



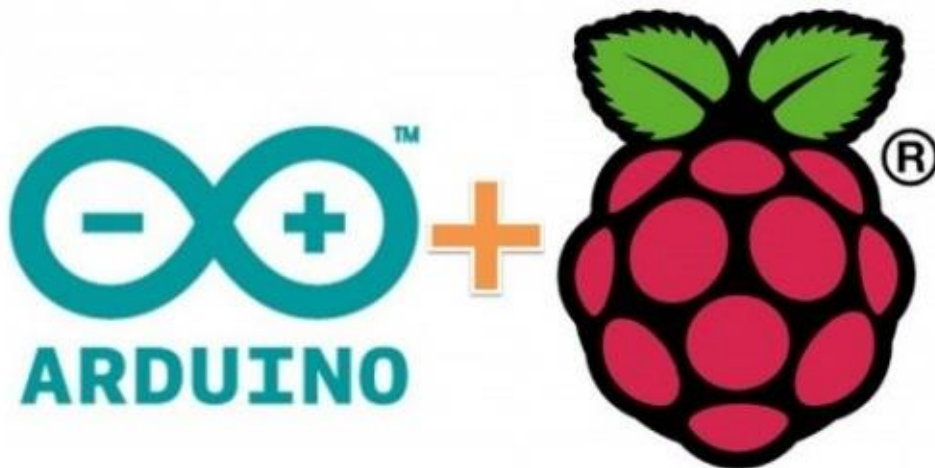
Πανεπιστήμιο Πειραιώς

Σχολή Τεχνολογιών Πληροφορικής και  
Επικοινωνιών

Τμήμα Ψηφιακών Συστημάτων

## ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Διαδίκτυο Αντικειμένων – Ηλεκτρονική Διαχείριση  
Απορριμμάτων



Όνοματεπώνυμο Φοιτητή:

Χρήστος Παπαγιάννης

Αριθμός Μητρώου:

ME14030

Επιβλέπων: Κυριαζής Δημοσθένης, Επίκουρος Καθηγητής

Πειραιάς, Φεβρουάριος 2015





## Περίληψη

Στην παρούσα εργασία αναλύεται η διαδικασία σχεδίασης και κατασκευής ενός έξυπνου κάδου απορριμμάτων. Πιο συγκεκριμένα με την βοήθεια αυτής της διάταξης θα εξετάζεται αν ο κάδος είναι γεμάτος ή όχι. Η λειτουργία αυτής της διάταξης βασίζεται στο αν ο αισθητήρας υπερήχων (Sonar Sensor) και ο αισθητήρας βάρους (Force Sensor) λαμβάνουν τις κατάλληλες τιμές, τότε να παίρνουμε σήμα ότι ο κάδος είναι γεμάτος με απορρίμματα. Έτσι οι πόλεις θα είναι πιο καθαρές, υγιείς και αισθητικά πιο όμορφες για όλους τους πολίτες.

Για την υλοποίηση της διάταξης αυτής θα ενσωματωθούν σε ένα δοκιμαστικό κάδο αισθητήρες μέτρησης, θα βαθμονομηθούν και θα διασυνδεθούν με αυτοματοποιημένη διάταξη μέτρησης, πιο συγκεκριμένα με την προγραμματιστική πλατφόρμα ARDUINO/GENUINO MEGA 2560. Η πλατφόρμα Arduino Mega 2560 βασίζεται στον μικροεπεξεργαστή Atmel AVR ATmega2560. Τέλος στην πλατφόρμα του Arduino θα διασυνδεθεί ένας υπολογιστής Raspberry Pi 2, αφενός για την αποστολή των δεδομένων του μικροελεγκτή (Arduino) στον server και αφετέρου για την ενδεχόμενη απομακρυσμένη αλλαγή του κώδικα του οποίου τρέχει. Η σύνδεση του Raspberry με το διαδίκτυο μπορεί να γίνει με δυο τρόπους. Είτε μέσω Ethernet καλωδίου είτε με usb stick με το Wi-Fi του δήμου.

## Πίνακας περιεχομένων

Περίληψη.....	2
Πρόλογος.....	7
Κεφάλαιο 1 - Εισαγωγή .....	8
1.1 Τα απορρίμματα.....	8
1.2 Το πρόβλημα των απορριμμάτων.....	9
1.3 Διαχείριση των σκουπιδιών .....	10
1.3.1 Κινήσεις Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας .....	10
1.3.2 Κινήσεις των Δήμων .....	11
1.4 Αντιμετώπιση του Προβλήματος των σκουπιδιών .....	12
1.4.1 ΜΕΡΙΚΕΣ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ .....	14
1.4.2 Τι θα αλλάξει στον «Καλλικράτη» Κρίσιμο κυβερνητικό στοίχημα η αντιμετώπιση του προβλήματος των απορριμμάτων.....	16
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 – Αισθητήρες.....	18
2.1 Χαρακτηριστικά αισθητήρων .....	18
2.2 Ενδεικτικά παραδείγματα αισθητήρων .....	19
2.2.1 Αισθητήρας θερμοκρασίας .....	19
2.2.2 Αισθητήρας εγγύτητας .....	20
2.2.3 Αισθητήρας δύναμης .....	23
2.2.4 Αισθητήρας επιταχυνσιόμετρο .....	24
2.2.5 Αισθητήρας ήχου.....	26
2.2.6 Αισθητήρας φωτός – Φωτοκύτταρο .....	27
2.2.6 Αισθητήρας Βιομετρικός .....	28
2.2.7 Αισθητήρας βροχής.....	31
2.2.8 Αισθητήρας Υπερύθρων.....	32
2.2.9 Χωρικός αισθητήρας προσέγγισης .....	33
2.2.10 Αισθητήρας απόλυτης πίεσης.....	33
2.2.11 Αισθητήρας Hall .....	33
Κεφάλαιο 3 – Ανάλυση της προγραμματιστικής πλατφόρμας του Arduino .....	36
3.1 Ιστορικά στοιχεία για την προγραμματιστική πλατφόρμα Arduino .....	37
3.2 Οι πλατφόρμες Arduino .....	39
3.3 Πληροφορίες για το υλικό της προγραμματιστικής πλατφόρμας Arduino .....	41
3.4 Ανάλυση της πλακέτας Arduino Mega 2560.....	44
3.5 Πληροφορίες για την γλώσσα προγραμματισμού της πλατφόρμας Arduino .....	48
3.6 Το περιβάλλον ανάπτυξης (IDE) της πλατφόρμας Arduino .....	48
3.7 Πλεονεκτήματα της προγραμματιστικής πλατφόρμας Arduino.....	50

Κεφάλαιο 4 – Ανάλυση του μικροελεγκτή της πλατφόρμας Arduino .....	51
4.1 Βασικά στοιχεία για τους μικροελεγκτές AVR .....	51
4.2 Κατηγορίες μικροελεγκτών AVR.....	51
4.3 Περιγραφή αρχιτεκτονικής AVR.....	53
4.4 Η μνήμη προγράμματος και η μνήμη δεδομένων στους μικροελεγκτές AVR.....	54
4.5 Ο μικροελεγκτής AVR ATMEGA2560.....	56
4.6 Η μονάδα μετατροπέα αναλογικής σε ψηφιακή τάση (ADC) και η διεργασία της ψηφιοποίησης.....	59
4.6.1 Ψηφιοποίηση αναλογικού σήματος .....	59
4.6.2 Ανάλυση της μονάδας ADC .....	60
4.7 Η μονάδα χρονισμού του μικροελεγκτή .....	62
Κεφάλαιο 5 – Γλώσσα προγραμματισμού Wiring.....	64
Κεφάλαιο 6 - Ανάλυση του υπολογιστή Raspberry Pi 2.....	79
6.1 Hardware Raspberry.....	80
6.2 Λογισμικό .....	87
6.3 Ανάλυση Raspberry Pi 2 .....	90
Κεφάλαιο 7 – Διαδίκτυο αντικειμένων .....	92
Κεφάλαιο 8. Από την σκέψη στη δημιουργία – Κατασκευαστικό μέρος .....	96
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι - Μοντέλο Αποδοχής Τεχνολογίας.....	117
Θεωρία της αιτιολογημένης δράσης .....	120
Θεωρία της προγραμματισμένης συμπεριφοράς.....	121
Η θεωρία της σχεδιασμένης συμπεριφοράς .....	122
Διάχυση καινοτομιών: Βασικό εργαλείο του μάρκετινγκ.....	124
Θεωρία Αποδοχής και Χρήσης της Τεχνολογίας (ΘΑΧΤ).....	126
Πλαίσιο Τεχνολογίας - Περιβάλλοντος - Οργανισμού .....	127
Μοντέλο ιεραρχίας επιρροών.....	128
Θεωρία Φάσεων.....	129
Θεωρία Θεσμών .....	129
Διαχείριση αλλαγής.....	130
Διαχείριση κινδύνων .....	132
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙ - ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ .....	134
Πρόγραμμα υπολογιστή.....	134
Οι τεχνικές προγραμματισμού κατηγοριοποιούνται σε: .....	135
Γλώσσα JAVA .....	137
C (γλώσσα προγραμματισμού) .....	140
Φιλοσοφία.....	140

Ιστορία της C.....	141
Γλώσσα C++ .....	143
Χαρακτηριστικά.....	144
Τελεστές και υπερφόρτωση τελεστών .....	144
PHP γλώσσα προγραμματισμού .....	144
Επεκτάσεις αρχείων και διακομιστές.....	145
Εναλλακτικός τρόπος εκτέλεσης ιστοσελίδων χωρίς χρονοβόρες διαδικασίες .....	145
Εισαγωγικά στοιχεία για το λογισμικό.....	145
Οι 2 τύποι λογισμικού .....	147
Κλειστό λογισμικό .....	147
Λογισμικό ανοικτού κώδικα.....	148
Το logo Ανοικτού Λογισμικού.....	148
Ιστορία του ανοικτού λογισμικού .....	149
Ονομασία .....	150
Άδειες ελεύθερου λογισμικού .....	150
Άδειες Creative Commons.....	150
Εκπαιδευτικό λογισμικό .....	152
Προβλήματα στην αναγνώριση και την ταξινόμηση των λειτουργιών του λογισμικού ..	154
Κατηγοριοποιήσεις λογισμικού και στρατηγικές ενσωμάτωσης.....	155
Οι γλώσσες προγραμματισμού ως εκπαιδευτικό λογισμικό .....	155
Το εκπαιδευτικό λογισμικό ως επίλυσης προβλημάτων .....	156
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ – ΔΙΚΤΥΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ.....	158
Ταξινόμηση.....	158
Ανά γεωγραφική κάλυψη.....	158
Το διαδίκτυο – Internet.....	160
Το Διαδίκτυο και η Επικοινωνία.....	160
Η τεχνολογία του Διαδικτύου .....	161
Η ιστορία του Διαδικτύου .....	161
Οι πληροφορίες στο Διαδίκτυο.....	162
Νομικά και ηθικά ζητήματα .....	164
Πρόσβαση στο Διαδίκτυο.....	164
Διαδικτυακοί κίνδυνοι.....	165
PHISHING .....	168
PHARMING .....	168
TCP/IP .....	169
Επίπεδα της Σουίτας TCP/IP .....	170

Η έννοια της διεύθυνσης .....	171
Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο.....	171
Ιστορική αναδρομή .....	171
Μορφή ηλεκτρονικού μηνύματος.....	172
Μεταφορά αρχείων (FTP) .....	172
Τρόπος λειτουργίας.....	172
Active mode.....	172
Passive mode .....	173
Χρήση .....	173
Anonymous FTP.....	173
Ασφάλεια.....	173
Προβλήματα NAT .....	173
Έλλειψη κρυπτογράφησης.....	174
Man-in-the-middle .....	174
Βιβλιογραφία .....	175
Ελληνική Βιβλιογραφία .....	175
Ξένη Βιβλιογραφία.....	176
Διευθύνσεις Διαδικτύου .....	176

## Πρόλογος

Η παρούσα διπλωματική εργασία πραγματοποιήθηκε με σκοπό την μελέτη των έξυπνων κάδων απορριμμάτων και της επίδρασής τους στο περιβάλλον, τον άνθρωπο καθώς και την εξοικονόμηση χρημάτων από τις εργατοώρες των υπαλλήλων των δήμων ή/ και των ΧΥΤΑ όπως και από τα μηχανήματα που χρησιμοποιούνται για τις εργασίες αυτές.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τους καθηγητές του τμήματος ψηφιακών συστημάτων του Πανεπιστημίου Πειραιώς, για την προσφορά τους, το ενδιαφέρον τους και για το υψηλό επίπεδο της γνώσης που παρέχουν στους σπουδαστές. Ιδιαίτερως ευχαριστώ τον επιβλέποντα και εισηγητή της διπλωματικής μου Κ. Δημοσθένη Κυριαζή για την άψογη καθοδήγηση και συνεργασία που είχα μαζί του κατά την διάρκεια της πορείας αυτής της εργασίας.



## Κεφάλαιο 1 - Εισαγωγή

### 1.1 Τα απορρίμματα

Είναι προφανές ότι σε πολλές σύγχρονες κοινωνίες, όπως και στην ελληνική, η ποιότητα ζωής συνδέεται με την ευμάρεια και την αφθονία υλικών αγαθών. Όμως το μοντέλο αυτό, εκτός από την ολοένα μεγαλύτερη άντληση φυσικών πόρων, οδηγεί και στην αύξηση των απορριμμάτων. Τα απορρίμματα συγκαταλέγονται στα σημαντικότερα παραπροϊόντα του σύγχρονου πολιτισμού και εγκυμονούν κινδύνους για τα οικοσυστήματα και την υγεία του ανθρώπου. Επιπλέον, η αναζήτηση χώρων για την υγειονομική ταφή των απορριμμάτων, προκαλεί συχνά σοβαρές κοινωνικές συγκρούσεις. Μια ολοκληρωμένη προσέγγιση στη διαχείριση των απορριμμάτων, προϋποθέτει την ενεργό συμμετοχή του πολίτη σε μια προσπάθεια μείωσης των παραγόμενων ποσοτήτων, ανάκτησης και ανακύκλωσης υλικών και στην υιοθέτηση πρακτικών που συμβάλλουν στην αειφόρο διαχείριση των φυσικών πόρων.

Ως απορρίμματα ή απόβλητα ορίζονται: υπολείμματα τροφών και αντικείμενα τα οποία έχουν παύσει να εξυπηρετούν τον σκοπό για τον οποίο έχουν κατασκευαστεί. Τα απορρίμματα διακρίνονται σε στερεά απόβλητα και υγρά απόβλητα (ή λύματα). Ιδιαίτερα επικίνδυνα για τους βιολογικούς οργανισμούς είναι τα τοξικά απόβλητα και τα πυρηνικά απόβλητα.

Για τη μείωση της ρύπανσης του περιβάλλοντος και για την οικονομική αξιοποίηση των απορριμμάτων, εφαρμόζεται η ανακύκλωση. Για τα υγρά απόβλητα εφαρμόζεται η βιολογική επεξεργασία λυμάτων, και για τα στερεά απόβλητα η συγκομιδή, διαλογή και αξιοποίηση των ανακυκλώσιμων υλικών<sup>1,2</sup>.



## 1.2 Το πρόβλημα των απορριμμάτων

Στον αιώνα που μόλις τελείωσε αρχίσαμε πλέον και στη χώρα μας να συνειδητοποιούμε για τα καλά ότι η ανάπτυξη και η οικονομική ευημερία, εάν δεν συμβαδίζουν με την προστασία του περιβάλλοντος και την ποιότητα της ζωής καταλήγουν σε εφιάλτη. Τα σκουπίδια αποτελούν ίσως το αντιπροσωπευτικότερο παράδειγμα αυτής της διαπίστωσης.



Από την υπανάπτυκτη Ελλάδα, των αρχών του 20ου αιώνα, που η παραγωγή των σκουπιδιών ήταν σχεδόν ανύπαρκτη, φθάσαμε στην «ανεπτυγμένη» Ελλάδα του 2000, που μόλις έχει αρχίσει να αφυπνίζεται περιβαλλοντικά, να παράγουμε εκατομμύρια τόνους σκουπίδια το χρόνο και να γεμίζουμε τις πόλεις μας με σωρούς από σκουπίδια και όλη τη χώρα μας με εφιαλτικές εικόνες από τις απαράδεκτες ανεξέλεγκτες χωματερές<sup>3</sup>.

### 1.3 Διαχείριση των σκουπιδιών



Ας ξεκινήσουμε από τα αυτονόητα. Η φύση δεν παράγει απορρίμματα. Στα φυσικά οικοσυστήματα, αυτό που θεωρείται απόβλητο από ένα οργανισμό, αποτελεί χρήσιμη πρώτη ύλη για κάποιον άλλο, και έτσι, τίποτα δεν χάνεται και συνεχίζεται αρμονικά ο αέναος κύκλος της ζωής.

Οι σύγχρονες ανθρώπινες κοινωνίες διαταράσσουν αυτόν τον κύκλο με τρεις τρόπους. Πρώτον, ο άνθρωπος έχει δημιουργήσει ένα ευρύ φάσμα ουσιών και υλικών που δεν υπήρχαν στη φύση ή δεν προϋπήρχαν σ' αυτή τη μορφή. Τα πλαστικά είναι ένα καλό παράδειγμα. Ακόμη και το τυπωμένο χαρτί, είναι δύσκολο να αφομοιωθεί χωρίς παρενέργειες μέσω των φυσικών διεργασιών, αφού συνήθως περιέχει τοξικές λευκαντικές ουσίες και μελάνια με βαρέα μέταλλα. Δεύτερον, οι ρυθμοί παραγωγής απορριμμάτων στις σύγχρονες βιομηχανικές κοινωνίες ξεπερνούν τη δυνατότητα των οικοσυστημάτων να αφομοιώσουν γρήγορα τα απορρίμματα με φυσικές διεργασίες, με αποτέλεσμα τη συσσώρευση τεράστιων όγκων σκουπιδιών που αποτελούν πλέον ένα μείζον πρόβλημα το οποίο καλούμαστε να διαχειριστούμε. Τρίτον, αν και εξαρτόμαστε απολύτως από τη φύση για την απόληψη των πρώτων υλών που χρειαζόμαστε για την επιβίωσή μας, έχουμε διαχωρίσει τα δύο ρεύματα απόληψης και απόρριψης χρήσιμων υλικών, με αποτέλεσμα να επιβαρύνουμε διπλά τον πλανήτη μας<sup>4</sup>.

#### 1.3.1 Κινήσεις Υπουργείου Περιβάλλοντος και Ενέργειας

Προτεραιότητα του Υπουργείου στον τομέα της περιβαλλοντικής πολιτικής αποτελεί η υιοθέτηση πολιτικών, μέτρων και έργων που στόχο έχουν την αποτελεσματική και ορθολογική διαχείριση των αποβλήτων, για την αειφόρο χρήση των πόρων και την πρόληψη της υποβάθμισης ή την αποκατάσταση, διατήρηση ή βελτίωση του περιβάλλοντος. Το ευρύτερο πλαίσιο πολιτικής διαχείρισης αποβλήτων είναι:

- η ενιαία και ολοκληρωμένη αντιμετώπιση του συνόλου των ρευμάτων αποβλήτων,
- η ιεράρχηση των δραστηριοτήτων με προτεραιότητα στην πρόληψη, προετοιμασία για επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση, ανάκτηση πόρων και ενέργειας και τελική διάθεση υπολειμμάτων
- η ευθύνη του παραγωγού, και
- η αντιμετώπιση της παραβατικής συμπεριφοράς.

Το πλαίσιο αυτό σηματοδοτείται με τη θέση σε ισχύ του Νόμου 4042/2012 (ΦΕΚ24/Α/13-2-2012) που ενσωματώνει την οδηγία-πλαίσιο για τα απόβλητα 2008/98/ΕΚ. Ο Νόμος ενοποιεί και εκσυγχρονίζει τη νομοθεσία διαχείρισης όλων των ρευμάτων αποβλήτων, αποσαφηνίζοντας κάποιες σημαντικές έννοιες και διατάξεις, όπως τον ορισμό και τον αποχαρακτηρισμό του αποβλήτου, δίνει μεγαλύτερη έμφαση στην αρχή «ο ρυπαίνων πληρώνει» και στη «διευρυμένη ευθύνη του παραγωγού» και θέτει σαφέστερες απαιτήσεις για όλον τον κύκλο διαχείρισης των

αποβλήτων, αποσκοπώντας στην ενθάρρυνση της πρόληψης παραγωγής και της προετοιμασίας για επαναχρησιμοποίηση των αποβλήτων, στη σημαντική ώθηση της ανακύκλωσης και εν γένει της ανάκτησης των αποβλήτων, στη λογική της προώθησης της κυκλικής οικονομίας και της αποδοτικότερης διαχείρισης των πόρων. Μέσα στο ευρύτερο πλαίσιο πολιτικής και δράσεων του ΥΠΕΚΑ ανήκει και η αντιμετώπιση διαχρονικών προβλημάτων στη διαχείριση αποβλήτων, με αιχμή την ολοκλήρωση του προγράμματος εξάλειψης της ανεξέλεγκτης διάθεσης αστικών αποβλήτων σε ΧΑΔΑ και την αντιμετώπιση προβληματικής λειτουργίας εγκαταστάσεων διαχείρισης αποβλήτων, πρακτικές που αφενός οδηγούν σε υποθέσεις καταγγελίας ενώπιον του ΔΕΕ αφετέρου, και κυρίως, στερούν από την ανάπτυξη της χώρας φυσικούς και οικονομικούς πόρους.

Για την εφαρμογή της Οδηγίας 2008/98/ΕΚ και του Νόμου 4042/2012, ο προγραμματισμός του ΥΠΕΚΑ προβλέπει:

- Κατάρτιση του Εθνικού Στρατηγικού Προγράμματος Πρόληψης Παραγωγής Αποβλήτων
- Αναθεώρηση του Εθνικού Σχεδίου Διαχείρισης Αποβλήτων, που λειτουργεί ως στρατηγικός σχεδιασμός για το σύνολο των ρευμάτων αποβλήτων και κατάρτιση Ειδικών Εθνικών Σχεδίων Διαχείρισης Αποβλήτων για ειδικά ρεύματα σε εθνική κλίμακα.
- Προσαρμογή των Περιφερειακών Σχεδίων Διαχείρισης Αποβλήτων στη στοχοθεσία και κατευθύνσεις της οδηγίας 2008/98/ΕΚ, του ν.4042/2012 και του αναθεωρημένου εθνικού σχεδιασμού. Τα αναθεωρημένα Περιφερειακά Σχέδια περιλαμβάνουν την εκτίμηση των αναγκών για νέα προγράμματα συλλογής, ολοκληρωμένη κοστολόγηση των υπηρεσιών διαχείρισης αποβλήτων, σχεδιασμό πρόσθετων υποδομών και προγραμμάτων διαχείρισης αποβλήτων, καθώς και τις σχετικώς απαιτούμενες επενδύσεις<sup>5,6</sup>.

### 1.3.2 Κινήσεις των Δήμων

Ελάχιστοι δήμοι στην Αττική έχουν καταρτίσει τοπικά σχέδια διαχείρισης απορριμμάτων, όπως όφειλαν από τη νομοθεσία, ένα μόλις μήνα προτού εκπνεύσει η προθεσμία στο τέλος Ιουνίου.

Την ίδια στιγμή, σύμφωνα με πληροφορίες από την Περιφέρεια Αττικής, χωρίς να διαφωνεί ανοιχτά με τις εξαγγελίες του αναπληρωτή υπουργού Περιβάλλοντος, εμμένει στην εφαρμογή της υφιστάμενης νομοθεσίας όσον αφορά την ανακύκλωση, καθώς το πρόβλημα της διαχείρισης των απορριμμάτων δεν μπορεί να αντιμετωπιστεί με πρωθύστερες λύσεις. Κύκλοι της Περιφέρειας ανέφεραν ότι οποιαδήποτε εναλλακτική πρόταση θα πρέπει να δοκιμαστεί, να αποδειχτεί ότι μπορεί να λειτουργήσει και μετά να ενταχθεί στον περιφερειακό σχεδιασμό.

## Τρεις από τους 65 δήμους

Σε σύνολο 65 δήμων μόνο τρεις, Ελευσίνας, Μεγαρέων και Πεντέλης, έχουν καταθέσει επισήμως τοπικό σχέδιο διαχείρισης απορριμμάτων στον ΕΔΣΝΑ (Ειδικός Διαβαθμιδικός Σύνδεσμος Νομού Αττικής, φορέας υπεύθυνος για τη διαχείριση των απορριμμάτων στον οποίο συμμετέχουν οι δήμοι και η Περιφέρεια Αττικής). Περίπου ακόμη είκοσι δήμοι έχουν προχωρήσει στη σύνταξη τοπικών σχεδίων, τα οποία βρίσκονται στο στάδιο της διαβούλευσης. Σχέδιο δεν έχουν καταθέσει ακόμη οι Δήμοι Αθηναίων, Πειραιώς και Περιστερίου, οι οποίοι παράγουν το 50% των απορριμμάτων που καταλήγουν στον ΧΥΤΑ Φυλής ως σύμμεικτα.

## Στόχος η μείωση κατά 40%

Τα τοπικά σχέδια διαχείρισης απορριμμάτων –που είναι αποκλειστική αρμοδιότητα των δήμων– θα πρέπει να συνταχθούν με στόχο τη μείωση του όγκου των απορριμμάτων μέσω της ενημέρωσης, της επαναχρησιμοποίησης και της επέκτασης της ανακύκλωσης. Ο στόχος είναι μέσα στην επόμενη πενταετία να υπάρξει μείωση τουλάχιστον 40% του όγκου των σύμμεικτων απορριμμάτων που θα παράγονται και για τα οποία επίσης πρέπει να εξευρεθεί λύση.

Οι δήμοι, από την πλευρά τους, στις συσκέψεις που γίνονται εντατικά το τελευταίο χρονικό διάστημα προκειμένου να προχωρήσουν στα τοπικά σχέδια, φαίνονται συχνά απροετοίμαστοι. Όπως ανέφερε σχετική πηγή, οι δήμοι ή ζητούν χρήματα για να φτιάξουν ΧΥΤΑ ή επιμένουν να μεταφέρουν τα σκουπίδια τους αλλού<sup>7</sup>.

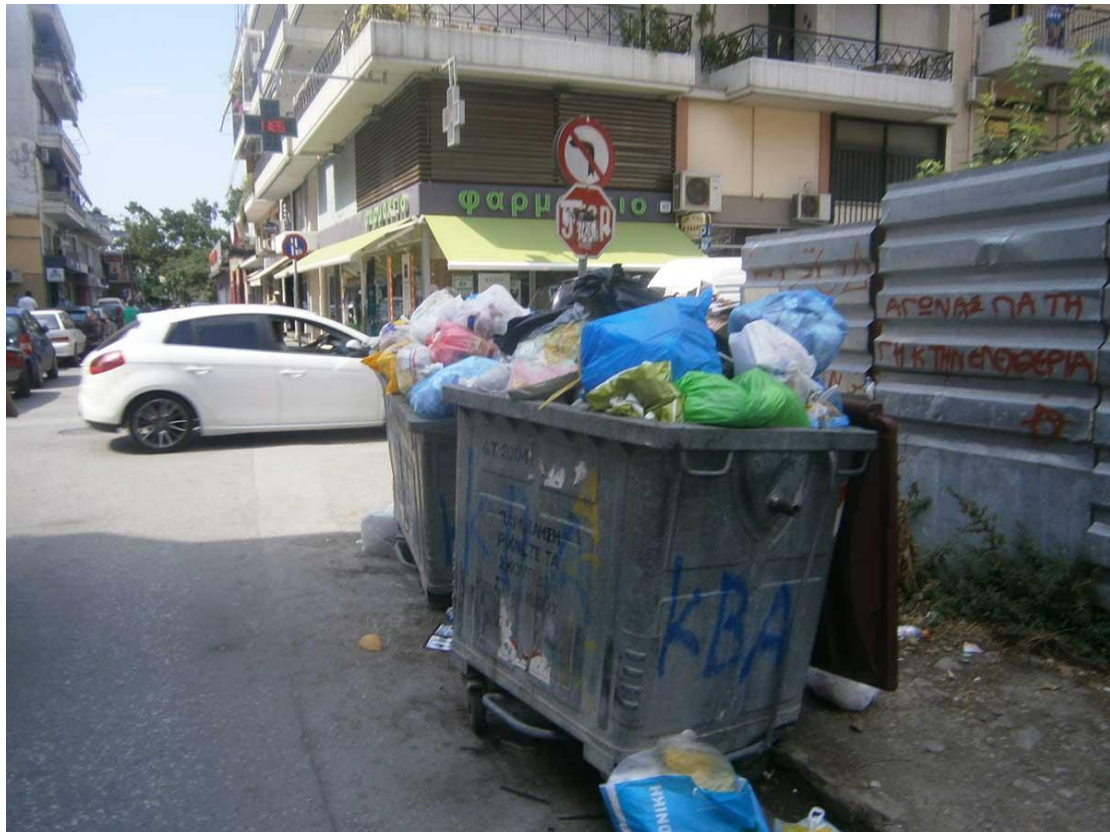
### 1.4 Αντιμετώπιση του Προβλήματος των σκουπιδιών

Στην εποχή που ζούμε, η χώρα μας πρέπει να συνειδητοποιήσει ότι η ανάπτυξη και η οικονομική ευημερία εάν δε συμβαδίσουν με την προστασία του περιβάλλοντος και την ποιότητα ζωής καταλήγουν σε κομφούζιο. Τα σκουπίδια είναι ένα ζωντανό παράδειγμα αυτής της διαπίστωσης.

Από την υποανάπτυκτη Ελλάδα, των αρχών του 20<sup>ου</sup> αιώνα που η παραγωγή των σκουπιδιών είναι σχεδόν ανύπαρκτη, φτάσαμε στην “ανεπτυγμένη” του 2015, που δεν έχει αφυπνιστεί τελείως περιβαλλοντικά. Κατά συνέπεια παράγουμε εκατομμύρια τόνους σκουπίδια κάθε χρόνο και γεμίζουμε τις πόλεις με σωρούς από αυτά και όλη τη χώρα μας με απαράδεκτες εικόνες από τις ανεξέλεγκτες χωματερές.



Μετά από μια έρευνα στους δρόμους της γειτονιάς μας διαπιστώσαμε ότι δεν υπάρχει κάποιο ιδιαίτερο πρόβλημα με τα σκουπίδια ή με τον τρόπο που μαζεύονται τις καθημερινές παρά μόνο τα Σαββατοκύριακα καθώς το απορριμματοφόρο δεν περνάει Σάββατο και Κυριακή.



Τα ειδικά απορριμματοφόρα για τους συγκεκριμένους κάδους δεν περνούσαν τακτικά και αυτό λοιπόν οδήγησε σε αυτή τη κατάσταση.

#### 1.4.1 ΜΕΡΙΚΕΣ ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΓΙΑ ΤΗΝ ΑΝΤΙΜΕΤΩΠΙΣΗ ΤΟΥ ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΟΣ

##### ΥΓΕΙΟΝΟΜΙΚΗ ΤΑΦΗ ΣΚΟΥΠΙΔΙΩΝ

Οι Χώροι Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ) είναι χώροι ειδικά διαμορφωμένοι στους οποίους γίνεται η ταφή των απορριμμάτων των πόλεων. Η διαμόρφωση του χώρου των ΧΥΤΑ προβλέπεται να γίνεται με τέτοιο τρόπο ώστε τοξικά, οργανικά και άλλα απόβλητα από το χώρο απόθεσης να μη διαφεύγουν στο γύρω περιβάλλον ή στον υδροφόρο ορίζοντα τυχόν κατοικημένων περιοχών που βρίσκονται σε μικρή απόσταση. Αυτό επιτυγχάνεται με τη στεγανοποίηση των απορριμμάτων με τσιμέντο, χώμα, πλαστικές μεμβράνες και άλλα υλικά.



ΧΥΤΑ στην Άρτα

##### ΠΡΕΣΣΕΣ ΣΥΜΠΙΕΣΗΣ ΣΚΟΥΠΙΔΙΩΝ

Ακριβά αλλά χρήσιμα μηχανήματα τα οποία συμπιέζουν και μικραίνουν τον όγκο των σκουπιδιών. Τα συστήματα συμπίεσης και δεματοποίησης απορριμμάτων /



ανακυκλώσιμων υλικών αποτελούν μια σύγχρονη τεχνολογική μέθοδο για την μείωση του όγκου τόσο των σύμμεικτων οικιακών απορριμμάτων όσο και των ανακυκλώσιμων υλικών.

## ΚΑΥΣΗ ΣΚΟΥΠΙΔΙΩΝ

Η καύση είναι ο πλέον συνηθισμένος τρόπος μείωσης του όγκου των απορριμμάτων παρόλο που είναι αρκετά επιβλαβής. Χρησιμοποιείται αρκετά σε υποανάπτυκτες χώρες στο τομέα της τεχνολογίας αλλά και σε πιο ανεπτυγμένες ωστόσο. Μέσω της καύσης των σκουπιδιών παράγεται ηλεκτρική ενέργεια και για αυτό θεωρείται ανανεώσιμη πηγή ενέργειας.



## ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗ

Ανακύκλωση απορριμμάτων είναι η διαδικασία με την οποία επαναχρησιμοποιείται εν μέρει ή ολικά οτιδήποτε αποτελεί έμμεσα ή άμεσα αποτέλεσμα της ανθρώπινης δραστηριότητας και το οποίο στη μορφή που είναι δεν αποτελεί πλέον αγαθό για τον άνθρωπο. Στην διαδικασία αυτή συνήθως τα απορρίμματα μετατρέπονται σε πρώτες ύλες από τις οποίες παράγονται νέα αγαθά και παρόλο που αποτελεί τον πιο φιλικό προς το περιβάλλον τρόπο μείωσης του όγκου των απορριμμάτων δεν εφαρμόζεται στο βαθμό που θα έπρεπε<sup>8</sup>.





#### 1.4.2 Τι θα αλλάξει στον «Καλλικράτη» Κρίσιμο κυβερνητικό στοίχημα η αντιμετώπιση του προβλήματος των απορριμμάτων

Οι αλλαγές στο χάρτη του «Καλλικράτη» αποτελούν κρίσιμες παραμέτρους στο βαθμολόγιο της κυβερνητικής πολιτικής και διερευνάται ακόμα και χωροταξική αποκλιμάκωση με αύξηση του αριθμού των δήμων, με βάση τις ιδιαίτερες γεωμορφικές συνθήκες κάθε περιοχής και συνυπολογίζοντας τα προβλήματα που εντοπίστηκαν από την ως τώρα εμπειρία λόγω της συνένωσης δήμων.

Το πρόβλημα της διαχείρισης των απορριμμάτων και οι αλλαγές στον «Καλλικράτη» αποτελούν κρίσιμες παραμέτρους στο βαθμολόγιο της εφαρμοσμένης κυβερνητικής πολιτικής. Μαζί με τις αναδιαρθρώσεις στη δημόσια διοίκηση έχει τεθεί πολιτικά από την κυβέρνηση ως μετρήσιμος στόχος η βελτίωση της καθημερινότητας των κατοίκων στους δήμους της χώρας, με αναστροφή χρόνιων παθογενειών.

#### **Η μάχη της καθημερινότητας**

Η κυβέρνηση ξέρει ότι μετριέται με εικόνες που θέλει να σβήσει επί της θητείας της, όπως βουνά σκουπιδιών λόγω μη εξεύρεσης σημείων εναπόθεσης απορριμμάτων ή προβλήματα στην εξυπηρέτηση δημοτών λόγω γραφειοκρατίας ή και δυσλειτουργιών εξαιτίας καλλικράτειων θεσμικών αστοχιών. Η πολιτική ηγεσία του υπουργείου Εσωτερικών και Διοικητικής Ανασυγκρότησης βρίσκεται στην προμετωπίδα των επιτελείων που η αποτελεσματικότητά τους είναι καθρέπτης του κυβερνητικού έργου, για μετρήσιμα αποτελέσματα.

Πάντως, την ώρα που η πολιτική της λιτότητας και οι μνημονιακοί περιορισμοί συνθλίβουν την ελληνική κοινωνία, ακούγονται με δυσπιστία οι κυβερνητικές εξαγγελίες. Το ηγετικό επιτελείο του υπουργείου Εσωτερικών μιλά και ξαναμιλά για συνεργασία με τις τοπικές κοινωνίες ώστε να δοθεί λύση σχετικά με το πρόβλημα των αποβλήτων. Χαρακτηρίζει προδιαγεγραμμένη την υλοποίηση της κυβερνητικής στρατηγικής όσον αφορά τη μείωση του όγκου των απορριμμάτων με διαλογή στην πηγή, ανακύκλωση και ανάκτηση υλικών. Όλα αυτά η κυβέρνηση τα εντάσσει στο πλαίσιο για την οικονομική ανάπτυξη και αυτοτέλεια της τοπικής αυτοδιοίκησης.

#### **Πρόσωπο-κρίκος**

Ο υφυπουργός θα έχει την πλήρη εποπτεία για την απόσπαση και τη μετάταξη του κάθε φύσης και σχέσης εργασίας προσωπικού των υπηρεσιών και νομικών προσώπων δημοσίου και ιδιωτικού δικαίου του υπουργείου Εσωτερικών, όπως και για τις οργανικές μονάδες του οι οποίες αφορούν στην Τοπική Αυτοδιοίκηση πρώτου και δεύτερου βαθμού. Ιδιαίτερα σημαντική και καίρια παράμετρος στις αρμοδιότητες που του ανατέθηκαν είναι και η παρακολούθηση θεμάτων αρμοδιότητας της Γενικής Γραμματείας Συντονισμού Διαχείρισης Αποβλήτων.

## Υπέρβαση δυσλειτουργιών

Ήδη ο υφυπουργός προανήγγειλε (με άρθρο του στο Tnxs.gr) ότι έρχεται άμεσα προς ψήφιση το ήδη κατατεθειμένο σχέδιο νόμου σχετικά με την αυτοτελή υπηρεσία εποπτείας ΟΤΑ, τον ελεγκτή νομιμότητας και τον νέο μηχανισμό εποπτείας για τα οικονομικά των δήμων.

Η αναθεώρηση του ισχύοντος θεσμικού πλαισίου της Αυτοδιοίκησης με χρονικό ορίζοντα το τέλος του 2016 βρίσκεται στην αιχμή του δόρατος του υπουργείου Εσωτερικών και Διοικητικής Ανασυγκρότησης. Διερευνά το υπουργείο παρεμβάσεις ώστε, σύμφωνα με την πολιτική του ηγεσία, να υπάρξει υπέρβαση διαπιστωμένων δυσλειτουργιών του «Καλλικράτη», να υπάρξει - αν και όχι άμεσα, και σίγουρα ύστερα από διαβούλευση - ακόμη και χωροταξική αποκλιμάκωση (αύξηση του αριθμού των δήμων, με βάση τις ιδιαίτερες γεωμορφικές συνθήκες κάθε περιοχής και συνυπολογίζοντας τα προβλήματα που εντοπίστηκαν από την ως τώρα εμπειρία λόγω της συνένωσης δήμων).

Επίσης, όσον αφορά την αντιμετώπιση του προβλήματος των απορριμμάτων ήδη έχουν ξεκινήσει οι φιλόδοξες κυβερνητικές αναφορές περί εκτεταμένου δικτύου «πράσινων σημείων», με στόχο τη μείωση των ποσοτήτων που φτάνουν στους Χώρους Υγειονομικής Ταφής (ΧΥΤΑ). Η ανεξέλεγκτη διάθεση αστικών αποβλήτων και η έλλειψη χώρων εναπόθεσης απορριμμάτων παραμένει πληγή σε πάρα πολλές περιοχές της χώρας.

Τα προβλήματα όμως δεν περιμένουν και επιζητούν άμεσες λύσεις. Είναι ενδεικτικό ότι αυτές τις ημέρες ο γενικός γραμματέας του υπουργείου αλλά και ο γενικός γραμματέας Συντονισμού Διαχείρισης Αποβλήτων τρέχουν για να προλάβουν την περαιτέρω επιδείνωση της κατάστασης με τα σκουπίδια στην περιοχή της Ηλείας. Στο μικροσκόπιο κυβέρνησης και τοπικών φορέων έχει τεθεί η επίσπευση των διαδικασιών ώστε να υπάρξει άμεσα η επιλογή συγκεκριμένων σημείων για την εναπόθεση απορριμμάτων εντός των ορίων των δήμων αλλά και η ολοκλήρωση των εργασιών για τη μηχανική διαλογή απορριμμάτων<sup>9</sup>.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2 – Αισθητήρες

Αισθητήρας ονομάζεται μία συσκευή που ανιχνεύει ένα φυσικό μέγεθος και παράγει από αυτό μία μετρήσιμη έξοδο. Για παράδειγμα, το υδραργυρικό θερμόμετρο μετατρέπει τη μετρούμενη θερμοκρασία σε διαστολή, η οποία μπορεί να αναγνωστεί από ένα βαθμονομημένο σωλήνα.

Οι αισθητήρες χρησιμοποιούνται σε καθημερινά αντικείμενα, όπως κουμπιά ανελκυστήρων ευαίσθητα στην αφή και λάμπες φωτισμού που εκπέμπουν λαμπρότερα ή απαλότερα αγγίζοντας τη βάση τους. Υπάρχουν αναρίθμητες ακόμη χρήσεις που οι περισσότεροι άνθρωποι δεν αντιλαμβάνονται. Εφαρμογές τους συναντούμε στα αυτοκίνητα, σε μηχανές, στην αεροναυπηγική, την ιατρική, τη βιομηχανία και τη ρομποτική<sup>8</sup>.

### 2.1 Χαρακτηριστικά αισθητήρων

#### **Εύρος**

Τα όρια στα οποία η συσκευή λειτουργεί αξιόπιστα.

#### **Ακρίβεια**

Η εγγύτητα της τιμής εξόδου προς τη τιμή εισόδου.

#### **Σφάλμα**

Η διαφορά ανάμεσα στη μετρούμενη τιμή και τη πραγματική τιμή.

#### **Ανοχή**

Το μέγιστο σφάλμα που μπορεί να δημιουργήσει ο αισθητήρας.

#### **Διακριτική ικανότητα**

Η μικρότερη αλλαγή τιμής εισόδου που μπορεί να ανιχνεύσει.

#### **Ευαισθησία**

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

#### **Βαθμονόμηση**

Η βαθμολόγηση της κλίμακας σε μονάδες.

#### **Νεκρή ζώνη**

Το μέγιστο ποσό αλλαγής της εισόδου που δεν επιφέρει αλλαγή στην έξοδο.

#### **Γραμμικότητα**

Ο βαθμός στον οποίο η γραφική παράσταση της εξόδου προσεγγίζει ευθεία ως προς την είσοδο του αισθητήρα.

### **Απόκριση**

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

### **Καθυστέρηση**

Η καθυστέρηση της αλλαγής της εξόδου ως προς την είσοδο.

### **Ευστάθεια**

Η μεταβολή της εξόδου σε μεγάλη χρονική περίοδο, χωρίς μεταβολή της εισόδου και των συνθηκών.

### **Υστέρηση**

Η διαφορά στην έξοδο όταν η κατεύθυνση της μεταβολής της εισόδου αντιστραφεί.

### **Επαναληψιμότητα**

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

### **Ολίσθηση**

Η μεταβολή των χαρακτηριστικών του αισθητήρα με το χρόνο και το περιβάλλον.

### **Στατικό σφάλμα**

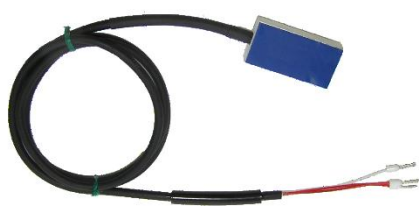
Σταθερό σφάλμα σε όλο το εύρος λειτουργίας, το οποίο μπορεί να αντισταθμιστεί.

### **Χρόνος λειτουργίας**

Ο εκτιμώμενος χρόνος λειτουργίας στα πλαίσια των προδιαγραφών του.

## **2.2 Ενδεικτικά παραδείγματα αισθητήρων**

### **2.2.1 Αισθητήρας θερμοκρασίας**



Αποτελείται από μια αντίσταση αρνητικού θερμικού συντελεστή (θερμίστορ NTC), δηλ. η τιμή της αντίστασής του μειώνεται όσο αυξάνει η θερμοκρασία. Η φίσα του αισθητήρα έχει δυο επαφές για την σύνδεσή του με την ECU. Εσωτερικά στην ECU υπάρχει μια αντίσταση

σταθερής τιμής συνδεδεμένη σε σειρά με το θερμίστορ. Η γραμμή τροφοδοτείται με τάση 5V. Καθώς μεταβάλλεται η τιμή της αντίστασης στο θερμίστορ ανάλογα με τη θερμοκρασία, μεταβάλλεται η ένταση στο κύκλωμα, επομένως μεταβάλλεται και η πτώση τάσης στην αντίσταση σταθερής τιμής. Αυτή την τιμή τάσης διαβάζει η ECU για να υπολογίσει τη θερμοκρασία.

Ο αισθητήρας θερμοκρασίας αέρα πληροφορεί την ECU για τη θερμοκρασία του αέρα εισαγωγής. Με δεδομένο ότι η πυκνότητα του αέρα αλλάζει με τη θερμοκρασία,

η πληροφορία αυτή χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της μάζας του εισερχόμενου αέρα ή ακριβέστερα για να γίνει από την ECU μια διόρθωση του αρχικού χρόνου ψεκασμού. Η θέση του αισθητήρα είναι στον αυλό εισαγωγής αέρα, πριν την πεταλούδα. Στα συστήματα μονού ψεκασμού, βρίσκεται στο μπλόκ ψεκασμού δίπλα στο μπεκ. Στα συστήματα με MAF (αισθητήρας μάζας αέρα) βρίσκεται μέσα σε αυτόν. Στα συστήματα με MAP (αισθητήρας υποπίεσης) τοποθετείται ως ξεχωριστό εξάρτημα στον σωλήνα εισαγωγής ή και σε κοινό κέλυφος με τον MAP. Κατασκευαστικά, είναι ίδιος με τον αισθητήρα θερμοκρασίας κινητήρα με μόνη διαφορά στην κατασκευή του κελύφους, έτσι ώστε το θερμίστορ να είναι εκτεθειμένο στη ροή του αέρα. Η σύνδεσή του με την ECU είναι ίδια με του αισθητήρα θερμοκρασίας όπως περιγράφεται παραπάνω.

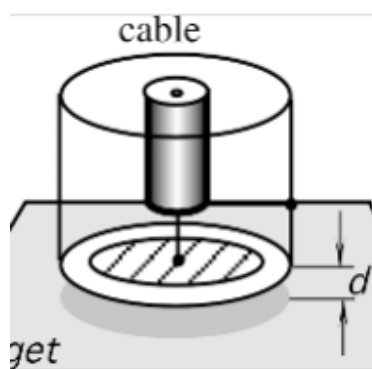
### 2.2.2 Αισθητήρας εγγύτητας

Ένας αισθητήρας θέσης είναι μια γραμμική συσκευή της οποίας το σήμα εξόδου αντιπροσωπεύει την απόσταση που βρίσκεται ένα αντικείμενο από ένα συγκεκριμένο σημείο αναφοράς. Ο αισθητήρας εγγύτητας, από την άλλη μεριά, είναι μια κάπως πιο απλή συσκευή η οποία είναι σχεδιασμένη έτσι ώστε να δίνει σήμα στην έξοδο του όταν το αντικείμενο βρίσκεται κοντύτερα από μια απόσταση από τον αισθητήρα.

Υπάρχουν τεσσάρων ειδών αισθητήρες εγγύτητας:

#### Χωρητικοί αισθητήρες εγγύτητας.

Η ικανότητα των χωρητικών ανιχνευτών να ανιχνεύουν σχεδόν όλα τα υλικά τους καθιστά μια ελκυστική επιλογή για πολλές εφαρμογές. Η αλλαγή της χωρητικότητας ενός πυκνωτή γίνεται είτε μέσω της αλλαγής της γεωμετρίας του (παράδειγμα η αλλαγή της απόστασης των οπλισμών του), είτε λόγω της παρουσίας αγώγιμων ή διηλεκτρικών υλικών. Σε πολλές πρακτικές εφαρμογές, κατά τη μέτρηση αποστάσεων σε ένα ηλεκτρικά αγώγιμο αντικείμενο, η ίδια η επιφάνεια του αντικειμένου μπορεί να χρησιμεύσει ως οπλισμός του πυκνωτή. Η σχεδίαση ενός μονοπολικού χωρητικού αισθητήρα φαίνεται στην εικόνα 1, όπου ο ένας οπλισμός ενός πυκνωτή συνδέεται με τον κεντρικό αγωγό ενός ομοαξονικού καλωδίου ενώ ο άλλος οπλισμός σχηματίζεται από ένα στόχο (αντικείμενο).

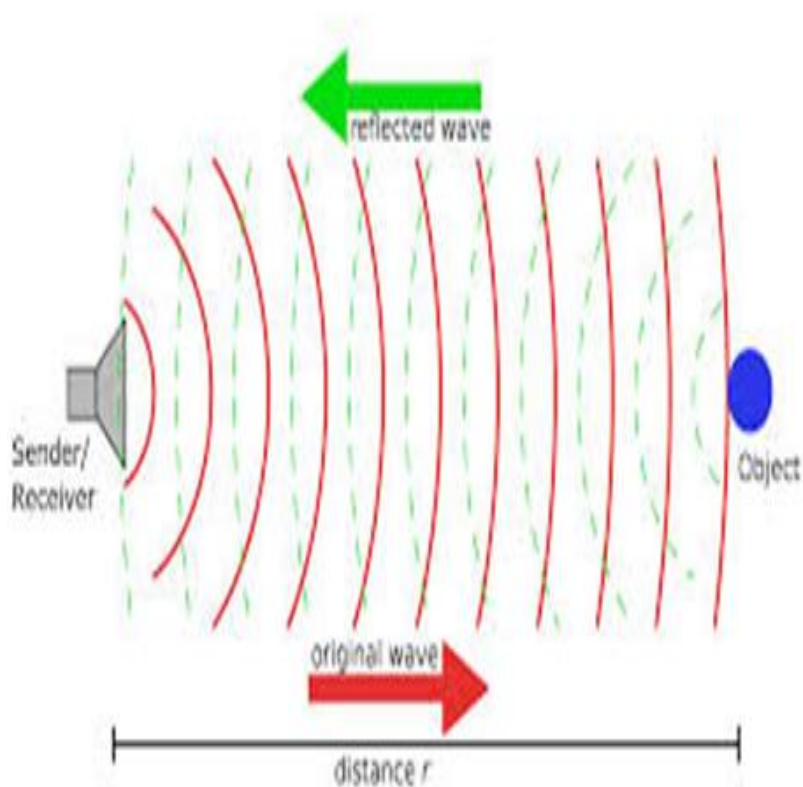


Ένα χωρητικός αισθητήρας εγγύτητας μπορεί να είναι ιδιαίτερα αποτελεσματικός όταν χρησιμοποιείται για ηλεκτρικά αγώγιμα αντικείμενα. Ο αισθητήρας μετρά μία χωρητικότητα μεταξύ του ηλεκτροδίου και του αντικειμένου η οποία αλλάζει με την

απόσταση, με αυτή τη μέτρηση μπορούμε να έχουμε την απόσταση. Ωστόσο, ακόμη και για τα μη αγώγιμα αντικείμενα, αυτοί οι αισθητήρες μπορούν να είναι αρκετά αποτελεσματικοί, αν και με μικρότερη ακρίβεια. Κάθε αντικείμενο, αγώγιμο ή μη αγώγιμο, το οποίο βρίσκεται κοντά στο ηλεκτρόδιο, έχει από μόνο του διηλεκτρικές ιδιότητες οι οποίες θα μεταβάλλουν την χωρητικότητα μεταξύ του ηλεκτροδίου και του περιβλήματος του αισθητήρα και, με τη σειρά της, θα παράγει την μετρήσιμη απόκριση στην χωρητικότητα.

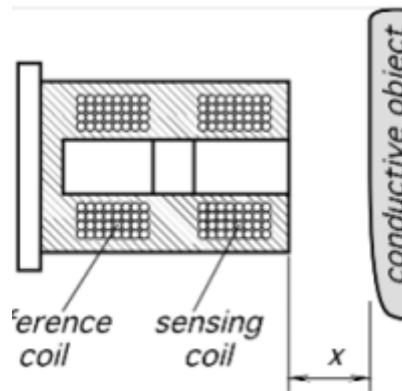
#### **Ακουστικοί αισθητήρες εγγύτητας.**

Τέτοιου είδους αισθητήρες εγγύτητας λειτουργούν με παρόμοιο τρόπο με τα ραντάρ ή τα σόναρ. Παράγουν υψηλής συχνότητας ηχητικά κύματα τα οποία ανακλώνται από τον στόχο και η ηχώ επιστρέφει στους αισθητήρες. Από τη διαφορά του χρόνου που έγινε η εκπομπή του σήματος μέχρι την επιστροφή του γίνεται ο υπολογισμός της απόστασης του στόχου.



#### **Επαγωγικοί αισθητήρες εγγύτητας.**

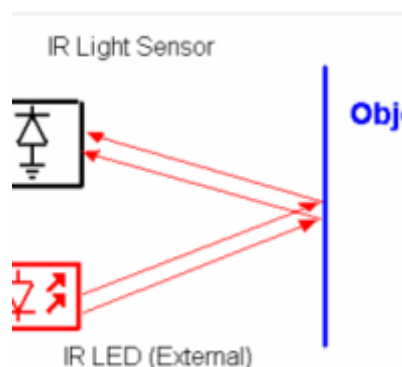
Η θέση μπορεί να ανιχνευτεί και με μεθόδους ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής. Σαν ανιχνευτή εγγύτητας για μη μαγνητικά αλλά αγώγιμα υλικά μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε έναν αισθητήρα δύο πηνίων.



Το ένα πηνίο χρησιμοποιείται ως πηνίο αναφοράς και το άλλο χρησιμοποιείται για την ανίχνευση των μαγνητικών ρευμάτων που επάγονται στο αγώγιμο αντικείμενο. Τα δινορεύματα αυτά παράγουν ένα μαγνητικό πεδίο που αντιτίθεται σε εκείνο του πηνίου ανίχνευσης οδηγώντας έτσι σε μία ανισορροπία σε σχέση με το πηνίο αναφοράς. Όσο πλησιέστερα βρίσκεται το αντικείμενο στο πηνίο, τόσο μεγαλύτερη είναι η μεταβολή της μαγνητικής αντίστασης και τόσο μεγαλύτερη η ανισορροπία.

### Αισθητήρες υπέρυθρων

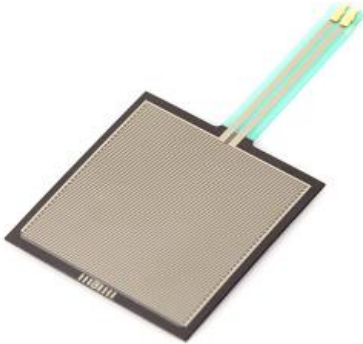
Στην περίπτωση των κινητών τηλεφώνων χρησιμοποιούνται οι αισθητήρες υπέρυθρων. Οι αισθητήρες αυτοί μετρούν την απόσταση ενός αντικείμενου ανιχνεύοντας την ένταση της ανακλώμενης υπέρυθρης ακτινοβολίας<sup>9</sup>. Ένα led υπέρυθρων στέλνει ένα σήμα, κάθε αντικείμενο μπροστά από το led ανακλά ένα μέρος του σήματος σε μια φωτοδίοδο η οποία είναι ευαίσθητη μόνο στην υπέρυθρη ακτινοβολία. Όσο πιο κοντά είναι το αντικείμενο τόσο πιο μεγάλη είναι η ένταση της ανακλώμενης ακτινοβολίας. Μπορούμε λοιπόν να βαθμονομήσουμε κατάλληλα τον αισθητήρα εγγύτητας στην επιθυμητή απόσταση.



Ο αισθητήρας εγγύτητας βρίσκεται δίπλα στο ακουστικό του κινητού τηλεφώνου. Έτσι όταν πλησιάζουμε το τηλέφωνο στο αυτί μας η συσκευή κλείνει αυτόματα την οθόνη και με αυτόν τον τρόπο εξοικονομεί ενέργεια αλλά και αποφεύγεται το πάτημα κάποιου κουμπιού στην οθόνη αφής κατά τη διάρκεια της κλήσης από το μάγουλο μας.

### 2.2.3 Αισθητήρας δύναμης

Αισθητήρες πίεσης και βάρους Η πίεση αποτελεί μέτρο της δύναμης ή μηχανικής τάσης που ασκείται στην εξωτερική επιφάνεια κάποιου σώματος από ένα εξωτερικό αίτιο. Η μέτρηση του βάρους ανάγεται στη μέτρηση πίεσης και γι' αυτό οι μετρητές πίεσης χρησιμοποιούνται και για τη μέτρηση βάρους.



Τα κυριότερα είδη αισθητήρων πίεσης Μανόμετρα υγρού και αερίου Χωρητικοί αισθητήρες Επαγωγικοί αισθητήρες Πιεζοηλεκτρικοί αισθητήρες και αισθητήρες πιεζοαντίστασης Μετρητές μηχανικής τάσης και κυψελίδες φορτίου Αισθητήρας πίεσης

ΕΡΟ της εταιρείας Entran.

Χωρητικοί αισθητήρες πίεσης Απλός χωρητικός αισθητήρας πίεσης  $P$  είναι η πίεση μετρητή (δηλαδή η διαφορά των πιέσεων πάνω και κάτω από τον άνω οπλισμό),  $d$  η αρχική απόσταση των οπλισμών,  $a$  η ακτίνα του διαφράγματος,  $t$  το πάχος του διαφράγματος και  $\nu$  και  $E$  δύο παράμετροι που σχετίζονται με το υλικό του διαφράγματος.

Επαγωγικοί αισθητήρες πίεσης Εάν διαβιβάσουμε στα πηνία ένα σταθερό εναλλασσόμενο ρεύμα, η τάση στα άκρα τους θα μεταβάλλεται ανάλογα με την επαγωγική αντίσταση ( $V_L = Z_L I$ ) και άρα με τη μετατόπιση του διαφράγματος.

Αισθητήρες Πιεζοαντίστασης Αρχή Λειτουργίας: Οι αισθητήρες αυτοί στηρίζονται στη μεταβολή της τιμής της αντίστασης ενός μεταλλικού σύρματος όταν αυτό πιεστεί κατά μήκος της κύριας διάστασής του. Για τον υπολογισμό της ποσοτικής σχέσης θεωρούμε την εξίσωση που συσχετίζει την αντίσταση ενός σύρματος με τα φυσικά του χαρακτηριστικά:

Πιεζοαντιστάσεις Για την κατασκευή πιεζοαντιστάσεων μπορούν να χρησιμοποιηθούν μέταλλα ή κράματα μετάλλων αλλά και γνωστοί ημιαγωγοί, όπως πυρίτιο με προσμίξεις (δηλαδή τύπου  $p$  ή  $n$ ).

Κυψελίδες Φορτίου: Οι κυψελίδες φορτίου (load cells) είναι συσκευές που αποτελούνται από μετρητές μηχανικής τάσης (συνήθως τέσσερις) και μετρούν δυνάμεις. Ενδείκνυνται για τη μέτρηση πιέσεων. Οι μετρητές μηχανικής τάσης είναι συνήθως πιεζοαντιστάσεις.

Πιεζοηλεκτρικοί Αισθητήρες Πίεσης: Όταν συμπιέζεται ή εφελκύεται ένας κρύσταλλος, μετατοπίζονται οι θέσεις των θετικών και αρνητικών φορτίων του και έτσι εμφανίζεται στα άκρα του μία ποσότητα φορτίου (θετικού στο ένα άκρο και αρνητικού στο άλλο άκρο), δηλαδή διαφορά δυναμικού (ηλεκτρική τάση). Το φαινόμενο αυτό ονομάζεται πιεζοηλεκτρικό φαινόμενο (piezoelectric effect) και εμφανίζεται σε όλα τα κρυσταλλικά υλικά, είναι όμως ιδιαίτερα έντονο σε ορισμένα

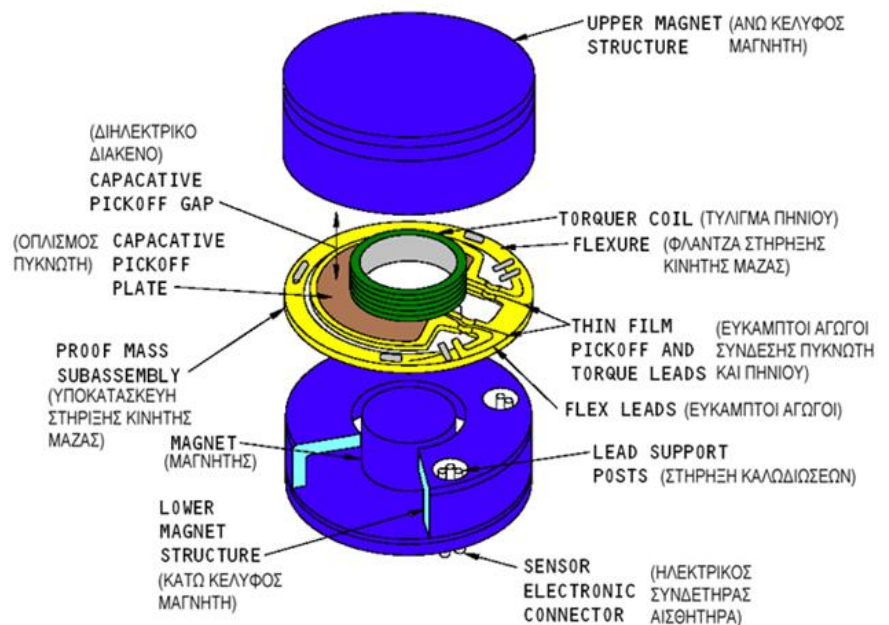


μόνο υλικά, τα οποία ονομάζονται για το λόγο αυτό πιεζοηλεκτρικά. Τα υλικά αυτά εμφανίζουν και το αντίστροφο πιεζοηλεκτρικό φαινόμενο, κατά το οποίο η εφαρμογή στα άκρα του υλικού μίας τάσης  $V$  προκαλεί συμπίεση (ή εφελκυσμό, ανάλογα με το πρόσημο της τάσης) κατά διάστημα  $x$ :  $x = d V^{14}$ .

#### 2.2.4 Αισθητήρας επιταχυνσιόμετρο

##### Τι είναι το Επιταχυνσιόμετρο;

Το επιταχυνσιόμετρο είναι μια ηλεκτρομηχανική συσκευή που έχει την ικανότητα να μετρά δυνάμεις επιτάχυνσης. Αυτές οι δυνάμεις μπορεί να είναι στατικές, όπως είναι η επιτάχυνση της βαρύτητας, ή δυναμικές όταν προκαλούνται από προέρχονται από αλλαγές στην ταχύτητα ή στην διεύθυνση της κίνησης (επιταχύνσεις, επιβραδύνσεις, στροφές).



##### Που χρησιμοποιείται;

Χρησιμοποιείται κυρίως σε αδρανειακά συστήματα πλοήγησης, που συνήθως αποκαλούνται Inertial Navigation System (INS), ή Inertial Reference System (IRS), ή Inertial Reference Unit (IRU), ή Air Data Inertial Reference Unit (ADIRU), τα οποία συστήματα συνδυάζοντας την χρήση επιταχυνσιόμετρων, γυροσκοπίων και ηλεκτρονικών κυκλωμάτων, μπορούν να υπολογίζουν την θέση ενός οχήματος στον χώρο καθώς και την στάση και ταχύτητα αυτού με πολύ μεγάλη ακρίβεια, παράμετροι που είναι απολύτως απαραίτητοι για την λειτουργία του αυτόματου πιλότου και την ναυσιπλοΐα, αεροπλάνων, πλοίων και υποβρυχίων. Το επιταχυνσιόμετρο χρησιμοποιείται επίσης για την μέτρηση και καταγραφή των επιταχύνσεων στους τρεις άξονες των αεροσκαφών από τον καταγραφέα των στοιχείων της πτήσης, χρησιμοποιείται για την ενεργοποίηση του αερόσακου στα

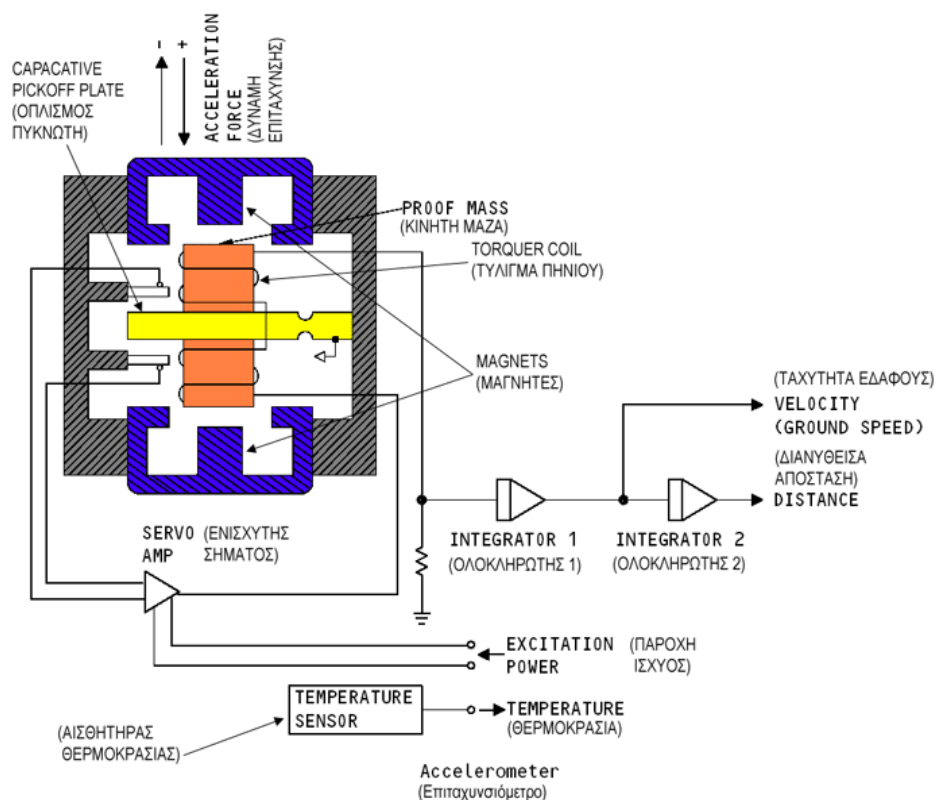
αυτοκίνητα, και σε οποιαδήποτε άλλη εφαρμογή απαιτείται η μέτρηση της επιτάχυνσης.

### Πως λειτουργεί;

Υπάρχουν διάφοροι τρόποι να υλοποιηθεί ένα επιταχυνσιόμετρο. Ένας τρόπος είναι η αξιοποίηση του πιεζοηλεκτρικού φαινομένου. Αυτά χρησιμοποιούν πιεζοκρύσταλλο ο οποίος πιέζεται από μάζα ανάλογη της επιτάχυνσης που δέχεται αυτή και παράγει τάση λόγω πιεζοηλεκτρικού φαινομένου ανάλογη της επιτάχυνσης.

Ένας άλλος τρόπος είναι η μέτρηση αλλαγών στην χωρητικότητα ενός πυκνωτή. Ο πυκνωτής αποτελεί μέρος της ανάρτησης μάζας και η τιμή του μεταβάλλεται με την κίνηση αυτής της μάζας. Η αξιοποίηση της μεταβολής της χωρητικότητας του πυκνωτή μας παρέχει μέτρηση επιτάχυνσης.

Υπάρχουν και άλλοι τρόποι όπως η χρήση της αλλαγής της αντίστασης κάποιου υλικού ανάλογη της πίεσης που δέχεται, η χρήση φυσαλίδας ζεστού αέρα, και η χρήση των ιδιοτήτων του φωτός.



Εδώ θα περιγράψουμε την λειτουργία επιταχυνσιόμετρου που λειτουργεί κάνοντας χρήση της διάταξης πυκνωτή και μάζας αδράνειας, και είναι μέρος του

συστήματος αδρανειακής πλοήγησης ή αδρανειακού συστήματος αναφοράς (IRS) επιβατικών αεροσκαφών.

Παρατηρώντας το σχηματικό διάγραμμα βλέπουμε ότι υπάρχει αναρτημένη μάζα ανάμεσα στους πόλους δυο μαγνητών, (άνω κάτω). Γύρω από την μεταλλική μάζα υπάρχει τύλιγμα πηνίου. Το έλασμα ανάρτησης της μεταλλικής μάζας σε συνδυασμό με δυο αγώγιμες πλάκες άνω και κάτω, σχηματίζει πυκνωτές.

Επιτάχυνση κατά τον διαμήκη άξονα της μάζας, μετακινεί την μάζα υπερνικώντας την αντίσταση του ελατηρίου της ανάρτησης, μετακινώντας τη από το σημείο μηδέν η σημείο ισορροπίας.

Η μετακίνηση αυτή προκαλεί αλλαγή στις χωρητικότητες των δυο πυκνωτών που στο σημείο ισορροπίας της μάζας είναι ίσες.

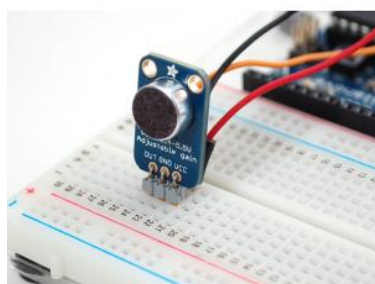
Ο ενισχυτής σήματος αντιλαμβάνεται την διαφοροποίηση αυτή σαν σφάλμα και στέλνει κατάλληλο ηλεκτρικό ρεύμα στο πηνίο που περιβάλλει την μάζα με σκοπό να την επαναφέρει στο σημείο ισορροπίας και να ακυρώσει το σήμα σφάλματος.

Η τιμή του ρεύματος που στέλνεται στο πηνίο για να ακυρώσει το σήμα σφάλματος και να επαναφέρει την μάζα στο σημείο ισορροπίας είναι η αναλογική έξοδος της συσκευής που αντιστοιχεί στην επιτάχυνση.

Το αναλογικό αυτό σήμα ολοκληρώνεται συναρτήσει του χρόνου μια φορά για να δώσει ταχύτητα, και μια δεύτερη φορά για να μας δώσει απόσταση.

Ένας αισθητήρας θερμοκρασίας είναι εγκατεστημένος μαζί με το επιταχυνσιόμετρο με σκοπό την βελτίωση της ακρίβειας του επιταχυνσιόμετρου. Το σήμα από τον αισθητήρα θερμοκρασίας χρησιμοποιείται για την διόρθωση του σφάλματος θερμοκρασίας του επιταχυνσιομέτρου<sup>15</sup>.

### 2.2.5 Αισθητήρας ήχου



Ο Αισθητήρας Ήχου κάνει ρομπότ σας να ακούσει! Ο Αισθητήρας Ήχου μπορεί να ανιχνεύσει τόσο ντεσιμπέλ [dB] όσο και προσαρμοσμένα ντεσιμπέλ [dBA]. Ένα ντεσιμπέλ είναι μια μονάδα μέτρησης της ηχητικής πίεσης dBA: για ανίχνευση προσαρμοσμένων ντεσιμπέλ, η ευαισθησία του αισθητήρα είναι προσαρμοσμένη στην ευαισθησία του ανθρώπινου αυτιού. Με άλλα λόγια, αυτοί είναι οι ήχοι που τα αυτιά σας μπορούν να ακούσουν.

dB: για ανίχνευση πρότυπων [αδιόρθωτων] ντεσιμπέλ, όλοι οι ήχοι μετρούνται με την ίδια ευαισθησία. Έτσι, οι ήχοι μπορεί να περιλαμβάνουν ορισμένα κομμάτια που είναι πάρα πολύ υψηλά ή πολύ χαμηλά για να τα ακούσει το ανθρώπινο αυτί.

Ο Αισθητήρας Ήχου μπορεί να μέτρα στάθμη ηχητικής πίεσης έως 90 dB – το επίπεδο μιας χορτοκοπτικής μηχανής. Οι στάθμες ηχητικής πίεσης είναι εξαιρετικά

περίπλοκες, έτσι η τιμή του Αισθητήρα Ήχου στο NXT εμφανίζεται σε ποσοστό [%]. Όσο χαμηλότερο είναι το ποσοστό, τόσο πιο χαμηλής έντασης είναι ο ήχος, για παράδειγμα<sup>16</sup>:

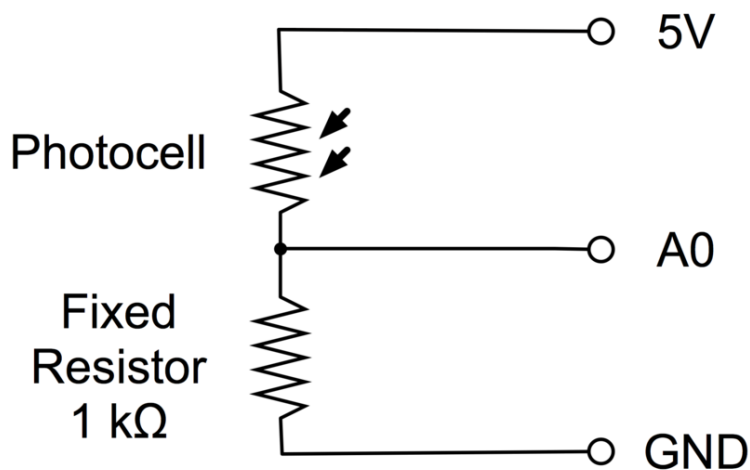
- 4-5% είναι όπως ένα σιωπηλό σαλόνι
- 5-10% κάποιος που μιλάει από κάποια απόσταση
- 10-30% είναι μια φυσιολογική συνομιλία κοντά στην αισθητήρα ή μουσική σε κανονική ένταση
- 30-100% είναι άτομα που φωνάζουν ή μουσική που παίζεται σε μεγάλη ένταση

#### 2.2.6 Αισθητήρας φωτός – Φωτοκύτταρο

Η χρησιμότητα του φωτοκύτταρου είναι ένα είδος που ονομάζεται εξαρτώμενη αντίσταση απ' το φως, μερικές φορές ονομάζεται LDR. Όπως υποδηλώνει το όνομα, αυτά τα εξαρτήματα συμπεριφέρονται σαν μια αντίσταση, με την διαφορά του ότι η αντίσταση αλλάζει σε σχέση με το πόσο φως πέφτει πάνω της.

Το συγκεκριμένο έχει αντίσταση 50kΩ κοντά στο σκοτάδι και 500Ω σε έντονο φως. Για να μετατρέψεις αυτή την μεταβλητή τιμή της αντίστασης σε κάτι που μπορούμε να μετρήσουμε σε μια αναλογική είσοδο του Arduino, χρειάζεται να μετατραπεί σε τάση.

Ο απλούστερος τρόπος να το κάνεις αυτό είναι να συνδυαστεί με μια σταθερή αντίσταση.



Η αντίσταση και το φωτοκύτταρο μαζί συμπεριφέρονται κάπως σαν ποτενσιόμετρο. Όταν το φως είναι πολύ έντονο, τότε η αντίσταση του φωτοκύτταρου είναι πολύ χαμηλή σε σύγκριση με την τιμή της σταθερής αντίστασης, όπως όταν το ποτενσιόμετρο στρεφόταν στο μέγιστο.

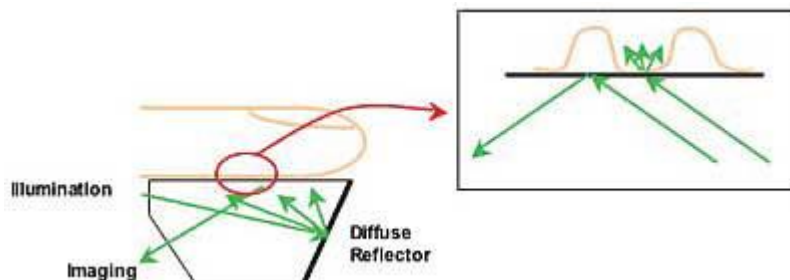
Όταν το φωτοκύτταρο είναι σε εθαιμπό φως τότε η αντίσταση γίνεται μεγαλύτερη από την σταθερή αντίσταση 1kΩ και είναι σαν το ποτενσιόμετρο να στραφεί προς την γείωση<sup>17</sup>.

## 2.2.6 Αισθητήρας Βιομετρικός

Μια νέα τεχνολογία βιομετρικής αναγνώρισης δακτυλικών αποτυπωμάτων, βασισμένη σε πολυφασματικούς αισθητήρες, που βλέπουν μέσα από την επιφάνεια του δέρματος, έρχεται, με στόχο να ενισχύσει το επίπεδο ασφαλείας, αποτρέποντας κάθε προσπάθεια εξαπάτησης των συστημάτων ελεγχόμενης πρόσβασης.

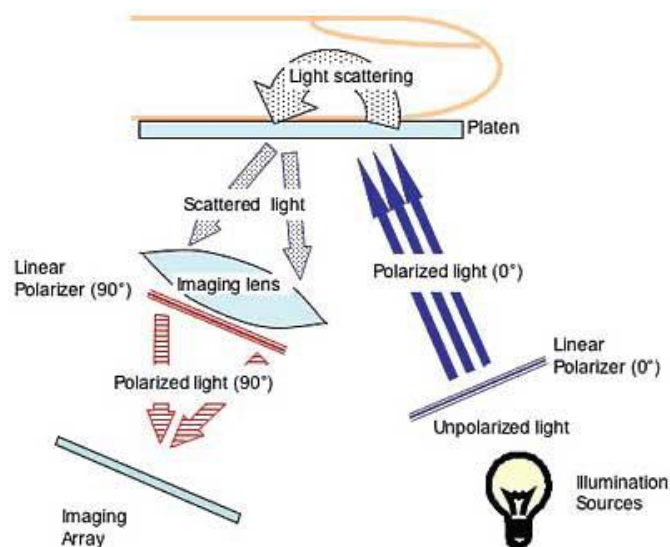
Παρόλες τις ενστάσεις που κατά καιρούς έχουν διατυπωθεί, η χρήση των βιομετρικών συστημάτων αναγνώρισης αυξάνεται συνεχώς. Ωστόσο, από όλες τις τεχνολογίες βιομετρικής αναγνώρισης (δακτυλικού αποτυπώματος, παλάμης, προσώπου, φωνής, ίριδας κ.ά.), αυτή που συναντάμε συχνότερα σε συστήματα ελεγχόμενης πρόσβασης εισόδου, σε χώρους ασφαλείας ή περιφερειακών υπολογιστικών συστημάτων που διαχειρίζονται κρίσιμες πληροφορίες, είναι αυτή της αναγνώρισης του δακτυλικού αποτυπώματος. Η τεχνολογία αυτή χαρακτηρίζεται ως ήπιας μορφής, ενώ το κόστος του εξοπλισμού που απαιτείται, είναι σαφώς χαμηλότερο σε σχέση με τις άλλες τεχνολογίες. Οι συμβατικοί αισθητήρες αναγνώρισης δακτυλικού αποτυπώματος, ανιχνεύουν τη διαμόρφωση των επιδερμικών ραβδώσεων και κοιλάδων στα άκρα των δακτύλων, που σχηματίζουν ένα πρότυπο, μοναδικό για κάθε άνθρωπο. Συνήθως, οι αισθητήρες αυτοί ενσωματώνουν χωρητικές, ραδιοσυχνοτικές, θερμικές και οπτικές διατάξεις. Ωστόσο, αυτού του τύπου οι βιομετρικοί ανιχνευτές δακτυλικού αποτυπώματος, θεωρούνται ευάλωτοι σε απόπειρες εξαπάτησης από αντίγραφα δακτυλικού αποτυπώματος.

Η τέχνη του "**spoofing**", όπως χαρακτηρίζεται η δημιουργία πλαστών τεχνητών δειγμάτων, που αντιγράφουν τα πραγματικά και εξουσιοδοτημένα από τα εκάστοτε συστήματα πρότυπα, εκμεταλλεύεται το γεγονός ότι οι άνθρωποι αφήνουν τα δακτυλικά τους αποτυπώματα στα περισσότερα αντικείμενα που αγγίζουν. Επίσης, για το συγκεκριμένο έλλειμμα ασφαλείας, σημαντικό ρόλο παίζει η μικρή ποσότητα πληροφοριών, που λαμβάνει ο αισθητήρας από το εξεταζόμενο δάκτυλο, με το οποίο έρχεται σε επαφή. Κατά συνέπεια, η δημιουργία ενός προτύπου, παρόμοιου με κάποιου εξουσιοδοτημένου, μπορεί να παραπλανήσει τον αισθητήρα, παρέχοντας εξουσιοδότηση. Για παράδειγμα, ως εξετάσουμε ένα κοινό οπτικό αισθητήρα δακτυλικού αποτυπώματος, βασισμένο στο συνολικό εσωτερικό συντελεστή ανάκλισης TIR (Total Internal Reflectance).

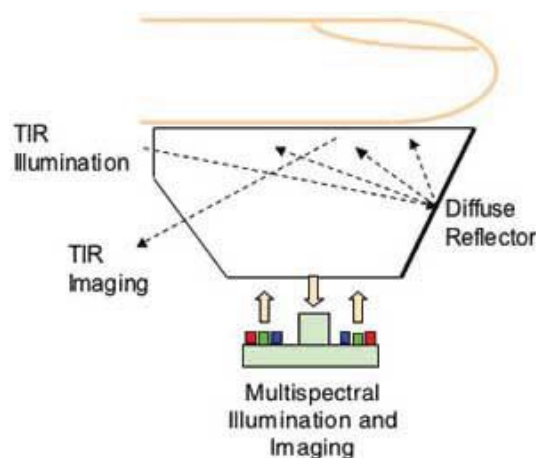


Σε αυτόν, το φως εισάγεται από τα αριστερά του πρίσματος και ανακλάται από τη δεξιά πλευρά, έτσι ώστε να φωτίσει ομοιόμορφα την επιφάνεια του προς εξέταση

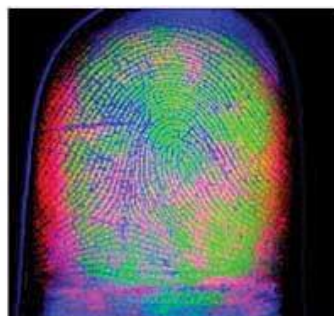
αντικειμένου. Ο αισθητήρας ανιχνεύει τις φωτεινές περιοχές από τα κενά αέρος των κοιλάδων των δακτύλων, καθώς και τις σκοτεινές περιοχές, όπου το δέρμα των δακτύλων βρίσκεται σε επαφή με την επιφάνεια του γυαλιού του αισθητήρα. Έτσι, όταν ένα υλικό με κατάλληλο δείκτη διάθλασης, έρθει σε επαφή με την επιφάνεια του αισθητήρα, σχηματίζεται ένα πρότυπο εικόνας. Το υλικό αυτό, μπορεί να είναι φυσικά, ανθρώπινο δέρμα, μπορεί όμως επίσης να είναι σιλικόνη, ζελατίνη ή άλλο παρεμφερές υλικό, με το οποίο επιτυγχάνεται η αντιγραφή ενός αποτυπώματος. Επιπρόσθετα, η επιφάνεια του δακτυλικού αποτυπώματος, μπορεί να φθαρεί από αμυχές ή να είναι δύσκολο να διαβαστεί, λόγω υγρασίας ή ξηρότητας των δακτύλων. Οι προκύπτουσες, χαμηλής ποιότητας εικόνες, μπορούν να οδηγήσουν σε απορρίψεις έγκρισης εισόδου, κάτι που θα αναγκάσει το χειριστή του συστήματος να θέσει το κατώτατο όριο ασφάλειας του αισθητήρα, σε μια πιο επιεική ρύθμιση, ώστε να μειώσει τον αριθμό εσφαλμένων αρνήσεων. Όμως αυτό το «χαλαρό» κατώτατο όριο, επιδεινώνει ακόμα περισσότερο την ευαισθησία ενός αισθητήρα, στις απόπειρες αντιγραφής των εξουσιοδοτημένων προτύπων. Προκειμένου λοιπόν να αντιμετωπιστεί το συγκεκριμένο έλλειμμα ασφαλείας, αναπτύχθηκε μια νέα τεχνική, σύμφωνα με την οποία συλλέγεται μια πολυφασματική εικόνα του δακτυλικού αποτυπώματος, απευθείας κάτω από την επιφάνεια του δέρματος. Το δέρμα του ανθρώπου έχει ορισμένα μοναδικά οπτικά χαρακτηριστικά, λόγω της χημικής σύνθεσής του. Τα χαρακτηριστικά αυτά, επηρεάζουν την απορροφητικότητα και την πολυστρωματική δομή του δέρματος, κάτι που επιδρά σημαντικά στις ιδιότητες διασποράς του φωτός. Συλλέγοντας τις εικόνες που παράγονται από τα διαφορετικά μήκη κύματος φωτισμού που περνούν στο δέρμα, μπορούν να μετρηθούν τα διάφορα χαρακτηριστικά γνωρίσματα δερμάτων, εξασφαλίζοντας πρώτα από όλα ότι το υλικό που εξετάζεται είναι ανθρώπινο δέρμα. Όταν λοιπόν ένας τέτοιος πολυφασματικός αισθητήρας συνδυάζεται με ένα συμβατικό αναγνώστη δακτυλικών αποτυπωμάτων, το σύστημα που καλείται να ανιχνεύσει την εικόνα, μπορεί να παρέχει ένα υψηλό επίπεδο διασφάλισης της γνησιότητας του δακτυλικού αποτυπώματος.



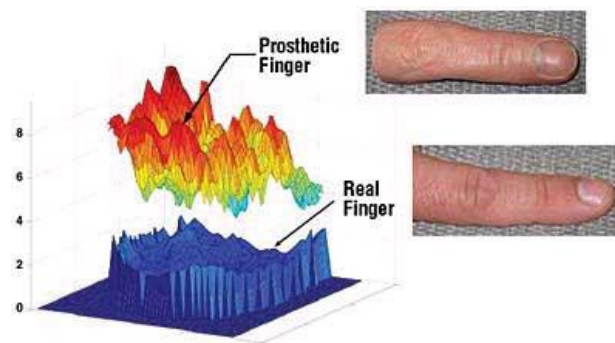
Τα βασικά συστατικά λειτουργίας μιας διάταξης λήψης πολυφασματικών εικόνων για αισθητήρες δακτυλοσκόπησης. Σύμφωνα με αυτό, οι πηγές φωτός είναι ειδικά LED με διαφορετικά μήκη κύματος, που εκτείνονται από την περιοχή του ορατού, μέχρι του υπέρυθρου. Στο σύστημα, περιλαμβάνονται επίσης διασταυρούμενοι γραμμικοί πολωτές, με σκοπό να μειώσουν την ποσότητα του φωτός που υπόκειται κατοπτρική ανάκλαση, από το προς εξέταση αντικείμενο, όπως για παράδειγμα, το φως που ανακλάται από την επιφάνεια του δέρματος. Οι πολωτές εξασφαλίζουν δηλαδή ότι η πλειονότητα του φωτός που καταλήγει στον αισθητήρα, έχει περάσει μέσα από το δέρμα του δακτύλου και έχει υποστεί την κατάλληλη διάχυση. Η διάταξη λήψης των εικόνων είναι ένας κοινός ανιχνευτής πυριτίου, τύπου CMOS ή CCD. Γενικά, οι απαιτήσεις οπτικής ανάλυσης σε μια τέτοια εφαρμογή πολυφασματικού αισθητήρα, δεν είναι μεγάλες. Συγκεκριμένα, λόγω της υψηλής διασποράς που παρατηρείται στο ανθρώπινο δέρμα, ένας αισθητήρας αυτού του τύπου δεν απαιτεί μεγαλύτερη απόδοση ανάλυσης, σε σχέση με αυτήν που αξιοποιούν οι κοινοί αισθητήρες δακτυλοσκόπησης και είναι περίπου ανάμεσα σε 250-1000 pixels/in.



Από πάνω απεικονίζεται ένας οπτικός αισθητήρας δακτυλοσκόπησης, που συνδυάζει ένα κλασικό TIR αναγνώστη με μια διάταξη λήψης πολυφασματικών εικόνων. Όπως φαίνεται και οι δύο αισθητήρες μπορούν να ανιχνεύουν το προς εξέταση δακτυλικό αποτύπωμα, χωρίς να συνδέονται μεταξύ τους. Ο πολυφασματικός αισθητήρας, μπορεί έτσι να παρέχει νέες βιομετρικές πληροφορίες, ιδιαίτερα σημαντικές, χωρίς να απαιτούνται κάποιες διαφορετικές ή επιπρόσθετες ενέργειες από μεριάς του χρήστη.



Εδώ διακρίνεται η διαφορά ανάμεσα στην εικόνα του ίδιου δακτυλικού αποτυπώματος που λαμβάνει ένα κλασικός αισθητήρας, σε σχέση με ένα πολυφασματικό αισθητήρα. Το δέρμα του δάκτυλου που εξετάζεται σε αυτήν την περίπτωση, είναι σχετικά ξηρό, προκαλώντας μια εμφανή φθορά στην αντίθεση και τη συνοχή των γραμμών της εικόνας, που λαμβάνεται από το συμβατικό αισθητήρα. Αντίθετα, η ψευδοχρωματική εικόνα που προέρχεται από τον πολυφασματικό αισθητήρα, παρουσιάζει φασματικά και χωρικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα, που συναντάμε μόνο σε ένα δάκτυλο ζωντανού ανθρώπου. Επιπρόσθετα, τα πολυφασματικά δεδομένα, για τη λήψη των οποίων χρησιμοποιήθηκαν 5 μήκη κύματος (475, 500, 560, 576, και 625nm), μπορούν να αξιοποιηθούν για να ενισχύσουν περαιτέρω την πιστοποίηση των εικόνων που συλλέγουν οι κλασικοί αισθητήρες, καθώς και να βελτιώσουν τη συνοχή των γραμμών του δακτυλικού αποτυπώματος. Ένα ιδιαίτερα ρεαλιστικό τεχνητό δάκτυλο, που έγινε από την Alatheia Prosthetics, ήταν ένα από τα διάφορα δείγματα, που χρησιμοποιήθηκαν για να εξετάσουν τη δυνατότητα του πολυφασματικού αισθητήρα, να διακρίνει μεταξύ των πραγματικών δακτύλων και των τεχνητών, που μπορούν να δημιουργηθούν, προκειμένου να εξαπατήσουν το σύστημα.



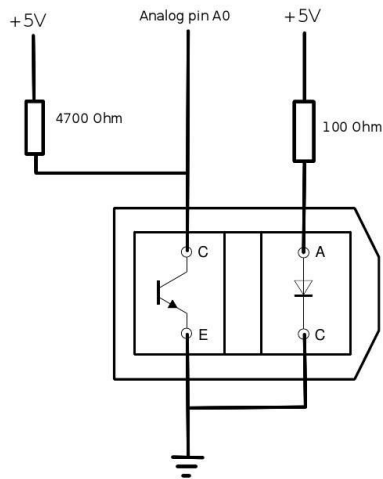
Εδώ παρουσιάζει τα αποτελέσματα μιας πολυμεταβλητής φασματικής διάκρισης, που πραγματοποιείται, προκειμένου να συγκρίνει το φάσμα μιας πολυφασματικής εικόνας ενός πραγματικού δακτύλου, με ένα τεχνητό αντίγραφο του ίδιου δακτύλου. Η ικανότητα διάκρισης μεταξύ των δύο προτύπων, είναι εμφανής.

### 2.2.7 Αισθητήρας βροχής

Ο αισθητήρας βροχής όπως χρησιμοποιείται στο αυτοκίνητο:







Δεν ξεπερνούν σε μέγεθος ένα σπιρτόκουτο αλλά αυτοί είναι που αποφασίζουν για τους υαλοκαθαριστήρες και τους προβολείς. Ο λόγος για τους αισθητήρες βροχής και φωτός που βασίζονται στην ίδια αρχή λειτουργίας, στην μεταβολή της αντανάκλασης της φωτεινής ακτινοβολίας.

Η λειτουργία ενός αισθητήρα βροχής είναι στη σύλληψή της

εξαιρετικά απλή. Ένα αγωγός LED εκπέμπει φωτεινή δέσμη προς το παρμπρίζ με τέτοιο τρόπο ώστε όταν δεν υπάρχει υγρασία η ένταση της ακτινοβολίας να αντανάκλαται πάνω σε ένα φωτοαισθητήρα. Όταν στο παρμπρίζ πέσουν οι πρώτες σταγόνες νερού ή σε περίπτωση υγρασίας τότε μεταβάλλεται το μέγεθος της αντανάκλασης.

Όσο περισσότερο νερό υπάρχει πάνω στο παρμπρίζ τόσο μικρότερη είναι η ένταση της αντανάκλασης, τόσο πιο γρήγορα κινούνται οι υαλοκαθαριστήρες. Οι αισθητήρες βροχής νέας γενιάς χρησιμοποιούν υπέρυθρες δέσμες αντί για φυσικό φως δίνοντας τη δυνατότητα της τοποθέτησης του αισθητήρα σε σημεία του παρμπρίζ που δεν είναι ορατά από έξω.

Οι αισθητήρες βροχής μπορούν να συνεργαστούν με τα ηλεκτρικά παράθυρα και την ηλιοροφή ώστε να κλείνουν αυτόματα σε περίπτωση βροχόπτωσης. Από την προσθήκη ενός επιπλέον φωτοαισθητήρα προκύπτει το σύστημα που ενεργοποιεί αυτόματα τους προβολείς χωρίς να επεμβαίνει ο οδηγός.

### 2.2.8 Αισθητήρας Υπερύθρων

Είναι στην ουσία ένας αντανάκλαστικός αισθητήρας ο οποίος περιλαμβάνει ένα πομπό υπέρυθρων και ένα φωτοτρανζίστορ σε μολυβδούχο κάλυμμα που μπλοκάρει το ορατό φως. Το πακέτο περιλαμβάνει δύο κλιπ στερέωσης.

#### Εφαρμογές:

- Αισθητήρας θέσης για κωδικοποιητή άξονα
- Ανίχνευση από ανακλαστικό υλικό όπως χαρτί, κάρτες IBM, μαγνητικές ταινίες κλπ.
- Διακόπτης για περιορισμό μηχανικών κινήσεων σε συσκευές αναπαραγωγής βίντεο.
- Γενικές χρήσεις - όπου ο χώρος είναι περιορισμένος

### 2.2.9 Χωρητικός αισθητήρας προσέγγισης

Οι Χωρητικοί Αισθητήρες Προσέγγισης υπολογίζουν την μεταβολή της χωρητικότητας που οφείλεται στην εισαγωγή ενός αντικειμένου στο ηλεκτρικό πεδίο ενός πυκνωτή. Οι χωρητικοί αισθητήρες προσέγγισης, αντίθετα με τους επαγωγικούς, δεν ανιχνεύουν μόνο αγώγιμα υλικά, όπως πχ τα μέταλλα, αλλά - λόγω της αρχής λειτουργίας τους - ανιχνεύουν επίσης και μη αγώγιμα υλικά όπως κεραμικά, ξύλο, πλαστικό, γυαλί, υγρά<sup>18</sup>.

### 2.2.10 Αισθητήρας απόλυτης πίεσης

Το σήμα του αισθητήρα απόλυτης πίεσης χρησιμοποιείται για την μέτρηση του φορτίου του κινητήρα (σε συνάρτηση με τον αριθμό στροφών) και είναι βασικό για τον υπολογισμό της διάρκειας ψεκασμού. Ο αισθητήρας είναι συνδεδεμένος μέσω ενός σωλήνα υποπίεσης στην πολλαπλή εισαγωγής μετά την πεταλούδα γκαζιού.

Είναι ένας πιεζοηλεκτρικός αισθητήρας και αυτό σημαίνει ότι η αντίστασή του μεταβάλλεται όταν μεταβάλλεται η πίεση. Αποτελείται από ένα κύκλωμα ενίσχυσης του σήματος και ένα τσιπ πυριτίου, που επάνω του έχει 4 ηλεκτρικές αντιστάσεις συνδεδεμένες σε γέφυρα. Το τσιπ βρίσκεται μέσα σε ένα στεγανό θάλαμο που έχει μία πίεση αναφοράς (ατμοσφαιρική). Ο θάλαμος χωρίζεται σε δυο μέρη. Στο ένα βρίσκεται το τσιπ (όπου επικρατεί ατμοσφαιρική πίεση) και στο άλλο μέρος έχουμε την πίεση που θέλουμε να μετρήσουμε, δηλαδή η πίεση της πολλαπλής εισαγωγής. Όταν μεταβάλλεται η πίεση στην πολλαπλή εισαγωγής, η μεμβράνη πάνω στην οποία στηρίζεται το τσιπ κάμπτεται και αλλάζει η αντίστασή του. Επομένως αλλάζει και η τάση που διαβάζει η Μονάδα Ελέγχου Κινητήρα (Engine Control Unit / ECU), η οποία μεταφράζει την αλλαγή της τάσης σαν αλλαγή της πίεσης στην πολλαπλή εισαγωγής<sup>19</sup>.

### 2.2.11 Αισθητήρας Hall

Οι αισθητήρες φαινόμενου Hall χρησιμοποιούνται στους διανομείς πολλών συστημάτων ανάφλεξης για να ενεργοποιήσουν το πρωτεύον κύκλωμα (έναυση σπινθήρα) και για να μετρήσουν τις στροφές/λεπτό του κινητήρα.

Αλλά χρησιμοποιούνται επίσης σε πολλά συστήματα ανάφλεξης χωρίς διανομέα (DIS) για να καθορίσουν τη θέση του στροφαλοφόρου και του εκκεντροφόρου άξονα. Αυτό συμβαίνει επειδή ο εγκέφαλος του κινητήρα πρέπει να ξέρει που ο αριθμός ένα κύλινδρος είναι μόλις η μηχανή αρχίσει να στροφάρει. Μόλις ο πολύ σημαντικός "συγχρονισμένος παλμός" ανιχνεύεται, η ακολουθία ανάφλεξης μπορεί να αρχίσει να δίνει τάση στους σπινθηριστές στη σωστή ακολουθία. Αυτό επιτρέπει επίσης το χρόνο έγχυσης να αντιστοιχηθεί με το χρόνο που θα δοθεί ο σπινθήρας στις μηχανές με διαδοχική έγχυση καυσίμων. Οι αισθητήρες Hall αναφέρονται μερικές φορές ως "διακόπτες" λόγω του on-off "ψηφιακού" σήματος τάσης που παράγουν. Αντίθετα από τους μαγνητικούς αισθητήρες που παράγουν ένα σήμα εναλλασσόμενου ρεύματος (AC) που ποικίλλει στην τάση με την ταχύτητα, οι αισθητήρες Hall παράγουν ένα σταθερό σήμα τάσης που μπορεί να αλλάξει απότομα από τη μέγιστη

τάση σε σχεδόν μηδέν και πάλι πίσω ανεξάρτητα από τις στροφές της μηχανής. Αυτό παράγει σήμα κυματομορφής σχεδόν τετραγωνικής που μπορεί να χρησιμοποιηθεί εύκολα από τον υπολογιστή για λόγους συγχρονισμού.

### **Λειτουργία**

Το φαινόμενο Hall για διαφορετικές κατευθύνσεις του ηλεκτρικού ρεύματος και του μαγνητικού πεδίου. Όταν μεταλλικό έλασμα εισέρχεται μέσα σε μαγνητικό πεδίο με μια συγκεκριμένη γωνία, τότε δημιουργείται στα άκρα του ελάσματος διαφορά δυναμικού (δηλαδή τάση).

Ένας χαρακτηριστικός αισθητήρας Hall έχει τρία καλώδια ή τερματικά: ένα για τη γείωση, ένα για την τάση μπαταρίας ή αναφοράς και ένα για το σήμα εξόδου. Για να παραγάγει ένα σήμα εξόδου, ένας αισθητήρας Hall πρέπει να τροφοδοτηθεί με μια τάση αναφοράς από τον υπολογιστή του οχήματος (που μπορεί να είναι 5 έως 12 βολτ ανάλογα με την εφαρμογή). Η τάση τροφοδότησης είναι απαραίτητη για να δημιουργήσει το φαινόμενο που πραγματοποιείται μέσα στον αισθητήρα. Η αρχή λειτουργίας στην οποία είναι βασισμένοι οι αισθητήρες Hall (και έχει το ίδιο όνομα) χρονολογείται από 1879 όταν ανακάλυψε ο Edwin H. Hall, ένας Αμερικανός επιστήμονας, ένα νέο ηλεκτρικό φαινόμενο. Όταν εφάρμοσε ένα ηλεκτρικό ρεύμα σε ένα κομμάτι του μετάλλου που παρεμβλήθηκε μεταξύ δύο μαγνητών, δημιούργησε μια δευτερεύουσα τάση μέσα στο μέταλλο όταν τοποθετήθηκε υπό σωστή γωνία στην εφαρμοσμένη τάση. Η ανακάλυψη δεν είχε ευρεία πρακτική χρήση τότε, αλλά αποδείχθηκε ότι αυτή ήταν ακριβώς ό,τι οι μελλοντικοί μηχανικοί θα χρειάζονταν για να δημιουργήσουν μια συσκευή μετατροπής ικανή για ένα αποδοτικό on-off σήμα τάσης τετραγωνικής κυματομορφής. Το φαινόμενο Hall προσαρμόστηκε έτσι ώστε η αλλαγή τάσης να εμφανίζεται σε ένα τσιπ πυριτίου που τοποθετείται στη σωστή γωνία του μαγνητικού πεδίου.

Όταν ένα μεταλλικό έλασμα περνά μέσω του κενού αέρα μεταξύ του μαγνητικού πεδίου και του τσιπ πυριτίου, διακόπτει το μαγνητικό πεδίο και αναγκάζει την τάση παραγωγής του τσιπ για να μειωθεί ξαφνικά στο μηδέν. Με τα πρόσθετα στοιχεία κυκλώματος, ο αισθητήρας μπορεί να κάνει ακριβώς το αντίθετο: να παραγάγει ένα σήμα τάσης όταν περνάει το έλασμα από το μαγνητικό πεδίο. Τα πρόσθετα στοιχεία κυκλώματος ρυθμίζουν την τάση τροφοδότησης στο τσιπ και ενισχύουν την τάση εξόδου του. Σε ένα σύστημα ανάφλεξης αυτοκινήτου, τα ελάσματα τοποθετούνται στον άξονα του διανομέα, στο ρότορα, στην τροχαλία του στροφαλοφόρου άξονα ή στον εκκεντροφόρο έτσι ο αισθητήρας μπορεί να παραγάγει ένα σήμα σπινθηροδότησης ή θέσης, ή και τα δύο μαζί, καθώς ο στροφαλοφόρος άξονας περιστρέφεται. Σε μερικές εφαρμογές, μια εγκοπή σε μια τροχαλία, ένα δόντι γραναζιού ή ακόμα και ένα περιστρεφόμενο μαγνητικό κουμπί εξυπηρετεί τον ίδιο σκοπό με το μεταλλικό έλασμα για να διακόψει το "μαγνητικό παράθυρο" του αισθητήρα και να κλείσει το διακόπτη.

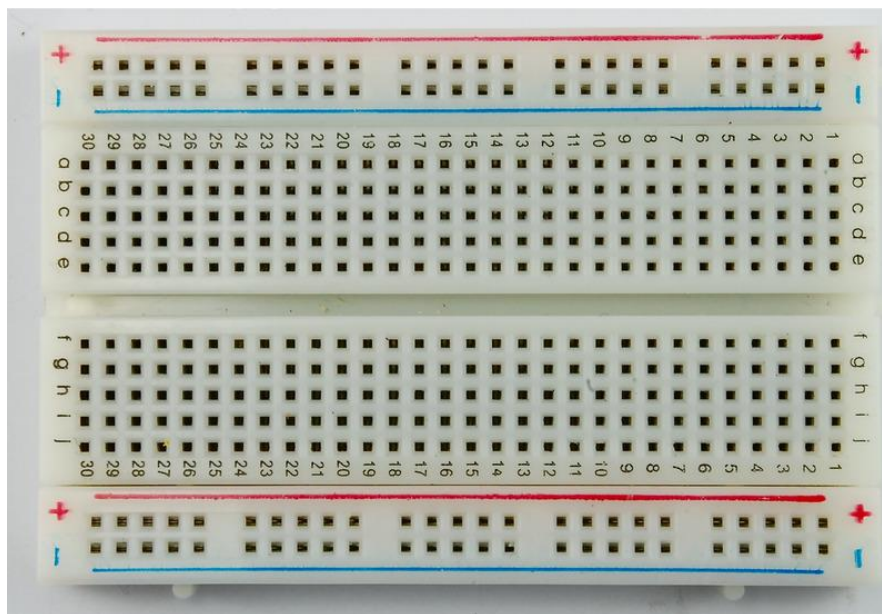
Διάταξη ταχομέτρου αποτελούμενη από δύο μαγνήτες και έναν αισθητήρα φαινομένου Hall. Ένας αισθητήρας Hall μπορεί να είναι είτε "ανοικτός" είτε "κλειστός" ανάλογα με το πώς τα στοιχεία κυκλώματός του είναι σχεδιασμένα. Όταν είναι "ανοικτός" (όπως οι αισθητήρες θέσης του στροφαλοφόρου της GM) παράγει μια σταθερή τάση εξόδου όταν το μαγνητικό παράθυρο είναι ανεμπόδιστο και κανένα έλασμα δεν περνά. Η τάση εξόδου μειώνεται για να πλησιάσει σε μηδέν όταν εισάγεται ένα μεταλλικό έλασμα στο μαγνητικό παράθυρο και εμποδίζει το πεδίο. Το σήμα συλλογής του προφίλ ανάφλεξης (PIP) και το σήμα προσδιορισμού του πρώτου κυλίνδρου (CID) που βρίσκονται σε κινητήρες της Ford που έχουν ανάφλεξη χωρίς διανομέα(DIS) λειτουργεί με τον αντίθετο τρόπο. Όταν το έλασμα περνά πέρα και εμποδίζει το μαγνητικό πεδίο, ο εσωτερικός ηλεκτρονικός διακόπτης του αισθητήρα αλλάζει το σήμα εξόδου του αισθητήρα από πλησίον μηδέν (θέση off) στη μέγιστη τάση (on).

### **Άλλα είδη αισθητήρων**

Οι προαναφερθέντες αισθητήρες είναι από τους πιο διαδεδομένους στην αγορά. Εκτός αυτών υπάρχουν και οι ακόλουθοι: Αισθητήρας υγρασίας, γυροσκόπιου, μαγνητόμετρου, ID, καιρού, ρεύματος, IMU, ακτινοβολίας, στάθμης υγρών, αερίων, πιεζοδονητικός κ.ά.

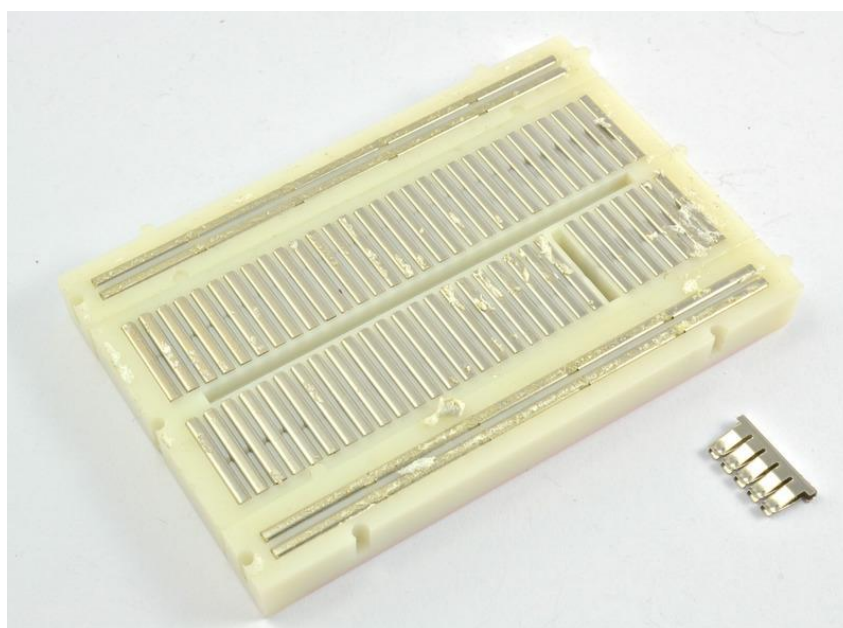
## Κεφάλαιο 3 – Ανάλυση της προγραμματιστικής πλατφόρμας του Arduino

Πριν αναφερθούμε στο Arduino, βέλτιστο θα ήταν να βλέπαμε τη βάση στην οποία στηρίζονται όλα τα ηλεκτρονικά κυκλώματα. Και αυτή δεν είναι τίποτα περισσότερο από μια πλακέτα όπως το Breadboard.



Η πλακέτα είναι ένας τρόπος κατασκευής ηλεκτρονικών χωρίς να χρειάζεται να χρησιμοποιήσουμε κάποιο εργαλείο για συγκόλληση. Τα εξαρτήματα τοποθετούνται μέσα στις υποδοχές της πλακέτας και επιπλέον καλώδια βραχυκύκλωσης χρησιμοποιούνται για να γίνουν οι συνδέσεις.

Αν μπορούσαμε να τραβήξουμε την αυτοκόλλητη υποστήριξη από το πίσω μέρος της πλακέτας, θα έδειχνε κάπως έτσι.



Το μεσαίο τμήμα του πίνακα έχει δύο στήλες, το καθένα με 30 λωρίδες συνδετήρων, όπως το ένα που έχει τραβηχτεί έξω δίπλα από την πλακέτα. Αυτά συνδέουν μαζί οτιδήποτε ωθείται από το μπροστά μέρος σε μια από τις 5 οπές.

Στις δύο άκρες της πλακέτας είναι πολύ μακρύτερα τμήματα συνδετήρα που ενώνουν μαζί τις στήλες των οπών που σημειώνονται με μπλε και κόκκινες γραμμές στο μπροστινό μέρος της πλακέτας. Αυτές γενικά χρησιμοποιούνται για την γείωση (μπλε) και 5V (κόκκινη) .

### 3.1 Ιστορικά στοιχεία για την προγραμματιστική πλατφόρμα Arduino

Η διάταξη που ανιχνεύει το γέμισμα του κάδου βασίζεται σε μία υπολογιστική πλατφόρμα, το Arduino. Παρακάτω παρατίθενται κάποια βασικά ιστορικά στοιχεία για την δημιουργία και την εξέλιξη της πλατφόρμας Arduino μέχρι σήμερα.

- ✚ Μόλις πριν λίγα χρόνια, το 2005, ο Massimo Banzi και ο David Cueartielles άρχισαν να σχεδιάζουν μία συσκευή ελέγχου προγραμμάτων διαδραστικών σχεδίων από μαθητές η οποία θα ήταν πολύ πιο οικονομική από άλλα πρωτότυπα συστήματα εκείνης της περιόδου που επιτελούσαν τις ίδιες εργασίες με την υπό κατασκευή πλατφόρμα. Ο Banzi και ο Cueartielles ονόμασαν το σχέδιο «Arduino» από τον βασιλιά της Ιταλίας Arduin από την Inrea και ξεκίνησαν να κατασκευάζουν πλακέτες σε ένα μικρό εργοστάσιο στην κωμόπολη Inrea της βορειοδυτικής Ιταλίας<sup>33</sup>
- ✚ Τον Σεπτέμβριο του 2006 ανακοινώνεται η πλατφόρμα Arduino Mini.
- ✚ Τον Οκτώβρη του 2008 ανακοινώνεται η πλατφόρμα Arduino Duemilanove. Αρχικά βασίστηκε στο μικροελεγκτή Atmel ATMEGA168, αλλά η μεταγενέστερη έκδοσή της βασίστηκε στον μικροελεγκτή Atmel ATMEGA328.
- ✚ Τον Μάρτιο του 2009 ανακοινώνεται η πλατφόρμα Arduino Mega η οποία βασιζόταν στον μικροελεγκτή Atmel ATMEGA 1280.<sup>34</sup>
- ✚ Η πλατφόρμα Arduino σταδιακά αρχίζει να κερδίζει την εμπιστοσύνη των καταναλωτών και από τον Μάιο του 2011 πάνω από 300.000 πλατφόρμες σε όλο τον κόσμο ήταν σε χρήση.<sup>35</sup>
- ✚ Τον Ιούλιο το 2012 ανακοινώνεται η πλατφόρμα Arduino Leonardo η οποία βασιζόταν στον μικροελεγκτή Atmel ATMEGA32u4.<sup>36</sup>
- ✚ Τον Οκτώβριο του 2012 ανακοινώνεται η πλατφόρμα Arduino Due η οποία βασιζόταν στον μικροελεγκτή Atmel SAM3X8E ο οποίος είχε πυρήνα ARM Cortex-M3.<sup>37</sup>
- ✚ Ένα μήνα αργότερα, το Νοέμβριο του 2012, ανακοινώνεται η πλατφόρμα Arduino Micro η οποία είναι βασισμένη στον μικροελεγκτή Atmel ATMEGA32u4.<sup>38</sup>













- ✚ Τον Μάιο του 2013 ανακοινώνεται η πλατφόρμα Arduino Robot η οποία βασίζεται στον μικροελεγκτή Atmel ATMEGA32u4. Αξιοσημείωτο είναι ότι αυτή ήταν η πρώτη επίσημη πλατφόρμα Arduino με ρόδες.<sup>39</sup>
- ✚ Τον ίδιο μήνα και χρόνο ανακοινώνεται η πλατφόρμα Arduino Yun η οποία βασίζεται στον μικροελεγκτή Atmel ATMEGA32u4 και στον Atheros AR331. Είναι η πρώτη πλατφόρμα Arduino που μπορεί να επικοινωνήσει μέσω Wi-fi με άλλες συσκευές και μπορεί να συνδυαστεί και με το λειτουργικό σύστημα Linux.<sup>40</sup>
- ✚ Τελικά η πλατφόρμα Arduino Robot και η πλατφόρμα Arduino Yun μετά την ανακοίνωσή τους από την κατασκευάστρια εταιρία δεν κυκλοφόρησαν αμέσως στην αγορά. Αυτό γιατί είχαν κάποια προβλήματα στην μνήμη Flash και στην μνήμη Ram οι οποίες ήταν πολύ μικρές σε χωρητικότητα (8 MB η Flash και 32 MB η RAM) και δεν άφηναν πολλά περιθώρια στους χρήστες να αξιοποιήσουν πλήρως τις προηγμένες δυνατότητες αυτών των πλατφορμών και να εγκαταστήσουν νέα πακέτα ή να εκτελέσουν πιο σύνθετα προγράμματα χωρίς προβλήματα. Έτσι τον Αύγουστο του 2013 ανακοινώνεται μία αναβαθμισμένη έκδοση για την Arduino Robot και την Arduino Yun η οποία διέθετε διπλάσια μνήμη Flash και RAM από την προηγούμενη (16 MB και 64 MB αντίστοιχα). Η πλατφόρμα Arduino Yun τελικά κυκλοφόρησε στις 10 Σεπτεμβρίου του ίδιου έτους.<sup>41</sup>



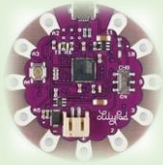
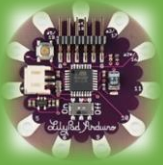
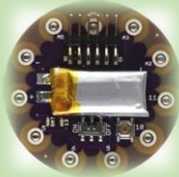
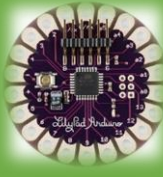




Επίσημο λογότυπο της πλατφόρμας Arduino

### 3.2 Οι πλατφόρμες Arduino

Στην αγορά υπάρχει μία πληθώρα από πλακέτες Arduino. Έτσι, ανάλογα με τις ανάγκες που έχει ο καθένας μπορεί να επιλέξει αυτήν που θα τον καλύπτει περισσότερο. Παρακάτω, παρουσιάζονται περιληπτικά οι πλακέτες Arduino που κυκλοφορούν στην αγορά:

Πλακέτες Arduino			
Εμπορική ονομασία πλακέτας	Πλακέτα	Εμπορική ονομασία πλακέτας	Πλακέτα
Arduino Uno		Arduino Leonardo	
Arduino Due		Arduino Υύν	
Arduino Tre		Arduino Micro	
Arduino Robot		Arduino Esplora	
Arduino Mega ADK		Arduino Ethernet	
Arduino Mega 2560		Arduino Mini	








LilyPad Arduino USB		LilyPad Arduino Simple	
LilyPad Arduino SimpleSnap		LilyPad Arduino	
Arduino Nano		Arduino Pro Mini	
Arduino Pro		Arduino Fio	

Κάθε μία από τις παραπάνω πλακέτες μετά το πέρας κάποιου χρονικού διαστήματος αναβαθμίζεται ως προς το υλικό και τις λειτουργίες της και εκδίδεται από την κατασκευάστρια εταιρεία σαν καινούρια έκδοση με το χαρακτηριστικό όνομα Revision X ή συντομότερα RX (όπου X ο αριθμός της έκδοσης) να ακολουθεί το εμπορικό όνομα της πλακέτας. Για παράδειγμα η τρίτη έκδοση της πλακέτας Arduino Mega ADK ονομάζεται Arduino Mega ADK Revision 3 ή R3.

Τέλος άξιο αναφοράς είναι το ότι στην αγορά κυκλοφορούν shields επέκτασης των δυνατοτήτων των πλακετών Arduino όπως για παράδειγμα το Arduino GSM Shield για σύνδεση του Arduino στο διαδίκτυο μέσω δικτύου GSM και χρήση κάρτας SIM, το Arduino Ethernet Shield για σύνδεση του Arduino στο διαδίκτυο μέσω θύρας Ethernet, το Arduino Wi-Fi Shield για σύνδεση του Arduino στο διαδίκτυο ασύρματα μέσω Wi-Fi, το Arduino Wireless SD Shield για ασύρματη επικοινωνία του Arduino με άλλες συσκευές, το Arduino Motor Shield για κίνηση μηχανών και άλλα. Τα shields αυτά φαίνονται παρακάτω:

### Shields επέκτασης δυνατοτήτων Arduino

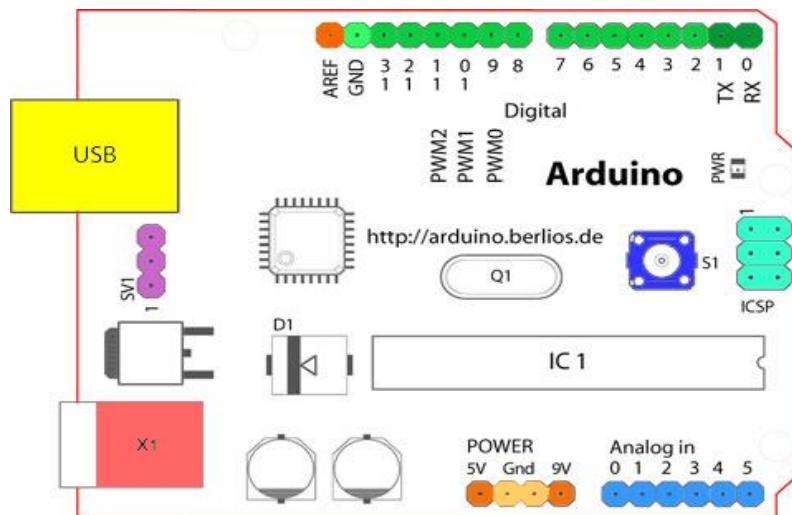
Εμπορική ονομασία Shield	Shield	Εμπορική ονομασία Shield	Shield
Arduino GSM Shield		Arduino Motor Shield	
Arduino Wi-Fi Shield		Arduino Ethernet Shield	
Arduino Wireless SD Shield			

### 3.3 Πληροφορίες για το υλικό της προγραμματιστικής πλατφόρμας Arduino

Μία πλατφόρμα Arduino βασίζεται σε μία μητρική πλακέτα (motherboard) η οποία διαθέτει έναν ενσωματωμένο μικροελεγκτή της εταιρίας Atmel, τύπου ATMEGA8 (για τις παλαιότερες εκδόσεις Arduino) ή κάποιον από τους ATMEGA168, ATMEGA328, ATMEGA1280 ή μεταγενέστερους (για τις νεότερες εκδόσεις Arduino), εισόδους ώστε να δέχεται δεδομένα από διάφορα στοιχεία όπως διακόπτες ή με την βοήθεια των αισθητήρων του, εξόδους ώστε να ελέγχει για παράδειγμα κάποια φώτα, μηχανές ή άλλες συσκευές, και τέλος ένα περιβάλλον ανάπτυξης λογισμικού για την πλατφόρμα. [4] Επίσης όλες οι πλατφόρμες Arduino περιέχουν έναν γραμμικό ρυθμιστή τάσης στα 5 V και έναν κρυσταλλικό ταλαντωτή συχνότητας 16 MHz (clock). Κάποιες πλακέτες Arduino, όπως η Arduino Pro ή Pro mini, η Arduino Fio και η Arduino LilyPad, περιέχουν γραμμικό ρυθμιστή τάσης στα 3.3 V και κρυσταλλικό ταλαντωτή στα 8MHz. Παλαιότερα η σύνδεση με τον Η/Υ για τον προγραμματισμό μίας πλατφόρμας Arduino γινόταν μέσω μίας σειριακής θύρας RS-232. Σήμερα μπορούμε να συνδέσουμε με τον Η/Υ και να προγραμματίσουμε έναν Arduino μέσω μίας θύρας USB μέσω προσαρμοστικών chip USB-to-Serial π.χ. FTDI και FT232.

Η τροφοδοσία μιας πλακέτας Arduino μπορεί να γίνει με 3 διαφορετικούς τρόπους όπως φαίνεται και παρακάτω, μέσω των pins τροφοδοσίας, μέσω barrel jack ή μέσω της θύρας USB.

Παρακάτω παρουσιάζεται ένα δομικό διάγραμμα για την πλατφόρμα Arduino το οποίο δείχνει τα στοιχεία που προαναφέρθηκαν και από τα οποία αποτελείται η πλατφόρμα.



**Δομικό διάγραμμα πλατφόρμας Arduino.**

Ξεκινώντας από το πάνω μέρος του σχεδίου φαίνονται τα εξής pins και εξαρτήματα τα οποία αναλύονται παρακάτω:


- ✚ **AREF pin**=Analog Reference pin. Το Analog reference pin προγραμματίζεται μέσω της εντολής **analogReference(type)** με την ονομαστική τάση που χρησιμοποιείται όταν υπάρχει κάποια αναλογική είσοδος. Στην παράμετρο type τοποθετούνται κάποια ορίσματα τα οποία καθορίζουν την ονομαστική τάση κάθε φορά και θα αναλυθούν στο παράρτημα της γλώσσας Wiring. Η ονομαστική τάση δεν θα πρέπει να είναι παραπάνω ή παρακάτω από τα όρια που έχει η πλατφόρμα τα οποία είναι για κάποιες το εύρος 0 V-5 V και για κάποιες άλλες το εύρος 0 V- 3.3 V.

- ✚ **GND pin**=Ψηφιακή γείωση

- ✚ **Digital pins 2-13**=Τα ψηφιακά pins 2-13 (από δεξιά προς αριστερά) λειτουργούν σαν ψηφιακές εισοδοι και έξοδοι. Παρόλα αυτά λειτουργούν και σαν εισοδοι γενικού σκοπού με λειτουργίες που προσδιορίζονται από κάποιες εντολές όπως η **pinMode()**, η **digitalRead()**, και η **digitalWrite()**. Κάθε pin περιέχει μία εσωτερική pull-up αντίσταση η οποία μπορεί να ενεργοποιηθεί και να απενεργοποιηθεί όταν τα ψηφιακά pins λειτουργούν σαν εισοδοι, με την βοήθεια της εντολής **digitalWrite()**. Το μέγιστο ρεύμα σε αυτά τα pins είναι περίπου 40 mA. Βέβαια τα pins αυτά επιτελούν κι άλλες λειτουργίες οι οποίες φαίνονται παρακάτω:

- ✓ **Pins 2 και 3:** μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να ενεργοποιήσουν κάποιες εξωτερικές διακοπές (interrupts) με τη βοήθεια της εντολής **attachInterrupt()**.
- ✓ **Pins 3, 5, 6, 9, 10, 11:** μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να δώσουν μία 8-bits PWM (Pulse-width-modulation) έξοδο με την βοήθεια της


εντολής **analogWrite()**. Στις πλακέτες που βασίζονται σε μικροελεγκτή ATMEGA8 η έξοδος PWM είναι στα Pins 9, 10, 11.


 **Digital pins 0-1**= Τα ψηφιακά pins 0-1 (από δεξιά προς τα αριστερά) επιτελούν τις εξής λειτουργίες:


- ✓ Το ψηφιακό **pin 0 (RX)** λειτουργεί σαν σειριακή έξοδος.
- ✓ Το ψηφιακό **pin 1 (TX)** λειτουργεί σαν σειριακή είσοδος.


Η σειριακή επικοινωνία ενεργοποιείται με την εντολή **Serial.begin**. Εφόσον ενεργοποιηθεί η σειριακή επικοινωνία, αυτά τα δύο pins δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν ψηφιακές εισόδους και εξόδους ή να επιτελούν τις λειτουργίες εισόδων γενικού σκοπού που προαναφέρθηκαν για τα pins 2-13.


Αν πάλι η σειριακή επικοινωνία παραμείνει απενεργοποιημένη τότε τα pins 0-1 χρησιμοποιούνται σαν εισόδους και εξόδους ή επιτελούν τις λειτουργίες εισόδων γενικού. Το ρεύμα που διαχέει αυτά τα pins είναι πάλι περίπου 40 mA.


 **PWR**=Η ένδειξη PWR είναι μία λυχνία LED που τίθεται σε λειτουργία όταν ενεργοποιείται η πλακέτα.

 **S1**= Το reset button είναι το κουμπί επανατοποθέτησης το οποίο θέτει στις αρχικές τιμές (μηδενίζει) το σύστημά μας.


 **ICSP**=Με το in-circuit serial programming προγραμματίζεται απευθείας ο μικροελεγκτής της πλατφόρμας, συνδέοντάς τον με ένα καλώδιο στον Η/Υ.


 **Analog in pins**= Pins αναλογικών εισόδων 0-5 (από αριστερά προς τα δεξιά).

 **GND**= pin γείωσης τροφοδοσίας.

 **Power pins**= pin τροφοδοσίας VIN και pin παροχής τάσης σε άλλο κύκλωμα (5 V).

 **X1**= Υποδοχή για εξωτερικό τροφοδοτικό (barrel-jack)

 **USB**= Η θύρα USB χρησιμοποιείται για να αποσταλούν από τον Η/Υ στην πλατφόρμα κώδικες που κατασκευάστηκαν γι' αυτήν. Επίσης χρησιμοποιείται και για σειριακή επικοινωνία ανάμεσα στην πλατφόρμα και στον υπολογιστή. Τέλος η θύρα USB μπορεί να χρησιμοποιηθεί ακόμα και για τροφοδοσία της πλατφόρμας μέσω του ρεύματος του Η/Υ που είναι συνδεδεμένη.

 **SV1 pins**= Τα pins SV1 εναλλάσσουν την εξωτερική τροφοδοσία και την τροφοδοσία μέσω USB. Σύμφωνα με την κατασκευάστρια εταιρία αν τοποθετηθεί καλώδιο τύπου Jumper στα pins κοντά στην θύρα USB ή στην θύρα X1 τότε έχουμε τροφοδοσία από USB ή από την θύρα X1 αντίστοιχα.

- ✚ Το chip που φαίνεται πάνω από την δίοδο D1 είναι το **USB-to-serial chip** που προαναφέρθηκε (**FTDI**).
- ✚ **IC1**= Ο μικροελεγκτής της εταιρίας Atmel που διαθέτει η πλατφόρμα Arduino. Η ονομασία IC προέρχεται από τα αρχικά της φράσης integrated circuit που σημαίνει ενσωματωμένο κύκλωμα.
- ✚ **D1**= Δίοδος για την προστασία του μικροελεγκτή από το ρεύμα. [14]

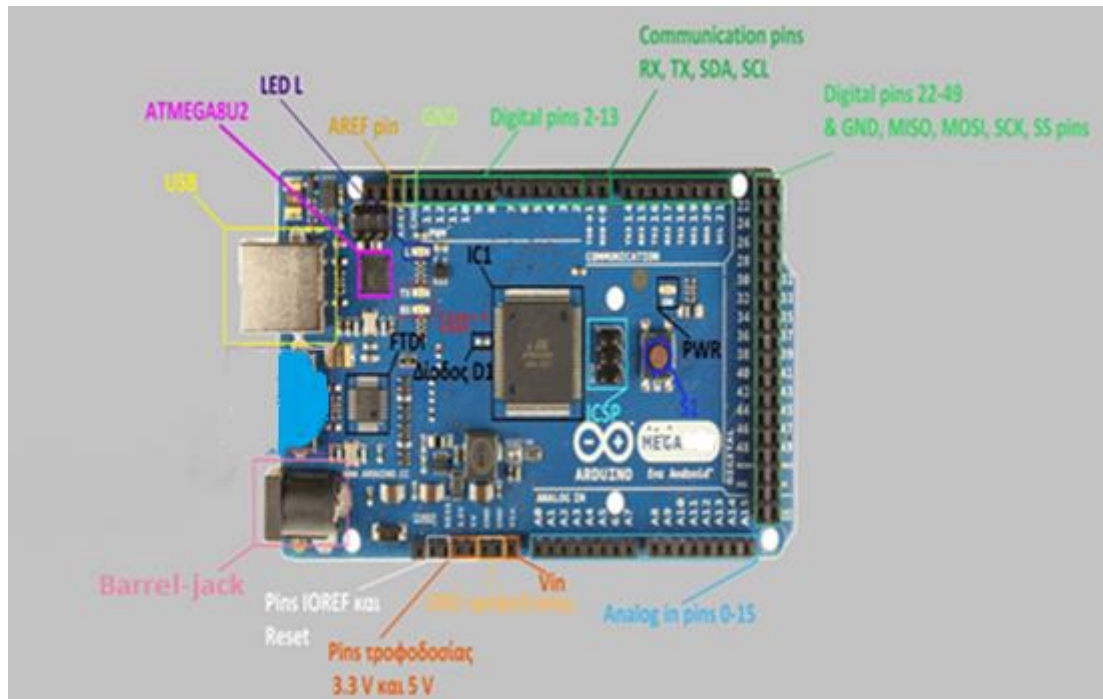
### 3.4 Ανάλυση της πλακέτας Arduino Mega 2560

Η πλακέτα που θα χρησιμοποιηθεί για την κατασκευή είναι η Arduino Mega 2560. Παρακάτω αναφέρονται περιληπτικά τα βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά της.

Βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά πλακέτας Arduino Mega 2560	
Μικροελεγκτής	ATMEGA2560
Συνιστώμενη τάση λειτουργίας πλακέτας	5 V
Συνιστώμενη τάση εισόδου	7 V -12 V
Όριο τάσης εισόδου	6 V – 20 V
Αριθμός pins ψηφιακής εισόδου/εξόδου	54 (15 από αυτά παρέχουν έξοδο PWM)
Αριθμός pins αναλογικής εισόδου	16
Ρεύμα DC που διαρρέει τα pins ψηφιακής εισόδου/εξόδου	40 mA
Ρεύμα DC που διαρρέει το pin τροφοδοσίας 3.3 V	50 mA
Μνήμη Flash	256 KB
Μνήμη SRAM	8 KB
Μνήμη EEPROM	4 KB
Συχνότητα λειτουργίας κρυσταλλικού ταλαντωτή	16 MHz

**Βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά πλακέτας Arduino Mega 2560.**

Τα εξαρτήματα της συγκεκριμένης πλακέτας αναλύονται με την βοήθεια της παρακάτω εικόνας.



### Βασικά μέρη πλακέτας Arduino Mega 2560

Όπως παρατηρείται, η πλακέτα Arduino Mega ADK R3 αποτελείται από παρόμοια εξαρτήματα με αυτά του δομικού διαγράμματος Arduino. Ωστόσο υπάρχουν και κάποιες διαφοροποιήσεις από το δομικό διάγραμμα, οι οποίες θα αναλυθούν παρακάτω.

Παρατηρώντας την εικόνα αρχίζοντας από κάτω αριστερά, φαίνονται:

- ✚ Μια υποδοχή **Barrel-jack** για εξωτερική τροφοδοσία τάσης 7-12 V με αντάπτορα AC to DC.
- ✚ Τα pins IOREF και Reset.
  - ✓ Το pin **IOREF** παρέχει την τάση αναφοράς με την οποία λειτουργεί ο μικροελεγκτής.
  - ✓ Το pin **Reset** χρησιμοποιείται για να προστεθεί ένα ακόμα πλήκτρο επανατοποθέτησης σε περίπτωση που κάποιο κύκλωμα μπλοκάρει την λειτουργία του ήδη υπάρχοντος πλήκτρου επανατοποθέτησης της πλακέτας (**S1**).
- ✚ Τα pins **3.3 V** και **5 V** τα οποία χρησιμοποιούνται για την παροχή αντίστοιχης τάσης σε κάποιο άλλο κύκλωμα.

- ✚ Το pin **GND** της γείωσης τροφοδοσίας και το pin **Vin** της τάσης εισόδου που χρησιμοποιείται για τροφοδοσία της πλακέτας με μία μπαταρία η οποία θα συνδεθεί σε αυτά τα δύο pin.
- ✚ Τα **pins αναλογικής εισόδου A0-A15** λειτουργούν πανομοιότυπα με του δομικού διαγράμματος
- ✚ Τα ψηφιακά Pins δηλαδή, τα **digital pins 2-13**, τα **digital pins 22-49**, τα **communication pins 0-1** & τα **communication pins 14-21** χρησιμοποιούνται σαν ψηφιακές εισοδοι ή έξοδοι αλλά και σαν εισοδοι γενικού σκοπού με χρήση των εντολών που αναφέρθηκαν στην παράγραφο με το δομικό διάγραμμα (**pinMode()**, **digitalRead()**, **digitalWrite()**). Κάθε pin περιέχει μία εσωτερική pull-up αντίσταση 20-50 kOhms η οποία μπορεί να ενεργοποιηθεί και να απενεργοποιηθεί όταν τα ψηφιακά pins λειτουργούν σαν εισοδοι, με την βοήθεια της εντολής **digitalWrite()**. Παρ' όλα αυτά όμως, τα digital pins και τα communication pins έχουν κι άλλες λειτουργίες (κάθε ψηφιακό pin μπορεί να επιτελέσει **μόνο μία** λειτουργία κάθε φορά). Πιο συγκεκριμένα:

- ✓ Τα **digital pins 2 (interrupt 0), 3 (interrupt 1), 18 (interrupt 5),**

**19 (interrupt 4), 20 (interrupt 3) και 21 (interrupt 2)** μπορούν να χρησιμοποιηθούν ώστε να ενεργοποιήσουν τις αναφερθείσες εξωτερικές διακοπές (interrupts) με τη βοήθεια της εντολής **attachInterrupt()**.

- ✓ Τα **digital pins 2-13 και 44-46** μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να δώσουν μία 8-bits PWM (Pulse-width-modulation) έξοδο με χρήση της εντολής **analogWrite()**.
- ✓ Το **digital pin 7 (RST)** δεν πρέπει να χρησιμοποιείται σαν ψηφιακή είσοδος ή έξοδος αφού χρησιμοποιείται για την επικοινωνία με το FTDI.
- ✓ Τα **communication pins 0-1 & 14-19** λειτουργούν και σαν ψηφιακά pins αλλά μπορούν να λειτουργήσουν και σαν pins σειριακής επικοινωνίας με χρήση της εντολής **Serial.begin** (UARTs). Τα pins RX λαμβάνουν σειριακά δεδομένα και τα pins TX μεταδίδουν σειριακά δεδομένα. Πιο συγκεκριμένα οι σειριακές θύρες είναι οι εξής:

- ❖ **Serial 0: 0 (RX) και 1 (TX)**

- ❖ **Serial 1: 19 (RX) και 18 (TX)**

- ❖ **Serial 2: 17 (RX) και 16 (TX)**

- ❖ **Serial 3: 15 (RX) και 14 (TX)**

Η σειριακή επικοινωνία επιτυγχάνεται με την βοήθεια ενός chip **ATMEGA8U2** το οποίο συνδέει μέσω USB τα UART, δηλαδή τους συνδυασμούς RX & TX pins (serial 0,1,2,3), και παράγει μία εικονική θύρα COM στο λειτουργικό σύστημα του

υπολογιστή. Όταν μεταδίδονται δεδομένα από το ATMEGA8U2 chip και την θύρα USB στον υπολογιστή τότε αναβοσβήνουν οι λυχνίες **LED TX, RX** εκτός αν μεταδίδονται σειριακά δεδομένα μέσω των pins 0,1 οπότε οι λυχνίες LED TX, RX δεν αναβοσβήνουν.

- ✓ Τα **pins 20 (SDA) & 21 (SCL)** επιτρέπουν την επικοινωνία με το πρωτόκολλο Two Wire Protocol (TWI) ή I<sup>2</sup>C το οποίο δημιουργήθηκε από την Philips για σύνδεση περιφερειακών χαμηλής ταχύτητας. Το πρωτόκολλο TWI βασίζεται στην σειριακή ασύγχρονη επικοινωνία και χρησιμοποιεί δύο αμφίδρομες γραμμές επικοινωνίας οι οποίες έχουν pull-up αντιστάσεις, την Serial Data Line (SDL) και την Serial Clock (SCL). Οι συσκευές που μπορούν να συνδεθούν στον δίαυλο I<sup>2</sup>C ανέρχονται σε 128. Μία από αυτές θα είναι Master και θα ελέγχει τις υπόλοιπες ενώ οι υπόλοιπες θα είναι Slave.<sup>42</sup>
- ✚ Τα **pins 50 (MISO), 51 (MOSI), 52 (SCK), 53 (SS)** υποστηρίζουν επικοινωνία με πρωτόκολλο SPI με χρήση της βιβλιοθήκης SPI library. Το πρωτόκολλο SPI (Serial Peripheral Interface Bus), το οποίο δημιουργήθηκε από την Motorola, επιτρέπει την σειριακή σύγχρονη επικοινωνία μεταξύ ολοκληρωμένων σε πλήρως αμφίδρομη επικοινωνία.<sup>43</sup>
- ✚ Τα 2 **pins GND** είναι η γείωση για τα ψηφιακά pins.
- ✚ Το **AREF** ή Analog Reference pin προγραμματίζεται μέσω της εντολής **analogReference(type)** με την ονομαστική τάση που χρησιμοποιείται όταν υπάρχει κάποια αναλογική είσοδος όπως περιγράφεται παραπάνω.
- ✚ Η λυχνία **LED L** είναι συνδεδεμένη με το pin 13 και όταν αυτό έχει τιμή ορίσματος HIGH τότε το λαμπάκι ανάβει ενώ όταν έχει τιμή ορίσματος LOW το λαμπάκι παραμένει σβηστό.
- ✚ Η **θύρα USB** για σύνδεση με τον **υπολογιστή**.
- ✚ Το chip MAX3421E ή **FTDI**, το οποίο χρησιμεύει ώστε να προγραμματίζεται το Arduino μέσω της σύνδεσης με καλώδιο USB. Το FTDI επικοινωνεί με την πλακέτα μέσω του διαύλου επικοινωνίας SPI και χρησιμοποιεί γι' αυτήν την επικοινωνία τα ψηφιακά pins **7 (RST), 50 (MISO), 51 (MOSI), 52 (SCK)**.
- ✚ Η **δίοδος D1** που προστατεύει τον μικροελεγκτή από το ρεύμα.
- ✚ Ο μικροελεγκτής (**IC1**) που διαθέτει η πλακέτα Arduino Mega 2560, ο οποίος είναι το chip ATMEGA2560 της εταιρείας Atmel.
- ✚ Με το **ICSP** (in-circuit serial programming) προγραμματίζεται απευθείας ο μικροελεγκτής της πλατφόρμας, συνδέοντάς τον με ένα καλώδιο στον Η/Υ.
- ✚ Η λυχνία **LED PWR** ενεργοποιείται όταν η πλακέτα τεθεί σε λειτουργία.



- ✚ Όπως φαίνεται, σε αυτήν την πλακέτα δεν υπάρχουν SV1 pins αφού η επιλογή της τροφοδοσίας γίνεται αυτόματα μόλις συνδέσουμε την πλακέτα στον υπολογιστή μέσω USB ή μόλις την συνδέσουμε με εξωτερική τροφοδοσία μέσω Barrel jack ή μέσω μπαταρίας με το pin VIN.

### 3.5 Πληροφορίες για την γλώσσα προγραμματισμού της πλατφόρμας Arduino

Η γλώσσα προγραμματισμού της πλατφόρμας Arduino είναι η Wiring η οποία είναι μία παραλλαγή της γλώσσας προγραμματισμού C/C++, χωρίς ωστόσο πολλές διαφορές με αυτήν, και βασίζεται στο προγραμματιστικό περιβάλλον πολυμέσων της Processing.<sup>43</sup>

Αναλυτική παρουσίαση της γλώσσας Wiring γίνεται στους πίνακες του παραρτήματος 1.



**Επίσημο λογότυπο γλώσσας προγραμματισμού Wiring.**

### 3.6 Το περιβάλλον ανάπτυξης (IDE) της πλατφόρμας Arduino







Το περιβάλλον ανάπτυξης του Arduino ή αλλιώς IDE (Integrated Development Environment) περιέχει:

- ✚ Έναν συντάκτη κειμένου (text editor) για την σύνταξη των εντολών από τις οποίες θα αποτελείται ο κώδικας.
- ✚ Μία περιοχή στην οποία εμφανίζονται μηνύματα σφαλμάτων ή ορθότητας του κώδικα κατά την μεταγλώττισή του ή κατά την φόρτωση του στην πλατφόρμα.
- ✚ Μία γραμμή εργαλείων με πλήκτρα για συνηθισμένες λειτουργίες.
- ✚ Ένα μενού με πολλές καρτέλες (π.χ. παραδείγματα, επιλογή πλακέτας, επιλογή θύρας σύνδεσης κλπ.)

Οι κώδικες που γράφονται για την πλακέτα Arduino μέσω του IDE ονομάζονται sketches.<sup>45</sup>

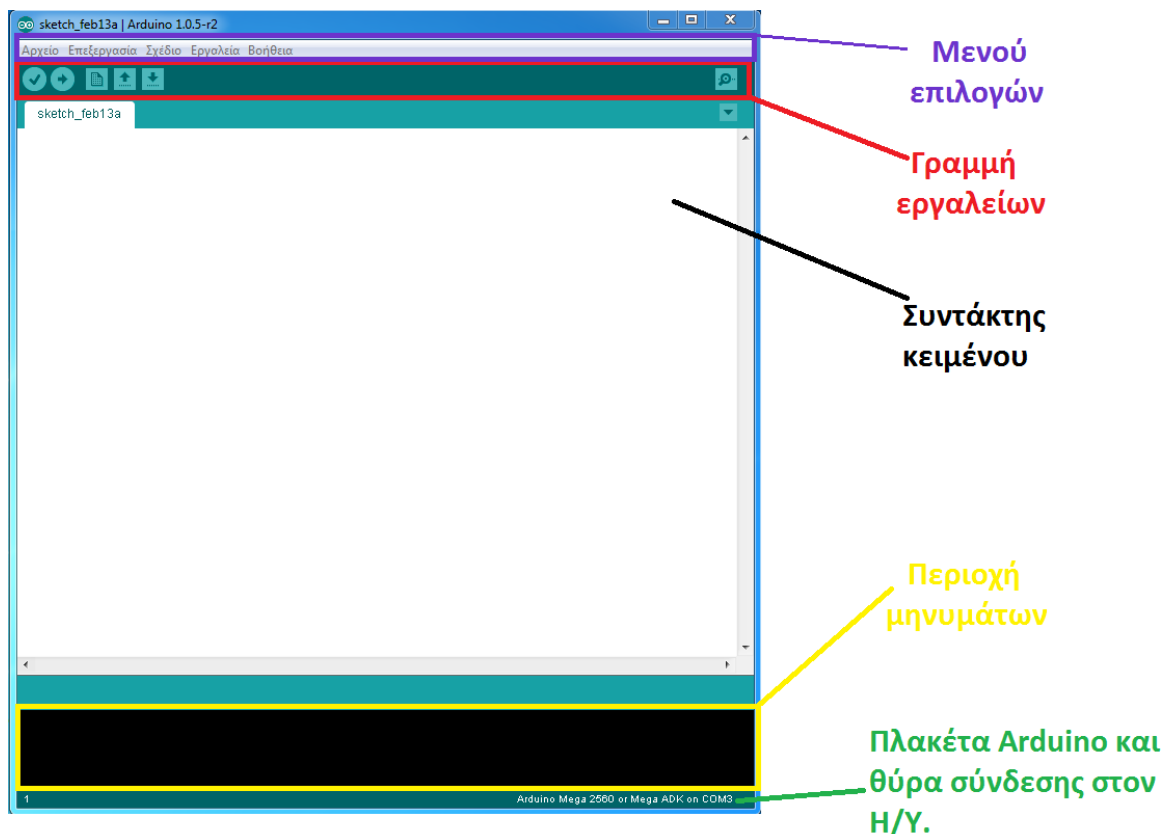
Στον παρακάτω πίνακα παρουσιάζονται και επεξηγούνται τα πλήκτρα της γραμμής εργαλείων:

## Επεξήγηση γραμμής εργαλείων IDE

Πλήκτρο	Ονομασία πλήκτρου	Επεξήγηση πλήκτρου
	Επαλήθευση	Ελέγχει τον κώδικα για συντακτικά λάθη.
	Φόρτωση	Συντάσσει τον κώδικα και τον φορτώνει στην πλακέτα Arduino.
	Νέο	Δημιουργεί ένα νέο sketch.
	Άνοιγμα	Ανοίγει ένα αποθηκευμένο sketch.
	Αποθήκευση	Αποθηκεύει ένα sketch.
	Σειριακή οθόνη	Ανοίγει την σειριακή οθόνη.

### Επεξήγηση γραμμής εργαλείων IDE.

Η έκδοση του περιβάλλοντος IDE που θα χρησιμοποιηθεί είναι η **1.6.7** Παρακάτω φαίνεται η μορφολογία του περιβάλλοντος ανάπτυξης και επεξήγησή της.



### Απεικόνιση περιβάλλοντος ανάπτυξης.

Αφού εγκατασταθεί το περιβάλλον ανάπτυξης για πρώτη φορά, γίνεται επιλογή της πλακέτας για την οποία θα κατασκευαστεί κώδικας καθώς και της θύρας COM του Η/Υ στην οποία είναι συνδεδεμένη, από το μενού.

### 3.7 Πλεονεκτήματα της προγραμματιστικής πλατφόρμας Arduino

Ποιος ο λόγος όμως να χρησιμοποιηθεί μία υπολογιστική πλατφόρμα Arduino αντί κάποιας άλλης που επιτελεί την ίδια εργασία;

Στο εμπόριο κυκλοφορούν κι άλλες υπολογιστικές πλατφόρμες παρόμοιες με το Arduino όπως η Netmedia's BX-24, η Parallax Basic Stamp, η MIT's Handyboard και άλλες οι οποίες, όπως και η πλατφόρμα Arduino, διευκολύνουν τον προγραμματισμό σε μικροελεγκτή. Όμως η πλατφόρμα Arduino έχει τα εξής πλεονεκτήματα έναντι των άλλων προγραμματιστικών πλατφορμών:

- ✚ Χαμηλότερο κόστος από τις άλλες υπολογιστικές πλατφόρμες.
- ✚ Το λογισμικό του Arduino είναι συμβατό με πολλά λειτουργικά συστήματα όπως Windows, Linux, Macintosh OSX σε αντίθεση με τις άλλες υπολογιστικές πλατφόρμες που είναι συμβατές μόνο με Windows.
- ✚ Το περιβάλλον ανάπτυξης λογισμικού του Arduino είναι εύχρηστο και γίνεται άμεσα κατανοητό από όλους. Αυτό βοηθάει τους αρχάριους να εξοικειωθούν με τον Arduino εύκολα και άμεσα καθώς και τους προχωρημένους προγραμματιστές Arduino να εκμεταλλευτούν πλήρως όλες τις δυνατότητές που τους παρέχει.
- ✚ Το λογισμικό του Arduino είναι ανοιχτού κώδικα αλλά και επεκτάσιμο, δηλαδή παρέχεται ελεύθερα σε όλους και δίνεται η δυνατότητα στους προγραμματιστές να το αναπτύξουν περισσότερο όπως επιθυμούν μέσω της επέκτασης της Wiring με την βοήθεια της C++ στην οποία βασίζεται. Επίσης δίνεται η δυνατότητα σε κάποιον να προγραμματίσει τον Arduino κατευθείαν σε γλώσσα AVR C, δηλαδή τη γλώσσα του μικροελεγκτή, αντί σε Wiring.
- ✚ Τέλος, όπως το λογισμικό του Arduino είναι επεκτάσιμο έτσι και το υλικό μέρος του (hardware) μπορεί να επεκταθεί και να βελτιωθεί από τον καθένα έτσι όπως αυτός επιθυμεί. Ακόμα και σε αρχάριους χρήστες δίνεται η δυνατότητα τροποποίησης ενός Arduino όπως επιθυμούν.

## Κεφάλαιο 4 – Ανάλυση του μικροελεγκτή της πλατφόρμας Arduino

### 4.1 Βασικά στοιχεία για τους μικροελεγκτές AVR

Όλες οι πλακέτες Arduino χρησιμοποιούν έναν μικροελεγκτή AVR. Οι μικροελεγκτές AVR αναπτύχθηκαν από την εταιρεία Atmel για πρώτη φορά το 1996 και χρησιμοποιούν τροποποιημένη αρχιτεκτονική Χάρβαρντ 8-bit RISC. Οι μικροελεγκτές AVR ήταν μια από τις οικογένειες μικροελεγκτών που έκαναν χρήση της ενσωματωμένης μνήμης Flash (on-chip), για την αποθήκευση του προγράμματος, σε αντίθεση με άλλους μικροελεγκτές που χρησιμοποιούσαν γι' αυτόν τον σκοπό τις μνήμες PROM, EPROM ή EEPROM. Η βασική αρχιτεκτονική των μικροελεγκτών AVR επινοήθηκε από δύο μαθητές στο Νορβηγικό Ινστιτούτο Τεχνολογίας, τους Alf-Bogen EGIL και Vegard Wollan. Αργότερα η εφεύρεση αυτή εξαγοράστηκε από την εταιρεία Atmel και η εσωτερική αρχιτεκτονική τους αναπτύχθηκε περαιτέρω. Το όνομα AVR δεν αποτελεί κάτι ιδιαίτερο όσον αφορά την ερμηνεία του.<sup>46</sup>



Επίσημο λογότυπο της εταιρείας Atmel.



Επίσημο λογότυπο μικροελεγκτών Atmel AVR.

### 4.2 Κατηγορίες μικροελεγκτών AVR

Οι μικροελεγκτές AVR κατατάσσονται σε τέσσερις μεγάλες κατηγορίες. Αυτές οι κατηγορίες περιγράφονται παρακάτω στον πίνακα:

Κατηγορίες μικροελεγκτών AVR		
Κατηγορία μικροελεγκτή	Εμπορικό όνομα κατηγορίας	Χαρακτηριστικά κατηγορίας
TinyAVR	ATTINY	<ul style="list-style-type: none"><li>✓ Μνήμη προγράμματος 1-8 kB</li><li>✓ 8-32 ακροδέκτες</li></ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Περιορισμένο set εντολών χειρισμού περιφερειακών</li> </ul>
MegaAVR	<b>ATMEGA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Μνήμη προγράμματος 4-256 kB</li> <li>✓ 28-100 ακροδέκτες</li> <li>✓ Εκτεταμένο set εντολών χειρισμού περιφερειακών</li> </ul>
XMegaAVR	<b>ATXMEGA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Μνήμη προγράμματος 16-384 kB</li> <li>✓ 44-100 ακροδέκτες</li> <li>✓ Εκτεταμένο set εντολών χειρισμού περιφερειακών &amp; DACs (Digital to Analog Converters)</li> <li>✓ Χαρακτηριστικά που προσδίδουν καλύτερες επιδόσεις όπως: <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ DMA (Direct Memory Access), το οποίο επιτρέπει την μεταφορά δεδομένων κατευθείαν στην μνήμη χωρίς την μεσολάβηση του επεξεργαστή και συνεπώς αυξάνει τις επιδόσεις</li> <li>➤ Event System, το οποίο επιτρέπει την επικοινωνία μεταξύ των περιφερειακών και την αλληλεπίδραση μεταξύ τους, δηλαδή εφόσον αλλάξει η κατάσταση ενός περιφερειακού να αλλάζει αυτόματα και η κατάσταση ενός άλλου περιφερειακού που επικοινωνεί με εκείνο</li> <li>➤ Υποστήριξη κρυπτογράφησης</li> </ul> </li> </ul>
AVR ειδικών εφαρμογών	<b>FPSLIC &amp; Mega AVR με ειδικά</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Mega AVR με ειδικά χαρακτηριστικά, όπως οθόνη LCD, θύρα USB, PWM pin κλπ.</li> </ul>

<b>χαρακτηριστικά</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Τα FPSLIC (Field Programmable System Level Integrated Circuit) χρησιμοποιούν την μνήμη SRAM για τον κώδικα του προγράμματος, σε αντίθεση με όλους τους άλλους AVR. Επειδή η μνήμη SRAM είναι ταχύτερη από την μνήμη Flash, ο πυρήνας AVR στα FPSLIC μπορεί να λειτουργήσει με συχνότητα έως και 50 MHz</li> </ul>
-----------------------	--

### Κατηγορίες μικροελεγκτών AVR.

Το 2006 η Atmel κυκλοφόρησε μικροελεγκτές που βασίζονται στη νέα 32-bit αρχιτεκτονική, AVR32 οι οποίοι έχουν παρόμοιο ρεπερτόριο εντολών με τους πυρήνες τύπου RISC, αλλά δεν είναι συμβατοί με τους προγενέστερους μικροελεγκτές AVR. Οι μικροελεγκτές αυτοί περιλαμβάνουν εντολές **SIMD** (Single instruction, multiple data) οι οποίες δίνουν την δυνατότητα με μία απλή εντολή να επεξεργάζομαστε πολλά δεδομένα μαζί, εντολές **DSP** (Digital Signal Processing) οι οποίες επιτρέπουν την ψηφιακή επεξεργασία κάποιου σήματος και εντολές για επεξεργασία βίντεο και ήχου.<sup>47</sup>

#### 4.3 Περιγραφή αρχιτεκτονικής AVR

Όπως προαναφέρθηκε, η αρχιτεκτονική που χρησιμοποιούν οι μικροελεγκτές AVR είναι η 8-bit RISC. Τα χαρακτηριστικά αυτής της αρχιτεκτονικής είναι τα εξής:

- ✚ Οι μνήμες Flash, EEPROM και SRAM είναι ενσωματωμένες σε ένα chip, συνεπώς δεν χρειάζεται εξωτερική μνήμη. Παρ' όλα αυτά ορισμένοι μικροελεγκτές AVR διαθέτουν έναν εξωτερικό δίαυλο ο οποίος επιτρέπει την προσθήκη συμπληρωματικών chip μνήμης.
- ✚ Οι εντολές από τις οποίες αποτελείται το πρόγραμμα που κατασκευάζεται για τον μικροελεγκτή, αποθηκεύονται σε μη πτητική μνήμη Flash. Με τον όρο μη πτητική μνήμη, εννοείται ότι δεν διαγράφονται τα δεδομένα που έχουν αποθηκευτεί σε αυτήν με την απενεργοποίηση και συνεπώς τον τερματισμό της τροφοδοσίας του μικροελεγκτή, παρά μόνο κάνοντας Reset στον μικροελεγκτή.
- ✚ Κάθε εντολή ενός προγράμματος έχει εύρος ένα ή δύο 16-bit words.
- ✚ Το μέγεθος της μνήμης προγράμματος (Flash) αναφέρεται συνήθως στο εμπορικό όνομα του μικροελεγκτή (π.χ. ο ATMEGA2560 έχει μνήμη Flash 256 kB)
- ✚ Οι κώδικες που βρίσκονται σε εξωτερική μνήμη εκτελούνται από τον πυρήνα του AVR και μεταφέρονται στην ενσωματωμένη μνήμη Flash.

- Η διευθυνσιοδότηση των δεδομένων στην εσωτερική μνήμη δεδομένων αποτελείται από το αρχείο καταχωρητών, τους καταχωρητές I/O και την SRAM.

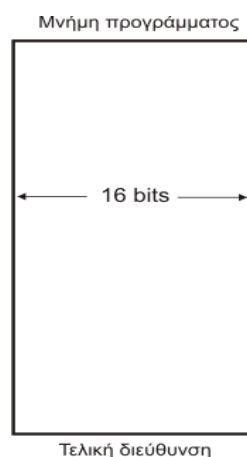
#### 4.4 Η μνήμη προγράμματος και η μνήμη δεδομένων στους μικροελεγκτές AVR

Η μνήμη που περιέχεται στους μικροελεγκτές AVR χωρίζεται σε δυο τμήματα: τη μνήμη προγράμματος και τη μνήμη δεδομένων.

Στην προηγούμενη παράγραφο αναφέρθηκαν κάποια χαρακτηριστικά της μνήμης προγράμματος. Παρακάτω θα μελετηθούν η μνήμη προγράμματος και η μνήμη δεδομένων πιο αναλυτικά.

##### • Η μνήμη προγράμματος

Η μνήμη προγράμματος αποτελεί έναν συνεχή χώρο μιας μνήμης τύπου Flash και χρησιμοποιείται για την αποθήκευση του προγράμματος που κατασκευάζεται για τον μικροελεγκτή. Η ακριβής χωρητικότητα της μνήμης αυτής διαφέρει από μικροελεγκτή σε μικροελεγκτή και αναφέρεται στην εμπορική ονομασία του. Ο μικροελεγκτής ATMEGA2560 έχει μνήμη προγράμματος 256 Kb η οποία είναι οργανωμένη σε **128K X 16bits**. Στην μνήμη προγράμματος εκτός από την αποθήκευση εντολών, αποθηκεύονται και τα διανύσματα διακοπών (interrupt vectors), η περιοχή των οποίων ξεκινά από την διεύθυνση \$0000. Τα διανύσματα διακοπών είναι χρήσιμες διευθύνσεις που χρησιμοποιεί ο μικροελεγκτής για την εξυπηρέτηση των διακοπών (interrupts) και αποθηκεύονται στην αρχή της μνήμης προγράμματος. Το κυρίως πρόγραμμα της κάθε εφαρμογής θα πρέπει να ξεκινά από μια διεύθυνση μνήμης η οποία βρίσκεται υψηλότερα σε σχέση με το χώρο ο οποίος προβλέπεται για τα διανύσματα διακοπών. Το πλήθος των διαθέσιμων διανυσμάτων διακοπών διαφέρει για κάθε μικροελεγκτή.



**Διάγραμμα μνήμης προγράμματος.**

## Η μνήμη δεδομένων

Η μνήμη δεδομένων του μικροελεγκτή, η οποία απεικονίζεται στην παρακάτω εικόνα, διαιρείται σε 5 διαφορετικά τμήματα.

### ✓ **Ομάδα καταχωρητών εργασίας.**

Αυτό το τμήμα της μνήμης δεδομένων αντιστοιχεί στην ομάδα καταχωρητών γενικής χρήσης GPRs (General Purpose Registers) οι οποίοι υπάρχουν σε όλους τους μικροελεγκτές της οικογένειας AVR. Οι καταχωρητές εργασίας αναγνωρίζονται με τα σύμβολα R0 έως R31.

### ✓ **Τμήμα καταχωρητών εισόδου-εξόδου.**

Αυτό το τμήμα της μνήμης αποτελεί το μέσο διασύνδεσης και επικοινωνίας του μικροελεγκτή AVR με τις περιφερειακές του μονάδες. Πρόκειται ουσιαστικά για ένα τμήμα της μνήμης SRAM το οποίο έχει δύο ιδιότητες. Αφενός έχει την ιδιότητα να λογίζεται ως τμήμα της SRAM και αφετέρου ως ομάδα καταχωρητών εισόδου – εξόδου. Σαν τμήμα της SRAM, η προσπέλαση του πραγματοποιείται από την διεύθυνση \$20 έως \$5F και σαν ομάδα καταχωρητών εισόδου εξόδου η προσπέλασή του πραγματοποιείται από την διεύθυνση \$00 έως \$3F. Γενικά οι καταχωρητές αυτοί είναι 64 σε αριθμό αλλά κάποιοι μικροελεγκτές διαθέτουν λιγότερους και κάποιοι περισσότερους.

### ✓ **Τμήμα εσωτερικής στατικής μνήμης SRAM**

Η μνήμη αυτή περιλαμβάνεται σε όλους τους μικροελεγκτές της σειράς AVR. Η χωρητικότητα της μνήμης αυτής κυμαίνεται από 128 bytes μέχρι 4Kbytes. Η μνήμη SRAM χρησιμοποιείται εκτός από την αποθήκευση μεταβλητών και ως στοίβα του συστήματος. Κατά τη διάρκεια εμφάνισης μιας διακοπής ή κατά την κλίση υπορουτινών, η τρέχουσα τιμή του μετρητή προγράμματος αποθηκεύεται στη στοίβα. Το μέγεθος της στοίβας περιορίζεται από τη διαθέσιμη χωρητικότητα της εσωτερικής μνήμης SRAM. Η τρέχουσα θέση στην οποία βρίσκεται η στοίβα φανερώνεται από την τιμή του καταχωρητή δείκτη. Ο χώρος των διευθύνσεων της μνήμης δεδομένων αρχίζει από την διεύθυνση \$60.

### ✓ **Τμήμα εξωτερικής μνήμης SRAM**

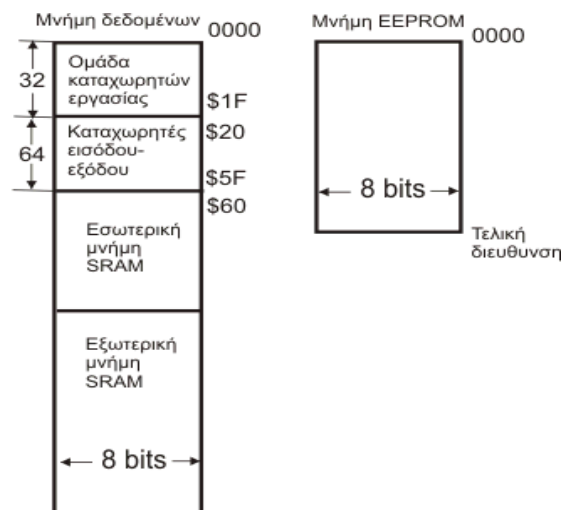
Η μνήμη αυτή χρησιμοποιείται μόνο στους μεγαλύτερους μικροελεγκτές της σειράς AVR οι οποίοι διαθέτουν θύρες πρόσβασης σε εξωτερικό δίαυλο δεδομένων και



διευθύνσεων και μπορεί να χρησιμοποιηθεί οποιαδήποτε ποσότητα εξωτερικής μνήμης SRAM επιθυμεί ο χρήστης.

### ✓ Τμήμα εσωτερικής μνήμης τύπου EEPROM

Αυτός ο τύπος της εσωτερικής μνήμης είναι διαθέσιμος σχεδόν σε όλους τους μικροελεγκτές AVR και η προσπέλασή του επιτυγχάνεται σε ιδιαίτερο χώρο διευθύνσεων μνήμης. Η αρχική διεύθυνση της μνήμης EEPROM είναι πάντα η διεύθυνση \$0000. Η χωρητικότητα της μνήμης αυτής κυμαίνεται από 64 bytes έως 4 KB. Η EEPROM μπορεί να αναγνωστεί και να εγγραφεί από οποιαδήποτε πρόγραμμα. Η διαδικασία ενός κύκλου ανάγνωσης της μνήμης EEPROM είναι ταχύτερη από την αντίστοιχη διαδικασία ενός κύκλου εγγραφής. Η μνήμη EEPROM μπορεί να δεχθεί μέχρι και 100.000 κύκλους εγγραφής. [29]



**Διάγραμμα μνήμης δεδομένων και μνήμης EEPROM.**

#### 4.5 Ο μικροελεγκτής AVR ATMEGA2560

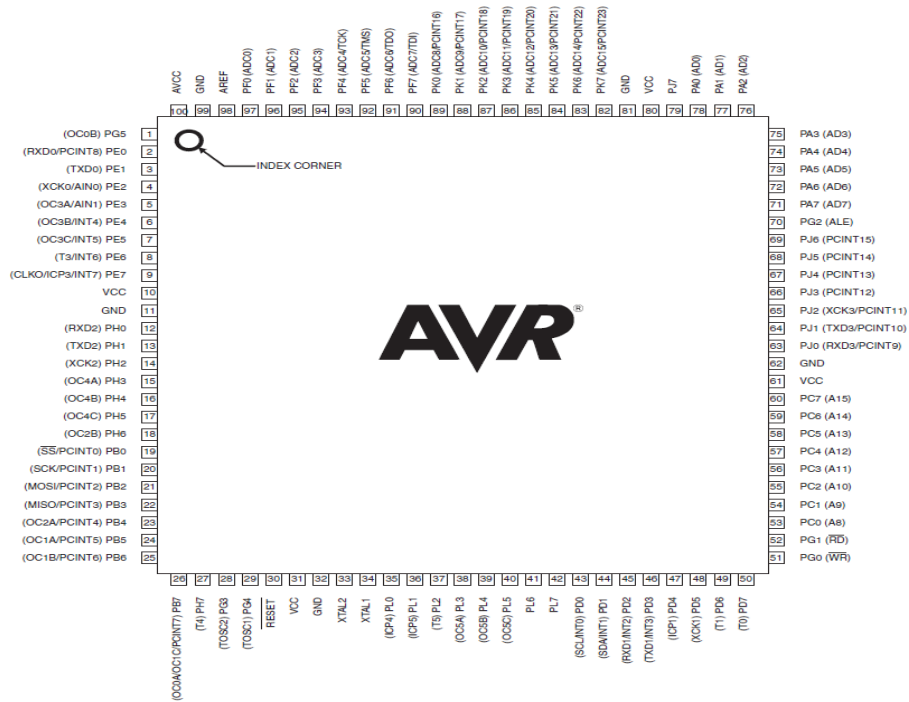
Ο μικροελεγκτής στον οποίο βασίζεται η πλακέτα Arduino Mega ADK R3, είναι ο **ATMEGA 2560**<sup>48</sup>. Παρακάτω αναφέρονται τα βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά του συγκεκριμένου μικροελεγκτή. Επίσης παρουσιάζεται το chip του μικροελεγκτή και ένας χάρτης επεξήγησης των pins του ATMEGA2560 και στην εικόνα 20 ακόμα αναλυτικότερα το πώς συνδέονται τα pins του μικροελεγκτή ATMEGA 2560 με τα pins της πλατφόρμας Arduino Mega ADK.



**Chip μικροελεγκτή ATMEGA 2560.**

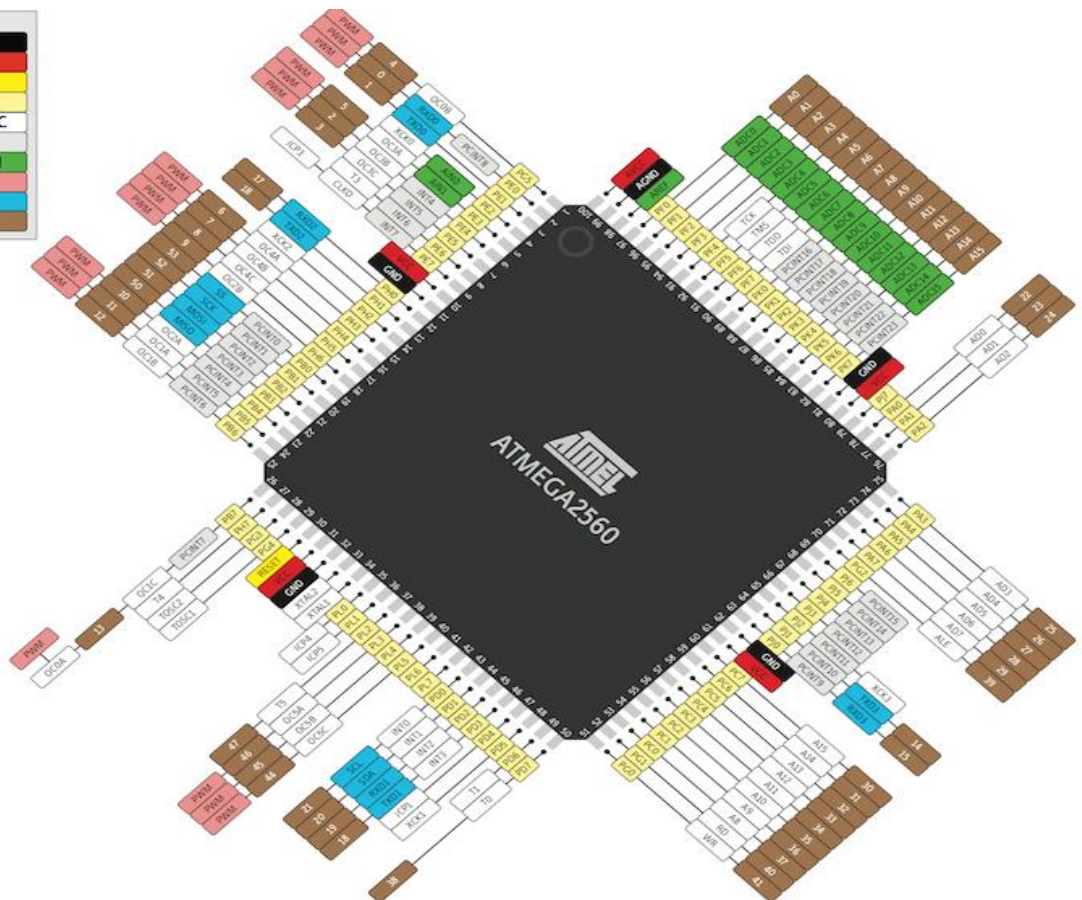
<b>Βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά ATMEGA 2560</b>	
Μνήμη Flash	<b>256 KB</b>
Αριθμός pins	<b>100</b>
Μέγιστη συχνότητα λειτουργίας	<b>16 MHz</b>
Αρχιτεκτονική κεντρικής μονάδας επεξεργασίας (CPU)	<b>8-bit AVR RISC</b>
Μέγιστος αριθμός pins εισόδου/εξόδου	<b>86</b>
Εξωτερικές διακοπές	<b>32</b>
SPI pins	<b>5</b>
Μνήμη EEPROM	<b>4 KB</b>
Μνήμη SRAM	<b>8 KB</b>
Τάση λειτουργίας	<b>1,8 V - 5,5 V</b>
Κανάλια ADC	<b>16</b>

**Βασικά τεχνικά χαρακτηριστικά ATMEGA2560.**



Χάρτης εξήγησης pins μικροελεγκτή ATMEGA 2560.

LEGEND	
	GND
	POWER
	CONTROL
	PORT PIN
	ATMEGA2560 PIN FUNC
	DIGITAL PIN
	ANALOG-RELATED PIN
	PWM PIN
	SERIAL PIN
	ARDUINO PIN



Σχεδιάγραμμα συνδεσμολογίας των pins του ATMEGA 2560 με τα pins του Arduino MEGA ADK.<sup>49</sup>

## 4.6 Η μονάδα μετατροπέα αναλογικής σε ψηφιακή τάση (ADC) και η διεργασία της ψηφιοποίησης

Μία από τις βασικότερες μονάδες του μικροελεγκτή που θα χρησιμοποιηθούν για την υλοποίηση της κατασκευής, είναι η μονάδα του μετατροπέα αναλογικής σε ψηφιακή τάση (ADC), η οποία βασίζεται στην διεργασία της ψηφιοποίησης. Προτού αναλυθεί η λειτουργία της μονάδας ADC, θα αναφερθούν οι βασικές αρχές της ψηφιοποίησης αναλογικού σήματος.

### 4.6.1 Ψηφιοποίηση αναλογικού σήματος

Η διεργασία της ψηφιοποίησης ενός σήματος βασίζεται στην αναλογία. Το αποτέλεσμα της ψηφιοποίησης ενός σήματος, δηλαδή η έξοδος του ADC, είναι ένας δυαδικός αριθμός 8 ή 12 bit, ο οποίος είναι ανάλογος με την τάση πλήρους κλίμακα<sup>11</sup>. Παρακάτω αναφέρεται ένα παράδειγμα που αφορά τον μικροελεγκτή ATMEGA 2560 ώστε να γίνει πιο κατανοητή η διεργασία της ψηφιοποίησης και κάποιες χρήσιμες μαθηματικές σχέσεις που αναλύουν την διεργασία αυτή.

### Παράδειγμα ψηφιοποίησης αναλογικής εισόδου για τον μικροελεγκτή ATMEGA 2560.

Έστω ότι εφαρμόζεται μία αναλογική τάση 2 V σε μία είσοδο του ADC η οποία διαθέτει πλήρη κλίμακα 5 V. Η ψηφιακή έξοδος του ADC θα ισούται με  $\frac{2V}{5V} = 0.4$ , δηλαδή θα είναι 40% της πλήρους κλίμακας. Αφού ο μετατροπέας του συγκεκριμένου μικροελεγκτή είναι ανάλυσης 10 bit, θα δώσει εξόδους από 0 έως  $2^{10} - 1$  ή 1023. Άρα με αυτά τα δεδομένα, ο ADC μετατροπέας θα διαβάσει το 40% του 1023, δηλαδή  $0,4 * 1023 = 409,2$ .

### Μαθηματικές σχέσεις ψηφιοποίησης αναλογικής εισόδου.

Η σχέση της αναλογικής τάσης εισόδου του ADC με την ψηφιακή τάση εξόδου του είναι η εξής:

$$\checkmark \frac{V_{\text{εισόδου}}}{V_{\text{πλήρους κλίμακας}}} = \frac{x}{2^n - 1} \quad (1), \text{ όπου } x \text{ η ψηφιακή έξοδος και } n \text{ ο αριθμός των bits}$$

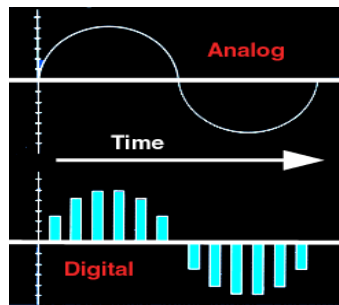
Η σχέση της τάσης ανάλυσης του ADC είναι η εξής:

$$\checkmark V_{\text{ανάλυσης}} = \frac{V_{\text{πλήρους κλίμακας}}}{2^n - 1} \quad (2), \text{ όπου } n \text{ ο αριθμός των bits}^{11}$$

Στο προηγούμενο παράδειγμα, η τάση ανάλυσης ισούται με:

$$V_{\text{ανάλυσης}} = \frac{5}{2^{10} - 1} = \frac{5}{1023} \approx 5 \text{ mV.}$$

Άρα η μέγιστη τιμή της διακριτικότητας του ADC ανέρχεται σε 5 mV.



#### 4.6.2 Ανάλυση της μονάδας ADC

Γενικά η μονάδα ADC σε έναν μικροελεγκτή έχει την δυνατότητα να παράγει ανάλυση έως και 10 bit καθώς και να λειτουργεί με ταχύτητα έως και 15 ksps (kilo samples per second). Επίσης μπορεί να διαβάζει την τάση σε ένα από τα pin εισόδου του μικροελεγκτή κάθε φορά δηλαδή να χρησιμοποιήσει έως οκτώ διαφορετικές εισόδους διαδοχικά. Ο ADC απαιτεί συχνότητα ρολογιού από 50 KHz έως 200 KHz για την μέγιστη ανάλυση στις τιμές του. Μεγαλύτερες τιμές από 200 KHz επιτρέπονται αλλά μειώνεται η ανάλυση των τιμών που παράγει ο ADC<sup>11</sup>.

Ο μικροελεγκτής AVR ATMEGA 2560 διαθέτει 16 κανάλια ADC με ανάλυση 10 bits και λειτουργεί με ταχύτητα 15 ksps<sup>50</sup>.

Ο έλεγχος της μονάδας ADC επιτυγχάνεται από δύο καταχωρητές, τον καταχωρητή κατάστασης και ελέγχου ADCSRA (ADC control and status register) και τον καταχωρητή πολύπλεξης ADMUX (ADC multiplexer select register), ο οποίος ελέγχει ποια από τις πιθανές εισόδους θα χρησιμοποιηθεί από τον ADC.

Τα τρία λιγότερο σημαντικά bit του καταχωρητή ADCSRA, ελέγχουν την διαίρεση του κεντρικού ρολογιού του συστήματος. Διαιρώντας λοιπόν την συχνότητα του κεντρικού ρολογιού με τον παράγοντα διαίρεσης κάποιου συνδυασμού των τριών αυτών bit, λαμβάνεται συχνότητα λειτουργίας ανάμεσα στις τιμές συχνότητας 50 KHz και 200 KHz.

Παρακάτω παρουσιάζεται το διάγραμμα bit του καταχωρητή ADCSRA, η επεξήγησή των bits καθώς και οι συνδυασμοί των τριών λιγότερων σημαντικών bits και η προδιαίρεση που προσφέρουν:

Bit 7	Bit 6	Bit 5	Bit 4	Bit 3	Bit 2	Bit 1	Bit 0
ADEN	ADSC	ADATE	ADIF	ADIE	ADPS2	ADPS1	ADPS0

**Διάγραμμα bits καταχωρητή ADCSRA.**

Επεξήγηση bits καταχωρητή ADCSRA		
Αριθμός bit	Ονομασία bit	Περιγραφή
7	ADEN	Ενεργοποίηση ADC θέτοντας το bit σε λογικό 1.
6	ADSC	Έναρξη μετατροπής ADC
5	ADATE	Λειτουργία διαδοχικών μετατροπών
4	ADIF	Σημαία διακοπής λόγο ολοκλήρωσης μετατροπής ADC
3	ADIE	Επιτρέπει το interrupt να συμβεί λόγο ολοκλήρωσης μιας μετατροπής.
2	ADPS2	Bit ελέγχου διαιρέτη κεντρικού ρολογιού
1	ADPS1	
0	ADPS0	

**Επεξήγηση bits καταχωρητή ADCSRA.**

Συνδυασμός bit ελέγχου διαιρέτη κεντρικού ρολογιού			
ADPS2	ADPS1	ADPS0	Λόγος διαίρεσης
0	0	0	2
0	0	1	2
0	1	0	4
0	1	1	8
1	0	0	16
1	0	1	32
1	1	0	64
1	1	1	128

**Συνδυασμός bit ελέγχου κεντρικού ρολογιού και λόγος διαίρεσης του κάθε συνδυασμού.**

Η μονάδα ADC είναι πιο αργή από τον επεξεργαστή, συνεπώς αν ο ADC έκανε συνεχώς μετατροπές θα σπαταλούσε πολύτιμη επεξεργαστική ισχύ της κεντρικής μονάδας επεξεργασίας (CPU). Για τον λόγο αυτό λοιπόν ο ADC χρησιμοποιείται συνήθως με την λειτουργία των διακοπών, ειδικά σε εφαρμογές που απαιτούν μεγάλη υπολογιστική ισχύ. Παρόλα αυτά όμως δίνεται η δυνατότητα να τεθεί σε λειτουργία free running mode ο ADC, όπου κάνει συνεχώς μετατροπές με την μέγιστη δυνατή ταχύτητα. Όταν ο ADC χρησιμοποιείται σε free running mode είναι

απαραίτητο να απενεργοποιείται οποιαδήποτε διακοπή υπάρχει στον κώδικα του προγράμματος, ύστερα να αναγνωστούν τα δεδομένα του ADC και τέλος να ενεργοποιηθούν πάλι οι διακοπές που υπάρχουν στον κώδικά. Η συγκεκριμένη διαδικασία γίνεται ώστε να υπάρχει βεβαιότητα ότι τα δεδομένα θα είναι σωστά, αφού έτσι το πρόγραμμά δεν θα διαβάσει τον ADC όταν αυτός ανανεώνει τα δεδομένα του.

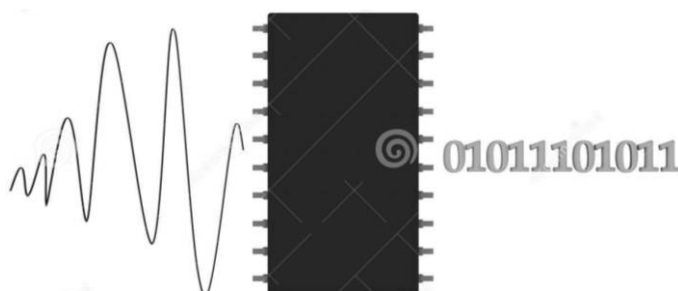
Η αρχικοποίηση της μονάδας ADC επιτυγχάνεται ακολουθώντας την εξής διαδικασία:

- ✓ Αρχικά τίθενται τα 3 χαμηλότερα bits του καταχωρητή ADCSR στον επιθυμητό συνδυασμό προδιαίρεσης.
- ✓ Ύστερα τίθεται το bit ADIE σε λογικό 1 για την ενεργοποίηση των διακοπών.
- ✓ Μετά τίθεται το bit ADEN σε λογικό 1 για την ενεργοποίηση του ADC.
- ✓ Τέλος τίθεται το bit ADSC σε λειτουργία άμεσης έναρξης μετατροπής του σήματος εισόδου [32].

Οι παρακάτω γραμμές κώδικα αρχικοποιούν την μονάδα ADC ώστε να διαβάσει μία αναλογική τάση που εφαρμόζεται στο pin ADC2 για λόγο προδιαίρεσης ίσο με 8:

```
ADMUX=2; //διαβάζει την αναλογική τάση στο pin ADC2
```

```
ADSCR=0Xcb; //ενεργοποιεί τον ADC, τις διακοπές, τη διαίρεση του //ρολογιού /8 και αρχίζουν άμεσα οι μετατροπές
```



#### 4.7 Η μονάδα χρονισμού του μικροελεγκτή

Μία άλλη βασική μονάδα του μικροελεγκτή που θα χρησιμοποιηθεί, είναι η μονάδα χρονισμού, η οποία αναλύεται παρακάτω.

Η μονάδα χρονισμού αποτελείται από τους χρονιστές/μετρητές οι οποίοι θα αναφέρονται στην συνέχεια ως χρονιστές για συντομία. Οι χρονιστές είναι πολύ ευέλικτες περιφερειακές μονάδες οι οποίες χρησιμοποιούνται στην μέτρηση περιόδων, στην εύρεση του εύρους ενός παλμού, στην μέτρηση ταχύτητας, στην

εύρεση της συχνότητας ενός σήματος και στην παροχή σημάτων χρονισμού και είναι από τις πιο κοινές διατάξεις ενός μικροελεγκτή. Ουσιαστικά πρόκειται για δυαδικούς μετρητές οι οποίοι όταν χρησιμοποιούνται στην λειτουργία του χρονιστή μετράνε τις περιόδους που εφαρμόζονται στις εισόδους τους, ενώ όταν χρησιμοποιούνται στην λειτουργία του μετρητή μετράνε τους παλμούς που δέχονται στις εισόδους τους.

Οι μικροελεγκτές AVR διαθέτουν χρονιστές εύρους 8-bit και 16-bit<sup>11</sup>. Πιο συγκεκριμένα ο μικροελεγκτής ATMEGA 2560 διαθέτει έξι χρονιστές, δύο 8-bit χρονιστές και τέσσερις 16-bit χρονιστές [33]. Κάθε κώδικας που γράφεται για έναν μικροελεγκτή πρέπει να ελέγχει πότε οι χρονιστές φτάνουν την μέγιστη τιμή τους και να μηδενίζονται. Στην περίπτωση των 8-bit χρονιστών ο μηδενισμός τους γίνεται όταν ο χρονιστής φτάσει την δεκαδική τιμή 255, ενώ στην περίπτωση των 16-bit χρονιστών ο μηδενισμός τους γίνεται όταν ο χρονιστής φτάσει στην δεκαδική τιμή 65535. Σε κάθε κώδικα πρέπει να ορίζεται το πότε φτάνει ένας χρονιστής στην υπερχειλίση του έτσι ώστε να υπάρχει ακρίβεια στα αποτελέσματα που διέπονται από τους χρονιστές.

Οι χρονιστές μπορούν να χρησιμοποιήσουν μεγάλη ποικιλία εσωτερικών συχνοτήτων, οι οποίες προκύπτουν από την διαίρεση του κεντρικού ρολογιού του μικροελεγκτή ή από μία εξωτερική πηγή. Τα bits ελέγχου του προδιαϊρέτη εμπεριέχονται στον καταχωρητή Timer Counter Control Register (TCCR<sub>x</sub>). Αυτά τα bits ελέγχου, με διάφορους συνδυασμούς μεταξύ τους και αφού επιλεγεί από τον χρήστη ο επιθυμητός συνδυασμός τους, καθορίζουν την συχνότητα λειτουργίας του χρονιστή καθώς και την πηγή του χρονισμού.



## Κεφάλαιο 5 – Γλώσσα προγραμματισμού Wiring

Οι εντολές των προγραμμάτων της πλατφόρμας Arduino μπορούν να χωριστούν σε τέσσερα τμήματα: στις δομές, στις μεταβλητές, στις συναρτήσεις και στις βιβλιοθήκες.

Παρακάτω διακρίνεται το τμήμα των δομών του προγράμματος.

Δομές προγράμματος		
Είδος δομής	Εντολή Συνάρτηση Τελεστής	Επεξήγηση
Αρχικοποίησης	<b>setup()</b>	Η συνάρτηση setup() καλείται όταν αρχίζει ένα πρόγραμμα και αρχικοποιεί τις μεταβλητές και τις συναρτήσεις που καθορίζουν την λειτουργία των pins. Η εντολή setup() εκτελείται μόνο μία φορά, όταν ενεργοποιηθεί ή γίνει reset στην πλατφόρμα μας.
	<b>loop()</b>	Η συνάρτηση loop() καλείται μετά την setup() και περιέχει το κυρίως πρόγραμμα που κατασκευάστηκε ώστε η πλακέτα να επιτελεί μία λειτουργία. Το πρόγραμμα μέσα στην loop() εκτελείται μέχρι η πλατφόρμα να απενεργοποιηθεί.
Ελέγχου	<b>if</b>	Η συνθήκη if χρησιμοποιείται συνδυαστικά με κάποιον τελεστή σύγκρισης για να ελέγξει αν ικανοποιείται μία συνθήκη και αν ναι να εκτελεί μία λειτουργία.
Ελέγχου	<b>if...else</b>	Η συνθήκη if/else χρησιμοποιείται για πολλαπλό ομαδοποιημένο έλεγχο ταυτόχρονα. Π.χ. αν η τιμή εισόδου είναι μικρότερη του 500 να επιτελείται κάποια λειτουργία αλλιώς αν είναι μεγαλύτερη του 500 να επιτελείται κάποια άλλη λειτουργία στο πρόγραμμα.
	<b>for</b>	Ο βρόχος επανάληψης for χρησιμοποιείται για να επαναλαμβάνεται για κάποιο εύρος τιμών που ορίζεται από έναν μετρητή, το τμήμα του προγράμματος που βρίσκεται μέσα του. Όταν ο μετρητής φτάσει στο καθορισμένο όριο τότε τελειώνει η επανάληψη.
	<b>switch case</b>	Η συνθήκη switch case δίνει την δυνατότητα στον προγραμματιστή να δημιουργήσει κώδικα

	που θα επιτελεί διαφορετική λειτουργία για διαφορετικές συνθήκες. Π.χ. αν ένα πρόγραμμα κατασκευάστηκε για να επιτελεί διαφορετική λειτουργία όταν η τιμή εισόδου του είναι μια ποικιλία τιμών της μεταβλητής var τότε αυτό εκφράζεται ως switch(var) και κάτω από το case δηλώνεται τι είναι επιθυμητό να επιτελεί το πρόγραμμα π.χ. για var=1, var=2 ή var=3.
<b>while</b>	Ο βρόχος επανάληψης while επαναλαμβάνει συνεχόμενα την λειτουργία του προγράμματος που κατασκευάστηκε μέσα του, μέχρις ότου η έκφραση που αναγράφεται στην παρένθεση δίπλα της να γίνει false.
<b>do... while</b>	Ο βρόχος επανάληψης do...while λειτουργεί με τον ίδιο τρόπο όπως και ο while με την μόνη διαφορά ότι ο έλεγχος της συνθήκης γίνεται στο τέλος του βρόχου συνεπώς ο βρόχος θα εκτελείτε έστω μία φορά.
<b>break</b>	Η συνάρτηση break χρησιμοποιείται για έξοδο από ένα βρόχο επανάληψης do...while, for ή while παρακάμπτοντας την καθορισμένη επανάληψη του βρόχου. Επίσης χρησιμοποιείται για έξοδο από μια συνθήκη switch case.
<b>continue</b>	Η συνάρτηση continue παρακάμπτει το υπόλοιπο της τρέχουσας επανάληψης ενός βρόχου do...while, for ή while και συνεχίζει ελέγχοντας την έκφραση της συνθήκης του βρόχου. Μετά προχωράει σε επόμενες επαναλήψεις.
<b>return</b>	Επιστρέφει μία τιμή της συνάρτησης στην συνάρτηση που καλείται.
<b>goto</b>	Μετατοπίζει την ροή του προγράμματος σε ένα επισημασμένο σημείο στο πρόγραμμα.

Σύνταξης	;	Το ερωτηματικό χρησιμοποιείται στο τέλος μίας δήλωσης (μεταβλητής, σταθεράς, μαθηματικής πράξης κλπ.).
	{ }	Τα άγκιστρα χρησιμοποιούνται για αρχή και τέλος του προγράμματος, μιας συνθήκης ή ενός βρόχου επανάληψης. Ένα άγκιστρο αρχής { πρέπει πάντα να έχει και το αντίστοιχο άγκιστρο τέλους }.
	//	Η διπλή κάθετη δηλώνει ένα σχόλιο το οποίο περιέχεται σε μία γραμμή.
	/* */	Η κάθετη με αστεράκι /* δηλώνει ότι αρχίζει ένα σχόλιο το οποίο δεν τελειώνει σε μία γραμμή αλλά σε περισσότερες. Το τέλος του σχολίου δηλώνεται με */.
	#define	Δηλώνει το όνομα μιας σταθεράς. Έτσι μπορεί μέσα στο πρόγραμμα να χρησιμοποιείται αυτή η σταθερά αναφέροντας μόνο το όνομά της.
	#include	Χρησιμοποιείται για την τοποθέτηση στο πρόγραμμα εξωτερικών βιβλιοθηκών του Arduino.
Τελεστές αριθμητικών πράξεων	=	Ίσον.
	+	Πρόσθεση.
	-	Αφαίρεση.
	*	Πολλαπλασιασμός.
	/	Διαίρεση.
	%	Υπολογίζει το υπόλοιπο της διαίρεσης ακεραίου με ακέραιο. Δεν λειτουργεί για δεκαδικούς αριθμούς.
Σύγκρισης	==	Σε συνδυασμό με την if συγκρίνει αν δύο αριθμοί είναι ίσοι για να επιτελέσει μία λειτουργία.
	!=	Σε συνδυασμό με την if συγκρίνει αν δύο αριθμοί είναι διαφορετικοί για να επιτελέσει μία λειτουργία.

	<	Σε συνδυασμό με την if συγκρίνει αν ένας αριθμός είναι μικρότερος από έναν άλλον για να επιτελέσει μία λειτουργία.
	>	Σε συνδυασμό με την if συγκρίνει αν ένας αριθμός είναι μεγαλύτερος από έναν άλλον για να επιτελέσει μία λειτουργία.
	<=	Σε συνδυασμό με την if συγκρίνει αν ένας αριθμός είναι μικρότερος ή ίσος με έναν άλλον για να επιτελέσει μία λειτουργία.
	>=	Σε συνδυασμό με την if συγκρίνει αν ένας αριθμός είναι μεγαλύτερος ή ίσος με έναν άλλον για να επιτελέσει μία λειτουργία.
Τελεστές άλγεβρας BOOLE	&&	Λογικό ΚΑΙ.
		Λογικό Ή.
	!	Λογικό NOT.
Τελεστές δεικτών πρόσβασης	*	Δείκτης πρόσβασης στοιχείου.
	&	Δείκτης αναφοράς στοιχείου.
Τελεστές ολίσθησης	&	Επιτελεί σε επίπεδο bits λογικό ΚΑΙ μεταξύ δύο αριθμών.
		Επιτελεί σε επίπεδο bits λογικό Ή μεταξύ δύο αριθμών.
	^	Επιτελεί σε επίπεδο bits λογικό XOR μεταξύ δύο αριθμών.
	~	Επιτελεί σε επίπεδο bits λογικό NOT μεταξύ δύο αριθμών.
	<<	Προκαλεί ολίσθηση προς τα αριστερά των bits του αριθμού που βρίσκεται στο αριστερό μέρος του τελεστή κατά τόσες θέσεις όσες ορίζει ο αριθμός στα δεξιά του τελεστή.
	>>	Προκαλεί ολίσθηση προς τα δεξιά των bits του αριθμού που βρίσκεται στο αριστερό μέρος του τελεστή κατά τόσες θέσεις όσες ορίζει ο αριθμός στα δεξιά του τελεστή.

Σύνθετοι τελεστές	++	Αύξηση τιμής. Έστω ένας ακέραιος αριθμός $x$ : <ul style="list-style-type: none"> <li><math>x++</math> σημαίνει αύξηση του <math>x</math> κατά 1 και επιστροφή της παλιάς τιμής του <math>x</math>.</li> <li><math>++x</math> σημαίνει αύξηση του <math>x</math> κατά 1 και επιστροφή της νέας τιμής του <math>x</math>.</li> </ul>
	--	Μείωση τιμής. Έστω ένας ακέραιος αριθμός $x$ : <ul style="list-style-type: none"> <li><math>x--</math> σημαίνει μείωση του <math>x</math> κατά 1 και επιστροφή της παλιάς τιμής του <math>x</math>.</li> <li><math>--x</math> σημαίνει μείωση του <math>x</math> κατά 1 και επιστροφή της νέας τιμής του <math>x</math>.</li> </ul>
	+=	Έστω δύο αριθμοί $x, y$ . Η έκφραση $x+=y$ ισοδυναμεί με την έκφραση $x=x+y$ .
	-=	Έστω δύο αριθμοί $x, y$ . Η έκφραση $x-=y$ ισοδυναμεί με την έκφραση $x=x-y$ .
	*=	Έστω δύο αριθμοί $x, y$ . Η έκφραση $x*=y$ ισοδυναμεί με την έκφραση $x=x*y$ .
	/=	Έστω δύο αριθμοί $x, y$ . Η έκφραση $x/=y$ ισοδυναμεί με την έκφραση $x=x/y$ .
	&=	Χρησιμοποιείται συνήθως με μία μεταβλητή και μία σταθερά με σκοπό να «εξαναγκάσει» συγκεκριμένα bits της μεταβλητής να πάρουν την τιμή 0 (κατάσταση LOW).
	=	Χρησιμοποιείται συνήθως με μία μεταβλητή και μία σταθερά με σκοπό να τοποθετήσει συγκεκριμένα bits της μεταβλητής στην τιμή 1 (κατάσταση HIGH).

**Δομές προγράμματος προγραμματιστικής πλατφόρμας Arduino.**

Παρακάτω διακρίνεται το τμήμα των μεταβλητών του προγράμματος.

Μεταβλητές προγράμματος		
Είδος μεταβλητής	Συνάρτηση Μεταβλητή	Επεξήγηση
Σταθερές	HIGH   LOW	<p><b>HIGH</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Αν ένα pin λειτουργεί σαν είσοδος (INPUT) (καθορίζεται με την βοήθεια της pinMode και διαβάζεται με την βοήθεια της digitalRead) ο μικροελεγκτής αναφέρει την σταθερά HIGH αν το pin έχει τάση <math>\geq 3</math> V.</li></ul> <p>Αν ένα pin λειτουργεί σαν έξοδος (OUTPUT) (καθορίζεται με την βοήθεια της pinMode) και με την βοήθεια της digitalWrite τίθεται σε κατάσταση HIGH (5 V) μπορεί το Pin να λειτουργεί σαν πηγή ρεύματος π.χ. ενός LED ή ενός άλλου pin που έχει γίνει έξοδος και τίθεται σε κατάσταση LOW.</p> <p><b>LOW</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Αν ένα pin λειτουργεί σαν είσοδος (INPUT) (καθορίζεται με την βοήθεια της pinMode και διαβάζεται με την βοήθεια της digitalRead) ο μικροελεγκτής αναφέρει την σταθερά LOW αν το pin έχει τάση <math>\leq 2</math> V.</li></ul> <p>Αν ένα pin λειτουργεί σαν έξοδος (OUTPUT) (καθορίζεται με την βοήθεια της pinMode) και με την βοήθεια της digitalWrite τίθεται σε κατάσταση LOW (0 V) μπορεί το Pin να λειτουργεί σαν αποδέκτης ρεύματος π.χ. ενός LED ή ενός άλλου pin που έχει γίνει έξοδος και τίθεται σε κατάσταση HIGH.</p>
Σταθερές		

Σταθερές		
	<b>INPUT</b> <b>OUTPUT</b> <b>INPUT_PULLUP</b>	<b>INPUT</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Τα pins που τίθενται σαν είσοδο (INPUT) με την βοήθεια της συνάρτησης <code>pinMode()</code> μεταβαίνουν σε μία κατάσταση υψηλής εμπέδησης και έχουν πολύ χαμηλές απαιτήσεις από το κύκλωμα που δειγματοληπτούν (περίπου σαν μία αντίσταση 100Mohms σε σειρά με το pin). Έτσι μπορούν να χρησιμοποιηθούν π.χ. για ανάγνωση αισθητήρων αλλά όχι για τροφοδοσία ενός LED. Ένα pin εισόδου χρειάζεται και μία γείωση η οποία επιτυγχάνεται με μία pull-down αντίσταση.</li> </ul> <b>OUTPUT</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Τα pins που τίθενται σαν έξοδο (OUTPUT) με την βοήθεια της συνάρτησης <code>pinMode()</code> μεταβαίνουν σε μία κατάσταση χαμηλής εμπέδησης συνεπώς μπορούν να παρέχουν μία σημαντική ποσότητα ρεύματος (μέχρι 40 mA) στα κυκλώματα που είναι συνδεδεμένα μαζί τους. Έτσι μπορούν να χρησιμοποιηθούν π.χ. για τροφοδοσία ενός LED αλλά όχι για ανάγνωση αισθητήρων ή τροφοδοσία μιας μηχανής. Επίσης λειτουργούν σαν αποδέκτες ρεύματος μέχρι 40mA από άλλα κυκλώματα ή συσκευές. Τα pin εξόδου μπορούν να καταστραφούν αν βραχυκυκλωθούν με κάποια γείωση ή με ένα αγωγό με τάση 5 V.</li> </ul>

## INPUT\_PULLUP

- Οι μικροελεγκτές στην πλατφόρμα Arduino έχουν εσωτερικές pull-up αντιστάσεις (αντιστάσεις που συνδέονται εσωτερικά με την τροφοδοσία). Για να χρησιμοποιηθούν αυτές οι αντιστάσεις αντί των εξωτερικών pull-down αντιστάσεων είναι απαραίτητο το όρισμα INPUT\_PULLUP στην συνάρτηση pinMode(). Αυτό το όρισμα αντιστρέφει την συμπεριφορά του HIGH και του LOW. Έτσι το HIGH σημαίνει ότι π.χ. ένας αισθητήρας που έχει συνδεθεί στα pins είναι απενεργοποιημένος και το LOW ότι είναι ενεργοποιημένος.

### true | false

Οι δύο αυτές σταθερές χρησιμοποιούνται για να εκφράσουν το αληθές (true) και το μη αληθές (false) σε διάφορες συνθήκες στην γλώσσα του Arduino. Το false αντιστοιχεί στο λογικό 0 ενώ το true στο λογικό 1. Το true στην άλγεβρα Boole έχει και μία άλλη έννοια: κάθε ακέραιος που είναι διάφορος του 0 λογίζεται true.

### integer constants

Ακέραιες σταθερές π.χ. 123.

### floating point constants

Οι σταθερές κινητής υποδιαστολής είναι κάποιες εκφράσεις που χρησιμοποιούνται για να κάνουν τον κώδικά μας πιο ευανάγνωστο π.χ.

- Η έκφραση  $n = .005$  αντιστοιχεί στην έκφραση  $n = 0.005$ .
- Η έκφραση  $67e-12$  αντιστοιχεί στην έκφραση  $67 * 10^{-12}$ .

Αυτές οι σταθερές την ώρα της μεταγλώττισης (compile) αντιστοιχίζονται με τις τιμές που η καθεμιά ισοδυναμεί.



Τύπος δεδομένων	<b>void</b>	Το void χρησιμοποιείται μόνο κατά την δήλωση συναρτήσεων και υποδεικνύει ότι η συνάρτηση όταν εκτελεστεί δεν επιστρέφει κάποια τιμή στο σημείο κλίσης της.
	<b>boolean</b>	Τα δεδομένα τύπου Boolean έχουν τιμή true ή false, Κάθε μεταβλητή τέτοιου τύπου δεσμεύει ένα byte μνήμης.
	<b>char</b>	Αυτός ο τύπος δεδομένων αποθηκεύει χαρακτήρες και δεσμεύει ένα byte μνήμης. Για να δηλωθεί ένα γράμμα σαν μεταβλητή τύπου char, τοποθετείται σε μονά εισαγωγικά π.χ. 'Α' ενώ για πολλούς χαρακτήρες τοποθετούνται διπλά εισαγωγικά π.χ."ABC". Οι χαρακτήρες αποθηκεύονται σαν προσημασμένοι αριθμοί (από -128 μέχρι 127) σύμφωνα με την κωδικοποίηση του κώδικα ASCII.
	<b>unsigned char</b>	Αυτός ο τύπος δεδομένων αποθηκεύει χαρακτήρες και δεσμεύει ένα byte μνήμης. Απλά σε αυτήν την περίπτωση οι χαρακτήρες αποθηκεύονται σαν 8 bits μη προσημασμένοι αριθμοί (από 0 μέχρι 255).
	<b>byte</b>	Έχει παρόμοια χρήση και περιγραφή με τον τύπο δεδομένων unsigned char μόνο που σε αυτήν την περίπτωση αποθηκεύει 8 bits μη προσημασμένους αριθμούς.
Τύπος δεδομένων	<b>int</b>	Δήλωση ακέραιων μεταβλητών π.χ. 12, Μπορεί να αποθηκεύσει και αρνητικούς αριθμούς με την τεχνική του συμπληρώματος ως προς 2. Αυτή η τεχνική λέει ότι το υψηλότερης σημασίας bit λειτουργεί σαν πρόσημο του αριθμού (αν είναι 1 ο αριθμός είναι αρνητικός). Ύστερα τα υπόλοιπα bits αντιστρέφονται (από 0 σε 1 και από 1 σε 0) και προστίθεται στο τέλος 1.
	<b>unsigned int</b>	Διαφέρει απλά με τον τύπο int στην μη ύπαρξη προσημασμένων αριθμών σε αυτήν την περίπτωση.
	<b>word</b>	Ο τύπος word αποθηκεύει ένα 16 bits μη προσημασμένο αριθμό από 0 μέχρι 65535.

<b>long</b>	Οι μεταβλητές τύπου long είναι μεταβλητές αποθήκευσης αριθμών εκτεταμένου μεγέθους. Αποθηκεύουν 32 bits (4 bytes) από -2.147.483.648 μέχρι 2.147.483.647.
<b>unsigned long</b>	Οι μεταβλητές τύπου unsigned long είναι μεταβλητές αποθήκευσης αριθμών εκτεταμένου μεγέθους. Αποθηκεύουν 32 bits (4 bytes) και μόνο θετικούς αριθμούς από 0 μέχρι 4,294,967,295.
<b>short</b>	Οι μεταβλητές τύπου short αποθηκεύουν δεδομένα 16 bits από -32,768 μέχρι 32,767.
<b>float</b>	Οι μεταβλητές τύπου float είναι μεταβλητές αποθήκευσης δεκαδικών αριθμών. Αποθηκεύουν 32 bits (4 bytes) πληροφορίας από -3.4028235E+38 μέχρι 3.4028235E+38. Οι μεταβλητές αυτές έχουν 6-7 δεκαδικά σημεία ακρίβειας. Στην γλώσσα του Arduino οι double float μεταβλητές είναι ίδιας χωρητικότητας με τις float.
<b>double</b>	Ίδιος τύπος με αυτόν της μεταβλητής float.
<b>string - char array</b>	Με τον τύπο μεταβλητής string δηλώνονται πίνακες χαρακτήρων, δηλαδή αλφαριθμητικά. Π.χ.  char Str1[15] το 15 συμβολίζει τις θέσεις μνήμης που πρέπει να δεσμευτούν, δηλαδή θα δεσμευτούν 15 ή λιγότεροι χαρακτήρες μαζί με τον χαρακτήρα τέλους \0.
<b>String - object</b>	Η κλάση String επιτρέπει την πολυπλοκότερη επεξεργασία αλφαριθμητικών.
<b>array</b>	Με τον ορισμό array ορίζεται ένας πίνακας μεταβλητών οι οποίες είναι προσβάσιμες με την βοήθεια ενός αριθμού που λειτουργεί σαν δείκτης για τα στοιχεία του πίνακα. Π.χ. int myInts[6] αυτή η εντολή δημιουργεί έναν πίνακα ακέραιων αριθμών έξι θέσεων.
<b>char()</b>	Μετατρέπει μία τιμή σε τύπο δεδομένων char.
<b>byte()</b>	Μετατρέπει μία τιμή σε τύπο δεδομένων byte.

Μετατροπές	<b>int()</b>	Μετατρέπει μία τιμή σε τύπο δεδομένων int.
	<b>word()</b>	Μετατρέπει μία τιμή σε τύπο δεδομένων word ή δημιουργεί ένα δεδομένο τύπου word από 2 bytes.
	<b>long()</b>	Μετατρέπει μία τιμή σε τύπο δεδομένων long.
	<b>float()</b>	Μετατρέπει μία τιμή σε τύπο δεδομένων float.
Ειδικές ιδιότητες μεταβλητών	<b>variable scope</b>	Η ιδιότητα <i>variable scope</i> είναι η δυνατότητα ορισμού μιας μεταβλητής σαν καθολική μεταβλητή ( <i>global variable</i> -μεταβλητή που αναγνωρίζεται από όλο το πρόγραμμα και δηλώνεται στην αρχή του) ή σαν τοπική μεταβλητή ( <i>local variable</i> -μεταβλητή που αναγνωρίζεται μόνο από την συνάρτηση στην οποία βρίσκεται μέσα και δηλώνεται στην αρχή αυτής της συνάρτησης).
Ειδικές ιδιότητες μεταβλητών	<b>static</b>	Η ιδιότητα <i>static</i> χρησιμοποιείται για την δημιουργία μεταβλητών ορατών μόνο σε μία συνάρτηση. Παρόλα αυτά διαφέρουν από τις τοπικές μεταβλητές οι οποίες δημιουργούνται και καταστρέφονται κάθε φορά που καλείται μία συνάρτηση, στο ότι παραμένουν και μετά την κλίση της συνάρτησης διατηρώντας τα δεδομένα τους μεταξύ των κλίσεων της συνάρτησης.
	<b>volatile</b>	Μία μεταβλητή χαρακτηρίζεται ως <i>volatile</i> όταν ο μεταγλωττιστής την φορτώνει από την μνήμη RAM (μνήμη <i>volatile</i> ) και όχι από έναν καταχωρητή μνήμης ο οποίος είναι μία προσωρινή θέση μνήμης όπου οι μεταβλητές μπορεί να παραποιηθούν.
	<b>const</b>	Η ιδιότητα <i>const</i> χαρακτηρίζει μία μεταβλητή που συμπεριφέρεται σαν σταθερά. Πιο αναλυτικά μία μεταβλητή τέτοιου τύπου είναι "read only" δηλαδή μπορεί να χρησιμοποιηθεί παντού μέσα στο πρόγραμμα αλλά η τιμή της δεν μπορεί να αλλάξει.

<b>Χρήσιμες συναρτήσεις</b>	<b>sizeof()</b>	Η συνάρτηση sizeof() επιστρέφει τον αριθμό των bytes κάποιου είδους μεταβλητής ή τον αριθμό των bytes που καταλαμβάνονται από έναν πίνακα.
-----------------------------	-----------------	--

### Μεταβλητές προγράμματος προγραμματιστικής πλατφόρμας Arduino.

Παρακάτω διακρίνονται οι βασικές συναρτήσεις που χρησιμοποιούνται.

Βασικές συναρτήσεις		
Είδος συνάρτησης	Συνάρτηση	Επεξήγηση
Ψηφιακές είσοδοι/έξοδοι	<b>pinMode()</b>	Προσδιορίζει με κάποια ορίσματα την λειτουργία που θα επιτελούν τα ψηφιακά pins (αν θα είναι είσοδοι ή έξοδοι).
	<b>digitalWrite()</b>	Τοποθετεί μία τιμή HIGH ή LOW σε ένα pin.
	<b>digitalRead()</b>	Διαβάζει την τιμή HIGH ή LOW που κατέχει ένα pin.
Αναλογικές είσοδοι/έξοδοι	<b>analogReference()</b>	Καθορίζει την τάση αναφοράς που χρησιμοποιείται στην αναλογική είσοδο.
	<b>analogRead()</b>	Διαβάζει την τιμή που κατέχει ένα αναλογικό pin.
	<b>analogWrite()</b> PWM	- Τοποθετεί μία αναλογική τιμή σε ένα pin.
Χρόνου	<b>millis()</b>	Επιστρέφει τον αριθμό των milliseconds που η πλακέτα εκτελούσε κάποιο πρόγραμμα. Η τιμή επιστρέφει στο 0 μετά από 50 ημέρες.
	<b>micros()</b>	Επιστρέφει τον αριθμό των microseconds που η πλακέτα εκτελούσε κάποιο πρόγραμμα. Η τιμή επιστρέφει στο 0 μετά από 70 λεπτά.
	<b>delay()</b>	Παύει την εκτέλεση του προγράμματος για το χρονικό διάστημα που δέχεται σαν

		παράμετρο το οποίο εκφράζεται σε milliseconds.
	<b>delayMicroseconds()</b>	Παύει την εκτέλεση του προγράμματος για το χρονικό διάστημα που δέχεται σαν παράμετρο το οποίο εκφράζεται σε microseconds.
<b>Μαθηματικές</b>	<b>min()</b>	Υπολογίζει το μικρότερο μεταξύ δύο αριθμών.
	<b>max()</b>	Υπολογίζει το μεγαλύτερο μεταξύ δύο αριθμών.
	<b>abs()</b>	Υπολογίζει την απόλυτη τιμή ενός αριθμού.
	<b>Constrain()</b>	Περιορίζει μία μεταβλητή μεταξύ ενός εύρους τιμών.
	<b>pow()</b>	Υπολογίζει την τιμή ενός αριθμού ο οποίος έχει υψωθεί σε μία δύναμη.
	<b>sqrt()</b>	Υπολογίζει την τετραγωνική ρίζα ενός αριθμού.
<b>Τριγωνομετρικές</b>	<b>sin()</b>	Υπολογίζει το ημίτονο μίας γωνίας σε rad.
	<b>cos()</b>	Υπολογίζει το συνημίτονο μίας γωνίας σε rad.
	<b>tan()</b>	Υπολογίζει την εφαπτομένη μίας γωνίας σε rad.
<b>Bits και Bytes</b>	<b>lowByte()</b>	Εξάγει το χαμηλής τάξης byte (δεξιά) μιας μεταβλητής.
	<b>highByte()</b>	Εξάγει το υψηλής τάξης byte (αριστερά) μιας μεταβλητής.
	<b>bitRead()</b>	Διαβάζει ένα bit ενός αριθμού.
	<b>bitWrite()</b>	Γράφει μία τιμή σε ένα bit ενός αριθμού.

	<b>bitSet()</b>	Τοποθετεί την τιμή 1 σε ένα bit μίας αριθμητικής μεταβλητής.
	<b>bitClear()</b>	Τοποθετεί την τιμή 0 σε ένα bit μίας αριθμητικής μεταβλητής.
	<b>bit()</b>	Υπολογίζει την τιμή ενός bit.
Διαταραχές	<b>interrupts()</b>	Ενεργοποιεί ξανά τις διαταραχές (μετά την απενεργοποίησή τους).
	<b>noInterrupts()</b>	Απενεργοποιεί τις διαταραχές.
Επικοινωνίας	<b>Serial</b>	Χρησιμοποιείται για την επικοινωνία της πλακέτας με έναν Η/Υ ή κάποια άλλη συσκευή μέσω σειριακής επικοινωνίας.
Τυχαίων αριθμών	<b>randomSeed()</b>	Αρχικοποιεί την ψευδο-γεννήτρια τυχαίων αριθμών από ένα τυχαίο σημείο με τυχαία σειρά.
	<b>random()</b>	Δημιουργεί ψευδο-τυχαίους αριθμούς.

#### Βασικές συναρτήσεις προγράμματος προγραμματιστικής πλατφόρμας Arduino.

Το περιβάλλον ανάπτυξης εφαρμογών του Arduino και η γλώσσα Wiring δίνουν επίσης την δυνατότητα χρησιμοποίησης διάφορων βιβλιοθηκών με σκοπό την σύνδεση της πλατφόρμας με μία μεγάλη ποικιλία περιφερειακών (Shields, LCD κλπ.) αλλά και την επέκταση των δυνατοτήτων της, έτσι ώστε να επιτελεί περισσότερες εργασίες. Οι βιβλιοθήκες τοποθετούνται στην αρχή ενός κώδικα, πριν από τις δομές `setup()` και `loop()`, με την σύνταξη **#include <όνομα βιβλιοθήκης.h>**. Παρακάτω διακρίνονται οι βιβλιοθήκες του Arduino.

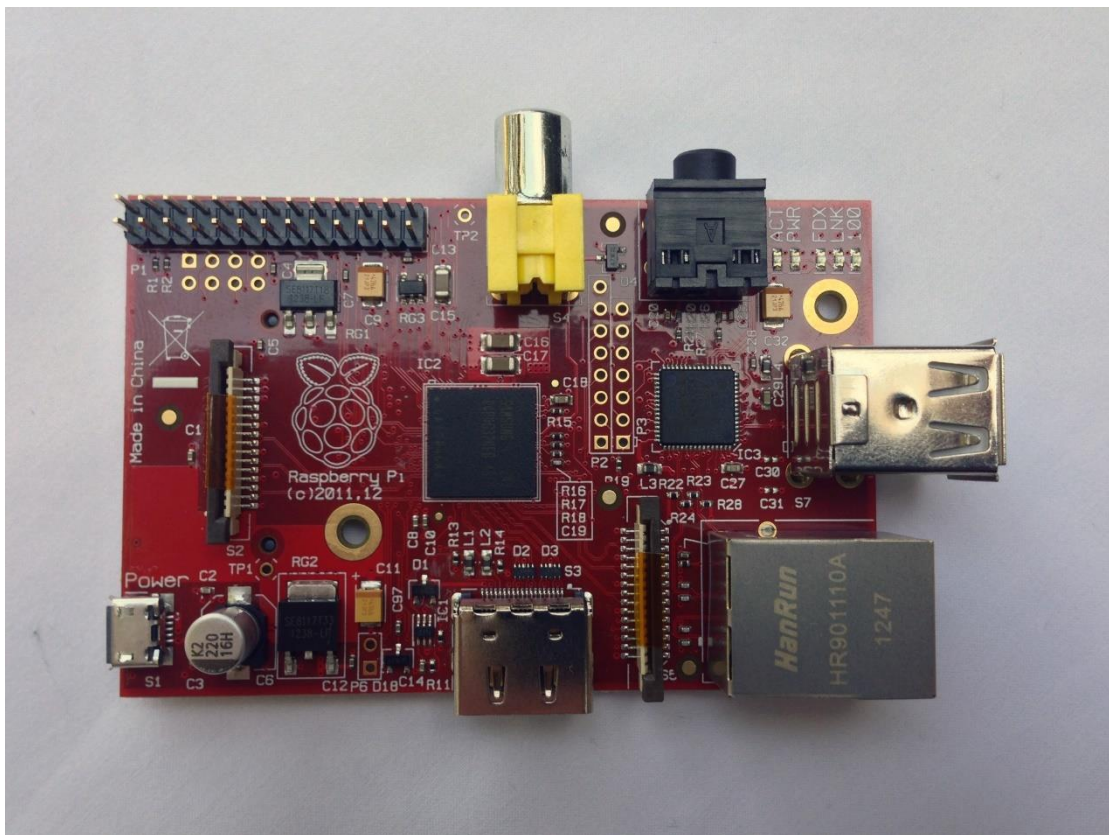
Βιβλιοθήκες Arduino	
Όνομα βιβλιοθήκης	Περιγραφή δυνατοτήτων
<b>EEPROM</b>	Για την αποθήκευση και εγγραφή δεδομένων στην «μόνιμη» μνήμη της πλατφόρμας.
<b>Ethernet</b>	Για την σύνδεση της πλατφόρμας στο διαδίκτυο ενσύρματα μέσω του Arduino Ethernet Shield.

<b>Firmata</b>	Για την επικοινωνία με διάφορες εφαρμογές του Η/Υ χρησιμοποιώντας ένα σειριακό πρωτόκολλο.
<b>GSM</b>	Για την σύνδεση σε δίκτυο GSM/GPRS μέσω του GSM Shield.
<b>LiquidCrystal</b>	Για τον έλεγχο οθονών LCD.
<b>SD</b>	Για την αποθήκευση και εγγραφή δεδομένων σε κάρτες μνήμης SD.
<b>Servo</b>	Για τον έλεγχο σερβοκινητήρων.
<b>SPI</b>	Για την επικοινωνία με διάφορες συσκευές χρησιμοποιώντας των δίαυλο SPI.
<b>SoftwareSerial</b>	Για επίτευξη σειριακής επικοινωνίας μέσω οποιουδήποτε ψηφιακού pin.
<b>Stepper</b>	Για τον έλεγχο βηματικών κινητήρων.
<b>TFT</b>	Για την σχεδίαση κειμένου, εικόνων και σχημάτων μέσω της οθόνης TFT του Arduino.
<b>WiFi</b>	Για την σύνδεση της πλατφόρμας στο διαδίκτυο ασύρματα μέσω του Arduino Wi-Fi Shield.
<b>Wire</b>	Για την αποστολή και την λήψη δεδομένων από και προς ένα δίκτυο συσκευών, μέσω του πρωτοκόλλου TWI.

**Βιβλιοθήκες προγραμματιστικής πλατφόρμας Arduino.**

## Κεφάλαιο 6 - Ανάλυση του υπολογιστή Raspberry Pi 2

Το Raspberry Pi είναι μια σειρά από κάρτες μεγέθους υπολογιστή που είναι όλα τοποθετημένα πάνω σε μία πλακέτα που έχει αναπτυχθεί από την Pencoed Wales από την Raspberry Pi Foundation<sup>51</sup> με σκοπό την προώθηση της διδασκαλίας της βασικής επιστήμης των υπολογιστών στα σχολεία και στις αναπτυσσόμενες χώρες. Τα αρχικά Raspberry Pi και Raspberry Pi 2 κατασκευάζονται σε διάφορες διαμορφώσεις της πλακέτας μέσω συμφωνιών με άδεια κατασκευής Newark element14<sup>75</sup> (Premier Farnell), RS Components και EGOMAN. Αυτές οι εταιρείες πωλούν διαδικτυακά το Raspberry Pi. Η EGOMAN παράγει μια έκδοση του Pi και τη διανέμει αποκλειστικά στην Ταϊβάν, η οποία μπορεί να διακριθεί από άλλες Pis διότι διαθέτει κόκκινο χρώμα και την έλλειψη της FCC σήματα / CE. Το υλικό (Hardware) είναι το ίδιο σε όλους τους κατασκευαστές.

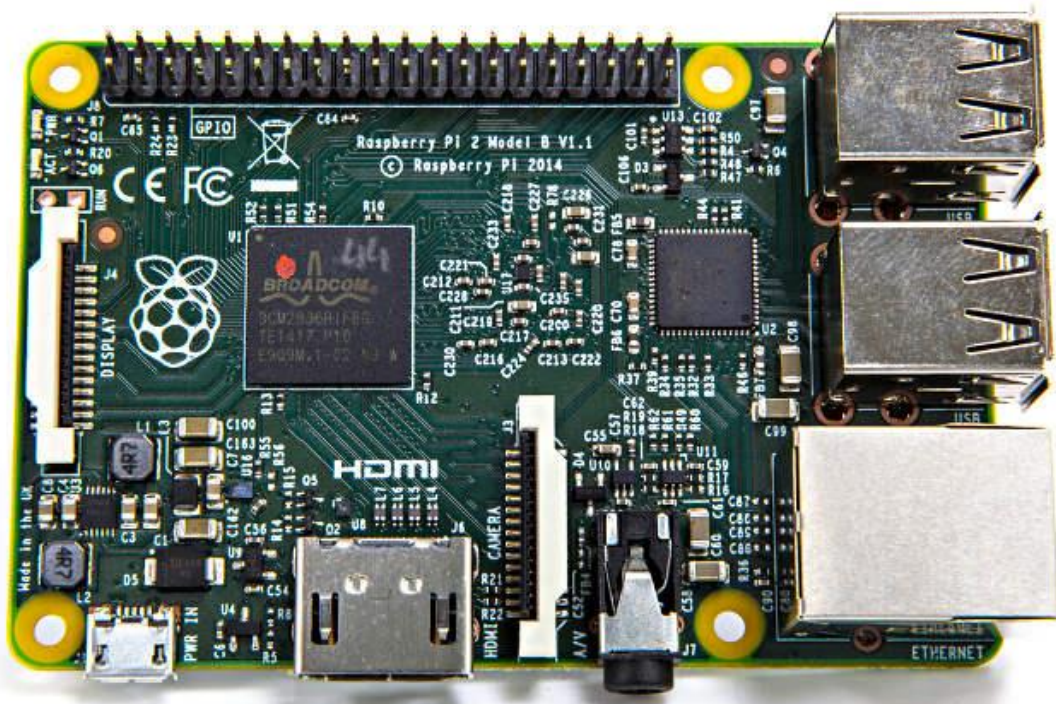


**Το μοντέλο Raspberry Pi της Ταϊβάν**

Όλα τα Raspberry Pi περιλαμβάνουν επεξεργαστές με ARMv6 συμβατό πυρήνα ή νεότερη πυρήνες ARMv7 και έχουν συμπεριληφθεί σε ένα τσιπ με VideoCore IV GPU<sup>12</sup>, και έχουν 256 MB RAM, εκτός από τα μεταγενέστερα μοντέλα (μοντέλα B και B+) που έχουν 512 MB. Το σύστημα έχει Secure Digital (SD) (μοντέλα A και B) ή MicroSD (μοντέλα A+ και B+), υποδοχές για εκκίνηση λειτουργίας και αποθήκευσης. Το 2014, η Raspberry ξεκίνησε το Compute Module, το οποίο συσκευάζει μια BCM2835 με 512 MB RAM και μια eMMC τσιπ flash σε ένα module για χρήση ως μέρος των ενσωματωμένων συστημάτων(embedded systems)<sup>52</sup>. Στις αρχές



Φεβρουαρίου 2015, η επόμενη γενιά Raspberry Pi, Raspberry Pi 2, έγινε πραγματικότητα<sup>53</sup>. Η νέα πλακέτα του Pi 2 είναι αρχικά διαθέσιμη μόνο σε μία διάταξη (μοντέλο B) και διαθέτει ένα Broadcom BCM2836 SoC, με quad-core ARM Cortex-A7 CPU και VideoCore IV dual-core GPU, 1 GB μνήμης RAM με τις υπόλοιπες προδιαγραφές να είναι παρόμοιες με εκείνες της προηγούμενης γενιάς μοντέλο B+.



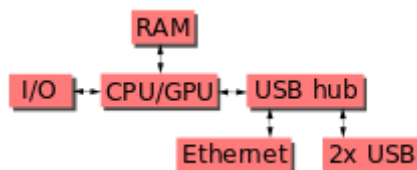
**To Raspberry Pi 2**

Το Ίδρυμα παρέχει το Raspbian (Debian) και το Arch Linux ARM για διανομές προς λήψη<sup>54</sup>. Υπάρχουν εργαλεία για την Python ως κύρια γλώσσα προγραμματισμού, με την υποστήριξη του BBC BASIC (RISC OS), C, C++, Java, Perl, Ruby και Squeak Smalltalk<sup>55,56</sup>.

Στις 8 Ιουνίου 2015, περίπου 5 με 6.000.000 Raspberry Pis είχαν πωληθεί<sup>57</sup>. Και είναι 2<sup>ο</sup> σε πωλήσεις στον κόσμο πίσω από τον Amstrad PCW, το "Personal Υπολογιστών επεξεργαστή κειμένου", το οποίο πούλησε οκτώ εκατομμύρια.

### 6.1 Hardware Raspberry

Το Raspberry Pi έχει αλλάξει διάφορες εκδόσεις που ποικίλουν σε μνήμη και υποστήριξη περιφερειακών συσκευών.



Αυτό το μπλοκ διάγραμμα απεικονίζει τα μοντέλα A, B, A + και B +. Τα Μοντέλο A και A + στερούνται των Ethernet και USB hub. Ο αντάπτορας Ethernet είναι συνδεδεμένος σε μια επιπλέον θύρα USB. Στα μοντέλα A και A + θύρα USB συνδέεται απευθείας με το SoC (System on a Chip). Στις μοντέλο B+ το τσιπ περιέχει πέντε σημεία USB hub, εκ των οποίων τέσσερις θύρες είναι διαθέσιμες, ενώ το μοντέλο B παρέχει μόνο δύο.

### **Επεξεργαστής**

Το SoC που χρησιμοποιείται στην πρώτη γενιά Raspberry Pi είναι κάπως ισοδύναμο με το τσιπ που χρησιμοποιείται σε παλαιότερα smartphones (όπως iPhone / 3G / 3GS). Το Raspberry Pi βασίζεται στο σύστημα BCM2835 Broadcom σε ένα τσιπ, το οποία περιλαμβάνει έναν επεξεργαστή 700 MHz ARM1176JZF-S, VideoCore IV GPU και μνήμη RAM. Έχει μνήμη cache επιπέδου 1 των 16 KB και Επίπεδο 2 cache 128 KB<sup>12</sup>. Το Επίπεδο 2 cache χρησιμοποιείται κυρίως από την GPU. Το SoC είναι στοιβαγμένο κάτω από το τσιπ μνήμης RAM, έτσι ώστε μόνο άκρη του να είναι ορατή.

### **Overclocking**

Η πρώτη γενιά Raspberry Pi τσιπ που λειτουργούν στα 700 MHz από προεπιλογή δεν γίνονται αρκετά θερμοί ώστε να χρειάζονται ένα ανεμιστηράκι, εκτός εάν το τσιπ είναι overclocked. Η δεύτερη γενιά τρέχει στα 900 MHz από προεπιλογή, και δεν θα γίνει αρκετά θερμό ώστε να χρειάζεται ειδική ψήκτρα. Και πάλι το overclocking μπορεί να ζεσταίνει το SoC περισσότερο από το συνηθισμένο.

Τα περισσότερα μοντέλα Raspberry Pi θα μπορούσε να είναι overclocked έως 800 MHz και τα καινούργια έως 1000 MHz. Υπάρχουν αναφορές για τα δεύτερης γενιάς όπου μπορούν να γίνουν overclocked, σε ακραίες περιπτώσεις, ακόμα και έως 1500 MHz (απορρίπτοντας όλα τα χαρακτηριστικά ασφαλείας και άνω περιορισμούς τάσης). Στο Raspbian (διανομή Linux, στηριγμένη στο Debian) οι επιλογές overclocking κατά την εκκίνηση μπορεί να γίνει με μια εντολή linux “sudo raspi-config” , χωρίς να καθίσταται άκυρη την εγγύηση<sup>58</sup>. Στις περιπτώσεις αυτές, το Pi κλείνει αυτόματα το overclocking σε περίπτωση που το τσιπ φθάσει τους 85 ° C (185 ° F). Στην περίπτωση αυτή που θέλει κάποιος να αποφύγει την επανακίνηση, μπορεί κανείς να δοκιμάσει βάζοντας μια κατάλληλα μεγέθους ψήκτρα για να κρατήσει το τσιπ από το ζέσταμα κάτω από 85 ° C.

Οι νεότερες εκδόσεις του firmware θα περιέχουν την δυνατότητα να επιλέγουμε ανάμεσα σε πέντε overlocks. Προσπαθώντας να πάρουμε τη μεγαλύτερη δυνατή απόδοση από το SoC χωρίς να παραβλάπτεται η διάρκεια ζωής του Pi. Αυτό γίνεται με την παρακολούθηση της θερμοκρασίας του πυρήνα του τσιπ, και το φορτίο της CPU, και προσαρμόζει δυναμικά τις ταχύτητες ρολογιού και την τάση του πυρήνα. Όταν η ζήτηση είναι χαμηλή στην CPU, ή βρίσκεται πολύ ζεστή κατάσταση, η απόδοση καταρρέει, αλλά εάν η CPU έχει πολλά να κάνει, και η θερμοκρασία του τσιπ είναι αποδεκτή, η απόδοση αυξάνεται προσωρινά, με ταχύτητες ρολογιού έως και 1 GHz , ανάλογα με το μοντέλο της πλακέτας που χρησιμοποιείται. Οι πέντε ρυθμίσεις είναι οι εξής:

- ✓ None: 700 MHz ARM, 250 MHz πυρήνα, 400 MHz SDRAM, 0 overvolt,
- ✓ Modest: 800 MHz ARM, 250 MHz πυρήνα, 400 MHz SDRAM, 0 overvolt,
- ✓ Medium: 900 MHz ARM, 250 MHz πυρήνα, 450 MHz SDRAM, 2 overvolt,
- ✓ High: 950 MHz ARM, 250 MHz πυρήνα, 450 MHz SDRAM, 6 overvolt,
- ✓ Turbo: 1000 MHz ARM, 500 MHz πυρήνα, 600 MHz SDRAM, 6 overvolt.

## RAM

Στις παλιότερες πλακέτες Beta model B, 128 MB διατίθενται από προεπιλογή για την GPU, αφήνοντας 128 MB για την CPU<sup>59</sup>. Από το πρώτο 256 MB μοντέλο B (και το μοντέλο A), τρεις διαφορετικές εκδόσεις ήταν δυνατές. Η προεπιλεγμένη έκδοση ήταν η 192 MB (RAM για CPU), η οποία πρέπει να είναι επαρκής για την αυτόνομη αποκωδικοποίηση 1080p βίντεο, ή για απλή 3D, αλλά μάλλον δεν ήταν και για τα δύο μαζί. Η 224 MB ήταν μόνο για Linux, με μόλις ένα framebuffer 1080p, και ήταν πιθανό να αποτύχει για οποιοδήποτε βίντεο ή 3D. Η 128 MB για τα High 3D, ενδεχομένως και με την αποκωδικοποίηση βίντεο (π.χ. XBMC). Συγκριτικά το Nokia 701 χρησιμοποιεί 128 MB για την Broadcom VideoCore IV. Για το νέο μοντέλο B με 512 MB RAM αρχικά υπήρχε το νέο πρότυπο εκδόσεων της μνήμης (`arm256_start.elf`, `arm384_start.elf`, `arm496_start.elf`) για 256 MB, 384 MB και 496 MB RAM CPU (και 256 MB, 128 MB και 16 MB RAM βίντεο). Αλλά μια εβδομάδα αργότερα το RPF κυκλοφόρησε μια νέα έκδοση του `start.elf` που θα μπορούσε να διαβάσει μια νέα καταχώρηση στο `config.txt` (`gru_mem = xx`) και θα μπορούσε να εκχωρήσει δυναμικά το ποσό της μνήμης RAM (16 έως 256 MB σε βήματα των 8 MB) στην GPU, έτσι η παλαιότερες μέθοδοι που χωρίζαν τη μνήμη αχρηστεύθηκαν, και μια ενιαία `start.elf` εργαζόταν η ίδια για τα 256 και 512 MB Raspberry Pis<sup>60</sup>.

Το Raspberry Pi 2 έχει 1 GB μνήμη RAM.

## Δικτύωση

Αν και το μοντέλο A και A+ δεν έχουν 8P8C ("RJ45") θύρα Ethernet, μπορούν να συνδεθούν σε ένα δίκτυο χρησιμοποιώντας ένα Ethernet USB ή Wi-Fi adapter. Στο μοντέλο B και B+ της θύρας Ethernet παρέχεται από ένα ενσωματωμένο adapter USB Ethernet.

## Περιφερειακά

Το Raspberry υποστηρίζει μέσω από τις θύρες USB του ποντίκι και πληκτρολόγιο, και μέσω της HDMI θύρας του σύνδεση με οθόνη.

## Video

Ο ελεγκτής βίντεο είναι ικανός να στηρίξει μια σύγχρονη τηλεόραση, όπως HD και Full HD, και υψηλότερες ή χαμηλότερες αναλύσεις οθόνης και παλαιότερο πρότυπο ανάλυσης CRT τηλεόρασης. Όπως αποστέλλεται (δηλαδή χωρίς overclocking) είναι συμβατό από τα ακόλουθα: 640 × 350 EGA, 640 × 480 VGA, 800 × 600 SVGA, 1024 × 768 ανάλυση XGA, 1280 × 720 720p HDTV, 1280 × 768 WXGA, 1280 × 800 WXG, 1280

× 1024 SXGA, 1366 × 768 WXGA, 1400 × 1050 SXGA+, 1600 × 1200 UXGA, 1680 × 1050 WXGA+, 1920 × 1080 1080p HDTV, 1920 × 1200 WUXGA<sup>61</sup>. Μπορεί να παράγει 576i και 480i σύνθετα σήματα βίντεο για PAL-BGHID, PAL-M, PAL-N, NTSC και NTSC-J.

### Πραγματικό ρολόι

Το Raspberry Pi δεν κυκλοφορεί με πραγματικό ρολόι μέτρησης της ώρας, το οποίο έχει ως συνέπεια να μη μετριέται η ώρα όταν το Raspberry είναι κλειστό. Ως εναλλακτικές, ένα πρόγραμμα μπορεί να τρέχει στο Pi και να παίρνει την ώρα ένα time server ή να βάζει την ώρα χειροκίνητα ο χρήστης. Μια καλή μελλοντική προσθήκη θα ήταν να προστεθεί μια μπαταρία που θα κρατούσε τη ροή της ώρας.

### Προδιαγραφές<sup>62</sup>

	Raspberry Pi 1 Model A	Raspberry Pi 1 Model A+	Raspberry Pi 1 Model B	Raspberry Pi 1 Model B+	Raspberry Pi 2 Model B	Computer Module	Raspberry Pi Zero
Ημερομηνία Κυκλοφορίας:	Φεβρουάριος 2013	Νοέμβριος 2014	Απρίλιος-Ιούνιος 2012	Ιούλιος 2014	Βεβροάριος 2015	N/A	November 2015
Τιμές πώληση στις ΗΠΑ:	US\$25	US\$20	US\$35	US\$25	US\$35	US\$30	US\$5
SoC:	<u>Broadcom</u> BCM2835 (CPU, GPU, DSP, SDRAM, μια USB θύρα)				<u>Broadcom</u> BCM2836 (CPU, GPU, DSP, SDRAM, μια USB θύρα)	<u>Broadcom</u> BCM2835 (CPU, GPU, DSP, SDRAM, μια USB θύρα)	<u>Broadcom</u> BCM2835
CPU:	700 MHz single-core ARM1176JZF-S				900 MHz quad-core ARM Cortex-A7	700 MHz single-core ARM1176JZF-S	1 GHz ARM11 single-core

GPU:	Broadcom VideoCore IV @ 250 MHz OpenGL ES 2.0 (24 GFLOPS) MPEG-2 and VC-1 (with license), <sup>[44]</sup> 1080p30 H.264/MPEG-4 AVC high-profile decoder and encoder					
Memory (SDRAM):	256 MB (shared with GPU)	512 MB (shared with GPU) Ως τις 15 Οκτωβρίου 2012		1 GB (shared with GPU)	512 MB (shared with GPU)	512 MB
USB 2.0 ports:	1 (direct from BCM2835 chip)	2 (via the on-board 3-θύρες USB hub: μια USB θύρα εσωτερικά συνδεδεμένη με την Ethernet θύρα)	4 (via the on-board 5-θύρες USB hub: μια USB USB θύρα εσωτερικά συνδεδεμένη με την Ethernet θύρα)		1 (απευθείας από το BCM2835 chip)	Micro-USB + και υποδοχή για τροφοδοσία
Υποδοχές Video:	15-pin MIPI camera interface (CSI) connector, χρησιμοποιείται με τη Raspberry Pi κάμερα ή τη Raspberry Pi NoIR κάμερα <sup>63</sup>				2x MIPI camera interface (CSI)	
Έξοδοι Video:	HDMI (rev 1.3 & 1.4), 14 HDMI Ανάλυση από 640×350 έως 1920×1200 plus	HDMI (rev 1.3 & 1.4), 14 HDMI Ανάλυση από 640×350 έως 1920×1200 plus	HDMI (rev 1.3 & 1.4), 14 HDMI Ανάλυση από 640×350 έως 1920×1200 plus	HDMI (rev 1.3 & 1.4), 14 HDMI Ανάλυση από 640×350 έως 1920×1200 plus	HDMI, 2x MIPI display interface (DSI), <sup>13</sup> MIPI display interface (DSI) for raw LCD panels, composite video	Mini-HDMI, 1080p60 output
Υποδοχές Audio:	Μία					Καμία
Έξοδος Audio:	Αναλογική 3.5 mm phone jack; ψηφιακή μέσω HDMI <sup>64</sup>				Αναλογική,	Mini-HDMI

						HDMI, I <sup>2</sup> S	
Αποθηκευτικός χώρος:	SD / MMC / SDIO card slot	MicroSD slot	SD / MMC / SDIO card slot	MicroSD slot			MicroSD slot
Δίκτυο επικοινωνίας:	Κανένα		10/100 <a href="#">Mbit/s Ethernet (8P8C)</a> USB adapter on στην 3 <sup>η</sup> /5 <sup>η</sup> θύρα του USB hub (SMSC lan9514-jzx) <sup>[45]</sup>			Κανένα	Κανένα
Low-level Περιφερειακά:	8x GPIO <sup>[56]</sup> , I <sup>2</sup> S audio <sup>[57]</sup> +3.3 V, +5 V, ground	17x GPIO και HAT ID bus	8x GPIO, I <sup>2</sup> S audio +3.3 V, +5 V, ground.	17x GPIO και HAT ID bus			40x GPIO
Ονομαστική Ισχύ:	300 mA (1.5 W)	200 mA (1 W)	700 mA (3.5 W)	600 mA (3.0 W)	800 mA (4.0 W)	Παρόμοι με το μοντέλο A+	~60 mA (0.8 W)
Πηγές Ενέργειας:	5 V μμέσω MicroUSB ή GPIO header					5 V	5 V μέσω Micro USB ή GPIO header
Μέγεθος:	85.60 mm × 56.5 mm (3.370 in × 2.224 in)	65 mm × 56.5 mm (2.56 in × 2.22 in) και 10 mm ύψος	85.60 mm × 56.5 mm (3.370 in × 2.224 in)			67.6 mm × 30 mm × 30 mm (2.66 in × 1.18 in)	65 mm × 30 mm × 5 mm (2.56 in × 1.18 in × 0.20 in)
Βάρος:	45 g (1.6 oz)	23 g (0.81 oz)	45 g (1.6 oz)			7 g (0.25 oz)	9 g (0.32 oz)
Κονσόλα:	Micro-USB καλώδιο ή Adafruit serial καλώδιο με προαιρετικό GPIO υποδοχή τροφοδοσίας						
	<b>Model A</b>	<b>Model A+</b>	<b>Model B</b>	<b>Model B+</b>	<b>Generation 2 Model B</b>	<b>Compute Module</b>	<b>Zero</b>

## GPIO Συνδέσεις

Το Raspberry δεν είναι τόσο εύχρηστο στο να συνδέσει κανείς ηλεκτρονικά κυκλώματα, αισθητήρες όπως στο Arduino. Εδώ πρέπει να προσέχουμε πάρα πολύ που συνδέουμε τι σε τι. Τα RPI A +, B + και 2B GPIO J8 έχουν 40-pins (θηλυκά). Τα μοντέλα A και B έχουν μόνο τα 26 θηλυκά pins.

Παρατίθεται ο πίνακας – χάρτης των Pin του Raspberry<sup>65</sup>

GPIO#	2nd func	pin#	pin#	2nd func	GPIO#
N/A	+3V3	1	2	+5V	N/A
GPIO2	SDA1 (I2C)	3	4	+5V	N/A
GPIO3	SCL1 (I2C)	5	6	GND	N/A
GPIO4	GCLK	7	8	TXD0 (UART)	GPIO14
N/A	GND	9	10	RXD0 (UART)	GPIO15
GPIO17	GEN0	11	12	GEN1	GPIO18
GPIO27	GEN2	13	14	GND	N/A
GPIO22	GEN3	15	16	GEN4	GPIO23
N/A	+3V3	17	18	GEN5	GPIO24
GPIO10	MOSI (SPI)	19	20	GND	N/A
GPIO9	MISO (SPI)	21	22	GEN6	GPIO25
GPIO11	SCLK (SPI)	23	24	CE0_N (SPI)	GPIO8
N/A	GND	25	26	CE1_N (SPI)	GPIO7
<i>(Models A and B stop here)</i>					
EEPROM	ID_SD	27	28	ID_SC	EEPROM
GPIO5	N/A	29	30	GND	N/A
GPIO6	N/A	31	32	-	GPIO12
GPIO13	N/A	33	34	GND	N/A
GPIO19	N/A	35	36	N/A	GPIO16
GPIO26	N/A	37	38	Digital IN	GPIO20
N/A	GND	39	40	Digital OUT	GPIO21

## 6.2 Λογισμικό

### Λειτουργικό Σύστημα

Το Raspberry Pi κυρίως χρησιμοποιεί λειτουργικά συστήματα που βασίζονται στον πυρήνα του Linux.

Το τσιπ ARM11 στην καρδιά του Pi (μοντέλα πρώτης γενιάς) βασίζεται στην έκδοση 6 του ARM. Η τρέχουσα έκδοση του Ubuntu υποστηρίζει το Raspberry Pi 2, ενώ το Ubuntu, και πολλές δημοφιλείς εκδόσεις του Linux, δεν υποστηρίζουν τα παλαιότερα Raspberry Pi 1 που τρέχει στο ARM11. Το Raspberry Pi 2 μπορεί επίσης να τρέξει τα Windows 10 IoT, ενώ δεν μπορεί να τρέξει την παραδοσιακή έκδοση των Windows<sup>66</sup>. Το Raspberry Pi 2 του παρόντος υποστηρίζει επίσης Raspbian, OpenELEC και RISC OS.

Το Raspberry Pi διαθέτει γρήγορη εγκατάσταση για αρχάριους μέσω του noobs. Τα λειτουργικά συστήματα που περιλαμβάνονται στο noobs είναι<sup>67</sup>:









- Arch Linux ARM
- OpenELEC
- Pidora (Fedora Remix)
- Puppy Linux
- Raspbmc και το ψηφιακό κέντρο πολυμέσων XBMC ανοικτού κώδικα
- RISC OS - είναι το λειτουργικό σύστημα του πρώτου υπολογιστή ARM-based.

Το Raspbian (συνιστάται για Raspberry Pi 1) – αναπτύσσεται ανεξάρτητα από τους κατασκευαστές του Raspberry. Με βάση τη Hard-float (armhf) αρχιτεκτονική του Debian ARM αρχικά που είχε σχεδιαστεί για ARMv7 και αργότερα για επεξεργαστές (με Jazelle RCT / ThumbEE και VFPv3 ), που απευθύνονται για το πιο περιορισμένο ARMv6 σύνολο εντολών του Raspberry Pi 1. Το ελάχιστο μέγεθος για το Raspbian είναι 4 GB στην SD κάρτα.

Το Raspbian Server Edition<sup>68</sup> είναι μια πιο περιορισμένη έκδοση, με λιγότερα πακέτα λογισμικού σε σύγκριση με το συνηθισμένο επιτραπέζιο υπολογιστή προσαρμοσμένο σε Raspbian.

Το πρωτόκολλο του διακομιστή οθόνης Wayland επιτρέπει την αποτελεσματική χρήση της GPU για την επιτάχυνση του υλικού GUI της λειτουργίες σχεδίασης<sup>69</sup>. Στις 16 Απριλίου 2014, το shell GUI για Weston ονομάζεται Maynard.

Άλλα λειτουργικά συστήματα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν είναι:

-  Q4os[98]
-  Xbian[99] – που χρησιμοποιεί το Kodi open source digital media center
-  openSUSE
-  Raspberry Pi Fedora Remix[101]
-  Slackware ARM – version 13.37
-  FreeBSD and NetBSD
-  Plan 9 της Bell Labs και Inferno
-  Moebius



- ✚ OpenWrt – Κυρίως για embedded συσκευές για να κάνουμε route network traffic.
- ✚ Kali Linux
- ✚ Pardus ARM
- ✚ Instant WebKiosk Ark OS – είναι σχεδιασμένο για ιστοσελίδες και email hosting.
- ✚ Minepion
- ✚ Kano OS
- ✚ Nard SDK
- ✚ Sailfish OS για το Raspberry Pi 2
- ✚ Tiny Core Linux
- ✚ Windows 10 IoT Core για το Raspberry Pi 2
- ✚ WTware για το Raspberry Pi 2
- ✚ IPFire – μόνο για το Raspberry Pi 1
- ✚ xv6
- ✚ Haiku το οποίο σχεδιάζεται να κυκλοφορήσει μόνο για το Raspberry Pi 2<sup>70</sup>.

## Drivers

Το Raspberry Pi χρησιμοποιήσει ένα VideoCore IV GPU, το οποίο φορτώνεται στη GPU κατά την εκκίνηση από την κάρτα SD, και του πρόσθετου λογισμικού, που αρχικά ήταν κλειστού κώδικα. Αυτό το μέρος του κώδικα του driver άνοιξε αργότερα ωστόσο, ένα μεγάλο μέρος της πραγματικής δύναμης του driver γίνεται με τη χρήση κλειστού κώδικα GPU. Η χρήση του λογισμικού Application καλεί του κλειστού κώδικα τις βιβλιοθήκες χρόνου εκτέλεσης (OpenMax, OpenGL ES ή OpenVG), το οποίο με τη σειρά του απαιτεί ένα πρόγραμμα οδήγησης ανοικτού κώδικα στο εσωτερικό του πυρήνα του Linux, το οποίο στη συνέχεια καλεί το κλειστό VideoCore κώδικα driver GPU IV. Το API του οδηγού του πυρήνα είναι ειδικά για αυτές τις κλειστές βιβλιοθήκες. Οι βίντεο εφαρμογές χρησιμοποιούν OpenMAX, ενώ οι 3D εφαρμογές χρησιμοποιούν το OpenGL ES και οι 2D εφαρμογές χρησιμοποιούν το OpenVG που με τη σειρά του χρησιμοποιήσετε EGL. Το OpenMAX και EGL χρησιμοποιούν τον ανοιχτό driver του πυρήνα κώδικα με τη σειρά.

## Εγκατεστημένες Εφαρμογές του Raspberry

Το Raspberry διαθέτει ενσωματωμένες εφαρμογές κυρίως για εκπαιδευτικούς σκοπούς:

- AstroPrint – από το 2014. Το AstroPrint είναι για Wireless 3D εκτυπώσεις λογισμικό και μπορεί να τρέξει μόνο στο Pi 2
- Mathematica – από τις 21 Νοεμβρίου 2013, που περιλαμβάνει όλες τις λειτουργίες στην έκδοση του Raspbian δωρεάν.
- Minecraft – από τις 11 Φεβρουαρίου 2013, για παιχνίδι και ανάπτυξη κώδικα. Και το
- UserGate Web Filter – από τις 20 Σεπτεμβρίου 2013 για να μάθει κάποιος κώδικα σύνδεσης συσκευής με δημόσια δικτύα<sup>71</sup>.

## Εφαρμογές ανάπτυξης κώδικα

- AlgorIDE – Προγραμματισμός για παιδιά και αρχάριους.
- BlueJ - Διδασκαλία της Java για αρχάριους.
- Greenfoot – Το Greenfoot διδάσκει αντικειμενοστραφή προγραμματισμό σε Java. Μπορεί κάποιος να μάθει για την κατασκευή παιχνιδιών, προσομοιώσεων, και άλλων γραφικών προγραμμάτων.
- Julia - Από τον Μάιο του 2015, για προγραμματισμό cross-platform τρέχει μόνο στο Raspberry Pi 2.
- Lazarus - Το Professional IDE για Pascal RAD.
- Ninja-IDE - Περιβάλλον ανάπτυξης (IDE) για την Python.
- Xojo - Επαγγελματικό εργαλείο RAD που μπορεί να δημιουργήσει εφαρμογές Desktop web και εφαρμογές κονσόλας για το Pi 2.

## Το Raspberry Pi παγκοσμίως

Ο Ryan Walmsley, ένας μαθητής σχολείου της Αγγλίας δημιούργησε το 2012 ένα site που μπορεί να βρίσκει κάθε Raspberry που βρίσκεται παγκοσμίως. Και έγινε πολύ δημοφιλής μετά την παρουσίασή του. Αυτό το site στηρίζεται στο Google Maps και το Digital Ocean και είναι δωρεάν. Έχει ένα περιορισμό ότι κάθε raspberry μπορεί να αντιστοιχηθεί σε ένα μόνο email. Χρησιμοποιεί την IP που βασίζεται στην βασική τοποθεσία ανίχνευσης και μπορεί να προσδιορίσει μέχρι και την πόλη στην οποία βρίσκεται<sup>72,73</sup>.

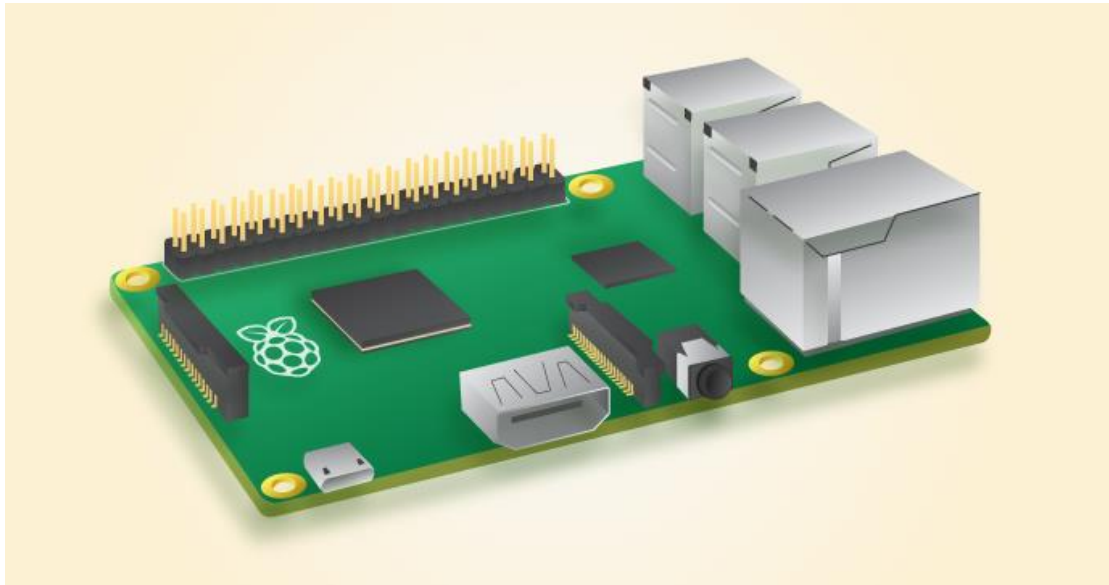
## Χρήση στην εκπαίδευση

Από τον Ιανουάριο του 2012 το Ηνωμένο Βασίλειο χρησιμοποιεί το raspberry στα σχολεία. Ενώ χώρες της μέσης Ανατολής έχουν εκφράσει το ενδιαφέρον τους για την απόκτηση του raspberry που θα αντιστοιχεί το καθένα σε κάθε μαθητή.

Το 2014, το Pi Ίδρυμα Raspberry προσέλαβε έναν αριθμό μελών της κοινότητας, περιλαμβανομένης της πρώην δασκάλους και τους προγραμματιστές λογισμικού για να ξεκινήσει μια σειρά από δωρεάν πόρους μάθησης για την ιστοσελίδα της. Οι πόροι είναι ελεύθερα σύμφωνα με την άδεια Creative Commons (CC), και εισφορές και συνεργασίες ενθαρρύνονται στην πλατφόρμα κοινωνικής κωδικοποίησης GitHub.

Το Ίδρυμα ξεκίνησε επίσης μια σειρά μαθημάτων κατάρτισης των εκπαιδευτικών που ονομάζεται Picademy<sup>74</sup> με σκοπό να βοηθήσει τους εκπαιδευτικούς να προετοιμαστούν για τη διδασκαλία του νέου αναλυτικού προγράμματος των υπολογιστών με τη χρήση του Raspberry Pi στην τάξη. Η συνεχιζόμενη επαγγελματική πορεία ανάπτυξης παρέχεται δωρεάν για τους εκπαιδευτικούς και διευθύνεται από του ιδρύματος την εκπαιδευτική ομάδα.

### 6.3 Ανάλυση Raspberry Pi 2

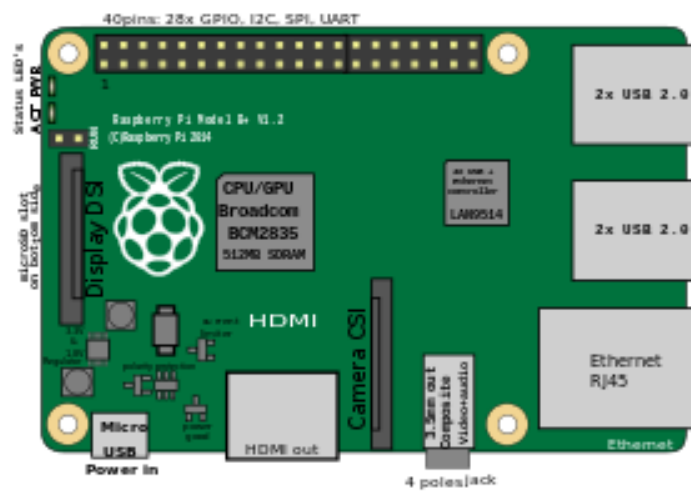


Βελτιωμένο σε όλα τα σημεία σε σχέση με το προηγούμενο μοντέλο, και με την τιμή να παραμένει άκρως δελεαστική (45 ευρώ στην Ελλάδα)<sup>76</sup>, το Raspberry Pi 2 Model B διαθέτει τετραπύρηνo επεξεργαστή Cortex-A7 βασισμένο στην αρχιτεκτονική ARM, χρονισμένο στα 900MHz (με δυνατότητα overclock στο 1GHz), ικανός να δώσει έως και έξι φορές καλύτερες επιδόσεις. Η μνήμη ακόμα διπλασιάζεται και πλέον βρίσκεται στο 1GB RAM από 512 MB, κάτι που αναμένεται να κάνει πολλούς προγραμματιστές χαρούμενους ενώ υπάρχει πλήρη συμβατότητα με το πρώτο Raspberry Pi. Ενσωματώνει επιπλέον HDMI θύρα, 4 USB 2.0 θύρες αντί των δύο που διέθετε το προηγούμενο μοντέλο, microSD, 100 Mbit Ethernet και θύρα ακουστικών.

**Τα τεχνικά χαρακτηριστικά του Raspberry Pi 2 είναι<sup>77</sup>:**

- Broadcom BCM2836 Arm 7 Quad Core Processor powered Single Board Computer, 900MHz.
- 1GB RAM SDRAM, χωρίς δυνατότητα επέκτασης.
- Κάρτα Γραφικών: Broadcom Video Core IV. Η GPU παρέχει Open GL ES 2.0 και 1080p30 H.264 high-profile αποκωδικοποίηση.
- 40pin extended GPIO.
- 4 θύρες USB 2.0 (Μέγιστη ταχύτητα μεταφοράς USB2.0: 60 MB/s.).
- 4 pole Stereo output/Composite video port.
- 1x 10/100 BaseT Ethernet.
- Full size HDMI.
- Υποδοχή CSI camera για σύνδεση της Raspberry Pi camera.
- Υποδοχή DSI display port για σύνδεση της οθόνης αφής Raspberry Pi.
- Υποδοχή Micro SD για την φόρτωση του λειτουργικού συστήματος και την αποθήκευση δεδομένων.
- Τροφοδοσία: 5V, μέσω υποδοχής microUSB (δεν περιλαμβάνεται).

- Συμβατό Λειτουργικό Σύστημα: GNU / Linux (Debian, Bodhi Linux, Fedora, Arch Linux), RISC OS, Plan 9.
- Διαστάσεις: 85,60 x 56 x 21mm.
- Ισχύς κατανάλωσης 4 Watt.



## Κεφάλαιο 7 – Διαδίκτυο αντικειμένων

Η ταχεία ανάπτυξη του διαδικτύου και η συνεχής σμίκρυνση των ηλεκτρονικών συσκευών οδηγούν σε μια ραγδαία αύξηση του αριθμού των συνδεδεμένων στο διαδίκτυο αντικειμένων: έξυπνα κινητά τηλέφωνα, ηλεκτρονικά βιβλία, αυτοκίνητα, ηλεκτρικές συσκευές, αλλά και ηλεκτρονικές ετικέτες προϊόντων έχουν πλέον τη δυνατότητα να συνδεθούν στο διαδίκτυο και να αλληλοεπιδράσουν με ανθρώπους και υπολογιστές αλλά και μεταξύ τους. Ποιες είναι όμως οι προκλήσεις που φέρνει μαζί της αυτή η τεχνολογία; Το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο παρουσιάζει τη δική του απάντηση μέσω της Έκθεσης σχετικά με το «Διαδίκτυο των Αντικειμένων» (Internet of things). Η Έκθεση, που συντάχθηκε από την Επιτροπή Βιομηχανίας, Έρευνας και Ενέργειας του ευρωπαϊκού κοινοβουλίου (ΕΚ), αποσκοπεί στη δημιουργία ενός κανονιστικού και νομικού πλαισίου το οποίο αφενός θα προστατεύει τον ευρωπαϊό καταναλωτή και αφετέρου θα ενθαρρύνει τις δημόσιες και ιδιωτικές επενδύσεις στον εν λόγω καινοτόμο τεχνολογικό τομέα.

Η Έκθεση, που εγκρίθηκε με μεγάλη πλειοψηφία (606 υπέρ, 18 κατά, 17 αποχές) από την Ολομέλεια του Ευρωκοινοβουλίου στο Στρασβούργο, αποτελεί απάντηση στη δέσμη μέτρων που ανακοίνωσε η Ευρωπαϊκή Επιτροπή με στόχο να εξασφαλίσει η ΕΕ κυρίαρχο ρόλο στην ανάπτυξη του «Διαδικτύου των Αντικειμένων» και να αξιοποιήσει τις δυνατότητές του προς όφελος των Ευρωπαίων πολιτών. Η Ανακοίνωση της Επιτροπής προβλέπει την τυποποίηση των τεχνολογιών που χρησιμοποιούνται από το «Διαδίκτυο των Αντικειμένων», την αυξημένη χρηματοδότηση για σχετικά έργα Έρευνας, Τεχνολογικής Ανάπτυξης και Καινοτομίας καθώς και τη διασφάλιση της προστασίας των προσωπικών δεδομένων των πολιτών.



Το «Διαδίκτυο των Αντικειμένων» είναι η διασύνδεση των καθημερινών αντικειμένων, τόσο μεταξύ τους όσο και με το διαδίκτυο. Το πιο γνωστό παράδειγμα

(και ενδεχομένως το λιγότερο χρήσιμο) είναι αυτό του «έξυπνου ψυγείου<sup>78</sup>» που θα ενημερώνει τους χρήστες για τα προϊόντα που πλησιάζουν στην ημερομηνία λήξης αλλά και θα παραγγέλνει μόνο του, μέσω του διαδικτύου, τα προϊόντα που εξαντλούνται. Το «Διαδίκτυο των Αντικειμένων» αναμένεται να δώσει ώθηση στην επιχειρηματικότητα, όπως π.χ. στην αποτελεσματικότητα των εφοδιαστικών αλυσίδων, καθώς η διαχείριση της αποθήκης προϊόντων μιας εταιρείας θα μπορεί να πραγματοποιείται αυτόματα, μέσω υπολογιστών, με μεγάλη ταχύτητα και ακρίβεια και ελάχιστο κόστος. Άλλες εφαρμογές, όπως οι «έξυπνοι» μετρητές<sup>79</sup> κατανάλωσης ενέργειας, οι τηλεχειριζόμενες οικιακές συσκευές και τα δίκτυα αισθητήρων φωτός και θερμοκρασίας αναμένεται να δώσουν σημαντικές λύσεις για την εξοικονόμηση ενέργειας σε σπίτια και καταστήματα. Ήδη τα έξυπνα κινητά τηλέφωνα, οι ηλεκτρονικές ετικέτες RFID που όλο και περισσότερα προϊόντα φέρουν και οι μικροσκοπικοί αισθητήρες καθιστούν το «Ίντερνετ των Αντικειμένων» μια πραγματικότητα.

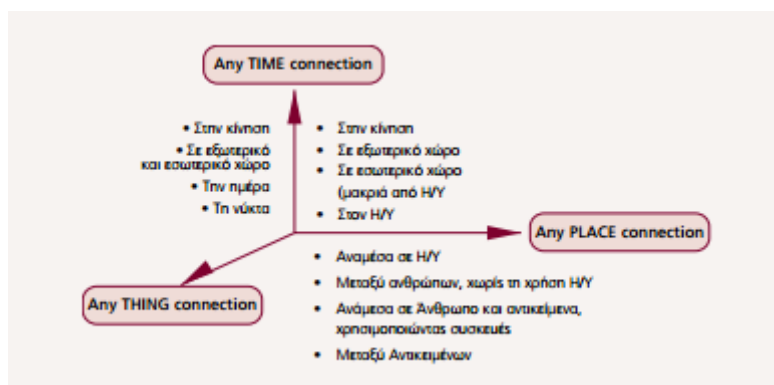
Ποιοι είναι όμως οι κίνδυνοι που προκύπτουν για την ιδιωτικότητα των ανθρώπων; Μια μικροσκοπική ετικέτα RFID σε ένα προϊόν που αγοράζουμε μπορεί να αποκαλύψει σημαντικές πληροφορίες για εμάς, ιδιαίτερα αν συνδυαστεί με άλλα δεδομένα για τις καταναλωτικές και κοινωνικές μας συνήθειες. Η ραγδαία πρόοδος των τεχνολογιών του «Διαδικτύου των Αντικειμένων» θέτει νέες προκλήσεις για το νομικό μας σύστημα και αφήνει ανοιχτά ηθικά ερωτήματα για τα όρια της τεχνολογίας, όπως π.χ. τον βαθμό της ιδιωτικότητας που είμαστε διατεθειμένοι να θυσιάσουμε, ως κοινωνία, προκειμένου να επιτύχουμε μεγαλύτερη ασφάλεια ή ευκολία στη ζωή μας. Η Έκθεση του ευρωπαϊκού Κοινοβουλίου θέτει το θέμα στη σωστή βάση αναγνωρίζοντας τα πλεονεκτήματα αυτής της νέας τεχνολογίας αλλά και επισημαίνοντας πολλούς από τους κινδύνους που φέρνει μαζί της. Είναι σημαντικό το ότι η ΕΕ πρωτοστατεί διεθνώς σε αυτόν το διάλογο που πραγματεύεται τη σχέση μεταξύ ανθρώπου και τεχνολογίας. Δεν πρόκειται για μια φιλοσοφική συζήτηση αλλά για κάτι πολύ πραγματικό που ήδη έχει αρχίσει να επηρεάζει τις ζωές μας<sup>80</sup>.

### **Οι τεχνολογίες οδηγούν στις εξελίξεις**

Το διαδίκτυο θα εξαπλωθεί, μέσω της εφαρμογής θεμελιωδών τεχνολογιών όπως η αναγνώριση με ραδιοσυχνότητα αντικειμένου με αντικείμενο. Είναι η πιο ανεπτυγμένη από τις τεχνολογίες αυτές, με καθιερωμένα πρωτόκολλα τυποποίησης και εμπορικές εφαρμογές, που έχουν ήδη φθάσει σε μια ραγδαία αναπτυσσόμενη αγορά.

Οι τεχνολογίες αισθητήρων γεφυρώνουν το χάσμα ανάμεσα στο φυσικό και το εικονικό κόσμο επιτρέποντας σε αντικείμενα να ανταποκρίνονται σε μεταβολές στο περιβάλλον τους. Δίκτυα ασύρματων αισθητήρων χρησιμοποιούνται ευρέως, όπως πύλες ασφάλειας, περιβαλλοντική επιτήρηση και οικιακός αυτοματισμός. Θα διαδοθούν ακόμα περισσότερο, καθώς μειώνεται το κόστος κατασκευής των αισθητήρων. Από την άλλη, η ρομποτική εξαπλώνεται και η αγορά τέτοιων τεχνολογιών αναμένεται να αυξηθεί ακόμα πιο πολύ. Αυτή η ζήτηση δε μπορεί να

υποτιμηθεί. Οι βιομηχανίες στο μέλλον θα εστιάσουν ακόμα εντονότερα σε αυτές τις τεχνολογίες.



Μια νέα διάσταση στο χώρο των επικοινωνιών<sup>14</sup>

### Ευκαιρίες στον αναπτυσσόμενο κόσμο

Εφαρμογές που βασίζονται στο διαδίκτυο των αντικειμένων μπορούν να φέρουν πρακτικές βελτίωσης (π.χ. στην ιατρική διάγνωση, καθαρότερο νερό, παραγωγή ενέργειας, καλύτερη ασφάλεια). Άλλο παράδειγμα είναι στην παραγωγή και εξαγωγή υπηρεσιών, όπου τεχνολογίες αισθητήρων χρησιμοποιούνται για να δοκιμάσουν την ποιότητα των προϊόντων. Οι τεχνολογίες αισθητήρων έχουν πολλά να προσφέρουν σε περιοχές ευάλωτες σε φυσικές καταστροφές, όπου εντατικά και αποτελεσματικά συστήματα προειδοποίησης είναι απαραίτητα για να εμποδίσουν την απώλεια ζωής και περιουσιών<sup>15</sup>.

### Χρειάζεται τυποποίηση

Η τυποποίηση είναι ουσιώδης για την ανάπτυξη και διάχυση οποιασδήποτε τεχνολογίας. Το σημερινό διαδίκτυο και τα smartphones δε θα μπορούσαν να φτάσουν ως εδώ χωρίς πρότυπα. Πλέον η ανάγκη πρωτοκόλλων για τέτοιες λειτουργίες γίνεται πιο επιτακτική λόγω του ότι συσκευές όπως ο φούρνος μικροκυμάτων μπορούν πλέον να συνδέονται στο διαδίκτυο. Σήμερα τα πρότυπα παραμένουν κατακερματισμένα ανάμεσα σε αυτές τις νέες τεχνολογίες. Προκειμένου να γίνει πραγματικότητα το IoT, το ζήτημα της τυποποίησης θα πρέπει να μας απασχολήσει συστηματικά, ώστε να εξασφαλιστεί η διαλειτουργικότητα των πρωτοκόλλων επικοινωνίας. Μια πρώτη προσπάθεια έχει ξεκινήσει να γίνεται από τον παγκόσμιο οργανισμό ηλεκτρολόγων και ηλεκτρονικών μηχανικών (IEEE).

## **Ιδιωτική ζωή**

Οι ανησυχίες του κοινού και εκστρατείες καταναλωτών έχουν ήδη ανατρέψει διαφημιστικές προσπάθειες για τον RFID (Radio Frequency Identification). Για να προωθηθεί η όσο γίνεται μεγαλύτερη υιοθέτηση των τεχνολογιών που δίνουν έμφαση στο διαδίκτυο των αντικειμένων, πρέπει να διαφυλαχτούν οι αρχές της πληροφόρησης συναίνεσης, η εμπιστευτικότητα των δεδομένων και η ασφάλεια. Πρέπει να υπάρξουν σχεδιασμένες προσπάθειες, για να προστατευτούν οι αξίες που να εμπλέκουν όλες τις κυβερνήσεις, την κοινωνία και τον ιδιωτικό τομέα.


















## Κεφάλαιο 8. Από την σκέψη στη δημιουργία – Κατασκευαστικό μέρος

Η σκέψη της δημιουργίας ενός έξυπνου κάδου απορριμμάτων, ήταν μια ανάγκη η οποία μου δημιουργήθηκε βλέποντας στους δρόμους της Αττικής γεμάτους σκουπίδια. Τη προσοχή μου τράβηξε η ύπαρξη έξυπνων κάδων στο κεντρικό πεζόδρομο του Δήμου Περιστερίου. Οι κάδοι αυτοί διαθέτουν στη βάση τους μία μπάρα η οποία παίζει το ρόλο της ζυγαριάς. Όταν αυτή πάρει μια κατάλληλη μέτρηση βάρους ενημερώνει το δήμο να πάει να τους μαζέψει. Η καινοτομία του δικού μου έργου έρχεται να βελτιώσει την ήδη υπάρχουσα δομή προσθέτοντας ένα ακόμα αισθητήρα στάθμης.

Γιατί είναι όμως αυτή η ιδέα καινοτόμα; Αν ο κάδος έχει βαριά αντικείμενα (όπως σίδερο κ.ά.) τότε η ζυγαριά προειδοποιεί ότι ο κάδος γέμισε (χωρίς στην ουσία να είναι γεμάτος) και ο δήμος ξοδεύει βενζίνη στα απορριμματοφόρα και πληρώνει εργατοώρες στους υπαλλήλους τους δήμου. Προκειμένου να αποφευχθούν περιττές ενέργειες όπως αυτές που προαναφέρθηκαν, ο αισθητήρας στάθμης (αισθητήρας υπερήχων [sonar sensor]), ελέγχει αν πραγματικά ο κάδος είναι γεμάτος. Από την άλλη θα μπορούσαμε να σκεφτούμε, τότε γιατί δε βάζουμε τον αισθητήρα στάθμης; Ο λόγος είναι ότι αν εμείς τον γεμίσουμε με ελαφρύ υλικό (όπως χαρτί, βαμβάκι κτλ.) τότε η στάθμη θα χτυπούσε. Αν όμως ρίξει κάποιος κάτι βαρύ από πάνω αυτά θα πιεστούν προς τα κάτω με αποτέλεσμα ο κάδος να έχει και άλλα περιθώρια για να γεμίσει.

### Hardware

Στην παρούσα κατασκευή χρησιμοποιήθηκαν:

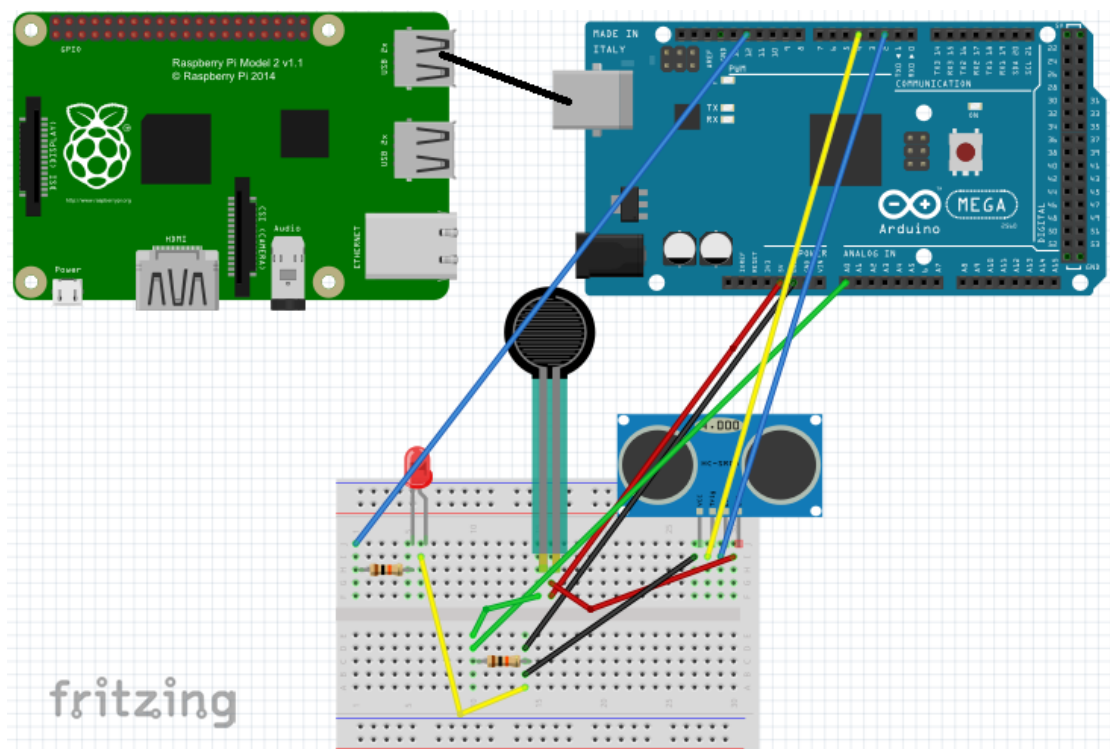
-  1 Breadboard
-  1 Arduino Mega 2560
-  10 αρσενικά καλώδια
-  2 Αντιστάσεις των 10KΩ
-  1 κόκκινο LED (για πειραματική χρήση)
-  1 Αισθητήρας υπερήχων (Ranging Detector 2 - 400cm)
-  1 Αισθητήρας δύναμης-Βάρους (Force Sensitive Resistor - Square)
-  1 Κάρτα micro SD (16 GB)
-  Καλώδιο Ethernet
-  300 Mbps Mini Wireless N USB Adapter (TP-LINK TL-WN823N)
-  Καλώδιο σύνδεσης του Arduino με τον υπολογιστή (ίδιο με του εκτυπωτή)
-  Ένας φορτιστής (ίδιος με αυτός των smartphone)
-  ISY Mobile Powerbank IAP 2003 – 5200mAh
-  1 Router
-  1 Raspberry Pi 2 (Raspberry Pi 2 - Model B - ARMv7 with 1GB RAM)

Το συνολικό κόστος ήταν στα 200 ευρώ (τιμές 27/10/2015).

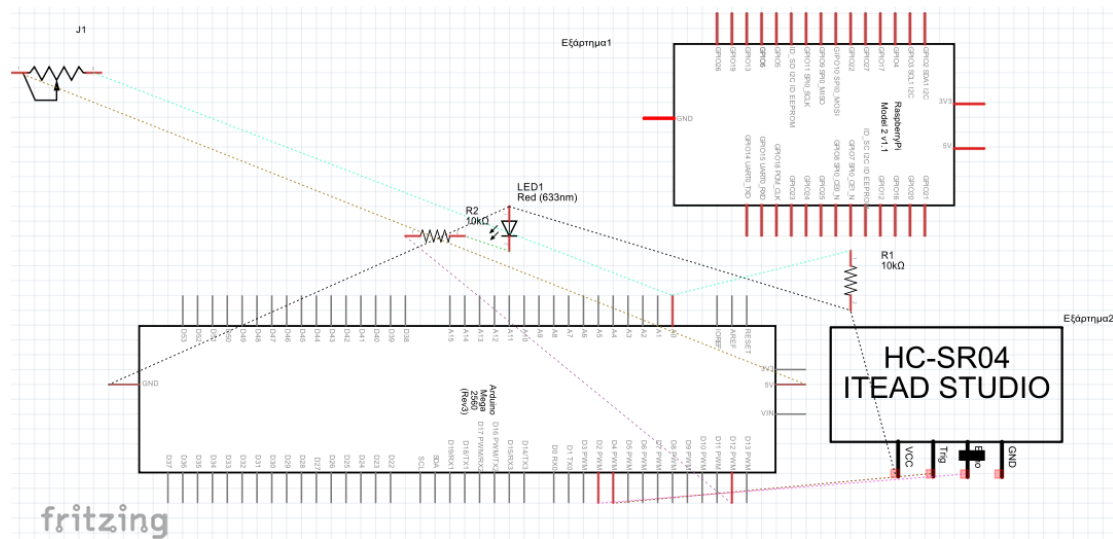


Τα υλικά της εργασίας

### Φυσική διάταξη



## Ηλεκτρονικό σχέδιο



Οι παραπάνω εικόνες σχεδιάστηκαν με τον Fritzing, που είναι open source πρόγραμμα σχεδίασης ηλεκτρονικών κυκλωμάτων<sup>81</sup>.

## Κώδικας διάταξης (Arduino)

```
9  const int trigPin = 2;
10 const int echoPin = 3;
11 float cm;
12 int counter = 0;
13
14 int FSR_Pin = A0; //analog pin 0
15
16 void setup() {
17   Serial.begin(115200); //Για να προλάβει το raspberry να stelnei ta dedomena. Prohn Serial.begin(9600);
18   pinMode(12, OUTPUT);
19 }
20
21 void loop() {
22
23   int FSRReading = analogRead(FSR_Pin);
24
25   // Kathorismos metablitwn gia ti diarkeia toy ping,
26   // kai ta apotelesmata tis apostasis se centimeter:
27
28   long duration, cm;
29
30   int mhkos = 9;
31   int baros = 500;
32   int xronos = 10;
33
34
35   // if (FSRReading >=500) {
36   //   digitalWrite(13, HIGH);
```

```

37 // }
38 // else {
39 //   digitalWrite(13,LOW);
40 // }
41
42 // O aisthitiraw energopoeitai apo High palmo tvn 10 'h parapanw microseconds.
43 // Dinw ena minro Low palmo gia na doyme oti de dimioygeitai problima metaksi twv metadidomenwn kimatwn. Low - High:
44 pinMode(trigPin, OUTPUT);
45 digitalWrite(trigPin, LOW);
46 delayMicroseconds(2);// An den mpei mperdeyontai ta kymata (Tx - Rx) kai mas dixnei lathos metrhseis
47 digitalWrite(trigPin, HIGH);
48 delayMicroseconds(10);
49 digitalWrite(trigPin, LOW);
50
51 // Diabazw to sima apo ton aisthitira: Ena HIGH palmo toy opoiou
52 // h diarkeia einai se xrono (se microseconds) apo thn apostoli
53 // toy ping gia thn ypodoxi tis ihous (iho) toy apo ena antikeimeno. Na paei kai na girisei afoy brei antikeimeno
54 pinMode(echoPin, INPUT);
55 duration = pulseIn(echoPin, HIGH);
56
57 // Metatrepei to xrono se apostasi
58 cm = microsecondsToCentimeters(duration);
59
60 if (cm < mhkos) {
61   counter++;
62 }
63 else {
64   counter = 0;
65 }
66
67 if ((cm < mhkos) && (counter > xronos)) {
68   counter = xronos; //gia na min iparxei iperxilisi tis metablitis
69 }
70
71
72 if ((cm < mhkos) && (counter == xronos) && (FSRReading > baros)) {
73   digitalWrite(12, HIGH);
74   Serial.println("O kados einai gematos!");
75 }
76
77 else {
78   digitalWrite(12, LOW);
79   Serial.println("O kados einai adeios!");
80 }
81
82 Serial.print("baros: ");
83 Serial.print(FSRReading);
84 Serial.print(" apostash: ");
85 Serial.print(cm);
86 Serial.print(" xronos: ");
87 Serial.println(counter);
88
89 delay(1000); //Metraei to xrono. Kathe loupa ginetai kathe ena 1 sec
90 }
91
92 //Sinartisi metatropis microSec se Cm


---


93 long microsecondsToCentimeters(long microseconds)
94 {
95   // H taxitita toy ihoy einai 340 m/s or\\'h 29 microseconds ana centimeter.
96   // The ping toy sonar pigainoerxetai, opote gia na broume thn apostash toy
97   // antikeimenoy, pairnoyme to meso tis apostasis poy dienise.
98   // See: http://www.parallax.com/dl/docs/prod/acc/28015-PING-v1.3.pdf
99   return microseconds / 29 / 2;
100 }

```

```

pinMode(trigPin, OUTPUT);
digitalWrite(trigPin, LOW);

delayMicroseconds(2);// An den mpei mperdeyontai ta kymata (Tx - Rx) kai mas
dixnei lathos metrhseis

digitalWrite(trigPin, HIGH);
delayMicroseconds(10);
digitalWrite(trigPin, LOW);

```

Για να αποφευχθεί το στάσιμο κύμα από τον αισθητήρα υπερήχων. Κάτι που θα μας οδηγήσει στο να μη παίρνουμε σωστές μετρήσεις.

```

int mhkos = 9;//mhkos stomioy kadoy
int baros = 500;//baros 2Kgr
int xronos = 10;//10sec

if ((cm < mhkos) && (counter > xronos)) {
    counter = xronos; //gia na min iparxei iperxilisi tis metablitis
}

if ((cm < mhkos) && (counter == xronos) && (FSRReading > baros)) {
    digitalWrite(12, HIGH);

```

Το 500 στη παραπάνω μέτρηση ήταν η τιμή που μας έδωσε για βάρος 2 κιλών. Όταν το βάρος του κάδου είναι πάνω από 2 κιλά τότε η μια συνθήκη είναι TRUE και όταν ο αισθητήρας υπερήχων βλέπει εμπόδιο πάνω από 10 δευτερόλεπτα τότε και αυτός είναι TRUE οπότε ανάβει το λαμπάκι και και μας εμφανίζει ότι ο κάδος είναι γεμάτος.

```

    Serial.println("Ο kados einai gematos!");
}

else {
    digitalWrite(12, LOW);

```

```
Serial.println("O kados einai adeios!");  
}
```

```
Serial.print("baros: ");  
Serial.print(FSRReading);  
Serial.print(" apostash: ");  
Serial.print(cm);  
Serial.print(" xronos: ");  
Serial.println(counter);
```

```
delay(1000); //Metraei to xrono. Kathe loupa ginetai kathe ena 1 sec
```

Η συνάρτηση μετατροπής microSec σε εκατοστά:

```
long microsecondsToCentimeters(long microseconds)
```

```
{
```

```
// See: http://www.parallax.com/dl/docs/prod/acc/28015-PING-v1.3.pdf
```



```
return microseconds / 29 / 2;
```

```
}
```

Η ταχύτητα του ήχου είναι 340 m/sec ή 29 microsec/cm. Το ping του Sonar πηγαίνει, οπότε για να βρούμε την απόσταση του αντικειμένου παίρνουμε το μέσο της απόστασης που διένυσε.

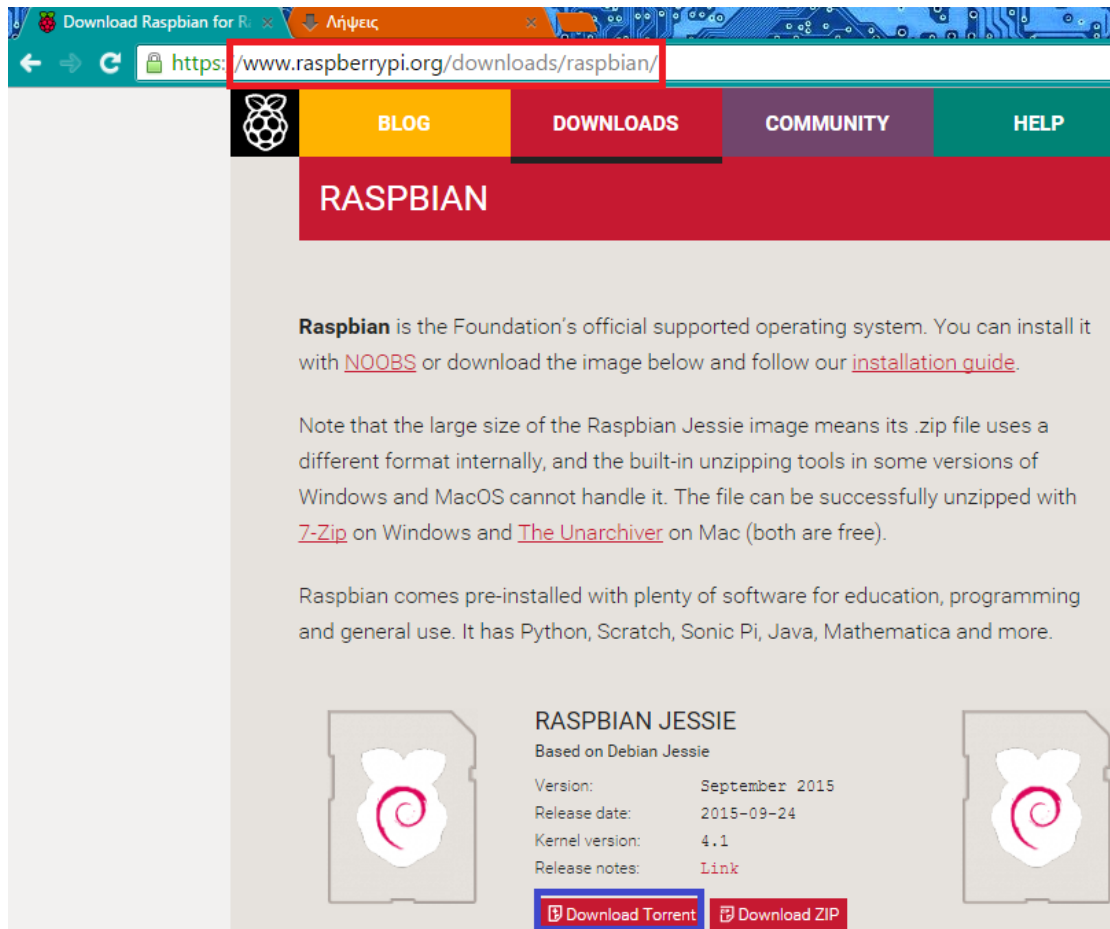
## Software

Στην παρούσα κατασκευή χρησιμοποιήθηκαν:

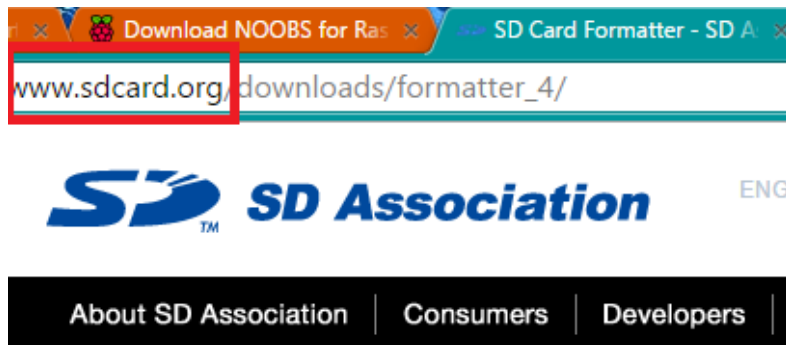
-  1 Υπολογιστής με λειτουργικό σύστημα Linux Fedora OS
-  1 Υπολογιστής τσέπης – Raspberry Pi 2 με λειτουργικό Linux Raspbian OS (έκδοση βασισμένη σε DEBIAN προσαρμοσμένη για τα Raspberry)

## Εγκατάσταση λειτουργικού συστήματος στο Raspberry Pi 2

Αρχικά μπαίνουμε στην ιστοσελίδα του Raspberry, στο πεδίο DOWNLOADS: <https://www.raspberrypi.org/downloads/raspbian/> και επιλέγουμε το **RASPBIAN JESSIE** (Τελευταία έκδοση του Raspbian [21-11-2015]) το **Download Torrent** ή **Download ZIP** για λήψη του Raspbian (OS).



Έπειτα πηγαίνουμε στην ιστοσελίδα της SD Association για να κατεβάσουμε το SD Formatter προκειμένου να κάνουμε format στη κάρτα SD.



Και επιλέγουμε το λειτουργικό μας σύστημα (στη συγκεκριμένη εργασία χρησιμοποιήθηκαν τα Windows 10 Home Edition).

### SD Formatter 4.0 for Windows and Mac



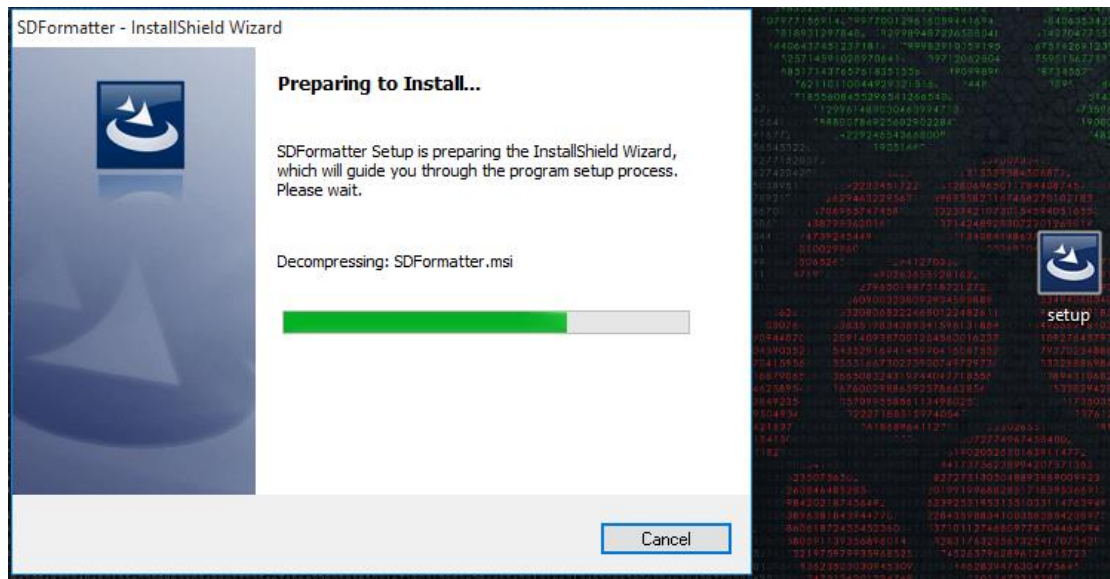
Στην σελίδα που μας ανοίγει, επιλέγουμε **Accept** (προς το τέλος της σελίδας) προκειμένου να ξεκινήσει η λήψη.

## Article 8 Termination of License

The rights granted to Licensee hereunder will be automatically terminated if Licensee contravenes any of the terms and conditions of this Agreement. In the event, Licensee must destroy the Software and related documentation together with all the copies thereof at Licensee's own expense.

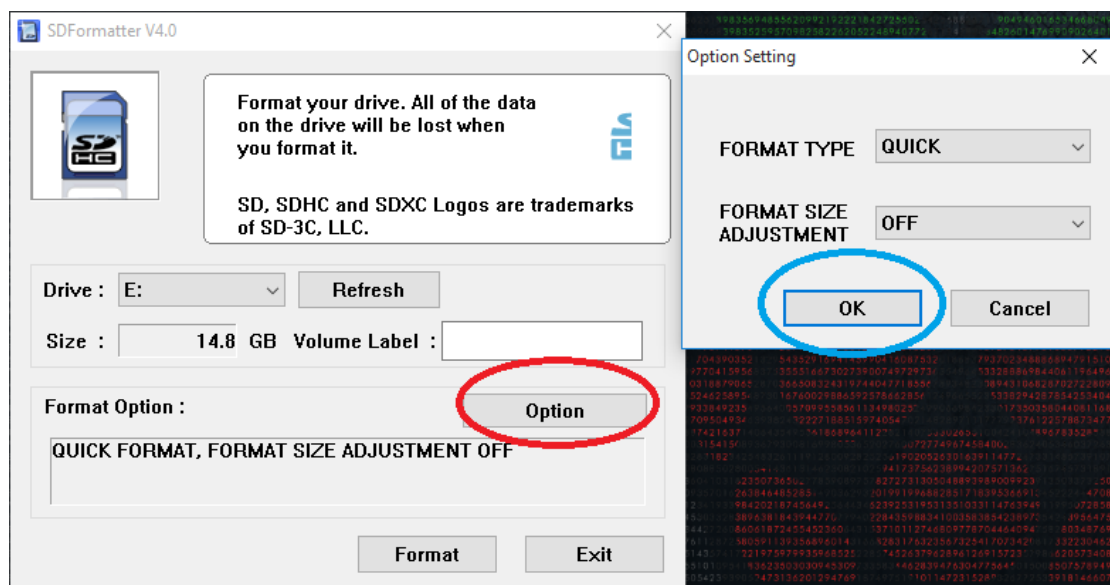


Έπειτα εκτελούμε το setup



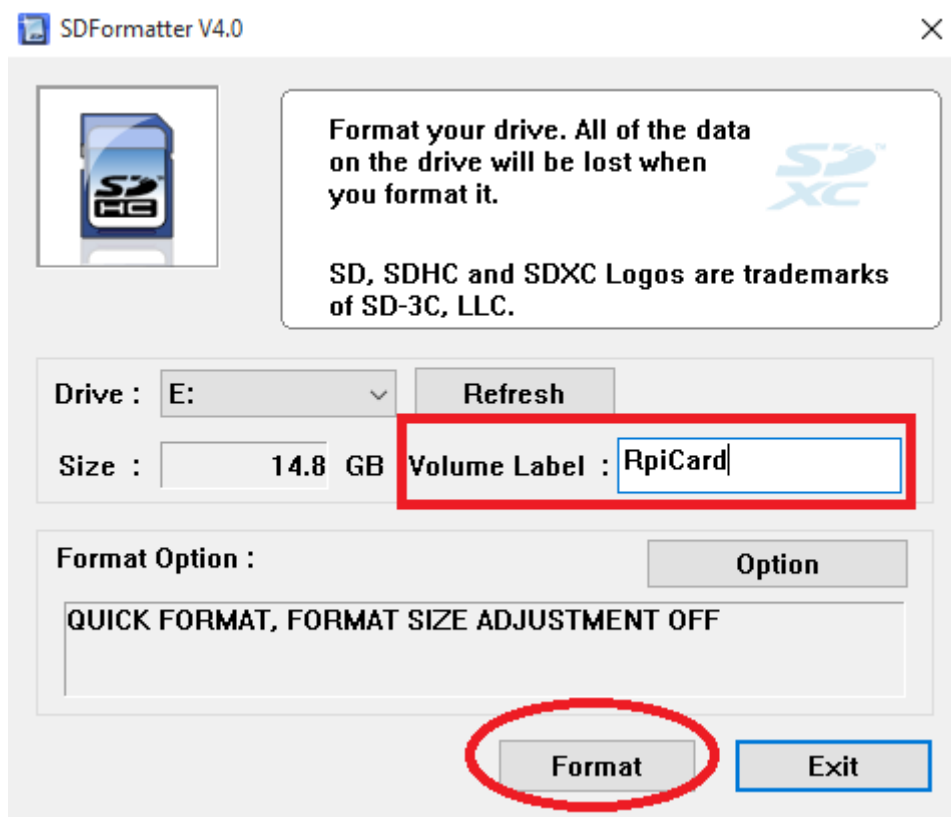
Στο menu φαίνεται ο τύπος της κάρτας μας και οι επιλογές που μπορούμε να κάνουμε.

Επιλέγουμε από το αρχικό menu, **Option** → **QUICK** → **OK**.

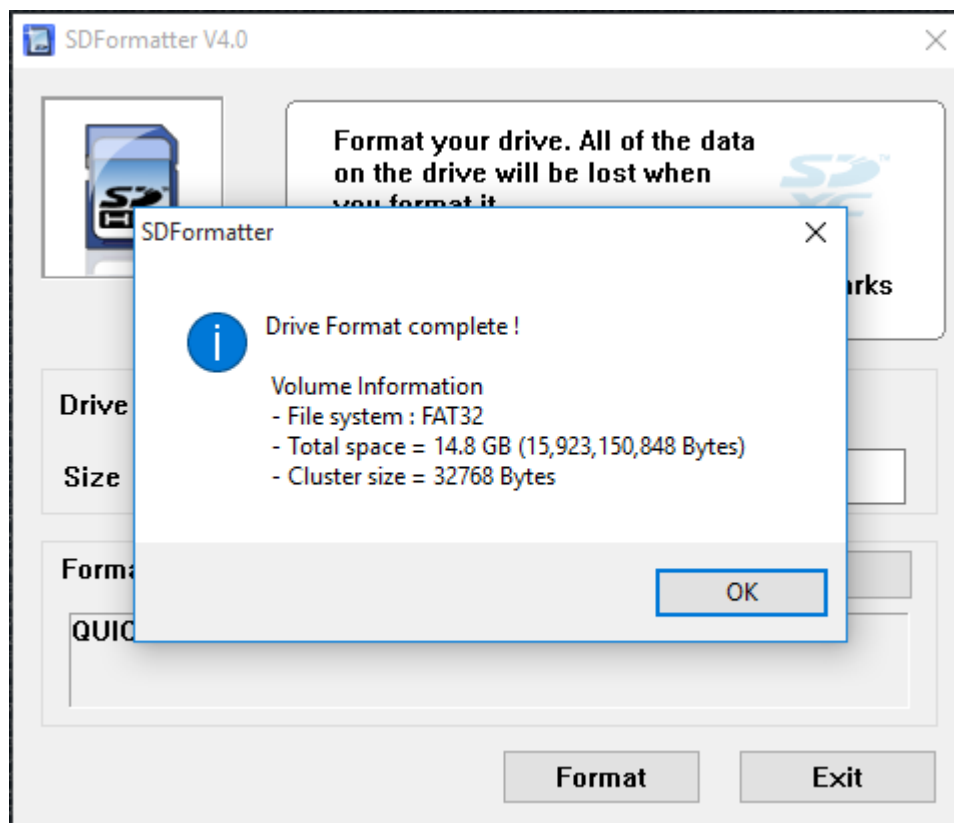




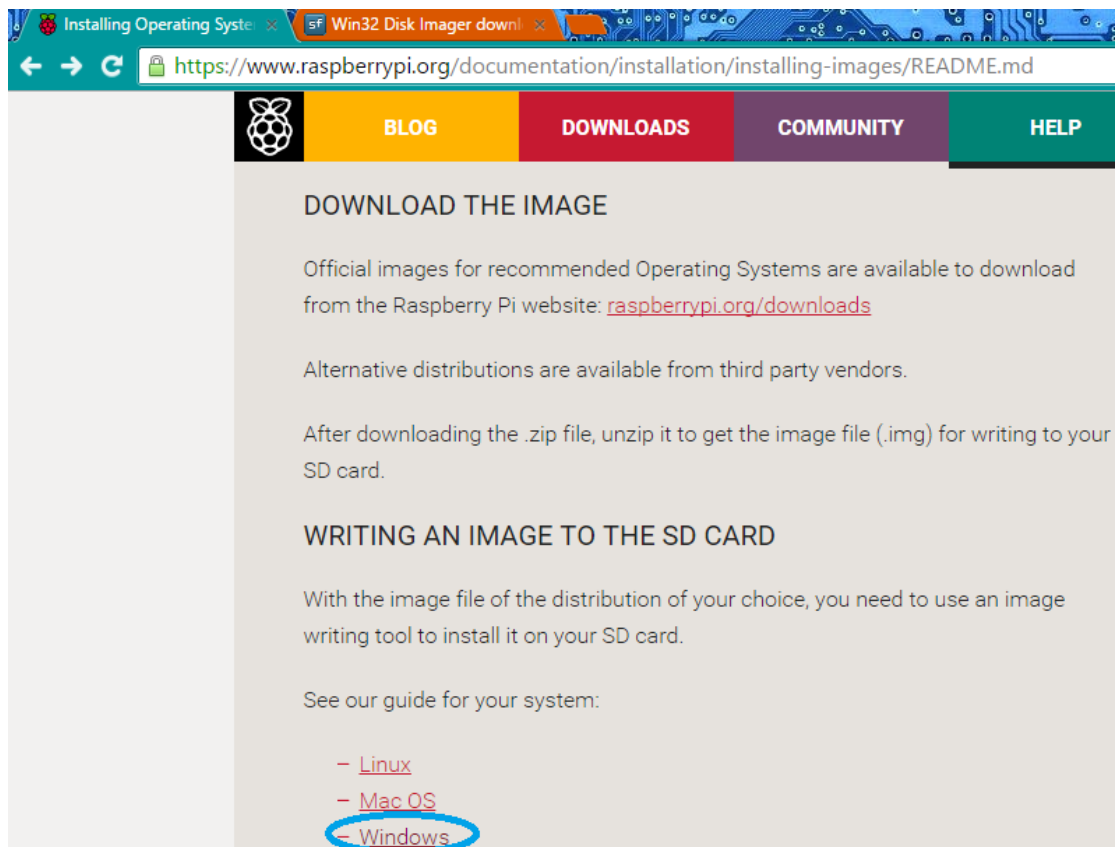
Ονομάζουμε αν θέλουμε την SD μας (στο Volume Label) και επιλέγουμε Format.



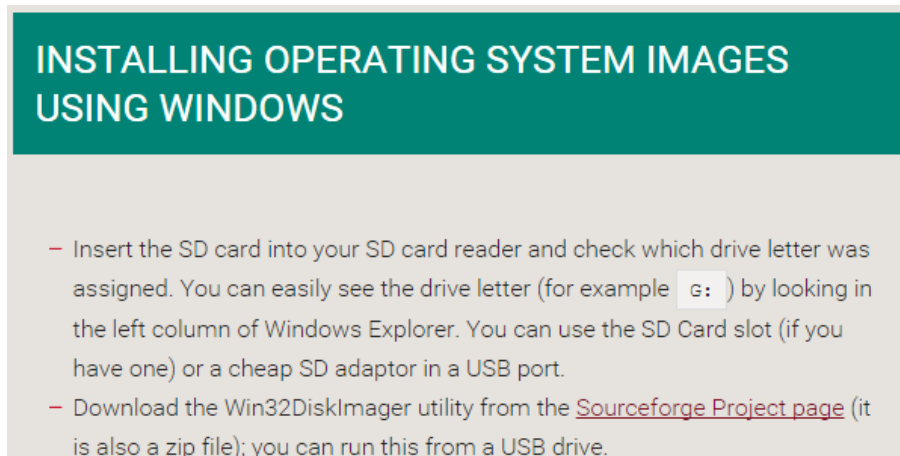
Πατάμε **OK** στα μηνύματα προειδοποίησης που μας ανοίγουν, και αφού το Format ολοκληρωθεί είμαστε έτοιμοι.



Πηγαίνουμε στο **installation guide** και επιλέγουμε το λειτουργικό μας



Επιλέγουμε **Sourceforge Project page**



Και κατεβάζουμε (**Download**) το win 32 Disk Imager, και το εκτελούμε πατώντας Write στην εφαρμογή.

sourceforge.net/projects/win32diskimager/

**sourceforge** Search Browse Enterprise Blog Jobs

SOLUTION CENTERS Go Parallel Resources Newsletters

Home / Browse / System Administration / Storage / Win32 Disk Imager

**Win32 Disk Imager** Beta  
A tool for writing images to USB sticks or SD/CF cards  
Brought to you by: [gruemaster](#), [tuxinator2009](#)

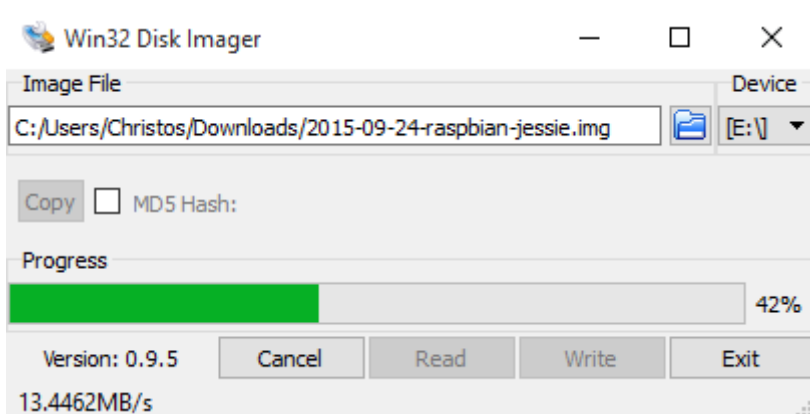
Summary Files Reviews Support Wiki Feature Requests Bugs Code Mailing Lists

★ 4.0 Stars (69)  
↓ 70,565 Downloads (This Week)  
📅 Last Update: 2015-09-22

[Download](#)  
Download the unnamed sequel here

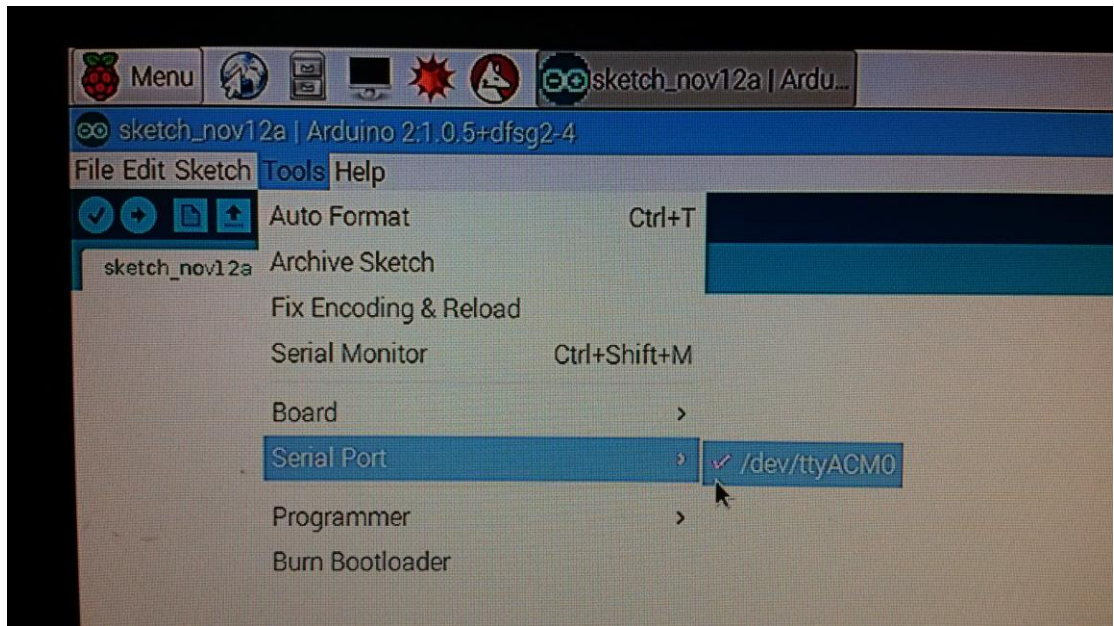
[Tweet](#) 94 [G+](#) 220 [Μου αρέσει](#) [Browse All Files](#)

Το win32 εγκαθιστά στη κάρτα sd το Raspbian.

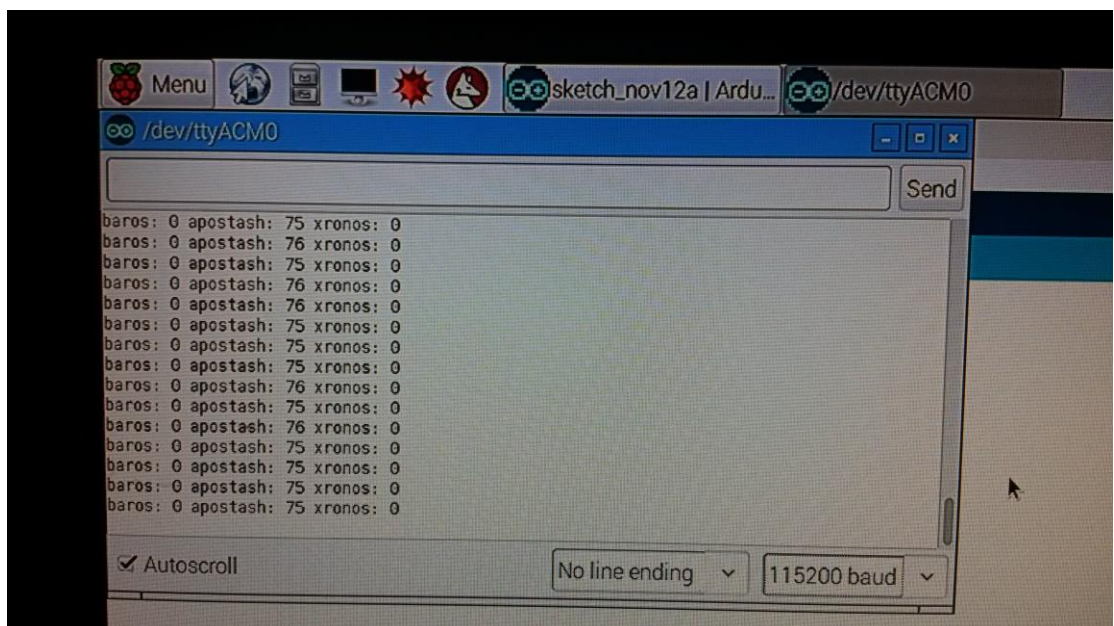


### Βήματα για να δούμε τα αποτελέσματα του κάδου

1. Αρχικά συνδέουμε στο Raspberry ότι καλώδια (και συσκευές) θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε.
2. Βάζουμε το Raspberry σε λειτουργία. Το Raspberry δε διαθέτει κουμπί On-Off. Το άνοιγμά του γίνεται βάζοντας το στη πρίζα (σύνδεση με το φορτιστή ή μπαταρία).
3. Εγκαθιστούμε το Arduino IDE στο Raspberry.
4. Μέσα στο Arduino IDE πηγαίνουμε στο tab "Tools" επιλέγουμε το "Serial Port". Στη δικιά μας περίπτωση το /dev/ttyACM0. Θα μας χρειαστεί και στη συνέχεια.



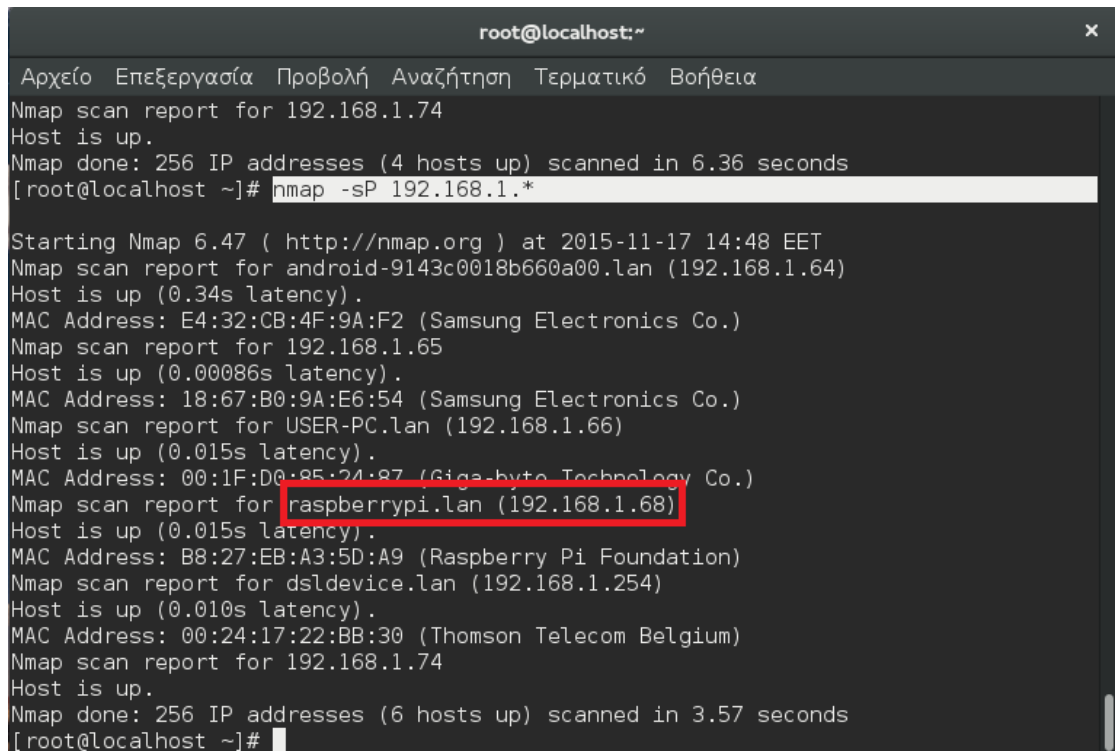
5. Τώρα μπορούμε να δούμε τα αποτελέσματα τοπικά στο Raspberry με φυσική επαφή. Έχω φορτώσει το πρόγραμμα μέσω usb στο Raspberry.



(αποτελέσματα κατά τη φάση της υλοποίησης. Όχι τελικά)

6. Ανοίγουμε το Fedora μας (Στη συγκεκριμένη εργασία χρησιμοποιήθηκε το Fedora μέσω του Oracle Virtual Box).
7. Εγκαθιστούμε το open source λογισμικό DIYiotClient που βρίσκεται στο Github ακολουθώντας τα βήματα που βρίσκονται εκεί. (maellak/DIYiotClient <https://github.com/maellak/DIYiotClient> ). Το λογισμικό είναι γραμμένο σε PHP. Το παρόν πρόγραμμα θα μας βοηθήσει στην αποστολή των δεδομένων.

- Εύρεση IP του Raspberry μέσω της εντολής “**nmap -sP 192.168.1.\***” (Θα μπορούσαμε να γράψουμε και μέσα στο Raspberry την εντολή “**ifconfig**” για να μας βγάλει την IP του. Αλλά στη περίπτωση που δεν έχουμε οθόνη, ποντίκι και πληκτρολόγιο αυτή η κίνηση μας βολεύει όταν οι συσκευές μας είναι στο ίδιο δίκτυο).



```
root@localhost:~
Αρχείο Επεξεργασία Προβολή Αναζήτηση Τερματικό Βοήθεια
Nmap scan report for 192.168.1.74
Host is up.
Nmap done: 256 IP addresses (4 hosts up) scanned in 6.36 seconds
[root@localhost ~]# nmap -sP 192.168.1.*

Starting Nmap 6.47 ( http://nmap.org ) at 2015-11-17 14:48 EET
Nmap scan report for android-9143c0018b660a00.lan (192.168.1.64)
Host is up (0.34s latency).
MAC Address: E4:32:CB:4F:9A:F2 (Samsung Electronics Co.)
Nmap scan report for 192.168.1.65
Host is up (0.00086s latency).
MAC Address: 18:67:B0:9A:E6:54 (Samsung Electronics Co.)
Nmap scan report for USER-PC.lan (192.168.1.66)
Host is up (0.015s latency).
MAC Address: 00:1F:D0:85:24:87 (Giga-byte Technology Co.)
Nmap scan report for raspberrypi.lan (192.168.1.68)
Host is up (0.015s latency).
MAC Address: B8:27:EB:A3:5D:A9 (Raspberry Pi Foundation)
Nmap scan report for dsldevice.lan (192.168.1.254)
Host is up (0.010s latency).
MAC Address: 00:24:17:22:BB:30 (Thomson Telecom Belgium)
Nmap scan report for 192.168.1.74
Host is up.
Nmap done: 256 IP addresses (6 hosts up) scanned in 3.57 seconds
[root@localhost ~]#
```

- Σύνδεση Fedora με Raspberry

```

πi@raspberrypi: ~
Αρχείο Επεξεργασία Προβολή Αναζήτηση Τερματικό Βοήθεια
Host is up (0.00086s latency).
MAC Address: 18:67:B0:9A:E6:54 (Samsung Electronics Co.)
Nmap scan report for USER-PC.lan (192.168.1.66)
Host is up (0.015s latency).
MAC Address: 00:1F:D0:85:24:87 (Giga-byte Technology Co.)
Nmap scan report for raspberrypi.lan (192.168.1.68)
Host is up (0.015s latency).
MAC Address: B8:27:EB:A3:5D:A9 (Raspberry Pi Foundation)
Nmap scan report for dsldevice.lan (192.168.1.254)
Host is up (0.010s latency).
MAC Address: 00:24:17:22:BB:30 (Thomson Telecom Belgium)
Nmap scan report for 192.168.1.74
Host is up.
Nmap done: 256 IP addresses (6 hosts up) scanned in 3.57 seconds
[root@localhost ~]# ssh pi@192.168.1.68
pi@192.168.1.68's password:
The programs included with the Debian GNU/Linux system are free software;
the exact distribution terms for each program are described in the
individual files in /usr/share/doc/*/copyright.
Debian GNU/Linux comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY, to the extent
permitted by applicable law.
Last login: Tue Nov 17 14:25:38 2015
πi@raspberrypi ~ $

```

Θα ζητηθεί ο κωδικός του Raspberry. Ο κωδικός By Default είναι **“raspberrypi”** και μετά πατάμε Enter.

10. Βρίσκουμε την πόρτα που είναι τοποθετημένο το Arduino στο Raspberry με την εντολή **“ls /dev”**. Βλέπουμε ότι η πόρτα μας είναι το **ttyACM0**. Αν αποσυνδέσουμε το Arduino και ξανατρέξουμε την εντολή θα δούμε ότι η πόρτα αυτή λείπει. (Σύνδεση με το βήμα 4).

```

πi@raspberrypi ~ $ ls /dev
autofs          loop4          ram13          tty11          tty33          tty55          vcs1
block           loop5          ram14          tty12          tty34          tty56          vcs2
btrfs-control  loop6          ram15          tty13          tty35          tty57          vcs3
bus             loop7          ram2           tty14          tty36          tty58          vcs4
cachefiles     loop-control  ram3           tty15          tty37          tty59          vcs5
char           mapper         ram4           tty16          tty38          tty6           vcs6
console        mem            ram5           tty17          tty39          tty60          vcs7
cpu_dma_latency memory_bandwidth ram6           tty18          tty4           tty61          vcsa
cuse           mmcblk0        ram7           tty19          tty40          tty62          vcsa1
disk           mmcblk0p1     ram8           tty2           tty41          tty63          vcsa2
fb0           mmcblk0p2     ram9           tty20          tty42          tty7           vcsa3
fd            queue         random         tty21          tty43          tty8           vcsa4
full          net            raw            tty22          tty44          tty9           vcsa5
fuse          network_latency rfcill        tty23          tty45          ttyACM0        vcsa6
gpiomem       network_throughput serial         tty24          tty46          ttyAMA0        vcsa7
hwrng        null           shm            tty25          tty47          ttyprintk      vcsm
initctl       ppp            snd            tty26          tty48          uhid            vhci
input         ptmx           stderr         tty27          tty49          uinput         xconsole
kmsg          pts            stdin          tty28          tty5           urandom         zero

```

11. Εντολή για να δούμε τα δεδομένα του arduino τοπικά στο Raspberry. **“cat /dev/ttyACM0”**

```
pi@raspberrypi ~ $ cat /dev/ttyACM0
0 konos: 0

: 38 xronos: 0

0 kados einai adeios!

baros: 0 apostash: 38 xronos: 0

0 kados einai adeios!
```

12. Για να στείλουμε τα δεδομένα στο απομακρυσμένο τερματικό εκτελούμε την εντολή **“cat /dev/ttyACM0 | socat TCP:192.168.1.70:12345 stdio”**. Στο αριστερό μέρος έχουμε το path της πληροφορίας που θέλουμε να στείλουμε και στο δεξί μετά το | (pipe) εφαρμόζουμε το socat και γράφουμε την IP του τερματικού που θέλουμε να τα στείλουμε και την πόρτα που θα “Ακούει”.

```
pi@raspberrypi ~ $ cat /dev/ttyACM0 | socat TCP:192.168.1.70:12345 stdio
```

13. Προκειμένου να τρέξει η αποστολή των δεδομένων πρέπει να απενεργοποιηθεί το firewall του τερματικού (fedora), μέσω της εντολής **“service firewalld stop”**. Η αλήθεια είναι ότι ο υπολογιστής μας είναι πλέον ευάλωτος σε επιθέσεις. Αν όμως δε το κάνουμε, η αποστολή δε γίνεται. Για αυτό μετά το πέρας της εργασίας μπορείτε να γράψετε την εντολή **“service firewalld start”** για να ξανά ενεργοποιείται το Firewall.

```
[root@localhost ~]# service firewalld stop
Redirecting to /bin/systemctl stop firewalld.service
```

14. Απαραίτητη προϋπόθεση είναι η εγκατάσταση του socat στο τερματικό. Η εγκατάσταση γίνεται με την εντολή **“sudo yum install socat”** (Yum διότι είναι fedora).

```
[root@localhost ~]sudo yum install socat
```

15. Εντολή που εκτελείται (πριν από το) Raspberry για να πάρουμε τα δεδομένα του στο Fedora. Εντολή **“sudo socat TCP-LISTEN:12345, fork stdout”**.

```

^C[root@localhost ~]# sudo socat TCP-LISTEN:12345,fork stdout
baro einai adeios!

baros: 0 apostash: 34 xronos: 0

0 kados einai adeios!

baros: 0 apostash: 38 xronos: 0

0 kados einai adeios!

```

16. Κλείσιμο του Raspberry με την εντολή “**sudo poweroff**” (Σε περίπτωση επαννεκίνησης γράφουμε “**sudo reboot**”).

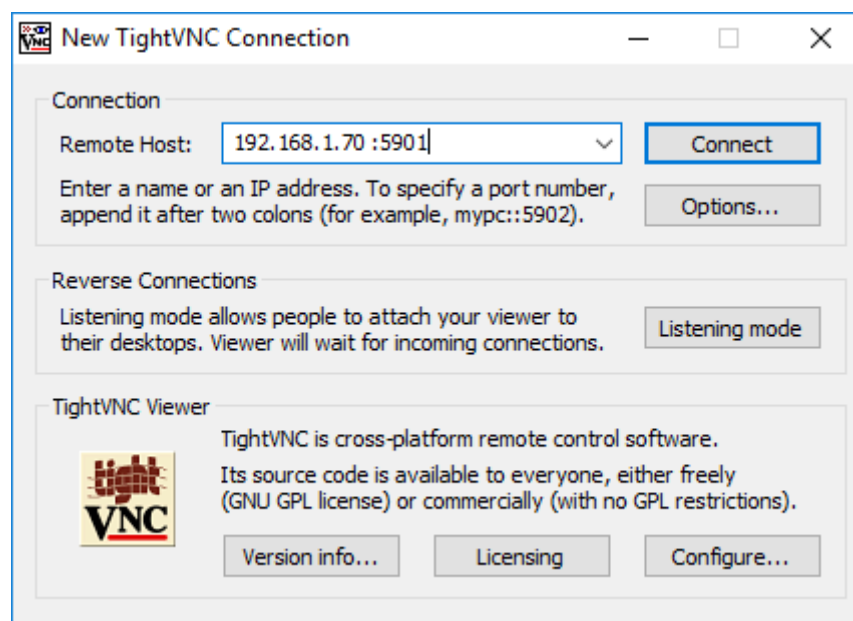
```

pi@raspberrypi ~ $ sudo poweroff
Connection to 192.168.1.68 closed by remote host.
Connection to 192.168.1.68 closed.
[root@localhost ~]#

```

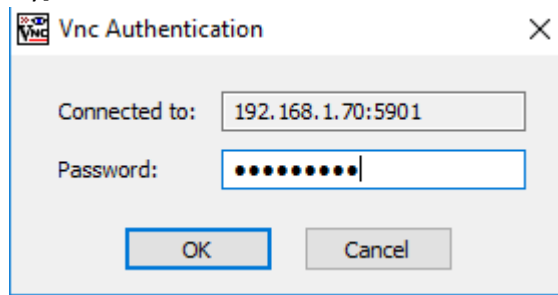
### Βήματα για απομακρυσμένη πρόσβαση στο Raspberry

1. Εγκατάσταση του TightVNC Server στο Raspberry. Εντολή “**sudo apt-get install tightvncserver**”.
2. Ξεκίνημα του TightVNC Server. (Την πρώτη φορά θα μας ζητήσει Password. Πρέπει να το θυμόμαστε όταν θα μπαίνουμε απομακρυσμένα. Πρέπει να βάλετε 8 αγγλικούς χαρακτήρες [Έχω δώσει **raspberry**]. Πατάμε **n**). Εντολή “**sudo tightvncserver**”.
3. Εγκατάσταση του tightVNC στα windows. Πάμε στη σελίδα του tightvnc και εγκαθιστούμε την τελευταία έκδοση (2.1)<sup>83</sup>
4. Αφού εγκατασταθεί. Ανοίγουμε το TightVNC Viewer και βάζουμε την IP του Raspberry μαζί με το “:5901” στο τέλος. Πατάμε **Connect**.

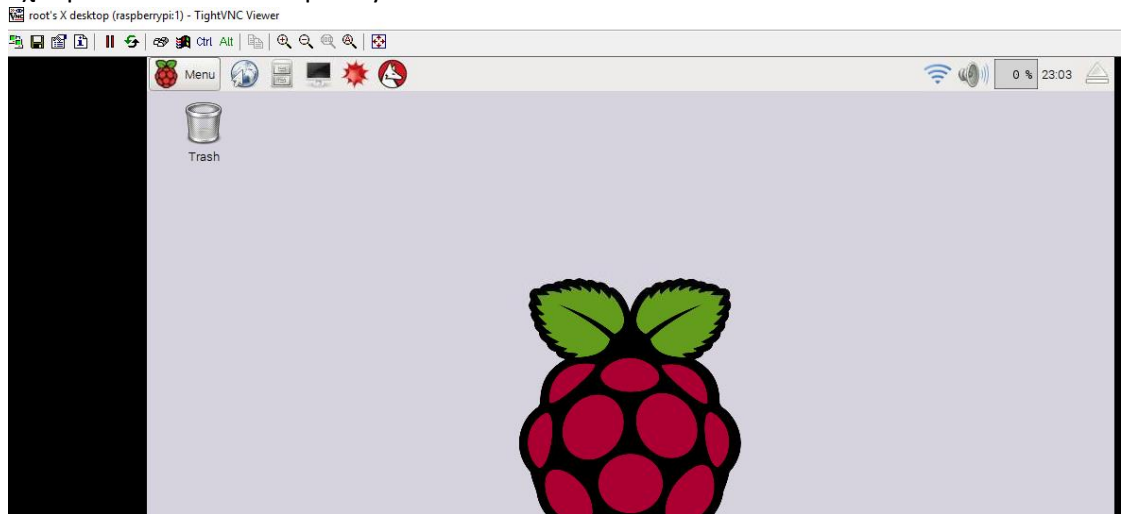




5. Βάζουμε τον κωδικό που είχαμε δώσει όταν εγκαταστήσαμε το tightvnc server στο Raspberry [raspberry].



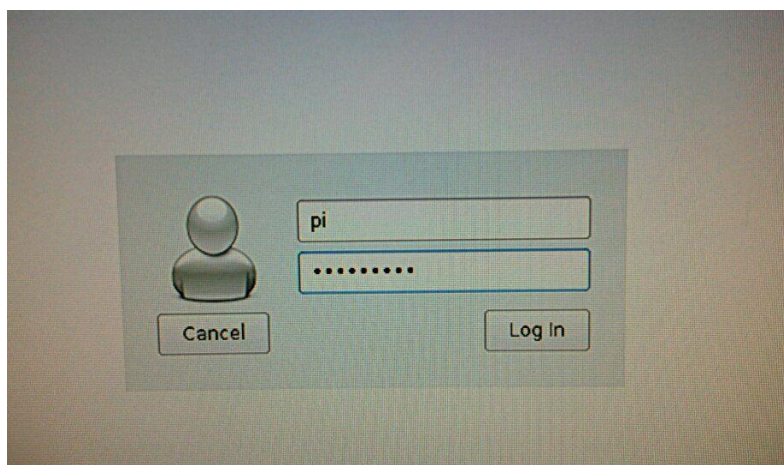
6. Έχουμε συνδεθεί στο raspberry



Σε περίπτωση που ξεχάσουμε τον κωδικό που βάλαμε στο tightvnc server κάνουμε τα εξής:

1. Εκτελούμε στο raspberry την εντολή **"sudo su"** για να λειτουργούμε ως διαχειριστές.
2. Εντολή **"vncpasswd"**. Θα μας ζητήσει το νέο κωδικό.
3. Εντολή **"service vncserver restart"** Για να κάνουμε restart το Raspberry.

Ενδέχεται να προκύψει ένα bug. Σε περίπτωση που όταν επανακινήσουμε το Raspberry μπορεί να μας βγάλει την οθόνη login. Ακόμα και τα σωστά στοιχεία να βάσουμε (username: pi & Password: raspberrypi), δε θα μας βάλει.



Για να το λύσουμε μπαίνουμε απομακρυσμένα με “ssh [pi@192.168.1.70](mailto:pi@192.168.1.70)” (όπου είναι το raspberry) και εκτελούμε την εντολή “rm .Xauthority και μετά y” και “sudo reboot”. Πλέον είμαστε έτοιμοι.

### Χρήσιμα Link

<https://www.raspberrypi.org/documentation/linux/usage/commands.md> (Χρήσιμες εντολές Linux [Raspbian] για το Raspberry)

<http://www.circuitbasics.com/useful-raspberry-pi-commands/> (Χρήσιμες εντολές Linux [Raspbian] για το Raspberry)

<https://www.raspberrypi.org/documentation/remote-access/vnc/> (Εγκατάσταση του Tightvnc στο raspberry)

<http://itfixed.blogspot.com.es/2009/05/how-to-change-vnc-server-password-on.html> (Αν ξεχάσουμε τον κωδικό του Tightvnc server)

### Προβλήματα, δυσκολίες και σκέψεις κατά την υλοποίηση

Η πορεία της εργασίας δεν ήταν μια εύκολη υπόθεση. Είχε πολλές δυσκολίες. Πρώτα από όλα, έπρεπε να αντιμετωπίσω το κενό που είχα με τα Linux και τις εντολές τους. Άρχισα να διαβάζω και να πειραματίζομαι με αυτές για να δω πέρα από τη θεωρία και στη πράξη τι ακριβώς κάνουν. Το λειτουργικό που χρησιμοποίησα ήταν το Linux Fedora διότι είχα διαβάσει ότι ήταν το πιο οικείο για αυτούς που είναι συνηθισμένοι στα windows και δε θέλουν να βάλουν απλά ένα Ubuntu. Ένας επιπλέον λόγος ήταν ότι το open source πρόγραμμα που βρήκα στο GitHub ([maellak/DIYiotClient](#)) έπαιζε σε Fedora όπου εκεί ήταν σίγουρο ότι θα λειτουργεί. Το συγκεκριμένο πρόγραμμα το ήξερα μέσω ενός θερινού σχολείου που είχα κάνει στο ΤΕΙ Αθήνας με θέμα «Προγραμματισμός Arduino για έλεγχο του Diyiot-car & ανάπτυξη WEB περιβάλλοντος για event-driven programming» όπου είχε αναπτυχθεί από συνεργαζόμενη ομάδα του σεμιναρίου. Το άτομο που το ανέβασε στο GitHub ήταν ο Ανδριτσάκης Δημήτρης (Αναφορά ονόματος για τήρηση της νομοθεσίας του open source), ο οποίος μας είχε εξηγήσει το τρόπο λειτουργίας του. Αυτό το χρήσιμο εργαλείο ήρθε να εγκατασταθεί όταν πήρα το Raspberry Pi 2. Αλλά πριν φτάσουμε στην επιλογή του Raspberry, έπρεπε να βρω πως θα υλοποιήσω την εργασία.

Ως μικροελεγκτή αγόρασα το Arduino (mega). Η επιλογή έγινε συνειδητά διότι είχα ασχοληθεί σε 2 θερινά σχολεία μαζί του, έχοντας γνώση και σε άλλα μοντέλα όπως το Uno και LilyPad. Η παρούσα εργασία θα μπορούσε να γίνει και με το Uno αλλά η επιλογή του Mega έγινε με προοπτική να ασχοληθώ περεταίρω μετά το πέρας της διπλωματικής.

Έπειτα το πρόβλημα ήταν τι αισθητήρες θα χρησιμοποιηθούν. Το σκεπτικό ήταν ότι ο έξυπνος κάδος θα έπρεπε να ελέγχει το βάρος του κάδου και την στάθμη. Τη στάθμη γιατί αν βάλουμε 10 κιλά σίδερα ο κάδος δεν θα έχει γεμίσει οπότε θα ήταν

άσκοπο να πάει ο Δήμος ή τα ΧΥΤΑ και να μαζέψουν τα σκουπίδια και να ξοδέψουν βενζίνη και εργατοώρες. Από την άλλη, αν ο κάδος κοίταγε μόνο τη στάθμη, μπορεί το περιεχόμενο του να ήταν βαμβάκι, που σε περίπτωση που έμπαινε ακόμα ένα σκουπίδι αυτό θα κατέβαζε τη στάθμη περιεχομένου του κάδου. Οπότε δόθηκε και μια ελάχιστη τιμή για το βάρος. Επίσης, όταν κάποιος θα πέταγε ένα σκουπίδι ο κάδος θα έβλεπε τη στάθμη γεμάτη, για αυτό, δόθηκε στον αισθητήρα μια καθυστέρηση στην ενεργοποίηση (Delay on) της τάξεως των 10 δευτερολέπτων. Όπου στιγμιαία ο αισθητήρας μπορεί να βλέπει το πέταγμα του σκουπιδιού (ή αν το κρατάει μέχρι να το πετάξει ο πολίτης), και έπειτα ξανά μηδενίζει εφόσον ο κάδος δεν είναι γεμάτος. Ένα ακόμα επιπλέον πρόβλημα που ξεπεράστηκε γρήγορα ήταν ότι, ο αισθητήρας υπερήχων (sonar) που κοιτάει τη στάθμη έστελνε και λάμβανε το σήμα χωρίς καμία καθυστέρηση ανάμεσα αυτών των 2 λειτουργιών, με αποτέλεσμα να έχουμε στάσιμο κύμα και να μη βλέπουμε τη μέτρηση. Η λύση ήταν να βάλουμε ένα μικρό delay ανάμεσα στην αποστολή και τη λήψη του σήματος. Όσο για τον αισθητήρα δύναμης – βάρους το πρόβλημα ήταν ότι δε μπορούσε να μετρήσει αντικείμενα που εφάπτονταν ακριβώς πάνω του όπως τα βιβλία είτε ο κάδος ο ίδιος γιατί τα ίδια τα αντικείμενα απορροφούσαν τους κραδασμούς και το βάρος τους. Για αυτό το λόγο μπήκαν 2 γόμες ακριβώς πάνω στη περιοχή του αισθητήρα με σκοπό όταν ένα αντικείμενο ακουμπήσει πάνω τους αυτό να μετρηθεί. Πράγματι αυτή η λύση ήταν επιτυχής.

Από την άλλη αυτό που με προβλημάτισε, ήταν ποιος θα ήταν ο τρόπος για να παίρνω απομακρυσμένα τα δεδομένα του Arduino. Επέλεξα το Raspberry Pi 2 διότι το είχα δει πως δουλεύετε από τα θερινά σχολεία που είχα κάνει και είχα δει από τις συνεργαζόμενες ομάδες και σκέφτηκα να ασχοληθώ μαζί του. Η επιλογή μου δεν ήταν μάταια. Το Raspberry διαθέτει μια μεγάλη κοινότητα που συνεχώς αυξάνεται και οποιαδήποτε πληροφορία χρειάστηκα τη βρήκα πολύ γρήγορα. Η εγκατάσταση και χρήσιμες εντολές για το λειτουργικό σύστημα που χρησιμοποίησα (Raspbian) βρέθηκαν εγκαίρως. Η επιλογή του Raspbian έγινε διότι ήταν το πιο διαδεδομένο στη κοινότητα. Το Raspbian είναι βασισμένο στο Linux Debian και είναι προσανατολισμένο για το Raspberry. Το Raspberry για να παίζει το πρόγραμμα του Arduino χρειαζόταν και αυτό το Arduino IDE. Στις εκδόσεις των Linux οι εκδόσεις του Arduino στερούνται της τελευταίας αναβάθμισης του IDE που είναι στα Windows, αλλά διαθέτουν ότι χρειαζόμαστε για να βγει η δουλειά μας εις πέρας.

Όπως ανέφερα οι εντολές Linux ήταν το μεγάλο πρόβλημα όπως και το κλειδί για να βγει η εργασία. Έψαξα και έμαθα εντολές μέσα από site που αναζητούσα με βάση την εργασία μου. Δηλαδή, το πως να στέλνω και να λαμβάνω δεδομένα από ένα Linux σε ένα άλλο. Η διαδικασία είχε δυσκολίες που σιγά σιγά με το πέρασμα του χρόνου καταλάβαινα τι γινόταν και τελικά κατέληξα στο να στέλνω και να παίρνω τα δεδομένα.

Ένα επίσης μεγάλο πρόβλημα ήταν το πως θα μπαίνω απομακρυσμένα στο Raspberry για να μπορώ να αλλάξω τον κώδικα του Arduino σε περίπτωση που κάτι δε μας αρέσει. Προσπάθησα να εγκαταστήσω το TeamViewer το οποίο όμως για ένα

περίεργο λόγο έβλεπα ότι δε μου έκανε την εγκατάσταση. Δοκίμασα να κάνω κάποιες οδηγίες από ιστοσελίδες που έδειχναν να το είχαν εγκαταστήσει αλλά δε τα κατάφερα. Έστειλα mail στο support του TeamViewer που είχε για την Ελλάδα αλλά η απάντηση ήταν ότι τελικά δεν είχαν άνθρωπο οπότε έπρεπε να επικοινωνήσω μαζί τους στα αγγλικά. Τους μεταβίβασα την απορία μου στα αγγλικά για το αν γίνεται να εγκαταστήσω το TeamViewer στο Raspberry και αν όχι αν υπάρχει προοπτική για να γίνει στο μέλλον. Η απάντηση ήταν γρήγορη αλλά αρνητική και στα 2 σκέλη “Dear Christos,

thank you for your message.

Unfortunately we do not support the Raspbian Pi 2, because the Pi has an ARM Processor. We have actually no support for the ARM Processors.

I will forward your suggestion to our product management. Such ideas are always welcome, although I can not promise when or if this Feature will be implemented, as the decision is based on public demand. Nevertheless, your feedback is very important to us as we want to continue to develop TeamViewer based on our user's needs and demands. We will be happy to inform you about realization of this feature.

If you have any further questions on our product, please feel free to contact us.

best regards

Tobias Riether

-Support Technician-”

Οπότε στράφηκα σε αυτό που πρότεινε η κοινότητα του Raspberry την ελεύθερη (GNU GPL License) πλατφόρμα TightVNC. Όμως και το TightVNC είχε τα bug του. Μετά την εγκατάσταση του tightvnc δε μπορούσα να μπω στην επιφάνεια εργασίας του raspberry. Μου πέταγε την οθόνη του Login και όταν του έβαζα τον υπάρχων και default κωδικό του Raspberry μου πέταγε στιγμιαία μαύρη οθόνη και ξαναγύριζε πάλι στην ίδια. Το πρόβλημα το βρήκα και στα σε κάποια forum<sup>82</sup>. Τελικά το έλυσα. Συνδέθηκα με ssh στο raspberry και έγραψα την εντολή “rm .Xauthority → γ” έκανα “sudo reboot” και έπαιξε κανονικά. Το tightvnc διαφέρει λίγο από το TeamViewer καθώς όταν είμαστε απομακρυσμένοι δε φαίνεται στο raspberry-τερματικό ότι κινείται το ποντίκι ή ανοίγουμε κάποιο πρόγραμμα. Αυτό φαίνεται μόνο από τη μεριά που έχουμε μπει απομακρυσμένα. Επίσης στην επιφάνεια εργασίας του raspberry δε μας δείχνει άλλα εικονίδια εκτός από το κάδο ανακύκλωσης. Για να τα δούμε πρέπει να μπούμε στους φακέλους και από εκεί στο φάκελο desktop όπου είναι και το sketch που παίζει το Arduino. Τέλος έμαθα και το Open source πρόγραμμα σχεδίασης ηλεκτρονικών κυκλωμάτων Fritzing.

### **Μελλοντικές σκέψεις για ανάπτυξη**

Όπως σε κάθε σύστημα, έτσι και σε αυτό, υπάρχουν περιθώρια μελλοντικής βελτίωσης είτε επεκτείνοντας τις λειτουργίες του, είτε αυξάνοντας την ποσότητα των κάδων που επιβλέπει. Αυτές οι βελτιώσεις μπορούν να επιτευχθούν με την προσθήκη ή αντικατάσταση διαφόρων τμημάτων.

Ένας εναλλακτικός τρόπος που βρήκα για να μπαίνουμε απομακρυσμένα στο Raspbery ήταν το Putty (PuTTY: a free SSH and Telnet client)<sup>84,85</sup>, το οποίο προορίζεται

κυρίως για Windows και Mac OS όπου στηρίζει πολλά διαδικτυακά πρωτόκολλα όπως τα SCP, SSH, Telnet, rlogin, και raw socket Connection. Ακόμα θα μπορούσε να μελετηθεί η χρήση του Arduino Υύν<sup>86,87</sup> για να αντικαταστήσει και τις 2 βασικές πλατφόρμες Mega & Raspberry Pi 2 για να μειωθεί το κόστος και να μπορεί να σταθεί πιο εύκολα σαν επιχειρηματική ιδέα. Αν το σενάριο βγει πραγματικό τότε θα κάνουμε και οικονομία χώρου και ρεύματος στον εκάστοτε έξυπνο κάδο. Περεταίρω προσθέσεις αισθητήρων θα μπορούσαν να γίνουν και στο θέμα της ασφάλειας του κάδου, όπως στο αν βρέχεται ή αν έχει πιάσει φωτιά, έτσι ώστε να γνωρίζουν οι εκάστοτε αρχές για την κατάσταση επικινδυνότητας που βρίσκεται και να πράττουν αναλόγως.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ Ι - Μοντέλο Αποδοχής Τεχνολογίας

Το Μοντέλο της Αποδοχής της Τεχνολογίας (Technology Acceptance Model - TAM) αναπτύχθηκε προκειμένου να εξηγήσει και να προβλέψει την αποδοχή της Τεχνολογίας της Πληροφορικής από άτομα. Αναπτύχθηκε από τους Fred Davis και Richard Bagozzi. Το TAM βασίστηκε στην Θεωρία της δικαιολογημένης δράσης (Theory of Reasoned Action -TRA), η οποία διατυπώθηκε από τους Ajzen και Fishbein και ισχυρίζεται ότι η κοινωνική συμπεριφορά παρακινείται από τη στάση ενός ατόμου απέναντι σε αυτή τη συμπεριφορά, από τις πεποιθήσεις του ατόμου σχετικά με το αποτέλεσμα που θα έχει η υιοθέτηση της συγκεκριμένης συμπεριφοράς και από την αξιολόγηση της αξίας που θα έχει καθένα από αυτά τα αποτελέσματα.

Το TAM υιοθετεί τις αιτιακές σχέσεις της θεωρίας της δικαιολογημένης δράσης προκειμένου να εξηγήσει τις συμπεριφορές αποδοχής της τεχνολογίας που εκδηλώνουν τα άτομα. Σύμφωνα με αυτό το μοντέλο, η Αντιλαμβανόμενη Ευκολία Χρήσης (Perceived Ease of Use) και η Αντιλαμβανόμενη Χρησιμότητα (Perceived Usefulness) από τη χρήση μιας συγκεκριμένης τεχνολογίας είναι οι δύο καθοριστικότεροι παράγοντες υιοθέτησής της. Ο Davis το [1989](#) όρισε την Αντιλαμβανόμενη Χρησιμότητα σαν

- *«το βαθμό, στον οποίο ένα άτομο πιστεύει ότι χρησιμοποιώντας ένα συγκεκριμένο σύστημα θα αυξήσει την απόδοσή του στην εργασία του»*

Παράδειγμα – Παρατήρηση: Ένας βιβλιοθηκάριος πιστεύει ότι αν προστεθεί ένας υπολογιστής που να περιέχει τις πληροφορίες των βιβλίων καθώς και που είναι τοποθετημένα αυτά στην βιβλιοθήκη θα του έλυσε το πρόβλημα του να θυμάται τις πληροφορίες αυτές, καθώς θα του απέδιδε και την άνεση να εξυπηρετεί πιο γρήγορα τους πελάτες. Όμως αυτό εγκυμονεί προβλήματα. Διότι ο εργαζόμενος της βιβλιοθήκης πρέπει να εκπαιδευτεί στο πώς να εισάγει και να βρίσκει την πληροφορία στον υπολογιστή. Κάτι τέτοιο όμως θα σήμαινε έξοδα για την βιβλιοθήκη, επειδή θα έπρεπε να εκπαιδεύσει τον εργαζόμενο μέσω κάποιου δασκάλου, συν ότι θα έλειπε από το πόστο του κατά την/τις ημέρα/ες εκπαίδευσης άρα η εξυπηρέτηση θα γινόταν πιο δύσκολα.

και την Αντιλαμβανόμενη Ευκολία Χρήσης σαν

- *«το βαθμό, στον οποίο ένα άτομο πιστεύει ότι η χρησιμοποίηση ενός συγκεκριμένου συστήματος δεν θα απαιτεί προσπάθεια».*

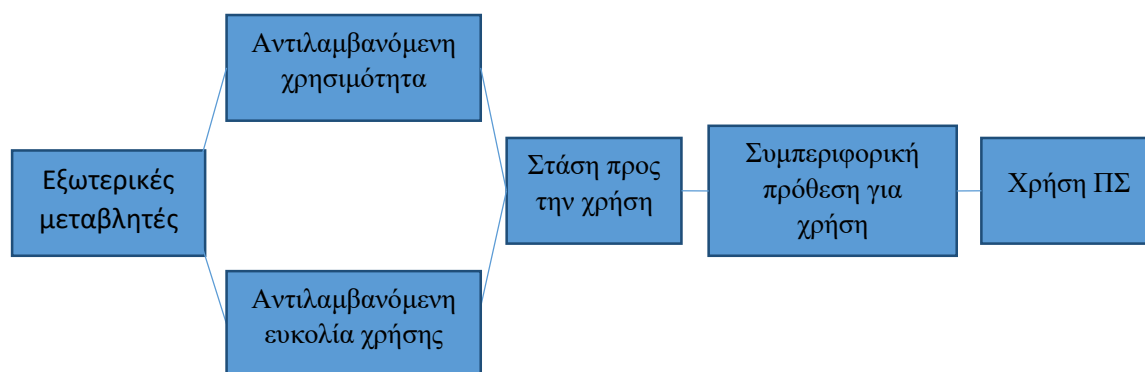
Παράδειγμα – Παρατήρηση: Ο διευθυντής ενός νοσοκομείου, θέλει να εισάγει ένα πληροφοριακό σύστημα που να καταγράφει τον εξοπλισμό αναλώσιμων που διαθέτει με σκοπό όταν αυτά τείνουν να τελειώσουν να αναπληρώνονται με νέα μέσω μιας αυτοματοποιημένης εργασίας. Εδώ υπάρχει η δυσκολία συνεργασίας των νοσηλευτών και των γιατρών του νοσοκομείου προκειμένου να ενημερώνουν το τμήμα πληροφορικής, ένα χαρακτηριστικό που απευθύνεται στον ανθρώπινο παράγοντα, δυσκολεύοντας παρά διευκολύνοντας το πρόβλημα. Δηλαδή

παρατηρούμε ότι συγκρούονται οι απόψεις για το αν το σύστημα θα είναι τόσο αυτοματοποιημένο ή όχι.

Τα υπόλοιπα δύο μέρη του TAM είναι η Στάση προς τη Χρήση (Attitude Towards Use) και η Συμπεριφορική Πρόθεση για Χρήση (Behavioural Intention to Use). Η Στάση προς τη Χρήση είναι η αξιολόγηση του χρήστη όσον αφορά την τοποθέτηση μιας συγκεκριμένης εφαρμογής πληροφοριακών συστημάτων. Η Συμπεριφορική Πρόθεση για Χρήση είναι ένα μέτρο της πιθανότητας ότι ένα άτομο θα χρησιμοποιήσει μια συγκεκριμένη εφαρμογή. Η εξαρτημένη τέλος μεταβλητή του TAM είναι η Πραγματική Χρήση (Actual Use). Συνήθως μετράτε με τη χρονική διάρκεια ή τη συχνότητα χρήσης μια συγκεκριμένης εφαρμογής. Η μέχρι σήμερα έρευνα έχει αποδείξει την ισχύ του συγκεκριμένου μοντέλου, το οποίο είναι πια ευρέως αποδεκτό.

Όσον αφορά την Αντιλαμβανόμενη Ευκολία Χρήσης και την Αντιλαμβανόμενη Χρησιμότητα στο [Διαδίκτυο](#), η διεθνής βιβλιογραφία αναφέρει κάποια πρώτα συμπεράσματα. Τα συχνότερα προβλήματα όσον αφορά την ευκολία χρήσης είναι οι αργές συνδέσεις, η αδυναμία εύρεσης [σελίδων](#) που οι χρήστες γνωρίζουν ότι υπάρχουν, η αδυναμία οργάνωσης των σελίδων και των πληροφοριών που έχουν συγκεντρώσει, η αναξιопιστία των ιστοσελίδων, οι ατελείς αναζητήσεις και η δυσκολία εύρεσης συγκεκριμένων πληροφοριών. Η αντιλαμβανόμενη χρησιμότητα στο διαδίκτυο εντοπίζεται κυρίως στον όγκο της διαθέσιμης πληροφορίας, στη ευκολία αγοράς, και στην υποστήριξη συγκεκριμένων επιχειρησιακών λειτουργιών (Marketing, Έρευνα και Ανάπτυξη).

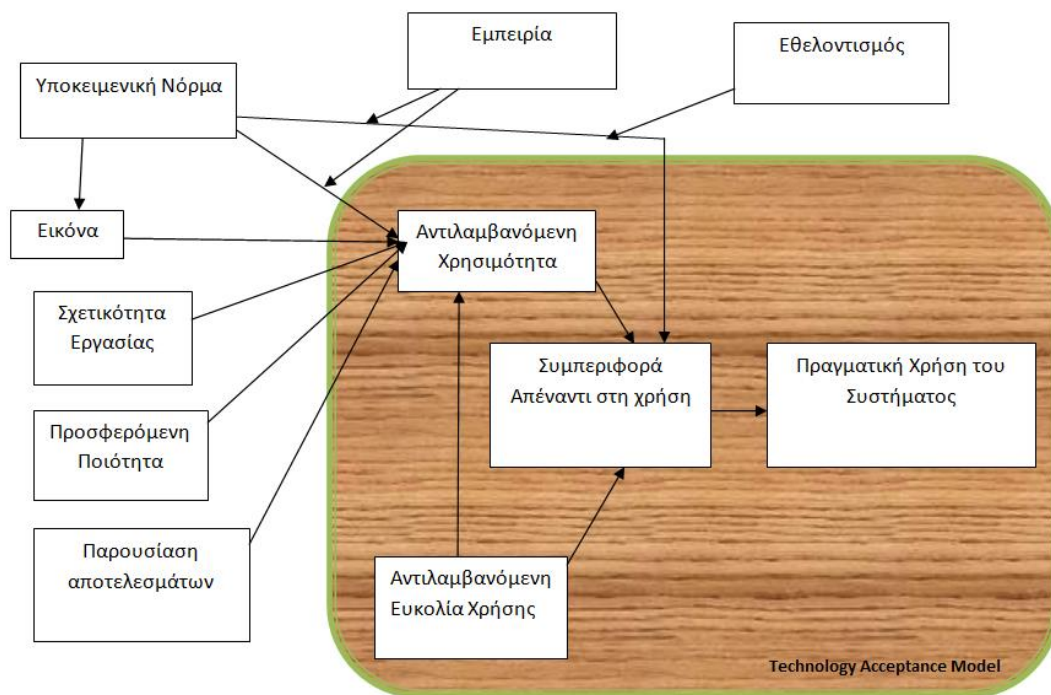
Ο Taylor και Todd το [1995](#) μελέτησαν τον ρόλο της προηγούμενης εμπειρίας στους χρήστες. Συνέκριναν τα αποτελέσματα από έμπειρους και άπειρους χρήστες πληροφοριακών συστημάτων. Οι άπειροι χρήστες έδωσαν διαφορετική έμφαση στους παράγοντες της πρόθεσης και της χρήσης (Usage) από ότι οι έμπειροι χρήστες. Υπήρχαν σημαντικές διαφορές μεταξύ των δύο ομάδων όσον αφορά την επιρροή της αντιλαμβανόμενης χρησιμότητας (PU), όπου ήταν και ο ισχυρότερος παράγοντας για την πρόθεση (Intention) για την άπειρη ομάδα, ενώ η αντιλαμβανόμενη ευκολία στη χρήση (PEOU) αποδείχθηκε πιο σημαντικός παράγοντας από την Στάση (Attitude). Αντίθετα, οι έμπειροι χρήστες έδωσαν μικρότερη βαρύτητα στην αντιλαμβανόμενη χρησιμότητα (PU). Υπήρχε μια ισχυρότερη σχέση μεταξύ της Συμπεριφορικής Πρόθεσης και συμπεριφοράς για τους έμπειρους χρήστες και αυτό γιατί είχαν στην Στάση τους εμπειρία που έχει κερδηθεί από προηγούμενες περιπτώσεις.



Απεικόνιση του μοντέλου TAM<sup>1</sup>

Ωστόσο, το πρώτο Μοντέλο Αποδοχής Τεχνολογίας δεν περιλάμβανε καθόλου κοινωνικούς παράγοντες οι οποίοι διαδραματίζουν σημαντικό ρόλο στη στάση ενός ατόμου. Γι' αυτό το λόγω, ερευνητές πρότειναν ένα τροποποιημένο μοντέλο που θα αντισταθμίσει το προηγούμενο ελάττωμα. Οι Venkatseh και Davis το 2000 πρότειναν το δεύτερο Μοντέλο Αποδοχής Τεχνολογίας (TAM2)<sup>2</sup> ως προέκταση του TAM, με μόνη διαφορά την προσθήκη εννοιών όπως: υποκειμενικά πρότυπα (- νόρμα) (subjective norm), εθελοντισμό (voluntariness), εικόνα (image) και νοητικές οργανωτικές διαδικασίες (cognitive instrumental processes), σχετικότητα εργασίας (job relevance), ποιότητα απόδοσης (output quality), αποδειξιμότητα αποτελεσμάτων (result demonstrability).<sup>10</sup> Στα υποκείμενα πρότυπα ανήκει και η προσωπική καινοτομία του ατόμου. Ως προσωπική καινοτομία εννοούμε «*Το βαθμό στον οποίο ένα άτομο θα υιοθετήσει μια καινοτομία πριν από άλλα μέλη του κοινωνικού συνόλου*» (Rogers & Shoemaker)<sup>1</sup>. Με βάση έρευνες που έχουν διεξαχθεί, η προσωπική καινοτομία χωρίζεται σε δύο κατηγορίες: Την ειδική και την γενική. Η ειδική καινοτομία πρόκειται για «*την τάση ενός ατόμου να δοκιμάζει καινοτομίες σε προϊόντα, υπηρεσίες καθώς και διεργασίες στο δικό του τομέα ενδιαφέροντος*» (Goldsmith & Hofacker), ενώ η γενική «*περιλαμβάνει τα πνευματικά, αντιληπτικά και συμπεριφοριστικά χαρακτηριστικά ενός ατόμου*» (Joseph & Vyas). Οι Agarwal και Prasad, πρότειναν την καινοτομία στις νέες τεχνολογίες ως «*Την πρόθεση ενός ατόμου να δοκιμάσει οποιαδήποτε καινούργια τεχνολογία πληροφορίας*». Η προσωπική καινοτομία επηρεάζει θετικά το σχετικό πλεονέκτημα, την αντιλαμβανόμενη ευκολία χρήσης, τη συμβατότητα και την αντιλαμβανόμενη χρησιμότητα.





Απεικόνιση του Technology Acceptance Model 2 <sup>2</sup>

### Θεωρία της αιτιολογημένης δράσης

Η θεωρία της αιτιολογημένης δράσης (TRA) προϋποθέτει ότι, η μεμονωμένη συμπεριφορά οδηγείται από τις συμπεριφοριστικές προθέσεις όπου οι συμπεριφοριστικές προθέσεις είναι μια λειτουργία της στάσης ενός ατόμου απέναντι στη συμπεριφορά και υποκείμενους κανόνες που περιβάλλουν την απόδοση της συμπεριφοράς<sup>3</sup>.

Η στάση απέναντι στη συμπεριφορά ορίζεται από τα θετικά ή αρνητικά συναισθήματα του ατόμου για την εκτέλεση μιας συμπεριφοράς. Καθορίζεται μέσω μιας αξιολόγησης των πεποιθήσεων κάποιου σχετικά με τις συνέπειες που προκύπτουν από μια συμπεριφορά και μια αξιολόγηση του επιθυμητού αυτών των συνεπειών. Τυπικά, η γενική τοποθέτηση μπορεί να αξιολογηθεί κατά το ποσό της μεμονωμένης συνέπειας  $X$  τις αξιολογήσεις του επιθυμητού για όλες τις αναμενόμενες συνέπειες της συμπεριφοράς.

Ο υποκειμενικός κανόνας ορίζεται ως η αντίληψη ενός ατόμου για το εάν και κατά πόσο είναι σημαντικό μια συμπεριφορά να εκτελεσθεί. Η συμβολή της άποψης σχετικά με οποιαδήποτε δεδομένη αναφορά σταθμίζεται από το κίνητρο ότι ένα άτομο πρέπει να συμμορφωθεί με τις επιθυμίες εκείνης της αναφοράς. Ως εκ τούτου, ο γενικός υποκειμενικός κανόνας μπορεί να εκφραστεί ως ποσό της μεμονωμένης αντίληψης  $X$  τις αξιολογήσεις του κινήτρου για όλες τις σχετικές αναφορές.

Η Αλγεβρική TRA (Algebraically TRA) μπορεί να αντιπροσωπευθεί ως  $\beta = w1AB + w2SN$  όπου το  $\beta$  είναι η συμπεριφορά, Το  $B$  είναι συμπεριφοριστική πρόθεση, Το  $AB$  είναι στάση απέναντι στη συμπεριφορά,  $SN$  είναι υποκειμενικός κανόνας, και  $w1$  και  $w2$  είναι βάρη που αντιπροσωπεύουν τη σημασία κάθε όρου.

Το πρότυπο έχει μερικούς περιορισμούς συμπεριλαμβανομένου ενός σημαντικού κινδύνου μεταξύ των τοποθετήσεων και των κανόνων, δεδομένου ότι οι τοποθετήσεις μπορούν συχνά να λειτουργούν ως κανόνες και το αντίστροφο. Ένας δεύτερος περιορισμός είναι η υπόθεση ότι όταν διαμορφώνει κάποιος μια πρόθεση να ενεργήσει, θα είναι ελεύθερος να ενεργήσει χωρίς περιορισμό. Στην πράξη, περιορισμοί όπως η περιορισμένη δυνατότητα, χρόνος, περιβαλλοντικά ή οργανωτικά όρια, και οι ασυναίσθητες συνήθειες θα περιορίσουν την ελευθερία να ενεργήσουν. Η θεωρία της προγραμματισμένης συμπεριφοράς (TPB) προσπαθεί να επιλύσει αυτόν τον περιορισμό.<sup>3</sup>

Η βελτίωση των αποτελεσμάτων της αντιλαμβανόμενης ευκολίας χρήσης μπορεί να επιτευχθεί για παράδειγμα με την τήρηση των οχτώ αρχών ευχρηστίας όσο αφορά τις web εφαρμογές από το ΠΣ, που είναι οι εξής:

- Να μιλάει τη γλώσσα των χρηστών - δηλαδή χρήση, φράσεις, έννοιες εξοικειωμένες με το χρήστη.
- Συνέπειας - παρόμοιες έννοιες, η ορολογία, τα γραφικά, η διάταξη, κλπ.
- Ελαχιστοποίηση του φορτίου της μνήμης του χρήστη - μην αναγκάζονται οι χρήστες να θυμούνται πληροφορίες για όλα τα έγγραφα.
- Ευελιξία και αποδοτικότητα της χρήσης.
- Αισθητική και μιμητιστικός σχεδιασμός - οπτικά ευχάριστες οθόνες χωρίς άσχετες ή ενοχλητικές πληροφορίες.
- Σχηματισμού κομματιών (Chunking) - σύντομα έγγραφα με ένα θέμα ιδανικό σε μία σελίδα.
- Προοδευτικά επίπεδα λεπτομέρειας - οργάνωση των πληροφοριών ιεραρχικά με γενικές πληροφορίες πριν από συγκεκριμένες λεπτομέρειες.<sup>8</sup>
- Ανατροφοδότηση πλοήγησης - επιτρέπει στον χρήστη να καθορίσει τη θέση του εγγράφου.<sup>4,5</sup>

### Θεωρία της προγραμματισμένης συμπεριφοράς

Η θεωρία της προγραμματισμένης συμπεριφοράς είναι μια θεωρία για τη σύνδεση μεταξύ τοποθετήσεις και συμπεριφορά. Προτάθηκε από τον [Icek Ajzen](#) ως επέκταση [θεωρία της αιτιολογημένης δράσης](#).

Η θεωρία της προγραμματισμένης συμπεριφοράς υποστηρίζει ότι η ανθρώπινη δράση καθοδηγείται από τρία είδη εκτιμήσεων:

- Πεποιθήσεις για τις πιθανές εκβάσεις της συμπεριφοράς και τις αξιολογήσεις αυτών των εκβάσεων (συμπεριφοριστικές πεποιθήσεις) .
- Πεποιθήσεις για τις κανονιστικές προσδοκίες άλλες και του κινήτρου για να συμμορφωθεί με αυτές τις προσδοκίες (κανονιστικές πεποιθήσεις) .

- Πεποιθήσεις για την παρουσία παραγόντων που μπορεί να διευκολύνει ή να εμποδίσει την απόδοση της συμπεριφοράς και την αντιληπτή δύναμη αυτών των παραγόντων (πεποιθήσεις ελέγχου).

Στα αντίστοιχα σύνολά τους, οι συμπεριφοριστικές πεποιθήσεις παράγουν μια ευνοϊκή ή δυσμενή στάση απέναντι στη συμπεριφορά, που έχει σαν αποτέλεσμα, να δημιουργούνται πεποιθήσεις για την αντιληπτή κοινωνική πίεση και τον αντιληπτό συμπεριφοριστικό έλεγχο.

Σε συνδυασμό, με την στάση απέναντι στη συμπεριφορά, ο υποκειμενικός κανόνας, και η αντίληψη για το συμπεριφοριστικό έλεγχο στο σχηματισμό μιας πρόθεσης κατά γενικό κανόνα, είναι ο ευνοϊκότερος για την πρόθεση. Όσο είναι μεγαλύτερος ο αντιληπτός έλεγχος πρέπει να είναι και η πρόθεση του προσώπου να εκτελέσει τη συμπεριφορά. Τέλος, λαμβάνοντας υπόψη μας έναν ικανοποιητικό βαθμό πραγματικού ελέγχου της συμπεριφοράς, οι άνθρωποι αναμένονται να πραγματοποιήσουν τις προθέσεις τους όταν προκύπτει η ευκαιρία.

Η πρόθεση υποτίθεται ότι έτσι θα ήταν άμεσης συμπεριφοράς. Εντούτοις, επειδή πολλές συμπεριφορές θέτουν τις δυσκολίες της εκτέλεσης που μπορούν να περιορίσουν το βουλητικό έλεγχο, ο αντιληπτός συμπεριφοριστικός έλεγχος θεωρείται έτσι ώστε να έχει μια πρόσθετη άμεση επίδραση στη συμπεριφορά.<sup>4</sup>

### Η θεωρία της σχεδιασμένης συμπεριφοράς

Η θεωρία της σχεδιασμένης συμπεριφοράς (Theory of planned behaviour - TPB) είναι

όρος που χρησιμοποιείται επίσης στη ψυχολογία. Ασχολείται και αυτή με τον σύνδεσμο μεταξύ στάσης (attitude) και συμπεριφοράς (behaviour). Προτάθηκε επίσης

από τον Ajzen το 1991, ως επέκταση της προαγόμενης θεωρίας του για την αιτιολογημένη δράση. Έχει εφαρμοστεί σε μελέτες για τις σχέσεις μεταξύ πεποιθήσεων, στάσεων, προθέσεων συμπεριφοράς και συμπεριφορών σε διάφορα πεδία, όπως τη διαφήμιση, τις δημόσιες σχέσεις κτλ.

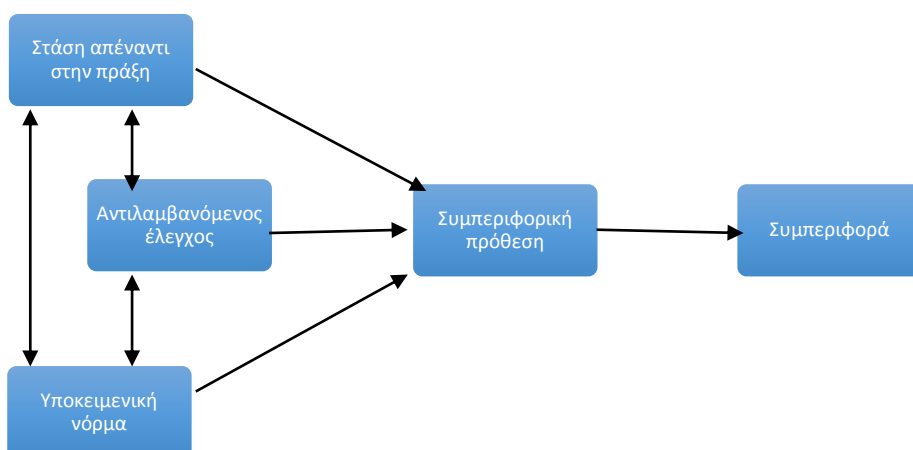
Η TPB δημιουργήθηκε κυρίως λόγω μελετών που – αντικρούοντας τη θεωρία αιτιολογημένης δράσης – έδειξαν ότι η στενή σχέση μεταξύ πρόθεσης συμπεριφοράς

και πραγματικής συμπεριφοράς δεν είναι και τόσο ακριβής, αφού η πρόθεση συμπεριφοράς δεν οδηγεί πάντα στη συμπεριφορά λόγω της ύπαρξης περιστασιακών περιορισμών. Έτσι,

προστέθηκε ένα νέο στοιχείο επίδρασης: ο αντιλαμβανόμενος έλεγχος συμπεριφοράς (perceived behavioral control) και πρόεκυψε η θεωρία της σχεδιασμένης συμπεριφοράς. Ο

αντιλαμβανόμενος έλεγχος συμπεριφοράς προέρχεται από τη θεωρία αυτοδυναμικότητας (Self Efficacy Theory - SET) που προτάθηκε από τον Bandura το 1977, και η οποία σχετίζεται με τη σειρά της με

τη θεωρία της κοινωνικής γνωστικότητας (Social Cognitive Theory). Η αυτόδυναμικότητα όπως ορίζεται στην παραπάνω θεωρία είναι η πεποίθηση κάποιου ατόμου στην αποτελεσματικότητα του στην εκτέλεση συγκεκριμένων εργασιών. Μάλιστα, οι άνθρωποι που θεωρούν τους εαυτούς τους ιδιαίτερα αποτελεσματικός συμπεριφέρονται, σκέπτονται και αισθάνονται διαφορετικά από αυτούς που αντιλαμβάνονται τους εαυτούς τους ως μη αποτελεσματικούς. Σύμφωνα με τον Bandura οι προσδοκίες όπως τα κίνητρα, η απόδοση και τα αισθήματα απογοήτευσης συσχετισμένα με επαναλαμβανόμενες αποτυχίες καθορίζουν τις αντιδράσεις συμπεριφοράς. Οι προσδοκίες μπορούν να χωριστούν σε δύο ομάδες: προσδοκία αυτοδυναμικότητας και προσδοκία αποτελέσματος, όπου η προσδοκία αποτελέσματος αναφέρεται στην εκτίμηση ενός ατόμου ότι μια συγκεκριμένη συμπεριφορά θα οδηγήσει σε συγκεκριμένα αποτελέσματα. Καθώς η θεωρία αυτοδυναμικότητας συνεισφέρει στην εξήγηση διαφόρων σχέσεων μεταξύ πεποιθήσεων, στάσεων, προθέσεων και συμπεριφορών, έχει εφαρμοστεί και σε διάφορα πεδία σχετικά με την υγεία (π.χ. φυσική άσκηση και ψυχική υγεία στην προεφηβία.)



#### Απεικόνιση της θεωρίας σχεδιασμένης συμπεριφοράς κατά Ajzen

Από τα παραπάνω λοιπόν προκύπτει ότι η θεωρία της σχεδιασμένης συμπεριφοράς εξαρτάται από την πρόθεση συμπεριφοράς, η οποία είναι συνάρτηση της στάσης του μεμονωμένου ατόμου απέναντι στη συμπεριφορά, των υποκειμενικών νορμών που σχετίζονται με την απόδοση της συμπεριφοράς, αλλά και της αντίληψης του ατόμου για την ευκολία με την οποία μπορεί να εκτελεστεί η συμπεριφορά. Εξηγεί λοιπόν και η θεωρία σχεδιασμένης συμπεριφοράς με έναν ελαφρώς διαφορετικό

τρόπο τη συμπεριφορά των στελεχών μιας επιχείρησης στις υλοποιήσεις ηλεκτρονικού επιχειρείν<sup>5</sup>.

### **Η Εφαρμογή του μοντέλου στην Ελλάδα και Διεθνώς**

Οι TRA & TPB έχουν επικυρωθεί εμπειρικά, και χρησιμοποιούνται ευρέως για την πρόβλεψη ή την εξήγηση της γνωστικής και συναισθηματικής συμπεριφοράς χρησιμοποιώντας τη σχέση πεποίθηση – πρόθεση – συμπεριφορά στην κοινωνική ψυχολογία. Το μοντέλο αυτό έχει εφαρμοστεί σε περισσότερες από 900 έρευνες<sup>11</sup>. Έχει υποστηριχτεί επίσης ότι σε πολλές μετά αναλύσεις ότι, το επίπεδο πρόβλεψης του είναι ισχυρότερο σε σύγκριση με άλλες θεωρίες. Στις έρευνες φάνηκε ότι η ανθρώπινη συμπεριφορά επηρεαζόταν είτε από την πρόθεση και τον αντιλαμβανόμενο έλεγχο είτε ξεχωριστά από μια από αυτές τις μεταβλητές. Έπειτα η πρόθεση επηρεαζόταν περισσότερο είτε από τη στάση απέναντι στη συμπεριφορά είτε από τον αντιλαμβανόμενο έλεγχο της συμπεριφοράς. Στην Ελλάδα το μοντέλο έχει εφαρμοστεί στο χώρο της τεχνολογίας πληροφορικής και επικοινωνιών (Τ.Π.Ε.) στην εκπαίδευση, με σκοπό να εξεταστούν οι παράγοντες που επηρεάζουν τους εκπαιδευτικούς να της χρησιμοποιούν στο μάθημά τους, καθώς και για να μελετηθούν οι παράγοντες που επηρεάζουν τα στελέχη της εκπαίδευσης στο να υποστηρίξουν την εισαγωγή και εφαρμογή των Τ.Π.Ε. στα σχολεία.<sup>12</sup>

### **Διάχυση καινοτομιών: Βασικό εργαλείο του μάρκετινγκ**

Βλέπουμε αλλού τον [κύκλο ζωής προϊόντων](#)\* καθώς και τις απαιτήσεις μανάτζμεντ στο κάθε στάδιο. Εδώ βλέπουμε την έννοια της διάχυσης καινοτομιών (diffusion of innovation), το πως δηλαδή οι καταναλωτές και η συμπεριφορά τους καθορίζουν τον τρόπο με τον οποίο νέα, καινοτομικά προϊόντα γίνονται αποδεκτά και η χρήση τους ευρεία. Η διάχυση αυτή ακολουθεί συγκεκριμένους τρόπους που εξαρτώνται από τα χαρακτηριστικά του προϊόντος και τα χαρακτηριστικά των καταναλωτών που τα αγοράζουν και τα χρησιμοποιούν. (Ως προϊόν μπορούμε να θεωρήσουμε ένα πληροφοριακό σύστημα).

Υπάρχουν διάφορα χαρακτηριστικά του προϊόντος που είτε επιταχύνουν είτε επιβραδύνουν την αποδοχή του από το γενικό καταναλωτικό κοινό και τα πέντε κυριότερα είναι:

- ✓ Το κατά πόσο το προϊόν θεωρείται πολύπλοκο και οι καταναλωτές δεν μπορούν ή δεν θέλουν να εξοικειωθούν με τη χρησιμότητα του (κάτι που συμβάλλει σε επιβράδυνση).
- ✓ Το κατά πόσο το προϊόν και η χρήση του είναι συμβατά με υπάρχουσες συνήθειες (κάτι που επίσης μπορεί να συμβάλλει σε επιβράδυνση).
- ✓ Το συγκριτικό πλεονέκτημα του προϊόντος και η ανωτερότητα του σε σχέση με υπάρχοντα προϊόντα (πλεονεκτήματα μπορούν να δημιουργηθούν με

κάποια ξεχωριστή λειτουργικότητα, χαμηλότερη τιμή, καλύτερη σχεδίαση κλπ.).

- ✓ Το κατά πόσο η αξία της καινοτομίας μπορεί να γίνει εύκολα αντιληπτή.
- ✓ Το κατά πόσο μπορεί κανείς να δοκιμάσει το προϊόν πριν το αγοράσει.

Η αποστολή του μάνατζερ που καταστρώνει τη στρατηγική μάρκετινγκ ενός νέου προϊόντος είναι να βρει τα χαρακτηριστικά του προϊόντος που επιταχύνουν ή επιβραδύνουν την αποδοχή του και να τα χειριστεί κατάλληλα.

Το άλλο βασικό στοιχείο είναι η συμπεριφορά των αγοραστών και χρηστών του καινοτομικού προϊόντος. Υπάρχουν καταναλωτές που δοκιμάζουν κάτι καινούργιο αμέσως, υπάρχουν άλλοι που προτιμούν να περιμένουν μέχρι να πεισθούν ότι το προϊόν αξίζει τον κόπο. Στην ευρύτερη αγορά υπάρχουν οι παρακάτω ομάδες καταναλωτών:

- Καινοτόμοι: περίπου 2% των καταναλωτών, συνήθως με υψηλή μόρφωση και εισόδημα και ως εκ τούτου με μεγάλη εμπιστοσύνη στις αγοραστικές ικανότητες τους και με μεγάλη ευκολία στην κατανάλωση. Συνήθως αναζητούν πληροφορίες για νέα προϊόντα από τα μαζικά μέσα ενημέρωσης και έτσι η στόχευση τους είναι σχετικά εύκολη.
- Πρώιμοι καταναλωτές: περίπου 15% των καταναλωτών, επίσης υψηλών εισοδημάτων, που σε αντίθεση με τους καινοτόμους αναζητούν πληροφορίες σχετικά με νέα προϊόντα από προσωπικές πηγές και συμβάλλουν στην διαφήμιση και εξάπλωση νέων προϊόντων στον περίγυρο τους.
- Πρώιμη πλειοψηφία: περίπου 35% των καταναλωτών, που αντιπροσωπεύει το άνοιγμα της ευρύτερης αγοράς. Οι καταναλωτές αυτοί έχουν εισόδημα και μόρφωση λίγο μεγαλύτερο από τον μέσο όρο και χρησιμοποιούν διάφορες πηγές πληροφοριών σχετικά με νέα προϊόντα, μία από τις οποίες είναι και οι πρώιμοι καταναλωτές.
- Όψιμη πλειοψηφία: περίπου 35% των καταναλωτών, που αρχίζουν να χρησιμοποιούν ένα προϊόν όταν είναι πλέον καθιερωμένο, είναι συνήθως χαμηλότερων εισοδημάτων και μόρφωσης και καθυστερούν περιμένοντας χαμηλότερες τιμές και καλύτερο προϊόν.
- Ουραγοί: περίπου 15% των καταναλωτών, με μεγάλη δυσπιστία για οτιδήποτε καινούργιο και καινοτομικό, μπορεί να προέρχονται από οποιοδήποτε κοινωνικό και οικονομικό στρώμα.

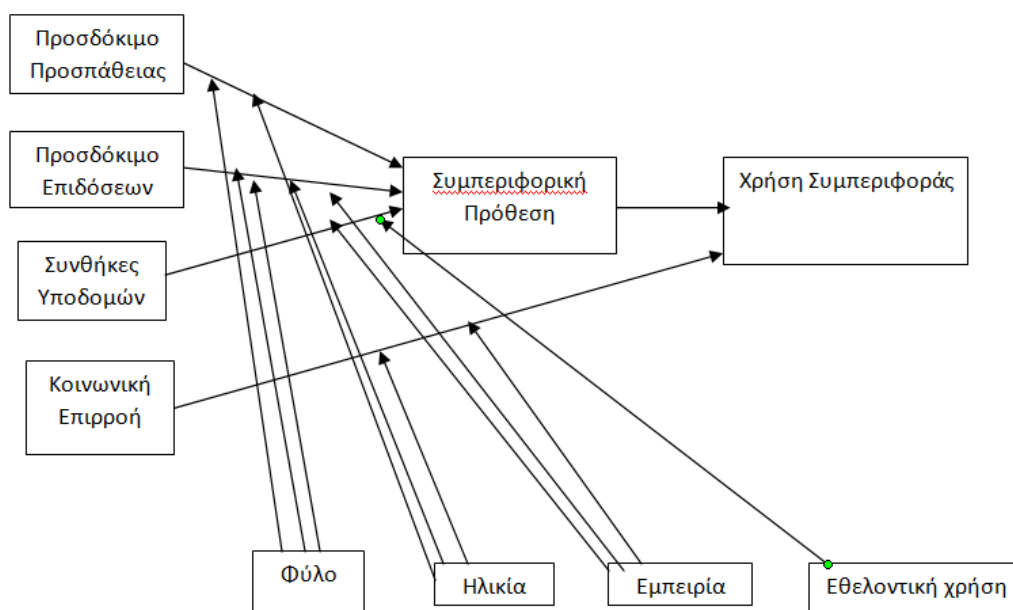
Οι κατηγορίες αυτές είναι χρήσιμες στο μάνατζμεντ του μάρκετινγκ γιατί επιτρέπουν την στόχευση συγκεκριμένων γκρουπ καταναλωτών σε διάφορα χρονικά σημεία της πορείας ενός νέου προϊόντος. Ας σημειωθεί ότι αν και είναι συνηθισμένη η πρακτική της στόχευσης των καινοτόμων καταναλωτών στο λανσάρισμα κάποιου καινούργιου προϊόντος, πολλές φορές ένα λανσάρισμα μπορεί να στοχεύσει κάπου στο μέσον των παραπάνω κατηγοριών.

Η διαδικασία της διάχυσης και ο [κύκλος ζωής προϊόντων](#) είναι δύο από τα πιο βασικά εργαλεία του μάρκετινγκ στο μανάτζμεντ προϊόντων. Και τα δύο επιτρέπουν σε ένα μανάτζερ να προβλέψει τις εξελίξεις στη διάρκεια ζωής ενός προϊόντος, αλλά η διάχυση είναι ιδιαίτερα χρήσιμη γιατί συνδυάζει το μανάτζμεντ νέων και υπαρχόντων προϊόντων.<sup>13</sup>

### Θεωρία Αποδοχής και Χρήσης της Τεχνολογίας (ΘΑΧΤ)

Η Θεωρία αυτή είναι αποτέλεσμα της ανάγκης των ερευνητών να βρουν ένα μοντέλο που να συνδέει παράγοντες πολλών θεωρητικών μοντέλων, με αποτέλεσμα την πρόθεση και ερμηνεία της συμπεριφοράς του χρήστη. Οι Legris, Ingham, Collette<sup>6</sup> ανακήρυξαν ότι το TAM και TAM2 εξηγούσαν μόνο το 40% της διακύμανσης των τιμών της πρόθεσης χρήσης. Ως αποτέλεσμα είχε να αναπτυχθεί η θεωρία αποδοχής και χρήσης της τεχνολογίας. Η θεωρία αυτή ύστερα από μελέτες φάνηκε να είναι πιο αποτελεσματική σε σχέση με τα προϋπάρχοντα θεωρητικά μοντέλα φτάνοντας σε ποσοστό ερμηνείας περίπου 70% της πρόθεσης χρήσης. Η ΘΑΧΤ<sup>7</sup> αποτελείται από τέσσερις παράγοντες: Το προσδόκιμο προσπάθειας, το προσδόκιμο επιδόσεων, τις συνθήκες υποδομών και την κοινωνική επιρροή. Επιπλέον, εξετάζεται και η επίδραση του φύλου, της ηλικίας, της εμπειρίας, της εθελοντικής χρήσης στην πρόθεση χρήσης του ατόμου.

Με τον όρο προσδόκιμο προσπάθειας ορίζουν: «*Το βαθμό ευκολίας που σχετίζεται με τη χρήση τεχνολογίας από τους καταναλωτές*». Το προσδόκιμο επιδόσεων: «*Το βαθμό στον οποίο η χρήση μιας τεχνολογίας θα παρέχει πλεονεκτήματα στους καταναλωτές που εκτελούν συγκεκριμένες δραστηριότητες*». Τις συνθήκες υποδομών: «*Οι αντιλήψεις των καταναλωτών σε σχέση με τους πόρους και την υποστήριξη που παρέχεται για την εκτέλεση μιας συμπεριφοράς*». Τέλος η κοινωνική επιρροή: «*Η αντιλαμβανόμενη πίεση που δέχεται ένα άτομο από τον κοινωνικό του περίγυρο σε θέματα πρόθεσης χρήσης ή σε καινοτομίες*».



Απεικόνιση θεωρίας Αποδοχής και Χρήσης της Τεχνολογίας

Το 2012 πάλι από τον Venkatesh και τους συνεργάτες του, παρουσιάστηκε η εξέλιξη της προηγούμενης Θεωρίας τους και την ονομάζουν Θεωρία αποδοχής και χρήσης της Τεχνολογίας 2 (ΘΑΧΤ 2)<sup>6</sup>. Η νέα πλέον θεωρία περιλαμβάνει επιπλέον παράγοντες όπως: Το κίνητρο, η συνήθεια και αντιλαμβανόμενο κόστος.

Ως συνήθεια ορίζουν: «Μια αυτόματη συμπεριφορά εκτός συνείδησης ή ελάχιστης διανοητικής προσπάθειας». Κίνητρο: «Η διασκέδαση ή η ευχαρίστηση που προέρχεται από τη χρήση μιας τεχνολογίας». Τέλος ως αντιλαμβανόμενο κόστος: «Το δίλλημα των καταναλωτών ανάμεσα στα αντιλαμβανόμενα οφέλη των εκάστοτε εφαρμογών και στο χρηματικό κόστος για τη χρήση τους».

### Πλαίσιο Τεχνολογίας - Περιβάλλοντος - Οργανισμού

Το Πλαίσιο Τεχνολογίας - Περιβάλλοντος - Οργανισμού (Technology-Organization- Environment - TOE ) προτάθηκε από τους Tornatzky και Fleischer στο αντίστοιχο βιβλίο τους το 1990 και έχει επηρεάσει πολλά μετέπειτα μοντέλα κάτι που το καθιστά ίσως και το σημαντικότερο πλαίσιο κυρίως όσον αφορά και την επιχειρησιακή δια-λειτουργικότητα. Το πλαίσιο καθορίζει τις τρεις περιοχές που χρησιμοποιεί μια επιχείρηση για να καθορίσει πώς θα μπορέσει να εκμεταλλευτεί τη νέα τεχνολογία που σχετίζεται με το ηλεκτρονικό εμπόριο:

- Τεχνολογία  
Η τεχνολογία μέσα στον οργανισμό, αλλά και η υπάρχουσα τεχνολογία που είναι διαθέσιμη στη βιομηχανία λαμβάνονται υπόψη για να καθοριστεί η ικανότητα της επιχείρησης να υιοθετήσει το ηλεκτρονικό εμπόριο.
- Περιβάλλον  
Το περιβάλλον περιλαμβάνει το βιομηχανικό δυναμικό, τον ανταγωνισμό, τους εξωτερικούς πόρους και την κυβερνητική συνεργασία και τις κανονιστικές ρυθμίσεις.
- Οργανισμός  
Η στρατηγική και η δομή του οργανισμού περιλαμβάνει το μέγεθος και το πεδίο δράσης της επιχείρησης, τη συγκέντρωση, τυποποίηση και πολυπλοκότητα της διοικητικής της δομής, την ποιότητα του ανθρώπινου δυναμικού της και την ποσότητα των εσωτερικών αδιάφορων πόρων [ Zhu , Xu Dedrick, 2003].

Το πλαίσιο TOE έχει θέσει τις βάσεις για πολλά άλλα μεταγενέστερα μοντέλα. Κάτι τέτοιο παρατηρείται στο μοντέλο των Tanetal. Όπου μελετιέται η χρήση ηλεκτρονικών θέσεων αγορών από μικρές επιχειρήσεις. Αναφέρεται πως οι παράγοντες επηρεασμού που σχετίζονται άμεσα με την επιτυχία ή την αποτυχία μιας πρωτοβουλίας ηλεκτρονικού εμπορίου χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες:

1. Παράγοντες πληροφοριακών συστημάτων (IS Factors).



2. Πρώτα χρειάζεται να μελετηθεί η υποδομή για να απαντηθούν ερωτήματα, όπως: Είναι η τρέχουσα διαμόρφωση για να είναι συμβατή με τη νέα τεχνολογία που θα χρειαστεί. Η πολυπλοκότητα της τεχνολογίας θα πρέπει να είναι τέτοια, ώστε να μπορέσει το τρέχον προσωπικό να τη χειριστεί καταλλήλως.

### 3. Οργανωτικοί παράγοντες (Organizational Factors)

Το επόμενο βήμα είναι να μελετηθούν θέματα που σχετίζονται με τον οργανισμό για να φανεί αν ο οργανισμός είναι έτοιμος. Μελετάται επίσης η ετοιμότητα της διοίκησης και οι γνώσεις της πάνω στην τεχνολογία που πρέπει να χρησιμοποιηθεί στη νέα στρατηγική ηλεκτρονικού εμπορίου. Αν η τεχνολογική γνώση δεν επαρκεί για να κατανοήσουν τις επιχειρηματικές χρήσεις της νέας τεχνολογίας και το πώς αυτές ενσωματώνονται στη γενική στρατηγική της επιχείρησης, μειώνονται οι πιθανότητες επιτυχίας.

### 4. Παράγοντες περιβάλλοντος (Environmental Factors)

Οι εξωτερικοί παράγοντες σχετίζονται με τις επιχειρηματικές συνεργασίες που είναι πιθανό να προσθέσουν ένα επιπλέον στοιχείο κινδύνου. Ο συγκεκριμένος κίνδυνος έχει να κάνει με το ότι η επιχείρηση δε γνωρίζει αν ο συνεργάτης της θα αντιδράσει θετικά στη νέα τεχνολογία ή αν η υπάρχουσα τεχνολογία και υποδομή του συνεργάτη μπορεί να ενσωματωθεί επιτυχώς στην τεχνολογία που θα υλοποιήσει η επιχείρηση. Προσεκτικός σχεδιασμός και ανοιχτά κανάλια επικοινωνίας με τους συνεργάτες μπορούν να μετριάσουν τον κίνδυνο. Ο τελευταίος παράγοντας περιβάλλοντος αναφέρεται στο επίπεδο ανταγωνισμού που υπάρχει στον βιομηχανικό κλάδο της επιχείρησης<sup>7</sup>

### Μοντέλο ιεραρχίας επιρροών

Σύμφωνα με το μοντέλο ιεραρχίας επιρροών (Hierarchy of effect model) των Lavidge και Steiner το 1961, οι καταναλωτές περνούν μέσα από κάποια γνωστικά στάδια, ενώ κατευθύνονται προς μια συγκεκριμένη αγορά. Το αρχικό μοντέλο αναφέρεται σε τέσσερις φάσεις οι οποίες εμφανίζονται με την κάτωθι σειρά:

1. Ενημερότητα (awareness)
2. Ενδιαφέρον (interest)
3. Επιθυμία (desire)
4. Πράξη (action)

Ο καταναλωτής ακολουθεί λοιπόν τα συγκεκριμένα βήματα για κάθε απόφαση αγοράς, αλλά ο χρόνος παραμονής σε κάθε φάση μπορεί να διαφέρει από φάση σε φάση. Στην παραπάνω σειρά έχουν προταθεί κατά καιρούς και δίφορα άλλα στάδια.

Τα πιο σημαντικά από αυτά είναι η πεποίθηση (conviction) και η ευχαρίστηση (satisfaction) που εμφανίζονται σε διάφορες θέσεις στις διάφορες θεωρίες. Μια σημαντική βελτίωση του μοντέλου ήταν η μείωση του σε τρία στάδια:

- 1.Πεποίθηση(πεποίθηση ή μάθηση)
- 2.Επίρροή(ενδιαφέρον ή επιθυμία)
3. Παρόρμηση (δράση ή συμπεριφορά)

Το μοντέλο ιεραρχίας επιρροών σχετίζεται κυρίως με το χώρο της προώθησης προϊόντων και υπηρεσιών (marketing). Ωστόσο, σχετίζεται και με την επιχειρησιακή δια-λειτουργικότητα με την ευρεία έννοια αφού εξηγεί το πώς τα άτομα επηρεάζονται μέχρι να φτάσουν στη λήψη απόφασης κάποιας αγοράς. Κάτι τέτοιο ισχύει και για μια επιχείρηση η οποία περνάει από διάφορα στάδια μέχρι να αποφασίσει να προβεί σε μια επένδυση που σχετίζεται με το ηλεκτρονικό επιχειρείν και την επιχειρησιακή δια-λειτουργικότητα .

### Θεωρία Φάσεων

Η θεωρία φάσεων ( Stage Theory) βασίζεται στη θεωρία ανάπτυξης (growth theory) για να εξηγήσει τη διαδικασία βάσει της οποίας αναπτύσσονται στην επιχείρηση οι τεχνολογίες πληροφορίας και επικοινωνιών. Γενικά οι θεωρίες φάσεων βασίζονται στην ιδέα ότι τα στοιχεία ενός συστήματος κινούνται και περνούν μέσα από ένα πρότυπο από στάδια κατά τη διάρκεια του χρόνου και ότι αυτά τα στάδια μπορούν να εριγραφθούν βάσει των ιδιαιτέρων χαρακτηριστικών του καθενός. Έτσι και η ανάπτυξη των τεχνολογιών πληροφορίας και επικοινωνιών γίνεται σε στάδια που η καθεμιά έχει συγκεκριμένα χαρακτηριστικά. Στον τομέα του ηλεκτρονικού εμπορίου μπορούν να διακριθούν τα παρακάτω στάδια:

- Επικοινωνία/Ενημέρωση (messaging)
- Διαδικτυακή διαφήμιση
- Διαδικτυακή παραγγελία
- Διαδικτυακή πληρωμή
- Παρακολούθηση παραγγελίας/ υποστήριξη διαδικτυακών πωλήσεων
- Ηλεκτρονικό επιχειρείν

### Θεωρία Θεσμών

Η θεωρία θεσμών (institutional theory) είναι μια ευρέως διαδιδόμενη θεωρητική στάση που δίνει βάρος στους λογικούς μύθους, την ομοιογένεια και τους κανόνες για να εξηγήσει τους λόγους για τους οποίους ένας οργανισμός υιοθετεί μια συγκεκριμένη στάση ή υλοποίηση. Έτσι,

υπάρχουν και για τις επιχειρήσεις εξαναγκαστικές, κανονιστικές και μιμητικές πιέσεις για την υιοθέτηση τεχνολογιών πληροφορίας και επικοινωνιών. Βασικό παράγοντα αποτελούν και οι σχέσεις μεταξύ επιχειρήσεων (inter-organizational relationships). Αυτές καθορίζονται και σχηματίζονται από έξι βασικούς παράγοντες: αναγκαιότητα, ασυμμετρία, αμοιβαιότητα, αποδοτικότητα, σταθερότητα και νομιμότητα (legitimacy) . Κάποιες μελέτες δείχνουν ότι οι βασικοί λόγοι που επηρεάζουν την υιοθέτηση του ηλεκτρονικού εμπορίου από τις μικρομεσαίες επιχειρήσεις είναι τα αιτήματα των πελατών και ο ανταγωνισμός. Άλλες πάλι αναφέρουν ότι η φύση της τοπικής οικονομίας και η έκταση της γεωγραφικής απομόνωσης μιας κοινότητας μπορεί να επηρεάσει την υιοθέτηση του ηλεκτρονικού επιχειρείν σε τοπικό ή επαρχιακό επίπεδο, σύμφωνα με τους Steinfeld και Whitten.

### Διαχείριση αλλαγής

Οι οργανισμοί προκειμένου να ανταποκριθούν στον ανταγωνισμό επιδιώκουν την αλλαγή του τρόπου λειτουργίας του, δηλαδή επιδιώκουν αλλαγές. Για να πραγματοποιηθεί μια αλλαγή πρέπει να πραγματοποιηθούν κάποιες φάσεις, η παράληψη ή η το λάθος σε κάποια φάση έχει αρνητικές επιπτώσεις. Συχνό και μη κατακριτέο είναι το φαινόμενο ενός λάθους ακόμα και από ικανούς managers στην προσπάθεια εγκαθίδρυσης μιας αλλαγής.

Παρακάτω παρουσιάζονται 8 κρίσιμα λάθη που μπορούν να γίνουν κατά την προσπάθεια μιας αλλαγής:

- Έλλειψη αίσθησης μεγάλης αναγκαιότητας
  - Ένα επιτυχημένο έργο θα πρέπει να μελετά το περιβάλλον του οργανισμού και να πληροφορούν τους εργαζομένους ότι πρέπει να πάρουν άμεσα μια απόφαση. Επιπλέον να ενημερώνουν για τους κινδύνους που υπάρχουν σε περίπτωση που δεν επιτευχθούν οι αλλαγές. Δηλαδή θα πρέπει να δοθεί κίνητρο στους εργαζομένους για να συμβάλουν στην πραγματοποίηση των αλλαγών. Κίνδυνοι εγκυμονούν στην περίπτωση υποτίμηση της δυσκολίας της αλλαγής ή υπερτίμησης των ικανοτήτων, μη ύπαρξης ηγετών και ανάληψη υπόθεσης από μη αρμόδιο άτομο. Επιπλέον αν η αλλαγή επιφέρει τόσο αρνητικά όσο και θετικά αποτελέσματα θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν κατάλληλα ώστε να μην επαναπαυτούν για παράδειγμα οι εργαζόμενοι. Σε κάθε περίπτωση θα πρέπει να παρουσιαστεί η ανάγκη για αλλαγή με κατάλληλο τρόπο ώστε να πεισθούν οι εργαζόμενοι.
- Αποτυχία συγκρότησης ισχυρής ομάδας καθοδήγησης

- Προκειμένου να επιτευχθεί αποτελεσματικά μια αλλαγή στον οργανισμό θα πρέπει να συγκροτηθεί μια ομάδα αρμόδιων υψηλόβαθμων υπαλλήλων που θα επιθυμεί την αλλαγή. Αυτή η ομάδα θα πρέπει να θέσει τους στόχους και να έχει καλή ενδοεπικοινωνία. Επιπλέον θα πρέπει να είναι ορθά συγκροτημένη, να χαιρεί εκτίμησης, να μην επαναπαύεται και να έχει ισχυρή καθοδήγηση. Έτσι θα πείσουν τους εργαζόμενους για την σημαντικότητα της αλλαγής αλλά και θα αποτελέσουν σημαντικό παράγοντα για την ολοκλήρωσή της.
- Έλλειψη οράματος
  - Η ομάδα καθοδήγησης διαμορφώνει το όραμα και καθορίζει την στρατηγική επίτευξής του. Είναι ιδιαίτερα σημαντικό το όραμα να είναι απλό και να κάνει γνωστό που οδηγούν οι αλλαγές που θα πραγματοποιηθούν.
- Μη αποτελεσματική διάδοση του οράματος
  - Το όραμα θα πρέπει να διαδοθεί προκειμένου να πεισθούν οι εργαζόμενοι ότι θα επωφεληθούν από την επίτευξη του. Επιπλέον το όραμα θα πρέπει να διαχειρίζεται σωστά τους εργαζόμενους. Για παράδειγμα σε περίπτωση επιθυμίας μείωσης του εργατικού δυναμικού να δώσει κίνητρα σύνταξης στους εργαζόμενους μεγαλύτερης ηλικίας. Η διάδοση του οράματος θα πρέπει να γίνει με κάθε δυνατό τρόπο και θα πρέπει να επαναλαμβάνετε στα αυτιά των εργαζομένων ώστε να πεισθούν.
- Μη απομάκρυνση εμποδίων
  - Πολλές φορές υπάρχουν εμπόδια στην αλλαγή, είτε εξωτερικά είτε ενδοοργανωσιακά. Αυτά τα εμπόδια θα πρέπει να χειριστούν με τέτοιο τρόπο ώστε να μην εμποδίζετε η υλοποίηση της αλλαγής.
- Λάθος σχεδιασμός
  - Το όραμα θα πρέπει να έχει σχεδιαστεί κατάλληλα ώστε κατά την φάση της υλοποίησής του να υπάρχουν μικρές και συχνές νίκες οι οποίες δημιουργούν ένα κλίμα επίτευξης του στόχου καθώς και καλή ψυχολογία.
- Δήλωση επίτευξης στόχων πριν επιτευχθούν
  - Σε καμία περίπτωση δεν πρέπει να υπάρχουν δηλώσεις νίκης και επιτυχίας στόχων πριν αυτός επιτευχθεί πλήρως διότι επιφέρει χαλάρωση των εργαζομένων και αποπροσανατολισμός ως προς αυτούς.
- Μη αποδοχή της αλλαγής

- Η αλλαγές και ο νέος τρόπος λειτουργίας θα πρέπει να υιοθετηθεί από όλους τους εργαζομένους, ενώ θα πρέπει να επιβραβευθούν όσοι βοήθησαν στην επίτευξη της αλλαγής.

Μία αλλαγή για κάποιους υπαλλήλους μπορεί να μεταφραστεί ως ευκαιρία ενώ από άλλους μπορεί να μεταφραστεί ο κίνδυνος. Σε κάθε περίπτωση η διοίκηση θα πρέπει να συλλογιστεί τον τρόπο σκέψη των εργαζομένων και να τους αναφέρει πια ακριβώς θα είναι τα αποτελέσματα της αλλαγής σε αυτούς, δηλαδή να παρθούν εταιρικές πρωτοβουλίες. Οι εταιρικές πρωτοβουλίες αφορούν τις συμβατικές υποχρεώσεις (δηλ. τα βασικά καθήκοντα των εργαζομένων), τους ψυχολογικούς παράγοντες (πχ. επιβράβευση εργαζομένων) και τέλος τους κοινωνικούς παράγοντες (πχ. κουλτούρα οργανισμού). Η διαχείριση της αλλαγής είναι ένα πολύ σημαντικό τμήμα για την αποδοχή και την εδραίωση ενός πληροφοριακού συστήματος σε ένα οργανισμό.

### Διαχείριση κινδύνων

Κίνδυνος είναι ένα γεγονός που δεν έχει συμβεί μέχρι τώρα και θα έχει αρνητικές συνέπειες για τον οργανισμό. Παρόλες τις αρνητικές συνέπειες που έχει κάποιες φορές μπορεί να συνοδεύεται και με θετικές συνέπειες. Η επικινδυνότητα του κινδύνου καθορίζεται από την πιθανότητα που έχει να συμβεί επί το κόστος που επιφέρει στον οργανισμό.

$$\text{Κίνδυνος} = (\text{Πιθανότητα εμφάνισης}) * (\text{κόστος που επιφέρει})$$

Η διαχείριση των κινδύνων ασχολείται με την ανακάλυψη κινδύνων, την ανάλυση και τον καθορισμό στρατηγικής μείωσης των επιπτώσεών τους. Πραγματοποιώντας διαχείριση των κινδύνων σε ένα έργο πληροφορικής αποκτάται προβλεπτικότητα. Δηλαδή στην περίπτωση κάποιου κινδύνου η ζημιά που θα επιφέρει θα είναι μηδαμινή ή μετριασμένη. Αξίζει να σημειωθεί ότι η διαχείριση κινδύνων δεν πραγματοποιείτε μόνο σε έργα πληροφορικής αλλά σε πολλούς οργανισμούς (πχ. ασφαλιστικές εταιρίες).

Η διαχείριση των κινδύνων πραγματοποιείτε καθ' όλη την διάρκεια υλοποίησης του έργου πληροφορικής και αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι αυτής. Η διαδικασία διαχείρισης των κινδύνων αποτελείτε από τα εξής βήματα:

- Καθιέρωση πλαισίου
  - Καθιερώνετε ένα πλαίσιο, όπου λαμβάνετε υπόψη η φύση του οργανισμού και οι προτεραιότητες αυτού.
- Προσδιορισμό κινδύνων
  - Καθορίζονται οι κίνδυνοι και προσδιορίζονται τόσο οι εμπλεκόμενοι όσο και οι ζημιωμένοι.
- Ανάλυση των κινδύνων

- Υπολογίζετε η πιθανότητα και η συχνότητα εμφάνισης των κινδύνων καθώς και οι το κόστος και γενικά οι συνέπειες που επιφέρει ο εκάστοτε κίνδυνος. Έπειτα δίνετε προτεραιότητα στους πιο σημαντικούς κινδύνους.
- Αξιολόγηση κινδύνων
  - Γίνετε ταξινόμηση των κινδύνων βάση τις διοικητικές προτεραιότητες, την κατηγορία που ανήκει ο κίνδυνος, την εκτιμώμενη πιθανότητα και τις συνέπειες.
- Μεταχείριση κινδύνων
  - Καθορίζονται τα αντίμετρα για την διαχείριση των κινδύνων, οι ευθύνες, οι διαδικασίες αξιολόγησης και τέλος οι υποθέσεις για τον υπόλοιπο κίνδυνο. Σε περίπτωση που ο κίνδυνος είναι ασήμαντος μπορεί να γίνει αποδεκτός με όρους.
- Έλεγχος κινδύνων και αναθεώρηση
  - Ελέγχετε η πιθανότητα του κινδύνου, οι επιπτώσεις και γενικά επαναξιολογείτε ο κίνδυνος. Συνιστάτε συχνή επαναξιολόγηση των κινδύνων.
- Επικοινωνία και διαβουλεύσεις
  - Πραγματοποιείτε ενημέρωση για τους κινδύνους και συζητούνται τα σχετικά θέματα.

Ask me about  
**Free  
Software**



### Πρόγραμμα υπολογιστή

Πριν αναφερθούμε στο τι είναι ένα λογισμικό, πρώτα θα πρέπει να εξετάσουμε τον τρόπο με τον οποίο δημιουργείται.

Στην επιστήμη υπολογιστών με τον όρο πρόγραμμα αναφερόμαστε σε μια συγκεκριμένη ακολουθία εντολών τις οποίες πρέπει να εκτελέσει ένας υπολογιστής για να παραγάγει το επιθυμητό για το χρήστη αποτέλεσμα. Σύμφωνα με τον γενικό ορισμό που έδωσε ο Τζον φον Νόιμαν το 1945, το πρόγραμμα αποτελείται από μια συνεχή αλληλουχία εντολών τις οποίες ο υπολογιστής καλείται να εκτελέσει μία προς μία για να παραχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα.

Στους σύγχρονους υπολογιστές το πρόγραμμα εγγράφεται σε κάποιο αποθηκευτικό μέσο προσβάσιμο από τον υπολογιστή. Ο υπολογιστής "διαβάζει" από εκεί μια εντολή, την εκτελεί και επανέρχεται διαβάζοντας την επόμενη κ.ο.κ. Η περιοχή αποθήκευσης μπορεί, επίσης, να περιέχει τα δεδομένα, τα οποία κάποια ή κάποιες από τις εντολές οφείλει να επεξεργαστεί. Η εκτέλεση ενός προγράμματος από τον υπολογιστή συνηθίζεται να ονομάζεται "τρέξιμο" (run).

Ένα πρόγραμμα μπορεί να χαρακτηριστεί ως δέσμης (batch) ή αλληλεπιδραστικό (interactive), από την άποψη του ποιος το καθοδηγεί και του πώς εκτελείται (τρέχει). Το αλληλεπιδραστικό (με το χρήστη) πρόγραμμα λαμβάνει δεδομένα είτε από το

χρήστη είτε από κάποιο άλλο πρόγραμμα που προσομοιώνει το χρήστη. Αντίθετα, ένα πρόγραμμα δέσμης τρέχει και εκτελεί την αποστολή του αυτοτελώς, χωρίς να δεχθεί δεδομένα ή εντολές από κάποιο χρήστη και σταματά να εκτελείται μόνον όταν ολοκληρώσει την ομάδα εντολών από την οποία αποτελείται. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αλληλεπιδραστικών προγραμμάτων είναι οι πλοηγοί του World Wide Web (web browser), ενώ ένα πρόγραμμα το οποίο υπολογίζει και εκτυπώνει τις αμοιβές του προσωπικού μιας εταιρείας είναι πρόγραμμα δέσμης.

Όπως είναι αναμενόμενο ένα πρόγραμμα δεν μπορεί να εκτελεί πολλαπλές διαφορετικές εργασίες. Έτσι, για να είναι χρήσιμος ένας υπολογιστής, συνήθως πρέπει να συνδυαστούν περισσότερα του ενός προγράμματα. Π.χ. τα προγράμματα που αναφέρθηκαν πιο πάνω περιέχουν και ένα επιπλέον πρόγραμμα, αυτό που αναλαμβάνει την εκτύπωση των αποτελεσμάτων. Αλληλεπιδραστικά και προγράμματα δέσμης μπορούν να συνυπάρχουν και να συνεργάζονται: το πρόγραμμα εκτύπωσης ενός πλοηγού Web, για παράδειγμα, είναι πρόγραμμα δέσμης.

Το πρόγραμμα δημιουργείται από ειδικευμένα άτομα, τους προγραμματιστές. Για την κατασκευή ενός προγράμματος χρησιμοποιείται μια κατάλληλη γλώσσα που επιτρέπει την επικοινωνία προγραμματιστή και υπολογιστή. Η γλώσσα αυτή, που στις περισσότερες περιπτώσεις είναι η ίδια ένα πρόγραμμα, ονομάζεται γλώσσα προγραμματισμού. Η διαδικασία δημιουργίας ενός προγράμματος ονομάζεται προγραμματισμός. Οι εντολές που γράφει ο προγραμματιστής αποτελούν τον πηγαίο κώδικα (source code). Συνήθως, οι εντολές του προγράμματος χρειάζεται να "μεταφραστούν" στη γλώσσα που αντιλαμβάνεται ο υπολογιστής και αυτό γίνεται δυνατό με τη χρήση ενός άλλου προγράμματος που ονομάζεται, ανάλογα με τον τρόπο λειτουργίας του, μεταγλωττιστής (compiler) ή διερμηνέας (interpreter). Το παραγόμενο αποτέλεσμα λέγεται ότι αποτελεί τον αντικειμενικό κώδικα. Αυτός αποτελείται από μια μακροσκελή σειρά από δυαδικά ψηφία, 0 και 1, η οποία αποτελεί τη γλώσσα μηχανής (machine code), τη μόνη που αντιλαμβάνεται ο επεξεργαστής ενός υπολογιστή.

Τα προγράμματα, το σύνολο των οποίων λέγεται και λογισμικό (software) κατ' αντιδιαστολή με το υλικό του υπολογιστή (hardware), ταξινομούνται ανάλογα με τη χρήση τους σε κατηγορίες όπως για παράδειγμα, μεταξύ άλλων, το λογισμικό εφαρμογών, τα λειτουργικά συστήματα, τα βιντεοπαιχνίδια και οι μεταγλωττιστές. Προγράμματα που είναι ενσωματωμένα σε συσκευές υλικού λέγονται υλικολογισμικό (firmware).<sup>20</sup>

**Οι τεχνικές προγραμματισμού κατηγοριοποιούνται σε:**

1. Μη δομημένος προγραμματισμός, όπου ο κώδικας του προγράμματος περιέχεται σε ένα συνεχόμενο τμήμα εντολών (π.χ. προγραμματισμός στη γλώσσα FORTRAN, COBOL, BASIC).



2. Διαδικαστικός-προστατικός προγραμματισμός, όπου ο κώδικας στηρίζεται στην έννοια της κλήσης σε διαδικασίες, δηλαδή σε ένα ομαδοποιημένο σύνολο εντολών που θα εκτελεσθούν.

3. Δομημένος ή τμηματικός προγραμματισμός. Αυτός είναι η εξέλιξη του διαδικαστικού προγραμματισμού και ο κώδικας σπάει σε τμήματα.

4. Συναρτησιακός προγραμματισμός. Αυτός στηρίζεται στη χρήση συναρτήσεων και όχι σε εντολές. Στις συναρτησιακές γλώσσες προγραμματισμού ο προγραμματιστής χρησιμοποιεί σχεδόν αποκλειστικά συναρτήσεις για περιγραφή ενός αλγορίθμου ή επίλυση ενός προβλήματος. Βασικά χαρακτηριστικά του συναρτησιακού προγραμματισμού είναι ο ράθυμος υπολογισμός, και η διαφάνεια αναφοράς, δηλαδή κάθε έκφραση σε ένα πρόγραμμα αντιστοιχεί σε μία και μοναδική τιμή. Αν η ίδια έκφραση ξανά-υπολογισθεί τότε θα δώσει και πάλι την ίδια τιμή.

Ο Συναρτησιακός προγραμματισμός περιέχει ακολουθίες συναρτήσεων όπου η έξοδος της μιας χρησιμοποιείται ως είσοδος σε κάποιες από τις υπόλοιπες συναρτήσεις. Ο συναρτησιακός προγραμματισμός χρησιμοποιείται κυρίως για ερευνητικούς σκοπούς.

Η βασική διαφορά συναρτησιακών (όπως Lisp) και προστακτικών γλωσσών προγραμματισμού είναι ότι οι γλώσσες προγραμματισμού (C και Pascal) δεν διαθέτουν την ιδιότητα της διαφάνειας αναφοράς. Συναρτησιακή γλώσσα είναι π.χ. η Lisp η οποία αναπτύχθηκε από τον John McCarthy το 1956 σε ένα ερευνητικό πρόγραμμα στο πλαίσιο της τεχνητής νοημοσύνης.

5. Αντικειμενοστραφής προγραμματισμός. Ο αντικειμενοστραφής προγραμματισμός βασίζεται στην έννοια της αφαίρεσης με σκοπό τη δημιουργία μοντέλων τα οποία αντιστοιχούν σε καταστάσεις και αντικείμενα του πραγματικού κόσμου.

Οι βασικές έννοιες του αντικειμενοστραφούς προγραμματισμού είναι οι κλάσεις και τα αντικείμενα που περιλαμβάνουν ιδιότητες και μεθόδους.

Οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται είναι οι:

- Κληρονομικότητα
- Ενθυλάκωση
- Πέρασμα μηνυμάτων
- Πολυμορφισμός

Τέτοιες γλώσσες είναι οι C++, JAVA.

6. Λογικός προγραμματισμός. Στο λογικό προγραμματισμό ο προγραμματιστής παράγει μόνο το λογικό τμήμα του προγράμματος και όχι και το τμήμα ελέγχου.

Σε αυτό τον προγραμματισμό υπάρχουν σύνολα προτάσεων για να περιγράψουν την υπάρχουσα γνώση και το σύστημα είναι υποχρεωμένο να απαντήσει στις

ερωτήσεις του χρήστη χρησιμοποιώντας τη βάση γνώσεων που έχει. Τέτοιος προγραμματισμός χρησιμοποιείται στη γλώσσα Prolog.<sup>21</sup>

Επίσης υπάρχουν και οι:

Γλώσσες σεναρίων (scripting). Αυτές οι γλώσσες χρησιμοποιούνται συνήθως για τη γρήγορη ανάπτυξη μικρών προγραμμάτων, σε περιπτώσεις που ο χρόνος του προγραμματιστή είναι πιο πολύτιμος από την ταχύτητα εκτέλεσης του προγράμματος, όπως για παράδειγμα συμβαίνει όταν το πρόγραμμα απλά αυτοματοποιεί απλές λειτουργίες. Παραδείγματα γλωσσών σεναρίων (scripting) είναι η Perl, η Python, η Ruby ή τα κελύφη του λειτουργικού συστήματος Unix (shells).

Γλώσσες ειδικών εφαρμογών. Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν γλώσσες που αναπτύχθηκαν ειδικά για μια συγκεκριμένη εφαρμογή. Για παράδειγμα, η γλώσσα PostScript είναι σχεδιασμένη ειδικά για να περιγράφονται με λεπτομέρεια κείμενα προς εκτύπωση, ενώ η γλώσσα Matlab είναι σχεδιασμένη για την επεξεργασία πινάκων από αριθμητικά δεδομένα.

Παράλληλες ή καταναεμημένες γλώσσες. Στη συγκεκριμένη κατηγορία ταξινομούνται γλώσσες που επιτρέπουν τη ανάπτυξη παράλληλων προγραμμάτων, όπου πολλές εντολές εκτελούνται ταυτόχρονα σε πολλούς υπολογιστές, έτσι ώστε το τελικό αποτέλεσμα να προκύψει γρηγορότερα. Οι παράλληλες γλώσσες προσφέρουν συνήθως εύκολους τρόπους επικοινωνίας μεταξύ των νημάτων που εκτελούνται παράλληλα, καθώς και τρόπους ώστε να δημιουργούνται καινούριες παράλληλες εκτελέσεις. Παραδείγματα γλωσσών που ανήκουν (και) σε αυτή την κατηγορία είναι η Java, η Erlang, η MultiLisp ή η Cilk.

Τέλος, στην περίπτωση που η κατηγοριοποίηση γίνεται με βάση τον τρόπο που περιγράφεται το ζητούμενο, υπάρχουν οι παρακάτω κατηγορίες:

Προστακτικές γλώσσες προγραμματισμού (imperative) είναι οι γλώσσες που περιγράφουν το ζητούμενο αποτέλεσμα κατασκευαστικά, δίνοντας μια σειρά εντολών που όταν εκτελεστούν παράγουν το ζητούμενο αποτέλεσμα. Τέτοιες γλώσσες είναι η C, η Java αλλά και η OCaml.

Δηλωτικές γλώσσες προγραμματισμού (declarative) είναι οι γλώσσες που περιγράφουν το ζητούμενο αποτέλεσμα χρησιμοποιώντας τις ιδιότητες που έχει, και όχι τον τρόπο με τον οποίο υπολογίζεται. Παραδείγματα δηλωτικών γλωσσών είναι η Haskell, η SQL και η Prolog.

## Γλώσσα JAVA

Η Java είναι μια αντικειμενοστραφής γλώσσα προγραμματισμού που σχεδιάστηκε από την εταιρεία πληροφορικής Sun Microsystems.

Στις αρχές του 1991, η Sun αναζητούσε το κατάλληλο εργαλείο για να αποτελέσει την πλατφόρμα ανάπτυξης λογισμικού σε μικρο-συσκευές (έξυπνες οικιακές συσκευές έως πολύπλοκα συστήματα παραγωγής γραφικών). Τα εργαλεία της εποχής ήταν γλώσσες όπως η C++ και η C. Μετά από διάφορους πειραματισμούς

προέκυψε το συμπέρασμα ότι οι υπάρχουσες γλώσσες δεν μπορούσαν να καλύψουν τις ανάγκες τους. Ο "πατέρας" της Java, James Gosling, που εργαζόταν εκείνη την εποχή για την Sun, έκανε ήδη πειραματισμούς πάνω στη C++ και είχε παρουσιάσει κατά καιρούς κάποιες πειραματικές γλώσσες (C++ ++ ) ως πρότυπα για το νέο εργαλείο που αναζητούσαν στην Sun. Τελικά μετά από λίγο καιρό κατέληξαν με μια πρόταση για το επιτελείο της εταιρίας, η οποία ήταν η γλώσσα Oak. Το όνομά της το πήρε από το ομώνυμο δένδρο (βελανιδιά) το οποίο ο Gosling είχε έξω από το γραφείο του και έβλεπε κάθε μέρα.

Η Oak ήταν μία γλώσσα που διατηρούσε μεγάλη συγγένεια με την C++. Παρόλα αυτά είχε πολύ πιο έντονο αντικειμενοστραφή (object oriented) χαρακτήρα σε σχέση με την C++ και χαρακτηριζόταν για την απλότητα της. Σύντομα οι υπεύθυνοι ανάπτυξης της νέας γλώσσας ανακάλυψαν ότι το όνομα Oak ήταν ήδη κατοχυρωμένο οπότε κατά την διάρκεια μιας εκ των πολλών συναντήσεων σε κάποιο τοπικό καφέ αποφάσισαν να μετονομάσουν το νέο τους δημιούργημα σε Java που εκτός των άλλων ήταν το όνομα της αγαπημένης ποικιλίας καφέ για τους δημιουργούς της. Η επίσημη εμφάνιση της Java αλλά και του HotJava (πλοηγός με υποστήριξη Java) στη βιομηχανία της πληροφορικής έγινε το Μάρτιο του 1995 όταν η Sun την ανακοίνωσε στο συνέδριο Sun World 1995. Ο πρώτος μεταγλωττιστής (compiler) της ήταν γραμμένος στη γλώσσα C από τον James Gosling. Το 1994, ο A. Van Hoff ξαναγράφει τον μεταγλωττιστή της γλώσσας σε Java, ενώ το Δεκέμβριο του 1995 πρώτες οι IBM, Borland, Mitsubishi Electronics, Sybase και Symantec ανακοινώνουν σχέδια να χρησιμοποιήσουν τη Java για την δημιουργία λογισμικού. Από εκεί και πέρα η Java ακολουθεί μία ανοδική πορεία και είναι πλέον μία από τις πιο δημοφιλείς γλώσσες στον χώρο της πληροφορικής. Στις 13 Νοεμβρίου του 2006 η Java έγινε πλέον μια γλώσσα ανοιχτού κώδικα (GPL) όσον αφορά το μεταγλωττιστή (javac) και το πακέτο ανάπτυξης (JDK, Java Development Kit).

Τα χαρακτηριστικά της Java: Ένα από τα βασικά πλεονεκτήματα της Java έναντι των περισσότερων άλλων γλωσσών είναι η ανεξαρτησία του λειτουργικού συστήματος και πλατφόρμας. Τα προγράμματα που είναι γραμμένα σε Java τρέχουν ακριβώς το ίδιο σε Windows, Linux, Unix και Macintosh (σύντομα θα τρέχουν και σε Playstation καθώς και σε άλλες κονσόλες παιχνιδιών) χωρίς να χρειαστεί να ξαναγίνει μεταγλώττιση (compiling) ή να αλλάξει ο πηγαίος κώδικας για κάθε διαφορετικό λειτουργικό σύστημα. Για να επιτευχθεί όμως αυτό χρειαζόταν κάποιος τρόπος έτσι ώστε τα προγράμματα γραμμένα σε Java να μπορούν να είναι «κατανοητά» από κάθε υπολογιστή ανεξάρτητα του είδους επεξεργαστή (Intel x86, IBM, Sun SPARC, Motorola) αλλά και λειτουργικού συστήματος (Windows, Unix, Linux, BSD, MacOS). Ο λόγος είναι ότι κάθε κεντρική μονάδα επεξεργασίας κατανοεί διαφορετικό κώδικα μηχανής. Ο συμβολικός κώδικας (assembly) που μεταφράζεται και εκτελείται σε Windows είναι διαφορετικός από αυτόν που μεταφράζεται και εκτελείται σε έναν υπολογιστή Macintosh. Η λύση δόθηκε με την ανάπτυξη της Εικονικής Μηχανής (Virtual Machine ή VM ή EM στα ελληνικά).

Η εικονική μηχανή της Java: Αφού γραφεί κάποιο πρόγραμμα σε Java, στη συνέχεια μεταγλωττίζεται μέσω του μεταγλωττιστή `javac`, ο οποίος παράγει έναν αριθμό από αρχεία `.class` (κώδικας `byte` ή `bytecode`). Ο κώδικας `byte` είναι η μορφή που παίρνει ο πηγαίος κώδικας της Java όταν μεταγλωττιστεί. Όταν πρόκειται να εκτελεστεί η εφαρμογή σε ένα μηχάνημα, το Java Virtual Machine που πρέπει να είναι εγκατεστημένο σε αυτό θα αναλάβει να διαβάσει τα αρχεία `.class`. Στη συνέχεια τα μεταφράζει σε γλώσσα μηχανής που να υποστηρίζεται από το λειτουργικό σύστημα και τον επεξεργαστή, έτσι ώστε να εκτελεστεί (να σημειωθεί εδώ ότι αυτό συμβαίνει με την παραδοσιακή Εικονική Μηχανή (Virtual Machine)). Πιο σύγχρονες εφαρμογές της εικονικής Μηχανής μπορούν και μεταγλωττίζουν εκ των προτέρων τμήματα `bytecode` απευθείας σε κώδικα μηχανής (εγγενή κώδικα ή `native code`) με αποτέλεσμα να βελτιώνεται η ταχύτητα). Χωρίς αυτό δε θα ήταν δυνατή η εκτέλεση λογισμικού γραμμένου σε Java. Πρέπει να σημειωθεί ότι η JVM είναι λογισμικό που εξαρτάται από την πλατφόρμα, δηλαδή για κάθε είδος λειτουργικού συστήματος και αρχιτεκτονικής επεξεργαστή υπάρχει διαφορετική έκδοση του. Έτσι υπάρχουν διαφορετικές JVM για Windows, Linux, Unix, Macintosh, κινητά τηλέφωνα, παιχνιδιομηχανές κλπ.

Οτιδήποτε θέλει να κάνει ο προγραμματιστής (ή ο χρήστης) γίνεται μέσω της εικονικής μηχανής. Αυτό βοηθάει στο να υπάρχει μεγαλύτερη ασφάλεια στο σύστημα γιατί η εικονική μηχανή είναι υπεύθυνη για την επικοινωνία χρήστη - υπολογιστή. Ο προγραμματιστής δεν μπορεί να γράψει κώδικα ο οποίος θα έχει καταστροφικά αποτελέσματα για τον υπολογιστή γιατί η εικονική μηχανή θα τον ανιχνεύσει και δε θα επιτρέψει να εκτελεστεί. Από την άλλη μεριά ούτε ο χρήστης μπορεί να κατεβάσει «κακό» κώδικα από το δίκτυο και να τον εκτελέσει. Αυτό είναι ιδιαίτερα χρήσιμο για μεγάλα καταναμημένα συστήματα όπου πολλοί χρήστες χρησιμοποιούν το ίδιο πρόγραμμα συγχρόνως.

Ο συλλέκτης απορριμμάτων (Garbage Collector): Ακόμα μία ιδέα που βρίσκεται πίσω από τη Java είναι η ύπαρξη του συλλέκτη απορριμμάτων (Garbage Collector). Συλλογή απορριμμάτων είναι μία κοινή ονομασία που χρησιμοποιείται στον τομέα της πληροφορικής για να δηλώσει την ελευθέρωση τμημάτων μνήμης από δεδομένα που δε χρειάζονται και δε χρησιμοποιούνται άλλο. Αυτή η απελευθέρωση μνήμης στη Java είναι αυτόματη και γίνεται μέσω του συλλέκτη απορριμμάτων. Υπεύθυνη για αυτό είναι και πάλι η εικονική μηχανή η οποία μόλις «καταλάβει» ότι ο σωρός (heap) της μνήμης (στη Java η συντριπτική πλειοψηφία των αντικειμένων αποθηκεύονται στο σωρό σε αντίθεση με τη C++ όπου αποθηκεύονται κυρίως στη στοίβα) κοντεύει να γεμίσει ενεργοποιεί το συλλέκτη απορριμμάτων. Έτσι ο προγραμματιστής δε χρειάζεται να ανησυχεί για το πότε και αν θα ελευθερώσει ένα συγκεκριμένο τμήμα της μνήμης, ούτε και για σφάλματα δεικτών. Αυτό είναι ιδιαίτερα σημαντικό γιατί είναι κοινά τα σφάλματα προγραμμάτων που οφείλονται σε λανθασμένο χειρισμό της μνήμης.

Επιδόσεις: Παρόλο που η εικονική μηχανή προσφέρει όλα αυτά (και όχι μόνο) τα πλεονεκτήματα, η Java αρχικά ήταν πιο αργή σε σχέση με άλλες προγραμματιστικές

γλώσσες υψηλού επιπέδου (high-level) όπως η C και η C++. Εμπειρικές μετρήσεις στο παρελθόν είχαν δείξει ότι η C++ μπορούσε να είναι αρκετές φορές γρηγορότερη από την Java. Ωστόσο γίνονται προσπάθειες από τη Sun για τη βελτιστοποίηση της εικονικής μηχανής, ενώ υπάρχουν και άλλες υλοποιήσεις της εικονικής μηχανής από διάφορες εταιρίες (όπως της IBM), οι οποίες μπορεί σε κάποια σημεία να προσφέρουν καλύτερα και σε κάποια άλλα χειρότερα αποτελέσματα. Επιπλέον με την καθιέρωση των μεταγλωττιστών JIT (Just In Time), οι οποίοι μετατρέπουν τον κώδικα byte απευθείας σε γλώσσα μηχανής, η διαφορά ταχύτητας από τη C++ έχει μικρύνει κατά πολύ.

Οι τελευταίες εκδόσεις του javac με τη χρήση της τεχνολογίας Hot Spot έχουν καταφέρει αξιόλογες επιδόσεις που πλησιάζουν ή και ξεπερνούν σε μερικές περιπτώσεις τον εγγενή κώδικα.

Εργαλεία ανάπτυξης: Όλα τα εργαλεία που χρειάζεται κάποιος για να γράψει Java προγράμματα έρχονται δωρεάν, από το περιβάλλον ανάπτυξης μέχρι εργαλεία build όπως το Apache Ant και βιβλιοθήκες, ενώ υπάρχουν πολλές διαφορετικές υλοποιήσεις της Εικονικής Μηχανής και του μεταγλωττιστή (πχ the GNU Compiler for Java) της Java.

Πολλά εργαλεία και τεχνολογίες σε Java μπορούν να βρεθούν στο Apache Software Foundation αλλά και στο Jakarta Project

Ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης (IDE): Για να γράψει κάποιος κώδικα Java δε χρειάζεται τίποτα άλλο παρά έναν επεξεργαστή κειμένου, όπως το Σημειωματάριο (Notepad) των Windows ή ο vi (γνωστός στο χώρο του Unix). Παρ'όλ'αυτά, ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης (IDE) βοηθάει πολύ, ιδιαίτερα στον εντοπισμό σφαλμάτων (debugging). Υπάρχουν αρκετά διαθέσιμα, ενώ πολλά από αυτά έρχονται δωρεάν.<sup>6</sup>

## C (γλώσσα προγραμματισμού)

Η C είναι μια διαδικαστική γλώσσα προγραμματισμού γενικής χρήσης η οποία αναπτύχθηκε στις αρχές της δεκαετίας 1970-1980 από τον Ντένις Ρίτσι στα εργαστήρια Bell Labs για να χρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη του λειτουργικού συστήματος UNIX. Από τότε χρησιμοποιείται ευρύτατα, και ιδιαίτερα για ανάπτυξη προγραμμάτων συστήματος (system software) αλλά και για απλές εφαρμογές. Οι λόγοι της ραγδαίας ανάπτυξης της συγκεκριμένης γλώσσας προγραμματισμού είναι η ταχύτητα της, καθώς και το γεγονός ότι είναι διαθέσιμη στα περισσότερα σημερινά λειτουργικά συστήματα.

### Φιλοσοφία

Η C είναι μια σχετικά μινιμαλιστική γλώσσα προγραμματισμού. Ανάμεσα στους σχεδιαστικούς στόχους που έπρεπε να καλύψει η γλώσσα περιλαμβανόταν το ότι θα μπορούσε να μεταγλωττιστεί (να γίνεται compile) άμεσα με τη χρήση single-pass compiler — με άλλα λόγια, ότι θα απαιτούνταν μόνο ένας μικρός αριθμός από εντολές (instructions) σε γλώσσα μηχανής (machine language) για κάθε βασικό

στοιχείο της, χωρίς εκτεταμένη run-time υποστήριξη. Ως αποτέλεσμα, είναι δυνατό να γραφτεί κώδικας σε C σε low level επίπεδο προγραμματισμού με ακρίβεια ανάλογη της συμβολικής γλώσσας, στην πραγματικότητα η C ορισμένες φορές αποκαλείται (και χωρίς να υπάρχει πάντα αντιπαράθεση) "high-level assembly" ή "portable assembly." Επίσης, γίνονται αναφορές στη C ως mid-level γλώσσα προγραμματισμού.

## Ιστορία της C

### Πρώιμη ανάπτυξη

Σε πρώτη φάση, η C αναπτύχθηκε στα AT&T Bell Labs ανάμεσα στο 1969 και το 1973, σύμφωνα με τον D. Ritchie, η πιο δημιουργική περίοδος υπήρξε το 1972. Η νέα γλώσσα ονομάστηκε "C" λόγω του ότι πολλά από τα χαρακτηριστικά της προήλθαν από μια παλαιότερη γλώσσα, η οποία ονομαζόταν "B". Οι πηγές δεν επιτρέπουν την πλήρη εξακρίβωση για την προέλευση του ονόματος "B" : ο Ken Thompson το παρουσιάζει ως απλούστευση μιας έκδοσης της γλώσσας προγραμματισμού BCPL, αλλά είχε επίσης δημιουργήσει μία γλώσσα που ονομαζόταν Bon που προς τιμήν της συζύγου του Bonnie.

Μέχρι το 1973, η C είχε γίνει αρκετά ισχυρή και αποτελεσματική, ώστε το μεγαλύτερο μέρος του πυρήνα του UNIX (UNIX kernel), γραμμένο αρχικά σε PDP-11/20 assembly, επανεγγραφή σε C. Ήταν ένας από τους πρώτους πυρήνες που υλοποιήθηκε σε μια γλώσσα διαφορετική της assembly. (Προηγούμενα παραδείγματα περιλαμβάνουν το Multics system (γραμμένο σε PL/I), και το MCP (Master Control Program) για το Burroughs B5000 γραμμένο σε ALGOL το 1961.)

### K&R C

Το 1978, ο Dennis Ritchie και ο Brian Kernighan δημοσίευσαν την πρώτη έκδοση του βιβλίου "The C Programming Language". Το συγκεκριμένο βιβλίο, γνωστό στους προγραμματιστές της C ως "K&R", χρησίμευσε πολλά χρόνια σαν ανεπίσημος ορισμός της γλώσσας. Η έκδοση της C που περιγράφει αναφέρεται συνήθως ως "K&R C." ή "Common C". (Η δεύτερη έκδοση του βιβλίου καλύπτει το μεταγενέστερο πρότυπο ANSI για τη C (ANSI C standard), βλ. συνέχεια.)

Το K&R εισήγαγε τα παρακάτω χαρακτηριστικά στη γλώσσα:

Τύποι δεδομένων: εγγραφές (struct), τύποι ακεραίων (long int, unsigned int)

Ο τελεστής (operator) += αλλάχθηκε σε += για να αποφευχθούν σημασιολογικά διφορούμενες εκφράσεις όπως η  $i+=10$ , που μπορούσε να ερμηνευθεί είτε σαν  $i += 10$  είτε σαν  $i = +10$ .

Η K&R C συχνά λογίζεται ως το βασικό μέρος της γλώσσας που πρέπει να υποστηρίζει ένας μεταγλωττιστής της C. Για αρκετά χρόνια, ακόμη και μετά την εισαγωγή της ANSI C, θεωρούνταν ο "ελάχιστος συνήθης παρονομαστής" στον οποίο έπρεπε να προσαρμοστούν οι προγραμματιστές της C σε περιπτώσεις κατά τις οποίες ήταν επιθυμητή η μέγιστη μεταφερισιμότητα (portability), καθώς δεν είχαν ενημερωθεί όλοι οι μεταγλωττιστές για πλήρη υποστήριξη της ANSI C. Επίσης, με

προσοχή, ο κώδικας σε K&R C μπορούσε να γραφεί ώστε να είναι σύμφωνος και με το πρότυπο ANSI.

### ANSI C

Το 1983, το American National Standards Institute (ANSI) όρισε επιτροπή, τη X3J11, για να δώσει ένα σύγχρονο, πλήρη ορισμό της C. Μετά από μακρά και επίπονη επεξεργασία, το πρότυπο (standard) ολοκληρώθηκε το 1989 και επικυρώθηκε ως as ANSI X3.159-1989 "Programming Language C." Η συγκεκριμένη έκδοση της γλώσσας ονομάζεται συχνά ANSI C, ή ορισμένες φορές C89 (για να διαχωρίζεται από τη C99).

Το 1990, το πρότυπο ANSI για τη C (με ορισμένες μικρές τροποποιήσεις) υιοθετήθηκε από τον Οργανισμό Διεθνών Προτύπων (International Organization for Standardization (ISO)) ως ISO/IEC 9899:1990. Αυτή η έκδοση καλείται C90. Επομένως, οι όροι "C89" και "C90" αναφέρονται ουσιαστικά στην ίδια γλώσσα.

Ένας από τους στόχους της διαδικασίας δημιουργίας του προτύπου ANSI για τη C ήταν να δημιουργήσει ένα υπερσύνολο της K&R C, το οποίο θα απορροφούσε πολλά χαρακτηριστικά που είχαν εισαχθεί στην πορεία. Παρόλα αυτά, η επιτροπή συμπεριέλαβε και ορισμένα νέα χαρακτηριστικά, όπως function prototypes (δανεισμένα από τη C++), και ένα πιο ικανό προεπεξεργαστή (preprocessor). Η σύνταξη για τους ορισμούς παραμέτρων άλλαξε επίσης, ώστε να αντικατοπτρίζει το στυλ της C++.

### C99

Μετά τη διαδικασία καθορισμού του προτύπου ANSI, ο ορισμός της γλώσσας C παρέμενε σχετικά σταθερός για ορισμένο καιρό, ενώ η C++ συνέχιζε να αναπτύσσεται. (Normative Amendment 1 δημιούργησε μία νέα έκδοση της γλώσσας C το 1995, αλλά σπάνια είναι γνωστή.) Ωστόσο, το πρότυπο επανεξετάστηκε προς το τέλος της δεκαετίας του '90, γεγονός που οδήγησε στην έκδοση του ISO 9899:1999 το 1999. Το πρότυπο αυτό συχνά αναφέρεται ως "C99". Υιοθετήθηκε ως πρότυπο ANSI το Μάρτιο του 2000.

Ο GCC και μερικοί άλλοι C compilers υποστηρίζουν πλέον τα περισσότερα χαρακτηριστικά του C99. Ωστόσο, υπάρχει μικρότερη υποστήριξη από εταιρίες όπως η Microsoft και η Borland που εστίασαν περισσότερο στη C++, καθώς η C++ παρέχει παρόμοια λειτουργικότητα και συχνά ασύμβατους τρόπους (π.χ., η complex template class). Ο Brandon Bray από τη Microsoft είπε "Σε γενικές γραμμές, έχουμε δει μικρές απαιτήσεις για πολλά χαρακτηριστικά του C99. Μερικά χαρακτηριστικά έχουν μεγαλύτερη ζήτηση από άλλα, και θα τη λάβουμε υπόψιν μας σε μελλοντικές εκδόσεις εφόσον είναι συμβατά με τη C++."

Ακόμη και ο GCC με την εκτεταμένη υποστήριξη του C99 ακόμη δεν προσεγγίζει μια πλήρως συμβατή υλοποίηση, ορισμένα χαρακτηριστικά-κλειδιά λείπουν ή δεν λειτουργούν σωστά.<sup>14</sup>

### Hello world

Πρόγραμμα σε C που εκτυπώνει στο τερματικό "Hello world":

```
#include <stdio.h>

int main( int argc, char **argv ) {

    printf( "Hello world!" );

    return 0;

}
```

## Γλώσσα C++

Η C++ (C Plus Plus) είναι μια γενικού σκοπού γλώσσα προγραμματισμού Η/Υ. Θεωρείται μέσου επιπέδου γλώσσα, καθώς περιλαμβάνει έναν συνδυασμό χαρακτηριστικών από γλώσσες υψηλού και χαμηλού επιπέδου. Είναι μια μεταγλωττιζόμενη γλώσσα πολλαπλών παραδειγμάτων, με τύπους. Υποστηρίζει δομημένο, αντικειμενοστραφή και γενικό προγραμματισμό.

Ο Bjarne Stroustrup, δημιουργός της γλώσσας C++.

Η γλώσσα αναπτύχθηκε από τον Bjarne Stroustrup το 1979 στα εργαστήρια Bell της AT&T, ως βελτίωση της ήδη υπάρχουσας γλώσσας προγραμματισμού C, και αρχικά ονομάστηκε "C with Classes", δηλαδή C με Κλάσεις. Μετονομάστηκε σε C++ το 1983. Οι βελτιώσεις ξεκίνησαν με την προσθήκη κλάσεων, και ακολούθησαν, μεταξύ άλλων, εικονικές συναρτήσεις, υπερφόρτωση τελεστών, πολλαπλή κληρονομικότητα, πρότυπα κ.α.

Η γλώσσα ορίστηκε παγκοσμίως, το 1998, με το πρότυπο ISO/IEC 14882:1998. Η τρέχουσα έκδοση αυτού του προτύπου είναι αυτή του 2003, η ISO/IEC 14882:2003. Μια καινούρια έκδοση είναι υπό ανάπτυξη, γνωστή ανεπίσημα με την ονομασία C++0x.

Στο βιβλίο του "The Design and Evolution of C++ (1994), ο Bjarne Stroustrup περιγράφει κάποιους κανόνες που χρησιμοποιεί για το σχεδιασμό της C++:

- η C++ είναι σχεδιασμένη ως μια γενικής χρήσης γλώσσα με στατικούς τύπους, που είναι όσο αποτελεσματική και φορητή, όσο η C

- η C++ είναι σχεδιασμένη να υποστηρίζει άμεσα και σφαιρικά πολλά είδη προγραμματισμού (δομημένος προγραμματισμός, αντικειμενοστραφής προγραμματισμός, γενικός προγραμματισμός)

- η C++ είναι σχεδιασμένη να δίνει επιλογές στον προγραμματιστή, ακόμα κι αν του επιτρέπει να επιλέξει λανθασμένα

- η C++ είναι σχεδιασμένη να είναι όσο το δυνατόν συμβατή με τη C, ώστε να διευκολύνει τη μετάβαση από τη C

- η C++ αποφεύγει χαρακτηριστικά που αναφέρονται σε συγκεκριμένες πλατφόρμες ή δεν είναι γενικής χρήσης

- η C++ δεν έχει κόστος για χαρακτηριστικά της γλώσσας που δεν χρησιμοποιούνται



η C++ είναι σχεδιασμένη να λειτουργεί χωρίς κάποιο εξελιγμένο προγραμματιστικό περιβάλλον

Το βιβλίο *Inside the C++ Object Model* (Lippman, 1996) περιγράφει πως οι μεταγλωττιστές μπορούν να μετατρέψουν εντολές ενός προγράμματος C++ σε μια διάταξη στη μνήμη. Παρ' όλα αυτά, οι συγγραφείς μεταγλωττιστών είναι γενικά ελεύθεροι να υλοποιήσουν το πρότυπο με δικό τους τρόπο.<sup>10</sup>

#### Χαρακτηριστικά

Η C++ κληρονόμησε το μεγαλύτερο μέρος της σύνταξης της C και τον προεπεξεργαστή της C. Το παρακάτω είναι ένα πρόγραμμα hello world που χρησιμοποιεί την λειτουργία stream της πρότυπης βιβλιοθήκης της C++ για να γράψει ένα μήνυμα στην κύρια έξοδο. Το παρακάτω πρόγραμμα χρησιμοποιεί την βιβλιοθήκη εισόδου/εξόδου iostream.

```
#include <iostream> // αρχείο επικεφαλίδας για την βιβλιοθήκη εισόδου/εξόδου
iostream (για cout)

// std: standard namespace

// cout: "see-output"

int main()
{
    std::cout << "Hello, world!\n";
}
```

#### Τελεστές και υπερφόρτωση τελεστών

Η C++ παρέχει περισσότερους από 30 τελεστές, που καλύπτουν τη βασική αριθμητική, το χειρισμό bit, αναφορά δεικτών, συγκρίσεις, λογικές πράξεις κ.α. Σχεδόν όλοι οι τελεστές μπορούν να υπερφορτωθούν για τύπους ορισμένους από το χρήστη, με λίγες εξαιρέσεις όπως πρόσβαση μέλους (. και .\*). Το πλούσιο σύνολο από τελεστές που μπορούν να υπερφορτωθούν είναι βασικό για τη χρήση της C++ ως γλώσσα ειδικού πεδίου (domain specific language). Οι υπερφορτώσιμοι τελεστές είναι ακόμα βασικό μέρος πολλών προχωρημένων τεχνικών προγραμματισμού της C++, όπως οι έξυπνοι δείκτες. Η υπερφόρτωση ενός τελεστή δεν αλλάζει την προτεραιότητα των υπολογισμών όπου χρησιμοποιείται, ούτε τον αριθμό των τελεστών που χρησιμοποιεί ο τελεστής (αν και οποιοσδήποτε τελεστέος μπορεί απλά να αγνοείται).<sup>22</sup>

#### PHP γλώσσα προγραμματισμού

Η PHP είναι μια γλώσσα προγραμματισμού για τη δημιουργία σελίδων web με δυναμικό περιεχόμενο. Μια σελίδα PHP περνά από επεξεργασία από ένα συμβατό διακομιστή του Παγκόσμιου Ιστού (π.χ. Apache), ώστε να παραχθεί σε πραγματικό

χρόνο το τελικό περιεχόμενο, που θα σταλεί στο πρόγραμμα περιήγησης των επισκεπτών σε μορφή κώδικα HTML.

#### Επεκτάσεις αρχείων και διακομιστές

Ένα αρχείο με κώδικα PHP θα πρέπει να έχει την κατάλληλη επέκταση (π.χ. \*.php, \*.php4, \*.php.html κ.ά.). Η ενσωμάτωση κώδικα σε ένα αρχείο επέκτασης .html δεν θα λειτουργήσει και θα εμφανίσει στον browser τον κώδικα χωρίς καμία επεξεργασία, εκτός αν έχει γίνει η κατάλληλη ρύθμιση στα MIME types του server. Επίσης ακόμη κι όταν ένα αρχείο έχει την επέκταση .php, θα πρέπει ο server να είναι ρυθμισμένος για να επεξεργάζεται και να μεταγλωττίζει τον κώδικα PHP σε HTML που καταλαβαίνει το πρόγραμμα πελάτη. Ο διακομιστής Apache, που χρησιμοποιείται σήμερα ευρέως σε συστήματα με τα λειτουργικά συστήματα GNU/Linux, Microsoft Windows, Mac OS X υποστηρίζει εξ ορισμού την εκτέλεση κώδικα PHP, είτε με την χρήση ενός πρόσθετου (mod\_php) ή με την αποστολή του κώδικα προς εκτέλεση σε εξωτερική διεργασία CGI ή FCGI ή με την έλευση της php5.4 υποστηρίζονται η εκτέλεση σε πολυάσχολους ιστοχώρους, FastCGI Process Manager (FPM).

#### Εναλλακτικός τρόπος εκτέλεσης ιστοσελίδων χωρίς χρονοβόρες διαδικασίες

Ο συνδυασμός Linux/Apache/PHP/MySQL, που είναι η πιο δημοφιλής πλατφόρμα εκτέλεσης ιστοσελίδων είναι γνωστός και με το ακρωνύμιο LAMP. Παρόμοια, ο συνδυασμός \*/Apache/PHP/MySQL ονομάζεται \*AMP, όπου το πρώτο αρχικό αντιστοιχεί στην πλατφόρμα, στην οποία εγκαθίστανται ο Apache, η PHP και η MySQL (π.χ. Windows, Mac OS X).

Ο LAMP συνήθως εγκαθίσταται και ρυθμίζεται στο Linux με τη βοήθεια του διαχειριστή πακέτων της εκάστοτε διανομής. Στην περίπτωση άλλων λειτουργικών συστημάτων, επειδή το κατέβασμα και η ρύθμιση των ξεχωριστών προγραμμάτων μπορεί να είναι πολύπλοκη, υπάρχουν έτοιμα πακέτα προς εγκατάσταση, όπως το XAMPP και το WAMP για τα Windows και το MAMP για το Mac OS X.<sup>23</sup>

#### Εισαγωγικά στοιχεία για το λογισμικό

Με τον όρο λογισμικό υπολογιστών ή λογισμικό (software) ορίζεται η συλλογή από προγράμματα υπολογιστών, διαδικασίες και οδηγίες χρήσης που εκτελούν ορισμένες εργασίες σε ένα υπολογιστικό σύστημα.

Ο όρος περιλαμβάνει:

Το λογισμικό εφαρμογών, όπως οι επεξεργαστές κειμένου, που εκτελούν παραγωγικές εργασίες για τους χρήστες,

το λογισμικό συστήματος, όπως τα λειτουργικά συστήματα, που παρέχει τις αναγκαίες υπηρεσίες του υλικού στο λογισμικό εφαρμογών,

το ενδιάμεσο λογισμικό (middleware), που ελέγχει και συντονίζει τα καταναμεμημένα συστήματα, και

το υλικολογισμικό που προγραμματίζει σε χαμηλό επίπεδο το υλικό ενός υπολογιστή ή τα περιφερειακά του.

Το λογισμικό περιλαμβάνει τα προγράμματα, τους ιστότοπους, τα βιντεοπαιχνίδια και άλλα προγράμματα που έχουν αναπτυχθεί σε μια γλώσσα προγραμματισμού όπως για παράδειγμα η C, η C++ ή η Java. Το λογισμικό είναι κωδικοποιημένο με συγκεκριμένο τρόπο, με τη βοήθεια ενός δυαδικού ψηφιακού συστήματος, ώστε να είναι «κατανοητό» από το υλικό.

Ο όρος «λογισμικό» χρησιμοποιείται μερικές φορές και σε ένα ευρύτερο πλαίσιο για να περιγράψει κάτι το οποίο δεν είναι υλικό, αλλά χρησιμοποιείται με το υλικό, όπως οι ταινίες, οι δίσκοι μουσικής και τα CD.

Επισκόπηση: Ως λογισμικό υπολογιστών θεωρείται ό,τι δεν ανήκει στο υλικό (hardware) του υπολογιστή. Στο υλικό περιλαμβάνονται τα αντικείμενα που έχουν υλική υπόσταση, ενώ στο λογισμικό περιλαμβάνονται τα άυλα προγράμματα και οι εφαρμογές που υπάρχουν στο εσωτερικό του υπολογιστή. Το λογισμικό καλύπτει ένα ευρύτατο φάσμα προϊόντων και τεχνολογιών που αναπτύσσονται με χρήση διαφορετικών τεχνικών όπως οι γλώσσες προγραμματισμού, οι γλώσσες μορφοποίησης κλπ. Οι διαφορετικοί τύποι λογισμικού περιλαμβάνουν ιστοσελίδες που αναπτύσσονται με τις τεχνολογίες HTML, PHP, Perl, JSP, ASP.NET, XML, και εφαρμογές που εμφανίζονται στην επιφάνεια εργασίας, όπως το Microsoft Word και το OpenOffice, που αναπτύσσονται στις γλώσσες C, C++, Java, C#, κλπ. Το λογισμικό εκτελείται συνήθως πάνω από ένα λειτουργικό σύστημα (που είναι επίσης λογισμικό), όπως τα Microsoft Windows, το Linux (με περιβάλλον GNOME ή KDE) ή το Solaris της Sun. Ως λογισμικό θεωρούνται και τα βιντεοπαιχνίδια όπως το Super Mario και το Grand Theft Auto για προσωπικούς υπολογιστές ή για κονσόλες βιντεοπαιχνιδιών. Αυτά τα παιχνίδια αναπτύσσονται από εφαρμογές CGI (computer generated imagery) αφού έχουν σχεδιαστεί πρώτα τα γραφικά τους από εφαρμογές όπως το Maya, το 3ds Max ή το Blender.

Επίσης, ένα λογισμικό συνήθως λειτουργεί πάνω σε μια πλατφόρμα λογισμικού που παρέχεται είτε από λειτουργικό σύστημα ή από ανεξάρτητες πλατφόρμες όπως η πλατφόρμα της Java και η πλατφόρμα .NET. Λογισμικό γραμμένο για μία αρχιτεκτονική λογισμικού ή μια πλατφόρμα συνήθως δεν μπορεί να λειτουργεί και σε άλλες πλατφόρμες, για παράδειγμα, οι εφαρμογές των Microsoft Windows δεν θα είναι σε θέση να λειτουργήσουν σε Mac OS, λόγω των διαφορών που σχετίζονται με τις πλατφόρμες και τα πρότυπά τους. Οι εφαρμογές αυτές μπορούν να λειτουργήσουν μόνο εάν μεταφερθούν, χρησιμοποιώντας ένα διερμηνέα ή με μεταφορά (port) του πηγαίου κώδικα στην εν λόγω πλατφόρμα.

Σχέση με το υλικό του υπολογιστή: Το λογισμικό υπολογιστών καλείται έτσι ώστε να διακρίνεται από το υλικό του υπολογιστή, που εποπτεύει τις φυσικές διασυνδέσεις και διατάξεις που απαιτούνται για να αποθηκευτεί και να εκτελεστεί το λογισμικό. Σε χαμηλότερο επίπεδο, το λογισμικό αποκωδικοποιείται σε γλώσσα μηχανής ειδικά προσαρμοσμένη για έναν συγκεκριμένο τύπο επεξεργαστή. Μια γλώσσα μηχανής είναι στην ουσία δυαδική αναπαράσταση των οδηγιών που στέλνονται στον επεξεργαστή ώστε να αλλάξει την κατάσταση του υπολογιστή από την προηγούμενη κατάσταση. Λογισμικό είναι η διατεταγμένη ακολουθία οδηγιών

για την αλλαγή της κατάστασης του υλικού του υπολογιστή σε μια συγκεκριμένη επιθυμητή κατάσταση. Είναι συνήθως γραμμένο σε υψηλού επιπέδου γλώσσες προγραμματισμού που είναι ευκολότερες στη χρήση για τους ανθρώπους (πιο κοντά στη φυσική γλώσσα) και πιο αποτελεσματικές από την γλώσσα μηχανής. Οι υψηλού επιπέδου γλώσσες μεταγλωττίζονται σε γλώσσα μηχανής. Το λογισμικό μπορεί επίσης να είναι γραμμένο σε συμβολική γλώσσα (assembly), μια μνημονική αναπαράσταση της γλώσσας μηχανής που χρησιμοποιεί αλφάβητο φυσικής γλώσσας. Η συμβολική γλώσσα μεταφράζεται σε γλώσσα μηχανής μέσω ενός συμβολομεταφραστή (assembler).

Ο όρος «λογισμικό» χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά με αυτή την έννοια από τον John W. Tukey το 1958. Στην επιστήμη των υπολογιστών και του λογισμικού, λογισμικό υπολογιστών είναι όλα τα προγράμματα για ηλεκτρονικούς υπολογιστές. Αυτή η θεωρία είναι η βάση του σύγχρονου λογισμικού και προτάθηκε για πρώτη φορά από τον Άλαν Τούρινγκ το 1935 στο δοκίμιο του Υπολογίσιμοι αριθμοί με μια εφαρμογή στο Entscheidungsproblem.

Είδη συστημάτων λογισμικού: Στην πράξη στα υπολογιστικά συστήματα το λογισμικό διαίρεται σε τρεις κύριες κλάσεις: λογισμικό συστήματος, λογισμικό προγραμματισμού και λογισμικό εφαρμογών, αν και η διάκριση αυτή είναι αυθαίρετη, και συχνά ασαφής.

Το λογισμικό συστήματος επιβόηθα τη λειτουργία του υλικού του υπολογιστή και του υπολογιστικού συστήματος. Περιλαμβάνει:

- λειτουργικά συστήματα,
- οδηγούς συσκευών (drivers).
- διαγνωστικά εργαλεία,
- servers,
- παραθυρικά συστήματα
- βοηθητικά προγράμματα και άλλα.

Σκοπός του λογισμικού συστήματος είναι η απομάκρυνση του προγραμματιστή όσο το δυνατόν περισσότερο από την διαχείριση των πολύπλοκων στοιχείων του υπολογιστή, π.χ. η κύρια μνήμη και άλλα χαρακτηριστικά του υλικού, αλλά και από περιφερειακές συσκευές όπως οι εκτυπωτές, οι αναγνώστες, οι οθόνες, τα πληκτρολόγια, κ.α.

## Οι 2 τύποι λογισμικού

Τα λογισμικά χωρίζονται σε κλειστού και ελεύθερου - ανοιχτού κώδικα.

### Κλειστό λογισμικό

Τυπικά μια άδεια κλειστού λογισμικού επιτρέπει στον τελικό χρήστη την χρήση του λογισμικού εντός περιορισμένου περιβάλλοντος, απαγορεύοντας την αποσυμπίληση

του λογισμικού (δηλαδή το να επιχειρηθεί η ανάκτηση του πηγαίου κώδικα από το έτοιμο λογισμικό), και την ανάλυση, τροποποίηση και αναδημιουργία του λογισμικού, και συνήθως απαγορεύονται επίσης η αντιγραφή και διανομή του λογισμικού (είτε δωρεάν είτε επί πληρωμή) από τρίτα πρόσωπα, καθώς και η χρήση του από ένα μεγάλο αριθμό ανθρώπων ή η εγκατάστασή του σε πολλούς υπολογιστές. Μια άδεια που επιτρέπει την δωρεάν αντιγραφή και διανομή του λογισμικού (freeware) παραμένει κλειστή άδεια από την στιγμή που δεν επιτρέπει την τροποποίηση του λογισμικού ή την εμπορική διανομή.<sup>24</sup>

#### Λογισμικό ανοικτού κώδικα

Με τον όρο Λογισμικό ανοικτού κώδικα εννοείται λογισμικό του οποίου ο πηγαίος κώδικας διατίθεται ελεύθερα σε αυτούς που θέλουν να τον εξετάσουν, και/ή τροποποιήσουν η χρησιμοποιήσουν σε άλλες εφαρμογές. Υπάρχουν πολλές διαφορετικές άδειες χρήσης που μπορεί να συνοδεύουν το λογισμικό ανοικτού κώδικα.

#### Το logo Ανοικτού Λογισμικού

Σε γενικές γραμμές το λογισμικό ανοικτού κώδικα δεν σημαίνει απαραίτητα δωρεάν λογισμικό, ούτε ελεύθερο λογισμικό (σύμφωνα με τον ορισμό που δίνει στο ελεύθερο λογισμικό το Ίδρυμα Ελεύθερου Λογισμικού), αλλά αναφέρεται κυρίως στην ελευθερία του κάθε χρήστη να εξετάσει και να χρησιμοποιήσει την γνώση και τις δυνατότητες που του προσφέρει ο κώδικας προγραμματισμού.<sup>25</sup>



Το ελεύθερο λογισμικό, όπως ορίζεται από το Ίδρυμα Ελεύθερου Λογισμικού (Free Software Foundation), είναι λογισμικό που μπορεί να χρησιμοποιηθεί, αντιγραφεί, μελετηθεί, τροποποιηθεί και αναδιανεμηθεί χωρίς περιορισμό. Η ελευθερία από τέτοιους περιορισμούς είναι βασικό στοιχείο στην ιδέα του "ελεύθερου λογισμικού", έτσι ώστε το αντίθετο του ελεύθερου λογισμικού είναι το ιδιόκτητο λογισμικό, και όχι το λογισμικό που πωλείται για κέρδος, όπως το εμπορικό λογισμικό. Το ελεύθερο λογισμικό ορισμένες φορές αναφέρεται και σαν ανοιχτό λογισμικό ή λογισμικό

ανοιχτού κώδικα αλλά οι δύο έννοιες δεν είναι ταυτόσημες. Σύμφωνα με τον Richard Stallman δεν είναι κάθε λογισμικό ελεύθερο μόνο και μόνο επειδή είναι ανοιχτού κώδικα. Επίσης, πολλές συζητήσεις έχουν γίνει σχετικά με τη δυναμική και τα ιδιαίτερα γνωρίσματα των μοντέλων παραγωγής του Ελεύθερου Λογισμικού ως πρότυπο μιας νέας μορφής κοινωνικής, οικονομικής και πολιτικής οργάνωσης.<sup>26</sup>

### Ιστορία του ανοιχτού λογισμικού

Στις δεκαετίες του 1950, του 1960, και του 1970, ήταν φυσιολογικό για τους χρήστες των υπολογιστών να έχουν τις ελευθερίες του λογισμικού που συνδέονται με το ελεύθερο λογισμικό. Το Λογισμικό μοιράζονταν ευρέως από τα άτομα που χρησιμοποιούσαν τους υπολογιστές και από τους κατασκευαστές του τεχνικού εξοπλισμού που καλωσόριζαν το γεγονός ότι οι άνθρωποι έγραφαν λογισμικό που έκανε τον εξοπλισμό τους χρήσιμο. Οργανώσεις από χρήστες και προμηθευτές, για παράδειγμα, η SHARE, σχηματίστηκαν για να διευκολύνουν την ανταλλαγή του λογισμικού. Στα τέλη όμως της δεκαετίας του 1960, η εικόνα άλλαξε: τα κόστη του λογισμικού ανέβαιναν δραματικά, και μια αναπτυσσόμενη βιομηχανία λογισμικού ανταγωνιζόταν με τους κατασκευαστές του εξοπλισμού συσκευασμένα προϊόντα λογισμικού (δωρεάν από την άποψη ότι το κόστος περιλαμβάνονταν στο κόστος του εξοπλισμού), μισθωμένες μηχανές απαιτούσαν υποστήριξη λογισμικού ενώ δεν παρείχαν κανένα έσοδο για το λογισμικό, και μερικοί πελάτες που είχαν την δυνατότητα να ανταποκριθούν στις ιδιαίτερες ανάγκες τους δεν ήθελαν τα κόστη του ελεύθερου λογισμικού να έρχονται ως ενιαία δέσμη με το κόστος των προϊόντων εξοπλισμού υπολογιστών. Στην απόφαση Ηνωμένες Πολιτείες vs. IBM, που αρχειοθετήθηκε στις 17 Ιανουαρίου, 1969, η κυβέρνηση κατηγορήσε την εταιρεία ότι το "λογισμικό σε πακέτο" ήταν εναντίον του ανταγωνισμού.[6] Κι ενώ κάποια λογισμικά θα μπορούσαν πάντα να είναι ελεύθερα, παράλληλα δινόταν η δυνατότητα να παραχθεί ένα διαρκώς αυξανόμενο σε ποσότητα λογισμικό που ήταν μόνον προς πώληση. Στις δεκαετίες του 1970 και νωρίς του 1980, η βιομηχανία λογισμικού άρχισε να χρησιμοποιεί τεχνικά μέτρα (τέτοια όπως την διανομή μόνον δυαδικών αντιγράφων από τα προγράμματα υπολογιστών) για να αποτρέψουν τους χρήστες από την μελέτη και τροποποίηση του λογισμικού. Το 1980 οι νομοθεσία για πνευματική ιδιοκτησία επεκτάθηκε και στα προγράμματα υπολογιστών.

Το 1983, Ρίτσαρντ Στόλλμαν, για πολλά χρόνια μέλος της κοινότητας των χάκερ at the Εργαστήριο Τεχνητής Νοημοσύνης του MIT, ανακοίνωσε το GNU Project, λέγοντας ότι είχε απογοητευθεί με τα αποτελέσματα στην αλλαγή της κουλτούρας της βιομηχανίας των υπολογιστών και των χρηστών της. Η ανάπτυξη του λογισμικού για το GNU άρχισε τον Ιανουάριο του 1984, και το Ίδρυμα Ελεύθερου Λογισμικού (FSF) ιδρύθηκε τον Οκτώβριο του 1985. Αυτός ανέπτυξε ένα ορισμό για το ελεύθερο λογισμικό και την έννοια του "copyleft", σχεδιασμένη ειδικά για να διασφαλίσει την ελευθερία του λογισμικού για όλους.

Η οικονομική βιωσιμότητα του ελεύθερου λογισμικού έχει αναγνωριστεί από μεγάλες εταιρείες όπως η IBM, η Red Hat, και η Sun Microsystems. Πολλές εταιρίες που η κύρια δραστηριότητά τους δεν είναι στον τομέα IT επιλέγουν το ελεύθερο

λογισμικό για την Διαδικτυακή τους πληροφορία και τις ιστοσελίδες των πωλήσεων, λόγω του χαμηλότερου αρχικού κεφαλαίου επένδυσης και την ικανότητα να προσαρμόζουν ελεύθερα τα πακέτα εφαρμογών του. Επίσης, μερικές βιομηχανίες (όχι λογισμικού) αρχίζουν να χρησιμοποιούν τεχνικές παρόμοιες με αυτές που χρησιμοποιήθηκαν στην ανάπτυξη του ελεύθερου λογισμικού για τις έρευνές τους και την αναπτυξιακή διαδικασία. Οι επιστήμονες, για παράδειγμα, αναζητούν ακόμα περισσότερο ανοιχτές διαδικασίες ανάπτυξης, και σε εξοπλισμό όπως τα μικροσπίπ αρχίζουν να αναπτύσσονται με εξειδικεύσεις όρων που δημοσιεύονται κάτω από άδειες copyleft (δείτε το εγχείρημα OpenCores, για παράδειγμα). Τα Creative Commons και το free culture movement έχουν επίσης επηρεαστεί σε μεγάλο βαθμό από το κίνημα του ελεύθερου λογισμικού.

### Ονομασία

Το FSF συστήνει να χρησιμοποιείται ο όρος "ελεύθερο λογισμικό" περισσότερο παρά "λογισμικό ανοιχτού κώδικα" επειδή, αυτοί διακηρύσσουν σε ένα έγγραφο για την φιλοσοφία του Ελεύθερου Λογισμικού, ότι αυτός ο τελευταίος όρος και η σχετική καμπάνια προώθησης εστιάζει στα τεχνικά θέματα της ανάπτυξης του λογισμικού, αποφεύγοντας τα θέματα της ελευθερίας των χρηστών. "Libre" χρησιμοποιείται συχνά για να αποφεύγεται η αμφισημία της λέξης "ελευθερία" στην Αγγλική γλώσσα.

### Άδειες ελεύθερου λογισμικού

Εν γένει, σύμφωνα με την ισχύουσα νομοθεσία περί πνευματικής ιδιοκτησίας, η ελεύθερη αντιγραφή, διανομή και τροποποίηση του λογισμικού δεν επιτρέπεται. Για το λόγο αυτό, οι εκδόσεις ελεύθερου λογισμικού κάνουν χρήση ειδικής άδειας (free software licence) σύμφωνα με την οποία, παραχωρείται το δικαίωμα αντιγραφής, τροποποίησης και αναδιανομής του λογισμικού, στους χρήστες.

Σύμφωνα με το Ίδρυμα Ελεύθερου Λογισμικού, οι άδειες χρήσης ελεύθερου λογισμικού πρέπει να περιλαμβάνουν τις εξής ελευθερίες:

Ελευθερία 0: Ελευθερία χρήσης του προγράμματος για οποιονδήποτε σκοπό.

Ελευθερία 1: Ελευθερία μελέτης και τροποποίησης του προγράμματος.

Ελευθερία 2: Ελευθερία αντιγραφής του προγράμματος.

Ελευθερία 3: Ελευθερία βελτίωσης του προγράμματος και επανέκδοσης του, προς το συμφέρον της κοινότητας των χρηστών.

Οι ελευθερίες 1 και 3 προϋποθέτουν την πρόσβαση των χρηστών στον πηγαίο κώδικα του λογισμικού.<sup>27</sup>

### Άδειες Creative Commons

Οι άδειες και τα εργαλεία πνευματικών δικαιωμάτων Creative Commons (CC) επιφέρει μια ισορροπία στην παραδοσιακή ρύθμιση "διατήρησης πλήρους δικαιώματος" που δημιουργεί η νομοθεσία για τα πνευματικά δικαιώματα. Τα εργαλεία αυτά προσφέρουν στον καθένα, από μεμονωμένους δημιουργούς μέχρι μεγάλες εταιρίες και ιδρύματα έναν απλό, προτυποποιημένο τρόπο για να χορηγεί άδειες επί των δικαιωμάτων πνευματικής

ιδιοκτησίας των έργων του. Ο συνδυασμός αυτών των εργαλείων και των χρηστών είναι μια μεγάλη και αυξανόμενη ψηφιακή κοινότητα, μια δεξαμενή περιεχομένου που μπορεί να αντιγραφεί, διανεμηθεί, τροποποιηθεί, αναδομηθεί και αξιοποιηθεί πάντοτε εντός των ορίων της νομοθεσίας για τα πνευματικά δικαιώματα.

### Οι άδειες



#### Αναφορά Δημιουργού

##### CC BY

Αυτή η άδεια επιτρέπει στους άλλους να διανέμουν, να αναμειγνύουν, και να δημιουργούν πάνω στο δικό σας έργο, ακόμη και εμπορικά, αρκεί να σας πιστώνουν για την αρχική δημιουργία. Αυτή είναι η πιο χαλαρή από όλες τις άδειες που προσφέρονται. Συστήνεται για τη μέγιστη διάδοση και χρήση του αδειοδοτούμενου υλικού.



#### Αναφορά Δημιουργού - Παρόμοια Διανομή

##### CC BY-SA

Αυτή η άδεια επιτρέπει στους άλλους να αναμειγνύουν, να τροποποιούν, και να δημιουργούν πάνω στο έργο σας, ακόμη και για εμπορικούς σκοπούς, αρκεί να σας αποδίδουν την αναγνώριση/ credit, και να υπαγάγουν τις νέες τους δημιουργίες υπό τους ίδιους όρους. Αυτή η άδεια συγκρίνεται συχνά με τις άδειες "copyleft" του ελεύθερου και ανοικτού κώδικα λογισμικού. Όλα τα νέα έργα που βασίζονται στο δικό σας, θα φέρουν την ίδια άδεια, οπότε και τα οποιαδήποτε παράγωγα θα επιτρέπουν και την εμπορική χρήση. Αυτή είναι η άδεια που χρησιμοποιείται από την Wikipedia, και συστήνεται για υλικό που θα επωφεληθεί από την ενσωμάτωση περιεχομένου από την Wikipedia και από άλλα έργα με παρόμοια άδεια.



#### Αναφορά Δημιουργού-Όχι Παράγωγα Έργα

##### CC BY-ND

Αυτή η άδεια επιτρέπει την αναδιανομή, εμπορική και μη-εμπορική, αρκεί να μεταδίδεται στον επόμενο απaráλλακτα και καθ' ολοκληρίαν, με την απόδοση αναγνώρισης/ credit σε εσάς.





### **Αναφορά Δημιουργού-Μη Εμπορική Χρήση CC BY-NC**

Αυτή η άδεια επιτρέπει στους άλλους να διανέμουν, να αναμειγνύουν, και να δημιουργούν πάνω στο δικό σας έργο, κατά μη-εμπορικό τρόπο, και παρόλο που τα νέα τους έργα θα πρέπει επίσης να σας αποδίδουν αναγνώριση και να είναι μη-εμπορικά, δεν οφείλουν να υπαγάγουν τα παράγωγα έργα τους στους ίδιους όρους.



### **Αναφορά Δημιουργού - Μη Εμπορική Χρήση - Παρόμοια Διανομή CC BY-NC-SA**

Αυτή η άδεια επιτρέπει στους άλλους να αναμειγνύουν, να τροποποιούν, και να δημιουργούν πάνω στο δικό σας έργο, κατά μη-εμπορικό τρόπο, αρκεί να σας πιστώνουν για την αρχική δημιουργία κι να υπαγάγουν τις νέες τους δημιουργίες υπό τους ίδιους όρους.



### **Αναφορά Δημιουργού-Μη Εμπορική Χρήση-Όχι Παράγωγα Έργα CC BY-NC-ND**

Αυτή η άδεια είναι η πιο περιοριστική από τις έξι κύριες άδειες, επιτρέποντας μόνο στους άλλους να μεταφορτώνουν τα έργα σας και να τα μοιράζονται με άλλους, αρκεί να σας αποδίδουν αναγνώριση/ credit, αλλά δεν μπορούν να τα αλλάξουν κατά κανέναν τρόπο, ή να τα χρησιμοποιήσουν εμπορικά.

## **Εκπαιδευτικό λογισμικό**

Το παράδειγμα του Neuwane απεικονίζει ένα παράδειγμα αυτού που ο Weizenbaum (1976) αποκάλεσε χρήση των υπολογιστών ως «επεκτάσεις των σωμάτων». Τέτοιες χρήσεις έχουν μακρά ιστορία στην εκπαίδευση. Από τη στιγμή που ο άνθρωπος άρχισε να αναγνωρίζει τη δυνατότητα του υπολογιστή να εκτελεί εργασίες γρήγορα και συστηματικά, άρχισε επίσης να εξερευνά και να πειραματίζεται με τις ικανότητες του να εξομοιώνει και να βελτιώνει τις λειτουργίες που επιτελεί ένας αληθινός δάσκαλος. Αν μπορούσαν να γραφούν προγράμματα υπολογιστών για να κάνουν ουσιαστικά τα πάντα, γιατί να μην μπορούν οι υπολογιστές να προγραμματιστούν για να διδάξουν; Πολλοί εκπαιδευτικοί και προγραμματιστές κυνήγησαν το στόχο υπολογιστή – δασκάλου κατά τη διάρκεια των δεκαετιών του 1960 και του 1970. Μερικοί, όπως ο William Norris (1977) που ανέπτυξε τα

εκπαιδευτικά συστήματα PLATO της Control Data, πίστευαν ότι η βασισμένη στον υπολογιστή εκπαίδευση ήταν η μόνη λογική εναλλακτική στους «ξεπερασμένους, εντάσεως εργασίας τρόπους» εκπαίδευσης. Ο Norris πίστευε ότι, αν οι υπολογιστές αναλάμβαναν το μεγαλύτερο μέρος του παραδοσιακού ρόλου των εκπαιδευτικών, η εκπαίδευση μπορούσε να γίνει παραγωγικότερη.

Στη χώρα μας, όμως, μόλις τη δεκαετία του '90 εμφανίστηκαν οι πρώτοι ηλεκτρονικοί υπολογιστές στα σχολεία, ενώ την ίδια, περίπου, περίοδο οι οικιακοί ηλεκτρονικοί υπολογιστές έκαναν την εμφάνισή τους, σποραδικά στην αρχή, αλλά με αυξανόμενους ρυθμούς. Έτσι, στα τέλη της δεκαετίας του '90 οι κάτοχοι ηλεκτρονικού υπολογιστή μπορούσαν να βρουν αρκετούς τίτλους εκπαιδευτικού λογισμικού στα ράφια των καταστημάτων.

Μπορούμε να χωρίσουμε την ιστορία του εκπαιδευτικού λογισμικού σε τρεις περιόδους. Τα CD-ROM της δεκαετίας του '90 χαρακτηρίζουν την πρώτη εποχή του εκπαιδευτικού λογισμικού. Ακολούθησε η δεύτερη εποχή, με λογισμικό που συνεργάζεται με κατάλληλες συσκευές και είναι ανοιχτό ως προς το περιεχόμενο. Στην τρίτη εποχή, που ζούμε τώρα, το λογισμικό προσφέρεται περισσότερο στη μορφή της διαδικτυακής υπηρεσίας και έχει περισσότερα επικοινωνιακά χαρακτηριστικά.

Στην πρώτη περίοδο του εκπαιδευτικού λογισμικού (δεκαετία '90) τα πιο πολλά λογισμικά ήταν κλειστά ως προς το περιεχόμενο. Αυτό σημαίνει ότι κάθε τίτλος λογισμικού έφερε συγκεκριμένο περιεχόμενο, όπως ακριβώς ένας τίτλος βιβλίου περιέχει ένα συγκεκριμένο κείμενο. Έτσι, για παράδειγμα, μπορούσε κανείς να βρει σε μορφή CD-ROM κάποιες εγκυκλοπαίδειες ή CD με γρίφους και μαθηματικά παιχνίδια. Ορισμένα παιχνίδια, εξ' άλλου, σχεδιάζονταν έτσι ώστε να έχουν εκπαιδευτική αξία. Οι περισσότεροι από τους τίτλους που μοίρασε το Υπουργείο Παιδείας στα σχολεία της πρωτοβάθμιας και δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης την περασμένη χρονιά ανήκουν σε αυτή την κατηγορία. Συνήθως οι τίτλοι αυτοί παρουσιάζουν κάποιον ήρωα που καθοδηγείται από το παιδί μέσα από κάποιες περιπέτειες - εκπαιδευτικά παιχνίδια. Σε άλλες περιπτώσεις, το λογισμικό περιέχει ταινίες και εποπτικό υλικό ή εγκυκλοπαιδικές πληροφορίες στις οποίες ο μαθητής μπορεί να ανατρέξει, ή μπορούν να προβληθούν και να χρησιμοποιηθούν ομαδικά από όλη την τάξη.<sup>28</sup>

Σήμερα, μετά από περίπου 30 χρόνια ανάπτυξης και πειραματισμού η συζήτηση για αντικατάσταση των εκπαιδευτικών από υπολογιστές είναι λιγότερη. Παρόλο που αυτά τα προγράμματα δεν είναι εναλλακτικά της ανθρώπινης διδασκαλίας, όπως οραματίστηκε ο Norris, μπορούν να ενισχύσουν τη διδασκαλία και τη μάθηση με πολλούς τρόπους.

Τα προϊόντα που γράφονται σε γλώσσες προγραμματισμού (π.χ. Basic, Assembler, C++, JAVA) και έχουν σχεδιαστεί και αναπτυχθεί για να εκτελούν εργασίες, λέγονται λογισμικό εφαρμογών ή προγράμματα. Το εκπαιδευτικό λογισμικό εφαρμογών ειδικά σχεδιασμένο για να παρέχει ή να βοηθά τη διδασκαλία των μαθητών σε ένα

θέμα. Παρόλο που λογισμικά όπως οι επεξεργαστές κειμένου ή τα προγράμματα υπολογιστικών φύλλων μπορούν επίσης να ενισχύσουν τις διδακτικές δραστηριότητες, δεν τα κατατάσσουμε στα εκπαιδευτικά λογισμικά αλλά στα λογισμικά εργαλεία. Τα εργαλεία λογισμικού εξυπηρετούν ποικιλία σκοπών πέραν της διδασκαλίας ενώ τα πακέτα εκπαιδευτικού λογισμικού είναι προγράμματα που αναπτύχθηκαν με μοναδικό σκοπό την παροχή διδασκαλίας ή την υποστήριξη των μαθησιακών δραστηριοτήτων.

### Προβλήματα στην αναγνώριση και την ταξινόμηση των λειτουργιών του λογισμικού

Οι εκπαιδευτικοί μπορεί να ακούσουν διάφορους όρους που αναφέρονται στο εκπαιδευτικό λογισμικό, όπως *βασισμένη στον υπολογιστή μάθηση (CBL) ή υποβοηθούμενη από υπολογιστή μάθηση*, μαζί με γενικότερους όρους όπως *λογισμικά εργαλεία μάθησης*.

Τα ονόματα, επίσης, των ειδών εκπαιδευτικού λογισμικού εξάσκησης και πρακτικής, καθοδηγούμενης εκμάθησης, προσομοίωσης, εκπαιδευτικού παιχνιδιού και επίλυσης προβλημάτων. Παρόλο που οι όροι αυτοί γεννήθηκαν από σαφείς διαφορές στα χαρακτηριστικά και τις χρήσεις κάθε είδους, πολλά από τα σημερινά λογισμικά δεν μπορούν να κατηγοριοποιηθούν εύκολα για 3 λόγους:

1. Οι προγραμματιστές χρησιμοποιούν τους όρους εναλλακτικά. Φαίνεται ότι δεν υπάρχει συναίνεση μεταξύ των προγραμματιστών στους όρους που χρησιμοποιούν για να περιγράψουν τα διάφορα είδη προγραμμάτων. Μερικοί προγραμματιστές αναφέρουν ένα πρόγραμμα εξάσκησης που παρέχει εκτεταμένη ανάδραση ως *λογισμικό καθοδηγούμενης εκμάθησης*. Άλλοι αναφέρουν τις *προσομοιώσεις* ή τις λειτουργίες επίλυσης *προβλημάτων* ως παιχνίδια.
2. Τα πακέτα περιέχουν περισσότερες από μία δραστηριότητες. Πολλά πακέτα λογισμικού περιέχουν αρκετές διαφορετικές δραστηριότητες η κάθε μια από τις οποίες εξυπηρετεί διαφορετικό σκοπό. Για παράδειγμα ένα πρόγραμμα σαν το Millie Math House έχει μια σειρά από δραστηριότητες επίλυσης προβλημάτων και παιχνιδιών.
3. Το λογισμικό γίνεται πολυμεσικό. Ο Tergan (1998), σημειώνει ότι από τότε που περισσότερα λογισμικά ενσωματώνουν περιβάλλοντα υπερμέσων και πολυμέσων, έχει γίνει δυσκολότερη η ανάλυση των αλληλεπιδράσεων μαθητή συστήματος, η απομόνωση των διδακτικών ρόλων σε ένα πακέτο λογισμικού, και η αναγνώριση του είδους των λειτουργιών που εμπεριέχονται.

Υπό το πρίσμα αυτών των ζητημάτων, καθίσταται χρήσιμο στους εκπαιδευτικούς που χρησιμοποιούν λογισμικό για διδασκαλία, το να αναλύουν όλες τις δραστηριότητες που περιλαμβάνει ένα πακέτο και να ταξινομήσουν κάθε μια ανάλογα με τις διδακτικές της λειτουργίες.

## Κατηγοριοποιήσεις λογισμικού και στρατηγικές ενσωμάτωσης

Οι Gagne, Wager και Rojas (1981) πρότειναν ένα τρόπο εξέτασης του λογισμικού μαθημάτων που μπορεί να βοηθήσει τους εκπαιδευτικούς να αναλύσουν ένα δεδομένο προϊόν ως προς τις διδακτικές λειτουργίες του και να σχεδιάσουν κατάλληλες στρατηγικές ενσωμάτωσης που αξιοποιούν αυτές τις λειτουργίες. Οι Gagne, Wager και Rojas παρατήρησαν ότι τα λογισμικά εξάσκησης, καθοδηγούμενης εκμάθησης και οι προσομοιώσεις επιτυγχάνουν το κάθε ένα, και ένα διαφορετικό συνδυασμό των γεγονότων διδασκαλίας.

Τα πέντε, συνήθη, είδη εκπαιδευτικού λογισμικού επιτελούν τις παρακάτω λειτουργίες:

- ✓ Τα λογισμικά εξάσκησης, ή εξάσκησης και πρακτικής (drill and practice) επιτρέπουν στους μαθητές να εργαστούν σε προβλήματα ή να απαντήσουν ερωτήσεις και να λάβουν ανατροφοδότηση για την ορθότητα των απαντήσεων τους.
- ✓ Τα λογισμικά καθοδηγούμενης εκμάθησης (tutorials) δρουν όπως ένας άνθρωπος φροντιστής/δάσκαλος, παρέχοντας όλες τις πληροφορίες και διδακτικές δραστηριότητες που χρειάζεται ο εκπαιδευόμενος για να μάθει ένα θέμα: συνόψεις πληροφοριών, επεξήγηση, διαδικασίες εξάσκησης, ανατροφοδότηση και αξιολόγηση.
- ✓ Οι προσομοιώσεις μοντελοποιούν πραγματικά ή φανταστικά συστήματα για να δείξουν πως λειτουργούν, είτε αυτά είτε παρόμοια συστήματα.
- ✓ Τα εκπαιδευτικά παιχνίδια σχεδιάζονται με στόχο την αύξηση των κινήτρων των μαθητών προσθέτοντας κανόνες παιχνιδιού στις μαθησιακές δραστηριότητες συνήθως είτε σε δραστηριότητες εξάσκησης είτε προσομοίωσης.
- ✓ Τα προγράμματα επίλυσης προβλημάτων διδάσκουν άμεσα, μέσω επεξήγησης και/ή πρακτικής, τα βήματα που περιλαμβάνονται στην επίλυση προβλημάτων ή βοηθούν τους μαθητές να αποκτήσουν δεξιότητες επίλυσης προβλημάτων παρέχοντας τους ευκαιρίες να λύσουν προβλήματα.

Όταν ο εκπαιδευτικός αξιολογεί ένα πακέτο εκπαιδευτικού λογισμικού για ενδεχόμενη χρήση, μια συνιστώμενη στρατηγική είναι η ανάλυση και ο προσδιορισμός των γεγονότων διδασκαλίας που κάθε δραστηριότητα του πακέτου επιτελεί, η κατηγοριοποίηση της ως προς το είδος λειτουργιών εκπαιδευτικού λογισμικού, και στη συνέχεια ο σχεδιασμός μιας ή περισσότερων στρατηγικών ενσωμάτωσης που χρησιμοποιούν αποτελεσματικά τις λειτουργίες του πακέτου.

## Οι γλώσσες προγραμματισμού ως εκπαιδευτικό λογισμικό

Μία από τις πιο γνωστές γλώσσες προγραμματισμού που έχει χρησιμοποιηθεί για διδασκαλία είναι η Logo. Το έργο του Seymour Papert και των συναδέλφων του στο MIT «έκανε τη Logo να χρησιμοποιείται ευρέως σε ολόκληρο τον κόσμο ως μια

εισαγωγική γλώσσα προγραμματισμού και ως μαθησιακό περιβάλλον για τα μαθηματικά για τους μαθητές δημοτικού και γυμνασίου». Ο Papert ήλπιζε ότι η Logo θα γινόταν «ένα περιβάλλον που είναι για τη μάθηση των Γαλλικών».

Παρόλο που σήμερα δεν είναι τόσο δημοφιλής όσο τη δεκαετία του 1980, η Logo και τα παράγωγα υλικά της όπως το λογισμικό Microworlds χρησιμοποιούνται ακόμα για πολλούς εκπαιδευτικούς σκοπούς. Η Logo χρησιμοποιείται συχνά για να εισάγει σε μικρά παιδιά την επίλυση προβλημάτων μέσω προγραμματισμού και για να επιτρέψει την εξερεύνηση εννοιών σε θεματικές περιοχές, όπως τα μαθηματικά, οι θετικές επιστήμες και η γλώσσα (Galas, 1998, Gosnsalves & Lopez, 1998, Welnstein, 1999). Η Logo επίσης άνοιξε το δρόμο για τη χρησιμοποίηση και άλλων εργαλείων προγραμματισμού με τους ίδιους διδακτικούς τρόπους. Οι Ploger και Vedova (1999) περιγράφουν ένα «σύστημα προγραμματισμού» με επεξεργασία κειμένου και γραφικές δυνατότητες, για να βοηθήσει τους μαθητές στη μάθηση εννοιών στον τομέα των αριθμών και τον ποσοτήτων.<sup>9</sup>

### Το εκπαιδευτικό λογισμικό ως επίλυσης προβλημάτων

Οι Funkhouser και Dennis (1992) παρέθεσαν τα λόγια ενός προγενέστερου συγγραφέα: «Επίλυση προβλήματος σημαίνει, τις συμπεριφορές τις οποίες μελετούν οι ερευνητές που λένε ότι μελετούν την επίλυση προβλήματος». Ο Sherman (1988) ήταν κάπως πιο συγκεκριμένος, ισχυριζόμενος ότι κάθε επίλυση προβλήματος εμπριέχει τρία συστατικά: αναγνώριση κάποιου στόχου, μία διαδικασία και νοητική δραστηριότητα. Ο Sherman είπε ότι επίλυση προβλήματος είναι μια σχετικά περίτεχνη νοητική ικανότητα που είναι δύσκολο να μάθεις και η οποία είναι ιδιαίτερα ιδιοσυγκρασιακή. Αυτό σημαίνει ότι η ικανότητα επίλυσης προβλήματος εξαρτάται από «τη γνώση, την πρότερη εμπειρία, τα κίνητρα και πολλούς άλλους παράγοντες». Αυτός ο ορισμός προβλήματος καλύπτει μεγάλη ποικιλία επιθυμητών συμπεριφορών.

Μερικοί εκπαιδευτικοί βλέπουν την επίλυση προβλήματος ως μια υψηλού επιπέδου δεξιότητα που μπορεί να διδαχθεί άμεσα, τουλάχιστον εν μέρει, με συγκεκριμένη διδασκαλία και πρακτική στις στρατηγικές και υπό-δεξιότητες από τις οποίες αποτελείται. Άλλοι προτείνουν να τοποθετούνται οι μαθητές σε περιβάλλοντα επίλυσης προβλημάτων και, με λίγη καθοδήγηση, να αφήνονται να αναπτύξουν τις δικές τους ερευνητικές μεθόδους για να «επιτεθούν» στα προβλήματα και να τα επιλύσουν. Παρόλο που οι στόχοι των δύο απόψεων επικαλύπτονται μερικώς, η μια είναι περισσότερο στραμμένη προς την παροχή των προαπαιτούμενων δεξιοτήτων για συγκεκριμένα είδη επίλυσης προβλημάτων. Η άλλη άποψη στοχεύει περισσότερο στο να παρακινήσει τους μαθητές να επιτίθενται στα προβλήματα και να αναγνωρίζουν την επίλυση προβλημάτων ως ενιαίο και αναπόσπαστο τμήμα της καθημερινής ζωής. Ο Blosser (1988) επιβεβαιώνει αυτή τη διχοτόμηση λέγοντας ότι: «η επίλυση προβλημάτων περιλαμβάνει μια στάση ή προδιάθεση προς την έρευνα καθώς και τις ίδιες τις διαδικασίες με τις οποίες τα άτομα αποκτούν γνώση». Οι μαθητές χρειάζεται να συνδυάζουν αυτά τα δύο στοιχεία, ενώ οι εκπαιδευτικοί

πρέπει να προσαρμόζουν διαρκώς την ποσότητα του χρόνου που αφιερώνουν σε κάθε είδος προσέγγισης σε κάθε μία από τις διάφορες θεματικές περιοχές.

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΙΙΙ – ΔΙΚΤΥΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ



Ένα δίκτυο υπολογιστών είναι ένα σύνολο από αυτόνομους ή μη αυτόνομους διασυνδεδεμένους υπολογιστές. Οι υπολογιστές θεωρούνται διασυνδεδεμένοι όταν είναι σε θέση να ανταλλάξουν πληροφορίες μεταξύ τους και αυτόνομοι όταν δεν είναι δυνατό κάποιος υπολογιστής να ελέγξει τη λειτουργία (π.χ. εκκίνηση ή τερματισμό) κάποιου άλλου.

### Ταξινόμηση

Τα δίκτυα φέρουν τους εξής χαρακτηρισμούς, που καθορίζουν και την κατηγορία τους :

Ανάλογα με το φυσικό μέσο διασύνδεσής τους χαρακτηρίζονται ως ενσύρματα ή ασύρματα.

Ανάλογα με τον τρόπο πρόσβασης σε αυτά χαρακτηρίζονται ως δημόσια ή ιδιωτικά δίκτυα.

Ανάλογα με την γεωγραφική κάλυψη του δικτύου χαρακτηρίζονται ως τοπικά (LAN και WLAN), μητροπολιτικά (MAN και WMAN), ευρείας κάλυψης (WAN και WWAN) και προσωπικά (PAN και WPAN).

Οι χαρακτηρισμοί με το πρόσθετο W ανταποκρίνονται στον ασύρματο (Wireless) τρόπο σύνδεσης.

### Ανά γεωγραφική κάλυψη

#### Τοπικά

Τα τοπικά δίκτυα ή και LAN (local area networks) είναι δίκτυα που συνδέουν υπολογιστές σε κοντινές αποστάσεις, π.χ. από υπολογιστές που βρίσκονται σε ένα δωμάτιο μέχρι υπολογιστές που απέχουν μερικά χιλιόμετρα μεταξύ τους. Χρησιμοποιούνται συνήθως για να συνδέουν προσωπικούς υπολογιστές και σταθμούς εργασίας σε γραφεία εταιρειών, εργοστάσια, πανεπιστήμια κ.λπ.

### *Μητροπολιτικά*

Ένα μητροπολιτικό δίκτυο ή και MAN (metropolitan area network) είναι μια μεγαλύτερη εκδοχή ενός τοπικού δικτύου καθώς καλύπτει μεγαλύτερες αποστάσεις, π.χ. από μια ομάδα γειτονικών γραφείων μιας εταιρείας έως μια πόλη.

### *Δίκτυα ευρείας περιοχής*

Τα δίκτυα ευρείας περιοχής ή WAN (wide area network) καλύπτουν μεγάλες γεωγραφικές περιοχές, π.χ. από σύνδεση μεταξύ διαφορετικών πόλεων μέχρι μιας ολόκληρης ηπείρου και μπορούν να συνδέσουν ακόμη και περισσότερα από ένα τοπικά δίκτυα καθώς και ομάδες τοπικών δικτύων. Τα περισσότερα δίκτυα ευρείας περιοχής χρησιμοποιούν τηλεφωνικά δίκτυα ή τηλεπικοινωνιακούς δορυφόρους.

### *Διαδίκτυα*

Τα διαδίκτυα είναι δίκτυα ευρείας περιοχής τα οποία καλύπτουν γεωγραφικές περιοχές μίας ή περισσότερων ηπείρων διασυνδέοντας επιμέρους δίκτυα. Σε ένα διαδίκτυο μπορεί να συνυπάρχουν διασυνδεδεμένοι υπολογιστές και δίκτυα που χρησιμοποιούν διαφορετικές τεχνολογίες και λειτουργικά συστήματα. Το Διαδίκτυο (Internet) είναι το μεγαλύτερο τέτοιου είδους δίκτυο.<sup>16</sup>

### *Τοπικά δίκτυα*

Ένα τοπικό δίκτυο υπολογιστών (αγγλ. Local area network, συντμ. LAN) είναι ένα σύνολο συνδεδεμένων υπολογιστών που εκτείνονται σε περιορισμένη γεωγραφική περιοχή. Τοπικό μπορεί να είναι ένα δίκτυο ενός ή περισσότερων δωματίων, ενός κτιρίου ή ακόμα και κοντινών κτιρίων. Για παράδειγμα, το δίκτυο μιας εταιρείας που έχει αποθήκες, τμήμα παραγγελιών, λογιστήριο και άλλες υπηρεσίες στο ίδιο κτίριο αποτελεί ένα τοπικό δίκτυο.

Το λειτουργικό σύστημα μπορεί να είναι ένα ολοκληρωμένο λειτουργικό σύστημα δικτύου ή συνδυασμός λειτουργικών συστημάτων με δικτυακές δυνατότητες ή επεκτάσεις. Οι υπολογιστές αυτοί μπορούν να είναι οποιασδήποτε κατηγορίας μεγέθους και δυνατοτήτων.

### *Φυσικό επίπεδο*

Τα τοπικά δίκτυα εφαρμόζουν συνήθως τις προδιαγραφές του φυσικού επιπέδου Ethernet. Οι κόμβοι ενός τοπικού δικτύου συνδέονται μεταξύ τους με ενσύρματο ή ασύρματο δίαυλο επικοινωνίας. Η σύνδεση επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας μια κάρτα δικτύου, τη σειριακή θύρα του υπολογιστή ή άλλες παρόμοιες θύρες. Το φυσικό μέσο μετάδοσης συνήθως είναι κάποιος τύπος καλωδίου χαλκού (π.χ. ομοαξονικό, συνεστραμμένο ζεύγος κτλ.) ή ακόμα και οπτικές ίνες (δίκτυο FDDI).

Στην ενσύρματη εγκατεστημένη ισχύ τα τοπικά δίκτυα δεν ξεπερνούν την εμβέλεια των 100 km. Υπάρχουν διάφορες τοπολογίες τοπικών δικτύων όπως άστρου, αρτηρίας, δακτυλίου, δένδρου, διπλός δακτύλιος, άστρου δακτυλίου και δικτυωτό. Τα πρώτα δίκτυα αυτής της κατηγορίας περιορίζονταν σε μήκος καλωδίωσης έως 20



km και έδιναν ρυθμούς μετάδοσης έως 16 Mbps. Μετέπειτα επεκτάθηκαν σε μήκος έως 100 km δίνοντας ρυθμούς μετάδοσης δεδομένων έως 100 Mbps, ενώ οι σημερινές τεχνολογίες επιτρέπουν ρυθμούς έως 2 Gbps.

#### *Διάφορα πρότυπα δικτύων*

802.1q VLAN ψευδοδίκτυο. Δίκτυο υπολογιστών και άλλων συσκευών που χρησιμοποιείται ενδοεταιρικά ώστε να χωρίζει σε ομάδες ένα δίκτυο.

802. ασύρματο δίκτυο<sup>29</sup>

#### *Τοπολογία δικτύου*

Τοπολογία δικτύου ονομάζεται η μορφή της σύνδεσης μεταξύ των κόμβων ενός δικτύου. Οι τοπολογίες είναι είτε φυσικές είτε λογικές. Τα κυριότερα είδη τοπολογιών είναι η γραμμική, η τύπου διαύλου, δακτυλίου, αστέρα, η κατανεμημένη, η πλήρως κατανεμημένη και η τύπου δένδρου.<sup>10</sup>

#### **Το διαδίκτυο – Internet**

Το Διαδίκτυο (αγγλ. Internet) είναι παγκόσμιο σύστημα διασυνδεδεμένων δικτύων υπολογιστών, οι οποίοι χρησιμοποιούν καθιερωμένη ομάδα πρωτοκόλλων, η οποία συχνά αποκαλείται "TCP/IP" (αν και αυτή δεν χρησιμοποιείται από όλες τις υπηρεσίες του Διαδικτύου) για να εξυπηρετεί εκατομμύρια χρηστών καθημερινά σε ολόκληρο τον κόσμο. Οι διασυνδεδεμένοι ηλεκτρονικοί υπολογιστές ανά τον κόσμο, οι οποίοι βρίσκονται σε ένα κοινό δίκτυο επικοινωνίας, ανταλλάσσουν μηνύματα (πακέτα) με τη χρήση διαφόρων πρωτοκόλλων (τυποποιημένοι κανόνες επικοινωνίας), τα οποία υλοποιούνται σε επίπεδο υλικού και λογισμικού. Το κοινό αυτό δίκτυο καλείται Διαδίκτυο.

#### **Το Διαδίκτυο και η Επικοινωνία**

Με την εμφάνιση οποιουδήποτε νέου μέσου, ο τομέας της επικοινωνίας αναμφισβήτητα επηρεάζεται. Η επίδραση αυτή πηγάζει κυρίως από την τεχνολογία του νέου μέσου. Σε τι επίπεδο μπορεί η τεχνολογία του διαδικτύου να αλλάξει τον τρόπο με τον οποίο επικοινωνούν και πληροφορούνται μαζικά οι άνθρωποι; Υπάρχουν διαφορετικές και αντικρουόμενες προσεγγίσεις πάνω στο θέμα.

Σύμφωνα με την προσέγγιση της "ιντερνετοφιλίας" (ένα μείγμα κλασικής "πλουραλιστικής" προσέγγισης και τεχνολογικού "ντετερμινισμού"), το Διαδίκτυο, αλλά και η ψηφιακή τεχνολογία γενικότερα, έχουν την ικανότητα να δημιουργούν "εικονικούς χώρους", "εικονικές κοινότητες", όπου παύουν να υφίστανται οι κοινωνικές και πολιτιστικές διαχωριστικές γραμμές που υπάρχουν στον πραγματικό κόσμο και που τα παραδοσιακά μέσα επικοινωνίας αδυνατούν να ξεπεράσουν εύκολα. Η επικοινωνία μέσω του διαδικτύου καθίσταται άμεση και αμφίδρομη. Δίνεται η δυνατότητα σε κάθε χρήστη ηλεκτρονικού υπολογιστή συνδεδεμένου στο Διαδίκτυο, να πληροφορηθεί αλλά και να πληροφορήσει ανταλλάσσοντας απόψεις μέσω ενός πιο συμμετοχικού και λιγότερο ελεγχόμενου διαύλου επικοινωνίας. Οι χρήστες αποκτούν ολοένα και περισσότερο την ιδιότητα του παγκοσμίου πολίτη. Υπάρχει έντονη τάση, ήδη από την αρχή της εμφάνισής του διαδικτύου, να θεωρείται

ένα άκρως δημοκρατικό μέσο μαζικής επικοινωνίας, το οποίο αποδιαμεσολαβεί την επικοινωνία και καθιστά ισχυρότερο τον μέσο άνθρωπο, καθώς δίνει στον τελευταίο τη δυνατότητα πρόσβασης σε μεγάλο όγκο πληροφοριών συγκεντρωμένων σε ένα "χώρο" και την δυνατότητα της προσωπικής επιλογής των πληροφοριών αυτών. Συνεπώς, η βασική θέση της προσέγγισης αυτής είναι ότι το Διαδίκτυο θα εκδημοκρατίσει την κοινωνία με το να βελτιώσει την επικοινωνία καταργώντας την ανάγκη για διαμεσολάβηση.

#### Η τεχνολογία του Διαδικτύου

Το Διαδίκτυο (αγγλ. internet) είναι ένα επικοινωνιακό δίκτυο που επιτρέπει την ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ οποιουδήποτε διασυνδεδεμένου υπολογιστή. Η τεχνολογία του είναι κυρίως βασισμένη στην διασύνδεση επιμέρους δικτύων ανά τον κόσμο και πολυάριθμα πρωτόκολλα επικοινωνίας. Στην πιο εξειδικευμένη και περισσότερο χρησιμοποιούμενη μορφή του, με τον όρο Διαδίκτυο, περιγράφεται το παγκόσμιο πλέγμα διασυνδεδεμένων υπολογιστών και των υπηρεσιών και πληροφοριών που παρέχει στους χρήστες του. Το Διαδίκτυο χρησιμοποιεί [μεταγωγή πακέτων] και τη [στοίβα πρωτοκόλλων] Σήμερα, ο όρος διαδίκτυο κατέληξε στο να αναφέρεται στο παγκόσμιο αυτό δίκτυο. Για να ξεχωρίζει, το παγκόσμιο αυτό δίκτυο γράφεται με κεφαλαίο το αρχικό "Δ". Η τεχνική της διασύνδεσης δικτύων μέσω μεταγωγής πακέτων και της στοίβας πρωτοκόλλων ονομάζεται [Διαδικτύωση].

#### Η ιστορία του Διαδικτύου

Οι πρώτες απόπειρες για την δημιουργία ενός διαδικτύου ξεκίνησαν στις ΗΠΑ κατά την διάρκεια του ψυχρού πολέμου. Η Ρωσία είχε ήδη στείλει στο διάστημα τον δορυφόρο Σπούτνικ 1 κάνοντας τους Αμερικανούς να φοβούνται όλο και περισσότερο για την ασφάλεια της χώρας τους. Θέλοντας λοιπόν να προστατευτούν από μια πιθανή πυρηνική επίθεση των Ρώσων δημιούργησαν την υπηρεσία προηγμένων αμυντικών ερευνών ARPA (Advanced Research Project Agency) γνωστή ως DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) στις μέρες μας. Αποστολή της συγκεκριμένης υπηρεσίας ήταν να βοηθήσει τις στρατιωτικές δυνάμεις των ΗΠΑ να αναπτυχθούν τεχνολογικά και να δημιουργηθεί ένα δίκτυο επικοινωνίας το οποίο θα μπορούσε να επιβιώσει σε μια ενδεχόμενη πυρηνική επίθεση.

Το αρχικό θεωρητικό υπόβαθρο δόθηκε από τον Τζ. Λικλάιντερ (J.C.R. Licklider) που ανέφερε σε συγγράμματά του το "γαλαξιακό δίκτυο". Η θεωρία αυτή υποστήριζε την ύπαρξη ενός δικτύου υπολογιστών που θα ήταν συνδεδεμένοι μεταξύ τους και θα μπορούσαν να ανταλλάσσουν γρήγορα πληροφορίες και προγράμματα. Το επόμενο θέμα που προέκυπτε ήταν ότι το δίκτυο αυτό θα έπρεπε να ήταν αποκεντρωμένο έτσι ώστε ακόμα κι αν κάποιος κόμβος του δεχόταν επίθεση να υπήρχε δίοδος επικοινωνίας για τους υπόλοιπους υπολογιστές. Τη λύση σε αυτό έδωσε ο Πολ Μπάραν (Paul Baran) με τον σχεδιασμό ενός κατακεντρωμένου δικτύου επικοινωνίας που χρησιμοποιούσε την ψηφιακή τεχνολογία. Πολύ σημαντικό ρόλο έπαιξε και η θεωρία ανταλλαγής πακέτων του Λέοναρντ Κλάινροκ (Leonard Kleinrock), που υποστήριζε ότι πακέτα πληροφοριών που θα περιείχαν την προέλευση και τον προορισμό τους μπορούσαν να σταλούν από έναν υπολογιστή σε έναν άλλο.

Στηριζόμενο λοιπόν σε αυτές τις τρεις θεωρίες δημιουργήθηκε το πρώτο είδος διαδικτύου γνωστό ως ARPANET. Εγκαταστάθηκε και λειτούργησε για πρώτη φορά το 1969 με 4 κόμβους μέσω των οποίων συνδέονται 4 μίνι υπολογιστές (mini computers 12k): του πανεπιστημίου της Καλιφόρνια στην Σάντα Μπάρμπαρα του πανεπιστημίου της Καλιφόρνια στο Λος Άντζελες, το SRI στο Στάνφορντ και το πανεπιστήμιο της Γιούτα. Η ταχύτητα του δικτύου έφθανε τα 50 kbps και έτσι επιτεύχθηκε η πρώτη dial up σύνδεση μέσω γραμμών τηλεφώνου. Μέχρι το 1972 οι συνδεδεμένοι στο ARPANET υπολογιστές έχουν φτάσει τους 23, οπότε και εφαρμόζεται για πρώτη φορά το σύστημα διαχείρισης ηλεκτρονικού ταχυδρομείου(e-mail).

Παράλληλα δημιουργήθηκαν και άλλα δίκτυα, τα οποία χρησιμοποιούσαν διαφορετικά πρωτόκολλα(όπως το x.25 και το UUCP) τα οποία συνδέονταν με το ARPANET. Το πρωτόκολλο που χρησιμοποιούσε το ARPANET ήταν το NCP (Network Control Protocol), το οποίο, όμως, είχε το μειονέκτημα ότι λειτουργούσε μόνο με συγκεκριμένους τύπους υπολογιστών. Έτσι, δημιουργήθηκε η ανάγκη στις αρχές του 1970 για ένα πρωτόκολλο που θα ένωνε όλα τα δίκτυα που είχαν δημιουργηθεί μέχρι τότε. Το 1974 λοιπόν, δημοσιεύεται η μελέτη των Βιντ Σερφ (Vint Cerf) και Μπομπ Κάαν (Bob Kahn) από την οποία προέκυψε το πρωτόκολλο TCP (Transmission Control Protocol) που αργότερα το 1978 έγινε TCP/IP, προσετέθη δηλαδή το Internet Protocol (IP), ώσπου το 1983 έγινε το μοναδικό πρωτόκολλο που ακολουθούσε το ARPANET.

Το 1984 υλοποιείται το πρώτο DNS (Domain Name System) σύστημα στο οποίο καταγράφονται 1000 κεντρικοί κόμβοι και οι υπολογιστές του διαδικτύου πλέον αναγνωρίζονται από διευθύνσεις κωδικοποιημένων αριθμών. Ένα ακόμα σημαντικό βήμα στην ανάπτυξη του Διαδικτύου έκανε το Εθνικό Ίδρυμα Επιστημών (National Science Foundation, NSF) των ΗΠΑ, το οποίο δημιούργησε την πρώτη διαδικτυακή πανεπιστημιακή ραχοκοκαλιά (backbone), το NSFNet, το 1986. Ακολούθησε η ενσωμάτωση άλλων σημαντικών δικτύων, όπως το Usenet, το Fidonet και το Bitnet.

Ο όρος Διαδίκτυο/Ίντερνέτ ξεκίνησε να χρησιμοποιείται ευρέως την εποχή που συνδέθηκε το ARPANET με το NSFNet και Internet σήμαινε οποιοδήποτε δίκτυο χρησιμοποιούσε TCP/IP. Η μεγάλη άνθιση του Διαδικτύου όμως, ξεκίνησε με την εφαρμογή της υπηρεσίας του Παγκόσμιου Ιστού από τον Τιμ Μπέρνερς-Λι στο ερευνητικό ίδρυμα CERN το 1989, ο οποίος είναι στην ουσία, η "πλατφόρμα", η οποία κάνει εύκολη την πρόσβαση στο Ίντερνέτ, ακόμα και στη μορφή που είναι γνωστό σήμερα.

### Οι πληροφορίες στο Διαδίκτυο

Το Διαδίκτυο, σε συνδυασμό με την ολοένα αναπτυσσόμενη ψηφιακή τεχνολογία, έχει δημιουργήσει μία τεράστια αγορά γνώσεων/πληροφοριών. Παραδοσιακές μορφές τέχνης (όπως για παράδειγμα ο κινηματογράφος και η μουσική) μέσω της ψηφιακής τεχνολογίας παίρνουν την ίδια μορφή (αρχείων δεδομένων) με αντικείμενα που εκ πρώτης όψεως είναι εντελώς διαφορετικά (όπως για παράδειγμα

η ιατρική επιστήμη ή κάποιο πρόγραμμα λογισμικού). Παρατηρείται λοιπόν μία συγκέντρωση γνώσης ή, αν είναι δυνατό να λεχθεί, πολιτιστικής κληρονομιάς, που σχετίζεται άμεσα με το Ίντερνετ. Το μεγάλο ερώτημα που προκύπτει πλέον είναι το "ποιος θα διοικήσει, ποιος θα ελέγξει την γνώση αυτή".

Από τη στιγμή που το Διαδίκτυο είναι ένα δίκτυο συνδεδεμένων υπολογιστών, κάθε χρήστης έχει την δυνατότητα να μοιραστεί πληροφορίες με άλλους χρήστες γενόμενος, πολλές φορές, ο ίδιος δημιουργός και πάροχος των πληροφοριών αυτών. Δεν υπάρχει άμεσος έλεγχος των πληροφοριών που "ανεβαίνουν" στο Διαδίκτυο από κάποιον ιεραρχικά ανώτερο χρήστη ή οργανισμό. Το θέμα της μη ιεραρχημένης πληροφορίας, όμως, τίθεται υπό αμφισβήτηση. Ο όγκος της πληροφορίας στο Διαδίκτυο είναι πράγματι μεγάλος. Παρ' όλα αυτά, υπάρχουν πληροφορίες ευκολότερα και δυσκολότερα προσβάσιμες από τον χρήστη.

Το Διαδίκτυο κατέστησε εφικτή τη συγκέντρωση μεγάλου όγκου πληροφοριών και επηρέασε σημαντικά τον τρόπο διάθεσής τους, δεν συμβαίνει όμως στον ίδιο βαθμό το ίδιο και στον τρόπο παραγωγής αυτών. Για παράδειγμα, ο τρόπος παραγωγής μιας κινηματογραφικής ταινίας δεν έχει επηρεαστεί σημαντικά από την ύπαρξη του Διαδικτύου, ανεξάρτητα από το αν έχει επηρεαστεί ή όχι από την ψηφιακή τεχνολογία. Παρ' όλα αυτά, και σύμφωνα με την "ιντερνετοφιλική" προσέγγιση, το Διαδίκτυο ασκεί μεγάλη επίδραση στην διαδικασία παραγωγής δημοσιογραφικών προϊόντων. Η δημιουργία της είδησης παύει να είναι πλέον μονοπώλιο λίγων, αφού ο κάθε χρήστης μπορεί εάν το επιθυμεί να δημιουργήσει πληροφορία ανά πάσα στιγμή. Το πιο τρανταχτό παράδειγμα της επίδρασης αυτής είναι τα ιστολόγια (blogs), όπου μπορεί κανείς να εκφέρει απόψεις και να σχολιάσει γεγονότα πάσης φύσεως (βλ. δημοσιογραφία στον ιστό και δημοσιογραφία των πολιτών). Ως αποτέλεσμα της επιρροής αυτής του Ίντερνετ στη παραγωγή ειδήσεων τα όρια μεταξύ ενός απλού χρήστη του διαδικτύου και ενός επαγγελματία δημοσιογράφου γίνονται περισσότερο δυσδιάκριτα. Αυτό με τη σειρά του οδηγεί στην ανάγκη για επαναπροσδιορισμό της έννοιας της δημοσιογραφίας καθώς και της απαραίτητης εκπαίδευσης των δημοσιογράφων. Η ανάγκη για τον επαναπροσδιορισμό της δημοσιογραφίας, όμως, δεν είναι τόσο μεγάλη σύμφωνα με τους υποστηρικτές της "αντι-πλουραλιστικής" προσέγγισης, καθώς θεωρούν πως το Ίντερνετ δεν μπορεί να ασκήσει ουσιαστική επίδραση στην επικοινωνία γενικότερα και στην δημοσιογραφία ειδικότερα.

Επίσης, λόγω της μεγάλης συγκέντρωσης γνώσης στο Διαδίκτυο, η έννοια της κοινωνικής ισότητας παίρνει και πάλι μεγάλη σημασία. Το χάσμα ανάμεσα σε πληροφοριακά πλούσιους και πληροφοριακά φτωχούς θα διευρύνεται όσο αυξάνεται η συγκέντρωση της γνώσης αυτής. Το παραπάνω αποτελεί ακόμα έναν λόγο που κάνει πιο επιτακτική την ανάγκη για διερεύνηση του αρχικού ερωτήματος "ποιος θα ελέγξει τη γνώση αυτή".

Η γλώσσα που χρησιμοποιείται περισσότερο στη διακίνηση της πληροφορίας στο Διαδίκτυο είναι η Αγγλική. Έχοντας αναπτυχθεί τα τελευταία χρόνια, το Διαδίκτυο περιλαμβάνει πλέον ποιοτικά και ποσοτικά ευρύ περιεχόμενο και στις υπόλοιπες γλώσσες των περισσότερο αναπτυγμένων χωρών. Ωστόσο, υπάρχουν ακόμα

δυσλειτουργίες και τεχνικά προβλήματα σχετικά με την κωδικοποίηση, όπως το mojibake.

### Νομικά και ηθικά ζητήματα

Η παραβίαση πνευματικών δικαιωμάτων, η πορνογραφία, η ψευδοπροσωπία και η προσφορά παρανόμων προϊόντων είναι φαινόμενα υπαρκτά στο Ίντερνετ και ο περιορισμός τους είναι ιδιαίτερα δύσκολος. Για παράδειγμα, η λέξη "sex" παραμένει μία από τις πλέον δημοφιλείς στις μηχανές αναζήτησης. Συχνά, η ανησυχία αυτή, που θεωρείται από κάποιους αβάσιμη, μπορεί να υποστηριχθεί από κάποια εγκλήματα ή αποτρόπαιες καταστάσεις (συνήθως περιπτώσεις παιδεραστίας κ.ά.).

Το Διαδίκτυο έχει κατηγορηθεί ως παράγοντας που έπαιξε ρόλο σε θανάτους. Ο Μπράντον Βέντας (Brandon Vedas) πέθανε από υπερβολική δόση ενός μείγματος νομίμων και παρανόμων ναρκωτικών παρακινούμενος από συνομιλητές του στο IRC. Ο Σων Γούλεϊ (Shawn Woolley) αυτοκτόνησε με πιστόλι για λόγους που σχετίζονται με τον εθισμό του με το EverQuest, ένα Μαζικά Πολυχρηστικό Διαδικτυακό Παιχνίδι Ρόλων (MMORPG), όπως ισχυρίστηκε η μητέρα του. Ο Άρμιν Μάιβες (Armin Meiwes) μαχαίρωσε μέχρι θανάτου και έφαγε μέρος του σώματος του Μπέρντ-Γιούργκεν Μπράντες (Bernd Jürgen Brandes) όταν ο τελευταίος απάντησε στην αγγελία του πρώτου που ζητούσε έναν «μεγαλόσωμο άνδρα έτοιμο να σφαγιαστεί και μετά να καταβροχθιστεί».

Επιπλέον, το Διαδίκτυο είναι μη ελεγχόμενο, με την έννοια ότι δεν υπάρχει κάποια ενιαία κυβερνητική ή άλλη αντίστοιχη αρχή, η οποία θα ελέγχει το περιεχόμενό του πριν αυτό δημοσιευθεί -σύμφωνα με πολλούς χρήστες αυτό θα αποτελούσε λογοκρισία. Όπως χαρακτηριστικά λέγεται "το Διαδίκτυο ελέγχεται από τους χρήστες του". Βεβαίως, οι κρατικές υπηρεσίες και αστυνομίες σε κάθε χώρα, καθώς και οι αντίστοιχες νομοθετικές ρυθμίσεις, παρεμβαίνουν για την αναστολή των αξιόποινων πράξεων που διαπράττονται μέσω Διαδικτύου.

Επίσης, ένα ακόμη ηθικό ζήτημα είναι ο συγκεντρωτισμός των Μ.Μ.Ε. και αναφέρεται στο ολιγοπώλιο μικρού σχετικά αριθμού εταιριών που κατέχουν τα μέσα και ελέγχουν όλη την αλυσίδα διανομής του προϊόντος. Στα πλαίσια του Διαδικτύου τίθεται το ερώτημα του κατά πόσο οι οικονομικές διαδικασίες στο παρόν καπιταλιστικό γίγνεσθαι περιορίζουν τη δημόσια σφαίρα και το αν είναι αποδεκτή ή κατακριτέα η πρωτοφανής ισοτιμία στην παρουσία και διαχείριση της πληροφορίας και του εμπορεύματος στο χώρο του Ίντερνετ. Επίσης παρά το γεγονός ότι το Ίντερνετ συχνά περιγράφεται ως αποκεντρωμένο, με απροσπέλαστο όγκο πληροφοριών και, συνεπώς, χωρίς κεντρικό έλεγχο, είναι εμφανής η εκτενής ιεράρχηση του περιεχομένου από μηχανές αναζήτησης και η γενικότερη διαιώνιση των ισότοπων με την υψηλότερη επισκεψιμότητα.

### Πρόσβαση στο Διαδίκτυο

Κοινές μέθοδοι πρόσβασης στο Διαδίκτυο είναι η επιλογική και η ευρυζωνική. Δημόσιοι χώροι για χρήση του Διαδικτύου περιλαμβάνουν τις βιβλιοθήκες και τα Internet cafes, όπου υπάρχουν διαθέσιμοι υπολογιστές με σύνδεση στο Διαδίκτυο.

Υπάρχουν επίσης, σημεία πρόσβασης στο Διαδίκτυο σε δημόσιους χώρους όπως είναι οι αίθουσες αναμονής αεροδρομίων, μερικές φορές μόνο για σύντομη χρήση ενόσω περιμένουμε. Τέτοια σημεία είναι γνωστά και με διάφορους άλλους όρους, όπως «δημόσια περίπτερα Διαδικτύου», «δημόσια τερματικά Διαδικτύου» και «ιστο - τηλέφωνα».

Η δικτύωση μέσω Wi-Fi παρέχει ασύρματη πρόσβαση στο Διαδίκτυο. Ασύρματα σημεία πρόσβασης (hotspot) που παρέχουν τέτοια πρόσβαση περιλαμβάνουν τα Wifi-cafes, όπου κάποιος αρκεί να φέρει τις δικές του/της ασύρματες συσκευές όπως φορητό Η/Υ ή PDA. Οι υπηρεσίες αυτές μπορεί να είναι δωρεάν σε όλους, είτε δωρεάν μόνο σε πελάτες, είτε επί πληρωμή. Ένα hotspot δεν χρειάζεται να περιορίζεται σε ένα συγκεκριμένο περιβάλλον.

Ολόκληρες πανεπιστημιούπολεις και πάρκα έχουν αυτή τη δυνατότητα, ακόμα και ολόκληρες περιοχές. Προσπάθειες να συνδεθεί και ο αγροτικός πληθυσμός έχουν οδηγήσει στα ασύρματα κοινοτικά δίκτυα.

Τα πλεονεκτήματα της πρόσβασης ενός χρήστη μέσω του δικού του υπολογιστή (αντί μέσω δημόσιου τερματικού) περιλαμβάνουν τη δυνατότητα για κατέβασμα και ανέβασμα αρχείων χωρίς περιορισμούς, τη χρήση του αγαπημένου του φυλλομετρητή (ή προγράμματος ανάγνωσης ιστοσελίδων, το οποίο αποτελεί ορθότερη ορολογία των λέξεων: web browser) και των ρυθμίσεων αυτού (το μενού των ρυθμίσεων μπορεί να απενεργοποιηθεί σε έναν δημόσιο υπολογιστή) και την εκτέλεση δραστηριοτήτων στο Διαδίκτυο με τη χρήση δικών του προγραμμάτων και δεδομένων.

Χώρες με πολύ καλή πρόσβαση στο Ίντερνετ περιλαμβάνουν την Νότια Κορέα, όπου το 50% του πληθυσμού έχει ευρυζωνική πρόσβαση, τη Σουηδία και τις ΗΠΑ.

#### Διαδικτυακοί κίνδυνοι

Η πρόσβαση στο Διαδίκτυο σήμερα δεν είναι ακίνδυνη, ανεξάρτητα από τον τρόπο χρήσης των υπηρεσιών του. Υπάρχουν κακόβουλοι χρήστες και αρκετές δυνατότητες πρόκλησης ζημιών, τόσο στο επίπεδο του χρησιμοποιούμενου λογισμικού και υλικού, όσο και σε προσωπικό επίπεδο.

#### Πρόκληση ζημιών στο υπολογιστικό σύστημα

Ο κύριος κίνδυνος πρόκλησης ζημιών στο υπολογιστικό σύστημα ενός ανυποψίαστου χρήστη είναι η μόλυνση του συστήματος με κάποιον ιό. Η μόλυνση γίνεται όταν ο χρήστης καλείται να λάβει κάποιο -φαινομενικά αθώο- αρχείο όπως ένα κείμενο ή μια φωτογραφία και όταν δοκιμάσει να το χρησιμοποιήσει, ο ιός αναλαμβάνει δράση επιμολύνοντας το σύστημα. Μπορεί να καταστρέψει αρχεία ή και ολόκληρο το σκληρό δίσκο του συστήματος. Άλλες φορές είναι δυνατή η αποστολή ιού απευθείας από τον ιστοτόπο που επισκέπτεται ο χρήστης, χωρίς να εμφανισθεί κάποια ένδειξη λήψης αρχείου. Η περίπτωση αυτή εκμεταλλεύεται κενά ασφαλείας στο λογισμικό του χρήστη (φυλλομετρητή ή λειτουργικό σύστημα).

Παρόμοιας δράσης είναι και ένα πρόγραμμα που αποκαλείται worm (=σκουλήκι). Είναι παρόμοιο σε αποτέλεσμα με τον ιό, αλλά, αντίθετα από αυτόν, δεν απαιτεί την "προσκόλλησή" του σε ένα αρχείο, έχοντας έτσι περισσότερη αυτονομία. Η βλάβη που προκαλεί το worm δεν είναι τόσο ευρεία στο σύστημα, όσο στο δίκτυο σύνδεσης, επειδή καταναλώνει σημαντικό εύρος ζώνης (bandwidth).

Άλλος κίνδυνος είναι ο Δούρειος Ίππος, ένα πρόγραμμα που ξεγελά το χρήστη του, ο οποίος χρησιμοποιώντας το νομίζει ότι εκτελεί κάποια εργασία, ενώ στην πραγματικότητα εκτελεί κάποια άλλη, συνήθως εγκατάσταση άλλων κακόβουλων προγραμμάτων. Αντίθετα από τους ιούς, οι δούρειοι ίπποι δεν επιμολύνουν αρχεία.

#### *Πρόκληση ζημιών σε προσωπικά δεδομένα*

Στην κατηγορία αυτή υπάγονται τόσο οι δούρειοι ίπποι που προαναφέρθηκαν, όσο και κακόβουλα μηνύματα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου. Με τον τρόπο αυτό όχι μόνον είναι δυνατό να υφαρπάζουν προσωπικά δεδομένα κάποιου χρήστη, όπως ο αριθμός ταυτότητάς του ή το ΑΦΜ του, όσο και, πιο σημαντικό, αριθμοί πιστωτικών καρτών, λογαριασμών τραπέζης κτλ. Ανάλογη μέθοδος ακολουθείται και από ορισμένους ιστοτόπους, στους οποίους ο ανύποπτος χρήστης καταχωρεί παρόμοια στοιχεία παραγγέλλοντας ένα προϊόν, το οποίο όχι μόνο δε θα λάβει ποτέ, αλλά τα δεδομένα του μπορούν να χρησιμοποιηθούν από τους δημιουργούς του ιστοτόπου για να πραγματοποιήσουν οι ίδιοι αγορές, χρεώνοντας τον "πελάτη" τους. Η μέθοδος υφαρπαγής προσωπικών δεδομένων μέσω ηλεκτρονικού ταχυδρομείου αποκαλείται "Phishing" (παραφθορά της λέξης fishing = ψάρεμα). Αρκετά προγράμματα περιήγησης (browsers) αναγνωρίζουν τους ιστοτόπους στους οποίους παραπέμπουν τα παραπλανητικά μηνύματα, ωστόσο αυτό δεν συμβαίνει σε ποσοστό 100%. Οι χρήστες είναι καλό να γνωρίζουν ότι κανείς χρηματοπιστωτικός φορέας δεν χρησιμοποιεί το Διαδίκτυο για να ανανεώσει προσωπικές πληροφορίες, ενώ ένας προστατευμένος ιστοτόπος αρχίζει πάντα με το πρόθεμα https (secure, ασφαλής).

#### *Παραπλάνηση*

Αρκετές φορές οι χρήστες του Διαδικτύου χρησιμοποιούν τις υπηρεσίες του για να βρουν κάποιες πληροφορίες που χρειάζονται. Μερικοί ιστότοποι εμφανίζουν πληροφορίες, οι οποίες φαινομενικά είναι ακριβείς ή αναφέρουν απόλυτα αξιόπιστους δημιουργούς ή πηγές. Το κίνητρο για τέτοιες πράξεις μπορεί να είναι είτε η αποκομιδή ιδίου οφέλους είτε, απλά, η χαρά της παραπλάνησης των (αγνώστων) χρηστών. Ο όρος που περιγράφει αυτού του τύπου την παραπλάνηση είναι "Hoax".

#### *Προστασία*

Υπάρχουν τρεις τρόποι προστασίας, οι οποίοι θα πρέπει να χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό:

Χρήση τείχους προστασίας (firewall)

Χρήση λογισμικού προστασίας ενάντια σε ιούς και προγράμματα κατασκοπείας (spyware).

Συνεχής ενημέρωση των χρηστών.

Το phishing είναι η πράξη της προσπάθει να αποκτήσει πληροφορίες όπως ονόματα χρηστών, κωδικούς πρόσβασης, καθώς και στοιχεία πιστωτικών καρτών (και μερικές φορές, έμμεσα, χρήματα) με μεταμφιεστεί ως μια αξιόπιστη οντότητα σε μια ηλεκτρονική επικοινωνία. Οι ανακοινώσεις που υποτίθεται ότι είναι από δημοφιλείς κοινωνικές ιστοσελίδες, ιστοσελίδες δημοπρασιών, σε απευθείας σύνδεση επεξεργαστών πληρωμής ή οι διαχειριστές συνήθως χρησιμοποιείται για να δελεάσει τον ανυποψίαστο κοινό. Phishing emails μπορεί να περιέχει συνδέσμους προς ιστοσελίδες που έχουν μολυνθεί με κακόβουλο λογισμικό. [1] Το phishing είναι συνήθως εκτελούνται από πλαστογράφηση e-mail [2] ή instant messaging, [3], και συχνά κατευθύνει τους χρήστες να εισάγετε τα στοιχεία σε μια πλαστή ιστοσελίδα βλέμμα του οποίου και αίσθηση είναι σχεδόν πανομοιότυπο με το νόμιμο. Το phishing είναι ένα παράδειγμα τεχνικές κοινωνικής μηχανικής που χρησιμοποιούνται για να εξαπατήσουν τους χρήστες, [4], και εκμεταλλεύεται την κακή χρηστικότητα των σημερινών τεχνολογιών ασφαλείας web. [5] Οι προσπάθειες για την αντιμετώπιση του αυξανόμενου αριθμού των αναφερόμενων περιστατικών phishing περιλαμβάνουν τη νομοθεσία, την εκπαίδευση των χρηστών, την ευαισθητοποίηση του κοινού, και τεχνικά μέτρα ασφαλείας. Το phishing είναι η πράξη της προσπάθει να αποκτήσει πληροφορίες όπως ονόματα χρηστών, κωδικούς πρόσβασης, καθώς και στοιχεία πιστωτικών καρτών (και μερικές φορές, έμμεσα, χρήματα) με μεταμφιεστεί ως μια αξιόπιστη οντότητα σε μια ηλεκτρονική επικοινωνία. Οι ανακοινώσεις που υποτίθεται ότι είναι από δημοφιλείς κοινωνικές ιστοσελίδες, ιστοσελίδες δημοπρασιών, σε απευθείας σύνδεση επεξεργαστών πληρωμής ή οι διαχειριστές συνήθως χρησιμοποιείται για να δελεάσει τον ανυποψίαστο κοινό. Phishing emails μπορεί να περιέχει συνδέσμους προς ιστοσελίδες που έχουν μολυνθεί με κακόβουλο λογισμικό. Το phishing είναι συνήθως εκτελούνται από πλαστογράφηση e-mail ή instant messaging, και συχνά κατευθύνει τους χρήστες να εισάγετε τα στοιχεία σε μια πλαστή ιστοσελίδα βλέμμα του οποίου και αίσθηση είναι σχεδόν πανομοιότυπο με το νόμιμο. Το phishing είναι ένα παράδειγμα τεχνικές κοινωνικής μηχανικής που χρησιμοποιούνται για να εξαπατήσουν τους χρήστες, και εκμεταλλεύεται την κακή χρηστικότητα των σημερινών τεχνολογιών ασφαλείας web. Οι προσπάθειες για την αντιμετώπιση του αυξανόμενου αριθμού των αναφερόμενων περιστατικών phishing περιλαμβάνουν τη νομοθεσία, την εκπαίδευση των χρηστών, την ευαισθητοποίηση του κοινού, και τεχνικά μέτρα ασφαλείας.

Μια phishing τεχνική περιγράφεται με λεπτομέρεια το 1987, και (σύμφωνα με τον δημιουργό του), η πρώτη καταγεγραμμένη χρήση του όρου «phishing» έγινε το 1995. Ο όρος είναι μια παραλλαγή της αλιείας, πιθανώς επηρεασμένος από phreaking, και παραπέμπει στο «δολώματα» χρησιμοποιείται με την ελπίδα ότι το ενδεχόμενο θύμα θα "δαγκώνει" κάνοντας κλικ σε ένα κακόβουλο link ή το άνοιγμα ενός κακόβουλου κατάσχεση, στην οποία περίπτωση οικονομικά στοιχεία και κωδικούς πρόσβασης τους μπορούν στη συνέχεια να κλαπουν. PHISHING - PHARMING



## PHISHING

Η μέθοδος “phishing” συχνά συνδέεται με την αθέμιτη απόκτηση δεδομένων ή τη διάπραξη απάτης στο διαδίκτυο. Η έκφραση “phishing” προέρχεται από την συνήθεια των hackers να χαρακτηρίζουν τους ηλεκτρονικούς τόπους στους οποίους έχουν πρόσβαση “phish”.

Ειδικότερα, ως “phishing” χαρακτηρίζεται η αποστολή ηλεκτρονικών μηνυμάτων (e-mails) που σκοπό έχουν να προκαλέσουν την κλοπή εμπιστευτικών στοιχείων που ανήκουν στον παραλήπτη του ηλεκτρονικού μηνύματος. Τα ηλεκτρονικά αυτά μηνύματα δίνουν την εντύπωση πως προέρχονται από κάποια τράπεζα και ζητούν από τον παραλήπτη με διάφορες δικαιολογίες και προφάσεις την αποκάλυψη ευαίσθητων δεδομένων, π.χ. τον αριθμό τραπεζικού λογαριασμού του, τον προσωπικό αριθμό αναγνώρισης (PIN). Αν ο ανυποψίαστος παραλήπτης αποκαλύψει τις πληροφορίες αυτές, οι δράστες (Phishers) “εισβάλλουν” άμεσα στο λογαριασμό του και, αφού μεταφέρουν χρήματα από αυτόν τον λογαριασμό σε άλλον, τον αδειάζουν.

Επειδή η μέθοδος “phishing” βασίζεται στην πλάνη του θύματος με σκοπό την περιουσιακή του ζημία, είναι προφανές ότι οι Phishers μέσω αυτής προσπορίζουν στον εαυτό τους ή/και σε τρίτους παράνομο περιουσιακό όφελος. Επειδή δε οι δράστες έχουν γνώση και θέληση σχετικά με την παράνομη δραστηριότητά τους, συμπεραίνεται ότι το “phishing” συνιστά απάτη, κατά το άρθρο 386 του Ποινικού Κώδικα, σύμφωνα με το οποίο «όποιος με σκοπό να αποκομίσει ο ίδιος ή άλλος παράνομο περιουσιακό όφελος βλάπτει ξένη περιουσία πείθοντας κάποιον σε πράξη, παράλειψη ή ανοχή με την εν γνώσει παράσταση ψευδών γεγονότων σαν αληθινών ή την αθέμιτη απόκρυψη ή παρασιώπηση αληθινών γεγονότων τιμωρείται με φυλάκιση τουλάχιστον τριών μηνών και αν η ζημία που προξενήθηκε είναι ιδιαίτερα μεγάλη, με φυλάκιση τουλάχιστον δύο ετών».

## PHARMING

Η τεχνική του “pharming” αποτελεί μέθοδο εξαπάτησης μέσω του διαδικτύου παρόμοια με το “phishing” αλλά σαφώς πιο επικίνδυνη από αυτό. Ένα ειδικό πρόγραμμα εκμεταλλεύεται κενά ασφαλείας του συστήματος, διεισδύει στον υπολογιστή του θύματος και το επηρεάζει κατά τέτοιο τρόπο, ώστε, ακόμα κι αν ο χρήστης πληκτρολογεί τη σωστή διεύθυνση του διαδικτυακού τόπου που θέλει να επισκεφτεί, θεωρώντας πως βρίσκεται σε ασφαλή χώρο, ο συγκεκριμένος υπολογιστής τον “οδηγεί” μόνο σε πλαστές ιστοσελίδες. Ειδικότερα, αν πρόκειται για ιστοσελίδα τράπεζας, η προσπάθεια του θύματος να πραγματοποιήσει τις συναλλαγές του μέσω on-line banking καταλήγει στη μεταφορά των χρημάτων του στους δράστες (Pharmers).

Είναι σαφές ότι η αύξηση των ωρών χρήσης του διαδικτύου πολλαπλασιάζει τον κίνδυνο εγκατάστασης προγραμμάτων που καθιστούν δυνατό το “pharming”, το

οποίο βαθμιαία εξελίσσεται σε μία από τις σοβαρότερες μορφές εγκληματικότητας στο διαδίκτυο.

Η μέθοδος “pharming” αποτελεί ένα είδος διείσδυσης μέσω του διαδικτύου, χωρίς τη συναίνεση του νόμιμου κατόχου των στοιχείων. Συνεπώς, η μέθοδος αυτή, εφόσον είναι ολοφάνερο ότι τελείται με δόλο, συνιστά παραβίαση απορρήτου κατά το άρθρο 370Γ § 2 του Ποινικού Κώδικα, σύμφωνα με το οποίο «όποιος αποκτά πρόσβαση σε στοιχεία που έχουν εισαχθεί σε υπολογιστή ή σε περιφερειακή μνήμη υπολογιστή ή μεταδίδονται με συστήματα τηλεπικοινωνιών, εφόσον οι πράξεις αυτές έγιναν χωρίς δικαίωμα, ιδίως με παραβίαση απαγορεύσεων ή μέτρων ασφαλείας που είχε λάβει ο νόμιμος κάτοχός τους, τιμωρείται με φυλάκιση μέχρι τρεις μήνες ή με χρηματική ποινή τουλάχιστον 29,00 €».

Συμπερασματικά, οι ανωτέρω δύο μέθοδοι μπορούν να τιμωρηθούν, σύμφωνα με τις ισχύουσες διατάξεις του Ποινικού Κώδικα. Για την αντιμετώπιση τέτοιων φαινομένων κρίνεται απαραίτητη η λήψη τεχνικών μέτρων ασφαλείας, καθώς και η ευαισθητοποίηση των χρηστών του Ίντερνετ, ώστε να μην γίνονται εύκολα θύματα των Phishers και των Pharmers.<sup>9,10,11,12</sup>

## TCP/IP

Το "TCP/IP" (Transmission Control Protocol/Internet Protocol= Πρωτόκολλο Ελέγχου Μετάδοσης και πρωτόκολλο του Internet)' είναι μια συλλογή πρωτοκόλλων επικοινωνίας στα οποία βασίζεται το Διαδίκτυο αλλά και μεγάλο ποσοστό των εμπορικών δικτύων. Η ονομασία TCP/IP προέρχεται από τις συντομογραφίες των δυο κυριότερων πρωτοκόλλων που περιέχει το TCP ή Transmission Control Protocol (Πρωτόκολλο Ελέγχου Μετάδοσης) και το IP ή Internet Protocol (Πρωτόκολλο Διαδικτύου).

Αυτή η συλλογή πρωτοκόλλων, όπως και πολλές άλλες άλλωστε, είναι οργανωμένη σε στρώματα ή επίπεδα (layers). Το καθένα τους απαντά σε συγκεκριμένα προβλήματα μεταφοράς δεδομένων και παρέχει μια καθορισμένη υπηρεσία στα υψηλότερα στρώματα. Τα ανώτερα επίπεδα είναι πιο κοντά στη λογική του χρήστη και εξετάζουν πιο αφηρημένα δεδομένα, στηριζόμενα σε πρωτόκολλα χαμηλότερων στρωμάτων για να μεταφράσουν δεδομένα σε μορφές που μπορούν να διαβιβαστούν με φυσικά μέσα.

Το μοντέλο OSI, το οποίο παραμένει έως σήμερα μόνο θεωρητικό, προτείνει την κατάταξη των πρωτοκόλλων δικτύων σε έναν οργανωμένο σωρό 7 στρωμάτων. Συγκρίσεις ανάμεσα στο μοντέλο OSI και το TCP/IP δείχνουν τη σημασία των πρωτοκόλλων που περιέχονται στη σουίτα IP, από την άλλη πλευρά όμως μπορεί να προκληθεί σύγχυση, καθώς το TCP/IP αποτελείται από μόνο 4 στρώματα.

## Επίπεδα της Σουίτας TCP/IP

Τα πρωτόκολλα Διαδικτύου κάνουν χρήση της ενθυλάκωσης (encapsulation) για να παρέχουν γενικά πρωτόκολλα και υπηρεσίες. Ένα πρωτόκολλο υψηλού στρώματος χρησιμοποιεί τα πρωτόκολλα των κατώτερων για να λειτουργήσει.

Το παρακάτω σχεδιάγραμμα τοποθετεί τα διάφορα πρωτόκολλα του TCP/IP με βάση τα κριτήρια του μοντέλου OSI:

7	<b>Εφαρμογής (Application)</b>	π.χ. HTTP, SMTP, SNMP, FTP, Telnet, NFS
6	<b>Παρουσίασης (Presentation)</b>	π.χ. XDR, ASN.1, SMB, AFP
5	<b>Συνεδρίας (Session)</b>	π.χ. ISO 8327 / CCITT X.225, RPC, Netbios, ASP
4	<b>Μεταφοράς (Transport)</b>	π.χ. TCP, UDP, RTP, SPX, ATP
3	<b>Δικτύου (Network)</b>	π.χ. IP (IPv4 ή IPv6), ICMP, IGMP, X.25, CLNP, ARP, OSPF, RIP, IPX, DDP
2	<b>Συνδέσμου (Link)</b>	π.χ. Ethernet, Token Ring, PPP, HDLC, Frame relay, ATM
1	<b>Φυσικό (Physical)</b>	π.χ. Ραδιοφωνικό σήμα, Λέιζερ, Οπτική Ίνα

Τα τρία ανώτερα στρώματα του μοντέλου OSI (Εφαρμογής, Παρουσίασης και Συνεδρίας) αποτελούν ένα ενιαίο στρώμα στο TCP/IP, το επίπεδο Εφαρμογής. Τα χαρακτηριστικά του στρώματος Συνεδρίας αναλαμβάνονται από τις ίδιες εφαρμογές ή απλώς αγνοούνται. Ένα απλουστευμένο σχεδιάγραμμα της στοίβας του μοντέλου TCP/IP ακολουθεί :<sup>30</sup>

4	<b>Εφαρμογής</b>	π.χ. HTTP, FTP, DNS (Πρωτόκολλα δρομολόγησης, όπως το RIP, που βασίζονται στο πρωτόκολλο UDP μπορούν επίσης να καταχωρηθούν στο στρώμα Δικτύου)
3	<b>Μεταφοράς</b>	π.χ. TCP, UDP, RTP (Πρωτόκολλα δρομολόγησης, όπως το OSPF, που λειτουργούν πάνω από το IP, μπορούν επίσης να καταχωρηθούν στο στρώμα Δικτύου)
2	<b>Δικτύου</b>	Για το TCP/IP, χρησιμοποιείται μόνο το IP (Τα πρωτόκολλα ICMP και IGMP, παρόλο που βασίζονται πάνω στο IP για την λειτουργία τους, καταχωρούνται στο στρώμα Δικτύου. Το ARP αποτελεί μια από τις ολιγάριθμες εξαιρέσεις, εφόσον είναι ανεξάρτητο του IP)
1	<b>Συνδέσμου</b>	π.χ. Ethernet, Token Ring, κλπ.

## Η έννοια της διεύθυνσης

Στα δίκτυα υπάρχει μια μονοσήμαντη αντιστοίχιση μεταξύ ονομάτων και διευθύνσεων IP. Τα δίκτυα χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες, class A, class B, και class C, ως εξής:

- Class A από 1.x.x.x ως 126.x.x.x
- Class B από 128.x.x.x ως 191.254.x.x
- Class C από 192.1.1.x ως 223.254.264.x

Η σχέση που τα συνδέει μεταξύ τους είναι ότι κάθε A-class έχει ως υποδίκτυα ένα συγκεκριμένο αριθμό B-Class, και κάθε B-class έχει ένα συγκεκριμένο αριθμό υποδικτύων C-class θα λέγαμε ότι αποτελεί το κύτταρο του Internet.<sup>13</sup>

## Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο

Το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο είναι μια Υπηρεσία του Διαδικτύου, η οποία επιτρέπει τη συγγραφή, αποστολή, λήψη και αποθήκευση μηνυμάτων με χρήση ηλεκτρονικών συστημάτων τηλεπικοινωνιών. Γενικά ο όρος "ηλεκτρονικό ταχυδρομείο" αναφέρεται στο σύστημα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου του Διαδικτύου που χρησιμοποιεί το Simple Mail Transfer Protocol πρωτόκολλο, σε δικτυακά συστήματα που βασίζονται σε άλλα πρωτόκολλα μεταφοράς μηνυμάτων, αλλά και σε διάφορα συστήματα μηνυμάτων σε μικρά δίκτυα, υπερυπολογιστές, κλπ που επιτρέπουν στους χρήστες τους να στέλνουν μηνύματα μεταξύ τους για την υποστήριξη ομαδικής συνεργασίας. Τα συστήματα σε τοπικά δίκτυα ή σε δίκτυα intranet είναι πιθανόν να βασίζονται σε ιδιωτικά πρωτόκολλα, που υποστηρίζονται από το συγκεκριμένο σύστημα, ή να είναι τα ίδια πρωτόκολλα που χρησιμοποιούνται στα δημόσια δίκτυα. Το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο χρησιμοποιείται συχνά για τη μεταφορά ανεπιθύμητων μηνυμάτων σε μεγάλο όγκο (σπαμ (spam)), αλλά υπάρχουν προγράμματα που μπορούν να "φιλτράρουν" και να σταματήσουν ή να σβήσουν αυτόματα τα περισσότερα από αυτά.

## Ιστορική αναδρομή

Το ηλεκτρονικό ταχυδρομείο προϋπήρχε της έναρξης του Διαδικτύου, και ήταν στην πραγματικότητα ένα κρίσιμο εργαλείο για τη δημιουργία του. Η ιστορία της σύγχρονης, παγκόσμιας υπηρεσίας διαδικτυακού ηλεκτρονικού ταχυδρομείου φτάνει πίσω στο αρχές του ARPANET. Πρότυπα για την κωδικοποίηση μηνυμάτων ηλεκτρονικού ταχυδρομείου προτάθηκαν ήδη από το 1973 (RFC 561). Ένα μήνυμα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου που αποστέλλονταν στις αρχές της δεκαετίας του 1970 φαίνεται αρκετά παρόμοια με ένα βασικό μήνυμα κειμένου που αποστέλλονται στο διαδίκτυο σήμερα.

Η μετατροπή του ARPANET στο Διαδίκτυο στις αρχές του 1980 συνοδεύτηκε και από τη δημιουργία του πυρήνα των σημερινών υπηρεσιών ηλεκτρονικού ταχυδρομείου.

### Μορφή ηλεκτρονικού μηνύματος

Ένα μήνυμα ηλεκτρονικού ταχυδρομείου αποτελείται από τρία στοιχεία:

- το φάκελο του μηνύματος,
- την επικεφαλίδα του μηνύματος και
- το κυρίως σώμα του μηνύματος.

Η επικεφαλίδα του μηνύματος περιέχει πληροφορίες ελέγχου, συμπεριλαμβανομένων, τουλάχιστον, της ηλεκτρονικής διεύθυνσης του αποστολέα και μίας ή περισσότερων διευθύνσεων παραληπτών. Συνήθως προστίθενται και περιγραφικές πληροφορίες, όπως ένα πεδίο επικεφαλίδας θέματος και μια χρονική σφραγίδα υποβολής του μηνύματος.<sup>31</sup>

### Μεταφορά αρχείων (FTP)

Το File Transfer Protocol (FTP), (ελληνικά: Πρωτόκολλο Μεταφοράς Αρχείων) είναι ένα ευρέως χρησιμοποιούμενο πρωτόκολλο σε δίκτυα τα οποία υποστηρίζουν το πρωτόκολλο TCP/IP (δίκτυα όπως internet ή intranet). Ο υπολογιστής που τρέχει εφαρμογή FTP client μόλις συνδεθεί με τον server μπορεί να εκτελέσει ένα πλήθος διεργασιών όπως ανέβασμα αρχείων στον server, κατέβασμα αρχείων από τον server, μετονομασία ή διαγραφή αρχείων από τον server κ.ο.κ. Το πρωτόκολλο είναι ένα ανοιχτό πρότυπο. Είναι δυνατό κάθε υπολογιστής που είναι συνδεδεμένος σε ένα δίκτυο, να διαχειρίζεται αρχεία σε ένα άλλο υπολογιστή του δικτύου, ακόμη και εάν ο δεύτερος διαθέτει διαφορετικό λειτουργικό σύστημα.

### Τρόπος λειτουργίας

Αρχικά ο FTP server ανοίγει την θύρα (port) 21 περιμένοντας έναν FTP client να συνδεθεί. Στη συνέχεια ο client ξεκινά μια νέα σύνδεση από μια τυχαία θύρα προς την θύρα 21 του server. Μόλις γίνει η σύνδεση παραμένει ανοιχτή για όλη τη διάρκεια της συνόδου FTP. Η συγκεκριμένη σύνδεση ονομάζεται σύνδεση ελέγχου (control connection).

Ακολουθεί η δημιουργία της σύνδεσης δεδομένων (data connection), της σύνδεσης με την οποία μεταφέρονται τα δεδομένα. Υπάρχουν δύο τρόποι για να δημιουργηθεί, με χρήση της ενεργητικής λειτουργίας (active mode) ή με χρήση της παθητικής λειτουργίας (passive mode).

### Active mode

Στην ενεργητική λειτουργία (active mode) ο FTP client διαλέγει μια τυχαία θύρα στην οποία δέχεται τα δεδομένα της σύνδεσης. Ο client στέλνει τον αριθμό της θύρας, στην οποία επιθυμεί να "ακούει" (listen) για εισερχόμενες συνδέσεις. Ο FTP server δημιουργεί μια σύνδεση από την θύρα 20 στην ανοιχτή θύρα του client για τη μεταφορά των δεδομένων.

Οποιαδήποτε πληροφορία ζητήσει ο client, ανταλλάσσεται με βάση αυτή τη σύνδεση, που βασίζεται στο TCP. Όταν η μεταφορά ολοκληρωθεί ο server κλείνει τη σύνδεση αποστέλλοντας ένα πακέτο FIN, όπως σε κάθε σύνδεση βασισμένη στο TCP.

Κάθε φορά που ο client ζητάει δεδομένα, δημιουργείται κατά παρόμοιο τρόπο μια σύνδεση δεδομένων και η διαδικασία επαναλαμβάνεται.

#### Passive mode

Στην παθητική λειτουργία (passive mode) ο client ζητά από τον server να διαλέξει μια τυχαία θύρα, στην οποία θα "ακούει" (listen) για την σύνδεση δεδομένων (data connection). Ο server ενημερώνει τον client για την θύρα την οποία έχει διαλέξει και ο client συνδέεται σε αυτή για τη μεταφορά των δεδομένων. Η μεταφορά ολοκληρώνεται όπως και στην ενεργητική λειτουργία (active mode), αφού η σύνδεση δεδομένων βασίζεται στο TCP.

#### Χρήση

Το FTP είναι ένα πρωτόκολλο πελάτη-εξυπηρετητή 8-bit, ικανό να χειρίζεται οποιονδήποτε τύπο αρχείου χωρίς περαιτέρω επεξεργασία, όπως δηλαδή κάνουν το MIME και το Unicode. Ωστόσο το FTP έχει εξαιρετικά υψηλή καθυστέρηση (latency). Αυτό σημαίνει ότι ο χρόνος μεταξύ του αιτήματος και της διαδικασίας παραλαβής του είναι αρκετά μεγάλος και για αυτό μερικές φορές απαιτείται μεγάλη διαδικασία σύνδεσης.

#### Anonymous FTP

Το FTP επέτρεψε σε μια νέα κατηγορία χρηστών να εισέρχονται (login) στον FTP server. Οι χρήστες αυτοί δεν χρειάζεται να έχουν λογαριασμό, αντιθέτως χρησιμοποιούν έναν γενικής χρήσης. Ο λογαριασμός αυτός ονομάζεται "anonymous FTP" και δεν απαιτείται κωδικός πρόσβασης, συνήθως όμως χρησιμοποιείται κατά σύμβαση ο κωδικός "guest" ή η διεύθυνση ηλεκτρονικού ταχυδρομείου (e-mail) του χρήστη.

Η σύνδεση "anonymous" χρησιμοποιείται κυρίως για αρχεία που είναι ανοιχτά στο κοινό, σαν αποθήκη πληροφοριών (όπως λογισμικό, έγγραφα, εικόνες κλπ.) Συνήθως, με αυτό τον τρόπο παρέχεται πρόσβαση σε αρχειοθετημένες mailing lists. Οι χρήστες που εισέρχονται ως "anonymous" πρέπει να έχουν περιορισμένα δικαιώματα πρόσβασης σε αρχεία του host. Διαφορετικά, εάν μπορούν να διαβάσουν οποιοδήποτε αρχείο ή να δημιουργήσουν νέα, δημιουργούνται προβλήματα ασφαλείας.

#### Ασφάλεια

Το FTP δεν σχεδιάστηκε με πρόνοια για ασφάλεια, με συνέπεια οι εφαρμογές να είναι ιδιαίτερα ευάλωτες και να εμφανίζονται ποικίλα προβλήματα κατά τη χρήση firewall ή NAT.

#### Προβλήματα NAT

Στην ενεργητική λειτουργία ο FTP server ξεκινά μια σύνδεση δεδομένων συνδεδεμένος στην εξωτερική διεύθυνση IP της πύλης (gateway) NAT. Στην άλλη πλευρά, το μηχάνημα το οποίο είναι υπεύθυνο για τη "μετάφραση" των εσωτερικών διευθύνσεων IP του δικτύου στην εξωτερική, θα πάρει το SYN πακέτο για τη δημιουργία της σύνδεσης. Όμως, στον πίνακα κατάστασης (state table) του NAT, στον

οποίο διατηρείται το ιστορικό μεταφράσεων, δεν έχει καταγραφεί κανένα, με αποτέλεσμα το πακέτο να απορρίπτεται (γίνεται drop). Το πακέτο δεν φτάνει ποτέ στον client, δεν σχηματίζεται σύνδεση δεδομένων και η μεταφορά δεδομένων είναι αδύνατη.

Στην παθητική λειτουργία, επειδή η θύρα στην οποία συνδέεται ο server είναι τυχαία, είναι πιθανόν να μην επιτρέπεται σύνδεση προς τον αριθμό της από το λογισμικό - τείχος προστασίας (firewall). Σε αυτή την περίπτωση η σύνδεση δεδομένων δεν θα σχηματιστεί και, επομένως, δεν θα μεταφέρονται δεδομένα.

#### Έλλειψη κρυπτογράφησης

Τα δεδομένα που ανταλλάσσονται μέσω FTP δεν είναι κρυπτογραφημένα, με αποτέλεσμα οι εντολές που αποστέλλονται μέσω της control connection να είναι απλό κείμενο. Για το λόγο αυτό μπορούν εύκολα, με τη χρήση ενός sniffer, να αλιευθούν, να διαβασθούν και να ξανασταλούν ανάλογα με τη βούληση του επιτιθέμενου. Ανάμεσα σε αυτές, η εντολή που χρησιμοποιείται για να γίνει login σε ένα λογαριασμό FTP, με σύνταξη "PASS password", παρέχει στον επιτιθέμενο τον κωδικό του χρήστη. Αν συνδυαστεί με την εντολή "USER", με την οποία αποστέλεται το όνομα του χρήστη, ο επιτιθέμενος μπορεί να χρησιμοποιήσει τα στοιχεία για να εισέλθει στον ξένο λογαριασμό με τα ίδια δικαιώματα.

Επειδή οι περισσότεροι άνθρωποι τείνουν να επαναχρησιμοποιούν κωδικούς, ο επιτιθέμενος έχει αυξήσει τις πιθανότητες του σε μια brute-force attack. Με αυτό τον τρόπο, είναι πιθανό να αποκτήσει έλεγχο του συστήματος του χρήστη μόλις βρει τη διεύθυνση IP του, ανιχνεύοντας την έναρξη της συνόδου FTP (FTP session).

#### Man-in-the-middle

Με το κύριο File Transfer Protocol, ο server δεν εξασφαλίζει ότι ο client είναι αυτός που λέει, ούτε ο client αντίστοιχα για τον server. Ευκολονόητο, εφόσον το FTP δεν απαιτεί επαλήθευση των hosts και δεν ελέγχει αν τα δεδομένα προέρχονται από αυτούς, ούτε τα προστατεύει. Για αυτό το λόγο και τα δύο άκρα που ανταλλάσσουν δεδομένα, είναι ανοιχτά σε man-in-the-middle attack από κάποιον επιτιθέμενο που συλλαμβάνει τα πακέτα του κάθε host, και στέλνει ψευδείς απαντήσεις.<sup>32</sup>

## Βιβλιογραφία

### Ελληνική Βιβλιογραφία

- 1: Γωργία Μ. Καπιτσάκη (2008). Μεθοδολογίες, Τεχνικές και Μοντέλα για την αξιολόγηση της ετοιμότητας των επιχειρήσεων για υποστήριξη διαλειτουργικότητας
- 2: Τζανιδάκη Ερωφίλη, Ανδρεαδάκης Παναγιώτης (2013). Συστηματική ανασκόπηση για τους παράγοντες που επηρεάζουν την αποδοχή της τεχνολογίας στο χώρο της υγείας.
- 3: Νάκου Όλγα (2012). Διερεύνηση των παραγόντων που επηρεάζουν την πρόθεση ανακύκλωσης
- 4: Τουμπανάκης Νικόλαος. Στάσεις εκπαιδευτικών απέναντι στις τεχνολογίες πληροφορίας και επικοινωνίας.
- 5: Γωργία Μ. Καπιτσάκη (2008). Μεθοδολογίες, Τεχνικές και Μοντέλα για την αξιολόγηση της ετοιμότητας των επιχειρήσεων για υποστήριξη διαλειτουργικότητας
- 6: Μπαρμασινίδη Χριστίνα (2014). Επισκόπηση υπηρεσιών κινητής τραπεζικής και διερεύνησης παραμέτρων υιοθέτησης
- 7: Γωργία Μ. Καπιτσάκη (2008). Μεθοδολογίες, Τεχνικές και Μοντέλα για την αξιολόγηση της ετοιμότητας των επιχειρήσεων για υποστήριξη διαλειτουργικότητας
- 8: Peter Elgar, «Αισθητήρες Μέτρησης και Ελέγχου», Εκδόσεις ΤΖΙΟΛΑ, 2003
- 9: Roblyer M. (2008). Εκπαιδευτική τεχνολογία και διδασκαλία, επιμέλεια: Μαρία Μουντρίδου. Αθήνα: Ίων
- 10: Αβούρης, Ν., Κουφοπαύλου, Ο. & Σερπάνος, Δ.(2004), Εισαγωγή στους Υπολογιστές, Πάτρα Εκδόσεις Τυρογαμα.
- 11: Παναγιωτοπούλου, Ρ. (2003). Η ΨΗΦΙΑΚΗ ΠΡΟΚΛΗΣΗ: ΜΜΕ ΚΑΙ ΔΗΜΟΚΡΑΤΙΑ. ΤΥΠΟΘΗΤΩ
- 12: Graham, G. (2001). Το Ίντερνετ: μία κοινωνιολογική προσέγγιση. Αθήνα: Περίπλους
- 13: Πανέτσος Σ. (2007). Επικοινωνίες & δίκτυα υπολογιστών. Αθήνα: Τζιόλα
- 14: ΣΕΠΕ (2005). Το Διαδίκτυο των Αντικειμένων. Έκθεση της ΙΤΥ.
- 15: Νικολετσέας Σωτήρης (2015). Το διαδίκτυο των αντικειμένων και η δύναμη του πλήθους (Internet of Things and crowdsourcing). Πάτρα: Έκθεση Μεταφοράς Τεχνολογιάς



## Ξένη Βιβλιογραφία

- 1: Albert L. Lederer, Donna J. Maupin, Mark P. Sena, Youlong Zhuang. (2000). The technology acceptance model and the World Wide Web, επιμέλεια: *Elsevier*, pp. 269–282.
- 2: Venkatesh and Davis (2000). A Theoretical Extension of the Technology Acceptance Model: Four Logitudinal Field Studies
- 3: Dimitris Karaiskos (2009). A predictive model for the acceptance of pervasive information system by individuals
- 4: Davis, F. D. (1989, 9). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. pp. 319 - 340.
- 5: Younghwa Lee, K. A. (2013, 12 29). The Technology Acceptance Model: Past, Present and Future. Επιμέλεια: *Communications of the Association for Information Systems*, pp. 752-780
- 6: Paul Legris, John Ingham, Pierre Colletette (2003). Why do people use information technology? A critical review of the technology acceptance model
- 7: Viswanath Venkatesh, James Y.L. Thong, Xin Xu (2003). Consumer Acceptance and Use of Information Technology: Extending the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology
- 8: Intersil Corporation (2008), Light Sensor Applications.
- 9: Robins, Kevin & Frank Webster. (1999). Times of the Technoculture: From the Information Society to the Virtual Life, London: Routledge.
- 10: Hauben, M. (1994) 'Netizens an Anthology'
- 11: Richard H. Barnet, Sarah Cox, Larry O’Cull (2007) , Embedded C Programming and the Atmel AVR , 2nd edition.
- 12: Brose, Moses (2012). "Broadcom BCM2835 SoC has the most powerful mobile GPU in the world?". Grand MAX
- 13: Adams, James (2014). "Raspberry Pi Compute Module IO Board electrical schematic diagram"

## Διευθύνσεις Διαδικτύου

- 1: <http://www.env-edu.gr/ViewSubject.aspx?id=12>
- 2: <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CF%80%CE%BF%CF%81%CF%81%CE%AF%CE%BC%CE%BC%CE%B1%CF%84%CE%B1>
- 3: <http://archive.in.gr/news/reviews/chapter.asp?lngReviewID=829017&lngChapterID=836503>

- 4: <http://www.greenpeace.org/greece/el/campaigns/other/waste-management/>
- 5: <http://www.ypeka.gr/Default.aspx?tabid=238&>
- 6:  
<http://www.ypeka.gr/LinkClick.aspx?fileticket=2Y2%2b%2bPSM4P0%3d&tabid=238&language=el-GR>
- 7: <http://www.kathimerini.gr/817835/article/epikairothta/ellada/elaxistoi-dhmoi-kate8esan-sxedio-gia-thn-diaxeirish-aporrimmatwn>
- 8: [http://www.tzampazi.gr/diaxeirisi\\_aporrimmatwn.pdf](http://www.tzampazi.gr/diaxeirisi_aporrimmatwn.pdf)
- 9: [http://www.forkeratea.com/2015/10/blog-post\\_34.html](http://www.forkeratea.com/2015/10/blog-post_34.html)
- 10:  
[http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9C%CE%BF%CE%BD%CF%84%CE%AD%CE%BB%CE%BF\\_%CE%91%CF%80%CE%BF%CE%B4%CE%BF%CF%87%CE%AE%CF%82\\_%CE%A4%CE%B5%CF%87%CE%BD%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%AF%CE%B1%CF%82](http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9C%CE%BF%CE%BD%CF%84%CE%AD%CE%BB%CE%BF_%CE%91%CF%80%CE%BF%CE%B4%CE%BF%CF%87%CE%AE%CF%82_%CE%A4%CE%B5%CF%87%CE%BD%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%AF%CE%B1%CF%82) (18-11-2015)
- 11: <http://people.umass.edu/aizen/tpb.html> (18-11-2015)
- 12: <http://www.koutromanos.gr/> (18-11-2015)
- 13: <http://www.bluewavemag.com/blueart151.htm> (18-11-2015)
- 14: <http://slideplayer.gr/slide/2597808/> (18-11-2015)
- 15: [http://www.k-makris.gr/AircraftComponents/Accelometer/accel\\_gr.htm](http://www.k-makris.gr/AircraftComponents/Accelometer/accel_gr.htm) (18-11-2015)
- 16: <http://www.edc.uoc.gr/~sanagn/word1/?p=152> (18-11-2015)
- 17: [http://learn.robotstore.gr/arduino/lesson-9.-sensinglight/photocells/?sef\\_rewrite=1&sl=el](http://learn.robotstore.gr/arduino/lesson-9.-sensinglight/photocells/?sef_rewrite=1&sl=el) (18-11-2015)
- 18:  
<http://www.sigmahellas.gr/index.php?lang=1&thecatid=2&thesubcatid=48&thesubcatid=130> (18-11-2015)
- 19:  
[https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CE%B9%CF%83%CE%B8%CE%B7%CF%84%CE%AE%CF%81%CE%B1%CF%82\\_%CE%B1%CF%80%CF%8C%CE%BB%CF%85%CF%84%CE%B7%CF%82\\_%CF%80%CE%AF%CE%B5%CF%83%CE%B7%CF%82](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CE%B9%CF%83%CE%B8%CE%B7%CF%84%CE%AE%CF%81%CE%B1%CF%82_%CE%B1%CF%80%CF%8C%CE%BB%CF%85%CF%84%CE%B7%CF%82_%CF%80%CE%AF%CE%B5%CF%83%CE%B7%CF%82) (18-11-2015)
- 20:  
[https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CF%81%CF%8C%CE%B3%CF%81%CE%B1%CE%BC%CE%BC%CE%B1\\_%CF%85%CF%80%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%AE](https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A0%CF%81%CF%8C%CE%B3%CF%81%CE%B1%CE%BC%CE%BC%CE%B1_%CF%85%CF%80%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%AE) (18-11-2015)

- 21: <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%97%CE%BB%CE%B5%CE%BA%CF%84%CF%81%CE%BF%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CF%82%CF%85%CF%80%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%AE%CF%82> (18-11-2015)
- 22: <https://el.wikipedia.org/wiki/C%2B%2B> (18-11-2015)
- 23: <https://el.wikipedia.org/wiki/PHP> (18-11-2015)
- 24: <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%86%CE%B4%CE%B5%CE%B9%CE%B1%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%B9%CF%83%CE%BC%CE%B9%CE%BA%CE%BF%CF%8D> (18-11-2015)
- 25: <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9B%CE%BF%CE%B3%CE%B9%CF%83%CE%BC%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CE%B1%CE%BD%CE%BF%CE%B9%CE%BA%CF%84%CE%BF%CF%8D%CE%BA%CF%8E%CE%B4%CE%B9%CE%BA%CE%B1> (18-11-2015)
- 26: <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%95%CE%BB%CE%B5%CF%8D%CE%B8%CE%B5%CF%81%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%B9%CF%83%CE%BC%CE%B9%CE%BA%CF%8C> (18-11-2015)
- 27: <http://www.fsf.org/licensing/> (18-11-2015)
- 28: [https://en.wikipedia.org/wiki/Educational\\_software](https://en.wikipedia.org/wiki/Educational_software) (18-11-2015)
- 29: <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A4%CE%BF%CF%80%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CE%B4%CE%AF%CE%BA%CF%84%CF%85%CE%BF%CF%85%CF%80%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%B9%CF%83%CF%84%CF%8E%CE%BD> (18-11-2015)
- 30: <https://el.wikipedia.org/wiki/TCP/IP> (18-11-2015)
- 31: <https://el.wikipedia.org/wiki/%CE%97%CE%BB%CE%B5%CE%BA%CF%84%CF%81%CE%BF%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CF%84%CE%B1%CF%87%CF%85%CE%B4%CF%81%CE%BF%CE%BC%CE%B5%CE%AF%CE%BF> (18-11-2015)
- 32: [https://el.wikipedia.org/wiki/File\\_Transfer\\_Protocol](https://el.wikipedia.org/wiki/File_Transfer_Protocol) (18-11-2015)
- 33: <http://diydrone.com/profiles/blogs/the-future-of-arduino> (18-11-2015)
- 34: <http://www.arduino.cc/en/Main/News> (18-11-2015)
- 35: <http://makezine.com/2011/05/12/why-google-choosing-arduino-matters-and-the-end-of-made-for-ipod-tm/#comment-202890947> (18-11-2015)
- 36: <http://www.engadget.com/2012/07/23/arduino-leonardo-finally-launches/> (18-11-2015)

- 37: <http://blog.arduino.cc/2012/10/22/arduino-due-is-finally-here/> (18-11-2015)
- 38: <http://blog.arduino.cc/2012/11/08/new-arduino-micro-available/> (18-11-2015)
- 39: <http://blog.arduino.cc/2013/05/17/arduino-is-ready-for-maker-faire-bay-area-and-you/> (18-11-2015)
- 40: <http://blog.arduino.cc/2013/05/18/welcome-arduino-yun-the-first-member-of-a-series-of-wifi-products-combining-arduino-with-linux/> (18-11-2015)
- 41: <http://blog.arduino.cc/2013/08/21/updating-about-arduino-yun-and-arduino-robot/> (18-11-2015)
- 42: <http://www.engineersgarage.com/tutorials/twi-i2c-interface> (18-11-2015)
- 43: <http://arduino.cc/en/Main/Products> (18-11-2015)
- 44: [https://en.wikipedia.org/wiki/Wiring\\_\(development\\_platform\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Wiring_(development_platform)) (18-11-2015)
- 45: <http://wiring.org.co/> (18-11-2015)
- 46: <http://www.atmel.com/devices/atmega2560.aspx?tab=parameters> (18-11-2015)
- 47: <http://www.atmel.com/products/microcontrollers/avr/> (18-11-2015)
- 48: <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega2560> (18-11-2015)
- 49: <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega2560> (18-11-2015)
- 50: <http://www.atmel.com/devices/atmega2560.aspx?tab=parameters> (18-11-2015)
- 51: [http://www.bbc.co.uk/blogs/thereporters/rorycellanjones/2011/05/a\\_15\\_computer\\_to\\_inspire\\_young.html](http://www.bbc.co.uk/blogs/thereporters/rorycellanjones/2011/05/a_15_computer_to_inspire_young.html) (28-11-2015)
- 52: <https://www.raspberrypi.org/blog/raspberry-pi-compute-module-new-product/> (28-11-2015)
- 53: [http://www.theregister.co.uk/2015/02/02/raspberry\\_pi\\_model\\_2/](http://www.theregister.co.uk/2015/02/02/raspberry_pi_model_2/) (28-11-2015)
- 54: <http://www.raspberrypi.org/downloads> (28-11-2015)
- 55: <http://jaguar.orpheusweb.co.uk/branpage.html> (28-11-2015)
- 56: <https://www.raspberrypi.org/blog/oracle-java-on-raspberry-pi/> (28-11-2015)
- 57: <https://www.raspberrypi.org/blog/five-million-sold/> (28-11-2015)
- 58: <https://www.raspberrypi.org/blog/introducing-turbo-mode-up-to-50-more-performance-for-free/> (28-11-2015)
- 59: [https://www.reddit.com/r/raspberry\\_pi/comments/oicyr/i\\_have\\_a\\_raspberry\\_pi\\_beta\\_board\\_ama/c3hj3n0](https://www.reddit.com/r/raspberry_pi/comments/oicyr/i_have_a_raspberry_pi_beta_board_ama/c3hj3n0) (28-11-2015)

- 60: <https://www.raspberrypi.org/blog/new-sd-card-image/> (28-11-2015)
- 61: <https://www.raspberrypi.org/blog/raspberry-pi-zero/> (28-11-2015)
- 62: <https://www.raspberrypi.org/> (28-11-2015)
- 63: <http://elinux.org/File:Raspi-Model-AB-Mono-2-699x1024.png> (28-11-2015)
- 64: <https://www.raspberrypi.org/forums/viewtopic.php?t=8496> (28-11-2015)
- 65: <http://www.hobbytronics.co.uk/raspberry-pi-gpio-pinout> (28-11-2015)
- 66: <http://raspberrypihq.com/booting-the-raspberry-pi-for-the-first-time/> (28-11-2015)
- 67: <https://www.raspberrypi.org/downloads/> (28-11-2015)
- 68: <http://sirlagz.net/2013/06/13/raspbian-server-edition-2-4/> (28-11-2015)
- 69: <https://www.raspberrypi.org/blog/wayland-preview/> (28-11-2015)
- 70: <https://www.haiku-os.org/guides/building/compiling-arm> (28-11-2015)
- 71: [http://www.techworld.com.au/article/527046/entensys\\_builds\\_mini\\_web\\_filtering\\_appliance\\_raspberry\\_pi/](http://www.techworld.com.au/article/527046/entensys_builds_mini_web_filtering_appliance_raspberry_pi/) (28-11-2015)
- 72: <https://www.raspberrypi.org/blog/add-your-raspberry-pi-to-the-rastrack-map/> (29-11-2015)
- 73: <http://www.gizmodo.com.au/2012/07/555528/> (29-11-2015)
- 74: <https://www.raspberrypi.org/blog/picademy-free-cpd-for-teachers/> (29-11-2015)
- 75: <http://www.mgmanager.gr/boards/49374-raspberry-pi-2-model-b-quad-core-1gb-ram-4usb20-hdmi.html> (29-11-2015)
- 76: <http://grobotronics.com/raspberry-pi-2-model-b-armv7-with-1g-ram.html> (29-11-2015)
- 77: <http://www.element14.com/community/docs/DOC-73827/l/the-new-raspberry-pi-2-model-b-1gb-technical-specifications> (29-11-2015)
- 78: <http://blogs.sch.gr/tgiakoum/archives/tag/%CE%B4%CE%B9%CE%B1%CE%B4%CE%AF%CE%BA%CF%84%CF%85%CE%BF-%CF%84%CF%89%CE%BD-%CE%B1%CE%BD%CF%84%CE%B9%CE%BA%CE%B5%CE%B9%CE%BC%CE%AD%CE%BD%CF%89%CE%BD> (29-11-2015)
- 79: <https://thingspeak.com/> (29-11-2015)
- 80: [http://europa.eu/rapid/press-release\\_IP-12-360\\_el.htm](http://europa.eu/rapid/press-release_IP-12-360_el.htm) (29-11-2015)

- 81: <http://fritzing.org/home/> (21-12-2015)
- 82: <https://www.raspberrypi.org/forums/viewtopic.php?f=28&t=27905> (6-1-2016)
- 83: <http://www.tightvnc.com/> (7-1-2016)
- 84: <http://www.chiark.greenend.org.uk/~sgtatham/putty/> (8-1-2016)
- 85: <https://en.wikipedia.org/wiki/PuTTY> (8-1-2016)
- 86: <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardYun> (8-1-2016)
- 87: <https://www.arduino.cc/en/Guide/ArduinoYun> (8-1-2016)