

**ΑΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ Τ.Τ.  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ  
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ Τ.Ε.**

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**Ανάπτυξη Υλικού και Λογισμικού Πρωτότυπης Κινητής Συσκευής  
Τηλεφωνίας**

**Μαρία Β. Κιορουκτσίδου**

**Εισηγητής: Δρ Ιωάννης Έλληνας, Καθηγητής**

**ΑΘΗΝΑ  
ΙΟΥΝΙΟΣ 2016**

Ανάπτυξη υλικού και λογισμικού πρωτότυπης κινητής συσκευής τηλεφωνίας

**ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**Ανάπτυξη Υλικού και Λογισμικού Πρωτότυπης Κινητής Συσκευής Τηλεφωνίας**

**Μαρία Β. Κιορουκτσίδου  
Α.Μ. 40743**

**Εισηγητής:**

**Δρ Ιωάννης Έλληνας, Καθηγητής**

**Εξεταστική Επιτροπή:**

.....

.....

**Ημερομηνία εξέτασης: ../.. /201..**

Ανάπτυξη υλικού και λογισμικού πρωτότυπης κινητής συσκευής τηλεφωνίας

## ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο/Η κάτωθι υπογεγραμμένος/η .....Μαρία Κιορουκτσίδου.....,  
του .....Βασιλείου....., με αριθμό μητρώου .....40743.....  
φοιτητής/τρια του Τμήματος Μηχανικών Η/Υ Συστημάτων Τ.Ε. του Α.Ε.Ι. Πειραιά Τ.Τ.  
πριν αναλάβω την εκπόνηση της Πτυχιακής Εργασίας μου, δηλώνω ότι ενημερώθηκα  
για τα παρακάτω:

«Η Πτυχιακή Εργασία (Π.Ε.) αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο του  
συγγραφέα, όσο και του Ιδρύματος και θα πρέπει να έχει μοναδικό χαρακτήρα και  
πρωτότυπο περιεχόμενο.

Απαγορεύεται αυστηρά οποιοδήποτε κομμάτι κειμένου της να εμφανίζεται αυτούσιο ή  
μεταφρασμένο από κάποια άλλη δημοσιευμένη πηγή. Κάθε τέτοια πράξη αποτελεί  
προϊόν λογοκλοπής και εγείρει θέμα Ηθικής Τάξης για τα πνευματικά δικαιώματα του  
άλλου συγγραφέα. Αποκλειστικός υπεύθυνος είναι ο συγγραφέας της Π.Ε., ο οποίος  
φέρει και την ευθύνη των συνεπειών, ποινικών και άλλων, αυτής της πράξης.

Πέραν των όποιων ποινικών ευθυνών του συγγραφέα σε περίπτωση που το Ίδρυμα του  
έχει απονείμει Πτυχίο, αυτό ανακαλείται με απόφαση της Συνέλευσης του Τμήματος. Η  
Συνέλευση του Τμήματος με νέα απόφαση της, μετά από αίτηση του ενδιαφερόμενου,  
του αναθέτει εκ νέου την εκπόνηση της Π.Ε. με άλλο θέμα και διαφορετικό επιβλέποντα  
καθηγητή. Η εκπόνηση της εν λόγω Π.Ε. πρέπει να ολοκληρωθεί εντός τουλάχιστον  
ενός ημερολογιακού 6μήνου από την ημερομηνία ανάθεσης της. Κατά τα λοιπά  
εφαρμόζονται τα προβλεπόμενα στο άρθρο 18, παρ. 5 του ισχύοντος Εσωτερικού  
Κανονισμού.»

Ανάπτυξη υλικού και λογισμικού πρωτότυπης κινητής συσκευής τηλεφωνίας

Ανάπτυξη υλικού και λογισμικού πρωτότυπης κινητής συσκευής τηλεφωνίας

*Στην μνήμη του αγαπημένου μου θείου που έφυγε νωρίς*

*Κωνσταντίνο Νικολάου*

Ανάπτυξη υλικού και λογισμικού πρωτότυπης κινητής συσκευής τηλεφωνίας



## Ευχαριστίες

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον καθηγητή μου κ. Ιωάννη Έλληνα για την εμπιστοσύνη που μου έδειξε και την υπομονή που έκανε κατά την διάρκεια υλοποίησης της πτυχιακής εργασίας και όλους τους καθηγητές μου για τις γνώσεις που μου μετέδωσαν όλα αυτά τα χρόνια.

Ευχαριστώ θερμά την αδελφή μου, Αθηνά Κιορουκτσίδου, τον Κωνσταντίνο Παπούλια και τον κ. Παναγιώτη Κωστάκη για την πολύτιμη βοήθεια τους κατά την συγγραφή της εργασίας ,αλλά και την υπομονή τους.

Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου, η οποία με στήριξε και με βοήθησε στην προσπάθεια μου.

Ανάπτυξη υλικού και λογισμικού πρωτότυπης κινητής συσκευής τηλεφωνίας

## Περίληψη

Η παρούσα πτυχιακή εργασία ασχολείται με την ανάπτυξη υλικού και λογισμικού πρωτότυπης κινητής συσκευής τηλεφωνίας. Σε αυτό το πεδίο έχουν αναπτυχθεί, τα τελευταία χρόνια, μεγάλα ιστορικά επιτεύγματα και έχουν αποτελέσει σημαντικό στοιχείο στην εξέλιξη και τη ζωή του ανθρώπου αλλά και στην κινητή τηλεφωνία.

Σκοπός της εργασίας είναι η μελέτη της λειτουργίας ενός κινητού τηλεφώνου, η ανάπτυξη μιας πρωτότυπης συσκευής κινητής τηλεφωνίας και η κατανόηση της αλληλεπίδρασης των επιμέρους εξαρτημάτων. Θα γίνει μια ιστορική αναδρομή στην εξέλιξη των συσκευών κινητής τηλεφωνίας από την πραγματοποίηση της πρώτης κλήσης μέσω κινητού τηλεφώνου το 1973 με το Motorola DynaTAC 8000x έως και σήμερα. Ύστερα ακολουθεί μία ανάλυση των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν για τη δημιουργία του τηλεφώνου και περιγραφή της διαδικασίας συναρμολόγησης αλλά και του προγραμματισμού βήμα-βήμα. Τελικός σκοπός της εργασίας είναι να επιτευχθεί πραγματοποίηση και αποδοχή κλήσεων σε δίκτυα κινητής τηλεφωνίας από τη πρωτότυπη συσκευή τηλεφωνίας.

Για την υλοποίηση της παρούσας εργασίας ρόλο θα διατελέσει ο Radio Modem M10 της Quectel ο οποίος βρίσκεται στο Arduino GSM Shield και ο μικροελεγκτής ATmega328P του Arduino Uno REV3. Θα πραγματοποιηθεί συναρμολόγηση της συσκευής προσθέτοντας μέσα εισόδου και εξόδου δεδομένων καθώς και προγραμματισμός των λειτουργιών της συσκευής. Τα μέσα επεξεργασίας δεδομένων εισόδου και εξόδου είναι μικρόφωνο, ακουστικό, οθόνη και πληκτρολόγιο.

Τέλος ακολουθούν συμπεράσματα και πορίσματα που προέκυψαν από την πτυχιακή εργασία καθώς και ανάλυση της συσκευής. Ένα από τα βασικότερα πορίσματα είναι η πολυπλοκότητα που κρύβεται πίσω από τις λειτουργίες ενός κινητού τηλεφώνου.

Ανάπτυξη υλικού και λογισμικού πρωτότυπης κινητής συσκευής τηλεφωνίας

## Abstract

This thesis deals with the development of prototype mobile device on the base of hardware & software material. Great features have been achieved over the past four decades in the field of mobile engineering, features that have played a salient role in the evolution and everyday life of a person as well as in the mobile telephony.

The aim of this thesis is to study the operation of a mobile phone, develop a prototype mobile device and understand the interaction of each individual component. A chronology will be looked through regarding the evolution of mobile phone devices since the accomplishment of the first call via Motorola DynaTAC 8000x in the early 1970s up until today. Furthermore, there will be an analysis on the materials used to create the prototype and a description of the process of fitting as well as of the programming step by step. The ultimate aim of this project is the achievement of making and receiving calls in mobile networks from the prototype mobile device.

Quectel's Radio Modem M10, placed on top of Arduino GSM, plays a very important role for the implementation of this thesis, and so does Arduino Uno REV3's microcontroller ATmega328P. A fitting of the device will be materialized, adding input and output data means, and the programming of the device's operations will be featured. The data processing means are the microphone, speaker, LCD screen and keypad.

There will finally be conclusions resulting from this thesis as well as analysis of the device. One of the most salient conclusions is the complexity behind mobile phone's operations.

Ανάπτυξη υλικού και λογισμικού πρωτότυπης κινητής συσκευής τηλεφωνίας

## Περιεχόμενα

Ευχαριστίες .....	9
Περίληψη .....	11
Abstract .....	13
Κατάλογος Εικόνων .....	19
Κατάλογος Πινάκων .....	21
Συντομογραφίες .....	23
ΜΕΡΟΣ Α΄ .....	25
Κεφάλαιο 1 .....	27
Εισαγωγή .....	27
1.1 Ιστορική Αναδρομή και εξέλιξη τηλεπικοινωνιών .....	28
Κεφάλαιο 2 .....	41
Ο Μικροελεγκτής Arduino Uno REV3 .....	41
2.2 Τι είναι το Arduino; .....	41
2.3 Πλατφόρμα .....	41
2.4 Εκδόσεις .....	42
2.5 ATmega328P .....	43
2.5.1 Η Μνήμη του ATmega328P .....	45
2.5.2 Η Γλώσσα Προγραμματισμού .....	46
2.6 Το Υλικό (Hardware) του Arduino .....	50
2.6.1 Τεχνικά χαρακτηριστικά .....	50
2.6.2 Οι ακροδέκτες .....	51
2.6.3 Τροφοδοσία .....	53
2.6.4 Ενσωματωμένα κουμπιά και LED .....	54
Κεφάλαιο 3 .....	57

Arduino GSM Shield .....	57
3.1 Τι είναι τα Shields.....	57
3.2 Περιγραφή .....	58
3.3 Τροφοδοσία .....	59
3.4 Ενσωματωμένα κουμπιά και LED .....	59
3.5 Διεπαφές.....	60
Κεφάλαιο 4 .....	63
Οθόνη LCD .....	63
Κεφάλαιο 5 .....	65
Keypad.....	65
Κεφάλαιο 6 .....	67
Μικρόφωνο.....	67
Κεφάλαιο 7 .....	69
Ακουστικό.....	69
ΜΕΡΟΣ Β'.....	71
Κεφάλαιο 1 .....	73
Κατασκευή κινητού τηλεφώνου.....	73
Κεφάλαιο 2 .....	75
Υλικό υλοποίησης επικοινωνίας με τα κινητά δίκτυα .....	75
Κεφάλαιο 3 .....	81
Σύνδεση υλικών για την είσοδο δεδομένων .....	81
3.1 Πληκτρολόγιο.....	81
3.2 Μικρόφωνο .....	84
Κεφάλαιο 4 .....	87
Σύνδεση υλικών για την έξοδο δεδομένων .....	87



4.1 Μεγάφωνο .....	87
4.2 Οθόνη .....	89
4.3 Ακουστικό .....	93
Κεφάλαιο 5 .....	95
Ένωση .....	95
Συμπεράσματα .....	103
Βιβλιογραφία .....	105

Ανάπτυξη υλικού και λογισμικού πρωτότυπης κινητής συσκευής τηλεφωνίας

## Κατάλογος Εικόνων

Εικόνα 1 Ο Μάρτιν Κούπερ με το Motorola DynaTAC 8000x .....	29
Εικόνα 2 Technophone EXCELL PC105T .....	30
Εικόνα 3 Motorola MicroTAC .....	31
Εικόνα 4: Orbitel TPU 901 .....	32
Εικόνα 5: Motorola 3200 .....	33
Εικόνα 6: Nokia 1011 .....	34
Εικόνα 7: Τα δυο πρώτα τηλέφωνα που πραγματοποίησαν υπερατλαντική κλήση (Αριστερά: Motorola m300, δεξιά: Siemens m200).....	35
Εικόνα 8:Προϊόντα Arduino .....	43
Εικόνα 9:Μικροελεγκτής ATmega328P .....	44
Εικόνα 10:Ακροδέκτες ATmega328P .....	45
Εικόνα 11:Τεχνικά Χαρακτηριστικά Arduino UNO .....	50
Εικόνα 12:Ακροδέκτες Arduino UNO.....	51
Εικόνα 13:Ψηφιακοί Ακροδέκτες Arduino UNO .....	52
Εικόνα 14:Αναλογικοί Ακροδέκτες Arduino UNO .....	53
Εικόνα 15:Τροφοδοσία Arduino Uno.....	54
Εικόνα 16:Arduino Shields .....	58
Εικόνα 17:Arduino GSM Shield.....	58
Εικόνα 18: Ο επεξεργαστής Quectel M10 .....	59
Εικόνα 19:Εμπρός όψη Arduino GSM Shield.....	60
Εικόνα 20:Οπίσθια όψη Arduino GSM Shield .....	61
Εικόνα 21:Οπίσθια όψη Arduino GSM Shield σε μεγέθυνση.....	61
Εικόνα 22:LCD Οθόνη Nokia 5110.....	63
Εικόνα 23:Οπίσθια όψη LCD Οθόνης Nokia 5110 .....	64
Εικόνα 24:Πληκτρολόγιο .....	65
Εικόνα 25: Το μικρόφωνο .....	67
Εικόνα 26: Το ακουστικό.....	69
Εικόνα 27: Πλακέτες Arduino Uno (πάνω) και GSM Shield (κάτω).....	76
Εικόνα 28: Ενσωμάτωση των δύο καρτών .....	77
Εικόνα 29: Διαδικασία επιλογής Sketch .....	78

Εικόνα 30: Παράθυρο λειτουργίας ελέγχου πλακέτας.....	79
Εικόνα 31: Παράθυρο παρουσίασης αποτελεσμάτων TestModem.....	80
Εικόνα 32: Σύνδεση πληκτρολογίου .....	82
Εικόνα 33: Sketch για δοκιμή πληκτρολογίου.....	83
Εικόνα 34: Αποτελέσματα δοκιμής πληκτρολογίου .....	84
Εικόνα 35: Συνδεσμολογία μικροφώνου.....	85
Εικόνα 36 Συνδεσμολογία μεγαφώνου .....	88
Εικόνα 37: Συνδεσμολογία Οθόνης.....	90
Εικόνα 38: Sketch για τη δοκιμή οθόνης .....	91
Εικόνα 39: Λειτουργία οθόνης.....	92
Εικόνα 40: Λειτουργία οθόνης με backlight .....	93
Εικόνα 41: Συνδεσμολογία ακουστικού .....	94
Εικόνα 42: Ολοκληρωμένη σύνδεση εξαρτημάτων κινητού τηλεφώνου.....	95
Εικόνα 43 Sketch σύνδεσης οθόνης και πληκτρολογίου .....	96
Εικόνα 44: Πραγματοποίηση και αποδοχή κλήσης.....	98
Εικόνα 45: Τελική μορφή κινητού τηλεφώνου με θήκη .....	99
Εικόνα 46: Κάτοψη κινητού με θήκη.....	100
Εικόνα 47 Κώδικας κινητού τηλεφώνου .....	101

## Κατάλογος Πινάκων

Πίνακας 1 Χρονοδιάγραμμα εξέλιξης τηλεφώνων 1994-2007 .....	37
Πίνακας 2: Χρονοδιάγραμμα εξέλιξης τηλεφώνων από το 2007 μέχρι και σήμερα .....	39
Πίνακας 3: Βασικές εντολές προγραμματισμού .....	49
Πίνακας 4: Συνδεσμολογία πληκτρολογίου .....	81
Πίνακας 5: Συνδεσμολογία οθόνης.....	89
Πίνακας 6: Κοστολόγιο.....	104

Ανάπτυξη υλικού και λογισμικού πρωτότυπης κινητής συσκευής τηλεφωνίας

## Συντομογραφίες

<b>3D</b>	Tree-Dimensional space
<b>3G</b>	Third Generation
<b>A/D</b>	Analog to Digital
<b>A-GPS</b>	Assisted Global Positioning System
<b>DynaTAC</b>	DYNAMIC Adaptive Total Area Coverage
<b>EEPROM</b>	Electrically Erasable Programmable Read Only Memory
<b>FTDI</b>	Future Technology Devices International
<b>GCC</b>	GNU Compiler Collection
<b>GPRS</b>	General Packet Radio Service
<b>GSM</b>	Global System for Mobile Communication
<b>I/O</b>	Input / Output
<b>LCD</b>	Liquid Crystal Display
<b>LED</b>	Light Emitting Diode
<b>LTE</b>	Long Term Evolution
<b>MIC</b>	Microphone
<b>MP</b>	MegaPixel
<b>MP3</b>	Moving Picture Experts Group
<b>Ni-Cd</b>	Nickel-Cadmium
<b>NiMH</b>	Nickel-Metal Hydride
<b>OLED</b>	Organic Light Emitting Diode
<b>PIN</b>	Personal Identification Number
<b>PWM</b>	Pulse Width Modulation
<b>SIM</b>	Subscriber Identity Module
<b>SMS</b>	Short Message Service
<b>SPK</b>	Speaker
<b>SRAM</b>	Static Random Access Memory
<b>TPU</b>	Thermoplastic Polyurethane
<b>TV</b>	Television
<b>USB</b>	Universal Serial Bus

**Vin**

Voltage input

**Vout**

Voltage output

**WAP**

Wireless Application Protocol



## ΜΕΡΟΣ Α΄

Ανάπτυξη υλικού και λογισμικού πρωτότυπης κινητής συσκευής τηλεφωνίας

## Κεφάλαιο 1

### Εισαγωγή

Σε αυτή τη πτυχιακή εργασία θα υλοποιηθεί η κατασκευή πρωτότυπης συσκευής κινητής τηλεφωνίας και η ανάπτυξη του κώδικα λειτουργίας της. Σκοπός είναι η βαθύτερη κατανόηση και υλοποίηση του κατασκευαστικού αλλά και προγραμματιστικού μέρους με κύρια εξαρτήματα τον μικροελεγκτή ATmega328P του Arduino Uno REV3 και του Ratio Modem M10 της Quectel, το οποίο βρίσκεται στο Arduino GSM Shield, αλλά και ο προγραμματισμός σε γλώσσα Wiring. Αυτή η γλώσσα προγραμματισμού χρησιμοποιείται για προγραμματισμό σε περιβάλλον Arduino. Είναι ανοιχτού κώδικα και επιτρέπει τον προγραμματισμό μικροελεγκτών σε διάφορα λειτουργικά συστήματα.

Η εργασία χωρίζεται σε δυο μέρη. Στο πρώτο μέρος, το οποίο αποτελεί το θεωρητικό κομμάτι της εργασίας, θα γίνει μια ιστορική ανασκόπηση στην εξέλιξη των τεχνολογιών κινητής τηλεφωνίας από το 1973 μέχρι σήμερα. Έπειτα θα γίνει μια παρουσίαση και περιγραφή των υλικών που χρησιμοποιήθηκαν για τη δημιουργία της πρωτότυπης αυτής συσκευής. Η περιγραφή των εξαρτημάτων αφορά τον τρόπο λειτουργίας τους, τις λειτουργίες που εκτελούν, το πρωτόκολλο επικοινωνίας με την κεντρική πλακέτα αλλά και την μεταξύ τους σύνδεση.

Στο δεύτερο μέρος περιγράφεται η κατασκευή του τηλεφώνου αναλυτικά και παρουσιάζεται ο κώδικας ο οποίος προγραμματίστηκε για να λειτουργεί το τηλέφωνο , αλλά και βήμα-βήμα ανάλυση της πορείας συναρμολόγησης.

Η έρευνα πρόσφερε αρκετά αξιοσημείωτα συμπεράσματα όσων αφορά τη λειτουργία ενός κινητού τηλεφώνου. Τα βασικότερα είναι πόσο πολύπλοκες λειτουργίες εκτελούνται για να πραγματοποιηθεί κάτι τόσο απλό, όπως μια τηλεφωνική κλήση. Στην εργασία αυτή θα γίνει προσπάθεια προσέγγισης μιας γνώριμης συσκευής κινητής τηλεφωνίας για τον χρήστη με τον οποίο θα μπορεί, η συσκευή, να αλληλεπιδρά.

## 1.1 Ιστορική Αναδρομή και εξέλιξη τηλεπικοινωνιών

"Watson, έλα εδώ, σε θέλω!" -Αλεξάντερ Γκράχαμ Μπελ, 10 Μαρτίου 1876, Βοστώνη. Αυτές ήταν οι πρώτες λέξεις της ιστορίας που ταξίδεψαν ποτέ μέσω τηλεφώνου, με τον Μπελ να καλεί τον βοηθό του να έρθει. Σχεδόν 150 χρόνια μετά, ο Μάρτιν Κούπερ (Martin Cooper) λέει πως "Όπως περπατούσα στον δρόμο μιλώντας στο (κινητό) τηλέφωνο, εκλεπτυσμένοι Νεοϋορκέζοι έχασκαν στην θέα κάποιου να κινείται ελεύθερα ενώ μιλούσε στο τηλέφωνο", αναφερόμενος στην 3η Απριλίου του 1973, την πρώτη φορά που πραγματοποίησε κλήση από κινητό τηλέφωνο σε δημόσια θέα. Η κλήση απευθυνόταν στο σταθερό της Bell Labs, και συγκεκριμένα στον μεγαλύτερο αντίπαλο του Κούπερ και της Motorola ,τον Τζοελ Ινγκελ(Joel Engel) της Bell Labs, ο οποίος τον κάλεσε για να τον ενημερώσει πως ο ίδιος και η Motorola κατάφεραν αυτό που η Bell Labs προσπαθούσε καιρό: να φτιάξουν ένα προσωπικό κινητό τηλέφωνο. Λέγεται πως επειδή βρισκονταν σε "αγώνα δρόμου" με την Bell Labs, η Motorola χρειάστηκε περίπου τρεις μήνες για να δημιουργήσει το πρωτότυπο κινητό τηλέφωνο που σήμανε την αυγή της κινητής τηλεφωνίας (Greene, 2011).

Το πρωτότυπο είχε 25 εκατοστά μήκος και ζύγιζε περίπου ένα κιλό. Χρειαζόταν περίπου δέκα ώρες φόρτιση και άντεχε για συνομιλίες μέχρι είκοσι λεπτά. Όπως έλεγε ο Κούπερ στους φίλους και συναδέλφους του σχετικά με την χαμηλή διάρκεια της μπαταρίας, "Η (χαμηλή) διάρκεια της μπαταρίας δεν είναι πρόβλημα. Ποιος έχει την δύναμη να κρατήσει το τηλέφωνο στο αφτί του τόση πολύ ώρα;".

Το Motorola DynaTAC 8000x ήταν το πρώτο προς πώληση κινητό τηλέφωνο πρώτης γενιάς της ιστορίας. Όταν κυκλοφόρησε στην αγορά το 1983, το βάρος του είχε μειωθεί στο μισό από ότι το πρωτότυπο και κόστιζε 4000 δολάρια. Λόγω του μεγέθους του, είχε το προσωνύμιο "το τούβλο" και λόγω του κόστους του ήταν προσιτό μόνο σε ευκατάστατους επαγγελματίες.



Εικόνα 1 Ο Μάρτιν Κούπερ με το Motorola DynaTAC 8000x

Το 1978 ο σουηδός Νιλς Μαρτενσον (Nils Martensson) έφυγε από την Ericsson για να καταφέρει μόνος του το όνειρο του, να κατασκευάσει ένα κινητό τηλέφωνο τσέπης. Το 1984 ίδρυσε την Technophone και το 1986 κατάφερε να μεταφέρει το κινητό τηλέφωνο από το χέρι στην τσέπη, κυκλοφορώντας στην αγορά το Technophone EXCELL PC105T με τιμή 1990 λιρών.



Εικόνα 2 Technophone EXCELL PC105T

Την Τρίτη, 25 Απριλίου 1989 η Motorola κυκλοφόρησε το Motorola MicroTAC, εστιάζοντας για πρώτη φορά στο ντιζάιν του κινητού. Ήταν το μικρότερο και ελαφρύτερο κινητό της αγοράς, μα κι ένα από τα μεγαλύτερα λάθη που έκανε η Motorola, καθώς η εστίαση της στο ντιζάιν την έκανε να χάσει την πρωτιά στην ψηφιοποίηση των δικτύων από την Orbitel.



Εικόνα 3 Motorola MicroTAC

Τον Μάιο του 1992 η Orbitel Mobile πήρε έγκριση για την πώληση του πρώτου κινητού με GSM, Orbitel TPU 901, το οποίο μεταφερόταν ως βαλιτσάκι. Λέγεται πως η Motorola έχασε την πρωτιά στο χώρο του GSM με το Motorola 1000 για μόλις μία εβδομάδα διαφορά από την Orbitel. Άλλα τρία κινητά της Orbitel εγκρίθηκαν μέσα στον ίδιο μήνα: το Orbitel MPU 900, το Hotline GM 120 το οποίο δόθηκε στην Ericsson και τέλος το Mobiltelefon Model 334 για το γερμανικό δίκτυο D1. Λέγεται πως το πρώτο ληφθέν SMS παραδόθηκε στο Orbitel TPU 901 τον Δεκέμβρη του 1992 στον Neil

Parworth της Sema Group από τον προσωπικό υπολογιστή του Richard Jarvis της Vodafone μέσω του δικτύου Vodafone GSM. Η Orbitel εν τέλει αγοράστηκε από την Ericsson.



Εικόνα 4: Orbitel TPU 901

Στις 3 Σεπτεμβρίου του ίδιου χρόνου η Motorola πήρε έγκριση για την κυκλοφορία του Motorola 3200, του πρώτου GSM κινητού που μπορούσε να μεταφερθεί στο χέρι. Η ψηφιοποίηση των δικτύων ανάγκασε τους κατασκευαστές να φτιάχνουν μεγαλύτερα τηλέφωνα, όπως το 1983.





**Εικόνα 5: Motorola 3200**

Έναν μήνα αργότερα, στις 10 Οκτωβρίου η Nokia κυκλοφόρησε το πρώτο της κινητό με GSM, το Nokia 1011, το κινητό που οδήγησε την Motorola στο χάος. Αυτό που κατάφερε η Nokia ήταν ακατόρθωτο για τα δεδομένα της εποχής: κατάφερε να φτιάξει ένα κινητό με GSM στο μέγεθος ενός απλού για τα δεδομένα της εποχής τηλεφώνου. Το κινητό συνδυάζει το ντιζάιν που όλοι επιθυμούσαν και την τεχνολογία GSM, κάτι που φυσικά έθεσε πολύ ψηλά τον πήχη για όλες τις υπόλοιπες εταιρίες και κατέστησε την Nokia την κορυφαία εταιρία κινητής τηλεφωνίας για πολλά χρόνια.



Εικόνα 6: Nokia 1011

Το ίδιο έτος η Sony παρήγαγε την πρώτη μπαταρία ιόντων λιθίου. Σε σχέση με τις τεχνολογίες Ni-Cd και NiMH που υπήρχαν εκείνη την εποχή η μπαταρία λιθίου παρουσίαζε πολλά πλεονεκτήματα σχετικά με την διάρκεια ζωής της μπαταρίας και την απόδοσή της, μα υπήρχε ένα τεράστιο βασικό μειονέκτημα που δεν μπορούσε να αγνοηθεί: η ασφάλεια. Σταδιακά οι εταιρίες άρχισαν να παράγουν μπαταρίες λιθίου, βελτιώνοντας την ποιότητα τους σημαντικά.

Κλείνοντας την εννιάχρονη εποχή από το αναλογικό στο ψηφιακό κυψελοειδές, συναντάμε τα πρώτα τηλέφωνα άνω του 1 GHz, πάμε δηλαδή στα 1800 GHz. Μέχρι τις αρχές του 1990 κάτι τέτοιο θεωρούνταν ακατόρθωτο, όταν όμως τον Ιανουάριο του 1989 η UK DTI σε ένα έγγραφο διαβούλευσης πρότεινε την δημιουργία νέων κυψελοειδών ραδιοφωνικών δικτύων άνω των 1000 GHz, οι Mercury One2One και













Orange ενστερνίστηκαν άμεσα την ιδέα, με την Mercury One2One να εγκαινιάζει το service της το 1993, σε πολύ μικρή όμως εμβέλεια, κάτι που δεν θα ήταν ελκυστικό στους καταναλωτές. Οι σύμβουλοι μάρκετινγκ της εταιρίας ενημέρωσαν την εταιρία πως δύο πράγματα τραβούσαν την προσοχή του κόσμου: το σεξ και το <<τσάμπα>>. Έτσι, τα απογεύματα και τα σαββατοκύριακα οι κλήσεις ήταν δωρεάν. Οι καταναλωτές αντέδρασαν θετικά, κάτι που οδήγησε στη δημιουργία νέων θέσεων στην αγορά και στην μείωση των τιμών στα υπερατλαντικά τηλεφωνήματα. Τα πρώτα δύο τηλέφωνα τα οποία εγκαινίασαν την υπηρεσία με τα κινητά τηλέφωνα Motorola m300 και Siemens m200.



















Εικόνα 7: Τα δυο πρώτα τηλέφωνα που πραγματοποίησαν υπερατλαντική κλήση (Αριστερά: Motorola m300, δεξιά: Siemens m200)

Η επόμενη μεγάλη περίοδος στην ιστορία της εξέλιξης του κινητού τηλεφώνου, που ονομάστηκε και Χρυσή Εποχή των κινητών τηλεφώνων, ξεκινάει από το 1994 και τελειώνει το 2006. Τα τηλέφωνα, έχοντας πλέον την βασική μορφή που θα έπρεπε να έχει ένα κινητό τηλέφωνο, αναβαθμίζονται, κι οι δυνατότητες τους μεγιστοποιούνται. Κάθε κινητό που βγαίνει είναι καλύτερο από το προηγούμενο, και συνεχώς προσθέτονται καινούργιες λειτουργίες. Παρακάτω βλέπουμε ένα χρονοδιάγραμμα με τις σημαντικότερες προσθήκες στα κινητά τηλέφωνα στην περίοδο 1994-2006.

## Ανάπτυξη υλικού και λογισμικού πρωτότυπης κινητής συσκευής τηλεφωνίας

Η Χρυσή Εποχή	1994	IBM Simon		Η γέννηση του mobile computing
		Timex DataLink		Το πρώτο smartwatch
		Hagenuk MT-2000		Το πρώτο κινητό τηλέφωνο με παιχνίδι
		Nokia 2100		Η πρώτη συσκευή με τον χαρακτηριστική μελωδία της Nokia
	1996	Nokia 9000 Communicator		Το πρώτο τηλέφωνο που έκανε πραγματικότητα το mobile office
		Hagenuk(Toshiba) TCP-6000		Το πρώτο GSM τηλέφωνο με ενσωματωμένη κεραία
	1998	Siemens S10		Το πρώτο κινητό με έγχρωμη οθόνη
	1999	Nokia 7110		Η πρώτη προσπάθεια ενσωμάτωσης internet (WAP)
		Kyocera VP210		Το πρωτοτηλέφωνο που προσφέρει βίντεο κλήση
		Nokia 8810		Δίνεται έμφαση στο σχεδιασμό
Motorola L7089 Timeport			Γεφυρώνοντας τον Ατλαντικό	
Samsung SPH-WP10			Το πρώτο ρολόι καρπού -κινητό τηλέφωνο	













## Ανάπτυξη υλικού και λογισμικού πρωτότυπης κινητής συσκευής τηλεφωνίας

Η Χρυσή Εποχή	2000	Ericsson R380		Το κινητό τηλέφωνο που χάραξε την πορεία των SmartPhone	
		Ericsson T36		Το πρώτο κινητό με Bluetooth	
		Samsung SPH-M100		Το πρώτο τηλέφωνο με MP3 Player	
	2001	Samsung SCH-N300 with Verizon		Το πρώτο εμπορικό A-GPS	
		Blackberry 957 Internet Edition		Το κινητό που έκανε πραγματικότητα το push e-mail	
		Sharp J-SH04		Η ανακάλυψη της αγάπης μεταξύ του καταναλωτή και της κάμερας στα κινητά τηλέφωνα	
		Mathushita P2101V		Το πρώτο 3G τηλέφωνο και φάσμα στα 2100MHz	
	2002	Sharp Mova SH251S		Η πρώτη 3D οθόνη σε κινητό τηλέφωνο	
		2004	Motorola Razr V3		Καθιερώνοντας τα πολύ λεπτά κινητά
			Vertu Ascent		Μετατρέποντας το κινητό σε ανικείμενο πολυτελείας
		2004	Samsung MM-A700		Μετατρέποντας την ομιλία σε κείμενο
	Neonode N1			Το πρώτο τηλέφωνο με το επαναστατικό finger swiire ξεκλειδωμα	
	2005	Motorola C113a		Κάνοντας το κινητό προσπό σε όλους	
		Nokia N92		Το όνειρο της mobile TV	
	2006	Samsung B600		Η πρώτη κάμερα 10MP παγκοσμίως	
		BenQ S88		Η πρώτη οθόνη OLED	

Πίνακας 1 Χρονοδιάγραμμα εξέλιξης τηλεφώνων 1994-2007

Η επόμενη περίοδος, την οποία διανύουμε μέχρι και σήμερα, ξεκινάει από το 2007 και ονομάζεται η εποχή των SmartPhones. Τα <<έξυπνα>> τηλέφωνα κυριαρχούν στην εποχή μας, προσφέροντας τις τεχνολογίες του μέλλοντος σήμερα. Πρωτοποριακά, εύχρηστα και πλέον απαραίτητα, τα SmartPhones έχουν φτάσει πολύ κοντά στο να αντικαταστήσουν τους υπολογιστές. Ακολουθεί χρονοδιάγραμμα με τα σημαντικότερα επιτεύγματα στον χώρο των SmartPhones από το 2007 μέχρι και σήμερα.

## Ανάπτυξη υλικού και λογισμικού πρωτότυπης κινητής συσκευής τηλεφωνίας

Η Εποχή των Smartphone	2007	LG Prada		Το πρώτο κινητό με capacitive οθόνη αφής
		Apple iPhone		Ξεκινώντας την επανάσταση των Smartphones και του mobile data
		Samsung SCH-B710		Η πρώτη κάμερα 3D σε κινητό τηλέφωνο
	2008	The T-Mobile G1 Smartphone		Η άφιξη του λειτουργικού GOOGLE Android
	2010	Samsung SCH-r900		Το πρώτο LTE
		Samsung Beam(i8520)		Το πρώτο κινητό με ενσωματωμένο προτζεκτορα
	2012	Nokia 808 Pureview		Φιάνοντας στα 41MP κάμερα
		Sharp Pantone 5 107SH		Το πρώτο τηλέφωνο με ενσωματωμένο radiation monitor
	2013	Apple iPhone 5s		Το άλμα από τους 32bit στους 64bit επεξεργαστές
	2014	Amazon Fire		Πηγαίνοντας το Image Recognition στο επόμενο επίπεδο
	2015	Samsung Galaxy Note 4 S-LTE		Σπάζοντας τα όρια ταχύτητας με το LTE Cat 9
		Sony Xperia Z5 Premium		Το πρώτο Smartphone με οθόνη 4K

Πίνακας 2: Χρονοδιάγραμμα εξέλιξης τηλεφώνων από το 2007 μέχρι και σήμερα

Από το πρώτο σταθερό τηλέφωνο στο πρώτο κινητό τηλέφωνο και στο πρώτο SmartPhones, οι αλλαγές υπήρξαν αναρίθμητες. Το μόνο σίγουρο όμως, είναι πως η εξέλιξη του κινητού τηλεφώνου δεν πρόκειται να σταματήσει εδώ.



## Κεφάλαιο 2

### Ο Μικροελεγκτής Arduino Uno REV3

Στο κεφάλαιο 2 θα γίνει ανάλυση του μικροελεγκτή. Επίσης θα δούμε τα χαρακτηριστικά του, τον τρόπο λειτουργίας του, τα εξαρτήματα από τα οποία αποτελείται και την γλώσσα προγραμματισμού που χρησιμοποιείται. Ακόμα θα δούμε και διάφορες άλλες εκδόσεις του Arduino.

#### 2.2 Τι είναι το Arduino;

Θα μπορούσαμε να ορίσουμε ως Arduino ένα εργαλείο για να κατασκευάσουμε ένα υπολογιστικό σύστημα με την έννοια ότι αυτό θα ελέγχει συσκευές του φυσικού κόσμου σε αντίθεση με τον κοινό μας Ηλεκτρονικό Υπολογιστή (H/Y). Είναι ανοιχτού υλικού και λογισμικού, καθώς όλα τα σχέδια και το λογισμικό διανέμονται ελεύθερα και δωρεάν ώστε να μπορεί να κατασκευαστεί από τον κάθε ένα. Πρόκειται για ένα ηλεκτρονικό κύκλωμα που βασίζεται στον μικροελεγκτή ATmega328 και συνδέεται με τον H/Y για να τον προγραμματίσουμε μέσα από ένα απλό περιβάλλον ανάπτυξης. Ένα Arduino μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αναπτύξουμε διαδραστικά αντικείμενα, να δεχτούμε εισόδους από πληθώρα αισθητήριων οργάνων και διακόπτες, αλλά και να ελέγχουμε διάφορα φώτα, κινητήρες, και άλλες συσκευές εξόδου του φυσικού κόσμου. Τα Projects στον εν λόγω μικροελεγκτή μπορούν να είναι αυτόνομα, σε επίπεδο Hardware, ή να επικοινωνούν με κάποιο software στον H/Y του προγραμματιστή, με προγράμματα όπως flash programming MaxMISO. Το περιβάλλον ανάπτυξης του λογισμικού βασίζεται στην γλώσσα προγραμματισμού Processing και την γλώσσα προγραμματισμού WIRING, οι οποίες είναι ανοιχτού κώδικα (Open Source) και μπορεί κάποιος να τις κατεβάσει δωρεάν. Η γλώσσα προγραμματισμού του Arduino αποτελεί μια εφαρμογή σε software επίπεδο καλωδίωσης. Εξομοιώνει, θα λέγαμε, απόλυτα το φυσικό περιβάλλον του μικροελεγκτή.

#### 2.3 Πλατφόρμα

Η πλακέτα Arduino αποτελείται από ένα μικροελεγκτή Atmel AVR(ATmega328 και ATmega168 στις νεότερες εκδόσεις και 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. Όλες οι πλακέτες είναι προγραμματισμένες μέσω μιας σειριακής σύνδεσης RS232, αλλά ο τρόπος με τον οποίο υλοποιείται ποικίλλει ανάλογα με την έκδοση. Οι σειριακές πλακέτες Arduino περιέχουν ένα απλό κύκλωμα αντιστροφής για την μετατροπή ανάμεσα στα σήματα των επιπέδων RS232 και TTL. Οι πλακέτες που κυκλοφορούν σήμερα στην αγορά προγραμματίζονται μέσω USB, εφαρμόζοντας ένα chip προσαρμογέα USB-to-serial όπως το FTDI FT232. Υπάρχουν όμως και εκδόσεις όπως το Arduino mini και το ανεπίσημο Boarduino που χρησιμοποιούν προσαρμογέα USB-to-serial σε μορφή πλακέτας ή καλωδίου.

## 2.4 Εκδόσεις

Παρακάτω θα δούμε όλες τις εκδόσεις και τα προϊόντα της Arduino χωριζόμενα σε επίπεδα με βάση την επίσημη ιστοσελίδα συμπεριλαμβανόμενου και των boards (πλακετών), Modules (κλασσικές πλακέτες σε μικρότερο μέγεθος), Shields (πλακέτες που μπορούν να συνδεθούν στην κορυφή ενός μικροελεγκτή Arduino, επεκτείνοντας τις δυνατότητες του) και Kits. Στη συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία επιλέχθηκαν το Arduino Uno Rev3 από τα boards του Entry Level και το Arduino GSM Shield από το επίπεδο του Internet Of Things αφού καλύπτουν όλες τις ανάγκες της εργασίας, καθώς τα pins που διαθέτουν επαρκούν για όλες τις λειτουργίες και η μνήμη του μικροελεγκτή είναι αρκετή για να αποθήκευση τον κώδικα που κατασκευάστηκε.

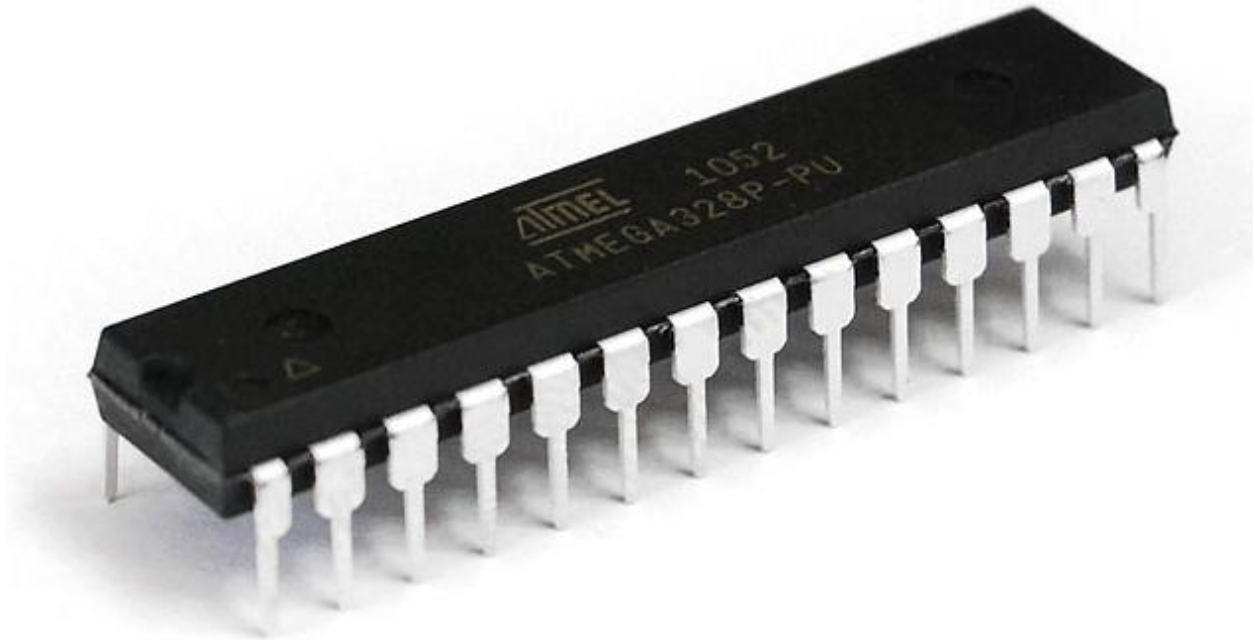


Εικόνα 8: Προϊόντα Arduino

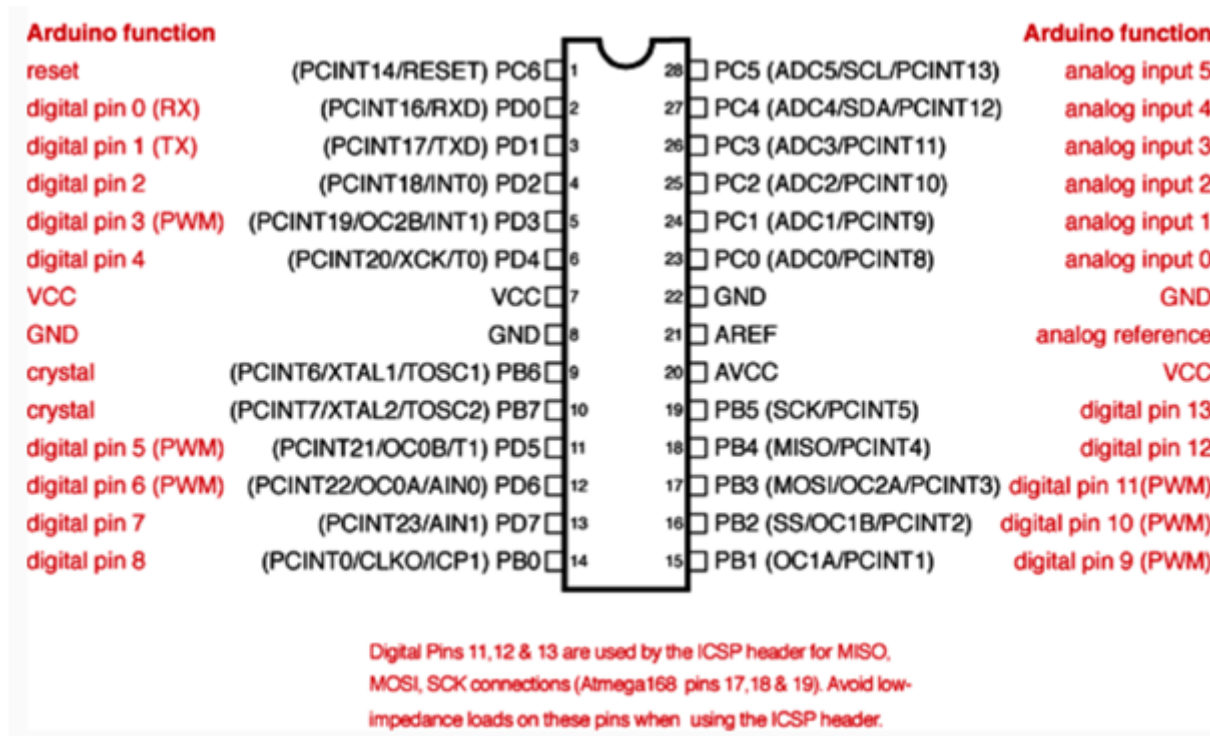
## 2.5 ATmega328P

Το Arduino βασίζεται στον μικροελεγκτή AVR της ATMEL, και πιο συγκεκριμένα στον ATmega328P. Είναι ένας 8-bit RISC-based στα 8 MHz μικροεπεξεργαστής ο οποίος διαθέτει 32K ISP Flash μνήμη με δυνατότητες ανάγνωσης-εγγραφής, 1KB EEPROM (μνήμη επαναπρογραμματιζόμενη με ειδικής μορφής ηλεκτρικά σήματα στους ακροδέκτες της), 2KB στατική RAM (μνήμη της οποίας το δομικό στοιχείο αποθήκευσης είναι flip-flop αποτελούμενο από έξι τρανζίστορ), 23 γενικού τύπου I/O, 32 καταχωρητές γενικού σκοπού, τρεις ευέλικτους timers/counters (έναν 16-bit και δυο 8-bit), εσωτερικά και εξωτερικά interrupts, σειριακή προγραμματιζόμενη USART, σειριακή θύρα SPI, 10-bit A/D converter 6 καναλιών με δυνατότητες μέχρι 200KHz, προγραμματιζόμενο watchdog timer με εσωτερικό κρύσταλλο και 5 λειτουργίες εξοικονόμησης ενέργειας.

Ο μικροελεγκτής ATmega υποστηρίζει σειριακή επικοινωνία, την οποία το Arduino προωθεί μέσα από έναν ελεγκτή Serial-over-USB ώστε να συνδέεται με τον υπολογιστή μέσω USB. Η σύνδεση αυτή χρησιμοποιείται για την μεταφορά των προγραμμάτων που σχεδιάζονται από τον υπολογιστή στο Arduino αλλά και για αμφίδρομη επικοινωνία του Arduino με τον υπολογιστή μέσα από το πρόγραμμα την ώρα που εκτελείται.



Εικόνα 9: Μικροελεγκτής ATmega328P



Εικόνα 10: Ακροδέκτες ATmega328P

### 2.5.1 Η Μνήμη του ATmega328P

Η μνήμη του ATmega328P έχει ενσωματωμένη μνήμη τριών τύπων. Την Flash μνήμη (32K) η οποία χρησιμοποιείται για την αποθήκευση του Arduino sketch, δηλαδή του κώδικα που θα ανεβάσουμε στην πλατφόρμα, αφού πρώτα μεταγλωττιστούν στον υπολογιστή σας. Ακόμα, από τα 32K της μνήμης τα 0,5K χρησιμοποιούνται από το firmware του Arduino που έχει εγκαταστήσει ήδη ο κατασκευαστής του. Το firmware αυτό, που στην ορολογία του Arduino ονομάζεται bootloader, είναι αναγκαίο για την εγκατάσταση των δικών σας προγραμμάτων στον μικροελεγκτή μέσω της θύρας USB, χωρίς δηλαδή να χρειάζεται hardware programmer. Η μνήμη Flash δεν μπορεί να αλλάξει κατά τη διάρκεια εκτέλεσης του προγράμματος, οπότε χρησιμοποιείται για την αποθήκευση σταθερών δομών δεδομένων. Έχει επίσης την SRAM, στην οποία δημιουργείται το sketch και αποθηκεύει τις μεταβλητές όταν τρέχει. Όπως και σε έναν υπολογιστή όμως, αυτή η μνήμη χάνει τα δεδομένα της όταν η παροχή ρεύματος

διακοπεί ή αν γίνει reset. Τέλος έχει την EEPROM, η οποία χρησιμοποιείται για την αποθήκευση μακροχρόνιων πληροφοριών.

## 2.5.2 Η Γλώσσα Προγραμματισμού

Ο μικροελεγκτής ATmega328 έχει προεγκατεστημένο ένα πρόγραμμα εκκίνησης που επιτρέπει να φορτώνονται κώδικες στην πλακέτα χωρίς να χρειάζεται εξωτερική πλακέτα προγραμματισμού. Η επικοινωνία με τον μικροελεγκτή γίνεται με χρήση του πρωτοκόλλου STK500.

Το περιβάλλον ανάπτυξης Arduino (Arduino IDE) περιέχει ένα πρόγραμμα επεξεργασίας κειμένου για την σύνταξη του κώδικα, μια περιοχή στην οποία εμφανίζονται μηνύματα, μία κονσόλα κειμένου και μία γραμμή εργαλείων υπό μορφή κουμπιών. Συνδέεται με το hardware μέρος του Arduino για να φορτώσει προγράμματα και να επικοινωνεί μαζί τους. Ο κώδικας που έχει γραφεί για το Arduino ονομάζεται sketch.

Το Arduino IDE είναι βασισμένο σε JAVA και συγκεκριμένα περιέχει :

- Ένα πρακτικό περιβάλλον για τη συγγραφή των προγραμμάτων, με συντακτική χρωματική σήμανση.
- Βιβλιοθήκες για προέκταση της.
- Compiler (μεταγλωττιστής) για τη μεταγλώττιση των sketch.
- Μια σειριακή οθόνη (serial monitor) που παρακολουθεί τις επικοινωνίες της σειριακής (USB), αναλαμβάνει να στείλει αλφαριθμητικά στο Arduino μέσω αυτής και είναι ιδιαίτερα χρήσιμο για το προσδιορισμό τυχών λαθών των sketch.
- Την επιλογή για μεταφορά των μεταγλωττισμένων sketch στο Arduino

Η γλώσσα συγγραφής κώδικα του Arduino βασίζεται στη γλώσσα Wiring, μία παραλλαγή C/C++ για μικροελεγκτές αρχιτεκτονικής AVR όπως ο ATmega, και υποστηρίζει όλες τις βασικές δομές της C, καθώς και μερικά χαρακτηριστικά της C++. Για compiler χρησιμοποιείται ο AVR gcc και ως βασική βιβλιοθήκη C χρησιμοποιείται η AVR libc.

Λόγω της καταγωγής της από τη C, στη γλώσσα συγγραφής κώδικα του Arduino, μπορούν να χρησιμοποιηθούν ουσιαστικά οι ίδιες βασικές εντολές και συναρτήσεις, με την ίδια σύνταξη, τους ίδιους τύπους δεδομένων και τους ίδιους τελεστές όπως και στη C. Πέρα από αυτές όμως, υπάρχουν κάποιες ειδικές εντολές, συναρτήσεις και σταθερές που βοηθούν για τη διαχείριση του ειδικού hardware του Arduino.

Οι πιο σημαντικές από αυτές επεξηγούνται στον πίνακα που ακολουθεί:

Όρισμα	Είδος	Τύπος	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	-	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	-	Θέτει την κατάσταση pin status (HIGH ή LOW) στο συγκεκριμένο ψηφιακό pin.
digitalRead	Συνάρτηση	int	Επιστρέφει την κατάσταση του συγκεκριμένου ψηφιακού

			pin (0 για LOW και 1 για HIGH)  εφόσον αυτό είναι pin εισόδου.
analogReference	Εντολή	-	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 pin AREF.
analogRead	Συνάρτηση	int	Επιστρέφει έναν ακέραιο από 0 έως 1023, ανάλογα με την τάση που τροφοδοτείται το συγκεκριμένο pin αναλογικής εισόδου στην κλίμακα 0 ως $V_{ref}$ .
analogWrite	Εντολή	-	Θέτει το συγκεκριμένο ψηφιακό pin σε κατάσταση ψευδοαναλογικής εξόδου (PWM). Η παράμετρος value καθορίζει το πλάτος του παλμού σε σχέση με την περίοδο του παραγόμενου σήματος στην κλίμακα από 0 ως 255.
millis	Συνάρτηση	Unsigned long	Μετρητής που επιστρέφει το χρονικό διάστημα σε ms από την στιγμή που άρχισε η εκτέλεση του προγράμματος.
delay	Εντολή	-	Σταματά προσωρινά την ροή του προγράμματος για time ms. Η παράμετρος



			time είναι unsigned long (από 0 ως $2^{32}$ ).
--	--	--	--

Πίνακας 3: Βασικές εντολές προγραμματισμού

Τα προγράμματα του Arduino διαιρούνται σε τρία μέρη:

- Δομή (structure)
- Τιμές (values)
- Συναρτήσεις (functions)

Επιπλέον, κάθε πρόγραμμα αποτελείται από δύο βασικές ρουτίνες ώστε να έχει την γενική δομή.

```
void setup() {
```

```
//Κώδικας που εκτελείτε μία φορά κατά την εκκίνηση της συσκευής
```

```
}
```

```
void loop() {
```

```
//Κώδικας που εκτελείτε συνεχώς
```

```
}
```

## 2.6 Το Υλικό (Hardware) του Arduino

### 2.6.1 Τεχνικά χαρακτηριστικά

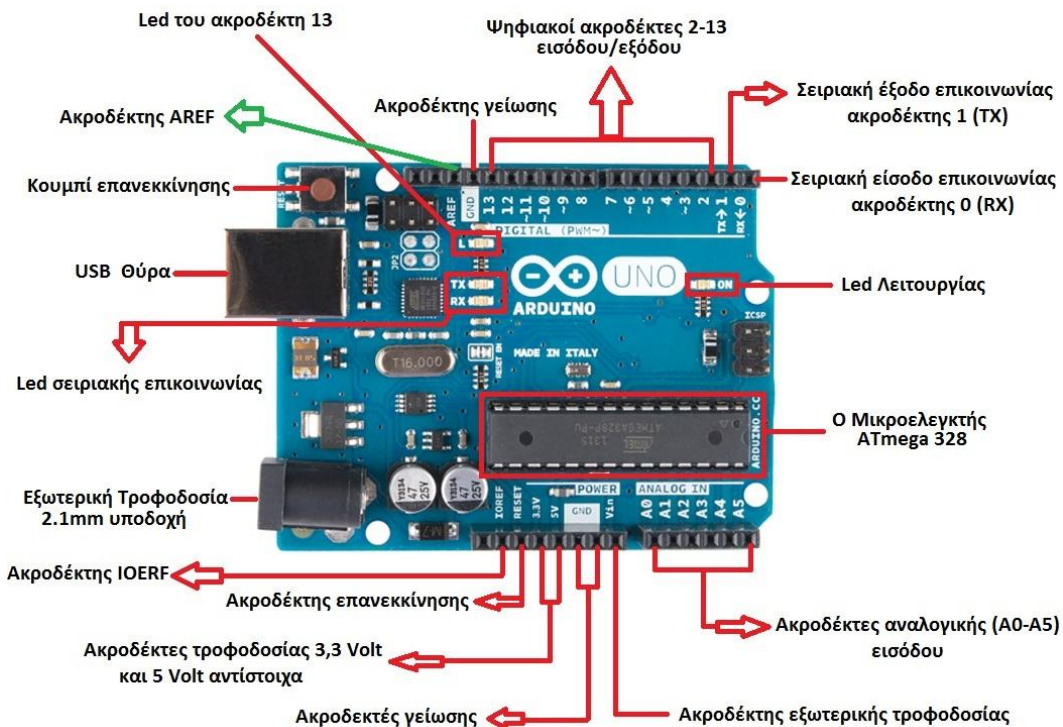
Όπως έχει ήδη αναφερθεί η βασική πλακέτα που χρησιμοποιήθηκε είναι η Arduino Uno Η οποία λειτουργεί με τον μικροελεγκτή ATmega328P. Ο πίνακας που ακολουθεί αναλύει τα χαρακτηριστικά της βασικής πλακέτας.

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

Εικόνα 11:Τεχνικά Χαρακτηριστικά Arduino UNO

## 2.6.2 Οι ακροδέκτες

Κάθε μικροελεγκτής Arduino διαθέτει εισόδους και εξόδους για την αλληλεπίδραση με το περιβάλλον του και τα εξαρτήματα. Κάθε ακροδέκτης (pin) είναι τόσο εισόδου όσο και εξόδου. Το Arduino Uno διαθέτει 20 ακροδέκτες, από τους οποίους 14 είναι ψηφιακοί και 6 είναι αναλογικοί. Οι ψηφιακοί ακροδέκτες μπορούν να τεθούν ως εισοδοί ή ως εξοδοί με τις εντολές-συναρτήσεις `pinMode()`, `digitalWrite()` και `digitalRead()`. Λειτουργούν στα 5Volt και έχουν την υπ αντιστάτης στα 20-50Ω. Οι αναλογικοί είναι ακροδέκτες εισόδου και μπορούν να διαβάσουν αναλογικές τιμές, όπως η τάση μιας μπαταρίας κτλ. και να τις μετατρέψουν σε έναν αριθμό από 0-1023. Η μέτρηση της τάσης γίνεται προκαθορισμένα από 0-5Volts. Εκτός αυτού 6 εκ των 14 ψηφιακών ακροδεκτών έχουν την δυνατότητα να προγραμματιστούν ώστε να λειτουργούν ως αναλογικές έξοδοι.



Εικόνα 12:Ακροδέκτες Arduino UNO

•Ακροδέκτες 0 και 1 : Λειτουργούν ως RX και TX της σειριακής θύρας, όταν το πρόγραμμα ενεργοποιεί τη σειριακή θύρα. Έτσι, όταν το πρόγραμμα στέλνει δεδομένα στη σειριακή θύρα, αυτά προωθούνται και στη θύρα USB μέσω του ελεγκτή Serial-

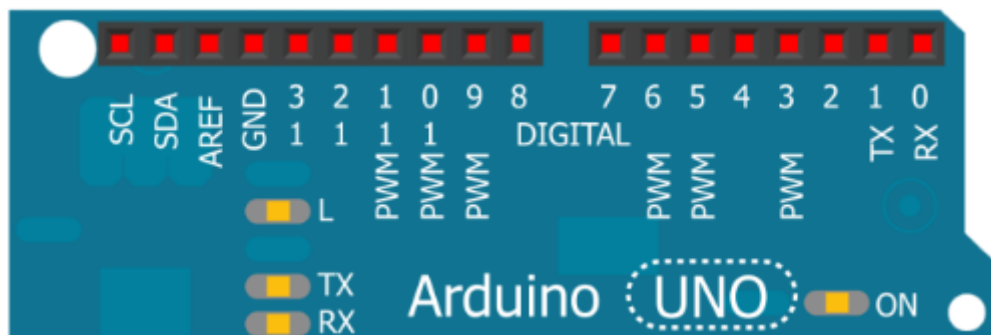
Over-USB, αλλά και στον ακροδέκτη 0 για να τα διαβάσει ενδεχομένως μια άλλη συσκευή. Αυτό φυσικά σημαίνει, ότι αν στο πρόγραμμα ενεργοποιηθεί το σειριακό interface, χάνει 2 ψηφιακές εισόδους/εξόδους η πλατφόρμα.

- Ακροδέκτες 2 και 3 : Λειτουργούν και ως εξωτερικά interrupt (interrupt 0 και 1 αντίστοιχα). Ρυθμίζονται μέσα από το πρόγραμμα, ώστε να λειτουργούν αποκλειστικά ως ψηφιακές εισοδοι στις οποίες όταν συμβαίνουν συγκεκριμένες αλλαγές, η κανονική ροή του προγράμματος σταματάει άμεσα και εκτελείται μια συγκεκριμένη συνάρτηση. Τα εξωτερικά interrupt είναι ιδιαίτερα χρήσιμα σε εφαρμογές που απαιτούν συγχρονισμό μεγάλης ακρίβειας.

- Ακροδέκτες 3,5,6,9,10 και 11 : Μπορούν να λειτουργήσουν και ως ψευδο-αναλογικές έξοδοι με το σύστημα PWM.

- Ακροδέκτες 4 και 5 : Υποστηρίζουν το πρωτόκολλο I2C (TWI) χρησιμοποιώντας βιβλιοθήκες τις Γλώσσας προγραμματισμού Wiring.

- Ακροδέκτης 13 : Υπάρχει ένα ενσωματωμένο LED. Όταν ο ακροδέκτης έχει την τιμή HIGH, το LED φωτοβολεί.



Εικόνα 13:Ψηφιακοί Ακροδέκτες Arduino UNO

\*Στην άλλη πλευρά του Arduino, με την σήμανση ANALOG IN βρίσκεται η σειρά με τα 6 αναλογικά pin, αριθμημένα από το 0 ως το 5. Η τάση αναφοράς μπορεί να ρυθμιστεί με μία εντολή στο 1.1V(μεταξύ 2 και 5V) τροφοδοτώντας εξωτερικά με αυτήν την τάση το pin με την σήμανση AREF που βρίσκεται στην απέναντι πλευρά της πλακέτας. Έτσι, αν

τροφοδοτηθεί ο ακροδέκτης AREF με 3.3V και στην συνέχεια διαβάσει κάποιον ακροδέκτη αναλογικής εισόδου στο οποίο εφαρμόζεται τάση 1.65V το Arduino θα επιστρέψει την τιμή 512.



Εικόνα 14:Αναλογικοί Ακροδέκτες Arduino UNO

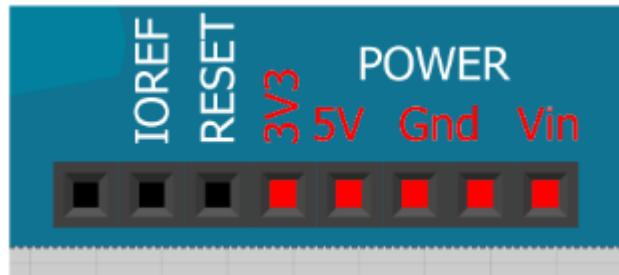
Επιπλέον υπάρχουν και άλλοι ακροδέκτες όπως:

- Ακροδέκτης AREF: (Reference voltage for the analog inputs) Χρησιμοποιείται με τη συνάρτηση `analogReference()`.
- Ακροδέκτης Reset : Αν τεθεί σε κατάσταση LOW τότε επανεκκινεί τον μικροελεγκτή. Σε αυτή τη γραμμή τοποθετείται ένας διακόπτης.

### 2.6.3 Τροφοδοσία

Ο 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 (με τον θετικό πόλο να βρίσκετε στο κέντρο) που βρίσκεται στην κάτω αριστερή γωνία. Η εξωτερική τροφοδοσία μπορεί να είναι ή με την χρήση μετασχηματιστή από εναλασσόμενη τάση σε συνεχή ή με την χρήση μπαταριών.

Για την αποφυγή προβλημάτων, η εξωτερική τροφοδοσία θα πρέπει να είναι από 7 ως 12V. Αν όμως τροφοδοτηθεί με λιγότερο από 7 V, ο σύνδεσμος τροφοδοσίας 5 V που διαθέτει η πλακέτα ίσως να μην μπορέσει να παράγει 5V και η πλακέτα να είναι ασταθής. Αν χρησιμοποιηθούν περισσότερα από 12V για τροφοδοσία ο ρυθμιστής τάσης μπορεί να υπερθερμανθεί και να χαλάσει την πλακέτα.



Εικόνα 15: Τροφοδοσία Arduino Uno

Οι ακροδέκτες τροφοδοσίας είναι οι ακόλουθοι:

- Vin: Η τάση εισόδου της πλακέτας, όταν χρησιμοποιεί εξωτερική πηγή ενέργειας. Η τροφοδοσία τάσης γίνεται μέσω αυτού του ακροδέκτη.
- 5V: Η τάση που χρησιμοποιείται από τα διάφορα μέρη της πλακέτας και το μικροελεγκτή είναι 5V. Η τάση αυτή, την οποία δίνει αυτός ο ακροδέκτης, είναι είτε η τάση 5V που δίνει η σύνδεση με USB, είτε η ρυθμισμένη τάση που δίνεται μέσω του Vin.
- 3.3V: Η τάση αυτή παράγεται από το ολοκληρωμένο FTDI. Το όριο άντλησης ρεύματος είναι 50mA.
- GND: Είσοδοι γείωσης.

#### 2.6.4 Ενσωματωμένα κουμπιά και LED

Πάνω στην πλακέτα του Arduino υπάρχει ένας διακόπτης micro-switch και 4 μικροσκοπικά LED επιφανειακής στήριξης. Η λειτουργία του διακόπτη (που έχει την σήμανση RESET) και του ενός LED με την σήμανση POWER είναι μάλλον 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. Σημειώστε ότι τα LED αυτά ελέγχονται από τον ελεγκτή Serial-

over-USB και συνεπώς δεν λειτουργούν όταν η σειριακή επικοινωνία γίνεται αποκλειστικά μέσω των ψηφιακών pin 0 και 1.

Ανάπτυξη υλικού και λογισμικού πρωτότυπης κινητής συσκευής τηλεφωνίας



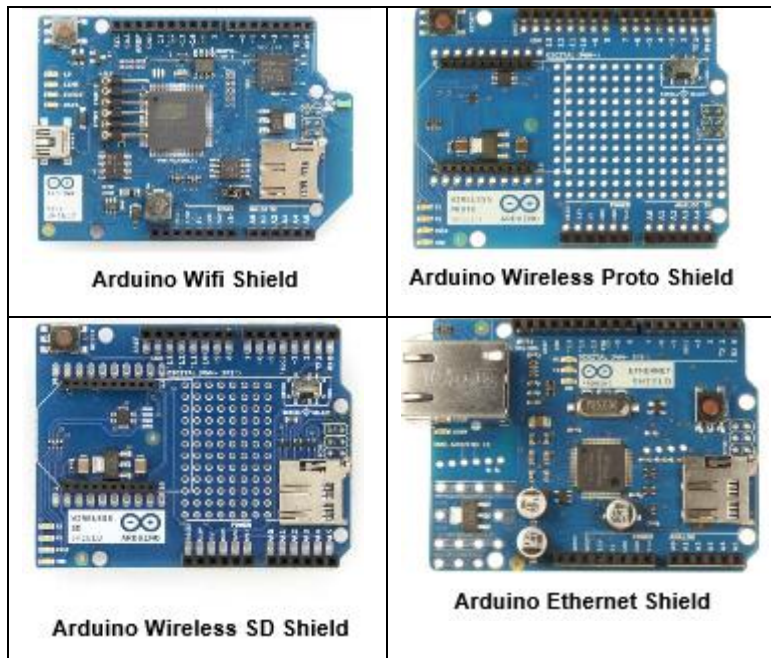
## Κεφάλαιο 3

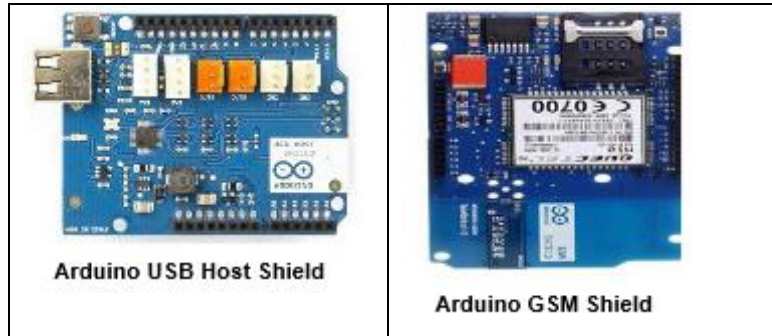
### Arduino GSM Shield

Στο κεφάλαιο 3 θα γίνει ανάλυση του Arduino GSM Shield. Επίσης θα δούμε τα χαρακτηριστικά του, τον τρόπο λειτουργίας του και τα εξαρτήματα από τα οποία αποτελείται .

#### 3.1 Τι είναι τα Shields

Η έννοια του Shield (ασπίδα) στην αρχιτεκτονική Arduino, είναι η ενσωμάτωση επιπλέον υλικού (hardware) στον μικροελεγκτή που του προσδίδει μια νέα ιδιότητα, κυρίως σε θέματα επικοινωνίας. Με την προσαρμογή του υλικού αυτού η επικοινωνία από σειριακή (μέσω USB) μετατρέπεται στην αντίστοιχη που διακρίνει το Shield. Για την ανάπτυξη του κινητού τηλεφώνου της πτυχιακής αυτής χρησιμοποιήθηκε το Arduino GSM Shield.

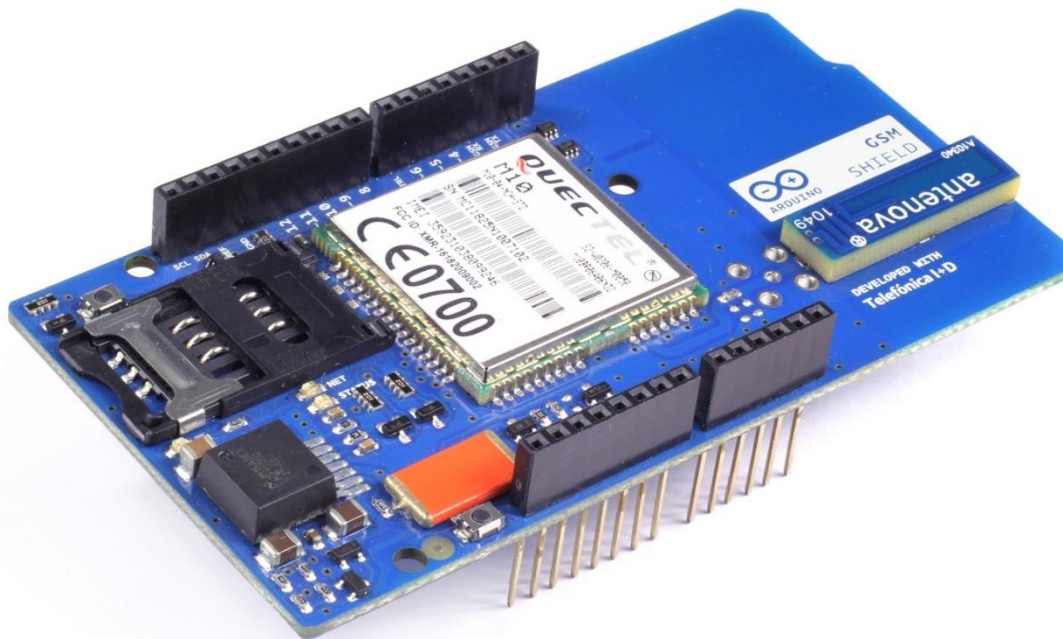




Εικόνα 16:Arduino Shields

### 3.2 Περιγραφή

Το Arduino GSM Shield επιτρέπει στον Arduino να συνδέεται στο διαδίκτυο ,να πραγματοποιεί και να λαμβάνει τηλεφωνικές κλήσεις και να αποστέλλει και να λαμβάνει γραπτά μηνύματα (SMS).Το Shield χρησιμοποιεί ένα radio modem M10 της Quectel και μπορεί να επικοινωνεί με την πλακέτα χρησιμοποιώντας AT Commands. Η βιβλιοθήκη του GSM περιέχει ένα μεγάλο αριθμό μεθόδων επικοινωνίας με το Shield.



Εικόνα 17:Arduino GSM Shield

Το Shield χρησιμοποιεί τους ψηφιακούς ακροδέκτες 2 και 3 για σειριακή επικοινωνία με τον M10. Ο ακροδέκτης 2 τον ακροδέκτη TX του M10 και ο ακροδέκτης 3 με τον RX.

Ο M10 είναι ένα Quad-band GSM/GPRS modem το οποίο λειτουργεί στις συχνότητες GSM850MHz, GSM900MHz, DCS1800MHz και PCS1900MHz. Υποστηρίζει πρωτόκολλα TCP/UDP και HTTP μέσω της GPRS σύνδεσης. Η ταχύτητα του downlink και του uplink της μεταφοράς δεδομένων GPRS φτάνει τα 85.6kpbs.



Εικόνα 18: Ο επεξεργαστής Quectel M10

Για την σύνδεση σε κινητό δίκτυο τηλεφωνίας απαιτείται κάρτα SIM η οποία τοποθετείται στην ειδική υποδοχή του που έχει η πλακέτα Shield όπως φαίνεται και στην εικόνα 19.

Στην Ελλάδα υπάρχουν τρεις πάροχοι κινητής τηλεφωνίας οι οποίοι δίνουν τις ζώνες συχνοτήτων 800 MHz, 900MHz, 1800MHz, 2100 MHz και 2600 MHz και έτσι οποιαδήποτε κάρτα SIM συνδεθεί με την συσκευή θα λειτουργήσει σε μία από τις παραπάνω συχνότητες από τον αντίστοιχο πάροχο (Εθνική Επιτροπή Τηλεπικοινωνιών & Ταχυδρομείων).

### 3.3 Τροφοδοσία

Συνίσταται η τροφοδοσία της πλακέτας να παρέχεται από εξωτερικό τροφοδοτικό, το οποίο δίνει μεταξύ 700mA και 1000mA. Η τροφοδοσία του Arduino και του GSM Shield μέσω σύνδεσης USB είναι καλό να αποφεύγεται διότι δεν μπορεί να εκτελέσει τις απαιτούμενες λειτουργίες σε πλήρη χρήση.

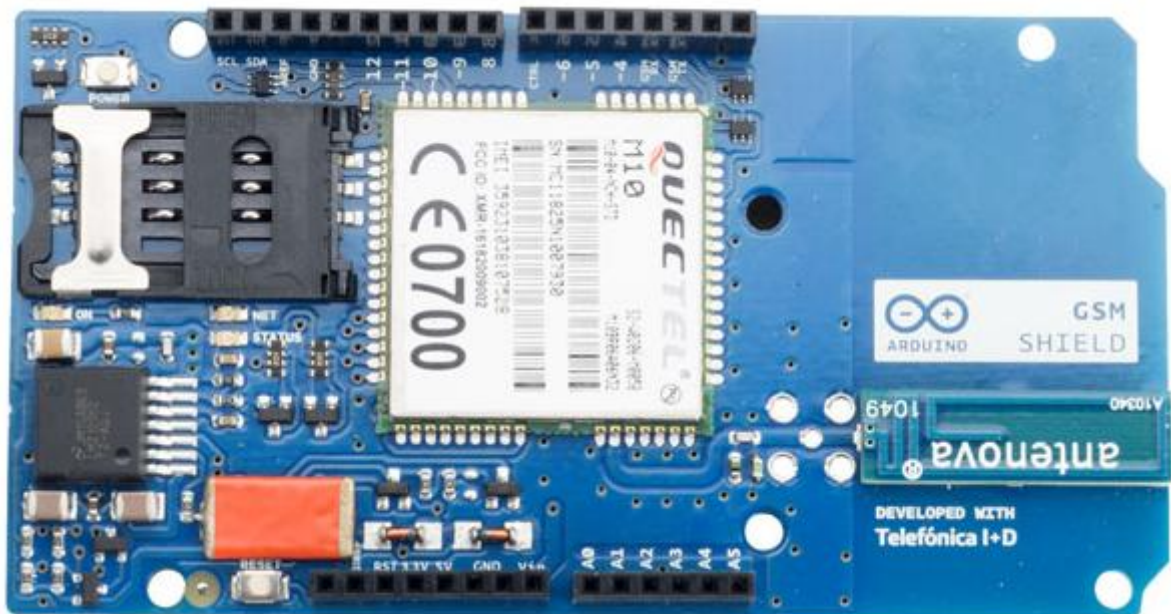
### 3.4 Ενσωματωμένα κουμπιά και LED

Η πλακέτα περιλαμβάνει μια σειρά από LED κατάστασης :

- ON : Δείχνει την τροφοδοσία του Shield
- Status : Ανάβει όταν το modem της πλακέτας τροφοδοτείτε και υπάρχει μεταφορά δεδομένων από και προς το δίκτυο GSM/GPRS
- NET : Αναβοσβήνει όταν το modem επικοινωνεί με το Radio Network
- Διακόπτες RESET/POWER: Ο ένας ονομάζεται RESET και είναι συνδεδεμένος με τον ακροδέκτη RESET του Arduino. Όταν πατηθεί το RESET θα επανεκκινήσει το πρόγραμμα που είναι φορτωμένο στην πλακέτα. Ο άλλος διακόπτης ονομάζεται POWER, είναι συνδεδεμένος με το modem και το ενεργοποιεί ή το απενεργοποιεί

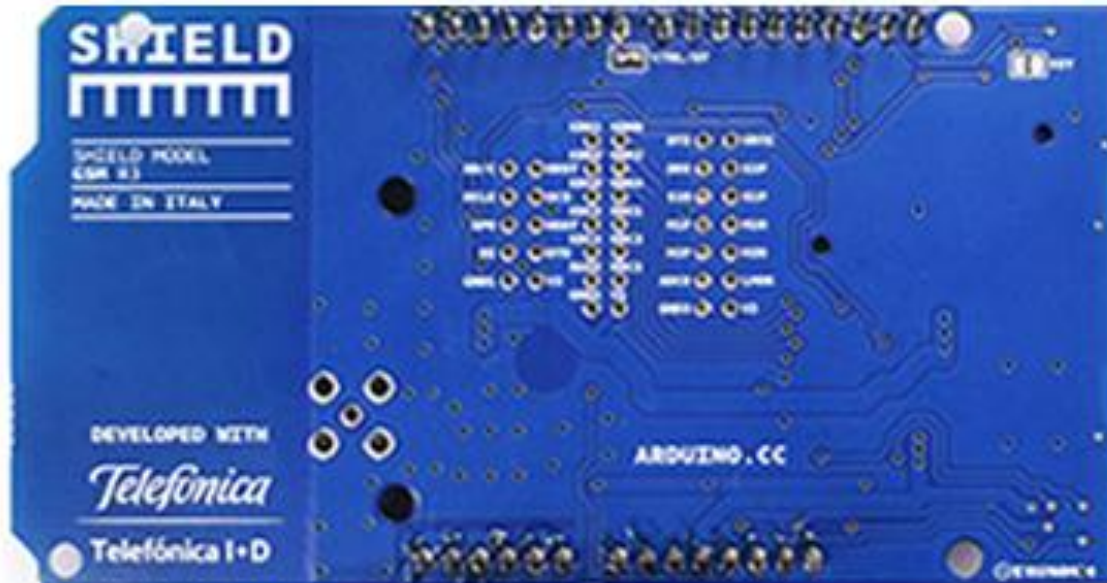
### 3.5 Διεπαφές

Το Arduino GSM Shield υποστηρίζει διεπαφές AIN1 και AIN2, ένα αναλογικό κανάλι εισόδου και ένα αναλογικό κανάλι εξόδου. Στην είσοδο χρησιμοποιούνται τα ακροδέκτες MIC1P/MIC1N, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την σύνδεση μικροφώνου και line inputs. Στην έξοδο χρησιμοποιούνται οι ακροδέκτες SPK1P/SPK1N, που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την σύνδεση είτε με ένα ακουστικό ή με ένα δέκτη. Μέσο του modem, M10 της Quectel, μπορούν να πραγματοποιηθούν τηλεφωνικές κλήσεις. Για να υπάρξει επικοινωνία με την άλλη πλευρά θα πρέπει να προστεθούν ένα μικρόφωνο και ένα ακουστικό.

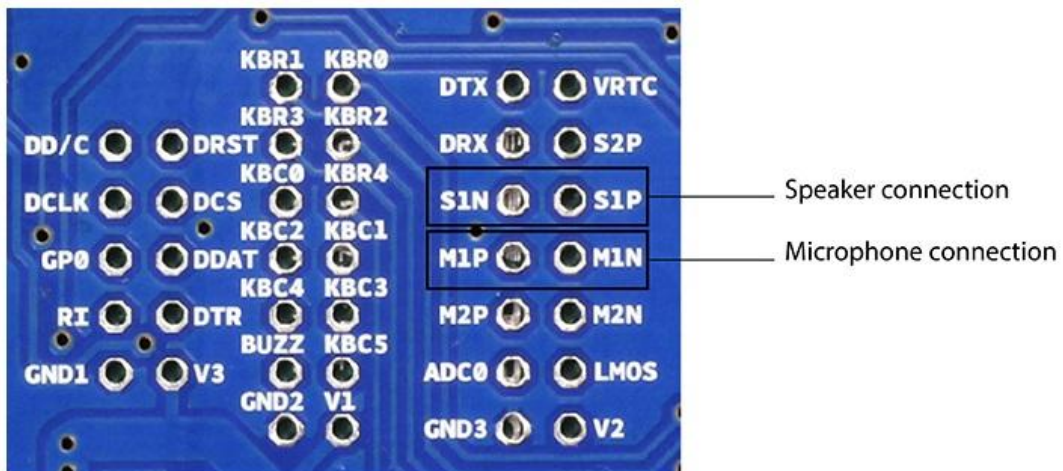


Εικόνα 19:Εμπρόσθια όψη Arduino GSM Shield

Εκτός όμως από τους ακροδέκτες του μικροφώνου και του ακουστικού, υπάρχουν αρκετοί ακόμα που βρίσκονται εκτεθειμένοι στην κάτω πλευρά της πλακέτας. Αυτοί μας παρέχουν πρόσβαση και σε άλλες λειτουργίες του modem όπως η χρήση πληκτρολογίου η buzzer.



Εικόνα 20:Οπίσθια όψη Arduino GSM Shield



Εικόνα 21:Οπίσθια όψη Arduino GSM Shield σε μεγέθυνση

Ανάπτυξη υλικού και λογισμικού πρωτότυπης κινητής συσκευής τηλεφωνίας

## Κεφάλαιο 4

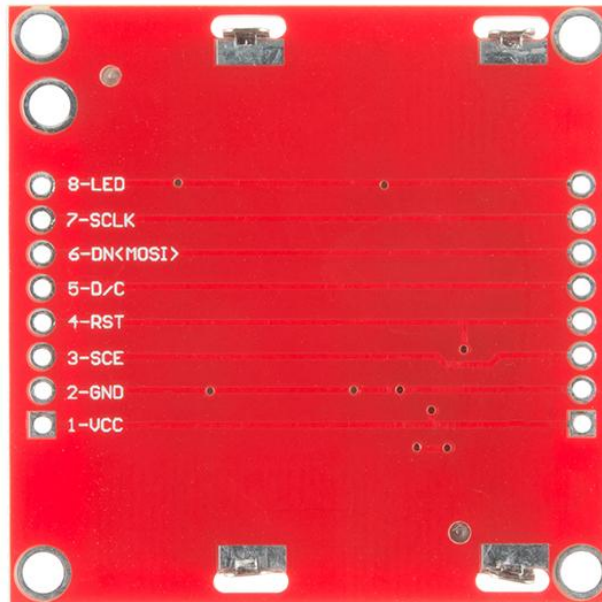
### Οθόνη LCD

Για την αποτύπωση των αποτελεσμάτων χρησιμοποιήθηκε μια LCD οθόνη Nokia 5110.

Η Nokia 5110 είναι μια βασική οθόνη LCD για πάρα πολλές εφαρμογές. Αρχικά προοριζόταν για οθόνη κινητού τηλεφώνου. Χρησιμοποιεί έναν ελεγκτή PCD8544. Ο PCD8544 είναι ένας χαμηλής ισχύος CMOS LCD ελεγκτής, σχεδιασμένος για οθόνη 48 γραμμών και 84 στηλών. Όλες οι απαραίτητες λειτουργίες για την οθόνη δίνονται μέσα από ένα chip, συμπεριλαμβανομένου και της τροφοδοσίας. Η διεπαφή του PCD8544 και του μικροελεγκτή γίνεται σειριακά.



Εικόνα 22:LCD Οθόνη Nokia 5110



Εικόνα 23:Οπίσθια όψη LCD Οθόνης Nokia 5110



## Κεφάλαιο 5

### Keypad

Για την εισαγωγή δεδομένων χρησιμοποιήθηκε ένα πληκτρολόγιο 12 πλήκτρων.

Τα πλήκτρα είναι τοποθετημένα σε μορφή πίνακα. Αυτό επιτρέπει στον μικροελεγκτή να αναγνωρίζει στήλες και σειρές στην επιφάνεια του πληκτρολογίου και να συνδυάζει την κάθε εισαγωγή δεδομένων με ένα κελί στον αντίστοιχο εικονικό πίνακα. Έτσι ο μικροελεγκτής σαρώνει τους 7 ακροδέκτες εξόδου και να αναγνωρίζει πια από τα 12 πλήκτρα πιέστηκαν ώστε να εισάγει την αντίστοιχη εντολή.



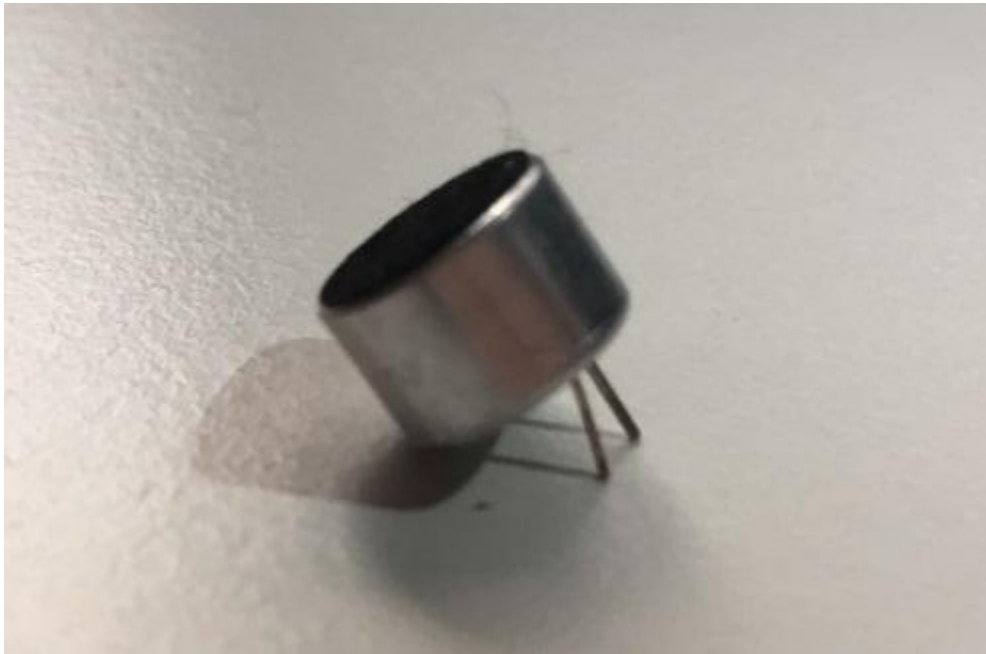
Εικόνα 24:Πληκτρολόγιο

Ανάπτυξη υλικού και λογισμικού πρωτότυπης κινητής συσκευής τηλεφωνίας

## Κεφάλαιο 6

### Μικρόφωνο

Για την είσοδο δεδομένων ήχου χρησιμοποιήθηκε ένα πυκνωτικό μικρόφωνο. Τέτοιου τύπου μικρόφωνα επιτρέπουν τη χρήση τους χωρίς να χρειάζεται εξωτερική τροφοδοσία, τροφοδοτούμενα εξ ολοκλήρου από την πλακέτα. Το μικρόφωνο είναι διαμέτρου 9,7 χιλιοστών και ύψους 4,5 χιλιοστών με παροχή ρεύματος 5.0 Volt. Η ευαισθησία του μικροφώνου κυμαίνεται στα  $-46\text{dB} \pm 2\text{dB}$  στο 1 K Hz και η συχνότητα του 100 ~ 10,000 Hz.



Εικόνα 25: Το μικρόφωνο

Ανάπτυξη υλικού και λογισμικού πρωτότυπης κινητής συσκευής τηλεφωνίας

## Κεφάλαιο 7

### Ακουστικό

Για την έξοδο δεδομένων φωνής και ήχου χρησιμοποιήθηκε ακουστικό διαμέτρου 40mm. Η απαιτούμενη τροφοδοσία είναι 0,25 Watt και η ευαισθησία του στα 85dB  $\pm$ 3dB. Η συχνότητα του ακουστικού είναι Fo-20K Hz.



Εικόνα 26: Το ακουστικό

Ανάπτυξη υλικού και λογισμικού πρωτότυπης κινητής συσκευής τηλεφωνίας

## ΜΕΡΟΣ Β'

Ανάπτυξη υλικού και λογισμικού πρωτότυπης κινητής συσκευής τηλεφωνίας



## Κεφάλαιο 1

### Κατασκευή κινητού τηλεφώνου

Η αρχιτεκτονική Arduino επιτρέπει τη σύνδεση και αλληλεπίδραση διαφόρων εξαρτημάτων και συσκευών τα οποία με τον σωστό προγραμματισμό επιτελούν έναν στόχο. Σε αυτό το μέρος της πτυχιακής εργασίας θα γίνει η περιγραφή των βημάτων που ακολουθήθηκαν για την κατασκευή του κινητού τηλεφώνου τόσο σε υλικό(hardware) αλλά και λογισμικό(software) επίπεδο. Θα υπάρξει μία ανάλυση της διαδικασίας συναρμολόγησης της συσκευής βήμα-βήμα για κάθε εξάρτημα ξεχωριστά μαζί με επαληθευτικές δοκιμές για το κάθε ένα καθώς και τελική δοκιμή του τηλεφώνου με πραγματοποίηση πραγματικών κλήσεων σε δίκτυα κινητής και σταθερής τηλεφωνίας.

Πιο συγκεκριμένα η δημιουργία του κινητού τηλεφώνου χωρίζεται σε 4 επιμέρους στάδια για τη καλύτερη κατανόηση και οργάνωση της διαδικασίας. Τα στάδια αυτά είναι τα ακόλουθα:

- 1.Υλικό υλοποίησης επικοινωνίας με τα κινητά δίκτυα
- 2.Σύνδεση υλικών για την είσοδο δεδομένων
- 3.Σύνδεση υλικών για την έξοδο των δεδομένων
- 4.Ενωση και πραγματοποίηση κλήσεων

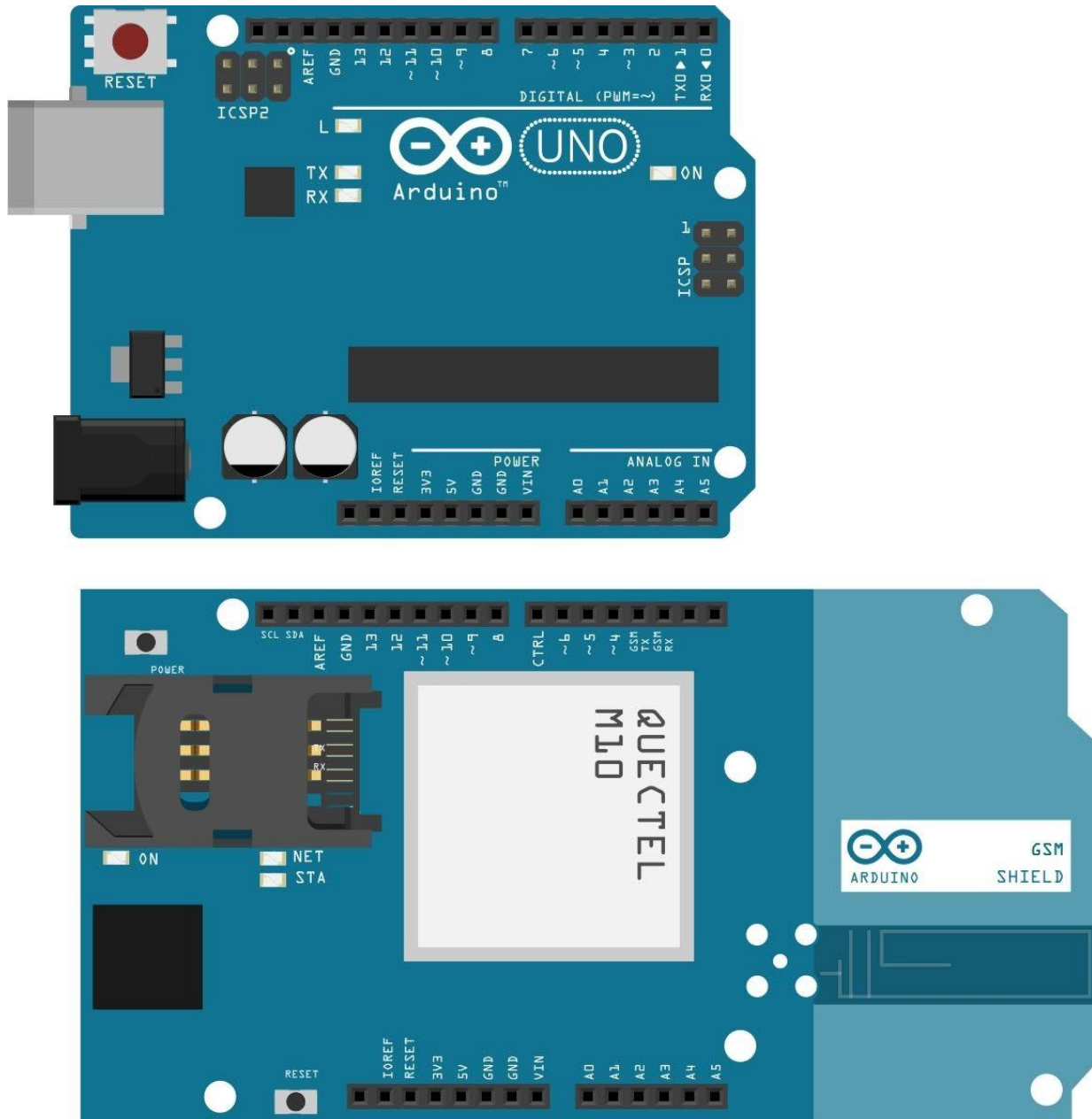
Αναφέρεται πως το πρόγραμμα της εταιρίας Arduino με τον ομώνυμο τίτλο πρέπει να είναι εγκατεστημένο στον υπολογιστή καθώς είναι αναγκαία η χρήση του σε διάφορα στάδια της ακόλουθης διαδικασίας. Προγραμματισμένο σε περιβάλλον Java το πρόγραμμα αυτό είναι ανοιχτού κώδικα και τρέχει σε όλα τα λειτουργικά συστήματα. Παρέχεται δωρεάν μέσω της ιστοσελίδας [www.arduino.cc](http://www.arduino.cc) και χρησιμοποιείται για τη συγγραφή και φόρτωση κώδικα στην πλακέτα. Στην εργασία αυτή χρησιμοποιείται η έκδοση 1.6.9 η οποία είναι και η τελευταία έκδοση του προγράμματος.

Ανάπτυξη υλικού και λογισμικού πρωτότυπης κινητής συσκευής τηλεφωνίας

## Κεφάλαιο 2

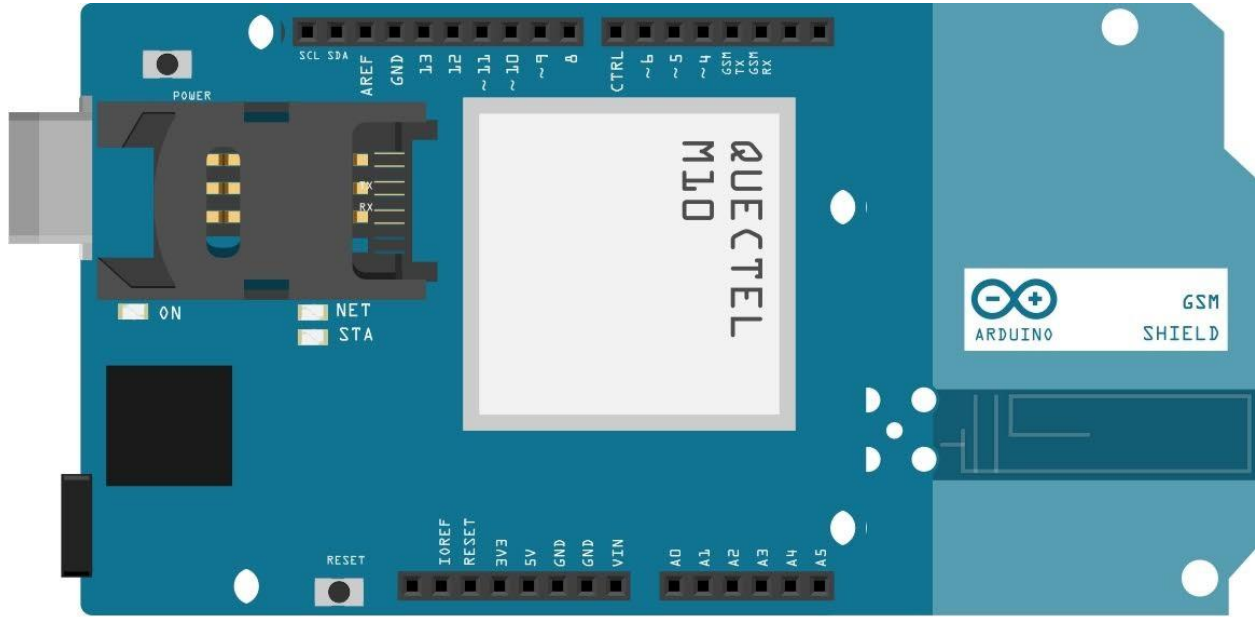
### Υλικό υλοποίησης επικοινωνίας με τα κινητά δίκτυα

Στο πρώτο στάδιο της δημιουργίας της συσκευής πραγματοποιήθηκε η ένωση των δύο βασικών πλακετών. Η επικοινωνία του υλικού μέρους του συστήματος επετεύχθη με τη χρήση του GSM SHIELD. Οι ακροδέκτες των δυο αλληλεπιδρόμενων συσκευών, οι οποίες είναι κατασκευασμένες από την ίδια εταιρία, εφάπτονται τέλεια μεταξύ τους, ώστε εκείνες του GSM SHIELD να εισάγονται στις αντίστοιχες υποδοχές του Arduino UNO. Πάνω στις δύο αυτές πλακέτες στηρίζεται όλη η συνδεσμολογία της συσκευής καθώς αποτελεί τον πυρήνα της λειτουργίας του τηλεφώνου. Στις ακόλουθες εικόνες απεικονίζεται η ομοιότητα των πλακετών αλλά και ο τρόπος που εφάπτονται.



Εικόνα 27: Πλακέτες Arduino Uno (πάνω) και GSM Shield (κάτω)

Το GSM SHIELD δεν απαιτεί επιπλέον τροφοδοσία διότι τροφοδοτείται μέσω της πλακέτας Arduino UNO στην οποία ενσωματώνεται όπως φαίνεται και στην Εικόνα 28.

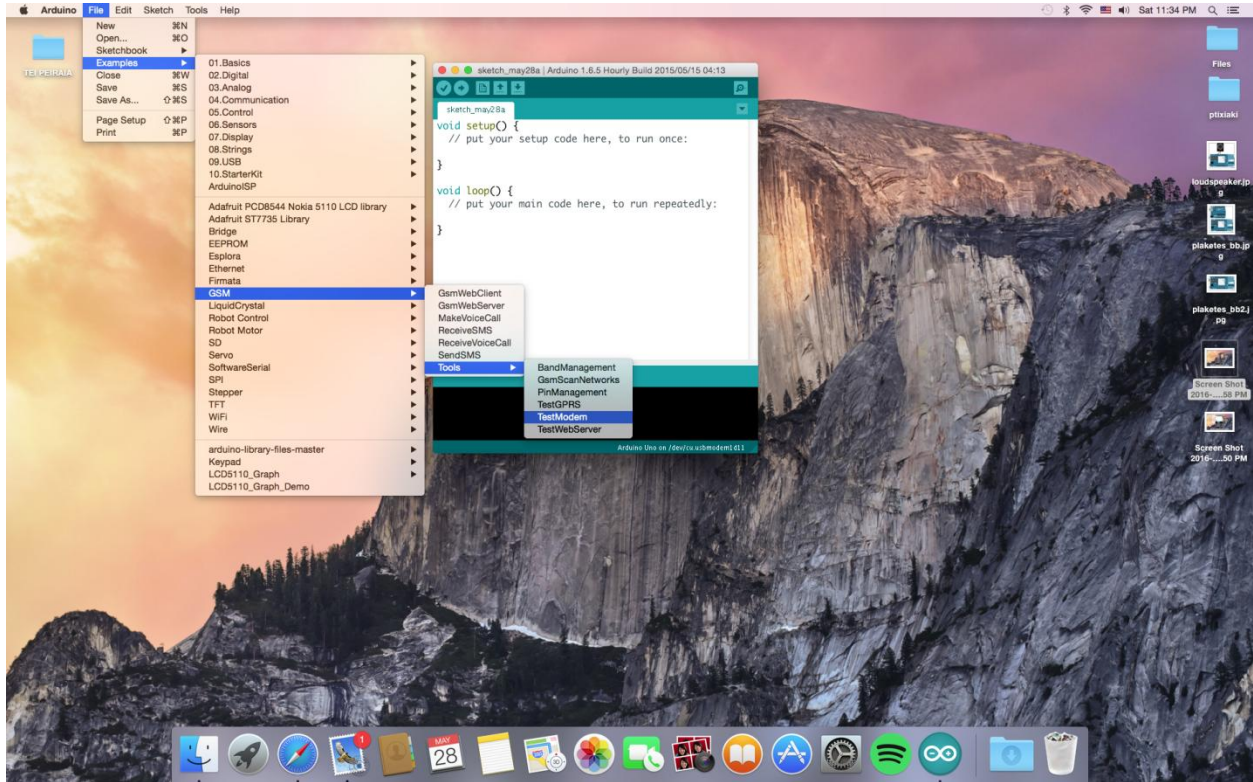


Εικόνα 28: Ενσωμάτωση των δύο καρτών

Έπειτα θα πρέπει να πραγματοποιηθεί δοκιμή για την σωστή λειτουργία των πλακετών συνδέοντας αυτές στον Η/Υ με την χρήση USB 2.0 καλωδίου τύπου A/B.

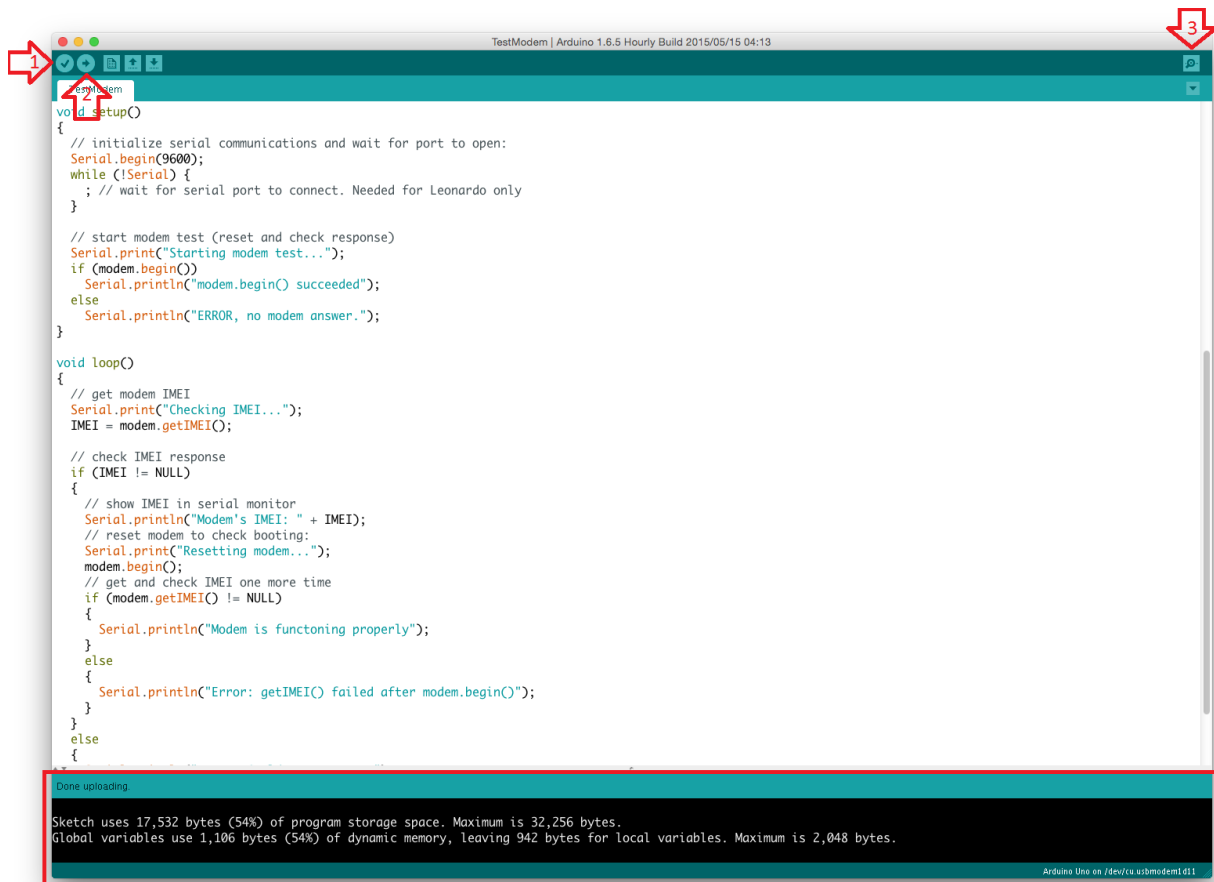
Για την υλοποίηση της δοκιμής θα πρέπει να φορτωθεί στην πλακέτα το κατάλληλο sketch από τον Η/Υ ακολουθώντας τα παρακάτω βήματα όπως δείχνουν και οι παρακάτω εικόνες. Ο κώδικας του sketch παρέχεται μέσω του προγράμματος Arduino και είναι σταθερός κώδικας. Η διαδικασία εξελίσσεται ως εξής. Έχοντας ανοίξει το πρόγραμμα Arduino επιλέγουμε από την καρτέλα File την επιλογή Examples, ύστερα το υπομενού GSM, μετά επιλέγουμε Tools και τέλος την ενέργεια TestModem όπως παρουσιάζει η εικόνα 30.

## Ανάπτυξη υλικού και λογισμικού πρωτότυπης κινητής συσκευής τηλεφωνίας



Εικόνα 29: Διαδικασία επιλογής Sketch

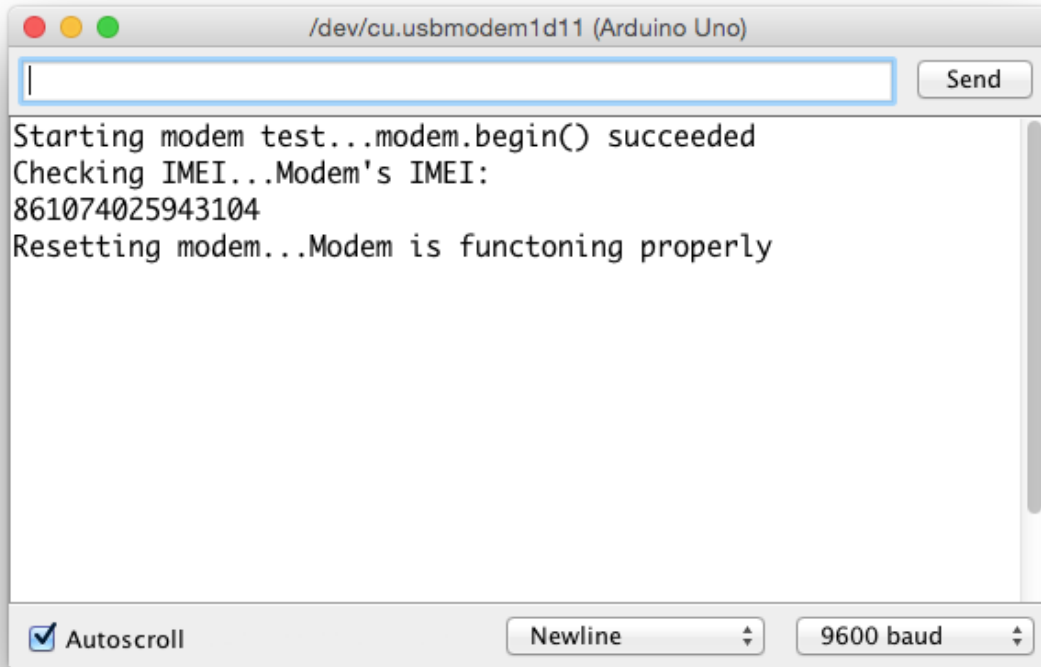
Πιο συνοπτικά η ενέργεια που ακολουθούμε είναι η εξής:  
File>Examples>GSM>Tools>TestModem



Εικόνα 30: Παράθυρο λειτουργίας ελέγχου πλακέτας

Στην οθόνη θα εμφανιστεί το παραπάνω παράθυρο. Αυτός είναι ο παρεχόμενος κώδικας που ελέγχει τη λειτουργία της πλακέτας και του GSM Shield. Στην εικόνα απεικονίζονται τρεις λειτουργίες του προγράμματος οι οποίες έχουν επισημανθεί με αριθμούς προτεραιότητας ως προς την σειρά ενέργειας. Το νούμερο ένα επάνω αριστερά της εικόνας είναι η λειτουργία Verify η οποία κάνει compile τον κώδικα και έλεγχο για πιθανά λάθη. Η δεύτερη ενέργεια είναι Upload και απεικονίζεται με το νούμερο δύο. Αυτή η λειτουργία φορτώνει τον κώδικα στην πλακέτα. Το κόκκινο πλαίσιο στο κάτω μέρος της εικόνας εμφανίζει τα αποτελέσματα του ελέγχου των δύο πρώτων ενεργειών και μας επιβεβαιώνει για την επιτυχία ή την αποτυχία εκτέλεσής τους.

Τέλος επιλέγουμε την λειτουργία Serial Monitor, η οποία φαίνεται στην εικόνα 34 στο νούμερο τρία, και εκτελεί το πρόγραμμα που έχει φορτωθεί στην πλακέτα παρουσιάζοντας τα αποτελέσματα σε νέο παράθυρο.



Εικόνα 31: Παράθυρο παρουσίασης αποτελεσμάτων TestModem

Η παραπάνω εικόνα δείχνει τα αποτελέσματα του ελέγχου που πραγματοποιήθηκε στη συγκεκριμένη κατασκευή.



## Κεφάλαιο 3

### Σύνδεση υλικών για την είσοδο δεδομένων

Στο τμήμα αυτό θα επεξηγηθούν οι λειτουργίες των μέσων εισόδου δεδομένων τα οποία είναι το πληκτρολόγιο και το μικρόφωνο, η συνδεσμολογία τους καθώς θα γίνει και έλεγχος της λειτουργίας τους μέσω κατάλληλων προγραμμάτων.

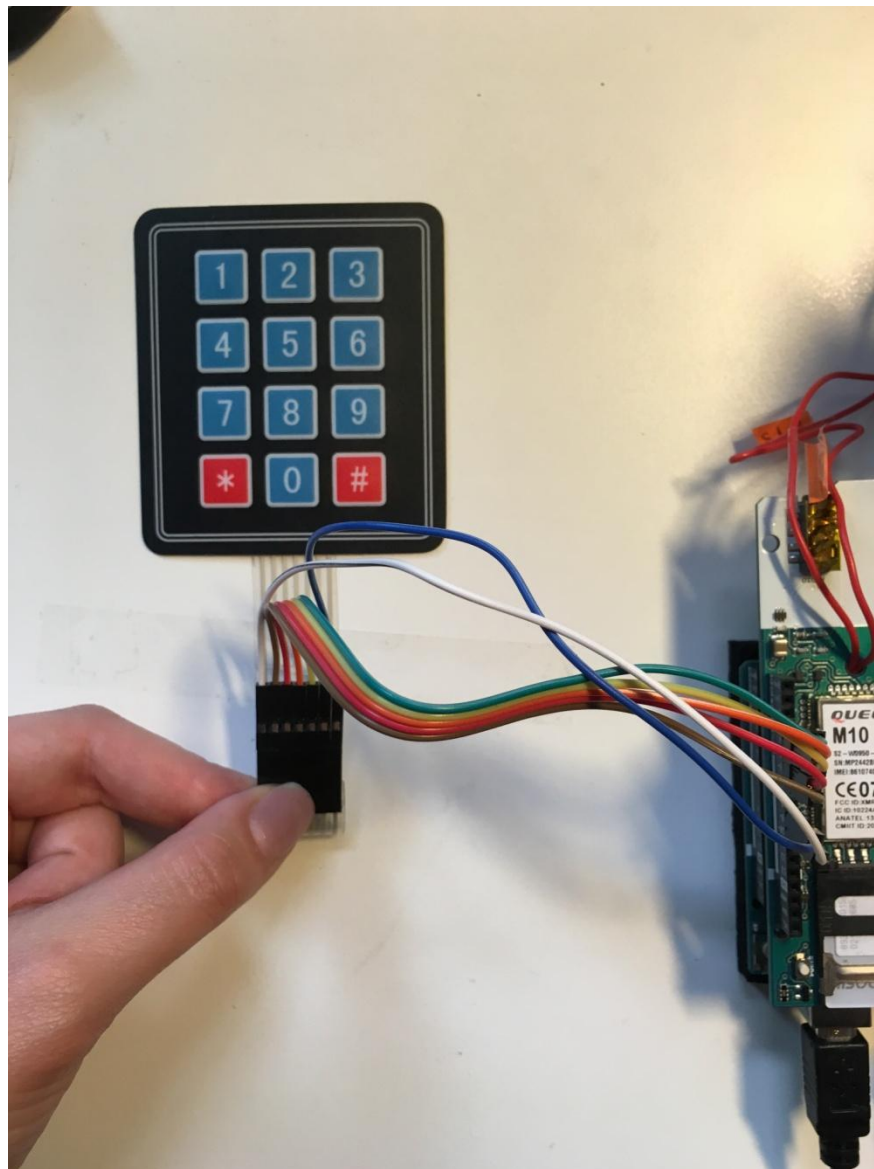
Για την γεφύρωση των εξαρτημάτων με τις πλακέτες Arduino χρειάστηκαν επίσης καλώδια δοκιμών(Jumper Cables) male to male, male to female με πάχος 26AWG,τα οποία εφαρμόζουν σε όλες τις οπές(pins).

#### 3.1 Πληκτρολόγιο

Η συνδεσμολογία που εφαρμόστηκε αποτυπώνεται στην εικόνα 35. Στην συγκεκριμένη περίπτωση χρησιμοποιήθηκαν καλώδια δοκιμών male to male. Πιο αναλυτικά συνδέθηκαν επτά καλώδια διαφορετικού χρώματος από τις υποδοχές του πληκτρολογίου στις υποδοχές του Arduino GSM Shield.

Χρώμα	Pin
Λευκό	9
Καφέ	7
Κόκκινο	6
Πορτοκαλί	5
Κίτρινο	4
Πράσινο	3
Μπλε	10

Πίνακας 4: Συνδεσμολογία πληκτρολογίου

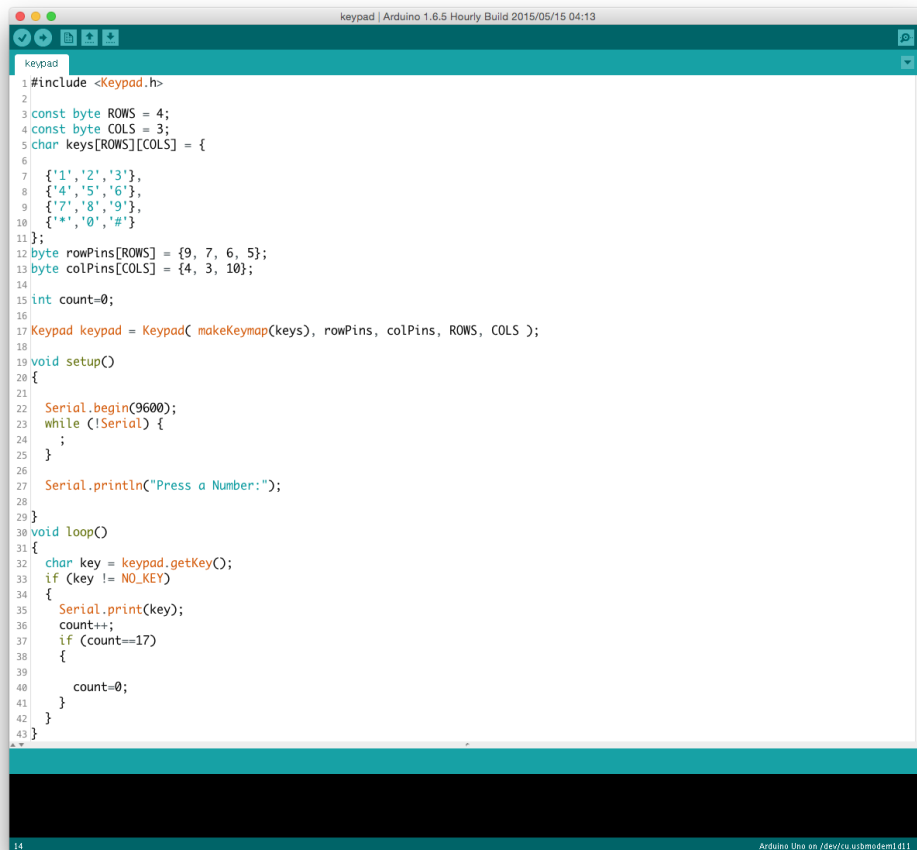


Εικόνα 32: Σύνδεση πληκτρολογίου

Για τη σύνδεση του πληκτρολογίου με τη συσκευή χρειάστηκε η εγκατάσταση μίας ξεχωριστής βιβλιοθήκης στο πρόγραμμα Arduino η οποία μας επέτρεψε την πραγματοποίηση δοκιμών με τους ακροδέκτες. Ύστερα από μελέτη της βιβλιοθήκης αυτής και παραμετροποίηση των εντολών εισόδου έγινε εφικτή η σύνδεση των συσκευών. Μετά την σύνδεση τους δημιουργήθηκε ένα νέο πρόγραμμα το οποίο μας

επέτρεψε να κάνουμε έλεγχο σωστής λειτουργίας του πληκτρολογίου. Ο έλεγχος που πραγματοποιήθηκε έγινε για να βεβαιωθούμε πως όλα τα πλήκτρα λειτουργούν και ότι ανταποκρίνονται πιστά στις εντολές του χρήστη. Τέλος πραγματοποιήθηκε δήλωση των ακροδεκτών του πληκτρολογίου με τους αντίστοιχες οπές της πλακέτας αλλά και αντιστοίχιση των πλήκτρων με τα κατάλληλα σύμβολα στο πρόγραμμα.

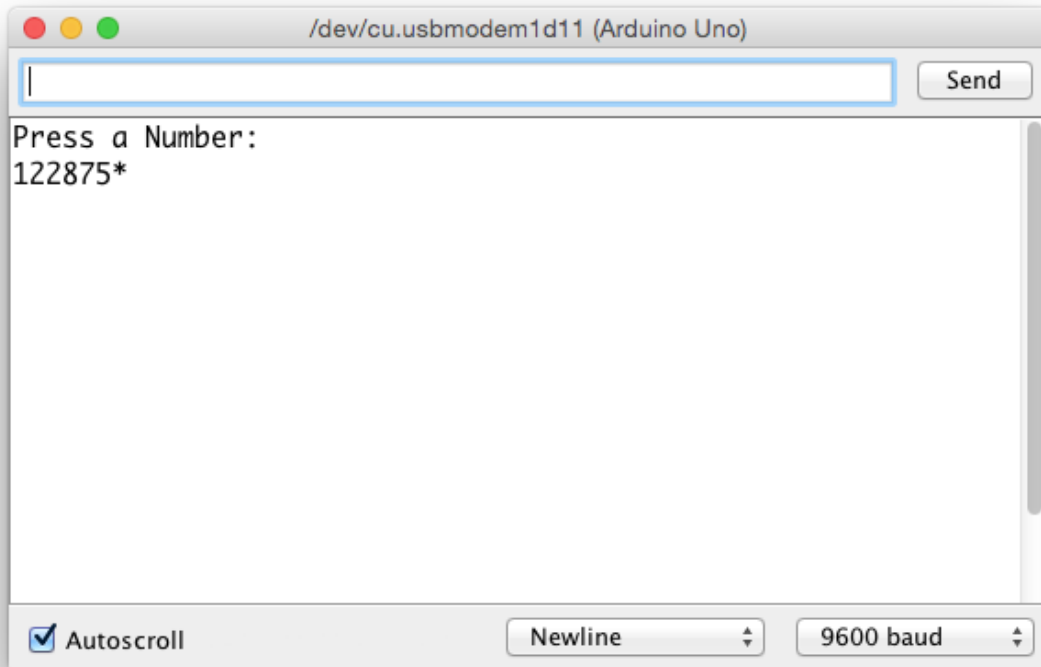
Στην παρακάτω εικόνα αποτυπώνεται το sketch του κώδικα για την δοκιμή του πληκτρολογίου



```
keypad | Arduino 1.6.5 Hourly Build 2015/05/15 04:13
keypad
1 #include <Keypad.h>
2
3 const byte ROWS = 4;
4 const byte COLS = 3;
5 char keys[ROWS][COLS] = {
6
7   {'1','2','3'},
8   {'4','5','6'},
9   {'7','8','9'},
10  {'*','0','#'}
11 };
12 byte rowPins[ROWS] = {9, 7, 6, 5};
13 byte colPins[COLS] = {4, 3, 10};
14
15 int count=0;
16
17 Keypad keypad = Keypad( makeKeypad(keys), rowPins, colPins, ROWS, COLS );
18
19 void setup()
20 {
21
22   Serial.begin(9600);
23   while (!Serial) {
24     ;
25   }
26
27   Serial.println("Press a Number:");
28
29 }
30 void loop()
31 {
32   char key = keypad.getKey();
33   if (key != NO_KEY)
34   {
35     Serial.print(key);
36     count++;
37     if (count==17)
38     {
39
40       count=0;
41     }
42   }
43 }
```

Εικόνα 33: Sketch για δοκιμή πληκτρολογίου

Με τον προγραμματισμό του πληκτρολογίου ολοκληρωμένο, κατορθώθηκε η εισαγωγή και αναγνώριση δεδομένων στο κινητό τηλέφωνο.

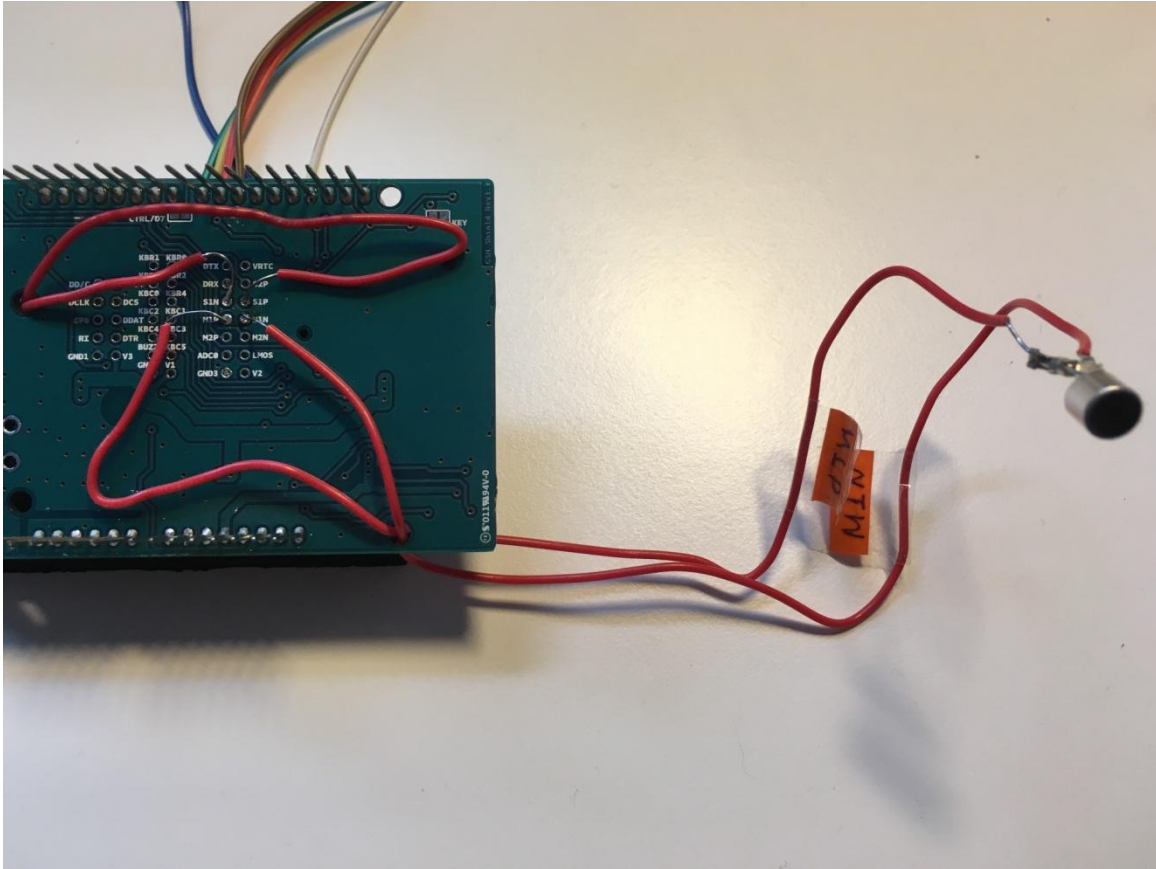


Εικόνα 34: Αποτελέσματα δοκιμής πληκτρολογίου

Στην παραπάνω εικόνα αποτυπώνονται τα αποτελέσματα του προγράμματος και των ενεργειών κατά την πληκτρολόγηση διαφόρων αριθμών από το Keypad.

### 3.2 Μικρόφωνο

Για τη σύνδεση του μικροφώνου χρειάστηκαν καλώδια δοκιμών female to female, μονόκλωνο καλώδιο για breadboard, κολλητήρι και καλάι.



Εικόνα 35: Συνδεσμολογία μικροφώνου

Για να συνδεθεί το μικρόφωνο με την πλακέτα χρησιμοποιήθηκαν οι υποδοχές που βρίσκονται στην πίσω πλευρά της πλακέτας Arduino GSM Shield οι οποίες φαίνονται στην εικόνα 21 σε προηγούμενο κεφάλαιο. Οι δύο υποδοχές είναι οι M1P και M1N. Αφού πραγματοποιήθηκε η κόλληση χρησιμοποιήθηκαν δυο καλώδια δοκιμών female το female για τη σύνδεση των μονόκλωνων καλωδίων με τους ακροδέκτες του μικροφώνου. Η δοκιμή της λειτουργίας του μικροφώνου πραγματοποιήθηκε αργότερα όταν πραγματοποιήθηκε κλήση από τη συσκευή.

Ανάπτυξη υλικού και λογισμικού πρωτότυπης κινητής συσκευής τηλεφωνίας

## Κεφάλαιο 4

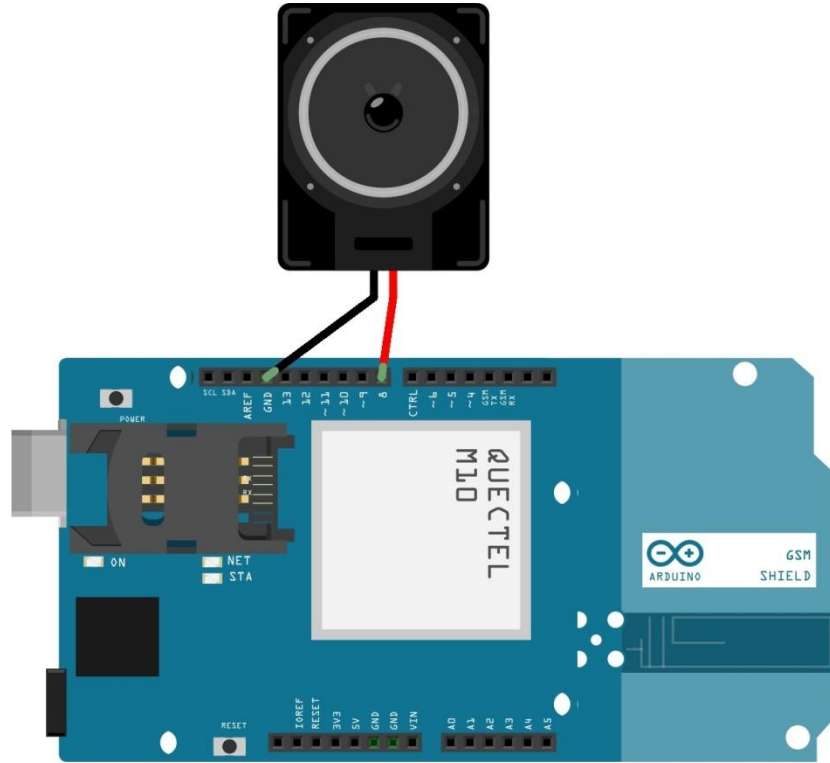
### Σύνδεση υλικών για την έξοδο δεδομένων

Επόμενο στάδιο στην κατασκευή του τηλεφώνου ήταν η συναρμολόγηση και εγκατάσταση των υλικών εξόδου δεδομένων. Σε αυτό το κομμάτι της εργασίας θα επεξηγηθούν οι λειτουργίες η συνδεσμολογία και ο έλεγχος των μέσων εξόδου δεδομένων τα οποία είναι η οθόνη το ακουστικό και το μεγάφωνο.

Για την γεφύρωση των εξαρτημάτων με τις πλακέτες Arduino χρειάστηκαν καλώδια δοκιμών male to male, male to female, female to female με πάχος 26AWG, τα οποία εφαρμόζουν σε όλες τις οπές.

#### 4.1 Μεγάφωνο

Αρχικά συνδέθηκε το μεγάφωνο με τη πλακέτα GSM. Οι δύο ακροδέκτες του τηλεφώνου τοποθετήθηκαν στον 8pin και ο άλλος στο GND pin. Αναλυτικότερα φαίνεται η σύνδεση τους στην εικόνα που ακολουθεί.



Εικόνα 36 Συνδεσμολογία μεγαφώνου

Έπειτα δημιουργήθηκε ένας ξεχωριστός ήχος κλήσης. Για να επιτευχθεί αυτό χρειάστηκε να γίνει χρήση μίας ακόμη βιβλιοθήκης η οποία λέγεται `pitches.h`. Η τοποθεσία της βιβλιοθήκης στο πρόγραμμα είναι η ακόλουθη:

`File>Examples>Digital>toneMelody`

Ύστερα ανοίγουμε την δεύτερη καρτέλα του παραθύρου η οποία μας δείχνει τον τρόπο μετατροπής των μουσικών νότων σε εντολές κώδικα. Πρώτα μελετήθηκε η παρτιτούρα του κομματιού `Clocks` από το συγκρότημα `Coldplay` και έγινε αντιστοιχία των μουσικών νότων από τις ελληνικές τους ονομασίες στις αγγλικές και ύστερα η μετατροπή τους σε κώδικα. Η ακόλουθη εικόνα παρουσιάζει τον κώδικα σχεδιασμού του ήχου κλήσης.

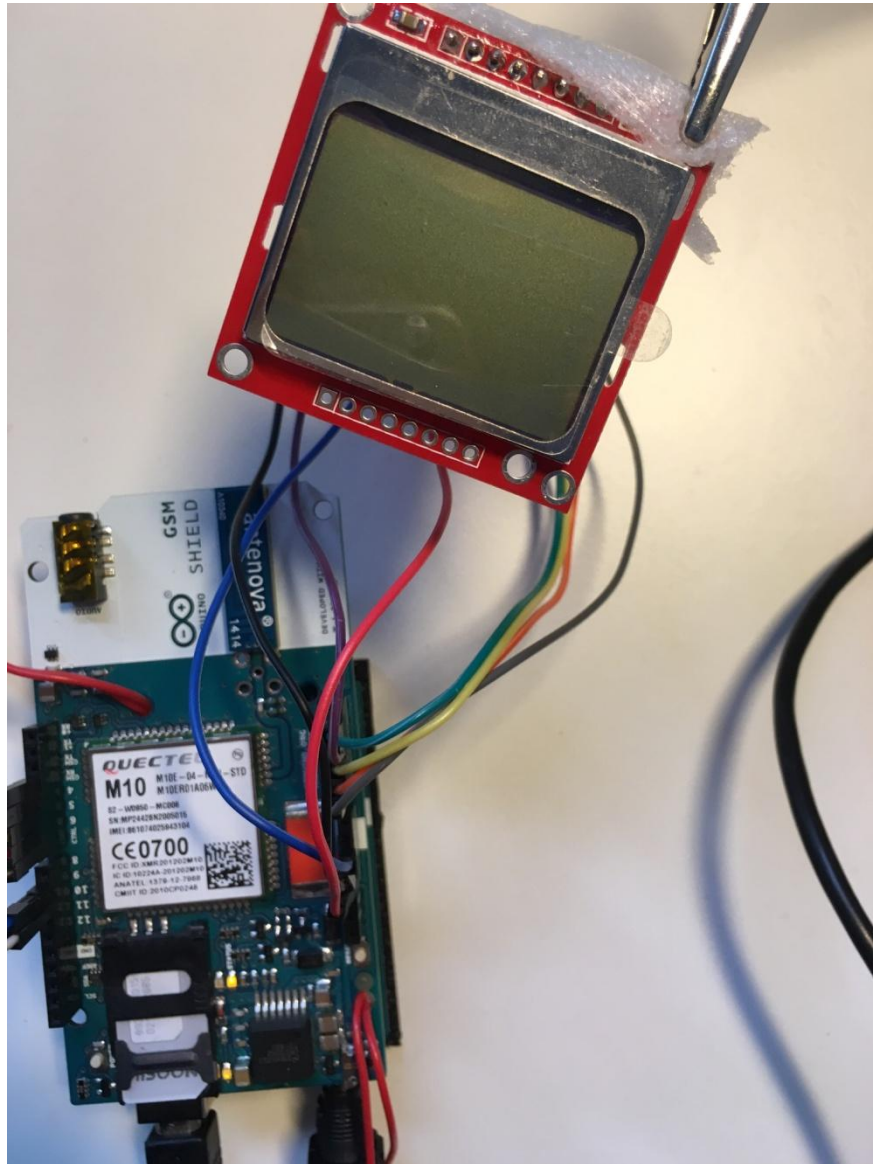


## 4.2 Οθόνη

Η συνδεσμολογία που εφαρμόστηκε αποτυπώνεται στην παρακάτω εικόνα. Στην συγκεκριμένη περίπτωση χρησιμοποιήθηκαν καλώδια δοκιμών male to female. Πιο αναλυτικά συνδέθηκαν οκτώ καλώδια διαφορετικού χρώματος από τις υποδοχές της οθόνης στις υποδοχές του Arduino GSM Shield.

Υποδοχή	Χρώμα	Pin
8-LED	Μπλε	3.3V
7-SCLK	Γκρι	A0
6-DN<MOSI	Πορτοκαλί	A1
5-D/C	Κίτρινο	A2
4-RST	Πράσινο	A4
3-SCE	Μοβ	A3
2-GND	Μαύρο	GND
1-VCC	Κόκκινο	3.3V

Πίνακας 5: Συνδεσμολογία οθόνης

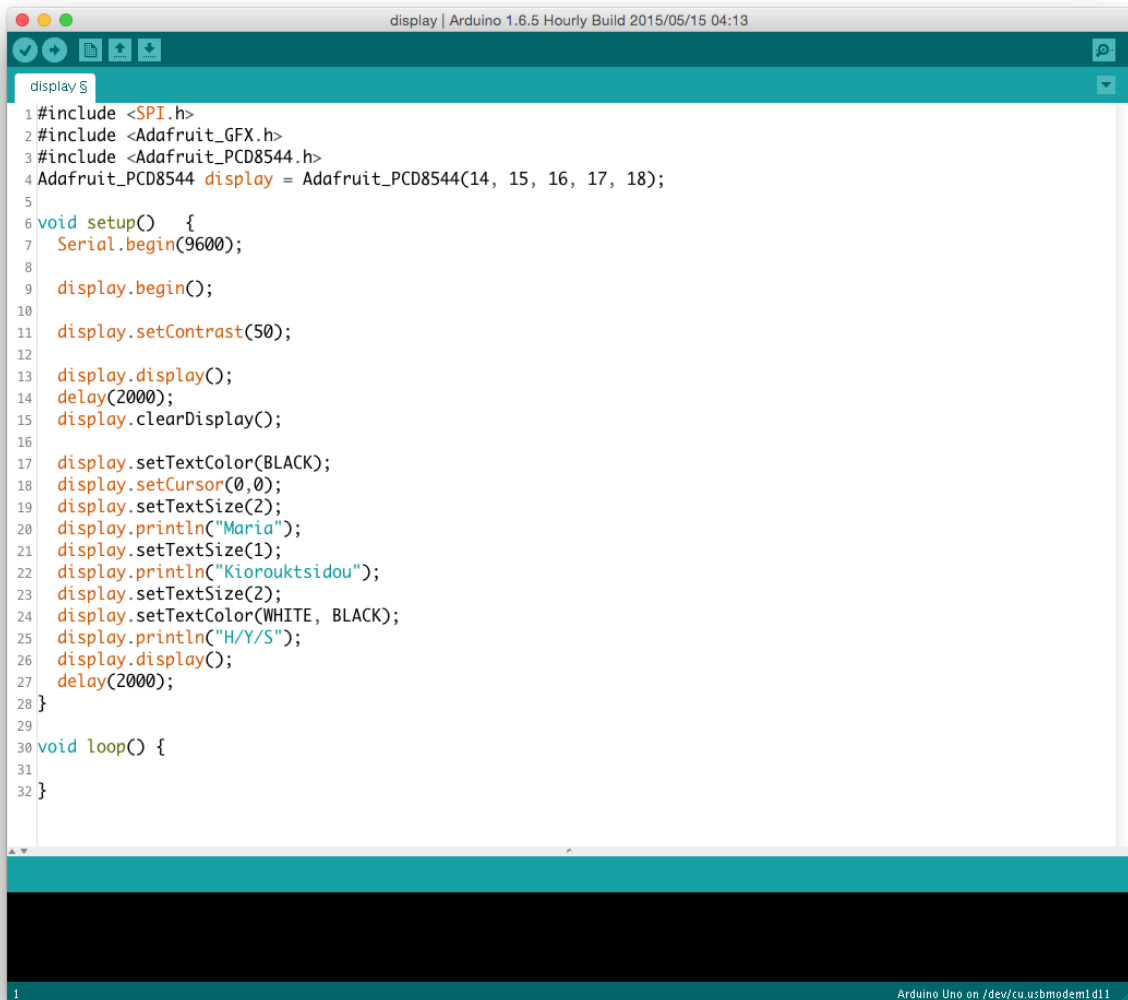


Εικόνα 37: Συνδεσμολογία Οθόνης

Για τη σύνδεση της οθόνης με τη συσκευή χρειάστηκε επίσης η εγκατάσταση μίας ξεχωριστής βιβλιοθήκης στο πρόγραμμα Arduino η οποία μας επέτρεψε την πραγματοποίηση δοκιμών με τους ακροδέκτες. Ύστερα από μελέτη της βιβλιοθήκης αυτής και παραμετροποίηση των εντολών εισόδου έγινε εφικτή η σύνδεση των συσκευών. Μετά την σύνδεση τους δημιουργήθηκε ένα νέο πρόγραμμα το οποίο μας επέτρεψε να κάνουμε έλεγχο σωστής λειτουργίας της οθόνης. Ο έλεγχος που πραγματοποιήθηκε έγινε για να βεβαιωθούμε πως όλα τα pin του Arduino παραμετροποιήθηκαν σωστά στον κώδικα με αυτά της οθόνης ,να ρυθμίσουμε την

φωτεινότητα και την αντίθεση της οθόνης και ότι ανταποκρίνονται πιστά στις εντολές του χρήστη.

Στην παρακάτω εικόνα αποτυπώνεται το sketch του κώδικα για την δοκιμή της οθόνης.



```
display | Arduino 1.6.5 Hourly Build 2015/05/15 04:13
display S
1 #include <SPI.h>
2 #include <Adafruit_GFX.h>
3 #include <Adafruit_PCD8544.h>
4 Adafruit_PCD8544 display = Adafruit_PCD8544(14, 15, 16, 17, 18);
5
6 void setup() {
7   Serial.begin(9600);
8
9   display.begin();
10
11  display.setContrast(50);
12
13  display.display();
14  delay(2000);
15  display.clearDisplay();
16
17  display.setTextColor(BLACK);
18  display.setCursor(0,0);
19  display.setTextSize(2);
20  display.println("Maria");
21  display.setTextSize(1);
22  display.println("Kiorouktsidou");
23  display.setTextSize(2);
24  display.setTextColor(WHITE, BLACK);
25  display.println("H/Y/S");
26  display.display();
27  delay(2000);
28 }
29
30 void loop() {
31
32 }
```

Εικόνα 38: Sketch για τη δοκιμή οθόνης

Με τον προγραμματισμό της οθόνης ολοκληρωμένο, κατορθώθηκε η εξαγωγή κειμένου μέσω της οθόνης.



Εικόνα 39: Λειτουργία οθόνης

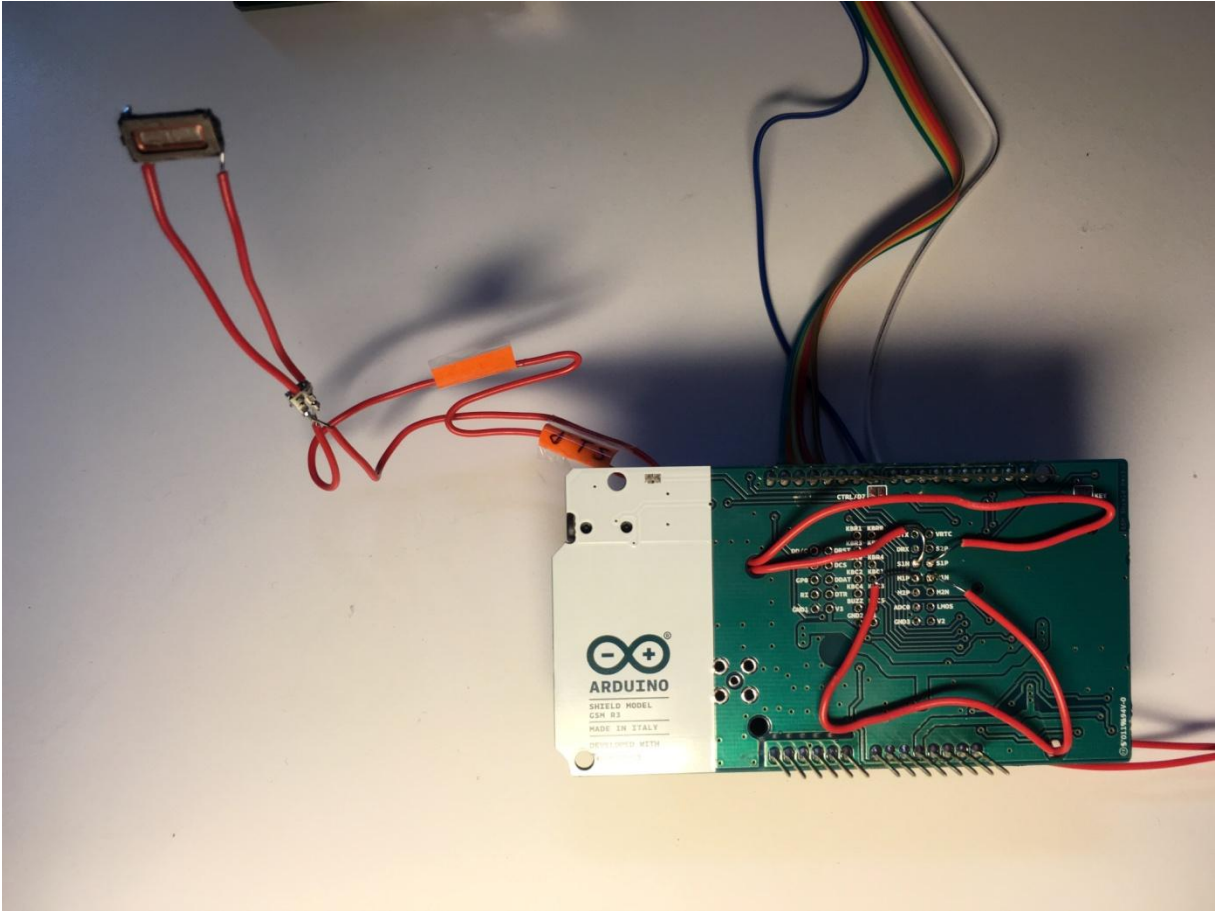
Στην παραπάνω εικόνα αποτυπώνεται το κείμενο που εμφανίστηκε στην οθόνη.



Εικόνα 40: Λειτουργία οθόνης με backlight

### 4.3 Ακουστικό

Για τη σύνδεση του ακουστικού χρειάστηκαν καλώδια δοκιμών female to female, μονόκλωνο καλώδιο για breadboard, κολλητήρι και καλάι.

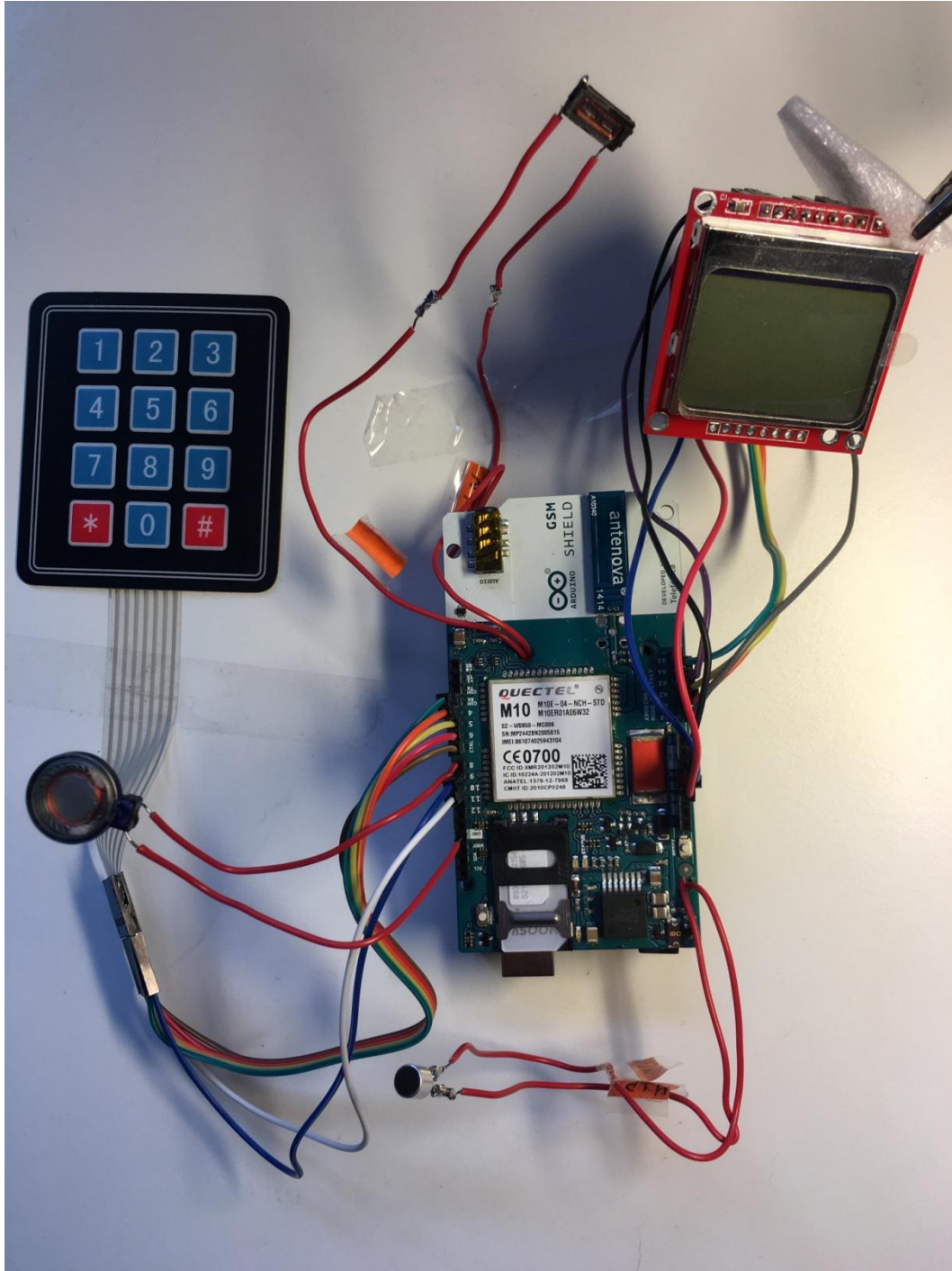


**Εικόνα 41: Συνδεσμολογία ακουστικού**

Για να συνδεθεί το ακουστικό με την πλακέτα χρησιμοποιήθηκαν οι υποδοχές που βρίσκονται στην πίσω πλευρά της πλακέτας Arduino GSM Shield οι οποίες φαίνονται στην εικόνα 21 σε προηγούμενο κεφάλαιο. Οι δύο υποδοχές είναι οι S1P και S1N. Αφού πραγματοποιήθηκε η κόλληση χρησιμοποιήθηκαν δυο καλώδια δοκιμών female to female για τη σύνδεση των μονόκλωνων καλωδίων με τους ακροδέκτες του ακουστικού. Η δοκιμή της λειτουργίας του ακουστικού, όπως και του μικροφώνου, ολοκληρώθηκε αργότερα όταν πραγματοποιήθηκε κλήση από τη συσκευή.

## Κεφάλαιο 5

### Ένωση



Εικόνα 42: Ολοκληρωμένη σύνδεση εξαρτημάτων κινητού τηλεφώνου

Τελικό στάδιο της δημιουργίας της συσκευής κινητής τηλεφωνίας είναι η ένωση των περιφερειακών με τη κεντρική πλακέτα και ο προγραμματισμός της μεταξύ τους αλληλεπίδρασης. Πρώτο στάδιο ήταν ο συσχετισμός του πληκτρολογίου με την οθόνη ώστε η πληκτρολόγηση να παρουσιάζεται στην οθόνη. Αυτό επιτεύχθηκε μέσω της δημιουργίας ενός προγράμματος στο Arduino το οποίο φαίνεται αναλυτικότερα στην παρακάτω εικόνα.

```

keypad_lcd_28_10 | Arduino 1.6.5 Hourly Build 2015/05/15 04:13
keypad_lcd_28_10 §
1 #include <Keypad.h>
2 #include <SPI.h>
3 #include <Adafruit_GFX.h>
4 #include <Adafruit_PC8544.h>
5 Adafruit_PC8544 display = Adafruit_PC8544(14, 15, 16, 17, 18);
6
7 const byte ROWS = 4;
8 const byte COLS = 3;
9 char keys[ROWS][COLS] = {
10
11   {'1','2','3'},
12   {'4','5','6'},
13   {'7','8','9'},
14   {'*','0','#'}
15 };
16 byte rowPins[ROWS] = {9, 7, 6, 5};
17 byte colPins[COLS] = {4, 3, 10};
18
19 int count=0;
20
21 Keypad keypad = Keypad( makeKeymap(keys), rowPins, colPins, ROWS, COLS );
22
23 void setup()
24 {
25
26   Serial.begin(9600);
27   display.begin();
28   display.setContrast(50);
29
30   display.display();
31   delay(2000);
32   display.clearDisplay();
33
34   while (!Serial) {
35     ;
36   }
37
38   display.setTextColor(BLACK);]
39   display.setCursor(0,0);
40   display.setTextSize(1);
41   display.println("Press a Number");
42   display.display();
43   delay(1000);
44 }
45
46 void loop()
47 {
48   char key = keypad.getKey();
49   if (key != NO_KEY)
50   {
51     display.setTextSize(1);
52     display.print(key);
53     count++;
54     if (count==17)
55     {
56       count=0;
57     }
58     display.display();
59     delay(2000);
60
61
38 Arduino Uno on /dev/cu.usbmodem1d11

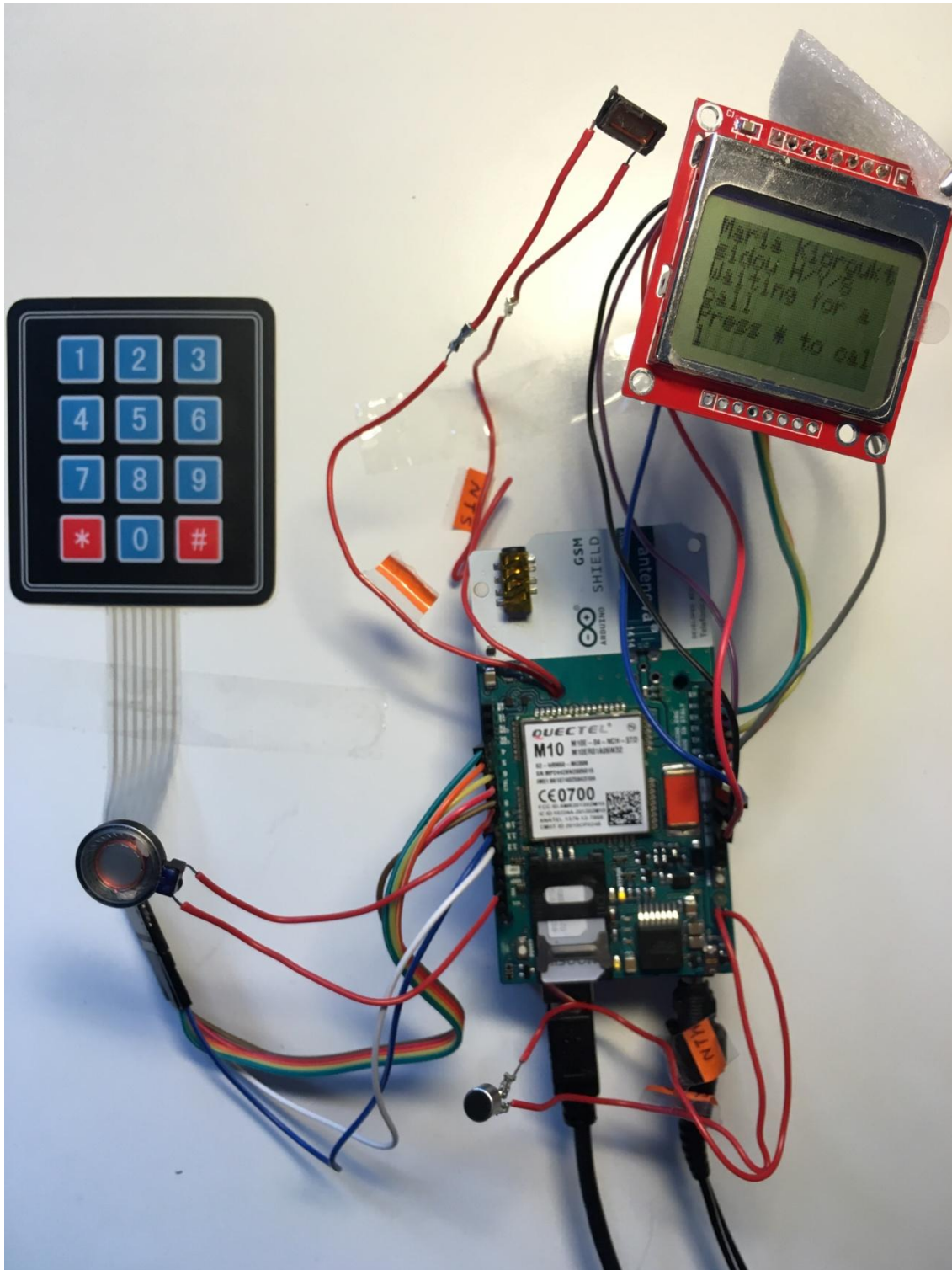
```

Εικόνα 43 Sketch σύνδεσης οθόνης και πληκτρολογίου

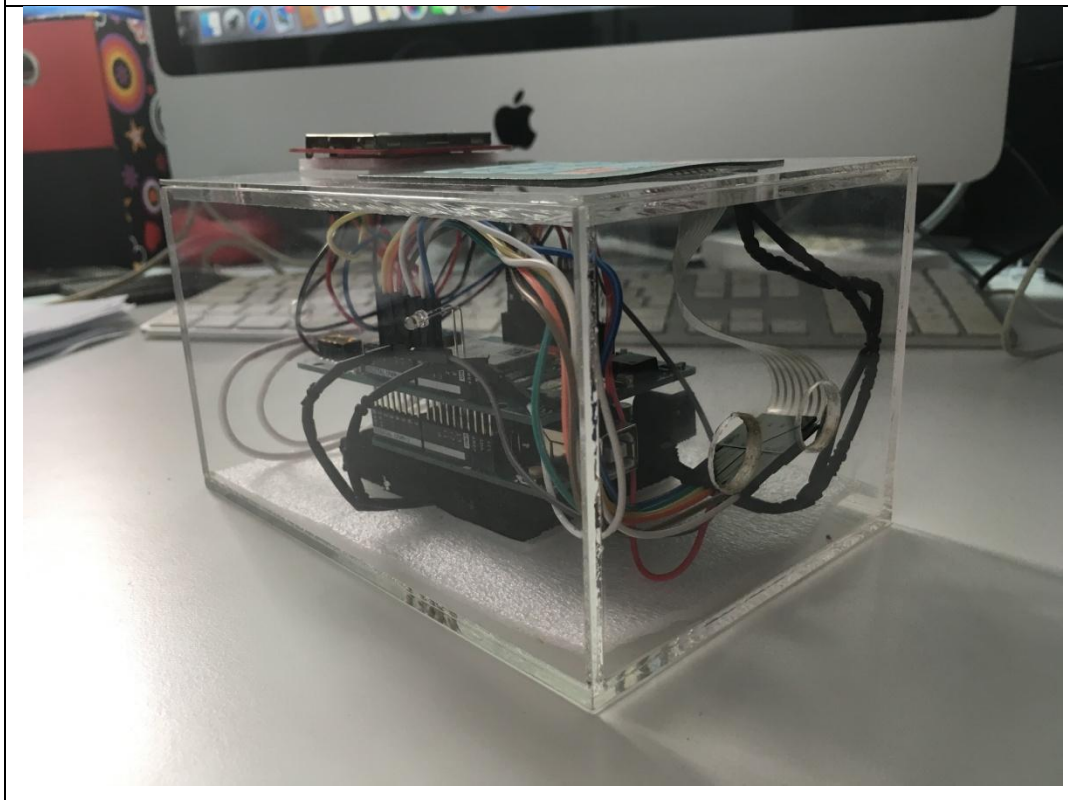
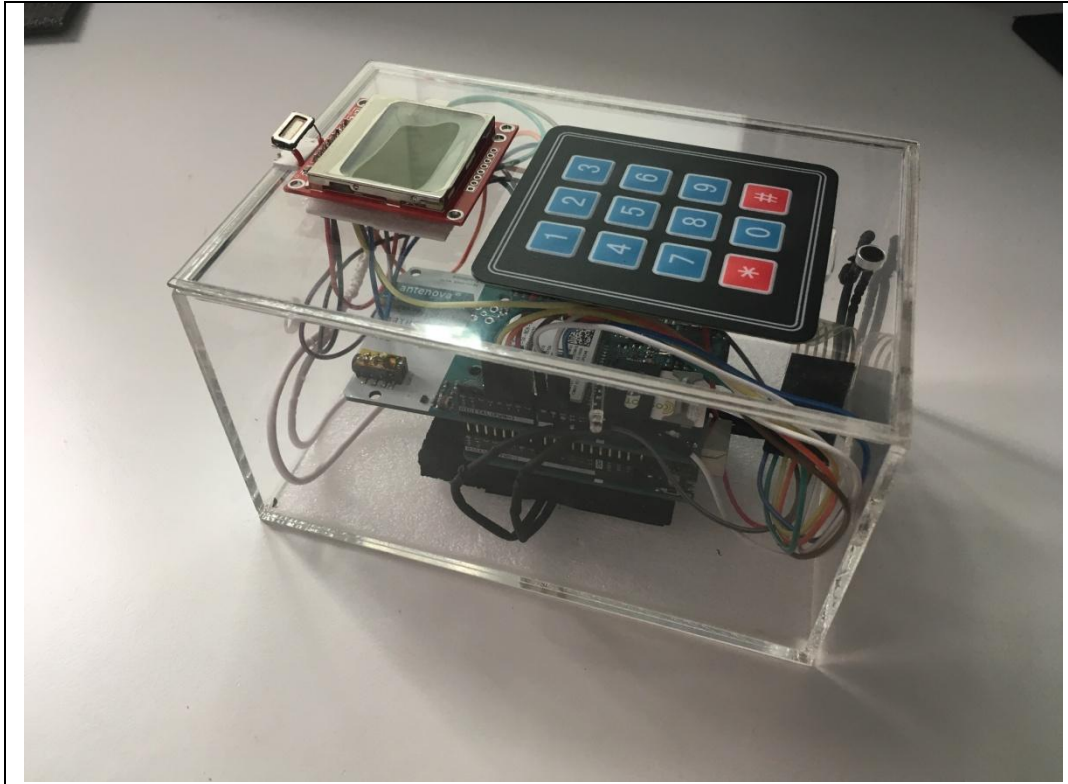


Έπειτα φορτώθηκε στην πλακέτα πρόγραμμα το οποίο δέχεται τηλεφωνικές κλήσεις με σκοπό να λάβουμε μια κλήση στη συσκευή και να δοκιμασθεί συνδυαστικά η λειτουργία του ακουστικού και του μικροφώνου. Στη συνέχεια φορτώθηκε τρίτο πρόγραμμα μέσω του οποίου τέθηκε η οθόνη ως προεπιλεγμένη και κύρια οθόνη της συσκευής. Συνεπώς δεν χρειάζεται πλέον ο υπολογιστής για πραγματοποίηση κλήσεων. Βέβαια η οποιαδήποτε εισερχόμενη κλήση απαντάται αυτόματα από τη συσκευή εφόσον δεν έχει συνδεθεί ακόμα το πληκτρολόγιο.

Ύστερα συνδέθηκε και το πληκτρολόγιο το οποίο μας επέτρεψε να πραγματοποιήσουμε κλήσεις. Τέλος ενώθηκαν τα δυο προγράμματα για εισερχόμενες και εξερχόμενες κλήσεις και έτσι ολοκληρώθηκε και η δημιουργία του βασικού λογισμικού του κινητού τηλεφώνου. Πλέον είναι δυνατή η προσθήκη επιπλέον δυνατοτήτων όπως έγινε και με τη προσθήκη ήχου κλήσης. Η εικόνα 44 δείχνει το τηλέφωνο να πραγματοποιεί και να λαμβάνει κλήση επιτυχώς και στην εικόνα 47 φαίνετε ο κώδικας του.



Εικόνα 44: Πραγματοποίηση και αποδοχή κλήσης



Εικόνα 45: Τελική μορφή κινητού τηλεφώνου με θήκη



Εικόνα 46: Κάτοψη κινητού με θήκη

## Ανάπτυξη υλικού και λογισμικού πρωτότυπης κινητής συσκευής τηλεφωνίας

```
PTIXIAKI_ERGASIA_MARIA_KIOROUKTSIDOU_40743 | Arduino 1.6.5 Hour...
PTIXIAKI_ERGASIA_MARIA_KIOROUKTSIDOU_40743

void loop()
{
  char key = keypad.getKey(); //elegkos katastasis pliktwn
  //elegkos patinatws pliktou
  if (key != NO_KEY)
  {
    display.setTextSize(1);
    display.print(key); //ektipesi pliktwn

    switch (vcs.getvoiceCallStatus()) //elegkos katastasis klisewn
    {
      case IDLE_CALL: // den simvainei tipota
      {
        break;

        case CALLING: //pragmatopoiisi klisis
        {
          if (key == '#')
          {
            display.clearDisplay();
            display.print(key);
            display.display();
            if (key == '*')
            {
              display.clearDisplay();
              display.print(F("Klisi:"));
              display.println(renoteNumber);
              renoteNumber.toCharArray(esarithmos, 20); //metatropi arithmw char to array
              vcs.voiceCall(esarithmos); //pragmatopoiisi klisis
              if (key == '0')
              {
                vcs.hangCall(); //termatismos klisis
                while (!vcs.ready());
              }
            }
          }
          break;

          case RECEIVINGCALL: //eiserxomeni klisi
          {
            digitalWrite(13, HIGH); // to led anavosvinei otan kapotis mas kalei
            delay(1000);
            digitalWrite(13, LOW);
            delay(1000);

            display.clearDisplay();
            display.println(F("Klisi apo:"));

            vcs.retrieveCallingNumber(esarithmos, 20); //apothikeusi eiserxomenou arithmw
            display.print(esarithmos); //ektiposi eiserxomenou arithmw stin othoni

            for (int thisNote = 0; thisNote < 64; thisNote++) { //enariki loudouniresatas
              int noteDuration = 1000 / noteDurations[thisNote];
              tone(8, melody[thisNote], noteDuration);
              int pauseBetweenNotes = noteDuration * 1.30;
              delay(pauseBetweenNotes);
              noTone(8);
            }

            if (key == '*') {
              // delay(6000); //2 xtipinata aytonati apantisi me delay
              vcs.answerCall(); // apantisi eiserxomenis klisis
              while (!vcs.ready());
            }
            if (key == '0')
            {
              vcs.hangCall(); //termatismos eiserxomenis klisis
              while (!vcs.ready());
            }
            break;

            case TALKING: // sinomilia
            {
              display.clearDisplay();
              display.println(F("Patiste 0 gia tematismo tis klisis"));
              if (key == '0')
              {
                vcs.hangCall(); //termatismos klisis kata tin diarketa rtas sinomilias
                while (!vcs.ready());
              }
              display.clearDisplay();
              break;
            }
          }
        }
      }
    }
  }
}
```

Done compiling.  
Build options changed, rebuilding all  
Sketch uses 24,886 bytes (77%) of program storage space. Maximum is 32,256 bytes.  
Global variables use 1,838 bytes (89%) of dynamic memory, leaving 210 bytes for local variables. Maximum is 2,048 bytes.

173 Arduino Uno on /dev/cu.usbmodem1 a21

Εικόνα 47 Κώδικας κινητού τηλεφώνου

Ανάπτυξη υλικού και λογισμικού πρωτότυπης κινητής συσκευής τηλεφωνίας

## Συμπεράσματα

Ολοκληρώνοντας αυτή την εργασία υπάρχουν αρκετά αξιοσημείωτα συμπεράσματα όσον αφορά τα κινητά τηλέφωνα. Είναι πολύ σημαντικό αρχικά να αναφερθεί το πόσο αναγκαίο έχει καταστεί το κινητό τηλέφωνο στη εύκολη επικοινωνία των ανθρώπων. Από το 1973 έως και σήμερα αυτός ο τομέας βρίσκεται σε συνεχή εξέλιξη. Πολλές εφευρέσεις αποτελούν κινητήριες δυνάμεις στην ανταγωνιστικότητα των επιχειρήσεων. Αρκετές από αυτές ενσωματώθηκαν στις συσκευές των κινητών τηλεφώνων, π.χ. ασύρματα δίκτυα (Wi-Fi), κάμερα, GPS αλλά και νέα λογισμικά που με την χρηστικότητα τους διευκόλυναν την καθημερινότητα των χρηστών. Ο σύγχρονος άνθρωπος στις μέρες μας χρησιμοποιεί το κινητό καθημερινά. Με τις εφαρμογές που προσφέρονται έχει καταστεί σε ένα νέο είδος προσωπικού υπολογιστή. Όμως, πολλές από τις λειτουργικές δυνατότητες είναι άγνωστες στους χρήστες.

Σε αυτή την εργασία παρέχεται μια βαθύτερη γνώση στον τρόπο με τον οποίο λειτουργεί αυτή η συσκευή, τόσο σε επίπεδο hardware αλλά και software. Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν δεν είναι ιδιαίτερα ακριβά, υπάρχουν και προσφέρονται σε αφθονία από πάρα πολλές εταιρίες. Το λογισμικό υπάρχει σε πολλές ιστοσελίδες και παρέχεται δωρεάν. Για την ανάπτυξη αυτής της συσκευής κρίνεται δε αναγκαία η ύπαρξη των βασικών γνώσεων σε θέματα ηλεκτρονικών, συνδεσμολογίας αλλά και προγραμματισμού καθώς είναι κρίσιμο κομμάτι της διαδικασίας συναρμολόγησης ο προγραμματισμός του τηλεφώνου μέσω υπολογιστή.

Εξάρτημα	Κόστος (€)	Κατάστημα Αγοράς
Arduino GSM Shield (integrated Antenna)	128,84	<a href="http://www.robotstore.gr">www.robotstore.gr</a>
Arduino Uno Rev3	22	<a href="http://www.robotstore.gr">www.robotstore.gr</a>
Nokia 5110 LCD Blue Backlight	2,4	<a href="http://www.ebay.com">www.ebay.com</a>
Matrix Array Keypad(4x3)	0,87	<a href="http://www.ebay.com">www.ebay.com</a>
Μικρόφωνο	0,9	<a href="#">Φανός Ηλεκτρονικά</a>
Μεγάφωνο	0,85	<a href="#">Φανός Ηλεκτρονικά</a>
Ακουστικό	0,85	<a href="#">Φανός Ηλεκτρονικά</a>
Jumper Cables (Female to Female)	0,7	<a href="http://www.ebay.com">www.ebay.com</a>
Jumper Cables (Male to Female)	0,7	<a href="http://www.ebay.com">www.ebay.com</a>
Jumper Cables (Male to Male)	0,7	<a href="http://www.ebay.com">www.ebay.com</a>
Κολλητήρι	8	ATS Ηλεκτρονικά
Καλάι	2,7	ATS Ηλεκτρονικά
Breadboard	6	ATS Ηλεκτρονικά
Μονόκλωνο καλώδιο (1m)	0,4	ATS Ηλεκτρονικά
Τροφοδοτικό 12V	6.5	ATS Ηλεκτρονικά
Θήκη Plexiglass	10	Plexiplanet
<b>Σύνολο</b>	<b>192,41</b>	

Πίνακας 6: Κοστολόγιο

Μέσω της εργασίας αυτής αποκτάται βαθύτερη γνώση της φιλοσοφίας της λειτουργίας του τηλεφώνου. Αποδεικνύεται πως πίσω από την οθόνη μιας συσκευής τρέχουν πάρα πολλές διεργασίες με όλα τα εξαρτήματα της ώστε να εκτελεστεί μια εντολή. Το κινητό τηλέφωνο βρίσκεται σε μια συνεχή αναμονή περιμένοντας τον χρήστη να πραγματοποιήσει μια ενέργεια.

Κλείνοντας αξίζει να σημειωθεί πως η δημιουργία ενός τηλεφώνου, εκτός από την ιδέα, απαιτεί εκτεταμένη έρευνα για την εξεύρεση των κατάλληλων υλικών, αλλά και την συμβατότητα του λογισμικού.



## Βιβλιογραφία

- Amphenol-Tuchel Electronics GmbH. (2015). *Amphenol*. Ανάκτηση 08 27, 2015, από [www.amphenol.com](http://www.amphenol.com).
- Arduino. (n.d.). Ανάκτηση 07 12, 2015, από <https://www.arduino.cc/>.
- Atmel Corporation. (2015). ATmega48A/PA/88A/PA/168A/PA/328/P Datasheet.
- Fritzing*. (n.d.). Ανάκτηση 01 16, 2016, από [www.fritzing.org](http://www.fritzing.org).
- Greene, B. (2011, 04 03). 30 Years ago he made the first cell phone call. *CNN*.
- Instructables*. (2015). Ανάκτηση 07 20, 2015, από [www.instructables.com](http://www.instructables.com).
- Stephen Temple. (2015). *GSM, History of GSM, Mobile Networks, Vintage Mobiles*. Ανάκτηση 06 05, 2015, από [www.gsmhistory.com](http://www.gsmhistory.com).
- Tanenbaum, A., & Wetherall, D. (2011). *Δίκτυα Υπολογιστών*. (Φ. Σκουλαρίκης, & Γ. Ξυλομένος, Μεταφρ.) Αθήνα: Κλειδάριθμος.
- Wiring*. (2003). Ανάκτηση 08 12, 2015, από [www.wiring.org.co](http://www.wiring.org.co): <http://wiring.org.co/>
- Αλατσαθανός, Σ. (2010). *Εισαγωγή στη μηχανική*. Αθήνα.
- Αμπατζίδης, Κ. (2014). *Αυτόματος Έλεγχος και Πλήρωση Βυτιοφόρου Οχήματος*. Θεσσαλονίκη: ΑΤΕΙ Μηχανικών Αυτοματισμού.
- Γιαννόπουλος, Ν. (2013). *Σχεδιασμός και κατασκευή ολοκληρωμένου συστήματος καταγραφής και παρακολούθησης περιβαλλοντολογικών συνθηκών σε θερμοκήπιο*. Κοζάνη: Πανεπιστήμιο Δυτικής Μακεδονίας.
- Εθνική Επιτροπή Τηλεπικοινωνιών & Ταχυδρομείων*. (n.d.). Ανάκτηση 07 15, 2015, από [www.eett.gr](http://www.eett.gr):  
[http://www.eett.gr/opencms/opencms/EETT/Electronic\\_Communications/Antennas\\_EM\\_R/health/BaseStationRdt/GRNetworks/](http://www.eett.gr/opencms/opencms/EETT/Electronic_Communications/Antennas_EM_R/health/BaseStationRdt/GRNetworks/)
- Έλληνας, Ι. (2007). *Αρχιτεκτονική Υπολογιστών*. Αθήνα.

Έλληνας, Ι., & Κεντερλής, Π. (2008). *Αρχιτεκτονική Υπολογιστών*. Αθήνα.

Καραμήτσου, Ε. (2011, 12 11). Έσωσαν τη φωνή του Γκράχαμ Μπέλλ - Ηχητικό ντοκουμέντο. *Real News* .

Λιακέας, Γ. (2008). *Εισαγωγή στην JAVA*. Αθήνα: Κλειδάριθμος.

Μαρτίνης, Σ. (2013). Οικιακός Αυτοματισμός με Χρήση Μικροελεγκτή. Σάμος: Πανεπιστήμιο Αιγαίου.

Παπάζογλου, Π. Μ., & Λιωνής, Σ. -Π. (2014). *Ανάπτυξη εφαρμογών με το Arduino*. Θεσσαλονίκη: Τζιόλα.

Τσελίκης, Γ. Σ., & Τσελίκας, Ν. Δ. (2012). *Σ Από τη θεωρία στην Εφαρμογή*. Αθήνα.

Ανάπτυξη υλικού και λογισμικού πρωτότυπης κινητής συσκευής τηλεφωνίας