



Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής

Σχολή Μηχανικών

Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής και
Υπολογιστών

Πτυχιακή Εργασία

Σχεδίαση και Ανάπτυξη Φορητού Ηλεκτρονικού
Συστήματος Καταγραφής Δεδομένων Αθλητικής
Δραστηριότητας

Ιωάννης Γεωργιάδης [Αριθ. Μητρώου ais0102]

Επιβλέποντες Καθηγητές : **Αναστασία Βελώνη**
Διονύσης Κανδρής

Αθήνα Ιούνιος 2018

Πτυχιακή Εργασία

Σχεδίαση και Ανάπτυξη Φορητού Ηλεκτρονικού Συστήματος
Καταγραφής Δεδομένων Αθλητικής Δραστηριότητας

Ιωάννης Γεωργιάδης [Αριθ. Μητρώου ais0102]

Εισηγητές:

- **Αναστασία Βελώνη, Λέκτορας Εφαρμογών**
- **Διονύσης Κανδρής, Αναπληρωτής Καθηγητής**

Ημερομηνία εξέτασης 29/06/2018

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Ιωάννης Γεωργιάδης, του Αθανασίου, με αριθμό μητρώου ais0102 φοιτητής του Τμήματος Ηλεκτρονικών Υπολογιστικών Συστημάτων, του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών (ΠΜΣ) «Εφαρμοσμένα Πληροφοριακά Συστήματα», του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής 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 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 δμήνου από την ημερομηνία ανάθεσης της. Κατά τα λοιπά εφαρμόζονται τα προβλεπόμενα στο άρθρο 18, παρ. 5 του ισχύοντος Εσωτερικού Κανονισμού.»

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Είθισται, με το αίσιο τέλος μιας προσπάθειας να υπερβεί κάποιος εαυτόν με στόχο την ατομική βελτίωση, να επιδίδεται σε εκφράσεις ευχαριστιών και ευγνωμοσύνης προς τους συνοδοιπόρους του στην ζωή, οι οποίοι προφανώς και αποτελούν τους βασικούς πυλώνες υποστήριξης του σε κάθε του επιχείρημα. Η οικογένεια και οι φίλοι είναι αυτοί που δέχονται τα εύσημα και με την ευκαιρία αυτή θέλω να ευχαριστήσω από καρδιάς την σύντροφο μου στη ζωή, Ελένη, η οποία και αποτελεί έμπνευση αλλά και εφαλτήριο για την επίτευξη κάθε προσωπικού στόχου.

Οι συνοδοιπόροι στην προκειμένη περίπτωση είναι η υπόλοιπη οικογένεια μου, ο Θανάσης, η Ελευθερία, η Μητέρα και τα αδέρφια μου, ο «παππούς» Δημήτρης καθώς και οι φίλοι, ο Σπύρος, ο Διονύσης, ο Λυμπέρης, ο Γιώργος χωρίς τους οποίους η επίτευξη του στόχου θα ήταν σχεδόν αδύνατη. Σας ευχαριστώ πολύ!

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω τους επιβλέποντες καθηγητές μου για όσα διδάχθηκα, το ενδιαφέρον, την στήριξη και την κατανόηση που έδειξαν σε όλη τη διαδρομή.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Μία από τις σημαντικότερες δεξιότητες στον αθλητισμό αποτελεί το κατακόρυφο άλμα. Η κατασκευή ενός Συστήματος που θα καθιστά εφικτή την μέτρηση και καταγραφή της εν λόγω δεξιότητας θα αποτελέσει το αντικείμενο της παρούσας εργασίας.

Το εν λόγω Σύστημα θα αποτελείται από έναν αισθητήρα, έναν μικροελεγκτή για την διαχείριση του ασύρματου δικτύου (WiFi) καθώς και μία μονάδα παροχής ενέργειας (μπαταρία) και θα μεταδίδει δεδομένα, σε πραγματικό χρόνο, σε έναν υπολογιστή με τον οποίο θα είναι διασυνδεδεμένο μέσω ασύρματου δικτύου.

Ο αισθητήρας που θα χρησιμοποιηθεί θα περιλαμβάνει γυροσκόπιο, επιταχυνσιόμετρο, μαγνητόμετρο (ηλεκτρονική πυξίδα) και μνήμη στην οποία θα αποθηκεύονται τα μετρικά αποτελέσματα. Θα παρακολουθείται η κίνηση προς όλες τις κατευθύνσεις και θα καταγράφονται συγκεκριμένες μετρήσεις σχετικά με το άλμα καθ' όλη τη διάρκεια της προπονητικής μονάδας. Τα αποτελέσματα των μετρήσεων θα αποστέλλονται στον διασυνδεδεμένο υπολογιστή μέσω του διαδικτύου (Internet). Σημαντικό περιορισμό αποτελεί η διάρκεια ζωής της μπαταρίας ως συνέπεια του μεγέθους και βάρους του Συστήματος ώστε αυτό να μπορεί να μην ενοχλεί τους αθλητές που θα το φοράνε.

Το Σύστημα θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη μέτρηση του ύψους του άλματος των αθλητών σε αθλήματα όπως το βόλεϊ και το μπάσκετ. Η ανατροφοδότηση δεδομένων σε πραγματικό χρόνο θα γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε να παρακινεί τους αθλητές να βελτιώσουν τις επιδόσεις τους και να παρέχει στους προπονητές σαφή ένδειξη της απόδοσης του κάθε αθλητή κατά τη διάρκεια της προπονητικής μονάδας.

Επιστημονική περιοχή

Μικροελεγκτές, Μονάδες Αδρανειακής Μέτρησης, Ασύρματα δίκτυα αισθητήρων

Λέξεις κλειδιά

Κατακόρυφο άλμα, Φορετές συσκευές, Μονάδα Μικροελεγκτή, Μονάδα Αδρανειακής Μέτρησης, Αισθητήρας 9 βαθμών ελευθερίας

Abstract

In sports vertical jump is one of the most important skills. The construction of a device that will allow measurement and recording of this skill will be the subject of this research.

This device will consist of a sensor, a microcontroller for wireless network management (WiFi) as well as a power supply unit (battery) and will transmit data in real time interconnected to a computer via a wireless network.

The sensor to be used will include a gyroscope, an accelerometer, a magnetometer (electronic compass) and a memory unit to store the metric results. During the training session every move, in all directions, will be tracked and specific jumping measurements will be recorded. The results of the measurements will be transmitting to the interconnected (via internet) computer. An important limitation is the battery life as a consequence of the size and weight of the device in order not to disturb the athletes who will wear it.

The device can be used to measure the height of the jump for athletes in sports such as volleyball and basketball. During the training session, the real-time feedback will be a motivation for the athletes to improve their selves but also an evaluation indicator of their performance provided to their coaches as well.

Scientific area

Microcontrollers, Inertial Measurement Units, Wireless Sensor Networks

Key words

Vertical Jump, Wearable Devices, Microcontroller unit (MCU), Inertial Measurement Unit (IMU), 9 DOF Sensor

Περιεχόμενα

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ.....	15
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ.....	19
ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ.....	21
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 - ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΜΕΤΡΗΣΗ ΑΘΛΗΤΙΚΩΝ ΕΠΙΔΟΣΕΩΝ.....	23
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 – ΣΥΝΘΕΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ «JUMP».....	43
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 - ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗ / ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ	61
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 - ΕΠΙΛΟΓΟΣ.....	81
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1 - ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ	87
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2 – ΚΩΔΙΚΑΣ	93
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	103

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1.1 Μέτρηση κατακόρυφου άλματος	23
Εικόνα 1.2 Παραδοσιακός τρόπος μέτρησης	24
Εικόνα 1.3 Μέτρηση με τοποθέτηση μαγνητών στον τοίχο	24
Εικόνα 1.4 Συσκευή μέτρησης VERTEC.....	24
Εικόνα 1.5 VERTEC (λεπτομέρεια).....	25
Εικόνα 1.6 Σύστημα Jump Mat	25
Εικόνα 1.7 Σύστημα Just Jump.....	27
Εικόνα 1.9 Πλατφόρμα επαφής (42×59,4cm), 1,5m USB καλώδιο, 1,5m RCA καλώδιο .	27
Εικόνα 1.10 Chronopic για άλτες	27
Εικόνα 1.11 Tablet με εγκατεστημένη την εφαρμογή chrono jump	27
Εικόνα 1.8 Σύστημα Chrono Jump.....	27
Εικόνα 1.12 Αποτελέσματα μετρήσεων στο σύστημα Chrono jump	28
Εικόνα 1.13 Αποτελέσματα μετρήσεων στο σύστημα Chrono jump	29
Εικόνα 14 Gyko	31
Εικόνα 1.15 Αισθητήρες (Επιταχυνσιόμετρο, Γυροσκόπιο, Μαγνητόμετρο)	32
Εικόνα 1.16 Γιλέκο.....	32
Εικόνα 1.17 Ζώνη.....	32
Εικόνα 1.18 Δύο ζώνες διαφόρων μεγεθών για τα άνω άκρα.....	32
Εικόνα 1.19 Δύο ζώνες διαφόρων μεγεθών για τα κάτω άκρα	32
Εικόνα 1.20 Μαγνητική στήριξη που μπορεί να στερεωθεί σε βάρη ή σε μια μπάρα.....	32
Εικόνα 1.21 Ράβδος λήψης και εκπομπής, συνδυάζεται με την ζώνη για την μέτρηση του άλματος.....	32
Εικόνα 1.22 Υπολογιστής στον οποίο είναι εγκατεστημένο το λογισμικό.....	32
Εικόνα 1.23 Θήκη μεταφοράς	32
Εικόνα 1.24 Ανάλυση άλματος.....	33
Εικόνα 1.25 Αποτελέσματα στην οθόνη του υπολογιστή μέσω του λογισμικού Gyko.....	34
Εικόνα 1.26 Αποτελέσματα στην οθόνη του υπολογιστή μέσω του λογισμικού Gyko.....	34
Εικόνα 1.27 Vert Clasic	36
Εικόνα 1.28 Vert Coach.....	37
Εικόνα 1.29 G-Vert	38
Εικόνα 1.30 Διαχείριση παικτών	40
Εικόνα 1.31 Μείωση τραυματισμών	40
Εικόνα 1.32 Διαχείριση ομάδας	41
Εικόνα 1.33 Σύστημα Vert	42

Εικόνα 34 Σύνθεση συστήματος "Jump".....	43
Εικόνα 2.35 Μικροεπεξεργαστής APIC 18F8720 σε πακέτο 80-pin TQFP.....	45
Εικόνα 2.36 Arduino Uno	53
Εικόνα 2.37 Εγκατάσταση Arduino IDE.....	55
Εικόνα 2.38 LSM9DS1	56
Εικόνα 2.39 LSM9DS1	56
Εικόνα 2.40 LSM9DS1	56
Εικόνα 2.41 Fritzing	59
Εικόνα 2.42 Η οθόνη σχηματικής θέασης του Fritzing	60
Εικόνα 2.43 Η οθόνη θέασης του Breadboard από την σχεδίαση ενός απλού κυκλώματος στο Fritzing.	60
Εικόνα 2.44 Διάγραμμα του κυκλώματος της εικόνας 2.9	60
Εικόνα 3.1 Σύνδεση Arduino - LSM9DS1 (Fritzing)	63
Εικόνα 3.2 Σύνδεση Arduino - LSM9DS1 (Fritzing) - Breadboard.....	64
Εικόνα 3.3 Σύνδεση Arduino - LSM9DS1 (Fritzing) – Σχηματική (Schematic)	64
Εικόνα 3.4 Σύνδεση Arduino - LSM9DS1 (Fritzing) - PCB.....	64
Εικόνα 3.5 LSM9DS1	65
Εικόνα 3.6 Αισθητήρας με τις προεκτάσεις (headers).....	65
Εικόνα 3.7 Τοποθέτηση headers στο breadboard	65
Εικόνα 3.8 Τοποθέτηση του αισθητήρα στα headers.....	65
Εικόνα 3.9 Κόλληση των headers στην μία πλευρά του αισθητήρα.	65
Εικόνα 3.10 Κόλληση των headers στην άλλη πλευρά του αισθητήρα.	65
Εικόνα 3.11 Τελική μορφή και τοποθέτηση αισθητήρα στο breadboard.....	66
Εικόνα 3.12 Τελική μορφή του αισθητήρα με τα headers	66
Εικόνα 3.13 Σύνδεση Arduino – LSM9DS1.	66
Εικόνα 3.14 Φόρτωση προγράμματος.....	66
Εικόνα 3.15 Επιλογή Μικροελεγκτή.....	66
Εικόνα 3.16 Επιλογή πόρτας σύνδεσης (Port)	67
Εικόνα 3.17 Σύνδεση Υπολογιστής - Arduino – LSM9DS1	67
Εικόνα 3.18 Υπολογιστής - Arduino – LSM9DS1 σε λειτουργία.....	67
Εικόνα 3.19 Arduino IDE – Compiling (Μεταγλώττιση)	67
Εικόνα 3.20 Arduino IDE – Uploading (Μεταφόρτωση)	67
Εικόνα 3.21 Τα 3 επίπεδα περιστροφής των γωνιών του Euler.....	68
Εικόνα 3.22 Το επιταχυνσιόμετρο δίνει τις γωνίες pitch και roll.....	69
Εικόνα 3.23 Το μαγνητόμετρο δίνει την γωνία yaw (heading).....	70
Εικόνα 3.24 Arduino IDE – Serial Monitor - Αποτελέσματα	70
Εικόνα 3.25 Ερμηνεία Αποτελεσμάτων	71

Εικόνα 3.26	Σύνδεση ESP8266 Node MCU - LSM9DS1 (Fritzing).....	72
Εικόνα 3.27	Σύνδεση ESP8266 Node MCU - LSM9DS1 (Fritzing) - Breadboard.....	73
Εικόνα 3.28	Σύνδεση ESP8266 Node MCU - LSM9DS1 (Fritzing) - Schematic.....	73
Εικόνα 3.29	Σύνδεση ESP8266 Node MCU - LSM9DS1 (Fritzing) - PCB.....	73
Εικόνα 3.30	ESP8266 Node MCU	74
Εικόνα 3.31	Προσθήκη της βιβλιοθήκης του ESP8266 Node MCU στο ArduinoIDE	74
Εικόνα 3.32	Εγκατάσταση του ESP8266 Node MCU από το Board Manager.....	75
Εικόνα 3.33	Επιλογή του ESP8266 Node MCU από το Board Manager.....	75
Εικόνα 3.34	Εκτέλεση του προγράμματος "Blink" στον ESP8266 Node MCU.....	76
Εικόνα 3.35	Αποτελέσματα στο Serial monitor (διαθέσιμα WiFi δίκτυα).....	76
Εικόνα 3.36	Αποτελέσματα στο Serial monitor (Σύνδεση σε δίκτυο WiFi).....	77
Εικόνα 3.37	Δημιουργία λογαριασμού στο ThingSpeak.....	77
Εικόνα 3.38	Σύνδεση του ESP8266 Node MCU με τον αισθητήρα LSM9DS1 και μετάδοση δεδομένων	78
Εικόνα 3.39	Σύνδεση του ESP8266 Node MCU με τον αισθητήρα LSM9DS1 και αποτελέσματα στο Serial monitor	78
Εικόνα 3.40	Σύνδεση του ESP8266 Node MCU με τον αισθητήρα LSM9DS1 - μετάδοση δεδομένων και απεικόνιση στο ThingSpeak	79
Εικόνα 3.41	Σύστημα JUMP	80
Εικόνα 3.42	MCU Μετάδοση δεδομένων από το Σύστημα JUMP και απεικόνιση τους στο ThingSpeak	80
Εικόνα 43	Αποτελέσματα στο Serial monitor	95
Εικόνα 44	Αποτελέσματα στο Serial monitor	97
Εικόνα 45	Αποτελέσματα στο Serial monitor	102

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

Πίνακας 1 Τεχνικά χαρακτηριστικά Arduino	87
Πίνακας 2 Τεχνικά χαρακτηριστικά LSM9DS1	88
Πίνακας 3 Τεχνικά χαρακτηριστικά LSM9DS1 - Περιγραφή Ακροδεκτών	90
Πίνακας 4 Τεχνικά χαρακτηριστικά LSM9DS1	91
Πίνακας 5 Τεχνικά χαρακτηριστικά ESP8266 ESP-12E NodeMCU	92
Πίνακας 6 Γραφική απεικόνιση Ακροδεκτών του ESP8266 ESP-12E Node MCU	92

ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Παρατίθεται το μεθοδολογικό πλάνο που ακολουθήθηκε κατά την εκπόνηση της παρούσης πτυχιακής εργασίας.

1. Εισαγωγή στην καταμέτρηση αθλητικών επιδόσεων
 - 1.1. Εισαγωγή
 - 1.2. Ιστορική αναδρομή – συστήματα μέτρησης κάθετου άλματος
 - 1.2.1. Wall Mounted Vertical Jump Tester
 - 1.2.2. Magnetic Jump and Reach Board
 - 1.2.3. VERTEC.
 - 1.2.4. Jump Mat
 - 1.2.5. Just Jump
 - 1.2.6. Chrono Jump
 - 1.2.7. Vertical Jump Laser System
 - 1.2.8. Gyko
 - 1.2.9. Vert
2. Σύνθεση Συστήματος «Jump»
 - 2.1. Εισαγωγή
 - 2.2. Αναλυτική περιγραφή των δομικών στοιχείων του Συστήματος «Jump»
 - 2.2.1. Τι είναι Microcontroller – Μικροελεγκτή
 - 2.2.2. Arduino
 - 2.2.3. Arduino Uno
 - 2.2.4. Arduino IDE
 - 2.2.5. Adafruit 9-DOF LSM9DS1
 - 2.2.6. ESP8266 Node MCU Development Kit
 - 2.2.7. Fritzing
3. Διασύνδεση / Ανάπτυξη Εφαρμογής
 - 3.1. Εισαγωγή
 - 3.2. Μεθοδολογία
 - 3.3. Βήματα σύνδεσης του Arduino Uno με τον Αισθητήρα LSM9DS1 της Adafruit
 - 3.3.1. Εικονική συναρμολόγηση μέσω Fritzing
 - 3.3.1.1. Δημιουργία μηχανολογικού σχεδίου στο Fritzing

- 3.3.1.2. Επιλογή των απαραίτητων δομικών στοιχείων
 - 3.3.1.2.1. Δημιουργία σχεδίων Breadboard, Schematic, PCB
- 3.3.2. Φυσική συναρμολόγηση
 - 3.3.2.1. Γωνίες EULER
 - 3.3.2.2. Συγγραφή και εκτέλεση κώδικα στο λογισμικό Arduino IDE
 - 3.3.2.3. Έλεγχος αποτελεσμάτων
 - 3.3.2.4. Ερμηνεία αποτελεσμάτων
- 3.4. Βήματα σύνδεσης του ESP8266 Node MCU με τον αισθητήρα LSM9DS1 της Adafruit
 - 3.4.1. Εικονική συναρμολόγηση μέσω Fritzing
 - 3.4.1.1. Δημιουργία μηχανολογικού σχεδίου στο Fritzing
 - 3.4.1.2. Επιλογή των απαραίτητων δομικών στοιχείων
 - 3.4.1.2.1. Δημιουργία σχεδίων Breadboard, Schematic, PCB
 - 3.4.2. Φυσική συναρμολόγηση
 - 3.4.2.1. Σύνδεση του ESP8266 Node MCU στο Arduino IDE
 - 3.4.2.2. Εκτέλεση κώδικα (Blink) για το έλεγχο καλής λειτουργίας του ESP8266 Node MCU
 - 3.4.2.3. Συγγραφή και εκτέλεση κώδικα διασύνδεσης του ESP8266 Node MCU στο Internet
 - 3.4.2.4. Έλεγχος αποτελεσμάτων
 - 3.4.2.5. Συγγραφή και εκτέλεση κώδικα για την ανίχνευση των διαθέσιμων WiFi δικτύων από τον ESP8266 Node MCU
 - 3.4.2.6. Σύνδεση του ESP8266 Node MCU στο διαθέσιμο WiFi δίκτυο
 - 3.4.2.7. Έλεγχος αποτελεσμάτων
 - 3.4.3. Σύνδεση του ESP8266 Node MCU με τον αισθητήρα LSM9DS1 της Adafruit, εν συνεχεία στο δίκτυο WiFi, μετάδοση δεδομένων μέσω διαδικτύου και απεικόνιση τους στο ThingSpeak
- 4. Επίλογος
 - 4.1. Σύνοψη Πτυχιακής Εργασίας
 - 4.2. Προβλήματα – Αντιμετώπιση
 - 4.3. Συμπεράσματα
 - 4.4. Προτάσεις μελλοντικής επέκτασης - Προοπτικές

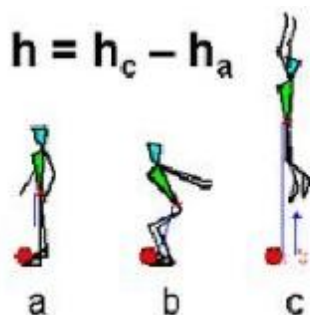
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1 - ΕΙΣΑΓΩΓΗ ΣΤΗΝ ΚΑΤΑΜΕΤΡΗΣΗ ΑΘΛΗΤΙΚΩΝ ΕΠΙΔΟΣΕΩΝ

1.1. Εισαγωγή

Σε αυτό το κεφάλαιο αναλύεται το θεωρητικό υπόβαθρο της παρούσας πτυχιακής εργασίας μέσω της παρουσίασης των μεθόδων που έχουν αναπτυχθεί για την καταγραφή δεδομένων αθλητικής δραστηριότητας και ειδικότερα της ικανότητας άλματος.

1.2. Ιστορική αναδρομή – συστήματα μέτρησης κάθετου άλματος

Το κατακόρυφο άλμα αποτελεί βασική δεξιότητα σε πολλά σπορ όπως το Μπάσκετ, το Βόλεϊ και το ποδόσφαιρο, επίσης το άλμα, είναι βασική κινητική ικανότητα για τα παιδιά. Συνεπώς η ικανότητα μέτρησης της αλτικής επίδοσης είναι μία σημαντική παράμετρος για τον υπολογισμό των φυσικών ικανοτήτων σε αθλητές και μαθητές (Islam, et al., 2015)[1]. Επίσης, η μέτρηση του κάθετου άλματος είναι μια έγκυρη και αξιόπιστη μέθοδος για τη μέτρηση πολλών κινηματικών και κινητικών μεταβλητών του αθλούμενου ή όχι πληθυσμού. Το κατακόρυφο άλμα αποτελεί μια πολύ απλή δοκιμασία την οποία μπορεί να εκτελέσει ο καθένας. Γυμναστές και προπονητές χρησιμοποιούν τη δοκιμασία του κατακόρυφου άλματος αφενός για να καθορίσουν αν ένας αθλητής χρήζει βελτίωσης της δύναμής του κάτω μέρους του σώματος (McBRIDE, et al., 1999)[2], αφετέρου ως κριτήριο για την επιλογή των αθλητών σε κάποιο άθλημα (LEARD, et al., 2007)[3].



Εικόνα 1.1 Μέτρηση κατακόρυφου άλματος

Για την παρακολούθηση μιας τόσο σημαντικής ικανότητας έπρεπε να βρεθεί ένας αντικειμενικός, αξιόπιστος, ακριβής και αποτελεσματικός τρόπος να μέτρησης.

1.2.1. Ο παραδοσιακός τρόπος είναι με την χρήση ενός κομματιού χαρτί, το οποίο στερεώνεται στον τοίχο. Αρχικά ο αθλητής / μαθητής βάζει το δάκτυλο του σε μελάνι και προσπαθεί να αγγίξει το χαρτί όσο πιο ψηλά μπορεί ώστε να αφήσει το δακτυλικό του αποτύπωμα. Εν συνεχεία, τοποθετείται εκ νέου μελάνι στο δάκτυλο και ο αθλητής / μαθητής προσπαθεί, κάνοντας άλμα αυτή τη φορά, να αφήσει το δακτυλικό του αποτύπωμα όσο το δυνατόν ψηλότερα (**Wall Mounted Vertical Jump Tester**, κόστος κάτω από 100€) (Amazon.com(WallMounted))[4].

Η διαφορά των δύο αποτυπωμάτων είναι το ύψος του άλματος του.



Εικόνα 1.2
Παραδοσιακός
τρόπος
μέτρησης



Εικόνα 1.3
Μέτρηση με
τοποθέτηση
μαγνητών
στον τοίχο

1.2.2. Μια παραλλαγή αυτού είναι η τοποθέτηση μαγνητών στον τοίχο και η ο αθλητής / μαθητής προσπαθεί να τους μετακινήσει (**Magnetic Jump and Reach Board**, κόστος κάτω από 100€) (Topendsports.com(MagneticJump))[5].

1.2.3. Μια άλλη μέθοδος είναι η χρήση της συσκευής μέτρησης άλματος **VERTEC**. Αυτός ο τρόπος είναι γρηγορότερος από τον προαναφερθέντα, καθώς χρησιμοποιείται μια συσκευή, η οποία αποτελείται από ένα βαθμονομημένο κάθετο στύλο στον οποίο είναι τοποθετημένοι, παράλληλα με το έδαφος, δείκτες. Ο αθλητής / μαθητής, αρχικά, προσπαθεί να τους μετακινήσει φτάνοντας

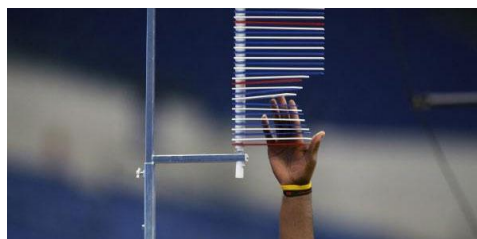
όσο πιο ψηλά μπορεί, χωρίς άλμα κι έπειτα με άλμα. Η διαφορά των δύο αυτών μετρήσεων αποτελεί το μέγεθος του άλματος.



Εικόνα 1.4 Συσκευή μέτρησης
VERTEC

Το πλεονέκτημα αυτής της συσκευής είναι ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί και εντός αλλά και εκτός των εγκαταστάσεων του γυμναστηρίου καθώς και ότι για την μέτρηση δεν χρησιμοποιείται ο τοίχος οπότε αποφεύγονται οι τραυματισμοί.

Μειονέκτημα αποτελεί το κόστος σε σχέση με την προηγούμενη μέθοδο. (VERTEC κόστος κάτω από 500€) (Amazon(VERTEC)) [6].



Εικόνα 1.5 VERTEC (λεπτομέρεια)

Στις παραπάνω μεθοδολογίες οι μετρήσεις καταχωρούνται χειρόγραφα, συνεπώς είναι απαραίτητη η παρουσία παρατηρητή για την καταγραφή των αποτελεσμάτων.

1.2.4. Το JUMP MAT

(Topendsports.com(JumpMat), 2018)[7] αποτελεί ένα ακόμα σύστημα μέτρησης του κάθετου άλματος. Στην μέθοδο αυτή χρησιμοποιείται ένα χαλί (mat) και μία ζώνη (Abalakov's belt), στην οποία έχει τοποθετηθεί μια πτυσσόμενη μετροταινία. Ο αθλητής / μαθητής, φοράει την ζώνη η οποία είναι δεμένη στο δάπεδο στο χαλί mat (το Mat είναι ένα τετράγωνο πυκνής ύφανσης χαλί 22" x 22" x 9mm, φτιαγμένο από εύκαμπτο υλικό Versa Flex) και ρυθμίζεται η ένδειξη της μετροταινίας στο «0». Ο άλτης εκτελεί το άλμα και η ταινία δείχνει το ύψος που έφτασε. Τα πλεονεκτήματα της εν λόγω συσκευής είναι τα ακόλουθα :



Εικόνα 1.6 Σύστημα Jump Mat

- είναι φορητή (μπορεί να χρησιμοποιηθεί εντός και εκτός του γυμναστηρίου),
- το αποτέλεσμα της μέτρησης είναι η κάθετη μετατόπιση του κορμού και δεν εξαρτάται από το σωστό συγχρονισμό του άλτη ώστε να ακουμπήσει στον τοίχο στο σωστό χρόνο,
- για την διεξαγωγή της μέτρησης δεν χρειάζονται επιπλέον άτομα παρά μόνο ο άλτης,

Τα μειονεκτήματα της είναι τα ακόλουθα :

- η μέτρηση μπορεί να μην είναι ακριβής (αν το άλμα δεν είναι κατακόρυφο ή η ταινία είναι χαλαρή κατά την έναρξη της διαδικασίας),
- το σύστημα περιορίζει την κίνηση του αθλητή / μαθητή

(**JUMP MAT** κόστος κάτω από 500€)

1.2.5. Το σύστημα **JUST JUMP** (Topendsports.com(JustJump), 2018)[8]

Λειτουργεί με την μέτρηση των δυνάμεων αντίδρασης εδάφους που παράγουν οι αθλητές κατά την διάρκεια ενός κάθετου άλματος. Τα Force Plates (Επιφάνειες - πιάτα δύναμης) καθιστούν δυνατή την λεπτομερή ανάλυση όχι μόνο του κατακόρυφου άλματος αλλά και του ρυθμού ανάπτυξης δύναμης, της επιτάχυνσης της κίνησης, της κατανομής ισχύος μεταξύ των ποδιών και πολλών άλλων παραγόντων. Οι επιφάνειες δύναμης που χρησιμοποιούνται στα εργαστήρια βιομηχανικής έχουν πολύ μεγάλο κόστος, αλλά υπάρχουν και πιο οικονομικές εναλλακτικές λύσεις όπως το σύστημα Just Jump. Το εν λόγω σύστημα μπορεί να μετρά με ακρίβεια τον χρόνο πτήσης καθώς αυτός είναι ίσος με την χρονική διάρκεια που δεν ασκείται, στην επιφάνεια, αντίθετη δύναμη από το έδαφος (όταν δηλαδή ο αθλητής είναι στον αέρα)(Simpson, et al., 2018)[9]. Καθώς η βαρύτητα της γης είναι μια γνωστή μεταβλητή, ο υπολογισμός του κάθετου άλματος γίνεται εύκολα και με ακρίβεια.

Πλεονέκτημα της συσκευής αποτελεί η φορητότητα καθώς και η ακρίβεια μέτρησης όταν χρησιμοποιείται σωστά.

Μειονέκτημα αποτελεί το γεγονός ότι ο αθλητής πρέπει να προσγειωθεί με τα γόνατα τεντωμένα αλλιώς η μέτρηση δεν είναι αξιόπιστη.

(**JUST JUMP** το κόστος κυμαίνεται περί τα 500€).

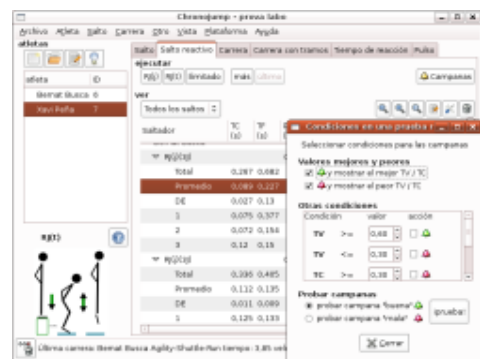


Εικόνα 1.7 Σύστημα Just Jump

1.2.6. Το CHRONO JUMP

(chronojump.org, 2018)[10] είναι ένα σύστημα πλατφορμών για μέτρηση, διαχείριση και στατιστική παρακολούθηση της χρονικής διάρκειας του άλματος (χρόνος επαφής, χρόνος πτήσης). Το εν λόγω σύστημα είναι μια εφαρμογή ανοικτού υλισμικού και λογισμικού που διατίθεται υπό την άδεια της GPL.

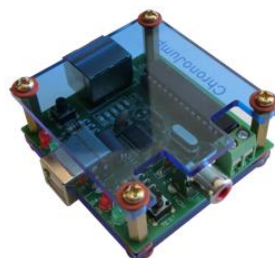
[**CHRONO JUMP** κόστος περίπου 150€ (δεν περιλαμβάνεται το κόστος του tablet)]:



Εικόνα 1.8 Σύστημα Chrono Jump



Εικόνα 1.9 Πλατφόρμα επαφής (42×59,4cm), 1,5m USB καλώδιο, 1,5m RCA καλώδιο



Εικόνα 1.10 Chronopric για άλτες



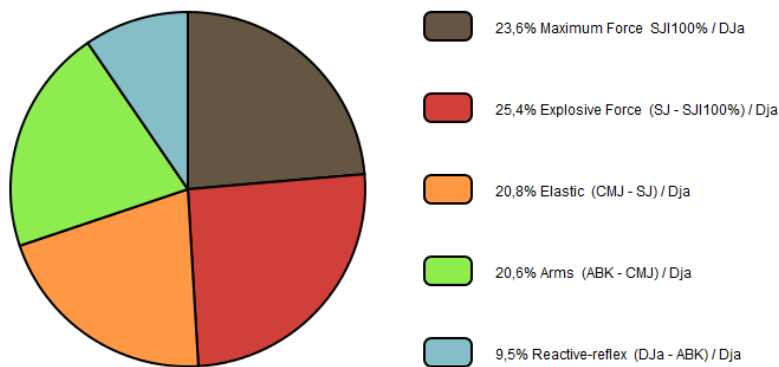
Εικόνα 1.11 Tablet με εγκατεστημένη την εφαρμογή chrono jump

Το εν λόγω σύστημα μπορεί να καταγράψει τις ακόλουθες δοκιμασίες άλματος:

- όλες τις δοκιμασίες Bosco,
- δοκιμασίες πολλαπλών αλμάτων(Samozino, et al., 2008)[11],
- έχει δυνατότητα καθορισμού δοκιμασιών από τον χρήστη
- αυτόματη λειτουργία για την μέτρηση ομάδων

Τα αποτελέσματα που εξάγονται είναι :

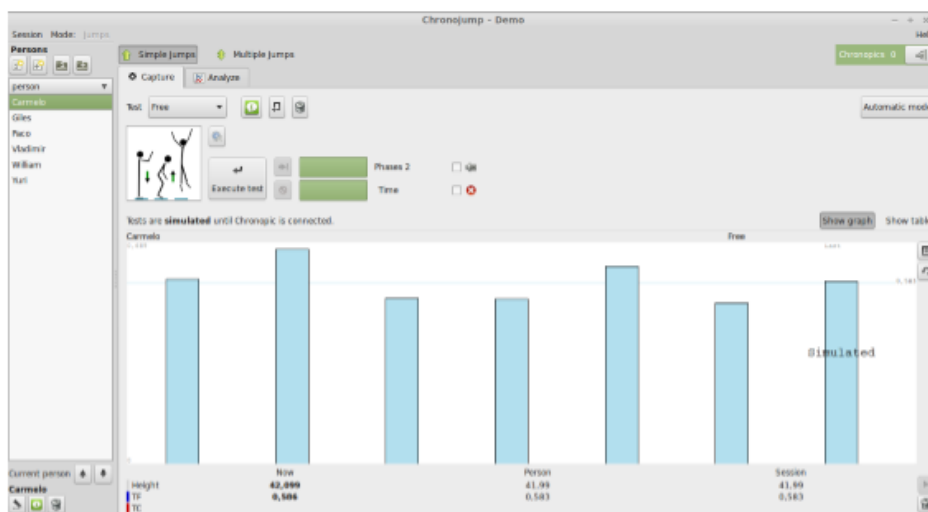
- ύψος άλματος
- διάρκεια πτήσης καθώς και επαφής με το δάπεδο
- ισχύς
- ακαμψία
- αρχική ταχύτητα.



Εικόνα 1.12 Αποτελέσματα μετρήσεων στο σύστημα Chrono jump

Το πλεονέκτημα του Chronojump είναι ότι είναι δυνατός ο έλεγχος της εγκυρότητας και της αξιοπιστίας των μετρήσεων του (λόγω της δυνατότητας πρόσβασης στον πηγαίο κώδικα της εφαρμογής) με αποτέλεσμα να ενδείκνεται για επιστημονικές έρευνες.

Το μειονέκτημα του είναι ότι η μέτρηση μπορεί να μην είναι ακριβής (αν το άλμα δεν εκτελεστεί σωστά).



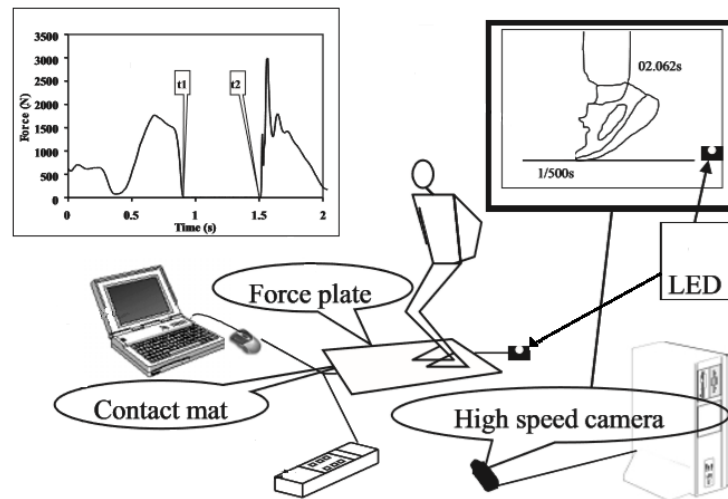
Εικόνα 1.13 Αποτελέσματα μετρήσεων στο σύστημα Chrono jump

1.2.7. Το Vertical Jump Laser System

(Topendsports.com(VerticalJumpLaserSystem), 2018)[12] είναι ένα από τα πολλά συστήματα μέτρησης του κατακόρυφου άλματος με την χρήση λέιζερ. Τρόπος εκτέλεσης : ο αθλητής στέκεται πάνω σε ένα οριζόντιο δάπεδο, δύο υπέρυθρες ακτίνες λέιζερ στοχεύουν η μία σε επίπεδο εδάφους και η άλλη στο πιο ψηλό σημείο που μπορεί να φτάσει ο αθλητής. Ο χρόνος αρχίζει να μετρά μόλις το υπέρυθρο λέιζερ, στο επίπεδο του εδάφους, παύσει να διαταράσσεται από τα πόδια του αθλητή και σταματά μόλις το χέρι του φτάσει την ανώτερη υπέρυθρη ακτίνα. Από τον καταμετρημένο χρόνο μπορεί να υπολογιστεί το άλμα, το ύψος και η ισχύς των ποδιών (Garcia-Lopez, et al., 2005)[13]. Παρόμοιο σύστημα χρησιμοποιεί την ακτίνα λέιζερ για να αντικαταστήσει τον τοίχο και την κιμωλία (μελάνι) στο χέρι του αθλητή. Έχοντας το λέιζερ στο επίπεδο του τοίχου ο αθλητής εκτελεί κατακόρυφο άλμα και η μέτρηση γίνεται στο σημείο που συναντά την ακτίνα λέιζερ με το χέρι του.

Πλεονέκτημα αποτελεί η ακρίβεια των μετρήσεων.

Στα μειονεκτήματα καταγράφεται το ότι η χρήση του λέιζερ έχει μεγαλύτερο κόστος από τα περισσότερα συστήματα μέτρησης του κατακόρυφου άλματος, δεν είναι φορητό και τέλος δεν αποτελεί κίνητρο για του αθλητές ώστε να κάνουν ψηλότερα άλματα όπως η μέθοδος με τον τοίχο και την μελάνη.



Εικόνα1.14 Vertical Jump Laser System

Όλα τα παραπάνω συστήματα μέτρησης και καταγραφής του άλματος έχουν κοινό χαρακτηριστικό ότι δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν κατά την διάρκεια ενός αθλητικού γεγονότος (αγώνας Μπάσκετ ή Βόλεϊ) παρά μόνο σε εργαστηριακές συνθήκες (whatsmyvertical.com, 2018)[14].

Χάρη στα σύγχρονα τεχνολογικά επιτεύγματα (GPS, επιταχυνσιόμετρο.....), έχει καταστεί δυνατή η ακριβής μέτρηση των αθλητικών επιδόσεων (ρυθμός, ταχύτητα, απόσταση και υψόμετρο βάσει του GPS) με σχετικά μικρό κόστος. Οι επονομαζόμενες φορητές συσκευές (wearable devices) που χρησιμοποιούν γυροσκόπια και επιταχυνσιόμετρα φοριούνται από τους αθλητές και λειτουργούν παρόμοια με τις δυναμικές επιφάνειες μέτρησης. Εδώ, αντί να μετρηθεί η αντίθετη δύναμη που ασκεί το έδαφος, καταγράφεται η επιτάχυνση και η κίνηση του αθλητή. Στην πραγματικότητα ο τρόπος υπολογισμού παραμένει ο ίδιος (μετατροπή του χρόνου πτήσης σε κατακόρυφο άλμα).



Εικόνα 14 Gyko

1.2.8. Το **GyKo** (gyko.it, 2018)[15] αποτελεί ένα εργαλείο μέτρησης το οποίο χρησιμοποιεί την αδράνεια για την ανάλυση της κίνησης οποιουδήποτε τμήματος σώματος. Χάρη στη νέα τεχνολογία, είναι σε θέση να παρέχει μετρήσεις επιτάχυνσης μέχρι 16g και γωνιακές ταχύτητες μέχρι 2000 °/s με συχνότητα απόκτησης 1000 Hz. Η μετάδοση δεδομένων γίνεται, μέσω Bluetooth, σε πραγματικό χρόνο, απευθείας στον υπολογιστή. Το λογισμικό Microgate, χρησιμοποιεί επιστημονικά επικυρωμένους αλγορίθμους και προσφέρει απλοποιημένη επεξεργασία και ερμηνεία δεδομένων.

Το GyKo καθιστά δυνατή την αντικειμενική αξιολόγηση και παρακολούθηση της λειτουργικότητας των αρθρώσεων και της μυϊκής δύναμης κατά τη διάρκεια της φάσης αποκατάστασης και της προπόνησης μιας συγκεκριμένης περιοχής του μυοσκελετικού συστήματος. Χρησιμοποιείται για να εντοπίζει γρήγορα τυχόν ελλείψεις στάσης, προβλήματα στην στάση του σώματος ή ασυμμετρίες και χάρη στην δυνατότητα της άμεσης παρακολούθησης των αποτελεσμάτων, βοηθά στην πρόληψη υποτροπών, επιπλοκών και επανεμφάνιση της νόσου ή του τραυματισμού, ελέγχοντας περιοδικά τα αποτελέσματα και την αποτελεσματικότητα της θεραπείας. Δίνει τη δυνατότητα παρακολούθησης της εκτέλεσης κινήσεων οι οποίες μπορεί να είναι λιγότερο ή περισσότερο πολύπλοκες χωρίς να περιορίζεται ή να επηρεάζεται ο αθλητής καθώς μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε οποιαδήποτε επιφάνεια (γρασίδι, άμμος, ασταθείς πλατφόρμες κλπ.) τόσο εσωτερικούς όσο και σε εξωτερικούς χώρους και τέλος, ενθαρρύνει τον αθλητή να βελτιώνει συνεχώς τις επιδόσεις του.

Το Gyko αποτελείται από μέρη τελευταίας τεχνολογίας που χρησιμοποιούνται για τη διεξαγωγή επαναλαμβανόμενων μετρήσεων ακριβείας της επιτάχυνσης, της γωνιακής ταχύτητας και του μαγνητικού πεδίου σε τρεις διαστάσεις.



Εικόνα 1.15 Αισθητήρες (Επιταχυνσιόμετρο, Γυροσκόπιο, Μαγνητόμετρο)

Το Gyko είναι το ιδανικό εργαλείο για όσους θέλουν μια αντικειμενική αξιολόγηση της ανάλυσης της ανθρώπινης κίνησης με γρήγορο και δαισθητικό τρόπο χωρίς να μειωθεί η ακρίβεια των μετρήσεων. Χάρη στην έρευνα που διεξάγεται με στόχο τη δημιουργία και επεξεργασία λογισμικού ειδικά σε αυτό το τομέα, με την χρήση των σύγχρονων τεχνικών χαρακτηριστικών, η Gyko προσφέρει υπηρεσίες υψηλού επιπέδου παρέχοντας ταυτόχρονα ευκολία στη χρήση και την εμφάνιση των δεδομένων καθιστώντας το ως ένα πρακτικό εργαλείο. Η εφαρμογή του σε διάφορα μέλη του σώματος γίνεται ευκολότερα με τη χρήση διαφόρων αξεσουάρ, όπως η ζώνη της πυέλου, το γιλέκο, δύο ζώνες διαφόρων μεγεθών για τα άνω και κάτω άκρα και μια μαγνητική στήριξη που μπορεί να στερεωθεί σε βάρη ή σε μια μπάρα.



Εικόνα 1.16 Γιλέκο



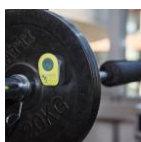
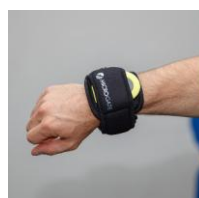
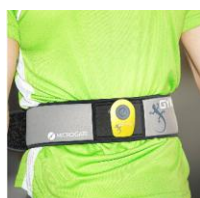
Εικόνα 1.17 Ζώνη



Εικόνα 1.18 Δύο ζώνες διαφόρων μεγεθών για τα άνω άκρα



Εικόνα 1.19 Δύο ζώνες διαφόρων μεγεθών για τα κάτω άκρα



Εικόνα 1.20 Μαγνητική στήριξη που μπορεί να στερεωθεί σε βάρη ή σε μια μπάρα



Εικόνα 1.21 Ράβδος λήψης και εκπομπής, συνδυάζεται με την ζώνη για την μέτρηση του άλματος



Εικόνα 1.22 Υπολογιστής στον οποίο είναι εγκατεστημένο το λογισμικό



Εικόνα 1.23 Θήκη μεταφοράς

Ανάλυση άλματος

Το Gyko τοποθετείται κοντά στο κέντρο μάζας του αθλητή, με την χρήση της ειδικά σχεδιασμένης ζώνης, παρέχοντας μια ποικιλία πληροφοριών σχετικά με την δυναμική του άλματος του αθλητή. Στη συνέχεια είναι δυνατή η άμεση μέτρηση της αντοχής των κάτω άκρων και με την χρήση των κατάλληλων αλγορίθμων, παρέχεται ακριβής, επαναλαμβανόμενη πληροφόρηση τόσο για την έκκεντρη φάση φόρτωσης (ισορροπία κατά την βύθιση), όσο και την ομόκεντρη φάση ώσης (εκτίναξη). Επιπλέον αναλύεται η κίνηση του κορμού κατά τη διάρκεια της φάσης πτήσης και επαφής και παρέχονται, μεταξύ άλλων, οι ακόλουθες πρόσθετες πληροφορίες :



Εικόνα 1.24
Ανάλυση άλματος

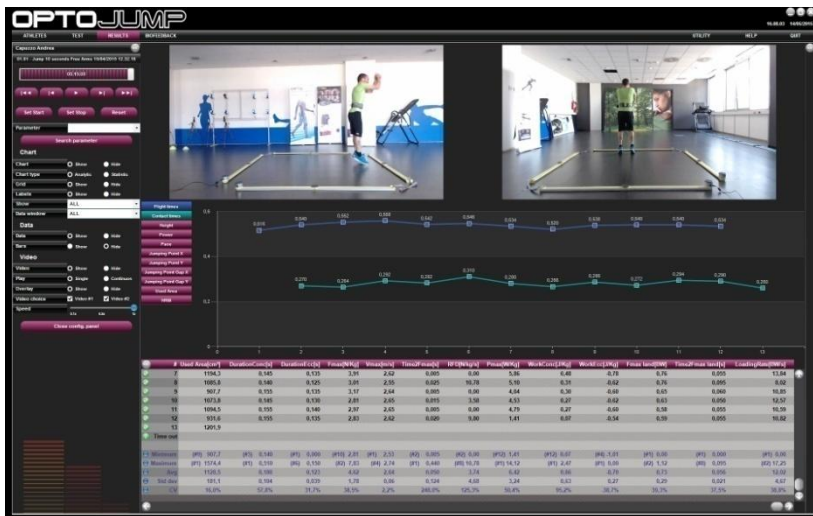
- Εκκεντρική και ομόκεντρη λειτουργία και διάρκεια
- Δύναμη, ταχύτητα και μέγιστη ισχύς
- Ποσοστό Ανάπτυξης Δύναμης και Ποσοστό Προσγείωσης

Τεχνικά Χαρακτηριστικά	
Βάρος	46 γραμ. (με μπαταρία)
Διαστάσεις	73 x 51 x 23 mm
Θερμοκρασία λειτουργίας	0° C / +45° C
Επεξεργαστής	ARM 32 bit μικροεπεξεργαστής
Αδρανειακή ανάλυση αισθητήρα	
Επιταχυνσιόμετρο	±2G - ±16G
Γυροσκόπιο	±250 °/S - ±2000 °/S
Μαγνητόμετρο	±4800 μT
Συχνότητα δειγματοληψίας	10 Hz – 1 KHz
Μετάδοση	Bluetooth 4.0
Μνήμη	4 Gb standard (up to 128 Gb)
Παροχή ενέργειας	Internal polymer lithium battery, external 5 vDC power supply (USB)
Διάρκεια ζωής μπαταρίας	5 ώρες
Συνδεσιμότητα	Micro USB, Input and output connection jack, Micro-SD slot

Διάταξη στο χώρο του εξοπλισμού κατά την διάρκεια της διαδικασίας μέτρησης του άλματος και εμφάνιση των αποτελεσμάτων στην οθόνη του υπολογιστή μέσω του λογισμικού Gυκο.



Εικόνα 1.25 Αποτελέσματα στην οθόνη του υπολογιστή μέσω του λογισμικού Gυκο.



Εικόνα 1.26 Αποτελέσματα στην οθόνη του υπολογιστή μέσω του λογισμικού Gυκο.

Το Gυκο παρόλο που έχει δυνατότητα μέτρησης και καταγραφής, με ακρίβεια του άλματος δεν μπορεί, λόγω του σχεδιασμού του, να χρησιμοποιηθεί κατά την διάρκεια ενός αθλητικού γεγονότος (αγώνας Μπάσκετ ή Βόλει) παρά μόνο σε εργαστηριακές συνθήκες (Lesinski, et al., 2016)[16].

1.2.9. Οι wearable συσκευές είναι η νεώτερη τεχνολογία στον τομέα της γυμναστικής. Υπάρχουν διαθέσιμες εφαρμογές που μετατρέπουν ένα έξυπνο τηλέφωνό σε συσκευή μέτρησης ύψους άλματος, καθώς και εξειδικευμένες και πρακτικότερες φορητές συσκευές (Chambers, et al., 2015)[17]. Αυτές οι συσκευές χρησιμοποιούν το γυροσκόπιο και το επιταχυνσιόμετρο για τον υπολογισμό του ύψους του άλματος (Li, et al., 2015)[18]. Μια διαφορετική προσέγγιση από αυτές που έχουν παρουσιαστεί παραπάνω αποτελεί το σύστημα **VERT** (www.myvert.com, 2018)[19].

Η VERT είναι μια εταιρεία πρωτοπόρος στις wearable συσκευές οι οποίες στοχεύουν στην δημιουργία μιας καλύτερης εμπειρίας για αθλητές, προπονητές και φιλάθλους. Χρησιμοποιείται σε διάφορα αθλήματα, όπως μπάσκετ, βόλεϊ, τρέξιμο και άλλες δραστηριότητες βελτίωσης της φυσικής κατάστασης και της υγείας. Το VERT αποτελεί την επίσημη τεχνολογία καταγραφής της απόδοσης των αθλητών του Αμερικανικού βόλεϊ και χρησιμοποιείται σε περισσότερα από 200 συλλογικά και επαγγελματικά αθλητικά προγράμματα ανά τον κόσμο. Χαρακτηριστικό του συστήματος VERT είναι ότι δεν απευθύνεται μόνο σε μεμονωμένους αθλητές αλλά και σε ομάδες και οι μετρήσεις δύνανται να λαμβάνουν χώρα στο γήπεδο κατά την διάρκεια τέλεσης προπόνησης ή αγώνα (BORGES, et al., 2017)[20]. Η τεχνολογία VERT περιλαμβάνει τις ακόλουθες διατάξεις :

VERT Classic



Εικόνα 1.27 Vert Clasic

Τεχνικά Χαρακτηριστικά

Η συσκευή παρέχει πληροφόρηση σχετικά με το μέγεθος του κάθετου άλματος, τον αριθμό των αλμάτων, τον μέσο όρο ύψους άλματος καθώς και την καλύτερη απόδοση. Η εφαρμογή της είναι απλή και προσφέρει κίνητρο στον αθλητή, για βελτίωση της απόδοσης του, καθώς μέσω της σύνδεσης με το κινητό τηλέφωνο μπορεί να συγκρίνει τις επιδόσεις του με άλλους συναθλητές ή φίλους του.

Πιο συγκεκριμένα το VERT Classic παρέχει :



JUMP (Άλμα)

Άμεσος υπολογισμός της απόδοσης του αθλητή όσον αφορά την ικανότητα κάθετου άλματος του παρέχοντας του κίνητρο για βελτίωση.

Η μέτρηση της απόδοσης του άλματος μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την πρόληψη τραυματισμών.



JUMP RATE™ (Ρυθμός αλμάτων)

Καταγραφή του ρυθμού αναπνοής κατά την διάρκεια της προθέρμανσης και της άσκησης.

Καταγραφή αλμάτων ανά λεπτό, κατά τη διάρκεια της άσκησης με το σχοινί (σχοινάκι – άσκηση για βελτίωση της αερόβιας ικανότητας).

Κόστος : 139,95€

Περιεχόμενα πακέτου αγοράς :

VERT Classic, VERT clip, VERT belt, VERT charger

Οθόνη : OLED

Μπαταρία (διάρκεια) : 4-6 ώρες χρήσης

Εγγύηση : 6 μήνες

BOOK BAG MODE: Άμεσος συγχρονισμός όταν η συσκευή συνδέεται στο τηλέφωνο.

Συμβατότητα : iPhone, iPad

VERT Coach



Εικόνα 1.28 Vert Coach

Τεχνικά Χαρακτηριστικά

Το VERT Coach παρακολουθεί, σε πραγματικό χρόνο, 8 αθλητές και διαχειρίζεται το φορτίο επιβάρυνσης τους από τα άλματα ώστε να παραμένουν υγιείς καθ' όλη την διάρκεια της αγωνιστικής περιόδου.

Πιο συγκεκριμένα το VERT Coach παρέχει :



JUMP LOAD (Φορτίο – επιβάρυνση αλμάτων)

Καταμέτρηση αριθμού αλμάτων για την πρόληψη τραυματισμών.

Υπολογισμός Μέσου όρου άλματος ανά αθλητή.

Εμφάνιση απλών αναφορών σχετικά με τις μετρήσεις.

Ένδειξη κόπωσης.



RECRUITING (Επιλογή – στρατολόγηση αθλητών)

Το VERT χρησιμοποιείται σε πάνω από 200 Κολέγια και Πανεπιστήμια.

Δυνατότητα διαχείρισης του ρυθμού βελτίωσης των αθλητών.

Γρήγορος και ακριβής τρόπος ελέγχου του κάθετου άλματος.

Χρησιμοποιείται από την USA Volleyball High Performance and AVCA VPI.

Κόστος :1.199,99€

Περιεχόμενα πακέτου αγοράς :

VERT Classic, 8 VERT clips, 8 VERT belts, 8 VERT chargers, 1 MultiCharger, 1 VERT Coach App Promo Code (\$99).

Οθόνη : OLED

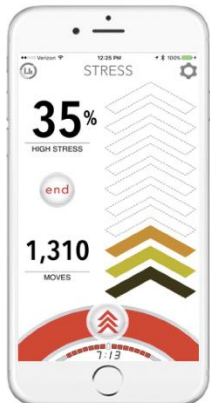
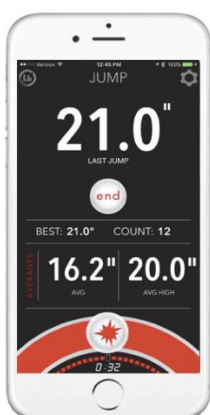
Μπαταρία (διάρκεια) : 4-6 ώρες χρήσης

Εγγύηση : 6 μήνες

BOOK BAG MODE: Άμεσος συγχρονισμός όταν η συσκευή συνδέεται στο τηλέφωνο.

Συμβατότητα : iPhone, iPad, iPod.

G-VERT



Εικόνα 1.29 G-Vert

Το G-Vert είναι ένας ανιχνευτής έντασης. Ανιχνεύει τη δύναμη G κάθε κίνησης, συμπεριλαμβανομένης της κινητικής ενέργειας, του άλματος, της ισχύος, του ποσοστού στρες καθώς και της ασυμμετρίας των κινήσεων. Οι αναλύσεις σε πραγματικό χρόνο είναι διαθέσιμες δωρεάν ενώ πιο λεπτομερείς αναλύσεις είναι διαθέσιμες για \$ 6.99 το μήνα. Πιο συγκεκριμένα το G-VERT παρέχει :



ENERGY

Δυνατότητα υπολογισμού της συνολικού έργου της κάθε δραστηριότητας και παρακολούθηση της αποτελεσματικότητας της προσπάθειας του αθλητή.



STRESS %

Δυνατότητα πληροφόρησης του ποσοστού του υψηλού σε αντιπαράθεση με το χαμηλό στρες των κινήσεων του αθλητή κατά τη διάρκεια της άσκησης.



POWER

Ενημερώνει για τη μέση εκρηκτικότητα των κινήσεων.



ASYMMETRY

Γνωστοποιεί πιθανή ασυμμετρία του σώματος ώστε να μεγιστοποιηθεί η αθλητική απόδοση (απαραίτητη

η χρήση δύο συσκευών).



JUMP

Ενημέρωση του ύψους του άλματος σε πραγματικό χρόνο.



JUMPRATE™

Καταγραφή αλμάτων ανά λεπτό, κατά τη διάρκεια της άσκησης με το σχοινί (σχοινάκι – άσκηση για βελτίωση της αερόβιας ικανότητας).

Κόστος : 176,99 €

Τεχνικά Χαρακτηριστικά

Περιεχόμενα πακέτου αγοράς :

G-VERT Wearable, VERT belt, VERT charger

Οθόνη : OLED

Μπαταρία (διάρκεια) : 4-6 ώρες χρήσης

Εγγύηση : 6 μήνες

BOOK BAG MODE: Άμεσος συγχρονισμός όταν η συσκευή συνδέεται στο τηλέφωνο.

Συμβατότητα : iPhone, iPad.

Στατιστικά : Λεπτομερή στατιστικά σε πραγματικό χρόνο παρέχονται με την αγορά μηνιαίας συνδρομής \$6.99.



Εικόνα 1.30 Διαχείριση παικτών



Εικόνα 1.31 Μείωση τραυματισμών

Το VERT Team Systems είναι το σύστημα που χρησιμοποιεί την σύγχρονη τεχνολογία και δίνει την δυνατότητα παρακολούθησης και διαχείρισης της απόδοσης, της προσπάθειας και της έντασης των αθλητών σε πραγματικό χρόνο. Έτσι καθίσταται δυνατή η πρόληψη των τραυματισμών και η μεγιστοποίηση της αθλητικής απόδοσης.

Το VERT Team Systems παρέχει :



ENERGY

Υπολογίζει πόσο σκληρά εργάζονται οι αθλητές σε joules/lb.



STRESS %

Καταγράφει τον αριθμό υψηλής έντασης των κινήσεων των αθλητών κατά την διάρκεια της προπονητικής μονάδας.



POWER

Υπολογίζει την έκρηξη και την ενέργεια των αθλητών σε watts/lb.



ASYMMETRY

Ενημερώνει για πιθανά θέματα ασυμμετρίας κινήσεων των αθλητών ώστε να επιτευχθεί μέγιστη αθλητική απόδοση.



Εικόνα 1.32 Διαχείριση ομάδας

Τεχνικά Χαρακτηριστικά



JUMP

Καταγράφει και παρουσιάζει το ύψος των αλμάτων κάθε αθλητή της ομάδας.



REPORTING

Διαχείριση των αθλητών με απλά ενημερωτικά δελτία.

Τήρηση ιστορικού απόδοσης κάθε αθλητή.

Περιεχόμενα πακέτου αγοράς : G-VERT Wearable, VERT belt, VERT charger, VERT Team Systems (εφαρμογή)

Οθόνη : OLED

Μπαταρία (διάρκεια) : 4-6 ώρες χρήσης

Εγγύηση : 6 μήνες

BOOK BAG MODE: Άμεσος συγχρονισμός όταν η συσκευή συνδέεται στο τηλέφωνο.

Συμβατότητα : iPhone, iPad.

Στατιστικά : Λεπτομερή στατιστικά σε πραγματικό χρόνο παρέχονται με την αγορά μηνιαίας συνδρομής \$6.99.

Ο αισθητήρας του VERT φοριέται από τον αθλητή και δουλεύει παρόμοια με τις πλάκες δύναμης. Αντί όμως για τη μέτρηση των δυνάμεων αντίδρασης εδάφους, μετρά την επιτάχυνση και την κίνηση του ίδιου του αθλητή. Παρόλα αυτά, ο πραγματικός υπολογισμός λειτουργεί με τον ίδιο τρόπο, μετατρέποντας το χρόνο πτήσης σε κατακόρυφο ύψος άλματος.



Εικόνα 1.33 Σύστημα Vert

Στα πλεονεκτήματα του είναι ότι είναι φορητό, γρήγορο, σχετικά οικονομικό και μετράει το μέγεθος των αλμάτων.

Στα μειονεκτήματα του είναι :

- ότι η εφαρμογή διαχείρισης πρέπει να βελτιωθεί ώστε να παρέχει εξειδικευμένες ή παραμετροποιημένες πληροφορίες καθώς και
- ότι για να παρέχεται η online καταγραφή και παρουσίαση των αποτελεσμάτων το κινητό τηλέφωνο (iPhone) πρέπει να βρίσκεται εντός της εμβέλειας.

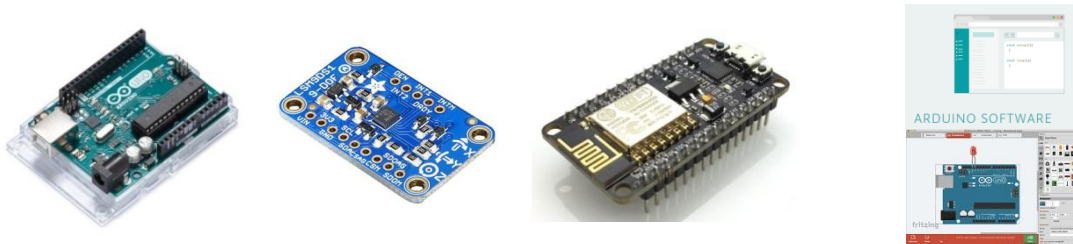
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 – ΣΥΝΘΕΣΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ «JUMP»

2.1 Εισαγωγή

Αντικείμενο της παρούσης πτυχιακής εργασίας αποτελεί η κατασκευή του Συστήματος «JUMP» το οποίο θα αποτελέσει μια νέα πρόταση στην προσπάθεια καταγραφής Δεδομένων Αθλητικής Δραστηριότητας.

Στόχο αποτέλεσε η δημιουργία ενός, όσο το δυνατόν πιο οικονομικά προσιτού, συστήματος το οποίο όμως θα μπορούσε, αρχικά, να καταμετρήσει το άλμα ως αθλητική δεξιότητα και στην συνέχεια να το καταχωρήσει σε μια βάση δεδομένων για επεξεργασία και άντληση χρήσιμων συμπερασμάτων. Η όλη διαδικασία θα έπρεπε να διενεργείται από ένα σύστημα τέτοιου μεγέθους ώστε να μπορεί να το φέρει πάνω του ένας αθλητής, χωρίς να επιβαρύνεται, κατά την διάρκεια της προπονητικής μονάδας ή ενός αγώνα και το οποίο θα μετέδιδε ασύρματα τα δεδομένα της αθλητικής δραστηριότητας του. Η επιλογή των διακριτών μερών που θα αποτελούσαν το εν λόγω Σύστημα έγινε με γνώμονα το μέγεθος, την ισχύ, την κατανάλωση ενέργειας και τέλος το κόστος κτήσης.

Αρχική επιλογή αποτέλεσε ο μικροελεγκτής Arduino Uno και ο αισθητήρας της Adafruit LSM9DS1. Χρησιμοποιήθηκε το λογισμικό Fritzing το οποίο προσομοιώνει ένα περιβάλλον μηχανολογικού σχεδιασμού και το λογισμικό Arduino IDE για τον προγραμματισμό του νέου Συστήματος. Το αποτέλεσμα ήταν η δημιουργία ενός Συστήματος το οποίο όμως δε πληρούσε τις αρχικές προδιαγραφές καθώς δεν διέθετε σύστημα μετάδοσης των δεδομένων. Εν συνεχεία επιλέχθηκε ο μικροελεγκτής ESP8266 Node MCU να αντικαταστήσει τον Arduino Uno. Το νέο Σύστημα είχε, πλέον, όλα τα απαιτούμενα χαρακτηριστικά και το οποίο αποτελείτο από τον μικροελεγκτή ESP8266 Node MCU και τον αισθητήρα LSM9DS1 της Adafruit.



Εικόνα 34 Σύνθεση συστήματος "Jump"

2.2 Αναλυτική περιγραφή των δομικών στοιχείων του Συστήματος «JUMP»

2.2.1 Τι είναι Μικροελεγκτής - Microcontroller

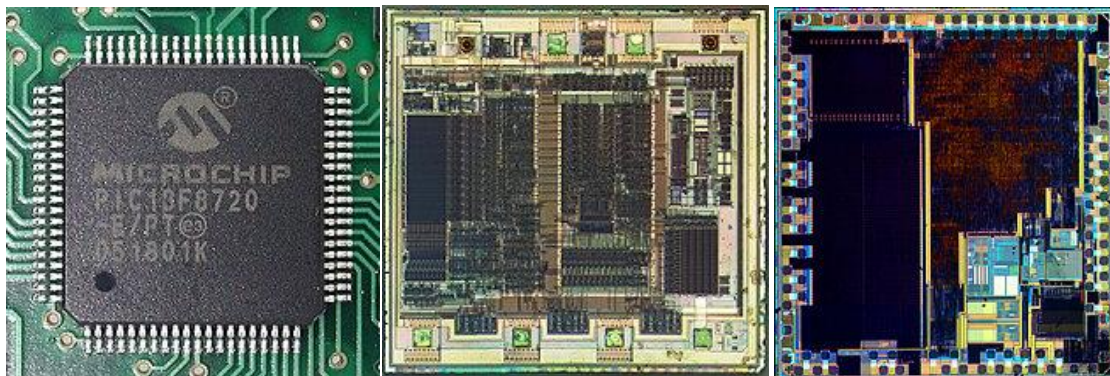
Μικροελεγκτής - Microcontroller (Βελώνη, και συν., 2014 σ. 139)[21] (**MCU microcontroller unit** ή **UC** – μονάδα μικροελεγκτή) είναι ένας υπολογιστής σε ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα και έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά : οικονομικός, μικρός σε όγκο, με μικρή κατανάλωση και τέλος προσδίδει ευελιξία στην συσκευή που ελέγχει.

Στη σύγχρονη ορολογία, είναι παρόμοιος με, αλλά λιγότερο εξελιγμένος από, SoC (ένα σύστημα σε ένα chip ή System on a Chip)(Wikipedia, 2018)[22]. Ένα SoC μπορεί να περιλαμβάνει έναν μικροελεγκτή ως ένα από τα συστατικά του. Ένας μικροελεγκτής περιέχει μία ή περισσότερες CPUs (Central Processing Units – Κεντρικές Μονάδες Επεξεργασίας - πυρήνες) μαζί με μνήμη και προγραμματιζόμενα περιφερειακά εισόδου / εξόδου. Η μνήμη προγραμμάτων με τη μορφή μνήμης RAM, NOR flash ή ROM συμπεριλαμβάνεται επίσης συχνά στο chip. Οι μικροελεγκτές είναι σχεδιασμένοι για ενσωματωμένες εφαρμογές, σε αντίθεση με τους μικροεπεξεργαστές που χρησιμοποιούνται σε προσωπικούς υπολογιστές ή άλλες εφαρμογές γενικού σκοπού που αποτελούνται από διάφορες διακριτά ολοκληρωμένα κυκλώματα. Οι μικροελεγκτές χρησιμοποιούνται σε αυτόματα ελεγχόμενα προϊόντα και συσκευές, όπως συστήματα ελέγχου κινητήρα αυτοκινήτων, εμφυτεύσιμα ιατρικά βοηθήματα, τηλεχειριστήρια, μηχανές γραφείου, συσκευές, ηλεκτρικά εργαλεία, παιχνίδια και άλλα ενσωματωμένα συστήματα. Με τη μείωση του μεγέθους και του κόστους σε σύγκριση με τον σχεδιασμό που χρησιμοποιεί ξεχωριστό μικροεπεξεργαστή, μνήμη και συσκευές εισόδου / εξόδου, οι μικροελεγκτές καθιστούν οικονομικό τον ψηφιακό έλεγχο ακόμα περισσότερων συσκευών και διαδικασιών. Οι μικροελεγκτές μικτού σήματος είναι συνηθισμένοι, ενσωματώνοντας αναλογικά στοιχεία που απαιτούνται για τον έλεγχο μη ψηφιακών ηλεκτρονικών συστημάτων.

Ορισμένοι μικροελεγκτές μπορούν να χρησιμοποιούν λέξεις τεσσάρων δυαδικών ψηφίων (four-bit [words](#)) και να λειτουργούν σε συχνότητες τέτοιες όπως 4 kHz, με αποτέλεσμα να έχουν χαμηλή κατανάλωση ενέργειας (μονοψήφια milliwatts ή microwatts).

Γενικά έχουν τη δυνατότητα να διατηρούν τη λειτουργικότητα τους ενώ περιμένουν ένα συμβάν, όπως ένα πάτημα κουμπιού ή κάποια άλλη διακοπή (interrupt).

Η κατανάλωση ενέργειας κατά την διάρκεια της κατάστασης ύπνου (sleep mode - το ρολόι της CPU και τα περισσότερα περιφερειακά απενεργοποιούνται) μπορεί να είναι απλώς nanowatts, καθιστώντας πολλούς από τους μικροελεγκτές κατάλληλους για εφαρμογές που χρήζουν μπαταρίες μακράς διάρκειας. Άλλοι μικροελεγκτές μπορεί να εξυπηρετούν ρόλους κρίσιμης επίδοσης, όπου μπορεί να χρειαστεί να λειτουργούν περισσότερο σαν ψηφιακοί επεξεργαστές σήματος (DSP), με υψηλότερες ταχύτητες ρολογιού και κατανάλωση ενέργειας.



Εικόνα 2.35 Μικροεπεξεργαστής APIC 18F8720 σε πακέτο 80-pin TQFP.

Ένας μικροελεγκτής μπορεί να θεωρηθεί ένα αυτόνομο σύστημα με επεξεργαστή, μνήμη και περιφερειακά αλλά μπορεί να χρησιμοποιηθεί και ως ένα ενσωματωμένο σύστημα. Η πλειοψηφία των μικροελεγκτών που χρησιμοποιούνται σήμερα είναι ενσωματωμένοι σε άλλα μηχανήματα, όπως αυτοκίνητα, τηλέφωνα, συσκευές και περιφερειακά για συστήματα υπολογιστών.

Αν και ορισμένα ενσωματωμένα συστήματα (embedded systems) είναι πολύ εξελιγμένα, υπάρχουν πολλά που πληρούν ελάχιστες απαιτήσεις για μνήμη, δεν διαθέτουν λειτουργικό σύστημα και λογισμικό χαμηλής πολυπλοκότητας.

Οι τυπικές συσκευές εισόδου και εξόδου περιλαμβάνουν διακόπτες (switches), ηλεκτρονόμους ([relays](#)), ηλεκτρομαγνητικές βαλβίδες ([solenoids](#)), LED (Light-emitting diode), μικρές ή προσαρμοσμένες οθόνες υγρών κρυστάλλων ([liquid-crystal displays](#)), συσκευές ραδιοσυχνοτήτων και αισθητήρες για δεδομένα όπως θερμοκρασία, υγρασία, στάθμη φωτός κλπ.

Τα ενσωματωμένα συστήματα συνήθως δεν διαθέτουν πληκτρολόγιο, οθόνη, δίσκους, εκτυπωτές ή άλλες αναγνωρίσιμες συσκευές εισόδου / εξόδου ενός προσωπικού υπολογιστή και ενδέχεται να μην διαθέτουν συσκευές ανθρώπινης αλληλεπίδρασης οποιουδήποτε είδους.

Οι μικροελεγκτές πρέπει να ανταποκρίνονται, σε πραγματικό χρόνο, σε γεγονότα που συμβαίνουν στο ενσωματωμένο σύστημα που ελέγχουν. Τα προκαθορισμένα αυτά συμβάντα πυροδοτούν ένα σύστημα διακοπής (ένα σήμα) που δίνει εντολή στον επεξεργαστή να αναστείλει την επεξεργασία της τρέχουσας ακολουθίας εντολών και να ξεκινήσει μια ρουτίνα υπηρεσίας διακοπής (ISR ή "χειριστής διακοπής"), η οποία θα εκτελέσει οποιαδήποτε απαιτούμενη επεξεργασία με βάση την πηγή της διακοπής, επιστρέφοντας στην αρχική ακολουθία εντολών. Οι πιθανές πηγές διακοπής εξαρτώνται από τη συσκευή και συχνά περιλαμβάνουν συμβάντα όπως μια υπερχείλιση εσωτερικού χρονοδιακόπτη, ολοκλήρωση μετατροπής αναλογικού προς ψηφιακό, αλλαγή λογικής στάθμης σε μια είσοδο, όπως από το πάτημα ενός κουμπιού και λήψη δεδομένων σε μια σύνδεση επικοινωνίας. Όπου η κατανάλωση ενέργειας είναι σημαντική, όπως στις συσκευές μπαταρίας, οι διακοπές μπορούν επίσης να ενεργοποιήσουν έναν μικροελεγκτή από κατάσταση χαμηλού ρυθμού ύπνου (low-power sleep) όπου ο επεξεργαστής σταματάει μέχρι να απαιτηθεί κάτι από ένα περιφερειακό συμβάν (χωρίς αυτό να σημαίνει απαραίτητα ανθρώπινη αλληλεπίδραση).

Ένας γενικού τύπου ασύγχρονος δέκτης / πομπός ([universal asynchronous receiver/transmitter UART](#)) καθιστά δυνατή την λήψη και τη μετάδοση δεδομένων μέσω μιας σειριακής γραμμής με πολύ μικρό φορτίο στη CPU. Εξατομικευμένο υλικό on-chip επίσης συχνά περιλαμβάνει δυνατότητες επικοινωνίας με άλλες συσκευές σε ψηφιακή μορφή όπως το Inter-Integrated Circuit (I²C), το Serial Peripheral Interface (SPI), το Universal Serial Bus (USB) και το Ethernet.

Ένας μικροελεγκτής είναι ένα ενιαίο ολοκληρωμένο κύκλωμα, συνήθως με τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- κεντρική μονάδα επεξεργασίας ([central processing unit](#)) - που κυμαίνεται από μικρούς και απλούς επεξεργαστές 4-bit έως σύνθετους επεξεργαστές 32-bit ή 64-bit,
- προσωρινή μνήμη (RAM) για αποθήκευση δεδομένων,
- ROM, EPROM, EEPROM ή μνήμη Flash για αποθήκευση προγραμμάτων και λειτουργικών παραμέτρων,
- διακριτά bits εισόδου και εξόδου που επιτρέπουν τον έλεγχο ή την ανίχνευση της λογικής κατάστασης ενός μεμονωμένου μπλοκ συσκευασίας (package pin) σειράς εισόδου / εξόδου, όπως σειριακές θύρες (UARTs), άλλες σειριακές διεπαφές επικοινωνιών όπως I²C, Serial Peripheral Interface και Controller Area Network για διασύνδεση συστημάτων,
- περιφερειακά όπως χρονοδιακόπτες, μετρητές συμβάντων, γεννήτριες PWM και [watchdog](#), [clock generator](#),
- συχνά ένα κύκλωμα RC που περιλαμβάνει πολλούς μετατροπείς αναλογικού-ψηφιακού σήματος, μερικοί περιλαμβάνουν μετατροπείς ψηφιακού-αναλογικού σήματος, προγραμματισμό κυκλώματος ([in-circuit programming](#)) και υποστήριξη υποβοήθησης εντοπισμού σφαλμάτων εντός κυκλώματος ([in-circuit debugging](#)).

Οι αρχιτεκτονικές των μικροελεγκτών ποικίλουν σημαντικά. Ορισμένα σχέδια περιλαμβάνουν μικροεπεξεργαστές γενικής χρήσης, με ενσωματωμένη μία ή περισσότερες ROM, RAM ή λειτουργίες I/O. Άλλα σχέδια είναι σχεδιασμένα για εφαρμογές ελέγχου.

Ένα σύνολο εντολών μικροελεγκτή έχει συνήθως πολλές εντολές που προορίζονται για χειρισμό bit ([bit manipulation](#)) (λειτουργίες bit-wise) για να καταστούν τα προγράμματα ελέγχου πιο συμπαγή. Για παράδειγμα, ένας επεξεργαστής γενικού σκοπού μπορεί να απαιτήσει αρκετές οδηγίες για να δοκιμάσει ένα bit, αν αυτό είναι προκαθορισμένο, ένας μικροελεγκτής θα μπορούσε να έχει μία μόνο οδηγία για να παρέχει αυτή τη λειτουργία.

Οι μικροελεγκτές αρχικά, προγραμματίζονταν μόνο στη γλώσσα assembly ([assembly language](#)), αλλά διάφορες γλώσσες προγραμματισμού υψηλού επιπέδου, όπως η [C](#), η [Python](#) και η [JavaScript](#), χρησιμοποιούνται πλέον για τον προγραμματισμό των μικροελεγκτών και των ενσωματωμένων συστημάτων. Αυτές οι γλώσσες σχεδιάστηκαν ειδικά για το σκοπό αυτό, ή διάφορες εκδόσεις γενικών γλωσσών, όπως η γλώσσα προγραμματισμού C. Οι μεταγλωττιστές των γλωσσών γενικής χρήσης έχουν συνήθως κάποιους περιορισμούς καθώς και βελτιώσεις για την καλύτερη υποστήριξη των μοναδικών χαρακτηριστικών των μικροελεγκτών.

Ορισμένοι μικροελεγκτές έχουν περιβάλλον για να βοηθήσουν στην ανάπτυξη ορισμένων τύπων εφαρμογών. Οι προμηθευτές των μικροελεγκτών συχνά φτιάχνουν εργαλεία τα οποία διαθέτουν ελεύθερα στην αγορά ώστε να διευκολύνουν την υιοθέτηση του υλικού τους.

Σε αντίθεση με τους υπολογιστές γενικής χρήσης, οι μικροελεγκτές που χρησιμοποιούνται σε ενσωματωμένα συστήματα συχνά επιδιώκουν να βελτιστοποιήσουν την καθυστέρηση διακοπής (Interrupt latency) σε σχέση με τη διακίνηση εντολών. Τα προβλήματα προς αντιμετώπιση περιλαμβάνουν τόσο τη μείωση της καθυστέρησης όσο και την προσπάθεια να την κάνουν πιο προβλέψιμη (για υποστήριξη ελέγχου σε πραγματικό χρόνο). Όταν μια ηλεκτρονική συσκευή προκαλεί διακοπή τα ενδιάμεσα αποτελέσματα (καταχωρητές) πρέπει να αποθηκευτούν πριν το λογισμικό που είναι υπεύθυνο για το χειρισμό της διακοπής εκτελεστεί. Πρέπει επίσης να επαναφορτωθούν μετά την ολοκλήρωση της εκτέλεσης του διαχειριστή διακοπής.

Εάν υπάρχουν περισσότεροι καταχωρητές επεξεργαστών, αυτή η διαδικασία αποθήκευσης και επαναφοράς απαιτεί περισσότερο χρόνο, αυξάνοντας την καθυστέρηση. Οι τρόποι μείωσης της λανθάνουσας κατάστασης επανάκτησης περιλαμβάνουν την ύπαρξη σχετικά λίγων καταχωρητών στις κεντρικές μονάδες επεξεργασίας (αυτό δεν είναι επιθυμητό επειδή επιβραδύνουν ουσιαστικά την πλειονότητα των μη διακοπτόμενων επεξεργασιών) ή τουλάχιστον το υλικό (hardware) δεν τα αποθηκεύει όλα (αυτό αποτυγχάνει εάν το λογισμικό χρειάζεται στη συνέχεια να αποθηκεύσει τα υπόλοιπα χειροκίνητα "manually"). Από την εμφάνιση μικροελεγκτών έχουν χρησιμοποιηθεί πολλές διαφορετικές τεχνολογίες μνήμης. Σχεδόν όλοι οι μικροελεγκτές έχουν τουλάχιστον δύο διαφορετικά είδη μνήμης, μια για την αποθήκευση του υλικολογισμικού και μια ανάγνωσης-εγγραφής για προσωρινά δεδομένα.



2.2.2 Arduino

Το Arduino είναι μια ηλεκτρονική πλατφόρμα ανοικτού κώδικα βασισμένη σε εύχρηστο hardware (υλισμικό) και software (λογισμικό) (Arduino)[23]. Τα [Arduino boards](#) (πλακέτες Arduino) είναι σε θέση να διαβάζουν εισόδους - φως σε έναν αισθητήρα, πάτημα ενός κουμπιού ή ένα μήνυμα Twitter - και να το μετατρέπουν σε έξοδο - ενεργοποιώντας έναν κινητήρα, ενεργοποιώντας ένα LED, δημοσιεύοντας κάτι online. Χρησιμοποιώντας τη γλώσσα προγραμματισμού [Arduino programming language](#) (βασισμένη στο [Wiring](#)), και το λογισμικό Arduino Software (IDE) (βασισμένο στο [Processing](#)), μπορεί κανείς να στείλει ένα σύνολο οδηγιών στον μικροελεγκτή του [Arduino board](#) και αυτός να το εκτελέσει. Με τα χρόνια το Arduino καθιερώθηκε ως ο εγκέφαλος χιλιάδων project (έργων), από τα καθημερινά αντικείμενα έως σύνθετα επιστημονικά όργανα. Μια παγκόσμια κοινότητα δημιουργών - φοιτητές, χομπίστες, καλλιτέχνες, προγραμματιστές και επαγγελματίες - έχει συγκεντρωθεί γύρω από αυτή την πλατφόρμα ανοικτού κώδικα, οι συνεισφορές τους έχουν προστεθεί σε μια απίστευτη ποσότητα προσβάσιμης γνώσης ([accessible knowledge](#)) που μπορεί να βοηθήσει πολύ τόσο τους αρχάριους όσο και τους ειδικούς.

Το Arduino γεννήθηκε στο Ivrea Interaction Design Institute ως ένα εύκολο εργαλείο για γρήγορη δημιουργία πρωτοτύπων, που απευθύνονταν σε φοιτητές χωρίς ιστορικό ηλεκτρονικών και προγραμματισμού. Μόλις έγινε γνωστό στην ευρύτερη κοινότητα, το Arduino board άρχισε να αλλάζει για να προσαρμοστεί στις νέες ανάγκες και προκλήσεις, διαφοροποιώντας την προσφορά του από απλές κάρτες 8-bit σε προϊόντα για εφαρμογές IoT (Internet of Things), wearable, τρισδιάστατες εκτυπώσεις και ενσωματωμένα περιβάλλοντα (embedded environments).

Όλα τα Arduino boards είναι πλήρως ανοιχτού κώδικα (open-source), επιτρέποντας στους χρήστες να τις κατασκευάζουν ανεξάρτητα και τελικά να τις προσαρμόζουν στις ιδιαίτερες ανάγκες τους. Το [software](#) είναι επίσης είναι ανοικτού κώδικα και αυξάνεται με τη συμβολή των χρηστών παγκοσμίως. Χάρη στην απλότητα και προσβασιμότητα του, το Arduino έχει χρησιμοποιηθεί σε χιλιάδες διαφορετικά projects και εφαρμογές. Το λογισμικό του Arduino είναι μεν εύκολο στη χρήση για αρχάριους, αλλά και αρκετά ευέλικτο δε για τους προχωρημένους χρήστες. Εκτελείται σε Mac, Windows και Linux. Οι εκπαιδευτικοί και οι φοιτητές το χρησιμοποιούν για να κατασκευάσουν επιστημονικά όργανα χαμηλού κόστους, να αποδείξουν τις αρχές της χημείας και της φυσικής ή να ξεκινήσουν τον προγραμματισμό και τη ρομποτική. Σχεδιαστές και αρχιτέκτονες κατασκευάζουν διαδραστικά πρωτότυπα, μουσικοί και καλλιτέχνες το χρησιμοποιούν για εγκαταστάσεις και πειραματισμό με νέα μουσικά όργανα.

Οι κατασκευαστές, φυσικά, το χρησιμοποιούν για να κατασκευάσουν για παράδειγμα πολλά από τα έργα που εκτίθενται στο Maker Faire (makerfaire.com, 2018)[24].

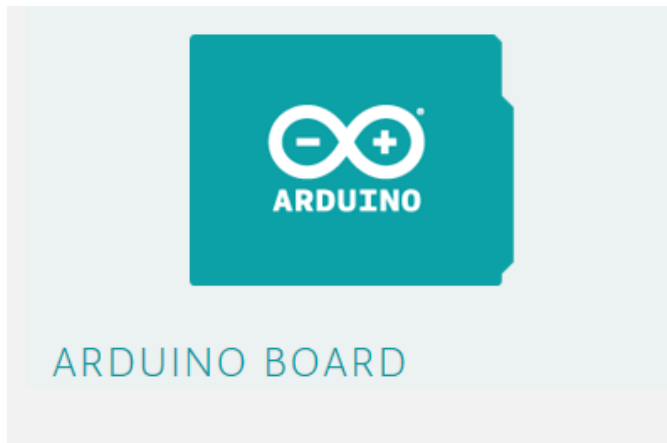
Το Arduino είναι ένα βασικό εργαλείο για να μάθετε νέα πράγματα. Οποιοσδήποτε παιδιά, χομπίστες, καλλιτέχνες, προγραμματιστές - μπορεί να ξεκινήσει να «μαστορεύει» ακολουθώντας τις βήμα προς βήμα οδηγίες ενός kit ή να μοιράζεται ιδέες online με άλλα μέλη της κοινότητας Arduino.

Υπάρχουν πολλοί άλλοι μικροελεγκτές και πλατφόρμες μικροελεγκτών που είναι διαθέσιμοι για physical computing (κατασκευή διαδραστικών φυσικών συστημάτων με τη χρήση λογισμικού και υλισμικού). Το Parallax Basic Stamp, το BX-24 της Netmedia, τα Phidgets, το Handyboard του MIT και πολλά άλλα προσφέρουν παρόμοια λειτουργικότητα. Όλα αυτά τα εργαλεία μετατρέπουν το στριφνό κομμάτι του προγραμματισμού μικροελεγκτών σε ένα εύκολο στη χρήση πακέτο.

Το Arduino ενώ απλοποιεί τη διαδικασία εργασίας με τους μικροελεγκτές, παράλληλα προσφέρει τα ακόλουθα πλεονεκτήματα στους εκπαιδευτικούς, τους σπουδαστές και τους ενδιαφερόμενους ερασιτέχνες έναντι άλλων συστημάτων:

- Χαμηλό κόστος - Τα Arduino boards είναι οικονομικά σε σύγκριση με άλλες πλατφόρμες μικροελεγκτών. Η λιγότερο δαπανηρή έκδοση του module Arduino μπορεί να συναρμολογηθεί με το χέρι και ακόμη και οι προ-συναρμολογημένες μονάδες Arduino κοστίζουν λιγότερο από \$ 50.
- Συμβατότητα – Το Arduino Software (IDE) λειτουργεί σε όλα τα λειτουργικά συστήματα Windows, Macintosh OSX, και Linux. Τα περισσότερα συστήματα μικροελεγκτών περιορίζονται στα Windows.
- Απλό περιβάλλον προγραμματισμού – Το Arduino Software (IDE) είναι εύκολο στη χρήση για τους αρχάριους αλλά αρκετά ευέλικτο για τους προχωρημένους ώστε να εκμεταλλευτούν τα όσα προσφέρει. Για τους εκπαιδευτικούς, είναι κατάλληλο καθώς είναι βασισμένο στο περιβάλλον προγραμματισμού με την μέθοδο της επεξεργασίας, έτσι ώστε οι μαθητές που μαθαίνουν να προγραμματίζουν να είναι εξοικειωμένοι με τον τρόπο λειτουργίας του.
- Λογισμικό ανοιχτού κώδικα με δυνατότητα επέκτασης - Το λογισμικό Arduino έχει δημοσιευτεί ως εργαλείο ανοιχτού κώδικα, διαθέσιμο για επέκταση από έμπειρους προγραμματιστές. Η γλώσσα προγραμματισμού του μπορεί να επεκταθεί μέσω των βιβλιοθηκών C++ και οι άνθρωποι που θέλουν να κατανοήσουν τις τεχνικές λεπτομέρειες μπορούν να κάνουν το άλμα από το Arduino στη γλώσσα προγραμματισμού AVR C στην οποία βασίζεται. Ομοίως, μπορεί κανείς να προσθέσει κώδικα AVR-C απευθείας στα προγράμματα Arduino.
- Ανοιχτό υλισμικό και επεκτάσιμο - Τα σχέδια των διοικητικών συμβουλίων Arduino δημοσιεύονται με άδεια Creative Commons, έτσι οι έμπειροι σχεδιαστές κυκλωμάτων μπορούν να δημιουργήσουν τη δική τους έκδοση, να την επεκτείνουν και να την βελτιώσουν. Ακόμη και σχετικά άπειροι χρήστες μπορούν να δημιουργήσουν την έκδοση του δικού τους κυκλώματος σε ώστε να καταλάβουν πώς λειτουργεί και να εξοικονομήσουν χρήματα.

2.2.3 Arduino Uno



Εικόνα 2.36 Arduino Uno

Το Arduino Uno είναι μία πλακέτα μικροελεγκτή που βασίζεται στο ATmega328P ([datasheet](#)) (Arduino, 2018) [25]. Διαθέτει 14 ψηφιακές ακίδες εισόδου / εξόδου (από τις οποίες 6 μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως έξοδο PWM), 6 αναλογικές εισόδους, κρυστάλλων quartz 16 MHz, σύνδεση USB, υποδοχή τροφοδοσίας, κεφαλίδα ICSP και κουμπί επαναφοράς. Περιέχει όλα τα απαραίτητα για την υποστήριξη του μικροελεγκτή. Συνδέεται με έναν υπολογιστή με καλώδιο USB ή με έναν προσαρμογέα τροφοδοσίας AC ή DC ή μπαταρία.

Το "Uno" σημαίνει στην ιταλική γλώσσα «Ένα» και επιλέχθηκε για να σηματοδοτήσει την κυκλοφορία του Arduino Software (IDE) 1.0. Η πλατφόρμα Uno και η έκδοση 1.0 του λογισμικού Arduino (IDE) είναι οι αρχικές εκδόσεις αναφοράς του Arduino, που τώρα εξελίχθηκαν σε νεότερες εκδόσεις. Το Uno είναι η πρώτη από μια σειρά από κάρτες USB Arduino και το μοντέλο αναφοράς για την πλατφόρμα Arduino ([Πληροφορίες](#)).

2.2.4 Arduino IDE



Το Arduino Software (IDE) επιτρέπει την συγγραφή προγραμμάτων και την φόρτωση τους στην πλακέτα του Arduino. Στην ηλεκτρονική σελίδα : [Arduino Software page](#) διατίθενται δύο επιλογές :

2.2.4.1 Για διαδικτυακή χρήση [online IDE](#) (Arduino Web Editor). Επιτρέπει την χρήση του cloud για την αποθήκευση των προγραμμάτων sketches (σκίτσα), ώστε αυτά να είναι διαθέσιμα από οποιαδήποτε συσκευή καθώς και την δημιουργία αντιγράφων ασφαλείας. Με αυτή την επιλογή, η έκδοση του IDE θα είναι πάντοτε η πιο ενημερωμένη έκδοση με εγκατεστημένες τις πιο πρόσφατες ενημερώσεις ή βιβλιοθήκες που δημιουργούνται από την κοινότητα.

2.2.4.2 Για offline χρήση η πιο πρόσφατη έκδοση βρίσκεται στο link [desktop IDE](#).

Code Online - συγγραφή κώδικα στο Arduino Web Editor Για online χρήση link : [οδηγίες](#). [Υπενθύμιση : για online χρήση του [Web Editor](#), δεν χρειάζεται οποιαδήποτε εγκατάσταση].



Εγκατάσταση του Arduino Desktop IDE

Ανάλογα με το λειτουργικό σύστημα υπάρχουν links με step-by-step οδηγίες :

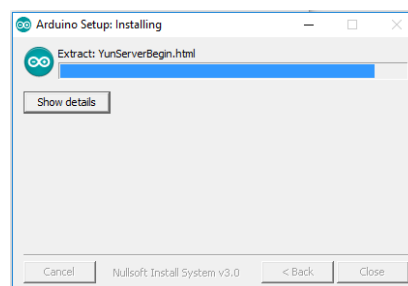
[Windows](#)

[Mac OS X](#)

[Linux](#)

[Portable IDE](#) (Windows and Linux)

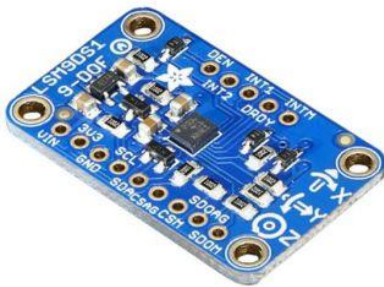
Download the Arduino IDE



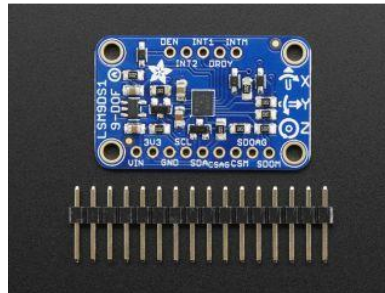
Εικόνα 2.37 Εγκατάσταση Arduino IDE



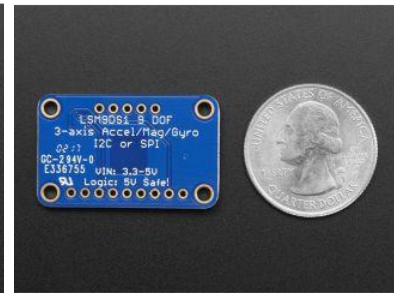
2.2.5 Adafruit 9-DOF Accel / Mag / Gyro + Temp Breakout Board - LSM9DS1(Adafruit)[26]



Εικόνα 2.38 LSM9DS1



Εικόνα 2.39 LSM9DS1



Εικόνα 2.40 LSM9DS1

Με την χρήση του αισθητήρα 9-DOF all-in-one μπορεί κανείς να προσθέσει ανίχνευση κίνησης, κατεύθυνσης και προσανατολισμού στο Arduino project του. Στο εσωτερικό του τσιπ υπάρχουν τρεις αισθητήρες:

α) το κλασικό επιταχυνσιόμετρο τριών αξόνων (3-axis accelerometer), το οποίο πληροφορεί ποια είναι η κατεύθυνση προς τη Γη (χρησιμοποιώντας τη μέτρηση της βαρύτητας) ή πόσο γρήγορα επιταχύνεται η πλακέτα σε χώρο τριών διαστάσεων (3D).

β) το μαγνητόμετρο 3 αξόνων (3-axis magnetometer) που μπορεί να αντιληφθεί από πού προέρχεται η ισχυρότερη μαγνητική δύναμη, (χρησιμοποιείται γενικότερα για την ανίχνευση του μαγνητικού βορρά).

γ) το γυροσκόπιο 3 αξόνων (3-axis gyroscope) που μπορεί να μετρήσει περιστροφή (spin) και στροφή (twist). Συνδυάζοντας αυτά τα δεδομένα καθίσταται δυνατός ο προσανατολισμός.

2.2.6 ESP8266 Node MCU Development Kit



Εύκολη σύνδεση πραγμάτων με την χρήση του Node Mcu (www.nodemcu.com)[27] Ανοικτός κώδικας, Διαδραστικότητα, Προγραμματιζόμενο, Οικονομικό, Απλό, Έξυπνο, WI-FI δυνατότητα



Υλισμικό (hardware) το οποίο μοιάζει με το Arduino. Παρέχει εξελιγμένη Διεπαφή Προγραμματισμού Εφαρμογών (API) που μπορεί να μειώσει δραματικά την πλεονάζουσα εργασία για τη διαμόρφωση και τον χειρισμό του υλισμικού (hardware). Δυνατότητα κωδικοποίησης παρόμοια με του Arduino αλλά διαδραστική με την χρήση του λογισμικού Lua.



API δικτύου Nodejs style το οποίο βασίζεται σε συμβάντα (interupts) για εφαρμογές δικτύου και διευκολύνει τους προγραμματιστές ώστε να γράφουν κώδικα που εκτελείται στον μεγέθους 5mm* 5mm MCU. Επιταχύνει σημαντικά την διαδικασία ανάπτυξης εφαρμογών IOT.



Χαμηλού κόστους WI-FI. Με λιγότερα από 2\$ WI-FI MCU ESP8266 ολοκληρωμένο και εύκολο στην ανάπτυξη πρωτότυπο Kit. Πλατφόρμα ανάπτυξης εφαρμογών IOT με το χαμηλότερο κόστος.



Το κατασκευαστικό πακέτο βασίζεται στον ESP8266, ενσωματώνει GPIO, PWM, IIC, 1-Wire και ADC σε μία πλακέτα (board). Ενδυνάμωσε την ανάπτυξη σου με τον πιο γρήγορο τρόπο σε συνδυασμό με το λογισμικό NodeMcu!



USB-TTL συμπεριλαμβάνεται, plug & play

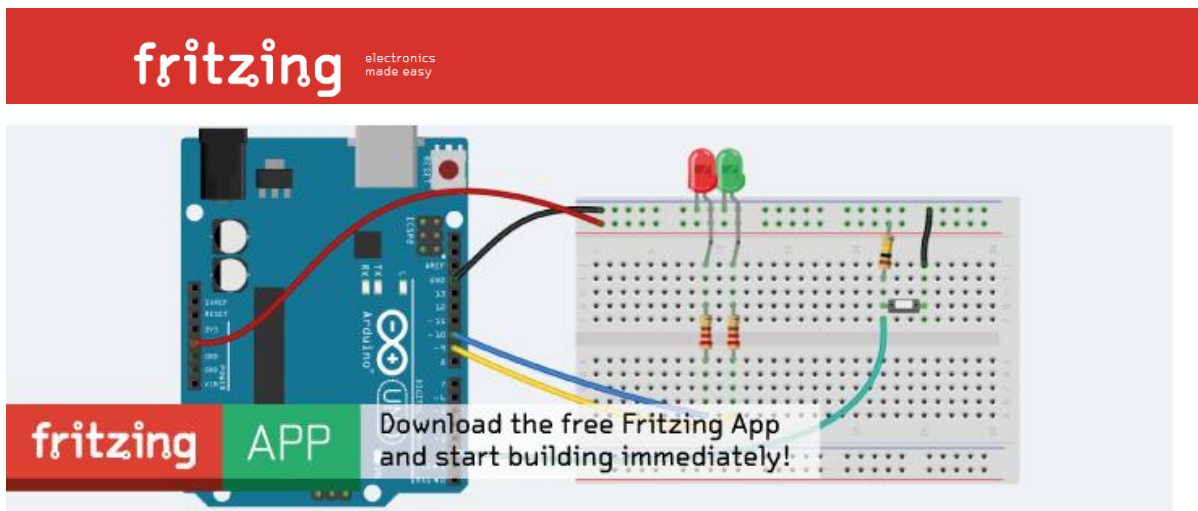


10 GPIO, every GPIO can be PWM, I2C, 1-wire



FCC CERTIFIED WI-FI module, PCB antenna

2.2.7 Fritzing(Fritzing)[28]



Το Fritzing είναι ένα λογισμικό ανοικτού κώδικα το οποίο έχει ως στόχο να κάνει τα ηλεκτρονικά πιο προσιτό υλικό για δημιουργία σε όλους. Το εν λόγω λογισμικό προσφέρει :

- τα απαραίτητα εργαλεία για την ανάπτυξη ερασιτεχνικού λογισμικού CAD, το οποίο θα προορίζεται για τον σχεδιασμό ηλεκτρονικού εξοπλισμού,
- ένα ιστότοπο που βοηθά τους χρήστες να μοιράζονται και να συζητούν σχέδια και εμπειρίες καθώς και να μειώνουν το κόστος κατασκευής,
- υπηρεσίες στο πνεύμα του [Processing](#) (ένα ευέλικτο λογισμικό το οποίο προσφέρει την λειτουργία ενός sketchbook-κειμενογράφος και μιας γλώσσας προγραμματισμού για την εκμάθηση κωδικοποίησης στα πλαίσια των εικαστικών τεχνών) και
- υπηρεσίες στο πνεύμα του [Arduino](#), ώστε να δημιουργήσει ένα περιβάλλον που επιτρέπει στους χρήστες να τεκμηριώνουν τα πρωτότυπα τους, να τα μοιράζονται με άλλους, να διδάσκουν ηλεκτρονικά σε μια τάξη, να σχεδιάζουν και να κατασκευάζουν επαγγελματικές πλακέτες ([PCB layouts](#)). Το Fritzing αναπτύχθηκε στο Πανεπιστήμιο Εφαρμοσμένων Επιστημών του Πότσταμ ([Potsdam](#)) Γερμανίας (Wikipedia, 2018)[29].

Το Fritzing μπορεί να θεωρηθεί ως εργαλείο αυτοματισμού ηλεκτρονικού σχεδιασμού [electronic design automation (EDA)] για μη μηχανικούς.

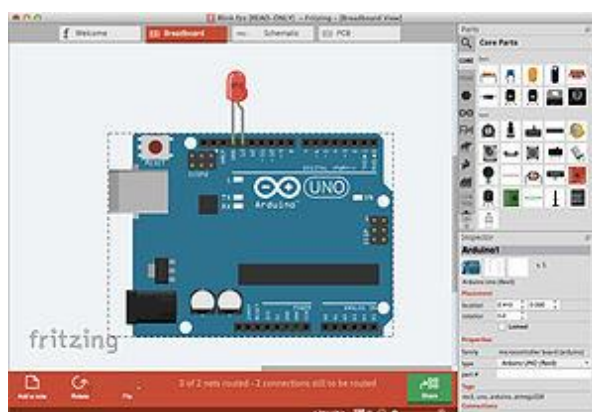
Η προσομοίωση των εισροών είναι εμπνευσμένη από το περιβάλλον των σχεδιαστών (πρωτότυπο με βάση το breadboard), ενώ οι εκροές είναι προσανατολισμένες σε προσβάσιμα μέσα της παραγωγής. Από τις 2 Δεκεμβρίου 2014, το Fritzing έχει προσθέσει μια νέα δυνατότητα : προβολή του κώδικα, όπου μπορεί κανείς να τον τροποποιήσει και να τον μεταφορτώσει απευθείας σε μια συσκευή Arduino.

Οι εικόνες των συστατικών διανέμονται υπό [CC-BY-SA](#), η οποία αποτελεί και την άδεια χρήσης για όλες τις προβολές των κατασκευασμένων breadboard. Ο πηγαίος κώδικας του Fritzing είναι γραμμένος στην γλώσσα προγραμματισμού C++ χρησιμοποιώντας το πλαίσιο Qt-framework. Τον πηγαίο κώδικα μπορεί κανείς να τον μεταφορτώσει και να τον επεξεργαστεί μέσω των αποθετηρίων GitHub και χωρίζεται σε δύο κύριες αποθήκες: Fritzing-App και Fritzing-Parts.

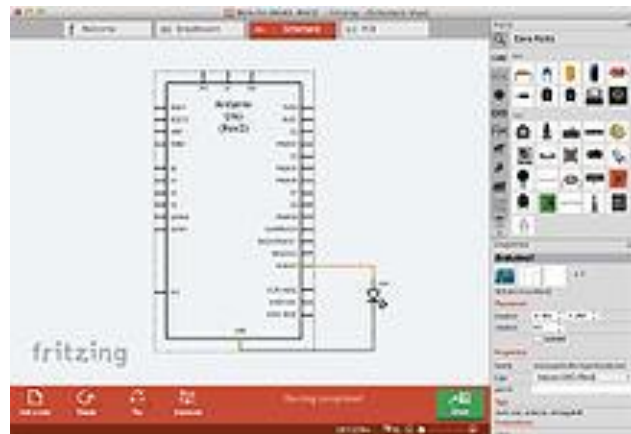
Το Fritzing επιτρέπει την εύκολη δημιουργία πλακετών τυπωμένων κυκλωμάτων.

Το Fritzing Fab επιτρέπει στους χρήστες να παραγγέλνουν PCB με σχέδια που έχουν σχεδιαστεί στο λογισμικό Fritzing. Επιπλέον, ο [ιστότοπος](#) περιέχει ένα τόπο συζητήσεων (forum) όπου οι χρήστες μπορούν να μοιράζονται και να σχολιάζουν τα σχέδια των άλλων.

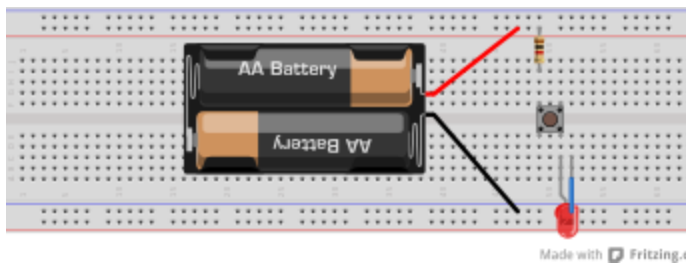
Το λογισμικό μπορεί να μεταφορτωθεί ελεύθερα (<http://fritzing.org/download/>) [Η έκδοση (0.9.3b) κυκλοφόρησε στις 2 Ιουνίου 2016.(Downloaded 3.198.801 times.)]



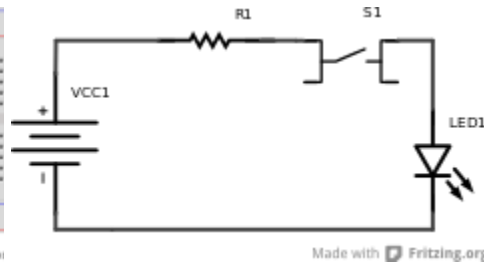
Εικόνα 2.41 Fritzing



Εικόνα 2.42 Η οθόνη σχηματικής θέασης του Fritzing



Εικόνα 2.43 Η οθόνη θέασης του Breadboard από την σχεδίαση ενός απλού κυκλώματος στο Fritzing.



Εικόνα 2.44 Διάγραμμα του κυκλώματος της εικόνας 2.9

Εγκατάσταση του λογισμικού Fritzing(Fritzing)

Απαιτήσεις συστήματος :

Windows – XP και μεταγενέστερο

Mac - OSX 10.7 και μεταγενέστερο

Linux – linux distro με libc >= 2.6

- Μεταφόρτωση,
- Αποσυμπίεση του αρχείου,
- Προτείνεται η δημιουργία συντόμευσης στην επιφάνεια εργασίας του υπολογιστή,

Έναρξη του Fritzing:

- on *Windows*: double-click fritzing.exe
- on *Mac*: double-click the Fritzing application
- on *Linux*: double-click Fritzing, or try `./Fritzing` in your shell window

Μεταφόρτωση της βιβλιοθήκης Fritzing Library για τα προϊόντα της Adafruits products(Fritzing-Library)[30].

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3 - ΔΙΑΣΥΝΔΕΣΗ / ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ

3.1 Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό επεξηγείται λεπτομερώς η διαδικασία που ακολουθήθηκε για την διασύνδεση των δομικών στοιχείων του Συστήματος «JUMP».

3.2 Μεθοδολογία Διασύνδεσης / Ανάπτυξης Εφαρμογής

Η διαδικασία που ακολουθήθηκε την διασύνδεση των δομικών στοιχείων του Συστήματος «JUMP» περιγράφεται στα ακόλουθα βήματα.

3.2.1 Βήματα σύνδεσης του Arduino Uno με τον αισθητήρα LSM9DS1 της Adafruit

3.2.1.1 Εικονική σύνδεση με τη χρήση του λογισμικού Fritzing

3.2.1.1.1 Δημιουργία μηχανολογικού σχεδίου στο Fritzing

3.2.1.1.2 Επιλογή των απαραίτητων δομικών στοιχείων

3.2.1.1.2.1 Δημιουργία σχεδίων Breadboard, Schematic, PCB

3.2.1.2 Φυσική συναρμολόγηση

3.2.1.2.1 Γωνίες EULER

3.2.1.2.2 Συγγραφή και εκτέλεση κώδικα στο λογισμικό Arduino IDE

3.2.1.2.3 Έλεγχος αποτελεσμάτων

3.2.1.2.4 Ερμηνεία αποτελεσμάτων

3.2.2 Βήματα σύνδεσης του wifi module ESP8266 Node MCU με τον αισθητήρα LSM9DS1 της Adafruit

3.2.2.1 Εικονική συναρμολόγηση μέσω Fritzing

3.2.2.1.1 Δημιουργία μηχανολογικού σχεδίου στο Fritzing

3.2.2.1.2 Επιλογή των απαραίτητων δομικών στοιχείων

3.2.2.1.2.1 Δημιουργία σχεδίων Breadboard, Schematic, PCB

3.2.2.2 Φυσική συναρμολόγηση

3.2.2.2.1 Σύνδεση του ESP8266 Node MCU στο Arduino IDE

3.2.2.2.2 Εκτέλεση κώδικα (Blink) για έλεγχο καλής λειτουργίας του ESP8266 Node MCU

3.2.2.2.3 Συγγραφή και εκτέλεση κώδικα διασύνδεσης του ESP8266 Node MCU στο Internet

3.2.2.2.4 Έλεγχος αποτελεσμάτων

3.2.2.2.5 Συγγραφή και εκτέλεση κώδικα για την ανίχνευση των διαθέσιμων WiFi δικτύων από τον ESP8266 Node MCU

3.2.2.2.6 Έλεγχος αποτελεσμάτων

3.2.2.2.7 Σύνδεση του ESP8266 Node MCU στο διαθέσιμο δίκτυο

3.2.2.2.8 Έλεγχος αποτελεσμάτων

3.2.2.3 Σύνδεση του ESP8266 Node MCU με τον αισθητήρα LSM9DS1 της Adafruit, εν συνεχεία στο δίκτυο WiFi, μετάδοση δεδομένων μέσω διαδικτύου και απεικόνιση του στο ThingSpeak

3.2.1 Βήματα σύνδεσης του Arduino Uno με τον αισθητήρα LSM9DS1 της Adafruit

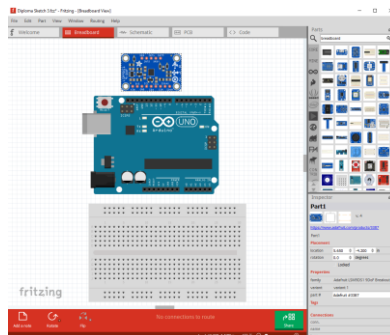
3.2.1.1 Εικονική σύνδεση με τη χρήση του λογισμικού Fritzing

3.2.1.1.1 Δημιουργία μηχανολογικού σχεδίου στο Fritzing

- Μεταφόρτωση των απαραίτητων βιβλιοθηκών της Adafruit για τον αισθητήρα LSM9DS1 (<https://github.com/adafruit/Fritzing-Library>) στο λογισμικό Fritzing.
- Στον φάκελο Downloads αποθηκεύεται το συμπιεσμένο αρχείο Fritzing-Library-master.zip το οποίο περιέχει όλη την βιβλιοθήκη της Adafruit.
- Από την δεξιά παλέτα του Fritzing επιλέγουμε «Import» (AdaFruit.fzbx, Adafruit_Feather.fzbx or Adafruit_Raspberry_Pi.fzbx) – (ένα κάθε φορά) και τέλος «Save Bin».
- Υπάρχει δυνατότητα, επίσης, μεταφόρτωσης μόνο την βιβλιοθήκη της Adafruit για το αισθητήρα LSM9DS1 (<https://github.com/adafruit/Fritzing-Library/tree/master/parts>) επιλέγοντας το σχετικό αρχείο (<https://github.com/adafruit/Fritzing-Library/blob/master/parts/Adafruit%20LSM9DS1%209DoF%20Breakout.fzbx>) και και κάνοντας «Import» το αρχείο «Adafruit LSM9DS1 9DoF Breakout.fzbx» και «SaveBin» όπως παραπάνω.

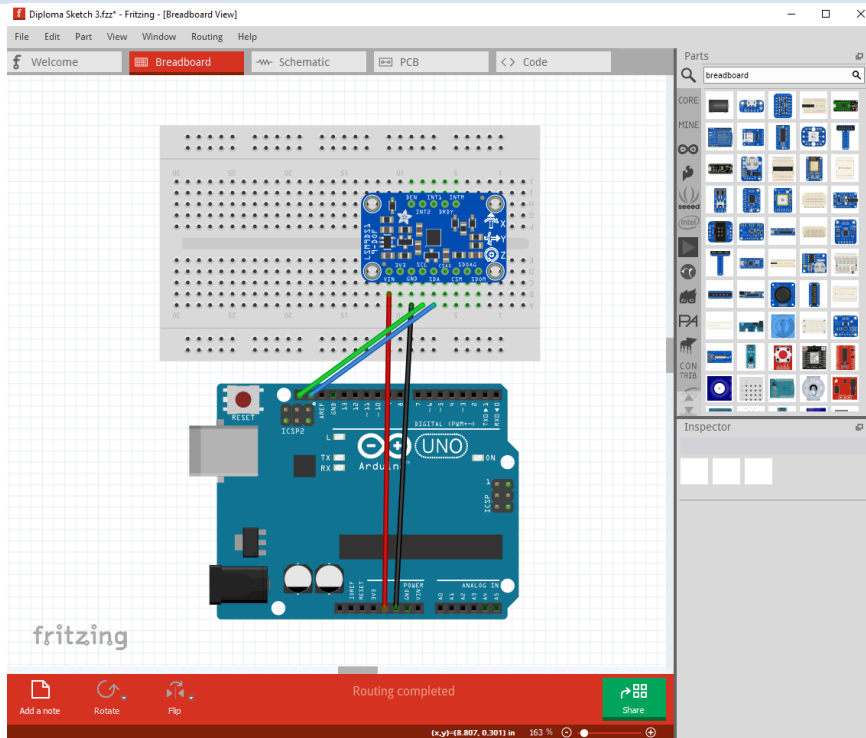
3.2.1.1.2 Επιλογή των απαραίτητων δομικών στοιχείων

- Arduino Uno
- Αισθητήρας LSM9DS1 της Adafruit
- Half Breadboard

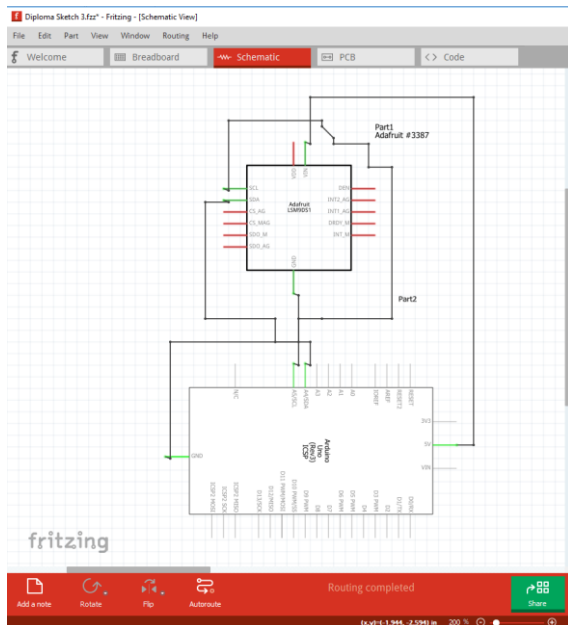


Εικόνα 3.1 Σύνδεση Arduino - LSM9DS1 (Fritzing)

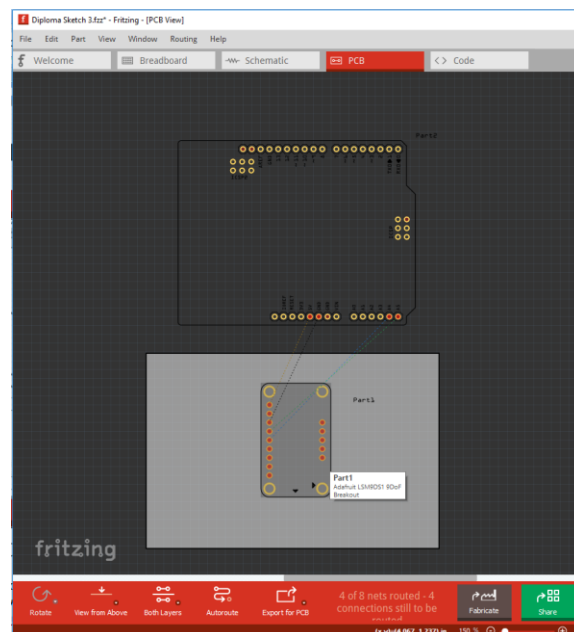
3.2.1.1.2.1 Δημιουργία σχεδίων Breadboard, Schematic, PCB



Εικόνα 3.2 Σύνδεση Arduino - LSM9DS1 (Fritzing) - Breadboard



Εικόνα 3.3 Σύνδεση Arduino - LSM9DS1 (Fritzing) – Σχηματική (Schematic)



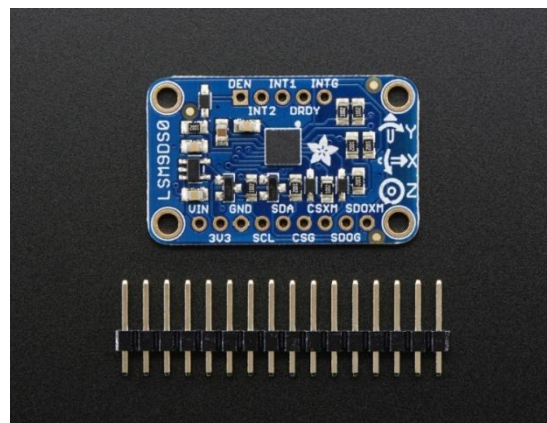
Εικόνα 3.4 Σύνδεση Arduino - LSM9DS1 (Fritzing) - PCB

3.2.1.2 Φυσική συναρμολόγηση

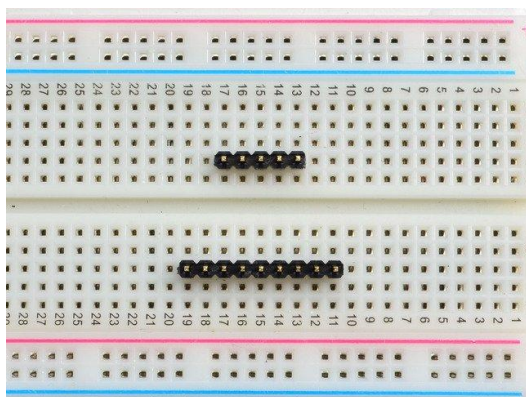
Αρχικά θα πρέπει να κολληθούν στον αισθητήρα τα «headers» [προεκτάσεις που διευκολύνουν την τοποθέτηση του στο breadboard. (2018)] [31].



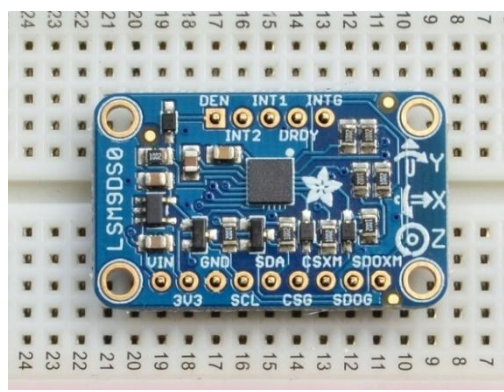
Εικόνα 3.5 LSM9DS1



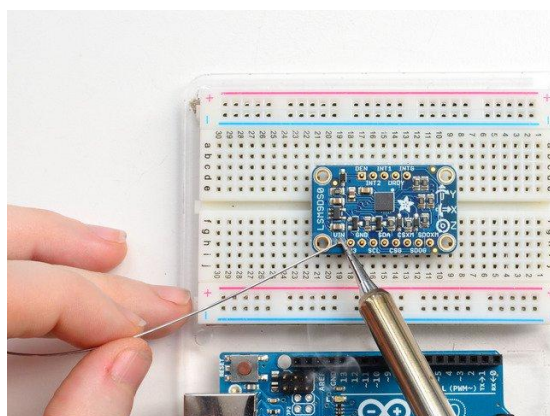
Εικόνα 3.6 Αισθητήρας με τις προεκτάσεις (headers)



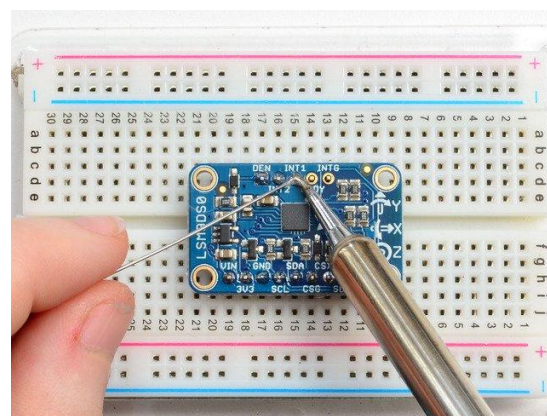
Εικόνα 3.7 Τοποθέτηση headers στο breadboard



Εικόνα 3.8 Τοποθέτηση του αισθητήρα στα headers

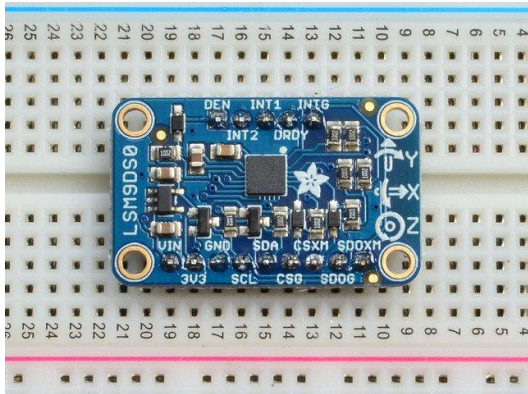


Εικόνα 3.9 Κόλληση των headers στην μία πλευρά του αισθητήρα.

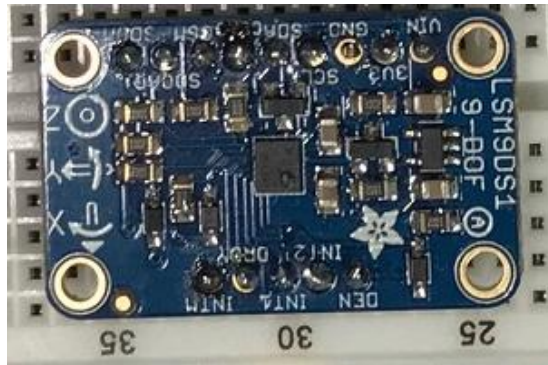


Εικόνα 3.10 Κόλληση των headers στην άλλη πλευρά του αισθητήρα.

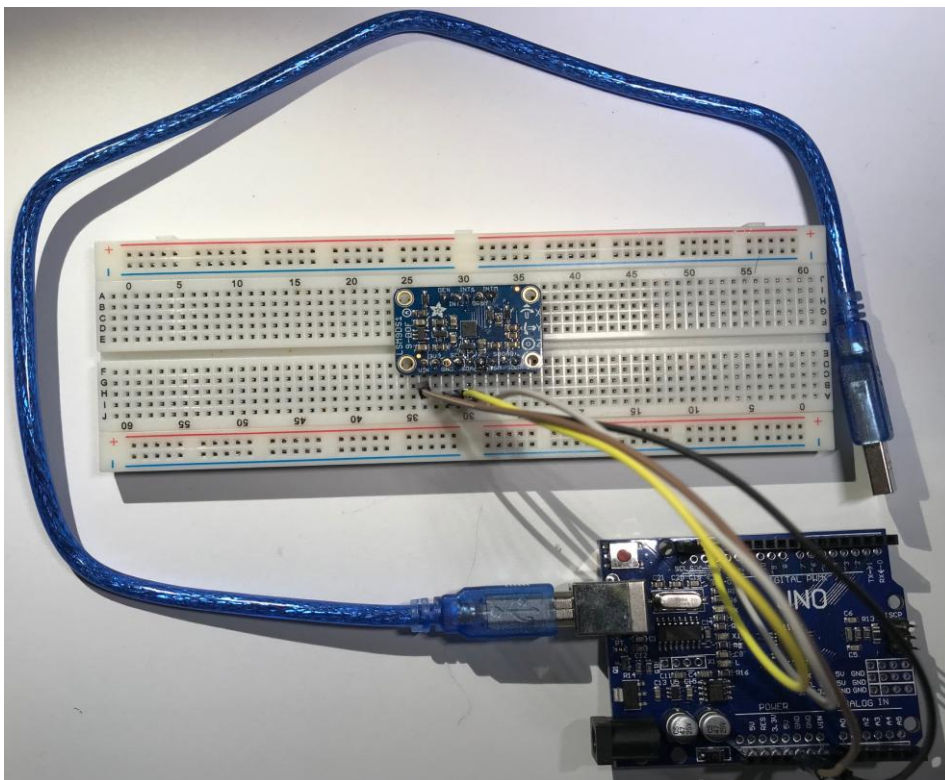
Προτάσεις για επιτυχημένες κολλήσεις από την Adafruit μπορεί κανείς να βρει στο link : (<https://learn.adafruit.com/adafruit-guide-excellent-soldering>)



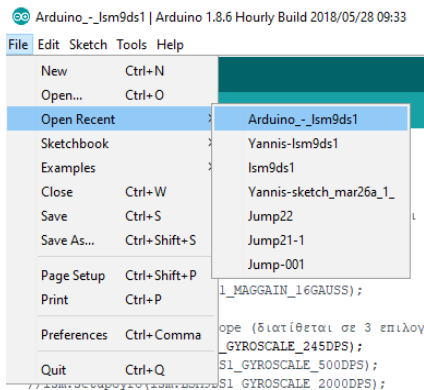
Εικόνα 3.11 Τελική μορφή και τοποθέτηση αισθητήρα στο breadboard.



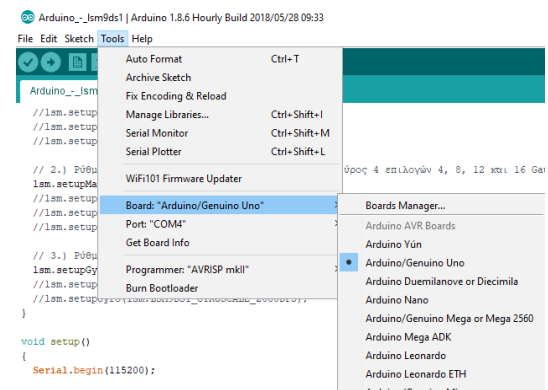
Εικόνα 3.12 Τελική μορφή του αισθητήρα με τα headers



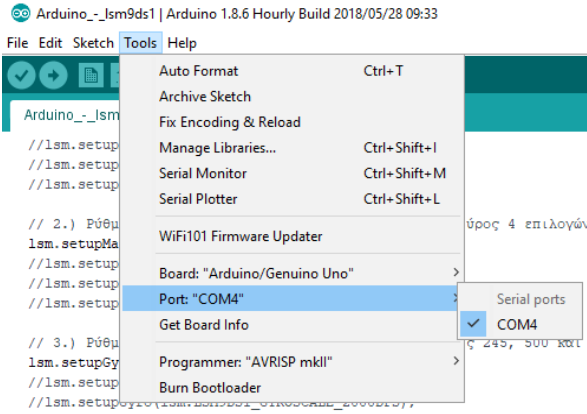
Εικόνα 3.13 Σύνδεση Arduino – LSM9DS1.



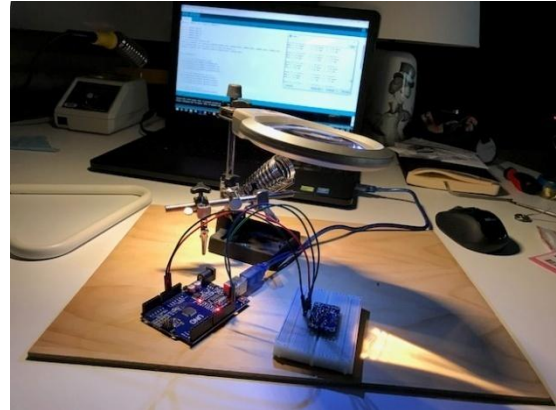
Εικόνα 3.14 Φόρτωση προγράμματος



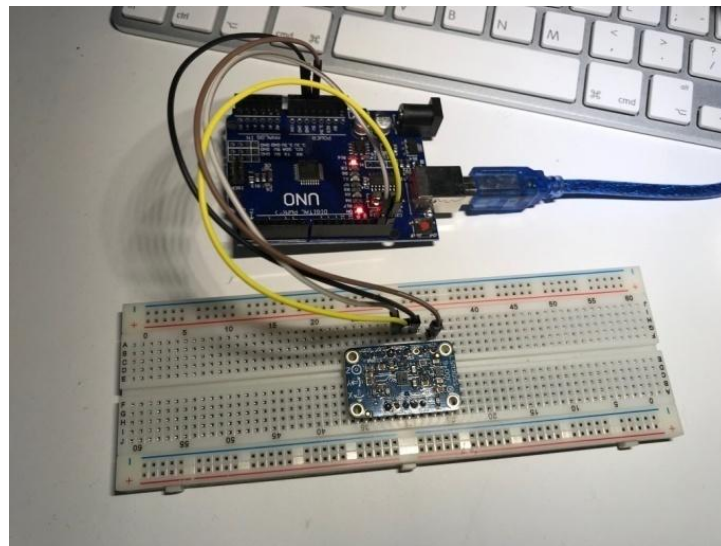
Εικόνα 3.15 Επιλογή Μικροελεγκτή



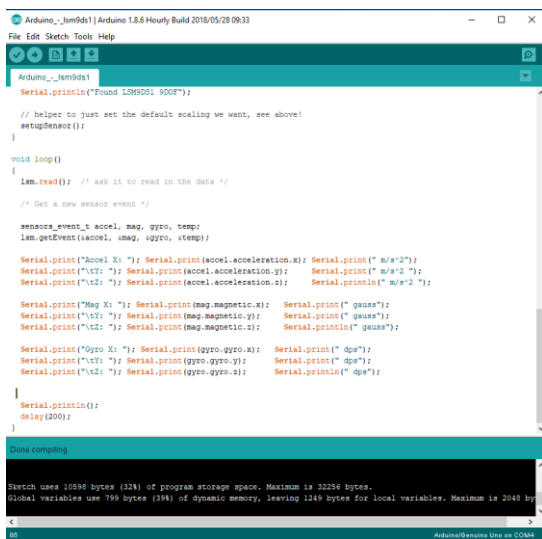
Εικόνα 3.16 Επιλογή πόρτας σύνδεσης (Port)



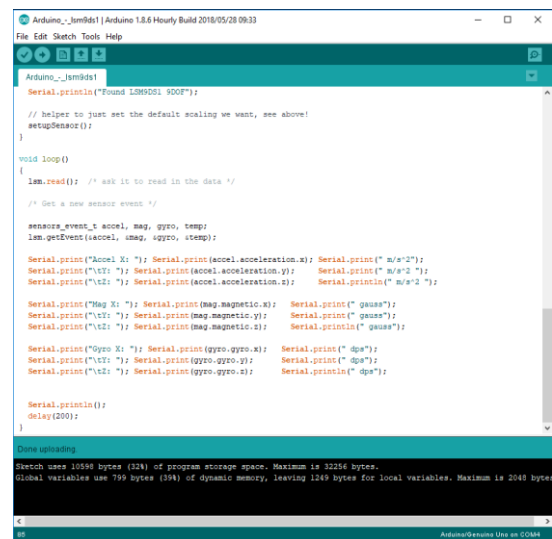
Εικόνα 3.17 Σύνδεση Υπολογιστής - Arduino – LSM9DS1



Εικόνα 3.18 Υπολογιστής - Arduino – LSM9DS1 σε λειτουργία.



Εικόνα 3.19 Arduino IDE – Compiling (Μεταγλώττιση)

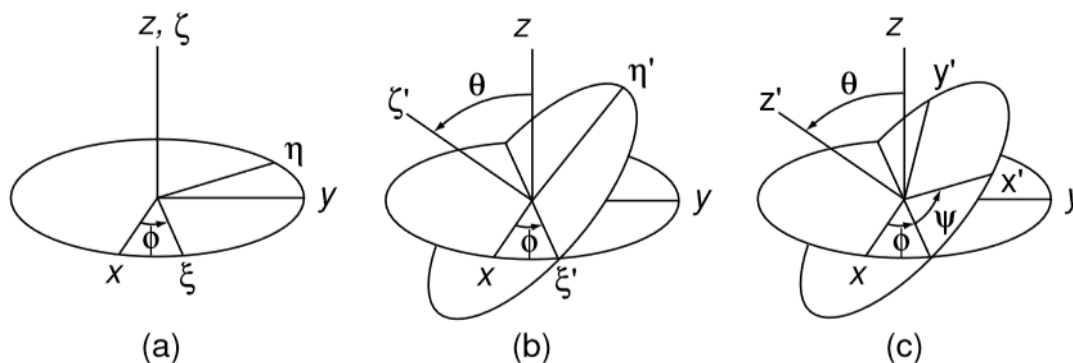


Εικόνα 3.20 Arduino IDE – Uploading (Μεταφόρτωση)

Ο αισθητήρας LSM9DS1all-in-one9-DOF Breakout της Adafruit είναι μια Μονάδα Αδρανειακής Μέτρησης [IMU (Inertial Measurement Unit)], ένα σετ αισθητήρων που επιτρέπει τη καταγραφή της κίνησης ενός αντικειμένου στον χώρο τριών διαστάσεων (3D). Διαθέτει 3 αισθητήρες, κάθε ένας εκ των οποίων έχει 3 βαθμούς ελευθερίας (εξ ου και το 9-DOF). Μέσα στο chip συνυπάρχουν :

- ένα επιταχυνσιόμετρο (accelerometer), το οποίο υπολογίζει τον προσανατολισμό της συσκευής σε σχέση με το κέντρο της γης, χρησιμοποιώντας την επιτάχυνση της βαρύτητας ή πόσο γρήγορα επιταχύνει η συσκευή σε χώρο τριών διαστάσεων.
- ένα γυροσκόπιο, το οποίο μετρά τη γωνιακή ταχύτητα ως προς τους 3 άξονες του χώρου και
- ένα μαγνητόμετρο, το οποίο στην ουσία είναι μια ψηφιακή πυξίδα (ανιχνεύει τον μαγνητικό βορά).

Οι εννέα (9), συνολικά, βαθμοί ελευθερίας καταγράφουν τα 3 επίπεδα περιστροφής των γωνιών του Euler ή αλλιώς pitch, roll και yaw όπως τις συναντάμε στην αεροπορική ορολογία (ACKERMAN, et al., 2007). [32]

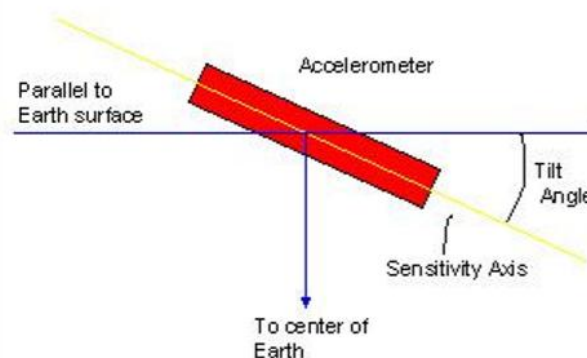


Εικόνα 3.21 Τα 3 επίπεδα περιστροφής των γωνιών του Euler

3.2.1.2.1 Γωνίες EULER (How to Draw Euler Angles and Utilize Euler Parameters, 2006)[33]

Στην μηχανική των άκαμπτων σωμάτων πρέπει να παρακολουθούνται τα σημεία κάθε σώματος. Η κίνηση ενός τέτοιου σώματος μπορεί να αποσυντεθεί σε «μεταφορά» και «περιστροφή». Ένας τρόπος περιγραφής της περιστροφής (της αλλαγής προσανατολισμού) ενός άκαμπτου σώματος γίνεται μέσω γωνιών Euler. Πιο συγκεκριμένα, ένας τρόπος για την παραμετροποίηση του πλαισίου της περιστροφής είναι η χρήση των γωνιών Euler ($r = Rr'$). Για μια περιστροφή γύρω από μία σταθερή πηγή, το πλαίσιο της περιστροφής R είναι το ορθογώνιο πλαίσιο το οποίο μετασχηματίζει τις συντεταγμένες ενός σημείου r από το σταθερό σύστημα συντεταγμένων του σώματος στο σταθερό σύστημα συντεταγμένων του διαστήματος όπως στις σταθερές συντεταγμένες στο διάστημα r και στις συντεταγμένες r' του σώματος. Δεδομένου ότι για ένα συμπαγές σώμα αυτές οι σταθερές συντεταγμένες του σώματος είναι σταθερές γωνίες Euler είναι ένας τρόπος για να παρακολουθείται ένα σημείο του σώματος στο διάστημα.

Στην προκειμένη περίπτωση το επιταχυνσιόμετρο (accelerometer) είναι αυτό που μπορεί να δώσει τις γωνίες pitch και roll, αλλά όχι το yaw, καθώς αυτό δεν αλλάζει τον προσανατολισμό της βαρύτητας ως προς τη συσκευή (Γκικόπουλος, 2017)[34].



Εικόνα 3.22 Το επιταχυνσιόμετρο δίνει τις γωνίες pitch και roll



Εικόνα 3.23 Το μαγνητόμετρο δίνει την γωνία yaw (heading).

3.2.1.2.1 Συγγραφή και εκτέλεση κώδικα στο λογισμικό Arduino IDE

3.2.1.2.2 Έλεγχος αποτελεσμάτων

```

COM4
Send
00:06:01.761 -> LSM9DS1 results
00:06:01.761 -> Found LSM9DS1 9DOF
00:06:01.795 -> Accel X: -0.06 m/s^2      Y: -0.32 m/s^2      Z: 12.30 m/s^2
00:06:01.795 -> Mag X: 0.27 gauss              Y: 0.07 gauss      Z: -0.69 gauss
00:06:01.795 -> Gyro X: -236.33 dps                Y: 58.50 dps       Z: 193.07 dps
00:06:01.795 ->
00:06:01.999 -> Accel X: -0.41 m/s^2      Y: -0.07 m/s^2      Z: 9.78 m/s^2
00:06:01.999 -> Mag X: 0.27 gauss              Y: 0.07 gauss      Z: -0.69 gauss
00:06:01.999 -> Gyro X: 5.94 dps                Y: 3.72 dps        Z: -0.57 dps
00:06:01.999 ->
00:06:02.201 -> Accel X: -0.46 m/s^2      Y: -0.07 m/s^2      Z: 9.69 m/s^2
00:06:02.201 -> Mag X: 0.27 gauss              Y: 0.07 gauss      Z: -0.68 gauss
00:06:02.235 -> Gyro X: 6.95 dps                Y: -0.86 dps       Z: -0.64 dps
00:06:02.235 ->
00:06:02.437 -> Accel X: -0.45 m/s^2      Y: -0.07 m/s^2      Z: 9.73 m/s^2
00:06:02.437 -> Mag X: 0.26 gauss              Y: 0.07 gauss      Z: -0.69 gauss
00:06:02.437 -> Gyro X: 7.15 dps                Y: -1.30 dps       Z: -0.67 dps
00:06:02.437 ->
00:06:02.639 -> Accel X: -0.42 m/s^2      Y: -0.05 m/s^2      Z: 9.75 m/s^2
00:06:02.639 -> Mag X: 0.26 gauss              Y: 0.07 gauss      Z: -0.68 gauss
00:06:02.639 -> Gyro X: 7.60 dps                Y: -1.23 dps       Z: -0.89 dps
00:06:02.639 ->
00:06:02.844 -> Accel X: -0.44 m/s^2      Y: -0.08 m/s^2      Z: 9.71 m/s^2
00:06:02.877 -> Mag X: 0.27 gauss              Y: 0.07 gauss      Z: -0.67 gauss
00:06:02.877 -> Gyro X: 7.29 dps                Y: -1.31 dps       Z: -0.81 dps
00:06:02.877 ->
00:06:03.080 -> Accel X: -0.45 m/s^2      Y: -0.07 m/s^2      Z: 9.72 m/s^2
00:06:03.080 -> Mag X: 0.26 gauss              Y: 0.06 gauss      Z: -0.67 gauss
00:06:03.080 -> Gyro X: 7.28 dps                Y: -1.44 dps       Z: -0.73 dps
00:06:03.080 ->
00:06:03.285 -> Accel X: -0.38 m/s^2      Y: -0.09 m/s^2      Z: 9.76 m/s^2
00:06:03.285 -> Mag X: 0.27 gauss              Y: 0.06 gauss      Z: -0.68 gauss
00:06:03.285 -> Gyro X: 7.33 dps                Y: -1.19 dps       Z: -0.79 dps
00:06:03.285 ->
00:06:03.521 -> Accel X: -0.39 m/s^2      Y: -0.05 m/s^2      Z: 9.74 m/s^2
00:06:03.521 -> Mag X: 0.26 gauss              Y: 0.07 gauss      Z: -0.67 gauss
00:06:03.521 -> Gyro X: 6.84 dps                Y: -1.43 dps       Z: -0.59 dps
00:06:03.521 ->
00:06:03.727 -> Accel X: -0.43 m/s^2      Y: -0.08 m/s^2      Z: 9.79 m/s^2
00:06:03.727 -> Mag X: 0.27 gauss              Y: 0.07 gauss      Z: -0.69 gauss
00:06:03.727 -> Gyro X: 7.03 dps                Y: -1.39 dps       Z: -0.67 dps
00:06:03.727 ->
Autoscroll Show timestamp Newline 115200 baud Clear output
    
```

Εικόνα 3.24 Arduino IDE – Serial Monitor - Αποτελέσματα

```
COM4
00:06:01.761 -> LSM9DS1 results
00:06:01.761 -> Found LSM9DS1 9DOF
00:06:01.795 -> Accel X: -0.06 m/s^2      Y: -0.32 m/s^2      Z: 12.30 m/s^2
00:06:01.795 -> Mag X: 0.27 gauss       Y: 0.07 gauss      Z: -0.69 gauss
00:06:01.795 -> Gyro X: -236.33 dps      Y: 58.50 dps       Z: 193.07 dps
00:06:01.795 ->
00:06:01.999 -> Accel X: -0.41 m/s^2      Y: -0.07 m/s^2      Z: 9.78 m/s^2
00:06:01.999 -> Mag X: 0.27 gauss       Y: 0.07 gauss      Z: -0.69 gauss
00:06:01.999 -> Gyro X: 5.94 dps         Y: 3.72 dps        Z: -0.57 dps
00:06:01.999 ->
```

Εικόνα 3.25 Ερμηνεία Αποτελεσμάτων

3.2.1.2.3 Ερμηνεία αποτελεσμάτων

Στον παραπάνω πίνακα αποτελεσμάτων διακρίνουμε τα ακόλουθα :

- Στην πρώτη στήλη, απεικονίζεται η τρέχουσα ώρα,
 - Στην δεύτερη στήλη, εμφανίζονται τα αποτελέσματα

3.2.2 Βήματα σύνδεσης του wifi module ESP8266 Node MCU με τον αισθητήρα LSM9DS1 της Adafruit.

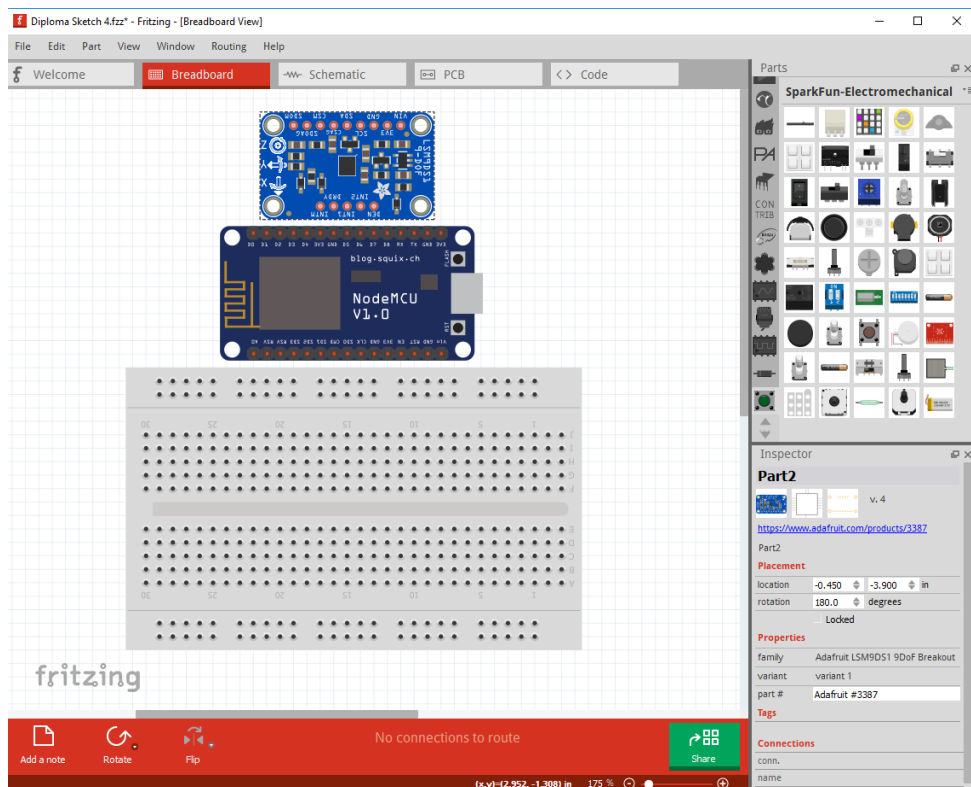
3.2.2.1 Εικονική συναρμολόγηση μέσω Fritzing

3.2.2.1.1 Δημιουργία μηχανολογικού σχεδίου στο Fritzing

- Οι απαραίτητες βιβλιοθήκες για την χρήση της Adafruit έχουν μεταφορτωθεί στο λογισμικό Fritzing.
- Μεταφόρτωση των απαραίτητων βιβλιοθηκών του ESP8266 Node MCU (<https://github.com/squix78/esp8266-fritzing-parts>) στο λογισμικό Fritzing (βλέπε παραπάνω για την διαδικασία «Import» από την δεξιά παλέτα του Fritzing).

3.2.2.1.2 Επιλογή των απαραίτητων δομικών στοιχείων

- Αισθητήρας LSM9DS1 της Adafruit
- ESP8266 Node MCU
- Half Breadboard

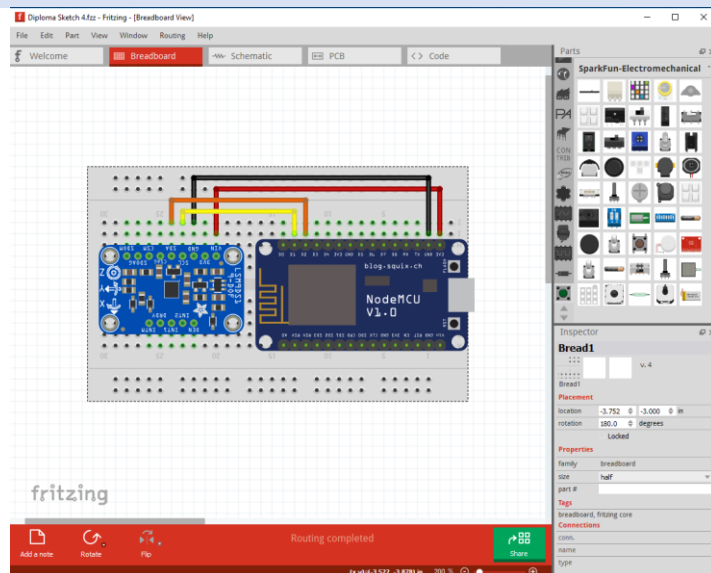


Εικόνα 3.26 Σύνδεση ESP8266 Node MCU - LSM9DS1 (Fritzing)

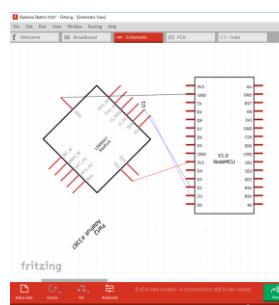
3.2.2.1.2.1 Δημιουργία σχεδίων Breadboard, Schematic, PCB

Συνδέονται τα ακόλουθα (LSM9DS1 →ESP8266 Node MCU):

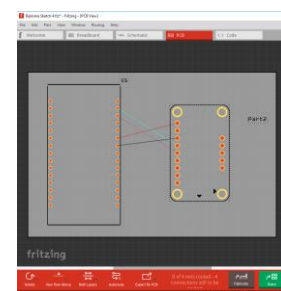
- Ακροδέκτης **Vin** στην παροχή ρεύματος 3.3V του ESP8266 Node MCU.
- Ακροδέκτης **GND** στον αντίστοιχο GND του ESP8266 Node MCU.
- Ακροδέκτης **D1** στον **SCL** του ESP8266 Node MCU.
- Ακροδέκτης **D2** στον **SDA** του ESP8266 Node MCU.



Εικόνα 3.27 Σύνδεση ESP8266 Node MCU - LSM9DS1 (Fritzing) - Breadboard



Εικόνα 3.28 Σύνδεση ESP8266 Node MCU - LSM9DS1 (Fritzing) - Schematic



Εικόνα 3.29 Σύνδεση ESP8266 Node MCU - LSM9DS1 (Fritzing) - PCB

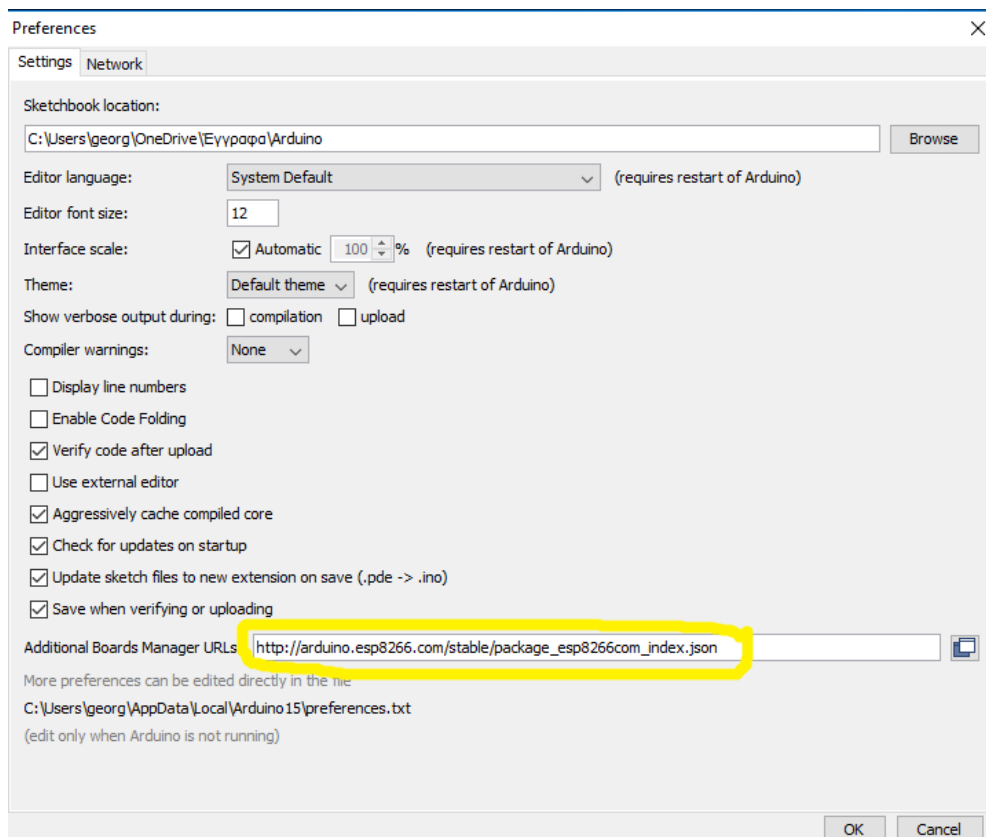
3.2.2.2 Φυσική συναρμολόγηση

3.2.2.2.1 Σύνδεση του ESP8266 Node MCU στο Arduino IDE



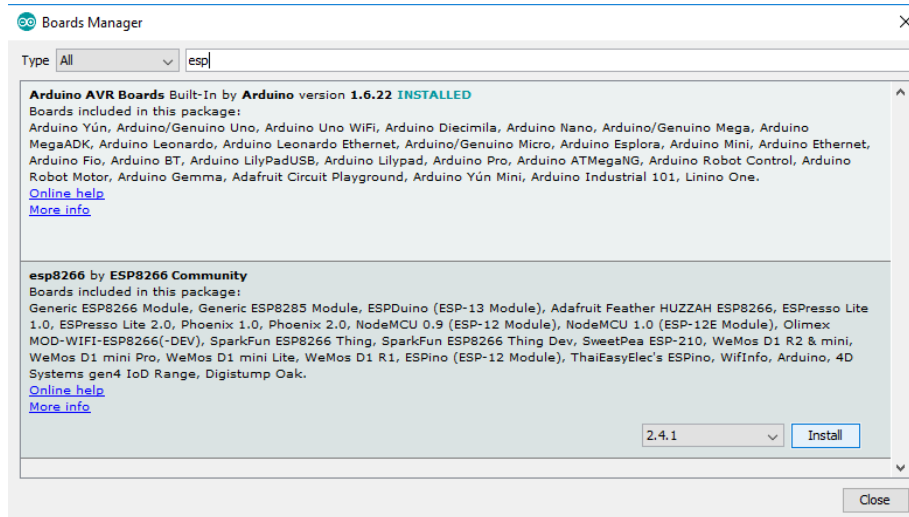
Εικόνα 3.30 ESP8266 Node MCU

- Εκκίνηση Arduino IDE
- Επιλογή «Preferences» από το menu «File».
- Εισαγωγή «http://arduino.esp8266.com/stable/package_esp8266com_index.json» στο πεδίο «Additional Board Manager URLs», όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



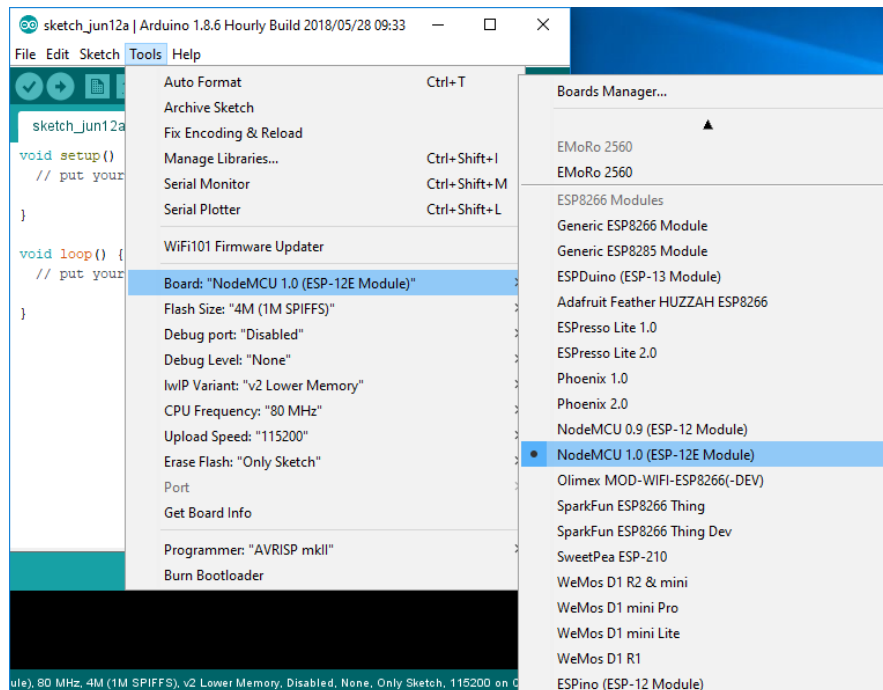
Εικόνα 3.31 Προσθήκη της βιβλιοθήκης του ESP8266 Node MCU στο ArduinoIDE

- Επανεκκίνηση Arduino IDE
- Επιλογή «Boards Manager» από το menu «Tools» > «Board menu» και εγκατάσταση του «ESP8266» όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 3.32 Εγκατάσταση του ESP8266 Node MCU από το Board Manager

- Επιλογή του «ESP8266» board από το menu «Tools» > «Board menu» όπως φαίνεται παρακάτω.



Εικόνα 3.33 Επιλογή του ESP8266 Node MCU από το Board Manager

3.2.2.2.2 Εκτέλεση κώδικα (Blink) για έλεγχο καλής λειτουργίας του ESP8266 Node MCU



Εικόνα 3.34 Εκτέλεση του προγράμματος "Blink" στον ESP8266 Node MCU

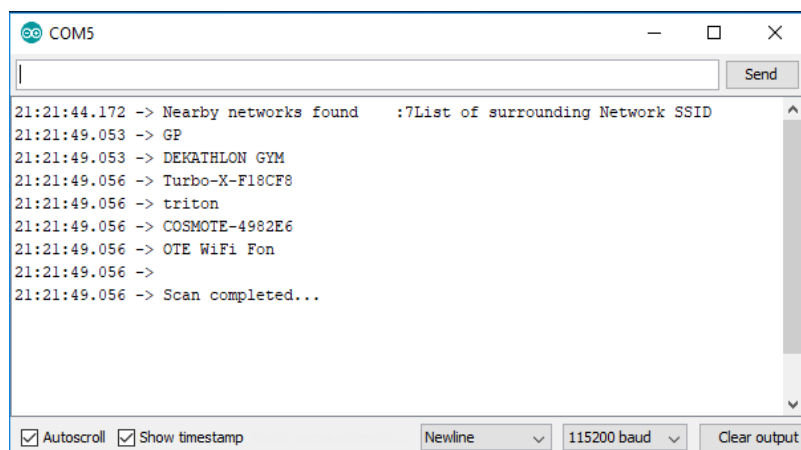
Έλεγχος λειτουργίας του του ESP8266 Node MCU WiFi μέσω του προγράμματος Blink. Το πρόγραμμα εκτελείται και ανάβει το μπλε λαμπάκι, ένδειξη ότι όλα πήγαν καλά.

3.2.2.2.3 Συγγραφή και εκτέλεση κώδικα διασύνδεσης του ESP8266 Node MCU στο Internet

3.2.2.2.4 . Έλεγχος αποτελεσμάτων

3.2.2.2.5 Συγγραφή και εκτέλεση κώδικα για την ανίχνευση των διαθέσιμων WiFi δικτύων από των ESP8266 Node MCU

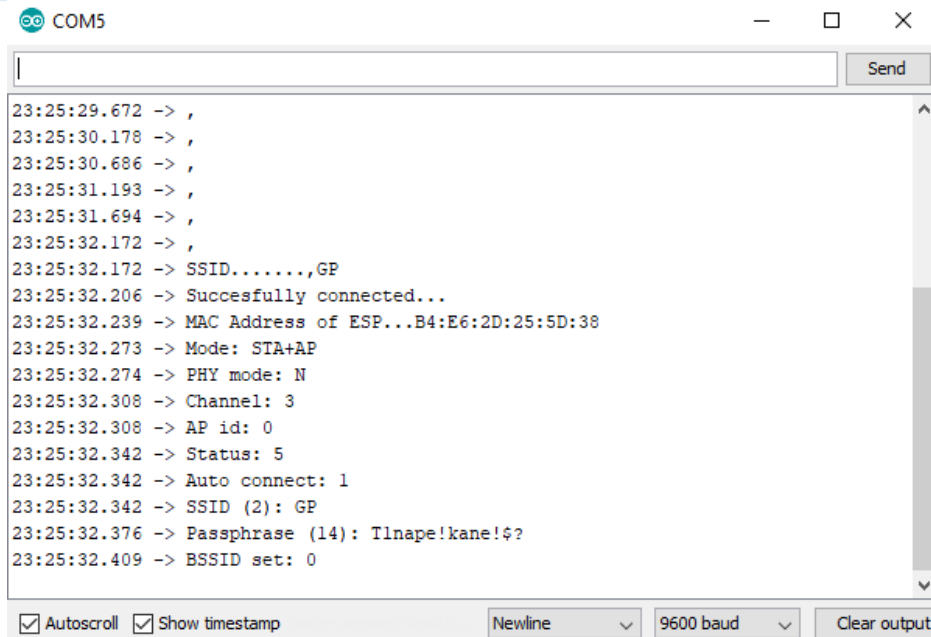
3.2.2.2.6 . Έλεγχος αποτελεσμάτων



Εικόνα 3.35 Αποτελέσματα στο Serial monitor (διαθέσιμα WiFi δίκτυα)

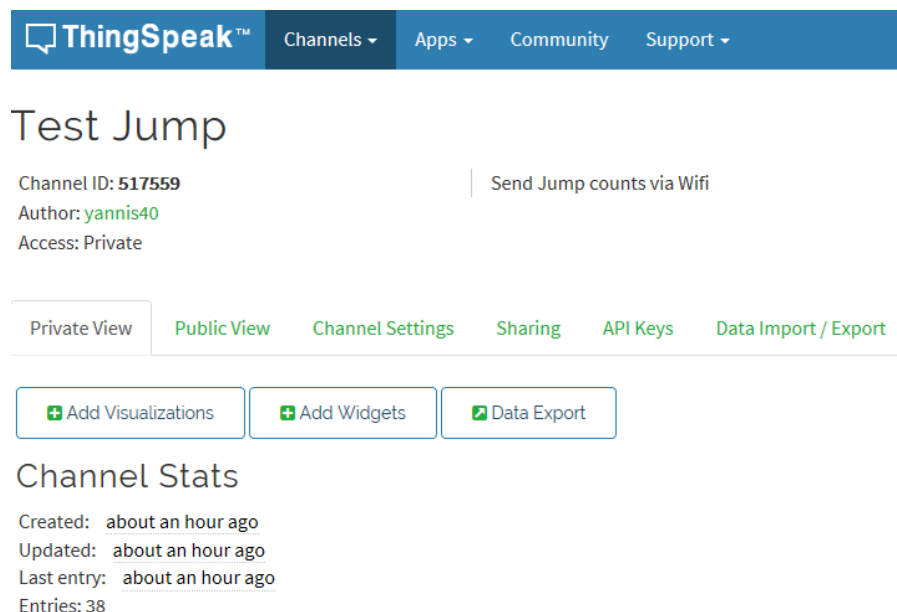
3.2.2.2.7 Σύνδεση του ESP8266 Node MCU στο διαθέσιμο δίκτυο

3.2.2.2.8 Έλεγχος αποτελεσμάτων



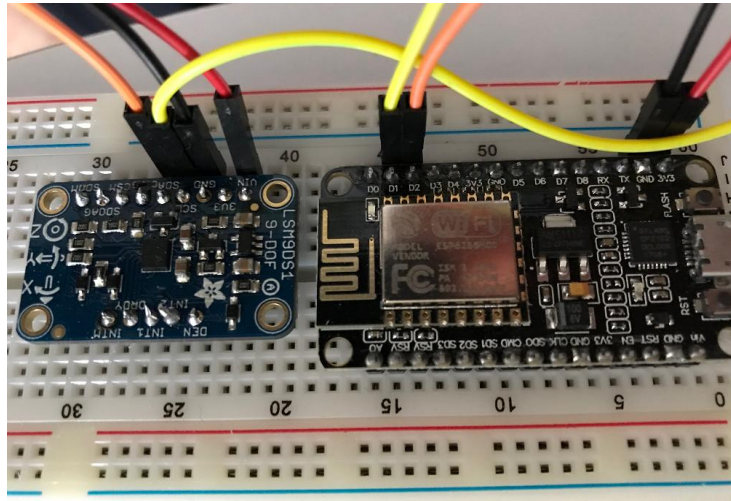
Εικόνα 3.36 Αποτελέσματα στο Serial monitor (Σύνδεση σε δίκτυο WiFi)

Δημιουργία λογαριασμού στο ThingSpeak (<https://thingspeak.com/>) ώστε να καταστεί δυνατός ο έλεγχος αποστολής των μετρήσεων σε κάποιο διαδικτυακό χώρο. Έτσι δημιουργείται ένα κανάλι επικοινωνίας το οποίο θα λαμβάνει τα αποτελέσματα των μετρήσεων από τον αισθητήρα LSM9DS1 της Adafruit μέσω της σύνδεσης του ESP8266 Node MCU στο τοπικό WiFi.



Εικόνα 3.37 Δημιουργία λογαριασμού στο ThingSpeak

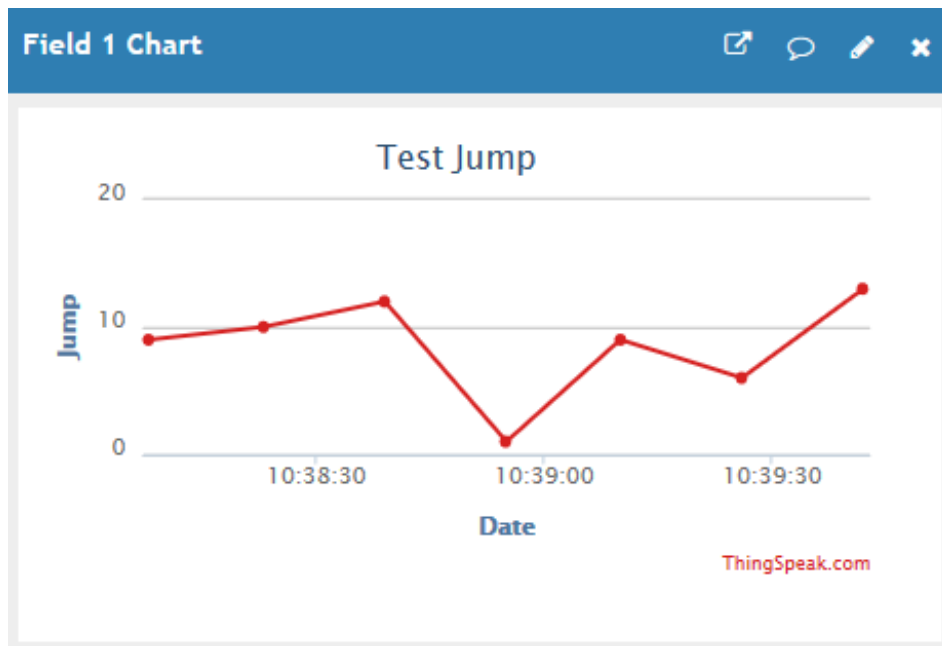
3.2.2.3 Σύνδεση του ESP8266 Node MCU με τον αισθητήρα LSM9DS1 της Adafruit, εν συνεχεία στο δίκτυο WiFi, μετάδοση δεδομένων μέσω διαδικτύου και απεικόνιση του στο ThingSpeak



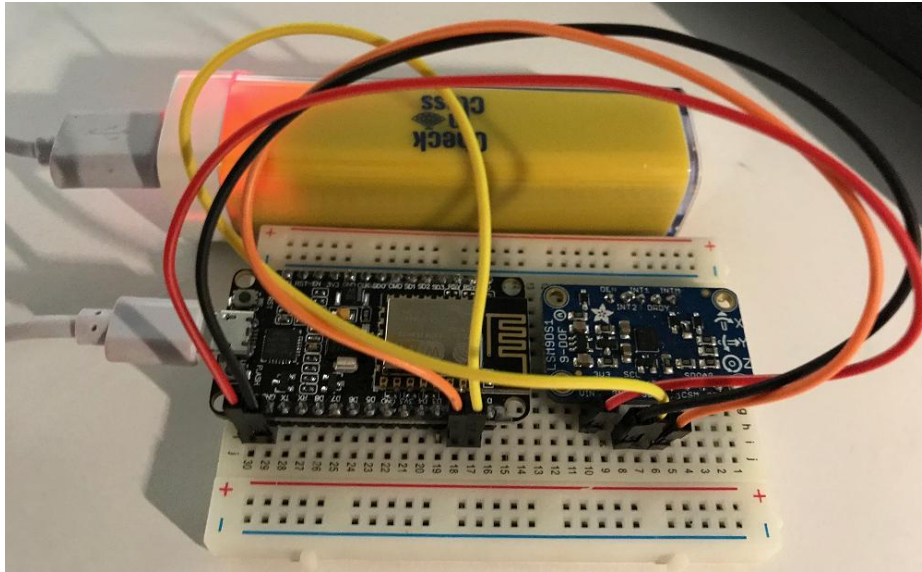
Εικόνα 3.38 Σύνδεση του ESP8266 Node MCU με τον αισθητήρα LSM9DS1 και μετάδοση δεδομένων

```
COM5
11:07:06.765 -> LSM9DS1 1 step setup
11:07:06.903 -> LSM9DS1 is ok!!
11:07:07.425 -> 8266 WiFi NOT connected!
11:07:08.435 -> 8266 WiFi NOT connected!
11:07:09.410 -> 8266 WiFi NOT connected!
11:07:11.186 -> 8266 WiFi NOT connected!
11:07:12.166 -> 8266 WiFi NOT connected!
11:07:13.182 -> 8266 WiFi NOT connected!
11:07:13.670 -> LSM9DS1 delay(100)
11:07:13.670 -> LSM9DS1 Inserted to loop
11:07:13.670 -> Accel X: -0.88 m/s^2   Y: 0.65 m/s^2   Z: 9.73 m/s^2
11:07:13.705 -> Gyro X: 4.67 dps     Y: 2.65 dps     Z: -0.76 dps
11:07:13.705 -> Mag X: 0.23 gauss       Y: 0.04 gauss   Z: -0.56 gauss
11:07:13.844 -> timh x 1 step setup
11:07:13.844 -> a.acceleration.z: 9
11:07:16.854 -> LSM9DS1 Inserted to loop
11:07:16.854 -> Accel X: -0.89 m/s^2   Y: 0.67 m/s^2   Z: 9.73 m/s^2
11:07:16.854 -> Gyro X: 4.85 dps     Y: 2.66 dps     Z: -0.55 dps
11:07:16.854 -> Mag X: 0.24 gauss       Y: 0.04 gauss   Z: -0.57 gauss
```

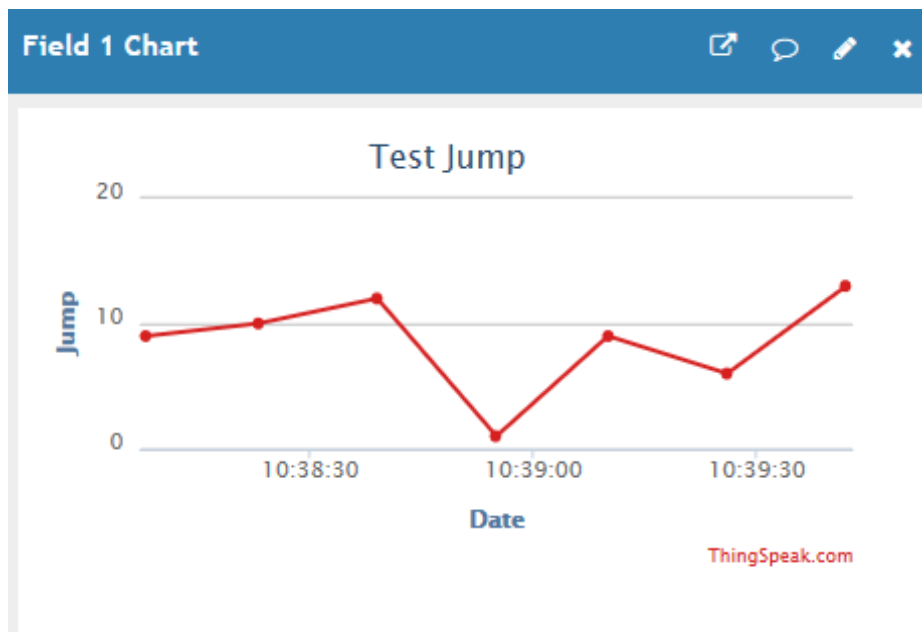
Εικόνα 3.39 Σύνδεση του ESP8266 Node MCU με τον αισθητήρα LSM9DS1 και αποτελέσματα στο Serial monitor



Εικόνα 3.40 Σύνδεση του ESP8266 Node MCU με τον αισθητήρα LSM9DS1 - μετάδοση δεδομένων και απεικόνιση στο ThingSpeak



Εικόνα 3.41 Σύστημα JUMP



Εικόνα 3.42 MCU Μετάδοση δεδομένων από το Σύστημα JUMP και απεικόνιση τους στο ThingSpeak

Σύνδεση του ESP8266 Node MCU στο τοπικό WiFi δίκτυο με την χρήση μπαταρίας και αποστολή δεδομένων στο διαδίκτυο και προβολή της διακύμανσης μιας ενδεικτικής τιμής (την μεταβολή στον κάθετο άξονα Z του Επιταχυνσιόμετρου).

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4 - ΕΠΙΛΟΓΟΣ.

4.1. Σύνοψη Πτυχιακής Εργασίας.

Πολύτιμο εργαλείο στα χέρια του προπονητή αλλά και του επιτελείου του αποτελεί η δυνατότητα αποτίμησης του έργου που παράγει κάθε αθλητής κατά την διάρκεια ενός αγώνα ή μιας προπονητικής μονάδας. Στα αθλήματα του μπάσκετ ή του βόλεϊ το άλμα είναι η ικανότητα εκείνη η οποία μετρούμενη μπορεί να οδηγήσει στην βελτίωση, στην πρόληψη τραυματισμών, στην αποθεραπεία του αθλητή αλλά και να αποτελέσει κριτήριο της επιλογής του (ως προσόν) (Willy, 2018)[35]. Ειδικότερα, η πληροφόρηση του αποτελέσματος μιας προσπάθειας άλματος, σε πραγματικό χρόνο (realtime), μπορεί να αποτελέσει προσωπικό κίνητρο για την βελτίωση της φυσικής κατάστασης και κατ' επέκταση της ικανότητας άλματος του αθλούμενου. Επιπλέον, η δυνατότητα υπολογισμού και ανάθεσης του σωστού προπονητικού φορτίου (ανάλογα με την τρέχουσα φυσική κατάσταση του αθλητή) μπορεί να οδηγήσει στην επίτευξη της μέγιστης απόδοσης του τη επιθυμητή χρονική στιγμή και στην πρόληψη πιθανού τραυματισμού του λόγω της υπερπροπόνησης. Υπό συνθήκες αποθεραπείας, η σωστή διαχείριση του αθλητή εξασφαλίζει τόσο την ασφαλή επανένταξη του τραυματία αθλητή όσο και στην αποφυγή κάποιας πιθανής υποτροπής.

Τα σύγχρονα τεχνολογικά επιτεύγματα καθιστούν δυνατή την δημιουργία ενός τέτοιου συστήματος, που κατά τη διάρκεια του αγώνα ή της προπονητικής μονάδας θα μπορεί ο αθλητής να το φέρει πάνω του και το οποίο θα καταγράφει και θα αποστέλλει μετρήσεις ώστε να αξιολογείται το παραγόμενο έργο του.

Η δημιουργία μιας τέτοιας wearable κατασκευής αποτέλεσε το αντικείμενο της παρούσας πτυχιακής εργασίας. Για την υλοποίηση της χρησιμοποιήθηκαν χαμηλού κόστους, ηλεκτρονικά εξαρτήματα, του εμπορίου, τα οποία σε συνδυασμό με το ελεύθερο λογισμικό (freeware) συγκρότησαν ένα σύστημα το οποίο έχει τη δυνατότητα να καταγράφει τα δεδομένα της αθλητικής δραστηριότητας και ειδικότερα του άλματος.

Πιο συγκεκριμένα, με την χρήση του λογισμικού Fritzing δημιουργήθηκε το απαιτούμενο μηχανολογικό σχέδιο και στη συνέχεια υλοποιήθηκαν οι συνδεσμολογίες (καλωδιώσεις) μεταξύ των εξαρτημάτων [Arduino Uno, LSM9DS1, ESP8266 και μίας πηγής ενέργειας (μπαταρίας)].

Με το λογισμικό Arduino IDE κατέστη δυνατή η συγγραφή του κώδικα, η μεταγλώττιση του και τελικά η μεταφόρτωση του ώστε να εκτελεστεί από την νέα συσκευή. Τα αποτελέσματα από τις ενδεικτικές μετρήσεις με την χρήση του αισθητήρα LSM9DS1 αποτυπώθηκαν στο Serial monitor του Arduino IDE και μέσω του μικροελεγκτή ESP8266 εστάλησαν σε πραγματικό χρόνο (real time) στον διαδικτυακό χώρο της ThingSpeak όπου στην συνέχεια είναι δυνατή η διαχείριση τους ολοκληρώνοντας έτσι τον κύκλο : σχεδιασμός προπονητικής μονάδας – εκτέλεση και παραγωγή έργου από τους αθλητές – αποτίμηση του έργου - λήψη των ανάλογων αποφάσεων από το προπονητικό επιτελείο.

Η υλοποίηση του φορητού ηλεκτρονικού συστήματος καταγραφής δεδομένων αθλητικής δραστηριότητας αποτελεί το πρώτο σκέλος μιας διαδρομής η οποία ολοκληρώθηκε με την πτυχιακή εργασία του συνάδελφου και φίλου Σπυρίδωνα Π. Γεώργα «Ανάπτυξη Πληροφοριακού Συστήματος Συλλογής και Επεξεργασίας Δεδομένων Αθλητικής Δραστηριότητας» στο Πανεπιστήμιο Δυτικής Αττικής (2018).

4.2. Προβλήματα - Αντιμετώπιση.

Τα προβλήματα στα οποία έπρεπε να δοθούν λύσεις ώστε να προχωρήσει η κατασκευή του εν λόγω Συστήματος ήταν αρκετά, κάποια από τα οποία επιλύθηκαν στην παρούσα πτυχιακή κάποια όχι, των οποίων όμως η λύση έχει δρομολογηθεί να δοθεί για το προσεχές μέλλον...

- Σημαντικό πρόβλημα αποτέλεσε η διαδικασία κόλλησης των pins στον αισθητήρα LSM9DS1 ώστε αυτός να μπορεί να στερεωθεί αρχικά στο breadboard και σε δεύτερο χρόνο πάνω στον μικροελεγκτή ESP8266 καθώς δεν υπήρχε αρκετή πρότερη εμπειρία. Η υπομονή και η επιμονή στην ακρίβεια ήταν το κλειδί στην όλη διαδικασία.

- Πρόκληση αποτέλεσε η επιλογή της τροφοδοσίας καθώς το Σύστημα έπρεπε να έχει τα χαρακτηριστικά μιας wearable συσκευής. Η παροχή ηλεκτρικής ενέργειας, εκτός από την τάση λειτουργίας (Operating voltage) που είναι στα 5v, εξαρτάται και από τον τρόπο διαχείρισης του υλισμικού από το λογισμικό. Έτσι έπρεπε να επιλεγεί :
 - το πρωτόκολλο δρομολόγησης του Ασύρματου Δικτύου Αισθητήρων καθώς για την καταγραφή των δεδομένων των αθλητών μιας ομάδας θα χρειαστούν 10-14 Συστήματα.
Για παράδειγμα, ο κάθε κόμβος (ESP8266) είτε θα συνδέεται και θα εκπέμπει μεμονωμένα στο δίκτυο απευθείας στον Σταθμό Βάσης είτε θα μεταδίδει τα δεδομένα, προς τον Σταθμό Βάσης, μέσω ενδιάμεσων πιο κοντινών σε αυτόν κόμβων(Κανδρής, 2010)[36],
 - μια άλλη επιλογή ήταν η συχνότητα που το Σύστημα θα εκπέμπει δεδομένα (λόγου χάρη, να καταγράφει αλλά να αποστέλλει τα δεδομένα κατόπιν αιτήματος από τον χρήστη μέσω κάποιου «κουμπιού» επιλογής). Αυτό θα είχε σαν αποτέλεσμα την αύξηση της αυτονομίας του Συστήματος καθώς, με αυτό τον τρόπο, οι απαιτήσεις σε παροχή ενέργειας μειώνονται δραστικά.

Δεν επιλέχθηκε κάποια λύση καθώς η υλοποίηση περιορίστηκε σε ένα εργαστηριακό Σύστημα. Με την ολοκλήρωση όλου του Συστήματος Καταγραφής Αθλητικών Επιδόσεων θα δοθεί λύση ανάλογα με τις οικονομικές δυνατότητες.

- Άλλο πρόβλημα αποτέλεσε η σύνδεση του αισθητήρα LSM9DS1 απευθείας στην ίδια πλακέτα με τον ESP8266, χωρίς την χρήση breadboard, προκειμένου να μειωθεί το μέγεθος του κάθε Κόμβου του Συστήματος. Αυτό προϋποθέτει σχεδιασμό μιας πλακέτας (PCB) πάνω στην οποία τοποθετούνται (κολλιούνται) οι δύο πλακέτες (LSM9DS1-ESP8266).
Η υλοποίηση της εν λόγω νέας κατασκευής έχει προγραμματιστεί στο προσεχές μέλλον, είναι δε απαραίτητη ώστε με την τοποθέτηση και της ενεργειακής πηγής (μπαταρίας), ο Κόμβος να μπορεί πλέον να φορεθεί από τον αθλητή (μέσα σε κατάλληλη θήκη) και το Σύστημα θα πληροί τις προαπαιτούμενες προδιαγραφές.

- Μικρότερης σημασίας, σε σχέση με την λειτουργία του Συστήματος, αλλά εξίσου σύνθετα στάθηκαν κάποια λειτουργικά προβλήματα τα οποία σχετίζονταν με την χρήση του λογισμικού κατασκευής. Ενδεικτικά :
 - κατά την χρήση το λογισμικού Fritzing, στην φάση του σχεδιασμού, προέκυψε ότι δεν διατίθεται προσομοιωτής του κώδικα ώστε να επιβεβαιώνεται η ορθή λειτουργία της κατασκευής γεγονός που επιβεβαιώθηκε, μετά τον σχετικό έλεγχο που διενεργήθηκε στο Forum του λογισμικού καθώς δεν διατίθεται προσομοιωτής (<http://fritzing.org/faq/>).
 - Ο έλεγχος καλής λειτουργίας έγινε με την χρήση του Serial monitor (εκ του αποτελέσματος) του Arduino IDE,
 - κατά την χρήση του Arduino IDE πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή στη σωστή ρύθμιση της ταχύτητας (baud) καθώς, σε αντίθετη περίπτωση, δεν εμφανίζονται σωστά τα αποτελέσματα στο Serial Monitor,
 - κατά την εγκατάσταση του λογισμικού του ARDUINO IDE επιλέγοντας (<https://www.arduino.cc/en/Main/Software#>), όπως προτείνεται, την έκδοση 1.8.5 παρατηρήθηκαν προβλήματα (κατά πάσα πιθανότητα λόγω συμβατότητας) κατά την μεταγλώττιση του κώδικα. Η επιλογή εγκατάστασης της τρέχουσας έκδοσης «HOURLY BUILDS» (ARDUINO 1.8.6) δεν παρουσίασε κάποια δυσλειτουργία,
 - τέλος, το λογισμικό προστασίας από τους ιούς (Antivirus) αντιμετωπίζει τα Arduino sketches ως πιθανές απειλές και εμποδίζει τόσο την μεταγλώττιση (compilation) όσο και την εκτέλεση τους. Το πρόβλημα επιλύεται με την αντίστοιχη ρύθμιση των «εξαιρέσεων» (exceptions) στο λογισμικό του Antivirus.

4.3. Συμπεράσματα

Με την ολοκλήρωση της πρώτης κατασκευαστικής φάσης (εργαστηριακή) του Συστήματος τα αποτελέσματα ήταν κάτι παραπάνω από ενθαρρυντικά! Με κόστος πολύ μικρότερο από αυτό των αντίστοιχων συστημάτων που διατίθενται στην αγορά (κάτω από 15€ ανά Σύστημα) κατέστη δυνατή η δημιουργία μιας σύνθεσης η οποία καταγράφει, μεταδίδει, και παρουσιάζει αποτελέσματα μετρήσεων αθλητικής δραστηριότητας.

4.4. Προτάσεις Μελλοντικής Επέκτασης - Προοπτικές.

Σίγουρα θα χρειαστεί βελτιώσεις και επεκτάσεις σε όλους τους τομείς ώστε να αποτελέσει μια ακόμα επιλογή για την μέτρηση του άλματος των αθλητών μιας ομάδας και την καταγραφή και αξιολόγηση του έργου του οποίου καλούνται να φέρουν σε πέρας. Ο αισθητήρας 9 βαθμών ελευθερίας του LSM9DS1 προσφέρει αποτελέσματα τα οποία με την χρήση κατάλληλων αλγορίθμων μπορούν να παράγουν, εκτός από το μέγεθος του άλματος, την κινητική ενέργεια του αθλητή, την ταχύτητα, το έργο, την δύναμη που αναπτύσσει σε κάθε δεξιότητα, την βαλλιστική ικανότητα του ακόμα και την απόσταση που διανύει, την συμμετρία του σώματος του καθώς και μια πληθώρα αποτελεσμάτων επεξεργασίας σε σχέση με τις αρχικές μετρήσεις σωματικής ικανότητας από το εργομετρικό κέντρο.

Εφαλτήριο για την όποια εξέλιξη θα αποτελέσει το τελικό μέγεθος του Συστήματος, η τάση όμως των τεχνολογικών εξελίξεων οδηγεί στη μείωση του μεγέθους και συνεπώς στην εξάλειψη του εν λόγω προβλήματος. Όσα περισσότερα Συστήματα μπορούν να «φορευθούν» από τον αθλητή τόσο περισσότερες, ειδικές, πληροφορίες θα καθίστανται διαθέσιμες στο προπονητικό επιτελείο της ομάδας και το λογισμικό, στο μέλλον, θα εμπλουτιστεί με λειτουργίες αυτόματης αξιολόγησης, προειδοποίησης κινδύνου τραυματισμού αλλά και δείκτες απόδοσης των αθλητών.

Κλείνοντας, πρέπει να γίνει αναφορά σε δύο ακόμα συνιστώσες, απαραίτητες για την ολοκλήρωση του «Φορητού Ηλεκτρονικού Συστήματος Καταγραφής Δεδομένων Αθλητικής Δραστηριότητας», αυτές είναι η ακρίβεια και η αξιοπιστία. Η ακρίβεια των μετρήσεων είναι θέμα πολλών αντιπαραθέσεων και σίγουρα αποτελεί εύφορο έδαφος για αμφισβήτηση (JARNING, et al., 2015)[37]. Από την άλλη, η αξιόπιστη λειτουργία του Συστήματος είναι επιβεβλημένη καθώς αν δεν έχει εξασφαλιστεί, δεν έχει νόημα η ακρίβεια της μέτρησης! Προφανώς η τεχνολογική πρόοδος θα αποτελέσει και σε αυτή την περίπτωση, τον «από μηχανής θεό» που θα εξαλείψει κάθε σύννεφο από τον ορίζοντα, έως τότε όμως, η αξιοπιστία θα αποτελεί το μονοπάτι προς το μέλλον...

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1 - ΤΕΧΝΙΚΑ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΑ

Μικροελεγκτής Arduino

Microcontroller	<u>ATmega328P</u>
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limit)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
PWM Digital I/O Pins	6
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	20 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB (ATmega328P) of which 0.5 KB used by bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328P)
EEPROM	1 KB (ATmega328P)
Clock Speed	16 MHz
LED_BUILTIN	13
Length	68.6 mm
Width	53.4 mm
Weight	25 g
Τεχνικό πλαίσιο	

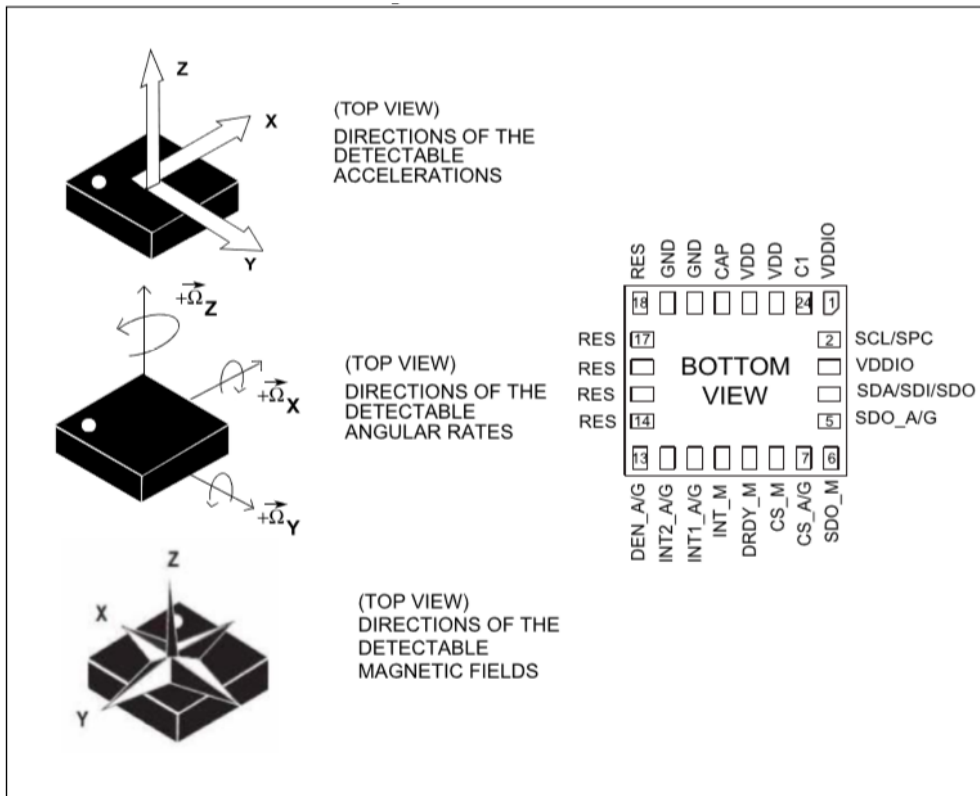
Πίνακας 1 Τεχνικά χαρακτηριστικά Arduino

Αισθητήρας LSM9DS1 της Adafruit

Company:	Adafruit
MPN:	ADA3387
Πληροφορίες:	Το προϊόν είναι εξάρτημα και δεν αποτελεί έτοιμη συσκευή.
Made in:	USA
Sensor Type:	IMU
Typical Input Voltage:	3.3VDC, 5VDC
Operating Current:	4mA
Interface:	Digital
Communication Protocol:	I ² C, SPI
Length	33.4 x 20.4 x 3.0mm / 1.3" x 0.8" x 0.1"
Weight - Width	2.5g / 0.1oz
3-axis accelerometer	±2/±4/±8/±16 g (no ±6 g range).
3-axis magnetometer	±4/±8/±12/±16 gauss ranges
3-axis gyroscope	±245/±500/±2000 dps ranges.
Οι τιμές του Επιταχυνσιόμετρου είναι σε μέτρα ανά δευτερόλεπτο στο τετράγωνο (m/sec ²), του Μαγνητόμετρου είναι σε gauss και του Γυροσκόπιου σε μοίρες (degrees) ανά δευτερόλεπτο (dps). (http://www.st.com/resource/en/datasheet/lsm9ds1.pdf)	
Power Pins	Vin, 3V3, GND
I2C Pins	SCL, SDA,
SPI Pins	SCL, SDA, CSAG, CSM, SDOAG, SDOM
Interrupt & Misc Pins	DEN, INT1 & INT2, DRDY, INTM

Πίνακας 2 Τεχνικά χαρακτηριστικά LSM9DS1

Περιγραφή Συνδέσεων (PIN)



Περιγραφή Ακροδεκτών (PIN)

Pin #	Name	Function
1	VDDIO ⁽¹⁾	Power supply for I/O pins
2	SCL/SPC	I ² C serial clock (SCL) / SPI serial port clock (SPC)
3	VDDIO ⁽²⁾	Power supply for I/O pins
4	SDA/SDI/SDO	I ² C serial data (SDA) SPI serial data input (SDI) 3-wire interface serial data output (SDO)
5	SDO_A/G	SPI serial data output (SDO) for the accelerometer and gyroscope I ² C least significant bit of the device address (SA0) for the accelerometer and gyroscope
6	SDO_M	SPI serial data output (SDO) for the magnetometer I ² C least significant bit of the device address (SA0) for the magnetometer
7	CS_A/G	SPI enable I ² C/SPI mode selection for the accelerometer and gyroscope (1: SPI idle mode / I ² C communication enabled; 0: SPI communication mode / I ² C disabled)
8	CS_M	SPI enable I ² C/SPI mode selection for the magnetometer (1: SPI idle mode / I ² C communication enabled; 0: SPI communication mode / I ² C disabled)
9	DRDY_M	Magnetic sensor data ready
10	INT_M	Magnetic sensor interrupt
11	INT1_A/G	Accelerometer and gyroscope interrupt 1
12	INT2_A/G	Accelerometer and gyroscope interrupt 2
13	DEN_A/G	Accelerometer and gyroscope data enable
14	RES	Reserved. Connected to GND.
15	RES	Reserved. Connected to GND.
16	RES	Reserved. Connected to GND.
17	RES	Reserved. Connected to GND.
18	RES	Reserved. Connected to GND.
19	GND	0 V supply
20	GND	0 V supply
21	CAP	Connected to GND with ceramic capacitor ⁽³⁾
22	VDD ⁽⁴⁾	Power supply
23	VDD ⁽⁵⁾	Power supply
24	C1	Capacitor connection (C1 = 100 nF)

1. Recommended 100 nF filter capacitor.
2. Recommended 100 nF filter capacitor.
3. 10 nF ($\pm 10\%$), 16 V. 1 nF minimum value has to be guaranteed under 11 V bias condition.
4. Recommended 100 nF plus 10 μ F capacitors.
5. Recommended 100 nF plus 10 μ F capacitors.

Πίνακας 3 Τεχνικά χαρακτηριστικά LSM9DS1 - Περιγραφή Ακροδεκτών

Χαρακτηριστικά Αισθητήρα

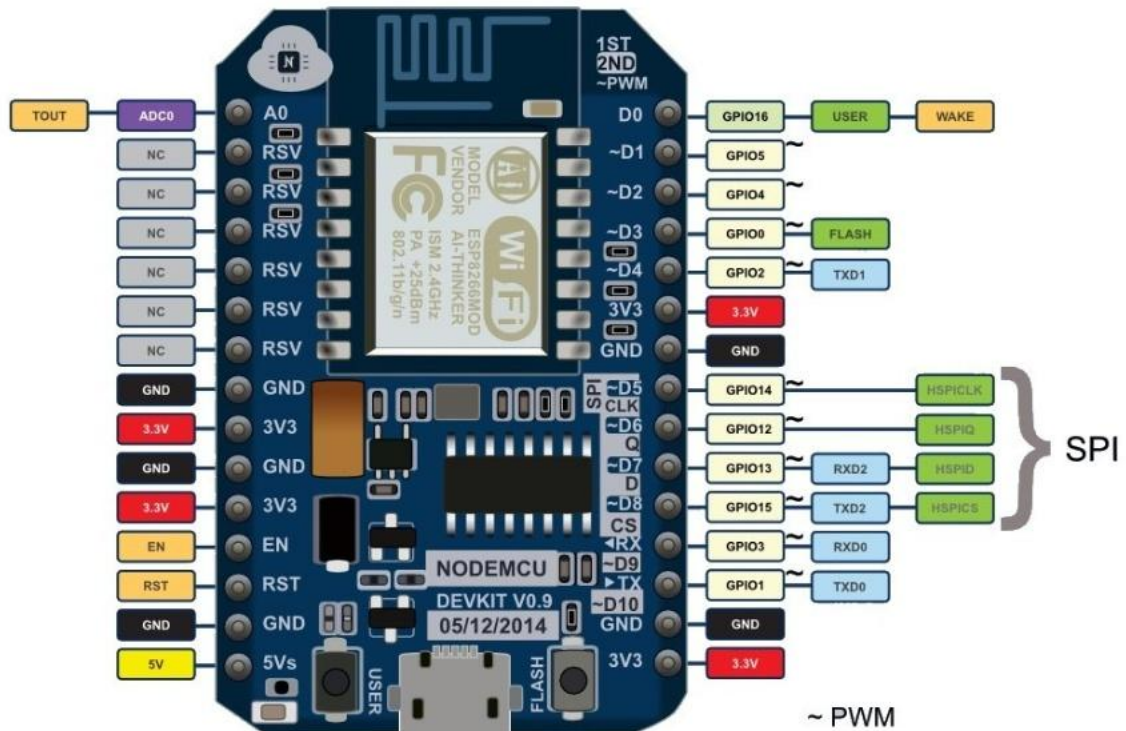
Symbol	Parameter	Test conditions	Min.	Typ. ⁽¹⁾	Max.	Unit
LA_FS	Linear acceleration measurement range			±2		g
				±4		
				±8		
				±16		
M_FS	Magnetic measurement range			±4		gauss
				±8		
				±12		
				±16		
G_FS	Angular rate measurement range			±245		dps
				±500		
				±2000		
LA_So	Linear acceleration sensitivity	Linear acceleration FS = ±2 g		0.061		mg/LSB
		Linear acceleration FS = ±4 g		0.122		
		Linear acceleration FS = ±8 g		0.244		
		Linear acceleration FS = ±16 g		0.732		
M_GN	Magnetic sensitivity	Magnetic FS = ±4 gauss		0.14		mgauss/ LSB
		Magnetic FS = ±8 gauss		0.29		
		Magnetic FS = ±12 gauss		0.43		
		Magnetic FS = ±16 gauss		0.58		
G_So	Angular rate sensitivity	Angular rate FS = ±245 dps		8.75		mdps/ LSB
		Angular rate FS = ±500 dps		17.50		
		Angular rate FS = ±2000 dps		70		
LA_TyOff	Linear acceleration typical zero-g level offset accuracy ⁽²⁾	FS = ±8 g		±90		mg
M_TyOff	Zero-gauss level ⁽³⁾	FS = ±4 gauss		±1		gauss
G_TyOff	Angular rate typical zero-rate level ⁽⁴⁾	FS = ±2000 dps		±30		dps
M_DF	Magnetic disturbance field	Zero-gauss offset starts to degrade			50	gauss
Top	Operating temperature range		-40		+85	°C

Πίνακας 4 Τεχνικά χαρακτηριστικά LSM9DS1

Μικροελεγκτής ESP8266 ESP-12E Node MCU

Feature	ESP 12E
WiFi chip/module	ESP8266
Microcontroller	Tensilica 32-bit micro MCU
Operating voltage	3.0 – 3.6V
WiFi standard	IEEE802.11b/g/n
Frequency	2.4GHz
GPIO Pins	11
Pins	22
Antenna	PCB
Pitch	2mm
Dimension (mm)	24 x 16

Πίνακας 5 Τεχνικά χαρακτηριστικά ESP8266 ESP-12E NodeMCU



Πίνακας 6 Γραφική απεικόνιση Ακροδεκτών του ESP8266 ESP-12E Node MCU

()

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 2 – ΚΩΔΙΚΑΣ

Κώδικας **Blink** (Περιέχεται στα παραδείγματα του ArduinoIDE)

```

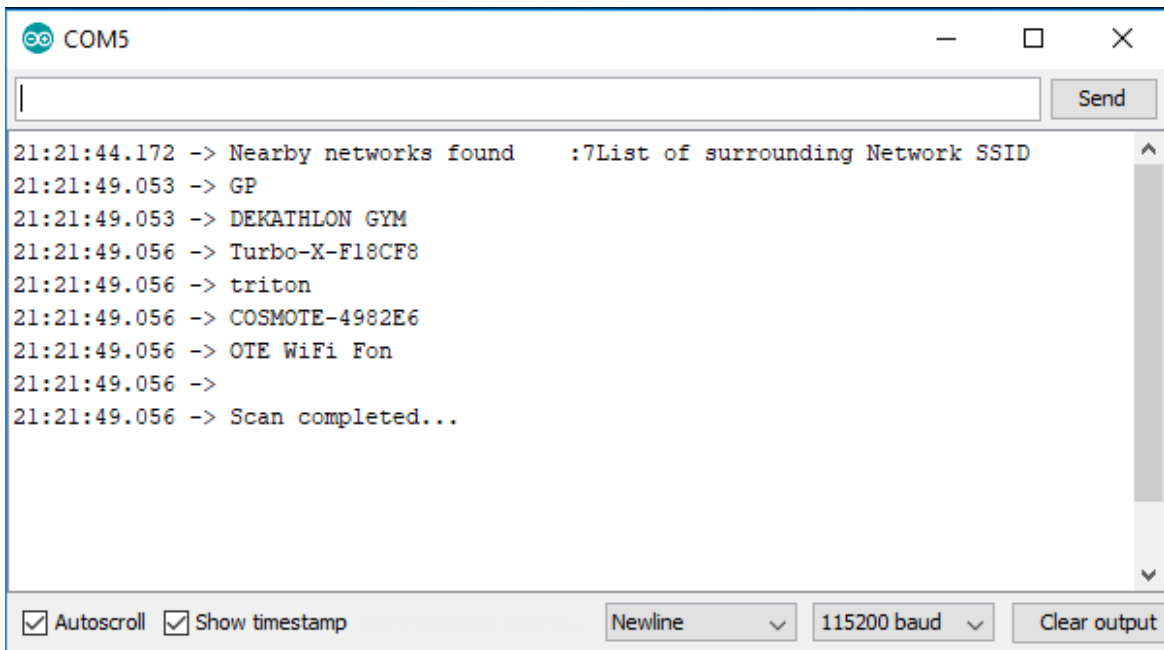
/*
ESP8266 Blink by SimonPeter
Αναμα-Σβήσιμο (Blink) του μπλε LED στην πλακέτα του ESP-01
Το μπλε LED στην πλακέτα του ESP-01 είναι συνδεδεμένο στην GPIO1
(στην οποία είναι επίσης και το pin TXD, έτσι δεν είναι δυνατή η χρήση της εντολής
Serial.print())
Αυτό το πρόγραμμα (sketch) χρησιμοποιεί το LED_BUILTIN για να βρει το pin με το
εσωτερικό LED
*/

//Αρχή προγράμματος
void setup()
{
// Αρχικοποίηση του pin LED_BUILTIN ως έξοδο
pinMode(LED_BUILTIN, OUTPUT);
}
// η συνάρτηση επανάληψης (loop function) εκτελείται συνεχώς.
void loop()
{
// Άναμα του LED (Σημείωση ότι LOW είναι το χαμηλό voltage αλλά στην πραγματικότητα
//το LED ανάβει γιατί είναι ενεργό το low στον the ESP-01)
digitalWrite(LED_BUILTIN, LOW);
// Αναμονή για 1 δευτερόλεπτο
delay(1000);
//Σβήσιμο του LED αλλάζοντας την τιμή του voltage HIGH
digitalWrite(LED_BUILTIN, HIGH);
//Αναμονή για 2 δευτερόλεπτα (για την παρουσίαση του ενεργού low LED)
delay(2000);
}

```

Κώδικας WiFiSearch

```
//Φόρτωση βιβλιοθήκης μικροελεγκτή ESP8266
#include<ESP8266WiFi.h>
//Αρχή προγράμματος
void setup()
{
//Ρύθμιση του «Upload speed»
  Serial.begin(115200);
  Serial.println();
//Αποσύνδεση από προηγούμενες συνδέσεις
  WiFi.disconnect();
// Αναμονή για 1 δευτερόλεπτο
  delay(1000);
//Ελεγχος για γειτονικά δίκτυα και εμφάνιση του αριθμού τους
  Serial.print("Nearby networks found  :");
  Serial.print(WiFi.scanNetworks());
// Αναμονή για 1/2 δευτερόλεπτο
  delay(500);
//Εμφάνιση της λίστας των SSID των γειτονικών δικτύων
  Serial.println("List of surrounding Network SSID");
  int n=WiFi.scanNetworks();
  for (int i=0; i<n; i++)
  {
    Serial.println(WiFi.SSID(i));
  }
  Serial.println();
  Serial.println("Scan completed...");
}
void loop()
{
}
```



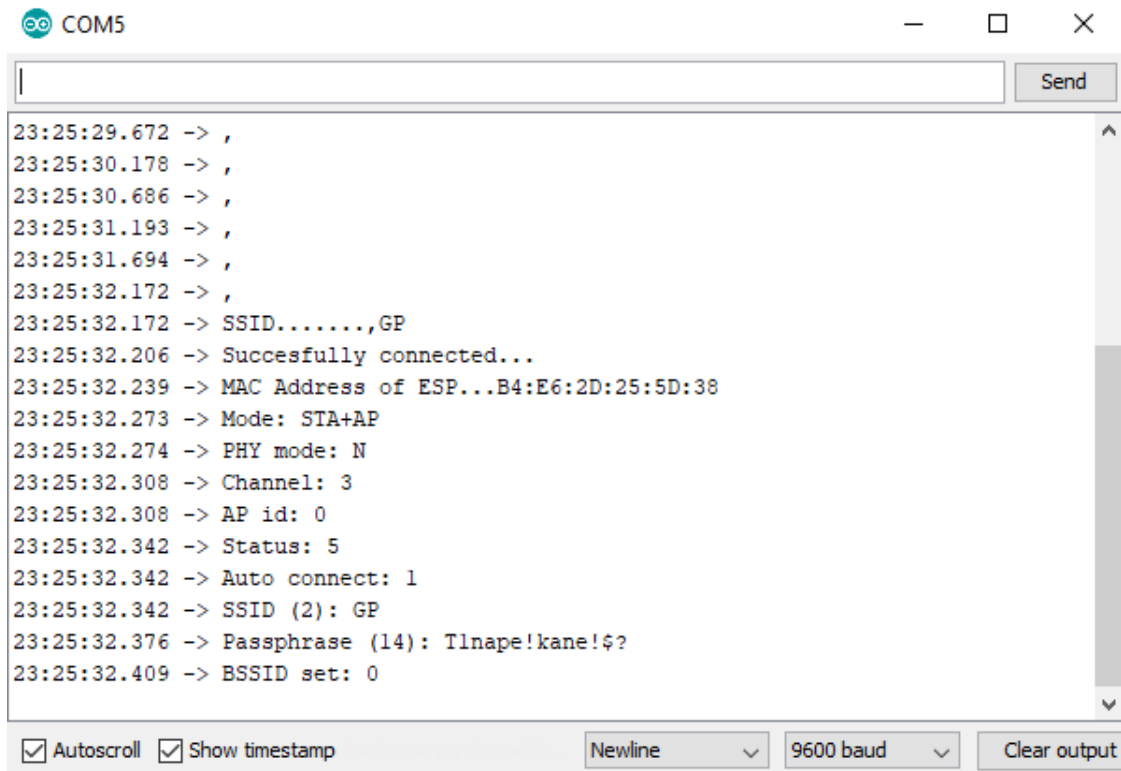
Εικόνα 43 Αποτελέσματα στο Serial monitor

Κώδικας Connect to WiFi

```
//Φόρτωση βιβλιοθήκης μικροελεγκτή ESP8266
#include<ESP8266WiFi.h>
//Δίνω αρχικές τιμές το όνομα δικτύου και το password
//για αυτόματη εισαγωγή στο δίκτυο.
charssid[] = ".....";
charpass[] = ".....";
//Αρχή προγράμματος
void setup()
{
//Ρύθμιση του «Upload speed»
  Serial.begin(9600);
// Αναμονή για 1/2 δευτερόλεπτο
  delay(500);
//Εμφάνιση του SSID που έγινε η σύνδεση
  Serial.print("Connecting to...");
  Serial.print(ssid);
// Αναμονή για 1/2 δευτερόλεπτο
  delay(500);
//Αποσύνδεση από προηγούμενες συνδέσεις
  WiFi.disconnect();
//Login στο επιθυμητό δίκτυο
  WiFi.begin(ssid,pass);
  while (WiFi.status() !=WL_CONNECTED)
  {
//Αναμονή για 1/2 δευτερόλεπτο
    delay(500);
    Serial.println(",");
  }
  Serial.print("SSID.....");
  Serial.println(WiFi.SSID());
//Ενημέρωση για επιτυχημένη σύνδεση στο επιθυμητό δίκτυο
  Serial.println("Succesfullyconnected...");
```


//Εμφάνιση MAC Address.

```
Serial.print("MAC Address of ESP...");  
Serial.println(WiFi.macAddress());  
WiFi.printDiag(Serial);  
}  
void loop()  
{
```



Εικόνα 44 Αποτελέσματα στο Serial monitor

Κώδικας **MyJump**

```
//ΦόρτωσηβιβλιοθηκώνμικροελεγκτήESP8266, LSM9DS1 καθώς και Wire και SPI.
```

```
#include <ESP8266WiFi.h>
```

```
#include <Wire.h>
```

```
#include <SPI.h>
```

```
#include <Adafruit_LSM9DS1.h>
```

```
//η βιβλιοθήκη αυτή δεν χρησιμοποιείται αλλά χρειάζεται.
```

```
#include <Adafruit_Sensor.h>
```

```
// Χρήση  $\text{I}^2\text{C}$ 
```

```
Adafruit_LSM9DS1 lsm = Adafruit_LSM9DS1();
```

```
// Αρχική τιμή 0x1C αν το SDO_M είναι LOW
```

```
#define LSM9DS1_M 0x1E
```

```
// Αρχική τιμή 0x6A αν το SDO_AG είναι LOW
```

```
#define LSM9DS1_AG 0x6B
```

```
// Ρυθμίσεις Wi-Fi
```

```
//Δίνω αρχικές τιμές το όνομα δικτύου και το password
```

```
//για αυτόματη εισαγωγή στο δίκτυο.
```

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

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

```
WiFiClient client;
```

```
// Ρυθμίσεις ThingSpeak
```

```
//Δίνω αρχικές τιμές τον κωδικό και το κλειδί API
```

```
//για αυτόματη εισαγωγή στο κανάλι του ThingSpeak.
```

```
const int channelID = 517559;
```

```
String writeAPIKey = "XXWWI3W4DMUNWLLW";
```

```
const char* server = "api.thingspeak.com";
```

```
// ενημέρωση (post) δεδομένων κάθε 20 δευτερόλεπτα
```

```
const int postingInterval = 30 * 100;
```

```
// Αρχή προγράμματος
```

```
void setup()
```

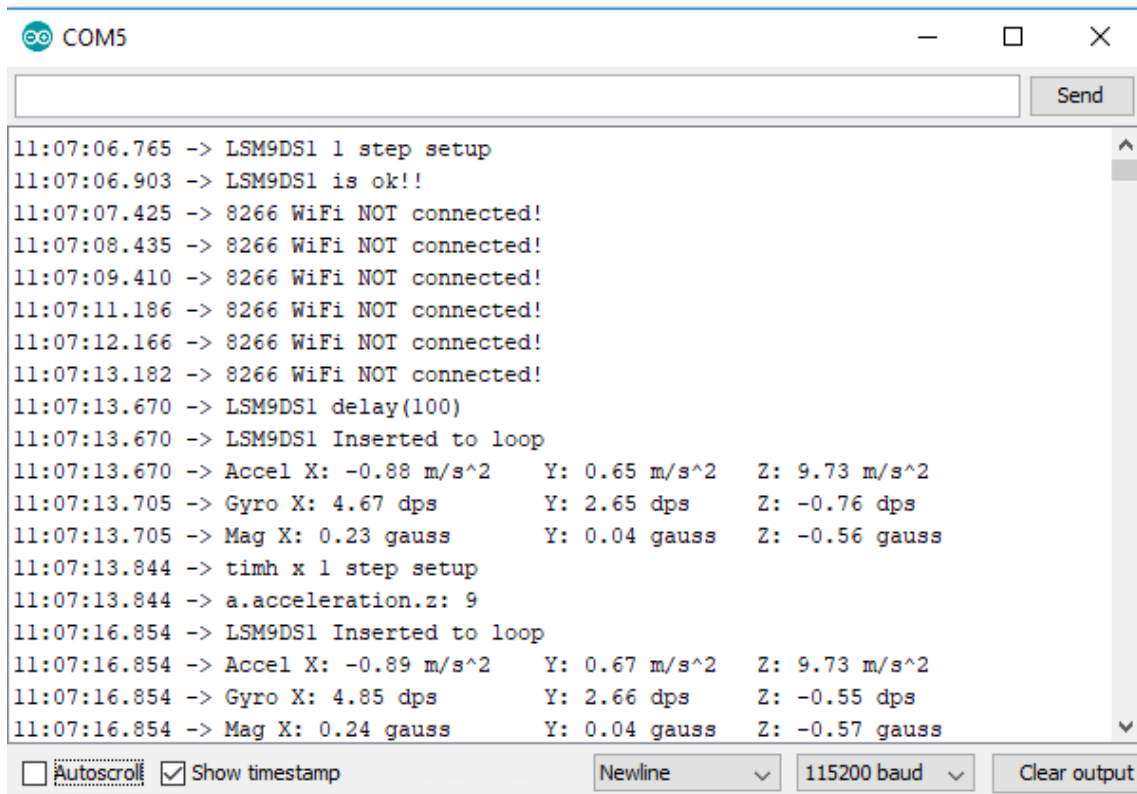
```
{
```

```
//Ρύθμιση του «Uploadspeed»
Serial.begin(115200);
while (!Serial)
{
//Καθυστέρηση μέχρι να ανοίξει η σειριακή κονσόλα
delay(100);
}
//Αναμονή για 1 δευτερόλεπτο
delay(1000);
//Ρύθμιση των I2C SDA και SCL pins
Wire.begin(4,5);
Serial.println("LSM9DS1 1 stepsetup");
//Loginστοεπιθυμητόδίκτυο
WiFi.begin(ssid, password);
//Προσπάθεια αρχικοποίησης του LSM9DS1 καιειδοποίηση αν δεν ανιχνευτεί το chip
if (Ism.begin())
{
//Επιτυχία ανίχνευσης και σύνδεσης με τον LSM9DS1
yield();
Serial.println("LSM9DS1 is ok!!");
}
//Αποτυχία ανίχνευσης και σύνδεσης με τον LSM9DS1
if (!Ism.begin())
{
yield();
Serial.println("Oops1 ... unable to initialize the LSM9DS1. Check your
wiring!");
yield();
while (1);
}
//Αρχικοποίησηαισθητήρα LSM9DS1
Ism.setupAccel(Ism.LSM9DS1_ACCEL_RANGE_2G);
Ism.setupMag(Ism.LSM9DS1_MAGGAIN_4GAUSS);
Ism.setupGyro(Ism.LSM9DS1_GYROSCALE_245DPS);
```

```
//Προσπάθεια σύνδεσης στον μικροελεγκτή 8266 ειδοποίηση σε περίπτωση αποτυχίας
while (WiFi.status() != WL_CONNECTED)
{
//Αναμονή για 1/2 δευτερόλεπτο
    delay(500);
//Ειδοποίηση σε περίπτωση αποτυχίας σύνδεσης
    Serial.println("8266 WiFi NOT connected!");
//Αναμονή για 1/2 δευτερόλεπτο
    delay(500);
}
Serial.println("LSM9DS1 delay(100)");
}

void loop()
{
    Serial.println("LSM9DS1 Inserted to loop");
//Ανάγνωση δεδομένων
    lsm.read();
//Καταγραφή νέων δεδομένων από αισθητήρα
    sensors_event_t a, m, g, temp;
    lsm.getEvent(&a, &m, &g, &temp);
    Serial.print("Accel X: ");    Serial.print(a.acceleration.x); Serial.print(" m/s^2");
    Serial.print("\tY: ");      Serial.print(a.acceleration.y); Serial.print(" m/s^2");
    Serial.print("\tZ: ");      Serial.print(a.acceleration.z); Serial.println(" m/s^2");
    Serial.print("Gyro X: ");    Serial.print(g.gyro.x);      Serial.print(" dps");
    Serial.print("\tY: ");      Serial.print(g.gyro.y);      Serial.print(" dps");
    Serial.print("\tZ: ");      Serial.print(g.gyro.z);      Serial.println(" dps");
    Serial.print("Mag X: ");     Serial.print(m.magnetic.x);  Serial.print(" gauss");
    Serial.print("\tY: ");     Serial.print(m.magnetic.y);  Serial.print(" gauss");
    Serial.print("\tZ: ");     Serial.print(m.magnetic.z);  Serial.println(" gauss");
    if (client.connect(server, 80))
    {
//Υπολογισμός ποιότητας του σήματος SignalStrength (RSSI) της Wi-Fi σύνδεσης
        int z=a.acceleration.z;
```

```
//Construct API request body
    String body = "field1=";
    body += String(z);
    Serial.println("timh x 1 step setup");
    Serial.print("a.acceleration.z: ");
    Serial.println(z);
    client.println("POST /update HTTP/1.1");
    client.println("Host: api.thingspeak.com");
    client.println("User-Agent: ESP8266 (nothans)/1.0");
    client.println("Connection: close");
    client.println("X-THINGSPEAKAPIKEY: " + writeAPIKey);
    client.println("Content-Type: application/x-www-form-urlencoded");
    client.println("Content-Length: " + String(body.length()));
    client.println("");
    client.print(body);
}
client.stop();
//Αναμονή και αναμετάδοση
    delay(postingInterval);
    delay(0);
}
```



The screenshot shows a serial monitor window with the following text output:

```
11:07:06.765 -> LSM9DS1 1 step setup
11:07:06.903 -> LSM9DS1 is ok!!
11:07:07.425 -> 8266 WiFi NOT connected!
11:07:08.435 -> 8266 WiFi NOT connected!
11:07:09.410 -> 8266 WiFi NOT connected!
11:07:11.186 -> 8266 WiFi NOT connected!
11:07:12.166 -> 8266 WiFi NOT connected!
11:07:13.182 -> 8266 WiFi NOT connected!
11:07:13.670 -> LSM9DS1 delay(100)
11:07:13.670 -> LSM9DS1 Inserted to loop
11:07:13.670 -> Accel X: -0.88 m/s^2    Y: 0.65 m/s^2    Z: 9.73 m/s^2
11:07:13.705 -> Gyro X: 4.67 dps      Y: 2.65 dps     Z: -0.76 dps
11:07:13.705 -> Mag X: 0.23 gauss      Y: 0.04 gauss   Z: -0.56 gauss
11:07:13.844 -> timh x 1 step setup
11:07:13.844 -> a.acceleration.z: 9
11:07:16.854 -> LSM9DS1 Inserted to loop
11:07:16.854 -> Accel X: -0.89 m/s^2    Y: 0.67 m/s^2    Z: 9.73 m/s^2
11:07:16.854 -> Gyro X: 4.85 dps      Y: 2.66 dps     Z: -0.55 dps
11:07:16.854 -> Mag X: 0.24 gauss      Y: 0.04 gauss   Z: -0.57 gauss
```

At the bottom of the window, there are control options: Autoscroll, Show timestamp, a dropdown menu set to 'Newline', a dropdown menu set to '115200 baud', and a 'Clear output' button.

Εικόνα 45 Αποτελέσματα στο Serial monitor

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ACKERMAN, JAMES L, και συν. 2007.** Pitch, roll, and yaw : Describing the spatial orientation of dentofacial traits. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*. New Zealand : American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics, 2007. Special Article.
- Adafruit.** Adafruit LSM9DS1. [Ηλεκτρονικό] <https://learn.adafruit.com/adafruit-lsm9ds1-accelerometer-plus-gyro-plus-magnetometer-9-dof-breakout/overview>.
- Amazone(VERTEC).** [www.topendsports.com](http://www.amazon.ca/Vertec-Vertical-JumpMeasuring-Device/dp/B000K8Y06S). *Vertec for measuring Vertical Jump*. [Ηλεκτρονικό] <http://www.amazon.ca/Vertec-Vertical-JumpMeasuring-Device/dp/B000K8Y06S>.
- Arduino.** Arduino - Introduction. [Ηλεκτρονικό] [Παραπομπή: 9 5 2018.] <https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction#>.
- . Arduino Uno Rev3 (Documentation). <https://store.arduino.cc/arduino-uno-rev3>. [Ηλεκτρονικό] <https://store.arduino.cc/arduino-uno-rev3>.
- . **2018.** Arduino-uno-rev3. *Arduino Uno Rev3*. [Ηλεκτρονικό] Arduino, 2018. [Παραπομπή: 9 5 2018.] <https://store.arduino.cc/arduino-uno-rev3>.
- Assembly. www.adafruit.com. [Ηλεκτρονικό] [Παραπομπή: 10 6 2018.] <https://learn.adafruit.com/adafruit-lsm9ds1-accelerometer-plus-gyro-plus-magnetometer-9-dof-breakout/assembly>.
- BORGES, THIAGO O, και συν. 2017.** Validation of the VERT wearable jump monitor device in elite youth volleyball players. *BIOLOGY OF SPORT*. SAO PAULO, BRAZIL : s.n., 2017. 34.
- Chambers, Ryan, και συν. 2015.** The Use of Wearable Microsensors to Quantify Sport-Specific Movements. *Sports Med - SYSTEMATIC REVIEW*. Switzerland : Springer International Publishing, 2015.
- Chrono Jump. *Chrono Jump Bosco System*. [Ηλεκτρονικό] [Παραπομπή: 28 5 2018.] <http://chronojump.org/en/>.
- Fritzing.** Fritzing.org. *Fritzing.org*. [Ηλεκτρονικό] [Παραπομπή: 14 5 2018.] <http://fritzing.org/home/>.
- Fritzing-Library, Adafruit.** Adafruit Fritzing-Library. *Adafruit Fritzing-Library*. [Ηλεκτρονικό] [Παραπομπή: 14 5 2018.] <https://github.com/adafruit/Fritzing-Library/tree/master/parts>.
- Garcia-Lopez, J, και συν. 2005.** The Validation of a New Method that Measures Contact and Flight Times During Vertical Jump. *International Journal of Sports Medicine*. Spain : s.n., 2005.
- GyKo. <http://gyko.it/>. [Ηλεκτρονικό] [Παραπομπή: 31 5 2018.] <http://gyko.it/>.
- How to Draw Euler Angles and Utilize Euler Parameters.* **Schwab, A. L. και Meijaard, J P. 2006.** Philadelphia, Pennsylvania, USA : The American Society of Mechanical Engineers (ASME), 2006. ASME 2006 International Design Engineering Technical Conferences and Computers and Information in Engineering Conference. σσ. 259-265.
- <http://iot-m2m.blogspot.com/>. *Course: Internet of Things*. [Ηλεκτρονικό] <http://iot-m2m.blogspot.com/2016/05/final-project.html>.

- Islam, Mahmoud, και συν. 2015.** The reliability of a real time wearable sensing device to measure vertical jump . *Elsevier Ltd.* 2015, Τόμ. ScienceDirect.
- JARNING, JON M, και συν. 2015.** Application of a tri-axial accelerometer to estimate jump frequency in volleyball. *Sports Biomechanics Journal*. Norway : Sports Biomechanics, 2015. 14.
- Jump Mat. *www.topendsports.com*. [Ηλεκτρονικό] [Παραπομπή: 30 5 2018.]
<https://www.topendsports.com/testing/equipment-jumpmat.htm>.
- Just Jump. *https://www.topendsports.com*. [Ηλεκτρονικό] [Παραπομπή: 24 6 2018.]
<https://www.topendsports.com/testing/equipment-justjump.htm>.
- LEARD, JOHN S, και συν. 2007.** VALIDITY OF TWO ALTERNATIVE SYSTEMS FOR MEASURING VERTICAL JUMP HEIGHT. *Journal of Strength and Conditioning Research*. National Strength & Conditioning Association , 2007.
- Lesinski, Melanie, Muehlbauer, Thomas και Granacher, Urs. 2016.** Concurrent validity of the Gyko inertial sensor system for the assessment of vertical jump height in female sub-elite youth soccer players. *BMC Sports Science, Medicine and Rehabilitation* . Potsdam, Germany : BioMed Central, 2016.
- Li, Ryan T, και συν. 2015.** Wearable Performance Devices in Sports Medicine. *Athletic Training (Clinical review)*. Cleveland, Ohio : Department of Orthopaedic Surgery, University Hospitals Case Medical Center, 2015.
- Make Fare. *https://makerfaire.com*. [Ηλεκτρονικό] [Παραπομπή: 6 6 2018.]
<https://makerfaire.com>.
- McBRIDE, JEFFREY M, και συν. 1999.** A Comparison of Strength and Power Characteristics Between Power Lifters, Olympic Lifters, and Sprinters. *Journal of Strength and Conditioning Research*. National Strength & Conditioning Association, 1999, 13.
- NXP Circuit Cellar. *https://www.nxp.com/*. [Ηλεκτρονικό] [Παραπομπή: 11 6 2018.]
http://cache.freescale.com/files/sensors/doc/reports_presentations/ARTICLE_REPRINT.pdf?t=el.
- Samozino, Pierre, και συν. 2008.** A simple method for measuring force, velocity and power output during. *Journal of Biomechanics*. 2008, 41.
- Simpson, Jeffrey D, και συν. 2018.** Ground reaction forces during a drop vertical jump: Impact of external load training. *Human Movement Science*. Elsevier, 2018, 59.
- Vert. *https://www.myvert.com/*. [Ηλεκτρονικό] [Παραπομπή: 1 6 2018.]
<https://www.myvert.com/>.
- Vertical Jump Laser System. *www.topendsports.com*. [Ηλεκτρονικό] [Παραπομπή: 28 5 2018.]
<https://www.topendsports.com/testing/equipment-jump-laser.htm>.
- Wall.** Power Systems Wall-Mounted Vertical Jump Tester. *https://www.amazon.com/*. [Ηλεκτρονικό] [Παραπομπή: 18 5 2018.]
https://www.amazon.com/gp/product/B003GX5MWO/ref=s9_acsd_hps_bw_c_x_2_w.
- Wall, Magnetic.** Wall Mounted VJ Testing. *www.topendsports.com*. [Ηλεκτρονικό] [Παραπομπή: 18 5 2018.] <https://www.topendsports.com/testing/products/vertical-jump.htm>.

What is my vertical. *www.whatsmyvertical.com*. [Ηλεκτρονικό] [Παραπομπή: 30 5 2018.]
<https://www.whatsmyvertical.com/how-to-measure-vertical/#tab-con-4>.

Wikipedia. 2018. Frizting. *Frizting*. [Ηλεκτρονικό] 20 4 2018. [Παραπομπή: 14 5 2018.]
<https://en.wikipedia.org/wiki/Frizting>.

—. **2018.** Microcontroller. *Microcontroller*. [Ηλεκτρονικό] 9 5 2018. [Παραπομπή: 14 5 2018.]
<https://en.wikipedia.org/wiki/Microcontroller>.

Willy, Richard W. 2018. Physical Therapy in Sport. <https://www.physicaltherapyinsport.com>.
[Ηλεκτρονικό] 1 2018. [Παραπομπή: 22 6 2018.]
[https://www.physicaltherapyinsport.com/article/S1466-853X\(17\)30518-7/fulltext](https://www.physicaltherapyinsport.com/article/S1466-853X(17)30518-7/fulltext).

www.nodemcu.com. *www.nodemcu.com*. [Ηλεκτρονικό] [Παραπομπή: 9 5 2018.]
http://www.nodemcu.com/index_en.html#fr_54747661d775ef1a3600009e.

Βελώνη, Αναστασία και Αλατσαθιανός, Σταμάτης. 2014. Βιομηχανική Πληροφορική. [συγγρ. βιβλίου] Αλατσαθιανός Σταμάτης Βελώνη Αναστασία. *Βιομηχανική Πληροφορική*. Αθήνα : Αυτοέκδοση, 2014, σ. 587.

Γκικόπουλος, Παναγιώτης Σπυρίδωνας. 2017. Σχεδίαση, ανάπτυξη και αξιολόγηση φυσικού χειριστηρίου για την αλληλεπίδραση με τρισδιάστατα εικονικά περιβάλλοντα. *ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ*. Πάτρα : Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Τεχνολογίας Υπολογιστών της Πολυτεχνικής Σχολής του Πανεπιστημίου Πατρών, 2017.

Κανδρής, Διονύσιος. 2010. Ανάπτυξη Αλγορίθμων Εποπτικού Ελέγχου Ασύρματα Συνδεδεμένων Συστημάτων, Διδακτορική Διατριβή (255). <http://nemertes.lis.upatras.gr/jspui/>. [Ηλεκτρονικό] 2010. [http://nemertes.lis.upatras.gr/jspui/bitstream/10889/4714/1/Nimertis_Kandris\(ele\).pdf](http://nemertes.lis.upatras.gr/jspui/bitstream/10889/4714/1/Nimertis_Kandris(ele).pdf).

