

552

A4T

ΤΕΙ Πειραιά  
ΣΤΕΦ  
Τμήμα Αυτοματισμού

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**SMART T-SHIRT :**

**«Τηλεματικές Εφαρμογές με χρήση Έξυπνων Ινών και  
Υφασμάτων»**



Εισηγητής:

**Καθηγητής Δημήτριος Τσελές**

**Μιρέλλα Βαξεβανίδη**

**A.M.:31728**

## *Ευχαριστίες*

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον εισηγητή της πτυχιακής μου, Καθηγητή κύριο Δημήτριο Τσελέ, για την ευκαιρία που μου έδωσε να παρευρεθώ στο πανεπιστήμιο της Γάνδης στο Βέλγιο, για την αρχική έρευνα της πτυχιακής μου εργασίας, πραγματοποιώντας την κατασκευή της μπλούζας στο τμήμα κλωστοϋφαντουργίας του πανεπιστημίου. Τον Επ. Καθηγητή κύριο Γεώργιο Πρινιωτάκη που με τις συστάσεις του με βοήθησε να προσαρμοστώ στο πανεπιστήμιο της Γάνδης και εργάστηκα με την ερευνητική ομάδα εκεί. Τους ευχαριστώ και τους δύο που μου εμπιστεύτηκαν το συγκεκριμένο θέμα. Θα ήθελα επίσης να αποδώσω ευχαριστίες και στον επιβλέποντα καθηγητή κατά τη διάρκεια της παραμονής μου στο Βέλγιο, Dr. Philippe Westbroek και την ομάδα του για την υποδοχή και τη βοήθεια τους το διάστημα που βρισκόμουν εκεί.

Επίσης θα ήθελα να αποδώσω τις θερμές μου ευχαριστίες στον καθηγητή μου κύριο Αναστάσιο Τζεράχογλου για την πολύτιμη βοήθεια του, την υπομονή του και την επίβλεψη της πτυχιακής μου.

Τέλος να ευχαριστήσω την οικογένεια μου και τους φίλους μου για την υπομονή τους.

## Περίληψη

Στην συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία παρουσιάζεται μια καινοτομία στο τομέα της τηλεματικής – τηλεϊατρικής, έξυπνων ιών και υφασμάτων. Πρόκειται για ένα έξυπνο ένδυμα το οποίο δύναται να χρησιμοποιηθεί για την μέτρηση και την παρακολούθηση βιολογικών λειτουργιών του ατόμου που το φορά και να αποδειχτεί πολύτιμο εργαλείο στο χώρο της ιατρικής και του αθλητισμού.

Η εργασία αυτή απαρτίζεται από τέσσερα κεφάλαια:

Αρχικά στο Κεφάλαιο 1 επεξηγούνται οι έννοιες της τηλεματικής, της τηλεϊατρικής, των φορετών συστημάτων και ο τρόπος με τον οποίο εφαρμόζονται. Επίσης παρατίθενται σχετικές εφαρμογές τους έως τώρα.

Στο Κεφάλαιο 2 αναλύονται οι έννοιες των έξυπνων ιών και υφασμάτων, ο τρόπος λειτουργίας τους και ο τρόπος σύνδεσης τους. Εξηγείται το πως μια ίνα ή ένα κομμάτι ύφασμα μπορούν να είναι αγωγίμα ώστε να συνδεθούν με ένα σύστημα και να μας δώσουν τις απαραίτητες πληροφορίες (τεχνολογία έξυπνων ιών και υφασμάτων).

Στο Κεφάλαιο 3 βλέπουμε το τρόπο κατασκευής του συγκεκριμένου ενδύματος, τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν και το τρόπο σύνδεσης τους.

Τέλος, στο Κεφάλαιο 4 βλέπουμε τις προοπτικές εξέλιξης του συγκεκριμένου ενδύματος, καθώς και τρόπους με τους οποίους μπορούμε να επεκτείνουμε τις λειτουργίες του έτσι ώστε να μπορεί να εξυπηρετεί μεγαλύτερο φάσμα ασθενών και αθλητών.

Έτσι στην εργασία αυτή θα δούμε τις δυνατότητες που μπορεί να έχει ένα έξυπνο ένδυμα συνδυάζοντας την τηλεματική και τις έξυπνες ίνες.

## **ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ**

<i>ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ</i> .....	- 2 -
<i>ΠΕΡΙΛΗΨΗ</i> .....	- 3 -
<i>ΠΡΟΛΟΓΟΣ</i> .....	- 7 -
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>Ο</sup> ΤΗΛΕΜΑΤΙΚΗ &amp; ΟΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ</b> .....	<b>- 10 -</b>
1.1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	- 11 -
1.2. ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΤΗΛΕΜΑΤΙΚΗΣ.....	- 11 -
1.3. ΈΝΝΟΙΑ ΤΗΣ ΤΗΛΕΜΑΤΙΚΗΣ .....	- 13 -
1.4. ΓΕΝΙΚΕΣ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ ΤΗΛΕΜΑΤΙΚΗΣ.....	- 16 -
1.5. ΤΗΛΕΪΑΤΡΙΚΗ .....	- 24 -
1.5.1. Γενικές πληροφορίες.....	- 24 -
1.5.2. Αρχιτεκτονική τηλεϊατρικής.....	- 25 -
1.5.3. Τηλεκαρδιολογία.....	- 26 -
1.6. ΤΡΟΠΟΙ ΜΕΤΑΦΟΡΑΣ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ.....	- 31 -
1.6.1. GSM.....	- 31 -
1.6.2. GPRS.....	- 31 -
1.6.3. Bluetooth.....	- 32 -
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>Ο</sup> ΞΕΥΠΝΕΣ ΙΝΕΣ &amp; ΥΦΑΣΜΑΤΑ</b> .....	<b>- 34 -</b>
2.1. ΓΕΝΙΚΑ.....	- 35 -
2.1.1. Έξυπνο σύστημα .....	- 35 -
2.1.2. Φορητή τεχνολογία.....	- 35 -
2.1.3. Τρόπος σύνδεσης .....	- 36 -
2.2. ΞΕΥΠΝΕΣ ΙΝΕΣ .....	- 37 -
2.2.1. Ινες που περιέχουν αγώγιμα μέταλλα.....	- 37 -
2.2.2. Ινες με αγώγιμα πολυμερή.....	- 38 -
2.2.3. Ινες από νανοσωλήνες άνθρακα.....	- 38 -
2.3. ΑΓΩΓΙΜΑ ΚΛΩΣΤΟΪΦΑΝΤΟΥΡΓΙΚΑ ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΞΕΥΠΝΑ ΕΝΔΥΜΑΤΑ .....	- 39 -
2.4. ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΛΕΜΑΤΙΚΗΣ ΣΕ ΞΕΥΠΝΑ ΕΝΔΥΜΑΤΑ .....	- 42 -
2.4.1. Υπάρχουσες τεχνολογίες έξυπνων ενδυμάτων.....	- 42 -
2.4.2. Υπό έρευνα τεχνολογίες έξυπνων ενδυμάτων.....	- 45 -
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>Ο</sup> ΥΛΙΚΑ &amp; ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΞΕΥΠΙΝΟΥ ΕΝΔΥΜΑΤΟΣ</b> .....	<b>- 48 -</b>
3.1. ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΜΠΛΟΥΖΑΣ.....	- 49 -

3.1.1. Υλικά που χρησιμοποιήθηκαν.....	- 49 -
3.1.2. Τοποθέτηση υλικών.....	- 50 -
3.3. ΥΦΑΝΤΙΚΕΣ ΑΓΩΓΙΜΕΣ ΙΝΕΣ (CONDUCTIVE FIBER) .....	- 52 -
3.3.1. Γενικές πληροφορίες.....	- 52 -
3.3.2. Υφαντικά ηλεκτρόδια.....	- 52 -
<b>ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup> ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ &amp; ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....</b>	<b>- 55 -</b>
4.1. ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ ΕΞΕΛΙΞΗΣ.....	- 56 -
4.1.1. Γενικές πληροφορίες.....	- 56 -
4.1.2. Προδιαγραφές εξέλιξης και λύσεις.....	- 57 -
4.1.2. Προοπτικές επέκτασης και βιοαισθητήρες.....	- 59 -
4.2. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ.....	- 64 -
<b>ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ .....</b>	<b>- 65 -</b>

## ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ ΕΙΚΟΝΩΝ

Σχήμα 1.3.1. Εικονοτηλέφωνο και δίκτυο ISDN.....	- 18 -
Σχήμα 1.3.2. Τηλεεξυπηρέτηση.....	- 19 -
Σχήμα 1.3.3. Τηλεεκπαίδευση .....	- 19 -
Σχήμα 1.3.4. Τηλεδιάσκεψη .....	- 22 -
Σχήμα 1.5.2.1. Αρχιτεκτονική συστημάτων τηλεϊατρικής .....	- 26 -
Σχήμα 1.5.3.1. Εξοπλισμός τηλεκαρδιολογίας .....	- 27 -
Σχήμα 1.5.3.2. Cardioexpress .....	- 28 -
Σχήμα 1.5.3.3. Τρόπος λειτουργίας Epimedics .....	- 28 -
Σχήμα 1.5.3.4. Vitaphone 3300 BT .....	- 29 -
Σχήμα 1.5.3.5. Vitaphone 100 IR .....	- 29 -
Σχήμα 2.4.1.1. Lifeshirt .....	- 43 -
Σχήμα 2.4.1.2. Vivo Responder .....	- 43 -
Σχήμα 2.4.2.1. Biotex .....	- 46 -
Σχήμα 3.1.1.1. Το smart T-shirt εσωτερικά.....	- 49 -
Σχήμα 3.1.2.1. Conductive fiber (ηλεκτρόδια).....	- 50 -
Σχήμα 3.1.2.2. Peltier στοιχεία .....	- 50 -
Σχήμα 3.1.2.3. Μεταλλικά κουμπιά.....	- 51 -
Σχήμα 3.3.2.1. Κύκλωμα ενίσχυσης ECG παραδοσιακών ιατρικών ηλεκτροδίων .....	- 53 -
Σχήμα 3.3.2.2. Σχέδιο αναπτυγμένου υφαντικού ηλεκτροδίου .....	- 53 -
Σχήμα 3.3.2.3. (a) Σήματα ECG που λαμβάνονται με παραδοσιακά ιατρικά ηλεκτρόδια, (b) και υφαντικά ηλεκτρόδια .....	- 54 -

## ΠΡΟΛΟΓΟΣ

Ο τομέας των φορετών συστημάτων αναπτύσσεται με πολύ γοργούς ρυθμούς. Ακολουθώντας τους ρυθμούς αυτούς υλοποιήθηκε έρευνα με συμμετοχή του Πανεπιστημίου της Γάνδης στο Βέλγιο και του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Πειραιά στην Ελλάδα. Το γεγονός ύπαρξης της ερευνητικής συνεργασίας αυτής έκανε εφικτή την μετακίνηση μου μέσω του προγράμματος Erasmus στο Πανεπιστήμιο της Γάνδης, στο οποίο και υλοποίησα την συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία.

Ο σκοπός της εργασίας αυτής ήταν η κατασκευή μιας μπλούζας ειδικά σχεδιασμένης για να μπορεί να χρησιμοποιηθεί στους τομείς της υγείας, του αθλητισμού καθώς επίσης της άμυνας και της ασφάλειας. Μέσα από έρευνα, χρησιμοποιώντας απλά υλικά μεν, αλλά και εξελιγμένα συστήματα δε, δημιουργήθηκε ένα έξυπνο φορετό σύστημα ενδεικτικό προϊόντων που πρόκειται να δούμε στο μέλλον.

Πρόκειται για ένα ένδυμα (μπλούζα) στο οποίο ενσωματώθηκαν ειδικοί αισθητήρες/υφαντικά ηλεκτρόδια κατασκευασμένα από αγωγίμο ύφασμα (conductive fabric), θερμικές αντιστάσεις (θερμίστορ), στοιχεία peltier, καθώς και αγωγίμες ίνες. Το σύνολο αυτό συνιστά σύστημα για την μέτρηση παραμέτρων λειτουργίας του ανθρώπινου σώματος .

Οι στόχοι της εργασίας αυτής ήταν οι εξής:

- η υλοποίηση αισθητηρίων επί του υφάσματος
- η υλοποίηση ηλεκτρονικών κυκλωμάτων σε επίπεδο υφάνσιμων ινών
- η υλοποίηση συστήματος για τη μέτρηση της θερμοκρασίας του σώματος καθώς και συστήματος για την θέρμανση ή τον δροσισμό του.
- η προετοιμασία του ευφυούς ενδύματος για μελλοντική σύνδεση σε δίκτυο δεδομένων και δυνατότητα εξ' αποστάσεως ελέγχου των κρίσιμων σωματικών λειτουργιών και της αξιοποίηση βιοϊατρικών δεδομένων μέσω τηλεμετρίας

Με βάση της παραπάνω λειτουργίες του έξυπνου ενδύματος αλλά και την προσθήκη επιπλέον αισθητήρων και ηλεκτρονικών κυκλωμάτων θα μπορεί να γίνεται παρακολούθηση σε πραγματικό χρόνο των βιολογικών λειτουργιών του ανθρώπινου οργανισμού για έλεγχο της κατάστασής του. Επίσης θα είναι εφικτό να γίνεται έλεγχος της θερμοκρασίας σώματος σε συνδυασμό με εξωτερικές συνθήκες περιβάλλοντος, καθώς και η έγκαιρη ειδοποίηση μέσω αποστολής δεδομένων σε απομακρυσμένους σταθμούς ελέγχου.





## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1<sup>ο</sup>**

# **ΤΗΛΕΜΑΤΙΚΗ & ΟΙ ΕΦΑΡΜΟΓΕΣ ΤΗΣ**

## 1.1. Εισαγωγή

Στο κεφάλαιο αυτό παρουσιάζονται οι όροι της τηλεματικής και της τηλεϊατρικής καθώς και οι εφαρμογές αυτών. Η δημιουργία έξυπνου ενδύματος συγκεκριμένης τεχνολογίας δίνει τη δυνατότητα υλοποίησης συστήματος τηλεϊατρικής για την απομακρυσμένη λήψη μετρήσεων των σημάτων του σώματος και παροχή βοήθειας σε περίπτωση που χρειαστεί ο εκάστοτε χρήστης του ενδύματος .

## 1.2. Ορισμός της τηλεματικής

Ο όρος **Τηλεματική** (Telematics) καλύπτει εννοιολογικά το διαρκώς διευρυνόμενο κοινό τόπο που δημιουργήθηκε από τη σύγκλιση και μερική ολοκλήρωση των τεχνολογιών της Πληροφορικής και των Τηλεπικοινωνιών, η οποία έγινε δυνατή λόγω των προόδων της μικροηλεκτρονικής και της ψηφιακής τεχνολογίας. Συνώνυμος του όρου Τηλεματική θεωρείται ο όρος Τηλεπληροφορική (Telematics = Teleinformatics = Telecommunication + Informatics).

Με απλά λόγια τηλεματική ή Τηλεπληροφορική είναι ο "συνδυασμός" των τομέων των Τηλεπικοινωνιών και της Πληροφορικής, με αποτέλεσμα την δημιουργία ενός ενοποιημένου τομέα και περιγράφει τη χρήση των αντίστοιχων τεχνολογιών προς τη δημιουργία νέων υπηρεσιών σε ποικίλα πεδία εφαρμογών. Δηλαδή κάθε ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ υπολογιστικών συστημάτων που συνδέονται μεταξύ τους με τηλεπικοινωνιακές γραμμές.

Τηλεπικοινωνιακές γραμμές είναι όλες οι μορφές των γραμμών της τηλεφωνικής σύνδεσης. Περιλαμβάνει, συνεπώς, τις ακόλουθες:

- απλές τηλεφωνικές γραμμές (που συνδέουν τα τηλέφωνα μεταξύ τους) δηλαδή το επιλεγόμενο τηλεφωνικό δίκτυο (dial-up) που διέρχεται από όλων των μορφών (αναλογικά ή ψηφιακά) τηλεφωνικά κέντρα
- τις ενοικιασμένες γραμμές δηλαδή τις αφόρτιστες γραμμές (που δεν διέρχονται από τηλεφωνικά κέντρα, συνδέοντας δύο άκρα, στα όρια των τηλεφωνικών συνδέσεων του ίδιου δημόσιου ή ιδιωτικού τηλεφωνικού κέντρου), ή φορτισμένες (που συνδέουν δύο άκρα που βρίσκονται σε διαφορετικά τηλεφωνικά κέντρα και, εξαιτίας της απόστασης μεταξύ τους, το ηλεκτρικό ρεύμα που διέρχεται χρειάζεται ενίσχυση εξαιτίας της αντίστασης των ηλεκτρικών καλωδίων

- τις μοιρασμένες γραμμές δηλαδή χρησιμοποιώντας μέρος των συχνοτήτων που διέρχονται από ένα σύστημα τηλεφωνικών συνδέσεων, ώστε από το ίδιο καλώδιο να συνδέονται και άλλοι χρήστες, είτε για φωνητική τηλεφωνία είτε για ψηφιακή ανταλλαγή δεδομένων.
- τις μικροκυματικές συνδέσεις δηλαδή με τη χρήση μικροκυμάτων αντί καλωδίων. Οι παραβολικές κεραίες που βλέπουμε στα κτίρια του ΟΤΕ και τα βουνά, γνωστά σαν "πιάτα". Φωνητική ή ψηφιακή επικοινωνία μετατρέπεται σε μικροκύματα που μεταφέρονται από τη μια παραβολική κεραία στην άλλη, με τρόπο ώστε να μη διαχέονται στο περιβάλλον αλλά να κατευθύνονται από τη μια κεραία στην άλλη μέσα από μια νοητή ευθεία
- τις δορυφορικές γραμμές επειδή είναι απαραίτητη η οπτική επαφή (κάθε εμπόδιο σταματά τη ροή των μικροκυμάτων από τη μια παραβολική κεραία στην άλλη), χρησιμοποιούνται σαν "ανακλαστήρες" διάφοροι δορυφόροι (αντί να τοποθετούνται κεραίες στα βουνά, που κάνουν την ίδια δουλειά)
- τις ραδιοφωνικές ζεύξεις που είναι γνωστές και ως Radio Links, που είναι το ίδιο πράγμα με τα μικροκύματα, σε μικρότερες αποστάσεις, χαμηλότερες συχνότητες και όχι τόσο μεγάλη ακρίβεια στην κατεύθυνση
- κάθε άλλη μορφή απομακρυσμένης σύνδεσης ήχου ή ψηφιακών δεδομένων. Οι γραμμές μεταφοράς ηλεκτρικού ρεύματος χρησιμοποιούνται για τη σύνδεση φωνής και δεδομένων, οι αόρατες γραμμές του τηλεοπτικού σήματος, ραδιοφωνικά κύματα (κυρίως βραχέα), υπέρυθρες ακτίνες (αυτές που χρησιμοποιούνται στα τηλεκοντρόλ), ακτίνες Laser, κα.

Ως δεδομένο θεωρείται κάθε είδους μεταβολή που έχει καταγραφεί. Είναι προφανές ότι περιλαμβάνει και κάθε καταγραφή που δεν αντιπροσωπεύει πραγματική μεταβολή, όπως δεν περιλαμβάνει τις μεταβολές που δεν έχουν ήδη καταγραφεί. Με άλλα λόγια δεδομένο είναι οτιδήποτε έχει ήδη καταγραφεί, ανεξάρτητα αν είναι ψευδές ή αληθές. Αυτή η ευρεία έννοια των δεδομένων, στην περίπτωση των υπολογιστικών συστημάτων προσδιορίζεται στην ψηφιακή καταγραφή σε ένα υπολογιστικό σύστημα. Σαν ψηφιακή καταγραφή εννοείται κάθε μεταβολή στα ψηφία που σε δυαδική μορφή αποτελούν το πληροφορικό σύστημα. Ως πληροφορικό σύστημα εννοείται ένα οργανωμένο σύνολο από ηλεκτρονικές, ηλεκτρομαγνητικές ή και οπτικές διατάξεις (Hardware), όπως αποκαλείται και προγραμμάτων (γνωστό ως Software ή Λογισμικό). [1]

### 1.3. Έννοια της τηλεματικής

Ως έννοια η τηλεματική προσδιορίζεται από την σύγκλιση και τον συνδυασμό των τομέων των τηλεπικοινωνιών και της πληροφορικής.

Η αρχική χρήση των τηλεπικοινωνιών για τη σύνδεση υπολογιστικών συστημάτων είχε οικονομικά αίτια και όχι την ανάγκη της τηλεπικοινωνίας, η οποία έτσι ή αλλιώς ήταν ήδη δεδομένη από την ανάπτυξη του τηλεφώνου. Η οικονομική αυτή αρχή, δηλαδή της χρησιμοποίησης υπολογιστικών πόρων (hardware και software) που ήταν αδύνατο να έχει ο κάθε χρήστης στην κατοχή του, οδήγησε στη σύνδεση του χρήστη με το κεντρικό σύστημα με τέτοιο τρόπο ώστε να είναι δυνατή η χρήση του συστήματος από πολλούς ταυτόχρονα, με αποτέλεσμα τη διαίρεση του κόστους. Προκειμένου να μην εγκατασταθούν νέες καλωδιώσεις, και πάλι για λόγους κόστους, χρησιμοποιήθηκαν τα ήδη απλωμένα καλώδια, δηλαδή οι τηλεφωνικές γραμμές.

Η τηλεματική δεν ταυτίζεται με τη δικτύωση. Είναι δυνατό να υπάρχουν τηλεματικές δικτυακές διατάξεις, όμως υπάρχει σαφής διάκριση της δικτύωσης από την τηλεματική.

Αυτή η πρώτη ανάγκη απομακρυσμένης σύνδεσης υπολογιστικών συστημάτων εξελίχθηκε σε δυο κατευθύνσεις. Από τη μια η ανάπτυξη οδηγείται σε ολοένα περισσότερο πολύπλοκα συστήματα, με πορεία προς την ολοκληρωμένη επικοινωνία, και από την άλλη στην απλούστευση, τη σύνδεση δηλαδή πολύ απλών συστημάτων. Ως πολυπλοκότητα θεωρούμε τη συνεργασία πολλών και ετερογενών συστημάτων, ενώ ως απλούστευση τη σύνδεση ομοιογενών συστημάτων. Και στις δύο περιπτώσεις η ανάγκη που τείνει να ικανοποιηθεί είναι η ανάγκη της τηλεκατεύθυνσης και του τηλεχειρισμού. Αυτό και πάλι έχει οικονομική βάση, αυτή της εξοικονόμησης ανθρώπινων και άλλων πόρων για την επίτευξη του ίδιου ή μεγαλύτερου όγκου παραγωγής αγαθών και υπηρεσιών.

Έτσι στην έννοια της τηλεματικής περιλαμβάνεται και η ενεργοποίηση μιας ηλεκτρικής συσκευής στο εξοχικό σπίτι, χρησιμοποιώντας μια ηχητική συσκευή που δίνει εντολή από την τηλεφωνική συσκευή, όπως ακριβώς περιλαμβάνεται και η τηλεδιάσκεψη.

Η επιστημονική μεθοδολογία της Κυβερνητικής βασίζεται στην ανάλυση της επικοινωνίας με βασικό μέλημα την πιστότητά της. Για την Κυβερνητική η ανάλυση της επικοινωνίας γίνεται μεταξύ δύο διατάξεων (συστημάτων) που μεταβιβάζουν πληροφορία η μια στην άλλη. Αυτή που στέλνει την πληροφορία ονομάζεται πομπός και αυτή που δέχεται την

πληροφορία, δέκτης. Η πληροφορία περιέχεται στο μήνυμα, το οποίο θεωρείται ως μεταβίβαση ενέργειας από τον πομπό στο δέκτη. Η ενέργεια αυτή θεωρείται μήνυμα όταν περιέχει κωδικοποιημένη πληροφορία, την οποία ο δέκτης μπορεί να αντιληφθεί μόνο αν αποκωδικοποιήσει το μήνυμα.

Πληροφορία, όμως, είναι η ενέργεια που προκαλεί μεταβολή στο δέκτη. Μεταβολή στη θέση ή τις ιδιότητες του δέκτη, όπως την εννοεί ο πομπός, αποτελεί πληροφορία.

Είναι προφανές ότι για τη μεταβίβαση της ενέργειας είναι απαραίτητη η σύνδεση του πομπού με το δέκτη με το κατάλληλο μέσο. Για παράδειγμα η σύνδεση δύο συστημάτων με το νερό ως μέσο, είναι σε θέση να μεταβιβάσει θερμική ενέργεια, αν όμως είναι απεσταγμένο, δεν μπορεί να μεταφέρει ηλεκτρική ενέργεια.

Επειδή πρόκειται για μεταβίβαση κυματικής ενέργειας, που έχει τέτοια μορφή για να μπορεί να μεταφέρει κωδικοποιημένες σύνθετες πληροφορίες, μέσα στον πραγματικό κόσμο, που το μέσο δεν είναι παντελώς απομονωμένο, ο δέκτης λαμβάνει ενέργεια όμοιας κυματικής μορφής από το περιβάλλον, με αποτέλεσμα η αποκωδικοποίηση να μην είναι εύκολη υπόθεση. Θόρυβος και παράσιτα αλλοιώνουν την περιεχόμενη πληροφορία. Παράσιτα, που μπορεί να εννοηθούν σαν μεταβίβαση όμοιας μορφής κυματικής ενέργειας από άλλους πομπούς σε άλλους δέκτες. Και θόρυβος, που αποτελείται από κυματικές μορφές ενέργειας που παράγονται χωρίς πρόθεση από τη λειτουργία και μόνο κάποιων συστημάτων.

Η δομή της επικοινωνίας, είτε φυσικής είτε αναλογικής, εκτός από τις επιδράσεις του θορύβου και των παρασίτων, υπόκειται στις επιταγές του συγχρονισμού. Ο Αριστοτελικός ορισμός του χρόνου (κατά τον Αριστοτέλη ο χρόνος είναι "αριθμός κινήσεων κατά το πρότερον και ύστερον), που φαίνεται αξεπέραστος, μοιάζει να έχει εφαρμογή και στην περίπτωση της επικοινωνίας. Μερικά εξωπραγματικά παραδείγματα μπορούν να εξηγήσουν καλύτερα την έννοια του χρόνου και τη δραστική του συμμετοχή στην επικοινωνία.

Στην ψηφιακή επικοινωνία, - σύμφωνα με τη θεωρία του Πλάτωνα ότι όλα απαρτίζονται από δύο μόνο αριθμούς - τα δυαδικά ψηφία με τα οποία λειτουργεί ο υπολογιστής μετατρέπονται σε ήχους, οξύς και βαρείς που καθορίζουν την αξία των ψηφίων (0 και 1). Δύο διαδοχικά ίδια ψηφία (0 ή 1) που έχουν μετατραπεί σε ήχους, δηλαδή συχνότητες (κινήσεις), αν δεν υπάρχει ένα χρονικό σύστημα μέτρησης της διάρκειάς τους δεν θα ήταν δυνατό να ξεχωρίσει κανείς αν πρόκειται για ένα ή δύο ψηφία.

Το ζήτημα περιπλέκεται περισσότερο όταν τα δύο υπολογιστικά συστήματα ανταλλάσσουν ζωντανό ήχο ή ζωντανή εικόνα. Στη μεν ζωντανή εικόνα το πρόβλημα του συντονισμού λύνεται εύκολα μειώνοντας το ρυθμό εναλλαγής των εικόνων, οπότε φαίνεται μεν η καθυστέρηση στην άφιξή τους δεν επηρεάζει όμως την ποιότητα της επικοινωνίας, στο δε ζωντανό ήχο υπάρχει σοβαρό πρόβλημα, που μέχρι σήμερα δεν έχει λυθεί οριστικά. Ενώ η εικόνα καταγράφεται, όπως θα μπορούσε να καταγραφεί στο χαρτί ο λόγος ή η μουσική, και διαβάζεται στη συνέχεια, ο ήχος, όταν αφορά αμφίδρομη επικοινωνία, απαιτεί σχεδόν απόλυτο συντονισμό.

Τεράστια ποσά δαπανώνται για την έρευνα, προκειμένου να λυθούν τα ζητήματα του συγχρονισμού των επικοινωνιών και κατά καιρούς προτείνονται διάφορες λύσεις, όλες όμως έχουν σαν όριο (το οποίο όταν εμφανίζονται οι προτεινόμενες λύσεις δεν είναι σαφές) της χωρητικότητας των γραμμών που υπάρχουν.

Έχει παρατηρηθεί ότι όσο αποτελεσματικότερη είναι μια λύση τόσο περισσότεροι θα τη χρησιμοποιήσουν, οπότε, καταναλώνοντας τη διαθέσιμη χωρητικότητα των γραμμών, θα καταστήσουν και τη λύση αυτή αναποτελεσματική.

Η επίτευξη τηλεματικής επικοινωνίας απαιτεί:

- Υλισμικό (Hardware)
- Λογισμικό (Software)
- Γραμμές επικοινωνίας
- Δέκτες και πομπούς [1]

## 1.4. Γενικές εφαρμογές της τηλεματικής

Ο συνδυασμός μιας ή περισσότερων υπηρεσιών τηλεματικής καλύπτει τις σύγχρονες πληροφοριακές και επικοινωνιακές ανάγκες.

Με τον όρο τηλεματικές εφαρμογές εννοούμε όλες εκείνες τις υπηρεσίες που μας προσφέρει η σύγχρονη τεχνολογία της πληροφορικής και των τηλεπικοινωνιών, μέσω των οποίων μπορούμε να στείλουμε και να λάβουμε κάθε φύσης πληροφορίες. Οι πληροφορίες μπορεί να είναι ακουστικές, οπτικές, εικόνας ή κειμένου και μεταδίδονται μέσω υπολογιστών ή άλλων ειδικών συσκευών. Οι τηλεματικές εφαρμογές κερδίζουν συνέχεια έδαφος στο σύγχρονο κόσμο αλλάζοντας ριζικά τους τρόπους επικοινωνίας και μετάδοσης πληροφοριών. Οι υπηρεσίες τηλεματικής κάνουν χρήση πολλών διακριτών μέχρι πρόσφατα τεχνολογιών και διάφορων τεχνολογικών μέσων.

Ας περάσουμε όμως σε ορισμένα παραδείγματα τηλεματικών εφαρμογών που χρησιμοποιούμε στην καθημερινότητα μας όπως η τηλεγραφία (telex), η τηλεομοιοτυπία (telex), τηλεκειμενογραφία (teletext), τηλεεικονογραφία (videotext), τηλεηχοπληροφόρηση (audiotext), τηλεειδοποίηση (paging), εικονοτηλέφωνο (videophone), τηλέφωνο internet, τηλεεξυπηρέτηση (teleservice), τραπεζικές τηλεσυναλλαγές, τηλεεκπαίδευση (telelearning), τηλεεργασία (teleworking ή telecommuting), τηλεμετάδοση, κινητή τηλεφωνία (mobile communication), κινητή τηλεφωνία θάλασσας (autolink RT), νοήμον δίκτυο (intelligent network), υπηρεσία περιαγωγής internet (internet roaming), ηλεκτρονικό ταχυδρομείο (e-mail), τηλεδιάσκεψη (video conference), χρηματιστήριο on line, ομάδες ειδήσεων, ηλεκτρονικό εμπόριο (Electronic Data Interchange-EDI) και η τηλειατρική με την οποία και θα ασχοληθούμε σε αυτό το κεφάλαιο λόγω της συσχέτισης της με το έξυπνο μπλουζάκι.

**Τηλεγραφία (telex):** Είναι το κοινό τηλεγράφημα και η συσκευή που χρησιμοποιείται σήμερα από τον Ο.Τ.Ε. για την αποστολή και τη λήψη του είναι το γνωστό telex.

**Τηλεομοιοτυπία (telex):** Πρόκειται για την αποστολή και λήψη εγγράφων με κείμενα ή γραφικά σε χαρτί μέσω των συσκευών fax.

**Τηλεκειμενογραφία (teletext):** Πρόκειται για τη γνωστή υπηρεσία που μεταδίδεται από τη τηλεόραση με δεδομένα κειμένου και αφορά πάρα πολλούς τομείς, ακόμα και της καθημερινής ζωής. Χρησιμοποιεί το τηλεοπτικό δίκτυο για να εκπέμπει ταυτόχρονα με τις τηλεοπτικές εκπομπές τις υπηρεσίες που προσφέρει. Οι πληροφορίες που προσφέρει η



τηλεκειμενογραφία είναι οργανωμένες ανά θέμα και σελίδα. Η ύπαρξη ενός ανακυκλωτή επιτρέπει στις σελίδες να εναλλάσσονται κυκλικά. Η μόνη επέμβαση του χρήστη είναι η επιλογή της σελίδας που τον ενδιαφέρει χωρίς να μπορεί να επέμβει στην ύλη της εκπομπής.

**Τηλε-εικονογραφία (videotext):** Τα απαραίτητα εξαρτήματα αυτής της υπηρεσίας είναι τα ειδικά τερματικά videotext ή ένας υπολογιστής με modem που με τη βοήθεια ειδικού προγράμματος προσομοίωσης τερματικού λειτουργεί σαν τερματική μονάδα του υπερυπολογιστή (emulator). Ο συνδρομητής της υπηρεσίας αυτής επιλέγει με το τηλέφωνο του μια βάση δεδομένων από την οποία ζητά τις πληροφορίες που επιθυμεί. Στην τηλεεικονογραφία ο χρήστης δεν επιλέγει μόνο την πληροφορία που θέλει να δει στην οθόνη, αλλά επεμβαίνει στο σύστημα στέλνοντας και τις δικές του πληροφορίες (interactive videotext). Αυτό άλλωστε είναι και το χαρακτηριστικό που δίνει προβάδισμα στην τηλεεικονογραφία έναντι της τηλεκειμενογραφίας.

**Τηλεηχοπληροφόρηση (audiotext):** Η υπηρεσία αυτή προσφέρει στους πελάτες της, τη δυνατότητα να επικοινωνούν μέσω του δημόσιου τηλεφωνικού δικτύου όλο το 24ωρο, με τράπεζες πληροφοριών και να λαμβάνουν χρήσιμες και εξειδικευμένες πληροφορίες μαγνητοφωνημένες ή ζωντανές. Οι υπηρεσίες που μπορούν να αναπτυχθούν με βάση τις τεχνικές του audiotext είναι πάρα πολλές. Ενδεικτικά αναφέρω τις εξής: πρόγνωση καιρού, δρομολόγια, προγνωστικά, διαγωνισμοί, τηλεγνωριμίες, μουσικές επιλογές, χρηματιστηριακές πληροφορίες, φορολογικά, μικρές αγγελίες κ.λ.π. Οποιαδήποτε σταθερή τηλεφωνική συσκευή επιτρέπει πρόσβαση στις υπηρεσίες audiotext. Σήμερα οι υπηρεσίες audiotext (090) είναι προσβάσιμες μόνο από σταθερά τηλέφωνα, αλλά αναμένεται σύντομα να επιτραπεί η χρήση τους και μέσω κινητών τηλεφώνων.

**Τηλε-ειδοποίηση (paging):** Πρόκειται για μια οικονομικά λύση κινητής ασύρματης επικοινωνίας. Χρησιμοποιούνται από ανθρώπους που λόγω των δραστηριοτήτων τους είναι αναγκασμένοι να κάνουν συχνές μετακινήσεις. Η συσκευή ειδοποίησης είναι ένας δέκτης ηχητικού σήματος πολύ μικρών διαστάσεων (μέγεθος αναπτήρα τσέπης) με αρκετά διαφορετικά σήματα που προγραμματίζονται για να καταλαβαίνουμε ποιος μας καλεί.

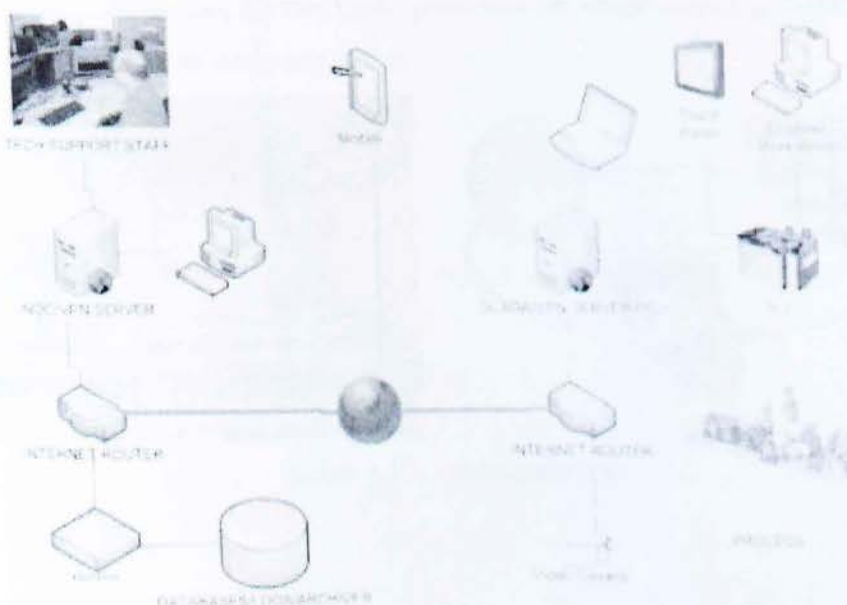
**Εικονοτηλέφωνο (videophone):** Είναι η υπηρεσία που υποστηρίζεται από τα δίκτυα του Ο.Τ.Ε. και μας δίνει τη δυνατότητα να συνομιλούμε με το τηλέφωνο έχοντας ταυτόχρονα και οπτική επαφή. Η υπηρεσία απαιτεί υψηλές ταχύτητες μετάδοσης και λειτουργεί με το γνωστό δίκτυο ISDN.



Σχήμα 1.3.1. Εικονοτηλέφωνο και δίκτυο ISDN

**Τηλέφωνο internet:** Κυκλοφόρησαν στην αγορά τηλέφωνα που συνδέονται στη θύρα USB του υπολογιστή μας (π.χ. το Y@rPhone της Net2Phone) και πραγματοποιούν τις τηλεφωνικές μας κλήσεις (αστικές και υπεραστικές) μέσω internet και κατάλληλου software που παρέχεται από τη κατασκευάστρια εταιρεία. Η κάρτα διαθέτει account number και PIN που πρέπει να εισαγάγει ο χρήστης στην αντίστοιχη εφαρμογή, και η ανανέωση του χρόνου γίνεται από το site της κατασκευάστριας εταιρείας. Η ποιότητα ομιλίας είναι πολύ καλή, εξαρτώμενη βέβαια και από τη κάρτα ήχου που διαθέτει ο χρήστης.

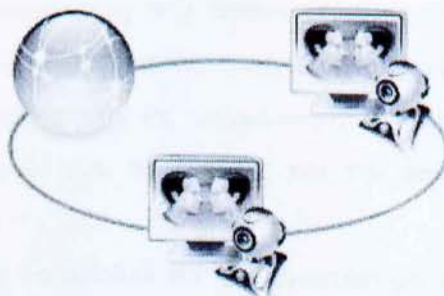
**Τηλε-εξυπηρέτηση (teleservice):** Στη κατηγορία αυτή υπάγονται οι υπηρεσίες που παρέχονται από απόσταση και προέρχονται από κρατικούς (π.χ. έκδοση φορολογικής ενημερότητας χωρίς τη παρουσία του πολίτη στην εφορία) ή ιδιωτικούς φορείς και εταιρείες.



## Σχήμα 1.3.2. Τηλεεξυπηρέτηση

**Τραπεζικές τηλεσυναλλαγές:** Πρόκειται για τα γνωστά μηχανήματα ΑΤΜ, το E-banking καθώς και το mobile banking που έχουν όλες οι τράπεζες και επιτρέπουν την ανάληψη και κατάθεση χρημάτων ή επιταγών, ενημέρωση κινήσεων, ερώτηση υπολοίπου, εκκαθαριστικό δανείου και άλλες υπηρεσίες.

**Τηλε-εκπαίδευση (telelearning):** Μία από τις σύγχρονες τηλεματικές εφαρμογές που έχει σαν στόχο την εκπαίδευση από απόσταση σε εκπαιδευτικά ιδρύματα, επιχειρήσεις, άτομα με ειδικές ανάγκες, γεωγραφικές περιοχές δύσκολα προσβάσιμες κ.λ.π. Έτσι εκπαιδευτής και εκπαιδευόμενοι μπορούν να ολοκληρώσουν εκπαιδευτικές και μαθησιακές λειτουργίες αντίστοιχα, ενώ βρίσκονται σε διαφορετικό τόπο. Η παρεχόμενη εκπαίδευση είναι παράγοντας καθοριστικής σημασίας για την οικονομική και την κοινωνική πρόοδο, καθώς και για την ισότητα των ευκαιριών μέσα στη κοινωνία μας. Ο παράγοντας αυτός καθίσταται όλο και πιο σπουδαίος στην ψηφιακή εποχή. Τελευταία με την ανάπτυξη του internet ο όρος τείνει να σημαίνει σχεδόν αποκλειστικά τη χρησιμοποίηση του διαδικτύου για την οργάνωση και διαχείριση των εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων. Υπάρχουν δύο μορφές αλληλεπίδρασης και επικοινωνίας μεταξύ του εκπαιδευτή και του εκπαιδευόμενου: ο σύγχρονος και ο ασύγχρονος. Κατά τον σύγχρονο τρόπο εκπαιδευτές και εκπαιδευόμενοι αλληλεπιδρούν ταυτόχρονα μέσω του βίντεο, του ήχου, του κειμένου, ενώ υπάρχει η δυνατότητα υποβολής ερωτήσεων από τη πλευρά των εκπαιδευόμενων. Στο μοντέλο της ασύγχρονης τηλεεκπαίδευσης, οι εκπαιδευόμενοι προσπελαύνουν ηλεκτρονικό υλικό (που μπορεί να είναι συνδυασμός βίντεο, ήχου, γραφικών και κειμένου) τη χρονική στιγμή που αυτοί επιθυμούν και με το δικό τους ρυθμό.



Σχήμα 1.3.3. Τηλεεκπαίδευση

**Τηλε-εργασία (teleworking ή telecommuting):** Παρέχει τη δυνατότητα σε άτομα που βρίσκονται σε διαφορετικά σημεία εργασίας να συνεργάζονται και να αποδίδουν σαν να βρίσκονταν στον ίδιο χώρο. Μπορεί να επιφέρει αποσυμφόρηση στο κυκλοφοριακό των μεγαλουπόλεων και κέρδος από τη μεταφορά στο χώρο εργασίας. Επιπλέον πιστεύεται ότι η εργασία από το σπίτι είναι πιο αποδοτική επειδή ο εργαζόμενος εργάζεται σε ήρεμο περιβάλλον χωρίς τους εκνευρισμούς και το άγχος των μετακινήσεων. Οι Σκανδιναβικές χώρες την χρησιμοποιούν εδώ και αρκετά χρόνια στην εκπαίδευση, λόγω συχνών αποκλεισμών περιοχών εξαιτίας των κλιματολογικών συνθηκών.

**Τηλεμετάδοση:** Η μετάδοση video μέσω του δικτύου εφαρμόζεται σήμερα κάτω από αρκετές μορφές (πilotικές, δοκιμαστικές, ερασιτεχνικές, επαγγελματικές). Στο τομέα αυτό σημαντικό ρόλο έχει παίξει η χρήση των τηλεπικοινωνιακών γραμμών ISDN. Εφαρμόζεται σε ιδιωτικούς χώρους φύλαξης από απόσταση, σε πολυσύχναστα σημεία και δρόμους από τη τροχαία κ.α. Μία από τις εφαρμογές τηλεμετάδοσης σε πραγματικό χρόνο είναι οι συνεδριάσεις της βουλής.

**Κινητή τηλεφωνία (mobile communication):** Η υπηρεσία αυτή αναπτύχθηκε στη χώρα μας από τις Telestet και Panafon με το πρότυπο GSM900 (Global System for Mobile Communications) και τελευταία από τη Cosmote με το πρότυπο DCS1800 (Digital Cellular System). Τα συστήματα αυτά έχουν πανευρωπαϊκό roaming και δυνατότητα μετάδοσης δεδομένων (fax, e-mail κ.λ.π.). Επιλέχθηκε η τεχνική TDMA με 8 χρονοσχιμές ανά διάυλο. Κάθε χρήστης εκπέμπει περιοδικά κάθε όγδοη χρονοσχιμή (διάρκειας 0.57msec) και λαμβάνει σε μία αντίστοιχη. Ο χρήστης έχει πρόσβαση σ' ένα σύνολο υπηρεσιών που παρέχει το δίκτυο κινητών επικοινωνιών, με τη χρήση της κάρτας Sim (Subscriber Identity Module). Η κάρτα SIM εισάγεται στο κινητό τερματικό και περιέχει τα στοιχεία του χρήστη και τις παραμέτρους που είναι απαραίτητες για την επικοινωνία με το δίκτυο. Η κινητή τηλεφωνία αναπτύσσεται συνεχώς παρέχοντας στον χρήστη πλέον κινητά τηλέφωνα τα οποία λειτουργούν ως μικροί φορητοί υπολογιστές κάνοντας χρήση της τεχνολογίας Java, Android κ.α. παρέχοντας και την δυνατότητα χρήσης internet.

**Κινητή τηλεφωνία θάλασσας (autolink RT):** Το autolink RT που εγκατέστησε ο Ο.Τ.Ε. στη χώρα μας είναι ένα αυτόματο ψηφιακό σύστημα κινητής τηλεφωνίας θάλασσας με κατεύθυνση από το πλοίο προς τη ξηρά. Συνδέοντας το στο VHF του πλοίου μας παρέχει τη δυνατότητα αυτόματης ασφαλούς επικοινωνίας (γιατί διαθέτει κωδικοποιητή φωνής scralbler) από το πλοίο με όλα τα τηλέφωνα της Ελλάδας και του εξωτερικού καθώς και

επικοινωνίες fax ,data εφ' όσον στο πλοίο υπάρχει ο κατάλληλος εξοπλισμός. Για να επικοινωνήσετε:

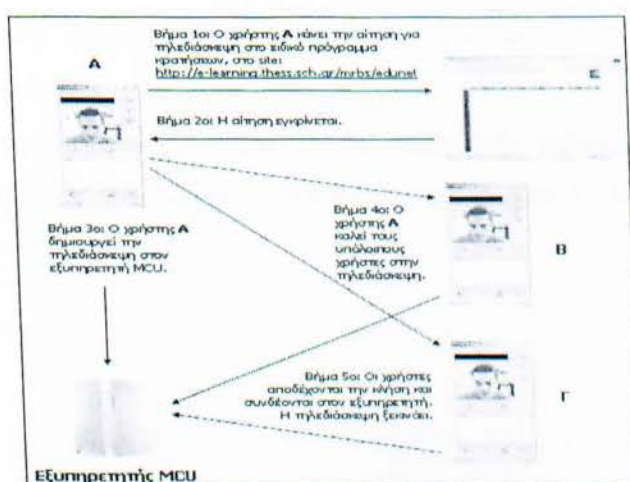
**Νοήμον δίκτυο (intelligent network):** Το νοήμον δίκτυο, είναι ένα σύστημα (software και hardware) μέσω του οποίου με εύκολο γρήγορο και οικονομικό τρόπο σχεδιάζονται και αναπτύσσονται νέες υπηρεσίες που είναι σε θέση να καλύπτουν τις σύγχρονες ανάγκες της τηλεπικοινωνιακής αγοράς. Οι κλήσεις μπορούν να δρομολογηθούν στο προορισμό τους ανάλογα με τις παραμέτρους που θα καθορίσετε (ημερομηνία, ώρα, ημέρες αργιών κ.λ.π.) Μπορείτε να καθορίσετε περιορισμούς για τη διαχείριση των κλήσεων (φραγές μερικών κλήσεων κ.λ.π.), καθώς και σε ποιον θα γίνεται η χρέωση. Σημαντικό είναι ότι για τις παροχές αυτές δεν απαιτείται από το πελάτη πρόσθετος εξοπλισμός.

**Υπηρεσία περιαγωγής internet (internet roaming):** Με την υπηρεσία αυτή μπορείτε να συνδεθείτε στο internet από κάθε πόλη του κόσμου, εξακολουθώντας να χρησιμοποιείτε τον www browser και τον e-mail client της επιλογής σας. Έτσι αυτοί που μετακινούνται στο εξωτερικό δεν χρειάζεται να κάνουν υπεραστική κλήση για να έχουν πρόσβαση στο προσωπικό τους λογαριασμό ή να διατηρούν πολλαπλούς λογαριασμούς σε διαφορετικούς παροχείς υπηρεσιών.

**Ηλεκτρονικό ταχυδρομείο (e-mail):** Μας δίνει τη δυνατότητα αποστολής μηνύματος κειμένου και με συνημμένο τρόπο αρχείου οποιασδήποτε μορφής. Στην υπηρεσία αυτή μπορούμε να συμπεριλάβουμε από τα απλά μηνύματα μεταξύ χρηστών ενός τοπικού δικτύου, μέχρι τα μηνύματα που στέλνονται μεταξύ των χρηστών του διαδικτύου. Στη δεύτερη περίπτωση τη δρομολόγηση του ηλεκτρονικού ταχυδρομείου αναλαμβάνουν οι mail-servers.

**Τηλεδιάσκεψη (video conference):** Η τηλεδιάσκεψη είναι η οπτική και ηχητική επικοινωνία πραγματικού χρόνου μεταξύ ατόμων που βρίσκονται σε διαφορετικές τοποθεσίες. Χρησιμοποιείται από ομάδες που επικοινωνούν μεταξύ τους για ανταλλαγή ιδεών, απόκτηση πληροφοριών, σύγχρονη εκπαίδευση και διαχείριση οργανισμών. Οι λειτουργίες που μπορούν να υποστηριχτούν είναι:

- οπτικοακουστική επικοινωνία μεταξύ των συμμετέχοντων (π.χ. συνομιλία, υποβολή γραπτών ερωτήσεων)
- διαμοιρασμός δεδομένων και εφαρμογών (π.χ. κοινή χρήση εγγράφου του Word, χρήση whiteboard, μεταφορά αρχείων)



Σχήμα 1.3.4. Τηλεδιάσκεψη

**Χρηματιστήριο on line:** Πριν λίγα χρόνια το χρηματιστήριο ήταν ασχολία μερικών μόνο ανθρώπων. Πλέον μέσω του Internet μπορούμε να βλέπουμε το χρηματιστήριο on-line. Υπάρχουν βέβαια και sites τα οποία μας επιτρέπουν να βλέπουμε σε πραγματικό χρόνο χωρίς χρέωση, τη κίνηση του χαρτοφυλακίου μας που αποτελείται όμως από ορισμένο αριθμό μετοχών. Τέλος μπορούμε να κάνουμε τις χρηματιστηριακές συναλλαγές μας και μέσω του internet σε πραγματικό χρόνο με ειδικό λογισμικό.

**Ηλεκτρονικό εμπόριο (Electronic Data Interchange-EDI):** Ο πρωταγωνιστικός ρόλος του διαδικτύου αποδεικνύεται από τη μεγάλη ανάπτυξη του ηλεκτρονικού εμπορίου, δηλαδή των αγοραπωλησιών προϊόντων και υπηρεσιών μέσω του διαδικτύου. Πολυάριθμες είναι οι ανακοινώσεις κορυφαίων ιδιωτικών εταιρειών, τραπεζών, εταιριών μεταφορών, και αυτοκινητοβιομηχανιών για τη σύναψη συμμαχιών με φορείς παροχής διαδικτυακών υπηρεσιών και την ανάπτυξη τους στον χώρο του διαδικτύου. Το χρηματιστήριο επιβεβαιώνει τα οφέλη των στρατηγικών ηλεκτρονικού εμπορίου, αφού έχει παρατηρηθεί αύξηση της αξίας της μετοχής των επιχειρήσεων, όταν αυτές υιοθετούν στρατηγική για το διαδίκτυο.

**Ομάδες ειδήσεων:** Μια ενδιαφέρουσα υπηρεσία του διαδικτύου είναι η υπηρεσία των ομάδων ειδήσεων (newsgroups). Το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό τους είναι ότι οι χρήστες ενδιαφέρονται για κάποιο κοινό θέμα και επιδιώκουν καθολική ενημέρωση. Τα θέματα αυτά είναι πολλά και ποικίλα π.χ. ανταλλαγή απόψεων, διεξαγωγή συζητήσεων, περιήγηση στο κόσμο του κινηματογράφου κ.λ.π. Η ιδέα ξεκίνησε από τον γνωστό σε

όλους πίνακα ανακοινώσεων. Βέβαια στην ηλεκτρονική έκδοση δεν υπάρχουν χαρτιά και καρφίτσες αλλά οι υπολογιστές.

**Τηλεϊατρική:** Η τηλεϊατρική είναι και η μια από τις εφαρμογές τηλεματικής που είναι απαραίτητη για την λειτουργία του έξυπνου ενδύματος μας (Smart T-shirt). Αναλυτικά στην παρακάτω ενότητα. [2]

## 1.5. Τηλεϊατρική

### 1.5.1. Γενικές πληροφορίες

Ο όρος τηλεϊατρική αναφέρεται στη χρήση των μεθόδων και δομών που προτείνει η τηλεματική, ώστε να διευκολύνεται η παροχή υπηρεσιών υγείας όπως επίσης και η εκπαίδευση στον τομέα της υγείας. Τηλεϊατρική λοιπόν είναι η παροχή ιατρικών υπηρεσιών ακόμα και σε περιπτώσεις όπου παρεμβάλλεται μεταξύ ασθενούς, ιατρού και άλλων εξειδικευμένων πληροφοριών και γνώσεων. Με δύο λόγια τηλεϊατρική είναι η παροχή ιατρικών υπηρεσιών εξ' αποστάσεως με τη χρήση τηλεπικοινωνιών.

Βασικά στοιχεία της Τηλεϊατρικής είναι η άμεση διαθεσιμότητα του ιστορικού του ασθενή και η τηλεμετρία ιατρικών παραμέτρων, η οποία απευθύνεται στους ασθενείς και τους ιατρούς τους.

Η τηλεϊατρική μπορεί να εφαρμοστεί από πολύ μικρές αποστάσεις έως και υπερατλαντικές. Οι κύριοι στόχοι της Τηλεϊατρικής είναι οι κάτωθι:

- Μεταφορά της πληροφορίας και όχι του ασθενή
- Καλύτερη πληροφορία στους ασθενείς
- Ιατρική εμπειρογνωμοσύνη, διαθέσιμη σε όλους, ανεξάρτητα από τη τοποθεσία του ασθενή
- Μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα και παραγωγικότητα των υπηρεσιών ιατρικής περίθαλψης
- Γρηγορότερες και ασφαλέστερες αποφάσεις για θεραπεία χάρη στην μεταφορά ιατρικών εικόνων [3]

Χάρη στην ταχύτατη ανάπτυξη της τεχνολογίας, η τηλεϊατρική εφαρμόζεται σήμερα στους περισσότερους τομείς της ιατρικής, όπως:

- τηλεραδιολογία,
- τηλεπαθολογία,
- τηλεδερματολογία,
- τηλεοφθαλμολογία,
- τηλεδιάγνωση,
- τηλεσυμβουλευτική,



- τηλεοφθαλμολογία,
- τηλεεκπαίδευση,
- τηλεχειρουργική,
- κατ' οίκον περίθαλψη,
- λαπαροενδοσκοπική χειρουργική κ.α. [3]

Η πιο δημοφιλής εφαρμογή της τηλεϊατρικής είναι η τηλεμετάδοση του ηλεκτροκαρδιογραφήματος. Στην περίπτωση μας είναι αρκετά σημαντικό να εφαρμοστεί αυτή η μέθοδος. Έτσι ώστε όταν ο ασθενής ή ο αθλητής φοράει την έξυπνη μπλούζα να μπορεί να ελέγχεται από κάποιον ιατρό, και στην περίπτωση που παρουσιαστεί κάποια ανωμαλία να του παρέχεται άμεση ιατρική βοήθεια.

Στο τεχνικό κομμάτι για την υλοποίηση της τηλεϊατρικής απαιτείται και ο απαραίτητος εξοπλισμός. Πρέπει καταρχήν να υπάρχει ένας σταθμός υποστήριξης με τον γιατρό ή τους γιατρούς που έχουν εξειδικευμένες γνώσεις και εμπειρία, καθώς επίσης και ένας σταθμός που εξυπηρετείται από κάποιον επιβλέποντα του ασθενή με λιγότερες γνώσεις. Για μια εφαρμογή τηλεϊατρικής χρειάζεται δικτυακή υποδομή καθώς και τεχνικό περιβάλλον, δηλαδή τερματικός εξοπλισμός και ιατρικός εξοπλισμός.

Κατά συνέπεια στην τηλεϊατρική και ειδικότερα στην περίπτωση μας με το Smart T-shirt υπάρχουν οι εξής δυνατότητες :

Για τον ασθενή:

- Άμεση επαφή με τον γιατρό ακόμη και αν βρίσκεται χιλιόμετρα μακριά
- Άμεση εξυπηρέτηση καθώς και πιο ποιοτική περίθαλψη
- Αποφυγή μετακινήσεων, κατά συνέπεια και μείωση του κόστους περίθαλψης
- Άμεση ενημέρωση και πρόληψη σε περίπτωση επιδημιών

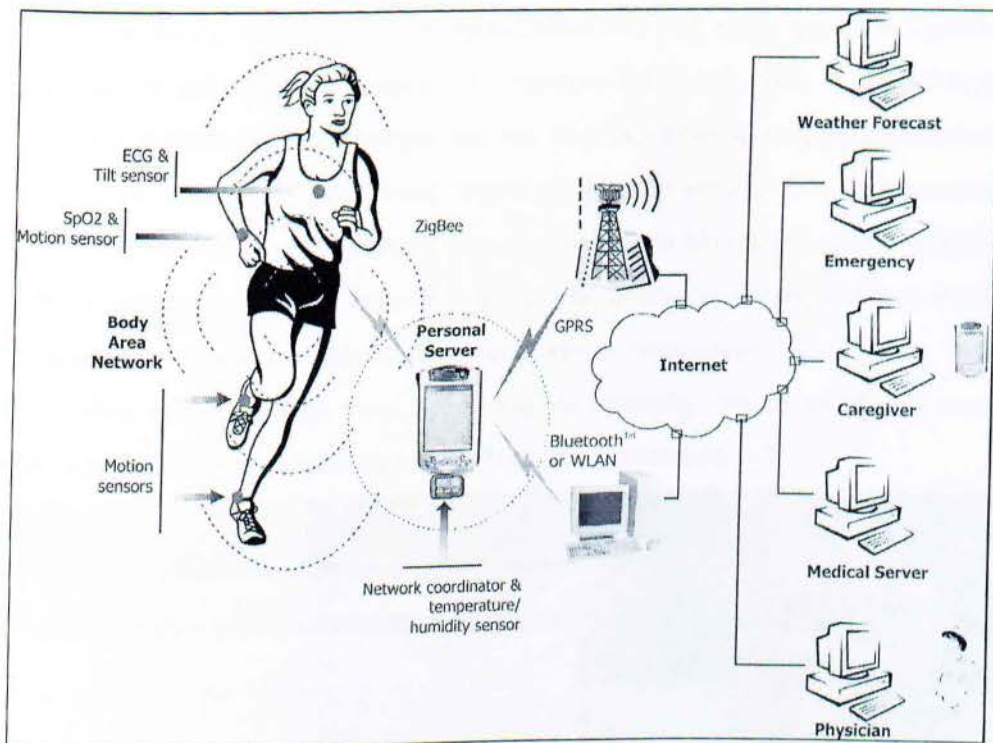
Για τον Ιατρό:

- Εξ' αποστάσεως ιατρική διάγνωση
- Κατά συνέπεια και μείωση του χρόνου διάγνωσης
- Άμεση επικοινωνία με συναδέλφους για μια δεύτερη γνώμη
- Άμεση πληροφόρηση και ενημέρωση [3]

### 1.5.2. Αρχιτεκτονική τηλεϊατρικής

Με τις προόδους που έχουν γίνει στην ασύρματη επικοινωνία και τους αισθητήρες έχουμε την δυνατότητα της ανάπτυξης μικροσκοπικών αισθητήρων που επικοινωνούν με

ένα προσωπικό κεντρικό υπολογιστή και μετέπειτα μέσω του διαδικτύου με μια μακρινή βάση έκτακτων αναγκών, προβλέψεων λη με ένα ιατρικό κεντρικό υπολογιστή βάσεων δεδομένων που χρησιμοποιεί ιατρική βάση δεδομένων, αισθητήρες και περιβαλλοντικές πληροφορίες ή ακόμα και αλγόριθμους που μπορούν να οδηγήσουν στην γνωμάτευση της κατάστασης του ασθενούς και την ιατρική πληροφόρησή τους. Έτσι με την χρήση ενός κινητού τηλεφώνου ή προσωπικού υπολογιστή μπορούμε να επικοινωνούμε με τον μακρινό κεντρικό υπολογιστή παρέχοντας μας την διεπαφή ανθρώπου-υπολογιστή.



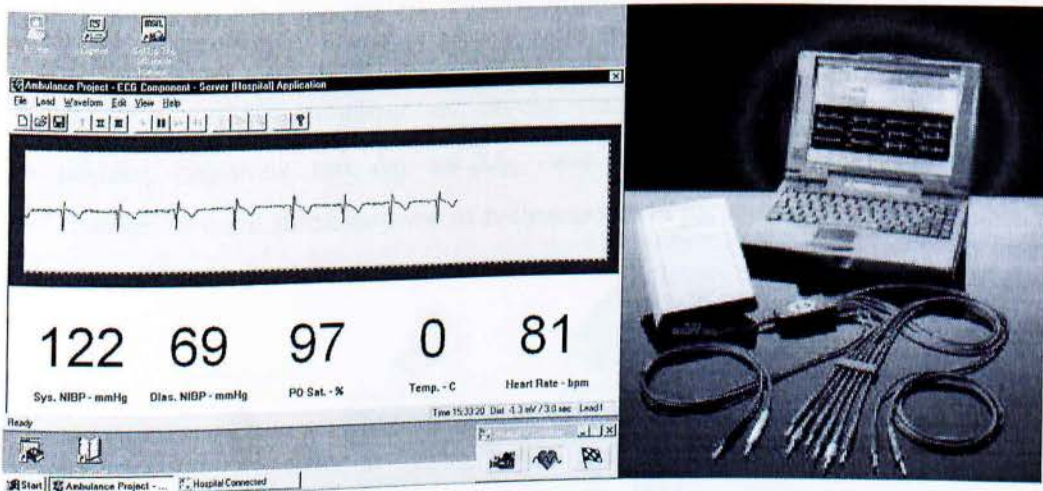
Σχήμα 1.5.2.1. Αρχιτεκτονική συστημάτων τηλεϊατρικής

Στο παραπάνω σχήμα παρουσιάζεται η αρχιτεκτονική της τηλεϊατρικής όπου το χαμηλότερο επίπεδο καλύπτει ένα σύνολο ευφυείς αισθητήρες. Το δεύτερο επίπεδο είναι ο προσωπικός κεντρικός υπολογιστής και το τρίτο επίπεδο καλύπτει το δίκτυο της μακρινής υγειονομικής περίθαλψης, κεντρικοί υπολογιστές και σχετικές υπηρεσίες.

### 1.5.3. Τηλεκαρδιολογία

Αφού είδαμε κάποιες γενικές πληροφορίες για την τηλεϊατρική και τις εφαρμογές της, ας ειδικεύσουμε στο κομμάτι της καρδιολογίας και όσον αφορά στην τηλεϊατρική, της τηλεκαρδιολογίας, το οποίο είναι και το πιο σημαντικό στην κατασκευή της έξυπνης μπλούζας. Όπως έχουμε αναφερθεί και παραπάνω ο πιο βασικός σκοπός της έξυπνης

μπλούζας είναι η παρακολούθηση της υγείας αθλητών και ανθρώπων με προβλήματα υγείας και πιο συγκεκριμένα προβλήματα καρδιάς. Με το μπλουζάκι έχουμε την δυνατότητα να κάνουμε σφυγμομέτρηση, έλεγχο της θερμοκρασίας του σώματος και διατήρηση της θερμοκρασίας του σώματος σε φυσιολογικά επίπεδα. Για να υπάρξει όμως ο απαιτούμενος έλεγχος από κάποιο κέντρο πρόληψης θα πρέπει να υπάρχει και ο κατάλληλος εξοπλισμός είτε προσαρμοσμένος στην μπλούζα, είτε ένας συλλέκτης πληροφοριών ο οποίος θα κάνει τηλεμετάδοση των στοιχείων σε κάποια ενδιαμέση βάση. Ας δούμε όμως πώς χρησιμοποιείται η τηλεκαρδιολογία έως τώρα και με τι εξοπλισμό. Η πιο διαδεδομένη μέθοδος στο τομέα της τηλεκαρδιολογίας είναι ο τηλεέλεγχος της καρδιάς με το γνωστό καρδιογράφημα και πιο συγκεκριμένα ηλεκτροκαρδιογράφημα. Ο εξοπλισμός που απαιτείται είναι ένας ψηφιακός καρδιογράφος, ένα τηλεπικοινωνιακό δίκτυο και ένας υπολογιστικός σταθμός για απεικόνιση του ηλεκτροκαρδιογραφήματος. Μέχρι τώρα υπάρχουν αρκετές συσκευές συλλογής δεδομένων ενός καρδιογραφήματος. Θα δούμε λοιπόν παρακάτω μερικές από αυτές και τι λειτουργίες έχουν, ώστε να έχουμε μια γενική ιδέα του τι υπάρχει στην αγορά και να μπορούμε να καταλήξουμε παρακάτω στο ποιά τεχνολογία είναι η καλύτερη στην δική μας περίπτωση. [3]



Σχήμα 1.5.3.1. Εξοπλισμός τηλεκαρδιολογίας

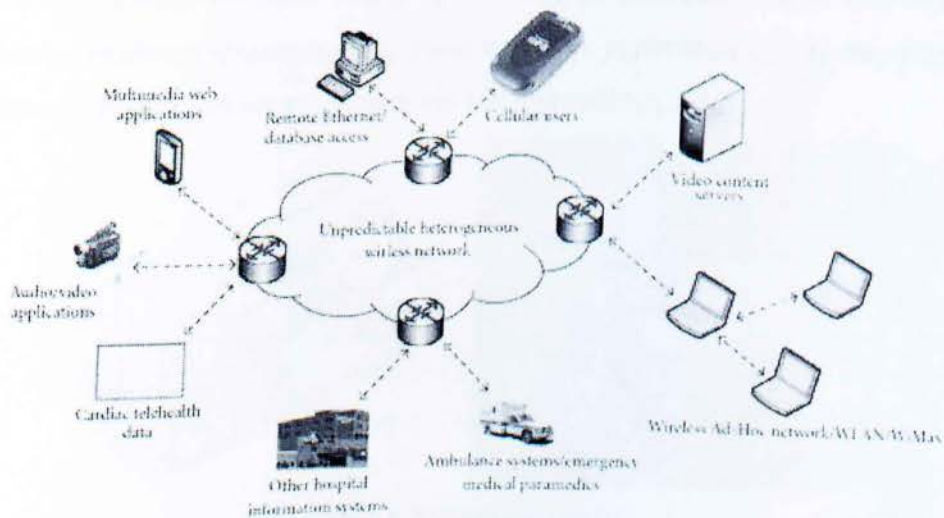
- 1) Cardioexpress: Η συγκεκριμένη εταιρεία χρησιμοποιεί ένα σύστημα παρακολούθησης της καρδιάς 24 ώρες το 24ωρο. Το σύστημα αυτό διαβιβάζει ηχητικά το ηλεκτροκαρδιογράφημα μέσω σταθερού, κινητού ή ραδιοτηλεφώνου στο κέντρο ελέγχου της εταιρείας και είναι σχεδιασμένο για μια επιτόπου διάγνωση. Είναι μια μικρή σε μέγεθος συσκευή, δεν χρειάζεται ειδική

εγκατάσταση, συνδέεται ασύρματα, λειτουργεί με απλή μπαταρία και είναι πολύ απλή στην χρήση της.



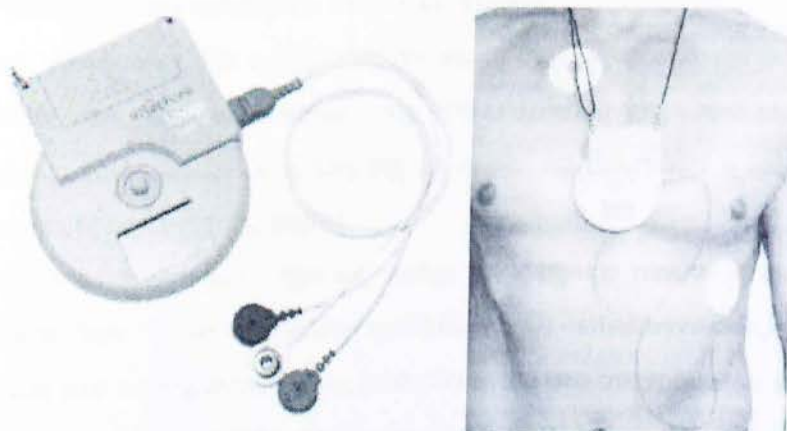
Σχήμα 1.5.3.2. Cardioexpress

- 2) Erimedics: Είναι ένα ευφρές κινητό σύστημα για έγκαιρη ανίχνευση και ερμηνεία καρδιολογικών συνδρόμων. Είναι μια προσωπική συσκευή παρακολούθησης για την έγκαιρη διαπίστωση και διαχείριση καρδιακών επεισοδίων. Είναι μικρή, οικονομική, εύκολη στη χρήση, και ρυθμίζεται στο να αποστέλλει τα καταγεγραμμένα σήματα του ηλεκτροκαρδιογραφήματος μέσω μηνυμάτων ειδοποίησης, σε υγειονομικά κέντρα περίθαλψης. Αυτό γίνεται μέσω ασύρματης επικοινωνίας, όπου μεταδίδονται αυτόματα τα στοιχεία στο κοντινότερο κέντρο επειγόντων κλείσεων μέσω της τεχνολογίας GSM ή GPRS. Αν το συμβάν είναι μετρίου σημασίας και όχι υψηλής, τότε αποθηκεύονται προσωρινά σε έναν εξυπηρετητή και ειδοποιούνται οι ενδιαφερόμενοι με γραπτό μήνυμα.



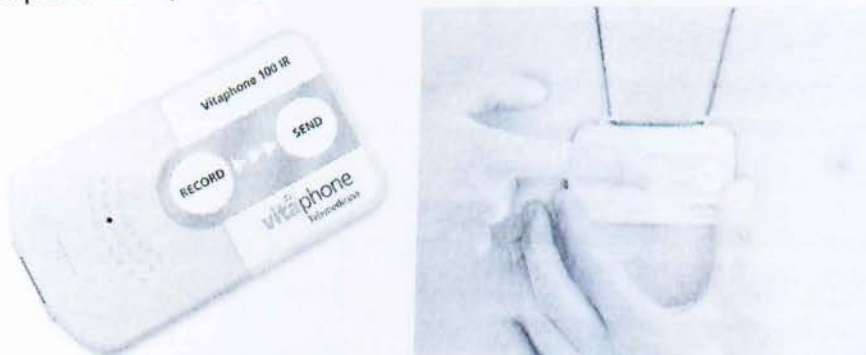
Σχήμα 1.5.3.3. Τρόπος λειτουργίας Erimedics

- 3) Vitaphone 3300 BT, Loop recorder 3 καναλιών: Αυτόματη ανίχνευση ταχυκαρδίας βραδυκαρδίας, κολπικής μαρμαρυγής και καρδιακής πάυσης. Καταγράφει αυτόματα το περιστατικό και μεταδίδει το ηλεκτροκαρδιογράφημα μέσω ασύρματης σύνδεσης Bluetooth κινητού τηλεφώνου. Ο server του Vitaphone αποστέλλει το ηλεκτροκαρδιογράφημα μέσω fax ή e-mail στο θεράποντα ιατρό. Η συσκευή έχει ευκρινή οθόνη και ηχητική ειδοποίηση.



Σχήμα 1.5.3.4. Vitaphone 3300 BT

- 4) Vitaphone 100 IR, ηλεκτροκαρδιογράφημα (ΗΚΓ): Είναι ένα σύστημα επίβλεψης το οποίο είναι ιδανικό για τις περιπτώσεις της καρδιακής αρρυθμίας. Όταν ο χρήστης παρατηρεί κάποια μη φυσιολογική λειτουργία της καρδιάς του, μπορεί να το ενεργοποιήσει και αφού καταγραφεί το συμβάν αποστέλλει μέσω υπερύθρων το ηλεκτροκαρδιογράφημα ακριβώς όπως και στην περίπτωση (3). Η συγκεκριμένη συσκευή είναι ικανή να ανιχνεύσει και τον βηματοδότη.



Σχήμα 1.5.3.5. Vitaphone 100 IR

- 5) HygeiaNet: Το HygeiaNet περιλαμβάνει την οργάνωση και την λειτουργία κέντρων τηλεκαρδιολογίας. Όταν ένα νέο περιστατικό φτάνει σε ένα κέντρο τηλεκαρδιολογίας, δημιουργείται κοινός ηλεκτρονικός φάκελος τηλεσυμβούλευσης και ειδοποιείται ο ειδικός καρδιολόγος που εφημερεύει, ο οποίος εξετάζει τα στοιχεία του φακέλου δηλαδή την αίτηση και το ψηφιακό καρδιογράφημα και στην πορεία έχει την δυνατότητα να συσχεφθεί με τον αιτούντα σε πραγματικό χρόνο είτε με τηλεδιάσκεψη, είτε τηλεφωνικά. Αν θεωρηθεί απαραίτητο του ζητάει και άλλες εξετάσεις και έτσι προχωράει στην γνωμάτευση.
- 6) E-Ηρόφιλος: Αυτό είναι ένα πρόγραμμα το οποίο έχει ως σκοπό την διασφάλιση της ποιότητας και της αξιοπιστίας της τηλεκαρδιολογίας, προκειμένου να εξυπηρετηθεί η ποιότητα και η χρήση της με σκοπό να βελτιωθεί η διάγνωση σε απομακρυσμένες περιοχές της χώρας.
- 7) Το πρόγραμμα MyHeart αυτό έχει ως στόχο τη στήριξη των πολιτών για την καταπολέμηση των καρδιαγγειακών παθήσεων. Οι καρδιαγγειακές παθήσεις αποτελούν μία από τις σημαντικότερες αιτίες θανάτου στο σύγχρονο και ειδικά στο δυτικό κόσμο, και είναι κοινώς αποδεκτό ότι ένα σύστημα που θα μπορεί να παρέχει συνεχή παρακολούθηση και έγκαιρη διάγνωση του κινδύνου είναι απαραίτητο. Το My Heart σκοπεύει στην ανάπτυξη καινοτόμων, εξατομικευμένων εύκολων στη χρήση λύσεων και εργαλείων – συσκευών. Οι βασικές τεχνικές προκλήσεις ή στόχοι του My Heart είναι η συνεχής παρακολούθηση, η συνεχής εξατομικευμένη διάγνωση, η συνεχής θεραπεία, η ανάδραση προς το χρήστη και η πρόσβαση από επαγγελματίες υγείας από απόσταση.
- 8) Άλλες μέθοδοι είναι το Hearts, το Healthmate και άλλα

## 1.6. Τρόποι μεταφοράς δεδομένων

Ένα έξυπνο ένδυμα για να χρησιμοποιήσει τις πληροφορίες που θα λάβει από τους αισθητήρες, θα πρέπει να διαθέτει κάποια συσκευή συλλογής και αποστολής δεδομένων. Οι τρόποι με τους οποίους θα μπορούσε να αποστείλει τα δεδομένα στο αρμόδιο ιατρικό κέντρο ελέγχου είναι διάφοροι και εξελίσσονται συνεχώς. Κάποιοι από αυτούς είναι η ασύρματη επικοινωνία μέσω bluetooth, με την τεχνολογία GPRS, και φυσικά μέσω των δικτύων κινητής τηλεφωνίας GSM. Παρακάτω θα δούμε περιγραφικά την λειτουργία καθενός από αυτά. [4]

### 1.6.1. GSM

Η μετάδοση των δεδομένων από το χώρο του χρήστη – ασθενή προς τον κεντρικό υπολογιστή που μπορεί να βρίσκεται σε ένα νοσοκομείο, ιατρείο, κέντρο υγείας κλπ. μπορεί να επιτευχθεί χρησιμοποιώντας τα δίκτυα κινητών τηλεπικοινωνιών GSM, τα οποία λειτουργούν επιτυχώς και με πλήρη σχεδόν κάλυψη του πληθυσμού, εδώ και αρκετά χρόνια. Το GSM είναι ένα κυψελοειδές ψηφιακό σύστημα κινητής τηλεφωνίας το οποίο κάνει χρήση ηλεκτρομαγνητικών σημάτων χρησιμοποιώντας την τεχνική πολλαπλής πρόσβασης με διαχωρισμό του διαθέσιμου φάσματος συχνοτήτων σε έναν αριθμό καναλιών και τη διαίρεση αυτών σε χρονοθηρίδες για τη μετάδοση σημάτων. [4]

### 1.6.2. GPRS

Με την υπηρεσία GPRS είναι δυνατή η αποστολή και λήψη δεδομένων μέσω των δικτύων κινητής τηλεφωνίας GSM. Έτσι, χρησιμοποιώντας την τεχνολογία αυτή όπως στα κινητά τηλέφωνα, ένα ευφρές φορητό βιοϊατρικό σύστημα μπορεί να αποστέλλει ασύρματα τα δεδομένα που συγκεντρώνουν οι διάφοροι αισθητήρες μέσω των δικτύων κινητής τηλεφωνίας. Η μεταφορά των πληροφοριών μπορεί να γίνει ( θεωρητικά ) με ταχύτητα έως και 171,2kb/sec.

Η λειτουργία του GPRS μπορεί να περιγραφεί συνοπτικά ως εξής:

1. Η πληροφορία κατακερματίζεται σε πακέτα δεδομένων.
2. Τα πακέτα μεταδίδονται στον προορισμό τους.
3. Τέλος, συνδυάζονται για να δημιουργήσουν ένα ακριβές αντίγραφο της αρχικής πληροφορίας όπως ( και το IP ).

Το πρόβλημα με αυτούς τους τρόπους μετάδοσης πληροφορίας είναι η πιθανότητα λάθους, δηλαδή η ποιότητα της παρεχόμενης υπηρεσίας. Τα δεδομένα που μας ενδιαφέρουν στην περίπτωση των φορετών συστημάτων είναι ιατρικής φύσεως και επιθυμούμε την ακριβή μεταφορά τους έτσι ώστε να αποφευχθεί η πιθανότητα παρερμηνευσης, εσφαλμένης μετρήσεως, που θα οδηγήσουν σε μια λάθος ιατρική γνωμάτευση απόφαση. [4]

### 1.6.3. Bluetooth

Το Bluetooth είναι ένα ασύρματο πρωτόκολλο που χρησιμοποιεί την περιορισμένου φάσματος τεχνολογία επικοινωνιών η οποία διευκολύνει την μετάδοση σε μικρές αποστάσεις από σταθερές ή κινητές συσκευές, δημιουργώντας ασύρματα προσωπικά δίκτυα περιοχής (Personal Area Networks – PAN' s). Η τεχνολογία Bluetooth μπορεί να συνδέει πολλές συσκευές και ξεπερνά τα προβλήματα που δημιουργούνται από το συγχρονισμό τους. Σε ότι αφορά λοιπόν τα φορετά συστήματα παρακολούθησης, το Bluetooth δίνει λύση στο συγχρονισμό των πολλαπλών συσκευών που περιλαμβάνουν. Το Bluetooth χρησιμοποιεί μία ραδιοτεχνολογία αποκαλούμενη Hopping συχνότητας ευρέως φάσματος. Στην ουσία « τεμαχίζει » τα δεδομένα προς αποστολή και διαβιβάζει τα τεμάχια αυτών σε μέχρι και εβδομήντα πέντε (75) διαφορετικές συχνότητες. Η διαμόρφωση που χρησιμοποιείται είναι GFSK. Μπορεί να πετύχει ένα ρυθμό αποστολής δεδομένων κοντά στο 1 MB/sec. [4]



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>

### ΠΕΡΙΓΕΣ ΙΝΕΣ & ΥΦΑΣΜΑΤΑ

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2<sup>ο</sup>**

### **ΕΞΥΠΝΕΣ ΙΝΕΣ & ΥΦΑΣΜΑΤΑ**

## 2.1. Γενικά

Τα τελευταία χρόνια έχει αναπτυχθεί στο χώρο της κλωστοϋφαντουργίας η τεχνολογία των έξυπνων ινών και υφασμάτων. Με διάφορες χημικές επεξεργασίες, πιο συγκεκριμένα τεχνικές επικάλυψης, μέσω των οποίων τα υφάσματα και οι ίνες μπορούν να γίνουν αγωγίμα, αδιάβροχα και να έχουν αναπνευσιμότητα και πυρανθεκτικότητα. Έτσι τα υφάσματα αποκτούν «νοημοσύνη», έχοντας ασυνήθιστες και «έξυπνες» φυσικές και μηχανικές ιδιότητες. Έτσι λόγω των αγωγίμων υλικών αναπτύσσεται η φορετή τεχνολογία (Wearable technology).

### 2.1.1. Έξυπνο σύστημα

Έξυπνο ονομάζεται ένα σύστημα το οποίο έχει την δυνατότητα να δέχεται ερεθίσματα από το περιβάλλον, αντιδρά σε αυτά και προσαρμόζεται στις διάφορες συνθήκες. Έτσι το εκάστοτε «έξυπνο» σύστημα αποκτά «νοημοσύνη» μέσω ενός συστήματος αποτελούμενο από αισθητήρες, μονάδα επεξεργαστή και ενεργοποιητή/τες. Οι αισθητήρες στην περίπτωσή μας όπως θα δούμε και σε επόμενο κεφάλαιο είναι προσαρμοσμένοι στο εσωτερικό μέρος της μπλούζας και είναι συνδεδεμένοι με αγωγίμες ίνες ραμμένες πάνω στο έξυπνο ένδυμα. [5]

### 2.1.2. Φορετή τεχνολογία

Η φορετή τεχνολογία προσφέρει μια νέα διάσταση στην κλωστοϋφαντουργία με την ενσωμάτωση διαφόρων τύπων ηλεκτρονικών στοιχείων στα υφάσματα και στα ενδύματα. Κύριος στόχος της φορετής τεχνολογίας με χρήση έξυπνων ινών και υφασμάτων είναι η δημιουργία ενδυμάτων που να έχουν την δυνατότητα να χρησιμοποιούνται από τον χρήστη σε διάφορες συνθήκες και να είναι αμετάβλητα αισθητικά αλλά και οπτικά. Με αυτό το τρόπο θα αποφύγουμε την χρήση καλωδίων ή συσκευών μέσα σε τσέπες, θήκες του ενδύματος και θα επιτευχθεί ένα όμορφο αισθητικά αποτέλεσμα χωρίς καλωδιώσεις και άκαμπτα εξαρτήματα.

Με την συνεχή εξέλιξη της τεχνολογίας και την χρήση νέων υλικών τα ηλεκτρονικά κυκλώματα αποκτούν μικρότερο μέγεθος και μεγαλύτερη ελαστικότητα. Έτσι μπορούν πλέον να προσαρμοστούν ή να επικολληθούν σε ενδύματα χωρίς να επηρεάζουν σημαντικά την εμφάνιση και τις ιδιότητες άνεσης. Η σύνδεση των επιμέρους

ηλεκτρονικών κυκλωμάτων και τα κανάλια επικοινωνίας μπορούν να δημιουργηθούν με την ενσωμάτωση αγώγιμων νημάτων σε υφάσματα χρησιμοποιώντας παραδοσιακές κλωστοϋφαντουργικές παραγωγικές διαδικασίες. Έτσι με την τεχνολογία να εξελίσσεται συνεχώς αναπτύσσονται όλο και περισσότερες τεχνολογίες εκτός από τις αγώγιμες ίνες και νήματα, έχουμε και τα αγώγιμα υλικά σε λεπτά film ή οργανικά και ανόργανα υλικά στην επιφάνεια κλωστοϋφαντουργικών υποστρωμάτων. Με τον τρόπο αυτό μπορούν να κατασκευαστούν ηλεκτρονικά κυκλώματα όχι μόνο για μεταφορά σημάτων αλλά και για τη μετατροπή τους. Μερικά από αυτά είναι οι αισθητήρες και τα ηλεκτρόδια. Μερικά από τα κυριότερα πλεονεκτήματα της τεχνολογίας αυτής είναι η ευκαμψία, η αντοχή και η εξάλειψη των πιθανοτήτων αντίδρασης του δέρματος από την επαφή. [5]

### 2.1.3. Τρόπος σύνδεσης

Παρά την εξέλιξη της τεχνολογίας δεν υπάρχουν ακόμα στην αγορά πολλά προϊόντα, τα οποία να μπορούν να ενσωματωθούν σε ενδύματα, χωρίς να περιορίζουν την άνεση και την αισθητική τους. Σύμφωνα με τα παραπάνω και ανάλογα με την λειτουργικότητα και το κόστος των επιμέρους στοιχείων μόνο μερικά από αυτά, όπως οι κλωστοϋφαντουργικοί αισθητήρες και οι έξυπνες ίνες για τη μεταφορά σημάτων και τροφοδοσίας και με συγκεκριμένες λειτουργίες θα είναι πραγματικά φορετά και μόνιμα τοποθετημένα πάνω στα ενδύματα. Οι υπόλοιπες συσκευές, όπως η κεντρική μονάδα επεξεργασίας και οι μη κλωστοϋφαντουργικοί αισθητήρες θα πρέπει να είναι τοποθετημένα σε κάποια ζώνη ή ειδική θήκη έτσι ώστε να είναι εύκολα αποσπώμενα και επαναχρησιμοποιήσιμα.

## 2.2. Έξυπνες ίνες

Οι έξυπνες ίνες δημιουργήθηκαν στην προσπάθεια να αναπτυχθούν φορετά συστήματα τα οποία να είναι ελαφρύτερα και ευπαρουσίαστα. Έτσι με την χρήση αγώγιμων υλικών μπορούμε να μετατρέψουμε τα ενδύματα σε φορετά ηλεκτρονικά συστήματα, τα οποία θα είναι κομψά και με μικρό βάρος. Οι αγώγιμες ίνες που έχουν αναπτυχθεί και χρησιμοποιούνται έως τώρα είναι οι εξής:

- Ίνες που περιέχουν αγώγιμα μεταλλικά υλικά
- Ίνες με αγώγιμα πολυμέρη
- Ίνες από νανοσωλήνες άνθρακα
- Μεταλλικές ίνες
- Οπτικές ίνες

Ας δούμε όμως πιά αναλυτικά μερικές από τις παραπάνω οι οποίες είναι και οι πιο χρηστικές στην δική μας περίπτωση.

### 2.2.1. Ίνες που περιέχουν αγώγιμα μέταλλα

Ηλεκτρικά αγώγιμες ίνες μπορούν να παραχθούν με την επικάλυψη κλωστοϋφαντουργικών ινών με μέταλλα, μεταλλικά οξειδία και μεταλλικά άλατα. Οι μεταλλικές επικαλύψεις παράγουν ίνες με μεγάλη αγωγιμότητα, αλλά η πρόσφυση ανάμεσα στην ίνα και το μέταλλο καθώς και η οξειδωση μπορούν να προκαλέσουν προβλήματα. Τα ημιαγώγιμα μεταλλικά οξειδία είναι συνήθως άχρωμα και η χρησιμοποίησή τους ως αγώγιμα συστατικά στις ίνες οδηγεί σε λιγότερα προβλήματα εμφάνισης από τη χρήση του άνθρακα. Τα σωματίδια των οξειδίων μπορούν να ενσωματωθούν στην επιφάνεια των ινών ή να συγχωνευθούν σαν πυρήνας με περίβλημα την ίνα (sheath core fiber) ή να αντιδράσουν χημικά με το υλικό της επιφάνειας της ίνας. Επικαλύψεις με μεταλλικά άλατα (όπως θειούχος χαλκός και ιωδιούχος χαλκός) μπορούν να γίνουν σε πολλούς τύπους ινών και μάλιστα με παραδοσιακές κλωστοϋφαντουργικές μηχανές. Αυτού του είδους οι επικαλύψεις επιτυγχάνουν χαμηλά μεγέθη αγωγιμότητας η οποία μπορεί να χαθεί με το πλύσιμο. Δύο γενικές μέθοδοι επικάλυψης έχουν χρησιμοποιηθεί εμπορικά. Η πρώτη είναι η χημική απόθεση, και η δεύτερη επιτυγχάνεται με τη διασπορά μεταλλικών σωματιδίων σε υψηλή συγκέντρωση σε μια ρητίνη, η οποία κατόπιν επιστρώνεται στην επιφάνεια των ινών. [5]

### 2.2.2. Ίνες με αγώγιμα πολυμερή

Με την εναπόθεση αγώγιμων πολυμερών σε κλωστοϋφαντουργικές ίνες μπορούμε να προσδώσουμε σ' αυτές ηλεκτρική αγωγιμότητα. Τα πολυμερή αποκτούν αγωγιμότητα μέσω μίας διεργασίας που ονομάζεται “doping”. Πρόκειται για μία διεργασία οξειδοαναγωγής, η οποία κινητοποιεί τα ηλεκτρόνια στο πολυμερές, προκαλώντας μεταβολές στη μοριακή του δομή. Η δομή που σχηματίζεται επιτρέπει στο πολυμερές να άγει τον ηλεκτρισμό, καταλήγει δηλαδή σε ηλεκτρικά αγώγιμο πολυμερές. Κατά το “doping”, εκτός της ηλεκτρικής αγωγιμότητας, μπορούν να προσαρμόζονται και άλλες ιδιότητες του πολυμερούς, όπως η υδροφιλία ή υδροφοβία της επιφάνειάς του, το χρώμα, η διαπερατότητά του από αέρια, κλπ, ανάλογα με την εκάστοτε τελική χρήση. Οι αγώγιμες πολυμερικές επικαλύψεις υπερτερούν των μεταλλικών αφού εμφανίζουν υψηλή αγωγιμότητα, άριστη πρόσφυση και υψηλότερη αντίσταση στη διάβρωση. Παραδείγματα αγώγιμων πολυμερών που χρησιμοποιούνται για την επικάλυψη κλωστοϋφαντουργικών υποστρωμάτων είναι η πολυανιλίνη (PANI) και η πολυπυρρόλη (PPy). Τα αγώγιμα πολυμερή, εκτός από υλικά για επιστρώσεις μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για την κατασκευή ινών. Οι ίνες αυτές μπορεί να αποτελούνται μόνο από αγώγιμα πολυμερή ή από μίγματα με άλλα πολυμερή και σε επόμενο στάδιο μπορούν να επεξεργαστούν με τις παραδοσιακές κλωστοϋφαντουργικές διεργασίες. Μία μέθοδος παραγωγής τέτοιων ινών είναι η ηλεκτρονηματοποίηση (electrospinning) όπου και μπορούν να επιτευχθούν διάμετροι από 20-50 νανόμετρα. Με τις μεθόδους rotary και continuous electrospinning μπορούν να παραχθούν επίσης και συνεχή νήματα. [5]

### 2.2.3. Ίνες από νανοσωλήνες άνθρακα

Με τους νανοσωλήνες άνθρακα μπορούν να κατασκευαστούν υλικά τα οποία παρουσιάζουν εξαιρετικές ιδιότητες, όπως πολύ μεγάλη μηχανική αντοχή και υψηλή θερμομονωτική ικανότητα, συνδυασμένες με αγωγιμότητα μετάλλου. Επιπλέον οι ίνες αυτές έχουν την δυνατότητα να χρησιμοποιηθούν και σαν ενεργοποιητές. Η ανάμειξή τους με πολυμερή μπορεί να δώσει ίνες υψηλής απόδοσης, οι οποίες είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθούν στην κλωστοϋφαντουργία ενώ ταυτόχρονα διαθέτουν ηλεκτρικές ιδιότητες παρόμοιες ή και καλλίτερες από τα μέταλλα. Για την ευρύτερη χρήση των νανοσωλήνων άνθρακα σε περισσότερες εφαρμογές απαιτείται βελτίωση των διαδικασιών παραγωγής τους. [5]

## 2.3. Αγωγή κλωστοϋφαντουργικά υλικά και έξυπνα ενδύματα

Σε ένα έξυπνο ένδυμα μπορούμε να προσαρμόσουμε τα παρακάτω:

1. αισθητήρες (sensors)
2. μονάδα επεξεργασίας (processor)
3. ενεργοποιητές (actuators)
4. μονάδα τροφοδοσίας
5. δίκτυο επικοινωνίας.

Ο συνδυασμός των παραπάνω δημιουργεί ένα σύστημα με συνδυασμένες λειτουργίες που μπορεί να προσφέρει υπηρεσίες στο άτομο που χρησιμοποιεί το ένδυμα όπως πληροφόρηση, επικοινωνία ή βοήθεια.

### Κλωστοϋφαντουργικοί αισθητήρες.

Ένας αισθητήρας μετατρέπει τα φυσικά φαινόμενα σε επεξεργάσιμα ηλεκτρικά σήματα. Θερμικά, μηχανικά, ακουστικά, χημικά ηλεκτρικά, μαγνητικά και βιολογικά φαινόμενα μπορούν να ανιχνευθούν από αισθητήρες και να μετατραπούν σε ηλεκτρικά σήματα. Μερικά τέτοια παραδείγματα παρουσιάζονται στις επόμενες παραγράφους.

Με την ενσωμάτωση αγώγιμων νημάτων, σε σχήμα δακτυλίων, σε ένα ελαστικό ύφασμα μπορεί να δημιουργηθεί ένας επαγωγικός αισθητήρας. Η αλλαγή στις διαστάσεις των δακτυλίων, όταν το ύφασμα τεντωθεί, επιφέρει αλλαγή στην τιμή της επαγωγής τους, δίνοντας τη δυνατότητα καταγραφής ζωτικών ενδείξεων του οργανισμού όπως της καρδιακής λειτουργίας ή του ρυθμού της αναπνοής.

Η εναπόθεση ενός λεπτού στρώματος πολυπυρρόλης ή ενός μίγματος ελαστομερούς με άνθρακα, σε ένα συνηθισμένο ελαστικό ύφασμα προσδίδει στο ύφασμα αυτό ιδιότητες piezoresistive, να αλλάζει, δηλαδή, η ηλεκτρική αντίσταση του όταν αυτό τεντωθεί. Με τον αισθητήρα αυτό μπορούν να καταγραφούν οι κινήσεις των κλειδώσεων του σώματος ή οι μεταβολές στη διάμετρο του θώρακος λόγω της αναπνοής.

Πλεκτά υφάσματα από νήματα ανοξειδωτού χάλυβα περιτυλιγμένα γύρω από νήματα βισκόζης μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως ηλεκτρόδια για την καταγραφή σημάτων ηλεκτροκαρδιογραφήματος ή ηλεκτρομυογραφήματος.

Χωρητικοί αισθητήρες πίεσης ή βάρους μπορούν να κατασκευαστούν, περικλείοντας ένα στρώμα αφρώδους υλικού ανάμεσα σε δύο στρώματα αγώγιμων υφασμάτων. Με την άσκηση πίεσης στο ύφασμα, το αφρώδες υλικό συμπιέζεται, με αποτέλεσμα την μεταβολή

της χωρητικότητας ανάμεσα στα αγώγιμα υφάσματα η οποία είναι ανάλογη με τη δύναμη που ασκήθηκε. [5]

### **Κλωστοϋφαντουργικοί επεξεργαστές**

Για την επεξεργασία δεδομένων απαιτούνται δίοδοι, τρανζίστορ και άλλες μη γραμμικές συσκευές. Μέχρι στιγμής δεν υπάρχουν διαθέσιμα κλωστοϋφαντουργικά υλικά, ικανά να εκτελέσουν τέτοιες λειτουργίες. Μικροσκοπικά ολοκληρωμένα κυκλώματα και μερικές φορές σε εύκαμπτη μορφή αναπτύσσονται συνεχώς και μπορούν να χρησιμοποιηθούν σαν αποσπώμενα εξαρτήματα ενός έξυπνου ενδύματος.

Προσπάθειες γίνονται για την κατασκευή ινών από ηλεκτρικά ενεργά πολυμερή (electro-active polymers) που θα έχουν ενεργές λειτουργίες. [5]

### **Κλωστοϋφαντουργικοί ενεργοποιητές**

Οι ενεργοποιητές μετατρέπουν τα ηλεκτρικά σήματα σε φυσικά φαινόμενα. Λαμβάνουν ηλεκτρικά σήματα από τους αισθητήρες ή από τον επεξεργαστή και αντιδρούν σ' αυτό εκτελώντας μια προκαθορισμένη εργασία. Σε πολλές περιπτώσεις οι λειτουργίες του αισθητήρα και του ενεργοποιητή εκτελούνται από το ίδιο υλικό. Τα υλικά που αναφέρθηκαν στο κεφάλαιο 2 είναι τα πιο γνωστά παραδείγματα σ' αυτό τον τομέα.

Τα Shape Memory Alloys, για παράδειγμα, αντιδρώντας στις μεταβολές της θερμοκρασίας μεταβάλλουν το σχήμα τους παράγοντας κινητική ενέργεια. Η ποικιλία ερεθισμάτων που ενεργοποιούν τα υλικά αυτά, καθώς και οι διαφορετικές ιδιότητες (μορφή, σχήμα, χρώμα, ελαστικότητα, ευκαμψία κα.) οι οποίες μεταβάλλονται καθιστούν τα υλικά αυτά υλικά επιλογής για εφαρμογές όπως η δημιουργία τεχνητών μυών, η ελεγχόμενη απελευθέρωση διαφόρων ουσιών, όπως φαρμάκων, η κατασκευή κλωστοϋφαντουργικής οθόνης, η προστασία από ακραίες συνθήκες θερμοκρασίας κλπ. [5]

### **Τροφοδοσία**

Τα τροφοδοτικά είναι συνήθως τα μεγαλύτερα και βαρύτερα εξαρτήματα σε ένα σύστημα έξυπνου ενδύματος και χρησιμοποιούνται για την τροφοδοσία των ηλεκτρονικών στοιχείων του συστήματος.

Η πρόοδος στην τεχνολογία των μπαταριών τα τελευταία χρόνια έχει δώσει εξαρτήματα μικρά και ισχυρά και σε ορισμένες περιπτώσεις εύκαμπτα και αδιάβροχα τα οποία μπορούν να κατασκευαστούν με χαμηλό κόστος και είναι αυτά που χρησιμοποιούνται περισσότερο σε τέτοια συστήματα. Υπάρχουν παραδείγματα μπαταριών AgO-Zn οι οποίες μπορούν να τυπωθούν με τη μέθοδο screen printing σε κλωστοϋφαντουργικά υποστρώματα σε πάχος 120 μικρά και σε μέγεθος κουμπιού ή νομίσματος.



Η έρευνα βέβαια τα τελευταία χρόνια προχωρά προς τη κατεύθυνση εναλλακτικών πηγών τροφοδοσίας όπως φωτοβολταϊκών κελιών λεπτών υμενίων (thin film) ή συσκευών που θα μετατρέπουν σε ηλεκτρική τις διάφορες μορφές ενέργειας που παράγει το ανθρώπινο σώμα, όπως η κινητική ή η θερμική. [5]

### **Κλωστοϋφαντουργικά δίκτυα**

Τα ηλεκτρικά δίκτυα χρησιμοποιούνται για:

- τροφοδοσία των επιμέρους εξαρτημάτων ενός έξυπνου ενδύματος.
- μεταφορά δεδομένων μεταξύ των επιμέρους εξαρτημάτων και μεταξύ του φέροντος το ένδυμα και του περιβάλλοντός του.

Αγώγιμα νήματα ή κλωστές ή και οπτικές ίνες χρησιμοποιούνται για να αντικαταστήσουν τα παραδοσιακά καλώδια για μεταφορά τροφοδοσίας και δεδομένων σε ένα έξυπνό ένδυμα. Η ύφανση, το πλέξιμο και το κέντημα χρησιμοποιούνται για την τοποθέτησή τους στη δομή των υφασμάτων. Τα υλικά των νημάτων ή των κλωστών αυτών καθώς και ο τρόπος των συνδέσεων τους με τα διάφορα ηλεκτρονικά στοιχεία είναι πολύ σημαντικός και εξαρτάται από την τελική χρήση του έξυπνου ενδύματος και το είδος του υφάσματος από το οποίο είναι κατασκευασμένο. Διάφορες τεχνικές όπως θερμοκόλληση, κόλληση με τη χρήση κραμάτων (κασσιτέρου, μόλυβδου, ασημιού), με τη χρήση ειδικής αγωγίμης κόλλας ή με τη χρήση ειδικών συνδετήρων μπορούν να εφαρμοστούν με το καθένα να παρουσιάζει τα δικά του πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα. Η ηλεκτρική και η θερμική μόνωση των αγωγών είναι ένα σημαντικό θέμα.

Η επικοινωνία από το έξυπνο ένδυμα προς το περιβάλλον εξυπηρετεί τη μεταφορά δεδομένων για την απεικόνισή τους ή την περαιτέρω επεξεργασία τους ή την αποθήκευσή τους. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιούνται ασύρματες τεχνολογίες. Μικροσκοπικά modules χαμηλού κόστους τα οποία χρησιμοποιούν διαφορετικά πρωτόκολλα επικοινωνίας, είναι διαθέσιμα αυτή τη στιγμή στην αγορά.

Ωστόσο στη βιβλιογραφία αναφέρονται επιτυχείς προσπάθειες για την κατασκευή κλωστοϋφαντουργικής κεραίας, με τη χρησιμοποίηση αγωγίμων νημάτων κεντημένων στην επιφάνεια του ενδύματος. Επίσης έχουν χρησιμοποιηθεί κλωστοϋφαντουργικές οθόνες για την απεικόνιση πληροφοριών.

Η επικοινωνία για την μεταφορά εντολών από το άτομο που φορά το ένδυμα προς το ένδυμα, μπορεί να γίνει με τη χρήση πληκτρολογίων ή διακοπών κατασκευασμένων από αγώγιμα κλωστοϋφαντουργικά υλικά, ενσωματωμένων στο ένδυμα. [5]

## 2.4. Εφαρμογές τηλεματικής σε έξυπνα ενδύματα

Μέχρι σήμερα έχουν ήδη χρησιμοποιηθεί αποτελεσματικά στο τομέα της τηλεϊατρικής ορισμένα φορετά συστήματα (έξυπνα ενδύματα). Παρακάτω θα δούμε μερικά παραδείγματα έξυπνων ενδυμάτων και τις λειτουργίες αυτών, καθώς και ορισμένες υπό έρευνα τεχνολογίες.

### 2.4.1. Υπάρχουσες τεχνολογίες έξυπνων ενδυμάτων

- Το **Lifeshirt** της Αμερικανικής εταιρίας VIVOMETRICS αποτελεί σήμερα το πλέον αναπτυγμένο και κλινικά δοκιμασμένο φορετό ιατρικό σύστημα, το οποίο παρέχει αδιάλειπτη παρακολούθηση περιπατητικών ασθενών, μέσω καταγραφής και τοπικής αποθήκευσης αναπνευστικών και καρδιακών παραμέτρων. Το Lifeshirt είναι το πρώτο φορετό σύστημα μη επεμβατικής συνεχούς παρακολούθησης που μπορεί να συλλέξει δεδομένα σχετικά με την καρδιακή, πνευμονική λειτουργία και στη συνέχεια να τα συσχετίσει με τις φυσιολογικές τιμές για κάθε όργανο και λειτουργία του οργανισμού μας. Η καρδιά του συστήματος Lifeshirt είναι μια τεχνολογία παρακολούθησης που στηρίζεται σε μια επαγωγική μέθοδο η οποία ονομάζεται plethysmography. Η μέθοδος αυτή παρακολουθεί την αναπνοή, περνώντας ένα συνεχές ηλεκτρικό ρεύμα χαμηλής τάσης μέσω ενός πυκνού πλέγματος συρμάτων τα οποία περιβάλλουν το θώρακα και την κοιλιά του χρήστη.

[6]



#### Σχήμα 2.4.1.1. Lifeshirt

- Επίσης υπάρχει και το **Lifeshirt – Sleep Diagnosis**. Η έκδοση του Lifeshirt Sleep Diagnosis αποτελεί σίγουρα ένα μέσο που δίνει σημαντικά στοιχεία που προκύπτουν από την κακή ποιότητα του ύπνου, σχετικά τις παθήσεις που ταλαιπωρούν το σύγχρονο άνθρωπο, αλλά και τις κυριότερες αιτίες της κακής διάθεσης και της μειωμένης. Η μελέτη του ύπνου ίσως δώσει ουσιαστικές απαντήσεις και λύσεις σε προβλήματα όπως είναι το στρες. [6]
- Το **Vivo Responder** είναι ένα σύστημα που μπορεί σε πραγματικό χρόνο να συγκεντρώσει στοιχεία ζωτικής σημασίας ( αναπνευστικά, καρδιακά καθώς και άλλους φυσιολογικούς δείκτες) πριν, κατά τη διάρκεια και μετά από κάποια δραστηριότητα. Αφορά ομάδες που εκτελούν επικίνδυνες και δύσκολες εργασίες – αποστολές, όπως πυροσβέστες και άντρες των σωμάτων ασφαλείας. Το σύστημα αυτό μπορεί να βοηθήσει αξιωματικούς και διοικητές τμημάτων όπως τα προαναφερθέντα να καθορίσουν αν και κατά πόσο οι άντρες του προσωπικού τους βρίσκονται σε κίνδυνο. Ο κίνδυνος γίνεται εμφανής αν στον ελεγκτή ( πχ. διοικητή) φτάσει κάποια ένδειξη που να δείχνει ότι, τα συλλεχθέντα δεδομένα από το φορετό σύστημα ενός άντρα τους πάρουν τιμές πάνω ή κάτω από τα φυσιολογικά δεδομένα, δηλαδή με ένα είδος συναγερμού. [7]



Σχήμα 2.4.1.2. Vivo Responder

- Το σύστημα **Aubade** είναι μια φερόμενη πολυαισθητηριακή συσκευή, η οποία αναγνωρίζει τη συναισθηματική κατάσταση των χρηστών της σε πραγματικό

χρόνο, χρησιμοποιώντας κατά βάση ηλεκτρομυογραφήματα προσώπου καθώς επίσης και άλλα σήματα (Καρδιακός Ρυθμός, Αναπνευστικός Ρυθμός, Ηλεκτρική αγωγιμότητα δέρματος) που λαμβάνονται από τον χρήστη. Η αναγνώριση της ψυχολογικής κατάστασης των χρηστών γίνεται μέσω της ταξινόμησης και ανάλυσης των χαρακτηριστικών των βιο-ιατρικών σημάτων σε συνδυασμό με στοιχεία από το αρχείο υγείας του χρήστη, χρησιμοποιώντας ευφυείς τεχνικές και αλγορίθμους (Ασαφή Λογική, Νευρωνικά Δίκτυα). [9]

- Το **Wealthy** αποτελεί μια καινοτόμο εφαρμογή στο χώρο της παροχής υπηρεσιών υγείας. Είναι ένα φορητό σύστημα παρακολούθησης των ζωτικών στοιχείων του ανθρώπινου οργανισμού επί 24ώρου βάσεως, με σκοπό: τον έλεγχο της κατάστασης υγείας, την πρόληψη και την έγκαιρη ανίχνευση της ασθένειας, την άμεση ιατρική επέμβαση ανεξαρτήτως γεωγραφικών ορίων, την βοήθεια των χρηστών σε φάση αποκατάστασης, την ενημέρωση των χρηστών για την πορεία της υγείας τους και την μείωση των οικονομικών δαπανών των χρηστών. Το σύστημα **Wealthy** βοηθά τους ασθενείς κατά τη διάρκεια της αποκατάστασης ή δρα προληπτικά εξασφαλίζοντας συνεχή ευφυή έλεγχο σε χρήστες που λειτουργούν σε ακραίες και επικίνδυνες συνθήκες εργασίας, όπως σώματα ασφαλείας, πυροσβέστες, στρατιωτικούς κλπ. Το **WEALTHY** χρησιμοποιεί έξυπνους αισθητήρες (έξυπνες ίνες), προηγμένες τεχνικές επεξεργασίας σημάτων, συστήματα τηλεπικοινωνιών και ασύρματα δίκτυα, τα οποία είναι ενσωματωμένα σε μια υφαντική πλατφόρμα και μέσω της ανάπτυξης ενός προηγμένου τεχνολογικά συστήματος ελέγχου διαχείρισης δεδομένων, γίνεται η τοπική επεξεργασία των σημάτων από μια μονάδα υποστήριξης απόφασης. Το **WEALTHY** σύστημα κατ' αυτόν τον τρόπο:

α) Βοηθά τον χρήστη κατά τη διάρκεια επικίνδυνων δραστηριοτήτων (στρατιωτικές αποστολές, δυνάμεων ασφαλείας, κλπ). Είναι επεκτάσιμο ώστε να μεταδίδει εικόνα και ήχο από το στρατιώτη που φορά το wearable device, να μεταδίδει μέσω GPS τη θέση του, να χρησιμοποιεί τον Hellasat, να μεταδίδει οδηγίες του κέντρου προς το στρατιώτη που φορά το wearable device, να προσδιορίζει αυτόματα το σημείο του τραυματισμού και να το μεταδίδει στο κέντρο.

β) Βοηθά τον ασθενή κατά τη διάρκεια της αποκατάστασης.

γ) Εξασφαλίζει ευφυή έλεγχο των ζωτικών σημείων των χρηστών κατά τη διάρκεια, παραδείγματος χάριν, καθημερινών εργασιών ή κατά τη σωματική άσκηση. Μια τέτοια πληροφόρηση περιλαμβάνει σήματα επιφυλακής και προειδοποιήσεις σε περιπτώσεις που τα ληφθέντα ζωτικά σημεία παρουσιάζουν επικίνδυνες τιμές.

δ) Ειδοποιεί υπηρεσίες έκτακτης ανάγκης εάν η κατάσταση γίνει κρίσιμη (απουσία αντίδρασης του χρήστη, ανησυχητικά ζωτικά σημεία, ξαφνική πτώση, κλπ.).

ε) Εξασφαλίζει ένα φιλικό περιβάλλον εργασίας για το προσωπικό του οργανισμού που υλοποιεί το απομακρυσμένο κέντρου ελέγχου, όπου λαμβάνονται και επεξεργάζονται τα σήματα των χρηστών.

στ) Εξασφαλίζει έναν υψηλό βαθμό ελευθερίας και αφήνει το χρήστη να εκτελεί τις κανονικές δραστηριότητές του. [8]

#### 2.4.2. Υπό έρευνα τεχνολογίες έξυπνων ενδυμάτων

Υπάρχουν ορισμένες τεχνολογίες φορετών συστημάτων που συνδυάζουν την τηλεματική με τις έκυπνες ίνες οι οποίες είναι ακόμη υπό έρευνα. Μια από αυτές είναι και το Smart T-shirt που παρουσιάζεται στην εργασία αυτή. Ας δούμε όμως παρακάτω τις υπόλοιπες υπό έρευνα τεχνολογίες έξυπνων ενδυμάτων.

- Το πρόγραμμα **BIOTEX** αποσκοπεί στην ανάπτυξη βιοχημικών τεχνικών ανίχνευσης ενσωματωμένων σε πραγματικά ενδύματα. Σε αντίθεση με τα περισσότερα ευφυή φορετά συστήματα που παρακολουθούν κυρίως φυσιολογικές λειτουργίες, το BIOTEX έχει ως στόχο την παρακολούθηση του οργανισμού κύρια των υγρών του σώματος μέσω ειδικών βιοαισθητήρων που θα είναι ενσωματωμένοι σε μια επιφάνεια υφάσματος και θα μπορούν να εκτελούν βιοχημικές μετρήσεις. Ο στόχος είναι η δημιουργία αισθητηρίων «εμπλάστρων» τα οποία θα παρακολουθούν συγκεκριμένα υγρά του σώματος, όπως ο ιδρώτας. Οι συγκεκριμένοι στόχοι του BIOTEX είναι η παρακολούθηση του ιδρώτα, δηλαδή της σχετικής ποσότητας (πόσο ιδρώνει ο ασθενής), την περιεκτικότητά του σε άλατα (έμμεσα η αγωγιμότητα), η περιεκτικότητά του σε συγκεκριμένα ιόντα ( $K^+$ ,  $Na^+$ ,  $Cl^-$ ,  $Mg^+$ ,  $Ca^+$ ), το pH. Επίσης η ανίχνευση λοιμώξεων μέσω παρακολούθησης του αίματος και υγρών του σώματος για άτομα που έχουν

υποστεί σοβαρά εγκαύματα. Και τέλος ο κορεσμός οξυγόνου του αίματος για ιατρική χρήση, για αθλητές αλλά και εφαρμογές ασφαλείας. [6]



Σχήμα 2.4.2.1. Biotex

- Το **PRO-E-TEX** αφορά την προστασία ανθρώπων που εκτελούν επικίνδυνες αποστολές, όπως οι πυροσβέστες αλλά και γενικά άτομα που βρίσκονται υπό πολύ δύσκολες συνθήκες όπως πυρκαγιές, πλημμύρες, σεισμούς και βομβαρδισμούς. Στόχος του προγράμματος είναι η δημιουργία ενός προστατευτικού ενδύματος που θα συνδυάζει τις μικροναυτεχνολογίες, τις τηλεπικοινωνίες και την κλωστοϋφαντουργία με αποτέλεσμα τις παρακάτω λειτουργίες:

- α) Συνεχής παρακολούθηση ζωτικών λειτουργιών (αναπνοή, κυκλοφορία του αίματος, βιοδυναμικών)
- β) Ειδικοί βιοαισθητήρες θα παρακολουθούν των ιδρώτα, την αφυδάτωση, τους ηλεκτρολύτες, το άγχος ( stress indicators), τα αέρια του αίματος ( $O_2$  &  $CO_2$ )
- γ) Παρακολούθηση της στάσης του σώματος και της δραστηριότητάς του
- δ) Εσωτερική παρακολούθηση της θερμοκρασίας του σώματος με κλωστοϋφαντουργικούς αισθητήρες.
- ε) Εξωτερική ανίχνευση χημικών όπως τοξικά αέρια και ατμοί.
- στ) Παραγωγή κι αποθήκευση ενέργειας φωτοβολταϊκής και θερμοηλεκτρικής. [6]

- Το σύστημα **STELLA** αποσκοπεί στη δημιουργία «ελαστικών» ηλεκτρονικών συστημάτων τα οποία θα μπορούν στην ουσία να φορεθούν ως ένδυμα. Τα ενδύματα αυτά μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο στον τομέα της υγείας, όσο και για βελτίωση του βιοτικού επιπέδου αλλά και για διευκόλυνση στην εκτέλεση διαφόρων εργασιών. Στόχος του προγράμματος είναι η ενσωμάτωση ηλεκτρονικών εξαρτημάτων, πηγών ενέργειας, αισθητήρων, οθόνης, διακοπών κλπ. σε ένα ελαστικό υπόστρωμα με τη μορφή υφάσματος. [10]
- Το πρόγραμμα **OFSETH** επικεντρώνει την έρευνά του στο πως οι οπτικές ίνες (silica and polymer) μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την παρακολούθηση βιολογικών παραμέτρων, όντας ενσωματωμένες σε ένα ειδικό τύπο υφάσματος. Οι οπτικές ίνες έχουν ήδη χρησιμοποιηθεί με μεγάλη επιτυχία σε πολλές επιστημονικές εφαρμογές, και οι συντελεστές του προγράμματος πιστεύουν ότι η χρήση τους θα είναι εξίσου αποδοτική και στα φορετά συστήματα παρακολούθησης υγείας. [10]
- Το **CONTEXT** είναι η δημιουργία ενός συστήματος όπου διάφορα είδη αισθητήρων θα είναι ενσωματωμένοι σε κλωστοϋφαντουργικά προϊόντα που θα χρησιμοποιηθούν για συνεχή παρακολούθηση. Ειδικού αισθητήρες πρόκειται να αναπτυχθούν για την εκτέλεση ηλεκτρομυογραφήματος και ηλεκτροκαρδιογραφήματος. Ο συνδυασμός της ενσωμάτωσης σε κλωστοϋφαντουργικές ίνες τέτοιων αισθητήρων και της επεξεργασίας των μυογραφικών σημάτων θα δώσει σπουδαία ώθηση στην ανάπτυξη των εξατομικευμένων εφαρμογών υγείας. [10]
- Το **LIFEBELT** έχει ως στόχο την έρευνα, ανάπτυξη κι επικύρωση μιας φορητής συσκευής για την παρακολούθηση των ζωτικών λειτουργιών του εμβρύου και της μητέρας κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης. Η συσκευή αυτή θα αποτελεί ένα εξατομικευμένο σύστημα παρακολούθησης, ασφαλές, εύκολο στη χρήση, αποτελεσματικό και θα παρέχει ποιότητα ζωής συνδυασμένη με συνεχή παρακολούθηση της υγείας. [11]

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3<sup>ο</sup>**

# **ΥΛΙΚΑ & ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΞΥΠΝΟΥ ΕΝΔΥΜΑΤΟΣ**



### 3.1.2. Τοποθέτηση υλικών.

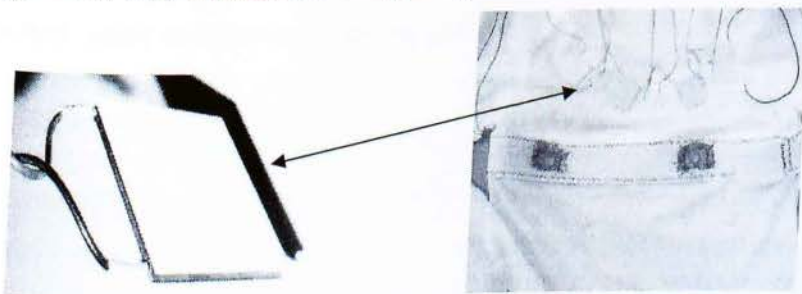
Για την κατασκευή αυτού του ενδύματος απαιτείται μελέτη για τον προσδιορισμό των σημείων στα οποία θα τοποθετηθούν τα υλικά (σχ.3.1.1.1.). Η διαδικασία περιγράφεται παρακάτω.

Τοποθετούμε τα υφαντικά ηλεκτρόδια τα οποία είναι φτιαγμένα από αγωγίμες ίνες (conductive fibres) σχ.3.1.2.1. σε σημεία της μπλούζας όπου μπορούν να ελέγχουν τους σφυγμούς της καρδιάς, δηλαδή πάνω ή κάτω από το στήθος σε σημεία που η μπλούζα εφάπτεται με το δέρμα καθώς και στους καρπούς των χεριών.



Σχήμα 3.1.2.1. Conductive fiber (ηλεκτρόδια)

Τα peltier πρέπει να ραφτούν στην επάνω μεριά του στήθους ώστε να μπορούμε να ρυθμίσουμε τη θερμοκρασία του σώματος σε περίπτωση που δεν παραμένει σταθερή σε φυσιολογικά επίπεδα (σχ.3.1.2.2.). Οι δύο θερμο-αντιστάσεις θα τοποθετηθούν κάτω από τις μασχάλες ώστε να μπορούμε να πάρουμε μετρήσεις της θερμοκρασίας του σώματος. Τρεις ακόμη θερμο-αντιστάσεις θα τοποθετηθούν ανάμεσα στα τέσσερα στοιχεία peltier για να ελέγχουν την θερμοκρασία των στοιχείων peltier.



Σχήμα 3.1.2.2. Peltier στοιχεία

Στην πορεία συνδέουμε τα peltier, τις αντιστάσεις και τα ηλεκτρόδια με ειδικά επεξεργασμένες κλωστές (που έχουν υποστεί χημικές διεργασίες επικάλυψης) έναντι καλωδίων (που θα μπορούσαμε να χρησιμοποιήσουμε σε άλλες περιπτώσεις), ώστε να μπορούμε να παίρνουμε από το κάθε υλικό τα σήματα των μετρήσεων.



Σχήμα 3.1.2.3. Μεταλλικά κουμπιά

Για την λήψη των μετρήσεων απαιτείται πολύ καλή επαφή των ηλεκτροδίων με το σώμα. Για να επιτευχθεί η σωστή επαφή μεταξύ των ηλεκτροδίων και του σώματος χρησιμοποιήθηκε μια ελαστική ζώνη πάνω στην οποία προσαρμόστηκαν τα ηλεκτρόδια/ αισθητήρες. Η ελαστική ζώνη προσαρμόστηκε στη συνέχεια επάνω στο ένδυμα (σχ.3.1.2.3.). Επίσης χρησιμοποιήθηκαν μεταλλικά κουμπιά ώστε να μπορούμε να πάρουμε μετρήσεις σε ειδικό εξοπλισμό για τις δοκιμές. Κουμπώνουμε τα κουμπιά πάνω στα ηλεκτρόδια με τη θηλιά των κουμπιών στην εξωτερική μεριά της μπλούζας και έτσι με έναν ειδικό παλμογράφο μπορούμε να πάρουμε μετρήσεις από τις θηλιές των κουμπιών, εξωτερικά της μπλούζας.

Τέλος για την ασφάλεια του χρήστη καλύπτουμε την περιοχή όπου βρίσκονται τα peltier με ένα αδιάβροχο υλικό και από πάνω ύφασμα cotton ώστε να είναι φιλικό στο δέρμα (Σχ.3.1.2.1.). Αυτό γίνεται λόγω του ότι τα στοιχεία peltier πρέπει να βρίσκονται πολύ κοντά στο σώμα χωρίς να έρχονται σε επαφή με αυτό.

### 3.3. Υφαντικές αγώγιμες ίνες (conductive fiber)

#### 3.3.1. Γενικές πληροφορίες

Στο ένδυμα μας οι υφαντικές ίνες χρησιμοποιήθηκαν για τον ίδιο λόγο που θα χρησιμοποιούσαμε καλώδια καθώς και στην κατασκευή των υφαντικών ηλεκτροδίων. Οι υφαντικές ίνες μετά από ειδικές επεξεργασίες λειτουργούν σαν αγώγιμα υλικά, όπως ακριβώς θα λειτουργούσε και ένα καλώδιο. Οι λόγοι για τους οποίους τα χρησιμοποιούμε στη κατασκευή μας είναι επειδή είναι αγώγιμα υλικά, μπορούν να ραφτούν πάνω στο ένδυμα μας χωρίς να εξέχουν σε σχέση με τα καλώδια προσφέροντας σαν αποτέλεσμα καλή αισθητική, καθώς και για το ότι θέλουμε να χρησιμοποιηθούν, στο ένδυμα μας, υλικά νέας γενιάς. Έτσι θα επιτευχθεί η δημιουργία ένα καλαίσθητο πρωτοποριακό λειτουργικό ένδυμα που θα προσφέρει πολλά σε συγκεκριμένες κατηγορίες ανθρώπων.

#### 3.3.2. Υφαντικά ηλεκτρόδια

Τα υφαντικά ηλεκτρόδια έχουν τις ιδιότητες και την αίσθηση που έχει το ύφασμα παρουσιάζοντας επιπλέον και πολύ καλή ηλεκτρική αγωγιμότητα. Στην περίπτωση μας για την δημιουργία των υφαντικών ηλεκτροδίων χρησιμοποιήθηκε παρα-αραμιδικό ύφασμα το οποίο υπέστη μεταλλική επικάλυψη με μια σειρά διεργασιών μη ηλεκτρολυτικής απόθεσης. Η συγκεκριμένη επεξεργασία, μη ηλεκτρολυτικής απόθεσης λαμβάνει χώρα σε τρία στάδια και περιλαμβάνει τις εξής επικαλύψεις:

1. Πρώτη φάση, επικάλυψη πολυπυρρόλης
2. Δεύτερη φάση, επικάλυψη μεταλλικού χαλκού
3. Τρίτη φάση, επικάλυψη χρυσού

Την συγκεκριμένη επεξεργασία υπέστησαν και οι κλωστές και τα νήματα που χρησιμοποιήθηκαν αντί των κοινών καλωδίων για να είναι εφικτή η δημιουργία ηλεκτρικού κυκλώματος μέσω του ραψίματος και κεντήματος πάνω στο ένδυμα, ιδιαίτερα στα κύρια σημεία από όπου λαμβάνονται οι μετρήσεις.

Στη μπλούζα μπορούμε να δούμε τη διατομή ενός τέτοιου υφαντικού ηλεκτροδίου. Το copper fabric επιτρέπει τη σύνδεση ύλης με ένα καλώδιο. Το foamed material παρέχει μια πιο σταθερή πίεση του ηλεκτροδίου στο σώμα.

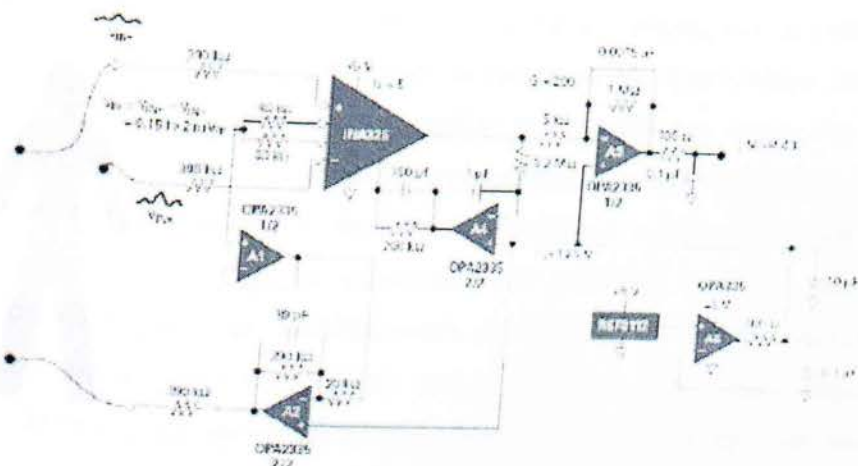
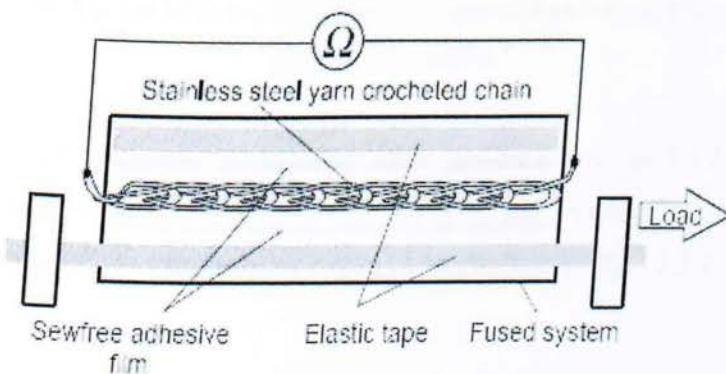


Fig. 1 The circuit of ECG amplification

Σχήμα 3.3.2.1. Κύκλωμα ενίσχυσης ECG παραδοσιακών ιατρικών ηλεκτροδίων

Τα αγώγιμα ηλεκτρόδια είναι μια μέθοδος παραγωγής για χρήση σε πηνία χρησιμοποιώντας οργανομεταλλικό μελάνι. Η μέθοδος περιλαμβάνει τα βήματα της παροχής ενός οργανομεταλλικού μελανιού που δεν έχει μόρια υπερβολικά μικρά στη διάμετρο και περιέχει μια οργανομεταλλική ένωση περιέχοντας τουλάχιστον έναν στοιχείο κασσίτερου, Εφαρμόζοντας το οργανομεταλλικό μελάνι σε ένα διηλεκτρικό υπόστρωμα, και συμπυκνώνοντας το για να διαμορφώσει μια ταινία μεταλλικών οξειδίων που έχει υπερβολικά μικρό πάχος.



Σχήμα 3.3.2.2. Σχέδιο αναπτυγμένου υφαντικού ηλεκτροδίου

Η σύνθεση ηλεκτροδίων είναι συνήθως μια διασπορά των λεπτά διαιρεμένων σκονών πολύτιμων μετάλλων, όπως το παλλάδιο, το ασήμι, ο χρυσός, ή ο λευκόχρυσος ή τα μίγματά τους, σε ένα όχημα ή έναν μεταφορέα που είναι συνήθως απλώς οργανικής

φύσης. Οι διασπορές των μη-πολύτιμων μετάλλων όπως ο χαλκός και το νικέλιο έχουν αποδειχθεί επίσης για να έχουν τη χρησιμότητα στις συνθέσεις ηλεκτροδίων. Αποτελείται συνήθως από ένα μίγμα μιας πολυμερούς ρητίνης που μεταδίδει το ιξώδες στη σύνθεση και τους κατάλληλους διαλύτες για τη συμβατότητα επεξεργασίας, ιδιαίτερα όσον αφορά την ξήρανση. Άλλες οργανικές πρόσθετες ουσίες γίνονται συνήθως στη ροή κολλών ελέγχου. Χαρακτηριστικό διάστημα συγκεντρώσεων μετάλλων σύνθεσης ηλεκτροδίων από 40% σε 70% σε βάρος, με το υπόλοιπο που είναι φορέας. Οι συνθέσεις ηλεκτροδίων κατατίθενται, συνήθως από τις τεχνικές εκτύπωσης οθόνης, στα ξηρά διηλεκτρικά στρώματα, κατόπιν ξηρός για να αφαιρέσουν τους διαλύτες και να αφήσουν ένα μίγμα σκονών και ρητίνης μετάλλων από το όχημα.



Σχήμα 3.3.2.3. (a) Σήματα ECG που λαμβάνονται με παραδοσιακά ιατρικά ηλεκτρόδια, (b) και υφαντικά ηλεκτρόδια

Συμπεράσματα: Τα υφαντικά ηλεκτρόδια όπως φαίνεται στο σχ.3.3.2.3. μας δίνουν καλύτερα αποτελέσματα σε σχέση με τα παραδοσιακά ιατρικά ηλεκτρόδια. Έχουν καλύτερη και απλούστερη εφαρμογή σε σχέση με τα συμβατικά (σχ.3.3.2.1.).

## **ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4<sup>ο</sup>**

### **ΠΡΟΟΠΤΙΚΕΣ & ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ**

## 4.1. Προοπτικές εξέλιξης

### 4.1.1. Γενικές πληροφορίες

Σήμερα, τα ευφυή ενδύματα βρίσκονται υπό έρευνα κι ανάπτυξη για να καλύψουν τις ανάγκες ποικίλων ομάδων τελικών χρηστών. Παραδείγματα χρήσης των ευφυνών φορετών συστημάτων αποτελούν:

- Κατ' οίκον τηλε-παρακολούθηση χρόνιων ασθενών.
- Έλεγχος επιπέδου γλυκόζης αίματος και χορήγηση φαρμάκων στους διαβητικούς.
- Πολυπαραμετρική παρακολούθηση κι ενεργοποίηση συναγερμού σε ασθενείς με καρδιαγγειακές και πνευμονικές παθήσεις.
- Παρακολούθηση της κατάστασης του οργανισμού για πρόληψη ασθενειών.
- Καταγραφή της δραστηριότητας σε ασθενείς με νευρομυϊκές παθήσεις.
- Επιτήρηση της υγείας αθλητών, δηλαδή αθλητής μπορεί να ελέγχεται ακόμη και κατά τη διάρκεια της προπόνησης.
- Έγκαιρος εντοπισμός και διάγνωση καρδιολογικών συνδρομών.
- Παρακολούθηση της εγκυμοσύνης. Η συγκεκριμένη χρήση έχει ιδιαίτερη σημασία για τις εγκύους που βρίσκονται σε μεγάλη απόσταση από εξεταστήριο ή νοσοκομείο. Ακόμα, σε δύσκολες περιπτώσεις εγκυμοσύνης κατά τις οποίες οι έγκυες πρέπει να παραμένουν κλινήρεις ή να αποφεύγουν τις μετακινήσεις, τα φορετά συστήματα παρακολούθησης δίνουν σημαντική βοήθεια.
- Παρακολούθηση ατόμων που παθαίνουν κρίσεις επιληψίας.
- Παρακολούθηση της στάσης του σώματος που κυρίως αφορά ανήμπορους και ηλικιωμένους ανθρώπους ή με μειωμένη κινητικότητα που ζουν μόνοι τους και εκπομπή συναγερμού σε περίπτωση πτώσης (fall detector). [6]

Τα φορετά συστήματα μπορούν επίσης να χρησιμοποιηθούν για παρακολούθηση και άλλων ομάδων πληθυσμού χωρίς απαραίτητα να είναι ασθενείς. Συγκεκριμένα, ομάδες που εκτελούν εργασίες ιδιαίτερα επικίνδυνες για την υγεία τους (όπως πυροσβέστες, συγκολλητές μετάλλων, εργάτες ναυπηγείων κλπ) αλλά και ομάδες που η φύση της δουλειάς τους απαιτεί συνεχή έλεγχο από τον διοικητή της ομάδας όπως ειδικές αποστολές

του στρατού, πιλότους αεροσκαφών κλπ. Περαιτέρω ανάλυση για τις συγκεκριμένες ομάδες θα γίνει παράλληλα με την περιγραφή του χρησιμοποιούμενου ειδικού φορετού συστήματος.

Για να χρησιμοποιηθεί ένα φορετό σύστημα υγείας με επιτυχία πρέπει να πληρούνται ένα πλήθος προδιαγραφών τόσο από το ίδιο όσο και από τους άμεσα εμπλεκόμενους. Ακόμα πρέπει να αντιμετωπιστούν αρκετά ζητήματα που θα επιτρέψουν την ανάπτυξη κι εμπορική χρήση των φορετών συστημάτων από το χώρο της υγείας.

Η έρευνα στις υφαντικές ίνες, τους αισθητήρες και την κινητή επικοινωνία που ενσωματώθηκαν στην τηλεϊατρική, στοχεύουν στην ανάπτυξη των ευφών συστημάτων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν στην ιατρική, στον αθλητισμό καθώς και στα σώματα ασφαλείας. Καθώς εξελίσσεται η τεχνολογία των φορετών συστημάτων και των παραμέτρων που την απαρτίζουν, στο μέλλον θα μπορούμε να προλαμβάνονται καταστάσεις, να υποστηρίζονται οι διαδικασίες αποκατάστασης του ασθενούς καθώς και να επιτηρείται η κατάσταση ενός εργαζομένου κάτω από συνθήκες υψηλού κινδύνου. Θα εξασφαλίζεται η αποτελεσματική παρακολούθηση κατά τη διάρκεια των καθημερινών δραστηριοτήτων και της σωματικής άσκησης. Για να γίνει αυτό θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν πάνω στο έξυπνα ένδυμα μας επιπλέον βιοαισθητήρες ώστε το ένδυμα να ελέγχει ακόμη περισσότερες λειτουργίες του σώματος. [6]

#### 4.1.2. Προδιαγραφές εξέλιξης και λύσεις

Παρακάτω αναλύονται οι προδιαγραφές που πρέπει να πληρεί το έξυπνο ένδυμα μας για την σωστή και καλύτερη λειτουργία του καθώς και την προσιτή του χρήση.

1. Ένα ευφρές ένδυμα πρέπει να είναι ελαφρύ και άνετο. Άλλωστε, ένας από τους στόχους της χρησιμοποίησής τους είναι ο περιορισμός της δυσφορίας που αισθάνονται οι ασθενείς στα νοσοκομεία. Για αυτό το λόγο και επιλέξαμε μια ελαστική μπλούζα η οποία και διαυκολύνει τον χρήστη στην κίνηση. Έτσι και ο όγκος του συστήματος δεν πρέπει να ξεπερνά τον όγκο της μπλούζας.
2. Η κατανάλωση ενέργειας πρέπει να είναι μικρή και οι πηγές ενέργειας που τροφοδοτούν το σύστημα θα πρέπει να περιέχονται στο σύστημα ή αν απαιτείται φόρτιση, αυτή θα πρέπει να γίνεται εύκολα, γρήγορα και να επιτυγχάνει τη μέγιστη δυνατή αυτοδυναμία του συστήματος, έτσι ώστε ο χρήστης να μην είναι δέσμιος της πηγής φόρτισης. Μια λύση σε αυτό το πρόβλημα είναι η χρήση ηλιακού



- φορτιστή, ώστε ο χρήστης να έχει την επιλογή να φορτίσει το σύστημα ακόμη και αν βρίσκεται σε εξωτερικό χώρο.
3. Το κόστος του φορετού συστήματος θα πρέπει να είναι μικρό. Προς αυτή την κατεύθυνση μια λύση είναι και η μίσθωση του συστήματος. Δηλαδή, για παράδειγμα ένα νοσοκομείο να διαθέτει έναν αριθμό συστημάτων και να τα παρέχει στους χρήστες επί μισθώσει. Επιπλέον, βελτίωση κατά την εφαρμογή των υπάρχοντων συστημάτων μπορεί να γίνει και με περιοδική διάθεση των συστημάτων. Δηλαδή, το νοσοκομείο μιας περιοχής να χρησιμοποιεί τα διαθέσιμα συστήματα ώστε να παρακολουθεί συγκεκριμένους χρήστες όχι σε μόνιμη βάση αλλά περιοδικά, κάνοντας έτσι ένα είδος check up, πχ. μία εβδομάδα το δίμηνο. Βέβαια, το θέμα του κόστους των φορετών συστημάτων αποτελεί ίσως τον βασικότερο λόγο που ακόμα δε χρησιμοποιούνται ευρέως, αλλά η συνεχής έρευνα κι ανάπτυξή τους στέλνει ελπιδοφόρα μηνύματα. Εξάλλου, έχει παρατηρηθεί ότι ακριβές τεχνολογίες του παρελθόντος όπως στον τομέα της κινητής τηλεφωνίας σήμερα έχουν καταστεί προσβάσιμες και χρησιμοποιούνται από το ευρύ κοινό.
  4. Ένα φορετό σύστημα παρακολούθησης πρέπει να είναι απλό στη χρήση, μιας και θα χρησιμοποιηθεί και από άτομα ηλικιωμένα, ανήμπορα ή μη εξοικειωμένα με τεχνολογίες τέτοιου επιπέδου.
  5. Κυρίως όμως ένα φορετό σύστημα παρακολούθησης πρέπει να είναι ασφαλές για την υγεία του χρήστη. Γι' αυτό πρέπει να είναι πολύ καλά ελεγμένο ώστε να εξαλειφθεί η πιθανότητα επιπλοκών στον οργανισμό του χρήστη. Για αυτό και κάνουμε έρευνα ώστε το σύστημα της μπλούζας να έχει αδιάβροχες δυνατότητες.
  6. Ένα φορετό σύστημα θα πρέπει να έχει ενσωματωμένη ικανότητα επεξεργασίας και ενεργοποίησης συναγερμού καθώς και να είναι σε θέση να διατηρεί αδιάκοπη σύνδεση με ένα ιατρικό κέντρο λήψης είκοσι τέσσερις (24) ώρες την ημέρα.
  7. Επιπροσθέτως, πρέπει να είναι αρκετά ανθεκτικά σε συνθήκες καταπόνησης και αρκετά ανεκτικά σε ότι αφορά λανθασμένη χρήση.
  8. Ένα χαρακτηριστικό των φορετών συστημάτων παρακολούθησης πρέπει να είναι και η συνολική συνδεσιμότητα (τηλε-παρακολούθηση, τηλε-ενεργοποίηση, τηλε-απενεργοποίηση, έλεγχος καλής λειτουργίας από μακριά). [6]

Πέραν όμως των προδιαγραφών του ενδύματος θα πρέπει να πληρούνται και οι σωστές προδιαγραφές στο κομμάτι της τηλεματικής, τηλεϊατρικής και τηλεφροντίδας. Δηλαδή ο

υπόλοιπος εξοπλισμός μεταφοράς της πληροφορίας (τους Η/Υ και τα δίκτυα μετάδοσης και λήψης των δεδομένων που θα συλλέγονται από τα φορετά συστήματα και το προσωπικό που θα τα παρακολουθεί και θα τα υποστηρίζει).

Το αρμόδιο προσωπικό θα πρέπει να είναι εξειδικευμένο στην εφαρμοζόμενη τεχνολογία, ούτως ώστε να μπορεί να αξιοποιήσει τις πληροφορίες του συστήματος. Για να επιτευχθεί αυτό θα μπορούσε να ακολουθηθεί η παρακάτω λογική.

Εντός νοσοκομείων ή ιατρικών κέντρων να υπάρχει μία θέση ελέγχου η οποία με τον ανάλογο εξοπλισμό να παρακολουθεί τα εισερχόμενα δεδομένα. Οι χειριστές των Η/Υ θα πρέπει να είναι γνώστες του αντικειμένου με την ανάλογη βέβαια εκπαίδευση και εξειδίκευση. Οι απαιτούμενοι γιατροί δε θα πρέπει κι αυτοί να μπορούν να χρησιμοποιήσουν την εισερχόμενη πληροφορία και να λάβουν έγκαιρα την βέλτιστη απόφαση για την υγεία του ασθενούς.

Σε περίπτωση εισερχόμενου συναγερμού, θα πρέπει να ειδοποιείται γρήγορα κι άμεσα το τμήμα εκτάκτων περιστατικών με την προϋπόθεση βέβαια να είναι εύκολη η πρόσβαση κι εύρεση των ιατρικών δεδομένων του ασθενή ήτοι ιστορικό και προηγούμενες μετρήσεις. Το τελευταίο θα διευκολυνθεί πολύ με την δημιουργία και διατήρηση με διαρκή ενημέρωση ιατρικών ηλεκτρονικών φακέλων.

Επίσης, διαθέσιμο θα πρέπει να είναι εξειδικευμένο προσωπικό που θα επισκέπτεται τους ασθενείς, θα ελέγχει τα συστήματα, θα τα συντηρεί και θα επιλαμβάνεται τυχόν βλάβες. Όσον αφορά τη χώρα μας, τον παραπάνω ρόλο θα μπορούσαν να τον αναλάβουν οι υπάλληλοι του προγράμματος των Δήμων «Βοήθεια στο σπίτι» αφού βέβαια λάβουν την ανάλογη ενημέρωση, καθοδήγηση κι εκπαίδευση.

#### **4.1.2. Προοπτικές επέκτασης και βιοαισθητήρες**

Το έξυπνο ένδυμα το οποίο αναφέρεται στην συγκεκριμένη εργασία έχει πολλές προοπτικές επέκτασης ώστε να πραγματοποιεί ακόμη περισσότερες λειτουργίες και να καλύπτει μεγαλύτερο φάσμα ασθενών. Θα μπορούσαν για παράδειγμα να χρησιμοποιηθούν περισσότεροι αισθητήρες με διαφορετικές λειτουργίες από τους ήδη υπάρχοντες.

Μια λύση στον παραπάνω προβληματισμό είναι οι βιοαισθητήρες. Χρήσιμοι βιοαισθητήρες είναι οι αισθητήρες μηχανικών μεγεθών (όπως μήκος, μετατόπιση, επιφάνεια, όγκος, δύναμη, πίεση, υπέρηχοι κ.α.), οι αισθητήρες ηλεκτρικών μεγεθών (όπως διαφορά δυναμικού, ένταση ρεύματος, συχνότητα, αντιστάσεις επαγωγική ή

χωρητική ή ωμική), οι οπτικοί αισθητήρες (οπτικά μεγέθη: μήκος κύματος, συντελεστής σκέδασης, απορρόφησης κ.α.) και οι αισθητήρες θερμοκρασίας. Μια διάκριση ακόμη των αισθητήρων είναι σε επεμβατικούς και μη επεμβατικούς (αναίμακτους) αισθητήρες. Οι πλέον κατάλληλοι αισθητήρες για τα φορετά συστήματα υγείας είναι οι μη επεμβατικοί ή αναίμακτες μέτρησης, διότι παρέχουν τη δυνατότητα παρακολούθησης των φυσιολογικών λειτουργιών αλλά και των καθημερινών δραστηριοτήτων και συμπεριφοράς, προσφέροντας ακίνδυνες μετρήσεις, άνεση και προστασία από μολύνσεις. Οι αναίμακτοι φορετοί αισθητήρες μπορούν να εφαρμοστούν στο σώμα ή κοντά σ' αυτό και να μετρήσουν έναν αριθμό παραμέτρων. Η μέτρηση ενός βιοϊατρικού μεγέθους πραγματοποιείται με τον ακόλουθο τρόπο. Το φυσικό αίτιο επιδρά στον αισθητήρα ο οποίος αλλάζει κάποια ηλεκτρικά χαρακτηριστικά (μεταβολή ηλεκτρικού σήματος). Το σήμα επεξεργάζεται αναλογικά δηλαδή ενισχύεται, φιλτράρεται και κατόπιν μετατρέπεται σε ψηφιακό με τη χρήση του κατάλληλου μετατροπέα (Analog to Digital Converter). Τέλος, το υπολογιστικό σύστημα αναλαμβάνει την επεξεργασία, την αποθήκευση και την ένδειξη του μέτρου του φυσικού αιτίου.

Έτσι πέραν της μέτρησης της θερμοκρασίας του σώματος και τον παλμών της καρδιάς μπορούμε να τοποθετήσουμε περαιτέρω αισθητήρες. Κάποιες από τις επεκτάσεις που θα μπορούσαν να υλοποιηθούν, καθώς και λύσεις για την υλοποίησή τους στο ένδυμα είναι οι παρακάτω:

- Μέτρηση αρτηριακής πίεσης. Η αρτηριακή πίεση μπορεί να μετρηθεί μη επεμβατικά με τρεις κυρίως μεθόδους. Η κλασική μέθοδος έμμεσης μέτρησης πίεσης αίματος γίνεται με τη χρήση ενός μανικετιού που φουσκώνει πάνω από το άκρο που περιέχει την αρτηρία και ενός μανομέτρου. Η διάταξη αυτή αποτελεί το σφυγμόμανόμετρο. (Μέθοδος Riva – Rocci). Η αρτηριακή πίεση μπορεί να μετρηθεί με τη χρήση υπερήχων, όπου ένας Doppler αισθητήρας ανιχνεύει την κίνηση των αγγειακών τοιχωμάτων σε διάφορες καταστάσεις αποκλεισμού της αρτηρίας. Τέλος, υπάρχει η μέθοδος Penaz, η οποία χρησιμοποιεί έναν φωτοηλεκτρικό πληθυσμογράφο και ένα μανικέτι που φουσκώνει με αέρα γύρω από ένα δάχτυλο χεριού. Το σημείο, στο οποίο η εξωτερική πίεση, η οποία ασκείται στο δάχτυλο έτσι ώστε να μεταδίδεται στα υποκείμενα αγγεία και προσεγγίζει την εσωτερική πίεση, καθορίζεται και στη συνέχεια μια γρήγορα αποκρινόμενη αντλία διατηρεί την πίεση στο μανικέτι έτσι ώστε η διαφορά τάσης

μεταξύ του εσωτερικού και του εξωτερικού αρτηριακού τοιχώματος να παραμένει μηδέν. Οι πιέσεις μανικετιού αντιπροσωπεύουν τη συνολική, μέση και διαστολική πίεση. Με τη συνεισφορά του Wesseling et al. οι οποίοι υλοποίησαν τη μέθοδο Penaz στην Finapres (FINger Arterial Pressure) έχει γίνει πλέον δυνατή η μέτρηση συνεχούς αρτηριακής πίεσης μη επεμβατικά σε κλινικό περιβάλλον. Είναι δε και η πλέον κατάλληλη για ένα φορητό βιοϊατρικό σύστημα.

- Οξυμετρία. Είναι μία αναίμακτη μέθοδος όπου μετρείται ο κορεσμός του Οξυγόνου του αρτηριακού αίματος κι έτσι ελέγχουμε έμμεσα αν υπάρχει υποξυγοναιμία ή αναπνευστική ανεπάρκεια. Συγκεκριμένα η παλμική οξυμετρία είναι μια απλή μη επεμβατική μέθοδος που παρά τους περιορισμούς της συμβατικής μορφής της, αποτελεί τη σημαντικότερη καινοτομία στην συνεχή παρακολούθηση της οξυγόνωσης του αρτηριακού αίματος, υπολογίζοντας το ποσοστό της αιμοσφαιρίνης (Hb) που είναι κορεσμένη με οξυγόνο.
- Λήψη υπερήχων. Η λήψη υπερηχογραφήματος αποτελεί πολύ χρήσιμη μέτρηση τόσο κατά τη διάρκεια της εγκυμοσύνης όσο και για την διάγνωση και έλεγχο πολλών άλλων παθήσεων για παράδειγμα υπέρηχοι νεφρών, ήπατος, στομάχου, καρδιάς κλπ. Το υπερηχογράφημα βασίζεται στην εκπομπή και λήψη υπερήχων από ειδικές συσκευές τους μετατροπείς. Ο μετατροπέας (transducer) μετατρέπει ηλεκτρικά σήματα σε κύματα πίεσης τα οποία διαδίδονται μέσα στο μέσο διάδοσης (δημιουργία υπερήχων) και παράγει το ηλεκτρικό αντίστοιχο οποιασδήποτε λαμβανόμενης ακουστικής κυματομορφής (λήψη υπερήχου). Στις μέρες μας, είναι πλέον διαθέσιμα φορητά συστήματα λήψης υπερηχογραφήματων τα οποία με την ανάλογη εξέλιξη και προσαρμογή μπορούν να προσαρτηθούν και στο έξυπνο ένδυμα μας.
- Μέτρηση αναπνοών. Η χρήση πιεζοηλεκτρικών αισθητήρων τοποθετημένων σε κατάλληλα σημεία στο θώρακα και στο διάφραγμα μπορεί να δώσει μια αρκετά ακριβή εικόνα του ρυθμού των αναπνοών και έχει ήδη εφαρμοστεί από διάφορα φορητά βιοϊατρικά συστήματα. Στα πιεζοηλεκτρικά υλικά δημιουργείται μια τάση στα άκρα του όταν εφαρμοσθεί σε αυτά μια μηχανική πίεση κι αντίστροφα. Τέτοια υλικά είναι οι γνωστοί κρύσταλοι.
- Ηλεκτρομυογράφημα. Το ηλεκτρομυογράφημα (EMG-HΜΓ) είναι μια τεχνική καταγραφής των αλλαγών του ηλεκτρικού δυναμικού του μυός, όταν διεγείρεται για συστολή. Είναι δηλαδή το αλγεβρικό άθροισμα όλων των

συμπεριλαμβανομένων δυναμικών δράσης των κινητικών μονάδων ενός μυ, τα οποία μεταδίδονται κατά μήκος των μυϊκών ινών. Τοποθετώντας δύο ηλεκτρόδια στην επιφάνεια του δέρματος, πάνω από τον αντίστοιχο μύ είναι δυνατή η ηλεκτρική καταγραφή της διέγερσής του. Για να είναι δυνατή η καταγραφή των μυοηλεκτρικών σημάτων, ο ηλεκτρομυογράφος θα πρέπει να αποτελείται από ένα τμήμα που λαμβάνει, ενισχύει και καταγράφει το μυοηλεκτρικό σήμα και ένα δεύτερο που θα επεξεργάζεται, θα φιλτράρει και θα τροποποιεί τη μορφή του μυοηλεκτρικού σήματος, καθιστώντας δυνατή την εξαγωγή χρήσιμων συμπερασμάτων από αυτό.

- Μέτρηση διαβήτη. Έπειτα από έρευνες που πραγματοποιήθηκαν στο πανεπιστήμιο του USC San Diego, τον Ιούλιο του 2010, δημοσιεύτηκε η ανακοίνωση μιας καινοτομίας. Η ομάδα του καθηγητή David Gough σε συνεργασία με την εταιρία GlySens ανέπτυξε ένα σύστημα εμφυτευόμενων αισθητήρων γλυκόζης οι οποίοι ελέγχουν συνεχώς τη γλυκόζη στους ιστούς και εκπέμπουν την πληροφορία σε εξωτερικό δέκτη. Οι δοκιμές σε ανθρώπους έχουν ήδη ξεκινήσει και σε μερικά χρόνια, αν όλα πάνε καλά, αυτή η συσκευή θα είναι διαθέσιμη με ιατρική συνταγή. Ο αισθητήρας είναι ηλεκτροενζυματικός και προορίζεται για συνεχή παρακολούθηση έτσι ώστε να ρυθμίζεται με μεγάλη ακρίβεια η ποσότητα και η χρονική στιγμή της δόσης, μειώνοντας έτσι τον κίνδυνο της υπερβολικής δόσης και το επακόλουθο της υπογλυκαιμίας. Ο αισθητήρας που χρησιμοποιήθηκε έχει διάμετρο περίπου 1,5 ίντσα και πάχος 5/8 της ίντσας, ενώ μπορεί να εμφυτευτεί με μία απλή διαδικασία χωρίς να χρειάζεται εισαγωγή στο νοσοκομείο. Οι αισθητήρες αυτοί στέλνουν τις πληροφορίες σε ένα καταγραφέα δεδομένων με μέγεθος όσο ένα κινητό τηλέφωνο, αλλά ο δέκτης των δεδομένων θα μπορούσε να είναι και το ίδιο το κινητό τηλέφωνο.

- Αγωγιμότητα δέρματος. Η Affectiva (επιχείρηση που ξεκίνησε από ερευνητές του Affective Lab του MIT) δημιούργησε έναν αισθητήρα ο οποίος μετρά τη συναισθηματική φόρτιση μέσω της αγωγιμότητας του δέρματος, η οποία αυξάνεται σε καταστάσεις έξαψης, συγκέντρωσης ή άγχους και μειώνεται κατά τη χαλάρωση. Είναι δυνατό να φορεθεί στο χέρι ή τον αστράγαλο και να καταγράφει τις αλλαγές στην αγωγιμότητα του δέρματος ανάλογα με τα επίπεδα έντασης και άγχους που μπορεί να έχει ο εξεταζόμενος κατά την άσκηση. Διαθέτει ασύρματο σύστημα μετάδοσης της συλλεγόμενης πληροφορίας,

επαναφορτιζόμενες μπαταρίες που διαρκούν 24 ώρες και συνοδεύεται από λογισμικό για την εύκολη εμφάνιση, σύγκριση και επεξεργασία των δεδομένων. Ήδη χρησιμοποιείται σε διάφορες έρευνες από επιστήμονες, που έχουν να κάνουν με διαταραχές φόβου (πανεπιστήμιο BU) ή με την αντίδραση παιδιών με αυτισμό σε διάφορα ερεθίσματα (University of Notre Dame). [12]

Για να γίνουν οι παραπάνω προσθήκες θα πρέπει να γίνουν σχετικές μελέτες ώστε να πληρούνται και οι κατάλληλες προδιαγραφές (ενότητα 4.1.1) για την εξέλιξη του ενδύματος σε αυτό το επίπεδο.

## 4.2. Συμπεράσματα

Με την ολοκλήρωση αυτού του έξυπνου ενδύματος, και βρίσκοντας τις κατάλληλες λύσεις σε θέματα που ήταν εμπόδιο τόσα χρόνια στον τομέα των φορετών ενδυμάτων, θα βελτιωθεί ο τομέας της ιατρικής, και η ποιότητα αντιμετώπισης διαφόρων ασθενειών.

Η τρέχουσα πρωτοποριακή έρευνα στις υφαντικές ίνες, τους βιοϊατρικούς αισθητήρες και την κινητή επικοινωνία που ενσωματώθηκαν στην τηλεϊατρική, στοχεύουν στην ανάπτυξη του ευφυούς βιοϊατρικού ιματισμού (intelligent biomedical clothing). Τα ευφυή ενδύματα θα μπορέσουν να ξεπεράσουν τους περιορισμούς των υπάρχοντων φορετών συστημάτων ενώ θα είναι σε θέση να υποστηρίζουν τις διαδικασίες αποκατάστασης του ασθενούς ή να επιτηρούν την κατάσταση ενός εργαζόμενου κατά την εκτέλεση μιας εργασίας υψηλού κινδύνου. Ακόμα, θα εξασφαλίσουν αποτελεσματική παρακολούθηση κατά τη διάρκεια των καθημερινών δραστηριοτήτων και της σωματικής άσκησης. Θα μπορούσαν τέλος, να ενεργοποιούν συναγερμούς και να μεταδίδουν αυτόματα κλινικά αξιοποιήσιμα στοιχεία.

Το σημαντικό είναι ότι τέτοιου είδους προγράμματα υποστηρίζονται από την Ε. Ε. για να επεκταθούν ακόμη περισσότερο. Με τις κατάλληλες ενέργειες μπορεί να υπάρξει υποστήριξη ώστε να εξελιχθούν με τον καλύτερο δυνατό τρόπο.

Η τεχνολογία αυτή είναι το μέλλον στο τομέα της τηλεϊατρικής. Η προσωπική μου άποψη είναι ότι μετά από λίγα χρόνια και με την εξέλιξη που υπάρχει στην τεχνολογία, την έρευνα και την βιομηχανία, θα μπορεί ο χρήστης να προμηθεύεται τα φορετά συστήματα από την αγορά ή από εξειδικευμένα κέντρα και σε συνενόηση με τον αρμόδιο ιατρό ή ιατρικό κέντρο θα ελέγχεται η κατάσταση της υγείας του. Δυστυχώς ίσως να μην έχει την εξέλιξη που θα θέλαμε να δούμε στην Ελλάδα, λόγω του βιοτικού επιπέδου και των προβλημάτων που υπάρχουν στη χώρα μας. Οι χρηματοδοτήσεις των ερευνών στο τομέα αυτό είναι ανεπαρκείς έως μηδαμινές πλέον, έτσι χάνεται πολύτιμος χρόνος από την εξέλιξη και την ανάπτυξη αυτής της έρευνας.

## Βιβλιογραφία

- (1) <http://www.serresbiz.com/method-www/attach/Thlematiki.htm>
- (2) **Τσινάκος Αύγουστος** Τηλεματική Βασικές αρχές και έννοιες // Τηλεματική. - Καβάλα : ΑΤΕΙ Καβάλας, 22 2 2012.
- (3) **Μαρία Κουτσολιάκου** Διπλωματική εργασία // Οι δομές τηλεϊατρικής στην Ελλάδα και η επάρκεια τους απέναντι στις ανάγκες των ασθενών με χρόνιες παθήσεις. - Πάτρα : Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Ιατρικής, 2009.
- (4) **Νικόλαος Βενιέρης** Η χρήση και οι εφαρμογές της Ευρυζωνικότητας στις σύγχρονες υπηρεσίες υγείας. - Μάϊος : Πανεπιστήμιο Πατρών, Πληροφορική επιστημών ζωής, 2009.
- (5) **Κουτεντάκης Γιάκας** Έξυπνες ίνες και ρούχα. - [s.l.] : ΕΤΑΚΕΙ.
- (6) **Κων/νος Παπαγιάννης** Διπλωματική εργασία // Ευφυή φορετά συστήματα υγείας και υπηρεσίες υγείας για τον πολίτη. - Αθήνα : Ε.Μ.Π., 2011.
- (7) <http://www.vivometrics.com/>
- (8) <http://www.wealthy.gr/>
- (9) [http://library.tee.gr/digital/m2135/m2135\\_fotiadis.ppt](http://library.tee.gr/digital/m2135/m2135_fotiadis.ppt)
- (10) <http://www.csem.ch/sfit/html/projects.html>
- (11) <http://www.lifebelt.eu.com/>
- (12) **Γεώργιος Τσιμικλής** Διπλωματική εργασία // Χρήση βιοαισθητήρων στην τηλεϊατρική. - Πάτρα : Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Ηλεκτολόγων μηχανικών & Τεχνολογίας υπολογιστών, 2011
- (13) <http://technologe.in.pathfinder.gr/healthwear>
- (14) **Ανδρέα Κούκια** Διπλωματική εργασία // Ανάπτυξη εφαρμογών Τηλεϊατρικής με βιοσήματα. – Πάτρα : Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Ηλεκτολόγων μηχανικών & Τεχνολογίας υπολογιστών, 2009
- (15) **Κολοβού Λαμπρινή** Διδακτορική διατριβή // Μοντελοποίηση και υλοποίηση συστήματος μηνυματοδοσίας για υπηρεσίες τηλεματικής στο χώρο της υγείας. – Πάτρα : Πανεπιστήμιο Πατρών, Τμήμα Ηλεκτολόγων μηχανικών & Τεχνολογίας υπολογιστών, 2007
- (16) <http://www.adamopoulos.dot.gr/telematics-general.htm>



- (17) **A.Tzerachglou, G.Priniotakis, I.Chronis, E.Kapsalis, A.Peppas, E.Gyalinou, D.Piromalis, D.Tseles, L.Karamparmpas** International Scientific Conference eRA-5 // Section 72: Development of conductive threads using experimental laboratory device – Pireaus : TEI of Piraeus, 2011
- (18) **G.Priniotakis, E.Kapsalis, D.Tseles, A.Tzerachglou, I.Chronis, D.Piromalis**, Proceedings of SynEnergy Forum-1 // Section 27: Esthis-Wearable electronics-Dress of Success – Pireaus : TEI of Piraeus, 2009
- (19) **P.Westbroek, G.Priniotakis, I.Chronis, D.Tseles**, International Scientific Conference eRA-2 // Section 22: Metallization of synthetic fibers by nickel – Pireaus : TEI of Piraeus, 2008