



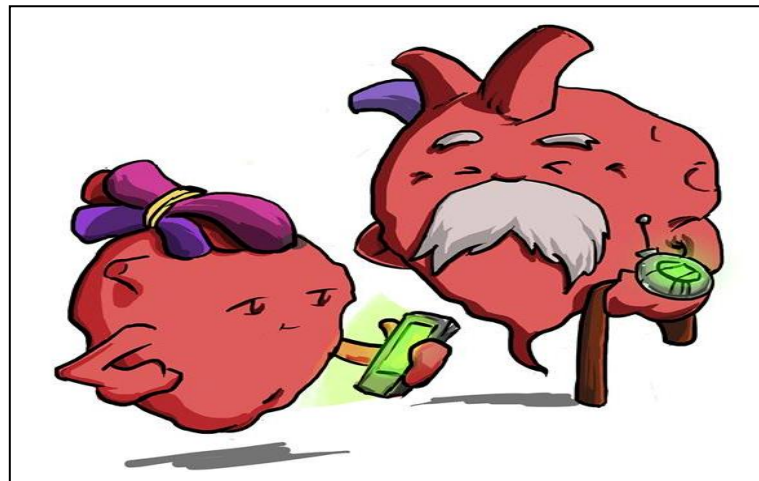
**ΑΝΩΤΑΤΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΙΡΑΙΑ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟΥ ΤΟΜΕΑ**

ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ

ΘΕΜΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

" ΦΟΡΗΤΟ ΣΥΣΤΗΜΑ ΚΑΤΑΣΤΑΣΗΣ ΕΠΙΒΛΕΨΗΣ ΥΓΕΙΑΣ"



ΟΝΟΜΑΤΑ ΦΟΙΤΗΤΩΝ:

ΠΡΙΝΤΕΖΗ ΕΥΑΓΓΕΛΙΑ ΑΜ:41672

ΜΠΟΖΙΝΑΚΗ ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ ΑΜ:42151

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ:

ΜΙΧΑΛΗΣ ΠΑΠΟΥΤΣΙΔΑΚΗΣ

ΑΙΓΑΛΕΩ, ΙΟΥΝΙΟΣ 2016

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

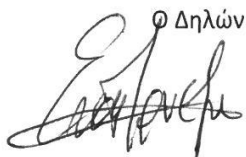
Ο / Η κάτωθι υπογεγραμμένος / η Πριγκη Ευαγγελία
του Ιδρύματος, με αριθμό μητρώου 41672 φοιτητής / τρια του
Τμήματος **Μηχανικών Αυτοματισμού Τ.Ε.** του Α.Ε.Ι. Πειραιά Τ.Τ. πριν αναλάβω την
εκπόνηση της Πτυχιακής Εργασίας μου, δηλώνω ότι ενημερώθηκα για τα παρακάτω:

«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 απόφασης της, μετά από αίτηση του ενδιαφερόμενου, του αναθέτει εκ νέου την εκπόνηση της Π.Ε. με άλλο θέμα και διαφορετικό επιβλέποντα καθηγητή. Η εκπόνηση της εν λόγω Π.Ε. πρέπει να ολοκληρωθεί εντός τουλάχιστον ενός ημερολογιακού βμήνου από την ημερομηνία ανάθεσης της. Κατά τα λοιπά εφαρμόζονται τα προβλεπόμενα στο άρθρο 18, παρ. 5 του ισχύοντος Εσωτερικού Κανονισμού.»

Επίσης δηλώνω υπεύθυνα ότι έχω παρακολουθήσει το σεμινάριο συγγραφής και εκπόνησης πτυχιακής εργασίας που διοργανώνεται από το Τμήμα Μηχανικών Αυτοματισμού Τ.Ε. κατά το Χειμερινό/Εαρινό Εξάμηνο του Ακ. Έτους 2016.....

© Δηλών


Ημερομηνία
13/06/2016

ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

~~Ο~~/ Η κάτωθι υπογεγραμμένος / η ΜΠΟΖΙΝΑΚΗ ΑΙΚΑΤΕΡΙΝΗ
του ΙΩΑΝΝΑ, με αριθμό μητρώου 42151 φοιτητής / τρια του
Τμήματος **Μηχανικών Αυτοματισμού 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 απονεμίσει Πτυχίο, αυτό ανακαλείται με απόφαση της Συνέλευσης του Τμήματος. Η
Συνέλευση του Τμήματος με νέα απόφασης της, μετά από αίτηση του ενδιαφερόμενου, του
αναθέτει εκ νέου την εκπόνηση της Π.Ε. με άλλο θέμα και διαφορετικό επιβλέποντα
καθηγητή. Η εκπόνηση της εν λόγω Π.Ε. πρέπει να ολοκληρωθεί εντός τουλάχιστον ενός
ημερολογιακού δμήνου από την ημερομηνία ανάθεσης της. Κατά τα λοιπά εφαρμόζονται τα
προβλεπόμενα στο άρθρο 18, παρ. 5 του ισχύοντος Εσωτερικού Κανονισμού.»

Επίσης δηλώνω υπεύθυνα ότι έχω παρακολουθήσει το σεμινάριο συγγραφής και
εκπόνησης πτυχιακής εργασίας που διοργανώνεται από το Τμήμα Μηχανικών
Αυτοματισμού Τ.Ε. κατά το Χειμερινό/Εαρινό Εξάμηνο του Ακ. Έτους 2015-2016

Ο Δηλών ουβα



Ημερομηνία

13/06/16

Περίληψη

Στα πλαίσια της παρούσας πτυχιακής εργασίας αναπτύχθηκε και υλοποιήθηκε η ιδέα ενός αυτόματου φορετού βραχιολιού που έχει σκοπό την επίβλεψη της κατάστασης της υγείας ενός ασθενούς. Περιληπτικά η εργασία αποτελείται από τέσσερα κεφάλαια στα οποία εξηγείται αναλυτικά στο κάθε ένα κάθε μέρος της εργασίας και της κατασκευής.

Αρχικά γίνεται μια ιστορική αναδρομή σχετική με όλα τα επιτεύγματα που φτιαχτήκαν για να υποστηρίξουν και να εξελίξουν την ιατρική τεχνολογία καθώς και επίσης τα επιτεύγματα που είναι φορετά στο σώμα και εκτελούν διάφορες λειτουργίες. Αυτά είναι γνωστά wearable gadgets.

Στη συνέχεια ακολουθεί το κεφάλαιο με την ανάλυση του κατασκευαστικού μέρους της εργασίας. Εκεί αναλύονται όλα τα εξαρτήματα που επιλέχθηκαν για αυτήν την κατασκευή και αναφέρονται τα χαρακτηριστικά τους. Ακολουθεί το τεχνικό σχέδιο της κατασκευής, με ποιο τρόπο δηλαδή όλα τα επιλεγμένα εξαρτήματα συνδέθηκαν μεταξύ τους για την επιτυχημένη λειτουργία της κατασκευής. Αυτό το κεφάλαιο ονομάζεται ανάλυση του hardware.

Έπειτα αναλύεται το σενάριο λειτουργίας της κατασκευής και επίσης επεξηγείται ο κώδικας που γράφτηκε για να προγραμματιστεί η συσκευή ώστε να εκτελεί τα ζητούμενα που ορίστηκαν. Ξεκινάει η ανάλυση του Software με τις οριστικοποιήσεις των μεταβλητών, ακολουθεί η συνάρτηση που εκτελείται μια φορά και εκεί γίνονται κάποιες απαραίτητες εγκαταστάσεις, ύστερα η συνάρτηση που είναι το βασικό πρόγραμμα και εκτελείται συνεχώς και τέλος όλες οι απαραίτητες συναρτήσεις που κατασκευάστηκαν για να εξυπηρετήσουν τον κώδικα.

Καθώς η τεχνολογία εξελίσσεται διαρκώς, είναι λογικό να υπάρχει χώρος και δυνατότητα για συνεχείς βελτιώσεις. Τέλος, στο τέταρτο κεφάλαιο αναφέρονται όλα τα συμπεράσματα και τα προβλήματα που διεξήχθησαν κατά τη διάρκεια της υλοποίησης της κατασκευής καθώς και οι ιδέες και οι παρατηρήσεις που γεννήθηκαν για την βελτιστοποίηση στη λειτουργία του βραχιολιού.

Abstract

During the length of this thesis, we conceived and developed the idea of an automatic wearable bracelet that can monitor a patient's health status. The thesis consists of four chapters with each one detailing the thought process and construction of the device.

Firstly, there is a historical review of the evolution in medical engineering and all the milestones that lead to modern biotechnology, with an emphasis on devices worn by the user i.e wearable gadgets.

Following up, we have the chapter detailing the constructional part of the project, starting with the selection of each part that the device consists of and their characteristics, to the technical design and how it brings all the parts in a cohesive working machine. This chapter is called hardware analysis.

The next chapter analyzes the gadget's function scenario as well as the code written for the device to meet its requirements. We begin with the software analysis by finalizing the variables, followed by the once-occurring function in which some required installations take place, then the basic program function and lastly all the required functions that were designed to complement the initial code.

As technology is constantly evolving, it is only logical that there is always room for improvements and upgrades. The fourth chapter details all the conclusions made and every problem that occurred during the idea's implementation, as well as observations and ideas that can improve and make the bracelet's function more sophisticated.

Ευχαριστήριο Σημείωμα

Αρχικά θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον υπεύθυνο και επιβλέπων καθηγητή της παρούσας πτυχιακής μας Μιχάλη Παπουτσιδάκη, για την εμπιστοσύνη και την ενθάρρυνση του για την εκπόνηση της εργασίας. Έπειτα για τις γνώσεις και τις συμβουλές που μας έδωσε καθ όλη τη διάρκεια της υλοποίησης της κατασκευής αλλά και καθ όλη τη διάρκεια της φοίτησης μας στα μαθήματα που ήταν επιβλέπων.

Ακόμα θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον κ.Χατζόπουλο για την βοήθεια που μας παρείχε στον υλοποίηση της πτυχιακής καθώς και επίσης για το ότι ήταν πάντοτε στη διάθεση μας οποιαδήποτε στιγμή χρειάστηκε για να μας λύσει οποιαδήποτε απορία.

Επίσης θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τους φίλους μας για την συνεισφορά τους, Αλκιβιάδη Κούμαρο για την εικαστική παρέμβαση στο εξώφυλλο της πτυχιακής και Θεοδώρα Μποζινάκη-Αναγνωστάκη γιατί μας παρείχε διδακτικό υλικό και βιβλία με σκοπό την λήψη πληροφοριών για την συγγραφή του πρώτου κεφαλαίου.

Τέλος δε θα θέλαμε να παραλείψουμε τους φίλους και τις οικογένειες μας για την στήριξη και την υπομονή που δείξανε καθ όλη τη διάρκεια της υλοποίησης της κατασκευής και της συγγραφής του θεωρητικού μέρους της.

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	4
Abstract.....	5
Ευχαριστήριο σημείωμα.....	6
Περιεχόμενα.....	7
Περιεχόμενα εικόνων.....	8
Εισαγωγή.....	9
Κεφάλαιο 1 - Ιστορική αναδρομή.	
1.1 Βιοϊατρική τεχνολογία.	
1.1.1. Ορισμός γενικές πληροφορίες.....	10
1.1.2. Ιατρικές εφευρέσεις.....	10
1.2. Wearable gadgets - Φορητά εξαρτήματα	
1.2.1. Εισαγωγή γενικές πληροφορίες.....	21
1.2.2. Επιτεύγματα.....	21
Κεφάλαιο 2 - Ανάλυση Hardware.	
2.1. Πρόλογος.....	29
2.2. Υλικά εξαρτήματα κατασκευής.....	29
2.3. Ολοκληρωμένη κατασκευή-Σχέδιο συνδεσιμότητας.....	33
Κεφάλαιο 3 - Ανάλυση Software.	
3.1. Σενάριο λειτουργίας.....	35
3.2. Επεξήγηση κώδικα.....	36
Κεφάλαιο 4 - Συμπεράσματα.	
4.1. Αποτέλεσμα λειτουργίας.....	43
4.2. Μελλοντικές βελτιστοποιήσεις.....	43
Βιβλιογραφία.....	46

Περιεγόμενα εικόνων

Εικόνα 1.1 Θερμόμετρο.....	11
Εικόνα 1.2 Πρωτοπόρο στηθοσκόπιο.....	11
Εικόνα 1.3 Ηλεκτροκαρδιογράφος.....	12
Εικόνα 1.4 Iron-lung machine.....	12
Εικόνα 1.5 Εγκεφαλογράφος.....	13
Εικόνα 1.6 Σύγχρονο μικροσκόπιο.....	14
Εικόνα 1.7 Βηματοδότης.....	15
Εικόνα 1.8 Καρδιοπνευμονική αντλία.....	16
Εικόνα 1.9 Τεχνητό μέλος (χέρι).....	17
Εικόνα 1.10 Υπερηχογράφος.....	17
Εικόνα 1.11 Αξονικός τομογράφος.....	18
Εικόνα 1.12 Μαγνητικός τομογράφος.....	19
Εικόνα 1.13 Αναπηρικό αμαξίδιο.....	20
Εικόνα 1.14 Εγχείριση με την χρήση ρομποτικών βραχιόνων.....	20
Εικόνα 1.15 Ρολόι αριθμομηχανή.....	21
Εικόνα 1.16 Ασύρματο όργανο ελέγχου του καρδιακού ρυθμού.....	22
Εικόνα 1.17 Ασύρματος καρδιακός απινιδωτής.....	22
Εικόνα 1.18 Μπλουζάκι αγκαλιά.....	23
Εικόνα 1.19 Kinetic Dress.....	23
Εικόνα 1.20 M dress.....	24
Εικόνα 1.21 TshirtOSEικόνα.....	24
Εικόνα 1.22 KitNike + iPod.....	25
Εικόνα 1.23 Smartwatch.....	25
Εικόνα 1.24 Αθλητικό Βραχιόλι.....	26
Εικόνα 1.25 Google glass.....	26
Εικόνα 1.26 Αθλητικό βραχιόλι με οθόνη αφής.....	27
Εικόνα 1.27 Smartwatch με αλληλεπίδραση.....	27
Εικόνα 1.28 Φορητή εικονική πραγματικότητα.....	28
Εικόνα 2.1 Μικροελεγκτής flora.....	28
Εικόνα 2.2 Επεξήγηση ακροδεκτών μικροελεγκτή flora.....	30
Εικόνα 2.3 Αισθητήρας παλμού.....	31
Εικόνα 2.4 Gsm fona 800l.....	32
Εικόνα 2.5 Μπαταρία.....	33
Εικόνα 2.6 και 2.7 Εικόνες ολοκληρωμένης κατασκευής.....	33
Εικόνα 2.8 Σχέδιο συνδεσιμότητας.....	34

Εισαγωγή

Με το πέρασμα των χρόνων, η τεχνολογία αναπτύσσεται συνεχώς. Βέβαια, αυτή η ανάπτυξη δε θα μπορούσε να υστερεί από τον τομέα της ιατρικής. Αυτό είναι πάρα πολύ σπουδαίο επειδή η ιατρική βοηθάει και διευκολύνει τις ζωές των ανθρώπων καθημερινά. Ακόμα ένας τομέας στον οποίο έχει εισβάλει ο αυτοματισμός τα τελευταία χρόνια είναι αυτός των φορητών εξαρτημάτων. Την τελευταία δεκαετία ειδικά ολοένα και περισσότερες συσκευές κατασκευάζονται με σκοπό να απλουστεύσουν την καθημερινότητα του ανθρώπου και αυτό έχει ως αποτέλεσμα την συνεχή εξέλιξη των συσκευών αυτών.

Η υλοποίηση της συσκευής που περιγράφεται σε αυτήν την πτυχιακή εργασία ξεκίνησε με σκοπό να βοηθηθούν άνθρωποι οι οποίοι είναι ηλικιωμένοι και πρέπει να παρακολουθείται η κατάσταση της υγείας τους συνεχώς. Το βραχιόλι αυτό βρίσκει χρήση σε άτομα μεγάλης ηλικίας που έχουν πιο μεγάλη επιρροή σε καρδιακά προβλήματα από τους νεότερους. Ο αρμόδιος συγγενής έχει τη δυνατότητα να ενημερωθεί άμεσα σε περίπτωση που κάτι δεν είναι σωστό σχετικά με την υγεία του χρήστη και επιπλέον είναι σε θέση να εκτελέσει ενέργειες διάσωσης αφού γνωρίζει την τοποθεσία του ευάλωτου ανθρώπου.

Κεφάλαιο 1 - Ιστορική αναδρομή.

1.1 Βιοϊατρική τεχνολογία.

1.1.1 Ορισμός γενικές πληροφορίες.

Η Βιοϊατρική Τεχνολογία ορίζεται ως η επιστήμη που εφαρμόζει τις αρχές και μεθόδους της μηχανικής, των θετικών επιστημών και των παραγώγων τους στην ανάλυση και την επίλυση προβλημάτων στους τομείς της ιατρικής και της βιολογίας[1]. Η λέξη αυτή προέρχεται από την σύνθεση των λέξεων βίος, που σημαίνει ζωή και ιατρική.

Ο τομέας αυτός προσπαθεί να ενώσει το χάσμα μεταξύ της μηχανικής και της ιατρικής. Συνδυάζει τον σχεδιασμό και την ικανότητα της επίλυσης προβλημάτων της μηχανικής με ιατρικές και βιολογικές επιστήμες, για να αναπτύξει τη θεραπεία ασθενειών συμπεριλαμβάνοντας την διάγνωση, την απεικόνιση και την θεραπεία. Βιοϊατρική Τεχνολογία συγκριτικά με πολλούς άλλους τομείς της μηχανικής είναι από τους πιο πρόσφατους. Μια τέτοιου είδους εξέλιξη είναι συνηθισμένη καθώς ένα ερευνητικό πεδίο μεταβαίνει από το να είναι διεπιστημονική εξειδίκευση ανάμεσα σε καθιερωμένα πεδία, σε ένα αυτόνομο πεδίο. Διακεκριμένες εφαρμογές της Βιοϊατρικής τεχνολογίας συμπεριλαμβάνουν την ανάπτυξη βιο-συμβατών προσθετικών, διάφορες διαγνωστικές και θεραπευτικές ιατρικές συσκευές από κλινικό εξοπλισμό μέχρι μικροεμφυτεύματα, κοινούς μηχανισμούς απεικόνισης όπως μαγνητικούς τομογράφους και εγκεφαλογράφους. Η δημιουργία συστημάτων υποστήριξης ζωής (Life support systems), ο σχεδιασμός και η δημιουργία τεχνητών οργάνων όπως η τεχνητή καρδιά αλλά και η δημιουργία συσκευών και συστημάτων που αφορούν άτομα με ειδικές ανάγκες, είναι μόνο ένα μέρος από τις τόσες εφαρμογές της Βιοϊατρικής Τεχνολογίας.

1.1.2 Ιατρικές εφευρέσεις

Τα επιτεύγματα της βιομετρικής τεχνολογίας ποικίλουν σε ένα ευρύ φάσμα από τα πιο απλούστερα εξαρτήματα όπως πατερίτσες, τεχνητά δόντια ως και πιο εξειδικευμένα όπως ο βηματοδότης, ο διαγνωστικός εξοπλισμός, τεχνολογία απεικόνισης κάθε είδους και ιατρικά εμφυτεύματα και προσθετικά.

- **Θερμόμετρο (thermometer)**

Τα πρώτα θερμόμετρα ονομάστηκαν θερμοσκόπια από τους αρχαίους Έλληνες Ήρωνα και Φίλωνα που φέρεται να είχαν επινοήσει τέτοια όργανα για τη μέτρηση της θερμοκρασίας. Πολλοί αποδίδουν το θερμόμετρο στον Γαλιλαίο, άλλοι στον Βάκωνα και άλλοι στον Ολλανδό φυσικό Drebbel που κατασκεύασε τέτοιο όργανο το 1621[2]. Το 1709 ο Γερμανός Γκάμπριελ Φαρενάιτ (Fahrenheit) επινόησε ένα θερμοσκόπιο με οινόπνευμα, το οποίο αντικατέστησε αργότερα με υδράργυρο (1714) [3]. Το υδραργυρικό θερμόμετρο αποτελείται από ένα μακρύ και λεπτό τελείως κλειστό υάλινο σωλήνα, στο ένα άκρο του οποίου υπάρχει μια πλάτυνση, εν είδει μικρού δοχείου, στην οποία περιέχεται ο υδράργυρος. Για να αποκτήσει το όργανο

που είχε εφεύρει και πρακτική σημασία, ο Φαρενάιτ επινόησε την κλίμακα μέτρησης που φέρει το όνομά του, τη θερμοκρασιακή κλίμακα Φαρενάιτ το 1724[3]. Πλέον τα θερμόμετρα έχουν εξελιχθεί σε ηλεκτρονικά.



Εικόνα 1.1 Θερμόμετρο

- **Στηθοσκόπιο (stethoscope)**

Το στηθοσκόπιο εφευρέθηκε από τον René Laennec το 1816[4]. Το κίνητρο του για να κατασκευάσει αυτό το ιατρικό εξάρτημα ήταν η αμηχανία και τα ανακριβή αποτελέσματα που θα προέκυπταν όταν χρειάστηκε να εξετάσει μια υπέρβαρη γυναίκα [5]. Το στηθοσκόπιο ήταν αρχικά κυλινδρικό και ξύλινο όμως δέχθηκε πολλές αλλαγές[4] μέχρι που ο Dr David Littmann στη δεκαετία του 1960 δημιούργησε ένα ελαφρύτερο, μεταλλικό και με βελτιωμένο ακουστικό, στοιχεία που διατηρούνται ως και σήμερα [6].



Εικόνα 1.2 Πρωτοπόρο Στηθοσκόπιο

- **Ηλεκτροκαρδιογράφος (ECG-electrocardiogram)**

Ο ηλεκτροκαρδιογράφος ανακαλύφθηκε από τον Ολλανδό ψυχολόγο Dr. Willem Einthoven το 1902 [8]. Για την κατασκευή του εμπνεύστηκε από τα πειράματα του Βρετανού ψυχολόγου Waller [7], ο οποίος ανακάλυψε πως η καταγραφή της δραστηριότητας της καρδιάς είναι εφικτή από την επιφάνεια του δέρματος [8]. Ο ηλεκτροκαρδιογράφος καταγράφει την ηλεκτρική δραστηριότητα των μυών της παλλόμενης καρδιάς μέσω ηλεκτροδίων [8]. Με το ηλεκτροκαρδιογράφημα (ΗΚΓ)

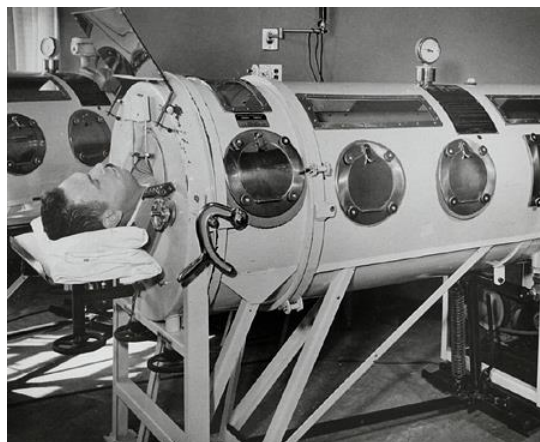
μπορούμε να διαπιστώσουμε οξείες (πχ. οξύ έμφραγμα του μυοκαρδίου) αλλά και χρόνιες (κολπική μαρμαρυγή, καρδιακές αρρυθμίες) διαταραχές που μπορούν να αφορούν τον καρδιακό ρυθμό αλλά και την αρχιτεκτονική της καρδιάς.



Εικόνα 1.3 Ηλεκτροκαρδιογράφος

- **Αναπνευστήρας αρνητικής πίεσης (Drinker respirator/Iron-lung machine)**

Ο αναπνευστήρας αρνητικής πίεσης, είναι ένα μηχάνημα το οποίο παρέχει οξυγόνο σε έναν ασθενή όταν ο ίδιος αδυνατεί να αναπνεύσει από μόνος του. Ο πρώτος αναπνευστήρας που χρησιμοποιήθηκε ευρέως κατασκευάστηκε από τον Philip Drinker και τον Louis Shaw το 1927 [9]. Τροφοδοτούνταν από έναν ηλεκτρικό κινητήρα με δύο αντλίες αέρα από δύο ηλεκτρικές σκούπες. Οι αντλίες αέρα άλλαζαν την πίεση μέσα σε ένα ορθογώνιο αεροστεγές μεταλλικό κουτί και αυτό είχε ως αποτέλεσμα την κυκλοφορία του αέρα μέσα στα πνευμόνια. Ενώ πρωτοκατασκευάστηκε με σκοπό να βοηθήσει όσους είχαν αναθυμιάσεις από την καύση άνθρακα, η πιο δημοφιλής του χρήση ήταν στα μέσα του εικοστού αιώνα όπου χρησιμοποιήθηκε για να βοηθήσει στη θεραπεία αναπνευστικής ανεπάρκειας λόγω της πολιομυελίτιδας. Πλέον χρησιμοποιούνται περισσότερο συστήματα θετικής πίεσης, στα οποία μέσω διασωλήνωσης του ασθενή ο αέρας τροφοδοτείται απευθείας μέσα στους πνεύμονες του.



Εικόνα 1.4 Iron-lung machine

- **Εγκεφαλογράφος (EEG-electroencephalogram)**

Το ηλεκτροεγκεφαλογράφημα είναι μια ηλεκτροφυσιολογική μέθοδος απεικόνισης για την καταγραφή της ηλεκτρικής δραστηριότητας του εγκεφάλου. Τυπικά είναι μια μη επεμβατική διαδικασία, η οποία γίνεται με ηλεκτρόδια τα οποία τοποθετούνται κατά μήκος του κρανίου. Το αποτέλεσμα καταγραφής τους είναι το άθροισμα πεδιακών δυνάμεων ενός πολύ μεγάλου αριθμού διπόλων, που δημιουργούνται από τα ρεύματα που διαρρέουν τα νευρικά κύτταρα του εγκεφάλου. Το 1791 ο Galvani δημοσίευσε την ιδέα ότι τα «νεύρα» περιέχουν μία εγγενή μορφή ηλεκτρισμού [10]. Το 1848 ο DuBois - Reymond ανακάλυψε ότι η δραστηριότητα των περιφερειακών νεύρων συνοδεύεται από μετρήσιμες μεταβολές του ηλεκτρικού δυναμικού. Αυτό έδωσε ώθηση στην επιστημονική κοινότητα να ερευνήσει για μεταβολές της ηλεκτρικής δραστηριότητας οι οποίες θα οφείλονταν στο νευρικό σύστημα και θα ήταν ενδεικτικές της λειτουργίας του. Το 1875, ο Richard Caton (1842–1926), παρουσίασε τα ευρήματά του για τα ηλεκτρικά φαινόμενα που παρουσιάζονται στα εκτεθειμένα εγκεφαλικά ημισφαίρια των κουνελιών και των μαϊμούδων στο *British Medical Journal* [14]. Το 1890, ο Πολωνός φυσιολόγος Adolf Beck, δημοσίευσε μία μελέτη για την ηλεκτρική εγκεφαλική δραστηριότητα των λαγών και των σκυλιών η οποία περιείχε ρυθμική ταλάντωση [13]. Ο Beck ξεκίνησε πειράματα για την ηλεκτρική εγκεφαλική δραστηριότητα των ζώων τοποθετώντας τα ηλεκτρόδια κατευθείαν στην επιφάνεια του εγκεφάλου τους για να δοκιμάσει την αισθητήρια διέγερση. Οι παρατηρήσεις του για την κυμαινόμενη εγκεφαλική δραστηριότητα οδήγησε στο συμπέρασμα για τα εγκεφαλικά κύματα. Ο Γερμανός φυσιολόγος και ψυχίατρος Hans Berger κατέγραψε το πρώτο ηλεκτροεγκεφαλογράφημα το 1924 [12]. Ο Berger στηρίχθηκε πάνω στα ευρήματα του Richard Canton σε ζώα και ήταν εκείνος που εφηύρε τον ηλεκτροεγκεφαλογράφο το 1929 [12]. Η συσκευή του ηλεκτροεγκεφαλογράφου χαρακτηρίστηκε ως μια από τις πιο σημαντικές και αξιοσημείωτες ανακαλύψεις στην ιστορία της κλινικής νευρολογίας.



Εικόνα 1.5 Εγκεφαλογράφος

- **Ηλεκτρονικό μικροσκόπιο (Electron microscope)**

Το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο χρησιμοποιεί μια δέσμη επιταχυνόμενων ηλεκτρονίων ως πηγής φωτισμού. Επειδή το μήκος κύματος ενός ηλεκτρονίου μπορεί να είναι μέχρι 100.000 φορές μικρότερη από εκείνη του ορατού φωτός, το ηλεκτρονικό μικροσκόπιο έχει μια υψηλότερη διακριτική ικανότητα από ότι ένα οπτικού φωτός μικροσκόπιο (δηλαδή φτιαγμένο από φωτόνια) και μπορεί να αποκαλύψει τη δομή των μικρότερων αντικειμένων. Χρησιμοποιεί ηλεκτροστατικούς και ηλεκτρομαγνητικούς φακούς για να ελέγξει την δέσμη ηλεκτρονίων που μεταδίδει ώστε αυτή να εστιάσει και σχηματίσει μία εικόνα. Ο πρώτος ηλεκτρομαγνητικός φακός ανακαλύφθηκε το 1926 από τον Hans Busch [16]. Το πρωτότυπο ηλεκτρονικό μικροσκόπιο κατασκευάστηκε από τον Γερμανό φυσικό Ernst Ruska και τον ηλεκτρολόγο μηχανικό Max Knoll το 1931[17], ικανό τετρακοσιοστής φορές μεγέθυνσης. Την επόμενη χρονιά ελήφθησαν εικόνες από το πρωτότυπο ηλεκτρονικό μικροσκόπιο. Το 1933 ο Ruska έφτιαξε ένα ηλεκτρονικό μικροσκόπιο το οποίο ξεπέρασε την εφικτή ανάλυση ενός οπτικού [18]. Επίσης το 1937 ο Manfred von Ardenne πρωτοπόρησε κατασκευάζοντας ηλεκτρονικό μικροσκόπιο σάρωσης [18] και το 1938 κατασκευάστηκε το πρώτο πρακτικό ηλεκτρονικό μικροσκόπιο, στο Πανεπιστήμιο του Τορόντο, από την Eli Franklin Burton και τους φοιτητές Cecil Hall, James Hillier και Albert Prebus [18]. Το 1939 η Siemens παρήγαγε το πρώτο εμπορικό ηλεκτρονικό μικροσκόπιο (TEM). Παρόλο που τα σύγχρονα ηλεκτρονικά μικροσκόπια έχουν την ικανότητα ως και δύο εκατομμυρίων φορές μεγέθυνση παραμένουν βασισμένα στο πρωτότυπο μικροσκόπιο του Ruska [18]. Η ανακάλυψη αυτή θεωρείται πολύ σπουδαία αφού δόθηκε η δυνατότητα να ερευνηθούν οι συμπεριφορές μικροοργανισμών και κυττάρων.



Εικόνα 1.6 Σύγχρονο μικροσκόπιο

- **Βηματοδότης (pacemaker)**

Ο τεχνητός βηματοδότης είναι μία ιατρική συσκευή η οποία χρησιμοποιεί ηλεκτρικούς παλμούς μέσω ηλεκτροδίων που συσπών τους καρδιακούς μύες έτσι ώστε να ρυθμίζουν τον χτύπο της καρδιάς. Ο κύριος σκοπός του είναι να διατηρεί έναν επαρκές καρδιακό παλμό είτε επειδή ο φυσικός βηματοδότης δεν είναι αρκετά γρήγορος, είτε επειδή υπάρχει κάποιος φραγμός στην ηλεκτρική δραστηριότητα της καρδιάς. Η ιστορία του βηματοδότη ξεκινάει από το 1889 όπου ο John Alexander MacWilliam εφάρμοσε έναν ηλεκτρικό παλμό σε καρδιά που αδυνατούσε να συσταλεί [21] και καταλήγει έως και σήμερα με διάφορες εξελίξεις του, από έξωδερμικούς και φορητούς μέχρι ενδοκαρδιακούς. Ο βηματοδότης πήρε τη σημερινή μορφή του λίγο μετά το 1960 [19] με την ανακάλυψη της μπαταρίας λιθίου η οποία έλυσε και το πρόβλημα της διάρκειας λειτουργίας του.



Εικόνα 1.7 Βηματοδότης

- **Καρδιοπνευμονική αντλία (Cardiopulmonarybypasspump)**

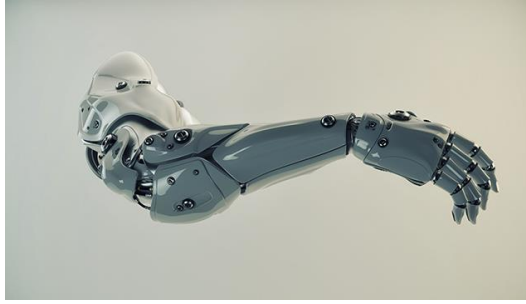
Η καρδιοπνευμονική αντλία είναι μια αντλία κατασκευασμένη ώστε να παρακάμπτει την λειτουργία της καρδιάς και των πνευμόνων κατά τη διάρκεια ενός χειρουργείου, διατηρώντας τα υπόλοιπα ζωτικά όργανα. Έτσι επιτρέπεται στο χειρουργό να δουλέψει σε αναίμακτο περιβάλλον. Η πρωτότυπη αντλία κατασκευάστηκε το 1885 από τον Maximilianvo Frey και τον Max Gruber [23], χωρίς όμως να έχει επιτυχημένη εφαρμογή. Μετέπειτα το 1934 ο John Gibbon ανέπτυξε και έλεγξε την καρδιοπνευμονική αντλία σε γάτες στα πειράματα του [22]. Η πρώτη επιτυχημένη μηχανική υποστήριξη της λειτουργίας του αριστερού καρδιακού κόλπου με τη χρήση της καρδιοπνευμονικής αντλίας πραγματοποιήθηκε τον Ιούλιο του 1952, ενώ η πρώτη επιτυχημένη εγχείρηση ανοιχτής καρδιάς διεξήρθε την αμέσως επόμενη χρονιά από τον John Gibbon [22].



Εικόνα 1.8 Καρδιοπνευμονική αντλία

- **Τεχνητά μέλη σώματος (Artificial-limbs)**

Στην ιατρική ως τεχνητά μέλη ορίζονται κάποιες συσκευές που αντικαθιστούν κάποιο μέρος του σώματος το οποίο λείπει, λόγω τραύματος, αναγκαίου ακρωτηριασμού, ασθένειας ή εκ γενετής. Το πιο αρχαίο προσθετικό μέλος που έχει βρεθεί είναι το μεγάλο δάχτυλο ποδιού μιας μούμιας και βρέθηκε το 2000 σε ένα τύμβο κοντά στην πόλη Θήβα της Αιγύπτου [26]. Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι τα προσθετικά μέλη είχαν ευρεία χρήση στο μεσαίωνα. Οι ιππότες εκείνης της εποχής βασιζόντουσαν στα σιδερένια προσθετικά μέλη όχι για την χρηστικότητα τους αλλά κυρίως για να κρύβουν την απουσία μέλους σώματος, η οποία θεωρούνταν ντροπιαστική εκείνη την εποχή [25]. Αργότερα κατά τον 16ο αιώνα, ο γάλλος στρατιωτικός γιατρός Ambroise Paré και ο Ολλανδός χειρουργός Pieter Verduynn εξέλιξαν τον κλάδο της προσθετικής με τις νέες εφευρέσεις τους οι οποίες ήταν αρκετά εξειδικευμένες έχοντας πρωτοποριακές λειτουργίες όπως εργονομικά δεσίματα από δέρμα καθώς και τεχνητές κλειδώσεις [25]. Μετέπειτα, το 1812 με τις εξελίξεις στην τεχνολογία των αρθρώσεων, σχεδιάστηκε ένα νέο είδος προσθετικού χεριού, το οποίο μπορούσε να ελεγχθεί από τον αντιτακτό ώμο με συνδεδεμένα λουριά [25]. Το 1945 δημιουργήθηκε η Εθνική ακαδημία των επιστημών, σε μια εποχή που ο 2ος παγκόσμιος πόλεμος άφησε πίσω του μεγάλη ανάγκη για εξελιγμένα προσθετικά μέλη [25]. Έκτοτε η τεχνολογία γύρω απ' την επιστήμη των προσθετικών μελών έχει εξελιχθεί ραγδαία με συνεχείς καινοτομίες και βελτιώσεις. Για παράδειγμα, τα σύγχρονα προσθετικά μέλη είναι κατά βάση μηχανοκίνητα και μπορούν να ελεγχθούν από τον ασθενή μέσω χειριστηρίου με συνδυασμούς κουμπιών και διακοπών. Μια ακόμα πιο εξειδικευμένη μορφή προσθετικών είναι τα συνδεδεμένα με τους εναπομείναντες μύες μέσω ηλεκτροδίων. Τα ηλεκτρόδια τοποθετούνται στην επιφάνεια του δέρματος και μπορούν να εντοπίσουν τα ηλεκτρικά σήματα από τους μύες και να τα μετατρέψουν σε εντολές κινήσεων για το προσθετικό μέλος. Τέλος, τα προσθετικά μπορούν να ενισχυθούν με την τοποθέτηση μικροεπεξεργαστή και αισθητηρίων, τα οποία συλλέγουν πληροφορίες όπως δύναμη, αντίσταση και τριβή κατά τη διάρκεια της χρήσης και ουσιαστικά "μαθαίνουν" πως ο ασθενής χρησιμοποιεί το μέλος του για κάθε χρήση.



Εικόνα 1.9 Τεχνητό μέλος (χέρι)

Μη επεμβατική διαγνωστική ιατρική.

- **Ιατρική απεικόνιση υπερήχων (medicalsonography).**

Μια σπουδαία ανακάλυψη που βοήθησε στην ανάπτυξη της διαγνωστικής ιατρικής ήταν ο υπέρηχος. Οι υπέρηχοι ουσιαστικά είναι ηχητικά κύματα των οποίων οι συχνότητες είναι πιο ψηλές από αυτές που μπορεί να αντιληφθεί το ανθρώπινο αυτί. Στις φυσικές του ιδιότητες δεν διαφέρει καθόλου από τον ήχο που είναι ικανό το ανθρώπινο αυτί να ακούσει. Οι συσκευές που χρησιμοποιούν υπερήχους λειτουργούν με συχνότητες από 20kHz έως και ορισμένα GHz. Μια από τις τεχνικές απεικόνισης στην ιατρική, είναι αυτή που βασίζεται στους υπερήχους. Ο Karl Theodore Dussik, νευρολόγος-ψυχίατρος του Πανεπιστημίου της Βιέννης ήταν ο πρώτος ιατρός που εισήγαγε τους υπερήχους στη διαγνωστική ιατρική [27]. Χρησιμοποιείται για να απεικονίζει μύες, τένοντες και άλλα εσωτερικά όργανα. Η πιο σπουδαία αναφορά όμως που πρέπει να γίνει σχετικά με την εφαρμογή των υπερήχων στην ιατρική είναι αυτή που σχετίζεται με την κατασκευή σαρωτών πραγματικού χρόνου. Ο πρώτος σαρωτής τέτοιου τύπου αναπτύχθηκε από τον Walter Krause και τον Richard Soldner, ωστόσο την εμπορική παραγωγή την ανέλαβε η Siemens Medical Systems στη Γερμανία το 1965 [27]. Η κατάλληλη χρήση της μεθόδου αυτής δεν εκθέτει τον ασθενή σε κίνδυνο, και γι αυτό το λόγο χρησιμοποιείται κυρίως στην μαιευτική. Έχει γίνει ευρέως γνωστό διαγνωστικό εργαλείο το οποίο χρησιμοποιείται τουλάχιστον τα τελευταία 50 χρόνια.



Εικόνα 1.10 υπερηχογράφος

- **Αξονικός τομογράφος (computertomography)**

Σταθμός στη μη επεμβατική διαγνωστική ιατρική υπήρξε η ανακάλυψη των ακτίνων X το 1895 από τον Γερμανό Roentgen [30]. Οι ακτίνες X ή ακτίνες Ρέντγκεν (Röntgen) αποκαλείται ένα τμήμα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος που βρίσκεται μεταξύ των τμημάτων της υπεριώδους ακτινοβολίας και των ακτίνων γ. Πρωταρχικά χρησιμοποιήθηκαν από την ιατρική ως διαγνωστικό εργαλείο με τη μορφή της ακτινογραφίας και από τη Φυσική και τη Χημεία με τη μορφή της κρυσταλλογραφίας. Οι ακτίνες X ανήκουν στις ιονίζουσες ακτινοβολίες, αφού η ενέργειά τους είναι ικανή να προκαλέσει τον ιονισμό ατόμων και μορίων από αριθμό εσωτερικών τους ηλεκτρονίων επομένως παρουσιάζει κινδύνους βλαβών σε ζωντανούς οργανισμούς και όχι μόνο. Η αξονική τομογραφία είναι ακτινολογική μέθοδος εξέτασης του ανθρώπινου σώματος. Ο αξονικός τομογράφος στέλνει πολλαπλές ακτίνες χ σε ολόκληρο το σώμα από διαφορετικές γωνίες, έπειτα ο υπολογιστής επεξεργάζεται τις μετρήσεις με σκοπό να σχηματίσει μια ολοκληρωμένη εικόνα του σώματος .Ο πρώτος αξονικός τομογράφος κατασκευάστηκε από τον Godfrey Hounsfield το 1971 και ήταν κατασκευασμένος μόνο για να παίρνει εικόνες από τον εγκέφαλο [32]. Παρόλο που οι τομογραφικές τεχνικές χρησιμοποιούνταν από το 1930, ο Hounsfield ήταν ο πρώτος που συνδύασε τη μηχανή απεικόνισης ακτίνων X με υπολογιστή [32]. Το 1975 κατασκευάστηκε ο πρώτος αξονικός τομογράφος που ήταν ικανός να παίρνει εικόνες από ολόκληρο το σώμα[32].



Εικόνα 1.11 αξονικός τομογράφος

- **Μαγνητικός τομογράφος (MRI)**

Η απεικόνιση μαγνητικού συντονισμού είναι μία τεχνική της διαγνωστικής ιατρικής. Ο μαγνητικός τομογράφος πρώτα δημιουργεί σταθερή κατάσταση μαγνητισμού στο ανθρώπινο σώμα τοποθετώντας το σε ένα σταθερό μαγνητικό πεδίο. Έπειτα διεγείρει το σώμα με ραδιοκύματα για να αλλάξει το σταθερό προσανατολισμό των πρωτονίων. Μετά

τα ραδιοκύματα σταματούν και καταγράφεται η ηλεκτρομαγνητική μετάδοση του σώματος. Τέλος τα μεταδιδόμενα σήματα χρησιμοποιούνται έτσι ώστε να κατασκευαστεί εσωτερική εικόνα του σώματος. Ο τρόπος λειτουργίας του είναι παρόμοιος με αυτόν του αξονικού τομογράφου. Αρχικά πρέπει να γίνει ιδιαίτερη αναφορά στον Nicola Tesla ο οποίος ανακάλυψε το περιστρεφόμενο μαγνητικό πεδίο το 1882 στη Βουδαπέστη [33]. Μετέπειτα διεξήχθησαν αρκετές έρευνες από πολλούς επιστήμονες ώσπου ανακαλύφθηκε το φαινόμενο του πυρηνικού μαγνητικού συντονισμού (NMR) το 1946 από τους Felix Bloch και Edward Purcell ανεξάρτητα [34]. Έως το 1970 η απεικόνιση του πυρηνικού μαγνητικού συντονισμού χρησιμοποιούνταν κυρίως για χημικές και φυσικές αναλύσεις μέχρι το 1971 που ο φυσικός Raymond Damadian ανακάλυψε ότι οι παθολογικοί ιστοί που έχουν εκτεθεί σε ραδιοκύματα εμφανίζουν μεγαλύτερους χρόνους χαλάρωσης σε σχέση με τους αντίστοιχους υγείς, και ενέπνευσε πολλούς επιστήμονες να χρησιμοποιούν την απεικόνιση πυρηνικού μαγνητικού συντονισμού για να μελετήσουν ασθένειες [33]. Δύο χρόνια μετά, το 1973, ο Paul Lauterbur παρήγαγε την πρώτη εικόνα μαγνητικού πυρηνικού συντονισμού [33]. Η κατασκευή του πρώτου υποτυπώδους μαγνητικού τομογράφου ολοκληρώθηκε το 1977 από τους Raymond Damadian, Michael Goldsmith και Larry Minkoff. Ο μαγνητικός τομογράφος έχει υποστεί πολλές βελτιώσεις έως και σήμερα [33].



Εικόνα 1.12 μαγνητικός τομογράφος

- **Μηχανική αποκατάστασης / αναπηρικά αμαξίδια (Rehabilitation Engineering)**

Η βιοϊατρική τεχνολογία εφαρμόζεται ευρέως στο χώρο των ατόμων με ειδικές ανάγκες. Πλέον μέσω των αισθητήρων που αξιολογούν την κίνηση και την καταγράφουν αλλά και με την εικονική πραγματικότητα, προσφέρεται σημαντική βοήθεια στα άτομα αυτά και βελτιώνεται σημαντικά η ποιότητα ζωής τους. Ένα από τα εξαρτήματα που είναι άξια αναφοράς ήταν η αναπηρική καρέκλα. Η πρώτη σταθερή αναπηρική καρέκλα που γνωρίζουμε είχε εφευρεθεί από άγνωστο δημιουργό το 1995 και φτιάχτηκε για τον φίλιππο Β' της Ισπανίας [36]. Φυσικά, η κατασκευή αναπηρικών αμαξιδίων εξελίχθηκε ώσπου το 1932 ο μηχανικός Harry Jennings έφτιαξε το πρώτο αναδιπλούμενο σωληνωτό αναπηρικό αμαξίδιο [36] και επακόλουθα ανακαλύφθηκαν τα πρώτα ηλεκτρικά

κινούμενα αναπηρικά αμαξίδια από τον καναδό εφευρέτη George Klein και την ομάδα μηχανικών του [36]. Τελικά ο John Donoghue και ο Braingate κατάφεραν να εξελίξουν την τεχνολογία των αμαξιδίων ακόμα περισσότερο με μια εμφυτεύσιμη συσκευή στον εγκέφαλο του ασθενή που έστελνε νοητικά μηνύματα στα αμαξίδια. Η τεχνολογία αυτή ονομάζεται brain-computer interface [36].



Εικόνα 1.13 αναπηρικό αμαξίδιο

- **Συστήματα Ρομποτικής Χειρουργικής (Robotic Surgery Systems)**

Η ρομποτική χειρουργική είναι μια ιδιαίτερη αναδυόμενη μέθοδος της χειρουργικής που γίνεται με την χρήση ρομπότ. Η εγχείρηση εκτελείται από εκπαιδευμένους χειρουργούς οι οποίοι κοιτάζουν από την οθόνη που έχει την ικανότητα να μεγθύνει το χειρουργικό πεδίο και χειρίζονται τους ειδικούς μοχλούς έτσι ώστε να εκτελούν την επέμβαση με ρομποτικούς βραχίονες. Στα τέλη του 1980, η NASA έδειξε το ενδιαφέρον της για την ανάπτυξη της τηλεϊατρικής έτσι ώστε να είναι εφικτή η πραγματοποίηση των επεμβάσεων εξ αποστάσεως [38]. Ύστερα ενδιαφέρθηκε και ο στρατός της Αμερικής, έτσι ώστε να θεραπεύουν οι γιατροί με ασφάλεια τους πληγωμένους στρατιώτες[38]. Δυο από τα πιο γνωστά συστήματα ρομποτικής χειρουργικής είναι το DAVintci system και το σύστημα ΔΙΑΣ. Το Da Vinci είναι το πρώτο σύστημα ρομποτικής χειρουργικής που ενέκρινε ο Αμερικάνικος Οργανισμός Φαρμάκων (FDA) για την πραγματοποίηση επεμβάσεων.



Εικόνα 1.14 Εγχείρηση με την χρήση ρομποτικών βραχιόνων.

1.2. Wearable gadgets - Φορητά εξαρτήματα.

1.2.1. Εισαγωγή γενικές πληροφορίες

Ως wearable τεχνολογία (που ονομάζεται επίσης φορητά gadgets) ορίζεται η κατηγορία συσκευών τεχνολογίας που μπορούν να φορεθεί από τους καταναλωτές και συχνά περιλαμβάνουν την παρακολούθηση των πληροφοριών που σχετίζονται με την υγεία και την καλή φυσική κατάσταση. Η συγκεκριμένη τεχνολογία είναι από τις πιο πρόσφατες αφού άρχισε να ανθίζει γύρω στο 2002 και μετά. Πρόγονος της τεχνολογία αυτής μπορεί να θεωρηθεί η αριθμομηχανή ρολόι όπου κυκλοφόρησε για πρώτη φορά η φορητή υπολογιστική εφαρμογή. Έχει κατακτήσει πολλούς τομείς τις καθημερινότητας είτε για προσωπική είτε για επαγγελματική χρήση. Ανάλογα την χρησιμότητα που θέλει ο καθένας χωρίζονται σε κατηγορίες: μόδας, αθλητικής δραστηριότητας, συγχρονισμού με άλλες συσκευές, παρακολουθήσεις υγείας, οδικής βοήθειας, συσκευές πολυμέσων και επικοινωνίας.

1.2.2. Επιτεύγματα

Σε αυτό το μέρος θα δούμε κάποια από τα πιο γνωστά και πρότυπα φορητά αξεσουάρ που άλλαξαν την καθημερινότητα και τις ανάγκες του ανθρώπου.

- **Υπολογιστής ρολόι (1970)**

Ο υπολογιστής ρολόι εμφανίστηκε για πρώτη φορά στα μέσα της δεκαετίας του 1970 όπου το εισήγαγε η Pulsar και η Hewlett Packard. Στα μέσα της δεκαετίας του 1980, δημιουργήθηκε το Casio Databank ρολόι αριθμομηχανή [41], το οποίο όχι μόνο εκτελούσε λειτουργίες υπολογιστή, αλλά και λειτουργίες αποθηκευμένων συναντήσεων, τα ονόματα, τις διευθύνσεις και τους αριθμούς τηλεφώνου. Μαζική παραγωγή στα ρολόγια αριθμομηχανή εμφανίστηκε στις αρχές του 1980 [41].



Εικόνα 1.15 Ρολόι αριθμομηχανή

- **Ασύρματο όργανο ελέγχου του καρδιακού ρυθμού (1982)**

Το Polar Electro, (παγκοσμίως γνωστό ως polar) είναι ένας κατασκευαστής υπολογιστών προπόνησης και εξοπλισμού παρακολούθησης καρδιακού ρυθμού. Το Polar electro ήταν το πρώτο ασύρματο όργανο ελέγχου του καρδιακού ρυθμού του κόσμου και κατασκευάστηκε στη Φιλανδία. Το 1975, δεν υπήρχε ακριβής τρόπος για να

καταγράφει τους ρυθμούς της καρδιάς κατά τη διάρκεια της αθλητικής δραστηριότητας [42]. Η ιδέα μιας ασύρματης, φορητής απεικόνισης του καρδιακού ρυθμού επινοήθηκε σε μια πίστα σκι αντοχής στη Φινλανδία. Κατατεθεί το πρώτο δίπλωμα ευρεσιτεχνίας για την ασύρματη μέτρηση της καρδιακής συχνότητας τρία χρόνια αργότερα. Το 1982, ξεκίνησε να φοριέται χωρίς καλώδια και με οθόνη απεικόνισης του καρδιακού ρυθμού.[42]



Εικόνα 1.16 Ασύρματο όργανο ελέγχου του καρδιακού ρυθμού

- **Ασύρματος καρδιακός απινιδωτής (1986)**

Το 1986, ο Stephen M. Heilman και ο Larry Bowling βρεθήκανε στην Lifecor και μαζί με μια ομάδα πρώην εργαζομένων της Intec, η οποία ανέπτυξε το πρώτο εμφυτεύσιμο απινιδωτή (ICD) ,άρχισανε την ανάπτυξη του WCD (wearable cardioverter defibrillator). Η WCD δοκιμαστικέ εκτενώς για τρία χρόνια σε 17 μεγάλα ιατρικά κέντρα στις Ηνωμένες Πολιτείες και την Ευρώπη. Τα κλινικά δεδομένα που συλλέχθηκαν επέτρεψαν στην Lifecor να λάβουν έγκριση από την FDA για τη χρήση της WCD στις Ηνωμένες Πολιτείες. Ο ασύρματος καρδιακός απινιδωτής (WCD) φοριέται από τους ασθενείς που διατρέχουν κίνδυνο αιφνίδιας καρδιακής ανακοπής (SCA),αφου επιτρεπει να παρατηρηθεί σε κανονικό χρόνο και να αξιολογηθεί η μακροχρόνια αρρυθμία και οι κίνδυνοι της ετσι ώστε να βρεθεί καλύτερο σχέδιο θεραπείας [43].



Εικόνα 1.17 Ασύρματος καρδιακός απινιδωτής

- **Μπλουζάκι αγκαλιά (2002)**

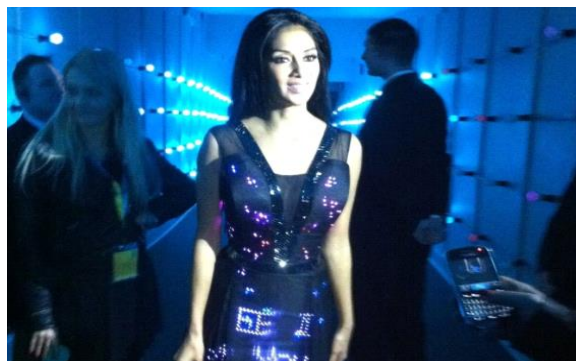
Το Αγκαλιά Shirt είναι ένα μπλουζάκι που κάνει τους ανθρώπους να στέλνουν αγκαλιές από απόσταση. Εφευρέθηκε από την Francesca Rosella και τον Ryan Genz όπου είναι και οι δύο συνιδρυτές της Cute Circuit. Ενσωματωμένα στο μπλουζάκι Αγκαλιά υπάρχουν αισθητήρες που αισθάνονται τη δύναμη, τη διάρκεια, και τη θέση της αφής, τη ζεστασιά του δέρματος και το ρυθμό χτύπο της καρδιάς του αποστολέα και ενεργοποιητές που αναδημιουργούν την αίσθηση της αφής, τη ζεστασιά και το συναίσθημα της αγκαλιά με το αγκαλιά μπλουζάκι του μακρινού αγαπημένου προσώπου. Το Αγκαλιά Shirt επινοήθηκε το 2002 και έχει βραβευτεί ως ένα από τις καλύτερες εφευρέσεις της χρονιάς από το περιοδικό Time το 2006 [44].



Εικόνα 1.18 Μπλουζάκι αγκαλιά

- **Kinetic Dress(2004)**

Το Κινητικό φόρεμα σχεδιάστηκε από την CuteCircuit το 2004. Απεικονίζει την αλληλεπίδραση μεταξύ του ενδύματος και των δραστηριοτήτων του χρήστη και τη διάθεση του. Στην πραγματικότητα, αυτό ανάβει και αλλάζει χρώματα ανάλογα με την κίνηση του ατόμου[45].



Εικόνα 1.19 Kinetic Dress

- **M dress(2008)**

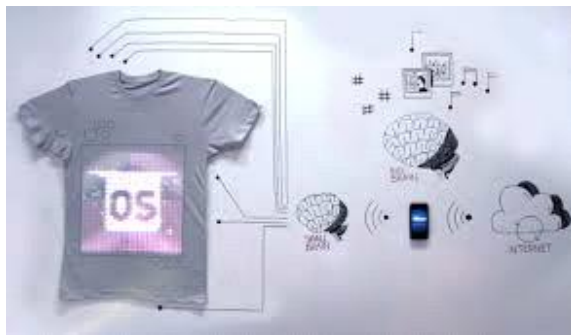
Το M φόρεμα σχεδιάστηκε από την Cute Circuit το 2008 [46]. Δέχεται μια τυπική κάρτα sim και επιτρέπει να πραγματοποιούνται και να λαμβάνονται κλήσεις οποιαδήποτε στιγμή, οπουδήποτε, χωρίς να χρειάζεται να μεταφέρουν οι χρήστες κινητό τηλέφωνο.



Εικόνα 1.20 M dress

- **TshirtOS**

Η Cute Circuit σε συνεργασία με τον Ballantine κατασκεύασαν το tshirtOS το οποίο είναι το πρώτο φορητό, κοινόχρηστο, προγραμματιζόμενο t-shirt στον κόσμο, όπου μπορεί να προγραμματιστεί μέσω της εφαρμογής iOSapp ώστε να εκτελεί κάποιες λειτουργίες. Μερικές από αυτές είναι να εμφανίζει εικόνες, κείμενα, να παίζει μουσική, να τραβήξει φωτογραφίες και να μοιράζεται τα αρχεία με όλους [47].



Εικόνα 1.21 TshirtOS

- **KitNike + iPod(2006)**

Το KitNike + iPodSports είναι μια συσκευή δραστηριότητας (tracker), που αναπτύχθηκε από την Nike, Inc το 2006. Η συσκευή αυτή μετράει και καταγράφει την απόσταση και τον ρυθμό κατά τη διάρκεια του τρεξίματος ή του βαδίσματος. Το Nike + iPod αποτελείται από μια μικρή συσκευή αποστολής σημάτων που είναι ενσωματωμένα σε ένα παπούτσι, το οποίο επικοινωνεί είτε με το Nike + SportBand, ή σε ένα δέκτη συνδεδεμένος σε ένα iPodNano, ή απευθείας με την 2η γενιά iPodTouch (ή νεότερη), το

iPhone 3GS, iPhone 4, iPhone 4S, iPhone 5, iPhone 5C, το iPhone 5S, ή ένα Nike + SportWatch. Μέσω αυτής της συσκευής μπορεί να καταγραφεί και να εμφανιστεί η διαδρομή και το ιστορικό τρεξίματος.[48].



Εικόνα 1.22 KitNike + iPod

- **Smartwatch (2010)**

Το SonySmartWatch, που ονομάζεται επίσης MN2SW, είναι μια φορητή συσκευή που συνδέεται σε ένα Android smartphone και εκτελεί διάφορες λειτουργίες χωρίς όμως να δίνεται η δυνατότητα αλληλεπίδρασης στο χρήστη. Μερικές από τις λειτουργίες που μπορεί να εκτελέσει είναι να εμφανίσει Twitterfeeds, SMS, όπως και πολλά άλλα. Είναι σημαντικό να αναφερθεί πως είναι συμβατό με τα περισσότερα τηλέφωνα Android και δεν είναι αυτόνομο αφού λειτουργεί μονάχα εφόσον έχει υπάρξει σύζευξη με κινητό [49].



Εικόνα 1.23 Smartwatch

- **Αθλητικό Βραχιόλι (2013)**

Τον Μάιο του 2013, κυκλοφόρησε το Fitbit Flex, το οποίο είναι μια συσκευή που φοριέται στον καρπό του χεριού. Παρακολουθεί την κίνηση 24 ώρες την ημέρα, συμπεριλαμβανομένων και του ύπνου. Η απεικόνιση είναι απλή και επιτυγχάνεται μέσω των 5 led (φωτών) που δείχνουν τον αριθμό των βημάτων που λαμβάνονται σε μια μέρα και δονείται για να δείξει ότι ο στόχος που ορίστηκε έχει επιτευχθεί. Οι λυχνίες

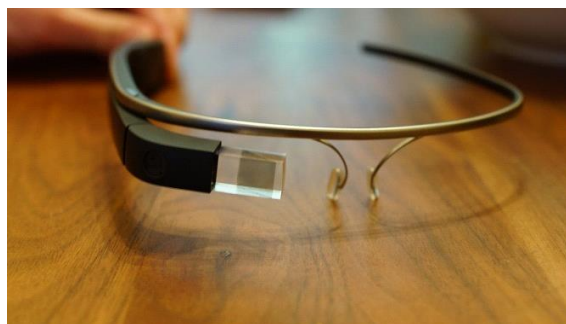
υποδεικνύουν επίσης το επίπεδο της μπαταρίας. Το Fitbit Flex έχει σχεδόν τις ίδιες λειτουργίες συγχρονισμού με το Fitbit One που είναι της ίδιας εταιρίας. Το Flex είναι επίσης το πιο ανθεκτικό στο νερό tracker, μπορεί να φορεθεί κατά τη διάρκεια του ντους, αλλά όχι στο κολύμπι. Το Fitbit Flex περιλαμβάνει έναν εξειδικευμένο φορτιστή usb, η διάρκεια φόρτισης είναι περίπου 1-2 ώρες και η μπαταρία διαρκεί 5-7 ημέρες από πλήρη φόρτιση [50].



Εικόνα 1.24 Αθλητικό Βραχιόλι

- **Google glass(2013)**

Το GoogleGlass είναι ένα ακουστικό ή οπτικό φορητό σύστημα κεφαλής, που φοριέται σαν ένα ζευγάρι γυαλιά. Οι πληροφορίες εμφανίζονται σε ένα smartphone που μοιάζει με τη μορφή hands-free. Οι κομιστές επικοινωνούν με το Internet μέσω φωνητικών εντολών φυσικής γλώσσας. Έχει την δυνατότητα να τραβάει φωτογραφίες και να καταγράφει 720p HD βίντεο. Μια επιφάνεια αφής βρίσκεται στον βραχίονα του Google Glass, επιτρέποντας στον χρήστη να ελέγχει την συσκευή, διαμέσου μιας διεπαφής που μοιάζει με χρονολόγιο και εμφανίζεται στην οθόνη. Σύροντας με το δάκτυλο προς τα πίσω εμφανίζονται τα τρέχοντα γεγονότα, όπως ο καιρός και σύροντας προς τα εμπρός δείχνει γεγονότα που έχουν συμβεί, όπως τηλεφωνικές κλήσεις, φωτογραφίες, κ.ά.[51].



Εικόνα 1.25 Google glass

- **Αθλητικό βραχιόλι με οθόνη αφής (2014)**

Η Samsung δήλωσε ότι Gear Fit τους είναι η "πρώτη στον κόσμο" φορητή συσκευή με μια κυρτή οθόνη αφής amoled. Είναι μικρότερο και ελαφρύτερο από τα Gear 2 και Gear 2 new-smartwatch και επικεντρώνεται στην υγεία. Διαθέτει 1,84 ιντσών superamoled οθόνη με ανάλυση 432 x 128 pixel. Το Gear Fit έρχεται με ένα βηματόμετρο, παρακολούθησης του καρδιακού ρυθμού, και μια οθόνη παρακολούθησης του ύπνου. Η μπαταρία είναι 210mAh, η οποία δίνει μια τυπική χρήση των 3-4 ημερών ή και περισσότερο αναλόγως την κατανάλωση[52].



Εικόνα 1.26 Αθλητικό βραχιόλι με οθόνη αφής

- **Smartwatch με αλληλεπίδραση (2014)**

Το 2014, η Motorola Mobility ανακοίνωσε την κυκλοφορία του Moto 360 το οποίο είναι ένα Android Wear-based Smart Watch. Το συγκεκριμένο ρολόι συνδυάζει smartphone και αθλητικό βραχιόλι αφού έχει σχεδιαστεί ώστε να παρακολουθεί την υγεία και τις καθημερινές δραστηριότητες και παράλληλα έχει λειτουργίες κινητού [53].



Εικόνα 1.27 Smartwatch με αλληλεπίδραση

- **Φορητή εικονική πραγματικότητα (2015)**

Το Samsung Gear VR είναι μια κινητή συσκευή εικονικής πραγματικότητας που αναπτύχθηκε από τη Samsung Electronics σε συνεργασία με το Oculus VR. Είναι συμβατό με τα κινητά Samsung Galaxy (GalaxyNote 5 ή Galaxy S6 / S6 Edge), λειτουργεί ως οθόνη εικονικής πραγματικότητας καθώς και έχει προσαρμοσμένο αισθήρα IMU για την περιστροφική παρακολούθηση ο οποίος συνδέεται με το smartphone μέσω micro-usb [54].



Εικόνα 1.28 Φορητή εικονική πραγματικότητα

Κεφάλαιο 2 - Ανάλυση Hardware.

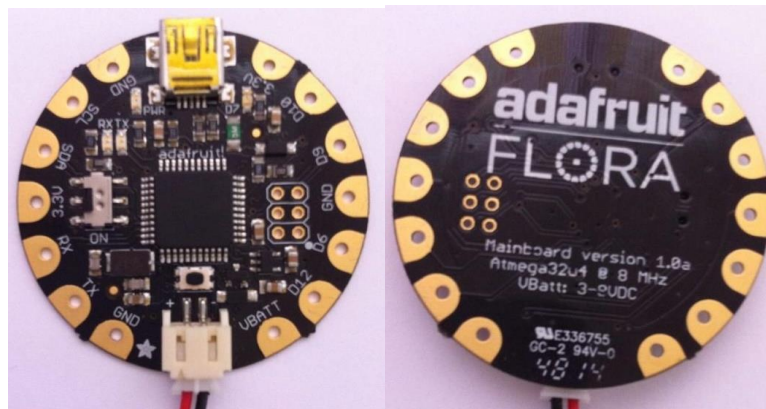
2.1. Πρόλογος

Σε αυτό το κεφάλαιο θα αναλυθεί όλο το κομμάτι του "hardware", δηλαδή το υλικό σκέλος της εργασίας. Το σύστημα αποτελείται από τρία βασικά κομμάτια τον μικροελεγκτή, τον αισθητήρα μέτρησης παλμού και την gsm πλακέτα όπου είναι μονάδα επικοινωνίας.

2.2. Υλικά εξαρτήματα κατασκευής.

- **Ο Μικροελεγκτής (μcontroller)**

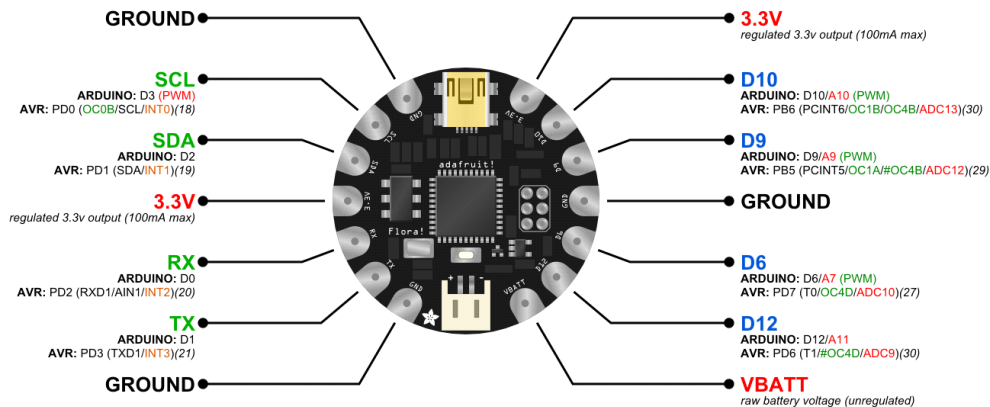
Ο μικροελεγκτής είναι η κεντρική μονάδα συλλογής, σύγκρισης και απόφασης. Συγκεκριμένα για τον σκοπό της εργασίας επιλέχθηκε ο μικροεπεξεργαστής Flora wearable platform της εταιρίας Adafruit. Είναι μια πλήρως ολοκληρωμένη φορητή πλατφόρμα που έχει κύρια εφαρμογή σε "wearable" προϊόντα. Το πρώτο Flora φαίνεται να κυκλοφόρησε γύρω στο 2012 ενώ το 2015 κυκλοφόρησε και η δεύτερη έκδοση του [55]. Έχει την δυνατότητα να ραφτεί σε ύφασμα και να συνδεθεί με άλλα ηλεκτρονικά κομμάτια με αγωγίμο νήμα. Είναι στρογγυλό με διάμετρο 1.75" και το βάρος του είναι 4,4 γραμμάρια. Επιπλέον αποτελείται από 14 ακίδες, τα ασημένια "πέταλα" που υπάρχουν στο γύρο της πλακέτας, οι οποίες μπορούν κάθε μία ξεχωριστά να ελέγχουν μία συνδεδεμένη συσκευή εισόδου ή εξόδου (όπως ένα φως, έναν κινητήρα, ή ένα διακόπτη). Αυτή η πλακέτα βασίζεται στο μικροελεγκτή Atmega32u4. Ο μικροελεγκτής είναι το μαύρο τετράγωνο στο κέντρο της πλακέτας.



Εικόνα 2.1 μικροελεγκτης flora

Χαρακτηριστικά

- Μικροελεγκτής :Atmega32u4
- Μπαταρία εισόδου (jst) : 3.5-16V
- Usb εισόδου :4.5V-5.5V με 500mA
- Ψηφιακοί I/O ακροδέκτες: 8 (εκ των οποίων 4 παρέχουν PWM έξοδο)
- Αναλογικοί ακροδέκτες εισόδου: 4
- Ταχύτητα ρολογιού: 8 MH



Εικόνα 2.2 επεξήγηση ακροδεκτών μικροελεγκτή flora

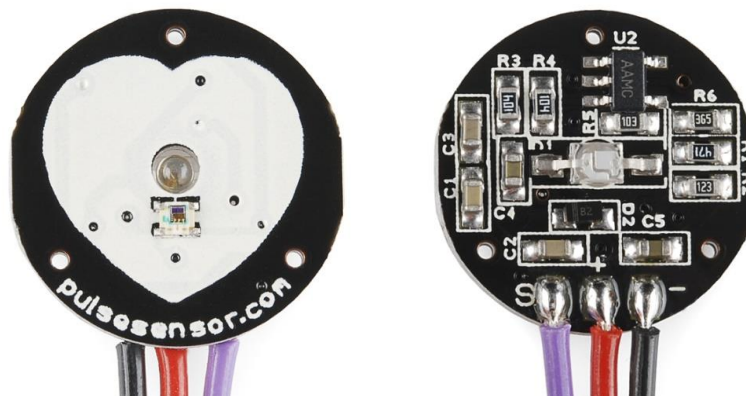
Η εικόνα παραπάνω μας δείχνει το μικροελεγκτή. Στην κορυφή του είναι η είσοδος του καλωδίου miniusb που συνδέεται με τον υπολογιστή ώστε να επικοινωνήσει μαζί του και να προγραμματιστεί ή ακόμα και να τροφοδοτηθεί με ρεύμα. Προχωρώντας τώρα προς τα δεξιά βρίσκεται ο πρώτος ακροδέκτης όπου αναγράφει 3,3V που είναι η μέγιστη τάση και 100mA που είναι η μέγιστη ένταση ρευματος την οποία μπορεί να έχει σαν έξοδο ώστε να τροφοδοτηθεί κάποιο εξάρτημα. Ίδιος ακριβώς ακροδέκτης υπάρχει και στην άλλη πλευρά του σχήματος. Αμέσως μετά είναι ο ακροδέκτης D10 εισόδου και εξόδου ο οποίος λειτουργεί σαν αναλογικός A10 ή σαν ψηφιακός D10 αλλά και σαν pwm. Παρόμοια και ο D9 λειτουργεί σαν αναλογικός A9, ψηφιακός D9 αλλά και σαν pwm. Δίπλα σε αυτόν υπάρχει η γείωση η οποία βρίσκεται και σε άλλους δυο ακροδέκτες στο άλλο μισό του μικροελεγκτή. Ο επόμενος είναι ο D6 όπου και αυτός έχει την ίδια συμπεριφορά με τους άλλους δυο με διαφορά ότι λειτουργεί σαν ψηφιακός με D6 αλλά σαν αναλογικός με A7 στο προγραμματιστικό κομμάτι. Ίδια και ο D12 όπου αναλογικός λειτουργεί με A11 και ψηφιακός D12 με ακόμα μια διαφορά ότι δεν είναι pwm. Στο τέλος αυτού του ημισφαιρίου βρίσκεται η jst θύρα όπου συνδέεται η μπαταρία τροφοδότησης.

Το άλλο μισό ημισφαίριο αποτελείται από 2 γειώσεις, 1 έξοδο τάσης και 4 ακόμα ακροδέκτες. Κινούμενοι αυτή την φορά από κάτω προς τα πάνω βρίσκεται ο ακροδέκτης TX, ο οποίος είναι σειριακός ακροδέκτης εξόδου και λειτουργεί ακόμα και σαν ψηφιακός D1. Ο RX είναι σειριακός ακροδέκτης εισόδου και λειτουργεί και σαν ψηφιακός D0. Ο ακροδέκτης SDA και ο SCL είναι οι αμέσως επόμενοι ακροδέκτες όπου έχουν να κάνουν με την με την βιβλιοθήκη wire library και λειτουργούν επίσης και σαν ψηφιακοί ακροδέκτες με ονόματα D2 και D3 αντίστοιχα. Ο SDA έχει συσχέτιση με την μνήμη (data) ενώ ο SCL με το "ρολόι" (clock). Στο κέντρο του υπάρχει ένας διακόπτης I/O που ορίζει την ύπαρξη λειτουργίας του μικροελεγκτή καθώς και ένα μπουτόν που κάνει επανεκκίνηση του τελευταίου προγράμματος που έχει αποθηκευτεί στην μνήμη του. Τέλος έχει 4 ενδεικτικές λυχνίες : για την σωστή τροφοδότηση ρεύματος , για την ανατροφοδότηση προγράμματος και για τις μνήμες RX/TX.

Επιλέχτηκε το συγκεκριμένο μοντέλο μικροελεγκτή για τις πολλές δυνατότητες που δίνει και την ευελιξία στο τρόπο τροφοδότησης ρεύματος, έχει επαρκεί αριθμό ψηφιακών και αναλογικών ακροδεκτών. Είναι φορητό και ράβετε με αγώγιμο νήμα και έχει από κατασκευής του μεγάλη ασφάλεια σε περίπτωση ανάφλεξης από μεγάλη ισχύ. Ακόμα το μέγεθος και το βάρος του βοηθάει στην καλύτερη υλοποίηση της κατασκευής λόγω της ελαχιστοποίησης του δεσμευμένου χώρου.

- **Μετρητής παλμού (heart rate)**

Για την μέτρηση του παλμού χρησιμοποιήθηκε το Pulse sensor. Έχει διάμετρο 0.625", το πάχος του είναι 0.125", έχει 3 καλώδια, 1 led και έναν δέκτη. Το κόκκινο και το μαύρο καλώδιο συσχετίζονται με την τροφοδοσία του αισθητήρα ενώ το μωβ με την μετάδοση της πληροφορίας. Ουσιαστικά μέσω του μωβ καλωδίου εδραιώνεται η επικοινωνία με τον μικροελεγκτή και μεταφέρονται οι πληροφορίες που λαμβάνει, δηλαδή οι παλμοί. Το led και ο δέκτης βρίσκονται στο κέντρο του αισθητήρα και είναι υπεύθυνα για την μέτρηση του παλμού. Τοποθετούνται στο δέρμα του ανθρώπου συνήθως στο καρπό, δάκτυλο ή τον λαιμό, το led στέλνει συνεχεία φως στο δέρμα και ο δεκτής διαβάζει το φως που αναπηδά πίσω. Αναλόγως, η ποσότητα και η συχνότητα φωτός που αναπηδά πίσω μετατρέπεται σε αριθμό παλμών. Η Κατανάλωση ρεύματος είναι περίπου 4mA σε 5V και λειτουργεί με τροφοδοσία 5V και 3V [56].



Εικόνα 2.3 αισθητήρας παλμού

- **Gsm**

Για την κατασκευή επιλέχθηκε ακόμα η πλακέτα Fona της εταιρίας Adafruit. Η συγκεκριμένη πλακέτα λειτουργεί με κάρτα sim ίδια με αυτήν που χρησιμοποιείται και στα κινητά τηλέφωνα και μπορεί να δέχεται και να στέλνει μηνύματα, δεδομένα gprs, να λαμβάνει και να εκτελεί κλήσεις. Έχει 4 θύρες, μια jst για την μπαταρία που θα τροφοδοτεί την πλακέτα, μια miniusb για την φόρτιση της μπαταρίας, μια τύπου jack για ακουστικά ή ηχεία και στην κορυφή έχει την τελευταία θύρα για την σύνδεση της με κεραία. Έχει 4 led ένδειξης, συγκεκριμένα είναι φόρτισης, διαδικτύου, PWR και τέλος φόρτωσης του κώδικα. Ακόμα έχει 12 βασικούς ακροδέκτες στην κάτω πλευρά και άλλους 6 σε διάφορα σημεία της πλακέτας [57].

Ακροδέκτες.

- ✓ Vio: είναι ο ενεργοποιητής λειτουργίας της τάσης που χρειάζεται για να λειτουργήσει η πλακέτα. Επιλέγουμε αναλόγως από 3v-5v και βάζουμε ανάλογα τον ακροδέκτη σε αυτό.
- ✓ Key: Κλειδώνει την λειτουργία της πλακέτας σε περίπτωση που δεν χρειάζεται πλέον για εξοικονόμηση ενέργειας. Επίσης υπάρχει και ένα ίδιας λειτουργίας button πάνω αριστερά.
- ✓ PS- (powerstatus) : Είναι ο ακροδέκτης που ελέγχει εάν η πλακέτα τροφοδοτείται.
- ✓ NS – (NetworkStatus) : Είναι ο ακροδέκτης που έχει ευθύνη για την ενεργοποίηση και την απενεργοποίηση του διαδικτύου.
- ✓ Reset: Είναι ο ακροδέκτης που είναι υπευθυνος για την επανεκκίνηση της πλακέτας.
- ✓ RX και TX: Σειριακοί είσοδοι και έξοδοι για την επικοινωνία της πλακέτας με τον μικροελεγκτή.
- ✓ RI – (RingIndicator) :Αυτός ο ακροδέκτης έχει σχέση με την λήψη κλήσεων και μηνυμάτων.
- ✓ SPK+ & - : Είναι ο ακροδέκτης ο οποίος συσχετίζεται με το ραδιόφωνο δηλαδή τα FM σήματα και την σύνδεση ακουστικών στην πλακέτα.
- ✓ MIC + &- : Αυτός ο ακροδέκτης συχετίζεται με την τοποθέτηση μικροφώνου.
- ✓ Buzzer and PWM (πάνω δεξιά) – Αυτοί οι ακροδέκτες έχουν σχέση με την τοποθέτηση ενός κινητήρα δόνησης καθώς και με την ρύθμιση συχνότητας.
- ✓ 5V: Μέσω αυτού του ακροδέκτη μπορούν να αξιοποιηθούν τα 5V από το μινι usb.
- ✓ 2.8V testpoint: Ακροδέκτης σχετικός με κάποιο σημείο δοκιμής.



Εικόνα 2.4 gsm fona 8001

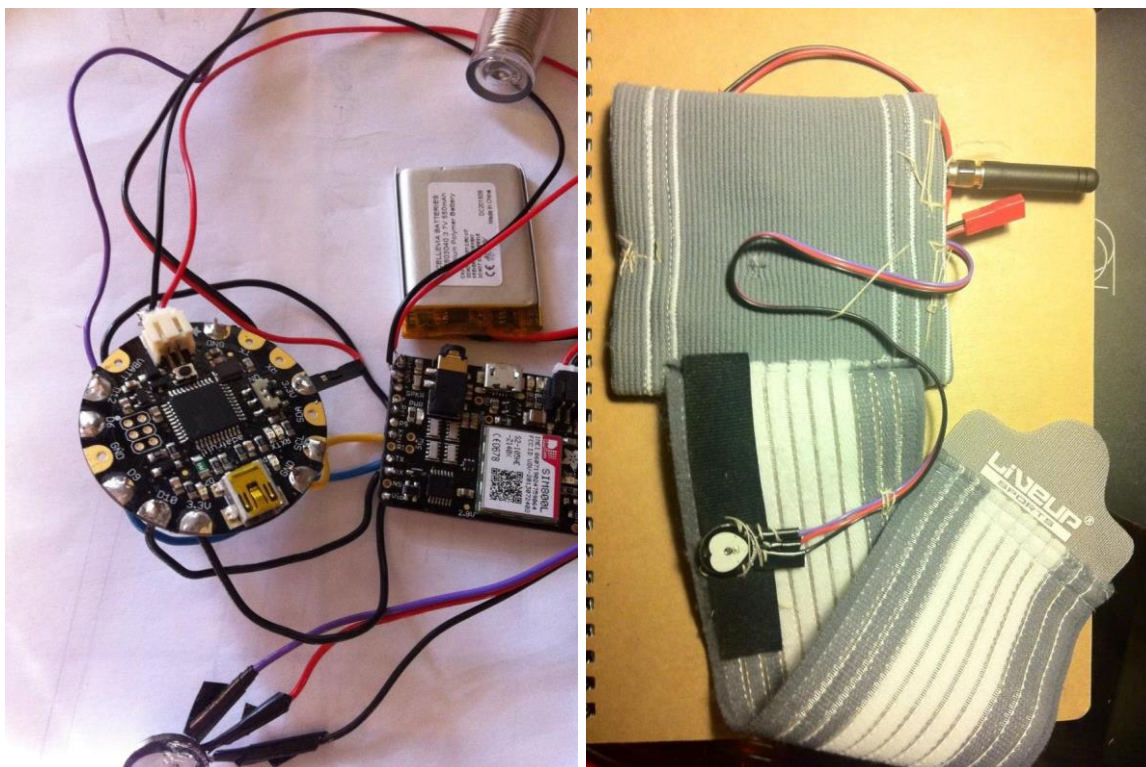
- **Μπαταρία**

Για την διεργασία αυτή χρειαστήκαν δυο μπαταριές, μια για τον μικροελεγκτή και μια για το gsm. Η μπαταρία είναι επαναφορτιζόμενη 3,7 volt και λειτουργεί στα 550mah. Ονομάζεται μπαταρία Polymerlithiumion.

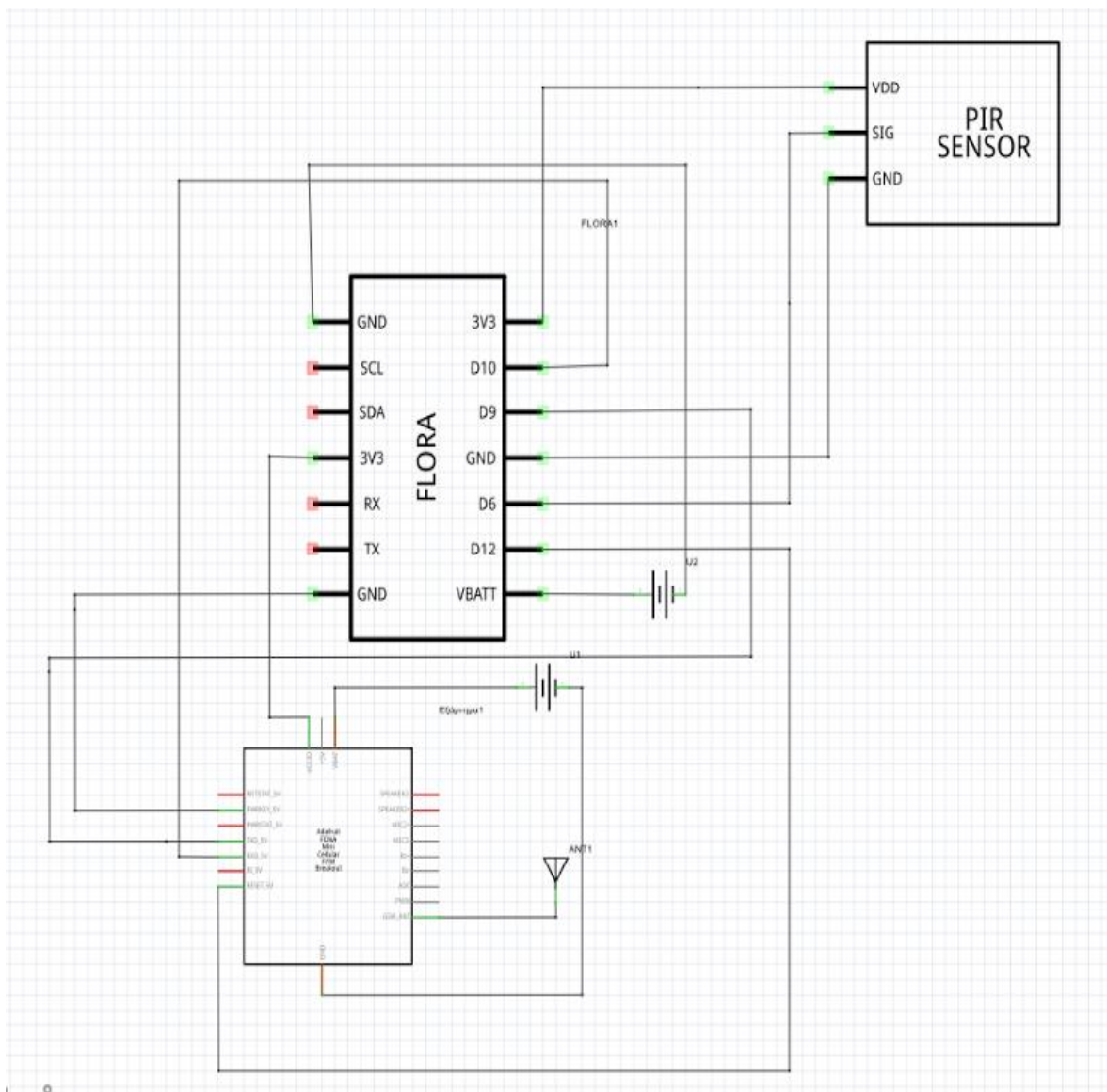


Εικόνα 2.5 μπαταρία

2.3 Τελική κατασκευή-Σχέδιο συνδεσιμότητας



Εικόνα 2.6 και 2.7 εικόνες ολοκληρωμένης κατασκευής



Εικόνα 2.8 σχέδιο συνδεσιμότητας

Flora (pins)	Gsm fona (pins)	Heart rate (pir)
D12	RST	
D10	RX	
D9	TX	
D6(A7)		Μωβ καλώδιο
3,3v	Vio	Κόκκινο καλώδιο
GND	Key	Μαύρο καλώδιο
JST	Batt/GND	

Κεφάλαιο 3 - Ανάλυση Software.

3.1 Σενάριο λειτουργίας

Η συσκευή είναι φορητή και προγραμματισμένη να μετράει τους παλμούς του χρηστή και ανάλογα με τις συνθήκες να στέλνονται τα απαραίτητα μηνύματα στο αρμόδιο πρόσωπο. Πιο συγκεκριμένα οι παλμοί μετριοούνται συνεχώς και ένας μετρητής μετράει τον αριθμό τους. Κάθε χιλίους παλμούς ο μετρητής αυτός μηδενίζεται με σκοπό την αποφυγή σφαλμάτων. Για κάθε χιλιάδα παλμών που μετριοούνται υπολογίζεται η μπαταρία της συσκευής και καταγράφεται σε έναν άλλον μετρητή ο αριθμός των εσφαλμένων παλμών που έχουν βρεθεί.

Σε περίπτωση που η στάθμη της μπαταρίας είναι χαμηλότερη από 20%, η συσκευή είναι προγραμματισμένη να ειδοποιεί τον αρμόδιο μέσω μηνύματος σε μορφή sms. Επίσης για κάθε χιλιάδα που οι λανθασμένοι παλμοί που έχουν μετρηθεί είναι περισσότεροι από 5 τότε στέλνεται στον αρμόδιο το μήνυμα που δείχνει την τοποθεσία της συσκευής και κατ' επέκταση τη τοποθεσία του χρήστη που βρίσκεται σε κίνδυνο.

Το μήνυμα της τοποθεσίας που στέλνεται είναι φτιαγμένο σε μορφή υπερσύνδεσης συσχετισμένης με το Google maps και εφόσον ο άνθρωπος που δέχεται το μήνυμα έχει Smartphone έχει την δυνατότητα να δει απευθείας μέσω της εφαρμογής την ζητούμενη τοποθεσία.

3.2 Επεξήγηση κώδικα

```
#include <Adafruit_FONA.h>
#include "Adafruit_FONA.h"
#include <SoftwareSerial.h>
#define FONA_RX 10
#define FONA_TX 9
#define FONA_RST 12
SoftwareSerial fonaSS = SoftwareSerial(FONA_TX, FONA_RX);
SoftwareSerial *fonaSerial = &fonaSS;
Adafruit_FONA fona = Adafruit_FONA(FONA_RST);
uint8_t readline(char *buff, uint8_t maxbuff, uint16_t timeout = 0);
uint8_t type;
char replybuffer[255];
float lat;
float lng;
int pulsePin = A7;
boolean n = true;
int k = 0;
int a = 0 ;
volatile int BPM;
volatile int Signal;
volatile int IBI = 600;
volatile boolean Pulse = false;
volatile boolean QS = false;
static boolean serialVisual = true;
volatile int rate[10];
volatile unsigned long sampleCounter = 0;
volatile unsigned long lastBeatTime = 0;
volatile int P = 512;
volatile int T = 512;
volatile int thresh = 525;
volatile int amp = 100;
volatile boolean firstBeat = true;
volatile boolean secondBeat = false;
```

Επεξήγηση κώδικα.

Στο αρχικό κομμάτι του κώδικα γίνονται οι εξής ενέργειες: Αρχικά εισάγονται οι βιβλιοθήκες που πρόκειται να χρησιμοποιηθούν για να επιτευχθούν οι σειριακές επικοινωνίες. Έπειτα οριστικοποιούνται οι συνδέσεις των ακροδεκτών του FONA και στη συνέχεια ορίζονται οι επικοινωνίες μεταξύ, πρώτον της βιβλιοθήκης SoftwareSerial και του FONA και δεύτερον μεταξύ της SoftwareSerial και της βιβλιοθήκης Adafruit. Τέλος γίνεται η αρχικοποίηση όλων των μεταβλητών που χρησιμοποιούνται στο πρόγραμμα.

```

void setup()
{
  fonaSerial->begin(4800);
  if (!fona.begin(*fonaSerial))
  {
    fonaSS.println(F("Couldn't find FONA"));
    while (1);
  }
  Serial.begin(115200);
  interruptSetup();
}

```

Επεξήγηση κώδικα.

Αυτή η συνάρτηση εκτελείται μονάχα μία φορά και σε αυτό το σημείο του κώδικα ενεργοποιούνται οι σειριακές επικοινωνίες του FONA με τον μικροελεγκτή FLORA αλλά και του μικροελεγκτή FLORA με τον υπολογιστή. Στη συνέχεια καλείται η συνάρτηση interruptSetup.

```

void loop()
{
  if (n == true )
  {
    if (QS == true)
    {
      serialOutputWhenBeatHappens();
      if (BPM > 150 || BPM < 40)
      {
        k++;
        if ( k >= 5 )
        {
          n=false;
          SendMessage();
        }
      }
      QS = false;
    }
    delay(20);
  }
}

```

Επεξήγηση κώδικα.

Αυτό το κομμάτι του κώδικα είναι το βασικό και εκτελείται συνεχώς. Συγκεκριμένα έχουμε μια συνθήκη που εάν είναι αληθής καλείται η συνάρτηση serialOutputWhenBeatHappens και μετά εκτελείται ακόμα μια συνθήκη στην οποία είναι ορισμένα τα λανθασμένα όρια παλμών και στην περίπτωση που είναι αληθής καλείται η συνάρτηση SendMessage, η οποία είναι υπεύθυνη για την ειδοποίηση του αρμόδιου ανθρώπου.

```

void serialOutputWhenBeatHappens()
{
    if (serialVisual == true)
    {
        Serial.print("BPM: ");
        Serial.println(BPM);
        Serial.print("IBI: ");
        Serial.println(IBI);
        a++;
        if (a == 1000)
        {
            BatteryMessage();
        }
    }
}

```

Επεξήγηση κώδικα.

Στην συνάντηση αυτή ελέγχεται εάν υπάρχει παλμός και στην περίπτωση που υπάρχει εμφανίζεται ο παλμός και επίσης ο χρόνος που μεσολαβεί μεταξύ της μέτρησης των παλμών. Επίσης υπάρχει και ένας αθροιστής που αυξάνεται ανάλογα με το πόσοι παλμοί έχουν μετρηθεί και μια συνθήκη η οποία καλεί την BatteryMessage εφόσον έχουν μετρηθεί 1000 παλμοί.

```

void SendMessage()
{
Serial.end();
while (!fonaSS);
k=false;
fona.setGPRSNetworkSettings(F("internet.vodafone.gr"), F(""), F(""));
fona.enableGPRS(true);
uint16_t returncode;
delay(1000);
fona.getGSMLoc(&lat , &lng);
fona.enableGPRS(false);
fona.println("AT+CMGF=1");
delay(100);
fona.println("AT+CMGS=\"69*****\"r");
delay(100);
fona.print("http://maps.google.com/?q=");
fona.print(lat);
fona.print(",");
fona.print(lng);
delay(100);
fona.println((char)26);
delay(2000);
while (fonaSS.available())
{
fona.write(fonaSS.read());
}
delay(3000);
}

```

Επεξήγηση κώδικα.

Αυτή η συνάρτηση ενσωματώνει όλες τις ενέργειες που πρέπει να εκτελεστούν έτσι ώστε να σταλεί στον αρμόδιο το μήνυμα με την τοποθεσία του ανθρώπου που βρίσκεται σε κίνδυνο. Αναλυτικά ορίζεται το APN της κινητής τηλεφωνίας της κάρτας sim, έπειτα εκτελείται η συνάρτηση η οποία ανοίγει τα δεδομένα GPRS της κάρτας , βρίσκεται η τοποθεσία της συσκευής και κλείνουν τα δεδομένα της κάρτας. Στην συνέχεια υπάρχουν όλες οι απαραίτητες εντολές ώστε να σταλεί το μήνυμα σε ένα ορισμένο κινητό χρηστή σε μορφή συνδέσμου google maps.

```

void BatteryMessage()
{
a = 0;
k=0;
uint16_t vbat;
fona.getBattPercent( &vbat);
Serial.println("battery is ");
Serial.println(vbat);
Serial.println(%);
    if (vbat<20 )
    {
fona.println("AT+CMGF=1");
delay(100);
fona.println("AT+CMGS=\"69*****\"");
delay(100);
fona.print("Battery has ");
fona.print(vbat);
fona.print("%");
delay(100);
fona.println((char)26);
    }
}

```

Επεξήγηση κωδικα.

Η συνάρτηση αυτή εξυπηρετεί στον έλεγχο ποσοστού μπαταρίας. Συγκεκριμένα πρώτα βρίσκεται το ποσοστό μπαταρίας της συσκευής που απομένει και στην συνέχεια στέλνεται μήνυμα ειδοποίησης χαμηλής μπαταρίας στο ορισμένο κινητό τηλέφωνο εάν η στάθμη της βρίσκεται κάτω από 20%.

```

void interruptSetup()
{
TCCR1A = 0x00;
TCCR1B = 0x0C;
OCR1A = 0x3E;
TIMSK1 = 0x02;
sei();
}

```

Επεξήγηση κώδικα.

Σε αυτό το σημείο γίνεται η εγκατάσταση των χρονικών και των μετρητών ανάλογα με την πλακέτα μικροελεγκτή που χρησιμοποιήθηκε.


```

ISR(TIMER1_COMPA_vect)
{
cli();
sei();
Signal = analogRead(pulsePin);
sampleCounter += 2;
int N = sampleCounter - lastBeatTime;
    if(Signal < thresh && N > (IBI/5)*3)
    {
        if (Signal < T)
        {
            T = Signal;
        }
    }
    if(Signal > thresh && Signal > P)
    {
        P = Signal;
    }
    if (N > 250)
    {
        if ( (Signal > thresh) && (Pulse == false) && (N > (IBI/5)*3) )
        {
            Pulse = true;
            IBI = sampleCounter - lastBeatTime;
            lastBeatTime = sampleCounter;
            if (secondBeat)
            {
                secondBeat = false;
                for(int i=0; i<=9; i++)
                {
                    rate[i] = IBI;
                }
            }
            if(firstBeat)
            {
                firstBeat = false;
                secondBeat = true;
                sei();
                return;
            }
            word runningTotal = 0;
            for(int i=0; i<=8; i++)
            {

```

```

        rate[i] = rate[i+1];
        runningTotal += rate[i];
    }
    rate[9] = IBI;
    runningTotal += rate[9];
    runningTotal /= 10;
    BPM = 60000/runningTotal;
    QS = true;
}
}
if (Signal < thresh && Pulse == true)
{
    Pulse = false;
    amp = P - T;
    thresh = amp/2 + T;
    P = thresh;
    T = thresh;
}
if (N > 2500)
{
    thresh = 512;
    P = 512;
    T = 512;
    lastBeatTime = sampleCounter;
    firstBeat = true;
    secondBeat = false;
}
}

```

Επεξήγηση κώδικα.

Σε αυτό το σημείο διαβάζονται τα δεδομένα παλμών αναλογικά και ορίζεται ο χρόνος να μετρηθεί σε ms. Ύστερα υπολογίζεται ο υψηλότερο και το χαμηλότερο σημείο του γραφήματος παλμού και υπολογίζονται οι τιμές της διαφοράς του τωρινού παλμού με τον προηγούμενο και αποθηκεύονται στον πίνακα IBI. Έπειτα γίνονται κάποιοι απαραίτητοι υπολογισμοί ώστε να βρεθεί το BPM (beats per minute). Τέλος εάν για 2.5 δευτερόλεπτα δεν έχει βρεθεί παλμός τότε ορίζονται όλες οι μεταβλητές στην αρχική τους κατάσταση.

Κεφάλαιο 4 - Συμπεράσματα.

4.1 Αποτέλεσμα λειτουργίας.

Το τελικό αποτέλεσμα της λειτουργίας της κατασκευής, θεωρείται επιτυχημένο. Όλοι οι στόχοι που τεθήκαν στην εργασία υλοποιήθηκαν και από την πλευρά του software καθώς και από την πλευρά του hardware.

Αναπτύχθηκε και η μέτρηση παλμών με επιτυχία, με όσο το δυνατόν λιγότερες εσφαλμένες μετρήσεις αλλά και ο προγραμματισμός του εξαρτήματος GSM ώστε να ανοίγει τα δεδομένα του κινητού, να βρίσκει την τοποθεσία, να κλείνει τα δεδομένα για εξοικονόμηση μπαταρίας και τέλος να στέλνει το μήνυμα.

Φυσικά και οι δυσκολίες δεν ήταν ανύπαρκτες. Η κυριότερη δυσκολία που προέκυψε ήταν στην υλοποίηση του software και συγκεκριμένα στο κομμάτι όπου έπρεπε να γίνεται σωστή ανάγνωση των δεδομένων που λάμβανε ο μικροελεγκτής ταυτόχρονα και από τον αισθητήρα παλμών αλλά και από το GSM.

Σχετικά με τη σωστή λειτουργία της κατασκευής, ο κώδικας είναι φτιαγμένος με τέτοιο τρόπο ώστε να παρακάμπτει τυχόν λανθασμένες μετρήσεις. Αυτό επιτυγχάνεται με έναν μετρητή που μετράει το πλήθος των μη αποδεκτών μετρημένων τιμών. Αυτός ο μετρητής, για κάθε χίλιες μετρήσεις που λαμβάνονται, μηδενίζεται. Συνεπώς, εάν βρεθούν πέντε λανθασμένες τιμές στις χίλιες, πριν προλάβει να μηδενιστεί ο μετρητής, αυτό σημαίνει πως όντως κάτι δεν πάει καλά στην υγεία του χρήστη, αφού το διάστημα που μεσολαβεί μέχρι να μετρηθούν 1000 παλμοί είναι περίπου μισή ώρα μονάχα.

Επίσης είναι σημαντικό να αναφερθεί πως πέρα από τους στόχους που τέθηκαν όταν ανατέθηκε η εργασία, οι οποίοι ήταν να μετράει παλμούς και να στέλνει μήνυμα με την τοποθεσία όταν βρεθεί μη αποδεκτή τιμή ανθρώπινου παλμού, υλοποιήθηκε και μια ακόμα λειτουργία. Η συσκευή προγραμματίστηκε με τέτοιο τρόπο ώστε να μετράει ανά κάποια ώρα το διαθέσιμο ποσοστό της μπαταρίας και ακόμα, να ενημερώνεται ο χρήστης μέσω μηνύματος όταν η μπαταρία είναι μειωμένη, συγκεκριμένα κάτω από 20%.

4.2 Μελλοντικές βελτιστοποιήσεις.

Η τεχνολογία εξελίσσεται συνεχώς λόγω των αναγκών και των απαιτήσεων των ανθρώπων για περισσότερη εξειδίκευση σε διάφορες κατασκευές. Τα μηχανήματα φορητής τεχνολογίας ειδικά που έχουν αρχίσει να αναπτύσσονται εδώ και πολύ λίγο καιρό άλλωστε, απαιτούν διαρκώς βελτιστοποιήσεις. Συνεπώς κατά την διάρκεια της υλοποίησης της κατασκευής λόγω των μικροπροβλημάτων που υπήρξαν παρατηρήθηκαν διάφορες βελτιώσεις που μπορούν να αναπτυχθούν μελλοντικά καθώς και διάφορες λειτουργίες που μπορούν να προστεθούν στη κατασκευή ώστε να γίνει ακόμα πιο εύχρηστη.

- **Βελτιστοποίηση μετρήσεων.**

Η μεγαλύτερη ακρίβεια στις μετρήσεις των παλμών είναι πολύ σπουδαία και η πιο σημαντική βελτίωση που θα μπορούσε να γίνει στην κατασκευή. Η πιο σωστή μέτρηση παλμών είναι ζωτικής σοβαρότητας επειδή όχι μόνο είναι πιο αντιπροσωπευτική η κατάσταση υγείας του χρήστη αλλά και επειδή μπορεί να εντοπιστεί ο κίνδυνος μόνο σε περίπτωση που είναι αληθής και όχι από εσφαλμένη μέτρηση.

- **Ακρίβεια τοποθεσίας.**

Η συσκευή είναι προγραμματισμένη να εντοπίζει την τοποθεσία της κοντινότερης τηλεφωνικής κεραίας της εκάστοτε τηλεφωνικής εταιρίας και όχι την ακριβή τοποθεσία της συσκευής, δηλαδή του χρήστη. Με τα τωρινά δεδομένα και πειράματα, η ακριβής τοποθεσία της συσκευής είναι σε εμβέλεια περίπου 500 μέτρων από αυτή που στέλνεται στο sms. Συνεπώς η βελτίωση στο κομμάτι της εύρεσης της συσκευής θεωρείται απαραίτητη και πολύ σημαντική. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί είτε με την προσθήκη εξαρτήματος GPS αυτόνομα, είτε με την αντικατάσταση του εξαρτήματος FONA800 που επιλέχθηκε με το FONA808 που υποστηρίζει GPS από μόνο του.

- **Αυτονομία μπαταρίας.**

Ακόμα μια πολύ σπουδαία βελτίωση που είναι σημαντική να επιτευχθεί είναι η διάρκεια αυτονομίας της μπαταρίας. Μέχρι τώρα έχουμε μετρήσει ότι η μπαταρία από πλήρη φόρτιση μπορεί να λειτουργήσει για 12.5 ώρες οπότε τόση είναι και η διάρκεια χρήσης του εξαρτήματος μέχρι την επόμενη φόρτιση. Είναι σημαντικό να αναφερθεί πως η συσκευή φορτίζεται με πολύ εύκολο τρόπο, απλά τοποθετώντας την στην πρίζα μέσω βύσματος miniusb που χρησιμοποιούν και τα περισσότερα κινητά τηλέφωνα πλέον.

- **Αποθήκευση δεδομένων.**

Μια λειτουργία που θα μπορούσε να προστεθεί στην κατασκευή είναι η αποθήκευση των δεδομένων των παλμών. Θα ήταν ιδανικό αν μπορούσε να προστεθεί μελλοντικά μια κάρτα μνήμης microsd με σκοπό την αποθήκευση των μετρήσεων των παλμών έτσι ώστε να μπορεί ο γιατρός ανά πάσα στιγμή να έχει επίγνωση για την κατάσταση υγείας του ασθενή και ακόμα να μπορεί να βλέπει τα δεδομένα σε μορφή γραφήματος για να μπορεί να τα αναλύει και να βγάζει τα συμπεράσματα του.

- **Μέγεθος και χρηστικότητα.**

Η συσκευή στη παρούσα μορφή της δεν είναι όσο χρηστική και μικρή όσο θα μπορούσε να είναι. Η ελαχιστοποίηση του μεγέθους του βραχιολιού είναι απαραίτητη κυρίως για να μην κουράζει τον χρήστη που την φοράει αλλά και ακόμα για να είναι πιο εμφανίσιμη και όχι αντιαισθητική για να μην αποτρέπει κάποιον να την φορέσει. Θα μπορούσε ακόμα να κατασκευαστεί και αδιάβροχα για να μην περιορίζεται η χρηστικότητά της στα ακατάλληλα καιρικά φαινόμενα όπως για παράδειγμα την βροχή.

- **Προσθήκη εξαρτημάτων και αισθητηρίων.**

Τέλος, χρήσιμη ακόμα θα ήταν και η προσθήκη κάποιων αισθητηρίων και εξαρτημάτων εισόδου και εξόδου. Συγκεκριμένα θα μπορούσε να υπάρχει ένα panic button που να το πατάει ο χρήστης και σε περίπτωση που πατηθεί, να δίνεται ειδοποίηση να σταλεί μήνυμα κινδύνου. Ο χρήστης θα μπορούσε να ενημερώσει με αυτόν τον τρόπο οποιαδήποτε στιγμή νοιώσει αδυναμία. Ακόμα χρήσιμος θα μπορούσε να φανεί και ένας βομβητής που θα χτυπάει όταν σταλεί το μήνυμα κινδύνου ώστε να μπορεί να ειδοποιηθεί και ο κόσμος που είναι παρών γύρω από τον ασθενή για το πρόβλημα, με αποτέλεσμα την πιο άμεση δράση. Επίσης ένας αισθητήρας θερμοκρασίας θα ήταν σπουδαίος έτσι ώστε όχι μόνο να μετριέται και να καταγράφεται ο παλμός του ασθενή συνεχώς αλλά και η θερμοκρασία του. Αυτός ο αισθητήρας θερμοκρασίας θα μπορούσε να ανιχνεύσει πυρετό και υποθερμία και η συσκευή μετέπειτα να στείλει κατάλληλο μήνυμα.

Βιβλιογραφία.

- [1]Εισαγωγή στη βιοϊατρική τεχνολογία και ανάλυση ιατρικών συστημάτων, εκδόσεις Τσίολα 2003 Κουτσούρης, Παυλόπουλος, Πρέντζα κεφάλαιο 1 σελ 13
- [2]<http://historyofalchemy.com/list-of-chemists/cornelis-drebbel/#toc-life>
- [3]<http://www.slideshare.net/gregzer/ss-2880281>
- [4]http://www.emsmuseum.org/virtual-museum/by_era/articles/398118-1816-The-Stethoscope
- [5]<http://www.sciencemuseum.org.uk/broughttolife/techniques/stethoscope>
- [6]<http://news.harvard.edu/gazette/1999/04.22/littmann.html>
- [7]<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3714093/>
- [8]<http://www.sciencemuseum.org.uk/broughttolife/techniques/ecg>
- [9]<http://amhistory.si.edu/olio/howolio/ironlung.htm>
- [10]http://utenti.unife.it/marco.piccolino/historical_articles/Galvani_Legacy.pdf
- [12]<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16334737>
- [13]<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3902832/>
- [14]<http://bjpa.oxfordjournals.org/content/33/4/205.full.pdf>
- [15]https://books.google.gr/books?id=e35kJYAlyCgC&pg=PA126&lpg=PA126&dq=hans+busch+1926&source=bl&ots=f-kSHRxRT9&sig=xP71oF_U-WWSw1qqu6LhbOgyR4g&hl=el&sa=X&ved=0ahUKEwjWhOHfoPvMAhWKL8AKHSG_AgcQ6AEIUjAN#v=onepage&q=hans%20busch%201926&f=false
- [16]https://books.google.gr/books?id=T-8V5HUVL-oC&pg=PA5&lpg=PA5&dq=hans+busch+1926&source=bl&ots=gVJwLPvL2n&sig=uOK2155gYv4dLvocau0GNheFcqY&hl=el&sa=X&ved=0ahUKEwjWhOHfoPvMAhWKL8AKHSG_AgcQ6AEIVzAO#v=onepage&q=hans%20busch%201926&f=false
- [17]http://inventors.about.com/od/mstartinventions/a/microscope_2.htm
- [18]http://www.newworldencyclopedia.org/entry/Electron_microscope
- [19] Εισαγωγή στη βιοϊατρική τεχνολογία και ανάλυση ιατρικών συστημάτων, εκδόσεις Τσίολα 2003 Κουτσούρης, Παυλόπουλος, Πρέντζα κεφάλαιο 1 σελ 19
- [20]<http://www.thedoctors.gr/ar24el-vimatodotis-kardia-bimatodotis.html>
- [21]http://www.ele.uri.edu/courses/bme362/handouts/Intro_Pacemaker.pdf
- [22]<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/11586387>
- [23]<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/clc.4960260914/pdf>
- [24]http://tele.med.ru/book/cardiac_anesthesia/text/gr/gr002.htm
- [25]<http://science.howstuffworks.com/prosthetic-limb1.htm>
- [26]<http://www.livescience.com/4555-world-prosthetic-egyptian-mummy-fake-toe.html>
- [27]<http://panacea.med.uoa.gr/topic.aspx?id=363>
- [28]http://www.bbc.co.uk/schools/gcsebitesize/science/triple_aqa/medical_applications_physics/ultrasound/revision/1/
- [29]<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/sound/usound.html>
- [30]ακτινογραφική απεικόνιση, Αλειφερόπουλοςεκδόσειςβήταέκδοση 2004 σελ38
- [31]http://www.physics.upatras.gr/UploadedFiles/course_228_3662.pdf
- [32]<http://www.sciencemuseum.org.uk/broughttolife/techniques/ctcatscanner>
- [33]<http://www.two-views.com/mri-imaging/history.html#sthash.QnbfOr8.dpbs>
- [34]http://web2.uwindsor.ca/courses/physics/high_schools/2006/Medical_Imaging/mrihistory.html
- [35]<http://www.teslasociety.com/mri.htm>
- [36]http://www.wfdt.teilar.gr/papers/ptyxiakes/2015_Tzerefos.pdf

- [37] εισαγωγή στη βιομετρική τεχνολογία και ανάλυση ιατρικών συστημάτων, εκδόσεις τσιολα 2003
κουτσορηγ,παυλοπουλος , Πρέντζακεφάλαιο 1 σελ 23
- [38]<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1356187/#r1-3>
- [39]http://www.intuitivesurgical.com/products/davinci_surgical_system/
- [40]<http://www.axiarchos.gr/robotiki-xeirourgiki/>
- [41]<https://www.hodinkee.com/articles/smartwatch-HP-01>
- [42]http://www.polar.com/us-en/about_polar/who_we_are/innovations
- [43]<http://www.gutenberg.us/article/whebn0022423977/m.%20stephen%20heilman>
- [44]<http://cutecircuit.com/the-hug-shirt/>
- [45]<http://cutecircuit.com/kinetic-dress/>
- [46]<http://cutecircuit.com/the-m-dress/>
- [47]<http://cutecircuit.com/tshirtos/>
- [48]<https://www.apple.com/pr/library/2006/05/23Nike-and-Apple-Team-Up-to-Launch-Nike-iPod.html>
- [49] <http://www.cnet.com/news/sony-smartwatch-is-an-android-phones-best-friend/>
- [50]<https://www.fitbit.com/eu/flex>
- [51]http://www.nytimes.com/2013/02/21/technology/google-looks-to-make-its-computer-glasses-stylish.html?_r=0
- [52]<http://www.samsung.com/gr/aboutsamsung/samsung/history.html>
- [53]<http://www.motorola.com/us/products/moto-360>
- [54]<http://www.samsung.com/global/galaxy/wearables/gear-vr/>
- [55]<https://www.adafruit.com/product/659>
- [56]<http://pulsesensor.com/pages/open-hardware>
- [57] <https://learn.adafruit.com/adafruit-fona-mini-gsm-gprs-cellular-phone-module/overview>