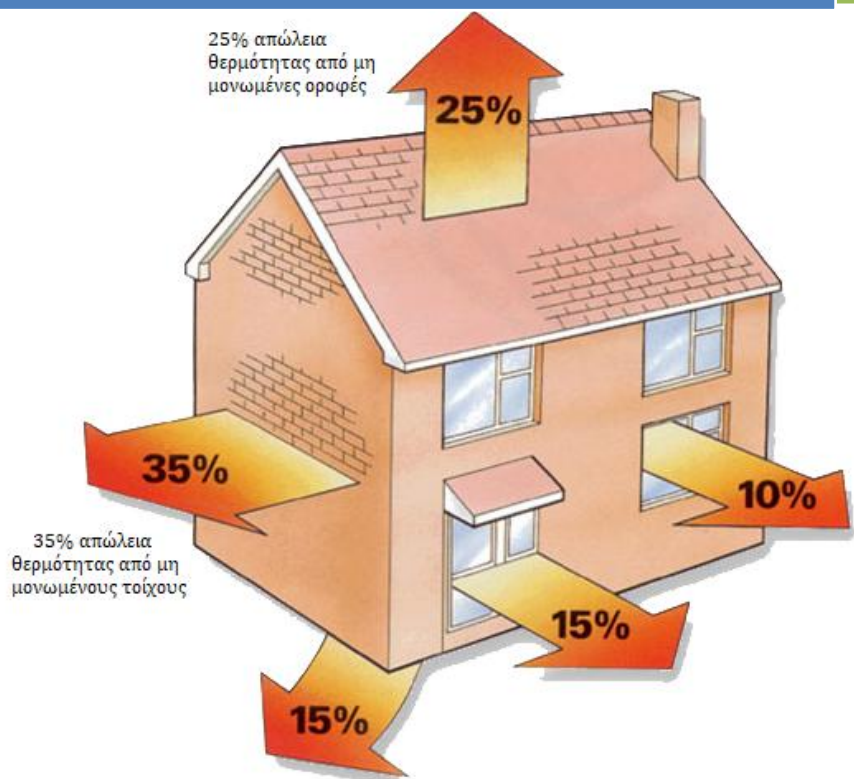




ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΜΕΣΟΓΕΙΑΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

Μηχανολόγων Μηχανικών

Θέμα διπλωματικής εργασίας: Η τεχνολογία Arduino σε κτηριακές εφαρμογές



ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:
ΣΑΚΚΑΣ ΝΙΚΟΣ

ΦΟΙΤΗΤΗΣ:
ΞΗΡΟΚΩΣΤΑΣ ΓΕΩΡΓΙΟΣ
Α.Μ. 5742

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

1. Εισαγωγή
2. Η πλατφόρμα Arduino.
 - 2.1. Γενικά χαρακτηριστικά του μικροεπεξεργαστή
 - 2.2. Προγραμματισμός
3. Χρήση σε κτιριακές εφαρμογές και κόστος
 - 3.1. Μετρήσεις θερμοκρασίας
 - 3.2. Μετρήσεις υγρασίας
 - 3.3. Μετρήσεις φωτός
 - 3.4. Μετρήσεις παροχής
 - 3.5. Μετρήσεις ενέργειας
4. Πρακτικά σενάρια χρήσης
 - 4.1. Ενεργειακή απόδοση
 - 4.2. Μελέτη απωλειών
 - 4.2.1. Φωτογραφίες χώρου εργαστηρίου
 - 4.2.2. Μετρήσεις 6 μηνών από Arduino
 - 4.2.3. Υπολογισμός απωλειών θερμότητας
5. Προτάσεις

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Ο μικροελεγκτής (microcontroller) είναι ένας τύπος επεξεργαστή, μια παραλλαγή ουσιαστικά του μικροεπεξεργαστή, ο οποίος μπορεί να λειτουργήσει με ελάχιστα εξωτερικά εξαρτήματα, λόγω των πολλών ενσωματωμένων υποσυστημάτων που διαθέτει.

Χρησιμοποιείται ευρύτατα σε όλα τα ενσωματωμένα συστήματα ελέγχου χαμηλού και μεσαίου κόστους, όπως αυτά που χρησιμοποιούνται σε αυτοματισμούς, ηλεκτρονικά καταναλωτικά προϊόντα (από ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές έως παιχνίδια), ηλεκτρικές συσκευές και κάθε είδους αυτοκινούμενα τροχοφόρα οχήματα.

Πιο συγκεκριμένα, το Arduino είναι μια υπολογιστική πλατφόρμα βασισμένη σε μια απλή μητρική πλακέτα με ενσωματωμένο μικροελεγκτή και εισόδους/εξόδους, και η οποία μπορεί να προγραμματιστεί με τη γλώσσα Wiring (ουσιαστικά πρόκειται για τη C++ με κάποιες μετατροπές).

Το Arduino μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη ανεξάρτητων διαδραστικών αντικειμένων αλλά και να συνδεθεί με υπολογιστή μέσω προγραμμάτων σε Processing, Max/MSP, Pure Data, SuperCollider.

Οι περισσότερες εκδόσεις του Arduino μπορούν να αγοραστούν προσυναρμολογημένες, το διάγραμμα και πληροφορίες για το υλικό είναι ελεύθερα διαθέσιμα για αυτούς που θέλουν να συναρμολογήσουν το Arduino μόνοι τους.

Τα παραπάνω δεν ακούγονται πρωτότυπα. Υπάρχουν και άλλες πλατφόρμες και υλοποιήσεις που μπορούν να κάνουν τα ίδια πράγματα. Ποια είναι η ειδοποιός διαφορά; Το Arduino βασίζεται σε τεχνολογίες ανοιχτού κώδικα. Μπορεί να κατασκευαστεί από τον καθένα, μπορεί να ενσωματωθεί σε συσκευές ακόμα και για εμπορικούς σκοπούς και το σημαντικότερο είναι ότι υπάρχει μια ολόκληρη κοινότητα που χρησιμοποιεί το Arduino σε κατασκευές άρα υπάρχει μεγάλος όγκος ελεύθερης πληροφορίας.

Γενικά, τα Projects στον εν λόγω μικροελεγκτή μπορούν να είναι αυτόνομα (σε επίπεδο hardware) ή να επικοινωνούν με κάποιο software στον ηλεκτρονικού υπολογιστή του προγραμματιστή (προγράμματα όπως τα Flash, Processing, MaxMSP).

Το Arduino χρησιμοποιεί τώρα ένα ειδικά προγραμματιζόμενο Atmega382 αντί του chip FTDI ώστε αυτό να επιτρέπει τόσο την πιο γρήγορη ταχύτητα μεταφοράς όσο και τη γρήγορη σειριακή επικοινωνία.

Ο μικροεπεξεργαστής ενός Arduino συνήθως προγραμματίζεται εκ των προτέρων ώστε να παρέχει κάποιο φορτωτή εκκίνησης (BootLoader). Ο φορτωτής εκκίνησης υπάρχει ώστε να απλοποιεί την διαδικασία της αποθήκευσης των προγραμμάτων στην Flash Memory του Arduino μέσω σειριακής USB θύρας.

Επιπλέον, η γλώσσα προγραμματισμού, οι διάφορες βιβλιοθήκες και το ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης που υπάρχουν για τον προγραμματισμό της πλατφόρμας Arduino αποτελούν ανοιχτό λογισμικό προσφέροντας έτσι ανεκτίμητη γνώση σε όλους.

2.Η πλατφόρμα Arduino.

Βασικά Πλεονεκτήματα πλατφόρμας Arduino

- Οικονομική: Η πλατφόρμα Arduino αποτελεί οικονομική λύση διότι είναι φθηνότερη. Επιπλέον, είναι αρχιτεκτονικά ανοιχτή και μπορεί ο οποιοσδήποτε να την αναπτύξει από μόνος του.
- Μεταφέρσιμη: Σε σχέση με τις υπάρχουσες πλατφόρμες στο εμπόριο η πλατφόρμα Arduino παρέχει πλήρη μεταφερσιμότητα με αποτέλεσμα να μπορεί να προγραμματιστεί στα περισσότερα λειτουργικά συστήματα.
- Επεκτάσιμη: Το υλικό και το λογισμικό της πλατφόρμας Arduino είναι ανοιχτά και ελεύθερα για όλους. Καθημερινά, χιλιάδες υποστηρικτές του ελεύθερου λογισμικού αναπτύσσουν διάφορες βιβλιοθήκες για την υποστήριξη της πλατφόρμας. Παράλληλα, τόσο η αρχιτεκτονική όσο και το υλικό της πλατφόρμας εξελίσσονται συνεχώς.

Παρακάτω ακολουθούν μερικές από τις πλατφόρμες Arduino που έχουν αναπτυχθεί και όπου η κάθε μία είτε αποτελεί εξέλιξη κάποιας άλλης, είτε έχει αναπτυχθεί για κάποιο συγκεκριμένο σκοπό:

- Arduino Uno
- Arduino Diecimila
- Arduino Duemilanove
- Arduino Mega1280
- Arduino Mega2560
- Arduino Nano
- Arduino Bluetooth
- LilyPad Arduino
- Arduino Stamp
- Arduino Fio
- Arduino NG
- Arduino NG+
- Arduino Mini Extreme
- Arduino USB
- Serial Arduino

Ακολουθεί ένας πίνακας όπου περιέχει για τις πιο τυπικές πλατφόρμες Arduino τα βασικά χαρακτηριστικά όσο αφορά το υλικό τους μέρος.

| Πλατφόρμα Arduino | Μικροελεγκτής Atmel AVR | Flash KiB | EEPROM KiB | SRAM KiB | Ψηφιακές Επαφές Ε / Ε | PWM | Αναλογικές Επαφές Εισόδου |
|-------------------|-------------------------|-----------|------------|----------|-----------------------|-----|---------------------------|
| Diecimila | ATmega168 | 16 | 0.5 | 1 | 14 | 6 | 6 |
| Duemilanove | ATmega168/328 | 16 | 0.5 | 1 | 14 | 6 | 6 |
| Uno | ATmega328 | 32 | 1 | 2 | 14 | 6 | 6 |
| Mega | ATmega1280 | 128 | 4 | 8 | 54 | 14 | 16 |
| Fio | ATmega328P | 32 | 1 | 2 | 14 | 6 | 8 |
| Mega 2560 | ATmega2560 | 256 | 4 | 8 | 54 | 14 | 16 |

ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΟΥ ΜΙΚΡΟΕΠΕΞΕΡΓΑΣΤΗ “Arduino”

Το 2005, στην Ivrea της Ιταλίας (η ιστοσελίδα της εταιρείας υπολογιστών Olivetti), ένα έργο άρχισε να δημιουργείται, μια συσκευή για τον έλεγχο σχεδίων, χτισμένο από μαθητές με λιγότερα έξοδα από ότι με άλλα πρωτότυπα συστήματα που ήταν διαθέσιμα εκείνη τη στιγμή.

Από τον Μάιο του 2011, περισσότερα από 300.000 Arduino ήταν «στην άγρια φύση». Εφευρέτες Massimo Banzì και David Cuartielles, ονόμασαν το έργο τους Arduin of Ivrea. Το «Arduino» είναι επίσης ένα ιταλικό όνομα, που σημαίνει «γενναίος φίλος». Το έργο Arduino είναι μια παραγόμενη έκδοση της πλατφόρμας ανοικτού κώδικα Wiring Platform.

Ο Κολομβιανός προγραμματιστής Hernando Barragan δημιούργησε την καλωδίωση «Wiring» ως μια μεταπτυχιακή διπλωματική εργασία στο Interaction Design Institute Ivrea υπό την εποπτεία του Massimo Banzì και του Casey Reas.

Η Καλωδίωση «Wiring» βασίστηκε στην επεξεργασία και το ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης που είχε δημιουργηθεί από τον Casey Reas και τον Ben Fry.

Το Arduino χτίστηκε γύρω από το έργο της καλωδίωσης «Wiring» του Hernando Barragan. Επρόκειτο να είναι μια ηλεκτρονική έκδοση της επεξεργασίας που χρησιμοποιήθηκε σε προγραμματιστικό περιβάλλον και ήταν η βάση για την σύνταξη επεξεργασίας. Αυτό ήταν υπό την εποπτεία του Hernando και του Massimo Banzì, ιδρυτές ενός Arduino.

Ήταν κομμάτι της φαντασίας ότι θα υπήρχαν Arduino χωρίς καλωδιώσεις και ότι δεν θα υπάρχει καλωδίωση χωρίς επεξεργασία. Η επεξεργασία σίγουρα δεν θα υπήρχε χωρίς τη γλώσσα προγραμματισμού Design By Numbers και τον John Maeda.

Μια πλακέτα που αποτελείται από έναν 8-bit μικροελεγκτή Atmel AVR με συμπληρωματικά στοιχεία για τη διευκόλυνση του προγραμματισμού και της ενσωμάτωσης σε άλλα κυκλώματα. Μια σημαντική πτυχή του Arduino είναι ο τυπικός τρόπος ότι σύνδεσμοι εκτίθενται, επιτρέποντας τη CPU να συνδεθεί με μια ποικιλία εναλλακτικές πρόσθετες λειτουργικές μονάδες, γνωστές ως ασπίδες “shield”.

Ορισμένες ασπίδες “shield” επικοινωνούν με την πλακέτα του Arduino άμεσα μέσω διαφόρων ακίδων, αλλά πολλές ασπίδες είναι μεμονωμένα καθορισμένες μέσω ενός σειριακού διαύλου I²C, επιτρέποντας πολλές ασπίδες, να στοιβάζονται και να χρησιμοποιούνται παράλληλα. Το επίσημο Arduino χρησιμοποίησε τη σειρά megaAVR και ειδικά τους ATmega8, ATmega168, ATmega328, ATmega1280 και ATmega2560.

Πολλοί από τους άλλους επεξεργαστές έχουν χρησιμοποιηθεί από συμβατά Arduino. Οι περισσότερες πλακέτες περιλαμβάνουν μια γραμμική ρύθμιση 5 volt και μια 16 MHz crystal oscillator (ή κεραμικό συντονιστή σε μερικές παραλλαγές), αν και μερικά σχέδια όπως το LilyPad εκτελείται στα 8 MHz και βασίζετε από τους ρυθμιστές τάσης πλακέτας λόγω ειδικής φόρμας παράγοντα με περιορισμούς. Ο Arduino μικροελεγκτής είναι επίσης προγραμματισμένος με έναν φορτωτή εκκίνησης που απλοποιεί την αποστολή των προγραμμάτων στη on-chip flash memory, σε σύγκριση με άλλες συσκευές που χρειάζεται συνήθως ένας εξωτερικός προγραμματιστής.

Σε εννοιολογικό επίπεδο, όταν χρησιμοποιείτε λογισμικό στοίβας Arduino, όλες οι ασπίδες “shield” προγραμματίζονται μέσω μιας σειριακής σύνδεσης RS-232, αλλά ο τρόπος που αυτό υλοποιείται διαφέρει από την έκδοση υλικού.

Σειριακές πλακέτες Arduino περιέχουν ένα απλό κύκλωμα αντιστροφής για μετατροπή μεταξύ επιπέδων RS232 και TTL-επίπεδου σημάτων. Αυτές οι πλακέτες Arduino προγραμματίζονται μέσω USB και υλοποιείτε χρησιμοποιώντας τις μάρκες USB-σε-σειριακό προσαρμογέα όπως η FTDI FT232.

Μερικές παραλλαγές, όπως το Arduino Mini και η ανεπίσημη Boarduino, χρησιμοποιούν ένα αποσπώμενο προσαρμογέα USB-σεσειριακή ή καλώδιο, Bluetooth ή άλλες μεθόδους.

Συγκεκριμένα για την υλοποίηση αυτής της πτυχιακής εργασίας χρησιμοποιήσαμε το Arduino Uno R3 λόγω του χαμηλού κόστους και της άμεσης διαθεσιμότητας, διότι όσον αφορά την σύνδεση του μικροεπεξεργαστή θα χρησιμοποιούσαμε περίπου την ίδια διαδικασία.

ΑΝΑΛΥΤΙΚΗ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΟΥ “ARDUINO UNO R3”

Ο Arduino είναι ένα εργαλείο που βοηθάει, θα λέγαμε, τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές να έρθουν πιο κοντά στο φυσικό περιβάλλον ούτως ώστε να ελεγχθούν και να ληφθούν μετρήσεις φυσικών περιβαλλοντικών καταστάσεων. Είναι, με λίγα λόγια, ο μεσολαβητής μεταξύ ηλεκτρονικών υπολογιστών και περιβάλλοντος.

Πρόκειται, ουσιαστικά, για μια φυσική υπολογιστική πλατφόρμα ανοιχτής πηγής, η οποία βασίζεται σε μια απλή πλακέτα μικροελεγκτή και σε ένα περιβάλλον ανάπτυξης σύμφωνα με το οποίο το λογισμικό γράφεται στην πλακέτα.

Οι Arduino μπορούν να χρησιμοποιηθούν για τη δημιουργία αλληλεπιδραστικών αντικειμένων, αφού δέχονται δεδομένα από μια ποικιλία από εισόδους, όπως αισθητήρες ή διακόπτες, και ταυτόχρονα είναι σε θέση να ελέγξουν έναν μεγάλο εύρος από διόδους φωτός, από μηχανές ή άλλες φυσικές εξόδους. Οι εφαρμογές τους μπορούν να χρησιμοποιηθούν μεμονωμένα ή και με σύνδεση με ηλεκτρονικό υπολογιστή μέσω του κατάλληλου λογισμικού.

Η σύνδεση της πλακέτας μπορεί να γίνει με ευκολία από τον ίδιο το χρήστη ή και να είναι ήδη πραγματοποιημένη από την εταιρεία ώστε ο χρήστης να την αγοράσει έτοιμη, ενώ παράλληλα το IDE λογισμικό βρίσκεται διαθέσιμο δωρεάν στο διαδίκτυο ώστε ο χρήστης να μπορεί να το κατεβάσει χωρίς καμία καθυστέρηση ή χρηματική επιβάρυνση.

Κάθε πλατφόρμα οποιασδήποτε εταιρείας όμοια με τον Arduino χρησιμοποιείται για να συγκεντρωθούν όλες οι προγραμματιστικές λεπτομέρειες, που ενδεχομένως να προκαλούν μια σύγχυση στο χρήστη, σε ένα εύκολο και έτοιμο προς χρήση πακέτο. Ο Arduino, όμως, δεν απλοποιεί μόνο τη διαδικασία χρήσης μικροελεγκτή, αλλά ταυτόχρονα προσφέρει και κάποια επιπλέον πλεονεκτήματα για καθηγητές, μαθητές και αρχάριους σε σχέση με τις υπόλοιπες πλατφόρμες.

2.1 Γενικά χαρακτηριστικά του μικροεπεξεργαστή

Πλεονεκτήματα χρήσης Arduino

- Χαμηλό κόστος (Ακόμα και οι έτοιμες πλακέτες δεν κοστίζουν περισσότερο από
- Εύρος πλατφορμών ανάπτυξης (Windows, MAC και Linux)
- Απλό και ξεκάθαρο περιβάλλον προγραμματισμού.
- Εκτενές και ανοιχτής πηγής λογισμικό (Δυνατότητα επέκτασης της γλώσσας προγραμματισμού μέσω της χρήσης βιβλιοθηκών C/C++)
- Εκτενές και ανοιχτής πηγής συσκευές (Βασίζεται στον μικροελεγκτή ATMEGA8 και στον ATMEGA168 της εταιρείας Atmel)

Όσον αφορά την αρχιτεκτονική του το Arduino είναι μια πλατφόρμα βασισμένη στον ATMEGA328. Περιέχει 14 ψηφιακούς ακροδέκτες I/O εισόδου-εξόδου, 6 αναλογικές εισόδους και 6 ψηφιακές εξόδους έναν ταλαντωτή των 16 MHz, υποδοχή σύνδεσης με USB καλώδιο, υποδοχή σύνδεσης με ρεύμα, δυνατότητα εντός του κυκλώματος σειριακού προγραμματισμού-ICSP (In-Circuit Serial Programming) και ένα κουμπί επανεκκίνησης (reset) σε περίπτωση που βραχυκυκλώσει χωρίς την θέλησή μας. Εμπεριέχει όλα όσα χρειάζονται για την υποστήριξη ενός μικροελεγκτή. Το μόνο που απαιτείται είναι η σύνδεσή του με έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή μέσω ενός καλωδίου USB ή τροφοδοσία του μέσω ενός μετασχηματιστή τάσης για τη μετατροπή μεταξύ εναλλασσόμενου και ασυνεχούς ρεύματος (adaptor AC-to-DC-Alternating Current to Direct Current) ή μιας μπαταρίας.

Οι πλατφόρμες Arduino διαθέτουν τρεις βασικές μνήμες

- Flash memory (32 Kbytes) στην οποία τοποθετείται κάθε φορά το πρόγραμμα που πρόκειται να εκτελεστεί καθώς και ο φορτωτής εκκίνησης που διευκολύνει την διαδικασία του προγραμματισμού της πλατφόρμας.
- SRAM memory (στατική μνήμη τυχαίας προσπέλασης των 2 Kbytes) η οποία χρησιμοποιείται για την προσωρινή αποθήκευση των στατικών και των μεταβλητών δεδομένων του προγράμματος που εκτελείται.
- EEPROM memory (1 Kbytes) στην οποία αποθηκεύονται οι τιμές των μεταβλητών όταν η πλατφόρμα σβήσει(OFF). Χρησιμοποιείται για την αποθήκευση ρυθμίσεων και άλλων παραμέτρων ανάμεσα στα Reset του Arduino.

Πρέπει να προστεθεί πως η μνήμη Flash και η μνήμη EEPROM είναι σταθερές (οι πληροφορίες παραμένουν μετά την απενεργοποίηση του ρεύματος). Η μνήμη SRAM είναι ασταθής και οι πληροφορίες χάνονται όταν εναλλάσσεται το ρεύμα.

Επειδή δεν υπάρχει πολύ διαθέσιμη SRAM, αν τελειώσει, το πρόγραμμα μπορεί να αποτύχει με απροσδόκητους τρόπους. Μπορεί να φαίνεται ότι φορτώνει με επιτυχία, αλλά δεν τρέχει, ή τρέχει παράξενα. Για να ελεγχθεί εάν αυτό συμβαίνει, μπορούν να μειωθούν τα σχόλια ή οι σειρές ή άλλες δομές δεδομένων στο sketch (χωρίς να αλλάξει ο κώδικας). Εάν λειτουργεί με επιτυχία στη συνέχεια, κατά πάσα πιθανότητα έχει εξαντληθεί η SRAM. Ένας τρόπος για να αντιμετωπιστεί αυτό το πρόβλημα είναι αν υπάρχουν πίνακες αναζήτησης ή άλλοι μεγάλοι πίνακες, τότε μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο μικρότερος τύπος δεδομένων που είναι αναγκαίος για να αποθηκευτούν οι τιμές που χρειάζονται.

Ακροδέκτες ρεύματος

Οι Ακροδέκτες ρεύματος αποτελούνται από (νούμερο 10 στην παρακάτω εικόνα) 3.3V: 3.3Volts έξοδο 5V: 5 Volts έξοδο GND: 2 γειώσεις VIN: Η τάση εισόδου στην πλακέτα Arduino όταν είναι με μια εξωτερική πηγή ενέργειας (σε αντιδιαστολή με 5 volt από τη σύνδεση USB ή άλλη ρυθμιζόμενη πηγή ενέργειας).

Αναλογικοί ακροδέκτες

Αναλογικοί ακροδέκτες (νούμερο 11 στην παρακάτω εικόνα) είναι οι συντελεστές όπου θα συνδέσετε τα αναλογικά συστατικά, όπως τα ποτενσιόμετρα και άλλους αισθητήρες. Αν και οι ψηφιακές εισοδοί / έξοδοι λειτουργούν μόνο με 0 και 1 τιμές, οι αναλογικές inputs λειτουργούν με τιμές 0 έως 1023.

Ψηφιακοί ακροδέκτες

Ψηφιακοί ακροδέκτες (νούμερο 13 στην παρακάτω εικόνα) μπορεί να λειτουργήσουν ως εισροές ή εκροές και να ορίσετε πώς θα λειτουργήσουν με την pinMode λειτουργία (). Οι πείροι που έχουν το "~" μπροστά από τα νούμερα είναι PWM (Pulse Width Modulation) έξοδοι, και μπορούν να μιμηθούν αναλογικής εξόδου με λειτουργία analogWrite (). Όταν χρησιμοποιείτε αυτή τη λειτουργία, διαμορφώνετε το πλάτος του παλμού, μεταβάλλοντας τη συχνότητα max και χαμηλών παλμών (0 ή 1), μιμούμενοι ένα αναλογικό παλμό.

Συνοπτική περιγραφή Arduino

- Το Arduino Uno R3 παρουσιάζει τα εξής χαρακτηριστικά:
- Μικροελεγκτής ATMEGA328
- Τάση λειτουργίας 5
- Τάση εισόδου (συνίσταται) 7-12V
- Όρια τάσης εισόδου 6-20V
- Ψηφιακοί ακροδέκτες I/O 14(6 εκ των οποίων PWM έξοδο)
- Αναλογικοί ακροδέκτες εισόδου 6
- Ισχύς συνεχόμενου ρεύματος ανά ακροδέκτη 40mA
- Ισχύς συνεχόμενου ρεύματος για ακροδέκτη τάσης 3.3V 50mA
- Μνήμη flash 32KB(ATMEGA328)
- Μνήμη SRAM 2KB(ATMEGA328)
- Μνήμη EEPROM 1KB(ATMEGA328)
- Ταχύτητα ρολογιού 16MHz



1- USB υποδοχή

2-υποδοχή τροφοδοσίας,

3-επεξεργαστή

4-chip επικοινωνίας

5-16 MHz κρυστάλλου

6-κουμπί επαναφοράς

7-Led ON

8-TX / NX Leds

9 -Led

10 -ακροδέκτες ρεύματος

11 -Αναλογικές Είσοδοι

12 -TX και RX ακροδέκτες

13 -Ψηφιακές είσοδοι / έξοδοι. μπροστά από τους αριθμούς είναι για PWM εξόδους.

14 -Ισόγειο και AREF ακροδέκτες

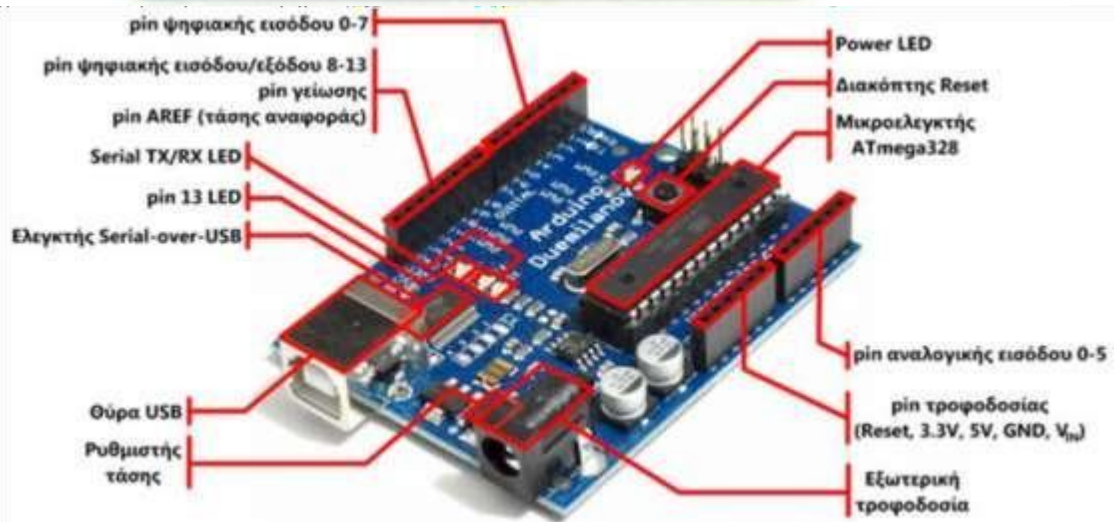
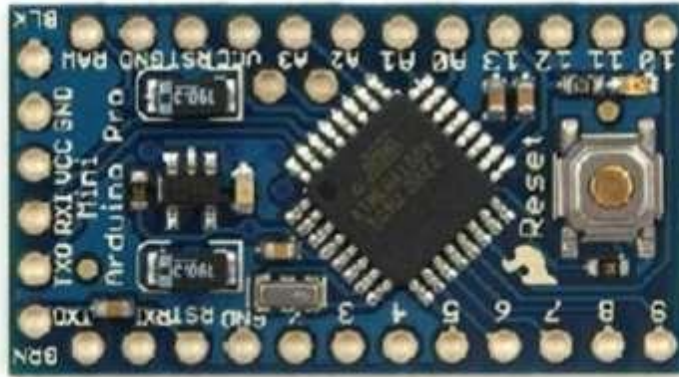
15-ICSP για ATmega328

16 -ICSP για διασύνδεση USB

Ο αριθμός των ακίδων (ψηφιακών in / out και αναλογικών) ποικίλλουν ανάλογα με το μοντέλο.

ΑΛΛΑ ΜΟΝΤΕΛΑ

Arduino Pro Mini



Μικροεπεξεργαστής: ATmega168

Ρεύμα τροφοδοσίας: 3.3V ή 5V

Τάση εισόδου: 3.35 -12 V ή 5 - 12 V

Ψηφιακοί ακροδέκτες: 14

Αναλογικοί ακροδέκτες: 6

DC ρεύμα: 40 Ma

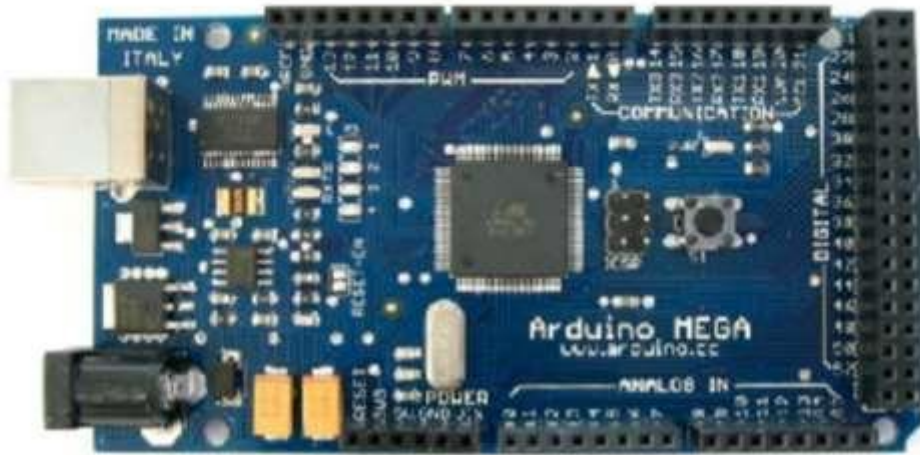
Μνήμη: 16 KB

SRAM: 1 KB

EEPROM: 512 bytes

Ταχύτα: 8 MHz ή 16 M

Arduino Mega



Μικροεπεξεργαστής: ATmega1280

Ρεύμα τροφοδοσίας: 5V

Τάση εισόδου: 6-20V

Ψηφιακοί ακροδέκτες: 54

Αναλογικοί ακροδέκτες: 16

DC ρεύμα: 40 Ma

Μνήμη: 128 KB

SRAM: 8 KB

EEPROM: 4 KB

Ταχύτητα: 16 MHz

Arduino LilyPad



Μικροεπεξεργαστής: ATmega168V ή ATmega328V

Ρεύμα τροφοδοσίας: 2.7-5.5 V

Τάση εισόδου: 2.7-5.5 V

Ψηφιακοί ακροδέκτες: 14

Αναλογικοί ακροδέκτες: 6

DC ρεύμα: 40 mA

Μνήμη: 16 KB

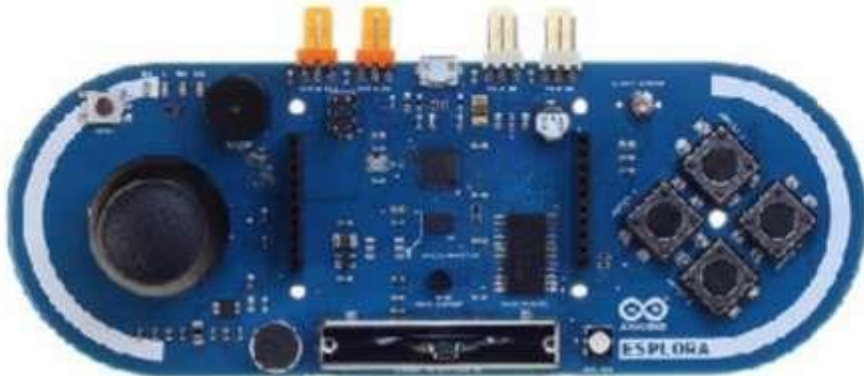
SRAM: 1 KB

EEPROM: 512 bytes

Ταχύτητα: 8 MHz

Αναλογικός μοχλός: 4 push-buttons

Arduino Esplora



Arduino Esplora

Ρυθμιστικό γραμμικού ποτενσιόμετρου

Μικρόφωνο

Αισθητήρα φωτός

Αισθητήρα θερμοκρασίας

Επιταχυνσιόμετρο τριών αξόνων

Ο βομβητής μπορεί να παράγει τετραγωνικά κύματα

RGB LED φωτεινό LED

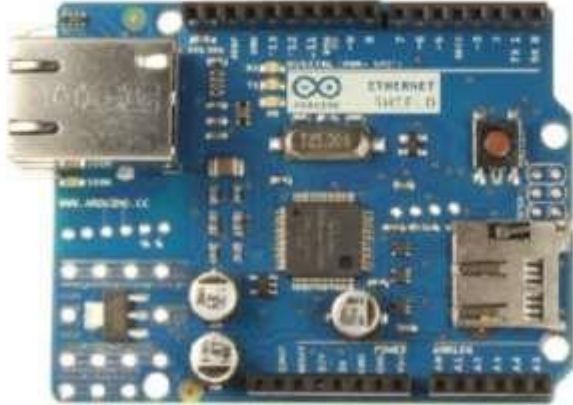
2 Είσοδοι TinkerKit για τη σύνδεση των μονάδων αισθητήρα TinkerKit με τις υποδοχές 3 ακίδων.

2 Έξοδοι TinkerKit για τη σύνδεση των μονάδων ενεργοποιητή TinkerKit με τις υποδοχές 3 ακίδων.

Υποδοχή σύνδεσης TFT για προαιρετική έγχρωμη οθόνη LCD, κάρτα SD

ΕΠΕΚΤΑΣΕΙΣ

Arduino Ethernet Shield



Επιτρέπει τη σύνδεση του Arduino με δίκτυο.

Arduino WiFi Shield



Επιτρέπει τη σύνδεση του Arduino με ασύρματα δίκτυα.

Arduino Motor Shield



Επιτρέπει τον έλεγχο 2 DC κινητήρων.

Arduino Bluetooth Shield



Δυνατότητα επικοινωνίας μέσω bluetooth.

Arduino GPS Shield



Δυνατότητα γεωεντοπισμού.

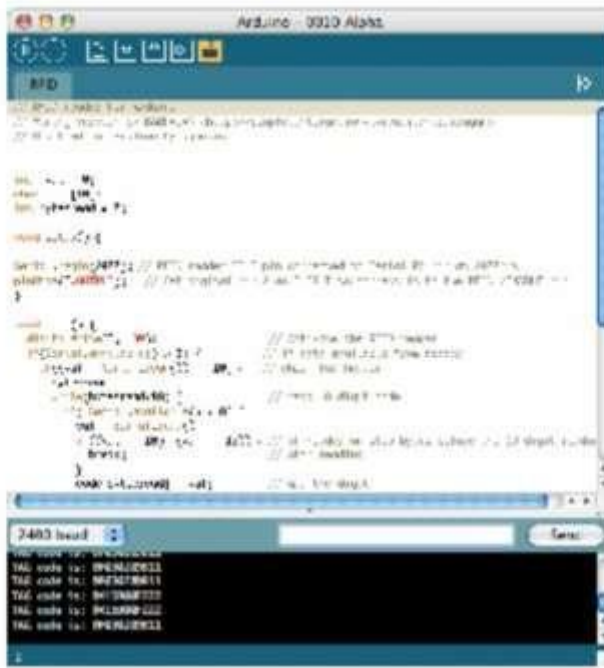
Arduino LCD Shield



Εύκολη πρόσβαση σε οθόνη LCD.

Προγραμματιστικά περιβάλλοντα

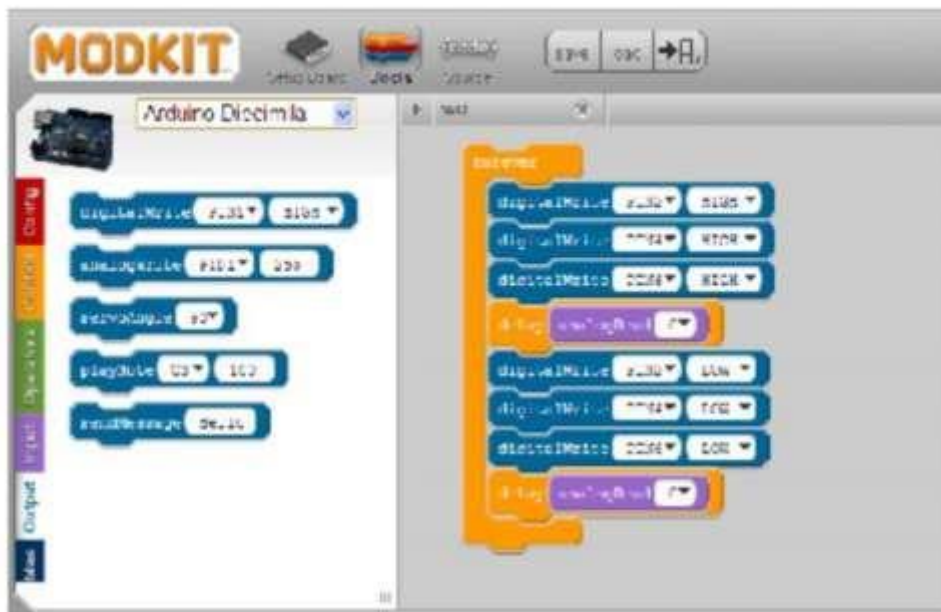
Arduino Software



Βασίζεται στην C

Windows/Linux/Mac OS

Modkit



Ελεύθερο – Ανοικτού κώδικα

Θυμίζει scratch

Windows/Linux/Mac OS

Minibloq



Ελεύθερο - Με πληρωμή

- Γραφικό περιβάλλον
- Windows/Linux/OLPC/Mac

2.2 Προγραμματισμός

Εγκατάσταση του προγράμματος

Για να γίνει σωστή εγκατάσταση του προγράμματος, πρέπει να ακολουθηθεί μια σειρά από βήματα, ανάλογα με το λειτουργικό σύστημα που διαθέτει. Στην περίπτωση μας θα εγκατασταθεί σε λειτουργικό σύστημα των Windows XP.

1. Πλακέτα Arduino και καλώδιο USB

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία επιλέχθηκε να χρησιμοποιηθεί η πλακέτα Arduino Uno. Θα χρειαστούμε ένα καλώδιο USB για να συνδεθούν πλακέτα και υπολογιστής.



2. Περιβάλλον Arduino Μεταφορώνουμε δωρεάν την τελευταία έκδοση Arduino-

1.0 από την ιστοσελίδα <http://arduino.cc/en/Main/Software>.

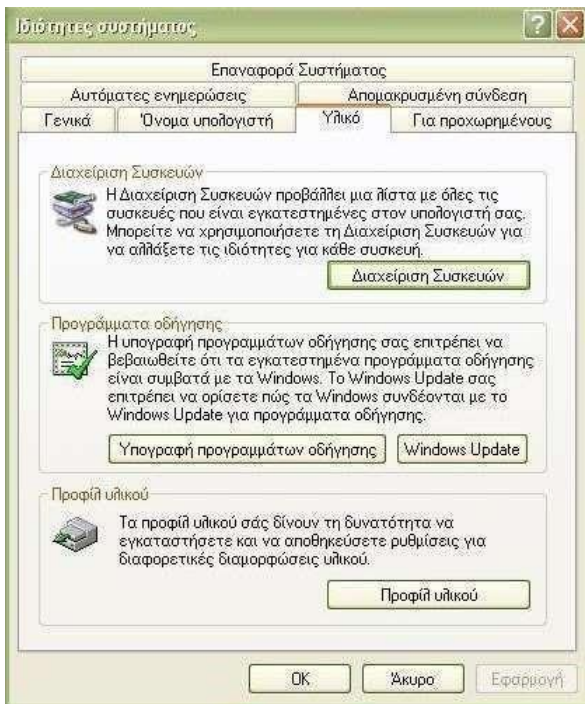
3. Σύνδεση της πλακέτα στον υπολογιστή

Συνδέουμε την πλακέτα Arduino Uno στον υπολογιστή χρησιμοποιώντας το καλώδιο USB. Παρατηρούμε ότι το LED της πλακέτας ανάβει.

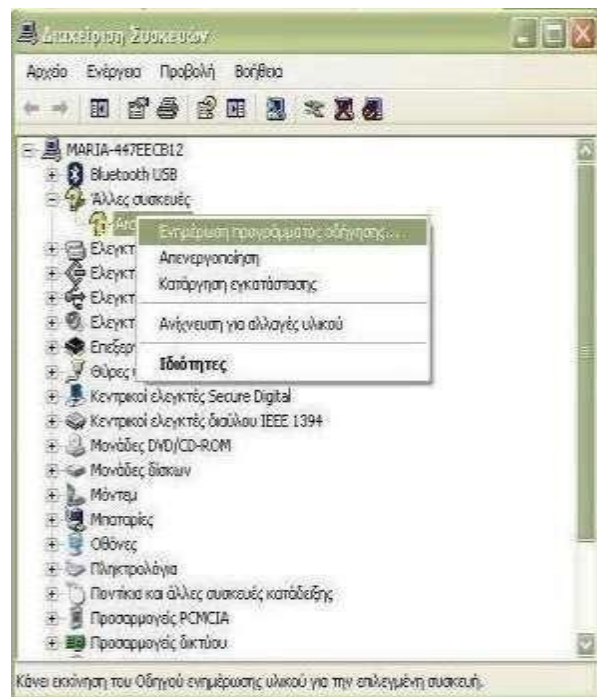
4. Εγκατάσταση του προγράμματος

Κάνουμε κλικ στο μενού Έναρξη, και ανοίγουμε τον Πίνακα Ελέγχου.

Από τον Πίνακα Ελέγχου, μεταβαίνουμε στο «Σύστημα» και ακολούθως «Υλικό» και ανοίγουμε τη διαχείριση συσκευών .



Βλέπουμε στις συσκευές το όνομα Arduino Uno. Κάνουμε δεξί κλικ και επιλέγουμε το «Ενημέρωση προγράμματος οδήγησης»



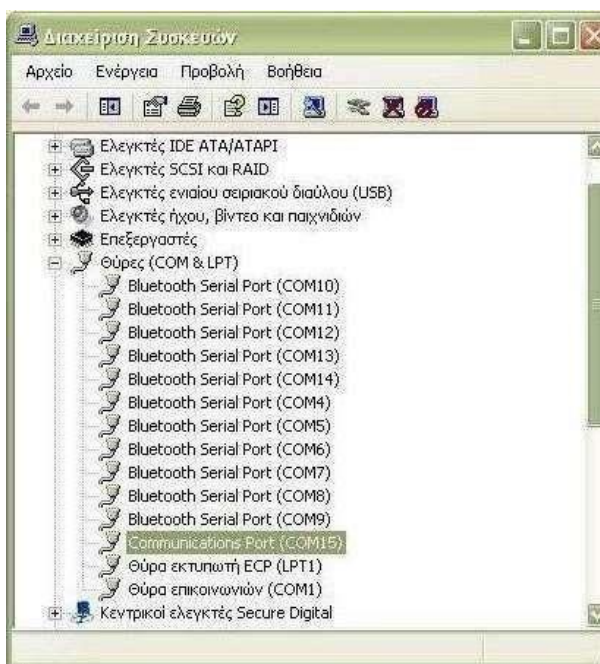
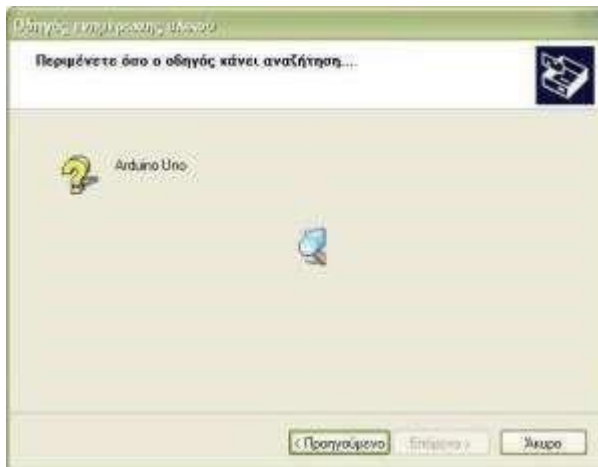
Ξεκινάει εγκατάσταση λογισμικού για το Arduino.



Κάνουμε εγκατάσταση τα drivers στον υπολογιστή μας



Περιμένουμε μέχρι να τελειώσει η εγκατάσταση λογισμικού για το Arduino.



Τελειώνοντας παρατηρούμε ότι στις Θύρες (COM & LPT) εμφανίστηκε το Serial Port COM 15 για το Arduino που θα χρησιμοποιήσουμε. Οπότε το Arduino έχει προγραμματιστεί στη σειριακή θύρα 15.



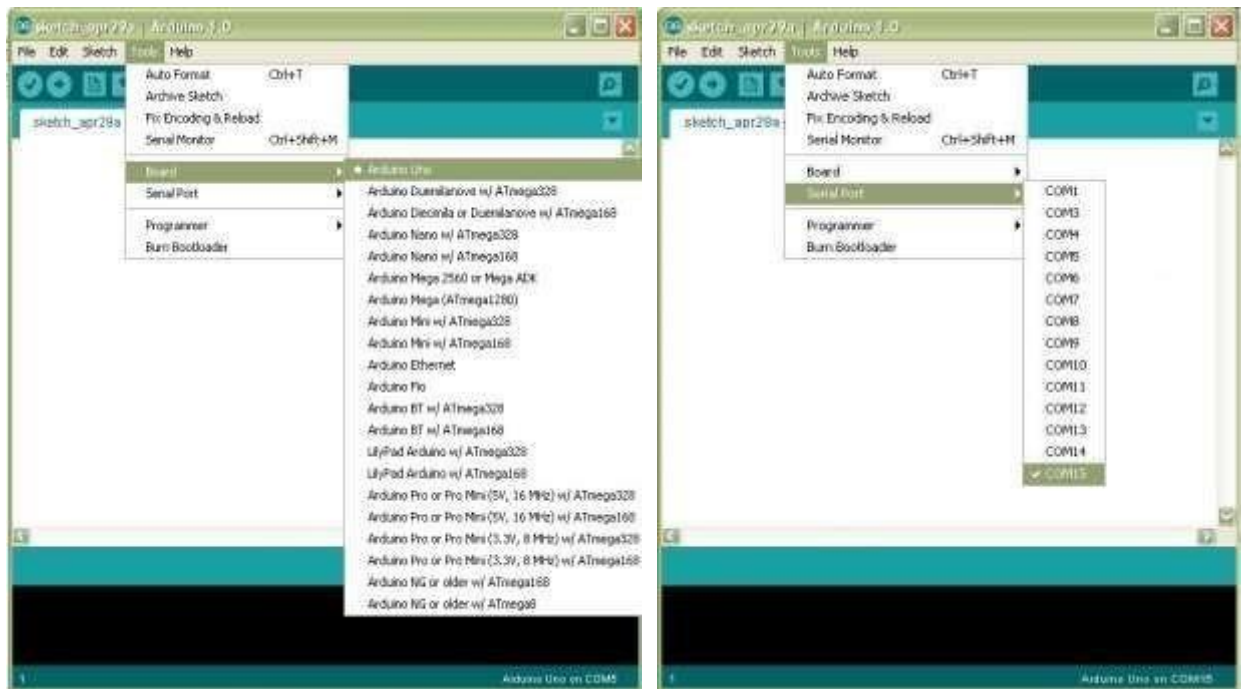
5. Έναρξη της εφαρμογής Arduino

Κάνουμε διπλό κλικ στην εφαρμογή Arduino.exe



6. Επιλογή Board και Σειριακής θύρας

Από το περιβάλλον ανάπτυξης του, από το μενού Tools επιλέγουμε για Board το Arduino Uno και για Σειριακή θύρα το COM15.



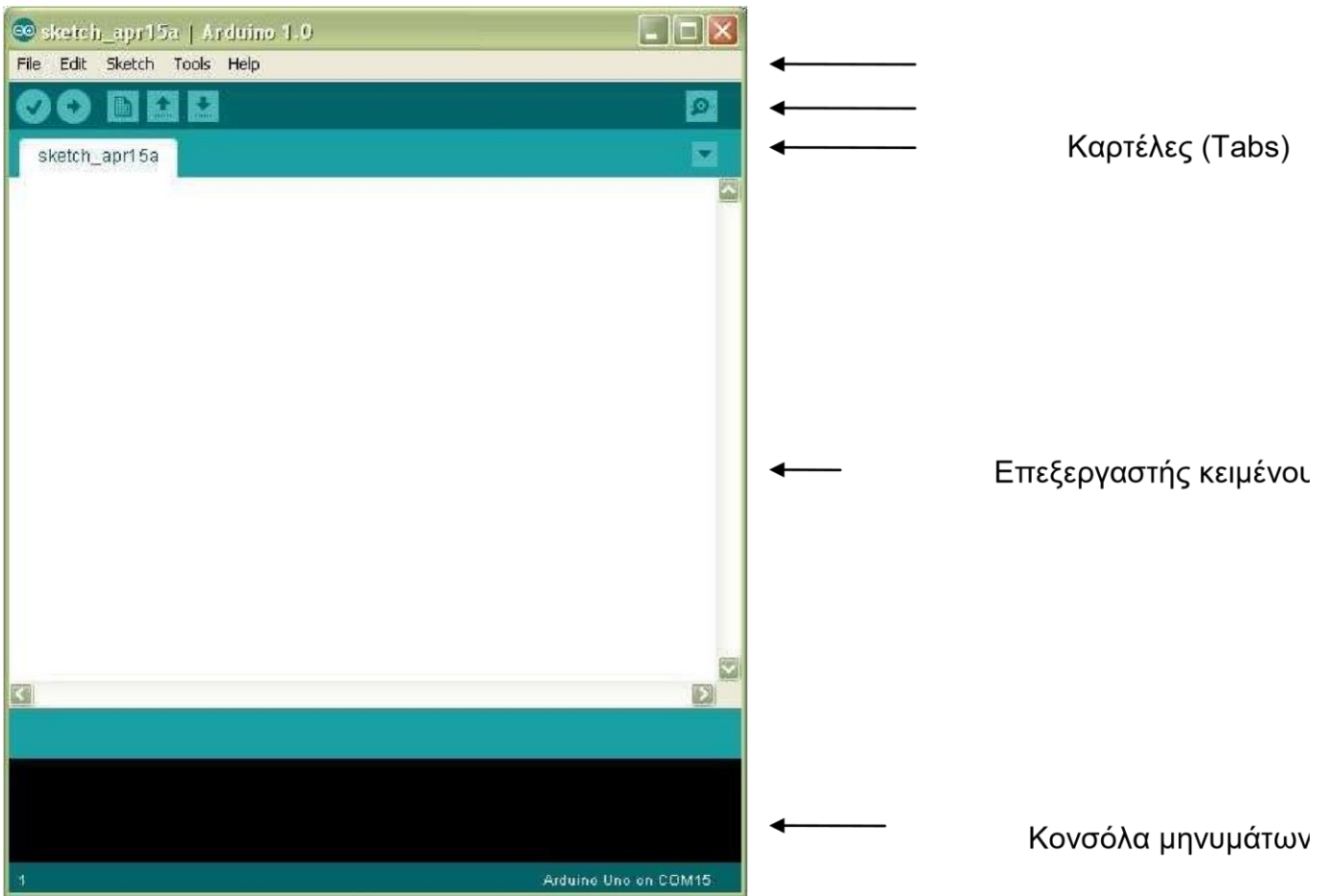
Ολοκληρωμένο Περιβάλλον Ανάπτυξης του Arduino

Το περιβάλλον ανάπτυξης Arduino περιέχει μια περιοχή επεξεργασίας κειμένου για τη συγγραφή κώδικα, μια περιοχή μηνυμάτων, ένα μενού, μια γραμμή εργαλείων με κουμπιά για κοινές λειτουργίες, καθώς και μια σειρά από μενού. Συνδέεται με το υλικό Arduino για τη φόρτωση προγραμμάτων και για να επικοινωνούν μεταξύ τους.

Ένα ολοκληρωμένο πρόγραμμα συνήθως ονομάζεται sketch. Αυτό το sketch είναι γραμμένο με το πρόγραμμα επεξεργασίας κειμένου. Έχει δυνατότητες για την αντιγραφή/επικόλληση και για την αναζήτηση/αντικατάσταση κειμένου.

Η κονσόλα απεικονίζει την έξοδο του κειμένου από το περιβάλλον Arduino συμπεριλαμβάνοντας πλήρη μηνύματα λάθους και άλλες πληροφορίες. Τα κουμπιά της γραμμής εργαλείων επιτρέπουν τον έλεγχο και το ανέβασμα των προγραμμάτων, τη δημιουργία νέου sketch, το άνοιγμα και την αποθήκευση των sketch και άνοιγμα της σειριακής οθόνης.

Ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης (IDE) του Arduino



Τα κουμπιά της γραμμής εργαλείων



Verify/Compile (Έλεγχος/Μεταγλώττιση): Έλεγχος για λάθη στον κώδικα



Upload: Ανέβασμα του κώδικα στον μικροελεγκτή



New(Νέο): Δημιουργεί ένα νέο sketch



Open(Άνοιγμα): Παρουσιάζει ένα μενού με όλα τα sketch, κάνοντας κλικ σε ένα από αυτά θα ανοίξει μέσα στο τρέχον παράθυρο



Save(Αποθήκευση): Αποθηκεύει το sketch

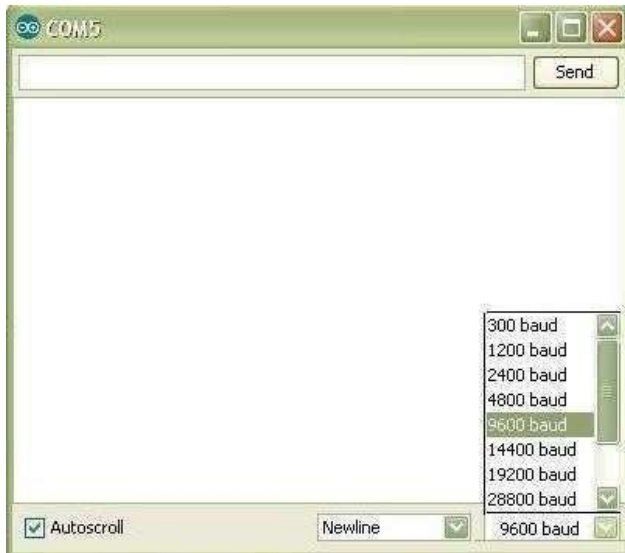


Serial Monitor(Σειριακή οθόνη): Ανοίγει την σειριακή οθόνη ώστε να μπορούμε να δώσουμε δεδομένα από το πληκτρολόγιο

Σειριακή οθόνη (Serial Monitor)

Εμφανίζει τα σειριακά δεδομένα που αποστέλλονται από την πλακέτα Arduino. Πιο συγκεκριμένα, η αποστολή δεδομένων στην πλακέτα γίνεται, εισάγοντας κείμενο και πατώντας το κουμπί send ή πατώντας το Enter.

Επίσης, στο κάτω μέρος της σειριακής οθόνης, μπορεί να γίνει η επιλογή της κατάλληλης ταχύτητας (baud) από την λίστα που εμφανίζεται ανάλογα με την τιμή που θα επιλεγθεί στο προγραμματισμό του Arduino με το Serial.begin().



Η Δομή του προγράμματος

Ένα τυπικό πρόγραμμα Arduino έχει την παρακάτω δομή:

```
//δήλωση μεταβλητών void setup ()
```

```
{
```

```
//αρχικοποιήσεις
```

```
}
```

```
void loop ()
```

```
{
```

```
//Κώδικας
```

```
}
```

Υπάρχουν δυο ειδικές συναρτήσεις που είναι μέρος του κάθε sketch του Arduino οι οποίες είναι η `setup()` και η `loop()`.

Η `setup()` καλείται μια φορά, όταν το sketch ξεκινά ή όποτε κάνει επαναφορά (`reset`) η πλατφόρμα Arduino. Κυρίως, σε αυτήν γίνονται οι αρχικοποιήσεις των μεταβλητών, η ρύθμιση της κατάστασης των ακίδων (`pins`) και η προετοιμασία των βιβλιοθηκών.

Αντιθέτως, η συνάρτηση `loop()` καλείται ξανά και ξανά επιτρέποντας έτσι στο πρόγραμμα να ανταποκριθεί σε εξωτερικά ερεθίσματα.

Και οι δυο συναρτήσεις πρέπει να περιλαμβάνονται στο sketch, ακόμα και αν δεν περιέχουν κάτι και να είναι κενές.

Βασικές δομές και λειτουργίες προγραμματισμού

Παρακάτω, ακολουθούν μερικές από τις πιο βασικές δομές και λειτουργίες που μπορεί να αξιοποιηθεί ως εργαλεία κατά την συγγραφή ενός προγράμματος Arduino :

Δομές ελέγχου ροής

| | |
|------------------------------|--|
| <code>if</code> | (δομή ελέγχου μίας συνθήκης) |
| <code>if ... else</code> | (δομή ελέγχου πολλαπλών συνθηκών) |
| <code>for</code> | (δομή επαναληπτικού ελέγχου συνθήκης) |
| <code>while</code> | (δομή επαναληπτικού ελέγχου συνθήκης) |
| <code>do ... while</code> | (δομή επαναληπτικού ελέγχου συνθήκης) |
| <code>switch ... case</code> | (δομή ελέγχου περιπτώσεων) |
| <code>break</code> | (εντολή διακοπής μιας επαναληπτικής δομής) |
| <code>continue</code> | (εντολή παράλειψης της τρέχουσας επανάληψης) |
| <code>return</code> | (εντολή επιστροφής από μία συνάρτηση) |
| <code>goto</code> | (εντολή μετάβασης σε κάποιο σημείο του κώδικα) |

Αριθμητικοί τελεστές

| | |
|----------------|---|
| <code>=</code> | (τελεστής εκχώρησης) |
| <code>+</code> | (τελεστής πρόσθεσης) |
| <code>-</code> | (τελεστής αφαίρεσης) |
| <code>*</code> | (τελεστής πολλαπλασιασμού) |
| <code>/</code> | (τελεστής διαίρεσης) |
| <code>%</code> | (τελεστής υπόλοιπου ακεραίας διαίρεσης) |

Λογικοί τελεστές

&& (λογική σύζευξη)

|| (λογική διάζευξη)

! (λογική άρνηση)

Δυαδικοί τελεστές

& (δυαδική σύζευξη)

| (δυαδική διάζευξη)

^ (δυαδική αποκλειστική διάζευξη)

~ (δυαδική άρνηση)

<< (δυαδική αριστερή ολίσθηση)

>> (δυαδική δεξιά ολίσθηση)

Τελεστές αύξησης και μείωσης

++ (αύξηση κατά μία ακέραιη μονάδα)

-- (μείωση κατά μία ακέραιη μονάδα)

Σύνθετοι τελεστές

+=, -=, *=, /=, %= (σύνθετοι αριθμητικοί τελεστές)

&=, |=, ^=, ~=, <<=, >>= (σύνθετοι δυαδικοί τελεστές)

Τελεστές σύγκρισης

== (ισότητα)

!= (ανισότητα)

< (μικρότερο)

> (μεγαλύτερο)

<= (μικρότερο ή ίσο)

>= (μεγαλύτερο ή ίσο)

Τελεστές δεικτών

* (τελεστής απόκτησης περιεχομένου)

& (τελεστής απόκτησης διεύθυνσης)

Σταθερές

| | |
|-------------|--|
| HIGH | (τιμή υψηλής στάθμης για μία επαφή εισόδου ή εξόδου) |
| LOW | (τιμή χαμηλής στάθμης για μία επαφή εισόδου ή εξόδου) |
| False | (λογικό επίπεδο ψεύδους σε μία συνθήκη) |
| True | (λογικό επίπεδο αλήθειας σε μία συνθήκη) |
| INPUT | (χρησιμοποιείται για τον ορισμό μίας επαφής ως είσοδο) |
| OUTPUT | (χρησιμοποιείται για τον ορισμό μίας επαφής ως έξοδο) |
| A0, ..., A5 | (συμβολοσταθερές για τις αναλογικές επαφές εισόδου) |

Τύποι δεδομένων

| | |
|---------------|---|
| Boolean | (λογική δυαδική τιμή) |
| Char | (προσημασμένος χαρακτήρας 8 ψηφίων) |
| unsigned char | (μη προσημασμένος χαρακτήρας 8 ψηφίων) |
| byte | (μη προσημασμένος χαρακτήρας 8 ψηφίων) |
| int | (προσημασμένος ακέραιος αριθμός 16 ψηφίων) |
| unsigned int | (μη προσημασμένος ακέραιος αριθμός 16 ψηφίων) |
| word | (μη προσημασμένος ακέραιος αριθμός 16 ψηφίων) |
| long | (προσημασμένος ακέραιος αριθμός 32 ψηφίων) |
| unsigned long | (μη προσημασμένος ακέραιος αριθμός 32 ψηφίων) |
| float, double | (αριθμός κινητής υποδιαστολής απλής ακρίβειας) |
| String | (αντικείμενο αλφαριθμητικού με χρήσιμες μεθόδους) |

Ως αλφαριθμητικό μπορεί να θεωρηθεί και ο πίνακας χαρακτήρων

Συναρτήσεις μετατροπής τύπων

char()
byte()
int()
word()
long()
float()
double()

Συναρτήσεις εισόδου και εξόδου

pinMode() (ορίζει μια επαφή ως είσοδο ή έξοδο)

Συναρτήσεις ψηφιακής εισόδου και εξόδου

digitalWrite() (γράφει σε μία ψηφιακή επαφή εξόδου)

digitalRead() (διαβάζει από μία ψηφιακή επαφή εισόδου)

Συναρτήσεις αναλογικής εισόδου και εξόδου

analogReference() (ορίζει την τάση αναλογικής αναφοράς)

max() (βρίσκει τον μεγαλύτερο ανάμεσα σε δύο αριθμούς)

min() (βρίσκει τον μικρότερο ανάμεσα σε δύο αριθμούς)

abs() (επιστρέφει την απόλυτη τιμή ενός αριθμού)

constrain() (ελέγχει για υπερχείλιση ή υποχείλιση ορίων)

map() (πραγματοποιεί γραμμικό μετασχηματισμό ορίων)

analogWrite() (γράφει PWM σήματα σε μία επαφή εξόδου)

analogRead() (διαβάζει από μία αναλογική επαφή εισόδου)

Προηγμένες συναρτήσεις εισόδου και εξόδου

tone() (παράγει ένα τετραγωνικό σήμα ορισμένης συχνότητας)

noTone() (διακόπτει την παραγωγή τετραγωνικών σημάτων)

shiftOut() (ολισθαίνει τα ψηφία μιας τιμής σε μία επαφή εξόδου)

pulseIn() (επιστρέφει την διάρκεια σε μs ενός παλμού HIGH ή LOW)

Συναρτήσεις χρόνου

millis() (διάρκεια εκτέλεσης του προγράμματος σε ms)

micros() (διάρκεια εκτέλεσης του προγράμματος σε μs)

delay() (παύση προγράμματος - η διάρκεια δίδεται σε ms)

delayMicroseconds() (παύση προγράμματος - η διάρκεια δίδεται σε μs)

Μαθηματικές και Τριγωνομετρικές συναρτήσεις

`pow()` (επιστρέφει το αποτέλεσμα μίας δύναμης)

`sqrt()` (επιστρέφει την ρίζα ενός αριθμού)

`sin()` (υπολογίζει το ημίτονο ενός αριθμού)

`cos()` (υπολογίζει το συνημίτονο ενός αριθμού)

`tan()` (υπολογίζει την εφαπτομένη ενός αριθμού)

Οι ακίδες αυτές στο Arduino μπορούν να ρυθμιστούν είτε ως είσοδοι είτε ως έξοδοι, όμως από προεπιλογή είναι ρυθμισμένες ως είσοδοι.

Επίσης αξίζει να σημειωθεί, ότι η πλειοψηφία των αναλογικών ακίδων του Arduino (Atmega), μπορεί να ρυθμιστεί και να χρησιμοποιηθεί, με τον ίδιο ακριβώς τρόπο όπως οι ψηφιακές ακίδες.

Οι συναρτήσεις ψηφιακής εισόδου και εξόδου είναι οι παρακάτω

`pinMode()`: Ρυθμίζει τη συγκεκριμένη ακίδα να συμπεριφέρεται ως είσοδος/ έξοδος.

Σύνταξη: `pinMode(pin, mode)`

Παράμετροι `pin`: Ο αριθμός της ακίδας της οποίας η λειτουργία είναι επιθυμητό να αλλάξει.

`mode`: INPUT/OUTPUT

`digitalWrite()`: Γράφει μια υψηλή (HIGH) ή μια χαμηλή (LOW) τιμή σε μια ψηφιακή ακίδα.

Αν η ακίδα έχει ρυθμιστεί ως έξοδος με την συνάρτηση `pinMode()`, τότε η τάση της θα καθορίσει στην αντίστοιχη τιμή: 5V για HIGH και 0V για LOW.

Αν η ακίδα έχει ρυθμιστεί ως είσοδος, γράφοντας HIGH στην συνάρτηση `digitalWrite()` θα ενεργοποιήσει μια εσωτερική pullup-αντίσταση των 20 K ενώ γράφοντας LOW θα την απενεργοποιήσει.

Σύνταξη: `digitalWrite(pin,value)`

Παράμετροι `pin`: Ο αριθμός της ακίδας της οποίας η λειτουργία είναι επιθυμητό να αλλάξει.

`Value`: INPUT/OUTPUT

`digitalRead()`: Διαβάζει την τιμή από μια συγκεκριμένη ψηφιακή ακίδα

που είναι είτε HIGH είτε LOW.

Σύνταξη: `digitalRead(pin)`

Παράμετροι `pin`: Ο αριθμός της ακίδας της οποίας η λειτουργία είναι επιθυμητό να αλλάξει.

Επιστρέφει: HIGH/LOW

Αναλογικές ακίδες εισόδου (Analog input pins) Οι ελεγκτές Atmega που χρησιμοποιούνται για την πλατφόρμα Arduino περιέχουν έναν ενσωματωμένο αναλογικό σε ψηφιακό μετατροπέα 6 καναλιών.

Ο μετατροπέας διαθέτει ανάλυση 10 bit, επιστρέφοντας ακέραιους από 0 έως 1023. Ενώ η κύρια λειτουργία της αναλογικής ακίδας για τους περισσότερους χρήστες Arduino είναι να διαβάζει αναλογικούς αισθητήρες, οι αναλογικές ακίδες έχουν επίσης όλες τις λειτουργίες των γενικών ακίδων εισόδου/εξόδου.

Οι συναρτήσεις αναλογικής εισόδου και εξόδου είναι οι παρακάτω

`analogWrite()`: Γράφει μια αναλογική τιμή (PWM κύμα) σε μια ακίδα.

Μπορεί να χρησιμοποιηθεί για παράδειγμα να ανάψει ένα LED σε διάφορες φωτεινότητες ή να οδηγήσει ένα κινητήρα σε διάφορες ταχύτητες. Μετά από μια κλήση της `analogWrite()`, η ακίδα θα δημιουργήσει ένα σταθερό τετραγωνικό κύμα του καθορισμένου κύκλου λειτουργίας μέχρι την επόμενη κλήση της `analogWrite()` (ή μια κλήση της `digitalWrite()` ή `digitalRead()` για την ίδια ακίδα). Η συχνότητα του σήματος PWM είναι περίπου 490 Hz. Στις περισσότερες πλατφόρμες

Arduino η συνάρτηση αυτή λειτουργεί στις ακίδες 3, 5, 6, 9, 10, 11.

Σύνταξη: `analogWrite(pin, value)`

Παράμετροι `pin`: Ο αριθμός της ακίδας της οποίας θα γράψει επάνω `value`: ο κύκλος λειτουργίας μεταξύ 0 και 255

`analogRead()`: Διαβάζει την τιμή από την καθορισμένη αναλογική ακίδα.

Σύνταξη: `analogRead(pin)`

Παράμετροι: `pin`: Ο αριθμός της αναλογικής ακίδας εισόδου από όπου θα διαβάζει
Επιστρέφει: ακέραιο από 0 έως 1023

Υποστήριξη Βιβλιοθηκών (Libraries)

Η χρήση βιβλιοθηκών προσφέρουν περισσότερο λειτουργικότητα σε συνεργασία με το υλικό και τον χειρισμό των δεδομένων. Για να χρησιμοποιηθεί μια βιβλιοθήκη σε ένα sketch, μπορεί να επιλεγεί από το μενού Sketch → Import Library.

Αυτό θα εισάγει μια ή περισσότερες βιβλιοθήκες #include δηλώσεις στην κορυφή του sketch. Επειδή οι βιβλιοθήκες φορτώνονται στην πλακέτα με το sketch, αυξάνουν το μέγεθος του χώρου που καταλαμβάνεται. Εάν ένα sketch δεν χρειάζεται πλέον μια βιβλιοθήκη, απλά μπορούμε να την διαγράψουμε από την κορυφή του κώδικα.

Για την εγκατάσταση των βιβλιοθηκών που δεν υπάρχουν ήδη στο λογισμικό, μπορεί να δημιουργηθεί ένας κατάλογος με την ονομασία libraries (βιβλιοθήκες), μέσα στον κατάλογο του sketchbook. Στην συνέχεια αποσυμπίεζουμε τη βιβλιοθήκη εκεί.

Παρακάτω ακολουθούν μερικές από τις βιβλιοθήκες που υποστηρίζονται από το Arduino.

Επικοινωνίας (δικτύωση και πρωτόκολλα):

- Messenger - για την επεξεργασία κειμένου με βάση τα μηνύματα από τον υπολογιστή.
- NewSoftSerial - βελτιωμένη έκδοση της βιβλιοθήκης SoftwareSerial.
- OneWire – συσκευές ελέγχου (της Dallas Semiconductor) που χρησιμοποιούν το πρωτόκολλο one Wire.
- PS2Keyboard - διαβάζει χαρακτήρες από ένα πληκτρολόγιο PS2.
- Simple Message System - στέλνει μηνύματα μεταξύ Arduino και του υπολογιστή
- SSerial2Mobile - αποστολή μηνυμάτων κειμένου ή e-mail χρησιμοποιώντας ένα κινητό τηλέφωνο (μέσω εντολών AT μέσω σειράς λογισμικού)
- Webduino - επεκτάσιμη βιβλιοθήκη web server (για χρήση με το Arduino Ethernet Shield)
- X10 - Αποστολή σημάτων X10 μέσω γραμμών εναλλασσόμενου ρεύματος
- Xbee - για την επικοινωνία με XBees σε λειτουργία API
- SerialControl - Τηλεχειριστήριο άλλες Arduino πάνω από μια σειριακή σύνδεση
- Servo – για τον έλεγχο κινητήρων τύπου Servo.

Ανίχνευσης

- Capacitive Sensing - δύο ή περισσότερες ακίδες σε αισθητήρες πυκνωτή
- Debounce - για την ανάγνωση θορυβώδη ψηφιακών εισόδων (π.χ. από τα κουμπιά).

Εμφάνιση και LED

- Improved LCD library - διορθώνει σφάλματα αρχικοποίησης LCD στην επίσημη Arduino LCD βιβλιοθήκη.
- GLCD – γραφικές ρουτίνες για LCD με βάση την KS0108 ή ισοδύναμο chipset.
- LedControl - για τον έλεγχο των LED ή επτά τμημάτων οθόνες με MAX7221 ή MAX7219.
- LedControl - μια εναλλακτική λύση στη βιβλιοθήκη Matrix για την οδήγηση με πολλαπλούς LED.
- LedDisplay - τον έλεγχο της HCMS-29xx οθόνη LED.

Συχνότητα παραγωγής ήχου

- Tone - αναπαράγει κύματα ήχου συχνότητας στο παρασκήνιο σε κάθε καρφίτσα του μικροελεγκτή.

Κινητήρες και PWM

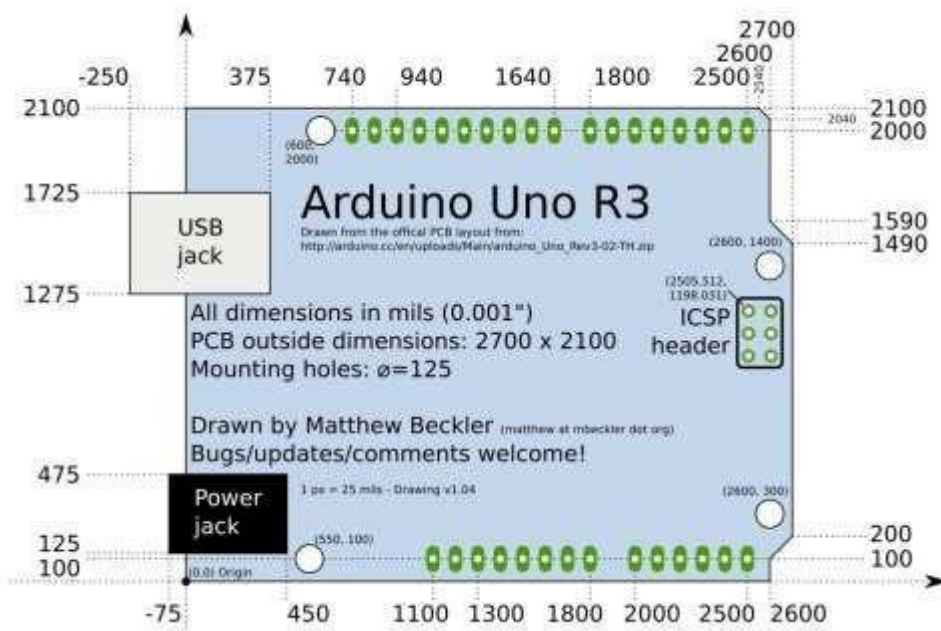
- TLC5940 - 16 κανάλι 12 bit PWM ελεγκτή.

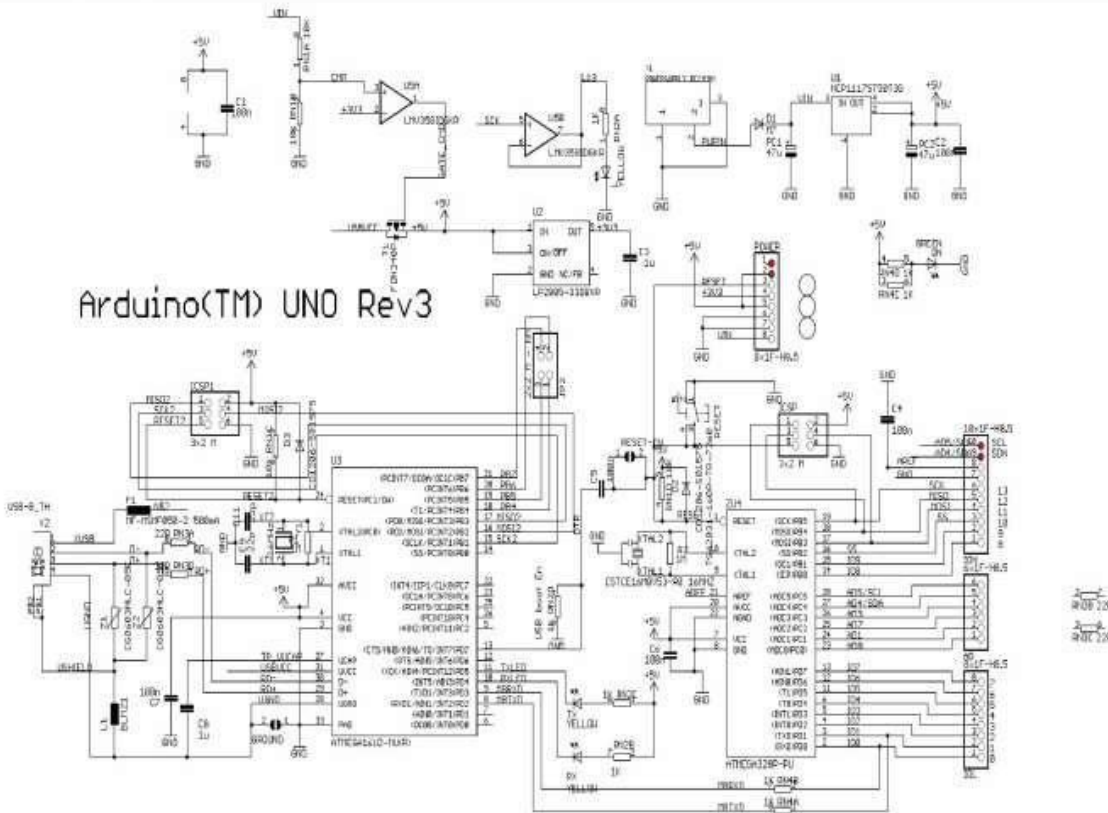
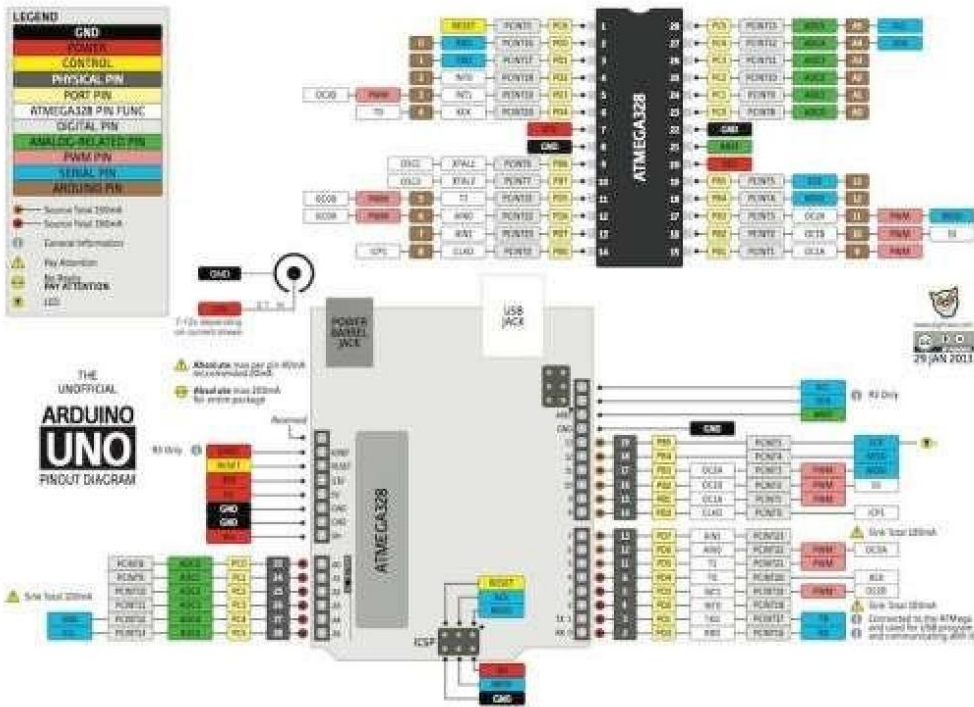
Χρονοδιάγραμμα

- DateTime - μια βιβλιοθήκη για την παρακολούθηση της τρέχουσας ημερομηνίας και ώρας.
- MsTime2 - χρησιμοποιεί το χρονόμετρο διακοπής 2 για να ενεργοποιήσει μια δράση κάθε χιλιοστά του δευτερολέπτου N.

Βοηθητικά προγράμματα

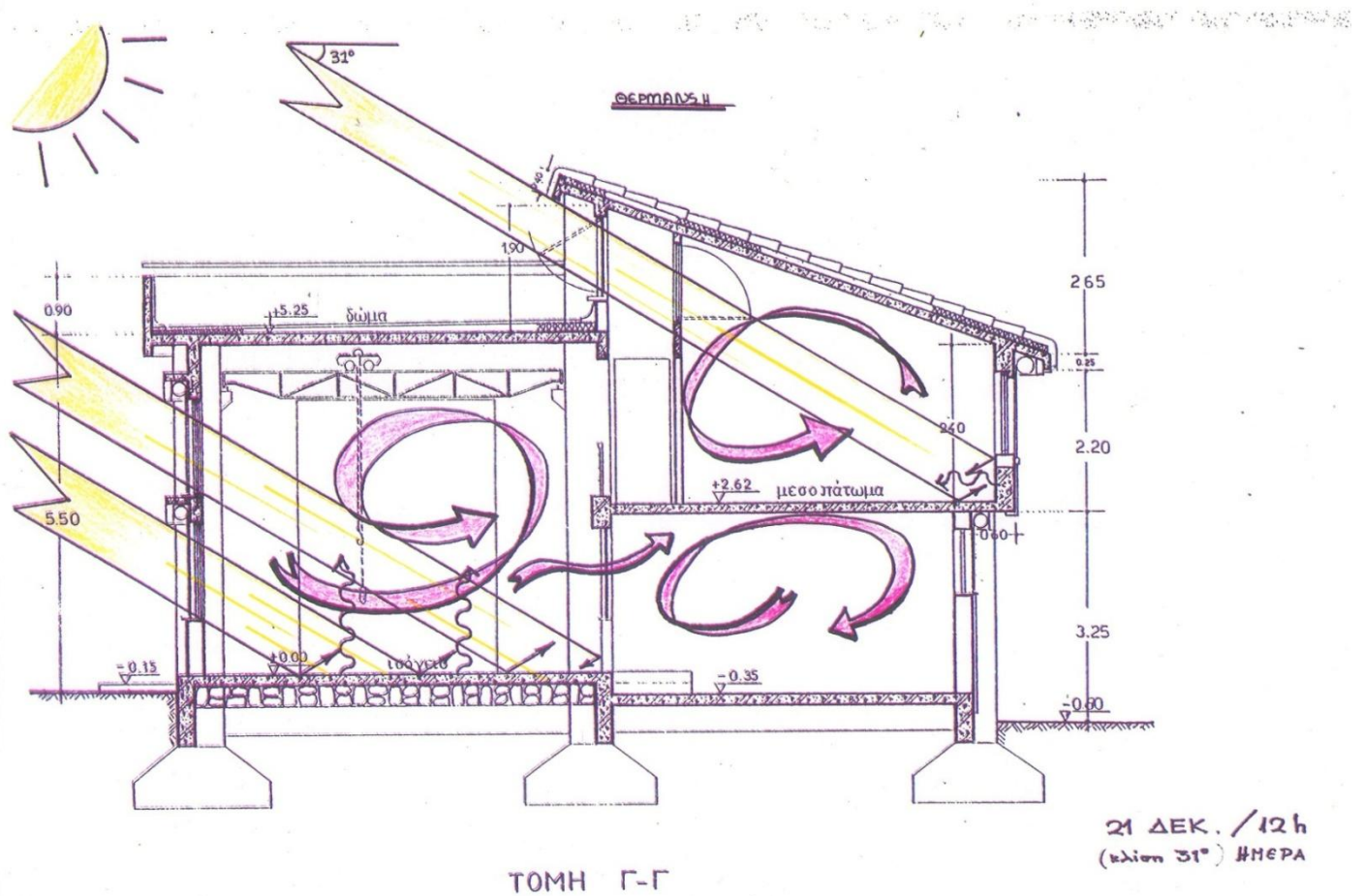
- Streaming - μια μέθοδος για την απλοποίηση δηλώσεων εκτύπωσης.





3.Χρήση σε κτιριακές εφαρμογές και κόστος

3.1 Μετρήσεις θερμοκρασίας



Για την μέτρηση της θερμοκρασίας σε ένα κτήριο με την βοήθεια της πλακέτας Arduino θα χρειαστούμε, εκτός από την πλακέτα, έναν αισθητήρα θερμοκρασίας DS18B20. Η τοποθέτηση του συγκεκριμένου αισθητήρα μπορεί να γίνει είτε εσωτερικά, είτε εξωτερικά του κτηρίου.



Χαρακτηριστικά αισθητήρα μέτρησης θερμοκρασίας:

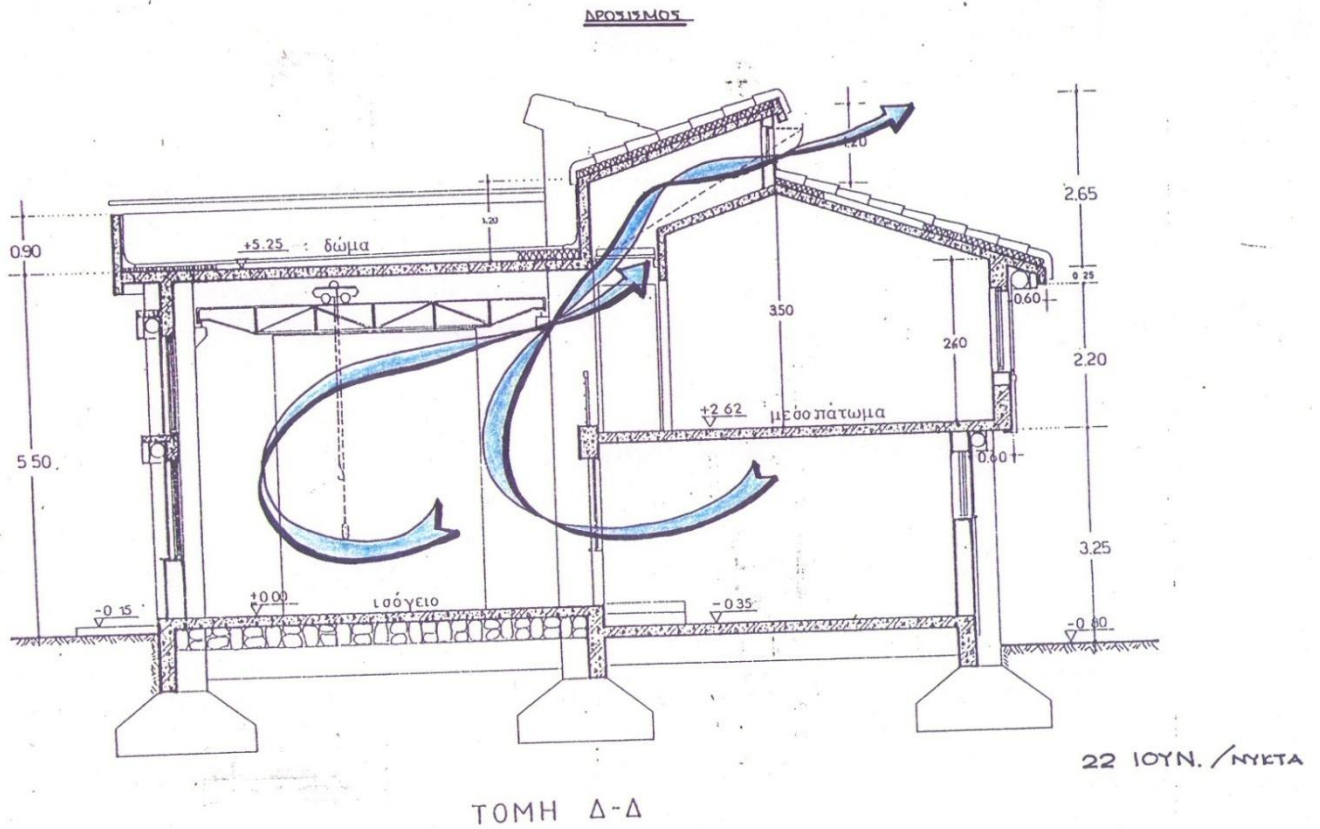
- Αδιάβροχος
- Τάση τροφοδοσίας 3 -5,5V
- Εύρος μέτρησης θερμοκρασίας είναι από - 55°C έως +125°C
- Ακρίβεια $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$
- Βήμα ανάγνωσης $0,0625^{\circ}\text{C}$

Κόστος εγκατάστασης:

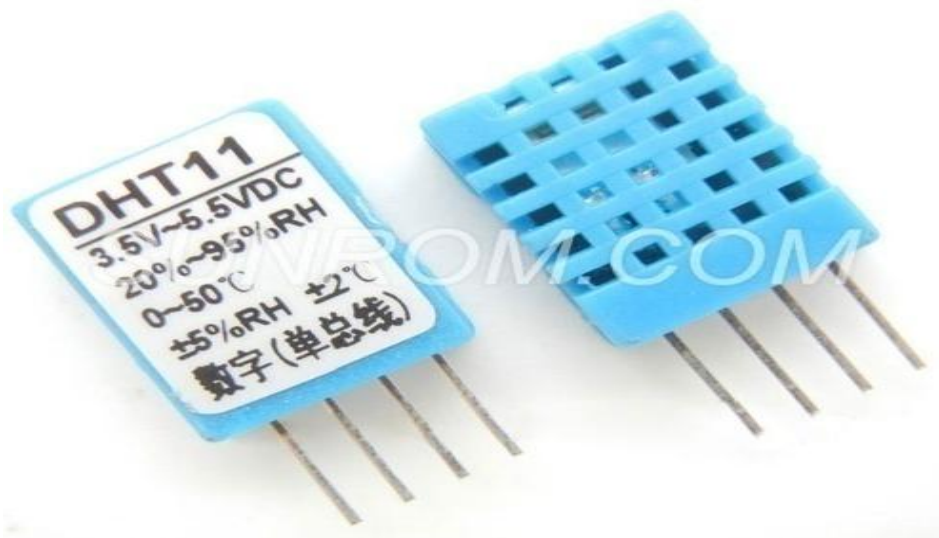
- Πλακέτα Arduino: 20 ευρώ
- Αισθητήρας θερμοκρασίας: 2,70 ευρώ
- Καλώδια σύνδεσης: 1,80 ευρώ

Σύνολο: 24,50 ευρώ

3.2 Μετρήσεις υγρασίας



Αν στην πλακέτα arduino συνδέσουμε έναν αισθητήρα μέτρησης υγρασίας DHT-11, όπως αυτόν στην φωτογραφία, θα μπορέσουμε να έχουμε τα επίπεδα υγρασίας σε έναν χώρο. Για αυτήν την μέτρηση η πλακέτα Arduino μπορεί να τοποθετηθεί σε ένα σκιερό μέρος κοντά σε τοίχο.



Τα χαρακτηριστικά του συγκεκριμένου αισθητήρα υγρασίας είναι

- Εύρος μέτρησης υγρασίας 20-80%
- Ακρίβεια μέτρησης 2-5%
- Πηγή ρεύματος 3-5V

Κόστος εγκατάστασης

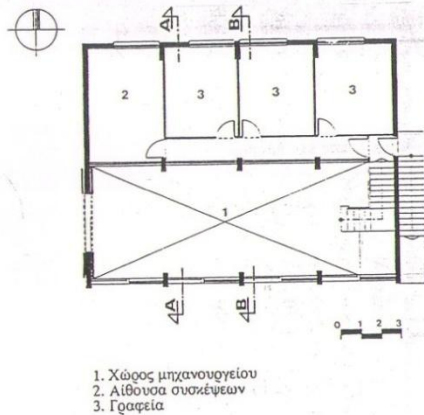
- Πλακέτα Arduino: 20 ευρώ
- Αισθητήρας υγρασίας: 1,80 ευρώ
- Καλώδια σύνδεσης: 1,80 ευρώ

Σύνολο: 23,60 ευρώ

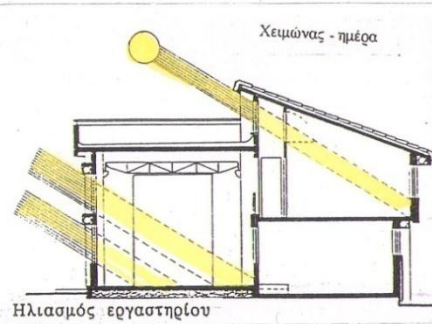
3.3 Μετρήσεις φωτός



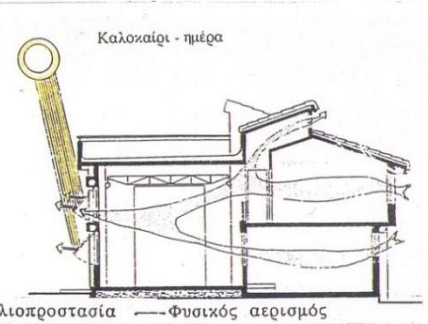
Σχήμα 3. Κάτοψη ισογείου



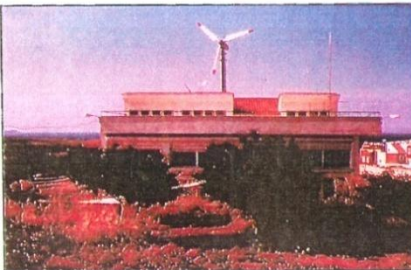
Σχήμα 4. Κάτοψη μεσοπατώματος



Το Εργαστήριο αποτελείται από:
α) Ισόγειο 200 m² (χώρος μηχανουργείου), και
β) Μεσοπάτωμα-1ος όροφος 96 m² (χώρος γραφείων-αίθουσα συσκέψεων).
Το Παθητικό Σύστημα που χρησιμοποιήθηκε για τη θέρμανση του κτιρίου είναι το άμεσο ηλιακό κέρδος α-



πό τα νότια ανοίγματα (συνολικό εμβαδό 55 m²).
Για τον υπολογισμό της απόδοσης του παθητικού ηλιακού συστήματος χρησιμοποιήθηκε η μέθοδος Los Alamos (Εξοικονόμηση ενέργειας 88,2%).
Ο φυσικός δροσισμός επιτυγχάνεται με διαμετρικά και κατακόρυφα αερισμό.



β. Νότια όψη.



γ. Ημερήσιος φωτισμός εργαστηρίου.

Τοποθετώντας τον Arduino κοντά στα παράθυρα από όπου εισέρχεται το φως και συνδέοντας σε αυτόν έναν αισθητήρα μέτρησης της φωτεινής ισχύς όπως ο αισθητήρας TSL 2561 μπορούμε να έχουμε την ποσότητα φωτός ενός κτηρίου.



Χαρακτηριστικά αισθητήρα φωτός

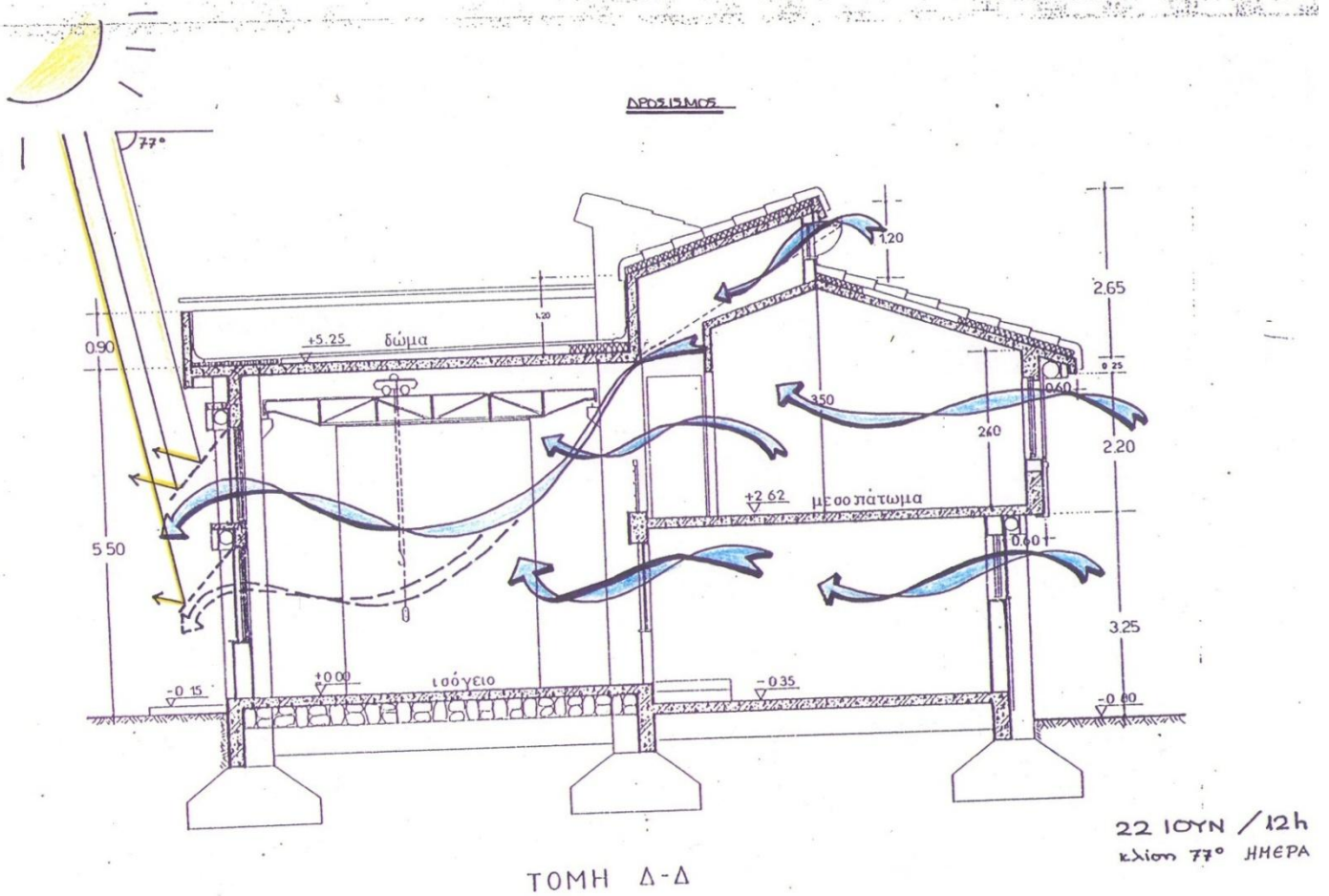
- Εύρος φωτός 0,1 - 40,000 Lux
- Θερμοκρασία λειτουργίας -40°C έως +85°C
- Πηγή ρεύματος 3-5V

Κόστος εγκατάστασης:

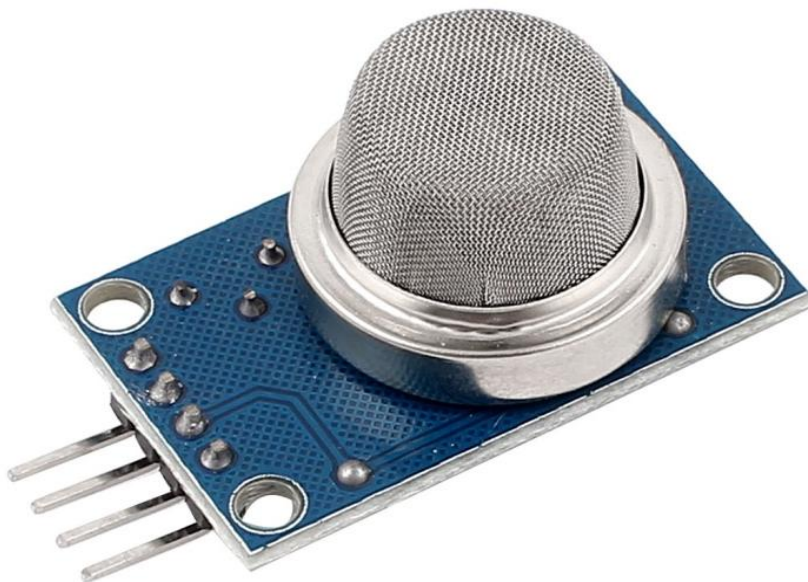
- Πλακέτα Arduino: 20 ευρώ
- Αισθητήρας φωτός: 7,00 ευρώ
- Καλώδια σύνδεσης: 1,80 ευρώ

Σύνολο: 28,80 ευρώ

3.4 Μετρήσεις παροχής αέρα



Με τον Arduino είναι εφικτό να μετρηθεί η ποσότητα παροχής καθαρού αέρα που εισέρχεται μέσα σε ένα χώρο, αν συνδέσουμε σε αυτόν το παρακάτω αισθητήρα MQ2. Ο αισθητήρας αέρα πρέπει να τοποθετηθεί κοντά στα παράθυρα.



Τα χαρακτηριστικά του αισθητήρα είναι

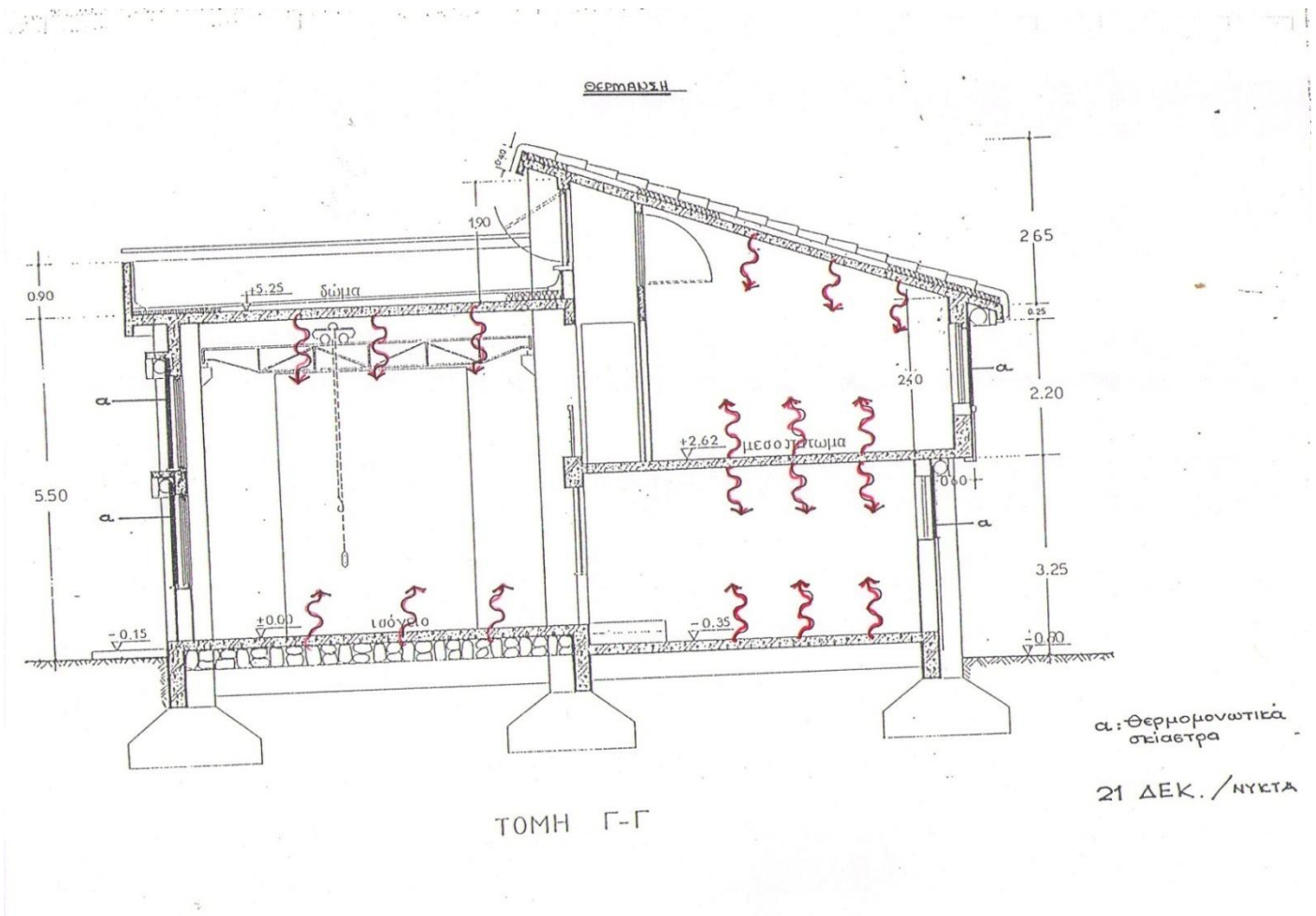
- Πηγή ρεύματος 5V
- Έξοδος 0-5V
- Εύρος μέτρησης 200 – 10.000 rpm

Κόστος εγκατάστασης:

- Πλακέτα Arduino: 20 ευρώ
- Αισθητήρας αέρα: 3,50 ευρώ
- Καλώδια σύνδεσης: 1,80 ευρώ

Σύνολο: 25,30 ευρώ

3.5 Μετρήσεις ενέργειας



Τέλος μπορούμε να μετρήσουμε την ηλεκτρική ενέργεια ενός κτηρίου. Αυτό επιτυγχάνεται με την σύνδεση, του παρακάτω αισθητήρα μέτρησης ρεύματος, στον Arduino και πριν από την ηλεκτρική συσκευή ή τον ηλεκτρικό μετρητή ενός χώρου ή ακόμα και ενός κτηρίου.



Χαρακτηριστικά αισθητήρα ρεύματος

- Θερμοκρασία εργασίας: από +25 °C έως +70 °C
- Θερμοκρασία αποθήκευσης: από +30 έως +90 °C
- Ρεύμα εισόδου: 0 – 30A
- Τάση εξόδου: 0 – 1V
- Τάση εργασίας: 660V
- Εύρος συχνοτήτων: 50Hz -1KHz

Κόστος εγκατάστασης:

- Πλακέτα Arduino: 20 ευρώ
- Αισθητήρας ρεύματος: 8,00 ευρώ
- Καλώδια σύνδεσης: 1,80 ευρώ

Σύνολο: 29,80 ευρώ

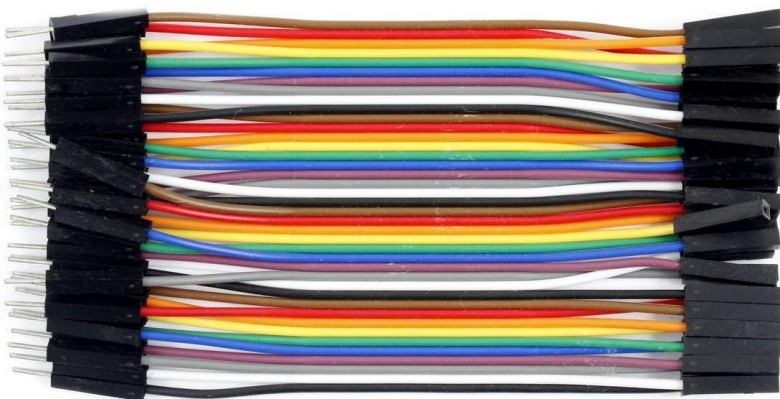
4. Πρακτικά σενάρια χρήσης

Κόστος εγκατάστασης

Arduino: 20 ευρώ



Καλώδια σύνδεσης: 1,80 ευρώ



Αισθητήρας θερμοκρασίας: 2,70 ευρώ

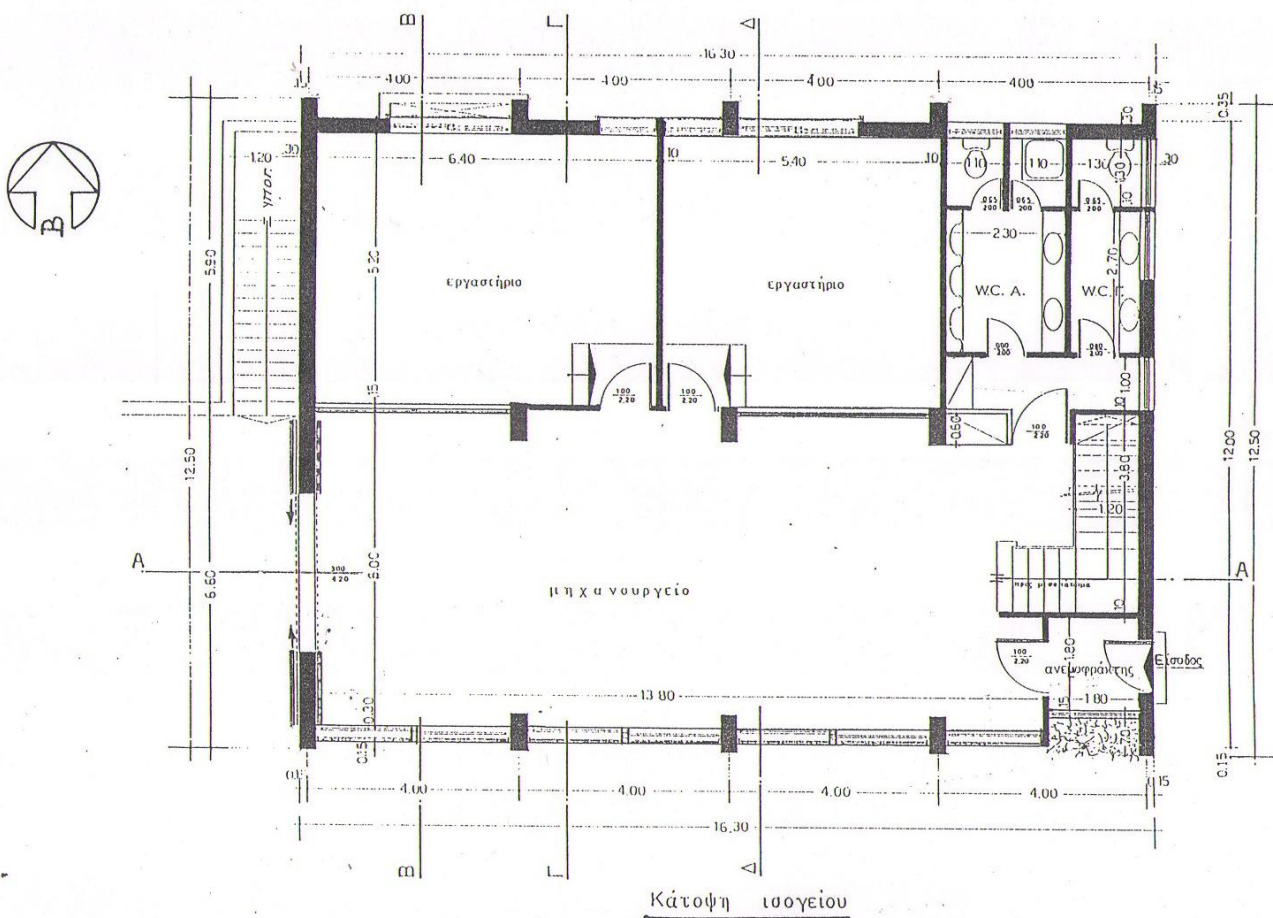
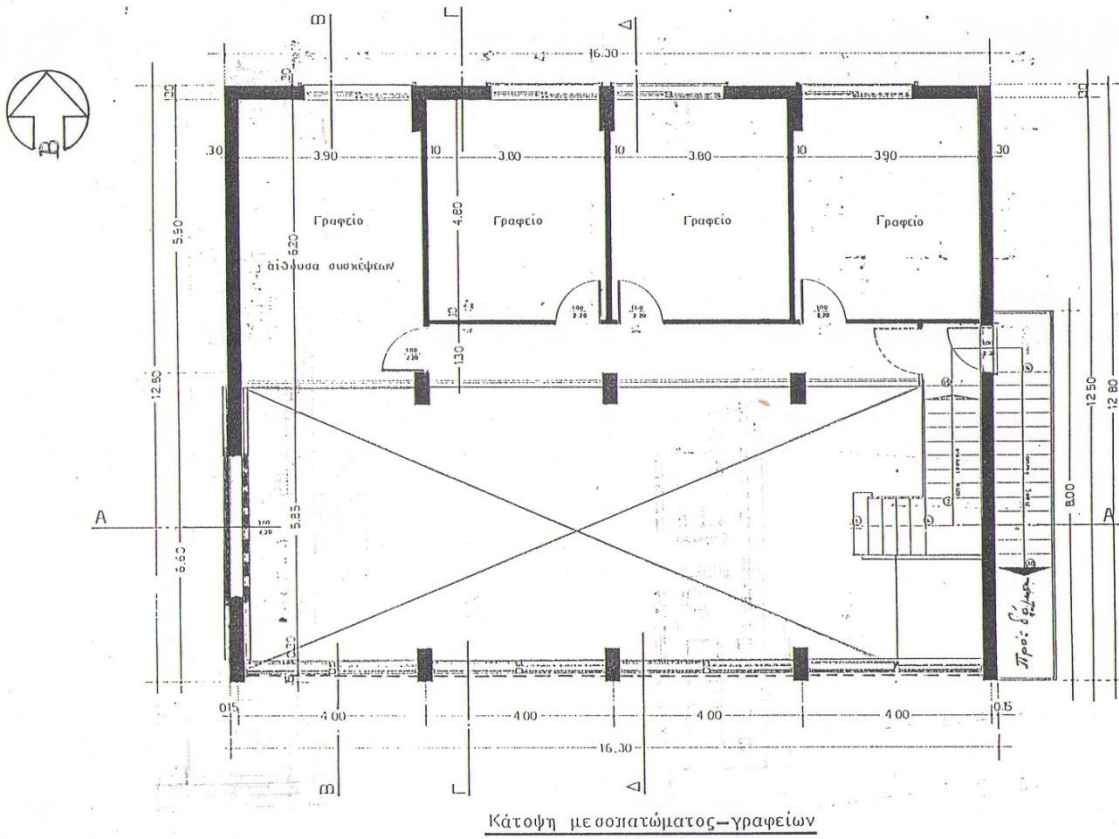


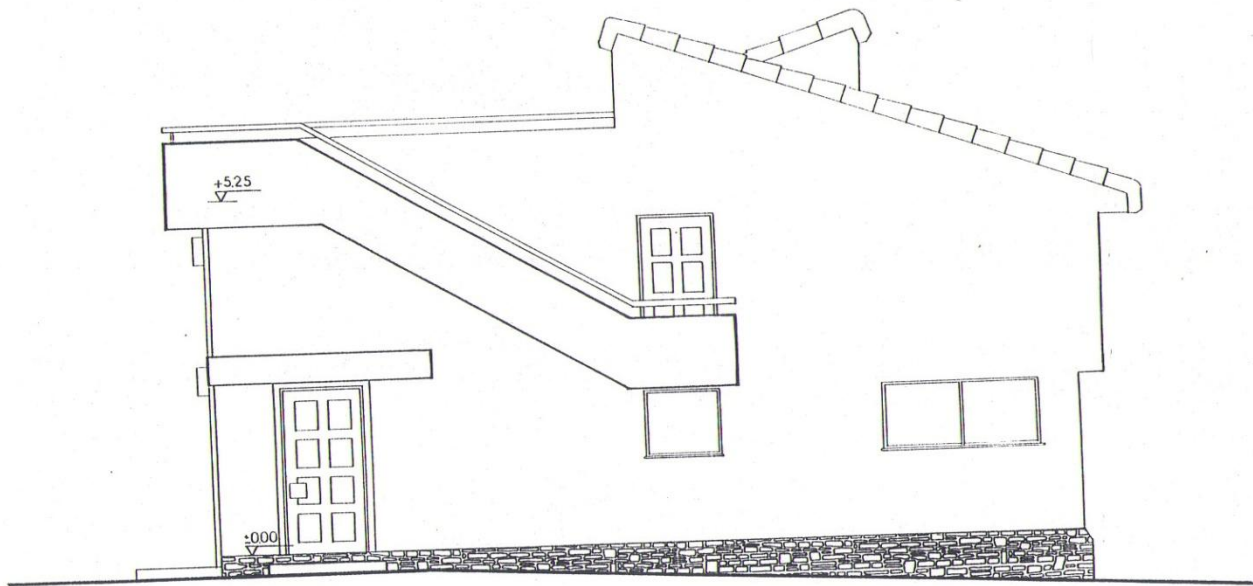
Κόστος εγκατάστασης:

- Πλακέτα Arduino: 20 ευρώ
- 3 Αισθητήρες θερμοκρασίας: 8,10 ευρώ
- Καλώδια σύνδεσης: 1,80 ευρώ

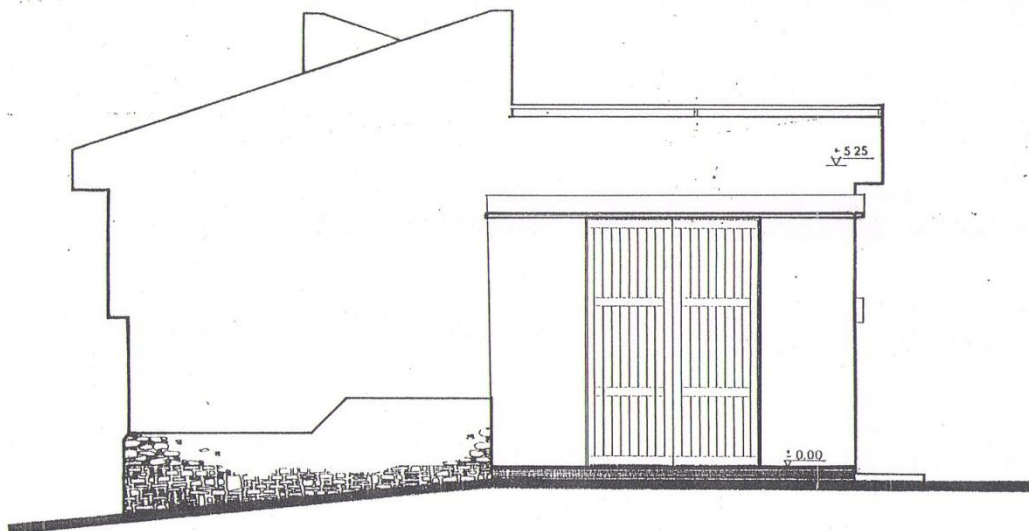
Σύνολο: 29,90 ευρώ

Σημείο τοποθέτησης Arduino

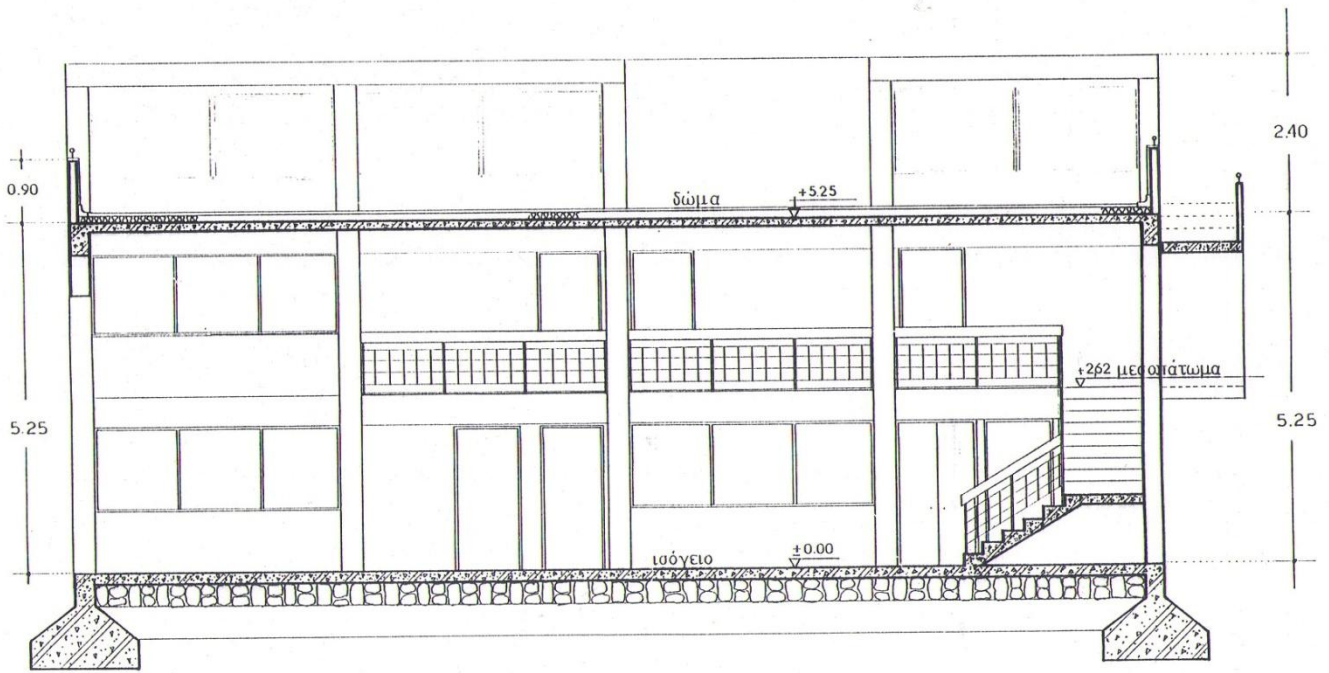




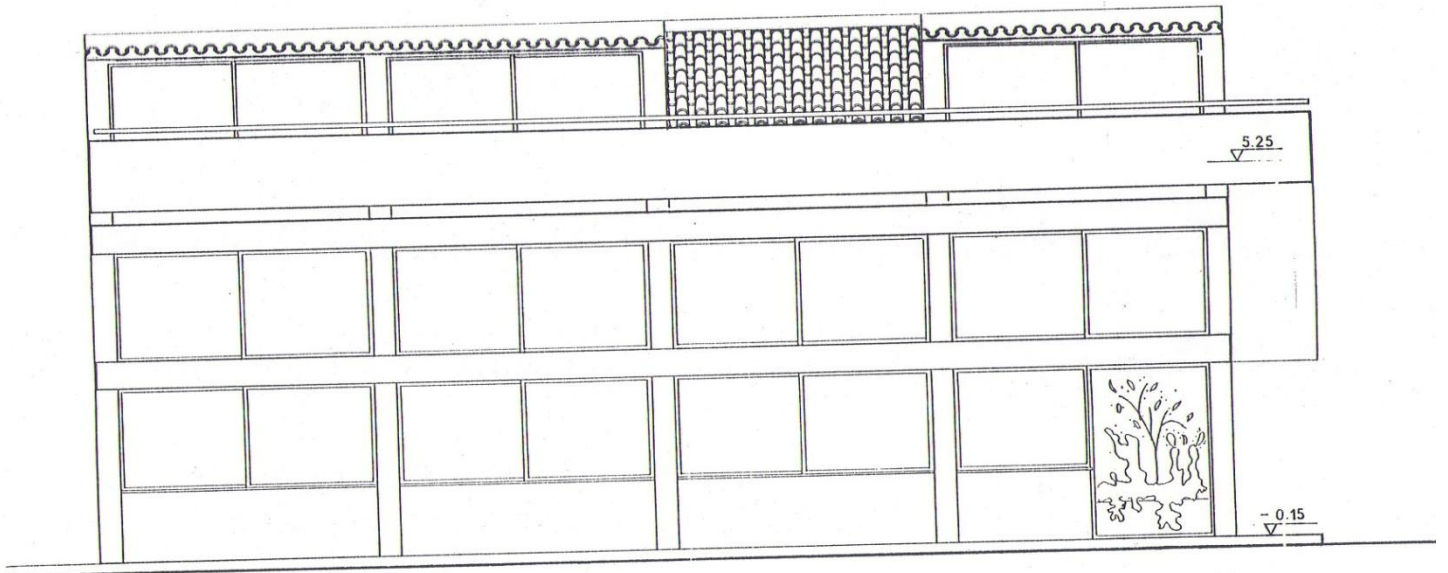
ΑΝΑΤΟΛΙΚΗ ΟΨΗ



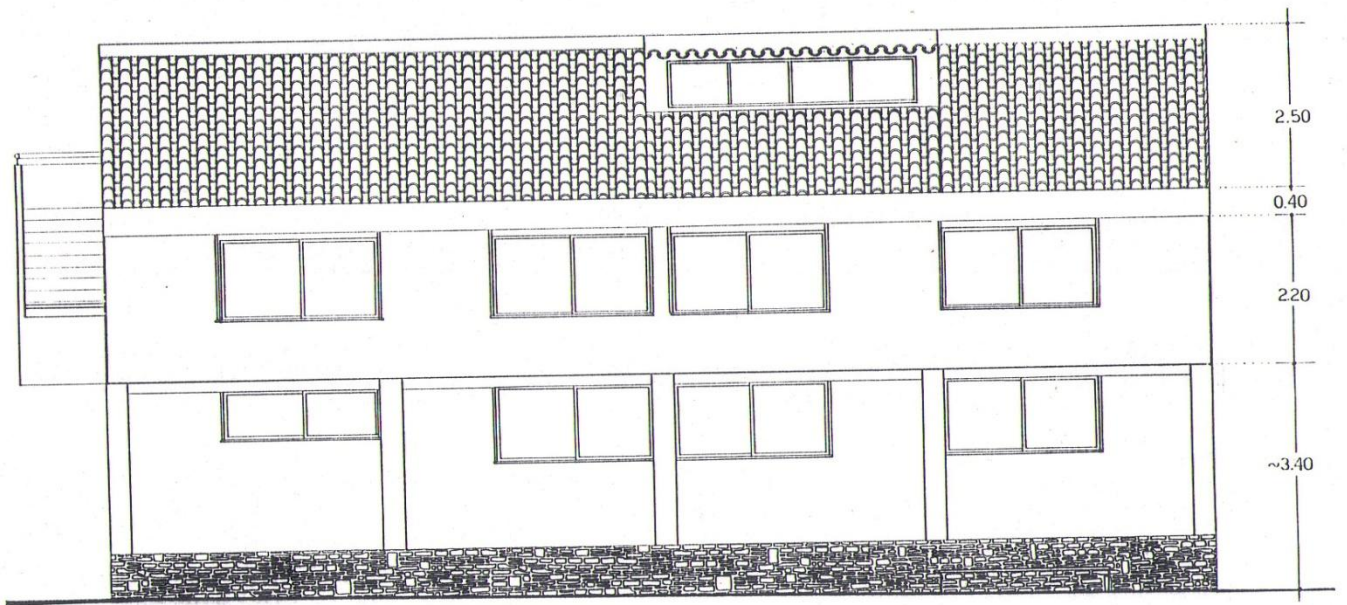
ΔΥΤΙΚΗ ΟΨΗ



ΤΟΜΗ Α-Α



ΠΡΟΣΟΨΗ - ΝΟΤΙΚΗ ΟΨΗ



ΒΟΡΙΝΗ ΟΨΗ

Μετρήσεις arduinoArduino (ενδεικτικός πίνακας)

| | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L |
|----|-------|-------|-------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 16.00 | 20.00 | 19.00 | | | | | | | | | |
| 2 | 16.00 | 20.00 | 19.00 | | | | | | | | | |
| 3 | 16.00 | 20.00 | 19.00 | | | | | | | | | |
| 4 | 16.00 | 20.00 | 19.00 | | | | | | | | | |
| 5 | 16.00 | 20.00 | 19.00 | | | | | | | | | |
| 6 | 16.00 | 20.00 | 19.00 | | | | | | | | | |
| 7 | 16.00 | 20.00 | 19.00 | | | | | | | | | |
| 8 | 16.00 | 20.00 | 19.00 | | | | | | | | | |
| 9 | 16.00 | 20.00 | 19.00 | | | | | | | | | |
| 10 | 16.00 | 20.00 | 19.00 | | | | | | | | | |
| 11 | 16.00 | 20.00 | 19.00 | | | | | | | | | |
| 12 | 16.00 | 20.00 | 19.00 | | | | | | | | | |
| 13 | 16.00 | 20.00 | 19.00 | | | | | | | | | |
| 14 | 16.00 | 20.00 | 19.00 | | | | | | | | | |
| 15 | 16.00 | 20.00 | 19.00 | | | | | | | | | |
| 16 | 15.00 | 20.00 | 19.00 | | | | | | | | | |
| 17 | 15.00 | 20.00 | 19.00 | | | | | | | | | |
| 18 | 15.00 | 20.00 | 19.00 | | | | | | | | | |
| 19 | 14.00 | 20.00 | 19.00 | | | | | | | | | |
| 20 | 14.00 | 20.00 | 19.00 | | | | | | | | | |
| 21 | 14.00 | 20.00 | 19.00 | | | | | | | | | |
| 22 | 14.00 | 20.00 | 19.00 | | | | | | | | | |
| 23 | 14.00 | 20.00 | 19.00 | | | | | | | | | |
| 24 | 14.00 | 20.00 | 19.00 | | | | | | | | | |
| 25 | 14.00 | 20.00 | 19.00 | | | | | | | | | |
| 26 | 14.00 | 20.00 | 19.00 | | | | | | | | | |
| 27 | 14.00 | 20.00 | 19.00 | | | | | | | | | |
| 28 | 14.00 | 20.00 | 19.00 | | | | | | | | | |
| 29 | 14.00 | 20.00 | 19.00 | | | | | | | | | |
| 30 | 14.00 | 20.00 | 19.00 | | | | | | | | | |
| 31 | 14.00 | 20.00 | 19.00 | | | | | | | | | |
| 32 | 14.00 | 20.00 | 19.00 | | | | | | | | | |
| 33 | 14.00 | 20.00 | 19.00 | | | | | | | | | |
| 34 | 14.00 | 20.00 | 19.00 | | | | | | | | | |
| 35 | 14.00 | 20.00 | 19.00 | | | | | | | | | |
| 36 | 14.00 | 20.00 | 19.00 | | | | | | | | | |
| 37 | 14.00 | 20.00 | 19.00 | | | | | | | | | |

Οι τιμές των θερμοκρασιών από το ένα εξωτερικό και τα δυο εσωτερικά θερμόμετρα για τους έξι μήνες μετρήσεων κυμαίνεται από 4⁰C έως 20⁰C για το εξωτερικό και από 16⁰C έως 21⁰C και 15⁰C έως 20⁰C για τα εσωτερικά.

Υπολογισμός απωλειών θερμότητας

Βόρια όψη

$$Q_{\text{παράθυρο}} = K \cdot F \cdot \Delta\theta = 2,8 \left(\frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \text{h}^\circ \text{C}} \right) \cdot (4\text{m} \cdot 0,9\text{m}) \cdot (20\text{C} - 18\text{C}) = 20,16 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

$$Q_{\text{τοιχίου}} = K \cdot F \cdot \Delta\theta = 1,3 \left(\frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \text{h}^\circ \text{C}} \right) \cdot ((5,4\text{m} \cdot 3,2\text{m}) - (4\text{m} \cdot 0,9)) \cdot (20\text{C} - 18\text{C}) = 35,57 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

Νότια όψη

$$Q_{\text{πόρτα}} = K \cdot F \cdot \Delta\theta = 2 \left(\frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \text{h}^\circ \text{C}} \right) \cdot (2,2\text{m} \cdot 1\text{m}) \cdot (20\text{C} - 18\text{C}) = 8,4 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

$$Q_{\text{τοιχίου}} = K \cdot F \cdot \Delta\theta = 1,3 \left(\frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \text{h}^\circ \text{C}} \right) \cdot ((5,4\text{m} \cdot 3,2\text{m}) - (2,2\text{m} \cdot 1\text{m})) \cdot (20\text{C} - 18\text{C}) = 39,21 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

Ανατολική-Δυτική όψη

$$Q_{\text{τοιχίου}} = 2K \cdot F \cdot \Delta\theta = 2 \left(1,3 \left(\frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \text{h}^\circ \text{C}} \right) \cdot (5,2\text{m} \cdot 3,2\text{m}) \cdot (20\text{C} - 18\text{C}) \right) = 86,52 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

Δάπεδο

$$Q_{\text{δαπέδου}} = K \cdot F \cdot \Delta\theta = 1,7 \left(\frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \text{h}^\circ \text{C}} \right) \cdot (5,4\text{m} \cdot 5,2\text{m}) \cdot (20\text{C} - 18\text{C}) = 95,47 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

Οροφή

$$Q_{\text{οροφής}} = K \cdot F \cdot \Delta\theta = 2,6 \left(\frac{\text{Kcal}}{\text{m}^2 \text{h}^\circ \text{C}} \right) \cdot (5,4\text{m} \cdot 05,2\text{m}) \cdot (20\text{C} - 18\text{C}) = 149,76 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

$$Q_{\text{ολ}} = \Sigma Q = 308,06 \frac{\text{Kcal}}{\text{h}}$$

5. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

1. Θερμοπροσοψη στις όψεις του κτηρίου με αποτέλεσμα την μείωση των απωλειών θερμότητας
2. Αντικατάσταση υαλοπινάκων φιμέ με αποτέλεσμα την μείωση της εισερχόμενης θερμοκρασίας
3. Χρήση φωτοβολταϊκών
4. Χρήση δέντρων για περισσότερες σκιάσεις
5. Όσον αφορά την χρήση του arduino, με μικρό κόστος έχουμε μεγάλη ακρίβεια

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

1. <https://www.arduino.cc/>
2. <https://www.ardumotive.com/>
3. <https://randomnerdtutorials.com/>
4. <https://www.circuitbasics.com/>