

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΙΡΑΙΑ

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ



**Τηλεμετρικό σύστημα μέσω δικτύου
GSM/GPRS χρησιμοποιώντας τον
μικροελεγκτή Arduino Uno**

ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΙΩΑΝΝΙΔΗΣ

ΕΥΑΓΓΕΛΟΣ ΠΕΤΡΟΛΙΑΣ

ΧΑΡΑΛΑΜΠΟΣ ΜΑΣΤΟΡΑΚΟΣ

Επιβλέπων Καθηγητής: Δημήτριος Τσελές

ΑΘΗΝΑ 2014

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο σκοπός της παρούσας πτυχιακής είναι η μελέτη και η ανάπτυξη ενός τηλεμετρικού συστήματος μέσω του κυψελωτού δικτύου της κινητής τηλεφωνίας GSM.

Οι περιβαλλοντολογικές μετρήσεις θα λαμβάνονται από την περιοχή των Ασπραγγέλων και θα αποστέλλονται στα Άνω Πεδινά μέσω GSM δικτύου.

Αρχικά γίνεται μια εισαγωγή στην έννοια της τηλεμετρίας, στους λόγους ύπαρξης της και στους τομείς που βρίσκει εφαρμογή. Εν συνεχεία, γίνεται μια ιστορική αναδρομή στις τεχνολογίες που βασίστηκε η κινητή τηλεφωνία και ειδικότερα στο GSM δίκτυο. Ακολουθεί η ανάλυση των χαρακτηριστικών τις κάθε γενιάς του GSM μέχρι να φτάσουμε στο σημερινό 4G.

Στα επόμενα δύο κεφάλαια παρουσιάζεται η λειτουργία ενός μικροελεγκτή και γίνεται μια πρώτη αναφορά στην πλακέτα Arduino Uno. Στο κεφάλαιο πέντε ολοκληρώνεται η γνωριμία με τον Arduino και παρουσιάζονται όλα τα προς διάθεση μοντέλα της Ιταλικής εταιρίας. Στο έκτο, γίνεται η κατανόηση του προγραμματιστικού μέρους του συστήματος μέσω αντιστοιχών παραδειγμάτων, προτείνοντας δυο εκδοχές υλοποίησης (με gprs και sms).

Στο κεφάλαιο επτά, αναφέρονται όλα τα αισθητήρια που θα χρησιμοποιηθούν, τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά του καθενός και οι κώδικες που θα φορτωθούν για την ορθή μέτρηση. Στα κεφάλαια οχτώ και εννέα γίνεται αναφορά στις λειτουργίες απεικόνισης και καταγραφής των δεδομένων, τόσο σε επίπεδο υλικού (hardware) όσο και σε κώδικα.

Στο κεφάλαιο δώδεκα παρουσιάζονται όλα τα στοιχεία που απαιτούνται ώστε να αποκτήσει το τηλεμετρικό σύστημα μια σχετικά μεγάλη χρονικά αυτονομία στην τροφοδοσία του.

Στο τελευταίο κεφάλαιο, είναι καταγεγραμμένοι όλοι οι εξειδικευμένοι κώδικες του τηλεμετρικού συστήματος που ζητήθηκε να υλοποιηθεί.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	1
1. ΤΗΛΕΜΕΤΡΙΑ	5
1.1 Εισαγωγή.....	5
1.2 Εφαρμογές της τηλεμετρίας.....	6
1.3 Τηλεματική.....	7
1.3.1 Τηλεματικές Υπηρεσίες	7
2. GSM ΔΙΚΤΥΟ	12
2.1 Κινητή τηλεφωνία	12
2.2 Πριν το GSM - 1η Γενιά.....	13
2.3 Γενιά 2.5G και 2.7G	14
2.3.1 Τεχνολογία EDGE (2.7G) - (Enhanced Data rates for GSM Evolution).....	15
2.4 Συστήματα 3ης γενιάς (3G)	16
2.5 Συστήματα 4ης γενιάς (4G)	17
2.6 Κυψελοειδής Δομή Δικτύου	18
2.7 Αρχιτεκτονική του GSM.....	18
2.8 Πρωτόκολλα του GSM.....	20
2.9 Χωρητικότητα Δικτύων GSM - Erlang	22
2.10 Πιστοποίηση και Ασφάλεια.....	23
2.11 Υπηρεσίες Δικτύου	24
2.12 Συμφορηση στα GSM δικτυα	26
2.12.1 Είδη συμφόρησης σε δίκτυα GSM.....	27
2.13 SMS	28
2.13.1 Εισαγωγή.....	28
2.13.2 Ιστορία του SMS	28
2.13.3 Μέγεθος Μηνύματος	30
3. ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΗΣ (Microcontroller)	31
3.1 Διαφορές από τον μικροεπεξεργαστή.....	31
3.2 Συνήθη υποσυστήματα ενός μικροελεγκτή	32
3.3 Πρόσθετες λειτουργίες.....	34
3.4 Κατηγορίες Μικροελεγκτών	35
3.5 Γλώσσες προγραμματισμού μικροελεγκτων	36

4. ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ	37
4.1 Σχέση με το υλικό του υπολογιστή.....	38
5. ARDUINO.....	39
5.1 Εισαγωγή.....	39
5.2 Ιστορικό.....	39
5.3 Υλικό (Hardware).....	39
5.4 Επίσημες πλακέτες	41
5.5 Shields	42
5.6 Λογισμικό (Arduino IDE).....	42
5.7 Τροφοδοσία	47
5.8 Ενσωματωμένα Button και Led	48
6. ARDUINO GSM SHIELD	50
6.1 Εισαγωγή.....	50
6.1.1 Απαραίτητα Στοιχεία Διασύνδεσης	52
6.1.2 Κάρτα SIM.....	52
6.1.3 Συνδεσμολογία του GSM Shield	52
6.2 Παράδειγμα Κώδικα GSM WebServer	53
6.3 Παράδειγμα Κώδικα GSM WebClient.....	57
6.4 Εναλλακτική Αποστολή Δεδομένων (SMS).....	60
6.4.1 Παράδειγμα Αποστολέα.....	60
6.4.2 Παράδειγμα Δέκτη	64
7. ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑ.....	69
7.1 Επιθυμητά χαρακτηριστικά	70
7.2 Αισθητήριο Θερμοκρασίας.....	72
7.2.1 Συνδεσμολογία με Arduino	73
7.2.2 Κώδικας.....	74
7.3 Αισθητήριο Υγρασίας	75
7.3.1 Συνδεσμολογία με Arduino	76
7.3.2 Κώδικας	77
7.4 Αισθητήριο Πίεσης	79
7.4.1 Συνδεσμολογία με Arduino	80
7.4.2 Κώδικας	81
7.5 Αισθητήριο Φωτεινότητας	82
7.5.1 Συνδεσμολογία στον Arduino.....	83

7.5.2 Κώδικας	84
7.6 Αισθητήριο διοξειδίου του άνθρακα (CO ₂)	86
7.6.1 Συνδεσμολογία με Arduino	87
7.6.2 Κώδικας.....	87
8. ΟΘΟΝΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ	89
8.1 Συνδεσμολογία με Arduino	90
8.2 Κώδικας.....	91
9. ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ	93
9.1 Κώδικας.....	94
10. ΑΥΤΟΝΟΜΙΑ ΔΙΑΤΑΞΗΣ	96
10.1 Φωτοβολταϊκά	96
10.1.1 Κατηγορίες	97
10.1.2 Χρήσεις Φωτοβολταϊκών.....	98
10.1.3 Βαθμός απόδοσης.....	99
10.1.4 Πλεονεκτήματα / Μειονεκτήματα.....	100
10.2 Μπαταρίες.....	101
10.3 Τροφοδοσία Arduino.....	103
10.3.1 Πριν την τοποθέτηση.....	103
10.3.2 Ηλιακό Πάνελ	104
10.3.3 Ρυθμιστής Φόρτισης (Charge Regulator).....	105
10.3.4 Μπαταρία.....	107
10.3.5 Χρονική Αυτονομία.....	108
10.3.6 Συνδεσμολογία τροφοδοτικής διάταξης	108
11. ΤΕΛΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ.....	110
11.1 Κατασκευή.....	110
11.1.1 Ειδικές Παράμετροι.....	111
11.2 ΤΕΛΙΚΟΙ ΚΩΔΙΚΕΣ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ	112
11.2.1 ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ ΜΕΣΩ GPRS ΣΥΝΔΕΣΗΣ	112
11.2.2 ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ ΜΕΣΩ SMS ΜΗΝΥΜΑΤΩΝ	123
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	131

1. ΤΗΛΕΜΕΤΡΙΑ

1.1 Εισαγωγή

Η Τηλεμετρία είναι η επιστήμη που επιτρέπει την συλλογή δεδομένων εξ αποστάσεως. Συνήθως πρόκειται για επιστημονικά δεδομένα. Ένα παράδειγμα τηλεμετρικού δικτύου είναι ένα σεισμολογικό δίκτυο. Με τον όρο τηλεμετρία εννοείται συνήθως η ασύρματη μετάδοση δεδομένων με χρήση πομποδεκτών μεγάλης ή μικρής εμβέλειας, τηλεπικοινωνιακών δορυφόρων κλπ, αλλά και η καλωδιακή μετάδοση δεδομένων κυρίως σήμερα μέσω δικτύων όπως το ίντερνετ ή μέσω τηλεφωνικού δικτύου. Το κόστος αλλά και η πολυπλοκότητα του συνολικού συστήματος μειώνεται θεαματικά αλλά και οι δυνατότητες του πλέον αναβαθμίζονται.

Όταν στο σύστημα τηλεμετρίας περιλαμβάνεται τόσο η ανάκτηση δεδομένων όσο και ο αυτόματος έλεγχος (σε βιομηχανικά και τεχνολογικά συστήματα, πχ για τον έλεγχο της λειτουργίας ανεμογεννητριών που είναι εγκατεστημένες σε απόμακρα σημεία) τότε χρησιμοποιείται ο όρος SCADA.

Σύμφωνα με τον Κανονισμό Όρων Χρήσης Μεμονωμένων Ραδιοσυχνοτήτων ή Ζωνών Ραδιοσυχνοτήτων, η λειτουργία σταθερών ραδιοζεύξεων τηλεμετρίας/τηλεχειρισμού επιτρέπεται στις ζώνες 147-149,9 MHz (VHF) και 440-450 MHz (UHF).

Τα δίκτυα τηλεμετρίας και τηλεχειρισμού χρειάζονται άδεια για τη λειτουργία τους στις προβλεπόμενες ζώνες ραδιοσυχνοτήτων. Όσον αφορά στη ζώνη ραδιοσυχνοτήτων 433,050-434,790 MHz επιτρέπεται η λειτουργία μη καθορισμένων συσκευών μικρής εμβέλειας (εφαρμογές τηλεμετρίας και τηλεχειρισμού μικρής εμβέλειας, ενεργοποίηση συναγερμών, μεταφορά δεδομένων και παρεμφερείς εφαρμογές) με μέγιστη ισχύ 10 mW e.r.p. σύμφωνα με τον Κανονισμό Όρων Χρήσης Μεμονωμένων Ραδιοσυχνοτήτων ή Ζωνών Ραδιοσυχνοτήτων και τη σύσταση ERC/REC 70-03.

Τα μετρημένα μεγέθη μετά από επεξεργασία θα πρέπει να αποστέλλονται από το σημείο όπου βρίσκεται η τοπική μονάδα (**slaveunit**) στην κεντρική μονάδα συλλογής δεδομένων (**masterunit**).

Ένα σύστημα τηλεμετρίας (ΣΤ), έχει ως σκοπό την μεταφορά μετρήσεων-δεδομένων από το σημείο όπου γίνονται αυτές, σε ένα άλλο απομακρυσμένο, όπου θα γίνεται και η συλλογή της πληροφορίας για να την επεξεργαστούμε όπως εμείς επιθυμούμε. Άρα το ΣΤ θα είναι υπεύθυνο για τη μέτρηση στην πηγή αλλά και για την μεταφορά της μετρημένης τιμής στην απομακρυσμένη βάση. Στο θέμα της μέτρησης των ζητούμενων μεγεθών, από άποψη σχεδίασης, λίγο πολύ οι τρόποι λύσης είναι περιορισμένοι.

Οι παράμετροι που εισέρχονται στη σχεδίαση του συστήματος μέτρησης είναι ο καθορισμός του μετρημένου αναλογικού μεγέθους και η επιλογή του τρόπου με τον οποίο θα λειτουργεί το σύστημα στη συγκεκριμένη εφαρμογή. Οι παραπάνω παράμετροι θα καθορίσουν τις προδιαγραφές μέσα στα πλαίσια των οποίων θα πρέπει να κινηθεί η συγκεκριμένη σχεδίαση.

1.2 Εφαρμογές της τηλεμετρίας

- Δίκτυα κοινής ωφέλειας

Από τις πρώτες εφαρμογές της τηλεμετρίας ήταν ο έλεγχος της κατάστασης των δικτύων ηλεκτροδότησης (1912) μέσω τηλεφωνικών γραμμών. Σήμερα η τηλεμετρία χρησιμοποιείται για έλεγχο όλων των δικτύων κοινής ωφέλειας, όπως της ύδρευσης, που χρειάζεται να εξετάζεται και η παροχή αλλά και η ποιότητα του νερού.

- Μετεωρολογία

Η Τηλεμετρία έχει χρησιμοποιηθεί σε μετεωρολογικά μπαλόνια για την ασύρματη μετάδοση μετεωρολογικών δεδομένων (ραδιοτηλεμετρία με σήματα Μορς) από το 1930.

- Σεισμολογία

Επειδή οι σταθμοί μετρήσεων βρίσκονται διάσπαρτοι σε κατοικημένες και μη περιοχές, τα σεισμολογικά δίκτυα χρησιμοποιούν πολλούς τρόπους για να μεταφέρουν δεδομένα: μισθωμένες τηλεφωνικές γραμμές, δορυφορική μετάδοση, διακίνηση μέσω ίντερνετ, κινητή τηλεφωνία, γεφύρωση με ασύρματες μικροκυματικές ζεύξεις κλπ.

- Ιατρική

Η Τηλεμετρία χρησιμοποιείται στους αθλητές για την συλλογή και καταγραφή της σωματικής και φυσικής κατάστασης τους. Στην Ελλάδα χρησιμοποιείται κατά κόρον στους ποδοσφαιριστές, με τη μέριμνα της Ελληνικής Ποδοσφαιρικής Ομοσπονδίας, με τη δημιουργία της «Κάρτας Υγείας Αθλητή Ε.Π.Ο.

Η τηλεμετρία ως ιατρική εφαρμογή (βιο-τηλεμετρία "biotelemetry") χρησιμοποιείται για ασθενείς που βρίσκονται σε κίνδυνο ασυνήθιστης καρδιακής δραστηριότητας, γενικώς σε μονάδες φροντίδας στεφανιαίας νόσου. Σ' αυτούς τους ασθενείς η διαδικασία περιλαμβάνει μέτρηση και καταγραφή με τη χρήση συσκευών μεταβίβασης. Χρήσιμο για τη διάγνωση μπορεί να σταθεί ένα αρχείο δεδομένων που κρατείται από τους γιατρούς για την κατάσταση των ασθενών. Μια λειτουργία συναγερμού μπορεί να ειδοποιήσει το νοσηλευτικό προσωπικό εάν ο ασθενής πάσχει από κάποια οξεία (ή

επικίνδυνη) κατάσταση. Τα συστήματα τηλεμετρίας είναι διαθέσιμα στο ιατρο-χειρουργικό και νοσηλευτικό προσωπικό για την παρακολούθηση και μείωση της πιθανότητας να συμβεί καρδιακή κατάσταση ή επίσης για τη μέτρηση αντιδράσεων σε φάρμακα κατά της αρρυθμίας, όπως το digoxin. Στα νοσοκομεία, όπου χρησιμοποιείται, διευκολύνει στις ελεύθερες μετακινήσεις των ασθενών και με ταυτόχρονη παρακολούθηση των ζωτικών τους λειτουργιών (καρδιαίος ρυθμός, πίεση, κ.λ.π.) από ειδικούς γιατρούς μέσω κεντρικού σταθμού.

1.3 Τηλεματική

Με τον όρο τηλεματικές εφαρμογές εννοούμε όλες εκείνες τις υπηρεσίες που μας προσφέρει η σύγχρονη τεχνολογία μέσω των οποίων μπορούμε να αποστείλουμε και να λάβουμε κάθε φύσης πληροφορίες.

Οι πληροφορίες μπορεί να είναι ακουστικές, οπτικές, εικόνας ή κειμένου και μεταδίδονται μέσω τηλεόρασης, υπολογιστή ή άλλων ειδικών συσκευών.

Οι τηλεματικές εφαρμογές κερδίζουν συνεχώς έδαφος στο σύγχρονο κόσμο αλλάζοντας ριζικά τους τρόπους επικοινωνίας και μετάδοσης πληροφοριών.

Τηλεματική στην Ελλάδα:

Στη Ελλάδα, ο ΟΤΕ έχει εγκαταστήσει ειδικά δίκτυα για να υποστηρίξει όλες τις τηλεματικές εφαρμογές.

Το δίκτυο Hellasrac (Δημόσιο Δίκτυο Μεταγωγής και Μετάδοσης Πακέτων Δεδομένων) που λειτουργεί από το 1990. Το δίκτυο αυτό έχει αρκετά μεγάλη χρήση και προτιμάται από πολλές εταιρείες και επιχειρήσεις, όπως για παράδειγμα από ταξιδιωτικές εταιρείες για κρατήσεις θέσεων εισιτηρίων, ξενοδοχείων κλπ.

Η Hellascom λειτουργεί από το 1992. Πρόκειται για ειδικές γραμμές μεγάλου εύρους για τη μετάδοση των δεδομένων με ψηφιακό τρόπο και συνδέει απευθείας και αποκλειστικά δυο συνδρομητές, για παράδειγμα τον κόμβο Internet μιας πόλης με το πλησιέστερο σημείο του κεντρικού backbone του παροχέα.

Το δίκτυο Hellastel λειτουργεί από το 1992 και αναπτύχθηκε για τις υπηρεσίες τηλεεικονογραφίας, Videotext και υποστήριξη ηλεκτρονικού ταχυδρομείου.

1.3.1 Τηλεματικές Υπηρεσίες

Οι υπηρεσίες τηλεματικής κάνουν χρήση πολλών διακριτών μέχρι πρόσφατα τεχνολογιών και διαφόρων τεχνολογικών μέσων. Σήμερα διαφαίνεται όλο και περισσότερο η προσπάθεια σύγκλισης και ολοκλήρωσης όλων των υπηρεσιών με κεντρικό άξονα τα δίκτυα υπολογιστών.

Παρακάτω αναφέρονται οι πιο γνωστές τηλεματικές υπηρεσίες.

- *Δίκτυο ISDN*

Το Ψηφιακό Δίκτυο Ενοποιημένων Υπηρεσιών ISDN (Integrated Services Digital Network) μπορεί να ενοποιήσει μελλοντικά όλα τα είδη δικτύων σε ένα. Σήμερα υπάρχουν πολλά είδη δικτύων τα οποία εξυπηρετούν διαφορετικές ανάγκες το καθένα (για μετάδοση φωνής, πακέτων δεδομένων, teletext, videotex κλπ.).

Η ενοποίηση των δικτύων σε ένα ενιαίο σύστημα, σημαίνει πρακτικά μια πρίζα σε κάθε σπίτι με ένα δισύρματο καλώδιο, από την οποία θα έχει δυνατότητα ο συνδρομητής να χρησιμοποιεί ταυτόχρονα υπηρεσίες φωνής, εικόνας, κειμένου και δεδομένων, να λαμβάνει δηλαδή το σήμα της τηλεόρασης, να συνδέεται στο Internet να λειτουργεί τη συσκευή του φαξ κλπ.

- *Δίκτυο DSL και ADSL*

Πλέον εξελιγμένο ψηφιακό δίκτυο που τείνει να επικρατήσει παγκοσμίως, εκπαραθυρώνοντας το ISDN.

- *Τηλεμοιοτυπία*

Λέγεται και Fax. Η πιο γνωστή και διαδεδομένη σύγχρονη τηλεματική υπηρεσία. Πρόκειται για τις γνωστές συσκευές Fax μέσω των οποίων αποστέλλονται κείμενα ή γραφικά σε χαρτί. Οι συσκευές Fax λειτουργούν συγχρόνως σαν σαρωτές και modem. Πρώτα γίνεται η σάρωση του περιεχομένου του χαρτιού και στη συνέχεια κωδικοποιείται για την αποστολή του. Μπορούμε να αποστείλουμε Fax και με τη χρήση υπολογιστή και ειδικό λογισμικό το οποίο έχει τη δυνατότητα αποστολής δεδομένων από υπολογιστή σε συμβατική συσκευή Fax και το αντίστροφο.

- *Τηλε-κειμενογραφία*

(Teletext). Πρόκειται για την γνωστή υπηρεσία teletext που μεταδίδεται μέσω τηλεόρασης με δεδομένα κειμένου. Η πληροφόρηση αφορά πάρα πολλούς τομείς.

- *Τηλε-ηχοπληροφόρηση*

(Audiotext). Η υπηρεσία αυτή παρέχει με ειδική χρέωση εξειδικευμένες πληροφορίες με ήχο που είναι μαγνητοφωνημένες ή ζωντανές και καλύπτουν θέματα ψυχαγωγίας, ενημέρωσης και επιστήμης.

- *Τηλε-εικονογραφία(Videotext)*

Πρόκειται για μια υπηρεσία που λειτουργεί παγκόσμια. Τα απαραίτητα εξαρτήματα αυτής της υπηρεσίας είναι τα ειδικά τερματικά videotex ή ένας υπολογιστής με modem που λειτουργεί ως προσομοιωτής (emulator). Οι πληροφορίες που μπορούμε να πάρουμε βρίσκονται σε ειδικές βάσεις videotex και είναι της μορφής κειμένου και

γραφικών. Τα θέματα που παρέχονται καλύπτουν ποικίλους τομείς: ψυχαγωγία, καιρός, οικονομικές πληροφορίες, τουρισμός, στατιστικά στοιχεία κλπ.

Γνωστά ευρωπαϊκά συστήματα videotex είναι το Γαλλικό TELETEL, το Βρετανικό PRESTEL. Στην Ελλάδα χρησιμοποιείται το σύστημα CEPT μια Άγγλο-Γαλλική μίξη, με την εμπορική ονομασία HELLASTEL.

- *Εικονοτηλεφωνία*(Video Phone)

Δίνει τη δυνατότητα στους αποδέκτες που συνομιλούν μέσω τηλεφώνου να έχουν οπτική επαφή. Η υπηρεσία αυτή απαιτεί ταχύτατα δίκτυα και λειτουργεί με το γνωστό δίκτυο ISDN. Οι συσκευές εικονοτηλεφώνων που κυκλοφορούν σήμερα είναι αρκετών τύπων και έχουν δυνατότητες οι οποίες επιτρέπουν την οπτικοακουστική επαφή δύο ή περισσότερων ατόμων σε διαφορετικά μέρη ώστε να γίνεται και χρήση της εικονοδιάσκεψης.

- *Τηλεδιάσκεψη*(Video Conference)

Πρόκειται για μια από τις πιο σύγχρονες υπηρεσίες στο χώρο των τηλεπικοινωνιών. Με την υπηρεσία αυτή μπορούν να είναι σε οπτική και ακουστική επαφή ταυτόχρονα αρκετοί άνθρωποι από διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές. Μέσα από τη διάσκεψη αυτού του τύπου χρησιμοποιούνται ταυτόχρονα και άλλα μέσα επικοινωνίας όπως Fax, ηλεκτρονικό ταχυδρομείο, προβολείς ταινιών, slides κλπ.

Τα μέσα που χρησιμοποιούνται για την υπηρεσία της τηλεδιάσκεψης είναι διαφορετικού τύπου. Υπάρχουν τα κέντρα των οργανισμών τηλεπικοινωνίας που είναι ειδικά στούντιο. Μπορούμε να στήσουμε στην επιχείρησή μας ένα τέτοιο κέντρο, ή ακόμα να χρησιμοποιήσουμε τα δίκτυα επικοινωνίας υπολογιστών και ιδιαίτερα αυτό του Internet. Η επικοινωνία μέσω υπολογιστών συνδεδεμένων στο Internet, επιτυγχάνεται με βιντεοκάμερες και ειδικό λογισμικό. Σήμερα υπάρχουν ειδικά προγράμματα (WebPhone, NetMeeting κλπ.) που επιτρέπουν την τηλεδιάσκεψη μεταξύ δύο ή και περισσότερων ατόμων (όπως το CUSeeMe κλπ.).

Βέβαια η τηλεδιάσκεψη δεν χρησιμοποιείται πάντα με το στενό όρο της σύσκεψης μεταξύ στελεχών επιχειρήσεων. Σήμερα το Internet και τα ειδικά προγράμματα δίνουν τη δυνατότητα στους απλούς χρήστες να συνομιλούν (με αστική χρέωση) με φωνή και εικόνα ταυτόχρονα, να χρησιμοποιούν e-mail για αποστολή και λήψη αρχείων, να χρησιμοποιούν κοινές εφαρμογές και αρχεία, και όλα αυτά με τη βοήθεια των ειδικών προγραμμάτων τηλεδιάσκεψης (videoconference).

Για τις υπηρεσίες αυτές απαιτούνται ειδικές γραμμές ώστε να επιτρέπουν με μεγάλη ταχύτητα την ασφαλή και απαλλαγμένη από θορύβους μεταφορά των δεδομένων.

- *Τηλεειδοποίηση*

(Paging): Πρόκειται για μια οικονομική λύση κινητής ασύρματης επικοινωνίας. Χρησιμοποιούνται από ανθρώπους που λόγω των δραστηριοτήτων τους είναι αναγκασμένοι να πραγματοποιούν συχνές μετακινήσεις. Η συσκευή ειδοποίησης είναι ένας δέκτης ηχητικού σήματος πολύ μικρών διαστάσεων όπως ένας αναπτήρας τσέπης. Οι σημερινοί δέκτες διαθέτουν αρκετά διαφορετικά ηχητικά σήματα ώστε με τον προγραμματισμό μας να αναγνωρίζουμε ποιος μας καλεί. Το δέκτη μπορούμε να τον καλέσουμε με μια οποιαδήποτε κοινή τηλεφωνική συσκευή. Για την υπηρεσία αυτή λειτουργούν ειδικά κέντρα τηλεειδοποίησης τα οποία είναι συνδεδεμένα με τηλεφωνικά κέντρα.

- *Κινητή Τηλεφωνία*

(mobilecommunication): Πρόκειται για μια υπηρεσία που απόκτησε πάρα πολλούς χρήστες τα τελευταία χρόνια. Η υπηρεσία αυτή αναπτύσσεται σύμφωνα με το διεθνές ψηφιακό Κυψελοειδές σύστημα DCS 1800 που αποτελεί εξέλιξη του GMS. Το σύστημα αυτό δίνει τη δυνατότητα μιας πληθώρας υπηρεσιών στην κινητή τηλεφωνία όπως ο αυτόματος τηλεφωνητής, η αποστολή μηνυμάτων από άλλο κινητό ή από υπολογιστή, Fax κλπ. Οι συσκευές συνομιλίας βελτιώνονται συνεχώς και το μέγεθός τους έχει φθάσει σε τόσο μικρές διαστάσεις που τις καθιστούν πολύ ευέλικτες στη μεταφορά τους.

- *Ηλεκτρονικό Ταχυδρομείο (e-mail)*

Πρόκειται για την τηλεματική εφαρμογή της οποίας αυξάνει καθημερινά ο αριθμός των χρηστών. Επιτυγχάνεται μεταξύ υπολογιστών σε δίκτυο και συνιστά την ταχύτερη μεταφορά ταχυδρομείου. Μας δίνει τη δυνατότητα αποστολής μηνύματος κειμένου, και με συνημμένο τρόπο, οποιουδήποτε αρχείου κάθε μορφής. Στην υπηρεσία αυτή μπορούμε να συμπεριλάβουμε από τα απλά μηνύματα που ανταλλάσσονται μεταξύ χρηστών ενός τοπικού δικτύου μέχρι τα μηνύματα που αποστέλλονται μέσω του διαδικτύου Internet. Στα πλαίσια του Internet λειτουργούν ειδικοί υπολογιστές που ονομάζονται mail-servers και είναι υπεύθυνοι για τη δρομολόγηση του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου.

- *Τηλεκπαίδευση*

(Telelearning): Μια από πιο σύγχρονες τηλεματικές εφαρμογές, η οποία χρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση μέσω αρκετών προγραμμάτων. Στόχος της είναι η εκπαίδευση από απόσταση σε εκπαιδευτικά ιδρύματα, φορείς, επιχειρήσεις, άτομα με ειδικές ανάγκες, προβληματικές γεωγραφικές περιοχές από άποψη πρόσβασης κλπ.

- *Τηλεργασία*

(Teleworking, ή Telecommuting): Ήδη έχει αρχίσει να αναπτύσσεται, ιδιαίτερα στην Αμερική. Τα επόμενα χρόνια πρόκειται να επεκταθεί σε πολλές χώρες. Τα πλεονεκτήματα είναι πάρα πολλά και σοβαρά. Μπορεί να επιφέρει αποσυμφόρηση στο κυκλοφοριακό των μεγαλουπόλεων και κέρδος του χρόνου μεταφοράς στο χώρο εργασίας.

Οι Σκανδιναβικές χώρες την χρησιμοποιούν εδώ και αρκετά χρόνια στην εκπαίδευση, λόγω συχνών αποκλεισμών περιοχών εξαιτίας των κλιματολογικών συνθηκών.

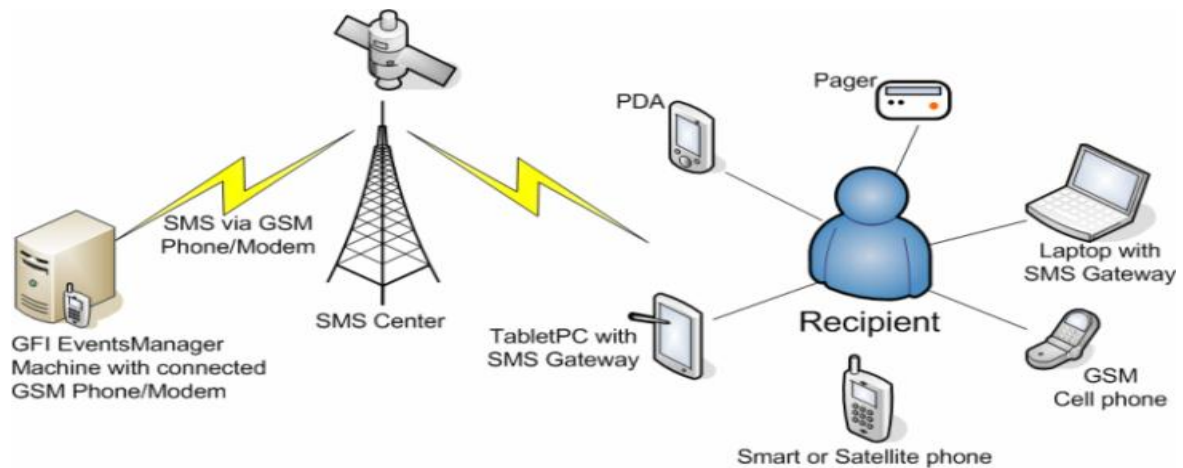
- *Τηλεξυπηρέτηση (Teleservice)*

Στην κατηγορία αυτή υπάγονται πάρα πολλές υπηρεσίες που παρέχονται από απόσταση. Οι πληροφορίες αυτές μπορεί να προέρχονται από Κρατικές ή ιδιωτικές υπηρεσίες και εταιρείες. Μεταξύ των πάρα πολλών αλλά και πολύ σημαντικών υπηρεσιών είναι η Τηλεϊατρική η οποία μπορεί να βοηθήσει σημαντικά τον άνθρωπο και ιδιαίτερα τους κατοίκους των μικρών κέντρων και της υπαίθρου.

2. GSM ΔΙΚΤΥΟ

2.1 Κινητή τηλεφωνία

Η ανάγκη επικοινωνίας με μη σταθερά σημεία τα οποία βρίσκονται πέρα από τον οπτικό ορίζοντα και χωρίς την υποστήριξη τηλεπικοινωνιακών καλωδίων για την μεταφορά πληροφορίας, δημιουργήθηκε μετά την ανακάλυψη της ασύρματης διάδοσης, γύρω στα τέλη του 1800. Πριν από τον δεύτερο Παγκόσμιο Πόλεμο, οι Βρετανοί χρησιμοποιούσαν την κινητή τηλεφωνία για λογαριασμό της Αστυνομίας. Ήδη το 1921, τα εργαστήρια Bell δοκιμάζουν κινητή τηλεφωνία. Κατόπιν, περίπου το 1940, νέες συχνότητες στην περιοχή των 30 και 40 MHz, καταχωρήθηκαν για τις κινητές επικοινωνίες. Επειδή ο αριθμός των χρηστών οιοποίοι ζητούσαν πρόσβαση στα συστήματα αυτά συνεχώς αυξανόταν, η Ομοσπονδιακή Επιτροπή Επικοινωνιών των ΗΠΑ (Federal Communications Commission – FCC) παραχώρησε επιπλέον συχνότητες στην περιοχή των 30 και 500MHz για διάφορες ειδικές χρήσεις. Τα πρώτα αυτά συστήματα κινητών επικοινωνιών λειτουργούσαν αυτόνομα και δεν υπήρχε επικοινωνία με το Τηλεφωνικό δίκτυο της χώρας. Αμέσως μετά το δεύτερο παγκόσμιο πόλεμο, τα Εργαστήρια BELL (Bell Laboratories) δρομολόγησαν ένα πρόγραμμα για παροχή επικοινωνιακών υπηρεσιών με συστήματα τα οποία χρησιμοποιούσαν κοινό φορέα (common carrier), προκειμένου να εξυπηρετούνται πολλοί χρήστες μαζί κινούμενοι σε διαφορετικές γεωγραφικές περιοχές. Το 1964 λειτούργησε ένα νέο σύστημα στα 150 MHz, το οποίο ήταν γνωστό με την ονομασία MJ και το έτος 1969 εγκαταστάθηκε και λειτούργησε το σύστημα MK, χρησιμοποιώντας συχνότητες στην περιοχή του ραδιο-φάσματος των 450 MHz. Τόσο το MJ όσο και το MK ήταν τμήματα του Βελτιωμένου Συστήματος Κινητής Τηλεφωνίας (Improved Mobile Telephone System – IMTS). Μέχρι το 1970, η κινητή τηλεφωνία ανήκε στον χώρο της αναλογικής συμβατικής ασύρματης επικοινωνίας. Τα συστήματα που υπήρχαν για τη εξυπηρέτηση συγκεκριμένων γεωγραφικών περιοχών ήταν απλής μορφής, χωρίς μεγάλες δυνατότητες ελαχιστοποίησης των παρεμβολών, δυναμικής αύξησης της χωρητικότητας τους και παράλληλα μείωση της πιθανότητας Ολικής Κατάληψης Ραδιο-διαύλων (blocking probability) αυτών σε ώρες αιχμής. Στην περίπτωση αυτή, η γεωγραφική περιοχή υπό ραδιο-κάλυψη αποτελείται από ένα Σταθμό Βάσης ο οποίος ήταν επανδρωμένος με τις κατάλληλες ραδιο-μονάδες πομπο-δεκτών, ελέγχου, κεραιών, και πιθανώς από έναν αριθμό αναμεταδοτών ανάλογα με την ιδιομορφία του γεωγραφικού ανάγλυφου της περιοχής. Είχε ήδη γίνει φανερό εκείνη την εποχή ότι τα υφιστάμενα συστήματα κινητής τηλεφωνίας ήταν πλέον δύσκολο να επεκταθούν, να βελτιωθούν και γενικά να αναπτυχθούν με την πάροδο του χρόνου και της τεχνολογίας. Τα συστήματα αυτά από την φύση τους, τις αρχές λειτουργίας τους και την οργάνωσή τους δε μπορούσαν να μετεξελιχθούν και να ικανοποιήσουν τη απαιτούμενη χωρητικότητα του δικτύου, ταυτόχρονα με την απαραίτητη ποιότητα μετάδοσης. Η ώρα για την Κυτταρική προσέγγιση είχε πλέον φτάσει.



Τηλεπικοινωνία μέσω GSM

2.2 Πριν το GSM - 1η Γενιά

Η 1G πρώτη γενιά χρησιμοποιούταν από αρκετές χώρες της Ευρώπης και της Αμερικής. Χαρακτηριστικό αυτής της τεχνολογίας ήταν η αναλογική και χαμηλή ποιότητα μετάδοσης της φωνής με πολλά προβλήματα σύνδεσης, με ογκώδης και βαριές συσκευές, με χαμηλό επίπεδο ασφάλειας, την έλλειψη ποικίλων υπηρεσιών κτλ. Πιο συγκεκριμένα υπήρχαν οι εξής τεχνολογίες:

- Το AMPS (Advanced Mobile Phone System) ήταν μια τεχνολογία που αναπτύχθηκε στις ΗΠΑ από τα εργαστήρια της Bell στα μέσα του 1970 λειτουργώντας σε συχνότητες των 800MHz (824-894MHz) βασισμένο στην τεχνολογία FDMA. Μια πιο εξελιγμένη έκδοση του AMPS αποτέλεσε λίγο αργότερα το NAMPS (Narrow band AMPS), το οποίο ενσωμάτωνε κάποια ψηφιακή τεχνολογία προκειμένου να επιτρέψει στο σύστημα να αυξήσει τη χωρητικότητά του έως και 3 φορές περισσότερες κλήσεις από το αρχικό AMPS. Το NAMPS μπορεί να έκανε κάποια χρήση ψηφιακής τεχνολογίας, αλλά κατά βάση ήταν αναλογικό.
- Το TACS (Total Access Communication System) ήταν μια αντίστοιχη τεχνολογία του AMPS που αναπτύχθηκε στην Ευρώπη την δεκαετία του '80. Λειτουργούσε σε συχνότητες των 900MHz υποστήριζε και διάφορες υπηρεσίες, όπως πληροφορίες χρέωσης.
- Το C-Network ή αλλιώς C-450 ήταν ένα από τα πρώτα κυψελοειδή δίκτυα και εντοπίζονταν στη Γερμανία, Πορτογαλία και Νότιο Αφρική. Είναι η πρώτη τεχνολογία

που υποστήριζε να μεταφέρεται το σήμα από τη μια κυψέλη στην άλλη χωρίς να διακόπτεται.

Το Global System for Mobile communications (Παγκόσμιο Σύστημα Κινητών Επικοινωνιών), συντμ. GSM είναι ένα κοινό Ευρωπαϊκό ψηφιακό σύστημα κινητής τηλεφωνίας. Το Ευρωπαϊκό Τηλεπικοινωνιακό Συμβούλιο (European Telecommunications Standards Institute) το 1982, άρχισε την μελέτη για την δημιουργία ενός κοινού Ευρωπαϊκού ψηφιακού συστήματος κινητής τηλεφωνίας δεύτερης γενιάς (2G). Αυτό το σύστημα ονομάστηκε αρχικά Group Special Mobile (GSM).

Το GSM είναι ένα κυψελοειδές ψηφιακό σύστημα κινητής τηλεφωνίας δεύτερης γενιάς (2G), το οποίο χρησιμοποιεί ηλεκτρομαγνητικά σήματα και την τεχνική πολλαπλής πρόσβασης με διαχωρισμό του διαθέσιμου φάσματος συχνοτήτων σε ένα αριθμό καναλιών και την διαίρεση αυτών σε χρονοθυρίδες για την μετάδοση σημάτων.

Το 1989 η ευθύνη του GSM ανατέθηκε στο Ευρωπαϊκό Τηλεπικοινωνιακό Ινστιτούτο Προτύπων (ETSI) και το 1990 ανακοινώθηκαν επίσημα για πρώτη φορά το πρότυπο και τα χαρακτηριστικά του GSM. Το 1991 άρχισε η εμπορική του διάθεση στην Ευρώπη, ενώ στην Ελλάδα το σύστημα χρησιμοποιήθηκε το 1993 από την WIND Hellas (πρώην TIM ή πρώην TELESTET).

Το πρότυπο GSM δεν είναι μόνο Ευρωπαϊκό πρότυπο, αφού υιοθετήθηκε από πολλές άλλες χώρες των άλλων Ηπείρων, εκμεταλλευόμενο διάφορες ζώνες συχνοτήτων.



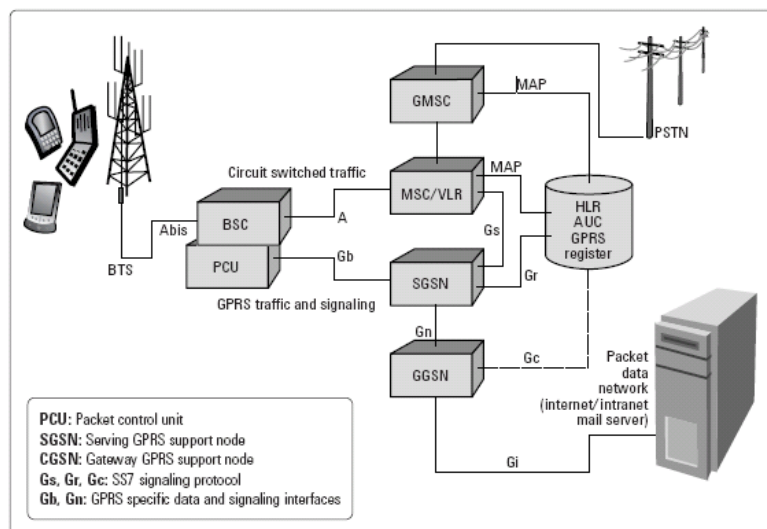
2.3 Γενιά 2.5G και 2.7G

Η 2.5G είναι η μεταβατική διαδικασία αναβάθμισης των υπάρχοντων δικτύων GSM 2G με σκοπό την αύξηση χωρητικότητα του δικτύου προσφέροντας και την προσφορά περισσότερων και ποιοτικότερων υπηρεσιών προστιθέμενης αξίας. Για την ανάπτυξη των δικτύων GSM αναπτύχθηκαν 2 τεχνολογίες:

- Τεχνολογία GPRS - (General Packet Radio Service)
- Τεχνολογία EDGE - (Enhanced Data rates for GSM Evolution)

Η υπηρεσία GPRS είναι ένα τεχνολογικό πρότυπο που προσανατολίζεται στη ταχύτερη αποστολή δεδομένων κινητής τηλεφωνίας, στη διάθεση των χρηστών της 2G κυψελοειδών συστημάτων επικοινωνίας (GSM) καθώς και στα συστήματα 3G. Τα συστήματα κινητής τηλεφωνίας 2G σε συνδυασμό με GPRS συχνά περιγράφεται ως 2,5

G, δηλαδή μια τεχνολογία μεταξύ της δεύτερης (2G) και τρίτης (3G) γενιάς της κινητής τηλεφωνίας. Αρχικά υπήρξε κάποια σκέψη για την επέκταση GPRS για να καλύψει άλλα πρότυπα έτσι ώστε το GSM να είναι το μόνο είδος του δικτύου GPRS όταν είναι σε χρήση. Η 2.5G είναι η μεταβατική διαδικασία αναβάθμισης των υπαρχόντων δικτύων GSM 2G με σκοπό την αύξηση χωρητικότητας του δικτύου προσφέροντας περισσότερες και ποιοτικότερες υπηρεσίες προστιθέμενης αξίας. Το GPRS (General Packet Radio Service) γενικά είναι το τεχνολογικό πρότυπο που επιτρέπει την ταχύτερη αποστολή και λήψη δεδομένων μέσω των δικτύων κινητής τηλεφωνίας GSM. Το GPRS επιτρέπει τη ταυτόχρονη χρήση περισσότερων της μιας χρονοθυρίδας και έτσι η μεταφορά δεδομένων μπορεί να φτάσει θεωρητικά ως και τα $153,6 = 16 \times 9.6$ kbps για 16 χρονοθυρίδες ή $21,4 \times 8 = 171,2$ kbps για 8 χρονοθυρίδες. Οι πόροι του δικτύου χρησιμοποιούνται πιο αποδοτικά γιατί οι χρονοθύριδες δεσμεύονται μόνο κατά την ώρα μετάδοσης και αποδεσμεύονται όταν τελειώνει η μετάδοση σε αντίθεση με την τεχνολογία CSD.



Αρχιτεκτονική GPRS

2.3.1 Τεχνολογία EDGE (2.7G) - (Enhanced Data rates for GSM Evolution)

Το EDGE είναι μια ενδιάμεση μεταβατική τεχνολογία πριν το 3G και αυτό είναι τεχνολογικό πρότυπο που επιτρέπει στα δίκτυα 2G να έχουν τριπλάσια χωρητικότητα δικτύου με πολύ υψηλές ταχύτητες μετάδοσης για την παροχή υπηρεσιών 3G, όπως videostreaming, πραγματικό Internetbrowsing κτλ.. Το EDGE είναι μια αναβάθμιση του GPRS αλλά δεν μπορεί να λειτουργήσει αυτόνομα ενώ η αναβάθμιση και η εγκατάσταση του EDGE δεν απαιτεί την χρήση νέου εξοπλισμού από τις εταιρίες κινητής τηλεφωνίας αλλά την βελτίωση του ήδη υπάρχοντος. Βασικό πλεονέκτημα της τεχνολογίας EDGE σε σχέση με το ήδη υπάρχον GSM δίκτυο, είναι η χρήση μίας διαφορετικής μεθόδου

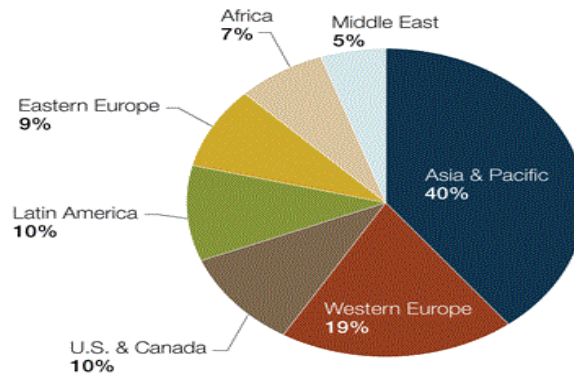
διαμόρφωσης των δεδομένων. Η μέθοδος αυτή ονομάζεται 8PSK (8 Phase Shift Keying modulation) επιτρέποντας τη μεταφορά 3 bit δεδομένων σε κάθε μοναδικό παλμό του δικτύου. Η τεχνολογία που παρέχουν τα απλά δίκτυα GSM με υποστήριξη υπηρεσιών GPRS, χρησιμοποιεί τη μέθοδο GMSK (Gaussianpre-filtered Minimum Shift Keying) η οποία βασίζεται στη μέθοδο Gauss για την εκθετική μείωση των πιθανοτήτων λάθους κατά τη μεταφορά των δεδομένων, αλλά επιτρέπει τη μεταφορά μόνο ενός bit δεδομένων σε κάθε μοναδικό παλμό του δικτύου. Οι ταχύτητες που επιτυγχάνονται είναι 384Kbps ή και 768kbps με στόχο όμως να φτάσει τα 2Mbps. Επίσης το EDGE έχει την ικανότητα αναμετάδοσης ενός πακέτου πληροφοριών, που δεν κωδικοποιήθηκε σωστά, με ένα περισσότερο ισχυρό σχήμα κωδικοποίησης, ενώ στο GPRS τα πακέτα θα έπρεπε να αποστέλλονται με το ίδιο σχήμα κωδικοποίησης ακόμη και αν το περιβάλλον μεταβάλλεται με αποτέλεσμα τις αποσυνδέσεις και τα προβλήματα, ιδιαίτερα σε περιοχές με αυξημένη ζήτηση.

2.4 Συστήματα Τρίτης Γενιάς (3G)

Από το έτος 2000 μέχρι το 2010, λειτουργούν τα κυτταρικά συστήματα τρίτης γενιάς. Η ανάγκη για υψηλότερη χωρητικότητα, γρηγορότερους ρυθμούς μετάδοσης δεδομένων και καλύτερη ποιότητα υπηρεσίας (Quality of service, QoS) οδήγησε στην ανάγκη εξέλιξης των ήδη υπαρχόντων συστημάτων και την εισαγωγή των συστημάτων τρίτης γενιάς. Ο στόχος της ευρωπαϊκής ένωσης ήταν να δημιουργήσει τις κατάλληλες τεχνικές προδιαγραφές των νέων αυτών συστημάτων, ώστε να διαχειρίζονται αξιόπιστα και σε πραγματικό χρόνο τις υπηρεσίες πολυμέσων (multimedia). Τα κύρια χαρακτηριστικά των συστημάτων 3G, ονομαζόμενα και ως IMT-2000 είναι : παγκόσμια χρήση, χρήση για όλες τις εφαρμογές κινητής τηλεφωνίας, υποστήριξη μεταγωγής πακέτου και μεταγωγής κυκλώματος για την μετάδοση δεδομένων, προσφορά ρυθμού μετάδοσης δεδομένων μεγαλύτερη των 2Mbps, προσφορά υψηλής εκμετάλλευσης του φάσματος συχνοτήτων. Τα νέα αυτά συστήματα είναι το UMTS, MBS και WLANs . Η πλειοψηφία των στάνταρς που υπάρχουν σχετικά με τα συστήματα τρίτης γενιάς είναι βασισμένα στο CDMA ευρείας μπάντας (W-CDMA). Το σύστημα CDMA (Code Division Multiple Access) βασίζεται σε μια λογική κατά την οποία χρησιμοποιεί διαφορετικούς κώδικες προς την εξυπηρέτηση διαφορετικών χρηστών. Το W-CDMA είναι ευρέως γνωστό και ως UMTS (Universal Mobile Telecommunications Systems). Αυτά τα συστήματα επεξεργάζονται από τους αυθεντικούς υποστηρικτές του GSM και διαχειρίζονται από το 3GPP (Third Generation Partnership Project). Τα κυψελωτά δίκτυα τρίτης γενιάς εξυπηρετούν ταχύτητες μεταφοράς δεδομένων από εκατοντάδες Kbps έως και 2Mbps σε σταθερά/νομαδικά περιβάλλοντα. Το UMTS χρησιμοποιεί έναν φορέα καναλιού 5 MHz για να πετύχει αυτούς τους υψηλούς ρυθμούς δεδομένων και την αυξημένη χωρητικότητα, κάτι που είναι πολύ μεγαλύτερο από το 1.23 MHz πλάτος φορέα που χρησιμοποιούν τα δίκτυα 2ης γενιάς. Επιπλέον, αντίθετα με τα συστήματα προηγούμενων γενιών, ένα από τα καινούργια στοιχεία που περιλαμβάνεται στα δίκτυα 3ης γενιάς είναι η διαβεβαίωση για την ποιότητα της υπηρεσίας (QoS). Κινητοί συνδρομητές οι οποίοι

πληρώνουν για υπηρεσίες δεδομένων περιμένουν από το δίκτυο ρυθμούς μετάδοσης όχι λιγότερο από αυτούς που έχουν συμφωνηθεί

3G Subscribers by Region, 2013



Source: TeleGeography

© 2009 PriMetrica, Inc.

2.5 Συστήματα 4ης γενιάς (4G)

Από το 2010 και μετά, αρχίζουν και κάνουν πολύ αισθητή την παρουσία τους τα δίκτυα 4ης γενιάς. Τα δίκτυα 4G βασίζονται στην νέα τεχνολογία Long Term Evolution (LTE) και μπορούν να «κατεβάσουν» δεδομένα θεωρητικά με ταχύτητα περί τα 100 megabits ανά δευτερόλεπτο, περίπου δέκα φορές περισσότερα από τα πιο γρήγορα δίκτυα 3G. Η τεχνολογία LTE έχει αναπτυχθεί με τέτοιο τρόπο, ώστε να μπορεί να «πατήσει» πάνω στα υφιστάμενα δίκτυα 3G, διευκολύνοντας τις εταιρίες κινητής τηλεφωνίας να αναβαθμίσουν το σύστημά τους. Η μεγάλη διαφορά ανάμεσα στα δίκτυα τέταρτης γενιάς και στα προηγούμενα εντοπίζεται στο γεγονός ότι καταργούνται πλέον οι κυψέλες και χρησιμοποιείται ένας μεγάλος αριθμός αναμεταδοτών (έξυπνες κεραιές). Με αυτό τον τρόπο πετυχαίνουμε την ελαχιστοποίηση των διαλείψεων και την εξασθένιση του σήματος που “ταλαιπωρούν” τους χρήστες λόγω της μακρινής τοποθέτησης των σταθμών βάσης από αυτούς. Οι απαιτήσεις που έχουν τεθεί μέσω των στάνταρς (standards) για τα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας 4ης γενιάς έχουν σαν μέγιστη ταχύτητα τα 100 Mbits/s για επικοινωνίες με υψηλή κινητικότητα (όπως τρέινα και αυτοκίνητα) και 1 Gbits/s για επικοινωνία χαμηλής κινητικότητας (όπως πεζοί και σταθεροί χρήστες). Ένα σύστημα 4ης γενιάς αναμένεται να παρέχει μία ασφαλή βασισμένη ολόκληρη σε IP λύση σε ασύρματα modems, smartphones, και άλλες κινητές συσκευές. Τα συστήματα αυτά παρουσιάζουν μια μεγάλη άνθηση και αναμένεται να επικρατήσουν στα επόμενα χρόνια

2.6 Κυψελοειδής Δομή Δικτύου

Η εμβέλεια ενός δικτύου GSM σε μία γεωγραφική περιοχή για να γίνει, η περιοχή αυτή διαμελίζεται σε μικρότερες περιοχές που λέγονται κυψέλες, οι οποίες εφάπτονται μεταξύ τους με κάθε κυψέλη να έχει και ένα σταθμό βάσης (BaseStation), συνθέτοντας έτσι μια δομή κυψελών. Η δομή αυτή επαναλαμβάνεται όσες φορές χρειάζεται για την απαιτούμενη κάλυψη της μιας περιοχής κάνοντας επαναχρησιμοποίηση των συχνοτήτων. Με την μέθοδο αυτή αυξάνεται η χωρητικότητα του δικτύου αλλά πρέπει η ισχύς κάθε κυψέλης να είναι όση χρειάζεται ώστε να μην ξεπερνάει τα όρια της και να υπερχειλίζει άλλες κυψέλες της ίδιας δομής ενώ για να μην δημιουργείται ενδοκαναλική παρεμβολή σε γειτονικές κυψέλες η επαναχρησιμοποίηση συχνοτήτων πρέπει να σχεδιάζεται έτσι ώστε να απέχουν επαρκή απόσταση οι κυψέλες μιας δομής που έχουν την ίδια συχνότητα με τις κυψέλες μιας άλλης δομής. Η ενδοκαναλική παρεμβολή μειώνεται όσο αυξάνει ο αριθμός των κυψελών της δομής. Η ακτίνα κάθε κυψέλης σε αραιοκατοικημένες περιοχές είναι έως και 35Km ενώ σε πυκνοκατοικημένες περιοχές δεν ξεπερνά τα 300 μέτρα.

Σε περιοχές με πολύ μεγάλη ζήτηση χωρητικότητας δικτύου όπως σε αστικά κέντρα, οι σταθμοί βάσης υπερφορτώνονται και έτσι υπάρχει ανάγκη για μεγαλύτερη χωρητικότητα του δικτύου.

Έτσι για να επιτευχθεί αυτός ο σκοπός γίνεται διάσπαση των υπάρχοντων κυψελών σε μικρότερες, ενώ γι' αυτές χρησιμοποιούνται κεραίες μικρότερης ισχύος (macrobs - micro-bs - picobs) όπως σε κτήρια, στο μετρό, Δημόσιους Οργανισμούς, οδικές αρτηρίες κτλ..

2.7 Αρχιτεκτονική του GSM

Ένα GSM δίκτυο χωρίζεται σε 3 βασικά μέρη:

1) Τον **Κινητό Σταθμό (MobileStation)**: Έχει οπωσδήποτε πομπό-δέκτη, κεραία, οθόνη και την κάρτα SIM. Η μέγιστη επιτρεπόμενη ισχύς εκπομπής στην Ευρώπη μιας κινητής μονάδας είναι στα 2 Watt ενώ σε Αυστραλία και Αμερική είναι 1,6W, οι τιμές αυτές καθορίστηκαν από την Διεθνή Επιτροπή για την προστασία από τη μη ιονίζουσα ακτινοβολία.

2) Το **Βασικό Υποσύστημα Σταθμού (BaseStationSubsystem)**: Το BSS διαχειρίζεται τις κλήσεις σε μια γεωγραφική περιοχή όπου καλύπτεται από ένα σύνολο κεραιών διαφόρων μεγεθών σε σειρά σαν αυτούς που βλέπουμε σε λόφους, ταράτσες

πολυκατοικιών-εταιριών-σχολείων-οργανισμών κτλ. και κάθε τέτοια κεραία εξυπηρετεί και από μια κυψέλη. Το BSS χωρίζεται στο βασικό σταθμό πομπό-δέκτη Base Transceiver Station (BTS) και στο βασικό σταθμό ελέγχου BaseStationController (BSC).

- Το Βασικό Υποσύστημα Σταθμού (**BTS**) φροντίζει την επικοινωνία μεταξύ του δικτύου GSM και του κινητού σταθμού. Ένα BTS μπορεί να ελέγχει μια ή περισσότερες κεραίες. Η ισχύς των κεραιών σε ένα BTS μπορεί είναι 40W έως 500W. Όταν ένας χρήστης Α θέλει να πραγματοποιήσει μια κλήση σε έναν άλλο συνδρομητή Β, ο σταθμός βάσης μεταβιβάζει το σήμα με το αίτημά του Α για αναζήτηση και εντοπισμό του άλλου συνδρομητή Β στο τηλεπικοινωνιακό κέντρο της εταιρείας του Α. Το κέντρο της εταιρείας εντοπίζει την κυψέλη στην οποία βρίσκεται ο Β και στέλνει το σήμα στον πλησιέστερο σταθμό βάσης. Από εκεί, πάλι με τη χρήση των διαθέσιμων συχνοτήτων, στέλνεται το σήμα στο κινητό του Β κι έτσι μπορεί να επικοινωνήσει μαζί του ο Α. Το πεδίο μιας GSM κεραίας ενός σταθμού βάσης ή κινητής μονάδας, είναι παλμικό με κανάλια διάρκειας 4,616 ή 9,232 msec το καθένα, που είναι χωρισμένα σε 8 ή 16 διαστήματα-χρονοθυρίδες, διάρκειας 0.577 msec η καθεμία (8X0,577 ή 16X0,577). Κάθε χρήστης χρησιμοποιεί για μια τηλεφωνική κλήση από μια χρονοθυρίδα άρα ένα κανάλι μπορεί να χρησιμοποιηθεί μέχρι και από 8 ή 16 συνδρομητές. Οι 8 ή 16 χρονοθυρίδες που χωρίζονται σε ένα κανάλι αποκαλούνται πλαίσιο TDMA ενώ κάθε χρονοθυρίδα αντιστοιχεί σε 156 bits.
- Το **BSC** (Base Station Controller-Βασικός Σταθμός Ελέγχου) ελέγχει τα σήματα παίρνοντας τα από ένα ή περισσότερα BTS ενώ εκχωρεί και απελευθερώνει κανάλια. Τα σήματα που λαμβάνει τα κατευθύνει στο MSC- MobileSwitchingCentre και όταν χρειάζεται μετατρέπει τα 16kbrps φωνής που είναι στην κινητή τηλεφωνία σε 64kbrps που χρησιμοποιείται στην σταθερή τηλεφωνία.(σχήμα)

3) Το **Υποσύστημα Δικτύου μεταγωγής (NNS- Network Switching Subsystem)** που αποτελείται από:

Το Κέντρο Διαμονής (MobileSwitchingCenter), είναι υπεύθυνο για την διασύνδεση, τον έλεγχο και την δρομολόγηση εισερχόμενων/εξερχόμενων κλήσεων μεταξύ του δικτύου κινητής τηλεφωνίας και ενός άλλου δικτύου ή άλλων. Όταν ένα MSC συνδέεται με ένα δίκτυο σταθερής τηλεφωνίας θα πρέπει να δέχεται 64kbrps φωνής, όταν όμως ο MSC συνδέεται με ένα δίκτυο κινητής τηλεφωνίας τότε θα πρέπει να γνωρίζει που βρίσκεται εκείνη τη δεδομένη χρονική στιγμή ο χρήστης, αυτό επιτυγχάνεται με την βοήθεια καταχωρητών :

- VLR (VisitorLocatorRegister),
- HomeLocatorRegister (HLR).

Ο **Home Location Register (HLR)** κόμβος είναι μια βάση δεδομένων που αποθηκεύει την ταυτότητα και τις πληροφορίες που αντιστοιχούν σε κάθε συνδρομητή του δικτύου. Αυτές οι πληροφορίες μπορεί να είναι μόνιμες όπως ο διεθνής αριθμός του κινητού

συνδρομητή (International Mobile Subscriber Identity(MSI), ο τηλεφωνικός αριθμός του συνδρομητή (MSISDN), το κλειδί αυθεντικότητας (authenticationkey), υπηρεσίες που υποστηρίζει ο συνδρομητής κ.τ.λ. Επίσης ο HLR κόμβος αποθηκεύει και προσωρινές πληροφορίες όπως ο τρέχον MSC κόμβος μέσα στο οποίο είναι εγγεγραμμένος ο κινητός συνδρομητής την κάθε χρονική στιγμή, τους αριθμούς στους οποίους πρέπει να προωθηθεί η κλήση σε περίπτωση προώθησης κλήσης, τις μεταβατικές παραμέτρους για αυθεντικότητα και κρυπτογράφηση κ.α. Ένας HLR κόμβος μπορεί να εξυπηρετήσει πολλούς MSC κόμβους.

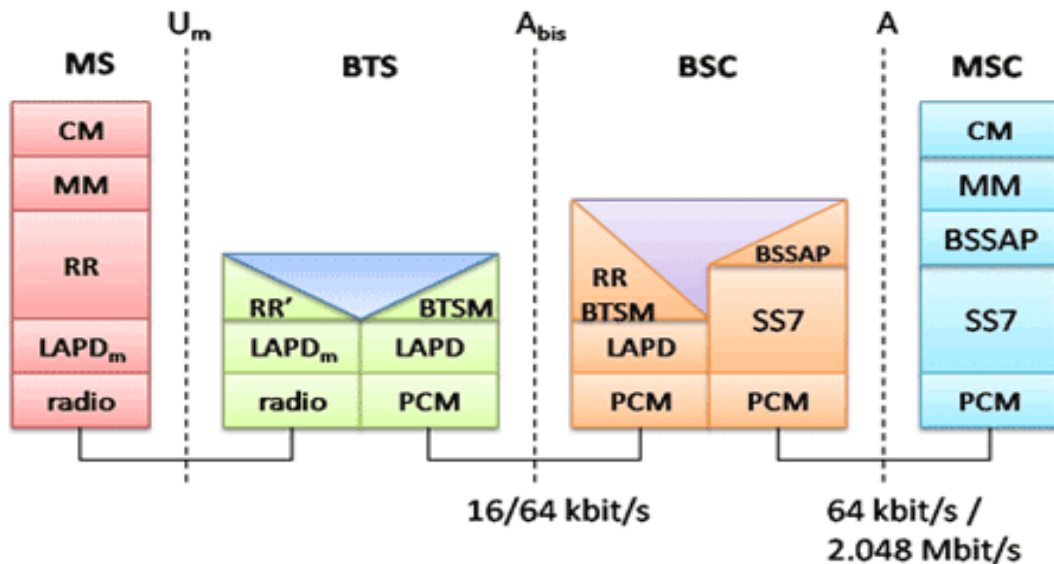
Ο **Visitor Location Register (VLR)** κόμβος βρίσκεται ουσιαστικά μέσα στο MSC κόμβο και είναι μια αντίστοιχη βάση δεδομένων, όπως ο HLR κόμβος, στην οποία αποθηκεύονται προσωρινά δεδομένα μόνο για τους κινητούς συνδρομητές ο οποίοι είναι εγγεγραμμένοι την τρέχουσα στιγμή στο MSC κόμβο. Περιέχει την τρέχουσα τοποθεσία του κινητού σταθμού και επιλεγμένες πληροφορίες διαχείρισης που έχει πάρει από τον HLR κόμβο και που είναι απαραίτητες για τον έλεγχο της κλήσης και για τις υπηρεσίες που έχει πρόσβαση ο συνδρομητής.

Τελος, το **κέντρο αυθεντικότητας (Authentication Center AUC)** είναι μία προστατευμένη βάση δεδομένων που διατηρεί ένα αντίγραφο του μυστικού κλειδιού της SIM κάρτας του κάθε συνδρομητή, το οποίο χρησιμοποιείται να εκτελεστεί η λειτουργία ελέγχου αυθεντικότητας και κρυπτογράφησης στο ραδιοκανάλι. Συνήθως ο κόμβος αυτός βρίσκεται κοντά στον HLR κόμβο.

2.8 Πρωτόκολλα του GSM

Η αρχιτεκτονική του κυψελωτού δικτύου κινητής τηλεφωνίας GSM είναι δομημένη σε ένα πολύστρωματικό μοντέλο πρωτοκόλλων όπως το μοντέλο του OSI. Δύο άκρα προς άκρα ομότιμες οντότητες δύο διαφορετικών συστημάτων επικοινωνούν μεταξύ του αυτόνομα μέσω του αντίστοιχου πρωτοκόλλου.

Τα πρωτόκολλα των από κάτω επιπέδων προσφέρουν υπηρεσίες στα πρωτόκολλα των από πάνω επιπέδων. Ειδοποιήσεις στέλνονται από επίπεδο σε επίπεδο για να εξασφαλιστεί ότι έχει γίνει σωστή λήψη, εκπομπή και επεξεργασία της πληροφορίας.



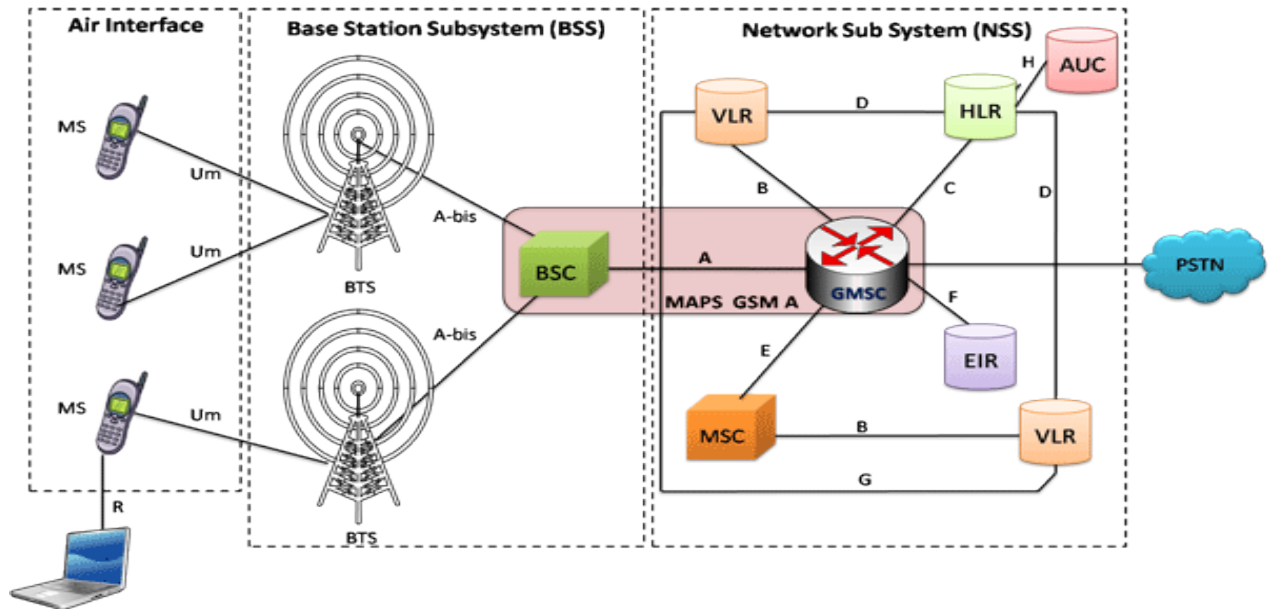
MS πρωτόκολλα

Το πρωτόκολλο σηματοδότησης στο GSM δίκτυο χωρίζεται σε τρία γενικά στρώματα, ανάλογα με την διεπαφή.

- **Στρώμα 1 :** το φυσικό στρώμα (physical layer), το οποίο χρησιμοποιεί τις δομές καναλιού πάνω στην ραδιο-διεπαφή
- **Στρώμα 2 :** το data-link στρώμα (data-link layer). Στο Ainterface, το MTP (message transfer part), το 2ο επίπεδο (Layer 2) της σηματοδότησης SS7 χρησιμοποιείται.
- **Στρώμα 3 :** Αυτό το στρώμα διαιρείται σε επιμέρους υπο-στρώματα : διαχείριση ραδιο-πόρων (Radio Resource Management RR) διαχείριση κίνησης (Mobility Management MM) διαχείριση σύνδεσης (Connection Management CM)

MS προς BTS πρωτόκολλα

Το RR στρώμα παραβλέπει την αποκατάσταση της σύνδεσης ανάμεσα στον κινητό σταθμό και τον MSC κόμβο. Το RR στρώμα ασχολείται με την διαχείριση της RR συνεδρίας, η οποία είναι την χρονική στιγμή όπου γίνεται η διαμόρφωση των ραδιο-καναλιών. Το MM στρώμα είναι κατασκευασμένο πάνω από το RR στρώμα και χειρίζεται τις λειτουργίες που προκύπτουν από την κινητικότητα του συδρομητή καθώς επίσης και θέματα αυθεντικότητας και ασφάλειας. Το CM στρώμα είναι υπεύθυνο για την αποκατάσταση της κλήσης, διαχείριση συμπληρωματικών υπηρεσιών, διαχείριση μηνυμάτων (sms), αποδέσμευση της κλήσης κ.α



2.9 Χωρητικότητα Δικτύων GSM - Erlang

Σε ένα δίκτυο κινητής τηλεφωνίας είναι απαραίτητο να υπάρχει κάποιο μοντέλο τηλεφωνικής «κίνησης» με σκοπό την υψηλή ποιότητα παροχής υπηρεσιών. Το μοντέλο αυτό σχεδιάζεται βάσει κάποιων πραγματικών παρατηρήσεων με βάση την τηλεφωνική συμπεριφορά των συνδρομητών της εταιρίας. Για την κατασκευή του μοντέλου αυτού παίρνονται υπόψη διάφοροι παράγοντες, όπως ο αριθμός των συνδρομητών, το πόσο συχνά και σε ποιες περιοχές κάνουν χρήση του κινητού τους(τις ώρες αιχμής-γιορτές), τη μέση διάρκεια μιας τηλεφωνικής συνδιάλεξης κ.α. παράγοντες έτσι ώστε να εξασφαλισθεί εκ των προτέρων η ικανοποίηση των χρηστών. Για να υπολογιστεί η τηλεφωνική "κίνηση" χρησιμοποιείται μια μονάδα μέτρησης, το Erlang. Ένα Erlang δείχνει το φορτίο κίνησης που μεταφέρεται από ένα κανάλι που είναι δεσμευμένο. Αν, δηλαδή, ένα κανάλι χρησιμοποιείται για μία ώρα και 30 λεπτά, κατά την διάρκεια μιας ώρας μεταφέρει 5,0 Erlangs. Εάν Q κλήσεις, μέσης διάρκειας T, πραγματοποιούνται κατά το χρονικό διάστημα t, τότε η τηλεφωνική κίνηση A δίνεται από τη σχέση:

Αν έχουμε 100 χρήστες από τους οποίους οι 30 κάνουν 2 κλήσεις την ώρα διάρκειας 3 λεπτών 15 να κάνουν 4 κλήσεις την ώρα διάρκειας 8 λεπτών και 55 να κάνουν 30 κλήσεις την ώρα διάρκειας ενός λεπτού τότε ο συνολικός φόρτος κίνησης είναι 38,5 Erlangs με μέση κίνηση/χρήστη να είναι 38,5 mErlangs. ($30 \times 2 \times 3 = 180$, $180 / 60 \text{min} = 3$ Erlangs) ($15 \times 4 \times 8 = 480$, $480 / 60 \text{min} = 8$ Erlangs) ($55 \times 30 \times 1 = 1650$, $1650 / 60 \text{min} = 27,5$ Erlangs) ($0,1$ Erlangs = 6min, 1 Erlangs = 60min)

«Η τηλεφωνική κίνηση/συνδρομητή ορίζεται ως η μέση πιθανότητα για ένα συγκεκριμένο συνδρομητή να κάνει χρήση του τηλεφώνου του κάποια συγκεκριμένη

χρονική στιγμή, σε ώρες αιχμής.» Μετρήσεις που έχουν γίνει σε δίκτυα GSM έχουν δείξει ότι 0,025 Erlang/συνδρομητή είναι υπεραρκετά για να καλύψουν τις ανάγκες της συνδρομητικής βάσης. Αυτό σημαίνει ότι κάθε συνδρομητής μπορεί να κάνει μία κλήση διάρκειας 90 δευτερολέπτων/ώρα. Στην πράξη κανένα, τηλεπικοινωνιακό δίκτυο στον κόσμο δεν μπορεί να εξυπηρετήσει ταυτόχρονα όλους τους συνδρομητές του, σε συνθήκες καταγιστικής ζήτησης π.χ.σε περίπτωση σεισμού. Με βάση τα παραπάνω τα δίκτυα κινητής τηλεφωνίας έχουν σχεδιάσει τα δίκτυα τους να έχουν Gos { (GradeofService) - η πιθανότητα να μπλοκαριστεί μια κλήση)} λιγότερο από 2%. Έτσι αν είχαμε 100 συνδρομητές με Gos 2% με μέση κίνηση/χρήστη να είναι 38.5 mErlangs τότε έχουμε $100 \times 0,0385 = 3,85$ Erlangs με Gos 2% χρειάζονται 9 κανάλια σύμφωνα με έναν ειδικό πίνακα Erlangblockingprobability. Το Erlang πήρε το όνομά του από τον Δανό μηχανικό τηλεπικοινωνιών A.K.Erlang.

2.10 Πιστοποίηση και Ασφάλεια

Ένας χρήστης για να μπορέσει να χρησιμοποιήσει το δίκτυο τότε το δίκτυο θα πρέπει πρώτα να τον πιστοποιήσει. Καταρχήν για να γίνει αυτό κάθε κινητό θα πρέπει να διαθέτει ένα κρυμμένο κλειδί το οποίο βρίσκεται συγκεκριμένα στην κάρτα SIM του και στο Κέντρο Πιστοποίησης (AC). Όταν ενεργοποιείται το κινητό, το Κέντρο Πιστοποίησης στέλνει ένα τυχαίο αριθμό στο κινητό και αυτόν τον αριθμό τον χρησιμοποιούν μαζί με το κρυμμένο κλειδί και με έναν κρυπτογραφημένο αλγόριθμο για την δημιουργία ενός νέου αριθμού. Το κινητό στέλνει πίσω στον κέντρο πιστοποίησης τον αριθμό αυτό και το κέντρο πιστοποίησης με την σειρά του ελέγχει αν είναι ίδιος με αυτόν που έφτιαξε. Αν ο αριθμός είναι ίδιος τότε ο χρήστης πιστοποιήθηκε ειδάλλως τον ειδοποιεί ότι διαδικασία εγγραφής στο δίκτυο ήταν ανεπιτυχής. Κάθε κινητό τηλέφωνο έχει την δικιά του ταυτότητα IMEI (ταυτότητα τηλεφώνου). Η ταυτότητα αυτή είναι ένας μοναδικός 16ψήφιος για κάθε συσκευή που αντιστοιχεί στην μάρκα του κινητού, αριθμός σειράς, στοιχεία κατόχου, ημερομηνία αγοράς συσκευής κ.α. Ένα δίκτυο τηλεφωνίας GSM αποθηκεύει σε 3 διαφορετικές λίστες τα IMEI των συνδρομητών της. 1η λίστα είναι η λευκή λίστα που υπάρχουν όλα τα IMEI το κινητών που λειτουργούν φυσιολογικά και μπορούν να συνδεθούν δίκτυο με ασφάλεια. 2η λίστα είναι η γκρι λίστα που υπάρχουν τα IMEI των κινητών που είναι υπό-παρακολούθηση λόγω πιθανόν προβλημάτων που δημιουργούν. 3η λίστα είναι η μαύρη λίστα που υπάρχουν τα IMEI των κινητών που έχουν δηλωθεί από τους κατόχους τους σαν κλεμμένους ή απολεσθέν τους και ανάλογα την περίπτωση διενεργείται παρακολούθηση των κινητών αυτών αν χρησιμοποιούνται ή την άρνηση εγγραφής τους με το δίκτυο, λειτουργίες αυτές ανήκουν στο MSC.

2.11 Υπηρεσίες Δικτύου

Η βασικότερη υπηρεσία του GSM είναι η δυνατότητα πραγματοποίησης και λήψη τηλεφωνικών κλήσεων. Σε κάθε κανάλι υπάρχουν 8 έως 16 χρονοθυρίδες και μπορούν να το μοιραστούν περισσότεροι του ενός χρήστες, έτσι για την πραγματοποίηση μιας κλήσης δεσμεύεται μια χρονοθυρίδα κάθε φορά.

Οι λοιπες υπηρεσίες είναι:

- *CalledID*

- *Εκτροπή κλήσεων*

Η υπηρεσία αυτή επιτρέπει στο χρήστη την δυνατότητα προώθησης αναπάντητων ή μη εφικτών ή κατειλημμένων ή άμεσων εισερχόμενων κλήσεων προς έναν άλλο προορισμό.

- *Απόκρυψη κλήσεων*

- *Φραγή κλήσεων*

Η υπηρεσία αυτή δίνει την δυνατότητα στο χρήστη να ενεργοποιήσει φραγή εισερχόμενων ή εξερχόμενων ή εισερχόμενων διεθνών ή εξερχόμενων διεθνών ή σε περιαγωγή ή και όλων κλήσεων για όσο διάστημα θέλει.

- *CellBroadcast*

Η υπηρεσία αυτή δίνει την δυνατότητα στο χρήστη στην οθόνη του κινητού την εμφάνιση σύντομων τοπικών πληροφοριών.

- *Ειδοποίηση κλήσεων*

Είναι μια υπηρεσία δικτύου δίνοντας την δυνατότητα στον χρήστη να ενημερώνεται με γραπτό μήνυμα για τον ποιος και πότε επιχείρησε να επικοινωνήσει μαζί του και δεν καταστεί δυνατό λόγω μη εφικτής σύνδεσης μαζί του ή ήταν απενεργοποιημένη η μονάδα του.

- *SMS-ShortMessagingService*

Η υπηρεσία αυτή προσφέρει την αποστολή και την λήψη κειμένου μέχρι και 160 αλφαριθμητικών χαρακτήρων από ένα κινητό προς ένα οποιοδήποτε άλλο κινητό με την προϋπόθεση βέβαια ότι υπάρχει κάποιο κέντρο υπηρεσίας SMS για την διαχείρισή τους. Έτσι η υπηρεσία SMS έχει 2 επιμέρους υπηρεσίες, τις SMS-MO και SMS-MT.

- SMS-MO • SMS-MobileOriginated

Γίνεται η αποστολή ενός γραπτού μηνύματος, από το κινητό προς το Κέντρο Υπηρεσίας SMS.

- SMS-MT • SMS-MobileTerminated

Γίνεται η παράδοση του γραπτού μηνύματος στον παραλήπτη, από το Κέντρο Υπηρεσίας SMS.

- *MMS-Multimedia Messaging Service*

Είναι μια υπηρεσία 2.5G και προσφέρει την αποστολή και την λήψη μηνυμάτων εμπλουτισμένων με περιεχόμενο multimedia.

- *Advice of Change*

Η υπηρεσία αυτή δίνει την δυνατότητα στο χρήστη να ενημερώνεται μετά από κάθε εξερχόμενη κλήση στην οθόνη του κινητού του, την διάρκεια και την χρέωση της κλήσης του.

- *Αναμονής και κράτησης κλήσεων-Συνδιάσκεψη*

Είναι μια υπηρεσία προστιθέμενης αξίας και δίνει την δυνατότητα σε έναν χρήστη να πραγματοποιεί ή να δέχεται μια κλήση ενώ έχει ήδη μια κλήση σε εξέλιξη. Στην πρώτη περίπτωση όταν επιχειρείται μια νέα κλήση προς αυτόν ακούει ένα χαρακτηριστικό ήχο που τον προειδοποιεί, τότε ο χρήστης τότε μπορεί να απορρίψει αυτή την νέα κλήση ή να βάλει σε κράτηση την αρχική του κλήση για να επικοινωνήσει με την αναμένουσα, αυτή την εναλλαγή μπορεί να την κάνει όσες φορές θέλει. Επίσης αν ο χρήστης διαθέτει την υπηρεσία αναγνώρισης κλήσεων μπορεί να γίνει συνδυασμός των δύο αυτών υπηρεσιών και να τον ενημερώνει στην οθόνη του κινητού του για τον τηλεφωνικό αριθμό που επιχειρεί την κλήση προς σ'αυτόν. Στην δεύτερη περίπτωση όταν πραγματοποιεί μια κλήση ο συνδρομητής βάζει σε κράτηση την αρχική του συνομιλία ενώ μπορεί να εναλλάσσεται μεταξύ των 2 κλήσεων. Και στις δύο περιπτώσεις μπορεί να γίνει εφόσον επιτρέπεται από τον παροχέα, χρήση της υπηρεσίας τηλεσυνδιάσκεψης που επιτρέπει την ταυτόχρονη συνομιλία μέχρι και 5 + 1 ατόμων.

- *Roaming*

Στην υπηρεσία αυτή επιτρέπεται σε συνδρομητές που βρίσκονται εκτός της περιοχής κάλυψης του δικτύου τους, να δέχονται και να πραγματοποιούν τηλεφωνικές κλήσεις και να έχουν πρόσβαση σε διάφορες υπηρεσίες προστιθέμενης αξίας, εφόσον βέβαια επιτρέπεται από τον παροχέα τους και τον παροχέα του <<ξένου>> δικτύου.

- *Τεχνολογία CSD • (Circuit Switched Data)*

Το CSD μια τεχνολογία όπου βασίζεται μια από τις πιο βασικές υπηρεσίες προστιθέμενης αξίας των δικτύων GSM, η οποία επιτρέπει μέσω σύνδεσης μεταγωγής κυκλώματος τη μεταφορά δεδομένων στη ταχύτητα των 9,6 ή 14,4kbps (συμμετρική σύνδεση) για upload-download ή 28.800kbps για download (ασύμμετρη σύνδεση) και στο HSCSD (HighSpeedCircuitSwitchedData) τα 57,6 kbps για download και 14,4kbps για upload (ασύμμετρη σύνδεση).

Η ταχύτητα μίας χρονοθυρίδας μπορεί να είναι 9.600kbps ή 14.400kbps αλλά μπορεί να φτάνει και ως τα 48kbps σε δίκτυα 2.5G.

2.12 Συμφορηση στα GSM δικτυα

Σε ένα δίκτυο δεδομένων, συμφόρηση δικτύου συμβαίνει όταν μια σύνδεση, μια ζεύξη ή ένας κόμβος του δικτύου μεταφέρει ή διαχειρίζεται τόσα πολλά δεδομένα που η ποιότητα της υπηρεσίας (Quality of service- QoS) που προσφέρεται αρχίζει και εξασθενεί. Μερικά από τα τυπικά συμπτώματα της συμφόρησης είναι καθυστέρηση σε ουρές, απώλεια πακέτων ή και απαγόρευση νέων συνδέσεων. Αποτέλεσμα όλων των παραπάνω είναι ότι το αυξανόμενο προσφερόμενο φορτίο μπορεί να οδηγήσει και σε μη αντίστοιχη αύξηση της απόδοσης (throughput) του δικτύου ή ακόμα χειρότερα σε πραγματική μείωση της .

Στα κυψελωτά δίκτυα κινητής τηλεφωνίας GSM η βασική μετρική της απόδοσης του δικτύου είναι ο ρυθμός επιτυχημένων κλήσεων (call success rate). Για να θεωρηθεί ένα τέτοιο δίκτυο καλό, ασφαλές, αξιόπιστο και με συνεχή και αδιάλειπτη λειτουργία, τότε θα πρέπει αυτός ο ρυθμός να είναι κάτω από 2%. Δηλαδή ο αριθμός των αποτυχημένων κλήσεων θα πρέπει να είναι μικρότερος από το 2% του συνολικού αριθμού κλήσεων που πραγματοποιούνται από την πλευρά των συνδρομητών. Η παραπάνω μετρική αποτελεί έναν από τους πιο βασικούς στόχους των εταιριών κινητής τηλεφωνίας αφού από αυτό εξαρτάται η ικανοποίηση των ήδη υπάρχοντων συνδρομητών και η προσέγγιση των υποψήφιων νέων συνδρομητών. Η ποιότητα της υπηρεσίας και η αξιοπιστία της αφήνει ικανοποιημένους και χρήστες και διαχειριστές.

Το πρόβλημα της συμφόρησης σε δίκτυα κινητής τηλεφωνίας GSM είναι υψίστης σημασίας και προτεραιότητας για τους διαχειριστές των δικτύων αυτών αφού οι επιπτώσεις μιας πιθανής εμφάνισης συμφόρησης δικτύου είναι πολλές και εγκυμονούν πολλούς κινδύνους για την ομαλή και αδιάλειπτη λειτουργία ολόκληρου του δικτύου. Οι δύο πιο βασικές από αυτές παρουσιάζονται παρακάτω:

- *Μπλοκάρισμα αποκατάστασης νέων κλήσεων*

Η εμφάνιση υπερφόρτωσης σε ένα δίκτυο κινητής τηλεφωνίας GSM συνεπάγεται αυτόματα την απώλεια κλήσεων των συνδρομητών. Οποιοσδήποτε νέος συνδρομητής προσπαθήσει να πραγματοποιήσει μια νέα κλήση αυτή θα απορριφθεί αφού το δίκτυο δεν θα είναι σε θέση να τον εξυπηρετήσει. Αυτό έχει να αποτέλεσμα ο ρυθμός επιτυχημένων κλήσεων να μειώνεται σημαντικά και η απόδοση του δικτύου να πέφτει κατακόρυφα.

- *Γενικότερη δυσλειτουργία του δικτύου*

Ένα δίκτυο το οποίο βιώνει μια συνεχή κατάσταση υπερφόρτωσης διατρέχει μεγάλο κίνδυνο δυσλειτουργίας και, σε σπάνιες περιπτώσεις, ακόμα και κατάρρευσης είτε κάποιου τμήματός του είτε και ολόκληρου του δικτύου. Η υπερ-χρησιμοποίηση των πόρων του δικτύου μπορεί να δημιουργήσει γενικότερα προβλήματα τα οποία τις πιο πολλές φορές είναι απρόβλεπτα και μπορούν να δημιουργήσουν αλυσιδωτές επιδράσεις σε όλο το δίκτυο.

Το πρόβλημα της συμφόρησης των τηλεπικοινωνιακών δικτύων είναι κυρίως θέμα διαχείρισης του δικτύου από τους διαχειριστές του καθώς έχει να κάνει με τον συνεχώς αυξανόμενο αριθμό των συνδρομητών αλλά και με την ποιότητα υπηρεσίας που θέλει ο κάθε διαχειριστής να προσφέρει για το δίκτυο του. Η καθολική αποδοχή που έχει πλέον αποκτήσει η κινητή τηλεφωνία έχει σαν αποτέλεσμα την ραγδαία αύξηση των συνδρομητών που εξυπηρετούνται από τα ήδη υπάρχοντα δίκτυα και συνεπώς την υπερφόρτωση και τελικά την συμφόρησή τους. Η αντιμετώπιση ή πρόληψη της συμφόρησης δικτύου αποτελεί μια οικονομοτεχνική μελέτη με πολλούς παραμέτρους. Οφείλεται να διερευνηθεί το τηλεπικοινωνιακό φορτίο που εξυπηρετείτο δίκτυο, η μέγιστες τιμές που παίρνει αυτό και το χρονικό διάστημα που διαρκεί καθώς επίσης το κόστος επέκτασης του ήδη υπάρχοντος δικτύου σε σχέση με το μέγεθος της συμφόρησης και την συχνότητα εμφάνισης της .

2.12.1 Είδη συμφόρησης σε δίκτυα GSM

Η συμφόρηση εμφανίζεται σε διαφορετικά μέρη του δικτύου ανάλογα με την κάθε περίπτωση. Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, τα μέρη του δικτύου τα οποία μπορεί να συμφορευθούν είναι οι συνδέσεις του δικτύου (π.χ η σύνδεση ανάμεσα σε δυο κόμβους MSC), οι ζεύξεις (π.χ η ραδιο-ζεύξη ανάμεσα στον κινητό σταθμό και τον σταθμό Βάσης BTS) και μέσα στον ίδιο τον κόμβο (συμφόρηση της κεντρικής μονάδας επεξεργασίας CPU στον HLR κόμβο). Η ποικιλία αυτή που παρουσιάζεται σχετικά με την συμφόρηση περιπλέκει την διαδικασία αντιμετώπισής της αφού εφαρμόζεται διαφορετική τεχνική ανά περίπτωση.

2.13 SMS

2.13.1 Εισαγωγή

Το Short Message Service γνωστό και ως SMS, είναι υπηρεσία της κινητής τηλεφωνίας, με την οποία ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να αποστείλει ή να παραλάβει σύντομο γραπτό μήνυμα από άλλους χρήστες, στην οθόνη του κινητού του τηλεφώνου.

Η λέξη είναι ακρωνύμιο των αγγλικών λέξεων Short Message Service που σημαίνει Υπηρεσία Σύντομου Μηνύματος και καθιερώθηκε για πρώτη φορά από τις εταιρείες κινητής τηλεφωνίας το 1992. Ένα απλό γραπτό μήνυμα ορίζεται στους 160 αλφαριθμητικούς χαρακτήρες, συμπεριλαμβανομένων και των κενών διαστημάτων. Πέραν του ορίου αυτού, ένα μήνυμα ανάλογα με τις δυνατότητες κινητού τηλεφώνου μπορεί να συνεχιστεί σε περισσότερους χαρακτήρες υπολογιζόμενο στη χρέωση του ως δεύτερο μήνυμα κ.ο.κ.

Έχει υπολογιστεί πως το 74% των χρηστών κινητού τηλεφώνου παγκοσμίως χρησιμοποιούν αυτή την υπηρεσία, κάτι που μεταφράζεται σε περίπου 2,4 δισεκατομμύρια SMS ημερησίως. Στις περισσότερες περιπτώσεις χρησιμοποιείται αυτή η μέθοδος επικοινωνίας διότι το κόστος αποστολής ενός γραπτού μηνύματος είναι κατά πολύ μικρότερο από την απ' ευθείας συνομιλία.

Τα τελευταία χρόνια πολλές εταιρείες παροχής κινητής τηλεφωνίας δίνουν τη δυνατότητα στους χρήστες να αποστείλουν SMS και μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή. Σ' αυτές τις περιπτώσεις η υπηρεσία παρέχεται δωρεάν ή με μικρή χρέωση. Επίσης πολύ διαδεδομένες τα τελευταία χρόνια είναι και οι υπηρεσίες μαζικής αποστολής SMS από τους χρήστες για εμπορικούς και ψηφιοθηρικούς σκοπούς (παιχνίδια, διαγωνισμοί, κληρώσεις, συμμετοχή σε τηλεψηφοφορίες κλπ.) όπου το εκάστοτε κόστος ορίζεται από τον παροχέα και συνήθως είναι ακριβότερο (έως και πολλαπλάσιο) ενός συνηθισμένου μηνύματος.



2.13.2 Ιστορία του SMS

Το SMS δημιουργήθηκε στα τέλη της δεκαετίας του '80 από μια φινλανδική μηχανικό που ονομάζεται Matti Makkonen, για να υποστηρίξει μια άλλη ψηφιακή τεχνολογία που ονομάζεται GSM (Global System for Mobile Communications). Ο Makkonen είχε ως στόχο να αναπτύξει ένα πολύ απλό σύστημα ανταλλαγής μηνυμάτων που θα μπορούσε να λειτουργήσει ακόμα και όταν η συσκευή λήψης έχει απενεργοποιηθεί ή ήταν έξω από την περιοχή κάλυψης του. Κανείς δεν μπορούσε να προβλέψει τι θα συμβεί με τα

SMS στο μέλλον. Ο Makkonen δεν τηρούσε τα πρωτότυπα έγγραφα σχεδιασμού και δεν μπόρεσε καν στον κόπο να πατεντάρει την εφεύρεση.

Το πρώτο μήνυμα SMS εστάλη το Δεκέμβριο του 1992 από έναν προσωπικό υπολογιστή σε ένα κινητό τηλέφωνο στο δίκτυο GSM της Vodafone στο Ηνωμένο Βασίλειο. Το κείμενο ήταν: «Καλά Χριστούγεννα». Η χρήση έχει αυξηθεί εκθετικά από τότε: Ο τρέχον όγκος τώρα υπερβαίνει τα 2 τρισεκατομμύρια μηνύματα SMS ανά έτος - μόνο στις Ηνωμένες Πολιτείες! Το 2008, το περιοδικό Economist αναγνώρισε τον Makkonen τιμώντας τον με το Βραβείο Καινοτομίας για την εφεύρεσή του.

Τα SMS είναι ένα πρωτόκολλο επικοινωνίας που επιτρέπει μικρά κομμάτια των πληροφοριών, που ονομάζονται πακέτα δεδομένων ή μηνυμάτων, να παραδοθούν μεταξύ των συσκευών. Για να αποφύγετε την υπερφόρτωση των συστημάτων που κατά το χρόνο της εφεύρεσής τους έχουν πολύ μικρό εύρος ζώνης και αποθήκευσης, οι δημιουργοί των SMS συμφώνησαν σε ένα μέγιστο μέγεθος των 160 χαρακτήρες για κάθε μήνυμα. Αργότερα, υιοθέτησαν το πρότυπο του κατ'ανώτατο όριο των 140 χαρακτήρων για τους χρήστες, και 20 χαρακτήρες για τον εσωτερικό έλεγχο (δρομολόγηση μηνυμάτων, πακέτου πληροφορίες κεφαλίδας).

Το SMS μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να στείλει ένα μήνυμα από μόλις δύο άτομα, ή να διανείμει το ίδιο μήνυμα σε μεγάλο αριθμό ατόμων ταυτόχρονα με την ομαδοποίηση παραληπτών σε μια λίστα επαφών, ή με την αποστολή σε όλους τους χρήστες μιας συγκεκριμένης περιοχής. Αυτό ονομάζεται SMS μετάδοση, και χρησιμοποιείται από τις εταιρείες για την επικοινωνία με τις ομάδες των εργαζομένων, ή να διανέμουν ειδήσεις, ειδοποιήσεις έκτακτης ανάγκης από κυβερνητικές υπηρεσίες, καθώς και άλλες πληροφορίες στους συνδρομητές του αιτήματος.

Το SMS έχει πολλά πλεονεκτήματα. Ανάμεσα σε δύο προσωπικές συσκευές, μπορεί να είναι πιο διακριτικό από ό, τι άλλα είδη των μέσων μαζικής ενημέρωσης, γεγονός που το καθιστά ιδανική μορφή επικοινωνίας, όταν οι συζητήσεις είναι ιδιωτικές. Για το μεγαλύτερο μέρος, χρειάζεται λιγότερο χρόνο για να στείλετε ένα μήνυμα κειμένου από το να πραγματοποιήσετε μια τηλεφωνική κλήση ή να στείλετε ένα e-mail. Τα SMS είναι φθηνότερα από ό, τι οποιοδήποτε άλλο μέσο επικοινωνίας. Μπορεί να σταλεί και να ληφθεί οποτεδήποτε, και οπουδήποτε. Τα SMS είναι απλά στη χρήση και η τεχνολογία είναι διαθέσιμη στο 100% των κινητών τηλεφώνων που κατασκευάζονται σήμερα.

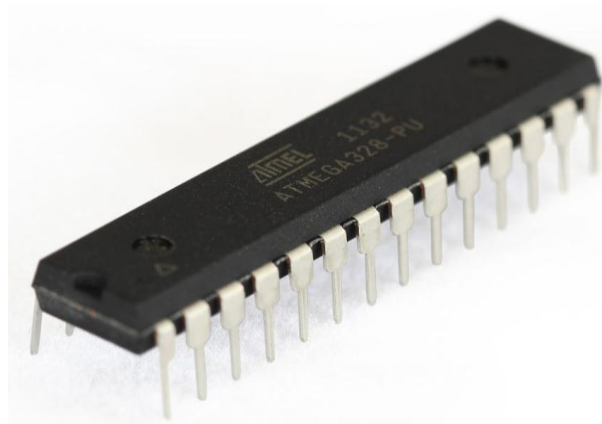
Το SMS έχει γίνει απαραίτητο. Το SMS μπορεί να βοηθήσει τους ανθρώπους σε όλο τον κόσμο να επικοινωνούν λόγω της απλότητάς του, το χαμηλό κόστος του και της ευρείας διαθεσιμότητάς του. Σήμερα, το SMS χρησιμοποιείται σε μεγάλη κλίμακα από όλους τους τύπους των εταιρειών, ως μέρος της συνολικής στρατηγικής επικοινωνίας τους.

2.13.3 Μέγεθος Μηνύματος

Η μετάδοση των σύντομων μηνυμάτων μεταξύ του SMSC και του ακουστικού γίνεται κάθε φορά που χρησιμοποιείτε το MobileApplicationPart (MAP) του πρωτοκόλλου SS7. Τα μηνύματα αποστέλλονται με τις MAP-MO και MT-ForwardSM επιχειρήσεις, των οποίων το μέγεθος ωφέλιμου φορτίου περιορίζεται από το πρωτόκολλο σηματοδότησης, σε ακριβώς 140 οκτάδες (140 οκτάδες = $140 * 8 \text{ bits} = 1120 \text{ bits}$). Σύντομα μηνύματα μπορούν να κωδικοποιούνται χρησιμοποιώντας μία ποικιλία αλφαβήτων: το προεπιλεγμένο GSM 7-bit αλφάβητο, το 8-bit αλφάβητο δεδομένων, και το 16-bit UCS-2 αλφάβητο. Ανάλογα με το αλφάβητο που ο συνδρομητής έχει διαμορφώσει στο ακουστικό, οδηγείται στο ανώτατο μέγεθος μηνύματος, της τάξης των 160 7-bit χαρακτήρων, 140 χαρακτήρων 8-bit ή 70-bit 16 χαρακτήρων. Η GSM 7-bit υποστήριξη αλφαβήτου είναι υποχρεωτική για συσκευές κινητών τηλεφώνων και στοιχεία του δικτύου, αλλά για χαρακτήρες σε γλώσσες όπως τα Αραβικά, Κινεζικά, Κορεατικά, Ιαπωνικά ή γλώσσες Κυριλλικών αλφαβήτων (π.χ. Ρωσικά, Σερβικά, Βουλγαρικά, κλπ.) πρέπει να κωδικοποιούνται χρησιμοποιώντας τη 16-bit UCS-2 κωδικοποίηση χαρακτήρων. Δρομολόγηση των δεδομένων στα διάφορα δίκτυα, και άλλα μεταδεδομένα, προσθέτουν στο μέγεθος ωφέλιμου φορτίου.

3. ΜΙΚΡΟΕΛΕΓΚΤΗΣ (MICROCONTROLLER)

Η καρδιά του ArduinoUNO είναι ο ενσωματωμένος μικροελεγκτής **ATmega328** της Atmel.



ATmega328

Παρακάτω θα αναλυθούν τα χαρακτηριστικά ενός μικροελεγκτή:

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

3.1 Διαφορές από τον μικροεπεξεργαστή

Στους σύγχρονους μικροεπεξεργαστές για μη ενσωματωμένα συστήματα (πχ τους μικροεπεξεργαστές των προσωπικών υπολογιστών), δίνεται έμφαση στην υπολογιστική ισχύ. Η ευελιξία ανάπτυξης διαφορετικών εφαρμογών είναι μεγάλη, καθώς η λειτουργικότητα του τελικού συστήματος καθορίζεται από τα εξωτερικά περιφερειακά

τα οποία διασυνδέονται με την κεντρική μονάδα (μικροεπεξεργαστή), η οποία δεν είναι εξειδικευμένη. Αντίθετα, στους μικροεπεξεργαστές για ενσωματωμένα συστήματα (μικροελεγκτές), οι οποίοι έχουν μικρότερες ή και μηδαμινές δυνατότητες συνεργασίας με εξωτερικά περιφερειακά, αυτού του είδους, η ευελιξία είναι περιορισμένη, καθώς και η υπολογιστική ισχύς. Οι μικροελεγκτές δίνουν έμφαση στο μικρό αριθμό ολοκληρωμένων κυκλωμάτων που απαιτείται για τη λειτουργία μιας συσκευής, το χαμηλό κόστος και την εξειδίκευση.

Αναλυτικά, τα πλεονεκτήματα των μικροελεγκτών είναι:

- Αυτονομία, μέσω της ενσωμάτωσης σύνθετων περιφερειακών υποσυστημάτων όπως μνήμες και θύρες επικοινωνίας. Έτσι πολλοί μικροελεγκτές δεν χρειάζονται κανένα άλλο ολοκληρωμένο κύκλωμα για να λειτουργήσουν.
- Η ενσωμάτωση περιφερειακών σημαίνει ευκολότερη υλοποίηση εφαρμογών λόγω των απλούστερων διασυνδέσεων. Επίσης, οδηγεί σε χαμηλότερη κατανάλωση ισχύος, μεγιστοποιώντας τη φορητότητα και ελαχιστοποιεί το κόστος της συσκευής στην οποία ενσωματώνεται ο μικροελεγκτής.
- Χαμηλό κόστος.
- Μεγαλύτερη αξιοπιστία, και πάλι λόγω των λιγότερων διασυνδέσεων.
- Μειωμένες εκπομπές ηλεκτρομαγνητικών παρεμβολών και μειωμένη ευαισθησία σε αντίστοιχες παρεμβολές από άλλες ηλεκτρικές και ηλεκτρονικές συσκευές. Το πλεονέκτημα αυτό προκύπτει από το μικρότερο αριθμό και μήκος εξωτερικών διασυνδέσεων καθώς και τις χαμηλότερες ταχύτητες λειτουργίας.
- Περισσότεροι διαθέσιμοι ακροδέκτες για ψηφιακές εισόδους-εξόδους (για δεδομένο μέγεθος ολοκληρωμένου κυκλώματος), λόγω της μη δέσμευσής τους για τη σύνδεση εξωτερικών περιφερειακών.
- Μικρό μέγεθος συνολικού υπολογιστικού συστήματος.

3.2 Συνήθη υποσυστήματα ενός μικροελεγκτή

Στον μικροεπεξεργαστή, το ολοκληρωμένο κύκλωμα που τον αποτελεί περιέχει μόνο την Λογική και Αριθμητική Μονάδα (ALU), στοιχειώδεις καταχωρητές (registers), προσωρινή μνήμη RAM πολύ υψηλής ταχύτητας (cache memory) και, κάποιες φορές, τον ελεγκτή μνήμης (memory controller). Όμως, για τη λειτουργία ενός πλήρους ενσωματωμένου υπολογιστικού συστήματος, απαιτούνται πολλά εξωτερικά υποσυστήματα και περιφερειακά.

Τέτοια είναι:

- Κύκλωμα συνδετικής λογικής (glue logic) για τη σύνδεση των εξωτερικών μνημών και άλλων περιφερειακών παράλληλης σύνδεσης στην αρτηρία δεδομένων (bus) του επεξεργαστή.
- Μνήμη προγράμματος (τύπου ROM, FLASH, EPROM κλπ) η οποία περιέχει το λογισμικό του συστήματος. Σε κάποια μοντέλα, είναι δυνατό το κλείδωμα αυτής της μνήμης, μετά την εγγραφή της, ώστε να προστατευτεί το περιεχόμενό της από αντιγραφή.
- Μεγάλο μέγεθος μνήμης RAM.
- Μόνιμη μνήμη αποθήκευσης παραμέτρων λειτουργίας (τύπου EEPROM ή NVRAM) η οποία να μπορεί να γράφεται τον πυρήνα του μικροελεγκτή. Αυτή η μνήμη έχει, έναντι της FLASH, το πλεονέκτημα της δυνατότητας διαγραφής και εγγραφής οποιουδήποτε μεμονωμένου byte.
- Κύκλωμα αρχικοποίησης (reset).
- Διαχειριστή αιτήσεων διακοπής (interruptrequestcontroller) από τα περιφερειακά.
- Κύκλωμα επιτήρησης τροφοδοσίας (brown-outdetection) το οποίο παρακολουθεί την τροφοδοσία και αρχικοποιεί ολόκληρο το σύστημα όταν αυτή πέσει κάτω από τα ανεκτά όρια, προλαμβάνοντας έτσι την αλλοίωση των δεδομένων.
- Κύκλωμα επιτήρησης λειτουργίας (watch dog timer) το οποίο αρχικοποιεί το σύστημα, αν αυτό εμφανίσει σημάδια δυσλειτουργίας λόγω κολλήματος (hang).
- Τοπικό ταλαντωτή για την παροχή παλμών χρονισμού (clock).
- Έναν ή περισσότερους χρονιστές-απαριθμητές υψηλής ταχύτητας (hardwaretimer-counter) για τη δημιουργία καθυστερήσεων, μέτρηση διάρκειας γεγονότων, απαρίθμηση γεγονότων και άλλων λειτουργιών ακριβούς χρονισμού.
- Ρολόι πραγματικού χρόνου (RealTimeClock, RTC) το οποίο τροφοδοτείται από ανεξάρτητη μπαταρία και γι αυτό πρέπει να έχει πολύ χαμηλή κατανάλωση ρεύματος.
- Σειρά ανεξάρτητων ψηφιακών εισόδων και εξόδων (ParallelInput-Output, PIO).
- Γενικά, όλες οι οικογένειες μικροελεγκτών ενσωματώνουν τα περισσότερα από τα παραπάνω περιφερειακά, με διαφοροποιήσεις κυρίως στην ύπαρξη ή μη εσωτερικής μνήμης προγράμματος και στο είδος της. Έτσι, υπάρχουν:
- Μικροελεγκτές χωρίς μνήμη προγράμματος, οι οποίοι χαρακτηρίζονται ως ROM-less. Αυτοί παρέχουν πάντοτε μια παράλληλη αρτηρία (bus) δεδομένων, πάνω στην οποία συνδέονται εξωτερικές μνήμες προγράμματος και RAM. Τέτοιοι τύποι μικροελεγκτών προορίζονται για πιο ισχυρά υπολογιστικά συστήματα ελέγχου, με μεγαλύτερες απαιτήσεις μνήμης.
- Μικροελεγκτές με μνήμη ROM, η οποία κατασκευάζεται με το λογισμικό της (MaskROM) ή γράφεται μόνο μια φορά (OneTimeProgrammable, OTP). Παρέχουν τη δυνατότητα πολύ χαμηλού κόστους, όταν αγοράζονται σε πολύ μεγάλες ποσότητες.

- Μικροελεγκτές με μνήμη FLASH, οι οποίες μπορούν συνήθως να προγραμματιστεί πολλές φορές. Αυτή είναι η πιο διαδεδομένη κατηγορία. Συχνά ο προγραμματισμός της μνήμης μπορεί να γίνει ακόμη και πάνω στο κύκλωμα της ίδιας της ενσωματωμένης (embedded) εφαρμογής (δυνατότητα InCircuitProgramming, ISP). Αυτοί οι μικροελεγκτές έχουν ουσιαστικά αντικαταστήσει τους παλαιότερους τύπους EPROM που έσβηναν με υπεριώδη ακτινοβολία (από το ειδικό τζαμάκι).

3.3 Πρόσθετες λειτουργίες

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

- Μία ή περισσότερες ασύγχρονες σειριακές θύρες επικοινωνίας (UniversalAsynchronousReceiverTransmitter, UART).
- Σύγχρονες σειριακές θύρες επικοινωνίας (πχ I2C, SPI, Ethernet).
- Ολόκληρα υποσυστήματα για την άμεση υποστήριξη από υλικολογισμικό (firmware) των πιο σύνθετων πρωτοκόλλων επικοινωνίας όπως CAN, HDLC, ISDN, ADSL.
- Μονάδα άμεσης εκτέλεσης πράξεων κινητής υποδιαστολής (Floating Point Processing Unit-FPU), η οποία είναι πάντοτε πιο γρήγορη από την ALU του επεξεργαστή. Τέτοιες μονάδες χαρακτηρίζουν τους μικροελεγκτές με δυνατότητες ψηφιακής επεξεργασίας σήματος (Digital Signal Processing, DSP). Τα τελευταία χρόνια, με την ευρύτατη διάδοση των φορητών συσκευών ήχου και εικόνας, παρατηρείται μια τάση σύγκλισης των μικροελεγκτών με τους DSP.[4]
- Περισσότερες από μία εισόδους για μετατροπή αναλογικού σήματος σε ψηφιακό (Analog to Digital converter, ADC).
- Μετατροπέα ψηφιακού σε αναλογικό σήμα (Digital to Analog converter, DAC).
- Ελεγκτή οθόνης υγρών κρυστάλλων (Liquid Crystal Display, LCD).
- Υποσύστημα προγραμματισμού πάνω στο κύκλωμα (τύπου ISP, βλ. παραπάνω). Χάρη σε αυτό το κύκλωμα, είναι δυνατός ο επαναπρογραμματισμός (αναβάθμιση λογισμικού) της εφαρμογής, συνδέοντας στη συσκευή μια εξωτερική συσκευή προγραμματισμού (συνήθως σε θύρα UARTRS-232) ή ακόμη και από το διαδίκτυο. Αυτή η δυνατότητα απαιτεί την προϋπαρξη λογισμικού υποδοχής (bootstrap) μέσα στη μνήμη προγράμματος και επομένως δεν μπορεί να γίνει σε τελείως άδεια μνήμη προγράμματος.
- Υποσύστημα προγραμματισμού (τύπου ISP) και διάγνωσης (συνήθως είναι το καθιερωμένο πρότυπο JTAG). Χάρη σε αυτό, είναι δυνατός ο προγραμματισμός της μνήμης προγράμματος χωρίς να προαπαιτείται κάποιο πρόγραμμα

υποδοχής. Γι αυτό το λόγο, είναι ιδιαίτερα χρήσιμο στον αρχικό προγραμματισμό, πχ κατά τη συναρμολόγηση, ή σε περίπτωση σφάλματος (bug) στο λογισμικό υποδοχής το οποίο να καθιστά αδύνατη την κανονική αναβάθμιση.

3.4 Κατηγορίες Μικροελεγκτών

Λόγω του ισχυρότατου ανταγωνισμού αλλά και της τάσης ενσωμάτωσης των μικροελεγκτών σε κάθε ηλεκτρική και ηλεκτρονική συσκευή, η βιομηχανία μικροελεγκτών έχει καταλήξει στην παραγωγή ανταγωνιστικών μοντέλων μαζικής παραγωγής καθώς και μικροελεγκτών για πιο εξειδικευμένες εφαρμογές. Έτσι διακρίνονται οι εξής κυρίως κατηγορίες:

- Μικροελεγκτές (καμμιά φορά 4-bit αλλά συνήθως 8-bit) πολύ χαμηλού κόστους, γενικής χρήσης, με πολύ μικρό αριθμό ακροδεκτών (ακόμη και λιγότερους από 8). Σχεδιάζονται με έμφαση στη χαμηλή κατανάλωση ισχύος και την αυτάρκεια, ώστε να χρειάζονται ελάχιστα ή και καθόλου εξωτερικά εξαρτήματα και να μη μπορεί να αντιγραφεί εύκολα το εσωτερικό λογισμικό τους. Απουσιάζει η δυνατότητα επέκτασης της μνήμης τους. Μερικά μοντέλα είναι ευρέως γνωστά στους ερασιτέχνες ηλεκτρονικούς, όπως πχ οι περισσότεροι μικροελεγκτές των σειρών PIC (Microchip), AVR (Atmel) και 8051 (Intel, Atmel, Dallas κα).
- Μικροελεγκτές (συνήθως 8-bit αλλά και 16 ή 32-bit) χαμηλού κόστους, γενικής χρήσης, με μέτριο έως σχετικά μεγάλο αριθμό ακροδεκτών. Διαθέτουν μεγάλο αριθμό κοινών περιφερειακών, όπως θύρες UART, I2C, SPI ή CAN, μετατροπείς αναλογικού σε ψηφιακό και ψηφιακού σε αναλογικό. Στους κατασκευαστές της Άπω Ανατολής (Ιαπωνία, Κορέα), συνηθίζεται η ενσωμάτωση ελεγκτών οθόνης υγρών κρυστάλλων και πληκτρολογίου. Μερικές φορές παρέχουν δυνατότητα εξωτερικής επέκτασης της μνήμης τους.
- Μικροελεγκτές (κυρίως 32-bit) μέσου κόστους, γενικής χρήσης, με μεγάλο αριθμό ακροδεκτών. Χαρακτηρίζονται από έμφαση στην ταχύτητα εκτέλεσης εντολών, υψηλή αυτάρκεια περιφερειακών και μεγάλες δυνατότητες εσωτερικής ή εξωτερικής μνήμης προγράμματος (FLASH) και RAM. Στο χώρο αυτό έχουν ισχυρή παρουσία οι αρχιτεκτονικές με υψηλή μεταφερισιμότητα λογισμικού (portability) από τον ένα στον άλλο κατασκευαστή. Πχ μεταξύ των μικροελεγκτών τύπου ARM ή MIPS, το σύνολο των βασικών εντολών που αναγνωρίζει η ALU είναι ακριβώς το ίδιο, μειώνοντας έτσι τις μεγάλες αλλαγές στο λογισμικό, όταν στο μέλλον ο πελάτης υιοθετήσει ένα μικροελεγκτή άλλου κατασκευαστή (αρκεί, φυσικά, να υποστηρίζει κι αυτός το σύνολο εντολών ARM ή MIPS, αντίστοιχα).

- Μικροελεγκτές εξειδικευμένων εφαρμογών, οι οποίοι ενσωματώνουν συνήθως κάποιο εξειδικευμένο πρωτόκολλο επικοινωνίας το οποίο υλοποιείται πάντοτε σε hardware. Τέτοιοι μικροελεγκτές χρησιμοποιούνται σε τηλεπικοινωνιακές συσκευές όπως τα μόντεμ.
- Η μεγάλη μερίδα πωλήσεων των μικροελεγκτών εξακολουθεί να αφορά αυτούς των 8-bit, καθώς είναι η κατηγορία με το χαμηλότερο κόστος και το μικρότερο μέγεθος λογισμικού για το ίδιο αποτέλεσμα, ιδίως επειδή οι σύγχρονες οικογένειες μικροελεγκτών 8-bit έχουν πολύ βελτιωμένες επιδόσεις σε σχέση με το παρελθόν.

3.5 Γλώσσες προγραμματισμού μικροελεγκτων

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

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

4. ΛΟΓΙΣΜΙΚΟ

Για την εγγραφή και την φόρτωση προγραμμάτων στον ArduinoUNO απαιτείται το ειδικό λογισμικό Arduino IDE 1.0.5 (*integrated development environment*) που παρέχεται από το site της εντελώς δωρεάν

Site: <http://arduino.cc/en/Main/Software>



Λογοτυπο της ARDUINO

Παρακατω θα αναλυθεί τι σημαίνει ο όρος λογισμικό και τι περιλαμβάνει.

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:

1. το λογισμικό εφαρμογών, όπως οι επεξεργαστές κειμένου, που εκτελούν παραγωγικές εργασίες για τους χρήστες,
2. το λογισμικό συστήματος, όπως τα λειτουργικά συστήματα, που παρέχει τις αναγκαίες υπηρεσίες του υλικού στο λογισμικό εφαρμογών,
3. το ενδιάμεσο λογισμικό (middleware), που ελέγχει και συντονίζει τα κατανεμημένα συστήματα, και
4. το υλικό, λογισμικό που προγραμματίζει σε χαμηλό επίπεδο το υλικό ενός υπολογιστή ή τα περιφερειακά του.
5. Το λογισμικό περιλαμβάνει τα προγράμματα, τους ισότοπους, 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.

4.1 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).

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

5. ARDUINO

5.1 Εισαγωγή

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

Το Arduino μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη ανεξάρτητων διαδραστικών αντικειμένων αλλά και να συνδεθεί με υπολογιστή μέσω προγραμμάτων σε Processing, Max/MSP, PureData, SuperCollider. Οι περισσότερες εκδόσεις του Arduino μπορούν να αγοραστούν προ-συναρμολογημένες. Τα ηλεκτρονικά κυκλώματα και οι πληροφορίες για τα υλικά είναι ελεύθερα διαθέσιμα για αυτούς που θέλουν να συναρμολογήσουν το Arduino μόνοι τους. Το πρόγραμμα Arduino έλαβε τιμητική μνεία στην κατηγορία DigitalCommunities στο PrixArsElectronica το 2006.

5.2 Ιστορικό

Το 2005, ένα σχέδιο κίνησε προκειμένου να φτιαχτεί μία συσκευή για τον έλεγχο προγραμμάτων διαδραστικών σχεδίων από μαθητές, η οποία θα ήταν ποιο φθηνή από άλλα πρωτότυπα συστήματα διαθέσιμα εκείνη την περίοδο. Οι ιδρυτές Massimo Banzì και David Cueartielles ονόμασαν το σχέδιο από τον Arduino της Ivrea και ξεκίνησαν να παράγουν πλακέτες σε ένα μικρό εργοστάσιο στην Ιβρέα, κωμόπολη της επαρχίας Τορίνο στην περιοχή Πεδεμόντιο της βορειοδυτικής Ιταλίας- την ίδια περιοχή στην οποία στεγαζόταν η εταιρία υπολογιστών Olivetti.

Το σχέδιο Arduino είναι μία διακλάδωση της πλατφόρμας Wiring για λογισμικό ανοικτού κώδικα και προγραμματίζεται χρησιμοποιώντας μια γλώσσα βασισμένη στο Wiring (σύνταξη και βιβλιοθήκες), παρόμοια με την C++ με απλοποιήσεις και αλλαγές, καθώς και ένα ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης (IDE).

5.3 Υλικό (Hardware)

Μία πλακέτα Arduino αποτελείται από ένα μικροελεγκτή AtmelAVR (ATmega328 και ATmega168 στις νεότερες εκδόσεις, ATmega8 στις παλαιότερες) και συμπληρωματικά εξαρτήματα για την διευκόλυνση του χρήστη στον προγραμματισμό και την

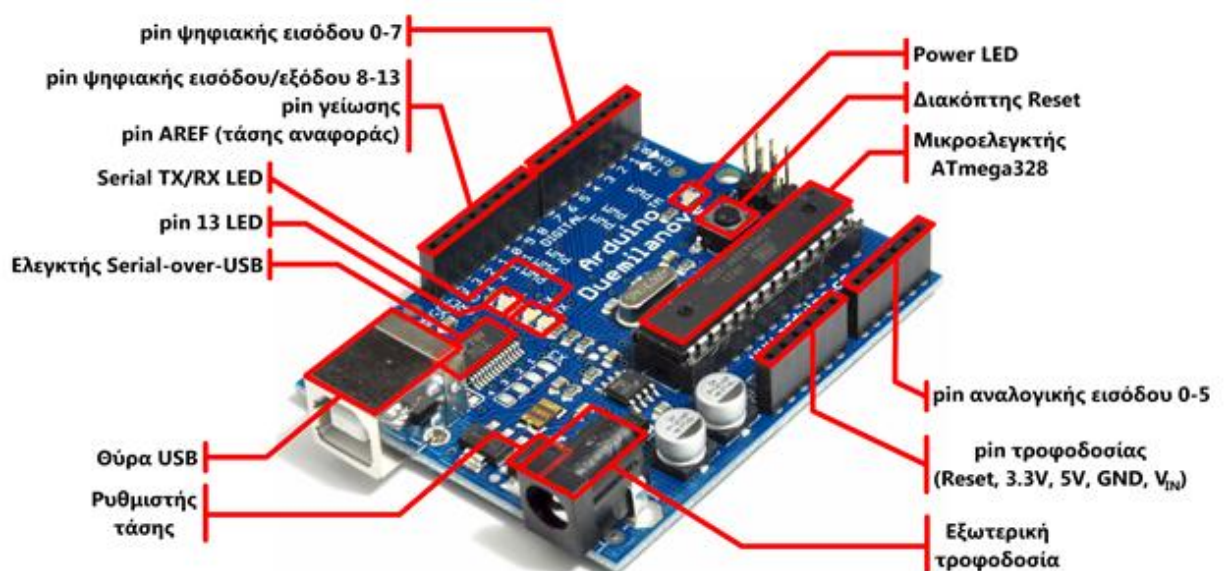
ενσωμάτωση του σε άλλα κυκλώματα. Όλες οι πλακέτες περιλαμβάνουν ένα γραμμικό ρυθμιστή τάσης 5V και έναν κρυσταλλικό ταλαντωτή 16MHz (ή κεραμικό αντηχητή σε κάποιες παραλλαγές). Ο μικροελεγκτής είναι από κατασκευής προγραμματισμένος με ένα bootloader, έτσι ώστε να μην χρειάζεται εξωτερικός προγραμματιστής.

Σε εννοιολογικό επίπεδο, στην χρήση του Arduino software stack, όλα τα boards προγραμματίζονται με μία RS-232 σειριακή σύνδεση, αλλά ο τρόπος που επιτυγχάνετε αυτό διαφέρει σε κάθε hardware εκδοχή. Οι σειριακές πλάκες Arduino περιέχουν ένα απλό levelshifter κύκλωμα για να μετατρέπει μεταξύ σήματος επιπέδου RS-232 και TTL. Τα τωρινά Arduino προγραμματίζονται μέσω USB, αυτό καθιστάτε δυνατό μέσω της εφαρμογής προσαρμοστικών chipUSB-to-Serial όπως το FTDI232. Κάποιες παραλλαγές, όπως το Arduino mini και το ανεπίσημο Boarduino, χρησιμοποιούν ένα αφαιρούμενο USB-to-Serial καλώδιο ή board, Bluetooth ή άλλες μεθόδους. (Όταν χρησιμοποιείτε με παραδοσιακά εργαλεία microcontroller αντί για το ArduinoIDE, πρότυπος προγραμματισμός AVRISP χρησιμοποιείται)

Τα μοντελα Diecimila, Duemilavone και το τρέχον Uno παρέχουν 14 ψηφιακά I/O pins, έξι από τα οποία μπορούν να παράγουν pulse-width διαμορφωμένα σήματα, και έξι αναλογικά δεδομένα. Αυτά τα pins βρίσκονται στο επάνω μέρος της πλακέτας μέσω female headers 0.1 ιντσών (2.2mm).

Το Arduinonano, και το Arduino-CompatibleBareBonesBoard και BoarduinoBoard ενδέχεται να παρέχει maleheaderpins στο κάτω μέρος του board προκειμένου να συνδέονται σε Breadboards. Υπάρχουν πολλά boards συμβατά με και προερχόμενα από την Arduinoboards. Κάποια είναι λειτουργικά ισάξια με ένα Arduino.

Τα κύρια μέρη ενός Arduino:



Τα στοιχεία που απαρτίζουν την πλακέτα Arduino

5.4 Επίσημες πλακέτες

Το πρωτότυπο υλικό του Arduino κατασκευάζεται από την Ιταλική εταιρία SmartProjects. Κάποιες πλακέτες με την μάρκα του Arduino έχουν σχεδιαστεί από την Αμερικάνικη εταιρία SparkFunElectronics. Δεκαέξι εκδοχές του ArduinoHardware έχουν χρησιμοποιηθεί εμπορικά μέχρι τώρα:

- Το SerialArduino, προγραμματισμένο με μία σειριακή DE-9 σύνδεση χρησιμοποιώντας τεχνολογία ATmega8
- Το ArduinoExtreme, με ένα USBinterface για προγραμματισμό χρησιμοποιώντας τεχνολογία ATmega8
- Το ArduinoMini, μία έκδοση μινιατούρας του Arduino χρησιμοποιώντας τεχνολογία surface-mountedATmega168
- Το ArduinoNano, ένα ακόμα πιο μικρό, USB τροφοδοτούμενη έκδοχή του Arduino χρησιμοποιώντας τεχνολογία surface-mounted ATmega168 (ATmega328 για την νεότερη έκδοση)
- Το LilyPadArduino, ένα μινιμαλιστικό σχέδιο για εφαρμογές ένδυσης και E-textiles χρησιμοποιώντας τεχνολογία surface-mounted AT-mega328
- 6.Το ArduinoNG, με ένα USB interface για προγραμματισμό και χρησιμοποιώντας τεχνολογία ATmega8
- Το ArduinoNGplus, με ένα USB interface για προγραμματισμό και χρησιμοποιώντας τεχνολογία atmega168
- Το ArduinoBluetooth, με Bluetoothinterface για προγραμματισμό χρησιμοποιώντας τεχνολογία ATmega168
- Το ArduinoDiecimila, με ένα USB interface και χρησιμοποιεί τεχνολογία ATmega168 σε ένα DIP28 πακέτο
- Το ArduinoDuemilanove (“2009”), χρησιμοποιεί τεχνολογία ATmega168 (ATmega328 για την καινούργια έκδοση) και τροφοδοτείται μέσω ενέργειας USB/DC, αυτόματα εναλλασσόμενης
- Το Arduino Mega, χρησιμοποιώντας τεχνολογία surface-mounted ATmega1280 για περαιτέρω I/O και μνήμη
- Το ArduinoUno, χρησιμοποιώντας την ίδια τεχνολογία ATmega328 όπως το τελευταίο μοντέλο Duemilanove, αλλά ενώ το Duemilanove χρησιμοποιεί ένα FTDIchipset για το USB, το Uno χρησιμοποιεί τεχνολογία ATmega8U2 προγραμματισμένο ως σειριακός μετατροπέας
- Το ArduinoMega2560, χρησιμοποιεί τεχνολογία surface-mountedATmega2560 φέρνοντας την ολική μνήμη στα 256kB. Επίσης ενσωματώνει την νέα τεχνολογία ATmega8U2 (ATmega16U2 σε αναθεώρηση τύπου USB3 chipset).

- Το Arduino Leonardo, με ένα ATmega32U4 chip που εξαλείφει την ανάγκη για συνδεσιμότητα μέσω USB και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως ψηφιακό πληκτρολόγιο ή ποντίκι. Κυκλοφόρησε στο Maker Faire Bay Area το 2012
- Το ArduinoEsplora, με εμφάνιση που παραπέμπει σε χειριστήριο κονσόλας βιντεοπαιχνιδιών με joystick και ενσωματωμένους αισθητήρες για ήχο, φώς, θερμοκρασία και επιτάχυνση
- Το ArduinoDue είναι ένα μικροχειριστήριο board βασισμένο στην τεχνολογία AtmelSAM3X8EARMCortex-M3 CPU. Είναι το πρώτο board της Arduino βασισμένη σε επεξεργαστή 32-bitARMmicrocontroller.

5.5 Shields

Τα Arduino και τα Arduino συμβατά boards χρησιμοποιούν την τεχνολογία των shields, τυπωμένων boards επεκτάσεων κυκλωμάτων που συνδέονται στα κανονικά παρεχόμενα Arduinopin-headers. Τα shields μπορούν να παρέχουν έλεγχο σε motors, GPS, Ethernet, LCD εικόνας ή breadboarding (προτυποποίησης).

5.6 Λογισμικό (Arduino IDE)

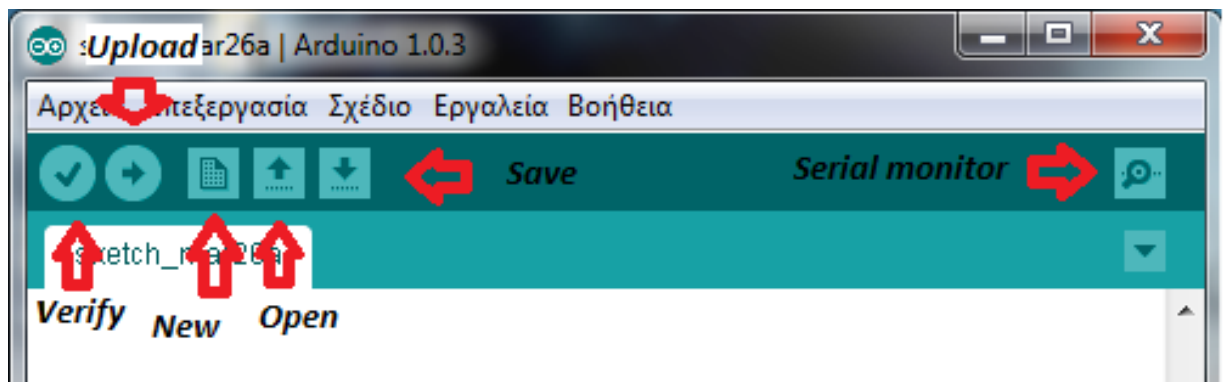
Το ολοκληρωμένο περιβάλλον ανάπτυξης (IDE) του Arduino είναι μία εφαρμογή γραμμένη σε Java, που λειτουργεί σε πολλές πλατφόρμες. Έχει σχεδιαστεί για να εισαγάγει τον προγραμματισμό σε εμπειρους αλλά και σε νέους που δεν είναι εξοικειωμένοι με την ανάπτυξη λογισμικού. Περιλαμβάνει ένα πρόγραμμα επεξεργασίας κώδικα με χαρακτηριστικά όπως είναι η επισήμανση σύνταξης και ο συνδυασμός αγκύλων και είναι επίσης σε θέση να μεταγλωττίζει και να φορτώνει προγράμματα στην πλακέτα με ένα μόνο κλικ. Ένα πρόγραμμα ή κώδικας που γράφτηκε για Arduino ονομάζεται sketch.

Τα Arduino προγράμματα είναι γραμμένα σε C ή C++. Το ArduinoIDE έρχεται με μια βιβλιοθήκη λογισμικού που ονομάζεται "Wiring" από το πρωτότυπο σχέδιο Wiring γεγονός που καθιστά πολλές κοινές λειτουργίες εισόδου/εξόδου πολύ πιο εύκολες.

Το ArduinoIDE είναι βασισμένο σε Java και συγκεκριμένα παρέχει:

- ένα πρακτικό περιβάλλον για την συγγραφή των προγραμμάτων σας (τα οποία ονομάζονται sketch στην ορολογία του Arduino) με συντακτική χρωματική σήμανση,
- αρκετά έτοιμα παραδείγματα,
- μερικές έτοιμες βιβλιοθήκες για προέκταση της γλώσσας και για να χειρίζεστε εύκολα μέσα από τον κώδικά σας τα εξαρτήματα που συνδέετε στο Arduino,
- τον compiler για την μεταγλώττιση των sketch σας,
- ένα serialmonitor που παρακολουθεί τις επικοινωνίες της σειριακής (USB), αναλαμβάνει να στείλει αλφαριθμητικά της επιλογής σας στο Arduino μέσω αυτής και είναι ιδιαίτερα χρήσιμο για το debugging των sketch σας
- και την επιλογή να ανεβάσετε το μεταγλωττισμένο sketch στο Arduino.

Παρακάτω δίνετε η εικόνα του toolbar του ArduinoIDE και η αναλυτική λειτουργία των κουμπιών του toolbar που δίνει άμεση πρόσβαση στις βασικές λειτουργίες για την ανάπτυξη των εφαρμογών.

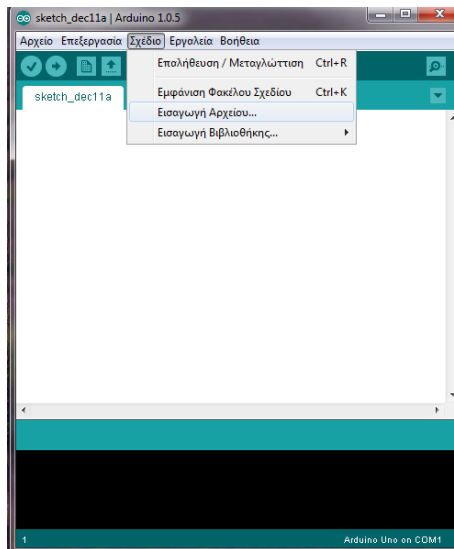


To toolbar του Arduino IDE

- ✓ Με το κουμπί Verify ο χρήστης μπορεί να μεταγλωττίσει (compile) τον κώδικα που βρίσκεται εκείνη την στιγμή στον editor και πραγματοποιεί τον συντακτικό έλεγχο, στη συνέχεια τον μετατρέπει σε μορφή κατάλληλη για να «φορτωθεί» στον μικροελεγκτή του Arduino.
- ✓ Το κουμπί New δημιουργεί ένα καινούριο πρόγραμμα διαγράφοντας οτιδήποτε υπάρχει στον editor. Πριν όμως πραγματοποιήσει αυτήν την ενέργεια, δίνει στον χρήστη την ευκαιρία να αποθηκεύσει το υπάρχον sketch (πρόγραμμα) στην περίπτωση που έχει κάνει κάποιες αλλαγές σε αυτό.
- ✓ Με το κουμπί Open μπορεί ο χρήστης να ανοίξει ένα υπάρχον πρόγραμμα από το σύστημα του.
- ✓ Το κουμπί Save αποθηκεύει τις αλλαγές που έχουν γίνει στο πρόγραμμα που επεξεργάστηκε στον Editor.

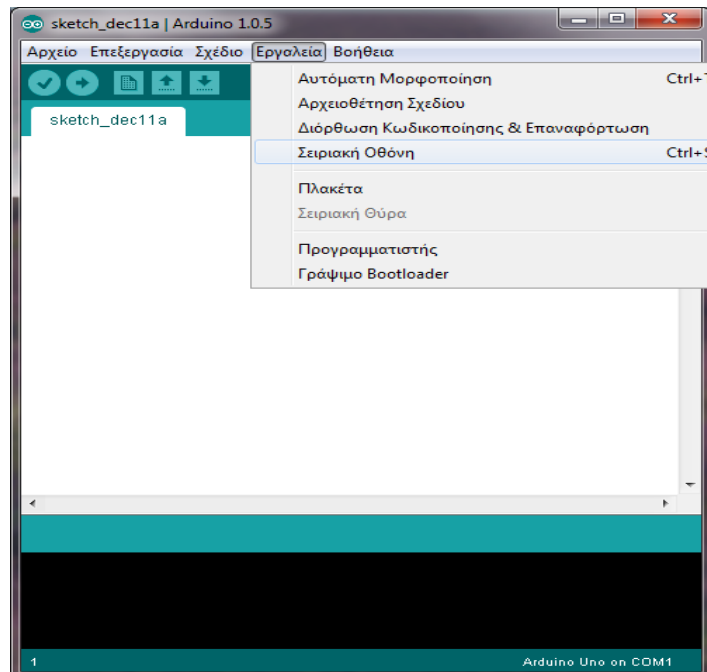
- ✓ Το κουμπί Upload όπως και το κουμπί Verify μεταγλωττίζει τον υπάρχον κώδικα στον editor. Με τη διαφορά όμως ότι αφού ελέγξει για τυχόν συντακτικά λάθη και το μετατρέψει σε μορφή κατάλληλη για το Arduino, στη συνέχεια θα τον προωθήσει στην θύρα που έχει επιλέξει ο προγραμματιστής από το μενού Tools>SerialPort ώστε να «φορτωθεί» στον μικροελεγκτή.
- ✓ Το κουμπί Serial Monitor ανοίγει ένα serial monitor παράθυρο όπου επιτρέπει να παρακολουθεί ο προγραμματιστής τα δεδομένα που στέλνονται προς το Arduino αλλά και τα δεδομένα που στέλνονται από το Arduino προς τον υπολογιστή μέσω της σειριακής επικοινωνίας.

Sketch: Πέρα από τις λειτουργίες που αναφέρθηκαν παραπάνω για την εντολή Verify/compile, εμφανίζονται και κάποιες άλλες ενδιαφέρουσες λειτουργίες. Η επιλογή ShowSketchFolder είναι μία συντόμευση η οποία ανοίγει σε ένα παράθυρο την διεύθυνση στην οποία το λειτουργικό σύστημα αποθηκεύει τα αρχεία των εφαρμογών. Η επιλογή Addfile επιτρέπει στον χρήστη να ανοίξει ένα αρχείο το οποίο μπορεί να βρίσκεται οπουδήποτε μέσα στο σύστημα και να το αποθηκεύσει στον ίδιο φάκελο όπου ανήκει και η εφαρμογή .



Επιλογή Sketch

ImportLibrary: Ο προγραμματιστής έχει την δυνατότητα να εισάγει στο πρόγραμμα που αναπτύσσει οποιαδήποτε βιβλιοθήκη, είτε αυτή είναι του Arduino είτε κάποια που δημιούργησε ο ίδιος.



Tools: Σε αυτή την στήλη του μενού ο προγραμματιστής έχει την δυνατότητα να επιλέξει την θύρα (serialport) με την οποία θα επικοινωνήσει ο υπολογιστής με το Arduino, καθώς επίσης και πια συγκεκριμένη έκδοση Arduino έχει (board). Εκτός όμως από αυτές τις δύο βασικές λειτουργίες υπάρχουν και κάποιες άλλες. Το AutoFormat το οποίο μορφοποιεί τον κώδικα που βρίσκεται στον editor κατάλληλα για να διαβάζεται ευκολότερα.

ArchiveSketch: Το οποίο μετατρέπει την εφαρμογή που αναπτύσσει ο προγραμματιστής σε ένα αρχείο zip και το αποθηκεύει. Ακόμα σε μερικές περιπτώσεις όταν ένα αρχείο ανοιχθεί στο ArduinoIDE υπάρχει η περίπτωση να περιέχει χαρακτήρες οι οποίοι δεν είναι ASCII. Έτσι επιλέγοντας το FixEncoding&Reload ο κώδικας θα ανανεωθεί αντικαθιστώντας τους περιέργους χαρακτήρες σε χαρακτήρες UTF-8 έκδοση.

BurningBootloader: Απευθύνεται σε προχωρημένους χρήστες όπου τους δίνεται η δυνατότητα να χρησιμοποιήσουν την μνήμη που αντιστοιχεί στον bootloader.

Οι χρήστες πρέπει μόνο να ορίσουν δύο λειτουργίες για να κάνουν ένα πρόγραμμα κυκλικής εκτέλεσης:

- 1) `setup()`: μία συνάρτηση που τρέχει μία φορά στην αρχή του προγράμματος η οποία αρχικοποιεί τις ρυθμίσεις.
- 2) `loop()`: μία συνάρτηση η οποία καλείται συνέχεια μέχρι η πλακέτα να απενεργοποιηθεί.

Χαρακτηριστικές Εντολές/Συναρτήσεις του IDE

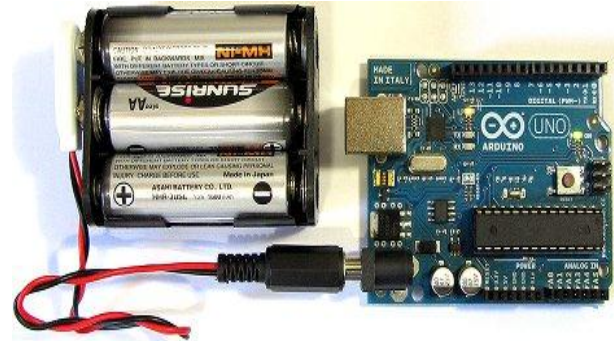
Όρισμα	Είδος	Τύπος	Παράμετροι	Περιγραφή
LOW	Σταθερά	int	-	Έχει την τιμή 0 και είναι αντίστοιχη του λογικού false.
HIGH	Σταθερά	int	-	Έχει την τιμή 1 και είναι αντίστοιχη του λογικού true.
INPUT	Σταθερά	int	-	Έχει την τιμή 0 και είναι αντίστοιχη του λογικού false.
OUTPUT	Σταθερά	int	-	Έχει την τιμή 1 και είναι αντίστοιχη του λογικού true.
pinMode	Εντολή	-	(pin, mode)	Καθορίζει αν το συγκεκριμένο ψηφιακό pin θα είναι pin εισόδου ή pin εξόδου ανάλογα με την τιμή που δίνεται στην παράμετρο mode (INPUT ή OUTPUT αντίστοιχα).
digitalWrite	Εντολή	-	(pin, pinstatus)	Θέτει την κατάσταση (HIGH ή LOW) στο ψηφιακό pin.
digitalRead	Συνάρτηση	int	(pin)	Επιστρέφει την κατάσταση του συγκεκριμένου ψηφιακού pin (0 για LOW και 1 για HIGH) εφόσον αυτό είναι pin εισόδου.
analogReference	Εντολή	-	(type)	Δέχεται τις τιμές DEFAULT, INTERNAL ή EXTERNAL στην παράμετρο type για να καθορίσει την τάση αναφοράς (V_{ref}) των αναλογικών εισόδων (5V, 1.1V ή η εξωτερική τάση με την οποία τροφοδοτείται το pinAREF αντίστοιχα)
analogRead	Συνάρτηση	int	(pin)	Επιστρέφει έναν ακέραιο από 0 - 1023, ανάλογα με την τάση που τροφοδοτείται το pin αναλογικής εισόδου στην κλίμακα 0 ως V_{ref} .
analogWrite	Εντολή	-	(pin, value)	Θέτει το συγκεκριμένο ψηφιακό pin σε κατάσταση ψευδο-αναλογικής εξόδου (PWM).

Το IDE του Arduino χρησιμοποιεί το GNU toolchain και το AVRLibc για να μεταγλωττίζει προγράμματα και το avrdude για να φορτώνει προγράμματα στην πλακέτα.

Δεδομένου ότι η πλατφόρμα Arduino χρησιμοποιεί Atmel μικροελεγκτές, το περιβάλλον ανάπτυξης της Atmel, το AVRStudio ή το νεότερη έκδοση του AtmelStudio, μπορεί επίσης να χρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη λογισμικού για το Arduino.

5.7 Τροφοδοσία

Το Arduino μπορεί να τροφοδοτηθεί με ρεύμα είτε από τον υπολογιστή μέσω της σύνδεσης USB, είτε από εξωτερική τροφοδοσία που παρέχεται μέσω μιας υποδοχής φισ των 2.1mm (θετικός πόλος στο κέντρο) και βρίσκεται στην κάτω-αριστερή γωνία του Arduino.



Τροφοδοσία με DC προσαρμογέα ή με μπαταρίες

Για να μην υπάρχουν προβλήματα, η εξωτερική τροφοδοσία πρέπει να είναι από 7 ως 12V και μπορεί να προέρχεται από ένα κοινό μετασχηματιστή του εμπορίου, από μπαταρίες ή οποιαδήποτε άλλη πηγή DC.

Δίπλα από τα pin αναλογικής εισόδου, υπάρχει μια ακόμα συστοιχία από 6 pin με την σήμανση POWER.

Η λειτουργία του καθενός PIN έχει ως εξής:

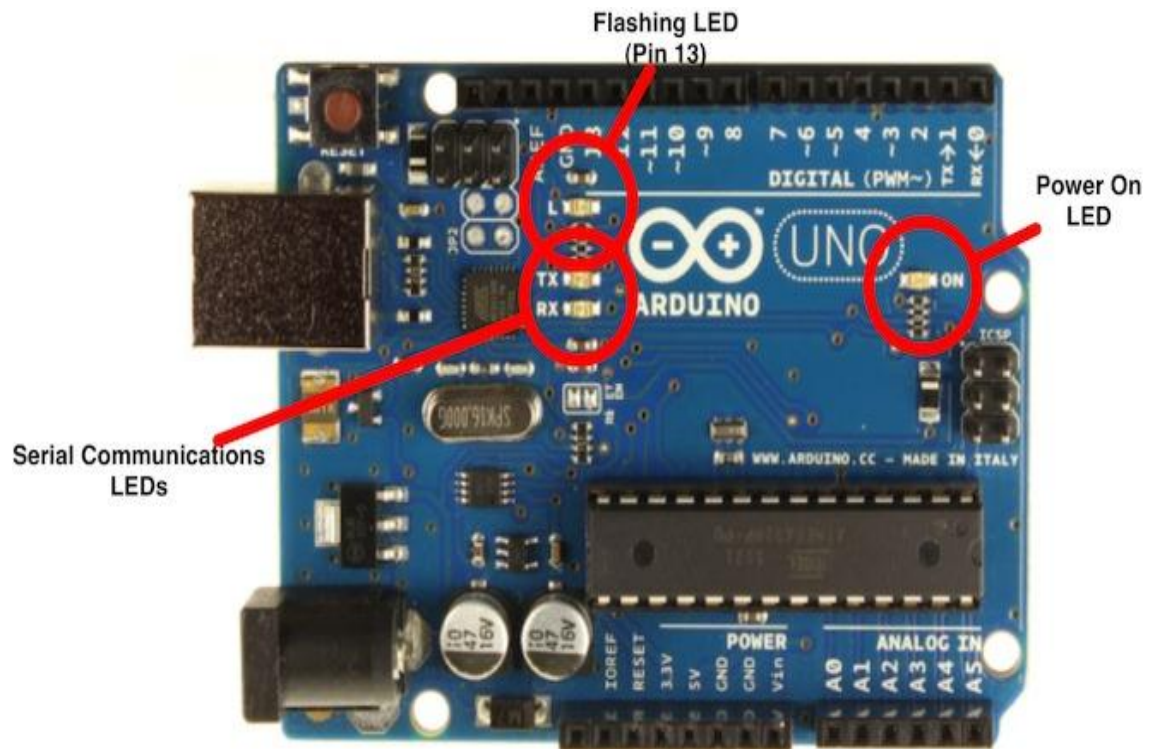
1. Το πρώτο, με την ένδειξη RESET, όταν γειωθεί (σε οποιοδήποτε από τα 3 pin με την ένδειξη GND που υπάρχουν στο Arduino) έχει ως αποτέλεσμα την επανεκκίνηση του Arduino.
2. Το δεύτερο, με την ένδειξη 3.3V, μπορεί να τροφοδοτήσει διατάξεις, συσκευές ή αισθητήρες με τάση 3.3V. Η τάση αυτή δεν προέρχεται από την εξωτερική τροφοδοσία αλλά παράγεται από τον ελεγκτή Serial-over-USB και έτσι η μέγιστη ένταση που μπορεί να παρέχει είναι μόλις 50mA.
3. Το τρίτο, με την ένδειξη 5V, μπορεί να τροφοδοτήσει και αυτό διάφορες διατάξεις, συσκευές ή αισθητήρες με τάση 5V. Ανάλογα με τον τρόπο τροφοδοσίας του ίδιου του Arduino, η τάση αυτή προέρχεται είτε άμεσα από την θύρα USB (που ούτως ή άλλως λειτουργεί στα 5V), είτε από την

εξωτερική τροφοδοσία αφού αυτή περάσει από ένα ρυθμιστή τάσης για να την «κατεβάσει» στα 5V.

4. Το τέταρτο και
5. Το πέμπτο pin με την ένδειξη GND, είναι η γειώσεις.
6. Το έκτο και τελευταίο pin, με την ένδειξη Vin έχει διπλό ρόλο. Σε συνδυασμό με το pin γείωσης δίπλα του, μπορεί να λειτουργήσει ως μέθοδος εξωτερικής τροφοδοσίας του Arduino, στην περίπτωση που δεν βολεύει να χρησιμοποιηθεί η υποδοχή του φικ των 2.1mm. Αν όμως υπάρχει ήδη συνδεδεμένη εξωτερική τροφοδοσία μέσω του φικ, τότε μπορεί να χρησιμοποιηθεί αυτό το pin για να τροφοδοτήσει εξαρτήματα και συσκευές με την πλήρη τάση της εξωτερικής τροφοδοσίας (7~12V), πριν αυτή περάσει από τον ρυθμιστή τάσης όπως γίνεται με το pin των 5V.

5.8 Ενσωματωμένα Button και Led

- Πάνω στην πλακέτα του Arduino υπάρχει ένας διακόπτης micro-switch και τέσσερα μικροσκοπικά LED επιφανειακής στήριξης. Η λειτουργία του διακόπτη (που έχει την σήμανση RESET) και του ενός LED με την σήμανση POWER είναι προφανής.
- Τα δύο LED με τις σημάνσεις TX και RX, χρησιμοποιούνται ως ένδειξη λειτουργίας του σειριακού interface, καθώς ανάβουν όταν το Arduino στέλνει ή λαμβάνει αντίστοιχα δεδομένα μέσω USB. Τα LED αυτά ελέγχονται από τον ελεγκτή Serial-over-USB και συνεπώς δεν λειτουργούν όταν η σειριακή επικοινωνία γίνεται αποκλειστικά μέσω των ψηφιακών pin 0 και 1.
- Τέλος, υπάρχει το LED με την σήμανση L. Η βασική λειτουργία του LED στην πλακέτα Arduino είναι για να αναβοσβήνει συνήθως για δοκιμαστικό σκοπό. Οι κατασκευαστές του σκέφτηκαν να ενσωματώσουν ένα LED στην πλακέτα, το οποίο σύνδεσαν στο ψηφιακό pin 13. Έτσι, ακόμα και αν δεν έχει συνδέσει τίποτα πάνω στο φυσικό pin 13, αναθέτοντάς του την τιμή HIGH μέσα από το πρόγραμμα, θα ανάψει το ενσωματωμένο LED.



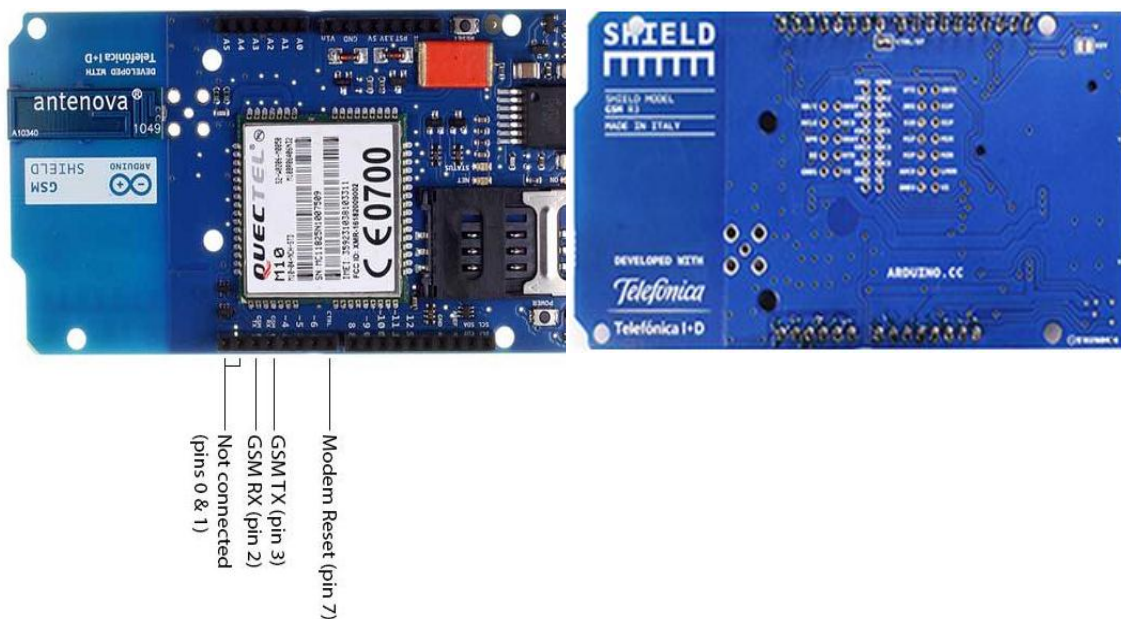
6. ARDUINO GSM SHIELD

6.1 Εισαγωγή

Η επεκτατική πλακέτα Arduino GSM επιτρέπει συνδέση του Arduino στο Internet χρησιμοποιώντας το ασύρματο δίκτυο GPRS. Αρχικά συνδέεται την πλακέτα Arduino GSM πάνω στον Arduino και εισχωρείτε στην ειδική υποδοχή μια κάρτα SIM, της οποίας ο παροχής πρέπει να υποστηρίζει GPRS κάλυψη. Μέσω αυτής της πλακέτας υπάρχει επίσης η δυνατότητα να γίνουν ή να ληφθούν κλήσεις φωνής (θα χρειαστεί ένα εξωτερικό ηχείο και ένα μικρόφωνο), όπως και αποστολή ή λήψη μηνυμάτων SMS χρησιμοποιώντας την βιβλιοθήκη του GSM.

Το GSMshield είναι απολύτως συμβατό με τον Arduino UNO ενώ με τους MEGA, MEGAADK και LEONARDO απαιτούνται κάποιες τροποποιήσεις. Η έκδοση του λογισμικού που θα χρησιμοποιηθεί είναι το ArduinoIDE 1.0.4 ή οποιαδήποτε μεταγενέστερη.

Με την πλακέτα του Arduino υπάρχουν πολλά πλεονεκτήματα. Αυτό γιατί όλες οι πληροφορίες συνδεσμολογίας και προγραμματισμού είναι προστασίες από οποιονδήποτε ενδιαφερόμενο στην σελίδα: <http://arduino.cc/>



Η πλακέτα Arduino GSMShield έχει ενσωματωμένο το μόντεμ M10 της Quectel . Η βιβλιοθήκη του GSM έχει ένα μεγάλο αριθμό από συναρτήσεις (σύνολο εντολών AT commands) με σκοπό την επικοινωνία του με την πλακέτα.

Η πλακέτα Arduino GSM Shield χρησιμοποιεί τα ψηφιακά pin2 και pin3 για σειριακή επικοινωνία με το μόντεμ M10. Το pin2 επικοινωνεί με το TX (ακίδα για μετάδοση) του M10 και το pin3 επικοινωνεί με το RX (ακίδα για λήψη) του μόντεμ M10. Επιπρόσθετα υπάρχει άλλη μια ακίδα pin 7 που επιτρέπει να γίνει reset στο μόντεμ.

Το M10 είναι τύπου Quad-band GSM/GPRS μόντεμ που λειτουργεί στις έξης ζώνες συχνοτήτων: GSM850MHz, GSM900MHz, DCS1800MHz και PCS1900MHz.

Το M10 υποστηρίζει τα πρωτοκόλλα TCP / UDP και HTTP μέσω σύνδεσης GPRS. Η μέγιστη ρυθμοδότης αποστολής και λήψης δεδομένων είναι 85,6 kbps.

Για την σύνδεση στο κυψελωτό δίκτυο απαιτείται κάρτα SIM ενός διαθέσιμου παρόχου κινητής τηλεφωνίας.



Οι απαιτήσεις ισχύος του συστήματος επιβάλλει παροχή από εξωτερική πηγή ρεύματος μεταξύ 700mA-1000mA.

Δεν ενδείκνυται η αποκλειστική τροφοδότηση από USB θύρα ενός υπολογιστή. Το μόντεμ μπορεί να αντέξει το μέγιστο 2A που μπορεί να καταναλώσει κατά την διάρκεια της μεταφοράς των δεδομένων. Αυτό το ρεύμα παρέχεται μέσω ενός μεγάλου πορτοκαλί πυκνωτή που υπάρχει πάνω στην πλακέτα του Arduino.

Φωτεινές ενδείξεις του GSM/GPRSSHIELD:

- ON→Αναμμένο όταν η πλακέτα συνδεδεμένη με την τροφοδοσία ηλεκτρικού ρεύματος.
- STATUS→Αναμμένο όταν το μόντεμ είναι ενεργό και δεδομένα μεταφέρονται από ή προς το GSM/GPRS δίκτυο.
- NET→Αναβοσβήνει όταν το μόντεμ επικοινωνεί με το δίκτυο.

6.1.1 Απαραίτητα Στοιχεία Διασύνδεσης

Για πρόσβαση στο διαδίκτυο πρέπει να υπάρχει συνδρομή με έναν πάροχο κινητής τηλεφωνίας (είτε με κάρτα είτε με συμβόλαιο). Μία συσκευή συμβατή στο GSM όπως το GSMshield ή ένα κινητό τηλέφωνο με μια κάρτα SIM (Subscriber Identity Module). Ο πάροχος διαδικτύου παρέχει την κάρτα SIM η οποία περιέχει πληροφορίες όπως ο αριθμός του κινητού, ενώ μπορεί να αποθηκεύσει ένα περιορισμένο αριθμό επαφών και μηνυμάτων. Για πρόσβαση στο GPRS δίκτυο και ο Arduino να εκτελεί χρέη client ή server ανάλογα με τις ανάγκες, πρέπει να είναι γνωστό το APN, το username και το password που μας δίνει ο πάροχος στην ιστοσελίδα.

(http://forums.pinstack.com/f24/tcp_apn_wap_gateway_port_carrier_settings-360/).

6.1.2 Κάρτα SIM

Η κάρτα SIM αντιπροσωπεύει ένα συμβόλαιο με έναν πάροχο τηλεπικοινωνιών. Ο πάροχος που πουλάει την κάρτα πρέπει είτε να παρέχει GSM κάλυψη τοπικά είτε να έχει σύμφωνο με κάποιον άλλο πάροχο που έχει κάλυψη στην επιθυμητή τοποθεσία του project. Είναι σύνηθες για τις κάρτες SIM να έχουν έναν αριθμό PIN συσχετισμένο με αυτές για λόγους ασφάλειας. Ο αριθμός αυτός είναι απαραίτητος για την μετέπειτα εξέλιξη της εργασίας. Μια τυπική κάρτα έχει διαστάσεις 25mm μήκος και 15 mm πάχος.

6.1.3 Συνδεσμολογία του GSM Shield

Το GSMShield κουμπώνει απευθείας στον Arduino όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα:



Για την φόρτωση προγραμμάτων στην πλακέτα απαιτείται σύνδεση με τον Arduino με τον υπολογιστή μέσω ενός USBκαλωδίου και έτσι υπάρχει δυνατότητα να φορτώσουμε το πρόγραμμα, όπως και θα εκτελεστούν στην συνέχεια μέσω του λογισμικού της Arduino, το arduinoIDE. Από τη στιγμή που θα φορτωθεί το πρόγραμμα, αποσυνδέεται η πλακέτα από τον υπολογιστή και τροφοδοτείται με μια εξωτερική πηγή ρεύματος (μπαταρία). Το λογισμικό είναι διαθέσιμο δωρεάν από το έξης link:

<http://arduino.cc/en/Main/Software>

6.2 Παράδειγμα Κώδικα GSM WebServer

Ο παρακάτω κώδικας επιτρέπει στον Arduino που έχει πάνω του την GSM/GPRS πλακέτα και την κάρτα SIM να μετατραπεί σε έναν **webserver**. Όταν ο Arduino λάβει ένα αίτημα από ένα συνδεδεμένο webclient, στέλνει πίσω την τιμή των 6 αναλογικών εισόδων του, δηλαδή A0 έως A1.

Υπάρχει περίπτωση ο παροχος του διαδικτύου να μην επιτρέπει τα εισερχόμενα request έξω από το δίκτυο. Αυτό σημαίνει πως μπορεί να δημιουργηθεί ένας webserver με ένα gsmshield, αλλά είναι πιθανό να μην μπορεί να συνδεθεί στο διαδίκτυο. Η σύνδεση θα πραγματοποιείται μονό από μια άλλη ενεργοποιημένη συσκευή και από τον ίδιο παροχο στο δίκτυο. Γι'αυτό πρέπει να γίνει έλεγχος εάν ο παροχος έχει συγκεκριμένες πολιτικές στο θέμα των εισερχόμενων δεδομένων στις συνδέσεις.

Αρχικα, εισάγεται η βιβλιοθήκη του GSM

```
#include<GSM.h>
```

Οι κάρτες SIM έχουν αριθμό PIN που ενεργοποιεί τη λειτουργία τους. Ορίζετε αυτός ο κωδικός PIN της κάρτας. Στην περίπτωση που δεν απαιτείται κωδικός PIN θα μπει κενό.

```
#definePINNUMBER ""
```

Ορίζονται μια σειρά από σταθερές που περιέχουν πληροφορίες σχετικά με το δίκτυο GPRS στο οποίο πρόκειται να γίνει σύνδεση. Χρειαζόμαστε τους αριθμούς APN (Access Point Name), Login Number και Password. Η εύρεση αυτων αυτών των πληροφοριών είναι εύκολη μέσα από επικοινωνία με τον παροχο του δικτύου μας.

Όποτε προκύπτει:

```
# DefineGPRS_APN "GPRS_APN"
```

```
# Define GPRS_LOGIN "login"
```

```
# Define GPRS_PASSWORD "password"
```

Αρχικοποίηση των κλάσεων που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν.

Θα γίνει χρήση των κλάσεων GSM, GPRS και της GSMServer. Κατά το καλεσμα της κλάσης GSMServer, θα πρέπει να προσδιορίσκει σε ποιο port θα ακούει για εισερχόμενες συνδέσεις. Το **port 80** είναι το προεπιλεγμένο για τα HTTPrequest.

```
GPRSGprs;
```

```
GSMgsmAccess;
```

```
GSMServerserver(80);
```

Στην συνάρτηση setup , ανοίγει μια σειριακή σύνδεση με τον υπολογιστή. Μετά το άνοιγμα της σύνδεσης, στέλνει μήνυμα πως η σύνδεση με την σειριακή πραγματοποιήθηκε.

```
void setup(){
```

```
Serial.begin(9600);
```

```
Serial.println("Starting Arduino web client.");
```

Δημιουργία μιας τοπικής μεταβλητής για την παρακολούθηση της κατάστασης της σύνδεσης. Η ύπαρξη της αποτρέπει την εκτέλεση του κώδικα μέχρις ότου η κάρτα SIM συνδεθεί με το δίκτυο:

```
booleannotConnected = true;
```

Σύνδεση με το δίκτυο γίνεται καλώντας την συνάρτηση `gsmAccess.begin()` . Αυτή χρησιμοποιεί σαν όρισμα της το PIN της κάρτας SIM.

Για την σύνδεση με το GPRS δίκτυο καλούμε την συνάρτηση `gprs.attachGPRS()`, με ορίσματα τους αριθμούς των APN, LOGIN και Password που δηλώθηκε προηγουμένως.

Με την τοποθέτηση των δυο αυτών συναρτήσεων μέσα σε ένα `while()` loop, γίνεται συνεχής έλεγχος της κατάστασης της σύνδεσης. Εάν και οι δύο συνθήκες

ικανοποιηθούν, τότε στην λογική(Boolean) μεταβλητή `not_connected` εισχωρείτε η λογική τιμή `false`, δηλαδή εντοπιστική ενεργοποιημένη σύνδεση.

Όταν το μόντεμ συνδεθεί με το δίκτυο GPRS, η συνάρτηση `gsmAccess()` θα επιστρέψει ένα `flagGSM_READY`. Αυτό το flag χρησιμοποιείτε ώστε να αποφασιστεί ποια λογική τιμή θα έχει η μεταβλητή `notConnected`, δηλαδή `true` ή `false`. Εφόσον υπάρχει σύνδεση, θα εκτελεστεί το υπόλοιπο μέρος της `setup` του προγράμματος.

```
while(notConnected)
{
if(gsmAccess.begin(PINNUMBER)==GSM_READY)
  (gprs.attachGPRS(GPRS_APN, GPRS_LOGIN,
GPRS_PASSWORD)==GPRS_READY))
notConnected = false;
else
  {
Serial.println("Not connected");
delay(1000);
  }
}
```

Η εκκίνηση του `server` πραγματοποιείτε με την `server.begin()`.

Για να βρεθεί η διεύθυνση IP του `server` γίνεται κλήση της `gprs.getIPAddress()` και ύστερα την εμφανίζεται στην οθόνη γιατί θα χρειαστεί για τον προγραμματισμό του `webclient` όπως θα διαπιστώθει στην αντίστοιχη ενότητα.

```
server.begin();
IPAddressLocalIP = gprs.getIPAddress();
Serial.println("Server IP address=");
Serial.println(LocalIP);}
```

Μέσα στην `loop`, αρχικά γίνεται έλεγχος εάν υπάρχουν διαθέσιμες ενεργές συνδέσεις.

```
void loop() {
GSMClient client = server.available();
```

Εφόσον ο `client` είναι συνδεδεμένος και υπάρχει ουρά δεδομένων που πρέπει να διαβαστούν, αρχίζει να διαβάζει το `request`.

Διαβάζει τα ληφθέντα bytes έως ότου φθάσει στο τέλος της γραμμής, δηλαδή όταν λάβει τον χαρακτήρα γραμμής (`\n`).

```
while (client.connected())
```

```

    {
    if (client.available())
        {
        Serial.println("Receiving request!");
        BooleansendResponse = false;
        while(char c=client.read()) {
        if (c == '\n') sendResponse = true;
        }
    }

```

Μόλις το request διαβάσει , αρχίζουμε να στέλνουμε response HTTP με τις εντολές: **client.print()** και **client.println()** .

```

if (sendResponse)
    {
    client.println("HTTP/1.1 200 OK");
    client.println("Content-Type: text/html");
    client.println();
    client.println("<html>");

```

Διαβάζονται οι αναλογικές εισόδοι και στέλνονται οι τιμές στον client. Με το τέλος της αποστολής των τιμών της κάθε αναλογικής εισόδου, εμφανίζετε ένα ενημερωτικό μήνυμα στην webpage και τερματίζετε η σύνδεση με τον client πριν το κλείσιμο της loop .

```

for (intanalogChannel = 0; analogChannel< 6; analogChannel++) {
    client.print("analog input ");
    client.print(analogChannel);
    client.print(" is ");
    client.print(analogRead(analogChannel));
    client.println("<br />");

```

Από την στιγμή που ο κώδικας φορτωθεί, με το ανοιγμα της σειριακής οθόνης θα εκτυπωθεί η IP διεύθυνση στο serial monitor του arduino.

Με την εισαγωγή αυτής της IP που δίνεται από το monitor σε ένα web browser τότε θα πρέπει να εμφανίζονται οι τιμές των αισθητήριων όπου βρίσκονται συνδεδεμένα στις αναλογικές εισόδους A0-A5.

Εάν δεν μπορούμε να συνδεθούμε στην IP διεύθυνση, θα πρέπει να βεβαιωθούμε πως ο παροχος επιτρέπει εισερχόμενη κίνηση δεδομενων.

6.3 Παράδειγμα Κώδικα GSM WebClient

Αυτός ο κωδικας συνδεδεει τον Arduino με μια ιστοσελιδα με την βοήθεια της πλακετας GSM SHIELD. Εν συνεχεία, εκτυπωνει το περιεχομενο της ιστοσελίδας μέσω της σειριακής οθόνης στο μόνιτορ.

Αρχικα, εισάγεται η βιβλιοθήκη του GSM

```
#include<GSM.h>
```

Τα ίδια βήματα όπως αναλυθήκαν στον WebServer σχετικά με τις παραμέτρους της κάρτας SIM, δηλαδή εισαγωγή των: PIN, APN, LOGIN και PASSWORD.

```
#define PINNUMBER ""
# Define GPRS_APN "GPRS_APN"
# Define GPRS_LOGIN "login"
# Define GPRS_PASSWORD "password"
```

Ομοίως, αρχικοποίηση τις κλάσεις που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν.

```
GSMClient client;
GPRS gprs;
GSM gsmAccess;
```

Ορίσμος της μεταβλητης που χρειάζεται για να προσδιορίσουμε την ιστοσελίδα που θέλουμε να συνδεθούμε, το path και το port με το οποίο θα γίνει η σύνδεση.

```
char server[] = "Edw grafoume to url tis selidas poy eftiakse o server";
charpath[] = "/";
Intport = 80;
```

Στην setup ξεκινάει η σειριακή σύνδεση με τον υπολογιστή. Μετά εκτυπώνεται ένα μήνυμα ενημέρωσης που δείχνει πως η σειριακή θύρα έχει ενεργοποιηθεί.

```
voidsetup(){
Serial.begin(9600);
Serial.println("Starting Arduino web client.");
```

Δημιουργία μιας μεταβλητής ονόματι Not_connected για να παρακολουθούμε την κατάσταση της σύνδεσης. Την χρησιμοποιούμε ως συνθήκη μιας επανάληψης while() ,

ώστε να αποτρέψουμε την εκτέλεση του προγράμματος μέχρι ότου η κάρτα SIM συνδεθεί με το δίκτυο.

```
BooleannotConnected = true;
```

Συνδεση με το δίκτυο γίνεται καλώντας την συνάρτηση `gsmAccess.begin()` . Αυτή έχει σαν όρισμα το PIN της κάρτας SIM.

Για την σύνδεση με το δίκτυο GPRS χρησιμοποιείται η συνάρτηση `gprs.attachGPRS()` . Αύτη απαιτεί ως ορίσματα τα APN, LOGIN και τον PASSWORD που δηλώθηκε νωρίτερα.

Όταν το μόντεμ κάνει τη σύνδεση και έχει συνδεθεί με το δίκτυο GPRS, η συνάρτηση `gsmAccess()` θα επιστρέψει το flag `GSM_READY`. Χρησιμοποιώουμε αυτό ως μια σημαία για να ρυθμίσουμε το `notConnected` σαν μεταβλητή `true` ή `false` . Μόλις συνδεθεί, το υπόλοιπο της `setup` θα εκτελεστεί ως έξης.

```
while(notConnected)
  {
if((gsmAccess.begin(PINNUMBER)==GSM_READY) &&
  (gprs.attachGPRS(GPRS_APN, GPRS_LOGIN,
  GPRS_PASSWORD)==GPRS_READY))
  notConnected = false;
  else
  {
Serial.println("Not connected");
delay(1000);
  }
  }
}
```

Η προσπάθεια για σύνδεση με τον server πραγματοποιείτε χρησιμοποιώντας την `client.connect(server, port)` που έχει δύο ορίσματα, τον server και το port. Μόλις υπάρξει συνδεση με το server, κανουμε ένα HTTP request με την `client.print()`.

Αυτό είναι μια τυπικη αίτησηHTTP:

```
if (client.connect(server, port))
  {
Serial.println("connected");
client.print("GET ");
client.print(path);
client.println(" HTTP/1.0");
client.println();
  }
}
```

Αν η σύνδεση με το server αποτύχει, εκτυπώνεται ενημερωτικό μήνυμα στη σειριακή οθόνη.

```
else
{
Serial.println("connection failed");
}
}
```

Μέσα στην loop , ελέγχουμε εάν υπάρχουν bytes που επιστρέφονται από τον server. Αν ναι, γίνεται αναγνώση με την εντολή `client.read()` και τα εκτυπώνονται στην σειριακή οθόνη ένα- ένα τα bytes.

```
void loop()
{

if (client.available())
{
char c = client.read();
Serial.print(c);
}
}
```

Σε περίπτωση που αποσυνδεθεί ο server, το οποίο συνήθως θα γίνετε μόλις έχει ολοκληρωθεί το HTTP request, με την εντολή `client.stop` αποσυνδεεται από τον sever και κλείνει η loop .

```
if (!client.available() && !client.connected())
{
Serial.println();
Serial.println("disconnecting.");
client.stop();

for(;;) // do nothing forevermore
;
}
}
```

Με την φόρτωση του κώδικα, θα πρέπει να διαβάζει τα δεδομένα της ιστοσελίδας του server και να τα δείχνει στην οθόνη, δηλαδή τις μετρήσεις από τους αισθητήρες του GSM Server.

6.4 Εναλλακτική Αποστολή Δεδομένων (SMS)

6.4.1 Παράδειγμα Αποστολέα

HARDWARE

Για την υλοποίηση της αποστολής μηνυμάτων θα πρέπει να χρησιμοποιηθεί ένα arduino uno ,ένα GSMshield και μια κάρτα SIM.

ΣΕΝΑΡΙΟ

Σε αυτή την περίπτωση θα να αποστέλλεται ένα μήνυμα σε έναν απομακρυσμένο παραλήπτη έτσι ώστε να του παρέχονται πληροφορίες.

Στο παρακάτω παράδειγμα θα στέλνεται σε έναν συγκεκριμένο αριθμό ένα συγκεκριμένο μήνυμα κάθε 5 λεπτά και το οποίο θα έχει προσδιορίσει ο χρήστης , π.χ. “helloaspragelloi” ή έναν αριθμό π.χ. 2014 .Με αυτόν τον τρόπο θα μπορεί η εφαρμογή να στέλνει είτε ένα κείμενο είτε έναν ακέραιο αριθμό που μπορεί να έχει προκύψει π.χ. από κάποια μέτρηση αισθητηρίου.

ΚΩΔΙΚΑΣ

Αρχικά εισάγεται η GSM library που απαιτείται για κλάσεις και συναρτήσεις που θα συναντήσουμε παρακάτω,

```
#include<GSM.h>
```

Εάν υπάρχει PINnumber που θα καθιστά δυνατή την λειτουργία της κινητής τηλεφωνίας, είναι απαραίτητο να μπει το εξής

```
#define “PINnumber”
```

Αρχικοποίηση των κλάσεων που θα χρησιμοποιήσουμε. Αυτές θα είναι οι GSM και GSM_SMSclass

```
GSM gsmAccess;
```

```
GSM_SMS sms;
```


Είναι απαραίτητο να δημιουργηθεί ένας πίνακας τύπου char που θα ονομαστεί remoteNumber και θα βάλουμε μέσα τον αριθμό παραλήπτη που θέλουμε να στέλνουμε το μήνυμα. Αυτό θα γίνει αργότερα στην συνάρτηση voidloop.

```
Char remoteNumber[ ]={'0','0','3','0','6','9','8','3','2','2','5','6','7','8'};
```

Στην συνάρτηση setup, ανοίγει η σειριακή επικοινωνία με τον υπολογιστή. Μετά από το άνοιγμα της εκτυπώνεται στην οθόνη μήνυμα ότι το πρόγραμμα έχει ξεκινήσει.

```
Void setup()
```

```
{
```

```
Serial.begin(9600);
```

```
Serial.println("SMS Messages Sender");
```

Δημιουργία μιας τοπικής μεταβλητής για την ανίχνευση της κατάστασης της σύνδεσής διαρκώς.

```
BooleannotConnected=true;
```

Για τη σύνδεση με το δίκτυο χρειάζεται κλήση της gsmAccess.begin() , όπου μέσα σε αυτή πρέπει να μπει ο αριθμός PIN της κάρτας που θα στέλνει μηνύματα. Θα χρειαστεί και μία επανάληψη while() , που θα τσεκάρει συνεχώς το status της σύνδεσης. Όταν το modem συνδεθεί το gsmAccess θα επιστρέψει GSM_READY, όπου θα το χρησιμοποιηθεί σαν flag για να μπορούμε να ρυθμίζουμε την notConnected μεταβλητή σαν true ήfalse.

```
While(notConnected)
```

```
{
```

```
If(gsmAccess.begin(PINNUMBER)==GSM_READY)
```

```
{
```

```
notConnected=false;
```

```
}
```

```

Else
{
Serial.Println("notConnected");

Delay(1000); //ο αριθμός 1000 αντιπροσωπεύει 1sec

}
}

```

Όταν πραγματοποιηθεί η σύνδεση τότε το notConnected θα πάρει την τιμή false άρα θα βγει από την επανάληψη while οπότε θα προχωρήσει παρακάτω.

Πριν κλείσει η συνάρτηση setup, θα εκτυπωθούν πρώτα κάποιες πληροφορίες στην σειριακή οθόνη.

```

Serial.Println("GSM starts connecting")
}

```

Στην συνάρτηση voidloop θα δημιουργείται ένας πίνακας τύπου char, που θα ονομάζεται txtMsg όπου θα μπορεί να εισχωρήσει οποιοδήποτε μήνυμα ,και μία μεταβλητή τύπου int, με όνομα numbermsg όπου θα αποθηκεύεται όποιος αριθμός θέλουμε.

```

Void loop()
{
Char txtmsg[ ]={'hello aspragelloi'};

Intnumbermsg=2014;

```

Καλώντας την συνάρτηση sms.beginSMS() γνωστοποιούμε τον αριθμό που δηλώθηκε στην αρχή στο remoteNumber και έτσι προσδιορίζεται που θα στείλει το μήνυμα. Κάθε φορά που καλείται η συνάρτηση sms.print() θα στέλνει με μήνυμα στον απομακρυσμένο παραλήπτη ότι έχει μέσα της, στην προκειμένη το txtmsg και το numbermsg. Έπειτα με το sms.endSMS() ολοκληρώνεται η διαδικασία της αποστολής μηνύματος.

```

Sms.beginSMS(remoteNumber);

Sms.print(txtmsg);

Sms.print(numbermsg);

```

```
Sms.endSMS()
```

Είναι απαραίτητο πρίν κλεισει η voidloop να μπει ένα delay ώστε να στέλνεται το συγκεκριμένο μήνυμα κάθε 5 λεπτά.

```
Delay(300000); //5min x 60sec x 1000
```

Εκτυπωνεται και ένα μήνυμα στην σειριακή οθόνη ότι η αποστολή ολοκληρώθηκε με επιτυχία και κλείνει η voidloop.

```
Seria.println("Sending was complete")
```

```
}
```

6.4.2 Παράδειγμα Δέκτη

HARDWARE

Για την υλοποίηση της λήψης μηνυμάτων θα πρέπει να χρησιμοποιήσουμε ένα arduino uno ,ένα GSMshield, μια κάρτα SIM και 1 LED.

ΣΕΝΑΡΙΟ

Σε αυτό το sketch θα πρέπει να γίνεται ενεργοποίηση ενός LED για 5 δευτερόλεπτα μόλις δεχτεί ένα συγκεκριμένο μήνυμα π.χ.(‘κ’) από έναν απομακρυσμένο αποστολέα και έπειτα να σβήνει. Δηλαδή θα δημιουργηθεί ένα δίκτυο όπου ο παραλήπτης θα παίρνει τα δεδομένα που παρέχει ο αποστολέας και θα μπορεί να τα διαχειριστεί όπως θέλει.

ΚΩΔΙΚΑΣ

Αρχικά εισάγεται η GSM library.

```
#include<GSM.h>
```

Η κάρτα SIM μπορεί να έχει αριθμό PIN που να επιτρέπει τη λειτουργία του τηλεφωνικού δικτύου. Τότε πρέπει να οριστεί ο κωδικός PIN για την κάρτα SIM. Εάν η κάρτα δεν έχει PIN, θα μείνει κενό αυτό το κομμάτι.

```
#define "PINNUMBER"
```

Αρχικοποίηση των κλάσεων που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν. Αυτές είναι οι GSMGSM_SMS .

```
GSM gsmAccess;  
GSM_SMS sms;
```

Δημιουργία ενός πίνακα τύπου char έτσι ώστε να τοποθετείται μέσα ο αριθμός του απομακρυσμένου αποστολέα που θα στέλνεται το μήνυμα και μια μεταβλητή τύπου int που θα δηλώνει σε ποιο pin του arduino θα βάλουμε το LED.

```
charremoteNumber[20];

intled = 13;
```

Στην συνάρτηση setup() θα ανοίξει η σειριακή επικοινωνία με το PC έτσι ώστε να εμφανίζονται τα δεδομένα που στέλνονται από τον αποστολέα. Μετά το άνοιγμα της σύνδεσης στέλνεται μήνυμα ότι το sketch ξεκίνησε. Επίσης, ορίζεται το digitalpin 13 του arduino που ονομάστηκε led σαν output.

```
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("SMS Messages Receiver");
  pinMode(led, OUTPUT);
}
```

Δημιουργία μίας τοπικής μεταβλητής για ανίχνευση της κατάστασης της σύνδεσής διαρκώς.

```
booleannotConnected = true;
```

Για την συνδεση με το δίκτυο πρέπει να γίνει κλήση της gsmAccess.begin() , όπου μέσα σε αυτή πρέπει να μπει ο αριθμός PIN της κάρτας που θα στέλνει μηνύματα. Θα χρειαστεί και μία επανάληψη while() , που θα τσεκάρει συνεχώς το status της σύνδεσης. Όταν το modem συνδεθεί το gsmAccess θα επιστρέψει GSM_READY, όπου θα χρησιμοποιηθεί σαν flag για να ρυθμίζεται η notConnected μεταβλητή σαν true ήfalse.

```
while(notConnected)
{
  if(gsmAccess.begin(PINNUMBER)==GSM_READY) {
    notConnected = false;
  }
  else
  {
    Serial.println("Not connected");
    delay(1000);
  }
}
```

```
};
```

Κλείνει η συνάρτηση `setup()` με κάποιες πληροφορίες που θα δίνονται στην σειριακή οθόνη.

```
Serial.println("GSM initialized.");
Serial.println("Waiting for messages");
}
```

Πλέον υπάρχει δυνατότητα λήψης των μηνυμάτων SMS από το GSM modem. Οι κάρτες SIM έχουν κάποιο χώρο στη μνήμη για να αποθηκεύονται τα εισερχόμενα SMS. Ο αριθμός των SMS όπου η κάρτα μπορεί να κρατήσει μπορεί να είναι 10, ή ακόμα και 200, ανάλογα με την κάρτα SIM. Θα πρέπει να ελεγχθεί ο παροχος για να καθορισθεί πόσα SMS μπορεί να κρατήσει στη μνήμη η SIM.

Στην συνάρτηση `void loop()`, όπου χρησιμοποιείται για να εκτελεί διαρκώς τις εντολές που έχει μέσα της, δημιουργείται μια μεταβλητή τύπου `char` έτσι ώστε να κρατήσει προσωρινά χαρακτήρες από κάθε SMS που λαμβάνει. Χρησιμοποιώντας την συνάρτηση `sms.available()` γίνεται έλεγχος συνεχώς αν υπάρχει παρουσία κάποιου εισερχόμενου μηνύματος στην SIM.

```
void loop()
{
  char c;
  if (sms.available()>0)
  {
```

Εάν υπάρξει μήνυμα τότε , μπορεί να ανακτήθει ο αριθμός του αποστολέα που το στέλνει καλώντας την συνάρτηση `sms.remoteNumber(remoteNumber, 20)`. Η μεταβλητή `remoteNumber` είναι ο πίνακας `char` που δημιουργήθηκε νωρίτερα στην αρχή του προγράμματος. Αυτός ο αριθμός δεν μπορεί να ξεπερνά τους 20 αριθμούς. Έπειτα εμφανίζεται και στην σειριακή οθόνη ο αριθμός αυτός.

```
Serial.println("Message received from:");
sms.remoteNumber(remoteNumber, 20);
Serial.println(remoteNumber);
```

Η διαγραφή κάποιου μηνύματος πραγματοποιείται με την συνάρτηση `sms.flush()`. Χρησιμοποιώντας την συνάρτηση `sms.peek()` γίνεται αναγνώριση ενός είδος μηνύματος. Π.χ. αν ένα μήνυμα ξεκάνει από ('#'). Παρακάτω δίνεται ένα μικρό παράδειγμα για την κατανόηση των 2 αυτών συναρτήσεων.

Έστω πως αν ένα μήνυμα ξεκάνει από ('#') τότε θα διαγράφετε αυτόματα και θα εμφανίζεται στην σειριακή οθόνη πως το μήνυμα διαγράφηκε.

```
if (sms.peek() == '#')
{
  Serial.println("Deleted SMS");
  sms.flush();
};
```

Η αναγνώση ενός μηνύματος θα χρησιμοποιηθεί η συνάρτηση `sms.read()`. Εδώ θα αποθηκευτεί κάθε χαρακτήρας που θα περιλαμβάνεται στο μήνυμα, μέσα στην μεταβλητή `c` που δημιουργήθηκε νωρίτερα, μέσω της επανάληψης `while`. Μέσα στην επανάληψη θα στέλνεται στην σειριακή οθόνη το `text` του μηνύματος ανά χαρακτήρα (ένα- ένα τα γράμματα). Αν το μήνυμα είναι ο χαρακτήρας και τότε ισχύει η `if` αρά ανάβει το LED για 5 δευτερόλεπτα δίνοντας HIGH στο `pinled` και έπειτα το κλείνει δίνοντας LOW στο ίδιο `pin` και κλείνει και η `while` επαναληψη. Όταν βάζουμε HIGH τιμή τότε σημαίνει ότι το `arduino` δίνει + 5 volt στο συγκεκριμένο `pin`, ενώ το LOW δίνει 0 volt.

```
while(c=sms.read())
{
  Serial.print(c);

  If(c='k')
  {
    digitalWrite(led, HIGH); // Αναβουμε το LED(+5 volt)
    delay(5000); //5 δευτερολεπτα καθυστερηση
    digitalWrite(led, LOW); // Σβηνουμε το LED(0 volt)
  };
};
```


Η διαδικασία ολοκληρώθηκε και θα διαγράψει το μήνυμα από την μνήμη της SIM κάρτας, με την συνάρτηση `sms.flush()`.

```
Serial.println("\nEND OF MESSAGE");

sms.flush();

Serial.println("MESSAGE DELETED");

}
```

Μια καθυστέρηση ενός δευτερολέπτου και κλείνει η voidloop.

```
delay(1000);

}
```

Μόλις φορτώθει ο κώδικας και ανοίξει η σειριακή οθόνη, τίθεται σε κατάσταση αναμονής μέχρι να λάβει ένα SMS. Όταν σταλθεί μήνυμα τότε στην σειριακή θα μπορούμε να διαβαστούν περίπου ως και 150 (χαρακτήρες ,αριθμοί ή κενά). Στην περίπτωση που το μήνυμα έχει τον χαρακτήρα "k" τότε θα ανάψει ένα LED για 5 δευτερόλεπτα και έπειτα θα σβήσει και για να γίνει διαγραφή του μηνύματος έτσι ώστε να μην καταναλώνει μνήμη.

7. ΑΙΣΘΗΤΗΡΙΑ

Για την εύρεση των περιβαλλοντολογικών συνθηκών γίνεται χρήση των αισθητήριων:

- ✓ Θερμοκρασίας
- ✓ Πίεσης
- ✓ Υγρασίας
- ✓ Φωτεινότητας
- ✓ CO₂

Παρακατω θα αναλυθούν τα χαρακτηριστικά που θα πρέπει να τα διέπουν την εύρυθμη λειτουργία τους.

Οι **μικροαισθητήρες** έχουν καταστεί αναπόσπαστο στοιχείο των συστημάτων αναλυτικών μετρήσεων βρίσκοντας αμέτρητες εφαρμογές στον βιομηχανικό έλεγχο, στην αυτοματοποίηση εργοστασίων, στην αυτοκινητοβιομηχανία, στις μεταφορές, στις τηλεπικοινωνίες, στους υπολογιστές και στη ρομποτική, στον περιβαλλοντικό έλεγχο, στη γεωργία και στον τομέα που εντάσσεται και αυτή η εργασία, δηλαδή στον ευρύτερο τομέα της υγείας και ειδικότερα στον τομέα της βιοιατρικής τεχνολογίας.

Η κινητήριος δύναμη που έδωσε ώθηση στην τεχνολογία αισθητήρων είναι η επεξεργασία σήματος. Με την ανάπτυξη των μικροεπεξεργαστών και των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων συγκεκριμένης εφαρμογής η επεξεργασία σήματος έγινε φτηνή, ακριβής και αξιόπιστη αυξάνοντας τη συνολική ευφυΐα του ηλεκτρονικού εξοπλισμού.

Στην αρχή της δεκαετίας του 80 μια σύγκριση της σχέσης απόδοσης προς τιμή μεταξύ μικροεπεξεργαστών και αισθητήρων κατέδειξε ότι οι τελευταίοι υστερούσαν. Το γεγονός αυτό έδωσε ερέθισμα για έρευνα στην περιοχή των αισθητήρων και σύντομα άρχισε η προσπάθεια για την ανάπτυξη τεχνολογίας αισθητήρων και νέων διατάξεων που χρησιμοποιούν αισθητήρες. Σήμερα είμαστε μάρτυρες μιας έκρηξης στις εφαρμογές που χρησιμοποιούνται αισθητήρες.

Οι αισθητήρες που παράγουν ηλεκτρικό σήμα εξόδου χωρίς βοηθητική πηγή ενέργειας καλούνται παθητικοί ή αυτοδιεγειρόμενου σήματος εξόδου (self-generating). Ένα παράδειγμα αυτού του τύπου αισθητήρα είναι θερμοστοιχείο το οποίο παράγει μια ηλεκτροδιεγερτική δύναμη από τη διαφορά στις θερμοκρασίες επαφής.

Οι αισθητήρες που παράγουν ηλεκτρικό σήμα εξόδου με βοηθητική πηγή ενέργειας καλούνται ενεργητικοί ή διαμορφωμένου σήματος (modulating). Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι φωτοδίοδοι, τα φωτοκύτταρα και τα θερμίστορ. Στους ενεργητικούς αισθητήρες η βοηθητική πηγή ενέργειας χρησιμεύει σαν κύρια πηγή για το σήμα εξόδου

του αισθητήρα και η μετρούμενη φυσική ποσότητα το διαμορφώνει ενισχύοντας ή υποβιβάζοντας το.

7.1 Επιθυμητά χαρακτηριστικά

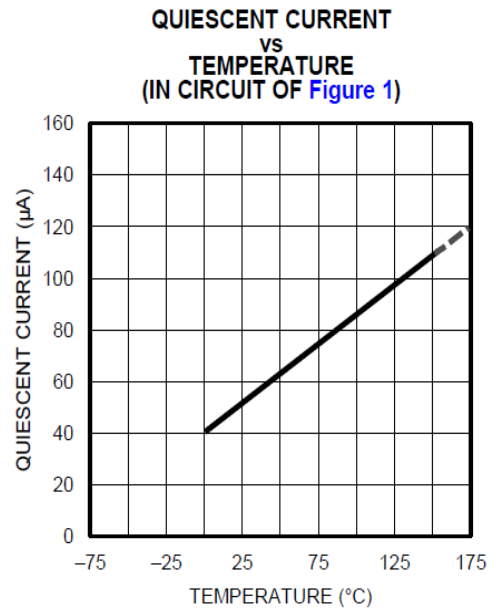
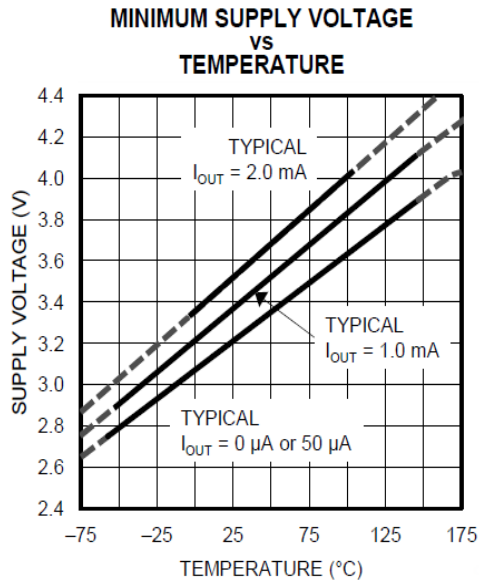
- **Απόλυτη Ευαισθησία** : είναι το πηλίκο της αλλαγής του σήματος εξόδου προς την αλλαγή της μετρούμενης ποσότητας.
- **Σχετική Ευαισθησία** : είναι το πηλίκο μιας αλλαγής του σήματος εξόδου προς μια αλλαγή της μετρούμενης ποσότητας κανονικοποιημένου ως προς την τιμή του σήματος εξόδου όταν η μετρούμενη ποσότητα είναι 0.
- **Ανάλυση** : είναι η μικρότερη ανιχνεύσιμη αλλαγή στη μετρούμενη ποσότητα που μπορεί να προκαλέσει αλλαγή στο σήμα εξόδου
- **Ακρίβεια** : είναι το πηλίκο του μέγιστου σφάλματος στο σήμα εξόδου προς το πλήρους κλίμακας σήμα εξόδου εκφρασμένο σε ποσοστό επί τοις εκατό (%).
- **Σφάλμα γραμμικότητας** : είναι η μέγιστη απόκλιση της καμπύλης βαθμονόμησης του σήματος εξόδου από την καταλληλότερη ευθεία γραμμή που περιγράφει αυτό το σήμα.
- **Υστέρηση** : είναι η έλλειψη ικανότητας του αισθητήρα να δείξει το ίδιο σήμα εξόδου για μια δοσμένη τιμή της μετρούμενης ποσότητας ανεξάρτητα από τη διεύθυνση αλλαγής του τελευταίου.
- **Αντιστάθμιση (offset)** : είναι το σήμα εξόδου του αισθητήρα, όταν η μετρούμενη ποσότητα είναι 0
- **Θόρυβος** : είναι το τυχαίο σήμα εξόδου που δεν σχετίζεται με τη μετρούμενη ποσότητα
- **Βεληνεκές** : είναι το διάστημα μεταξύ των δύο τιμών της μετρούμενης ποσότητας (μέγιστου και ελαχίστου) που μπορούν να μετρηθούν από τον αισθητήρα.

- **Περιοχή λειτουργίας** : είναι η περιοχή πάνω από την οποία το σήμα εξόδου του αισθητήρα παραμένει μέσα στο καθορισμένο σφάλμα.
- **Χαμηλή ευαισθησία** : ο αισθητήρας ανταποκρίνεται μόνο σε μεγάλα σήματα εισόδου
- **Παρεμβολή** : η έξοδος είναι ευαίσθητη στις εξωτερικές συνθήκες

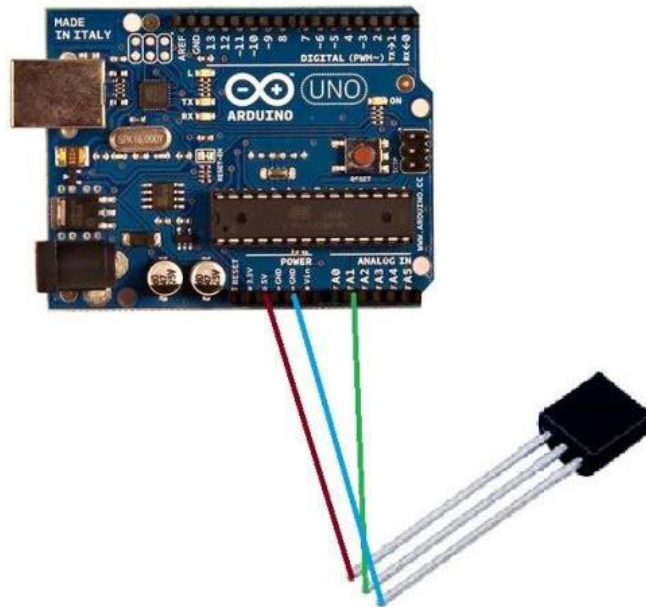
Ο όρος **μορφομετατροπέας** (transducer) χρησιμοποιείται τόσο για το τμήμα εισόδου, όσο και εξόδου του συστήματος αισθητήρων.

Ο ρόλος του μορφομετατροπέα εισόδου είναι η συλλογή πληροφοριών για μια φυσική ή χημική ποσότητα από τον έξω κόσμο. Για το λόγο αυτό οι μορφομετατροπείς ονομάζονται αισθητήρες. Συχνά τα ηλεκτρικά σήματα που παράγονται από τους αισθητήρες είναι ασθενή και πρέπει να ενισχυθούν ή να υποστούν κάποιου είδους επεξεργασία. Αυτό γίνεται στο κομμάτι επεξεργασίας σήματος του συστήματος αισθητήρων.

Τέλος ο ρόλος του μορφομετατροπέα εξόδου είναι η μετατροπή του ηλεκτρικού σήματος σε μια μορφή αντιληπτή από τις ανθρώπινες αισθήσεις, ή η ενεργοποίηση κάποιου γεγονότος όπως για παράδειγμα το άνοιγμα ή το κλείσιμο μιας βαλβίδας. Για το λόγο αυτό οι μορφομετατροπείς συχνά καλούνται ενεργοποιητές (actuators).



7.2.1 Συνδεσμολογία με Arduino



Στον Arduino μέσω του λογισμικού προγράμματος ArduinoIDE φορτώνουμε τον παρακάτω κώδικα, ο οποίος είναι μέσα στην `loop()` και είναι υπεύθυνος για την λήψη των μετρήσεων από το αισθητήριο.

7.2.2 Κώδικας

```
//μεταβλητή θερμοκρασίας
floattemp;

// Βάζουμε το επιθυμητη αναλογικη εισοδο (A0-A5)
inttempPin = 0;

voidsetup()
{
  Serial.begin(9600); //εκκινηση σειριακης
}

voidloop()
{
  //αναγνωση τιμης απο ακιδα αισθητηριου
  SensorValue = analogRead(tempPin);

  // Μετατροπη με απο Sensorvalue
  //σε βαθμους Κελσιου.
  temp = SensorValue * 0.48828125;
  Serial.print("TEMPRATURE = ");
  Serial.print(temp);
  Serial.print("*C");
  Serial.println();
  delay(1000);
}
```

Με την φόρτωση του κώδικα η σειριακή εμφανίζει τις μετρήσεις στην σειριακή οθόνη. και στην σελίδα του server.

7.3 Αισθητήριο Υγρασίας

Η υγρασία σαν μεγεθος είναι λίγο πιο σύνθετη έννοια σε σχέση με τα υπόλοιπα μεγέθη που θα καταγράψουμε και μπορεί να μετρηθεί υπό κανονικές συνθήκες με μικρότερη ακρίβεια. Αυτό συμβαίνει γιατί συνήθως όταν μιλάμε για υγρασία εννοούμε την σχετική υγρασία, αυτή που είναι ανάλογη με την θερμοκρασία που επικρατεί σε έναν χώρο. Έτσι, μια αλλαγή στην θερμοκρασία είναι αρκετή στο να επηρεάσει την σχετική υγρασία. Το αισθητήριο που θα χρησιμοποιήσουμε είναι το **HIH-4030** της HoneyWell.

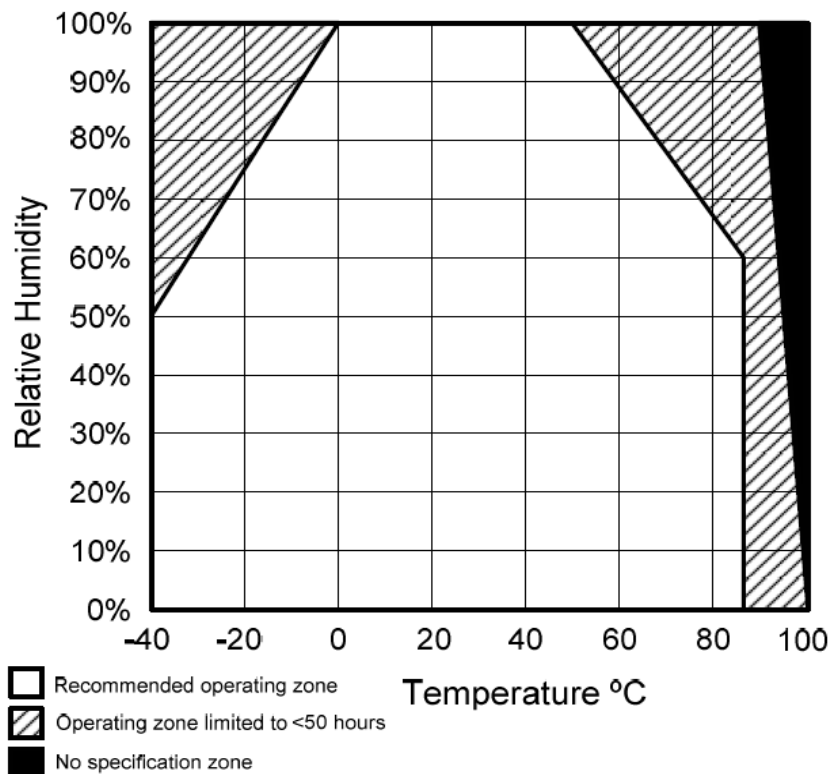
Τα **χαρακτηριστικά** του HIH-4030:

- Χυτό θερμοσκληρυντικό πλαστικό περίβλημα
- Γραμμική τάση εξόδου
- Σχεδίαση χαμηλής κατανάλωσης
- Ενισχυμένη ακρίβεια
- Γρήγορος χρόνος απόκρισης
- Χημείο-ανθεκτικό

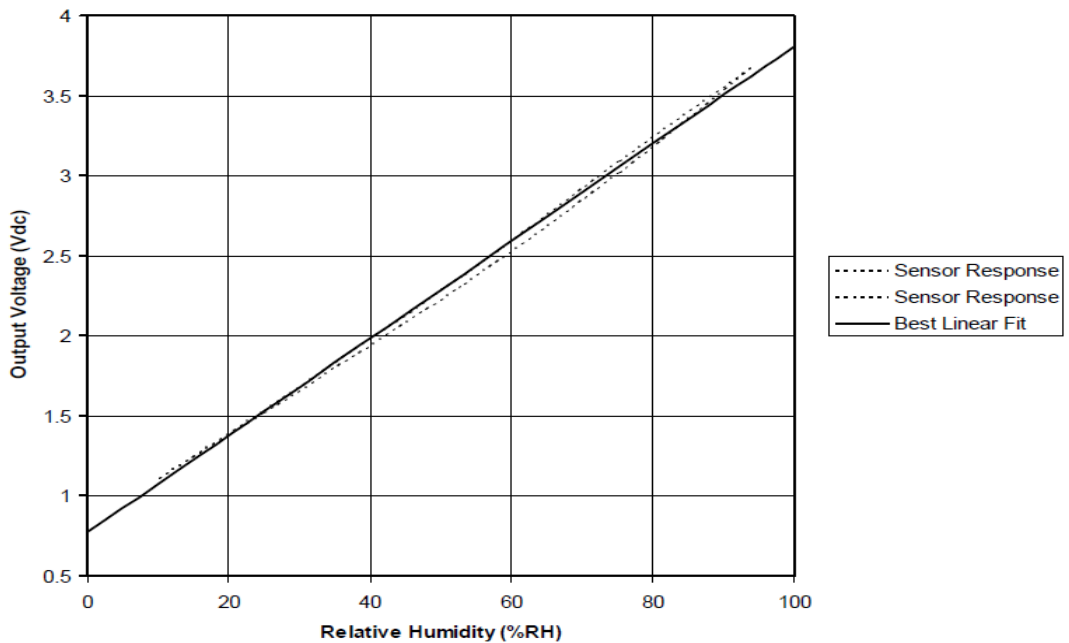


HIH-4030

Διάγραμμα ζωνών λειτουργίας



Διαγραμμα Τάσης(V) - Σχετικής Υγρασίας(%RH)

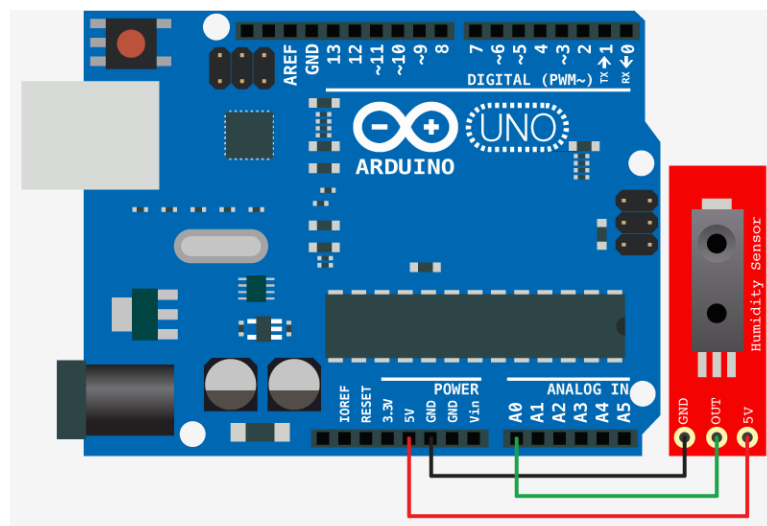


Σχετική υγρασία – τασή εξόδου

7.3.1 Συνδεσμολογία με Arduino

Θα μετρήσουμε την σχετική υγρασία με την βοήθεια του αισθητήριου HIH-4030, το οποίο είναι ένα χαμηλής ισχύος και αναλογικής εξόδου αισθητήριο, ιδανικό για την περίπτωση μας. Μην ξεχνάμε πως το Arduino πρέπει να λάβει αναλογικό σήμα από τα αισθητήρια μας στα inputs από A0 έως A5.

Η σύνδεση του HIH-4030 με τον Arduino είναι εξαιρετικά απλή. Θα συνδέσουμε τα Vcc και GND του αισθητήριου στα αντίστοιχα +5volts και στη γείωση του Arduino, καθώς και την OUT σε μια από την αναλογικές μας εισόδους(A0-A5).



Καθώς το αισθητήριο HIH-4030 απαιτεί την γνώση της θερμοκρασίας για να μετρήσει την σχετική υγρασία, η θερμοκρασία που λαμβάνεται από το αισθητήριο μέτρησης LM35 και καταχωρείται στην μεταβλητή Temp θα χρησιμοποιείται για τον υπολογισμό της σχετικής υγρασίας.

7.3.2 Κώδικας

```
//ορίζουμε σε ποια είσοδο θα στέλνουμε τις μετρήσεις
int HIH4030_Pin = A0;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {

//Καταχωρείται η θερμοκρασία από το LM35 αισθητήριο.
  float temperature = temp;

//καλούμε συνάρτηση που έχουμε ορίσει εκτός setup()
  float relativeHumidity= getHumidity(temperature);

//εκτύπωση υγρασίας στην σειριακή οθονη
  Serial.println(relativeHumidity);

//καθυστέρηση ώστε να προλαβαίνει να διαβάσει
//τις τιμές του αισθητήριου
  delay(100);
}

//ορισμος της getHumidity()

  float getHumidity(float degreesCelsius)
{
//τροφοδοσια του αισθητηριου από Vcc
  float supplyVolt = 5.0;

//διαβάζει το sensorHIH4030_value
  int HIH4030_Value = analogRead(HIH4030_Pin);
```

```
//το μετατρέπει σε τάση
float voltage = HIH4030_Value/1023. * supplyVolt;

//η κανονικοποίηση της μέτρησης δίνεται από τα data sheets
Float sensorRH = 161.0 * voltage / supplyVolt - 25.8;

//συσχετίζει την θερμοκρασία με την μέτρηση
//του αισθητήριου HIH4030
float trueRH = sensorRH / (1.0546 - 0.0026 * degreesCelsius);

//επιστρέφει την σχετική υγρασία
return trueRH;
}
```

7.4 Αισθητήριο Πίεσης

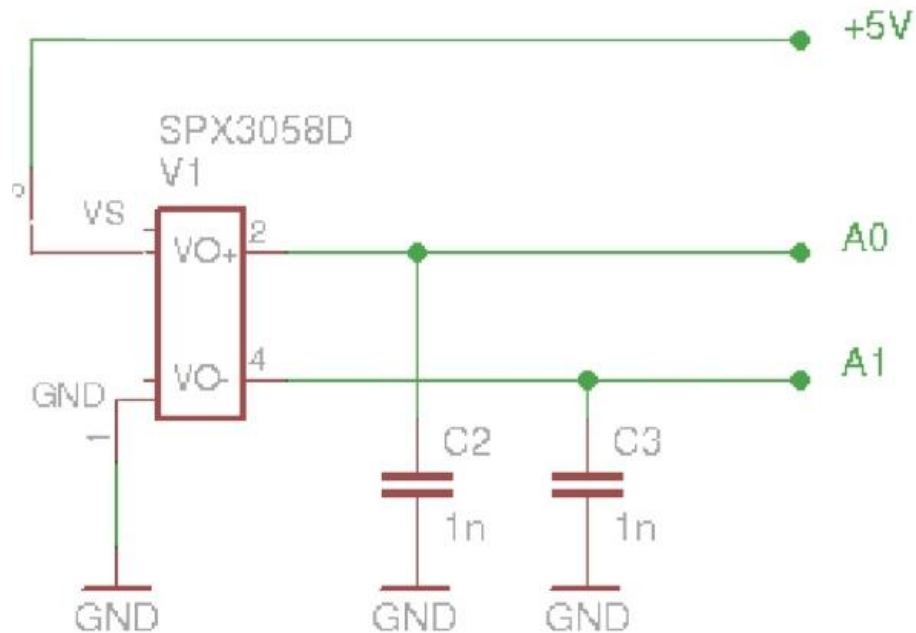
Για την μέτρηση της πίεσης του περιβάλλοντος θα χρειαστούμε ένα αισθητήριο με αναλογική έξοδο. Κατάλληλο για την περίπτωση μας είναι το **SPX3058D**. Το συγκεκριμένο μας προσφέρει αναλογικό σήμα και μάλιστα, με την δυνατότητα απευθείας σύνδεσης του με τον Arduino. Αυτό επιτυγχάνεται λογο του ότι χρησιμοποιεί δύο αναλογικές εξόδους αντί της μιας. Έτσι, το αισθητήριο μας θα καταλαμβάνει δυο εισόδους του Arduino εκ των A0-A5.

Τα κυρία **χαρακτηριστικά** του SPX3058D είναι τα έξης:

- Μέγιστη τάση τα 6volt
- Ρεύμα λειτουργιάς 10.6mA στα 5 volt
- Εύρος πίεσης από -500mbar έως 500mbar
- Μέγιστη μετρούμενη πίεση τα 50kPa(500mbar)

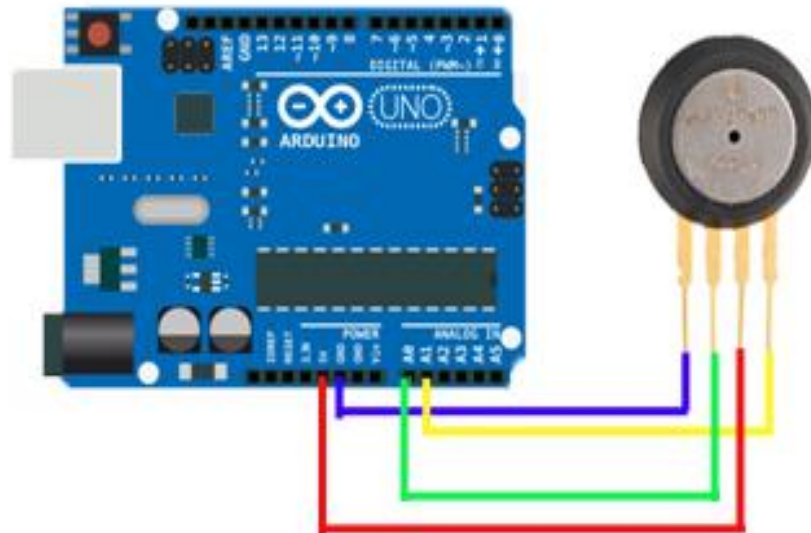


Για την αποφυγή προβλημάτων λογο της υψηλής εμπεδησης(highimpedance) θα κάνουμε χρήση δύο πυκνωτών του 1nF, οι οποίοι θα συνδεθούν με κάθε μια από τις εξόδους του αισθητήριου αντιστοίχως και στο άλλο άκρο με την γείωση.



7.4.1 Συνδεσμολογία με Arduino

Η τροφοδοσία του αισθητήριου θα συνδεθεί με τα +5V (Vcc) του Arduino, δηλαδή στο pin3 όπως φαίνεται στο σχήμα. Η πίεση του περιβάλλοντος με μονάδα μέτρησης τα kPa υπολογίζεται από την διαφορά των αναλογικών σημάτων των vOutMinus(pin4) και vOutPlus (pin2) που έχει ως εξόδους το αισθητήριο. Από την στιγμή που το αισθητήριο δεν είναι γραμμικό θα χρειαστούν κάποιοι μαθηματικοί υπολογισμοί μέσα στον κώδικα, οι οποίοι δίνονται από το datasheet του αισθητήριου.



7.4.2 Κώδικας

```

//δηλωσεις μεταβλητων

int vOutMinus
int vOutPlus
int x,
int pressure_mbar
int pressure_kPa;

analogReference(DEFAULT); //δηλωνει οτι η max τιμη του
αναλογικου //pin ειναι 5 volt.

// αναγκαια καθυστερηση λογω πυκνωτη.

delay(20);

//διαβασμα αναλογικων ειδοδων

vOutPlus = analogRead(0);
vOutMinus = analogRead(1);

//διαφορα εισοδων
//και προσθεση του offset

x = (vOutMinus-vOutPlus) + 5;

//κανονικοποιηση των μετρησεων
//βασει των datasheets

if (x > 0)
    pressure_mbar = (x*5) + (x*x/13);
else
    pressure_mbar = (x*4) - (x*x/24);

//μετατροπη σε kPa
pressure_kPa = pressure_mbar / 10;

//εκτυπωση στη σειριακη

Serial.print ("Pressure = ");
Serial.print (pressure_mbar, DEC);
Serial.println(" mbar");

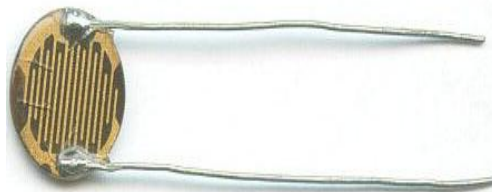
```

7.5 Αισθητήριο Φωτεινότητας

Για την μέτρηση της φωτεινότητας γίνεται χρήση μιας αντίστασης τύπου LDR. Η ωμική τιμή μιας φωτοαντίστασης (**L**ight-**D**ependent**R**esistor) εξαρτάται από το φως που προσπίπτει στην επιφάνεια της. Σε συνθήκες σκότους η αντίσταση της είναι της τάξης των ΜΩ, ενώ σε συνθήκες μεγάλης έντασης φωτός είναι των μερικών Ω.

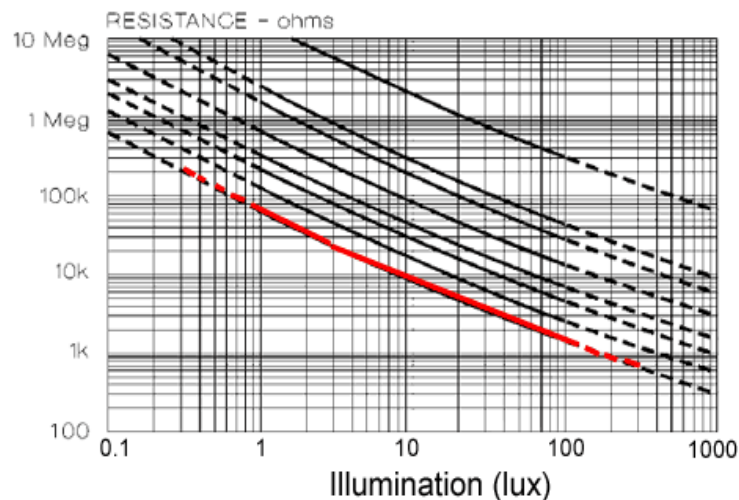
Όσο μεγαλύτερη είναι η διαφορά τους, τόσο καλύτερη θεωρείται ποιοτικά. Η λειτουργία τους βασίζεται στην αρχή της φωτοαγωγιμότητας, δηλαδή στην εμφάνιση φορέων του ηλεκτρικού ρεύματος σε ορισμένα στερεά σώματα όταν απορροφήσουν φωτεινή ακτινοβολία καθορισμένης έντασης και μήκους κύματος. Στις αντιστάσεις αυτές γίνεται άμεση εκμετάλλευση του εσωτερικού φωτοηλεκτρικού φαινομένου.

Όταν φωτίζονται αυξάνεται η αγωγιμότητα τους επειδή τα φωτόνια απελευθερώνουν στο εσωτερικό του κρυστάλλου νέες σπές και ηλεκτρόνια. Κατάλληλα φωτοαγωγιμα υλικά για την κατασκευή φωτοαντιστάσεων είναι το θειούχο κάδμιο(CdS), ο θειούχος μόλυβδος(PbS), το σεληνιούχο κάδμιο(CdSe) και τα μείγματα τους.

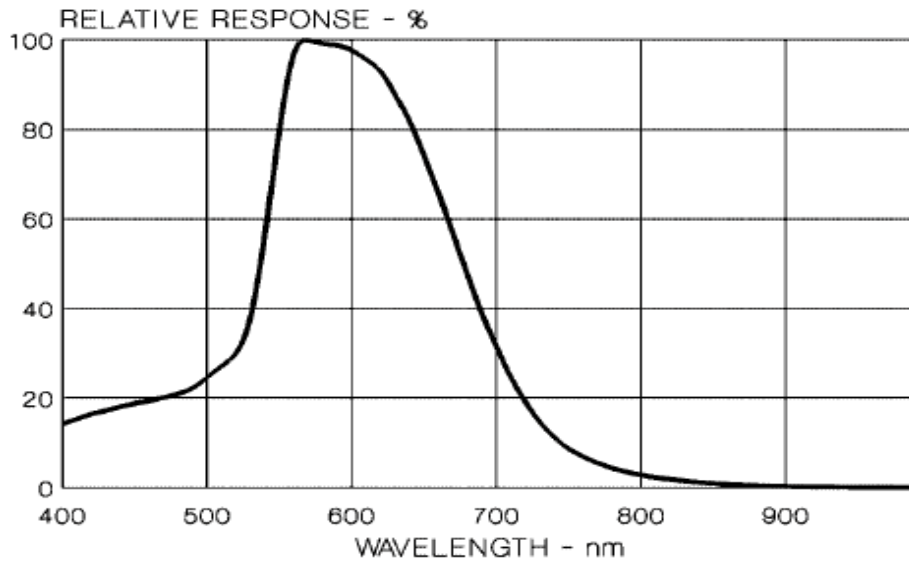


LDR

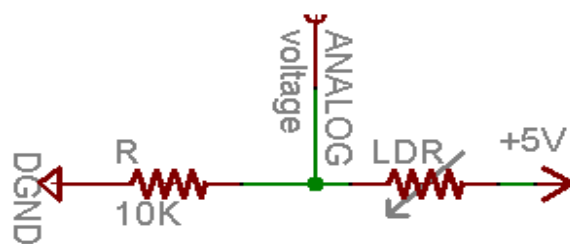
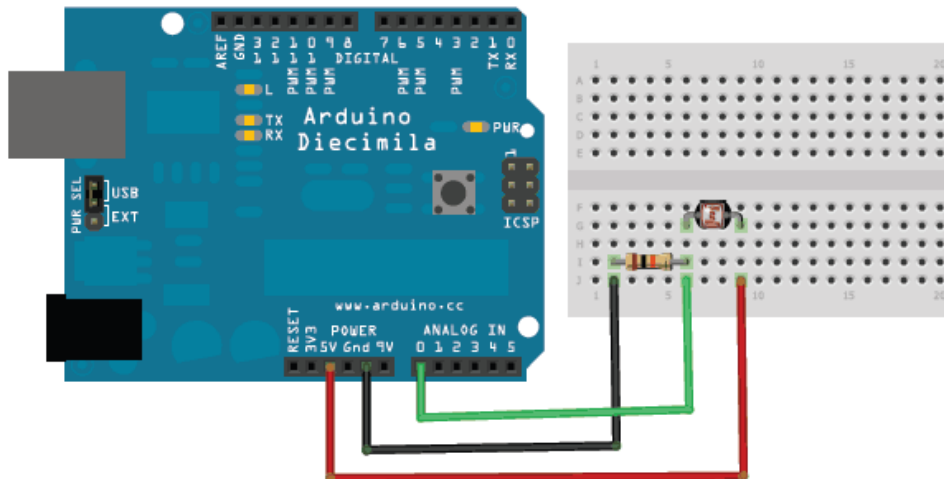
Διάγραμμα Αντίστασης – Φωτεινότητας



Σχετική απόκριση φάσματος



7.5.1 Συνδεσμολογία στον Arduino



Χαρακτηριστικός πίνακας

Φωτεινότητα Περιβάλλοντος	Φωτεινότητα Σε Lux	Αντίσταση LDR	Αντίσταση LDR + R(Ω)	Ρεύμα LDR + R(Ω)	Τάση στην R
Απολυτο σκοταδι	0.1 lux	600KΩ	610 KΩ	0.008 mA	0.1 V
Φεγγαρόφωτο	1 lux	70 KΩ	80 KΩ	0.07 mA	0.6 V
Πολύ συννεφια	10 lux	10 KΩ	20 KΩ	0.25 mA	2.5 V
Αραιή συννεφια	100 lux	1.5 KΩ	11.5 KΩ	0.43 mA	4.3 V
Ηλιοφανεια	1000 lux	300 Ω	10.03 KΩ	0.5 mA	5V

7.5.2 Κώδικας

```
//το αισθητηριο και η αντισταση συνδεονται
//με το A0
int photocellPin = 0;

//δηλωση τιμης του αισθητηριου
Int photocellReading;

void setup(void) {
    Serial.begin(9600);
}

void loop(void) {
    //αναγνωση της τιμης
    photocellReading = analogRead(photocellPin); /

    //εκτυπωση μετρησης στην σειριακης θυρα
    Serial.print("Analog reading = ");
    Serial.print(photocellReading); /

    //Κατηγοριοποιηση επιπεδου φωτεινοτητας

    if (photocellReading < 10) {
```

```
    Serial.println(" - Απολυτο σκοταδι ");
} elseif (photocellReading < 200) {
    Serial.println(" - Φεγγαροφωτο ");
} elseif (photocellReading < 500) {
    Serial.println(" - Πολύ συννεφια ");
} elseif (photocellReading < 800) {
    Serial.println(" - Αραιή συννεφια ");
} else {
    Serial.println(" - Ηλιοφανεια ");

//αναγκαια καθυστερηση

    delay(1000);    /
}
```

7.6 Αισθητήριο διοξειδίου του άνθρακα (CO₂)

Το διοξείδιο του άνθρακα (χημικός τύπος : CO₂) είναι χημική ένωση που αποτελείται από δύο άτομα οξυγόνου ενωμένα με ομοιοπολικό δεσμό με ένα άτομο άνθρακα. Είναι γραμμικό μόριο χωρίς διπολική ροπή. Περιέχει 27,3 % w/w άνθρακα και 72,7 % w/w οξυγόνο. Μπορεί να αποδοθεί με το συντακτικό τύπο : O=C=O. Είναι αέριο συστατικό της γήινης ατμόσφαιρας, άχρωμο, άοσμο και άγευστο σε κανονικές συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας και επίσης είναι ένα από τα αέρια του θερμοκηπίου.

Η γνώση της ακριβούς συγκέντρωσης διοξειδίου είναι απαραίτητη για την λήψη προστατευτικών μέτρων για την μείωση του.

Κατάλληλο για την μέτρηση του είναι το αισθητήριο SEN0159.

Το SEN0159 έχει τον μικροαισθητήρα διοξειδίου MG-811, το οποίο είναι πολύ ευαίσθητο στο CO₂ και λιγότερο ευαίσθητο στο μονοξείδιο (CO).

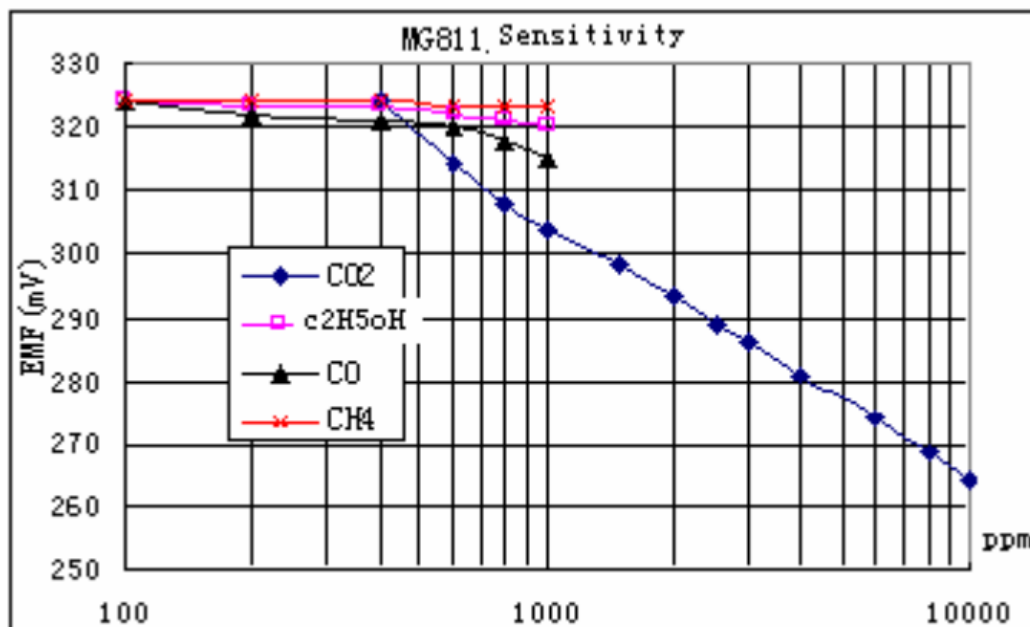
Χαρακτηριστικά:

- Ονομαστική τάση 5 volts
- Αναλογικές εξόδους
- μια ψηφιακή έξοδο
- onboard κύκλωμα θέρμανσης
- μεγεθος: 32x42mm

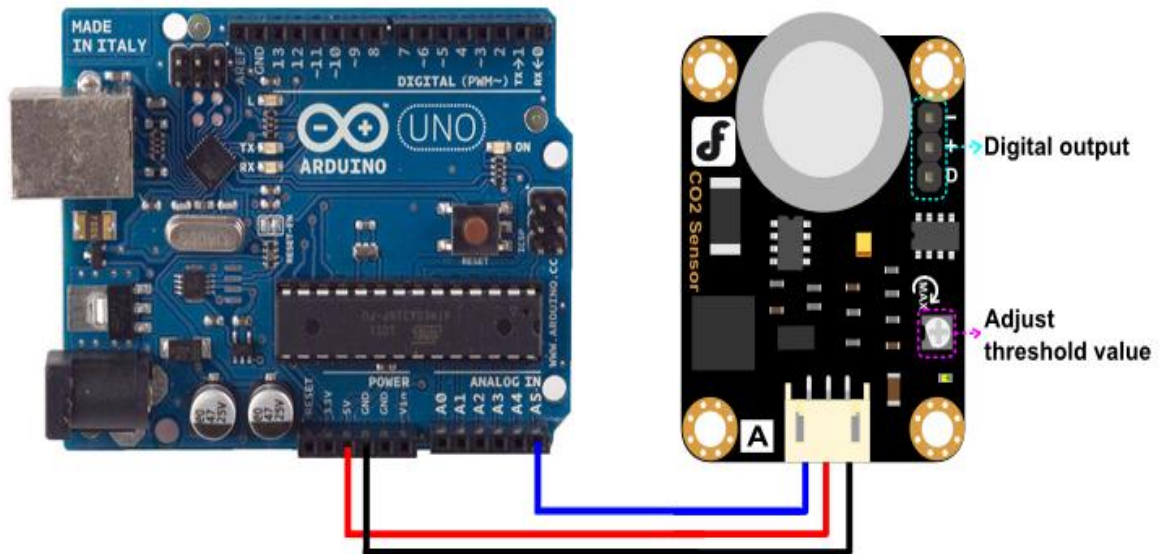


SEN0159

Διάγραμμα ευαισθησίας αισθητήριου



7.6.1 Συνδεσμολογία με Arduino



7.6.2 Κώδικας

```

#define          MG_PIN                (0)
#define          DC_GAIN                (8.5)
#define          READ_SAMPLE_INTERVAL  (50)
#define          READ_SAMPLE_TIMES     (5)
#define          ZERO_POINT_VOLTAGE    (0.220)
#define          REACTION_VOLTGAE     (0.020)

float CO2Curve[3] =
{ (2.602, ZERO_POINT_VOLTAGE, (REACTION_VOLTGAE/ (2.602-3) ) );

void setup()
{
    Serial.begin(9600);
}

void loop()
{
    int percentage;
    float volts;
    volts = MGRead(MG_PIN);
    percentage = MGGetPercentage(volts, CO2Curve);

    Serial.print("CO2:");
    Serial.print(percentage);

    Serial.print( "ppm" );

    delay(200);

```

```

}

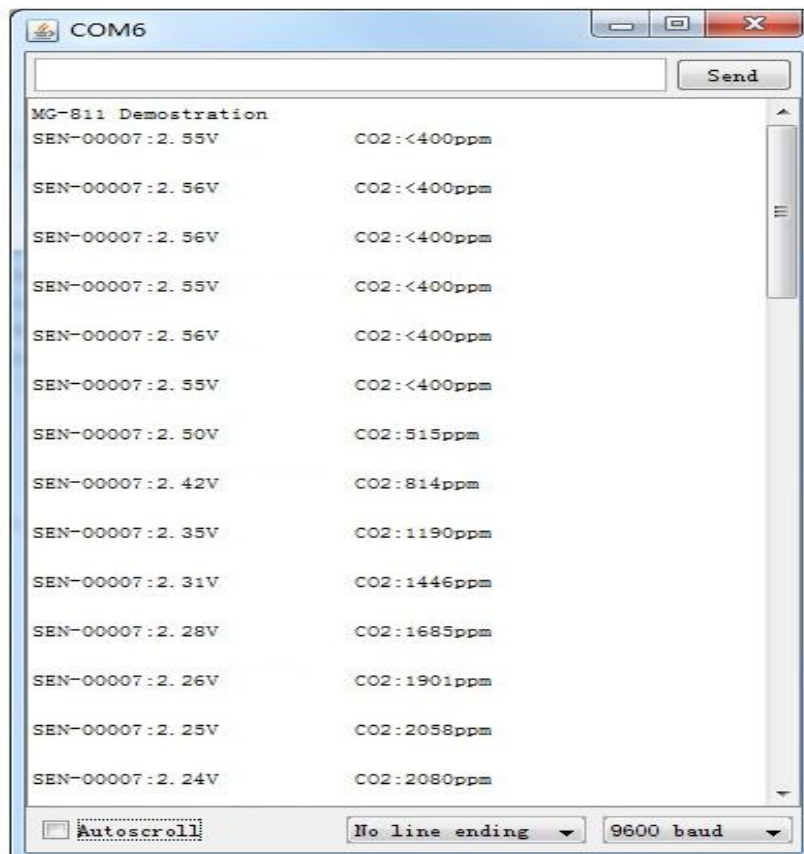
float MGRead(int mg_pin)
{
    int i;
    float v=0;

    for (i=0;i<READ_SAMPLE_TIMES;i++) {
        v += analogRead(mg_pin);
        delay(READ_SAMPLE_INTERVAL);
    }
    v = (v/READ_SAMPLE_TIMES) *5/1024 ;
    return v;
}

int MGGetPercentage(float volts, float *pcurve)
{
    if ((volts/DC_GAIN )>=ZERO_POINT_VOLTAGE) {
        return -1;
    } else {
        return pow(10, ((volts/DC_GAIN)-pcurve[1])/pcurve[2]+pcurve[0]);
    }
}
}

```

Παράδειγμα Εμφάνισης μετρήσεων στην σειριακή οθόνη του ArduinoIDE



8. ΟΘΟΝΗ ΑΠΕΙΚΟΝΙΣΗΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Για την οπτική απεικόνιση των μετρούμενων μεγεθών θα γίνει χρήση της Arduino TFTscreen, η οποία είναι σχεδιασμένη να “κουμπώνει” πάνω στον Arduino. Η TFTArduino είναι μια LCDοθόνη που είναι ικανή να απεικονίσει κείμενο, σχήματα καθώς και εικόνες. Όλα αυτά μέσα από την ειδική TFTLibrary που θα φορτωθεί στο λογισμικό. Επιπρόσθετα έχει δυνατότητα χρήσης SDcard στο πίσω μέρος της πλακέτας, την οποία θα αξιοποιηθεί καταγράφοντας τα δεδομένα που στέλνει ο client.



Arduino TFT screen μπροστινηψη



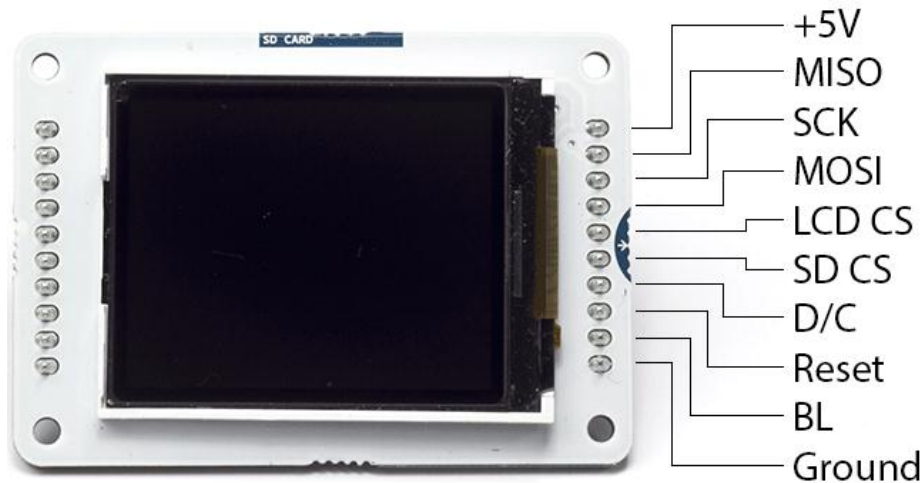
Arduino TFT screen πω οψη

Η οθονη εχει 1.77 ιντσες διαγώνιο, αναλυση 160x128 pixel και λειτουργει με ταση 5volt.

Η libraryTFT αποτελεί την επέκταση της υπάρχουσας AdafruitGFX στην οποία είναι βασισμενη. Αυτή είναι υπευθυνη για την γραφικη αναπαράσταση των σχημάτων.

Για την παραλληλη χρηση και της SDcard πρεπει να εχουμε φορτωσει και την βιβλιοθηκη SDlibrary.

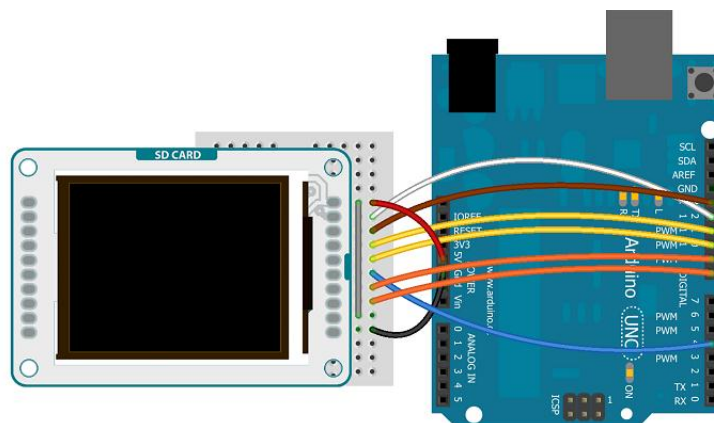
Στο παρακατω σχημα βλεπουμε τις εισοδους της.



8.1 Συνδεσμολογία με Arduino

Η συνδεσμολογία των εισόδων της οθόνης με τον Arduino είναι η ακόλουθη:

- +5V: +5V
- MISO: pin 12
- SCK: pin 13
- MOSI: pin 11
- LCD CS: pin 10
- SD CS: pin 4
- D/C: pin 9
- RESET: pin 8
- BL: +5V
- GND: GND



Αμέσως μετά την λήψη των δεδομένων από τον Arduino θα πρέπει να εμφανίζονται η μετρήσεις στην οθόνηTFT. Παρακάτω θα αναλυθεί ο κώδικας που είναι υπεύθυνος για την απεικόνιση τους.

8.2 Κώδικας

```
// εισαγωγή Arduino LCD library

#include <TFT.h>
#include <SPI.h>

// αρχικοποιήσεις για τον Uno
#define cs 10
#define dc 9
#define rst 8

// προσδιορισμός αρχικοποιήσεων
TFT TFTscreen = TFT(cs, dc, rst);
// πίνακας χαρακτήρων για την αποθήκευση των τιμών
char sensorPrintout[4];

void setup() {

    // έναρξη οθόνης
    TFTscreen.begin();

    //καθαρισμός της οθόνης στο μαυρο φόντο
    TFTscreen.background(0, 0, 0);

    // επιλογή χρώματος κειμένου το ασπρο
    TFTscreen.stroke(255,255,255);

    // επιλογή μεγέθους γραμματοσειράς
    TFTscreen.setTextSize(2);

    // επιλογή σημείου εκκίνησης εγγραφής
    TFTscreen.text("Τιμή Αισθητηρίου :\n ",0,0);

    // αλλαγή μεγέθους γραμματοσειράς
    TFTscreen.setTextSize(5);
}

void loop() {

    // διαβάζει τις τιμές του αισθητηρίου
    //και αποθηκεύσει string
    String sensorVal = String(analogRead(A0));

    //μετατροπή των δεδομένων σε πίνακα χαρακτήρων
    //και εισαγωγή τους στον πίνακα sensorPrintout
```



```
//πουεχει 4 θεσεις
sensorVal.toCharArray(sensorPrintout, 4);

// επιλογη γραμματοσειρας ασπρου χρωματος
TFTscreen.stroke(255,255,255);

// εμφανιση της τιμης στο σημειο με συντεταγμενες (0,20)
TFTscreen.text(sensorPrintout, 0, 20);

// wait for a moment
delay(250);

// σβησιμο μετρησης
TFTscreen.stroke(0,0,0);
TFTscreen.text(sensorPrintout, 0, 20);
}
```

9. ΚΑΤΑΓΡΑΦΗ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ

Για την καταγραφή των μετρήσεων από τα αισθητήρια θα κάνουμε χρήση της microSD κάρτας μνήμης, η οποία είναι ενσωματωμένη στο Arduino graphicTFT. Η συγκεκριμένη πλακέτα εμπεριέχει και την οθόνηTFT για εμφάνιση των τιμών. Η χρήση της οθονης, καθώς και η συνδεσμολογία με τον Arduino θα αναλυθούν στην αντίστοιχη ενότητα. Παρακάτω, θα αναλυθεί η λογισμική σκοπιά της καταγραφής.



ArduinoGraphicTFT

Μέσω κατάλληλου κώδικα θα δημιουργήσουμε αρχείο τύπου “text” στο οποίο θα εγγράφονται οι μετρήσεις μας.

Μέσα στην `setup()` θα καλέσουμε την `SD.begin()`, η οποία αρχικοποιεί την βιβλιοθήκη SD και την κάρτα.

Θα επιστρέψει την λογική τιμή `true` εφόσον γίνει επιτυχής και την `false` για αποτυχία αρχικοποίησης.

Μέσα στην `loop()` δημιουργούμε μεταβλητή τύπου `String`, στην οποία θα καταχωρούνται σε κάθε επανάληψη τα δεδομένα που λαμβάνουμε από τον `client`.

Το αρχείο ανοίγει με την `SD.open()`, η οποία το δημιουργεί εάν δεν υπάρχει.

Η `SD.open()` συνάρτηση έχει σαν ορίσματα το όνομα ή το `filepath` του αρχείου και την επιθυμητή λειτουργία.

Λειτουργίες:

- `FILE_WRITE`→Ανοίγει το αρχείο και τοποθετεί τον κέρσορα αμέσως μετά από το τελευταίο εγγεγραμμένο σημείο.
- `FILE_READ`→Ανοίγει το αρχείο για ανάγνωση από την αφετηρία του.

Για την εγγραφή των δεδομένων είναι υπεύθυνη η συνάρτηση `dataFile.println()`. Το όρισμα της είναι η μεταβλητή τύπου `char` που έχουν καταχωρηθεί τα δεδομένα του `client`.

Με το πέρας της εγγραφής αποθηκεύουμε και κλείνουμε το αρχείο μέσω της συνάρτησης `dataFile.close()`.

9.1 Κώδικας

```
//εισαγωγή βιβλιοθήκης της SD card
#include<SD.h>

//η κάρταSD επικοινωνεί με το pin 4 του arduino
constintchipSelect = 4;

voidsetup()
{
//ανοιγουμε την σειριακη
Serial.begin(9600);

//ενημερωτικο μηνυμα στην σειριακη
Serial.print("InitializingSDcard...");

pinMode(10, OUTPUT);

//ελεγχος για παρουσία καρτας
//καιδυνατοτητας αρχικοποιησης
if (!SD.begin(chipSelect)) {

//εάν δεν υπαρχει καρτα τοτε δεν
//κανει τιποτα και επιστρεφει στην αρχη
Serial.println("Cardfailed, ornotpresent");

return;
}

//με καρταμεσα, εμφανιση ενημερωτικου μηνύματος
Serial.println("cardinitialized.");
}

voidloop()
{
```

```

//δημιουργια string για την αποθηκευση δεδομενων
StringdataString = "";

//ληψη τιμων από τις αναλογικες εισοδους
for (intanalogPin = 0; analogPin< 3; analogPin++)
{
int sensor = analogRead(analogPin);
dataString += String(sensor);
    if (analogPin< 2) {
//προσθηκηκενου και κομματοςμεταξυ των τιμων
dataString += ",";    }
}

//ανοιγμα του αρχειου
//και ρυθμιση mode για εγγραφη
FiledataFile = SD.open("datalog.txt", FILE_WRITE);

//ελεγχος αν υπάρχουν διαθεσιμα προς
//εγγραφη δεδομενα

if (dataFile)
{
//εγγραφη των δεδομενων στο αρχειο
dataFile.println(dataString);

//αποθηκευση και κλεισιμο του αρχειου
dataFile.close();

//εμφανιση των δεδομενων και στην σειριακη
Serial.println(dataString);
}

//σε περιπτωση που δεν ανοιγει
//καποιο αρχειο για καταγραφη
else {

//εκτυπωνουμε ενημερωτικο μηνυμα σφαλματος
Serial.println("erroropeningdatalog.txt");
}
}

```

10. ΑΥΤΟΝΟΜΙΑ ΔΙΑΤΑΞΗΣ

10.1 Φωτοβολταϊκά

Με τον γενικό όρο φωτοβολταϊκά ονομάζεται η βιομηχανική διάταξη πολλών φωτοβολταϊκών κυττάρων σε μία σειρά. Στην ουσία πρόκειται για τεχνητούς ημιαγωγούς (συνήθως από Πυρίτιο) οι οποίοι ενώνονται με σκοπό να δημιουργήσουν ένα ηλεκτρικό κύκλωμα σε σειρά. Οι ημιαγωγοί αυτοί απορροφούν φωτόνια από την ηλιακή ακτινοβολία και παράγουν μια ηλεκτρική τάση. Αυτή η διαδικασία ονομάζεται "Φωτοβολταϊκό φαινόμενο".

Τα φωτοβολταϊκά ανήκουν στη κατηγορία των Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας (ΑΠΕ).

Φωτοβολταϊκό Φαινόμενο

Το φωτοβολταϊκό (Φ/Β) φαινόμενο αφορά τη μετατροπή της ηλιακής ενέργειας σε ηλεκτρική. Το Φ/Β φαινόμενο ανακαλύφθηκε το 1839 από τον Εντμόντ Μπεκερέλ (Alexandre-Edmond Becquerel). Περιληπτικά πρόκειται για την απορρόφηση της ενέργειας του φωτός από τα ηλεκτρόνια των ατόμων του Φ/Β στοιχείου και την απόδραση των ηλεκτρονίων αυτών από τις κανονικές τους θέσεις με αποτέλεσμα την δημιουργία ρεύματος. Το ηλεκτρικό πεδίο που προϋπάρχει στο Φ/Β στοιχείο οδηγεί το ρεύμα στο φορτίο.

Φωτοβολταϊκή Διάταξη

Τα Φ/Β πλαίσια έχουν ως βασικό μέρος το ηλιακό στοιχείο (solar cell) που είναι ένας κατάλληλα επεξεργασμένος ημιαγωγός μικρού πάχους σε επίπεδη επιφάνεια. Η πρόσπτωση ηλιακής ακτινοβολίας δημιουργεί ηλεκτρική τάση και με την κατάλληλη σύνδεση σε φορτίο παράγεται ηλεκτρικό ρεύμα. Τα Φ/Β στοιχεία ομαδοποιούνται κατάλληλα και συγκροτούν τα φωτοβολταϊκά πλαίσια ή γεννήτριες (module), τυπικής ισχύος από 20W έως 300W. Οι Φ/Β γεννήτριες συνδέονται ηλεκτρολογικά μεταξύ τους και δημιουργούνται οι φωτοβολταϊκές συστοιχίες (arrays).



10.1.1 Κατηγορίες

Τα φωτοβολταϊκά στοιχεία χωρίζονται σε δυο βασικές κατηγορίες:

1. Κρυσταλλικού Πυριτίου

- Μονοκρυσταλλικού πυριτίου, με ονομαστικές αποδόσεις πλαισίων 14,5% έως 21%,
- Πολυκρυσταλλικού πυριτίου, με ονομαστικές αποδόσεις πλαισίων 13% έως 14,5%.2.

2. Λεπτών Μεμβρανών

- Άμορφου Πυριτίου, ονομαστικής απόδοσης ~7%.
- Χαλκοπυριτών CIS / CIGS, ονομαστικής απόδοσης από 7% έως 11%.

Το πυρίτιο (Si) είναι η βάση για το 90% περίπου της παγκόσμιας παραγωγής Φ/Β. Η κυριαρχία αυτή οφείλεται αρχικά στην τεράστια παγκόσμια επιστημονική και τεχνική υποδομή για το υλικό αυτό από τη δεκαετία του '60. Μεγάλες κυβερνητικές και βιομηχανικές επενδύσεις έγιναν σε προγράμματα για τις χημικές και ηλεκτρονικές ιδιότητες του Si, ώστε να δημιουργηθεί ο εξοπλισμός που απαιτείται στα βήματα της επεξεργασίας για την απόκτηση της απαραίτητης καθαρότητας και της κρυσταλλικής δομής του υλικού.

Η γνώση που προέκυψε έτσι για το πυρίτιο, τα χαρακτηριστικά του και η αφθονία του στη γη, το κατέστησαν ικανό και συμφέρον μέσο για την εκμετάλλευση της ηλιακής ενέργειας. Εντούτοις, λόγω του ότι είναι εύθραυστο, το πυρίτιο απαιτεί τον σχηματισμό στοιχείων σχετικά μεγάλου πάχους. Αυτό σημαίνει ότι μερικά από τα ηλεκτρόνια που απελευθερώνονται μετά την απορρόφηση της ηλιακής ενέργειας πρέπει να ταξιδέψουν μεγάλες αποστάσεις για να ενταχθούν στην ροή του ρεύματος και να συνεισφέρουν στο ηλεκτρικό κύκλωμα. Συνεπώς, το υλικό θα πρέπει να έχει υψηλή καθαρότητα και δομική τελειότητα, ώστε να αποτρέψει την επιστροφή των ηλεκτρονίων στις φυσικές τους θέσεις. Οι ατέλειες πρέπει να αποφευχθούν ώστε η ενέργεια του ηλεκτρονίου να μην μετατραπεί σε θερμότητα. Η παραγωγή θερμότητας, η οποία είναι επιθυμητή στα ηλιακά θερμικά πλαίσια, όπου αυτή η θερμότητα μεταφέρεται σε ένα ρευστό, είναι ανεπιθύμητη στα Φ/Β πλαίσια, όπου η ηλιακή ενέργεια θα πρέπει να μετατραπεί σε ηλεκτρική.

Το πυρίτιο, ανάλογα με την επεξεργασία του, δίνει μονοκρυσταλλικά, πολυκρυσταλλικά ή άμορφα υλικά, από τα οποία παράγονται τα Φ/Β στοιχεία. Τα λεπτά υλικά είναι ένας τρόπος να μειωθεί το κόστος των Φ/Β πλαισίων και να αυξηθεί η απόδοσή τους. Εκτός από τη χρήση μικρότερης ποσότητας υλικού, ένα άλλο πλεονέκτημα είναι ότι ολόκληρα

πλαίσια μπορούν να κατασκευαστούν παράλληλα με τη διαδικασία απόθεσης. Αυτό είναι συμφέρον οικονομικά, αλλά επίσης πολύ απαιτητικό τεχνικά, επειδή η επεξεργασία χωρίς ατέλειες αφορά μεγαλύτερη επιφάνεια.

Στα πλεονεκτήματα των λεπτών πλαισίων τα οποία αναφέρθηκαν παραπάνω, θα πρέπει να αντιπαρατεθεί η χαμηλότερη ως τώρα απόδοσή τους, η οποία περιορίζεται στο 5-10%, ανάλογα με το υλικό. Πάντως η τεχνολογία λεπτού στρώματος (thin film) είναι σε φάση ανάπτυξης, αφού με διάφορες μεθόδους επεξεργασίας και χρήση διαφορετικών υλικών αναμένεται αύξηση της απόδοσης, σταθεροποίηση των χαρακτηριστικών τους και αύξηση της διείσδυσης στην αγορά. Σήμερα πάντως αποτελούν την πιο φθηνή επιλογή Φ/Β πλαισίων.

10.1.2 Χρήσεις Φωτοβολταϊκών

Τα **φωτοβολταϊκά** είναι διατάξεις που παράγουν ηλεκτρικό ρεύμα από την ηλιακή ακτινοβολία. Το ηλεκτρικό αυτό ρεύμα χρησιμοποιείται για να δώσει ενέργεια σε μια συσκευή ή για τη φόρτιση μπαταρίας. Η τεχνολογία αυτή χρησιμοποιείται ευρέως σε μικροϋπολογιστές τσέπης που λειτουργούν χωρίς μπαταρία, απλώς με την έκθεσή τους στο φως.

Τα φωτοβολταϊκά χρησιμοποιούνται συχνά σε συστοιχίες για την παραγωγή ενέργειας σε μεγάλη κλίμακα. Σε τέτοια μορφή χρησιμοποιούνται για να δίνουν ενέργεια σε δορυφόρους, διαστημόπλοια, αλλά και σε απλούστερες εφαρμογές, όπως για την ενεργειοδότηση απομακρυσμένων τηλεφώνων εκτάκτου ανάγκης σε εθνικές οδούς, σε σπίτια κλπ.

Σε πολλές χώρες έχουν ξεκινήσει προγράμματα επιδότησης των επενδύσεων σε φωτοβολταϊκά, τα οποία παράγουν ηλεκτρική ενέργεια που μεταπωλείται και εισάγεται στα δημόσια δίκτυα μεταφοράς. Τα προγράμματα αυτά έχουν στόχο τη διαφοροποίηση της παραγωγής ηλεκτρικής ενέργειας και τη σταδιακή απεξάρτησή της από το πετρέλαιο.

Η θερμοκρασία είναι μια σημαντική παράμετρος λειτουργίας ενός Φ/Β συστήματος. Όπως έχουμε δει ο συντελεστής θερμοκρασίας για την τάση ανοικτού κυκλώματος είναι κατά προσέγγιση ίσος με $-2.3 \text{ mV}/^{\circ}\text{C}$ για καθένα ηλιακό στοιχείο. Ο συντελεστής τάσης μιας βασικής μονάδας είναι επομένως αρνητικός και πολύ μεγάλος από τη στιγμή που συνδέονται σε σειρά 33 έως 36 ηλιακά στοιχεία. Ο συντελεστής ρεύματος, από την άλλη πλευρά, είναι θετικός και μικρός, περίπου $+6 \text{ }\mu\text{A}/^{\circ}\text{C}$ ανά τετραγωνικό εκατοστό της βασικής μονάδας. Συνεπώς, μόνο η μεταβολή τάσης σε σχέση μ' αυτή της θερμοκρασίας λαμβάνεται υπόψη για πρακτικούς κυρίως υπολογισμούς, ενώ για κάθε βασική μονάδα αποτελούμενη από n_c ηλιακά στοιχεία συνδεδεμένα σε σειρά ισούται προς:

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η τάση καθορίζεται από τη θερμοκρασία λειτουργίας των ηλιακών στοιχείων, η οποία διαφέρει από τη θερμοκρασία περιβάλλοντος.

Όπως και για καθένα ηλιακό στοιχείο, το ρεύμα βραχυκυκλώματος I_{sc} μιας βασικής μονάδας είναι ανάλογο προς την ακτινοβολία και επομένως θα ποικίλλει κατά τη

διάρκεια της ημέρας κατά τον ίδιο τρόπο. Εφόσον η τάση είναι λογαριθμική συνάρτηση του ρεύματος, θα εξαρτάται επίσης λογαριθμικά και από την ακτινοβολία. Κατά τη διάρκεια της ημέρας επομένως η τάση θα μεταβάλλεται λιγότερο από ότι το ρεύμα. Στο σχεδιασμό της Φ/Β γεννήτριας είναι συνηθισμένο να παραμελείται η μεταβολή της τάσης και να λαμβάνεται το ρεύμα βραχυκυκλώματος ανάλογο προς την ακτινοβολία.

Η λειτουργία μιας βασικής μονάδας θα πρέπει να βρίσκεται όσο το δυνατόν πιο κοντά στο σημείο μέγιστης ισχύος. Είναι ένα σημαντικό γνώρισμα της χαρακτηριστικής της βασικής μονάδας, το ότι η τάση του σημείου μέγιστης ισχύος V_m είναι σχεδόν ανεξάρτητη από την ακτινοβολία. Η μέση τιμή αυτής της τάσης κατά τη διάρκεια της ημέρας μπορεί να εκτιμηθεί στο 80% της τάσης ανοικτού κυκλώματος κάτω από κανονικές συνθήκες ακτινοβολίας. Αυτή η ιδιότητα είναι χρήσιμη για τη σχεδίαση της μονάδας ελέγχου της ισχύος της συσκευής.

Ο χαρακτηρισμός της βασικής Φ.Β. μονάδας συμπληρώνεται με τη μέτρηση της θερμοκρασίας ενός κανονικά λειτουργούντος ηλιακού στοιχείου (NOCT) (Normal Operating Cell Temperature), οριζόμενης ως η θερμοκρασία του ηλιακού στοιχείου, όταν η βασική μονάδα λειτουργεί κάτω από τις ακόλουθες συνθήκες σε ανοικτό κύκλωμα:

- Ακτινοβολία 0,8
- Φασματική κατανομή AM 1,5
- Θερμοκρασία περιβάλλοντος 20°C
- Ταχύτητα ανέμου 1 m/s

Η NOCT (συνήθως μεταξύ 42°C και 46 °C) χρησιμοποιείται τότε για να καθορίσει τη θερμοκρασία του ηλιακού ηλεκτρικού στοιχείου κατά τη διάρκεια της λειτουργίας βασικής μονάδας.

10.1.3 Βαθμός απόδοσης

Ο βαθμός απόδοσης εκφράζει το ποσοστό της ηλιακής ακτινοβολίας που μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια στο φωτοβολταϊκό στοιχείο. Τα πρώτα φωτοβολταϊκά στοιχεία, που σχεδιάστηκαν τον 19ο αιώνα, δεν είχαν παρά 1-2% απόδοση, ενώ το 1954 τα εργαστήρια *Bell Laboratories* δημιούργησαν τα πρώτα Φ/Β στοιχεία πυριτίου με απόδοση 6%. Στην πορεία του χρόνου όλο και αυξάνεται ο βαθμός απόδοσης: η αύξηση της απόδοσης, έστω και κατά μια ποσοστιαία μονάδα, θεωρείται επίτευγμα στην τεχνολογία των φωτοβολταϊκών. Στην σημερινή εποχή ο τυπικός βαθμός απόδοσης ενός φωτοβολταϊκού στοιχείου βρίσκεται στο 13 – 19%, ο οποίος, συγκρινόμενος με την απόδοση άλλου συστήματος (συμβατικού, αιολικού, υδροηλεκτρικού κλπ.), παραμένει ακόμη αρκετά χαμηλός. Αυτό σημαίνει ότι το φωτοβολταϊκό σύστημα καταλαμβάνει μεγάλη επιφάνεια προκειμένου να αποδώσει την επιθυμητή ηλεκτρική ισχύ. Ωστόσο, η απόδοση ενός δεδομένου συστήματος μπορεί να βελτιωθεί σημαντικά με την τοποθέτηση των φωτοβολταϊκών σε ηλιοστάτη. Οι προϋποθέσεις αξιοποίησης των Φ/Β

συστημάτων στην Ελλάδα είναι από τις καλύτερες στην Ευρώπη, αφού η συνολική ενέργεια που δέχεται κάθε τετραγωνικό μέτρο επιφάνειας στην διάρκεια ενός έτους κυμαίνεται από 1400-1800 kWh.

10.1.4 Πλεονεκτήματα / Μειονεκτήματα

Τα φωτοβολταϊκά συστήματα έχουν τα εξής πλεονεκτήματα:

- Τεχνολογία φιλική στο περιβάλλον: δεν προκαλούνται ρύποι από την παραγωγή ηλεκτρικής ενέργειας
- Η ηλιακή ενέργεια είναι ανεξάντλητη ενεργειακή πηγή, διατίθεται παντού και δεν στοιχίζει απολύτως τίποτα
- Με την κατάλληλη γεωγραφική κατανομή, κοντά στους αντίστοιχους καταναλωτές ενέργειας, τα Φ/Β συστήματα μπορούν να εγκατασταθούν χωρίς να απαιτείται ενίσχυση του δικτύου διανομής
- Η λειτουργία του συστήματος είναι ολοσχερώς αθόρυβη
- Έχουν σχεδόν μηδενικές απαιτήσεις συντήρησης
- Έχουν μεγάλη διάρκεια ζωής: οι κατασκευαστές εγγυώνται τα «κρύσταλλα» για 20-30 χρόνια λειτουργίας
- Υπάρχει πάντα η δυνατότητα μελλοντικής επέκτασης, ώστε να ανταποκρίνονται στις αυξανόμενες ανάγκες των χρηστών
- Μπορούν να εγκατασταθούν πάνω σε ήδη υπάρχουσες κατασκευές, όπως είναι π.χ. η στέγη ενός σπιτιού ή η πρόσοψη ενός κτιρίου,
- Διαθέτουν ευελιξία στις εφαρμογές: τα Φ/Β συστήματα λειτουργούν άριστα τόσο ως αυτόνομα συστήματα, όσο και ως αυτόνομα υβριδικά συστήματα όταν συνδυάζονται με άλλες πηγές ενέργειας (συμβατικές ή ανανεώσιμες) και συσσωρευτές για την αποθήκευση της παραγόμενης ενέργειας. Επιπλέον, ένα μεγάλο πλεονέκτημα του Φ/Β συστήματος είναι ότι μπορεί να διασυνδεθεί με το δίκτυο ηλεκτροδότησης (διασυνδεδεμένο σύστημα), καταργώντας με τον τρόπο αυτό την ανάγκη για εφεδρεία και δίνοντας επιπλέον τη δυνατότητα στον χρήστη να πωλήσει τυχόν πλεονάζουσα ενέργεια στον διαχειριστή του ηλεκτρικού δικτύου, όπως ήδη γίνεται στο Φράμπουργκ της Γερμανίας.

Ως μειονέκτημα θα μπορούσε να καταλογίσει κανείς στα φωτοβολταϊκά συστήματα το κόστος τους, το οποίο, παρά τις τεχνολογικές εξελίξεις παραμένει ακόμη αρκετά υψηλό.

Μία γενική ενδεικτική τιμή είναι 2700 ευρώ ανά εγκατεστημένοκιλοβάτ (kW) ηλεκτρικής ισχύος. Λαμβάνοντας υπόψη ότι μια τυπική οικιακή κατανάλωση απαιτεί από 1,5 έως 3,5 κιλοβάτ, το κόστος της εγκατάστασης δεν είναι αμελητέο. Το ποσό αυτό, ωστόσο, μπορεί να αποσβεστεί σε περίπου 5-6 χρόνια και το Φ/Β σύστημα θα συνεχίσει να παράγει δωρεάν ενέργεια για τουλάχιστον άλλα 25χρόνια. Ωστόσο, τα πλεονεκτήματα είναι πολλά, και το ευρύ κοινό έχει αρχίσει να στρέφεται όλο και πιο πολύ στις ανανεώσιμες πηγές ενέργειας και στα φωτοβολταϊκά ειδικότερα, για την κάλυψη ή την συμπλήρωση των ενεργειακών του αναγκών.

10.2 Μπαταρίες

Η **μπαταρία** ή **ηλεκτρικός συσσωρευτής** είναι η συσκευή η οποία αποθηκεύει χημική ενέργεια και την αποδεσμεύει με τη μορφή ηλεκτρισμού. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται ηλεκτροχημικές διατάξεις όπως η γαλβανική στήλη. Η ανάπτυξη των μπαταριών άρχισε με την κατασκευή της Βολταϊκής στήλης από τον [Αλεσάντρο Βόλτα]. Εικάζεται όμως ότι κάποια αντικείμενα, που χρονολογούνται γύρω στο έτος 600 και είναι γνωστά σαν [Μπαταρίες της Βαγδάτης], είχαν χρησιμοποιηθεί τότε για την παραγωγή μικρής ποσότητας ηλεκτρισμού.

Ο συσσωρευτής στην ηλεκτρολογία είναι χημική πηγή ρεύματος, ικανή να αποθηκεύσει ηλεκτρική ενέργεια (αφού τη μετατρέψει σε χημική) και όταν χρειαστεί, να την αποδώσει σε εξωτερικό Ηλεκτρικό κύκλωμα. Αποτελείται από δοχείο κατασκευασμένο από μονωτικό υλικό (εβονίτη, πλαστικό, γυαλί) με ηλεκτρολύτη (οξύ ή άλκαλι), στο οποίο βυθίζονται τα ηλεκτρόδια. Η σύνδεσή τους σε εξωτερικό κύκλωμα προκαλεί σε αυτό διέλευση ρεύματος (εκφόρτιση του ηλεκτρικού συσσωρευτή). Έτσι, στον ηλεκτρικό συσσωρευτή γίνονται χημικές διεργασίες, που έχουν σχέση με τη μετατροπή της χημικής ενέργειας σε ηλεκτρική.

Ο εκφορτισμένος ηλεκτρικός συσσωρευτής φορτίζεται όταν περάσει από αυτόν [συνεχές ρεύμα] από άλλη πηγή, ενώ ταυτόχρονα στον ηλεκτρικό συσσωρευτή γίνονται αντίστροφες χημικές διεργασίες, με τις οποίες η ηλεκτρική ενέργεια μετατρέπεται σε χημική. Ο ηλεκτρικός συσσωρευτής χαρακτηρίζεται από τη χωρητικότητα, δηλ. την ποσότητα του ηλεκτρισμού σε αμπερώρια, που μπορεί ο συσσωρευτής να δώσει στο κύκλωμα που τροφοδοτεί, από τη μέση τάση σε Volt κατά το χρόνο της φόρτισης και εκφόρτισης, από την ειδική ενέργεια κατά βάρος και όγκο, δηλ. την ενέργεια σε βατώρια που παρέχεται κατά την εκφόρτιση από 1 kgf βάρους ή 1 δεκατόμετρο του όγκου του ηλεκτρικού συσσωρευτή, από την απόδοση κατά χωρητικότητα, δηλ. τον λόγο της ποσότητας των αμπερωρίων που αποδίδεται κατά την εκφόρτιση προς την ποσότητα των αμπερωρίων που απορροφάται κατά τη φόρτιση, από την απόδοση κατά ενέργεια (ή βαθμό απόδοσης), δηλ. το λόγο της ενέργειας που αποδίδεται κατά την

εκφόρτιση προς την ενέργεια που απορροφάται κατά τη φόρτιση. Υπάρχουν ηλεκτρικοί συσσωρευτές σε μόνιμη εγκατάσταση (για τις ανάγκες των ηλεκτρικών σταθμών, των τηλεφωνικών και τηλεγραφικών σταθμών, των ραδιοσταθμών κ.ά.) και φορητοί (για τροφοδότηση κινητών ραδιοσυσκευών και συσκευών ενσύρματης επικοινωνίας, αυτοκινήτων, αεροπλάνων κ.ά.).

Ευρεία χρήση έχουν (κυρίως σε μόνιμες εγκαταστάσεις) οι ηλεκτρικοί συσσωρευτές **μόλυβδου - οξέος**, στους οποίους σαν ηλεκτρολύτης χρησιμοποιείται διάλυμα θειικού οξέος με πυκνότητα 1,18- 1,29 gr/cm³ και σαν ηλεκτρόδια το διοξείδιο του μόλυβδου PbO₂ και ο σπογγώδης μόλυβδος. Οι μέσες τάσεις είναι κατά την εκφόρτιση 1,98 V και κατά τη φόρτιση 2,4 V. Σαν φορητοί ηλεκτρικοί συσσωρευτές, χρησιμοποιούνται συχνά οι αλκαλικοί συσσωρευτές, που έχουν μεγαλύτερη μηχανική αντοχή. Αυτοί δεν έχουν κατά τη λειτουργία επιζήμιες εξατμίσεις και είναι απλούστεροι στη χρησιμοποίησή τους από τους ηλεκτρικούς συσσωρευτές οξέος.

Μπαταρίες νικελίου, στους οποίους σαν ηλεκτρολύτης χρησιμοποιείται διάλυμα καυστικού καλίου, σαν θετικό ηλεκτρόδιο οξείδια νικελίου σε μείγμα με γραφίτη και σαν αρνητικό ηλεκτρόδιο ρινίσματα σιδήρου ή καδμίου σε μείγμα με σπογγώδη σίδηρο. Οι μέσες τάσεις φόρτισης είναι αντίστοιχα: 1,74 V και 1,65 V. Στα αεροπλάνα χρησιμοποιούνται πολύ οι αλκαλικοί ηλεκτρικοί συσσωρευτές αργύρου - ψευδαργύρου και αργύρου-καδμίου. Τα πλεονεκτήματά τους είναι η μεγάλη ειδική ενέργεια και η ικανότητα να λειτουργούν σε ερμητικά κιβώτια και σε ύψος (με χαμηλή [θερμοκρασία] και [πίεση]). Το μειονέκτημά τους είναι ότι έχουν κόστος 4-10 φορές μεγαλύτερο από τους ηλεκτρικούς συσσωρευτές μόλυβδου-οξέος. Οι αλκαλικοί ηλεκτρικοί συσσωρευτές χρησιμοποιούνται επίσης, σε όργανα βαρηκοΐας κ.α. Για τη λήψη μεγάλων τάσεων και ρευμάτων οι ηλεκτρικοί συσσωρευτές συνδέονται σε συστοιχίες.

10.3 Τροφοδοσία Arduino

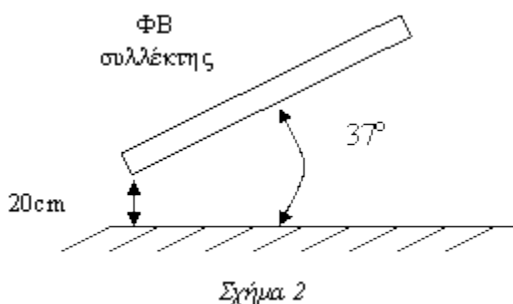
Για την τροφοδοσία του εφαρμογής θα χρησιμοποιηθεί η ηλιακή ενέργεια η οποία είναι άφθονη και δεν κοστίζει. Μέσω ενός φωτοβολταϊκού πάνελ ,ενός ρυθμιστή και μίας μπαταρίας θα λυθεί το πρόβλημα της ενεργειακής κατανάλωσης ,που χρειάζεται ο arduino, όπου είναι ο καλύτερος και οικονομικότερος τρόπος για να εξασφαλισθεί αυτό. Δεν χρειάζεται λοιπόν στο σημείο που θα εγκατασταθεί το σύστημα να υπάρχει ρεύμα, σταθερή τηλεφωνία αλλά ούτε και internet. Είναι ένα πλήρως αυτόνομο σύστημα που εγγυάται την ασφαλή μετάδοση δεδομένων σε οποιοδήποτε απομακρισμένο σημείο και αν βρίσκεται εγκατεστημένο.

10.3.1 Πριν την τοποθέτηση

Πριν την εγκατάσταση πρέπει να είναι σίγουρο ότι η τοποθεσία που έχει επιλεγεί για το σύστημα είναι η απολύτως κατάλληλη. Ο συλλέκτης δεν πρέπει να σκιάζεται μερικές ή όλες τις ώρες της ημέρας από δέντρα ή κτίσματα καθώς η απόδοση του συστήματος μειώνεται σημαντικά. Εάν το σύστημα τοποθετηθεί σε ταράτσα ή σκεπή, πρέπει να βεβαιωθεί ότι δεν σκιάζεται από άλλα ψηλότερα κτίρια.

Ο συσσωρευτής και ο ρυθμιστής φόρτισης πρέπει να τοποθετηθεί σε κλειστό χώρο που αερίζεται επαρκώς και δεν έχει υγρασία.

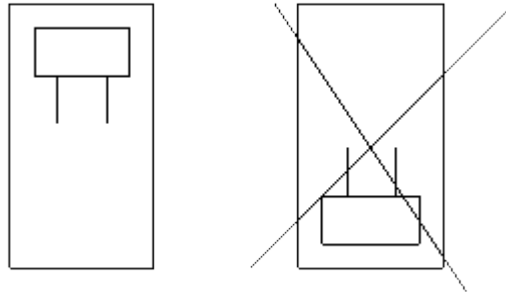
Τοποθέτηση συλλέκτη



Ο συλλέκτης πρέπει να τοποθετείται σε συγκεκριμένη κλίση με κατεύθυνση προς το Νότο.

Αν η κλίση του συλλέκτη διατηρείται σταθερή καθ' όλη την διάρκεια του έτους, τότε πρέπει να είναι τέτοια ώστε να λαμβάνει μέγιστη ακτινοβολία κατά τις περιόδους χαμηλής ηλιοφάνειας. Συγκεκριμένα για τον Ελλαδικό χώρο πρέπει να είναι περίπου 37° .

Εάν υπάρχει δυνατότητα ρύθμισης της κλίσης, η κλίση πρέπει να είναι περίπου 45° το χειμώνα και 30° το καλοκαίρι.



Ο συλλέκτης πρέπει πάντα να τοποθετείται όρθιος έτσι ώστε το κουτί σύνδεσής του που βρίσκεται στην πίσω όψη του, να είναι ψηλά και να αποφεύγεται η κατακράτηση νερού. Πρέπει να είναι βέβαιο ότι το κουτί σύνδεσης είναι απόλυτα στεγανοποιημένο μετά την πραγματοποίηση της σύνδεσης.

Ο συλλέκτης είναι καλό να βρίσκεται τουλάχιστον 20 cm από το έδαφος έτσι ώστε να επιτυγχάνεται καλύτερος αερισμός και ο συλλέκτης να είναι πιο αποδοτικός.

10.3.2 Ηλιακό Πάνελ



Ηλιακό Πάνελ

Το συγκεκριμένο πάνελ είναι αδιάβροχο και ανθεκτικό στις γρατσουνιές. Χρησιμοποιούνται υψηλής απόδοσης μονοκρυσταλλικά κύτταρα. Είναι πολύ υψηλής ποιότητας και προτείνετε για έργα που θα εκτεθούν στην ύπαιθρο.

Χαρακτηριστικά

Επωνυμία : DOSOLAR

Αριθμός Μοντέλου: DS-M10(12)

Υλικό Κατασκευής: MonocrystallineSilicon (Μονοκρυσταλλικήσιλικονη)

Διαστάσεις : 300x300x17mm

Μεγίστη Ισχύς : 10W

Αριθμός κύτταρων: 12 Pcs (2x6)

Πλαίσιο: Κράμα Αλουμινίου

Προστασία: Από Υγρασια και Οξυδωση

Πιστοποιήσεις : TUV,IEC,CE,CEC

Εγγύηση: 25 χρόνια

Χωρά προέλευσης: Zhejiang, China

10.3.3 Ρυθμιστής Φόρτισης (Charge Regulator)

Ο ρυθμιστής φόρτισης, που επίσης λέγεται “αυτόματος” ή “κόφτης” ή “chargeregulator”, είναι απαραίτητο όργανο για να προστατεύει τους συσσωρευτές (μπαταρίες) από υπερβολική φόρτιση και πολλές φορές υπερβολική εκφόρτιση. Παρεμβάλλεται μεταξύ του φωτοβολταϊκού συλλέκτη και του συσσωρευτή.

Όταν η μπαταρία δεν μπορεί και δεν πρέπει να δεχθεί περισσότερη ηλεκτρική φόρτιση, ο ρυθμιστής φόρτισης διακόπτει τη ροή του ρεύματος προς τον συσσωρευτή κι έτσι δεν “σκάει”.

Επίσης, αν οι ηλεκτρικές συσκευές είναι συνδεδεμένες με το ρεύμα του συσσωρευτή και ο συσσωρευτής δεν πρέπει να αδειάσει περισσότερο, γιατί τα στοιχεία του θα υποστούν ζημιά, ο ρυθμιστής φόρτισης διακόπτει το ρεύμα προς τις συσκευές και προστατεύει τον συσσωρευτή από αλλοίωση.

Ο ρυθμιστής που είναι κατάλληλος να χρησιμοποιηθεί στο σύστημα θα πρέπει να είναι 6Volt όσο και το πάνελ που θα χρησιμοποιηθεί.



Solar Charge Regulator

Ο ρυθμιστής φόρτισης 6V παίρνει την αβέβαιη τάση που παράγεται από τους ηλιακούς συλλέκτες και προϋποθέτει ασφαλή φόρτιση της μπαταρίας χωρίς να προκαλέσει ζημιά από υπερφόρτιση ή αποφόρτιση. Μια συσκευή 6v (arduino) μπορεί στη συνέχεια να συνδεθεί με τον ρυθμιστή όπου κατά την διάρκεια της ημέρας θα παίρνει απευθείας τροφοδοσία από το πάνελ ,ενώ κατά την διάρκεια της νύχτας θα την τροφοδοτεί η μπαταρία.

Χαρακτηριστικά:

Χωρά προέλευσης: ZhejiangChina

Αριθμός Μοντέλου: SCC1A/2A/3A 6V

Ενδείκνυται : SolarSystemController

Ονομαστική τάση: 6V

Μέγιστο ρευμα:3A

100% solid state: PWM duty cycle

LED ένδειξης: Αδιάβροχη

10.3.4 Μπαταρία

Η μπαταρία που θα χρησιμοποιηθεί θα πρέπει να είναι 6Volt τόσο δηλαδή και ο ρυθμιστής φόρτισης.



Η ωφέλιμη ζωή της μπαταρίας ποικίλει τύπου ανάλογα με την χρήση . Κατά μέσον όρο η τύπου gel που θα χρησιμοποιήσουμε μπορεί να αποφορτιστεί πλήρως και να επαναφορτιστεί περίπου 750 φορές .Πρέπει να γίνετε τακτική επαναφόρτιση μίας μερικώς αποφορτισμένης μπαταρίας για να αυξηθεί η διάρκεια ζωής της.

Χαρακτηριστικά:

ΜΠΑΤΑΡΙΑ ΑΝΟΙΧΤΟΥ ΤΥΠΟΥ ΜΕ ΥΓΡΑ ΤΡΟJΑΝ Τ605 210ΑΗ 6V

ΔΙΑΣΤΑΣΕΙΣ: 264X181X276

ΒΑΡΟΣ: 26Kg

ΕΙΔΟΣ ΠΟΛΟΥ: LPT

175Ah στουςC°5

210Ah στους C°20

230Ah στους C°100

Λεπτά εκφόρτησης 383 στα 25Ah και 105 στα 75Ah

10.3.5 Χρονική Αυτονομία

Εφόσον η μπαταρία έχει χωρητικότητα 210 Amh αυτό σημαίνει ότι θα μπορούσαν να καταναλώνονται 210 Amber για 1 ώρα συνεχόμενα. Όμως ο arduino και το GSMshield καταναλώνει 2 Amber άρα:

$$210A \times 1\text{hour} / 2 A = 105 \text{ hours} \leftrightarrow$$

$$\leftrightarrow \text{Days: } 105 \text{ hours} / 24 = 4.375 \text{ days}$$

Η μπαταρία που επιλέχθηκε έχει διάρκεια περίπου 4,5 ημερών συνεχής χρήσης και με πλήρη συσκότιση.

10.3.6 Συνδεσμολογία τροφοδοτικής διάταξης

Οι συνδέσεις πρέπει να είναι απόλυτα σταθερές. Αν είναι απαραίτητο πρέπει να μπει σιλικόνη στις επαφές.

Ακλουθούμε τα παρακάτω βήματα

ΠΡΟΣΟΧΗ!!!

Βήμα 1

Πρέπει να συνδεθεί πρώτα ο συσσωρευτής στον ρυθμιστή φόρτισης σύνδεση θα είναι παράλληλη , δηλαδή (+) με (+), (-) με (-).

Βημα 2

Στην συνέχεια πρέπει να συνδεθούν οι συλλέκτες(πάνελ) στον ρυθμιστή φόρτισης. Πάντα προσοχή στην πολικότητα, (+) με (+), (-) με (-).

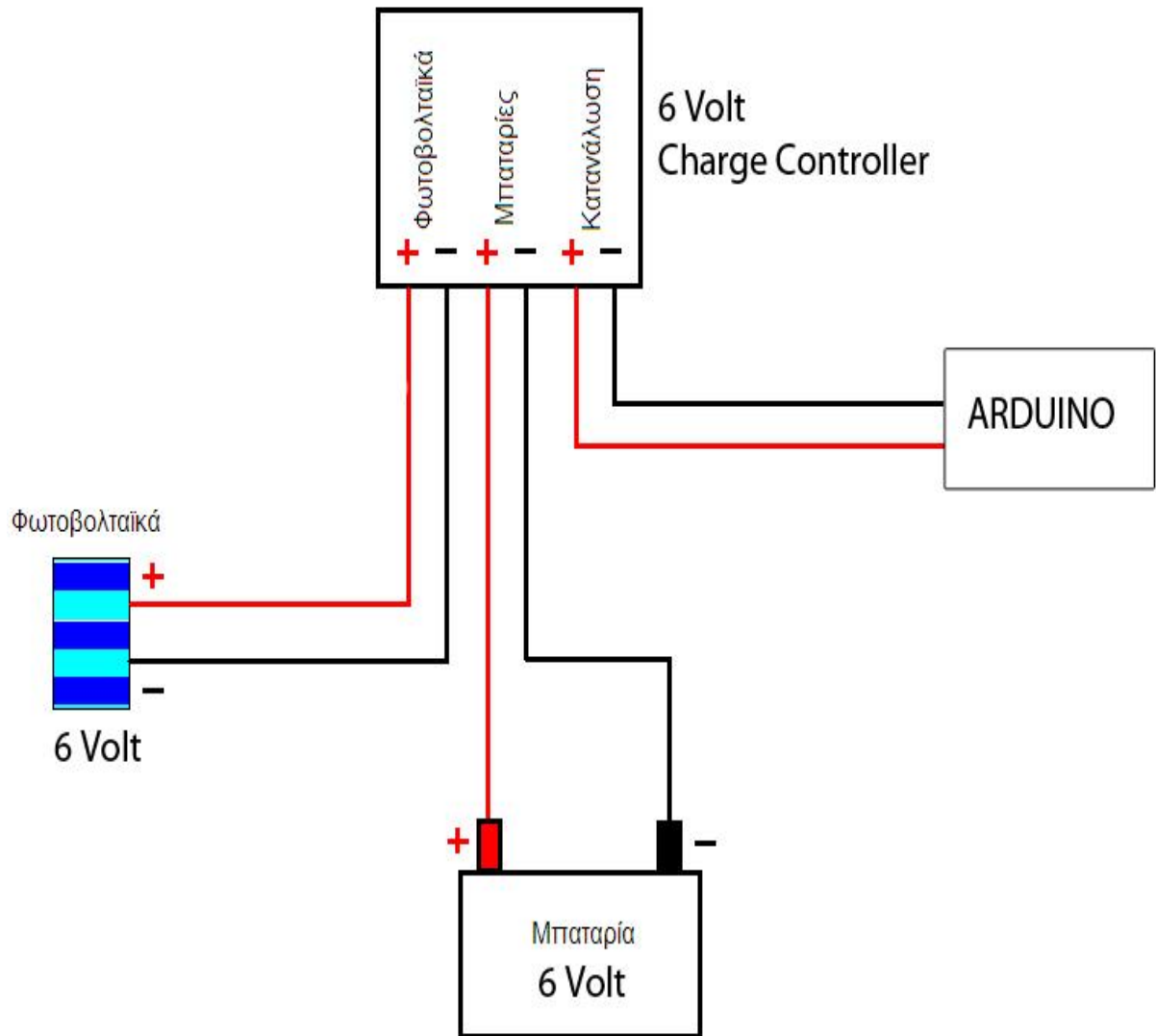
Βήμα 3

Τέλος συνδέεται στον ρυθμιστή φόρτισης το φορτίο 6V(arduino), προσέχοντας την πολικότητα.

Πρέπει να τηρηθούν ακριβώς τα βήματα διότι στην περίπτωση που συνδεθούν πρώτα τα φ/β τότε υπάρχει πιθανότητα βλάβης στον ρυθμιστή.

Σημείωση: Η πτώση τάσης για συστήματα 6V δεν πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 0,3V.

Το **σχεδιάγραμμα συνδεσμολογίας** που προκύπτει είναι:



11. ΤΕΛΙΚΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗ

Σκοπός

Το τηλεμετρικό σύστημα που θα υλοποιηθεί έχει ως σκοπό την λήψη περιβαλλοντολογικών μεγεθών στην περιοχή των Ασπραγγελων και την αποστολή και την καταγραφή των δεδομένων αυτών στην περιοχή των Άνω Πεδινών.

11.1 Κατασκευή

Για την κατασκευή του θα χρησιμοποιηθούν ανά περιοχή τα εξής εξαρτήματα:

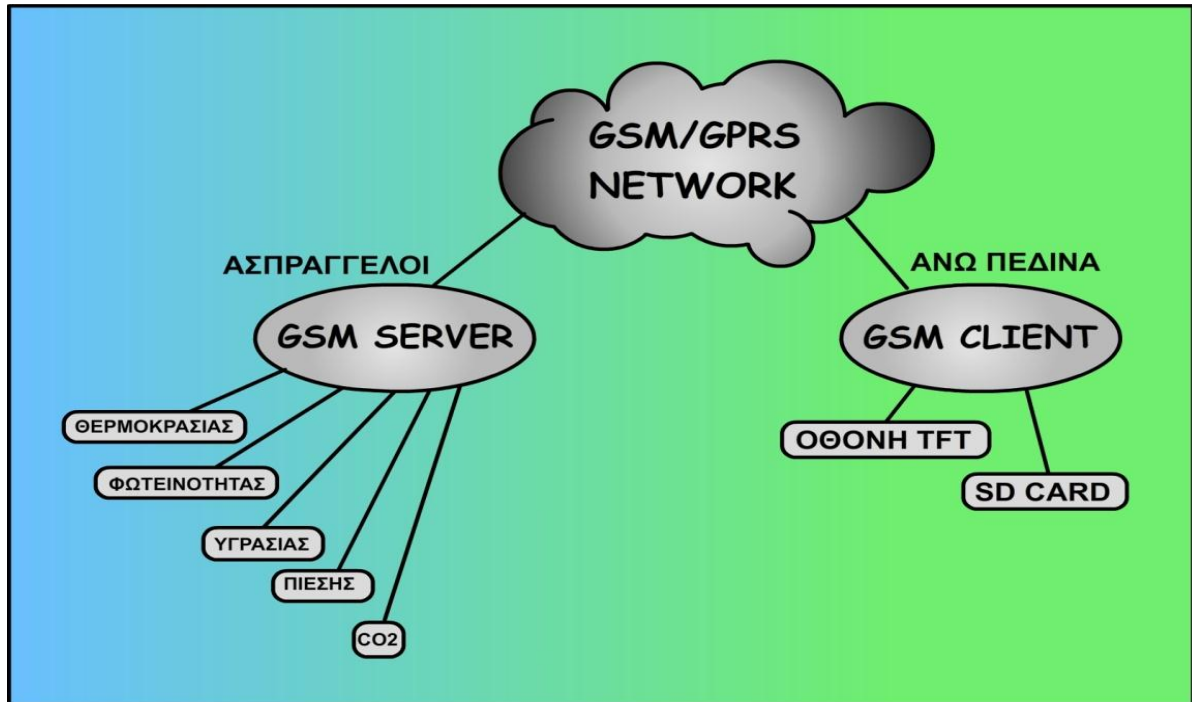
ΑΣΠΡΑΓΓΕΛΟΙ (Server)

1. Arduino Uno (μικροελεγκτης)
2. Arduino GSM/GPRS Shield (GSM μόντεμ)
3. Αισθητήριο Θερμοκρασίας LM35
4. Αισθητήριο Υγρασίας HIH-4030
5. Αισθητήριο Ατμοσφαιρικής Πίεσης SPX-3058D
6. Αισθητήριο Φωτεινότητας LDR
7. Αισθητήριο διοξειδίου του άνθρακα (CO2) SEN-0159
8. Κάρτα SIM
9. Αυτονομία Τροφοδοσίας
 - Φ/Β πάνελ DS-M10
 - Ρυθμιστής φόρτισης SCC 1A/2A/3A
 - Μπαταρία TROJAN T605 210AH 6V

ΑΝΩ ΠΕΔΙΝΑ (Client)

1. Arduino Uno (μικροελεγκτης)
2. Arduino GSM/GPRS Shield (GSM μόντεμ)
3. Arduino TFT Screen(οθόνη απεικόνισης) + Υποδοχή SD card
4. SD card(κάρτα μνήμης)
5. Κάρτα SIM
6. Αυτονομία Τροφοδοσίας
 - Φ/Β πάνελ DS-M10
 - Ρυθμιστής φόρτισης SCC 1A/2A/3A
 - Μπαταρία TROJAN T605 210AH 6V

Στο παρακάτω σχήμα απεικονίζεται η **τηλεμετρική διάταξη** που θα υλοποιηθεί:



11.1.1 Ειδικές Παράμετροι

Για τις ανάγκες του συστήματος θα χρησιμοποιηθούν και στις δυο περιοχές το τηλεπικοινωνιακό δίκτυο κινητής τηλεφωνίας του παρόχου Vodafone. Για πρόσβαση στο GPRS δίκτυο, πρέπει να είναι γνωστό το **APN**, το **username** και το **password** που μας δίνει ο παροχος στην ιστοσελίδα (http://forums.pinstack.com/f24/tcp_apn_wap_gateway_port_carrier_settings-360/).

Δίνονται τα παρακάτω:

VODAFONE Greece
 APN address: internet.vodafone.gr
 Username : guest
 Password : guest

Μόλις φορτωθούν οι παρακάτω κώδικες ο GSM Server(Ασπραγγελοι) θα πρέπει να εμφανίσει στην σειριακή οθόνη την IP διεύθυνση του. Εάν εισάγουμε αυτήν την IP που παίρνουμε από το monitor στον κώδικα του GSMclient(Ανω πεδινά), τότε θα πρέπει να εμφανίζονται στην TFT οθόνη οι τιμές των αισθητήριων όπου βρίσκονται συνδεδεμένα στις αναλογικές εισόδους του server (A0-A5).

Έστω ότι (οι παρακατω ενδεικτικές τιμές τοποθετούνται στον κώδικα):

- η IP του server είναι: 128.117.6.10
- Το PIN1(server): 5555
- Το PIN2(client): 7777

11.2 ΤΕΛΙΚΟΙ ΚΩΔΙΚΕΣ ΤΟΥ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ

11.2.1 ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ ΜΕΣΩ GPRS ΣΥΝΔΕΣΗΣ

11.2.1.1 CLIENT

```

#include <GSM.h>
#include <SD.h>
// PIN Number
#define "7777"// PIN2

// APN data
#define GPRS_APN      "internet.vodafone.gr"// replace your
GPRS APN
#define GPRS_LOGIN   "guest "// replace with your GPRS
login
#define GPRS_PASSWORD "guest "// replace with your GPRS
password

// καθορισμός pin για τον uno
#define cs  10
#define dc  9
#define rst  8
// Arduino LCD library
#include <TFT.h>
#include <SPI.h>

// initialize the GSM library instance
GSMClient client;
GPRS gprs;
GSM gsmAccess; // include a 'true' parameter for debug
enabled

// create an instance of the TFT library
TFT TFTscreen = TFT(cs, dc, rst);

// URL, path & port of server
char server[] = "128.117.6.10";
char path[] = "/";
int port = 80; // 80 for HTTP
char keimeno[22]; // XRISIMEUEI STO TFT
constint chipSelect = 4; // XRISIMEUEI STO SD CARD

```

```

void setup()
{
    //****TO SET UP GIA TON CLIENT****

    // initialize serial communications
    Serial.begin(9600);
    Serial.println("Starting Arduino web client.");
    // connection state
    boolean notConnected = true;

    // Start GSM shield
    // If your SIM has PIN, pass it as a parameter of begin()
    in quotes
    //στην while θα ελεγχουμε εαν υπαρχει συνδεση
    while(notConnected)
    {
        if((gsmAccess.begin(PINNUMBER)==GSM_READY) &
            (gprs.attachGPRS(GPRS_APN, GPRS_LOGIN,
GPRS_PASSWORD)==GPRS_READY))
            notConnected = false;
        else
        {
            Serial.println("Not connected");
            delay(1000);
        }
    }
    Serial.println("connecting...");

    // if you get a connection, report back via serial:
    if (client.connect(server, port))
    {
        Serial.println("connected");
        // Make a request:
        client.print("GET ");
        client.print(path);
        client.println();
    }
    else
    {
        // if you didn't get a connection to the server:
        Serial.println("connection failed");
    }

    //****TO SET UP GIA TO TFT****

    TFTscreen.begin();

    // καθαρισμος οθονης με μαυρο φοντο
    TFTscreen.background(0, 0, 0);

```

```

// επιλογή χρωματος κειμενου το ασπρο
TFTscreen.stroke(255,255,255);

//επιλογημεγεθουςγραμματοσειρας
TFTscreen.setTextSize(2);

// επιλογή σημειου εκκινησης εγγραφης
TFTscreen.text("Sensor Value :\n ",0,0);

// αλλαγη μεγεθους γραμματοσειρας
TFTscreen.setTextSize(5);

////**TO SET UP GIA TO SD CARD**////

Serial.print("Initializing SD card...");
// make sure that the default chip select pin is set to
// output, even if you don't use it:
pinMode(10, OUTPUT);

// see if the card is present and can be initialized:
if (!SD.begin(chipSelect)) {
  Serial.println("Card failed, or not present");
  // don't do anything more:
  return;
}
Serial.println("card initialized.");
}

voidloop()
{
  //καταγραφη στην SD
  File dataFile = SD.open("datalog.txt", FILE_WRITE);
  if (client.available())
  {
    Int i=0;
    While(i<5)
    {
      char c = client.read();
      Serial.print(c);
      If (c=='>')
      {
String command = get();

```

```

command.toCharArray(keimeno, 22); //convert the
reading(string) to a char array
    TFTscreen.text(keimeno, i, 20); //εμφανιση στην οθονη
    i++;
if (dataFile)
    {
    dataFile.println(command); //εγγραφη στο ανοιγμενο
αρχειο
    dataFile.close();          κλεισιμο και αποθηκευση αρχειου

        }// kleisimo tis if(datafile)
    } //kleisimo tis If(c='>')
} //kleisimo tis while

Delay(20000); //για να παραμεινουν τα dedomena

//stin tft 20 sec molis emfanistoun

}
//kleisimo tis if (client available)

// if the server's disconnected, stop the client:
if (!client.available() && !client.connected())
{
    Serial.println();
    Serial.println("disconnecting.");
    client.stop();

    // do nothing forevermore:
    for(;;)
        ;
}
}

//η συναρτηση get περνει καθε byte απο τη σειριακη
//και το κανει μια λεξη τυπου sting

String get()
{
    char data[22]; // A character array to store received
bytes
    int index = 0; // Stores the next 'empty space' in the
array

    while(Serial.available() > 0) //διαφορο του μηδεν

        // δηλαδη υπαρξη bytes στο
        //buffer
    {

```



```

    data[index] = Serial.read(); // Add the incoming byte to
//the array
    index++; // Ensure the next byte is added in the next
//position
}

return data;

Serial.flush(); // Clear the serial buffer
data[0] = ' \0';
}

```

11.2.1.2 SERVER

```

// libraries
#include <GSM.h>

// PIN Number
#define "5555 " //PIN1

// APN data
#define GPRS_APN          " internet.vodafone.gr "// replace
your GPRS APN
#define GPRS_LOGIN       "guest"// replace with your GPRS
login
#define GPRS_PASSWORD    "guest"// replace with your GPRS
password

//για το CO 2
#define          MG_PIN          (0)
#define          DC_GAIN         (8.5)
#define          READ_SAMPLE_INTERVAL (50)
#define          READ_SAMPLE_TIMES (5)
#define          ZERO_POINT_VOLTAGE (0.220)
#define          REACTION_VOLTAGE (0.020)

// initialize the library instance
GPRS gprs;
GSM gsmAccess; // include a 'true' parameter for debug
enabled
GSMServer server(80); // port 80 (http default)

```

```

// timeout
const unsigned long __TIMEOUT__ = 10*1000;

///***metavlites gia aisthitirio thermokrasias*****

float temp;
// Βάζουμε το επιθυμητή αναλογική εισοδο (A0)
int tempPin = 0;

///metavlites ygrasias

//ορίζουμε σε ποια εισοδο θα στέλνουμε τις μετρησεις
int HIH4030_Pin = A1;

///metavlites pieshs

int vOutMinus;
int vOutPlus;
int x;
int pressure_mbar;
int pressure_kPa;

///metavlites fwteinothtas

//το αισθητήριο και η αντιστάση συνδεονται με το A4
int photocellPin = 4;
//δηλωση τιμης του αισθητηριου

int photocellReading;

//METAVLITES CO 2

float CO2Curve[3] =
{ (2.602, ZERO_POINT_VOLTAGE, (REACTION_VOLTAGE / (2.602-3))) };

void setup()
{
  // initialize serial communications
  Serial.begin(9600);

```

```

// connection state
boolean notConnected = true;
// Start GSM shield
// If your SIM has PIN, pass it as a parameter of begin()
in quotes
//ελεγχος για συνδεσιμότητα
while(notConnected)
{
  if((gsmAccess.begin(PINNUMBER)==GSM_READY) &
    (gprs.attachGPRS(GPRS_APN, GPRS_LOGIN,
GPRS_PASSWORD)==GPRS_READY))
    notConnected = false;
  else
  {
    Serial.println("Not connected");
    delay(1000);
  }
}

Serial.println("Connected to GPRS network");

// start server
server.begin();

//GetIP. εμφανισηIPστηνσειριακη
IPAddress LocalIP = gprs.getIPAddress();
Serial.println("Server IP address=");
Serial.println(LocalIP);
}

voidloop() {

///***για thermokrasia
SensorValue = analogRead(tempPin);
temp = SensorValue * 0.48828125;

///***για ygrasia

//καλουμε συναρτηση που εχουμε ορισει εκτος setup()
float relativeHumidity= getHumidity(temp);

///***για piesh

vOutPlus = analogRead(2);
vOutMinus = analogRead(3);

//ευρεση διαφορας εισοδων

```

```

//και προσθεση του offset

x = (vOutMinus-vOutPlus) + 5;

//κανονικοποιηση των μετρησεων
//βασει των data sheets

if (x > 0)
    pressure_mbar = (x*5) + (x*x/13);
else
    pressure_mbar = (x*4) - (x*x/24);

///**για fwteinothta

//αναγνωση της τιμης
photocellReading = analogRead(photocellPin);

    //GIA CO 2
    int percentage;
    float volts;
    volts = MGRRead(MG_PIN);
    percentage = MGGetPercentage(volts,CO2Curve);

// listen for incoming clients
GSM3MobileClientService client = server.available();

if (client)
{
    while (client.connected())
    {
        if (client.available())
        {
            Serial.println("Receiving request!");
            bool sendResponse = false;
            while(char c=client.read()) { //αναγνωση του
//request
                if (c == '\n') sendResponse = true; //τελειωσε ενα
//request
            }

            // if you've gotten to the end of the line (received a
            newline
            // character)

```

```

        if (sendResponse)           //εφοσον εχει τελειωσει καθε
//request
        {                           //γινεται αληθης και στελνει
//μετρησεις

        //ektiponoume tin thermokrasia

        client.print("temperature_is:");
        client.print(temp);
        client.print("_C");
        client.print(">");

        //ektiponoume tin ygrasia

        client.print("Humidity_is:");
        client.print(relativeHumidity);
        client.print("_%");

        client.print(">");

        //EKTIPONOUME TIN PIESI SE mbar

        client.print("pressure_is:");
        client.print(pressure_mbar);
        client.print("_mbar");

        client.print(">");

        //ektiponoume tin fwteinothta

        client.print("BRIGHTNESS_is:");
        client.print(photocellReading);

        if (photocellReading < 10) {
            Client.print ("-απολυτο_σκοταδι>");
        }
        elseif (photocellReading < 200) {
            Client.print ("-Φεγγαροφωτο>");
        }
        elseif (photocellReading < 500) {
            Client.print ("-Πολύ_συννεφια>");
        }
        elseif (photocellReading < 800) {
            Client.print ("-Αραιή_συννεφια>");
        }
        else {
            Client.print ("-Ηλιοφανεια>");
        }

```

```

}

//ΕΚΤΙΠΩΝΟΥΜΕ ΤΟ CO 2

    Client.print ("CO2_is:");

    Client.print (percentage);

    Client.print ("_ppm>");

        //necessary delay
        delay(1000);
        client.stop();
    }
}
}
}
Delay(60000); //καθυστηρηση ενος λεπτου
}

//ορισμος της getHumidity()

float getHumidity(float degreesCelsius)
{
//τροφοδοσια του αισθητηριου από Vcc
float supplyVolt = 5.0;

//διαβαζει το sensorHIH4030_value
int HIH4030_Value = analogRead(HIH4030_Pin);

//το μετατρεπει σεταση
float voltage = HIH4030_Value/1023. * supplyVolt;

//η κανονικοποιηση της μετρησης δινεται από τα data sheets
float sensorRH = 161.0 * voltage / supplyVolt - 25.8;

//συσχετιζει την θερμοκρασια με την μετρηση
//του αισθητηριου HIH4030
float trueRH = sensorRH / (1.0546 - 0.0026 * degreesCelsius);

//επιστρεφει την σχετικη υγρασια
return trueRH;
}

```

```

}
//orismos MGRead
float MGRead(int mg_pin)
{
    int i;
    float v=0;

    for (i=0;i<READ_SAMPLE_TIMES;i++) {
        v += analogRead(mg_pin);
        delay(READ_SAMPLE_INTERVAL);
    }
    v = (v/READ_SAMPLE_TIMES) *5/1024 ;
    return v;
}

// orismos tis MGGetPercentage

int MGGetPercentage(float volts, float *pcurve)
{
    if ((volts/DC_GAIN )>=ZERO_POINT_VOLTAGE) {
        return -1;
    } else {
        return pow(10, ((volts/DC_GAIN) -
pcurve[1])/pcurve[2]+pcurve[0]));
    }
}

```

11.2.2 ΕΠΙΚΟΙΝΩΝΙΑ ΜΕΣΩ SMS ΜΗΝΥΜΑΤΩΝ

Σημείωση: Κατά την αποστολή μέσω μηνυμάτων δεν απαιτείται η γνώση της IP address του Server, καθώς δεν χρησιμοποιείται GPRS δίκτυο.

11.2.2.1 ΑΠΟΣΤΟΛΕΑΣ

```
#include<GSM.h>
#define "5555" //pin1
GSM gsmAccess;
GSM_SMS sms;

//gia to CO 2

#define          MG_PIN                (0)
#define          DC_GAIN                (8.5)
#define          READ_SAMPLE_INTERVAL  (50)
#define          READ_SAMPLE_TIMES     (5)
#define          ZERO_POINT_VOLTAGE    (0.220)
#define          REACTION_VOLTAGE      (0.020)

Char remoteNumber[
]={'0','0','3','0','6','9','8','3','2','2','5','6','7','8'};

///***metavlites gia aisthitirio thermokrasias*****
floattemp;
// Βάζουμε το επιθυμητη αναλογικη εισοδο (A0)
inttempPin = 0;

///metavlites ygrasias
//οριζουμε σε ποια εισοδο θα στελνουμε τις μετρησεις
int HIH4030_Pin = A1;

///metavlites pieshs

int vOutMinus;
int vOutPlus;
int x;
int pressure_mbar;
int pressure_kPa;

///metavlites fwteinohtas
```



```

//το αισθητήριο και η αντιστάση συνδεονται με το A4
int photocellPin = 4;
//δηλωση τιμης του αισθητηριου

int photocellReading;

//metavlites CO 2
float CO2Curve[3] =
{(2.602, ZERO_POINT_VOLTAGE, (REACTION_VOLTAGE / (2.602 - 3)))};

Void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("SMS Messages Sender");

  Boolean notConnected = true;
  While(notConnected)
  {
    If(gsmAccess.begin(PINNUMBER) == GSM_READY)
    {
      notConnected = false;
    }
    Else
    {
      Serial.println("notConnected");
      Delay(1000); //ο αριθμός 1000 αντιπροσωπεύει 1sec
    }
  }
  Serial.println("GSM starts connecting")
} //kleinoume tin set up

Void loop()
{

  ///**για thermokrasia
  SensorValue = analogRead(tempPin);
  temp = SensorValue * 0.48828125;

  ///**για ygrasia

  //καλούμε συνάρτηση που έχουμε ορίσει εκτός setup()
  float relativeHumidity = getHumidity(temp);

  ///**για plesh

  vOutPlus = analogRead(2);
  vOutMinus = analogRead(3);

```

```

//ευρεση διαφορας εισοδων
//και προσθεση του offset

x = (vOutMinus-vOutPlus) + 5;
//κανονικοποιηση των μετρησεων
//βασει των data sheets

if (x > 0)
    pressure_mbar = (x*5) + (x*x/13);
else
    pressure_mbar = (x*4) - (x*x/24);

///**για fwteinothta

//αναγνωση της τιμης
photocellReading = analogRead(photocellPin);

//se poion arithmo tha stelnei to sms
Sms.beginSMS(remoteNumber);

//GIA CO 2

int percentage;
float volts;
volts = MGRead(MG_PIN);
percentage = MGGetPercentage(volts,CO2Curve);

//ektipwnoume tin thermokrasia
Sms.print("temperature_is:");
Sms.print(temp);
Sms.print(">");

//ektipwnoume tin ygrasia
Sms.print("humidity_is:");
Sms.print(relativeHumidity);
Sms.print(">");

//ektipwnoume tin piesh
Sms.print("pressure_is:");
Sms.print(pressure_mbar);
Sms.print(">");

//ektipwnoume tin fwteinotita
Sms.print("BRIGHTNESS _is:");
Sms.print(photocellReading);

        if (photocellReading < 10) {
            sms.print ("-απολυτο_σκοταδι>");
        }
        elseif (photocellReading < 200) {

```

```

        sms.print ("-Φεγγαροφωτο>");
    }
    elseif (photocellReading < 500) {
        sms.print ("-Πολύ_συννεφια>");
    }
    elseif (photocellReading < 800) {
        sms.print ("-Αραιή_συννεφια>");
    }
    else {
        sms.print ("-Ηλιοφανεια>");
    }
}

//ektipwnoume CO 2
    sms.print ("CO2_is:");

    sms.print (percentage);

    sms.print ("_ppm>");

//aposteloume to sms
Sms.endSMS()
//to stelnoume kathe 5 lepta
Delay(300000); //5min x 60sec x 1000
Seria.println("Sending was complete")

} //kleinoume tin void loop

float getHumidity(float degreesCelsius)
{
    //τροφοδοσια του αισθητηριου από Vcc
    float supplyVolt = 5.0;

    //διαβαζει το sensorHIH4030_value
    int HIH4030_Value = analogRead(HIH4030_Pin);

    //το μετατρεπει σε τάση
    float voltage = HIH4030_Value/1023. * supplyVolt;

    //η κανονικοποιηση της μετρησης δινεται από τα data sheets
    float sensorRH = 161.0 * voltage / supplyVolt - 25.8;

    //συσχετιζει την θερμοκρασια με την μετρηση
    //του αισθητηριου HIH4030
    float trueRH = sensorRH / (1.0546 - 0.0026 * degreesCelsius);

    //επιστρεφει την σχετικη υγρασια
    return trueRH;
}

```

```

// sinartisi MGREAD
float MGRead(int mg_pin)
{
    int i;
    float v=0;

    for (i=0;i<READ_SAMPLE_TIMES;i++) {
        v += analogRead(mg_pin);
        delay(READ_SAMPLE_INTERVAL);
    }
    v = (v/READ_SAMPLE_TIMES) *5/1024 ;
    return v;
}

//SINARTISI MGGETPERCENTAGE

int MGGetPercentage(float volts, float *pcurve)
{
    if ((volts/DC_GAIN )>=ZERO_POINT_VOLTAGE) {
        return -1;
    } else {
        return pow(10, ((volts/DC_GAIN)-
pcurve[1])/pcurve[2]+pcurve[0]));
    }
}

```

11.2.2.2 ΠΑΡΑΛΗΠΤΗΣ

```

#include <GSM.h>
#include <SD.h>//για tin SD CARD

#define "7777" //pin2

GSM gsmAccess;
GSM_SMS sms;

//για tin TFT

#define cs 10
#define dc 9
#define rst 8
#include <TFT.h> // Arduino LCD library

```

```

#include <SPI.h>
// create an instance of the library
TFT TFTscreen = TFT(cs, dc, rst);

char keimeno[22]; // XRISIMEUEI STO TFT
constint chipSelect = 4; // XRISIMEUEI STO SD CARD

voidsetup()
{
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("SMS Messages Receiver");

  boolean notConnected = true;
  while(notConnected)
  {
    if(gsmAccess.begin(PINNUMBER)==GSM_READY) {
      notConnected = false;
    }
    else
    {
      Serial.println("Not connected");
      delay(1000);
    }
  };
  Serial.println("GSM initialized.");
  Serial.println("Waiting for messages");

  ////**TO SET UP GIA TO TFT**/////

  TFTscreen.begin();

  // καθάρισμα οθονης με μαυρο φοντο
  TFTscreen.background(0, 0, 0);

  // επιλογη χρωματος κειμενου το ασπρο
  TFTscreen.stroke(255,255,255);

  //επιλογημεγεθουςγραμματοσειρας
  TFTscreen.setTextSize(2);

  // επιλογη σημειου εκκινησης εγγραφης
  TFTscreen.text("Sensor Value :\n ",0,0);

  ////**TO SET UP GIA TO SD CARD**/////

  Serial.print("Initializing SD card...");

```

```

// make sure that the default chip select pin is set to
// output, even if you don't use it:
pinMode(10, OUTPUT);

// see if the card is present and can be initialized:
if (!SD.begin(chipSelect)) {
    Serial.println("Card failed, or not present");
    // don't do anything more:
    return;
}
Serial.println("card initialized.");

} //kleinei h set up

void loop()
{

//καταγραφή στην SD
File dataFile = SD.open("datalog.txt", FILE_WRITE);

    if (sms.available() > 0)
    {
Int i=0;
While(i<5)

{
Char c=sms.read()
    Serial.print(c);

If (c=='>')
    {
String command = get();
command.toCharArray(keimeno, 22); //convert the
reading(string)command to a char array keimeno
    TFTscreen.text(keimeno, i, 20); //εμφάνιση στην οθονη
    i++;
if (dataFile)
    {
dataFile.println(command); //εγγραφή στο ανοιγμένο
αρχείο
dataFile.close(); //κλείσιμο και αποθήκευση αρχείου

    }; //kleisimo tis if(datafile)
}; //kleisimo tis If(c=='>')

}; //kleisimo tis while (i<4)
delay(20000); //για να παραμένουν τα δεδομένα
//στιν tft 20 sec molis emfanistoun

```

```

}; //kleinei h if(sms.available)

Serial.println("\nEND OF MESSAGE");
sms.flush();//diagraftontai ta minimata apo tin mnimi tis
kartas SIM
Serial.println("MESSAGE DELETED");

delay(1000);//

} //kleinei h voidloop

//η συναρτηση get περνει καθε byte απο τη σειριακη
//και το κανει μια λεξη τυπου sting

String get()
{
    char data[22]; // A character array to store received
bytes
    int index = 0; // Stores the next 'empty space' in the
array

    while(Serial.available() > 0) //διαφορο του μηδεν
// δηλαδη υπαρξη bytes στο
buffer
    {
        data[index] = Serial.read(); // Add the incoming byte to
the array
        index++; // Ensure the next byte is added in the next
position
    }

    return data;

    Serial.flush(); // Clear the serial buffer
data[0] = '\0';// diagraftoume ta dedomena apo ton char array
data
}

```

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- <http://en.wikipedia.org/>
- <http://arduino.cc/>
- <http://www.datasheetcatalog.com/>
- <http://www.instructables.com/>
- <http://www.microplanet.gr/>
- <http://learn.adafruit.com/>
- <http://www.computerhistory.org>
- <http://www.engineersgarage.com/>
- <http://www.dfrobot.com/community/>
- <http://sandboxelectronics.com/store/>
- <http://blog.solarcooking.com/>
- <https://ssl.safaribooksonline.com/trial>
- <http://www.alibaba.com/>
- <http://www.smart-cover.gr/>
- Θεόδωρος Μ.Κοτσίνης- Διπλωματική Εργασία-
Μελέτη Ραδιοκάλυψης του δικτύου GSM και GPRS σε ημιαστικό περιβάλλον
- Παλυβος Γιώργος- Πτυχιακή εργασία-
Προγραμματιζόμενο Αυτοκινούμενο Αμαξίδιο
- Βασίλειος Αγγελόπουλος- Διπλωματική Εργασία-
Διερεύνηση Της Παραμέτρου Της Συμφόρησης Της Επικοινωνιακής Κίνησης Στα Κυψελτα Δικτυα Τεχνολογιας Gsm