



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

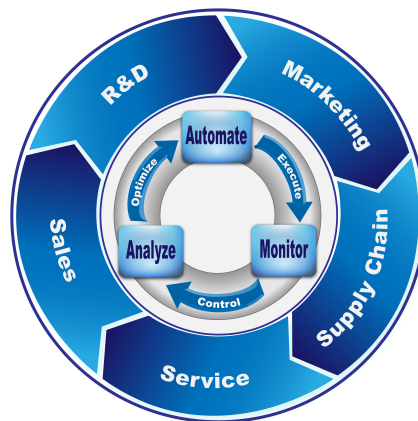
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ
ΜΙΚΡΟ-ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΤΩΝ

ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ ΠΑΡΑΣΙΔΟΥ

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών:

Αυτοματισμός Παραγωγής και Υπηρεσιών



ΔΙΑΤΡΙΒΗ

Πειραιάς, Ιούνιος 2018



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

**Μεταπτυχιακή Διατριβή που υποβάλλεται στο καθηγητικό σώμα για την μερική
εκπλήρωση των υποχρεώσεων απόκτησης του μεταπτυχιακού τίτλου του
Μεταπτυχιακού Προγράμματος «Αυτοματισμός Παραγωγής και Υπηρεσιών»
του Τμήματος Βιομηχανικής Σχεδίασης και Παραγωγής του Πανεπιστημίου
Δυτικής Αττικής.**

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η κάτωθι υπογεγραμμένηΠΑΝΑΓΙΩΤΑ ΠΑΡΑΣΙΔΟΥ.....,
τουΕΥΣΤΑΘΙΟΥ....., με αριθμό μητρώου51.....
φοιτήτρια του Τμήματος Βιομηχανικής Σχεδίασης και Παραγωγής 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 απόφασης 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.»

Η Δηλούσα



Ημερομηνία

4/6/2018

Σελίδα | 2



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΗΣ ΣΧΕΔΙΑΣΗΣ ΚΑΙ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ

«Στον Χρήστο, στα παιδιά μας και σε όλους τους καλούς μου φίλους,
για την αγάπη, τη στήριξη, την κατανόηση και την αντοχή τους!»

Περίληψη

Στη παρούσα διπλωματική ασχολούμαι με τη αποτίμηση των δυνατοτήτων των σύγχρονων μικροεπεξεργαστών και τις δυνατότητες που αυτοί παρέχουν στην ανάπτυξη σύγχρονων συστημάτων αυτόματου ελέγχου. Συγκεκριμένα γίνεται μια σε βάθος ανάλυση των αρχιτεκτονικών που διέπουν τα σύγχρονα συστήματα μικροεπεξεργαστών, παρουσιάζονται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά τους, και επίσης γίνονται προτάσεις σχετικά με τη χρησιμότητά τους σε διάφορους τομείς του αυτοματισμού. Στα πλαίσια της διπλωματικής αυτής γίνεται και μια μικρή παρουσίαση ενός κύριου εκπροσώπου των σύγχρονων μικροεπεξεργαστών-μικροελεγκτών που είναι το Arduino, θέλοντας να καταδείξουμε την επανάσταση που έχει φέρει η σύγχρονη τεχνολογία των μικροεπεξεργαστών σε διάφορους τομείς.

Λέξεις κλειδιά: μικροελεγκτές, μικροεπεξεργαστές, Arduino, μοντελισμός, βασικές εντολές



Abstract

In this thesis, I deal with the evaluation of the capabilities of modern microprocessors and the possibilities they provide for the development of modern automated control systems. In particular, an in-depth analysis of the architectures that govern modern microprocessor systems is presented, their advantages and disadvantages are presented, and suggestions are made about their usefulness in various areas of automation. In the context of this diploma, there is also a brief presentation of a major representative of modern microprocessors-microcontrollers that is Arduino, wanting to demonstrate the revolution brought by modern microprocessor technology in various fields.

Key Words: *microcontrollers, microprocessors, Arduino, modeling, basic commands*

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ	4
Abstract	5
ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ	6
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ	7
ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ	7
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1	8
1.1 Μικροελεγκτές και Μικροεπεξεργαστές	8
1.1.1 Ιστορία των μικροεπεξεργαστών-μικροελεγκτών	8
1.1.2 Η εξέλιξη των μικροεπεξεργαστών	9
1.1.3 Η λειτουργία του μικροελεγκτή	14
1.1.4 Βασικά χαρακτηριστικά που καθιστούν προτιμότερο τον μικροελεγκτή - Διαφορές με μικροεπεξεργαστή	14
1.1.5 Διαδεδομένες κατηγορίες μικροεπεξεργαστών	17
1.1.6 Εργαλεία ανάπτυξης και γλώσσες προγραμματισμού.	18
1.1.7 Κατασκευαστές μικροελεγκτών	19
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2	20
2.1 ARDUINO	20
2.1.1 Η ιστορία του	20
2.1.2 Τι είναι το Arduino;	21
2.1.3 Γλώσσα Προγραμματισμού	22
2.1.4 Εκδόσεις Arduino	22
2.2 Ανάλυση Arduino	25
2.2.1 HARDWARE	25
2.2.2 Μοντέλα Arduino	27
2.2.3 Arduino Shields	29
2.2.4 Χαρακτηριστικά εν συντομία.	31
2.2.5 SOFTWARE	38
2.2.6 Περιβάλλον Ανάπτυξης	39
2.2.7 Βασικές Εντολές	46
2.2.8 Πλεονεκτήματα Arduino	51
2.3 Εφαρμογές Arduino	52
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	58

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΠΙΝΑΚΩΝ

- Πίνακας 1:** Χρονολογίες (σελ. 10-12)
Πίνακας 2: Μερικές εκδόσεις Arduino χρονολογικά τοποθετημένες (σελ. 25)
Πίνακας 3: Μοντέλα Arduino (σελ. 27-29)
Πίνακας 4: Λεπτομέρειες Shields Arduino (σελ. 29-31)
Πίνακας 5: Χαρακτηριστικά εν συντομία (σελ. 31)
Πίνακας 6: Λειτουργίες του IDE (σελ. 40)
Πίνακας 7: Βασικές Εντολές (σελ. 46-50)

ΚΑΤΑΛΟΓΟΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

- Εικόνα 1:** Intel 4004, 8080, 8086/8088, 80286, 80386, 80486 (σελ. 13)
Εικόνα 2: Intel Pentium, II, III, IV (σελ. 13)
Εικόνα 3: Arduino (σελ. 21)
Εικόνα 4: LilyPad (σελ. 22)
Εικόνα 5. Λεπτομέρεια πλακέτας Arduino Uno (σελ. 32)
Εικόνα 6. Τροφοδοσία (σελ. 35)
Εικόνα 7. Τροφοδοσία (σελ. 35)
Εικόνα 8. Reset (σελ. 37)
Εικόνα 9. Power (σελ. 37)
Εικόνα 10. L-TX-RX (σελ. 37)
Εικόνα 11. Παράδειγμα μέσα από το περιβάλλον Arduino IDE (σελ. 39)
Εικόνα 12. Το περιβάλλον ανάπτυξης του Arduino (σελ. 40)
Εικόνα 13. Arduino Smarter Kit-από eBay (σελ. 11)
Εικόνα 14. Laser Harp (σελ. 53)
Εικόνα 15. Όχημα με Arduino (σελ. 54)
Εικόνα 16. Κύβος 4x4x4 (σελ. 54)
Εικόνα 17. Διακοσμητικοί Led cube (σελ. 54)
Εικόνα 18. Ζωγραφική με Arduino (σελ. 57)

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

1.1 Μικροελεγκτές και Μικροεπεξεργαστές

1.1.1 Ιστορία των μικροεπεξεργαστών-μικροελεγκτών

Η ανάγκη για ενσωμάτωση όλων των λειτουργιών ενός υπολογιστή σε ένα ή μερικά ολοκληρωμένα κυκλώματα οδηγήθηκε από την επιθυμία των κατασκευαστών συστημάτων για τη δημιουργία συστημάτων με περισσότερες δυνατότητες και με μικρότερο μέγεθος.

Από τη χρήση κατασκευής των κυκλωμάτων αυτών, με την ανάπτυξη της τεχνολογίας, προέκυψε η ανάπτυξη του μικροεπεξεργαστή. Εξαιτίας των μικροεπεξεργαστών εμπνεύστηκαν και δημιουργήθηκαν μερικές από τις μεγαλύτερες καινοτομίες στα συστήματα υπολογιστών. Οι embedded μικροελεγκτές, οι προσωπικοί ελεγκτές, οι σύγχρονοι σταθμοί εργασίας, οι συσκευές χειρός και κινητές συσκευές (πχ επεξεργαστές των κινητών τηλεφώνων), οι servers (επεξεργαστές) εφαρμογών και αρχείων, οι web server για το internet, οι υπερυπολογιστές χαμηλού κόστους και τα ευρείας κλίμακας δίκτυα υπολογιστών, περιλαμβάνονται σε αυτές τις καινοτομίες.

Οι μικροεπεξεργαστές είναι επεξεργαστές συνόλου εντολών (instruction set processor – ISPs). Οι εντολές ενός προκαθορισμένου συνόλου εντολών εκτελούνται από έναν ISP. Το σύνολο των εντολών που εκτελούνται από τον μικροεπεξεργαστή καθορίζει τη λειτουργία του ανάλογα. Η κωδικοποίηση όλων των προγραμμάτων που τρέχουν σε έναν μικροεπεξεργαστή γίνεται μέσω αυτού του συνόλου εντολών. Η ονομασία, αρχιτεκτονική συνόλου εντολών (instruction set architecture, ISA) προέκυψε από αυτό το προκαθορισμένο σύνολο εντολών. Η χρήση του ISA διασυνδέει το λογισμικό και το υλικό, δηλαδή τα προγράμματα και τους επεξεργαστές.

Μικροελεγκτής ορίζεται ένας τύπος επεξεργαστή, που η ικανότητα λειτουργίας του με ελάχιστα εξωτερικά εξαρτήματα οφείλεται στη διάθεση των πολλών

ενσωματωμένων υποσυστημάτων του. Γι αυτό θεωρήθηκε παραλλαγή ενός μικροεπεξεργαστή. Ένας μικροελεγκτής είναι ένα ενσωματωμένο τσιπ (ολοκληρωμένο κύκλωμα) που αποτελεί συχνά μέρος ενός συστήματος. Ο μικροελεγκτής, όπως και ένας απλός τυπικός υπολογιστής αποτελείται από: CPU, RAM, ROM για αποθήκευση δεδομένων και λογισμικού αντίστοιχα, μνήμη flash για μόνιμη αποθήκευση, θύρες εισόδου-εξόδου, μετατροπέα αναλογικού σε ψηφιακό σήμα και το αντίστροφο και τέλος timers. Όλες οι απαιτούμενες λειτουργίες περιλαμβάνονται σε ένα μόνο ολοκληρωμένο κύκλωμα, γι αυτό ο μικροελεγκτής είναι πολύ μικρότερος και απλούστερα σχεδιασμένος, έτσι ώστε να εκτελεί μόνο μια συγκεκριμένη εργασία για τον έλεγχο ενός απλού συστήματος. Έχει ευρεία χρήση σε όλα τα ενσωματωμένα συστήματα ελέγχου χαμηλού και μεσαίου κόστους, όπως για παράδειγμα αυτά που χρησιμοποιούνται σε αυτοματισμούς, ηλεκτρονικά καταναλωτικά προϊόντα, ηλεκτρικές συσκευές και κάθε είδους αυτοκινούμενα τροχοφόρα οχήματα. Η αλληλεπίδραση κάθε προϊόντος με έναν χρήστη περιλαμβάνει ένα μικροελεγκτή, παίζοντας το ρόλο του «εγκεφάλου» των ηλεκτρονικών κυκλωμάτων κι αυτό μας δίνει τη δυνατότητα να λέμε ότι οι μικροελεγκτές σήμερα χρησιμοποιούνται καθολικά.

1.1.2 Η εξέλιξη των μικροεπεξεργαστών

Η σημαντική αλλαγή, στον τρόπο κατασκευής των κεντρικών μονάδων επεξεργασίας, στις αρχές της δεκαετίας του 1970, επήλθε από την κατασκευή του πρώτου επεξεργαστή από ένα και μόνο ολοκληρωμένο κύκλωμα μεγάλης ολοκλήρωσης. Η αναγκαιότητα γι' αυτήν την αλλαγή προέκυψε διότι οι επεξεργαστές, που αποτελούνται από δεκάδες πύλες και περίπλοκα κυκλώματα, με την παρατεταμένη χρήση εξέπεμπαν θερμότητα, καθώς επίσης έπιαναν και πολύ χώρο. Οι εν λόγω νέοι επεξεργαστές ονομάστηκαν πλέον μικροεπεξεργαστές, αφού το μέγεθος μειώθηκε, το οποίο μείωσε επίσης και τον χρόνο μεταγωγής λόγω των φυσικών παραγόντων. Η συχνότητα ρολογιού αυτών των σύγχρονων μικροεπεξεργαστών κυμαίνεται από εκατοντάδες Megahertz έως αρκετά Gigahertz.

Παράλληλα, η πολυπλοκότητα και ο αριθμός των τρανζίστορ που αποτελούσαν ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα, αυξήθηκε. Ο νόμος του Μουρ, που ισχύει μέχρι σήμερα, περιγράφει τον ρυθμό αύξησης των τρανζίστορ και προβλέπει τον διπλασιασμό του αριθμού των τρανζίστορ, που ενσωματώνονται σε ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα, κάθε 18 μήνες. Αξίζει να επισημάνουμε ότι ο αρχικός σχεδιασμός και η λειτουργία τους δεν έχει αλλάξει και πολύ, παρόλο που η πολυπλοκότητα, το μέγεθος, η κατασκευή και η γενική μορφή τους έχει αλλάξει ολοκληρωτικά τα τελευταία εξήντα χρόνια.

Το 1972, τρία χρόνια αφού εμφανίστηκαν οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές, παρουσιάστηκε ο πρώτος μικροεπεξεργαστής, η εξέλιξη των οποίων θυμίζει πολύ την αντίστοιχη εξέλιξη των μεσαίων υπολογιστών. Οι σχεδιαστές των μικροεπεξεργαστών, υιοθετώντας πολλά στοιχεία της οργάνωσης και της αρχιτεκτονικής των μεσαίων και μεγάλων συστημάτων, ακολούθησαν τους σχεδιαστές των μεσαίων υπολογιστών που με τη σειρά τους πήραν τις ιδέες τους από τη σχεδίαση μεγάλων συστημάτων. Η αρχή εφαρμογής προχωρημένων στοιχείων αρχιτεκτονικής στους μικροεπεξεργαστές της τελευταίας γενιάς, έφερε ως αποτέλεσμα σήμερα να είναι ασαφής ο διαχωρισμός ανάμεσα στους μεσαίους υπολογιστές και σε συστήματα βασισμένα σε μικροεπεξεργαστές.

Χρονολογικός Πίνακας

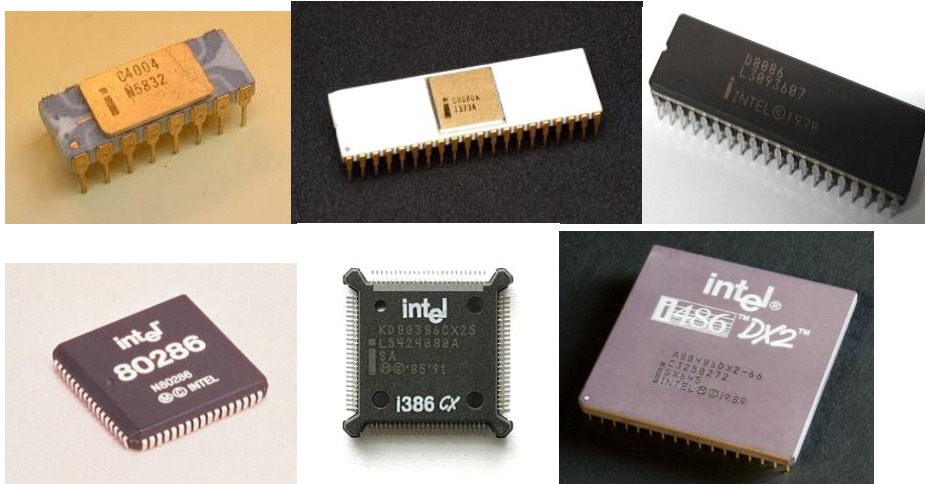
1971	Παρουσιάστηκε ο πρώτος μικροεπεξεργαστής Intel 4004 από τον Ted Hoff και τον συνεργάτη του Stan Mazor. Ο Intel 4004 ήταν ένας 4bit επεξεργαστής, ο οποίος αποτελούνταν από 2.300 τρανζίστορ, με συχνότητα ρολογιού 108KHz, εκτελούσε 60.000 πράξεις το δευτερόλεπτο και μπορούσε να δει 640 bytes μνήμης. Αρχικά εφαρμόστηκαν για την δημιουργία αριθμομηχανών, ενώ το Νοέμβριου του 1971 η Intel ανακοίνωσε τον πρώτο μικροϋπολογιστή. Μέσα στην επόμενη χρονιά εμφανίστηκε ο 8008.
1974	Εμφανίζεται ο 8bit μικροεπεξεργαστής Intel 8080 που ήταν αποτέλεσμα εξέλιξης του 8008. Αποτελούνται από 6.000 τρανζίστορ, με συχνότητα

	<p>λειτουργίας 2MHz. Την ίδια περίοδο η Motorola παρουσιάζει τον 6800 που χρησιμοποιήθηκε σε υπολογιστές, σε όλα τα pinball-παιχνίδια καθώς και σε βιομηχανικές συσκευές ελέγχου. Είχε 4.000 τρανζίστορ, 78 εντολές σήμα χρονισμού στα 1 ή 2 MHz και 16 bit διαύλου διευθύνσεων.</p>
1975	<p>Η Zilog φτιάχνει τον Z80, έναν 8 bit μικροεπεξεργαστή βασισμένο στον 8080 του οποίου η γλώσσα μηχανής είναι υπερσύνολο αυτής του Intel 8080. Το σήμα χρονισμού του ήταν 3.5MHz με 16bit πλάτος διευθύνσεων ενώ μπορούσε να δει 64Kbytes μνήμης. Κατά την δεκαετία του 80 είχε την μεγαλύτερη δημοτικότητα καθώς επικεντρώθηκε στο χαμηλό κόστος σε συνδυασμό με την μικρή συσκευασία, τις χαμηλές απαιτήσεις και τον συνυπολογισμό των στοιχείων κυκλώματος που κανονικά θα έπρεπε να παρασχεθούν σε ένα ξεχωριστό τσιπ.</p>
1978	<p>Εμφανίζονται οι πρώτοι 16bit μικροεπεξεργαστές. Η Intel παρουσιάζει τον 8086/8088 του οποίου η συχνότητα λειτουργίας έχει ανέβει στα 10MHz και απαιτεί 29.000 τρανζίστορ. Αντίστοιχα η Motorola εμφανίζει τον 68000 με συχνότητα λειτουργίας 8MHz και 68.000 τρανζίστορ. Ο συνδυασμός της υψηλής ταχύτητας, του μεγάλου χώρου αποθήκευσης (16 Mbytes) και του αρκετού χαμηλού κόστους, τον έκανε δημοφιλέστερο μικροεπεξεργαστή με αποτέλεσμα να χρησιμοποιηθεί στους υπολογιστές Apple Lisa και Macintosh.</p>
1982	<p>Η Intel δημιουργεί τον 80286 με συχνότητα λειτουργίας αρχικά στα 6 και μετά στα 12.5MHz και 134.000 τρανζίστορ. Περιλάμβανε δίαυλο δεδομένων 16bit, δίαυλο διευθύνσεων 24bit και μπορούσε να δει μέχρι 16Mbytes μνήμης. Είχε δυνατότητα να λειτουργεί στην κατάσταση protected mode (προστατευμένη κατάσταση λειτουργίας). Μέτα τη επιτυχία της Motorola με τον 68000, οδηγήθηκε στον σχεδιασμό με του MC68010 με αποτέλεσμα τη προσθήκη υποστήριξης, της εικονικής μνήμης.</p>
1985	<p>Εμφανίζονται οι πρώτοι 32bit μικροεπεξεργαστές. Από τη μια ο Intel 80386 όπου περιέχει 275.000 τρανζίστορ και συχνότητα λειτουργίας</p>

	33MHz. Η μνήμη που δεχόταν ήταν 4Gbytes. Από την άλλη ο MC86020 της Motorola είχε 200.000 τρανζίστορ και συχνότητα λειτουργίας στα 16MHz. Έγινε ιδιαίτερα δημοφιλής στη microcomputer Unix αγορά ενώ πολλές μικρές επιχειρήσεις παρήγαγαν τα συστήματα desktop.
1989	Εμφανίζεται ο 32bit μικροεπεξεργαστής Intel 80486 με 1.200.000 τρανζίστορ και συχνότητα 50 MHz συχνότητα λειτουργίας.
1993	Εμφανίζεται η Intel Pentium της οικογένειας P5 ο οποίος περιέχει 3.100.000 τρανζίστορ και λειτουργούσε στα 60 και 66 MHz. Την ίδια περίοδο η Digital παρουσιάζει τον πρώτο 64bit μικροεπεξεργαστή Alpha.
1997	Η Intel εισήγαγε τον μικροεπεξεργαστή Intel Pentium II με τεχνολογία MMX για τη υποστήριξη πολυμέσων. Είχε 7.500.000 τρανζίστορ και η συχνότητα λειτουργίας του βρισκόταν στα 300MHz.
1999	Η Intel ανακοίνωσε το Pentium III με 9.500.000 τρανζίστορ και συχνότητα λειτουργίας στα 450MHz(όπου σήμερα έχει φτάσει 1.13GHz).
2000	Εμφανίζεται ο Pentium IV όπου ήταν σχεδιασμένος σύμφωνα με την μικροαρχιτεκτονική NetBurst. Η συχνότητα λειτουργίας του βρίσκεται στα 2.0 GHz και το ολοκληρωμένο κύκλωμά του αποτελείται από 55.000.000 τρανζίστορ, αλλά χωρίς αυτό παρέχει σημαντική αύξηση της ταχύτητας επεξεργασίας σε σχέση με τον Pentium III.

Πίνακας 1: Χρονολογίες

Από εκεί και πέρα έχουμε τους επεξεργαστές στο επίπεδο των πολλαπλών πυρήνων.



Εικόνα 1: Intel 4004, 8080, 8086/8088, 80286, 80386, 80486



Εικόνα 2: Intel Pentium, II, III, IV

1.1.3 Η λειτουργία του μικροελεγκτή

Οι μικροελεγκτές έχουν πολλά πράγματα κοινά, και το γεγονός αυτό διευκολύνει στη γνώση χειρισμού τους, γιατί παρά την ύπαρξη πληθώρας μικροελεγκτών και ακόμα περισσότερων προγραμμάτων που διατίθενται για μικροελεγκτές, αν μπορούσαμε να μάθουμε να χειριζόμαστε έναν από αυτούς τότε θα μπορούμε να χειριστούμε και τους άλλους επίσης. Η εκτέλεση των εντολών του μικροελεγκτή γίνεται με πολύ γρήγορη ταχύτητα, με αποτέλεσμα αυτός να θεωρείται μια γρήγορη συσκευή, όχι όμως όσο ο υπολογιστής. Ο ταλαντωτής χαλαζίας ενεργοποιείται από το Μητρώο Λογικού Ελέγχου αμέσως μόλις ενεργοποιηθεί η τροφοδοσία. Η φόρτιση των πυκνωτών γίνεται, στα πρώτα λίγα χιλιοστά του δευτερολέπτου, ενόσω βρίσκονται σε εξέλιξη οι πρώτες προετοιμασίες. Το μέγιστο της τιμής της στάθμης καθώς και η σταθεροποίηση της συχνότητας του ταλαντωτή χαλαζία είναι αυτά που καθορίζουν την έναρξη της διαδικασίας της γραφής bits σε ειδικά λειτουργικά μητρώα (SFrs). Καθοριστικό ρόλο στη διαδικασία λειτουργίας έχει το ρολόι του ταλαντωτή, όπου όλα πραγματοποιούνται σύμφωνα με αυτό και πάνω από όλα τα ηλεκτρονικά αρχίζουν να δουλεύουν. Η όλη εκτέλεση έχει πολύ μικρή χρονική διάρκεια (νάνο δευτερόλεπτα). Ο μηδενισμός της διεύθυνσης της μνήμης προγράμματος προκαλείται από το PC ή τον μετρητή προγραμματισμού. Οι οδηγίες στον αποκωδικοποιητή αποστέλλονται από τη διεύθυνση κι έτσι αυτός αποκωδικοποιεί τις εντολές και στη συνέχεια τις εκτελεί. Η αύξηση, κατά ένα, της διεύθυνσης του απαριθμητή προγράμματος γίνεται μετά την εκτέλεση μίας εντολής στον αποκωδικοποιητή εντολών, στη συνέχεια της επόμενης εντολής και έτσι εκτελούνται οι επόμενες οδηγίες.

1.1.4 Βασικά χαρακτηριστικά που καθιστούν προτιμότερο τον μικροελεγκτή - Διαφορές με μικροεπεξεργαστή

Για μη ενσωματωμένα συστήματα, η υπολογιστική ισχύς των μικροεπεξεργαστών, και κυρίως των σύγχρονων, είναι αυτό στο οποίο δίνεται έμφαση. Η κεντρική μονάδα (μικροεπεξεργαστή), η οποία δεν είναι ειδικευμένη, συνδέεται με τα

εξωτερικά περιφερειακά, τα οποία καθορίζουν τη λειτουργικότητα του τελικού συστήματος, αυξάνοντας την ευελιξία ανάπτυξης διαφορετικών εφαρμογών.

Αντίθετα, η ευελιξία, καθώς και η υπολογιστική ισχύς είναι περιορισμένη στους μικροεπεξεργαστές για **ενσωματωμένα** συστήματα (μικροελεγκτής), οι οποίοι έχουν μικρότερες ή και μηδαμινές δυνατότητες συνεργασίας με εξωτερικά περιφερειακά, αυτού του είδους. Ο μικρός αριθμός ολοκληρωμένων κυκλωμάτων που απαιτείται για τη λειτουργία μιας συσκευής παίζει καθοριστικό ρόλο στους μικροελεγκτές. Η χρήση του μικροελεγκτή σε εφαρμογές έναντι της χρήσης των επιμέρους στοιχείων που τον απαρτίζουν ξεχωριστά (επεξεργαστές, μνήμες, συσκευές εισόδου-εξόδου) οφείλεται στα χαρακτηριστικά του και τον καθιστούν προτιμότερο. Πιο συγκεκριμένα:

Χαμηλό κόστος. Είναι από τα πιο βασικά χαρακτηριστικά που κάποιος λαμβάνει υπόψη. Η βελτίωση της ποιότητας των μικροελεγκτών και η μείωση των τιμών τους, λόγω του ανταγωνισμού από διάφορες εταιρίες, οφείλεται στη συνεχή απελευθέρωσή τους στην αγορά.

Αυτονομία. Η δυνατότητα ενσωμάτωσης σύνθετων περιφερειακών υποσυστημάτων, όπως μνήμες και θύρες επικοινωνίας, οδήγησε στην αυτονομία τους. Πολλές φορές για τη λειτουργία των μικροελεγκτών δεν είναι απαραίτητο κανένα άλλο ολοκληρωμένο κύκλωμα.

Μικρό μέγεθος. Η μείωση των διαστάσεων σε σχέση με τη χρήση των επιμέρους στοιχείων, ως συνολικό υπολογιστικό σύστημα, οδήγησε στην ολοκλήρωση των βασικών στοιχείων από τα οποία απαρτίζεται.

Χαμηλή κατανάλωση ισχύος. Η κατανάλωση μικρών ποσών ισχύος της τάξης των mW καθώς και μ W, οφείλεται στο γεγονός ότι οι μικροελεγκτές λειτουργούν σε συγκριτικά χαμηλές συχνότητες που φτάνουν τα 32KHz. Επιπλέον έχουν τη δυνατότητα να εισέρχονται σε κατάσταση αναμονής **sleep mode** καταστέλλουν προσωρινά τη λειτουργία της κεντρικής μονάδας επεξεργασίας (ΚΜΕ) και των περιφερειακών, οπότε αυτό μπορεί να γίνει μειώνοντας κατά πολύ την κατανάλωση

ισχύος του μικροελεγκτή. Έτσι μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε εφαρμογές με αυστηρές απαιτήσεις ως προς αυτήν την παράμετρο.

Επίτευξη ελέγχου ή μετρήσεων σε πραγματικό χρόνο. Για να το επιτύχουν οι μικροελεγκτές δεν απαιτείται επιπλέον λογισμικό, σε αντίθεση με τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές που πρέπει να τρέχουν λειτουργικά συστήματα πραγματικού χρόνου (RT-Linux, QNX κ.α.) για να το επιτύχουν.

Μειωμένες εκπομπές ηλεκτρομαγνητικών παρεμβολών και μειωμένη ευαισθησία σε αντίστοιχες παρεμβολές από άλλες ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές. Ο μικρότερος αριθμός και μήκος εξωτερικών διασυνδέσεων, καθώς και οι χαμηλότερες ταχύτητες λειτουργίας τον καθιστούν του δίνουν το πλεονέκτημα αυτό.

Περισσότεροι διαθέσιμοι ακροδέκτες για ψηφιακές εισόδους-εξόδους. Για δεδομένο μέγεθος ολοκληρωμένου κυκλώματος, λόγω της μη δέσμευσης τους για τη σύνδεση εξωτερικών περιφερειακών.

Η βασική αρχιτεκτονική των μικροελεγκτών δεν διαφέρει από αυτήν των κοινών μικροεπεξεργαστών. Αν και στους πρώτους συναντάται συχνά ή αρχιτεκτονική μνήμη τύπου Harvard, η οποία χρησιμοποιείται σε διάφορες αρτηρίες σύνδεσης της μνήμης προγραμματισμού και της μνήμης δεδομένων (π.χ. οι σειρές από Microchip). Στους κοινούς μικροεπεξεργαστές συνηθίζεται η ενιαία διάταξη μνήμης τύπου φον Νόιμαν.

Η ενσωμάτωση περιφερειακών σημαίνει **ευκολότερη υλοποίηση εφαρμογών** λόγω των απλούστερων διασυνδέσεων. Επιπλέον έχουμε **μεγαλύτερη αξιοπιστία** λόγω των λιγότερων διασυνδέσεων και **μικρό μέγεθος συνολικού υπολογιστικού συστήματος.**

Ο μικροελεγκτής όμως έχει και μειονεκτήματα. Κάποια από αυτά είναι:

- Η αδυναμία αλλαγής του προγράμματος διότι είναι γραμμένο στην ROM.

- Η δυσκολία προγραμματισμού του .
- Έχει μεγάλο χρόνο ανάπτυξης. Για να ολοκληρωθεί ένα προϊόν μπορεί να απαιτηθεί από μια βδομάδα έως και ένα χρόνο.

1.1.5 Διαδεδομένες κατηγορίες μικροεπεξεργαστών

Η παραγωγή ανταγωνιστικών μοντέλων μαζικής παραγωγής, καθώς και η παραγωγή μικροελεγκτών για πιο εξειδικευμένες εφαρμογές προέκυψε λόγω της τάσης ενσωμάτωσης των μικροελεγκτών σε κάθε ηλεκτρική και ηλεκτρονική συσκευή, αλλά και του ισχυρότατου ανταγωνισμού. Έτσι διακρίνονται οι εξής κατηγορίες:

- Μικροελεγκτές (καμία φορά 4bit αλλά συνήθως 8bit) πολύ χαμηλού κόστους, γενικής χρήσης, με πολύ μικρό αριθμό ακροδεκτών (ακόμη και λιγότερους από 8). Για να γίνει δύσκολη η αντιγραφή του εσωτερικού λογισμικού τους σχεδιάζονται με έμφαση στην χαμηλή κατανάλωση ισχύος και την αυτάρκεια. Απουσιάζει η δυνατότητα επέκτασης της μνήμης τους. Μερικά μοντέλα είναι ευρέως γνωστά στους ερασιτέχνες ηλεκτρονικούς, όπως πχ οι περισσότεροι μικροελεγκτές των σειρών PIC (Microchip), AVR (Atmel) και 8051 (Intel, Atmel, Dallas κ.α.)
- Μικροελεγκτές (συνήθως 8 αλλά και 16 ή 32bit) χαμηλού κόστους, γενικής χρήσης, με μέτριο έως σχετικά μεγάλο αριθμό ακροδεκτών. Διαθέτουν μεγάλο αριθμό κοινών περιφερειακών, όπως θύρες URTS, I²C , SPI ή CAN, μετατροπές αναλογικού σε ψηφιακό και ψηφιακού σε αναλογικό. Η ενσωμάτωση ελεγκτών οθόνης υγρών κρυστάλλων και πληκτρολογίου είναι συνήθης τους κατασκευαστές της Άπω Ανατολής (Ιαπωνία, Κορέα). Μερικές φορές παρέχουν δυνατότητα εξωτερικής επέκτασης της μνήμης τους.
- Μικροελεγκτές (κυρίως 32 bit) μέσου κόστους, γενικής χρήσης, με μεγάλο αριθμό ακροδεκτών. Η έμφαση στην ταχύτητα εκτέλεσης εντολών, η υψηλή αυτάρκεια περιφερειακών και οι μεγάλες δυνατότητες εσωτερικής ή εξωτερικής μνήμης προγράμματος (FLASH) και RAM είναι μερικά από τα χαρακτηριστικά τους. Στο χώρο αυτό έχουν ισχυρή παρουσία οι αρχιτεκτονικές με υψηλή μεταφερσιμότητα λογισμικού (portability) από τον έναν στον άλλο κατασκευαστή. ΠΧ μεταξύ των μικροελεγκτών τύπου ARM ή MIPS, το σύνολο των βασικών εντολών που

αναγνωρίζει η ALU είναι ακριβώς το ίδιο, μειώνοντας έτσι τις μεγάλες αλλαγές στο λογισμικό όταν στο μέλλον ο πελάτης υιοθετήσει έναν μικροελεγκτή άλλου κατασκευαστή (αρκεί, φυσικά, να υποστηρίζει και αυτός το σύνολο εντολών ARM ή MIPS, αντίστοιχα)

- Μικροελεγκτές εξειδικευμένων εφαρμογών, οι οποίοι ενσωματώνουν συνήθως κάποιο εξειδικευμένο πρωτόκολλο επικοινωνίας το οποίο υλοποιείται πάντοτε σε hardware. Τέτοιοι μικροελεγκτές χρησιμοποιούνται σε τηλεπικοινωνιακές συσκευές όπως τα μόντεμ.

Οι μικροελεγκτές των 8bit εξακολουθούν να έχουν την μεγάλη μερίδα πωλήσεων, καθώς ανήκουν στην κατηγορία με το χαμηλότερο κόστος και το μικρότερο μέγεθος λογισμικού για το ίδιο αποτέλεσμα, ιδίως επειδή οι σύγχρονες οικογένειες μικροελεγκτών 8bit έχουν πολύ βελτιωμένες επιδόσεις σε σχέση με το παρελθόν.

1.1.6 Εργαλεία ανάπτυξης και γλώσσες προγραμματισμού.

Η διαθεσιμότητα και η ευχρηστία των σχετικών εργαλείων ανάπτυξης, όπως μεταφραστές από γλώσσες υψηλού επιπέδου σε γλώσσα κατανοητή από τον μικροελεγκτή (Assembly), προγραμματιστές της εσωτερικής μνήμης και εργαλεία εκσφαλμάτωσης (Debugger), καθορίζει σε μεγάλο βαθμό την επιτυχία. Στους μικροελεγκτές τα εργαλεία αυτά δεν αποτελούνται ποτέ μόνο από το λογισμικό καθώς δεν υπάρχει τυποποιημένος τρόπος επικοινωνίας με αυτούς. Στον τομέα των εργαλείων ανάπτυξης, δραστηριοποιούνται όχι μόνο οι ίδιοι οι κατασκευαστές μικροελεγκτών αλλά και εξειδικευμένες εταιρείες.

Η C, η C++ και οι παραλλαγές της είναι από τις πιο διαδεδομένες γλώσσες προγραμματισμού των μικροελεγκτών. Η Assembly μπορεί να χρησιμοποιείται σε τμήματα του λογισμικού όπου απαιτείται ταχύτητα ή μικρό μέγεθος χρησιμοποιούμενης μνήμης. Όμως οι μεγαλύτερες απαιτήσεις σε λειτουργικότητα και η ευκολία προγραμματισμού της C έναντι της Assembly, σε συνδυασμό με την επάρκεια μνήμης των σύγχρονων μικροελεγκτών, έχουν εκτοπίσει την Assembly από τις περισσότερες εφαρμογές.

1.1.7 Κατασκευαστές μικροελεγκτών

Οι περισσότερες εταιρείες παράγουν μεγάλη γκάμα μικροελεγκτών. Από πολύ μικρούς και φθηνούς για απλές εφαρμογές έως και ιδιαίτερα προηγμένους για πολύ απαιτητικές εφαρμογές. Μερικοί από τους γνωστότερους κατασκευαστές μικροελεγκτών είναι οι:

-ARM (δεν κατασκευάζει αλλά παραχωρεί δικαιώματα χρήσης του πυρήνα)

-Atmel

-Epson

-Freescale Semiconductor (πρώην Motorola)

-Hitachi

-Maxim (μετά την εξαγορά Dallas)

-Microchip

-NEC

-Toshiba

-Texas Instruments

-Intel

-Analog Devices

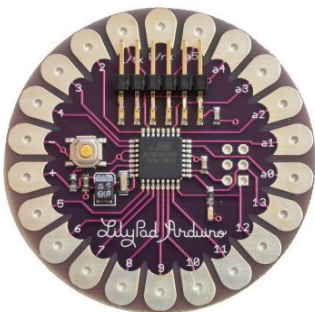
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1 ARDUINO

2.1.1 Η ιστορία του

Το 2003, ο καθηγητής Massimo Banzi εμφάνισε στο ινστιτούτο σχεδιασμού αλληλεπίδρασης στην πόλη Ivrea της Ιταλίας το Arduino. Θέλοντας να κάνουν οι μαθητές πράγματα από μόνοι τους από το να ακούνε μόνο θεωρητικά χωρίς να κάνουν κάτι στη πράξη, προσπάθησε να καταστήσει εύκολη τη μάθηση των ηλεκτρονικών. Στην προσπάθεια αυτή συνέβαλλε και ο David Cuatzielles, μηχανικός του Πανεπιστημίου Malmo. Οι δυο τους αποφάσισαν να φτιάξουν έναν μικροελεγκτή που θα ήταν πιο προσιτός ως προς τη χρήση του, με το λογισμικό να γράφεται από δύο φοιτητές. Αυτός που κλήθηκε να κάνει μια αρχική παρτίδα 200 μικροελεγκτών ήταν ο ηλεκτρολόγος μηχανικός Gianluca Martino. Έτσι φτιάχτηκε το πρώτο Arduino, το οποίο ονομάστηκε “Serial Arduino” και περιελάμβανε μία ATmega8 με άμεση σύνδεση RS-232 με το μικροελεγκτή και όλα τα συστατικά του. Ακολούθησε η έκδοση 2.0 και μια μονόπλευρη εκδοχή, σαφέστερη για τους ερασιτέχνες και στη συνέχεια σχεδιάστηκε. Οι επόμενες εκδόσεις ήταν FTDI USB μετατροπέα, το USB v1.0 ή v2.0, και αμέσως μετά κυκλοφόρησε το Arduino Extreme, το οποίο αύξησε την ποσότητα των επιφανειακών εξαρτημάτων. Ακολούθως, το Arduino Nuova Generazione με απλούστερο μετατροπέα USB, ο οποίος μετατρέπεται από ATmega8 σε ATmega168. Οι βελτιώσεις αυτές συνεχίστηκαν με το Diecimila, το Duemilanove και το Uno αντικαθιστώντας τον μετατροπέα FIDI ATmega8U2, ο οποίος περιέχει έναν ελεγκτή USB και αναβαθμίζει τον μικροελεγκτή ATmega328. Η τελευταία έκδοση του βασικού Arduino Leonardo, εξαλείφει τον μετατροπέα πλήρως αναβαθμίζοντας το σε ένα ATmega32U4, το οποίο περιέχει ένα ελεγκτή USB που κάνει τον σχεδιασμό του πιο εύκολο σε μεγάλο βαθμό (Massimo 2008). Υπάρχουν φυσικά και πιο εξειδικευμένες εκδόσεις. Οι μικρότερες είναι, Mini και Nano, όπου επιτρέπουν μικρότερες

εγκαταστάσεις. Υπάρχουν μεγαλύτερες εκδόσεις, ATmega1260 και το ATmega2560, για μεγαλύτερη επέκταση. Μερικές εκδόσεις είναι γνωστές για κάποια χαρακτηριστικά τους. Για παράδειγμα, το Arduino BT για την συνδεσιμότητα του με Bluetooth και το Arduino Ethernet για σύνδεση με LAN, το οποίο έχει υποστήριξη για Power over Ethernet, εάν με μια add-on μονάδα έχει εγκατασταθεί στο πλακίδιο. Το Arduino LilyPad (Εικόνα 1) έχει κατασκευαστεί για την ευελιξία. Μπορούν να συνδεθούν έξι (6) προστασίες όπως Wi-Fi, Ethernet, Wireless, Motor και Proto για προτυποποίηση. Η Wireless ασπίδα έρχεται είτε με υποδοχή SD ή χώρο πρωτοτύπων και έχει κεφαλίδες για τη σύνδεση των μονάδων που χρησιμοποιούν το XBee αποτύπωμα. Το Motor επιτρέπει τον έλεγχο των 2 κινητήρων συνεχούς ρεύματος. Ο καθένας οπουδήποτε μπορεί να κάνει ασπίδες για αυτούς, εάν μπορούν να παράγουν τυπωμένα κυκλώματα (Massimo 2008).



Εικόνα 3. LilyPad

2.1.2 Τι είναι το Arduino;

Το Arduino είναι ένας μικροελεγκτής μονής πλακέτας. Μια απλή πλακέτα ανοικτού κώδικα με ενσωματωμένο μικροελεγκτή εισόδου-εξόδου. Χρησιμοποιείται για την ανάπτυξη διάφορων έργων, διαδραστικών αντικειμένων και συνδέεται με τον υπολογιστή μέσω Processing, Max/ MSP, Pure Data, Supercollider. Στην ουσία πρόκειται για ένα ηλεκτρονικό κύκλωμα, που είναι βασισμένο στον μικροελεγκτή ATmega της Atmel, και όλα του τα σχέδια καθώς και το software που χρειάζεται για τη λειτουργία του, μπορούν να βρεθούν εύκολα και δωρεάν ώστε να μπορεί να κατασκευαστεί από τον χρήστη. Αφού συναρμολογηθεί, μπορούμε να πούμε ότι

είναι ένας μικροσκοπικός υπολογιστής, εφόσον ο χρήστης μπορεί πάνω του να συνδέσει πολλές μονάδες εισόδου-εξόδου και να προγραμματίσει τον μικροελεγκτή να δέχεται δεδομένα από την είσοδο και να τα επεξεργάζεται που να καταλήγουνε στις σωστές εντολές εξόδου.



Εικόνα 4. Arduino

2.1.3 Γλώσσα Προγραμματισμού

Η γλώσσα προγραμματισμού που χρησιμοποιεί είναι η Wiring η οποία είναι αρκετά εύκολη στη σύνταξη και διατίθεται σε πλατφόρμες όπως: Linux, MAC και Windows με την άδεια χρήσης GPL. Η διάθεση του όλου κυκλώματος της πλακέτας είναι με άδεια χρήσης Creative Commons, κι αυτό είναι το πλέον σημαντικό για το Arduino, διότι σημαίνει ότι καθένας μπορεί να κατασκευάσει την δική του πλακέτα όπως αυτός επιθυμεί. Λειτουργικά θα μπορούσαμε να πούμε ότι το Arduino μοιάζει με το NXT Brick των Lego Mindstorms NXT. Η μεγαλύτερη χρήση του Arduino είναι στη ρομποτική, αλλά δεν αποτελεί φυσικά τον μοναδικό τρόπο, ούτε και είναι ο καλύτερος δυνατός, για την δημιουργία μιας διαδραστικής ηλεκτρονικής συσκευής.

2.1.4 Εκδόσεις Arduino

Το Arduino κυκλοφόρησε πολλές ανεπίσημες και επίσημες εκδόσεις. Οι επίσημες εκδόσεις είναι:

Serial Arduino, προγραμματισμένο με μία σειριακή DE-9 σύνδεση χρησιμοποιώντας τεχνολογία ATmega8.

Arduino Extreme, με ένα USB interface για προγραμματισμό χρησιμοποιώντας τεχνολογία ATmega8.

Arduino Mini, μία έκδοση μινιατούρας του Arduino χρησιμοποιώντας τεχνολογία surface-mounted ATmega168.

Arduino Nano, ένα ακόμα πιο μικρό, USB τροφοδοτούμενη έκδοχή του Arduino χρησιμοποιώντας τεχνολογία surface-mounted ATmega168 (ATmega328 για την νεότερη έκδοση).

LilyPad Arduino, ένα μινιμαλιστικό σχέδιο για εφαρμογές ένδυσης και E-textiles χρησιμοποιώντας τεχνολογία surface-mounted AT-mega328.

Arduino NG, με ένα USB interface για προγραμματισμό και χρησιμοποιώντας τεχνολογία ATmega8.

Arduino NG plus, με ένα USB interface για προγραμματισμό και χρησιμοποιώντας τεχνολογία ATmega168.

Arduino Bluetooth, με Bluetooth interface για προγραμματισμό χρησιμοποιώντας τεχνολογία ATmega168.

Arduino Diecimila, με ένα USB interface και χρησιμοποιεί τεχνολογία ATmega168 σε ένα DIP28 πακέτο.

Arduino Duemilanove (“2009”), χρησιμοποιεί τεχνολογία ATmega168 (ATmega328 για την καινούργια έκδοση) και τροφοδοτείται μέσω ενέργειας USB/DC, αυτόματα εναλλασσόμενης.

Arduino Mega, χρησιμοποιώντας τεχνολογία surface-mounted ATmega1280 για περαιτέρω I/O και μνήμη.

Arduino Uno, χρησιμοποιώντας την ίδια τεχνολογία ATmega328 όπως το τελευταίο μοντέλο Duemilanove, αλλά ενώ το Duemilanove χρησιμοποιεί ένα FTDI chipset για το USB, το Uno χρησιμοποιεί τεχνολογία ATmega8U2 προγραμματισμένο ως σειριακός μετατροπέας.

Arduino Mega2560, χρησιμοποιεί τεχνολογία surface-mounted ATmega2560 φέρνοντας την ολική μνήμη στα 256kB. Επίσης ενσωματώνει τη νέα τεχνολογία ATmega8U2 (ATmega16U2 σε αναθεώρηση τύπου 3) USB chipset.

Arduino Leonardo, με ένα ATmega32U4 chip που εξαλείφει την ανάγκη για συνδεσιμότητα μέσω USB και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ψηφιακό πληκτρολόγιο ή ποντίκι.

Arduino Esplora, με εμφάνιση που παραπέμπει σε χειριστήριο κονσόλας βιντεοπαιχνιδιών με joystick και ενσωματωμένους αισθητήρες για ήχο, φώς, θερμοκρασία και επιτάχυνση.

Arduino Due, που είναι ένα μικροχειριστήριο board βασισμένο στην τεχνολογία Atmel SAM3X8E ARM Cortex-M3 CPU. Είναι το πρώτο board της Arduino βασισμένο σε επεξεργαστή 32-bit ARM microcontroller. Για αγορά συνιστάται κυρίως το Arduino Duemilanove ή τουλάχιστον των Diecimila ή Mega, επειδή διαθέτουν υποδοχή USB και είναι συμβατές με τα Shield. Για τους ίδιους λόγους, από τις ανεπίσημες (Freeduino, Boarduino, Sanguino, Seeduino, BBB, RBBB κ.α.) συνιστάται μόνο το Freeduino v1.16 και το Seeduino.

Φυσικά υπάρχουν και τα Shield. Τα Arduino και τα Arduino συμβατά boards χρησιμοποιούν την τεχνολογία των shields, τυπωμένων boards επεκτάσεων κυκλωμάτων που συνδέονται στα κανονικά παρεχόμενα Arduino pin-headers. Τα shields μπορούν να παρέχουν έλεγχο στα motors, GPS, Ethernet, LCD εικόνας ή breadboarding. Ένας αριθμός από shields μπορεί επίσης να γίνει και κομμάτι-κομμάτι, συναρμολογώντας το, από τον χρήστη.

Χρονολογικά

Σεπτέμβριο 2006	Ανακοινώθηκε το Arduino Mini
Οκτώβριο 2008	Ανακοινώθηκε το Arduino Duemilanove. Αρχικά βασίστηκε στο Atmel Atmega168, αλλά μετά στάλθηκε με το ATmega328
Μάρτιο 2009	Ανακοινώθηκε το Arduino Mega. Είναι βασισμένο στο Atmel ATmega1280
Μάιο 2011	Πάνω από 300.000 Arduino ήταν σε χρήση σε όλο τον κόσμο
Ιούλιο 2012	Ανακοινώθηκε το Arduino Leonardo. Είναι βασισμένο στο Atmel ATmega32u4
Οκτώβριο 2012	Ανακοινώθηκε το Arduino Due. Είναι βασισμένο στο Atmel SAM3X8E, που είχε πυρήνα <u>ARM Cortex-M3</u>
Νοέμβριο 2012	Ανακοινώθηκε το Arduino Micro. Είναι βασισμένο στο Atmel ATmega32u4
Μάιο 2013	Ανακοινώθηκε το Arduino Robot. Είναι βασισμένο στο Atmel ATmega32u4 και ήταν το πρώτο επίσημο Arduino με ρόδες
Μάιο 2013	Ανακοινώθηκε το Arduino Yun. Είναι βασισμένο στο ATmega32u4 και στο Atheros AR9331 και ήταν το πρώτο προϊόν wifi που συνδύαζε το Arduino με το Linux.

Πίνακας 2. Μερικές εκδόσεις Arduino χρονολογικά τοποθετημένες

2.2 Ανάλυση Arduino

2.2.1 HARDWARE

Ένας μικροελεγκτής Atmel AVR 8bit με συμπληρωματικά στοιχεία, για την διευκόλυνση του χρήστη στον προγραμματισμό και την ενσωμάτωση σε άλλα κυκλώματα, αποτελούν μια πλακέτα Arduino. Ο τρόπος έκθεσης των συνδέσμων που επιτρέπουν στην πλακέτα CPU να συνδεθεί με ποικιλίες εναλλάξιμων add-on-modules, γνωστά ως Shields (ασπίδες), αποτελεί σημαντική πλευρά του Arduino.

Μερικά Shield επικοινωνούν με την πλακέτα Arduino πάνω ακριβώς από διάφορα pins. Πολλά Shield είναι μεμονωμένα διευθετημένα μέσω ενός I²C Serial Bus, επιτρέποντας σε πολλά Shield να στοιβάζονται και να χρησιμοποιούνται παράλληλα. Το αυθεντικό Arduino έχει χρησιμοποιήσει τη σειρά mega AVR των chip, και πιο συγκεκριμένα το ATmega8, ATmega328, ATmega1280 και το ATmega2560. Πολλοί επεξεργαστές έχουν χρησιμοποιηθεί από τον Arduino συμβατά.

Οι περισσότερες πλακέτες περιλαμβάνουν 5 Volt γραμμικού ρυθμιστή και 16 MHz ταλαντωτή κρυστάλλου (ή κεραμικό αντηχείο σε ορισμένες παραλλαγές), βέβαια ορισμένα σχέδια, όπως το LilyPad τρέχουν στα 8MHz και απονέμουν με τον ενσωματωμένο ρυθμιστή τάση λόγω της ειδικής μορφής-παράγοντα περιορισμού. Ο μικροελεγκτής του Arduino είναι επίσης προγραμματισμένος με έναν φορτωτή εκκίνησης που απλοποιεί την μεταφορά των προγραμμάτων για την n-chip μνήμη flash, σε σύγκριση με άλλες συσκευές που συνήθως χρειάζονται έναν εξωτερικό προγραμματιστή. Όταν χρησιμοποιείται η στοίβα λογισμικού του Arduino, όλες οι κάρτες-πλακέτες έχουν προγραμματιστεί πάνω από μια RS-232 σειριακή σύνδεση, αλλά ο τρόπος που αυτό υλοποιείται εξαρτάται ανάλογα με την έκδοση του εξοπλισμού. Μια σειρά από πλακέτες Arduino περιέχουν ένα απλό κύκλωμα επιλογέα για την μετατροπή μεταξύ επιπέδου RS-232 και επιπέδου TTL σημάτων. Οι υπάρχουσες πλακέτες Arduino έχουν προγραμματιστεί μέσω USB και με την χρήση USB σε σειριακό chip προσαρμογέα όπως το FTDI FT232. Χρησιμοποιώντας ένα αποσπώμενο USB σε πλακέτα σειριακού μετασχηματιστή ή καλώδιο, Bluetooth ή άλλους τρόπους, μπορούμε να δημιουργήσουμε μερικές παραλλαγές, όπως Arduino Mini και το ανεπίσημο Boarduino,.

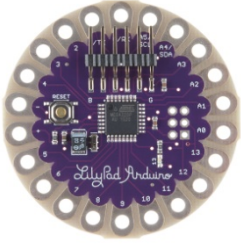
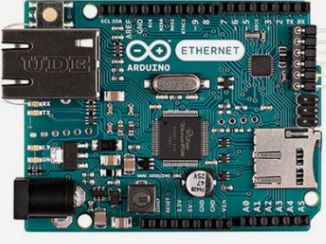
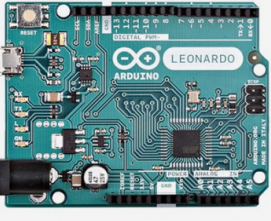

Η πλακέτα διαθέτει περισσότερα pins I/O του μικροελεγκτή για χρήση από άλλα κυκλώματα. Η Diecimila, Duemilano και η γνωστή Uno προσφέρει 14 ψηφιακά pins I/O, οι 6 από αυτές να παράγουν με διαμόρφωση εύρους παλμού σήματα, και 6 αναλογικές εξόδους. Αυτά τα Pin είναι στην κορυφή της πλακέτας, μέσω θηλυκού 0,1 ιντσών, επικεφαλίδες. Αρκετά plug-in shields εφαρμογής είναι εμπορικά διαθέσιμα. Το Arduino Nano και το Arduino-συμβατό με τη Bare Bones πλακέτα και






τη Boarduino πλακέτα που μπορούν να παρέχουν αρσενικά pin header στο κάτω μέρος τους και να συνδεθούν σε solderless breadboards.

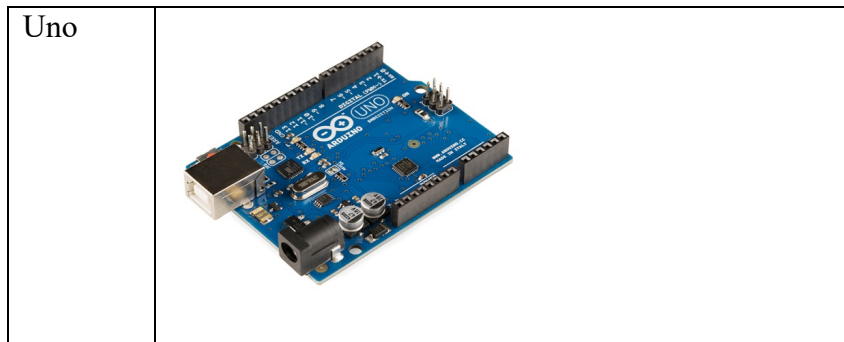
2.2.2 Μοντέλα Arduino

Τα μοντέλα Arduino παρουσιάζονται παρακάτω.

Επιλέχτηκε το Uno μιας και καλύπτει όλες τις ανάγκες της εργασίας, καθώς τα pins αυτού επαρκούν για όλες τις λειτουργίες.

Arduino	Εικόνα
LilyPad	
Ethernet	
Leonard	
Mega 2560	

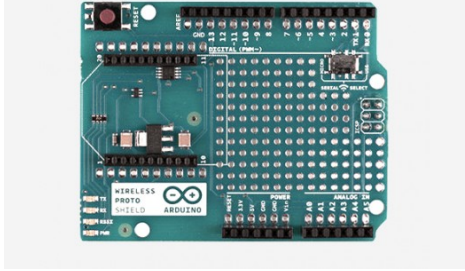
Mega ADK	
Fio	
Nano	
Pro	
Pro Mini	



Πίνακας 3: Μοντέλα Arduino

2.2.3 Arduino Shields

Arduino Wifi Shield		Ασύρματη σύνδεση του στο διαδίκτυο.
Arduino Ethernet Shield		Το συνδέει στο διαδίκτυο με RJ45 καλώδιο
Arduino SD Shield		Ασύρματη επικοινωνία με ασύρματη μονάδα με πλακέτα Arduino. Η μονάδα μπορεί να επικοινωνήσει

		<p>έως και 100 πόδια σε εσωτερικούς χώρους ή ως 300 πόδια σε εξωτερικούς χώρους. Η μονάδα περιλαμβάνει μια θύρα υποδοχής SD</p>
<p>Arduino Proto Shield</p>		<p>Επιτρέπει στο Arduino να επικοινωνεί ασύρματα με μια ασύρματη μονάδα. Η μονάδα μπορεί να επικοινωνεί έως και 100 πόδια σε εσωτερικούς χώρους ή σε εξωτερικούς χώρους ως 300 πόδια. Η μονάδα δεν περιλαμβάνει θύρα υποδοχής SD</p>

<p>Arduino Motor Shield</p>		<p>Επιτρέπει την οδήγηση δύο DC κινητήρων από την ίδια συσκευή ελέγχοντας τη ταχύτητα και την κατεύθυνση του καθενός ξεχωριστά.</p>
-------------------------------------	--	---

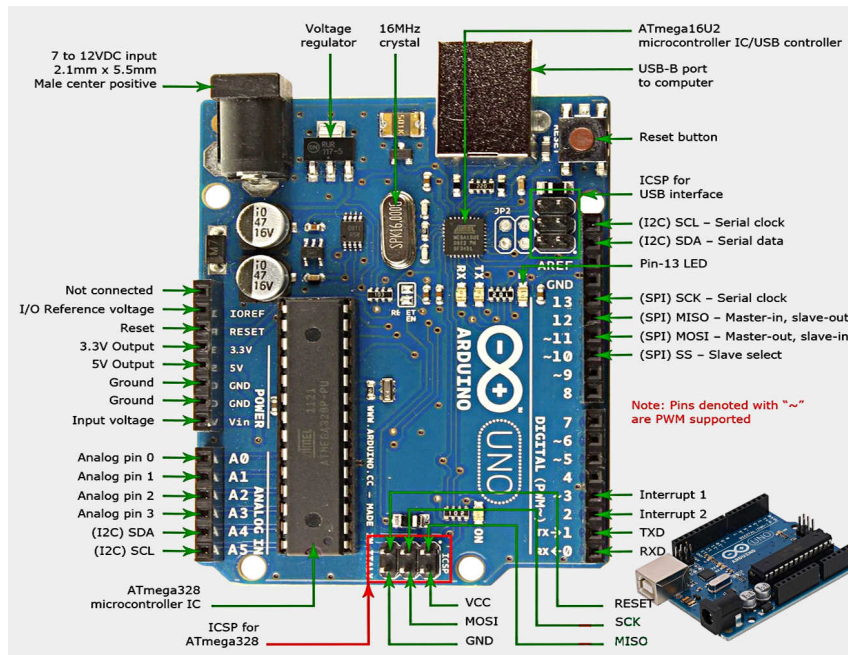
Πίνακας 4: Λεπτομέρειες Shields Arduino

2.2.4 Χαρακτηριστικά εν συντομία.

Ο παρακάτω πίνακας αφορά τα χαρακτηριστικά του Arduino Uno

Μικροελεγκτής	ATmega328
Τάση Λειτουργίας	5 V
Τάση εισόδου	7-12 V
Όρια τάσης	6-20 V
Ψηφιακοί ακροδέκτες I/O	14 (εκ των 6 παρέχουν PWM έξοδο)
Ψηφιακοί ακροδέκτες εισόδου	6
DC ρεύμα ανά I/O ακροδέκτη	40 mA
DC ρεύμα για 3,3V ακροδέκτη	50mA
Μνήμη Flash	32KB
SRAM	2KB
EEPROM	1KB
Ταχύτητα ρολογιού	16MHz

Πίνακας 5. Χαρακτηριστικά εν συντομία



Εικόνα 5. Λεπτομέρεια πλακέτας Arduino Uno

- Ακροδέκτες Arduino.** Καταρχήν διαθέτει σειριακό interface. Με σειριακή επικοινωνία υποστηρίζεται μικροελεγκτής ATmega, η οποία προωθείται από το Arduino μέσα από έναν ελεγκτή Serial-over-USB έτσι ώστε να συνδέεται με τον υπολογιστή μέσω USB. Η χρήση της σύνδεσης αυτής γίνεται για να μεταφέρει τα προγράμματα που σχεδιάζονται από τον υπολογιστή στον Arduino αλλά λειτουργεί και με αντίστροφη επικοινωνία, μέσα από το πρόγραμμα που τρέχει ο υπολογιστής. Στην επάνω πλευρά του Arduino βρίσκονται 14 θηλυκά pin, αριθμημένα από το 0 έως το 13, που μπορούν να λειτουργήσουν ως ψηφιακές εισοδοι και έξοδοι. Λειτουργούν στα 5 Volt και καθένα από αυτά μπορεί να παρέχει ή να δεχτεί το πολύ 40mA. Ένα από αυτά τα pin αυτά τίθεται από το πρόγραμμά μας σε κατάσταση HIGH ή LOW, ως ψηφιακή έξοδος, έτσι ώστε να δύναται να γνωρίζει αν μπορεί να διοχετεύσει, ή όχι, ρεύμα στο συγκεκριμένο ακροδέκτη. Για να «διαβαστεί» η κατάσταση ενός διακόπτη, αρκεί να ρυθμίσουμε μέσα από το πρόγραμμα

ένα από τα pin ως ψηφιακή είσοδο, έτσι ώστε να μπορεί με την κατάλληλη εντολή να διαβάσει την κατάστασή του (HIGH ή LOW) ανάλογα εάν η εξωτερική συσκευή που έχουμε συνδέσει με το pin διοχετεύει ή όχι ρεύμα στο pin.

- Μερικά από τα 14 pin έχουν εκτός από ψηφιακές λειτουργίες και δεύτερη λειτουργία. Πιο αναλυτικά:
 - Όταν η σειριακή θύρα ενεργοποιείται από το πρόγραμμά μας, τα pin 0 και 1 λειτουργούν ως RX και TX της σειριακής. Έτσι, όταν στη σειριακή θύρα στέλνονται δεδομένα από το πρόγραμμα μας, γίνεται προώθησή τους και στην θύρα USB, μέσω ενός ελεγκτή Serial-Over-USB αλλά και στο pin 0, για να τα διαβάσει ενδεχομένως μια άλλη συσκευή. Αυτό φυσικά σημαίνει ότι με την πιθανή ενεργοποίηση του σειριακού interface στο πρόγραμμά μας, χάνουμε 2 ψηφιακές εισόδους.
 - Τα pin 3,5,6,9,10 και 11 μπορούν να λειτουργήσουν και ως ψευδοαναλογικές έξοδοι με το σύστημα PWM (Pulse Width Modulation), δηλαδή το ίδιο σύστημα που διαθέτουν οι μητρικές των υπολογιστών για να ελέγχουν τις ταχύτητες των ανεμιστήρων. Έτσι, αν σε κάποιο από αυτά τα pin συνδεθεί για παράδειγμα ένα LED θα μπορούσε να ελεγχθεί πλήρως η φωτεινότητα του αναλυτή 8bit (256 καταστάσεις από 0-σβηστό ως 255-πλήρως αναμμένο), αντί να υπάρχει απλά η δυνατότητα του αναμμένο-σβησμένο που παρέχουν οι υπόλοιπες ψηφιακές έξοδοι. Σημαντική είναι η αναγκαιότητα κατανόησης πως το PWM δεν είναι πραγματικό αναλογικό σύστημα και ότι αν θέσουμε στην έξοδο την τιμή 127, δεν σημαίνει ότι η έξοδος θα δίνει 2.5 Volt αντί της κανονικής των 5 Volt, αλλά θα δίνει ένα παλμό που θα εναλλάσσεται με μεγάλη συχνότητα και για ίσους χρόνους μεταξύ των τιμών 0 και 5 Volt.
 - Στην κάτω πλευρά του, με τη σήμανση ANALOG IN, βρίσκουμε μια ακόμη σειρά από 6 ακροδέκτες αριθμημένους από το 0 ως το 5. Το

καθένα από αυτά λειτουργεί ως αναλογική είσοδος κάνοντας την χρήση του AC (Analog to Digital Converter) που είναι ενσωματωμένο στον μικροελεγκτή. Για παράδειγμα, υπάρχει δυνατότητα τροφοδοσίας ενός από αυτά, με μια τάση που δύναται να κυμανθεί, με ένα ποτενσιόμετρο από 0 Volt ως μια τάση V_{ref} , η οποία αν δεν κάνουμε τροποποίηση μέσω του προγράμματος θα είναι στα 5 Volt. Τότε, «διαβάζεται» μέσα από το πρόγραμμα η τιμή του pin ως ένας ακέραιος αριθμός ανάλυσης 10-bit από 0 μέχρι 1023 (0 έως 5 Volt). Η ρύθμιση της τάσης αναφοράς γίνεται με μια εντολή στα 1.1 Volt (ή σε όποια τάση επιθυμούμε μεταξύ 2 και 5 Volt), με την εξωτερική τροφοδοσία αυτής της τάσης στο pin με την σήμανση AREF με 3.3 Volt και στη συνέχεια να δοκιμάσουμε να διαβάσουμε κάποιο pin αναλογικής εισόδου στο οποίο εφαρμόζεται τάση 1.65 Volt, το Arduino θα μας επιστρέψει την τιμή 512. Καθένα από αυτά τα 6 pin, όπως και τα 14 που βρίσκονται στην απέναντι πλευρά, μπορεί να μετατραπεί σε ψηφιακό pin εισόδου/εξόδου με κατάλληλη εντολή μέσα από το πρόγραμμα. Στην προκειμένη περίπτωση τα pin μετονομάζονται 0-5 σε 14-19 αντίστοιχα.

- **Τροφοδοσία.** Η τροφοδοσία του αναπτυξιακού Arduino Duemilanove πραγματοποιείται είτε με εξωτερική τροφοδοσία είτε απευθείας από την θύρα USB. Το αναπτυξιακό επιλέγει αυτόματα την πηγή. Ορισμός της εξωτερικής τροφοδοσίας γίνεται είτε με μια μπαταρία, είτε με έναν μετασχηματιστή των 9 Volt από 220Volt. Η σύνδεση της μπαταρίας μπορεί να γίνει στις υποδοχές του Arduino Vin και GND, με την τοποθέτηση του θετικού και του αρνητικού πόλου αντίστοιχα. Από την άλλη, αν η τροφοδοσία γίνει με μετασχηματιστή, τοποθετείται το βύσμα στην υποδοχή που έχει, με το θετικό πόλο στο κέντρο. Η πλακέτα μπορεί να λειτουργήσει με εξωτερική πηγή 6 έως 20 Volts, η ιδανική όμως τάση είναι 9 Volts, διότι αν τροφοδοτηθεί με λιγότερο από 7 Volt τα pin εξόδου 5 Volt δεν θα καταφέρουν να εξάγουν την

τάση των 5 Volt και αν τροφοδοτηθεί πάνω από 12 Volt θα υπερθερμανθεί ο σταθεροποιητής τάσης στην πλακέτα και πολύ πιθανόν να καταστραφεί.

Οι ακροδέκτες τροφοδοσίας είναι :

- **VIN** -- Ακροδέκτης για μη σταθεροποιημένη τάση. Συνήθως εδώ συνδέεται μια εξωτερική πηγή τροφοδοσίας.
- **5Volt** -- Ακροδέκτης σταθεροποιημένης τάσης 5Volt. Χρησιμοποιείται για την τροφοδοσία του μικροελεγκτή ή άλλων ηλεκτρονικών στοιχείων.
- **3.3 Volt** -- Το ολοκληρωμένο FTDI που βρίσκεται στην πλακέτα του Arduino παράγει τάση 3.3 V με μέγιστο ρεύμα 50mA.
- **GND** Ακροδέκτης γείωσης.



Εικόνα 6. Τροφοδοσία



Εικόνα 7. Τροφοδοσία

- **Μνήμη.** Ο μικροεπεξεργαστής ATmega328 έχει τρεις μονάδες μνήμης. Διαθέτει flash memory, για την αποθήκευση των Arduino sketch, SRAM (static random access memory) για τη δημιουργία sketch που χρησιμοποιεί τις μεταβλητές όταν τρέχει, και EEPROM, την οποία χρησιμοποιούν οι προγραμματιστές για την αποθήκευση μακροχρόνιων πληροφοριών.
 - 2KB μνήμης **SRAM**, η ωφέλιμη μνήμη που μπορεί να χρησιμοποιηθεί από τα προγράμματα για την αποθήκευση μεταβλητών, πινάκων κ.λπ., στην οποία αν γίνει διακοπή της παροχής ρεύματος ή reset χάνει τα δεδομένα της.
 - 1KB μνήμης **EEPROM**, η οποία χρησιμοποιείται από τα προγράμματα για εγγραφή ή/και ανάγνωση δεδομένων. Δεν χάνει τα δεδομένα της κατά την διακοπή τροφοδοσίας ή την επανεκκίνηση.
 - 32KB μνήμης **Flash**, εκ των οποίων τα 2Kb χρησιμοποιεί το firmware του Arduino που έχει εγκατασταθεί από τον κατασκευαστή του. Για να εγκατασταθούν τα προγράμματα που επιθυμούμε στον μικροελεγκτή, μέσω της θύρας USB, είναι αναγκαίο το firmware, που στην ορολογία του Arduino ονομάζεται bootloader. Να μη χρειάζεται δηλαδή εξωτερικούς hardware programmer. Για να αποθηκεύσουμε τα προγράμματα χρησιμοποιούμε τα υπόλοιπα 30 Kb της μνήμης Flash, αφού πρώτα γίνει η μεταγλώττιση στον υπολογιστή μας. Η μνήμη flash, όπως και η EEPROM, δεν χάνει τα δεδομένα της κατά την διακοπή τροφοδοσίας ή την επανεκκίνηση. Επιπροσθέτως, έχει σχεδιαστεί μνήμη που επιτρέπει την χρήση όσου χώρου περισσεύει (30Kb μείον το μέγεθος του προγράμματος μας σε μεταγλωττισμένη μορφή), παρότι η μνήμη flash δεν προορίζεται υπό κανονικές συνθήκες για χρήση runtime μέσα από τα προγράμματα, λόγω της

μικρής συνολικής μνήμης που είναι διαθέσιμη σε αυτά (2Kb SRAM+ 1Kb EEPROM),

- **Ενσωματωμένα κουμπιά –LED**

Πάνω στην πλακέτα του Arduino υπάρχει ένας διακόπτης micro-switch και 4 μικροσκοπικά LED επιφανειακής στήριξης. Η λειτουργία του διακόπτη με την σήμανση RESET, και ενός LED με την σήμανση POWER είναι κατανοητή από τις ονομασίες. Τα δύο LED με τις σημάνσεις RX και TX χρησιμοποιούνται ως ένδειξη λειτουργίας του σειριακού interface, καθώς ανάβουν όταν το Arduino στέλνει ή λαμβάνει (αντίστοιχα) δεδομένα μέσω του USB. Σημειώνεται ότι τα LED αυτά ελέγχονται από τον ελεγκτή Serial-Over-USB και συνεπώς δεν λειτουργούν όταν η σειριακή επικοινωνία γίνεται αποκλειστικά μέσω των ψηφιακών pin 0 και 1. Τέλος, υπάρχει ένα LED με τη σήμανση L. Η βασική δοκιμή λειτουργίας του Arduino είναι να του αναθέσουμε να αναβοσβήνει ένα LED. Για να μπορούμε να κάνουμε αυτό από την πρώτη στιγμή, χωρίς να συνδέσουμε τίποτα πάνω στο Arduino, οι κατασκευαστές αυτού σκέφτηκαν να ενσωματώσουν ένα LED στην πλακέτα, όπου το σύνδεσαν στο ψηφιακό pin 13. Έτσι, ακόμα και αν δεν συνδέσουμε τίποτα πάνω στο pin 13, αναθέτοντας HIGH μέσα από το πρόγραμμα, θα ανάψει το λαμπάκι αυτό.



Εικόνα 8. Reset



Εικόνα 9. Power



Εικόνα 10. L-TX-RX

2.2.5 SOFTWARE

Μια εφαρμογή γραμμένη σε Java αποτελεί το ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης του Arduino, το οποίο λειτουργεί σε πολλές πλατφόρμες προερχόμενο από το IDE για την γλώσσα προγραμματισμού Processing και το σχέδιο Wiring και η εισαγωγή του προγραμματισμού στους χρήστες που δεν είναι εξοικειωμένοι με την ανάπτυξη λογισμικού είναι ο λόγος σχεδιασμού του. Περιλαμβάνει ένα πρόγραμμα επεξεργασίας κώδικα με χαρακτηριστικά όπως η επισήμανση σύνταξης, ο συνδυασμός αγκυλών και η αυτόματη εσοχή, καθώς επίσης είναι σε θέση να μεταγλωττίζει και να φορτώνει προγράμματα στη πλακέτα με ένα μόνο κλικ. Η αναφορά σε πρόγραμμα ή κώδικα που γράφτηκε για Arduino εισάγεται με τον όρο «σκίτσο».

Τα Arduino προγράμματα είναι γραμμένα σε C ή C++. Το Arduino IDE έρχεται με μια βιβλιοθήκη λογισμικού που ονομάζεται Wiring, γεγονός που καθιστά πολλές κοινές λειτουργίες εισόδου-εξόδου πολύ πιο εύκολες. Δύο λειτουργίες οφείλουν μόνο να ορίσουν οι χρήστες έτσι ώστε να κάνουν ένα πρόγραμμα κυκλικής εκτέλεσης.

Setup (): μια συνάρτηση που εκτελείται μια φορά κατά την έναρξη ενός προγράμματος και η οποία μπορεί να αρχικοποιεί τις ρυθμίσεις. Σε αυτό το σημείο «δηλώνονται» οι μεταβλητές που θέλουμε για το project μας.

Loop (): μια συνάρτηση η οποία όταν καλείται εκτελείται μέχρι να απενεργοποιηθεί η πλακέτα.

Το πιο κλασσικό πρόγραμμα, και το πρώτο που μαθαίνουν νέοι χρήστες, είναι ένα LED που αναβοσβήνει. Ο χρήστης μπορεί να γράψει ένα πρόγραμμα όπως το παρακάτω:

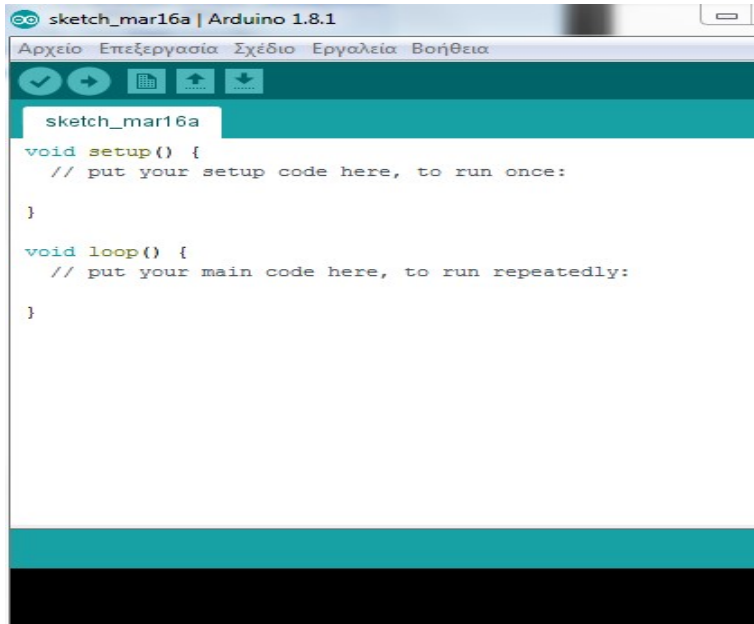
```
sketch_mar16a §  
  
#define LED_PIN 13  
void setup ()  
{ pinMode (LED_PIN, OUTPUT); // enable pin 13 for digital output }  
void loop ()  
{ digitalWrite (LED_PIN, HIGH); // turn on the LED  
  delay (1000); // wait one second (1000 milliseconds)  
  digitalWrite (LED_PIN, LOW); // turn off the LED  
  delay (1000); // wait one second }
```

Εικόνα 11. Παράδειγμα μέσα από το περιβάλλον Arduino IDE

Ένα LED και μια αντίσταση φορτίο συνδεδεμένα μεταξύ του pin13 και του εδάφους είναι ένα από τα χαρακτηριστικά των περισσότερων πλακετών Arduino. Ο μεταγλωττιστής C++ δεν θα μπορέσει να αναγνωρίσει ως έγκυρο πρόγραμμα τον παραπάνω κώδικα, και όταν ο χρήστης θελήσει να «τρέξει» το πρόγραμμα, για να φτιαχτεί έγκυρο C++ πρόγραμμα, ένα αντίγραφο του κώδικα θα γραφτεί σε ένα προσωρινό αρχείο με ένα επιπλέον include στην κορυφή και μια πολύ απλή συνάρτηση main() στο κάτω μέρος. Το IDE του Arduino χρησιμοποιεί GNU tool chain και AVR libc για την μεταγλώττιση των προγραμμάτων και το avrdude για την φόρτωση προγραμμάτων στην πλακέτα, δεδομένου ότι η πλατφόρμα του χρησιμοποιεί Atmel μικροελεγκτή, το περιβάλλον ανάπτυξης Atmel, Avr Studio ή η νεότερη έκδοση του Atmel Studio, μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την ανάπτυξη λογισμικού για το Arduino.







2.2.6 Περιβάλλον Ανάπτυξης

Το περιβάλλον ανάπτυξης (IDE) του Arduino είναι βασισμένο στο περιβάλλον της γλώσσας προγραμματισμού Processing και αποτελεί μια πολυπλατφορμική εφαρμογή γραμμένη σε Java.



Εικόνα 12. Το περιβάλλον ανάπτυξης του Arduino

Βασικές λειτουργίες του IDE

	Έλεγχος του κώδικα- Επικύρωση
	Ανέβασμα του κώδικα στην πλατφόρμα
	Δημιουργία νέου έργου
	Άνοιγμα έργων που έχουν γίνει. Παρουσίαση αποθηκευμένων έργων, πατώντας ένα από αυτά μπορεί να γίνει επεξεργασία του.
	Αποθήκευση έργου.
	Παρακολούθηση σειριακής

Πίνακας 6. Λειτουργίες του IDE

2.2.6.1 Ρυθμίσεις του περιβάλλοντος ανάπτυξης

Μόλις ενωθεί στο σύστημά μας το Arduino θα πρέπει να γίνουν οι κάτωθι βασικές ρυθμίσεις:

- i. Από το μενού Tools → Board επιλέγουμε την πλακέτα που έχουμε .
- ii. Από το Tools → Serial Port επιλέγουμε την σειριακή θύρα ή τη θύρα USB που έχουμε τον Arduino.

Στο μέγεθος του κειμένου, στον φάκελο αποθήκευσης, καθώς και στη χρήση εξωτερικού κειμενογράφου γίνονται σχετικές ρυθμίσεις που βρίσκονται στην καρτέλα Preferences (File → Preferences).

Στοιχεία που πρέπει να γνωρίζουμε:

⇒ Δομή προγράμματος

Η δομή του προγράμματος είναι:

```
// Δηλώσεις Βιβλιοθηκών, ανάλογα το project
// Δηλώσεις μεταβλητών
void setup () {
// Αρχικοποιήσεις
}
void loop () {
// Εντολές για την εκτέλεση του προγράμματος μας
}
```

Υπάρχουν δύο βασικές συναρτήσεις στο πρόγραμμα. Η συνάρτηση **setup()** όπου εκτελείται στην αρχή μόνο του προγράμματος και για μόνο μια φορά. Χρησιμοποιείται για τις αρχικοποιήσεις των μεταβλητών, τις δηλώσεις των pin (εάν θα είναι έξοδος ή είσοδος) και τις αρχικοποιήσεις των βιβλιοθηκών. Από την άλλη η συνάρτηση **loop()** επαναλαμβάνει συνεχώς ότι υπάρχει μέσα στην συνάρτηση, δίνοντας την δυνατότητα στο πρόγραμμα μας να αλλάζει τιμές και το Arduino να ανταποκρίνεται ανάλογα.

⇒ Μεταβλητές

Μεταβλητή ονομάζουμε στην γλώσσα του προγραμματισμού ένα γλωσσικό αντικείμενο που μπορεί να λάβει διάφορες τιμές (μια κάθε φορά). Οι τιμές μιας μεταβλητής περιορίζονται συνήθως σε ένα τύπο δεδομένων.

Οι βασικοί τύποι δεδομένων είναι:

1. **Byte**, αποθηκεύει μια αριθμητική τιμή 8 bit χωρίς δεκαδικά ψηφία, παίρνουν τιμές από 0 μέχρι 255.
2. **Int**, ακέραιοι, παίρνουν τιμές από -31.768 μέχρι 32767.
3. **Long**, μεγάλο μέγεθος ακέραιοι, παίρνουν τιμές από -2.147.483.648 μέχρι 2.147.483.647
4. **Float**, πραγματικοί αριθμοί, παίρνουν ως υψηλότερη τιμή 3.4028235E + 38 και ως χαμηλότερη -3.4028235E + 38.

Τις μεταβλητές μπορούμε να τις δηλώσουμε στην αρχή του προγράμματος έτσι: **int number ;**

Μπορούμε επίσης να την δηλώσουμε με μία αρχική τιμή, έτσι: **int number=47;**

⇒ Σταθερές μεταβλητές

Είναι αντικείμενα τα οποία μπορούν να πάρουν μια μόνο τιμή, και δηλώνονται μαζί με την μεταβλητή: **#define ledPin 13**

⇒ Πίνακες – Arrays

Ονομάζεται η διάταξη δεδομένων μιας ή περισσότερων διαστάσεων η οποία είναι συγκεκριμένου τύπου δεδομένων. Για παράδειγμα, αν έχουμε πίνακα ακέραιων 5 θέσεων τον ονομάζουμε array και τον δηλώνουμε ως εξής: **int array[5];** Και φυσικά μπορούμε να δώσουμε τιμή σε μία θέση του πίνακα: **int array[2]=45;** Το 2^ο στοιχείο παίρνει την τιμή 45. Ακόμα μπορούμε να γεμίσουμε τον πίνακα κατά την δήλωση του, **int array[]={12,45,25,18,6};**

⇒ Αριθμητικοί τελεστές

Οι αριθμητικοί τελεστές καλύπτουν τις βασικές πράξεις, πρόσθεση, αφαίρεση, πολλαπλασιασμό, διαίρεση(+, -, *, /). Δηλαδή, **sum = 125 + 258 ;**

⇒ Τελεστές σύγκρισης

Με τους τελεστές σύγκρισης μπορούμε να ελέγξουμε αν μια συνθήκη μεταξύ μεταβλητών ή σταθερών είναι «Αληθής». Πιο συγκεκριμένα:

$x == y$ αν x είναι ίσο με το y

$x != y$ αν x είναι άνισο με το y

$x < y$ αν x είναι μικρότερο του y

$x > y$ αν x είναι μεγαλύτερο του y

$x <= y$ αν x είναι μικρότερο ή ίσο το y

$x >= y$ αν x είναι μεγαλύτερο ή ίσο το y

⇒ Λογικοί Τελεστές

Με τους λογικούς τελεστές μπορούμε να συγκρίνουμε δύο ή περισσότερες εκφράσεις, δίνοντας αποτέλεσμα «Αληθής» ή «Ψευδής». Υπάρχουν τρεις λογικοί τελεστές:

Λογικό **ΚΑΙ** στον κώδικα γράφεται **&&**, είναι «αληθής» εάν όλες οι εκφράσεις είναι «αληθής»

Λογικό **Ή** στον κώδικα **||**, είναι «αληθής» ένα μια από τις εκφράσεις είναι «αληθής»

Λογικό **ΟΧΙ** στον κώδικα **!**, είναι «αληθής» αν η έκφραση είναι «ψευδής»

Παρακάτω έχουμε ένα παράδειγμα:

```
If (x>0 && x<5) {
```

```
//εντολές
```

```
}
```

Στο κώδικα αυτό γίνεται έλεγχος αν το x είναι μεγαλύτερο του μηδενός **ΚΑΙ** μικρότερο του 5. Ένα αληθεύει εκτελούνται οι εντολές που υπάρχουν μέσα στις αγκύλες. Καταλαβαίνουμε ότι η πρόταση `if ()` ελέγχεται αν η συνθήκη μέσα στις παρενθέσεις είναι «αληθής»

⇒ Τελεστές δεικτών

* ,τελεστής απόκτησης περιεχομένου.

& ,τελεστής απόκτησης διεύθυνσης

⇒ Δομές ελέγχου ροής

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

⇒ Ψηφιακή έξοδος

Το Arduino Diecimila αποτελείται από δεκατρία ψηφιακά pin, τα οποία μπορούμε να τα χρησιμοποιήσουμε το καθένα ξεχωριστά, είτε για είσοδο είτε για έξοδο. Μπορούμε να τα προγραμματίσουμε να συμπεριφέρονται όπως εμείς επιθυμούμε, αρκεί να κάνουμε τις σωστές δηλώσεις στο κώδικα που θα φορτώσουμε στη πλακέτα. Η έξοδος του κάθε pin μπορεί να προγραμματιστεί να δίνει τιμές HIGH ή LOW. Λέγοντας HIGH εννοούμε δυαδικό «1» και έχουμε τάση εξόδου 5 Volt DC, ενώ το LOW είναι το δυαδικό «0» και έχει τάση 0Volt DC.

⇒ 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

⇒ Μαθηματικές και Τριγωνομετρικές συναρτήσεις

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

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

⇒ Συναρτήσεις γεννήτριας ψευδοτυχαίων αριθμών

random() δίδεται ένας νέος αριθμός από την γεννήτρια

randomSeed() θέτει τον σπόρο της γεννήτριας παραγωγής)

⇒ Συναρτήσεις επεξεργασίας δυαδικών αριθμών

lowByte() επιστρέφει το δεξιότερο byte μίας μεταβλητής

highByte() επιστρέφει το αριστερότερο byte μίας μεταβλητής

bitRead() διαβάζει ένα συγκεκριμένο ψηφίο μίας μεταβλητής

bitWrite() γράφει σε ένα συγκεκριμένο ψηφίο μιας μεταβλητής

bitSet() γράφει την τιμή 1 σε κάποιο ψηφίο μίας μεταβλητής

bitClear() γράφει την τιμή 0 σε κάποιο ψηφίο μιας μεταβλητής)

bit() υπολογίζει μία συγκεκριμένη δύναμη με βάση το 2

2.2.7 Βασικές Εντολές

Η γλώσσα του Arduino «κατάγεται» από την C. Λόγω αυτής της καταγωγής, στην γλώσσα του Arduino μπορούν ουσιαστικά να χρησιμοποιηθούν οι ίδιες βασικές εντολές και συναρτήσεις, με την ίδια σύνταξη, τους ίδιους τύπων δεδομένων και τους ίδιους τελεστές, όπως και στην C. Για την διαχείριση του ειδικού hardware του Arduino υπάρχουν βέβαια κάποιες ειδικές εντολές, συναρτήσεις και σταθερές που βοηθούν, όπως:

ΟΡΙΣΜΑ	ΕΙΔΟΣ	ΤΥΠΟΣ	ΠΑΡΑΜΕΤΡΟΙ	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ
LOW	Σταθερά	Int	-	Έχει την τιμή 0 και είναι αντίστοιχη του λογικού false.
HIGH	Σταθερά	Int	-	Έχει την τιμή 1 και είναι αντίστοιχη του λογικού true.
INPUT	Σταθερά	Int	-	Έχει την τιμή 0 και είναι αντίστοιχη του λογικού false
OUTPUT	Σταθερά	Int	-	Έχει την τιμή 1 και είναι αντίστοιχη του λογικού true.
pinMode	Εντολή	-	(pin, mode)	Καθορίζει αν το συγκεκριμένο

				ψηφιακό pin θα είναι pin εισόδου ή pin εξόδου ανάλογα με την τιμή που δίνεται στην παράμετρο mode(INPUT ή OUTPUT αντίστοιχα).
digitalWrite	Εντολή	-	(pin, pinstatus)	Θέτει την κατάσταση pinstatus(HIGH ή LOW) στο συγκεκριμένο ψηφιακό pin.
digitalRead	Συνάρτηση	Int	(pin)	Επιστρέφει την κατάσταση του συγκεκριμένου ψηφιακού pin (0 για LOW και 1 για HIGH) εφόσον αυτό είναι pin εισόδου
analogReference	Εντολή	-	(type)	Δέχεται τις τιμές DEFAULT, INTERNAL ή EXTERNAL στην παράμετρο type για να καθορίσει την τάση αναφοράς (Vref) των αναλογικών εισόδων (5V, 1.1V ή η εξωτερική τάση με την οποία τροφοδοτείται το pin AREF αντίστοιχα)
analogRead	Συνάρτηση	Int	(pin)	Επιστρέφει έναν ακέραιο από 0 έως 1023, ανάλογα με την τάση που

				τροφοδοτείται το συγκεκριμένο pin αναλογικής εισόδου στην κλίμακα 0 ως Vref.
analogWrite	Εντολή	-	(pin, value)	Θέτει το συγκεκριμένο ψηφιακό pin σε κατάσταση ψευδοαναλογικής εξόδου (PWM). Η παράμετρος value καθορίζει το πλάτος του παλμού σε σχέση με την περίοδο του παραγόμενου σήματος στην κλίμακα από 0 ως 255 (π.χ. με value 127, το πλάτος του παλμού είναι ίσο με μισή περίοδο).
millis	Συνάρτηση	Unsigned long	()	Μετρητής που επιστρέφει το χρονικό διάστημα σε ms από την στιγμή που άρχισε η εκτέλεση του προγράμματος. Λάβετε υπόψη ότι λόγω του τύπου μεταβλητής (unsigned long δηλ. 32bit) θα γίνει overflow σε 2^{32} ms δηλαδή περίπου σε 50 μέρες, οπότε ο μετρητής θα ξεκινήσει πάλι από το

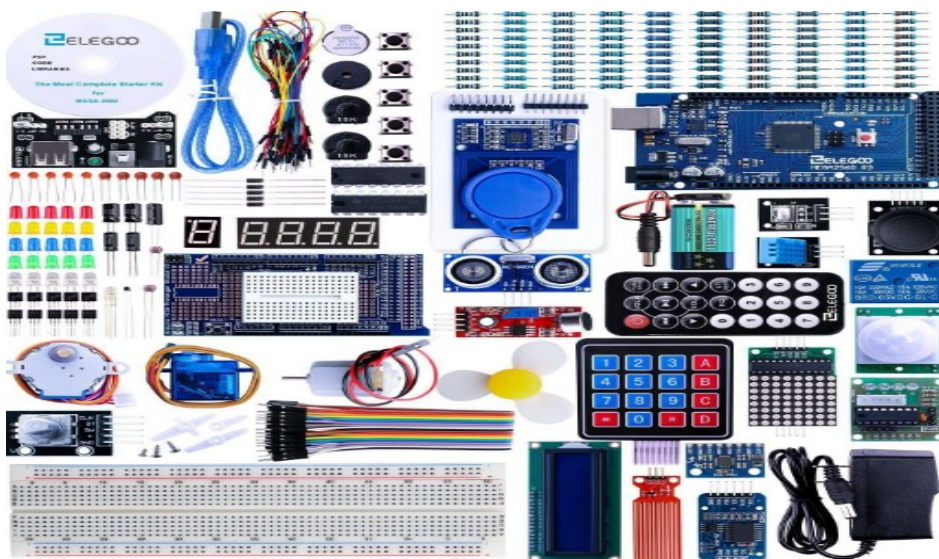
				μηδέν.
delay	Εντολή	-	(time)	Σταματά προσωρινά την ροή του προγράμματος για time ms. Η παράμετρος time είναι unsigned long (από 0 ως 2^{32}). Σημειώστε ότι παρά την προσωρινή παύση, συναρτήσεις των οποίων η εκτέλεση ενεργοποιείται από interrupt θα εκτελεστούν κανονικά κατά την διάρκεια μιας delay.
attachInterrupt	Εντολή	-	(interrupt, function, triggermode)	LOW (ενεργοποίηση όταν η κατάσταση του pin που αντιστοιχεί στο συγκεκριμένο interrupt γίνει LOW) RISING (όταν από LOW γίνει HIGH) FALLING (όταν από HIGH γίνει LOW)

				CHANGE (όταν αλλάξει κατάσταση γενικά)
detachInterrupt	Εντολή	-	(interrupt)	Απενεργοποιεί το συγκεκριμένο interrupt.
noInterrupts	Εντολή	-	()	Σταματά προσωρινά την λειτουργία όλων των interrupt
interrupts	Εντολή	-	()	Επαναφέρει την λειτουργία των interrupt που διακόπηκε προσωρινά από μια εντολή noInterrupts.
Serial.begin	Μέθοδος κλάσης	-	(datarate)	Θέτει τον ρυθμό μεταφοράς δεδομένων του σειριακού interface (σε baud)
Serial.println	Μέθοδος κλάσης	-	(data)	Διοχετεύει τα δεδομένα data για αποστολή μέσω του σειριακού interface. Η παράμετρος data μπορεί να είναι είτε αριθμός είτε αλφαριθμητικό.

Πίνακας 7. Βασικές Εντολές

2.2.8 Πλεονεκτήματα Arduino

Το Arduino υποστηρίζεται από μια τεράστια κοινότητα κι αυτό αποτελεί το κύριο πλεονέκτημά του. Απ' την κοινότητα αυτή δημιουργήθηκε, επεκτάθηκε και συντηρείται μια ανάλογου μεγέθους online γνωστική βάση. Έτσι, ενώ από έναν έμπειρο ηλεκτρονικό μπορεί να προτιμηθεί μια διαφορετική πλατφόρμα εξάρτημα ανάλογα με την εφαρμογή που θέλει να εκτελέσει, το Arduino, με την εκτενή τεκμηρίωση, καταφέρνει να κερδίσει όλους αυτούς των οποίων οι γνώσεις στα ηλεκτρονικά είναι περιορισμένες και προέρχονται από όσα μάθανε σε μικρότερες ηλικίες, στο σχολείο, με ένα προγραμματιστικό περιβάλλον. Το Arduino απευθύνεται κυρίως σε αρχαίους των ηλεκτρονικών και κυκλοφορούν αναλυτικές οδηγίες. Επειδή όμως δεν έχουν όλοι τις γνώσεις και τα μέσα να κατασκευάσουν μια ηλεκτρονική πλακέτα, κυκλοφορούν έτοιμες προκατασκευασμένες πλακέτες στο διαδίκτυο, σε προσιτές τιμές. Έτσι, από τους περισσότερους προμηθευτές διατίθεται, με λίγα χρήματα παραπάνω, το Arduino Smarter Kit, το οποίο εκτός από την πλακέτα του Arduino περιέχει και άλλα εξαρτήματα και εργαλεία που μπορεί να είναι χρήσιμα για τις εφαρμογές και το οποίο τρέχει σε πολλά λειτουργικά συστήματα. Το δε περιβάλλον λογισμικού Arduino αναπτύχθηκε για Windows, Macintosh OSX καθώς και για λειτουργικά συστήματα Linux. Τα περισσότερα συστήματα ανάπτυξης μικροελεγκτών περιορίζονται στα Windows.



Εικόνα 13. Arduino Smarter Kit-από eBay

2.3 Εφαρμογές Arduino

Όπως αναφέρεται παραπάνω, το Arduino είναι ένας ελεγκτής που μέσω σειριακής θύρας επικοινωνεί με άλλες συσκευές που του δίνουν τη δυνατότητα να αλληλεπιδρά συνεργαζόμενο με διάφορα προγράμματα του υπολογιστή. Σύμφωνα με τις απαιτήσεις του προγραμματιστή οι γλώσσες προγραμματισμού στα οποία έχουν αναπτυχθεί τα προγράμματα ποικίλουν. Στη γλώσσα προγραμματισμού Processing βρίσκουμε τον πιο διαδεδομένο τρόπο για την ανάπτυξη προγραμμάτων που έχουν την ικανότητα να αλληλεπιδρούν με το Arduino. Παρακάτω παρουσιάζονται μερικές εφαρμογές που αναπτύχθηκαν με τον ελεγκτή Arduino, αλλά και με τη βοήθεια άλλων προγραμμάτων.

Arduino και μουσική

Laser Harp

Το πιο γνωστό project με την χρήση Arduino είναι το laser Harp (Laser άρπα). Πρώτη φορά παρουσιάστηκε το 1981 από τον Bernard Szajner, αλλά έγινε δημοφιλές από τον Jean Michel Jarre, που το χρησιμοποίησε στις συναυλίες του. Το 2009 ο Stephen Hobley επηρεασμένος από μια συναυλία του Jarre αποφάσισε να κατασκευάσει την δική του laser άρπα. Το laser harp είναι ένα μουσικό όργανο που αλληλεπιδρά με το φως. Στην πραγματικότητα αποτελεί μια συσκευή στην οποία παράγεται μια σειρά κάθετων φωτεινών γραμμών που ξεκινούν από το δάπεδο. Ο μουσικός διακόπτοντας τις δέσμες φωτός παράγει μια ποικιλία μουσικών ήχων. Για την παραγωγή του ήχου παίζει ρόλο η διακοπή της δέσμης καθώς και το ύψος που θα τοποθετηθεί το εμπόδιο από το δάπεδο. Η άρπα απαιτείται να συνδεθεί με ένα νέας τεχνολογίας synthesizer, έτσι ώστε να λαμβάνει από το Arduino σειριακά τα MIDI (Musical Instrument Digital Interface) δεδομένα που παράγει, διότι δεν παίρνει από μόνης της ήχους.



Εικόνα 14. Laser Harp

Arduino και μοντελισμός

Μια άλλη εφαρμογή με Arduino γνωστή και ως μοντελισμός είναι το τηλεκατευθυνόμενο αυτοκινητάκι-όχημα. Η κατασκευή ενός τέτοιου οχήματος απαιτεί έναν μικροελεγκτή που θα είναι υπεύθυνος για τον έλεγχο του οχήματος (Arduino), καθώς και ένα σύστημα για την ασύρματη επικοινωνία του Arduino με την συσκευή που θα τηλεκατευθύνει (όπως για παράδειγμα η shield x-bee). Η δουλειά του μικροελεγκτή είναι ο έλεγχος των απαραίτητων κινητήρων και σερβοκινητήρων, όπου μια πηγή ρεύματος τους τροφοδοτεί (συνήθως μπαταρίες) για την κατεύθυνση του οχήματος. Η τηλεκατεύθυνση μπορεί να προσαρμοστεί σε οποιαδήποτε μορφή οχήματος (αυτοκίνητο, πλοίο, αεροπλάνο). Εκτός όμως του βασικού εξοπλισμού, οι μοντελιστές έχουν την δυνατότητα να προσθέσουν ένα shield GPS που ενημερώνει το Arduino με τις συντεταγμένες το σημείο που βρίσκεται. Με τον τρόπο αυτό το όχημα γνωρίζοντας τον προορισμό του βάσει συντεταγμένων που του δόθηκαν, θα μπορεί να κινηθεί προς αυτόν χωρίς να χρειάζεται κάποιος να το κατευθύνει.



Εικόνα 15. Όχημα με Arduino

Arduino και διακόσμηση

Μια σχετικά απλή εφαρμογή αλλά πολύ ενδιαφέρουσα είναι η κατασκευή κύβου LED. Διάφορα Led σε ορισμένη διάταξη που όμως βρίσκονται σε θέσεις ίσης απόστασης μεταξύ τους, σχηματίζουν το LED cube. Συνήθως ο κύβος αποτελείται από τέσσερις στρώσεις, και η κάθε μια με την σειρά της αποτελείται από τέσσερις γραμμές και τέσσερις στήλες, δηλαδή σε διάταξη 4x4x4. Με το Arduino επιτυγχάνεται να αναβοσβήνουν τα led, είτε τυχαία, είτε με τέτοιο τρόπο που να σχηματίζουν ένα σχήμα. Μπορούν να αναπαρασταθούν τρισδιάστατα γράμματα ή ακόμη και εικόνες, με την χρήση περισσότερων led. Τέτοιου είδους εφαρμογές συνήθως χρησιμοποιούνται για διακοσμητικούς ή διαφημιστικούς σκοπούς.



Εικόνα 16. Διακοσμητικοί Led cube



Εικόνα 17. Κύβος 4x4x4

Arduino στο σπίτι

Άλλη δυνατότητα του Arduino είναι ότι μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη διευκόλυνση του τρόπου διαβίωσης του ανθρώπου μέσα στο σπίτι του. Για να επιτευχθεί αυτό υπάρχουν διάφορες εφαρμογές, από την θερμοκρασία του δωματίου μέχρι την βοήθεια παρκαρίσματος (απόσταση αυτοκινήτου με τσίχο).

Arduino security alarm

Ο ελεγκτής, συνδυάζοντας μία ποικιλία αισθητήρων, έχει τη δυνατότητα να λειτουργήσει ως ένας συναγερμός σπιτιού. Έτσι, δύναται να γίνει ένα αξιόπιστο σύστημα συναγερμού. Για παράδειγμα, με την ανίχνευση της κίνησης ή με τον έλεγχο σε συγκεκριμένες πόρτες και παράθυρα ή ακόμη και τον έλεγχο της θερμοκρασίας σε περίπτωση πυρκαγιάς. Παράλληλα, με ένα κατάλληλο πρόγραμμα στον υπολογιστή, έχει τη δυνατότητα ακόμη και για την ενημέρωση των υπεύθυνων του κτιρίου απομακρυσμένα.

Arduino και παιχνίδια

Οι καινοτομίες του Arduino δεν περάσανε απαρατήρητες από τους ανθρώπους που ασχολούνται με την κατασκευή πρωτότυπων παιχνιδιών. Η εύκολη κατασκευή παιχνιδιών που αλληλεπιδρούν με τον άνθρωπο οφείλεται στην επικοινωνία του ελεγκτή με τον υπολογιστή.

Το **Marble labyrinth** είναι ένα είδος λαβύρινθου που περιέχει μια μεταλλική μπίλια. Σκοπός του παιχνιδιού είναι ν' ακολουθήσει η μπίλια μια συγκεκριμένη διαδρομή στον λαβύρινθο για να φτάσει στον τερματισμό. Θα πρέπει η μπίλια να προσπεράσει τις διάφορες τρύπες που υπάρχουν μέσα στους διαδρόμους, χωρίς να πέσει μέσα, διότι τότε θα χρειαστεί να ξαναρχίσει τη διαδρομή από την αρχή. Θα πρέπει ο παίκτης να αλλάζει συνεχώς το ύψος των πλευρών του λαβύρινθου από το δάπεδο, έτσι ώστε να μετακινηθεί η μπίλια, που λόγω της βαρύτητας θα αναγκαστεί να κινηθεί προς την κατεύθυνση της πιο χαμηλής πλευράς του λαβύρινθου. Σταθεροποίησαν τον λαβύρινθο πάνω σε μια άλλη πλατφόρμα η οποία με την

βοήθεια δυο σερβοκινητήρων μπορεί να αλλάζει το ύψος των πλευρικών του λαβύρινθου και αναγκάζει την μπίλια να κινηθεί, έτσι ώστε να μη χρειάζεται ο χρήστης να σηκώσει ολόκληρη την πλατφόρμα του λαβύρινθου για να ελέγξει την κίνηση της μπίλιας. Με μια επιτραπέζια πλατφόρμα της παιχνιδιομηχανής NINTENDO ο παίκτης πατάει πάνω σε ένα WiiFit για να κατευθύνει την μπίλια. Ανάλογα με το σημείο που ο παίκτης θα ρίξει το βάρος του, η πλατφόρμα WiiFit θα ερμηνεύσει την κίνηση σε μία κατεύθυνση (μπροστά, δεξιά, πίσω, αριστερά), δηλαδή λειτουργεί όπως ένα χειριστήριο. Τα δεδομένα στέλνονται σειριακά απ το WiiFit στο Arduino, το οποίο ελέγχει τους σερβοκινητήρες και έτσι αλλάζει στάση ο λαβύρινθος. Η κατασκευή του παιχνιδιού ήταν ιδέα του Jestin Stoffel. Τα διάφορων τύπων χειριστήρια μπορούν να αντικαταστήσουν το WiiFit χωρίς ιδιαίτερη δυσκολία.

Arduino και τέχνες-ζωγραφική

Το senseless drawing bot είναι μια κατασκευή με την οποία, μέσω ενός μηχανοκίνητου οχήματος που κινείται παράλληλα σε έναν τοίχο, ζωγραφίζονται τυχαίες καμπύλες στον τοίχο αυτό. Επάνω στο όχημα είναι τοποθετημένο ένα διπλό εκκρεμές που στην άκρη του έχει ένα σπρέι χρώματος. Το εκκρεμές αρχίζει να ταλαντώνεται δεξιά και αριστερά μόλις κινηθεί το όχημα, ενώ παράλληλα γίνεται έλεγχος από ένα αισθητήρα για το εάν ξεπερνάει ένα κατώτατο και ένα ανώτατο όριο. Το όχημα αρχίζει και κινείται ρυθμικά αριστερά και δεξιά ώστε να αυξήσει την ταλάντωσή του εκκρεμούς, όταν η ταλάντωση του είναι μικρότερη από την επιθυμητή. Αντίθετα όταν η ταλάντωση είναι μεγαλύτερη από την επιτρεπτή τότε το όχημα σταματάει. Όταν όμως το εκκρεμές έχει την σωστή ταλάντωση, τότε με ένα σύστημα αυτοματισμού το σπρέι αρχίζει να ζωγραφίζει χρωματιστές καμπύλες σε όλο το μήκος του τοίχου. Αν θέλουμε να δημιουργήσουμε ένα πρωτότυπο έργο τέχνης μπορούμε να αντικαταστήσουμε το σπρέι με διάφορα χρώματα. Η δημιουργία ενός τέτοιου γκράφιτι σε τοίχο, με την κατασκευή αυτή, απελευθερώνει τον δυναμισμό του σχεδιασμού του γκράφιτι, καταργεί όμως παράλληλα τον ανθρώπινο παράγοντα.



Εικόνα 18. Ζωγραφική με Arduino

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- [1] <http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9C%CE%B9%CE%BA%CF%81%CE%BF%CE%B5%CE%BB%CE%B5%CE%B3%CE%BA%CF%84%CE%AE%CF%82>
- [2] <http://www.engineersgarage.com/tutorials/difference-between-microprocessor-and-microcontroller>
- [3] <http://www.engineersgarage.com/microcontroller>
- [4] <http://www.akouseto.gr/eisagogi-sto-arduino>
- [5] <http://arduino.cc/en/Guide/Introduction>
- [6] <http://www.arduino.cc/>
- [7] <http://deltahacker.gr/2009/08/01/arduino-intro/>
- [8] <http://en.wikipedia.org/wiki/Arduino>
- [9] <http://deltahacker.gr/2009/08/01/arduino-intro/>

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ 1 Proposal

Πρόταση Μεταπτυχιακής Διατριβής

1. Όνομα Φοιτήτριας: Παρασίδου Παναγιώτα
2. Όνομα Επιβλέποντα Καθηγητή: Παπουτσιδάκης Μιχάλης
3. Τίτλος Διατριβής:

ΣΥΓΧΡΟΝΗ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΚΑΙ ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΧΑΡΑΚΤΗΡΙΣΤΙΚΩΝ

ΜΙΚΡΟ-ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΤΩΝ

MODERN ARCHITECTURE AND CHARACTERISTICS DESCRIPTION
OF MICRO-PROCESSORS

4. Περίληψη Διατριβής:

Στη παρούσα διπλωματική ασχολούμαι με τη αποτίμηση των δυνατοτήτων των σύγχρονων μικροεπεξεργαστών και τις δυνατότητες που αυτοί παρέχουν στην ανάπτυξη σύγχρονων συστημάτων αυτόματου ελέγχου. Συγκεκριμένα γίνεται μια σε βάθος ανάλυση των αρχιτεκτονικών που διέπουν τα σύγχρονα συστήματα μικροεπεξεργαστών, παρουσιάζονται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά τους, και επίσης γίνονται προτάσεις σχετικά με τη χρησιμότητά τους σε διάφορους τομείς του αυτοματισμού. Στα πλαίσια της διπλωματικής αυτής γίνεται και μια μικρή παρουσίαση ενός κύριου εκπροσώπου των σύγχρονων μικροεπεξεργαστών-μικροελεγκτών που είναι το Arduino, θέλοντας να καταδείξουμε την επανάσταση που έχει φέρει η σύγχρονη τεχνολογία των μικροεπεξεργαστών σε διάφορους τομείς.

In this thesis, I deal with the evaluation of the capabilities of modern microprocessors and the possibilities they provide for the development of modern automated control systems. In particular, an in-depth analysis of the architectures that govern modern microprocessor systems is presented, their advantages and disadvantages are presented, and suggestions are made about their usefulness in various areas of automation. In the context of this diploma, there is also a brief presentation of a major representative of modern

microprocessors-microcontrollers that is Arduino, wanting to demonstrate the revolution brought by modern microprocessor technology in various fields.

Σχέδιο Βαθμολόγησης

• Εισαγωγή	5%
• Συλλογή σχετικής Βιβλιογραφίας	10%
• Μελέτη καταλληλότητας εξοπλισμού	20%
• Μεθοδολογία Ανάπτυξης Διδακτέας ύλης Σεμιναρίων	20%
• Σχεδίαση Δωμάτιου Απόδρασης	15%
• Παρουσίαση αποτελεσμάτων	15%
• Συμπεράσματα	5%
• Αυτοαξιολόγηση	5%
• Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα	5%

5. Επιτροπή Έγκρισης & Βαθμολόγησης

Δρ.Δ.Τσελές

Καθηγητής
Διευθυντής Π.Μ.Σ

Δρ.Κ.Αλαφοδήμος

Καθηγητής
Πρόεδρος
Τμ.Μηχ.
Αυτοματισμού

Δρ.Μ.Παπουτσιδάκης

Επιβλέπων-Εισηγητής