριες αγορές για την παραγωγή της είναι η Ευρώπη, οι ΗΠΑ, το Μεξικό και η Κίνα. Η Ευρωπαϊκή Ένωση έχει ήδη προειδοποιήσει τους χονδρεμπόρους να θεσπίσουν αυστηρότερα μέτρα ελέγχου όσον αφορά την ποιότητα των ψαριών και τις συνθήκες εκτροφής. Έτσι με το [Wasp mote Plug & Sense! Smart Water](#) μπορούμε να παρακολουθούμε σε πραγματικό χρόνο διαφορετικές παραμέτρους για τον έλεγχο της ποιότητας του νερού και την πρόληψη ορισμένων ασθενειών που θα μπορούσαν να επηρεάσουν τα ψάρια, προκειμένου να βελτιωθεί η ποιότητα και η ποσότητα της παραγωγής.



Το Wasp mote Plug & Sense! Smart Water έχει τοποθετηθεί στην πηγή ύδρευσης και επίσης στο εσωτερικό του ιχθυοτροφείου.

Η ποιότητα του νερού και των ψαριών ελέγχεται από τις ακόλουθες παραμέτρους:

- Θερμοκρασία
- Αγωγιμότητα
- Διαλυμένο οξυγόνο (DO)
- Δυναμικό Οξείωσης-Μείωσης (ORP)
- pH

Είναι δύσκολο να τροφοδοτηθεί ηλεκτρισμός στους κόμβους που είναι εγκατεστημένοι στις λίμνες ιχθυοκαλλιέργειας, οπότε έχει γίνει εγκατάσταση σε κάθε κόμβο έναν ηλιακό πίνακα και μια μπαταρία για να εξασφαλίσει συνεχή παροχή ενέργειας. Φυσικά υπάρχουν πολυάριθμες εφαρμογές και κατασκευές στον κλάδο της μελισσοκομίας. Καλύπτουν από τις βασικές πληροφορίες (βάρος και θερμοκρασία) μέχρι και άλλες δεκάδες πληροφορίες ανάλογα με τις ανάγκες του κάθε μελισσοκόμου. Μια από αυτές τις κατασκευές είναι το Bee Smart™.



Κεφάλαιο 2

Τεχνολογίες Επικοινωνίας Ενσωματωμένων Συστημάτων

2.1 Ασύρματη Επικοινωνία

Ο κόσμος ολοένα και προτιμά την ασύρματη επικοινωνία, με έναν συνεχώς αυξανόμενο αριθμό ανθρώπων που εκμεταλλεύονται τα πλεονεκτήματα των ασύρματων επικοινωνιών. Ασύρματη επικοινωνία ονομάζουμε την μετάδοση σημάτων χρησιμοποιώντας τα ραδιοκύματα ως μέσο αντί των καλωδίων. Πλέον βρίσκουμε αρκετές συσκευές που χρησιμοποιούν ασύρματη επικοινωνία όπως:

- Ασύρματα πληκτρολόγια/ποντίκια
- Laptops
- Κινητά τηλέφωνα
- Τηλεχειριστήρια και τηλεοράσεις

Για τις επιχειρήσεις, οι ασύρματες τεχνολογίες σημαίνουν νέους τρόπους για να μείνουν σε επαφή με τους πελάτες τους, τους προμηθευτές τους και τους υπαλλήλους τους. Μέρος της ασύρματης επικοινωνίας είναι και τα ασύρματα δίκτυα. Ασύρματο δίκτυο χαρακτηρίζεται το τηλεπικοινωνιακό δίκτυο, συνήθως τηλεφωνικό ή δίκτυο υπολογιστών, το οποίο χρησιμοποιεί επίσης ραδιοκύματα ως φορείς πληροφορίας. Υπάρχουν πολλοί τρόποι επικοινωνίας σε ένα ασύρματο δίκτυο. Μερικοί από αυτούς είναι:

- Wifi (802.11)
- Bluetooth
- BLE
- 802.15.4
- Cellular Network

2.2 WIFI (802.11)

Τι είναι το Wifi

Το IEEE 802.11 είναι μια οικογένεια προτύπων της IEEE για ασύρματα τοπικά δίκτυα (WLAN) που είχαν ως σκοπό να επεκτείνουν το 802.3 (Ethernet, το συνηθέστερο πρωτόκολλο ενσύρματης δικτύωσης υπολογιστών) στην ασύρματη περιοχή. Τα πρότυπα 802.11 είναι ευρύτερα γνωστά ως WiFi επειδή η WiFi Alliance, ένας οργανισμός ανεξάρτητος της IEEE, παρέχει την πιστοποίηση για τα προϊόντα που εμπίπτουν στις προδιαγραφές του 802.11. Αυτή η οικογένεια πρωτοκόλλων αποτελεί

το καθιερωμένο πρότυπο της βιομηχανίας στο χώρο των ασύρματων τοπικών δικτύων.

Λειτουργία

Όπως τα κινητά τηλέφωνα έτσι και ένα δίκτυο Wifi χρησιμοποιεί ραδιοκύματα για την μετάδοση πληροφοριών σε ένα δίκτυο. Η ασύρματη επικοινωνία επιτυγχάνεται μέσω της χρήσης WLAN πρωτοκόλλων. Τα πρωτόκολλα επικοινωνίας τα οποία χρησιμοποιούμε σε καθημερινή βάση ακολουθούν συνήθως τα στάνταρ του IEEE 802.11. Υπάρχουν διάφορα πρωτόκολλα, όπως το 802.11A, το 802.11B, το 802.11G και το 802.11N. Παρακάτω θα δούμε τις διαφορές τους και ποια τα πλεονεκτήματα/μειονεκτήματα του καθενός από αυτά;

802.11A:

- Μέγιστη ταχύτητα: 54Mbit/sec
- Συχνότητα λειτουργίας: 5GHz
- Δεν ενδείκνυται για εσωτερική χρήση (κακή απόδοση όσον αφορά το πέρασμα ανάμεσα σε τοίχους)
- Υποστηριζόμενες κρυπτογραφήσεις: WEP, WPA, WPA2

802.11B:

- Μέγιστη ταχύτητα: 11Mbit/sec
- Συχνότητα λειτουργίας: 2.4GHz
- Συμβατότητα με τα 802.11G και 802.11N
- Χρησιμοποιεί το ίδιο φάσμα συχνοτήτων με φούρνους μικροκυμάτων, ασύρματα τηλέφωνα και Bluetooth συσκευές
- Υποστηριζόμενες κρυπτογραφήσεις: Πολλές φορές μόνο WEP

802.11G:

- Μέγιστη ταχύτητα: 54Mbit/sec
- Συχνότητα λειτουργίας: 2.4GHz
- Χρησιμοποιεί το ίδιο φάσμα συχνοτήτων με φούρνους μικροκυμάτων, ασύρματα τηλέφωνα και Bluetooth συσκευές
- Υποστηριζόμενες κρυπτογραφήσεις: WEP, WPA-Personal, WPA-Enterprise, WPA2 (AES Personal/Enterprise)

802.11N:

- Μέγιστη ταχύτητα: 1Gbit/sec
- Συχνότητα λειτουργίας: 2.4GHz ή 5GHz
- Όταν λειτουργεί στα 2.4GHz, χρησιμοποιείται το ίδιο φάσμα συχνοτήτων με φούρνους μικροκυμάτων, ασύρματα τηλέφωνα και Bluetooth συσκευές

- Χρησιμοποιεί πολλαπλές κεραιές για καλύτερη απόδοση
- Υποστηριζόμενες κρυπτογραφήσεις: WPA2-AES

Που χρησιμοποιείται

Η ονομασία WiFi χρησιμοποιείται για να προσδιορίσει τις συσκευές WLAN που βασίζονται στην προδιαγραφή IEEE 802.11 b/g/n και εκπέμπουν σε συχνότητες 2.4GHz. Ωστόσο το WiFi έχει επικρατήσει και ως όρος αναφερόμενος συνολικά στα ασύρματα τοπικά δίκτυα. Συνήθεις εφαρμογές του είναι η παροχή ασύρματων δυνατοτήτων πρόσβασης στο Internet, τηλεφωνίας μέσω διαδικτύου (VoIP) και διασύνδεσης μεταξύ ηλεκτρονικών συσκευών όπως τηλεοράσεις, ψηφιακές κάμερες, DVD Player και ηλεκτρονικοί υπολογιστές.

Σε φορητές ηλεκτρονικές συσκευές το 802.11 βρίσκει εφαρμογές ασύρματης μετάδοσης, όπως π.χ. στη μεταφορά φωτογραφιών από ψηφιακές κάμερες σε υπολογιστές για περαιτέρω επεξεργασία και εκτύπωση.

2.3 Bluetooth

Τι είναι το Bluetooth;

Το Bluetooth είναι ένα βιομηχανικό πρότυπο για ασύρματα προσωπικά δίκτυα υπολογιστών (Wireless Personal Area Networks, WPAN). Πρόκειται για μια ασύρματη τηλεπικοινωνιακή τεχνολογία μικρών αποστάσεων, η οποία μπορεί να μεταδώσει σήματα μέσω μικροκυμάτων σε ψηφιακές συσκευές. Επομένως το Bluetooth είναι ένα πρωτόκολλο το οποίο παρέχει προ τυποποιημένη, ασύρματη επικοινωνία ανάμεσα σε PDA, κινητά τηλέφωνα, φορητοί υπολογιστές, προσωπικοί υπολογιστές, εκτυπωτές, καθώς και ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές ή ψηφιακές κάμερες, μέσω μιας ασφαλούς, φθηνής και παγκοσμίως διαθέσιμης χωρίς ειδική άδεια ραδιοσυχνότητας μικρής εμβέλειας. Από τεχνικής άποψης το Bluetooth είναι ένα πρωτόκολλο ασύρματης δικτύωσης σε φυσικό επίπεδο, υποεπίπεδο MAC και, προαιρετικά, υποεπίπεδο LLC.

Εφαρμογές

Το Bluetooth επιτρέπει την κατάργηση όλων των καλωδίων τα οποία παλαιότερα ήταν απαραίτητα για τη «διασύνδεση» μεταξύ υπολογιστών, φορητών υπολογιστών χειρός, κινητών τηλεφώνων και άλλων ψηφιακών συσκευών, όπως ψηφιακές κάμερες, σαρωτές, εκτυπωτές, μικρόφωνα, ακουστικά, ραδιόφωνα κ.α. Το Bluetooth επιτρέπει την σύνδεση του κινητού με τον υπολογιστή, τη μεταφορά δεδομένων,

όπως εικόνες, επαφές και σημειώσεις από κινητό προς κινητό, τη σύνδεση στο Internet κ.α. Όλα αυτά χωρίς καλώδια και πολύπλοκες ρυθμίσεις.

Οι εφαρμογές του λοιπόν είναι πολλαπλές:

- Ασύρματη δικτύωση μεταξύ επιτραπέζιου και φορητού υπολογιστή, σε έναν περιορισμένο χώρο με ελάχιστο διαθέσιμο εύρος ζώνης.
- Ασύρματα περιφερειακά, όπως εκτυπωτές, ποντίκια και πληκτρολόγια, τα οποία επικοινωνούν με κάποιον επιτραπέζιο ή φορητό υπολογιστή.
- Ασύρματη μεταφορά ψηφιακών αρχείων (εικόνες, mp3 κλπ.) ανάμεσα σε κινητά τηλέφωνα και PDA.
- Ασύρματα ακουστικά για κινητά τηλέφωνα και Smartphone.
- Ιατρικές εφαρμογές – δοκιμάζονται συσκευές από εταιρίες που παρέχουν ηλεκτρονικές συσκευές προχωρημένης ιατρικής.
- Ορισμένοι δέκτες GPS μεταφέρουν πληροφορίες NMEA μέσω Bluetooth.
- Ασύρματη τηλεφωνία στο αυτοκίνητο: Το Bluetooth δίνει τη δυνατότητα σε χρήστες καταλλήλως εξοπλισμένων κινητών τηλεφώνων να χρησιμοποιούν κάποιες βασικές λειτουργίες τους με ασύρματα ακουστικά. Ανάλογο σύστημα υπάρχει ενσωματωμένο και σε κράνη οδηγών μοτοσικλέτας, επιτρέποντας τη συνομιλία κατά την οδήγηση.
- Απομακρυσμένος έλεγχος συσκευών, όπου έως την εμφάνιση του Bluetooth χρησιμοποιούνταν τεχνολογία υπέρυθρων ακτίνων.

Λειτουργία

Το Bluetooth επιτρέπει τις απευθείας συνδέσεις από συσκευή προς συσκευή (point to point), καθώς και την ταυτόχρονη σύνδεση έως και 7 συσκευών με τη χρήση μιας μοναδικής συχνότητας. Τις προδιαγραφές της συγκεκριμένης τεχνολογίας ανέπτυξε και υποστηρίζει το Bluetooth Special Interest Group. Το Bluetooth λειτουργεί στο «αδέσμευτο» φάσμα συχνοτήτων των 2,4 GHz, ώστε οι συσκευές που το ενσωματώνουν να μπορούν να λειτουργήσουν απροβλημάτιστα σε οποιοδήποτε σημείο του πλανήτη. Για να περιοριστούν στο ελάχιστο οι παρεμβολές από παρεμφερείς συσκευές, το Bluetooth εκμεταλλεύεται την αμφίδρομη επικοινωνία και τη μέθοδο μετάδοσης με διασπορά φάσματος Frequency Hopping (έως και 1600 εναλλαγές συχνότητας ανά δευτερόλεπτο). Από φυσική άποψη επίσης το Bluetooth λειτουργεί περίπου στα 2.4 GHz, προδιαγράφει τρία επίπεδα ισχύος της εκπομπής από τα οποία εξαρτάται και η εμβέλεια επικοινωνίας (πάντα μικρότερη των 10 μέτρων σε PAN).

2.4 BLE

Τι είναι το BLE

Το Bluetooth Low Energy πρωτοεμφανίστηκε στην αγορά το 2011 ως Bluetooth 4.0. Όταν μιλάμε για Bluetooth Low Energy vs. Bluetooth, η διαφορά είναι η χαμηλή κατανάλωση ενέργειας του Bluetooth 4.0. Με την κατανάλωση ενέργειας Bluetooth LE, οι εφαρμογές μπορούν να λειτουργούν σε μια μικρή μπαταρία για τέσσερα έως πέντε χρόνια. Δεν είναι ιδανικό για ομιλία στο τηλέφωνο και είναι ζωτικής σημασίας για εφαρμογές που χρειάζονται να ανταλλάσσουν περιοδικά μικρά ποσά δεδομένων.

Εύρος BLE

Ακριβώς όπως το Bluetooth, το BLE λειτουργεί στη ζώνη ISM(industrial, scientific and medical) 2,4 GHz. Σε αντίθεση με την κλασσική τεχνολογία Bluetooth, ωστόσο, το BLE παραμένει σε κατάσταση αναστολής συνεχώς, εκτός από την περίπτωση που ξεκινά μια σύνδεση. Οι πραγματικοί χρόνοι σύνδεσης είναι μόνο μερικά ms, σε αντίθεση με το Bluetooth που θα πάρει ~ 100ms. Ο λόγος για τον οποίο οι συνδέσεις είναι τόσο σύντομες, είναι ότι οι ρυθμοί δεδομένων είναι υψηλοί στα 1 Mb / s.

Εφαρμογές M2M / IoT του BLE

- Συσκευές παρακολούθησης της αρτηριακής πίεσης
- Συσκευές που μοιάζουν με fibit(activity tracker)
- Βιομηχανικοί αισθητήρες παρακολούθησης
- Γεωγραφικές, στοχευμένες προσφορές (iBeacon)
- Εφαρμογές δημόσιων συγκοινωνιών

Bluetooth vs. BLE - Η διαφορά IOT

Συνοπτικά, τα Bluetooth και τα Bluetooth Low Energy χρησιμοποιούνται για πολύ διαφορετικούς σκοπούς. Το Bluetooth μπορεί να χειριστεί πολλά δεδομένα, αλλά καταναλώνει γρήγορα τη ζωή της μπαταρίας και κοστίζει πολύ περισσότερο. Το BLE χρησιμοποιείται για εφαρμογές που δεν χρειάζεται να ανταλλάσσουν μεγάλες ποσότητες δεδομένων και συνεπώς μπορούν να λειτουργούν με μπαταρία για χρόνια με φθηνότερο κόστος. Όλα εξαρτώνται από το τι προσπαθείτε να επιτύχετε.

2.5 (802.15.4)

Το πρότυπο IEEE 802.15 αποτελεί την 15 η ομάδα εργασίας του IEEE 802, η οποία επικεντρώνεται στα ασύρματα προσωπικά δίκτυα (WPANs) με περιοχή κάλυψης λιγότερη των 10 μέτρων και γι' αυτό αποτελούν την ιδανικότερη λύση για τη σχεδίαση WSNs . Το προσωπικό δίκτυο (PAN), το οποίο χρησιμοποιείται για τη διασύνδεση συσκευών που βρίσκονται σε μικρή απόσταση, μπορεί να είναι είτε ενσύρματο με υπολογιστικούς διαύλους είτε ασύρματο (WPAN). Το πρότυπο επικοινωνίας για τα προσωπικά δίκτυα ή για τα ασύρματα δίκτυα μικρών αποστάσεων είναι το 802.15.

Λειτουργία

Στο πρωτόκολλο 802.15.4 εκχωρούνται συνολικά 27 κανάλια εκ των οποίων 16 κανάλια ανήκουν στη ζώνη των 2.4 GHz, 10 κανάλια στη ζώνη των 915 MHz και 1 κανάλι στη ζώνη των 868 MHz. Η ζώνη των 2.4 GHz αποτελεί την πιο διαδεδομένη ζώνη συχνοτήτων, που είναι και η κοινή ζώνη συχνοτήτων λειτουργίας με τα υπόλοιπα ασύρματα δίκτυα άρα και επικάλυψης.

- 250 Kbps στη ζώνη των 2.4 GHz με κωδικοποίηση O-QPSK
- 40 Kbps στη ζώνη των 915 MHz με κωδικοποίηση BPSK
- 20 Kbps στη ζώνη των 868 MHz με κωδικοποίηση BPSK

Η περιοχή κάλυψης δεν είναι αυστηρά καθορισμένη, καθώς τα χαρακτηριστικά διάδοσης είναι δυναμικά και μεταβαλλόμενα. Μικρές μεταβολές της θέσης και της κατεύθυνσης πιθανόν να έχουν άμεση επίπτωση στην ισχύ ή την ποιότητα του λαμβανόμενου σήματος. Οι αλλαγές αυτές προκύπτουν, είτε μια συσκευή είναι στατική είτε κινείται, εξαιτίας των κινούμενων αντικειμένων που παρεμβάλλονται και επιδρούν άμεσα στη ζεύξη μεταξύ πομπού και δέκτη.

Το βασικότερο συστατικό των δικτύων που χρησιμοποιούν το πρότυπο 802.15.4 είναι η συσκευή ή κόμβος.

Υπάρχουν δύο είδη κόμβων:

- Συσκευή πλήρους λειτουργίας (Full-Function Device –FFD)
- Συσκευή μειωμένης λειτουργίας (Reduced-Function Device –RFD)

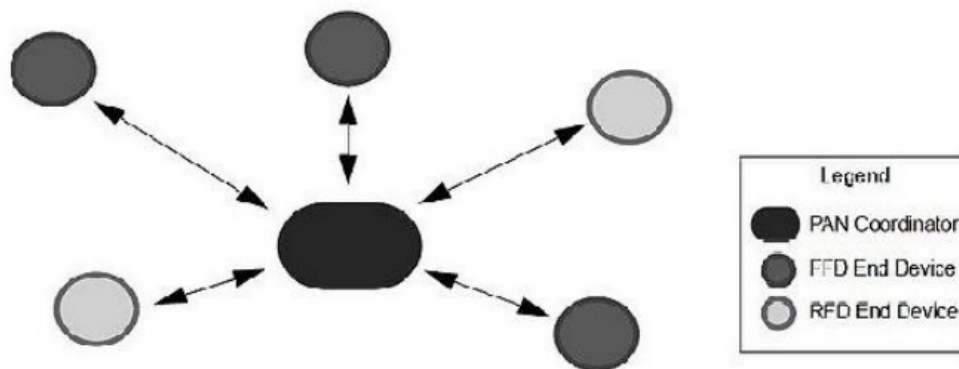
Ένα δίκτυο περιέχει τουλάχιστον έναν κόμβο FFD, ο οποίος λειτουργεί σαν κεντρικός συντονιστής του δικτύου. Ο κόμβος FFD μπορεί να λειτουργήσει είτε ως κεντρικός συντονιστής ενός προσωπικού δικτύου (Personal Area Network –PAN coordinator), είτε ως τοπικός συντονιστής σε οποιαδήποτε περιοχή του δικτύου ή ως απλή συσκευή. Το δίκτυο αποτελείται από κόμβους FFD, οι οποίοι έχουν τη δυνατότητα να επικοινωνούν με οποιονδήποτε κόμβο που βρίσκεται εντός της εμβέλειάς τους, και

από κόμβους RFD, οι οποίοι μπορούν να επικοινωνούν μόνο με τον πλησιέστερο κόμβο FFD ή τον έναν κεντρικό κόμβο FFD συντονιστή, ο οποίος είναι συνήθως συνδεδεμένος με έναν υπολογιστή ή κάποιο άλλο δίκτυο. Οι κόμβοι RFD προορίζονται για απλές εργασίες, ενώ οι κόμβοι FFD αποτελούν το βασικό κορμό του δικτύου. Οι κόμβοι ορίζονται είτε με μία 64bit IEEE διεύθυνση είτε μία 16bit «μικρή» διεύθυνση κατά τη διάρκεια της συσχέτισης.

Συνεπώς, ένα δίκτυο σύμφωνα με το πρότυπο 802.15.4 μπορεί να υποστηρίξει μέχρι $2^{16} - 1 = 65536 - 1 = 65535$ κόμβους με την διεύθυνση 0xFFFF να αποτελεί τη διεύθυνση ευρεκπομπής (broadcast address).

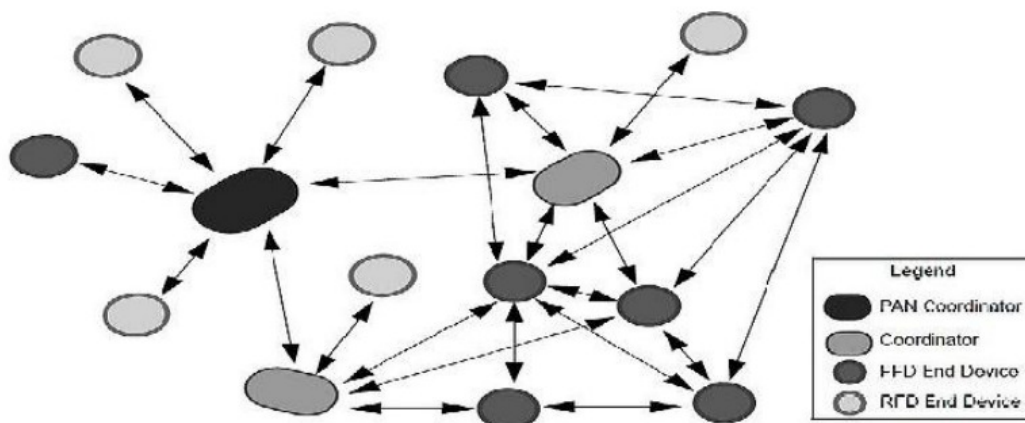
Το πρωτόκολλο IEEE 802.15.4 υποστηρίζει τρεις βασικές τοπολογίες

- Τοπολογία αστέρα



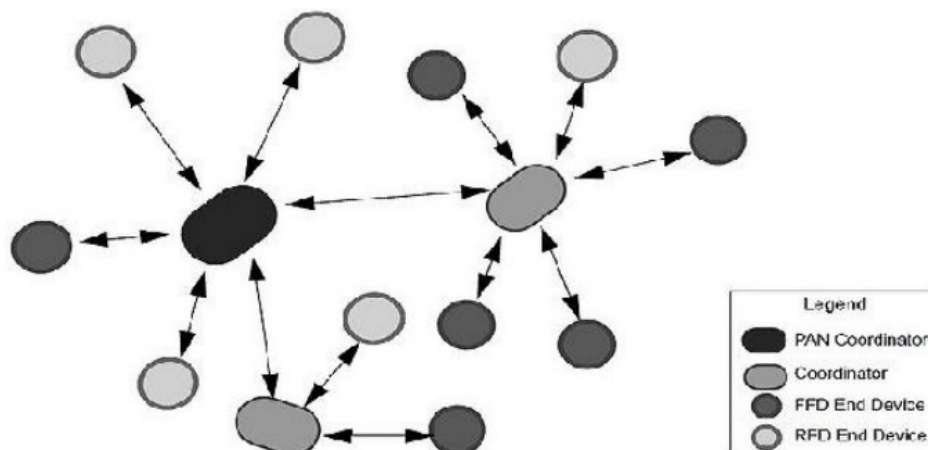
Στην τοπολογία αστέρα η συσκευή FFD, μετά την πρώτη ενεργοποίησή της, μπορεί να εγκαθιδρύσει το δίκτυό της και να λειτουργεί ως PAN coordinator. Με την επιλογή ενός PAN Identifier, που είναι μοναδικό για κάθε δίκτυο εντός της περιοχής εκπομπής, όλα τα δίκτυα αστέρα λειτουργούν ανεξάρτητα από τα υπόλοιπα δίκτυα αστέρα σε τρέχουσα λειτουργία.

- Τοπολογία peer-to-peer (mesh)



Στην peer-to-peer τοπολογία κάθε συσκευή μπορεί να επικοινωνήσει με κάθε άλλη που βρίσκεται στην περιοχή εκπομπής της, καθώς και να εξαχθούν επιπρόσθετες τοπολογίες όπως η cluster tree μορφή. Μια συσκευή ορίζεται ως PAN coordinator, η οποία μπορεί να αποτελεί την πρώτη συσκευή που επικοινωνεί στο δίκτυο.

- Τοπολογία Cluster – tree



Η τοπολογία αυτή αποτελεί μία ειδική περίπτωση της τοπολογίας peer-to-peer. Οι περισσότερες συσκευές αυτής της τοπολογίας είναι συσκευές FFD, ενώ μία συσκευή RFD μπορεί να συνδεθεί μόνο όταν είναι στο τέλος της διακλάδωσης του cluster, αφού έχει τη δυνατότητα να επικοινωνήσει μόνο με μια συσκευή FFD κάθε φορά. Η κάθε συσκευή FFD έχει τη δυνατότητα να λειτουργήσει σαν συντονιστής και να παρέχει συγχρονισμό σε άλλες συσκευές καθώς και σε άλλους συντονιστές. Ως καθολικός PAN coordinator του δικτύου, ο οποίος καταναλώνει τους περισσότερους υπολογιστικούς πόρους από κάθε άλλη συσκευή, μπορεί να λειτουργήσει μόνο ένας συντονιστής. Ο PAN coordinator σχηματίζει την πρώτη ομάδα-cluster, της οποίας αποτελεί το cluster head –CLH της ομάδας με το cluster identifier –CID να λαμβάνει την τιμή 0, επιλέγει ένα αχρησιμοποίητο PAN identifier και μεταδίδει ευρέως ακολουθίες δεδομένων σε γειτονικές συσκευές. Μια συσκευή, που είναι υποψήφια για σύνδεση, όταν λάβει μια ακολουθία δεδομένων μπορεί να απαιτήσει να συνδεθεί στο δίκτυο μέσω του CLH και αν ο PAN coordinator της επιτρέψει, τότε θα προστεθεί η συσκευή ως child στη λίστα των γειτόνων του. Εν συνεχεία, η συσκευή αυτή θα προσθέσει το CLH ως parent στη λίστα γειτόνων της και θα ξεκινήσει η μετάδοση περιοδικών ακολουθιών (periodic beacons). Αν η σύνδεση αυτή δεν είναι εφικτή, τότε η συσκευή θα αναζητήσει άλλο CLH –parent που ανήκει σε άλλο cluster του δικτύου. Βασικό πλεονέκτημα αυτής της τοπολογίας είναι η ευρεία κάλυψη μιας περιοχής, ενώ μειονέκτημά της είναι η χαμηλή ταχύτητα μετάδοσης των μηνυμάτων.

Το Φυσικό Επίπεδο (Physical Layer) του 802.15.4

Το φυσικό επίπεδο παρέχει την υπηρεσία PHY data service και την PHY management service, που αλληλοεπιδρά με την οντότητα διαχείρισης του φυσικού επιπέδου (Physical Layer Management Entity –PLME). Το πρότυπο 802.15.4 καθορίζει ως επιτρεπόμενη τεχνική μετάδοσης του φυσικού επιπέδου την τεχνική εξάπλωσης φάσματος συνεχούς ακολουθίας DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum) με διαμόρφωση BPSK (Binary Phase Shift Keying) ή OQPSK (Offset Quadrature Phase Shift Keying). Οι βασικές λειτουργίες και υπηρεσίες που υλοποιούνται από το PHY επίπεδο του 802.15.4 είναι:

- Ενεργοποίηση και Απενεργοποίηση του Πομποδέκτη (transceiver), όπου αυτός τίθεται σε μία από τις τρεις καταστάσεις: εκπομπή, λήψη και sleeping.
- Ανίχνευση Ενέργειας (Energy Detection –ED) στο τρέχον κανάλι, η οποία είναι μια εκτίμηση της ισχύος του λαμβανόμενου σήματος.
 - Κατανομή Εγγυημένων Χρονοθυρίδων (Guaranteed Time Slots - GTSS)
 - Έλεγχος Αδράνειας Καναλιού (Clear Channel Assessment - CCA) για πολλαπλή πρόσβαση χρησιμοποιώντας ED ή ανίχνευση φέροντος σήματος (Carrier Sense mode) ή και συνδυασμό και των δύο. Σε κατάσταση ED το μέσο θεωρείται κατελιημμένο αν ανιχνευθεί επίπεδο ενέργειας πάνω από ένα προκαθορισμένο κατώφλι (threshold), ενώ σε κατάσταση ανίχνευσης φέροντος το μέσο θεωρείται κατελιημμένο αν ανιχνευθεί σήμα με τη διαμόρφωση και τα spreading χαρακτηριστικά του προτύπου 802.15.4. Στη συνδυασμένη κατάσταση, απαιτούνται αμφότερες οι προαναφερθείσες συνθήκες να λαμβάνονται υπόψιν για το αν το μέσο είναι κατελιημμένο ή όχι.
- Ένδειξη Ποιότητας Ζεύξης (Link Quality Indication –LQI) για τα ληφθέντα πακέτα, όπου πραγματοποιείται αυτή η μέτρηση για κάθε πακέτο που λαμβάνεται. Η μέτρηση της ισχύος ή/και της ποιότητας μιας ζεύξης, μέσω της οποίας μεταφέρεται ένα πακέτο, γίνεται με τη χρήση του ED του λήπτη, ένα ποσοστό σήματος προς θόρυβο, ή ένα συνδυασμό αυτών. Βέβαια, ο τρόπος υπολογισμού του LQI από το 802.15.4 δεν καθορίζεται πλήρως, αφήνοντας το σχεδιαστή να εισάγει το δικό του ανάλογα με τους πόρους που διαθέτει, τις απαιτήσεις της εφαρμογής και τις περιβαλλοντικές συνθήκες.
- Επιλογή συχνότητας καναλιού, αφού οι ασύρματες ζεύξεις μπορούν να λειτουργήσουν σε 27 διαφορετικά κανάλια υπό το πρότυπο 802.15.4 και έτσι το φυσικό επίπεδο είναι υπεύθυνο για τη μετάθεση του πομποδέκτη σε ένα συγκεκριμένο κανάλι.
- Αποστολή και λήψη δεδομένων, η οποία και είναι η πιο βασική λειτουργία του φυσικού επιπέδου, εφαρμόζοντας τεχνικές διαμόρφωσης και spreading.

- Δομή των πακέτων του φυσικού επιπέδου, όπου η επικεφαλίδα συγχρονισμού SHR (Synchronization Header) αποτελείται από το preamble σήμα που χρησιμεύει για το συγχρονισμό και από το πεδίο που υποδηλώνει το τέλος του πεδίου συγχρονισμού SFD (Start Of frame Delimiter), που καθορίζει το τέλος του πεδίου SHR και την αρχή του υπόλοιπου πακέτου. Η επικεφαλίδα φυσικού επιπέδου PHY (PHY Header) αποτελείται από 8 bits και περιέχει πληροφορίες για το μήκος του πλαισίου. Το τμήμα δεδομένων του φυσικού επιπέδου (PHY Payload) είναι αυτό που ακολουθεί στο τέλος και περιλαμβάνει και το πλαίσιο MAC, το οποίο είναι μεταβλητού μήκους.

Το Υπο-επίπεδο Ελέγχου Προσπέλασης στο Μέσο Μετάδοσης (MAC-Media Access Control) του 802.15.4

Το MAC υπο-επίπεδο εξασφαλίζει τη διασύνδεση των ανώτερων επιπέδων με το φυσικό, δηλαδή είναι το επίπεδο που δρα ως διεπαφή μεταξύ του υποεπιπέδου ελέγχου λογικής σύνδεσης (LLC) και του PHY Layer. Το πρωτόκολλο ελέγχου προσπέλασης στο μέσο παρέχει διευθυνσιοδότηση και μηχανισμούς ελέγχου προσπέλασης του καναλιού, το οποίο καθιστά δυνατή την επικοινωνία μεταξύ των τερματικών ή των κόμβων του δικτύου. Το υποεπίπεδο MAC εξομοιώνει ένα δικατευθυντήριο κανάλι επικοινωνίας σε δίκτυο πολλών σημείων, όπου το κανάλι μπορεί να παρέχει υπηρεσίες μόνο εκπομπής (unicast), πολυεκπομπής (multicast) ή ευρυεκπομπής (broadcast).

Το MAC υπο-επίπεδο παρέχει την υπηρεσία MAC data service και την MAC management service, που διασυνδέονται με την οντότητα διαχείρισης του MAC (MAC Layer Management Entity –MLME) και την υπηρεσία πρόσβασης σημείου (Service Access Point - SAP). Οι βασικές αρμοδιότητες που υλοποιούνται από το MAC υποεπίπεδο του 802.15.4 είναι:

- Η διαχείριση του beacon
- Η πρόσβαση στο διαθέσιμο κανάλι
- Η διαχείριση των εγγυημένων χρονοθυρίδων (Guaranteed Time Slots –GTS)
- *Η επιβεβαίωση των μεταδιδόμενων frames
- *Η αναγνώριση της μεταφοράς των frames

Το πρότυπο 802.15.4 μπορεί να λειτουργήσει είτε σε non-beacon-enabled mode είτε σε beacon-enabled mode. Στην πρώτη περίπτωση, η οποία είναι ιδανική για δίκτυα τοπολογίας αστέρα, υποστηρίζονται δίκτυα πολλαπλών βημάτων (multi-hop), όπου μια ομάδα κόμβων είναι μόνιμως ενεργή και αναμεταδίδει μηνύματα που δημιουργήθηκαν από άλλους κόμβους χαμηλής κατανάλωσης. Στην non-beacon

λειτουργία, χρησιμοποιείται ο αλγόριθμος CSMA χωρίς χρονοθυρίδες (un-slotted) και δεν χρησιμοποιείται ο μηχανισμός RTS (Ready to Send) / CTS (Clear to Send), αφού το μέγεθος των πλαισίων του 802.15.4 είναι μικρό. Υπάρχει όριο στον αριθμό των αποσύρσεων που γίνονται, για την αποφυγή αέναης απόσυρσης (backoff), στην οποία ο χρόνος απόσυρσης του CSMA αυξάνεται εκθετικά χωρίς όρια, και μόλις φτάσει στο μέγιστο αυτό όριο δημιουργείται μια αναφορά αποτυχίας πρόσβασης στο κανάλι (channel access failure) από το MAC και αποστέλλεται στο ανώτερο επίπεδο της στοίβας. Στην άλλη περίπτωση λειτουργίας, την beacon-enabled mode, ο χρόνος του καναλιού διαιρείται σε υπερ-πλαίσια (super-frames), όπου οριοθετούνται από τους συντονιστές της ομάδας κατά την εκπομπή beacons. Στα πλαίσια μιας ομάδας, όλες οι επικοινωνίες, γίνονται κατά τη διάρκεια ενός τέτοιου υπερ-πλαίσιου, η διάρκεια του οποίου ονομάζεται διάρκεια υπερ-πλαίσιου (Super-frame Duration – SD). Βέβαια, ο συντονιστής μπορεί να απενεργοποιήσει την εκπομπή των beacons και έτσι να μην χρησιμοποιήσει τη δομή του υπερ-πλαίσιου. Εφόσον είναι επιθυμητό, οι αισθητήρες να έχουν χαμηλή ενεργειακή κατανάλωση, στα super-frames υπάρχει ένα συνιστώμενο διάστημα εντός του οποίου ο coordinator δεν δέχεται πακέτα. Έτσι, όλες οι πληροφορίες πρέπει να μεταδοθούν στο ενεργό διάστημα ενώ ο coordinator «πέφτει για ύπνο» (sleep) όλο το υπόλοιπο διάστημα. Συνεπώς, το super-frame αποτελείται από ένα ενεργό και ανενεργό τμήμα, όπου το πρώτο υποδιαιρείται σε σχισμές σταθερού μήκους και αποτελείται από μία περίοδο ανταγωνισμού πρόσβασης (Contention Access Period – CAP), στην οποία οι κόμβοι ανταγωνίζονται για την πρόσβαση στο μέσο χρησιμοποιώντας το πρωτόκολλο slotted CSMA/CA, και μία περίοδο πρόσβασης χωρίς ανταγωνισμό, στην οποία οι κόμβοι μεταδίδουν τα δεδομένα τους χωρίς διαμάχη και σε εγγυημένες χρονικές «σχισμές» (Guaranteed Time Slots – GTS), τις οποίες διαθέτει και διαχειρίζεται ο PAN coordinator.

Το MAC υποεπίπεδο χρησιμοποιεί τον αλγόριθμο Πολλαπλής Πρόσβασης με Ανίχνευση Φέροντος και Αποφυγή Συγκρούσεων (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidance – CSMA/CA) για την επιλογή της χρονικής στιγμής που θα εκπέμψει μια συσκευή ή θα τεθεί σε αναμονή για τη λήψη ενός πακέτου. Χρησιμοποιούνται δύο τύποι προσπέλασης, οι οποίοι αναφέρθηκαν ονομαστικά πιο πάνω, ανάλογα με τη διαμόρφωση του καναλιού :

1. Un-slotted μορφή του αλγόριθμου, που είναι διαδεδομένη σε δίκτυα με απενεργοποιημένη την εκπομπή beacons και με πρόβλεψη της ανίχνευσης του καναλιού πριν την μετάδοση. Έτσι, μια συσκευή σε κάθε εκπομπή δεδομένων, πρέπει να περιμένει ένα τυχαίο χρονικό διάστημα περιόδων back off. Σε περίπτωση αδράνειας του καναλιού αρχίζει η μετάδοση, ενώ στην περίπτωση που είναι απασχολημένο ακολουθείται ένας τυχαίος αλγόριθμος back off και έπειτα εκπέμπει.

Κατά τη διάρκεια της μετάδοσης, δεν ανιχνεύει το κανάλι και στέλνει την ακολουθία δεδομένων ολόκληρη, η οποία μπορεί να χαθεί λόγω παρεμβολών.

2. Slotted μορφή του αλγορίθμου, που χρησιμοποιείται από δίκτυα με ενεργοποιημένη την εκπομπή beacons. Οι χρονοσχιστές απόσυρσης ευθυγραμμίζονται με την αρχή εκπομπής του πλαισίου beacon και όταν ένας κόμβος επιθυμεί να εκπέμψει στη διάρκεια της περιόδου ανταγωνισμού του καναλιού, εντοπίζει το όριο της επόμενης θυρίδας και περιμένει τυχαίο χρόνο. Αν το κανάλι είναι κατειλημμένο, θα πρέπει να περιμένει για ένα τυχαίο αριθμό από θυρίδες και να ξαναδοκιμάσει για την πρόσβασή του στο κανάλι, ενώ αν είναι ελεύθερο περιμένει για το επόμενο όριο της θυρίδας και έπειτα εκπέμπει.

2.6 Cellular Network

Δίκτυο κινητής τηλεφωνίας

Το πιο συνηθισμένο παράδειγμα κυψελοειδούς δικτύου είναι το δίκτυο κινητής τηλεφωνίας (κινητό τηλέφωνο). Ένα κινητό τηλέφωνο λαμβάνει ή πραγματοποιεί κλήσεις μέσω ενός σημείου κυψέλης (σταθμός βάσης) ή μέσω κάποιου πύργου. Τα ραδιοκύματα χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά σημάτων προς και από το κινητό τηλέφωνο.

Τα σύγχρονα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας χρησιμοποιούν κυψέλες επειδή οι κοινόχρηστοι πόροι, οι ραδιοσυχνότητες, είναι περιορισμένοι. Οι κυψέλες αλλάζουν συχνότητα υπό τον έλεγχο ενός υπολογιστή και χρησιμοποιούν πομπούς χαμηλής ισχύος, έτσι ώστε ο περιορισμένος, συνήθως, αριθμός ραδιοσυχνοτήτων να μπορεί να χρησιμοποιηθεί ταυτόχρονα από πολλούς καλούντες με λιγότερες παρεμβολές.

Ένα κυψελοειδές δίκτυο χρησιμοποιείται από τον φορέα εκμετάλλευσης κινητής τηλεφωνίας για την επίτευξη τόσο της κάλυψης όσο και της χωρητικότητας των συνδρομητών τους. Οι μεγάλες γεωγραφικές περιοχές χωρίζονται σε μικρότερα κελιά ώστε να αποφεύγεται η απώλεια σήματος από την οπτική επαφή και να υποστηρίζεται ένας μεγάλος αριθμός ενεργών τηλεφώνων σε αυτήν την περιοχή. Όλες οι θέσεις κυψέλης συνδέονται με τηλεφωνικά κέντρα (ή switches), τα οποία με τη σειρά τους συνδέονται με το δημόσιο τηλεφωνικό δίκτυο.

Στις πόλεις, κάθε κυψέλη μπορεί να καλύπτει μια περιοχή έως περίπου 1/2 μίλια (0,80 χλμ.), ενώ σε αγροτικές περιοχές, το εύρος μπορεί να είναι έως και 5 μίλια (8,0 χλμ.). Είναι πιθανό ότι σε καθαρές ανοικτές περιοχές, ένας χρήστης μπορεί να λαμβάνει σήματα από μια θέση κυψέλης 40 μίλια μακριά.

Δεδομένου ότι σχεδόν όλα τα κινητά τηλέφωνα χρησιμοποιούν κυψελοειδή τεχνολογία, συμπεριλαμβανομένων των GSM, CDMA και AMPS (αναλογική), ο όρος "cell phone" σε ορισμένες περιοχές, κυρίως στις ΗΠΑ, χρησιμοποιείται εναλλακτικά με το "mobile phone". Ωστόσο, τα δορυφορικά τηλέφωνα είναι κινητά τηλέφωνα που δεν επικοινωνούν απευθείας με έναν κυψελοειδή πύργο, αλλά μπορούν να το κάνουν με έμμεσο τρόπο μέσω ενός δορυφόρου. Υπάρχουν διάφορες ψηφιακές κυτταρικές τεχνολογίες, κάποιες από αυτές είναι:

- [Global System for Mobile Communications](#) (GSM)
- [General Packet Radio Service](#) (GPRS)
- [cdmaOne](#)
- [CDMA2000](#)
- [Evolution-Data Optimized](#) (EV-DO)
- [Enhanced Data Rates for GSM Evolution](#) (EDGE)
- [Universal Mobile Telecommunications System](#) (UMTS)
- [Digital Enhanced Cordless Telecommunications](#) (DECT)
- [Digital AMPS](#) (IS-136/TDMA)
- [Integrated Digital Enhanced Network](#) (iDEN)

Η μετάβαση από το υπάρχον αναλογικό σε ψηφιακό πρότυπο ακολουθεί μια πολύ διαφορετική πορεία στην Ευρώπη και τις ΗΠΑ. Κατά συνέπεια, στις ΗΠΑ βρίσκονται πολλά ψηφιακά πρότυπα, ενώ στην Ευρώπη και πολλές χώρες συγκλίνουν προς το πρότυπο GSM.

Δομή του κυψελοειδούς δικτύου κινητής τηλεφωνίας

Μια απλή όψη του κυψελοειδούς δικτύου κινητής ραδιοσυχνοτήτων αποτελείται από τα ακόλουθα:

- Ένα δίκτυο ραδιοφωνικών σταθμών βάσης που αποτελούν το υποσύστημα σταθμού βάσης.
- Το δίκτυο κυκλωμάτων μεταγωγής κυκλώματος για τη διαχείριση φωνητικών κλήσεων και κειμένου.
- Ένα δίκτυο μεταγωγής πακέτων για χειρισμό δεδομένων κινητής τηλεφωνίας.
- Το δημόσιο τηλεφωνικό δίκτυο μεταγωγής για τη σύνδεση συνδρομητών στο ευρύτερο δίκτυο τηλεφωνίας.

Αυτό το δίκτυο είναι το θεμέλιο του δικτύου του συστήματος GSM. Υπάρχουν πολλές λειτουργίες που εκτελούνται από αυτό το δίκτυο, προκειμένου να διασφαλιστεί ότι οι πελάτες θα αποκτήσουν την επιθυμητή υπηρεσία, συμπεριλαμβανομένης της

διαχείρισης της κινητικότητας, της εγγραφής, της ρύθμισης κλήσεων και της παράδοσης.

Οποιοδήποτε τηλέφωνο συνδέεται στο δίκτυο μέσω ενός σταθμού βάσης ραδιοσυχνότητας (RBS) στη γωνία της αντίστοιχης κυψέλης η οποία με τη σειρά του συνδέεται με το κέντρο μεταγωγής κινητού τηλεφώνου (MSC). Το MSC παρέχει σύνδεση στο δημόσιο τηλεφωνικό δίκτυο μεταγωγής (PSTN). Ο σύνδεσμος από ένα τηλέφωνο προς το RBS ονομάζεται uplink ενώ το αντίθετο ορίζεται ως downlink.

Τα ραδιοφωνικά κανάλια χρησιμοποιούν αποτελεσματικά το μέσο μετάδοσης μέσω της χρήσης των παρακάτω σχημάτων πολυπλεξίας και πρόσβασης:

- [frequency division multiple access](#) (FDMA).
- [time division multiple access](#) (TDMA).
- [code division multiple access](#) (CDMA).
- [space division multiple access](#) (SDMA).

Κεφάλαιο 3

Αισθητήρες και Ενεργοποιητές Ενσωματωμένων Συστημάτων

3.1 Τι είναι οι Αισθητήρες

Αισθητήρας ονομάζεται μία συσκευή που ανιχνεύει ένα φυσικό μέγεθος και παράγει από αυτό μία μετρήσιμη έξοδο. Οι αισθητήρες χρησιμοποιούνται σε καθημερινά αντικείμενα, όπως κουμπιά ανελκυστήρων ευαίσθητα στην αφή και λάμπες φωτισμού που εκπέμπουν λαμπρότερα ή απαλότερα αγγίζοντας τη βάση τους. Υπάρχουν αναρίθμητες ακόμη χρήσεις που οι περισσότεροι άνθρωποι δεν αντιλαμβάνονται. Τις εφαρμογές τους συναντούμε στα αυτοκίνητα, σε μηχανές, στην αεροναυπηγική, την ιατρική, τη βιομηχανία και τη ρομποτική. Υπάρχουν πολλά είδη αισθητήρων όπως θα δούμε στην παρακάτω εικόνα.



Ο κάθε διαφορετικός τύπος αισθητήρα έχει μια δική του ξεχωριστή λειτουργία. Σας αναφέρουμε κάποια χαρακτηριστικά που μπορεί να έχει κάποιος αισθητήρας.

Εύρος

Τα όρια στα οποία η συσκευή λειτουργεί αξιόπιστα.

Ακρίβεια

Η εγγύτητα της τιμής εξόδου προς τη τιμή εισόδου.

Ευαισθησία

Η σχέση της αλλαγής εξόδου προς τη αλλαγή εισόδου, είναι ίση με τη διαφορά των τιμών της εξόδου προς τη διαφορά των αντίστοιχων τιμών εισόδου.

Απόκριση

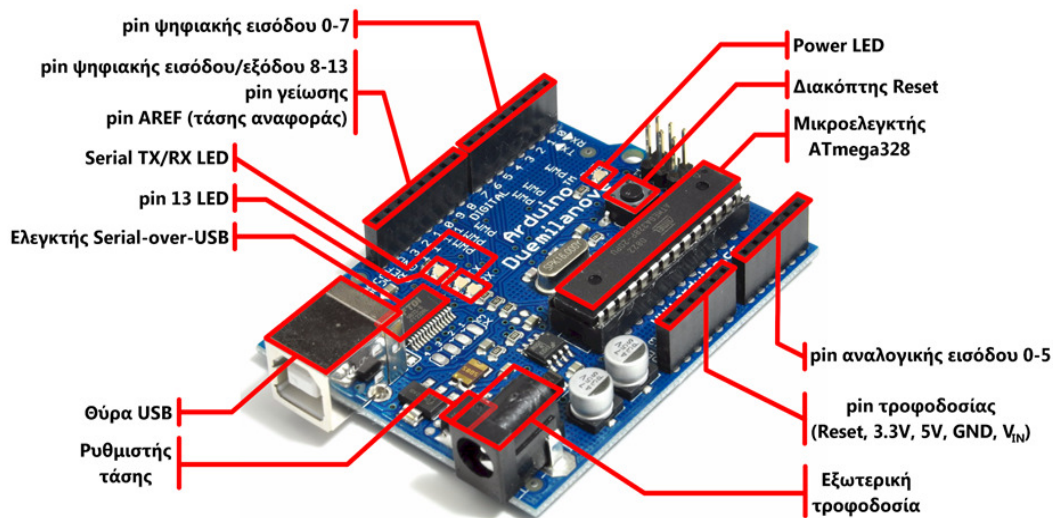
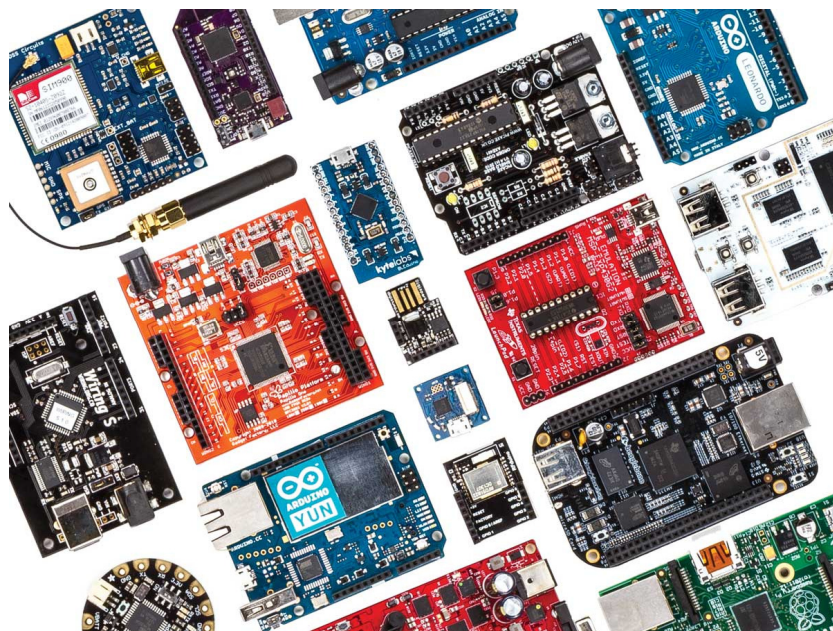
Ο χρόνος που απαιτείται για να λάβει τη τελική τιμή η έξοδος.

Επαναληψιμότητα

Η παραγωγή του ίδιου αποτελέσματος, σε διαφορετικές χρονικές στιγμές, με την ίδια είσοδο

3.2 Τι είναι το Arduino

Το **Arduino** είναι ένας μικροελεγκτής μονής πλακέτας, δηλαδή μια απλή μητρική πλακέτα ανοικτού κώδικα με ενσωματωμένο μικροελεγκτή και εισόδους/εξόδους, η οποία μπορεί να προγραμματιστεί με τη γλώσσα Wiring (ουσιαστικά πρόκειται για τη γλώσσα προγραμματισμού C++ και ένα σύνολο από βιβλιοθήκες, υλοποιημένες επίσης στην C++). Το Arduino μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη ανεξάρτητων διαδραστικών αντικειμένων αλλά και να συνδεθεί με υπολογιστή μέσω προγραμμάτων. Οι περισσότερες εκδόσεις του Arduino μπορούν να αγοραστούν προ-συναρμολογημένες όπως το διάγραμμα ακόμα και οι πληροφορίες για το υλικό είναι ελεύθερα διαθέσιμα για αυτούς που θέλουν να συναρμολογήσουν το Arduino μόνοι τους.



Arduino UNO I/O

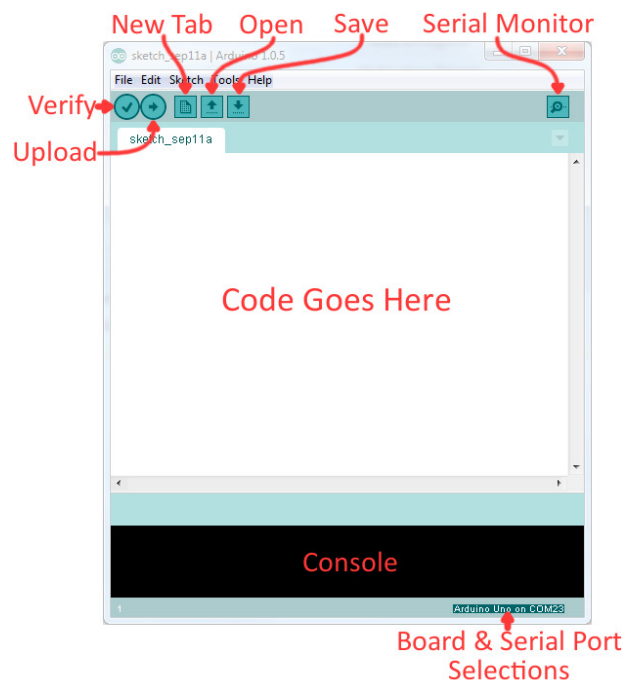
Μερικές βασικές εκδόσεις Arduino:

- 1.Arduino Nano
- 2.Arduino UNO
- 3.Arduino Lily Pad
- 4.Arduino Mega
- 5.Arduino Yun

Ότι χρειάζεστε για την διαχείριση του Arduino από τον υπολογιστή σας το παρέχει το Arduino IDE, την τελευταία έκδοση του οποίου μπορείτε να κατεβάσετε από το επίσημο site για καθένα από τα τρία δημοφιλέστερα λειτουργικά συστήματα.

Το Arduino IDE είναι βασισμένο σε Java και συγκεκριμένα παρέχει:

- Ένα πρακτικό περιβάλλον για την συγγραφή των προγραμμάτων (τα οποία ονομάζονται sketch στην ορολογία του Arduino) με συντακτική χρωματική σήμανση,
- Αρκετά έτοιμα παραδείγματα,
- Μερικές έτοιμες βιβλιοθήκες για προέκταση της γλώσσας και για να χειριζόμαστε εύκολα μέσα από τον κώδικά μας τα εξαρτήματα που συνδέετε στο Arduino,
- Τον compiler για την μεταγλώττιση των sketch σας,
- Ένα serial monitor που παρακολουθεί τις επικοινωνίες της σειριακής (USB), αναλαμβάνει να στείλει αλφαριθμητικά της επιλογής μας στο Arduino μέσω αυτής και είναι ιδιαίτερα χρήσιμο για το debugging των sketch μας
- Και την επιλογή να ανεβάζουμε το μεταγλωττισμένο sketch στο Arduino.



3.3 Τι είναι το SIM900

Πρόκειται για μια πλήρη μονάδα GSM / GPRS Quad-band σε τύπο SMT και έχει σχεδιαστεί με έναν πολύ ισχυρό επεξεργαστή single-chip που ενσωματώνει τον πυρήνα AMR926EJ-S, επιτρέποντάς να επωφεληθούμε από τις μικρές διαστάσεις και τις οικονομικά αποδοτικές λύσεις. Διαθέτοντας ένα βιομηχανικό πρότυπο, το SIM900 προσφέρει απόδοση GSM / GPRS 850/900/1800 /1900MHz για μετάδοση φωνής, SMS, δεδομένα και φαξ με χαμηλή κατανάλωση ενέργειας. Με μικρή διαμόρφωση 24mm x 24mm x 3 mm, το SIM900 μπορεί να χωρέσει σχεδόν όλες τις απαιτήσεις χώρου στις εφαρμογές M2M, ειδικά για τις λεπτότερες και συμπαγείς απαιτήσεις σχεδίασης.

Χαρακτηριστικά:

- Quad-Band 850/900/1800/1900 MHz
- GPRS multi-slot class 10/8
- Υποστήριξη SAIC (Single Antenna Interference Cancellation)
- Διαστάσεις 24 x 24 x 3 mm
- Εύρος τάσης τροφοδοσίας: 3.2 - 4.8V
- Χαμηλή ισχύς Κατανάλωση: 1,0mA (sleep mode)
- Θερμοκρασία λειτουργίας: -40 °C έως +85 °C



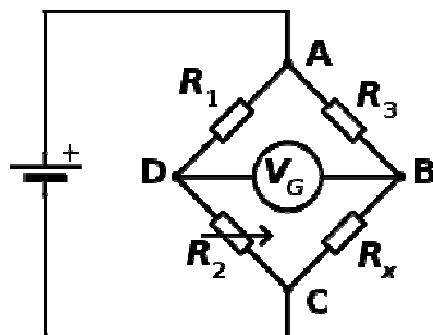
3.4 Τι είναι το Load Cell

Ένα Load Cell είναι ένας μετατροπέας που χρησιμοποιείται για τη δημιουργία ενός ηλεκτρικού σήματος του οποίου το μέγεθος είναι άμεσα αναλογικό με τη δύναμη που μετράται. Οι διάφοροι τύποι Load Cell περιλαμβάνουν υδραυλικό (hydraulic), πνευματικό (pneumatic) και μετρητή τάσεων (strain gauge).

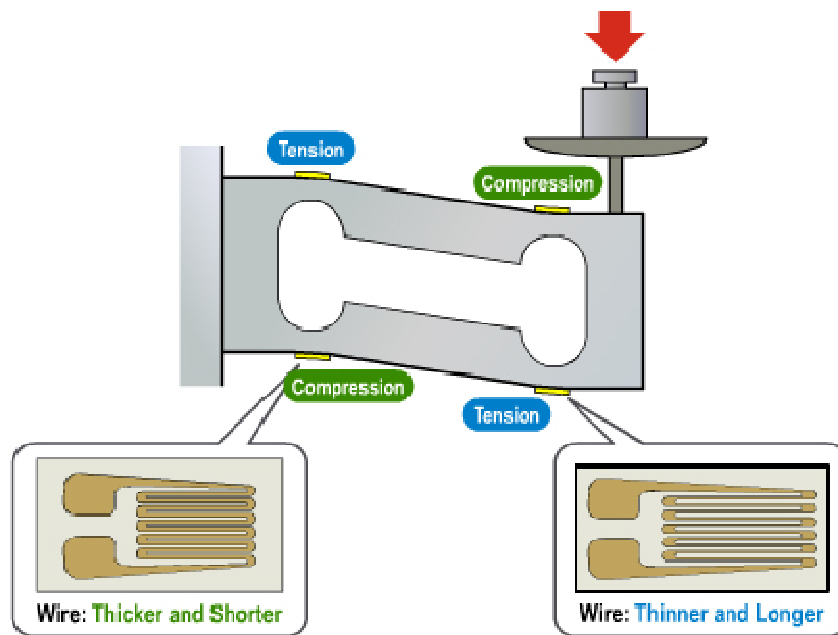


Με αυτό το μετρητή θα μπορούμε να πούμε πόσο βαρύ είναι ένα αντικείμενο, αν το βάρος του αντικειμένου αλλάξει με την πάροδο του χρόνου ή αν απλά πρέπει να αισθανθούμε την παρουσία ενός αντικειμένου με τη μέτρηση της πίεσης ή του φορτίου που εφαρμόζεται σε μια επιφάνεια.

Ένα Load Cell αποτελείται συνήθως από τέσσερα strain gauge σε μια διαμόρφωση Wheatstone bridge.



Τα strain gauge Load Cell δουλεύουν με την αρχή ότι το strain gauge (επίπεδη αντίσταση) παραμορφώνεται όταν το υλικό του Load Cell παραμορφώνεται κατάλληλα. Η παραμόρφωση του strain gauge αλλάζει την ηλεκτρική αντίσταση του, κατά μία ποσότητα που είναι ανάλογη προς την ένταση. Η μεταβολή της αντίστασης του strain gauge παρέχει μια αλλαγή ηλεκτρικής τιμής που βαθμονομείται με το φορτίο που τοποθετείται στο Load Cell.



Προσοχή στην υπερφόρτωση του αισθητήρα βάρους!

Στο πλαίσιο της διαβάθμισής του, η κυψέλη φορτίου παραμορφώνεται ελαστικά και επιστρέφει στο σχήμα της μετά την εκφόρτωσή της. Αν υποβληθεί σε φορτία που υπερβαίνουν τη μέγιστη βαθμολογία του, το υλικό του στοιχείου φορτίου μπορεί να παραμορφωθεί πλαστικά. αυτό μπορεί να οδηγήσει σε μετατόπιση σήματος, απώλεια γραμμικότητας, δυσκολία ή αδυναμία βαθμονόμησης ή ακόμα και μηχανική βλάβη στο στοιχείο ανίχνευσης (π.χ. αποκόλληση, ρήξη).



Για αυτό το λόγο το συγκεκριμένο Load Cell που χρησιμοποιούμε, που είναι κατασκευασμένο από κράμα αλουμινίου, έχει ικανότητα ανάγνωσης χωρητικότητας έως 200kg.

Επιπλέον, προσφέρουν προστασία IP66 και διαθέτουν τέσσερις M5 τρυπες για την τοποθέτησή τους.

3.5 Τι είναι το DTH

Ο DHT είναι ένας χαμηλού κόστους αισθητήρας θερμοκρασίας και υγρασίας. Αυτός ο αισθητήρας είναι «αργός» άλλα φόβερός για χρομπίστες που θέλουν να κάνουν μερικά βασικά data logging. Οι αισθητήρες DHT είναι κατασκευασμένοι από δύο μέρη, έναν capacitive αισθητήρα υγρασίας και έναν thermistor. Υπάρχει επίσης ένα πολύ βασικό τσιπ μέσα στο οποίο γίνεται κάποια αναλογική προς ψηφιακή μετατροπή και βγάζει ένα ψηφιακό σήμα με τη θερμοκρασία και την υγρασία. Το ψηφιακό σήμα είναι αρκετά εύκολο να το διαβάσουμε χρησιμοποιώντας οποιοδήποτε μικροελεγκτή.

DHT11 vs DHT22

Έχουμε δύο εκδόσεις του αισθητήρα DHT, μοιάζουν λίγο παρόμοια και έχουν το ίδιο pinout, αλλά έχουν διαφορετικά χαρακτηριστικά. Εδώ είναι οι προδιαγραφές:

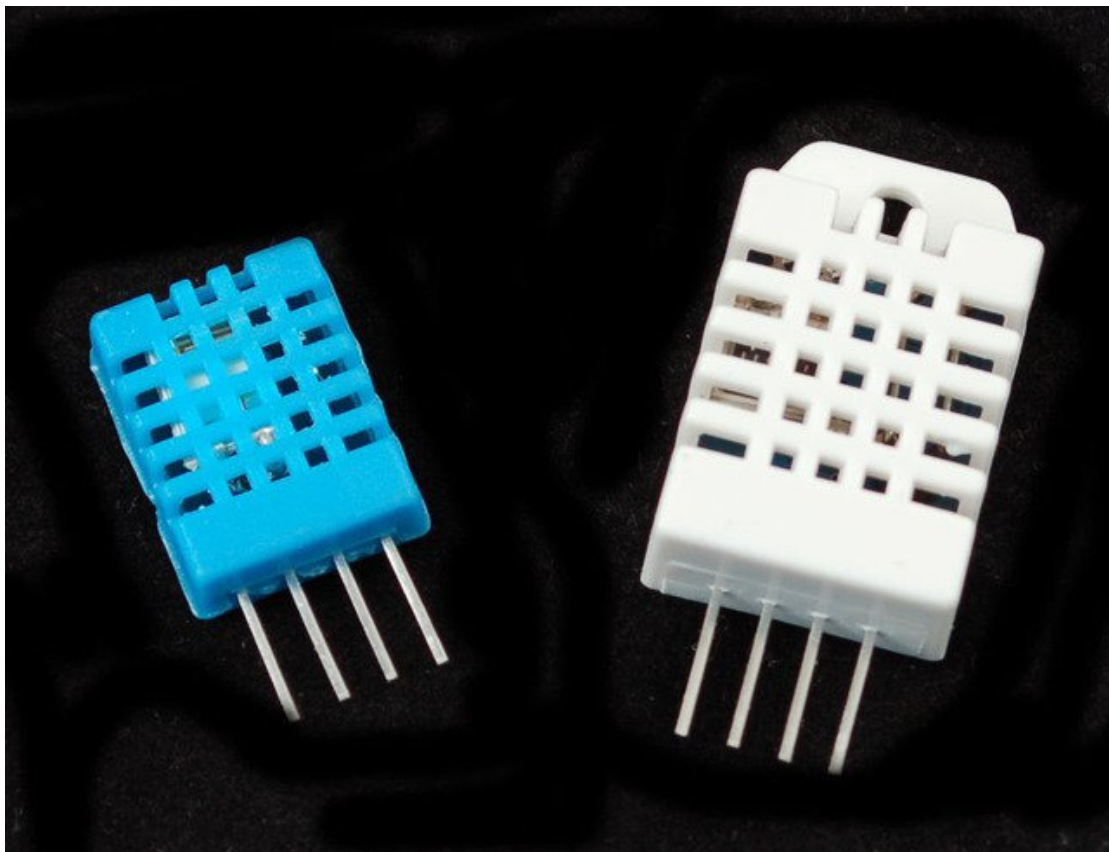
DHT11

- Εξαιρετικά χαμηλό κόστος
- 3 έως 5V και I/O
- Μέγιστη κατανάλωση 2.5mA κατά τη μετατροπή (ενώ ζητά δεδομένα)
- Καλό για αναγνώσεις υγρασίας 20-80% με ακρίβεια 5%
- Καλό για μετρήσεις θερμοκρασίας 0-50 °C ± 2 °C ακρίβεια
- Ποσοστό δειγματοληψίας που δεν υπερβαίνει το 1 Hz (μία φορά κάθε δευτερόλεπτο)
- Μέγεθος 15.5mm x 12mm x 5.5mm

DHT22

- Χαμηλό κόστος
- 3 εως 5V και I/O
- Μέγιστη κατανάλωση 2.5mA κατά τη μετατροπή (ενώ ζητά δεδομένα)
- Καλό για αναγνώσεις υγρασίας 0-100% με ακρίβεια 2-5%
- Καλό για μετρήσεις θερμοκρασίας -40 εως 80 °C \pm 0.5 °C ακρίβεια
- Ποσοστό δειγματοληψίας που δεν υπερβαίνει το 0.5 Hz (μία φορά κάθε 2 δευτερόλεπτα)
- Μέγεθος 15.1mm x 25mm x 7.7mm

Όπως μπορείτε να δείτε, το DHT22 είναι λίγο πιο ακριβής και καλός σε ένα ελαφρώς μεγαλύτερο εύρος. Και οι δύο χρησιμοποιούν ένα ενιαίο ψηφιακό pin και είναι «υποτονικοί» στο ότι δεν μπορείτε να τους ζητήσετε περισσότερες μετρήσεις από μία φορά κάθε δευτερόλεπτο ή δύο.



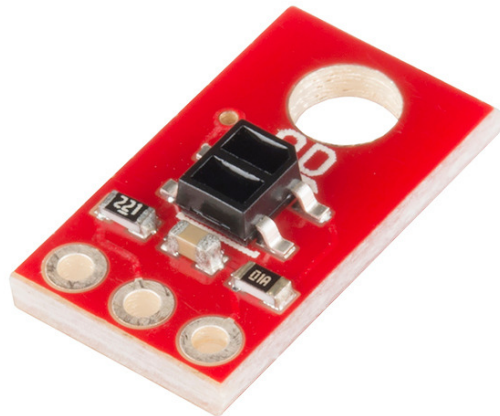
3.6 Τι είναι το QRE1113

Το QRE1113 είναι ένας μικρός αισθητήρας ανάκλασης IR. Αυτός ο αισθητήρας χρησιμοποιείται συχνά στη γραμμή ακολουθώντας ρομπότ επειδή, εάν μπορεί να αισθανθεί εάν μια επιφάνεια είναι λευκή ή μαύρη. Υπάρχουν τέσσερα pin στο QRE1113 - δύο ελέγχουν το LED εκπομπής IR ενώ οι άλλοι δύο είναι ο συλλέκτης και ο πομπός ενός φωτοτρανζίστρ. Η δίοδος IR έχει μέγιστο εμπρόσθιο ρεύμα 50mA και λειτουργεί σε 940nm.



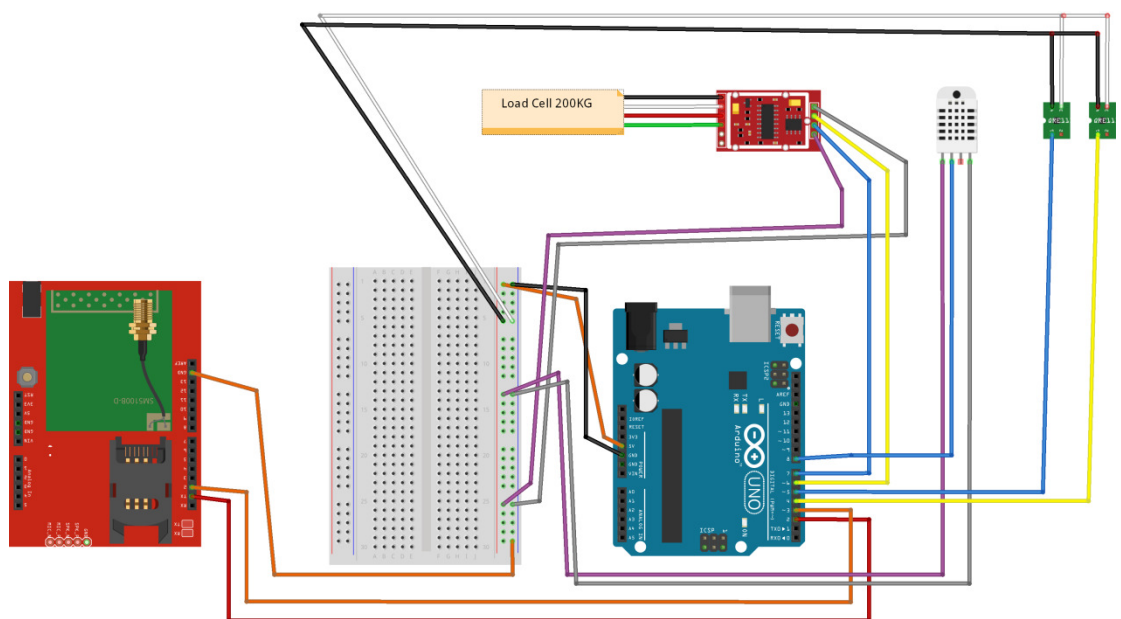
Υπάρχει και μια έκδοση που διαθέτει ψηφιακή έξοδο, χρησιμοποιώντας κύκλωμα εκκένωσης πυκνωτή για τη μέτρηση του μεγέθους της αντανάκλασης. Αυτός ο μικροσκοπικός πίνακας είναι ιδανικός για την ανίχνευση γραμμής όταν είναι διαθέσιμη μόνο ψηφιακή είσοδος / έξοδος και μπορεί να χρησιμοποιηθεί τόσο σε συστήματα 3,3V όσο και 5V. Όταν εφαρμόζετε τροφοδοσία στους ακροδέκτες VCC και GND, το LED IR στο εσωτερικό του αισθητήρα θα ανάψει. Μια αντίσταση 100Ω είναι επί της πλακέτας και τοποθετείται σε σειρά με το LED για να περιορίσει το ρεύμα. Η έξοδος του φωτοτρανζίστρος συνδέεται με έναν πυκνωτή 10nF.

Όσο πιο γρήγορα εκφορτίζεται ο πυκνωτής, τόσο πιο αντανακλαστική είναι η επιφάνεια. Αυτοί οι αισθητήρες χρησιμοποιούνται ευρέως στη γραμμή ακολουθείας ρομπότ. Οι λευκές επιφάνειες αντανακλούν περισσότερο φως από το μαύρο, οπότε, όταν κατευθύνεται προς μια λευκή επιφάνεια, ο πυκνωτής θα εκφορτίζεται γρηγορότερα από ό, τι όταν στραφεί προς μια μαύρη επιφάνεια.



Κεφάλαιο 4

Σχεδιασμός και Υλοποίηση Πλατφόρμας



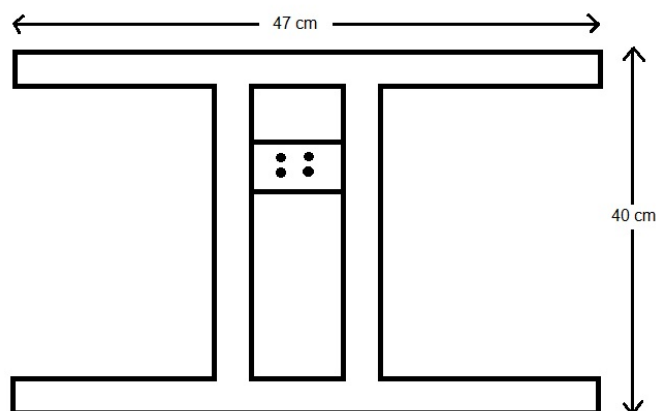
fritzing

Για την κατασκευή μας θα χρειαστούμε τα εξής υλικά:

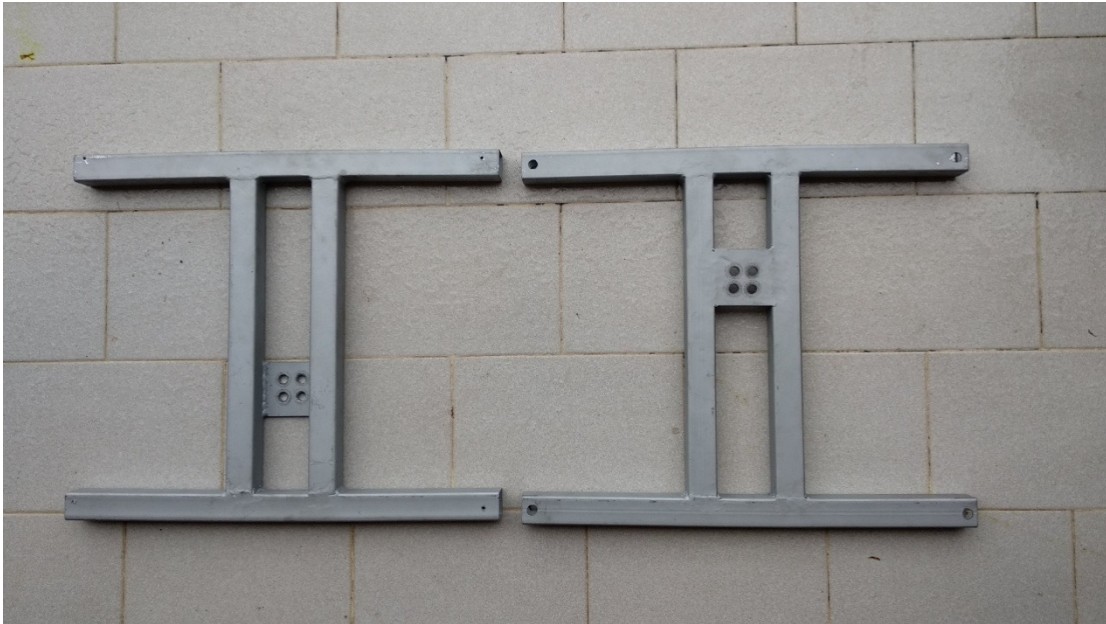
- 1 x Arduino UNO
- 1 x SIM900
- 1 x DHT22
- 1 x Load Sensor (200 Kg)
- 1 x HX711
- 1 x Small Breadboard
- 1 x Lead Acid Battery 12 V
- 1 x Solar Charge Controller
- 1 x Solar Panel (20W)
- 4 x Rubber Legs
- 8 x M5 Screws
- 2 x QRE 1113 IR Sensors
- 1 x SIM Card
- 1 x κουτί
- Μερικά καλώδια για τις συνδέσεις

4.1 Σχεδίαση και υλοποίηση βάσης για την μέτρηση του βάρους

Αρχικά χρειαζόμαστε μια βάση στην οποία θα είναι τοποθετημένοι οι αισθητήρες μας. Θα πρέπει να είναι από αντοχικά υλικά γιατί θα είναι εκτεθειμένα σε όλες τις καιρικές συνθήκες, οπότε αποφεύγουμε το ξύλο ως υλικό για την βάση μας. Ένας αρκετά καλός τρόπος να σχεδιάσουμε την βάση μας είναι ο παρακάτω. Θα χρειαστούμε 2 πανομοιότυπες κατασκευές.



Επίσης καλό θα ήταν να φτιάξουμε και δύο ελαφρός μεγαλύτερα καλύματα, ένα για το πάνω και ένα για το κάτω μέρος.

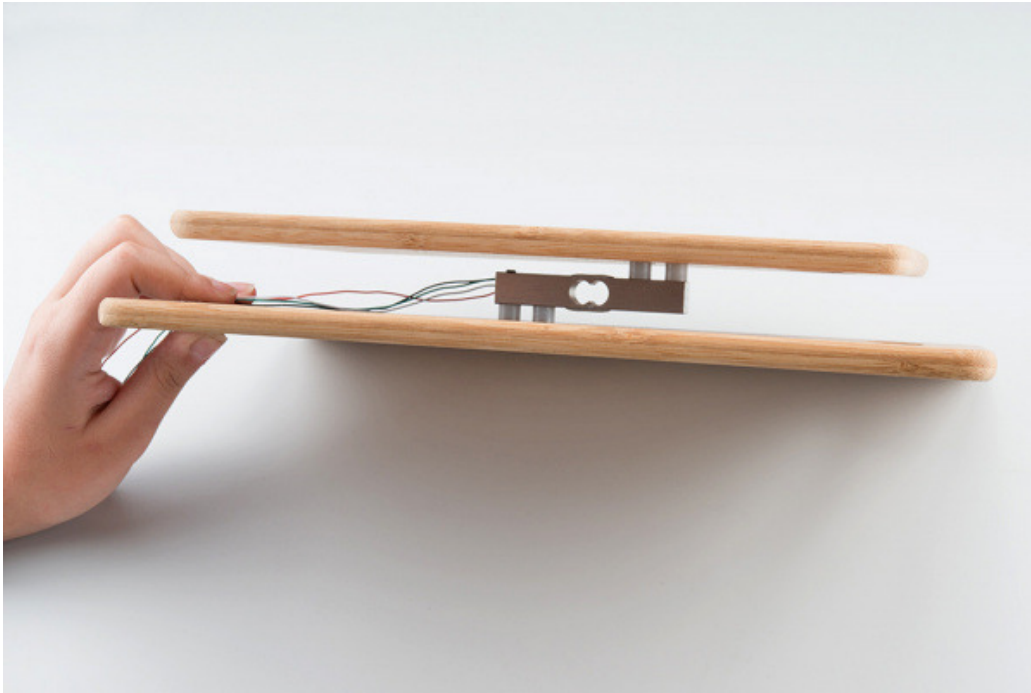


Οι μεταλλικές κατασκευές είναι πλέον ετοιμές και βαμμένες για περισσότερη αντοχή στην οξείδωση.



Επίσης και τα μεταλλικά καλύματα τα οποία είναι ανοξειδωτα και δεν υπάρχει η ανάγκη να τα βάψουμε. Παρατηρούμε οτι υπάρχουν κάποιες τρύπες πανω τους, αυτές είναι για την διαφυγή τυχόν νερού που θα μπει μέσα και για την τοποθέτηση των σπιρηγμάτων στις άκρες της βάσης.

Στην συνέχεια τοποθετούμε τον αισθητήρα βάρους (Load Cell) ανάμεσα τις βάσεις που φτιάξαμε. Η διάταξη που θα πρέπει να τοποθετήσουμε τον αισθητήρα μας θυμίζει το γράμμα Z.



Ετσι και εμείς συναρμολογούμε τον αισθητήρα με το ενα κομμάτι της βάσης με ανοξειτωτες βίδες διαμέτρου M5 κατάλληλες για τον αισθητήρα μας.



Προσοχή, θα χρειαστούν και δύο ζευγάρια ροδέλες σε κάθε βίδα που χρησιμοποιούμε για να μην δημιουργούνται “κενά” με την χρήση και ξεβιδωθούν οι βίδες.



Βιδώνουμε τις τέσσερις βίδες με τις ροδέλες τους στο ένα κομμάτι.



και στην συνέχεια τοποθετούμε αντίθετα το δεύτερο κομμάτι της βάσης πάνω από τον αισθητήρα για να το βιδώσουμε με τις υπόλοιπες τέσσερις βίδες.



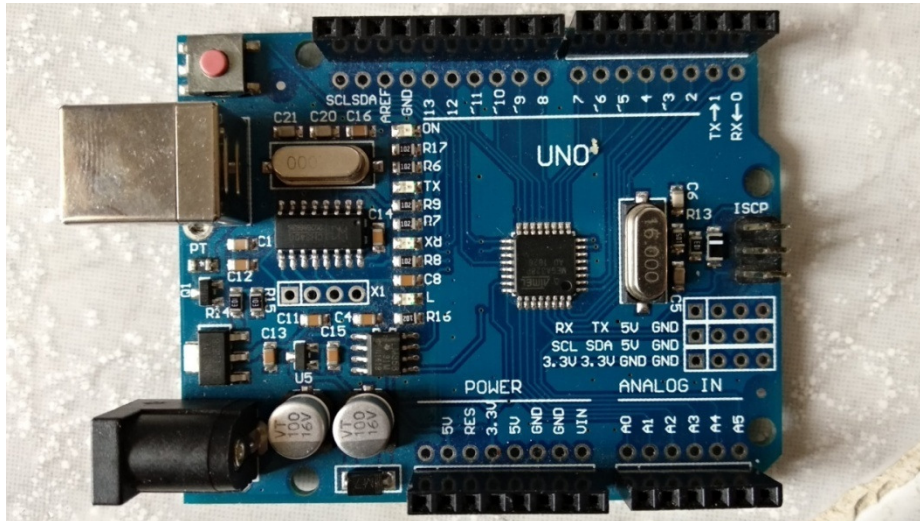
Τέσσερα ποδαράκια για να μπουν ένα σε κάθε άκρη, η λαστιχένια επιλογή είναι η καλύτερη για ολισθηρές επιφάνειες.



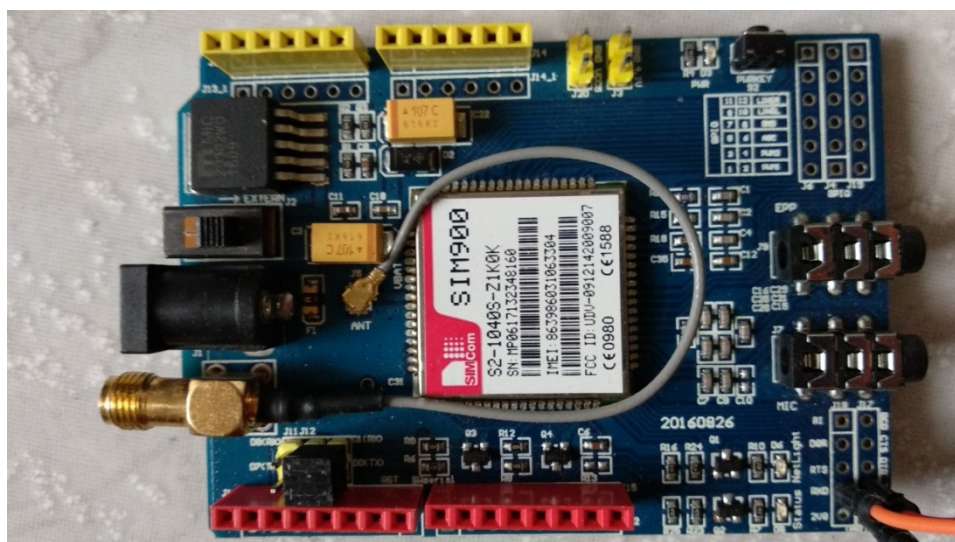
Σε αυτό το σημείο βιδώνουμε τα ποδαράκια μαζί με το κάλυμμα του κάτω μέρους της βάσης. Ανάλογα πόσο θα βιδώσουμε το παξιμάδι μπορούμε να ρυθμίσουμε και το ύψος.

4.2 Σχεδίαση και υλοποίηση συστήματος συλλογής και μετάδοσης δεδομένων

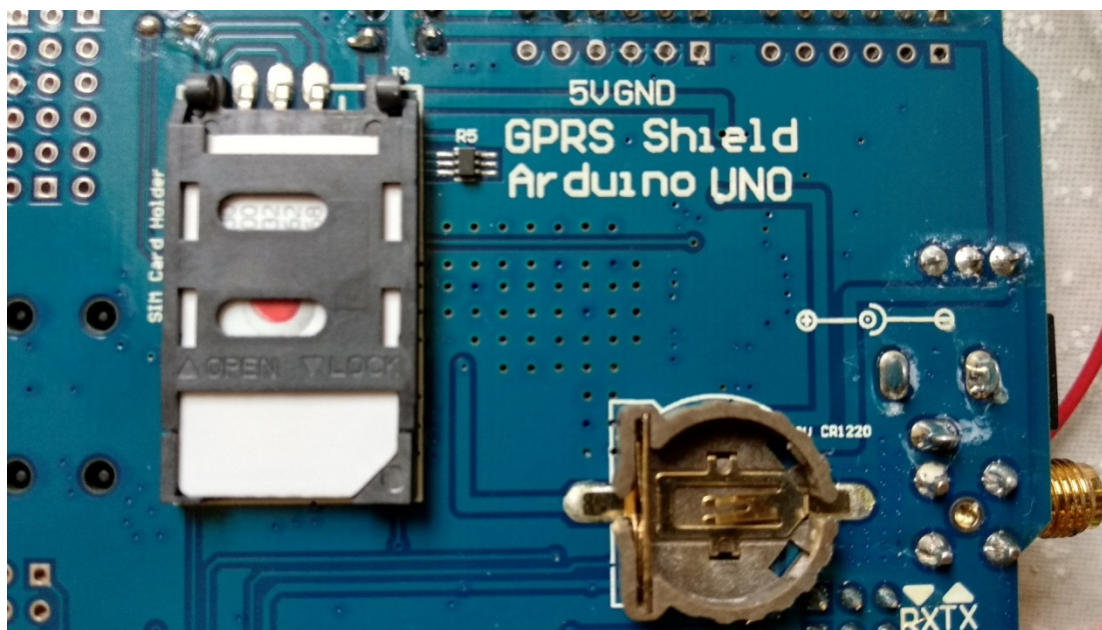
Η «καρδιά» της κατασκευής μας είναι το Arduino Uno. Αυτό θα είναι υπεύθυνο για την συλλογή, την επεξεργασία και την αποστολή των δεδομένων μας.



Το κομμάτι της επικοινωνίας θα αναλάβει το SIM900.



Κάτω δεξιά στην φωτογραφία φαίνεται η κόλληση των καλωδίων στο RX, TX και GND, τα οποία θα συνδεθούν αργότερα στο Arduino για την επικοινωνία τους μέσω serial.



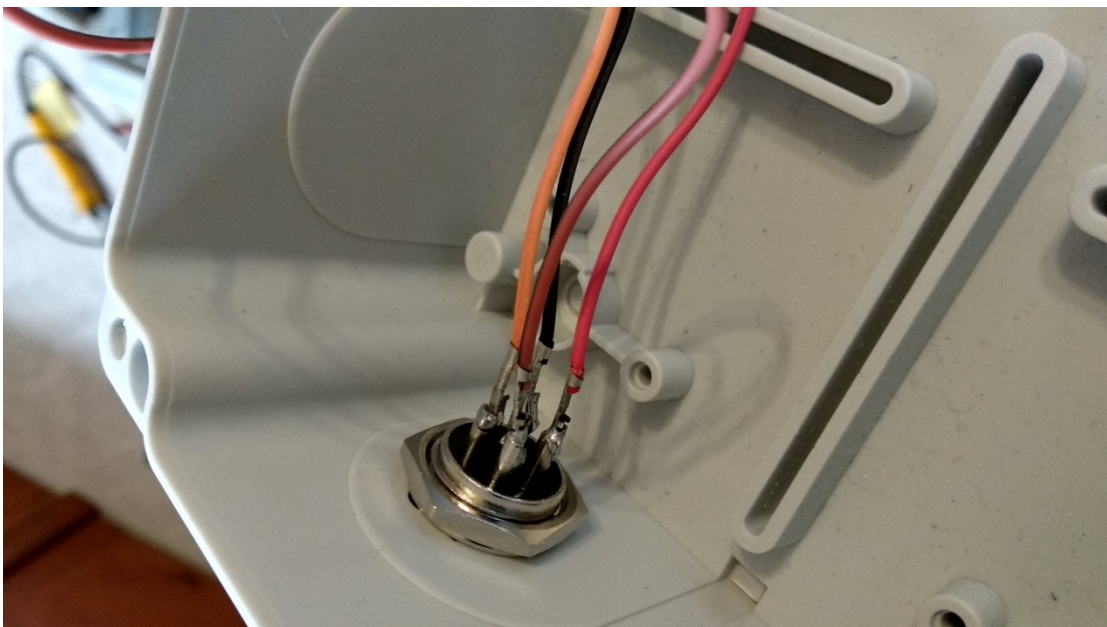
Θα χρειαστούμε μια κάρτα sim απο κάποιο πάροχο κινητής τηλεφωνίας. Καλό θα ήταν να διαλέξουμε μια ώστε να έχει καλή κάλυψη δικτύου γιατί θα είναι σε απομακρυσμένες περιοχές η κατασκευή μας. Ολα αυτά θα πρέπει να μπούν σε ένα κουτί όπου θα προσφέρει αδιαβροχοποίηση για να προστατευτούν απο την υγρασία. Ενα απλο κουτάκι σαν το παρακάτω μας κανει τέλεια. Προσοχή να μην είναι πολυ ψηλό και δεν χωρει ανάμεσα στην βάση μας.



Ενας πρακτικός τρόπος να δρομολογούμε τα καλώδια τα οποία θα πρέπει είτε να μπαίνουν είτε να βγαίνουν απο το κουτί μας (καλώδια αισθητήτων, καλώδια ρεύματος), είναι να χρησιμοποιήσουμε βύσματα. Με αυτό τον τρόπο θα κάνουμε πιο modular την κατασκευή μας και θα μας είναι πιο εύκολο να την αποσυνδέσουμε σε περίπτωση συντήρησης ή για οποιοδήποτε άλλο λόγο θελήσουμε εμείς.



Για να βάλουμε το βύσμα στο κουτί μας αρχικά θα πρέπει να ανοίξουμε μια τρύπα.

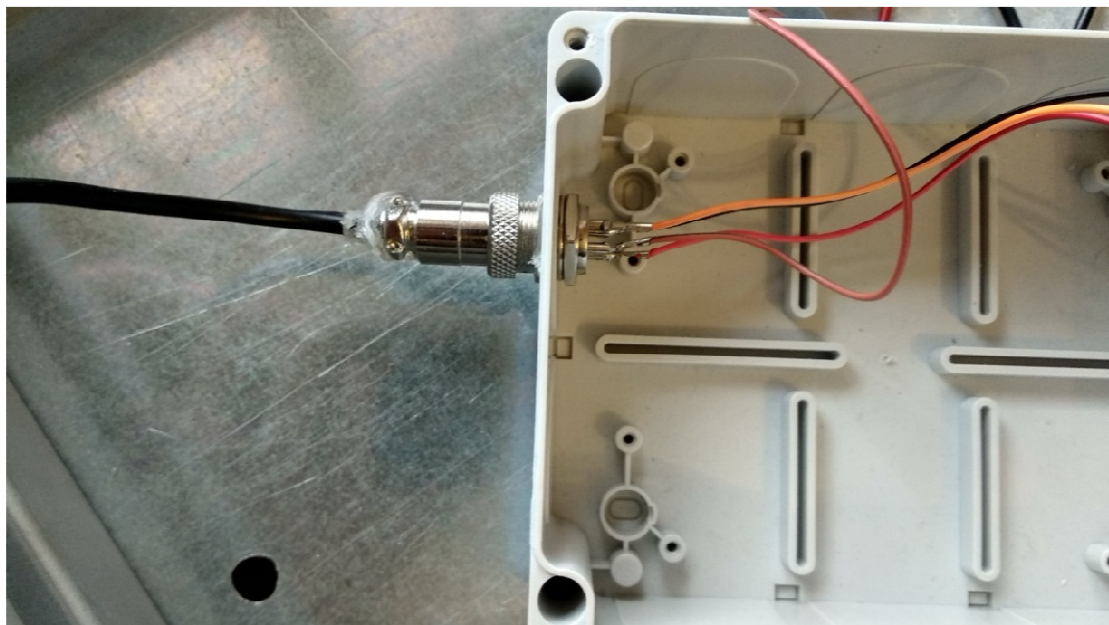


Επιλέγουμε ένα στρατηγικά σωστό σημείο στο κουτί για να μην μας δυσκολέψει και η τοποθέτηση του υπόλοιπου εξοπλισμού μετέπειτα.

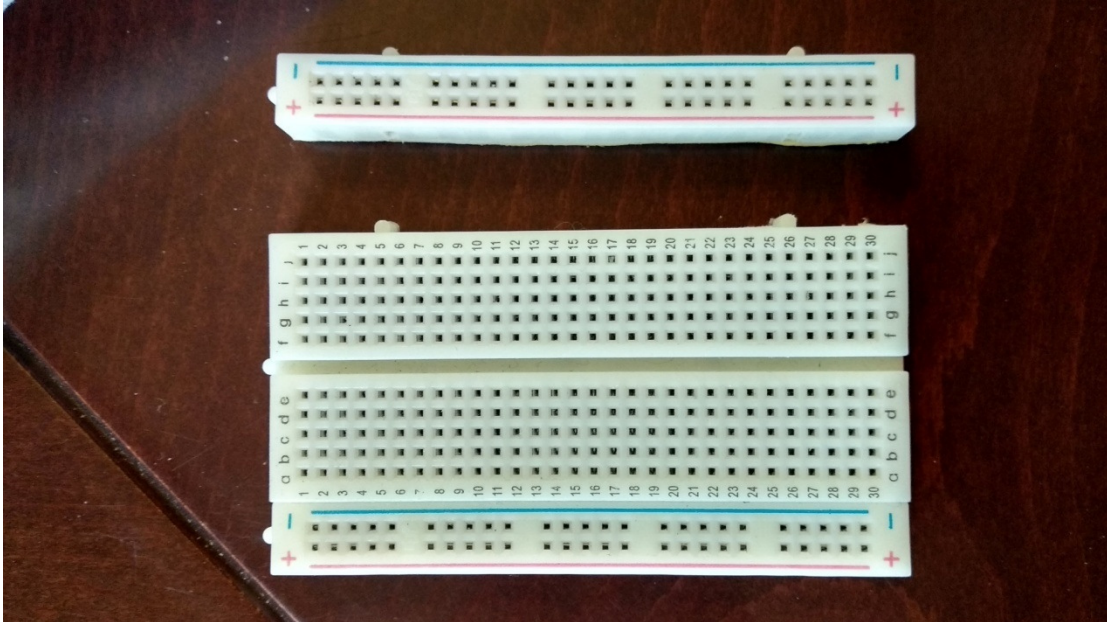
Φυσικά η τρύπα που θα ανοίξουμε στο κουτί θα πρέπει να είναι ελαφρώς μεγαλύτερη από το βύσμα και όχι υπερβολικά μεγάλη. Επίσης καλό θα ήταν να προσθέσουμε θερμική σιλικόνη στο εξωτερικό μέρος για να μην θυσιάσουμε την αδιαβροχοποίηση του κουτιού.



Στο βύσμα θα πρέπει να κολληθούν τα καλώδια με καλάι, όπως είδαμε και σε προηγούμενη φωτογραφία. Για να είμαστε σίγουροι ότι έχουμε κολλήσει σωστά και καλά τα καλώδια μας μπορούμε να το τεστάρουμε στο τέλος με ένα πολύμετρο.



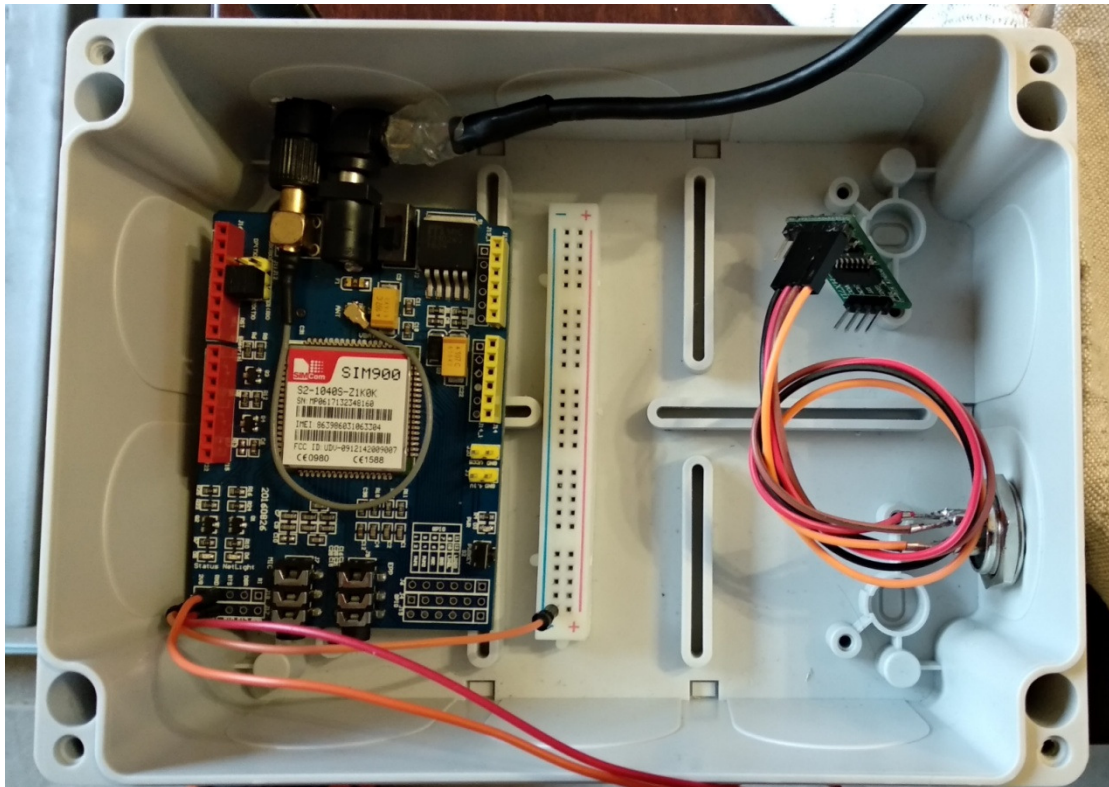
Μέσα στο κουτί θα μας διευκόλυνε να έχουμε ένα μικρό breadboard. Θα χρησιμοποιήσουμε μόνο το κομμάτι για το ρεύμα (+) και την γείωση (-) οπότε το ξεκολλάμε το υπόλοιπο breadboard.



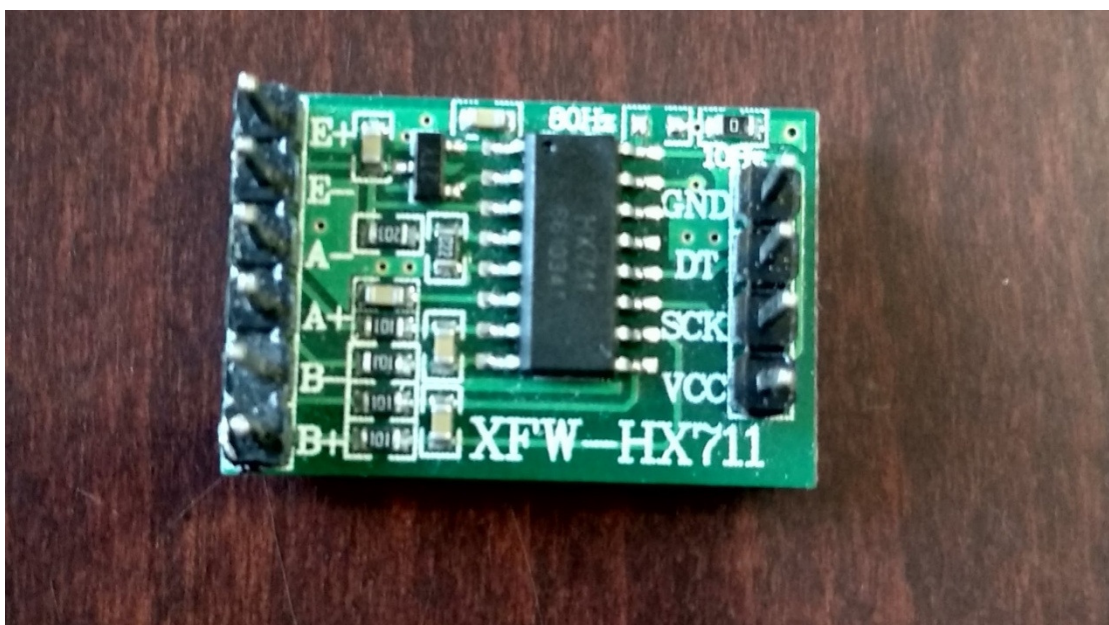
Συνεχίζουμε με την τοποθέτηση του SIM900 μέσα στο κουτί το οποίο συνδέετε με μια κεραία για την επικοινωνία. Στην δική μας περίπτωση επειδή θα είναι σε απομακρυσμένες περιοχές η κατασκευή μας, δεν θα χρησιμοποιήσουμε την κεραία που έρχεται με την αγορά του SIM900 αλλά μια μεγαλύτερη.



Και σε αυτή την περίπτωση θα πρέπει να ανοίξουμε άλλη μια τρυπα για να περάσουμε την κεραία του SIM900.



Έχουμε τοποθετήσει το SIM900 στο κουτί μαζί με το κομμάτι του breadboard για να έχουμε εύκολη πρόσβαση σε 5V και GND. Στα δεξιά βλέπουμε ότι τα καλώδια που έρχονται από το βύσμα του αισθητήρα βάρους (Load Cell) συνδέονται σε ένα ενισχυτή, τον HX711.



Απο την δεξιά πλευρά του HX711 συναντάμε τα

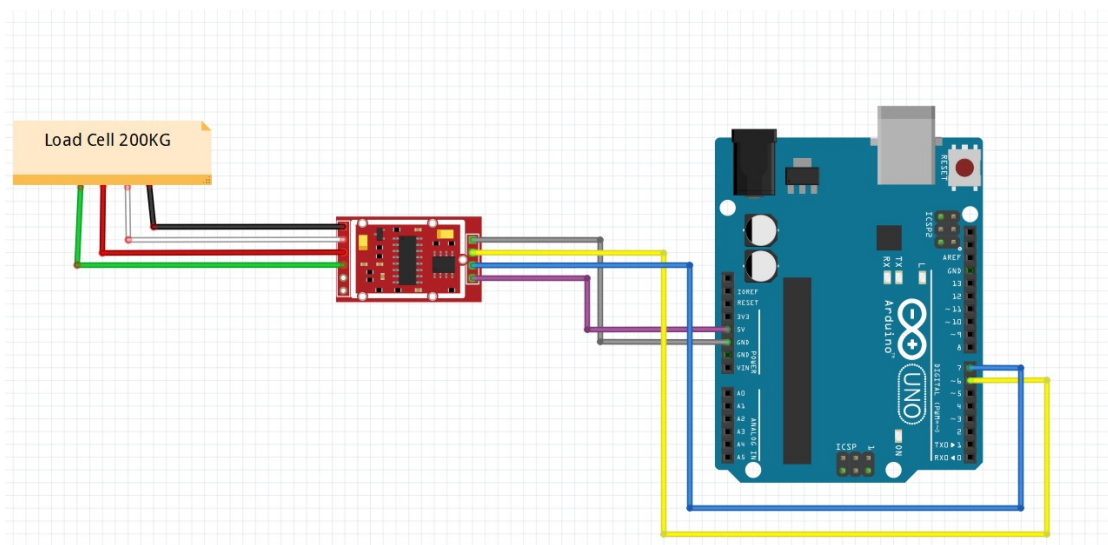
- (E+) το οποίο σημαίνει Excitation + και αντιστοιχεί στο VCC (5V)
- (E-) Excitation - για την γείωση GND
- (A+) Amplifier + για το Signal +
- (A-) Amplifier - για το Signal -
- (B+) Not Used
- (B-) Not Used

Τα οποία συνδέονται και στον αισθητήρα βάρους (Load Cell).

Απο τα αριστερά έχουμε τα:

- GND για την γείωση
- DT για τα DATA
- SCK για το CLOCK
- VCC για το ρευμα (5V)

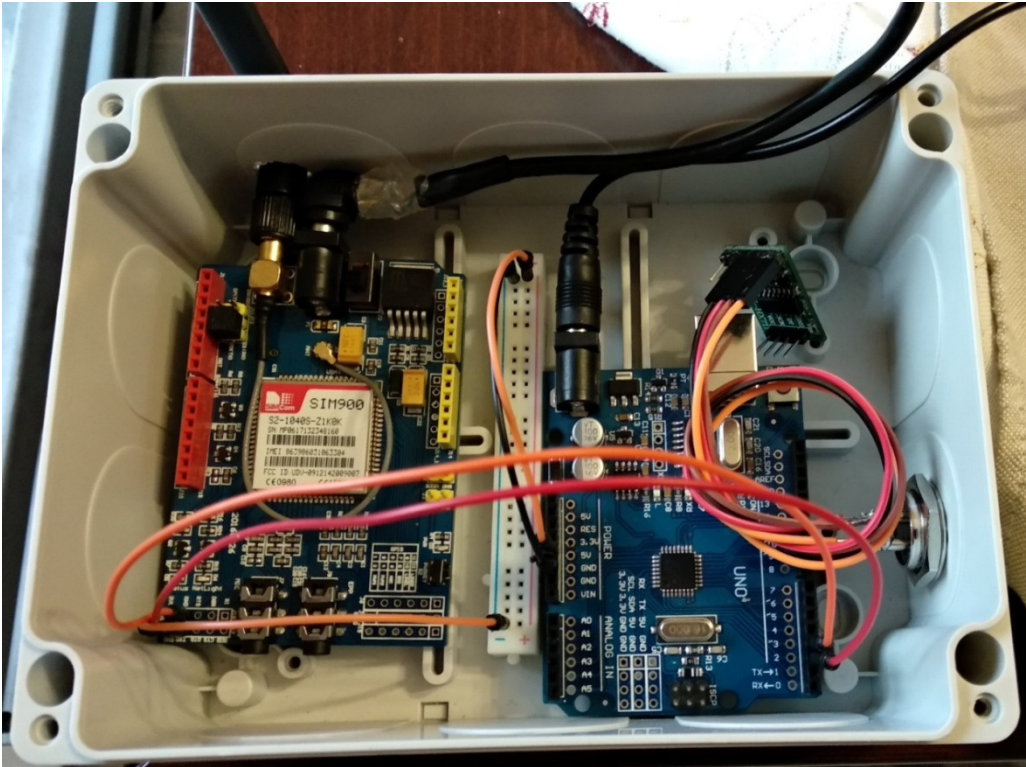
Το αριστερό κομμάτι συνδέεται στο Arduino.



Συνδεσμολογία

(Προσοχή!!! Βλέπουμε οτι στο (E+) = 5V έχουμε συνδέσει το μαύρο καλώδιο του Load Cell και συνήθως το μαύρο χρωμα στα καλώδια είναι της γείωσης, αυτο συνέβη γιατί ο κατασκευαστής χρησιμοποίησε μαύρο για (E+), ασπρο για (E-), κόκκινο για (A+) και πράσινο για (A-). Οπότε προσοχή στην συνδεσμολογία!)

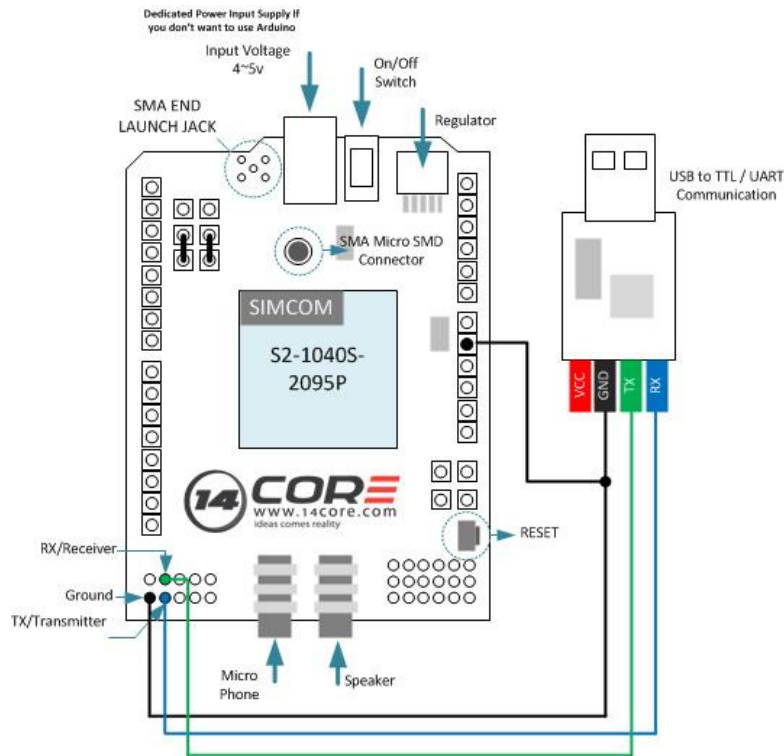
Συνεχίζουμε με την προσθήκη του Arduino μέσα στο κουτί.



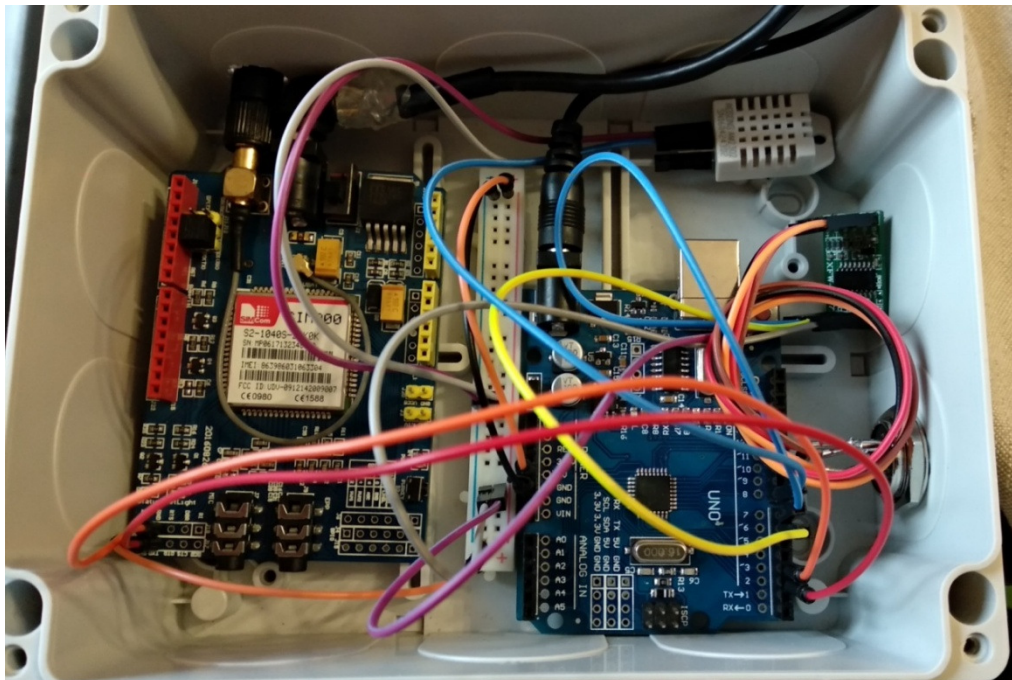
Συνδέουμε το TX του SIM900 με το (RX) Digital Pin 2 του Arduino (κόκκινο καλώδιο) και το RX του SIM900 με το (TX) Digital Pin 3 του Arduino (πορτοκαλί καλώδιο). Επίσης τροφοδοτούμε και το μικρό breadboard με ρεύμα και γείωση απο το Arduino.



Δυο custom made USB καλώδια μικρού μήκους είναι απαραίτητα για την τροφοδοσία του Arduino και του SIM900. Η σύνδεση του Arduino και του SIM900 για την μεταξύ τους επικοινωνία θα γίνει με τον παρακάτω τρόπο.



Ο επόμενος αισθητήρας που θα χρησιμοποιήσουμε είναι ο αισθητήρας για την μέτρηση της θερμοκρασίας και της υγρασίας. Αυτές τις δύο μετρήσεις θα τις κάνει το DHT22. Το pin 1 θα το συνδέσουμε στο VCC (5V), το 2 pin είναι τα data και θα συνδεθεί στο Digital Pin 8 του Arduino. Το 3 pin δεν συνδέεται κάπου και το 4ο pin είναι στην γείωση (GND).



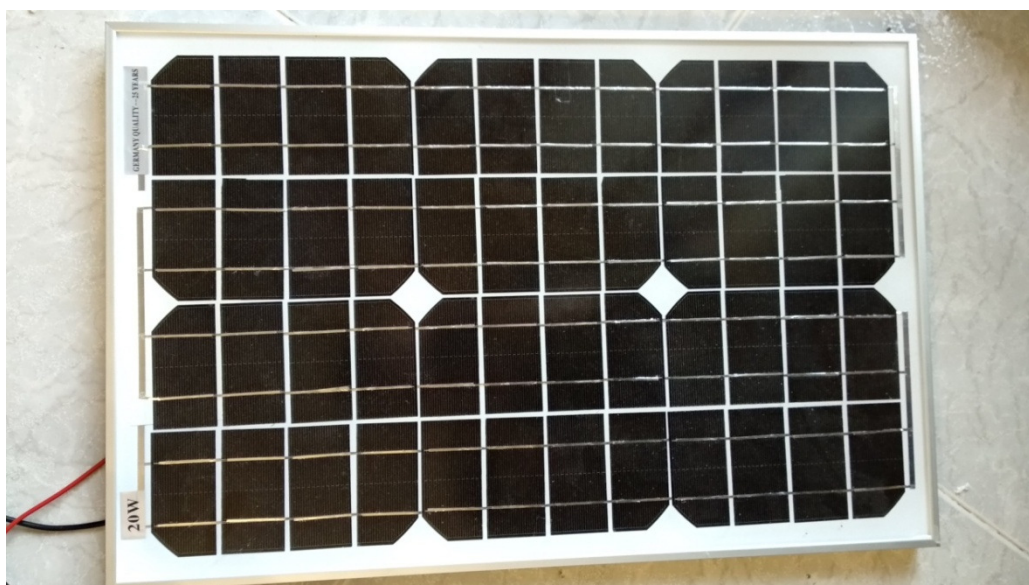
Για τον αισθητήρα θερμοκρασίας και υγρασίας δεν υπάρχει κάποια ανάγκη να είναι έξω από το κουτί, οπότε τον αφήνουμε μέσα.

4.3 Σχεδίαση και υλοποίηση παροχής/αποθήκευσης ρεύματος

Το SIM900 για να κάνει register στο network χρειάζεται 2 Amp τουλάχιστον, κάτι το οποίο είναι αρκετό και δεν θα μας καλύψουν οι μικρές συμβατικές μπαταρίες. Φυσικά στην εξοχή δεν θα έχουμε ρεύμα απο πρίζα όπως ούτε και Wi-Fi γιαυτό και καταλήξαμε στην χρήση GPRS τεχνολογίας για την επικοινωνία.



Η μπαταρία, που θα τροφοδοτεί με ρεύμα την κατασκευή μας είναι μια Lead-Acid στα 12V 7Ah και θα συνδεθεί με ένα ηλιακό πάνελ των 20W το οποίο θα την επαναφορτίζει.



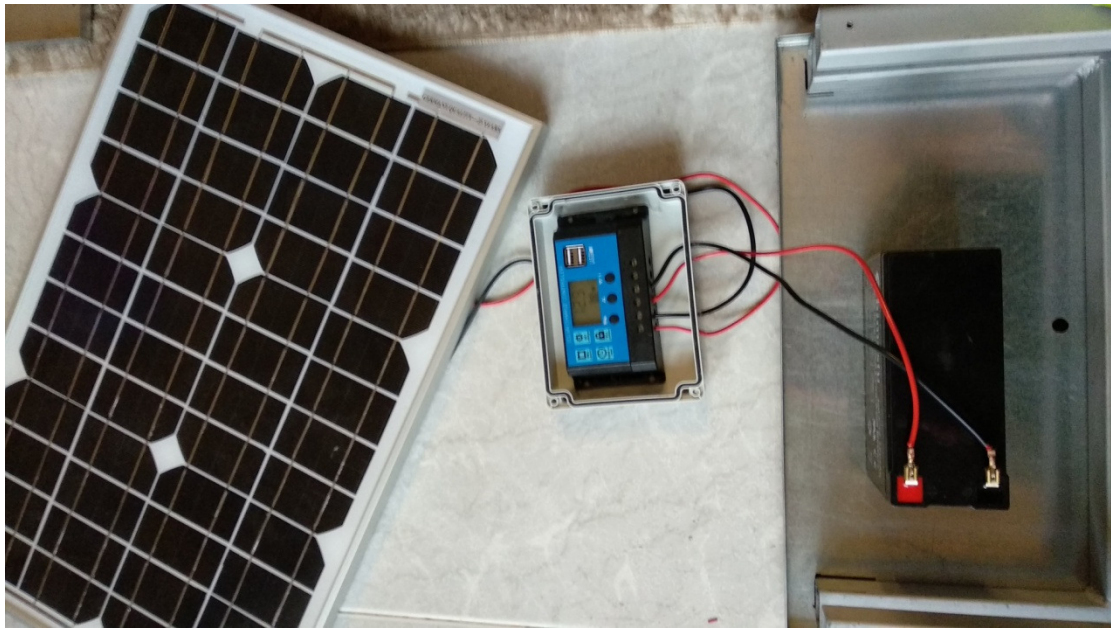
Ο ρυθμιστής φόρτισης της μπαταρίας απο το ηλιακό πάνελ, είναι προγραμματιζόμενος για διάφορα είδη μπαταριών καθώς και για την τάση τους. Τον τοποθετούμε στο πάνω μέρος του κουτιού μας με θερμική σιλικόνη. Μας παρέχει δύο USB θύρες στα 5V 2A το οποίο είναι ακριβώς οτι χρειαζόμαστε.



Σε αυτό το σημείο τρυπάμε το κουτί για να περάσουμε τα καλώδια που θα συνδέονται στην μπαταρία και στο ηλιακό πάνελ. Χρησιμοποιούμε και πάλι θερμική σιλικόνη.



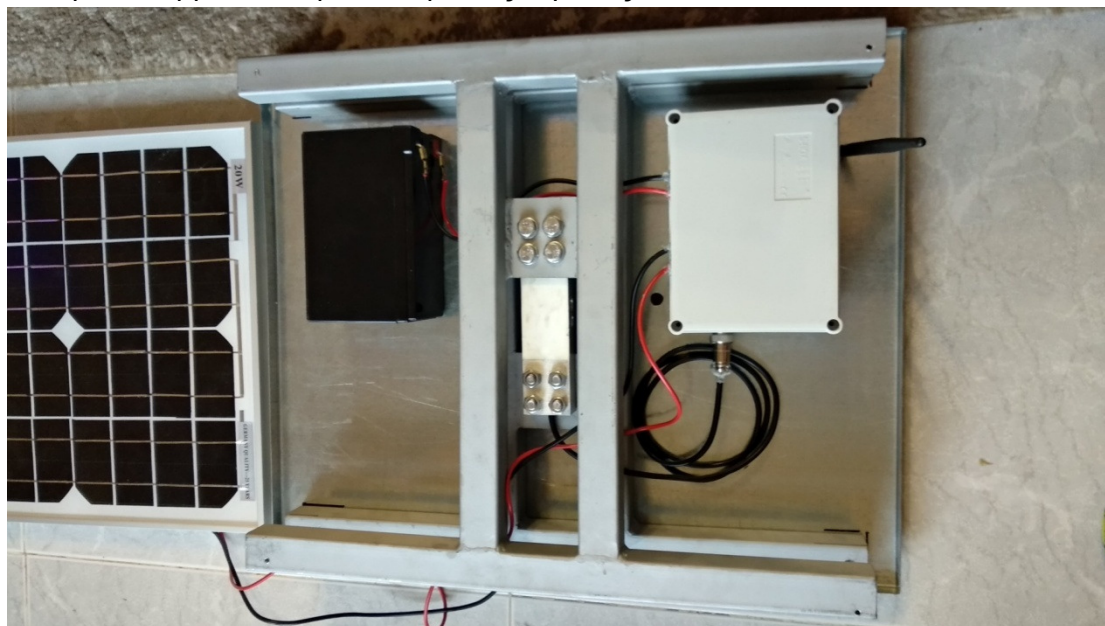
Συνδέουμε πρώτα την μπαταρία στον ρυθμιστή φόρτισης και μετά το ηλιακό πάνελ, έχει σημασία η σειρά σύνδεσης οπότε προσοχή. Αντιστροφώς αποσυνδέουμε.



Φτάνοντας στο τελευταίο κομμάτι, δεν ξεχνάμε να συνδέσουμε τα δυο USB καλώδια για την τροφοδοσία του Arduino και του SIM900 με τον ρυθμιστή φόρτισης πριν κλείσουμε το κουτί μας.



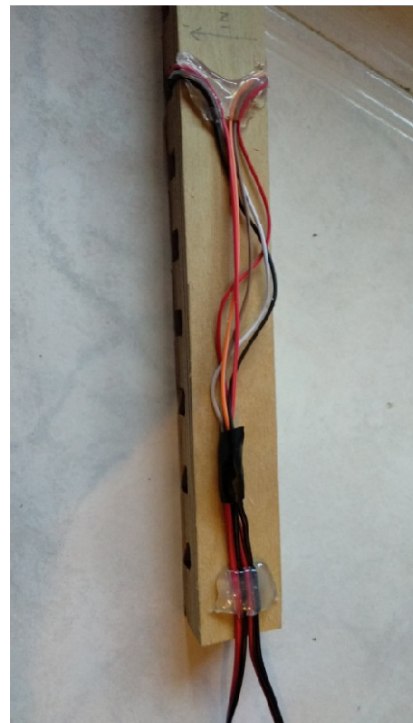
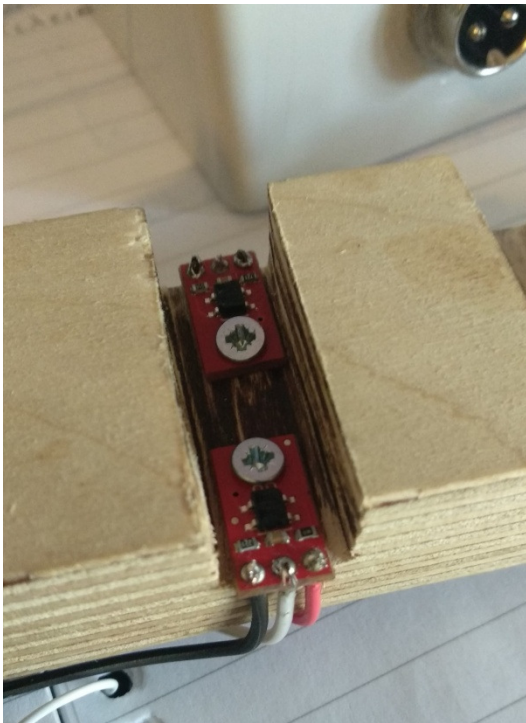
Βάζουμε την μπαταρία και το κουτί ανάμεσα στην κατασκευή. Τέλος τοποθετούμε το δεύτερο κάλυμμα και το βιδώνουμε στις 4 γωνίες του.



4.4 Ανάπτυξη και υλοποίηση του BeeCounter της Έξυπνης Κυψέλης

BeeCounter θα ονομάσουμε την κατασκευή που θα μετράει τον πληθυσμό των μελισσών της κυψέλης. Η ιδέα εδώ είναι να τοποθετήσουμε στην είσοδο της κυψέλης πύλες στο μέγεθος της μέλισσας ώστε να χωράει να περνάει μια κάθε φορά. Με αυτό τον τρόπο θα έχουμε την ικανότητα να μετρήσουμε τις μέλισσες που εισέρχονται αλλά και εξέρχονται από την κυψέλη. Το υλικό της κατασκευής μας αυτή τη φορά θα είναι ξύλο. Ένα κομμάτι ξύλου τύπου κόντρα πλακέ θαλάσσης με διαστάσεις 41cm x 3,3cm x 2 cm χωράει ακριβώς στην είσοδο της κυψέλης. Οι πύλες που χωράνε στα 41cm είναι 13.

Το επόμενο κομμάτι είναι η κοπή των πυλών και η τοποθέτηση των υπέρυθρων αισθητήρων. Δυο αισθητήρες σε κάθε πύλη για να καταλαβαίνουμε πότε μια μέλισσα εισέρχεται στην κυψέλη και πότε το αντίθετο ανάλογα με την χρονική στιγμή ενεργοποίησής τους.



Έχοντας κολλήσει με καλάι τα καλώδια στα ριπ των αισθητήρων, τους ασφαλίζουμε πάνω στο ξύλο με βίδες. Τα καλώδια τα κολλάμε με θερμική σιλικόνη πάνω στο ξύλο για να μην μπούν μπροστά στην είσοδο της κυψέλης.



Δίπλα ακριβώς ανοίγουμε μια τρύπα στο κούτι για να βάλουμε το βύσμα για να συνεχίσει να είναι modular η όλη κατασκευή μας. Επειδή και τα δύο βύσματα έχουν 4 pin για να μην κάνουμε λάθος στην σύνδεση των αισθητήρων μας γράφουμε ποιο βύσμα αντιστοιχεί σε ποιο αισθητήρα.

4.5 Ανάπτυξη του Software της Έξυπνης Κυψέλης

Για να λειτουργήσουν όλα τα παραπάνω θα πρέπει να προγραμματίσουμε το Arduino να εκτελεί καποιές συγκεκριμένες διεργασίες. Αρχικά για να προγραμματίσουμε το Arduino θα πρέπει να κατεβάσουμε και να εγκαταστήσουμε στον υπολογιστή μας το Arduino Software (IDE).

Download the Arduino IDE

ARDUINO 1.8.5

The open-source Arduino Software (IDE) makes it easy to write code and upload it to the board. It runs on Windows, Mac OS X, and Linux. The environment is written in Java and based on Processing and other open-source software.

This software can be used with any Arduino board. Refer to the [Getting Started](#) page for Installation instructions.

Windows Installer
Windows ZIP file for non admin install

Windows app Requires Win 8.1 or 10
[Get](#)

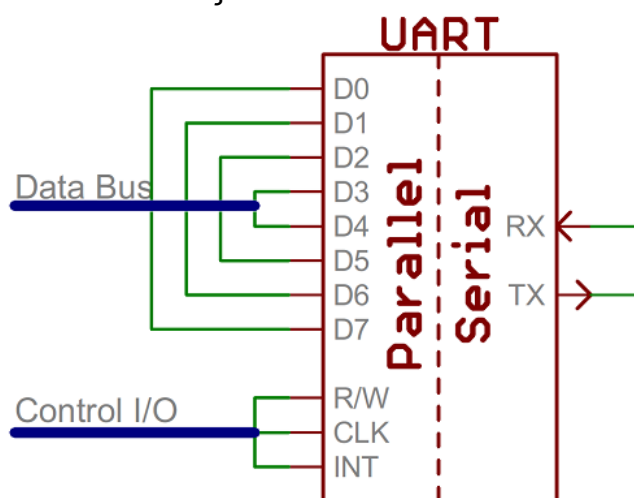
Mac OS X 10.7 Lion or newer

Linux 32 bits
Linux 64 bits
Linux ARM

[Release Notes](#)
[Source Code](#)
[Checksums \(sha512\)](#)

Ξεκινάμε με τις βιβλιοθήκες που χρειάζονται για τα διάφορα modules και αισθητήρες που έχουμε συνδεδεμένα στο Arduino. Έπειτα δηλώνουμε κάποιες σταθερές μεταβλητές όπου είναι συνδεδεμένα στα Digital Pin του Arduino και ξέρουμε ότι δεν προκειται να αλλάξουν. Οι μεταβλητή «h» αποθηκεύει την υγρασία, η «t» την υγρασία, η «x» βάρος και η «Counter» τον πλυθησμό των μελισσών. Στην setup() καλούμε τις συναρτήσεις που χρειάζονται για την συνέχεια.

Μέσα στην loop() θα γράψουμε ότι θα εκτελείται επανειλημμένα όπως η μετρήσεις των αισθητήρων. Αυτές θα πρέπει να σταλούν στο SIM900 από το Arduino και αυτό θα γίνει μέσω UART επικοινωνίας.

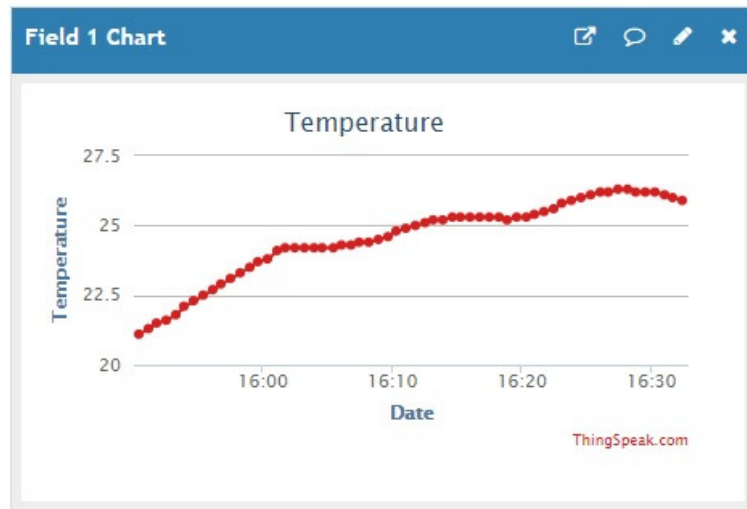


Το SIM900 με στην σειρά του θα πρέπει να στείλει τα δεδομένα στο διαδύκτιο για να μπορούμε να έχουμε πρόσβαση σε αυτά από οπουδήποτε θέλουμε. Ένας πολύ καλός και εύκολος τρόπος να στείλουμε τα δεδομένα μας είναι το [thingspeak](https://thingspeak.com/). Το μόνο που έχουμε να κάνουμε εδώ είναι να φτιάξουμε ένα λογαριασμό και στην συνέχεια ένα κανάλι (channel). Ονομάζουμε το κανάλι μας (μπορούμε να το ονομάσουμε ως την περιοχή όπου θα έχουμε την κατασκευή μας για να είναι πιο κατανοητό, για παράδειγμα: Ορεινή Ναυπακτία). Μπορούμε να φτιάξουμε όσα κανάλια θέλουμε και να τα ονομάσουμε με τις διάφορες τοποθεσίες που βρίσκεται η αντίστοιχη κατασκευή. Επιλέγουμε πόσα πεδία (fields) θέλουμε να έχει το κάθε κανάλι μας. Τα πεδία αντιστοιχούν στις τιμές του κάθε αισθητήρα (field 1 = θερμοκρασία, field 2 = υγρασία, field 3 = βάρος, field 4 = πλυθησμός) Μπορούμε να έχουμε έως και 8 πεδία σε κάθε κανάλι. Για να ενημερώσουμε τα πεδία με τις καινούριες τιμές που ανιχνεύουν οι αισθητήρες πηγαίνουμε στην καρτέλα API keys του καναλιού και βρίσκουμε το API request για την ενημέρωση του πεδίου το οποίο έχει την μορφή:

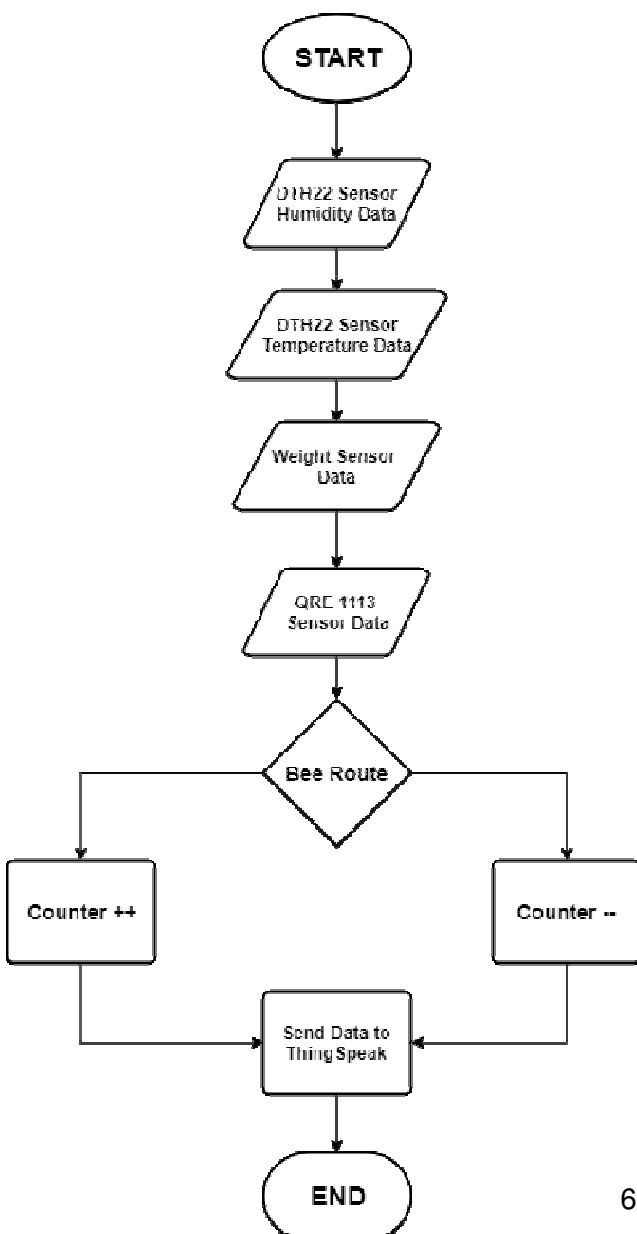
GET

https://api.thingspeak.com/update?api_key=*****&field1=0

Όπου αστεράκια αντιστοιχεί ένα μοναδικό API key του κάθε καναλιού και στο τέλος στην θέση του 0 βάζουμε την μεταβλητή που θέλουμε να ενημερώσουμε.



Παράδειγμα πίνακα θερμοκρασίας.



Θα χρησιμοποιήσουμε AT commands για την επικοινωνία του SIM900 με το thingspeak τα οποία θα πληκτολογούνται μέσω του serial του Arduino. Για να μην πληκτολογούμε όμως κάθε φορά όλες τις εντολές AT θα φτιάξουμε μια συνάρτηση την οποία θα την καλούμε μέσα στην loop() κάθε φορά που θέλουμε να ενημερώνουμε τις τιμές των αισθητήρων στο thingspeak. Θα ονομάσουμε την συνάρτηση αυτή send2ThingSpeak(). Δίπλα βλέπουμε το flowchart διάγραμμα για το πως λειτουργεί ο κώδικας μας.

Δεν ξεχνάμε να αφαιρέσουμε το pin της κάρτας sim για να μην έχουμε τυχόν προβλήματα. Στην συνέχεια θα πρέπει να ενημερώσουμε το APN του αντίστοιχου παρόχου της κάρτας που επιλέξαμε. Να βάλουμε το κατάλληλο 16 ψηφίο API key του καναλιού και τις

μεταβλητές για τα πεδία που θέλουμε να ενημερώσουμε.

4.6 ThingSpeak

Ως backend πλατφόρμα μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε το [thingspeak](#). Το ThingSpeak™ είναι μια υπηρεσία πλατφόρμας Analytics IoT που σας επιτρέπει να συγκεντρώνετε, να απεικονίζετε και να αναλύετε ζωντανές ροές δεδομένων στο σύννεφο. Το ThingSpeak παρέχει άμεσες απεικονίσεις των δεδομένων που έχουν αναρτηθεί από τις συσκευές σας στο ThingSpeak. Με τη δυνατότητα εκτέλεσης κώδικα MATLAB® στο ThingSpeak μπορείτε να εκτελέσετε ηλεκτρονική ανάλυση και επεξεργασία των δεδομένων, καθώς αυτά έρχονται.

Το ThingSpeak χρησιμοποιείται συχνά για πρωτότυπα και αποδείξεις συστημάτων IoT που απαιτούν αναλυτικά στοιχεία. Ορισμένες από τις βασικές δυνατότητες του ThingSpeak περιλαμβάνουν τη δυνατότητα να:

- Διαμορφώστε εύκολα συσκευές για την αποστολή δεδομένων στο ThingSpeak χρησιμοποιώντας δημοφιλή πρωτόκολλα IoT.
- Εμφανίστε τα δεδομένα του αισθητήρα σας σε πραγματικό χρόνο.
- Συγκεντρωτικά στοιχεία κατ'απαίτηση από πηγές τρίτων.
- Χρησιμοποιήστε τη δύναμη του MATLAB για να κατανοήσετε τα δεδομένα του IoT σας.
- Εκτελέστε αυτόματα τα αναλυτικά στοιχεία του IoT με βάση τα χρονοδιαγράμματα ή τα συμβάντα.
- Πρωτοτυπήσετε και να δημιουργήσετε συστήματα IoT χωρίς εγκατάσταση διακομιστών ή ανάπτυξη λογισμικού ιστού.



Συλλογή

Υπάρχουν αισθητήρες παντού - στα σπίτια μας, τα έξυπνα τηλέφωνα, τα αυτοκίνητα, την υποδομή των πόλεων και τον βιομηχανικό εξοπλισμό. Οι αισθητήρες ανιχνεύουν και μετρούν πληροφορίες για όλα τα είδη των θεμάτων όπως η θερμοκρασία, η υγρασία και η πίεση. Και επικοινωνούν τα δεδομένα με κάποια μορφή, όπως μια αριθμητική τιμή ή ένα ηλεκτρικό σήμα.

Οι αισθητήρες, ή τα πράγματα, αισθάνονται δεδομένα και τυπικά δρουν τοπικά. Το ThingSpeak επιτρέπει σε αισθητήρες, όργανα και ιστότοπους να στέλνουν δεδομένα

στο σύννεφο όπου αποθηκεύονται είτε σε ιδιωτικό είτε σε δημόσιο κανάλι. Το ThingSpeak αποθηκεύει τα δεδομένα σε ιδιωτικά κανάλια από προεπιλογή, αλλά τα δημόσια κανάλια μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την κοινή χρήση δεδομένων με άλλους. Μόλις τα δεδομένα βρίσκονται σε ένα κανάλι ThingSpeak, μπορείτε να τα αναλύσετε και να τα απεικονίσετε, να υπολογίσετε νέα δεδομένα ή να αλληλεπιδράσετε με τα κοινωνικά μέσα, τις υπηρεσίες ιστού και άλλες συσκευές.

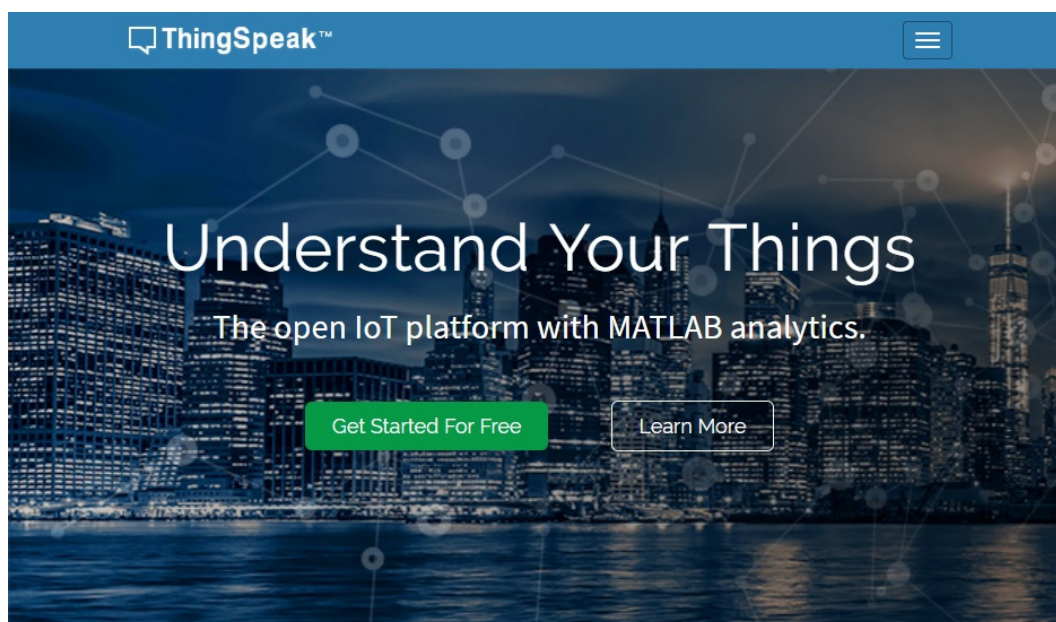
Ανάλυση

Η αποθήκευση δεδομένων στο σύννεφο παρέχει εύκολη πρόσβαση στα δεδομένα σας. Χρησιμοποιώντας ηλεκτρονικά εργαλεία ανάλυσης, μπορείτε να εξερευνήσετε και να απεικονίσετε δεδομένα. Μπορείτε να ανακαλύψετε τις σχέσεις, τα πρότυπα και τις τάσεις στα δεδομένα. Μπορείτε να υπολογίσετε νέα δεδομένα. Και μπορείτε να το απεικονίσετε σε plots, charts και gauges. Το ThingSpeak παρέχει πρόσβαση στο MATLAB για να σας βοηθήσει να έχετε νόημα των δεδομένων. Μπορείτε να:

- Μετατρέψετε, συνδυάσετε και υπολογίσετε νέα δεδομένα.
- Προγραμματίσετε υπολογισμούς για εκτέλεση σε συγκεκριμένες ώρες.
- Κατανοήσετε οπτικά τις σχέσεις στα δεδομένα χρησιμοποιώντας ενσωματωμένες λειτουργίες σχεδίασης.
- Συνδυάσετε δεδομένα από πολλά κανάλια για να δημιουργήσετε μια πιο εξελιγμένη ανάλυση.

Δράση

Η δράση σε δεδομένα μπορεί να είναι κάτι τόσο απλό όσο να λαμβάνετε ένα tweet όταν η θερμοκρασία που μετράτε υπερβαίνει τους 23 °C. Ή μπορείτε να δημιουργήσετε μια πιο περίπλοκη ενέργεια, όπως ενεργοποίηση ενός κινητήρα όταν η στάθμη του νερού στη δεξαμενή νερού σας πέσει κάτω από ένα καθορισμένο όριο. Μπορείτε να ελέγξετε ακόμη και συσκευές από απόσταση, όπως κλειδαριές πόρτας με μπαταρία.



Κεφάλαιο 5

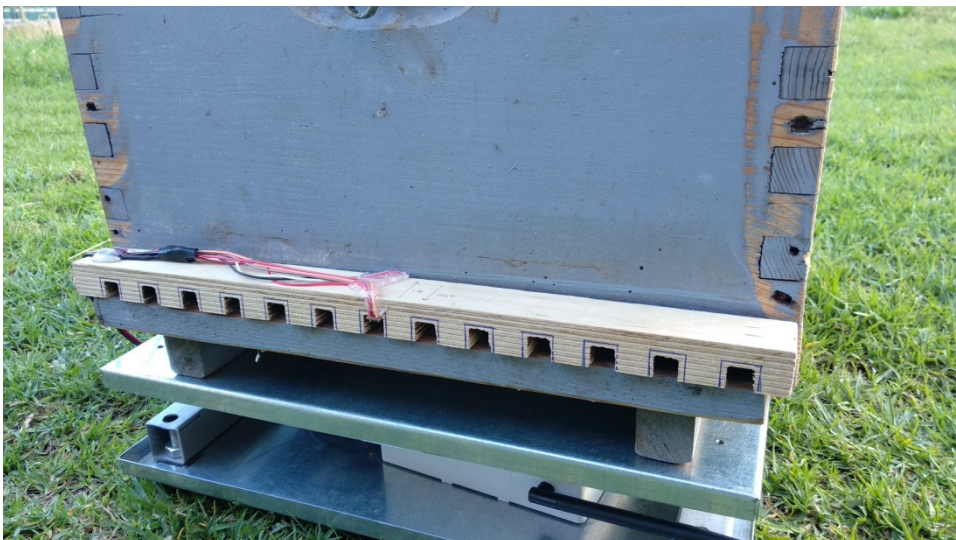
Συμπεράσματα

5.1 Περίληψη

Η παρούσα πτυχιακή εργασία ξεκίνησε με μία παρουσίαση στα ενσωματωμένα συστήματα και λειτουργίες στους microcontrollers ανάλογα με την εφαρμογή. Αναφέρθηκα σε αρχιτεκτονικές όπως ARM ,AVR, ανέλυσα τι είναι το IoT (Internet of Things) και παρέθεσα κάποιες συναφείς εργασίες. Συνέχισα με τις ασύρματες επικοινωνίες όπως wifi, Bluetooth, BLE, 802.15.4 και Cellular Networks ανέλυσα που τα χρησιμοποιούμε και ποιες οι δυνατότητες τους. Λόγο του ότι η έξυπνη κυψέλη θα βρίσκεται στην εξοχή και δεν θα υπάρχει η δυνατότητα σύνδεσης της με Wi-Fi, επέλεξα να χρησιμοποιήσω το SIM900 για την ασύρματη επικοινωνία και AVR Microcontroller Arduino Uno για τους υπολογισμούς μας.

Στο κατασκευαστικό κομμάτι παρουσίασα την κατασκευή του κάθε μέρους της έξυπνης κυψέλης, από την μεταλλική βάση, την τοποθέτηση του αισθητήρα βάρους, την συνδεσμολογία του κυκλώματος. Στην συνέχεια την τροφοδοσία του με ρεύμα από πηγή ανανεώσιμης ενέργεια, την κατασκευή του μετρητή πληθυσμού μελισσών (BeeCounter) και τέλος τον προγραμματισμό του Arduino.

Η λειτουργία είναι η εξής. Η έξυπνη κυψέλη είναι μια πλατφόρμα φτιαγμένη έτσι ώστε να αντέχει στις καιρικές συνθήκες και να τοποθετούνται πάνω της μελισσοκομικές κυψέλες ώστε να ανιχνεύει το βάρος της. Επίσης ανιχνεύει την θερμοκρασία, την υγρασία του αέρα και τον πληθυσμό των μελισσών της κυψέλης. Αποστέλει όλα μαζί τα δεδομένα στο δυαδικό όπου θα είναι προσβάσιμα από τον μελισσοκομο. Έτσι θα έχουμε μια εικόνα στο τι γίνεται χωρίς να χρειαστεί να είμαστε φυσικά παρών, την ίδια στιγμή η έξυπνη κυψέλη μπορεί να είναι και εκατοντάδες χιλιόμετρα μακριά.

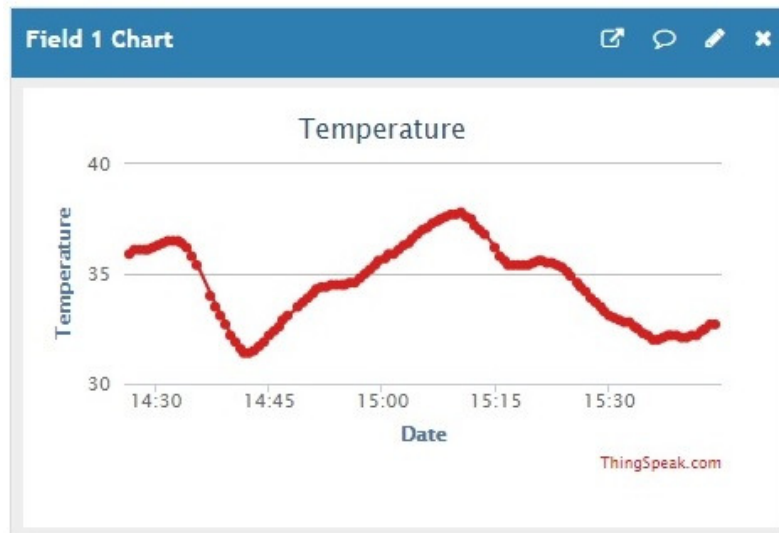




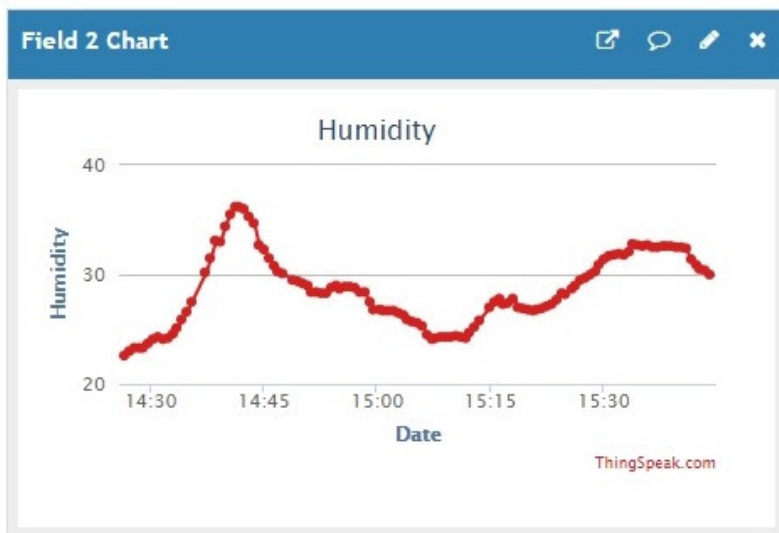
5.2 Μετρήσεις

Μια έξυπνη κυψέλη μπορεί πρακτικά να λειτουργεί για μήνες με το ηλιακό πάνελ γιατί το μόνο που κάνει είναι να παίρνει μετρήσεις από τους αισθητήρες και να κάνει μερικούς απλούς υπολογισμούς.

Μετρήσεις 1 ώρας: Στη 1 ώρα προλαβαίνουμε να παρατηρήσουμε διαφορές μόνο στις τιμές της θερμοκρασίας και της υγρασίας. Οι διαφορές στο βάρος είναι αρκετά μικρές ώστε να βγάλουμε κάποια συμπεράσματα.



Πίνακας θερμοκρασίας 1 ώρα

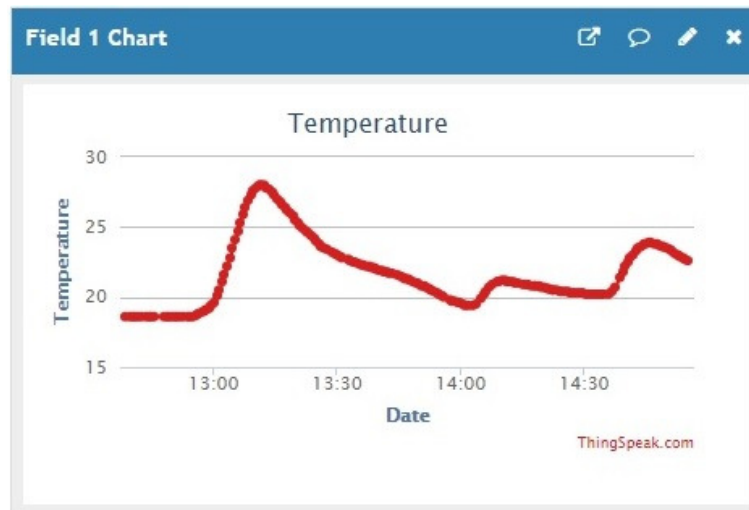


Πίνακας υγρασίας 1 ώρα

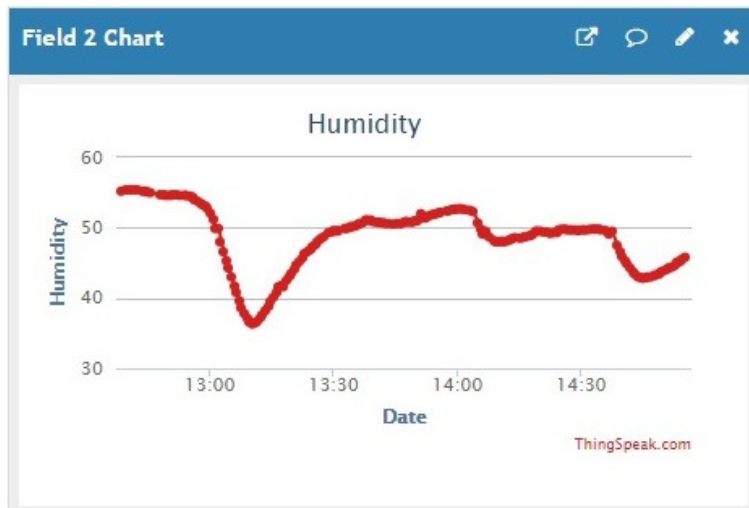


Πίνακας βάρους 1 ώρα

Μετρήσεις 2 ωρών: Παρόμοιες μετρήσεις παίρνουμε και στις 2 ώρες με τον πίνακα βάρους να μας δείχνει πιο εμφανείς αλλαγές.



Πίνακας θερμοκρασίας 2 ώρες

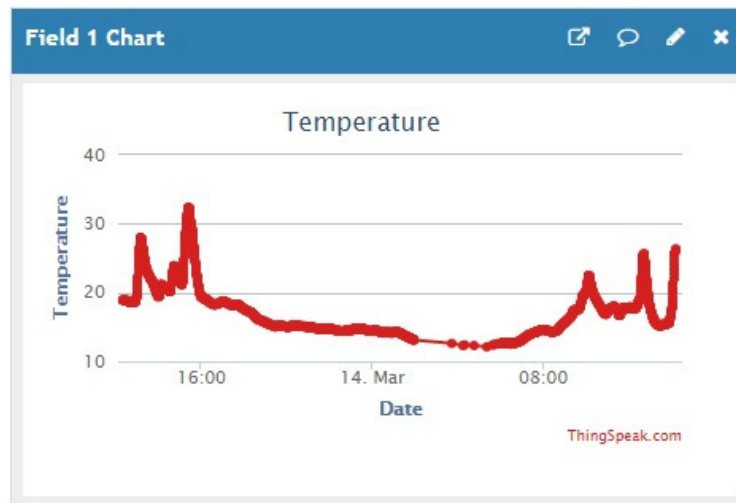


Πίνακας υγρασίας 2 ώρες

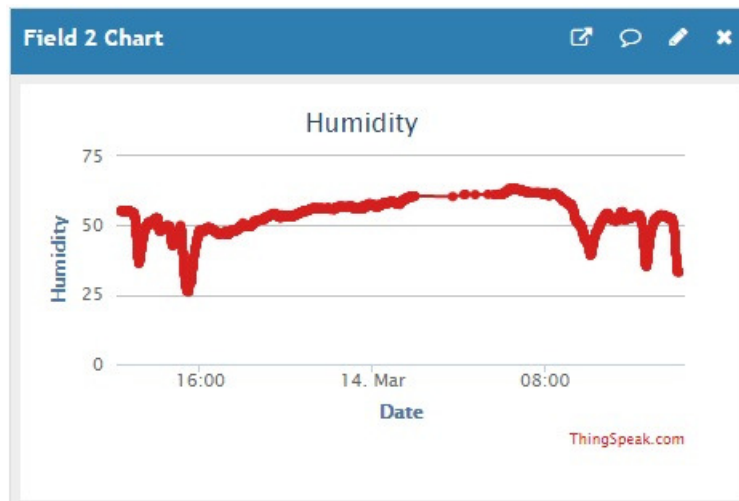


Πίνακας βάρους 2 ώρες

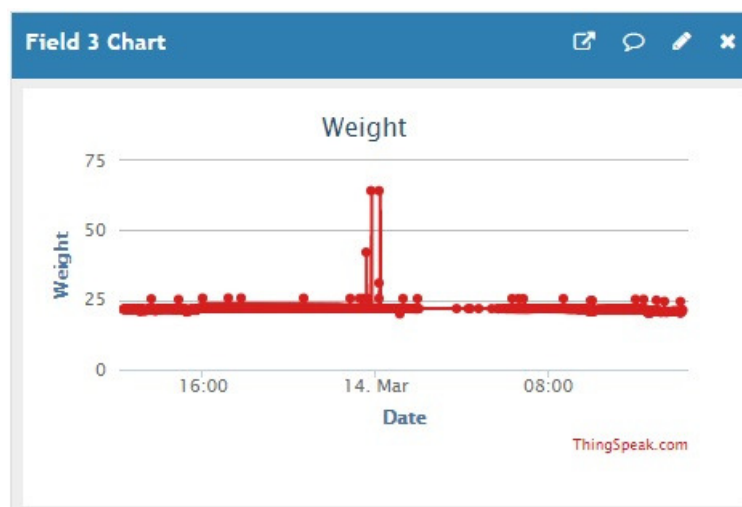
Μετρήσεις 24 ωρών: Πλέον έχουμε μία πιά ολική εικόνα των αποτελεσμάτων απο τους πίνακες μας.



Πίνακας θερμοκρασίας 24 ώρες



Πίνακας υγρασίας 24 ώρες



Πίνακας βάρους 24 ώρες

5.3 Προβλήματα/Παρατηρήσεις

- Μια παρατήρηση είναι ότι τις μέρες που έχει συννεφιά δεν θα επαναφορτίζεται πλήρως η μπαταρία με συνέπεια να μην αντέξει για αρκετές ημέρες.
- Το SIM900 έχει πάνω του ένα Led το οποίο δείχνει την κατάσταση του ανάλογα με τον ρυθμό που αναβοσβήνει.

NETSTATUS: The status of the NETSTATUS LED is listed in following table:

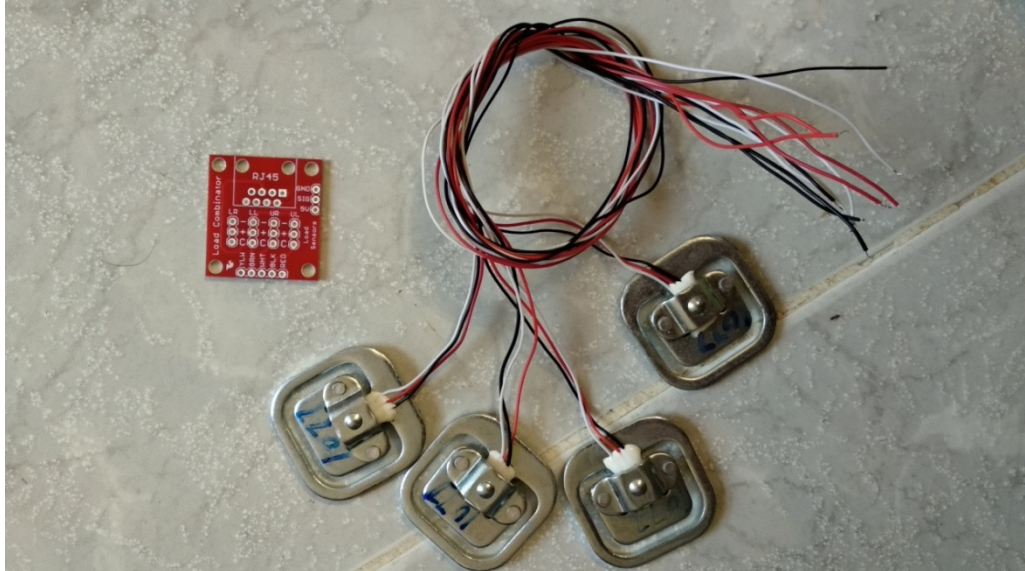
Status	Description
Off	SIM900 is not running 64ms On/800ms
Off	SIM900 not registered the network
64ms On/3000ms Off	SIM900 registered to the network
64ms On/300ms Off	GPRS communication is established

Αυτό θα ήταν χρήσιμο να φαίνεται έξω από το κούτι για να ειμαστε σε θέση να αναγνωρίσουμε πιο γρηγορα αν το SIM900 έχει κάνει register στο network.

- Μια εναλλακτική επιλογή backend θα μπορούσε να ήταν το io.adafruit, δεν το προτίμησα προσωπικά όμως γιατί ενώ μπορείς να το δοκιμάσεις δωρεάν, για να μπορείς να «ξεκλειδώσεις» όλες τις δυνατότητες του χρειάζεστε 10\$ κάθε μήνα.
- Χρησιμοποίησα το SIM900A module το οποίο δεν κατάφερα να λειτουργήσει οτι και να προσπάθησα, ίσως ήταν ελαττωματικό.



- Χρησιμοποιήσα επίσης τέσσερα μεμονομένα Load Cells για αισθητήρα βάρους, τα οποία συνδεονται μεταξύ τους με ένα Load Combinator. Δεν κατάληξα στην επιλογή τους όμως γιατί ήταν για πιο light χρήσεις και έκρινα ότι χρειάζονται κάτι πιο heavyduty.



- Τέλος παρατηρώ κάποια τυχαία spikes στην τιμή του βάρους, θεωρώ ότι ο λόγος είναι ότι ο αισθητήρας (Load Cell) είναι χαμηλής ποιότητας, αλλά είναι της τάξης των 70 γραμμαρίων κάτι το οποίο είναι αμελητέο.



5.4 Μελλοντικές Προεκτάσεις

- Μια πολύ έξυπνη μελλοντική αναβάθμιση θα ήταν η κατασκευή ενός κεντρικού hub στην τοποθεσία που είναι τοποθετημένες οι κυψέλες, όπου θα έχει ξεχωριστά κάθε μια κυψέλη μόνο ένα αισθητήρα βάρους και θα στέλνουν πρώτα τα δεδομένα τους στο hub και αυτό με την σειρά του στο δίκτυο. Οι υπολοίποι αισθητήρες για την καταγραφή των δεδομένων του χώρου (θερμοκρασία, υγρασία) δεν χρειάζεται να υπάρχουν σε κάθε κυψέλη, παρα μόνο στο hub. Η κάθε κυψέλη θα επικοινωνούσε με το hub μέσω BLE το οποίο είναι πολύ χαμηλής κατανάλωσης. Έτσι το κόστος για τον εξοπλισμό όλων των κυψελών μας θα έπεφτε δραματικά.
- Μια προέκταση ακόμα θα ήταν να εξοπλίσουμε την έξυπνη κυψέλη με περισσότερους αισθητήρες, όπως ταχύτητα ανέμου, βαρόμετρο κ.α.
- Τέλος ο μετρητής του πληθυσμού των μελισσών να αποκτήσει αισθητήρες για κάθε μια από τις πύλες που διαθέτει για πιο ρεαλιστικές μετρήσεις.

5.5 Βιβλιογραφία

Arm https://en.wikipedia.org/wiki/ARM_architecture

Avr https://en.wikipedia.org/wiki/Atmel_AVR

IoT https://en.wikipedia.org/wiki/Internet_of_things

Intel Edison https://en.wikipedia.org/wiki/Intel_Edison

Wireless communications

<https://en.wikipedia.org/wiki/Wireless>

https://www.diffen.com/difference/Bluetooth_vs_Wifi

<https://www.link-labs.com/blog/bluetooth-vs-bluetooth-low-energy>

https://en.wikipedia.org/wiki/IEEE_802.15.4

https://en.wikipedia.org/wiki/Cellular_network#Mobile_phone_network

Arduino <https://www.arduino.cc>

SIM900 <http://simcom.ee/modules/gsm-gprs/sim900/>

<https://www.youtube.com/watch?v=-okAX7ZoGDk>

- Load Cell** <https://learn.sparkfun.com/tutorials/getting-started-with-load-cells>
<https://learn.sparkfun.com/tutorials/load-cell-amplifier-hx711-breakout-hookup-guide>
https://www.youtube.com/watch?v=0Lwdzpr_TxM
<https://www.youtube.com/watch?v=ldwCY-koNyA>
- DHT Sensor** <https://learn.adafruit.com/dht/overview>
- QRE 1113 IR Sensor**
<https://www.sparkfun.com/products/9454>
<https://www.sparkfun.com/products/9542>
- HX711** <https://www.sparkfun.com/products/13879>
- Thingspeak**
<https://thingspeak.com/>
https://github.com/chandankumar1/temperature_logger/blob/master/thingspeak.ino
- Smart Farm** <https://eu.clickandgrow.com/products/smart-farm>
- Libelium** <http://www.libelium.com/smart-water-sensors-to-monitor-water-quality-in-rivers-lakes-and-the-sea/>