

Ατομική Διπλωματική Εργασία

**ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΤΗΛΕΪΑΤΡΙΚΗΣ ΓΙΑ
ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΕΠΕΙΓΟΝΤΩΝ ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΩΝ**

ΣΠΥΡΟΣ ΜΙΛΤΙΑΔΟΥΣ

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ



ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Μάιος 2010

Ατομική Διπλωματική Εργασία

**ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΣΥΣΤΗΜΑΤΟΣ ΤΗΛΕΪΑΤΡΙΚΗΣ ΓΙΑ
ΠΑΡΑΚΟΛΟΥΘΗΣΗ ΕΠΕΙΓΟΝΤΩΝ ΠΕΡΙΣΤΑΤΙΚΩΝ**

Σπύρος Μιλτιάδους

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ



ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Μάιος 2010

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ

Ανάπτυξη συστήματος τηλεϊατρικής για παρακολούθηση επειγόντων περιστατικών

Σπύρος Μιλτιάδους

Επιβλέπων Καθηγητής
Χρίστος Σχίζας

Η Ατομική Διπλωματική Εργασία υποβλήθηκε προς μερική εκπλήρωση των απαιτήσεων απόκτησης του πτυχίου Πληροφορικής του Τμήματος Πληροφορικής του Πανεπιστημίου Κύπρου

Μάιος 2010

Ευχαριστίες

Αρχικά θα ήθελα εκφράσω ένα μεγάλο ευχαριστώ και μια βαθιά ευγνωμοσύνη στην οικογένεια μου και ειδικότερα στους γονείς μου Μιχάλη και Ελένη, στην αδερφή μου Θέκλα για την θερμή υποστήριξη που μου παρείχαν όλα αυτά τα χρόνια.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τους καθηγητές κ. Κωνσταντίνο Παττίχη και κ. Ευθύβουλο Κυριάκου για την καθοδήγηση και τις συμβουλές που μου παρείχαν καθ' όλη τη διάρκεια ανάπτυξης αυτού του έργου.

Τέλος, αφιερώνω αυτό το έργο σ' όλους τους Αγίους και Πατέρες της Ορθόδοξης Χριστιανικής Εκκλησίας.

Περίληψη

Η διπλωματική εργασία στηρίζεται στην σχεδίαση και ανάπτυξη πληροφοριακού συστήματος τηλεϊατρικής. Συγκεκριμένα, το σύστημα αυτό έχει ως πρωτεύων στόχο την άμεση παροχή ιατρικής φροντίδας ασθενών από ειδικευμένους ιατρούς σε επείγοντα περιστατικά κάθε φύσεως.

Το εν λόγω πληροφοριακό σύστημα είναι υλοποιημένο για να λειτουργεί σε περιβάλλον Microsoft Windows και το τελικό προϊόν θα εγκατασταθεί στο Νοσοκομείο Πάφου στο τμήμα επειγόντων περιστατικών όπου οι υπεύθυνοι ιατροί χρησιμοποιώντας το σύστημα θα μπορούν να παρέχουν ιατρικές συμβουλές για την έγκαιρη θεραπεία ασθενών που βρίσκονται σε απομακρυσμένη περιοχή.

Αξίζει να σημειωθεί ότι το σύστημα υλοποιήθηκε επιτυχώς αφού έγινε έλεγχος των αποτελεσμάτων βάσει σεναρίων με προσομοιωμένες εισόδους. Σε κάθε φάση του κύκλου ανάπτυξης του συστήματος διεξαγόταν επαλήθευση και επικύρωση πριν την έναρξη της επόμενης φάσης. Η ορθότητα, ακεραιότητα, ευχρηστία και αξιοπιστία αποτέλεσαν εξίσου σημαντικοί παράμετροι κατά τη διάρκεια ανάπτυξης του συστήματος γιατί το σύστημα τυγχάνει μεγάλου βαθμού σοβαρότητας (high-risked) λόγω του ότι έχει να κάνει με την ανθρώπινη υγεία αλλά επιπλέον γιατί λειτουργεί σε πραγματικό χρόνο (real-time). Όσον αφορά την συντήρηση και την προσαρμοστικότητα, λήφθηκαν σοβαρά υπόψη γι' αυτό χρησιμοποιήθηκε μοντέρνα υψηλού επιπέδου γλώσσα προγραμματισμού έτσι ώστε να μπορεί το σύστημα να επεκταθεί εύκολα με περισσότερες λειτουργίες σε μελλοντικό στάδιο.

Ο έμπειρος ιατρός θα χρησιμοποιεί το σύστημα για να αιτείται και να ανακτά τις ιατρικές πληροφορίες του σχετίζονται με την κατάσταση του ασθενή όπως βιολογικά σήματα μέσω συμβατής διαδικτυακής σύνδεσης (ADSL/ISDN) ή κινητικής τηλεφωνικής σύνδεσης (GSM) που να υποστηρίζει σχετικά γρήγορο ρυθμό μετάδοσης των δεδομένων.

Μετά την διεκπεραίωση των στόχων, απαιτήσεων και προδιαγραφών που τέθηκαν, θέλουμε να πιστεύουμε ότι το σύστημα θα χρησιμοποιηθεί σε τέτοιο βαθμό που να υποβοηθήσει αποτελεσματικά τον τομέα της ιατρικής και της υγείας.

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1	Εισαγωγή.....	1
1.1	Τηλεϊατρική	1
1.2	Στατιστικά στοιχεία	4
1.3	Πρωτεύον Στόχος	7
1.4	Γρήγορη Ανασκόπηση	7
Κεφάλαιο 2	Ανάλυση Απαιτήσεων.....	9
2.1	Στόχος	10
2.2	Απαιτήσεις Χρηστών	12
2.2.1	Αποτελέσματα-Απαιτήσεις Χρήστη	13
2.2.2	Συμπεράσματα	14
2.2.2.1	Απαιτήσεις σταθμού τηλεϊατρικής	14
2.2.2.2	Απαιτήσεις σταθμού βάσης	16
2.3	Απαιτήσεις Συστήματος	16
2.3.1	Διαπροσωπεία	16
2.3.1.1	Γενικά χαρακτηριστικά	16
2.3.1.2	Επίδειξη βιοσημάτων	17
2.3.1.3	ΗΚΓ	18
2.3.1.4	ΕΑΠ	19
2.3.1.5	Οξυμετρία	19
2.3.1.6	ΜΕΑΠ	19
2.3.1.7	Θερμοκρασία	20
2.3.1.8	Συναγερμοί	20
2.3.1.9	Επικοινωνία	21
2.3.1.10	Απεικόνιση	21
2.3.2	Μετάδοση στοιχείων	22

2.3.3 Πλατφόρμα Συστήματος	22
2.3.4 Ευελιξία Συστήματος	23
2.3.5 Ανάγκες Συστήματος	24
Κεφάλαιο 3 Ανάλυση Προδιαγραφών.....	26
3.1 Εισαγωγή	26
3.2 Προδιαγραφές	28
3.2.1 Σταθμός Τηλεϊατρικής	28
3.2.1.1 Επιλογή Εξοπλισμού	32
3.2.2 Σταθμός Βάσης	36
3.2.2.1 Επιλογή Εξοπλισμού	39
Κεφάλαιο 4 Αναλυτική Σχεδίαση.....	40
4.1 Εισαγωγή	42
4.2 Σενάρια λειτουργίας	43
4.2.1 Υποστήριξη διάγνωσης	44
4.2.2 Κατ' οίκον νοσηλεία	47
4.2.3 Μονάδες Εντατικής Θεραπείας (ΜΕΘ)	47
4.3 Μοντέλο Συστήματος	48
4.4 Λειτουργίες συστήματος	49
4.4.1 Σταθμός Τηλεϊατρικής	49
4.4.1.1 Λειτουργίες ελέγχου συνδέσεων δικτύου	50
4.4.1.2 Λειτουργίες ελέγχου σύνδεσης μόνιτορ	52
4.4.1.3 Λειτουργίες ελέγχου εντολών από/προς σταθμό βάσης	55
4.4.1.4 Λειτουργίες αποστολής δεδομένων, βιοσημάτων	56
4.4.1.5 Γενικές λειτουργίες συντονισμού	61
4.4.2 Σταθμός βάσης	63
4.4.2.1 Υποσύστημα Τηλεϊατρικής	63
4.4.2.1.1 Λειτουργίες ελέγχου συνδέσεων δικτύου	64

4.4.2.1.2 Λειτουργίες ελέγχου λήψης/απεικόνισης	66
4.4.2.1.3 Λειτουργίες ελέγχου εντολών	69
4.4.2.1.4 Γενικές λειτουργίες συντονισμού	71
4.5 Πρωτόκολλο επικοινωνίας πελάτη – εξυπηρετητή	74
4.5.1 Γενική περιγραφή	74
4.5.1.1 Αρχικοποίηση σύνδεσης	76
4.5.1.2 Μηνύματα ελέγχου από εξυπηρετητή σε πελάτη	80
4.5.1.3 Μηνύματα ελέγχου από πελάτη σε εξυπηρετητή	82
4.5.1.4 Μηνύματα εικόνας από εξυπηρετητή σε πελάτη	84
4.5.1.5 Μηνύματα έναρξης σύνδεσης	85
4.5.1.6 Περιγραφή δομής δεδομένων βιοσημάτων	87
4.6 Αρχιτεκτονική Σχεδίαση	90
4.6.1 Διάγραμμα Use Case	90
4.6.2 Σταθμός Τηλεϊατρικής	91
4.6.2.1 Διάγραμμα κλάσεων	91
4.6.2.2 Διαγράμματα Sequence και Collaboration	100
4.6.2.2.1 Εγκαθίδρυση σύνδεσης με μόνιτορ	100
4.6.2.2.2 Διακοπή σύνδεσης με μόνιτορ	101
4.6.2.2.3 Εμφάνιση βιοσημάτων και τιμών	102
4.6.2.2.4 Εμφάνιση κατοχ. δεδομένων ασθενή	103
4.6.2.2.5 Εμφάνιση συναγερμών μόνιτορ	104
4.6.2.2.6 Σύνδεση με ψηφιακή κάμερα	105
4.6.2.2.7 Εγκαθίδρυση και έλεγχος TCP επ/νίας	106
4.6.2.3 Διάγραμμα Statechart	107
4.6.3 Σταθμός Βάσης (Ιατρού)	108
4.6.3.1 Διάγραμμα κλάσεων	108
4.6.3.2 Διάγραμμα Sequence και Collaboration	110
4.6.3.3 Διάγραμμα Statechart	111

Κεφάλαιο 5	Υλοποίηση.....	112
5.1	Εισαγωγή	113
5.2	Σταθμός Τηλεϊατρικής	115
5.2.1	Κύρια οθόνη	115
5.2.1.1	Μηνύματα λανθασμένης ενέργειας	116
5.2.1.2	Μηνύματα πληροφόρησης και ενημέρωσης χρήστη	118
5.2.1.3	Σύνδεση με το μόνιτορ	121
5.2.2	Οθόνη βιοσημάτων	123
5.2.2.1	Αποθήκευση του ΗΚΓ σε μορφή εικόνας	125
5.2.2.2	Απενεργοποίηση του ΗΚΓ1	127
5.2.2.3	Επεξεργασία παγωμένης κυματομορφής ΗΚΓ1	129
5.2.2.4	Εκτύπωση του ΗΚΓ	130
5.2.2.5	Αλλαγή απαγωγής ΗΚΓ	131
5.2.2.6	Αλλαγή κλίμακας τάσης και χρόνου του ΗΚΓ	132
5.2.2.7	Εμφάνιση/Αλλαγή συναγερμών ιατρικού μόνιτορ	136
5.2.2.8	Εμφάνιση κατοχυρωμένων δεδομένων ασθενή	141
5.2.3	Οθόνη ψηφιακής φωτογραφικής	142
5.3	Σταθμός Βάσης	145
5.3.1	Κύρια οθόνη	146
5.3.1.1	Εγκαθίδρυση TCP/IP σύνδεσης	147
5.3.1.2	Αναμετάδοση βιοσημάτων	150
Κεφάλαιο 6	Συμπεράσματα.....	152
6.1	Συμπεράσματα	152
6.2	Μελλοντική εργασία	153
Βιβλιογραφία		154
Παράρτημα Α		Α-1

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή

1.1 Τηλεϊατρική	1
1.2 Στατιστικά στοιχεία	4
1.3 Πρωτεύον Στόχος	7
1.4 Γρήγορη Ανασκόπηση	7

1.1 Τηλεϊατρική

Η Τηλεϊατρική είναι ένας τεχνολογικός κλάδος ο οποίος εξελίσσεται ραγδαία χρόνο με το χρόνο αποκτώντας έτσι περαιτέρω εμβέλεια ως προς τη χρήση και τις δυνατότητες που μπορεί να προσφέρει στην κοινωνία. Η χρησιμότητα που προσφέρει είναι αδιαμφισβήτητα υψίστης σημασίας γιατί έχει να κάνει άμεσα με την ανθρώπινη υγεία.

Αν ετυμολογήσουμε τον όρο Τηλεϊατρική θα δούμε ότι προέρχεται από την Ελληνική λέξη «τήλε» (tele) που σημαίνει εξ αποστάσεως και τη λέξη «ιατρική» (medicine).

Ένας απλός και κατανοητός ορισμός που θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί είναι ο εξής [9]:

«Τηλεϊατρική είναι η παροχή ιατρικών υπηρεσιών ακόμα και σε περιπτώσεις όπου παρεμβάλλεται απόσταση μεταξύ ασθενούς, ιατρού και άλλων εξειδικευμένων πληροφοριών και γνώσεων» [9]

Συγκεκριμένα, η Τηλεϊατρική χρησιμοποιεί τηλεματικές τεχνολογίες δηλαδή συνδυασμό υπολογιστών και επικοινωνιών προκειμένου να υποστηριχτούν οι ιατρικές υπηρεσίες Υγείας και Πρόνοιας. Ουσιαστικά, δεν είναι μια νέα μορφή ιατρικής αλλά μια μορφή τεχνολογίας που έρχεται να υποβοηθήσει σε μεγάλο βαθμό τις ανάγκες που έχει η ιατρική. Με την υιοθέτηση των τεχνολογιών αυτών εισάγεται συνάμα η ανάγκη διαμορφώσεως νέων προτύπων οργάνωσης και παροχής των ιατρικών υπηρεσιών. Υπό την έννοια αυτή η Τηλεϊατρική μπορεί να θεωρηθεί και ως οι νέες διεργασίες στον χώρο της ιατρικής και της υγείας.

Κύρια χαρακτηριστικά της τηλεϊατρικής:

- Διαχείριση των στοιχείων της ταυτότητας των ασθενών, τα οποία καταχωρούνται στον τερματικό σταθμό υπό τη μορφή καταλόγου ασθενών.
- Διαχείριση της ιατρικής πληροφορίας και οργάνωση της, σαν ένα σύνολο από απλές εξετάσεις
- Διαχείριση της ανταλλαγής ιατρικής πληροφορίας υπό τη μορφή περιστατικού
- Υψηλής ποιότητας επικοινωνίας μεταξύ χρηστών σε πραγματικό χρόνο

Βασικά Πλεονεκτήματα:

- Άμεση επικοινωνία ιατρών που βρίσκονται σε απομακρυσμένες κυρίως περιοχές για ανταλλαγή απόψεων και αντιμετώπιση έκτακτων περιστατικών.
- Δραστική μείωση του χρόνου επικοινωνίας μεταξύ Νοσοκομείων και ιατρών.
- Ελαχιστοποίηση της άσκοπης μετακίνησης των ασθενών, που συνεπάγεται μείωση κόστους.
- Αναβάθμιση των παρεχομένων υπηρεσιών υγείας σε επίπεδο τοπικής αυτοδιοίκησης.
- Ευρεία κάλυψη ιατρικών περιστατικών.

- Αντιμετώπιση των προβλημάτων που παρουσιάζονται σε απομακρυσμένες και απομονωμένες περιοχές και σε μονάδες πρωτοβάθμιας φροντίδας υγείας, μέσω των εφαρμογών της τηλεματικής.
- Εκσυγχρονισμός του περιβάλλοντος εργασίας του ιατρικού προσωπικού με χρήση σύγχρονης τεχνολογίας και υπηρεσιών βάσει διεθνών προτύπων.
- Διευκόλυνση και αναβάθμιση της συνεχιζόμενης εκπαίδευσης προτύπων.

Στις μέρες μας υπάρχει πληθώρα περιπτώσεων που η αντιμετώπιση των επειγόντων περιστατικών γίνεται από μη εξειδικευμένο προσωπικό για διάφορους λόγους. Αναμφίβολα αν αυτά τα περιστατικά καθοδηγούνται από τη γνώμη εξειδικευμένων γιατρών τότε το πιο πιθανόν είναι να καταστούν σωτήρια για την περαιτέρω εξέλιξη της υγείας του ασθενή ή ακόμη και για την ίδια τη ζωή του ασθενή. Τέτοιες περιπτώσεις μπορεί να είναι επείγοντα περιστατικά που λαμβάνουν χώρα σε ασθενοφόρο που έχει αναλάβει την περίθαλψη και μεταφορά ασθενή στο πλησιέστερο νοσοκομείο ή ακόμα χειρότερα σε κάποιο καράβι που είναι απομακρυσμένο από ένα ιατρικό κέντρο.

Πρόσφατες μελέτες καταλήγουν στο ότι έγκαιρη και εξειδικευμένη περίθαλψη του ασθενή πριν από την εισαγωγή του στο νοσοκομείο συνεισφέρει στη βιωσιμότητα των ασθενών. Για παράδειγμα στην περίπτωση ενός εμφράγματος του μυοκαρδίου, είναι απαραίτητο να αρχίσει η θρομβολυτική αγωγή μέσα στα πρώτα 90 λεπτά. Η καθυστέρηση μπορεί να μειώσει σημαντικά την αποτελεσματικότητα της αγωγής. Επιπρόσθετα σε περιπτώσεις σοβαρών εγκεφαλικών κακώσεων, τραυματισμών στην σπονδυλική στήλη ή στα εσωτερικά όργανα, ο τρόπος μεταφοράς του ασθενή και γενικότερα ο τρόπος της παρεχόμενης φροντίδας είναι καθοριστικός για την μελλοντική κατάσταση της υγείας του ασθενούς.

Έτσι λοιπόν εύκολα μπορεί να νοηθεί ότι με την παροχή έγκαιρης και έγκυρης ιατρικής περίθαλψης, σε απομακρυσμένες περιοχές ή γενικότερα σε περιπτώσεις που δεν υπάρχει εξειδικευμένο προσωπικό, μπορεί να βελτιώσει σημαντικά την βιωσιμότητα καθώς και την ορθή αντιμετώπιση ασθενών.

1.2 Στατιστικά στοιχεία

Σύμφωνα με στατιστική που έγινε σε αυτοκινητιστικά δυστυχήματα, δείχνει καθαρά ότι κατά την διάρκεια του 1997 από τα 6753500 περιστατικά που είχαν αναφερθεί στις Η.Π.Α [3], γύρω στους 42000 ανθρώπους είχαν χάσει την ζωή τους και 2182660 οδηγοί και 1125890 επιβάτες είχαν τραυματιστεί. Κατά την διάρκεια της ίδιας περιόδου στην Ευρώπη 50000 άνθρωποι έχασαν την ζωή τους σε αυτοκινητιστικά δυστυχήματα και περίπου 500000 τραυματίστηκαν σοβαρά. Ακόμα μελέτες που ολοκληρώθηκαν το 1997 στην Ελλάδα [3], μια χώρα που κατέχει την τρίτη θέση σε θανάτους από αυτοκινητιστικά δυστυχήματα παγκόσμια, δείχνουν ότι 77,4 % από τους 2500 τραυματισμούς που είχαν καταλήξει σε θάνατο, έγιναν μακριά από μεγάλα νοσοκομεία. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την μη έγκαιρη περίθαλψη των τραυματιών. Οι ίδιες μελέτες αναφέρουν ότι 66% των τραυματιών χάνουν τη ζωή τους στις πρώτες 24 ώρες μετά από το δυστύχημα.

Οι καρδιακές παθήσεις είναι μια άλλη σοβαρή περίπτωση με υψηλά ποσοστά θανάτου όσο αφορά τα επείγοντα περιστατικά ή περιπτώσεις κατ' οίκον παρακολούθησης ασθενών. Αξιολογείται ότι τα 2/3 των ασθενών αυτών πεθαίνουν πριν ακόμα προλάβουν να φτάσουν σε κάποιο κεντρικό νοσοκομείο. Σε μια άλλη μελέτη [3] που έγινε στο Ηνωμένο Βασίλειο, το 1998 παρατηρήθηκαν θάνατοι ασθενών άνω των 55 ετών λόγω καρδιακής ανακοπής. Το 91% από τους ασθενείς αυτούς έχασαν την ζωή τους εκτός νοσοκομείου λόγω έλλειψης άμεσης περίθαλψης.

Σε περιπτώσεις όπου απαιτείται θρομβολυτική θεραπεία, η επιβίωση συνδέεται άμεσα με το χρόνο που απαιτείται για να γίνει, ο οποίος πρέπει να είναι εντός 60 λεπτών[3]. Συμπερασματικά, ο χρόνος είναι ο μεγαλύτερος εχθρός στην άμεση περίθαλψη της καρδιακής ανακοπής ή του ξαφνικού καρδιακού θανάτου.

Πολλές μελέτες σε διεθνές επίπεδο αποδεικνύουν ότι η έγκαιρη και άμεση προνοσοκομειακή περίθαλψη, ειδικότερα σε περιπτώσεις καρδιακών επεισοδίων, συμβάλουν στην μείωση της θνησιμότητας και στην βελτίωση της πορείας του ασθενή[3]. Επιπρόσθετα, άλλες μελέτες αποδεικνύουν ότι σε περιπτώσεις μεταφοράς ασθενή που η

παρακολούθηση έγινε με ηλεκτροκαρδιογράφημα 12 απαγωγών, αυξήθηκε ο διαθέσιμος χρόνος για να δοθεί θρομβολυτική αγωγή αποτελεσματικά, αποτρέποντας έτσι την διακοπή της καρδιακής λειτουργίας[3]. Η μείωση των ψηλών ποσοστών θανάτου μπορεί να γίνει εφικτή με στρατηγικές αλλαγές και μέτρα όπου μπορούν να βελτιώσουν τόσο την προνοσοκομειακή φροντίδα όσο και τις τεχνικές παρακολούθησης του ασθενούς.

Η τηλεματική παρακολούθηση ασθενών που βρίσκονται σε Μονάδες Εντατικής Θεραπείας (ΜΕΘ) είναι άλλη μια περίπτωση χειρισμού επειγόντων περιστατικών. Ο κύριος άξονας στις περιπτώσεις αυτές περιστρέφεται γύρω από την συνεχή παρακολούθηση του ασθενούς στο νοσοκομείο και παράλληλα την εμφάνιση όλων των τηλεματικών πληροφοριών στους αρμόδιους γιατρούς οπουδήποτε και οποτεδήποτε. Με αυτό το μοντέλο ο υπεύθυνος γιατρός μπορεί να ενημερώνεται για την κατάσταση του ασθενούς επί 24ώρου βάσεως παρέχοντας έτσι ζωτικής σημασίας συμβουλές και καθοδήγηση ακόμα και αν δεν είναι ο ίδιος παρόν. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση σύγχρονων τηλεπικοινωνιακών μέσων και συνεπώς μέσω της τηλεϊατρικής[3].

Μια άλλη σημαντική εφαρμογή της τηλεϊατρικής είναι η περίπτωση της κατ' οίκον παρακολούθησης ασθενούς. Πρόσφατες μελέτες δείχνουν ότι [3] όλο και περισσότεροι ασθενείς παρακολουθούνται στο σπίτι τόσο για την εξοικονόμηση των εξόδων νοσοκομειακής περίθαλψης όσο και για την άνεση των ασθενών. Χρησιμοποιώντας χαμηλού κόστους εξοπλισμό τηλεσυνδιάσκεψης, ο οποίος λειτουργεί πάνω από συμβατικές τηλεφωνικές γραμμές, παρέχεται υψηλού επιπέδου νοσηλεία ενώ ταυτόχρονα μειώνεται ο αριθμός των προσελεύσεων στα νοσοκομεία [3].

Επιπλέον, διάφορες διαγνωστικές ιατρικές συσκευές μπορούν να συνδεθούν στο σύστημα, δίνοντας στον γιατρό την ικανότητα να έχει απευθείας επαφή με τον ασθενή. Για παράδειγμα, ένα ψηφιακό στήθοσκόπιο μπορεί να μεταδίδει ήχους της καρδιάς και των πνευμόνων (για ασθενείς με καρδιακά νοσήματα), επίσης ο κορεσμός οξυγόνου και ο ρυθμός αναπνοών μπορούν επίσης να μεταδοθούν (για ασθενείς με χρόνιες πνευμονικές παθήσεις). Σε ασθενείς με διαβήτη μπορεί να γίνεται ακριβής έλεγχος της γλυκόζης στο αίμα καθώς και της ποσότητας ινσουλίνης που πρέπει να τους χορηγηθεί. Επιπλέον σε

έγκυες γυναίκες μπορεί να γίνεται η παρακολούθηση της αρτηριακής πίεσης τους καθώς και της καρδιακής λειτουργίας του εμβρύου εξ αποστάσεως, αντί να γίνεται προληπτικά η μεταφορά τους σε νοσοκομείο. Ο κατάλογος περιπτώσεων αυξάνεται συνεχώς, ανάλογα με τις ανάγκες αλλά και τις τεχνολογικές εξελίξεις.

Δυστυχώς το προσωπικό που αναλαμβάνει την παρακολούθηση και περίθαλψη ασθενών στα σπίτια τους ή την αντιμετώπιση επειγόντων περιστατικών, δεν έχουν πάντοτε την απαιτούμενη ειδική θεωρητική γνώση αλλά και εμπειρία, για να χειριστούν αξιόπιστα όλες τις περιπτώσεις. Η τηλεϊατρική επειγόντων περιστατικών καθώς και η κατ' οίκον τηλεπαρακολούθηση ασθενών μπορούν να δώσουν λύση σε αυτό το πρόβλημα, δίνοντας την δυνατότητα σε ειδικευμένους γιατρούς όπως νευροχειρουργούς, καρδιολόγους, ορθοπαιδικούς κ.α, να μεταφέρονται εικονικά στον τόπο του επείγοντος περιστατικού. Αυτό μπορεί να γίνει εφικτό με την μετάδοση βιοσημάτων και εικόνων του ασθενή προς τον ειδικό γιατρό. Πρόσφατη μελέτη [3] για την ζήτηση της τηλεϊατρικής επισημαίνει ότι η τηλεϊατρική επειγόντων περιστατικών είναι η τέταρτη σε ζήτηση καλύπτοντας 39,8% της αγοράς τηλεϊατρικής, ενώ η κατ' οίκον τηλεπαρακολούθηση ασθενών καλύπτει το 23,1% της αγοράς. Η ίδια μελέτη επισημαίνει ότι η χρήση σύγχρονων τεχνολογιών έχει βελτιώσει την αποτελεσματικότητα της θεραπείας των ασθενών κατά 23%.

Νορβηγοί ερευνητές το 1995 βλέποντας την ανάγκη τηλεμετάδοσης κρίσιμων βιοσημάτων ανέπτυξαν επιτυχώς μια μονάδα τηλεϊατρικής γενικής χρήσης. Την ίδια περίπου εποχή Ιάπωνες ερευνητές προτείνουν την χρήση δορυφορικών επικοινωνιών (κυρίως με χρήση του δικτύου INMARSAT) για Τηλεϊατρική. Διάφοροι άλλοι ερευνητές έχουν παρουσιάσει συσκευές για κατ' οίκον παρακολούθηση ασθενών[3], επισημαίνοντας σε όλες τις περιπτώσεις την αναγκαιότητα τέτοιου τύπου εφαρμογών. Επιπλέον, έχουν παρουσιαστεί εφαρμογές (βασισμένες στο τοπικό δίκτυο του νοσοκομείου) για κρίσιμες περιπτώσεις ασθενών που νοσηλεύονται σε μονάδες εντατικής θεραπείας.

Ευχάριστο είναι το γεγονός ότι με τις ραγδαίες εξελίξεις της τεχνολογίας και συνεπώς των τηλεπικοινωνιών, επιτρέπουν την δημιουργία συστημάτων για τηλεϊατρική επειγόντων περιστατικών. Τα προηγούμενα χρόνια παρουσιάστηκαν διάφορες τέτοιες εφαρμογές οι

οποίες αφορούν την μετάδοση βιοσημάτων και εικόνων του ασθενή πάνω από ασύρματα δίκτυα και εφαρμόζονται ήδη σε ασθενοφόρα ή σε βαριά κτυπημένα άτομα [3]. Όμως στις πλείστες περιπτώσεις είχε εφαρμοστεί η μετάδοση βιοσημάτων σε μη πραγματικό χρόνο ενώ στην προκειμένη περίπτωση η πλειοψηφία των χρήσεων τηλεϊατρικής σε επείγοντα περιστατικά απαιτεί τη μετάδοση σημάτων και πληροφοριών του ασθενή σε πραγματικό χρόνο.

1.3 Πρωτεύον Στόχος

Ο στόχος αυτής της διπλωματικής εργασίας είναι η σχεδίαση και ανάπτυξη ενός συστήματος τηλεϊατρικής που να επιτρέπει την τηλεδιάγνωση. Συγκεκριμένα θα πρέπει να υποστηρίζεται εξ αποστάσεως παροχή συμβουλών σε κινητές μονάδες παροχής υγείας (ασθενοφόρα, αγροτικοί γιατροί κτλ), παρακολούθηση και παροχή συμβουλών σε καράβια εν πλω και κατ' οίκον παρακολούθηση ασθενών από ειδικευμένους ιατρούς που να έχουν την έδρα τους σ' ένα νοσοκομείο ή ιατρικό κέντρο. Το εν λόγω σύστημα αποσκοπεί στην άμεση και αποτελεσματική αντιμετώπιση των επειγόντων περιστατικών οπουδήποτε και οποιαδήποτε στιγμή. Αξίζει να σημειωθεί ότι η ανάλυση και ο σχεδιασμός του συγκεκριμένου ιατρικού συστήματος πραγματοποιήθηκαν με βάση την διδακτορική διατριβή του κ Ευθύβουλου Κυριάκου [3]. Το τελικό σύστημα θα εγκατασταθεί σε δοκιμαστική φάση στο τμήμα επειγόντων περιστατικών του Γενικού Νοσοκομείου Πάφου όπου εκεί θα διεξάγεται και η παρακολούθηση των ασθενών από τους ειδικευμένους ιατρούς που βρίσκονται εντός του νοσοκομείου. Η δομή και η λειτουργία του συστήματος περιγράφεται αναλυτικά στο Κεφάλαιο 2.

1.4 Γρήγορη Ανασκόπηση

Σ' αυτό το κεφάλαιο αναφερθήκαμε αναλυτικά στον όρο «Τηλεϊατρική» και στα βασικά χαρακτηριστικά που την διέπουν. Επιπρόσθετα τονίσαμε τις ουσιώδεις δυνατότητες της που συνεπώς μπορούν να συνεισφέρουν αποτελεσματικά στις σημερινές ανάγκες της ανθρώπινης πρόνοιας και υγείας σε εθνικό και διεθνές επίπεδο. Ακολούθως μέσα από στατιστικά στοιχεία διάφορων μελετών, δόθηκε έμφαση στην στενή σχέση αναγκαιότητας

μεταξύ της σύγχρονης Ιατρικής και της εισαγωγής των μεθόδων της Τηλεϊατρικής που έχουν ως απώτερο στόχο την έγκυρη και άμεση ιατρική φροντίδα ασθενών ειδικότερα σε επείγοντα περιστατικά. Τέλος, καθορίστηκε ο πρωτεύον στόχος της διπλωματικής εργασίας που συνδέεται άμεσα με τα πλεονεκτήματα που προσφέρει ο τομέας της Τηλεϊατρικής.

Όσον αφορά τα επόμενα κεφάλαια περιγράφονται συνοπτικά ως εξής:

- Στο **Κεφάλαιο 2** αναλύονται οι βασικές και επιμέρους απαιτήσεις του συστήματος προτού θέσουμε τις προδιαγραφές έτσι ώστε να διευκρινιστεί πλήρως το «Τι θα κάνει το σύστημα αυτό» πριν καθοριστεί το «Πώς θα το κάνει». Η φάση αυτή εμπλέκει συνεχώς τους μελλοντικούς χρήστες για την ορθή ανάκτηση των πληροφοριών που χρειάζονται έτσι ώστε να κατανοηθούν πλήρως οι πραγματικές ανάγκες και απαιτήσεις.
- Στο **Κεφάλαιο 3** καθορίζονται λεπτομερώς οι προδιαγραφές του συστήματος συμπεριλαμβανομένων σχετικών διαγραμμάτων ροής δεδομένων (ΔΡΔ) και σχημάτων με βάση τις ανάγκες και απαιτήσεις των χρηστών (ιατροί ή νοσηλευτές) προτού ξεκινήσει η φάση του σχεδιασμού.
- Στο **Κεφάλαιο 4** περιγράφεται η αναλυτική και αρχιτεκτονική σχεδίαση του συστήματος με βάση τις προδιαγραφές που τέθηκαν προτού αρχίσει η υλοποίησή του. Επιπρόσθετα αναλύεται το μοντέλο του συστήματος και οι υπολειτουργίες των υποσυστημάτων που το απαρτίζουν με τη βοήθεια διαγραμμάτων ροής δεδομένων, class diagrams, sequence diagrams και collaboration diagrams.
- Στο **Κεφάλαιο 5** παρουσιάζεται τμηματικά η υλοποίηση των λειτουργιών και υπολειτουργιών των βασικών υποσυστημάτων (σταθμός βάσης και σταθμός τηλεϊατρικής) με βάση τα προκαθορισμένα σενάρια συνδυασμένα από διαγράμματα, οθόνες και κώδικα από το τελικό προϊόν.
- Στο **Κεφάλαιο 6** παρουσιάζονται τα συμπεράσματα, αποτελέσματα, τυχόν μελλοντικές επεκτάσεις ή συνενώσεις του συστήματος με άλλα συγγενικά συστήματα.

Κεφάλαιο 2

Ανάλυση Απαιτήσεων

2.1 Στόχος	10
2.2 Απαιτήσεις Χρηστών	12
2.2.1 Αποτελέσματα-Απαιτήσεις Χρήστη	13
2.2.2 Συμπεράσματα	14
2.2.2.1 Απαιτήσεις σταθμού τηλεϊατρικής	14
2.2.2.2 Απαιτήσεις σταθμού βάσης	16
2.3 Απαιτήσεις Συστήματος	16
2.3.1 Διαπροσωπεία	16
2.3.1.1 Γενικά χαρακτηριστικά	16
2.3.1.2 Επίδειξη βιοσημάτων	17
2.3.1.3 ΗΚΓ	18
2.3.1.4 ΕΑΠ	19
2.3.1.5 Οξυμετρία	19
2.3.1.6 ΜΕΑΠ	19
2.3.1.7 Θερμοκρασία	20
2.3.1.8 Συναγερμοί	20
2.3.1.9 Επικοινωνία	21
2.3.1.10 Απεικόνιση	21
2.3.2 Μετάδοση στοιχείων	22

2.1 Στόχος

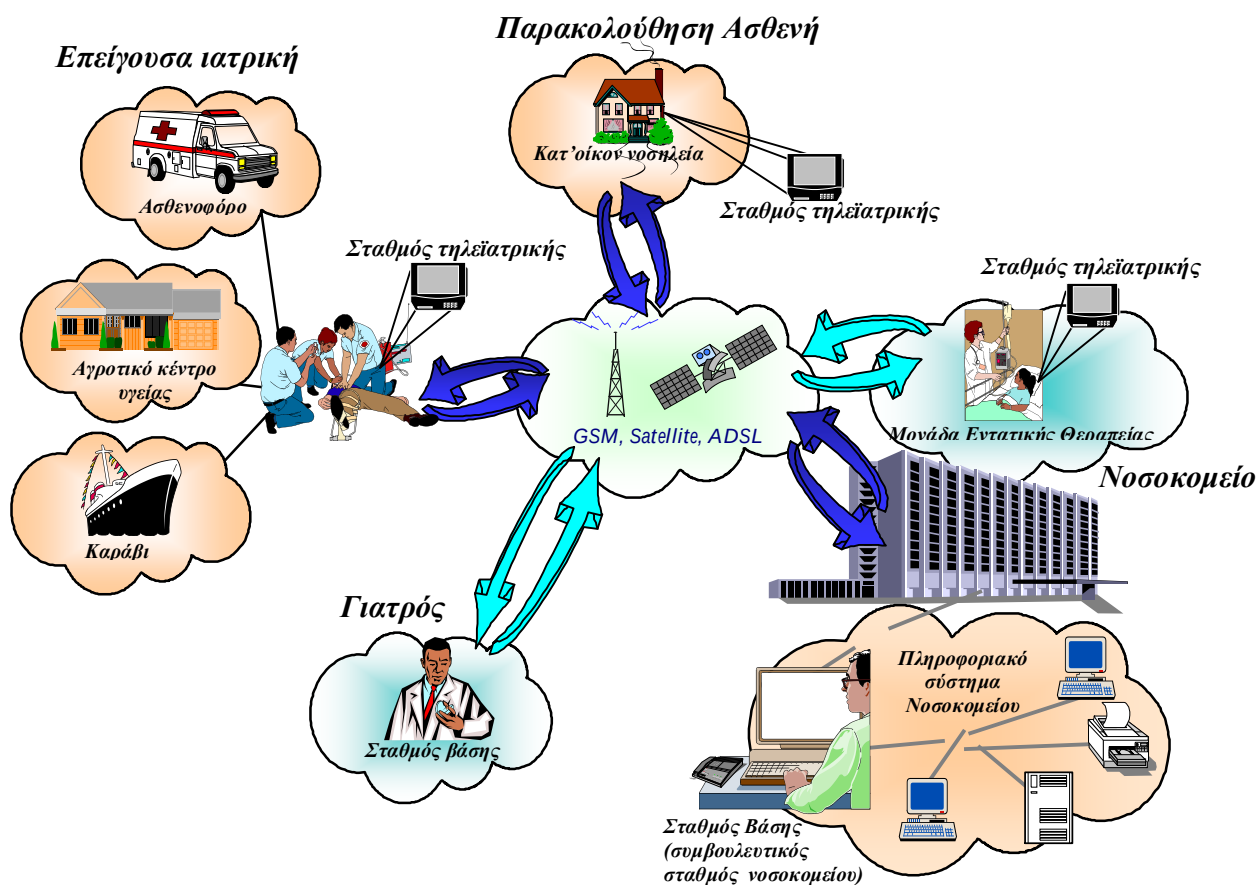
Σύμφωνα με όλα αυτά που προαναφέρθηκαν στο Κεφάλαιο 1 που αφορούν το τομέα της Τηλεϊατρικής και παράλληλα λαμβάνοντας υπόψη τις σημερινές τεχνολογικές δυνατότητες, σχεδιάστηκε η γενική υλοποίηση και ο κλινικός έλεγχος ενός συστήματος τηλεϊατρικής που θα έχει ως γενικό στόχο την αναμετάδοση των βιοσημάτων σε πραγματικό και μη πραγματικό χρόνο και θα μπορεί να χρησιμοποιηθεί [3]:

- ✓ Σε περιπτώσεις επειγόντων περιστατικών (όταν συμβαίνουν σε κάποιο ασθενοφόρο, όταν συμβαίνουν σε κάποιο απομακρυσμένο ιατρικό κέντρο ή σε κάποιο καράβι που βρίσκεται μακριά από τις ακτές)
- ✓ Σε ΜΕΘ (Μονάδες εντατικής θεραπείας) δίνοντας την δυνατότητα στον αρμόδιο ιατρό (όπου και αν βρίσκεται), να παρακολουθεί την κλινική κατάσταση των ασθενών
- ✓ Για κατ' οίκον παρακολούθηση ασθενών από κάποιο κεντρικό νοσοκομείο.

Το συγκεκριμένο σύστημα Τηλεϊατρικής αποτελείται από δύο στοιχειώδεις μονάδες:

1. Το σταθμό τηλεϊατρικής (ο οποίος μπορεί να είναι φορητός η όχι ανάλογα με την περίπτωση που χρησιμοποιείται)
2. Το σταθμό βάσης (σταθμό ιατρού), που βρίσκεται σε κάποιο κεντρικό νοσοκομείο ή είναι φορητός στα χέρια του γιατρού σε περιπτώσεις που ο γιατρός παρακολουθεί ασθενείς σε ΜΕΘ.

Η συνολική αρχιτεκτονική του συστήματος φαίνεται στο **Σχήμα 1**[3]



Σχήμα 1 Συνολική αρχιτεκτονική συστήματος

Εφαρμογή τηλεϊατρικής	Σταθμός τηλεϊατρικής	Σταθμός βάσης
Ασθενοφόρα	Ασθενοφόρο	Νοσοκομείο
Απομακρυσμένα ιατρικά κέντρα	Απομακρυσμένο ιατρικό κέντρο	Κεντρικό νοσοκομείο
Καράβια	Καράβι	Νοσοκομείο
Κατ' οίκον νοσηλεία	Σπίτι ασθενούς	Νοσοκομείο
Μονάδα εντατικής θεραπείας	Μονάδα εντατικής θεραπείας	Ιατρός

Πίνακας 1 Τοποθεσία σταθμού τηλεϊατρικής και σταθμού βάσης στις διάφορες εφαρμογές

Συνδυάζοντας την συνολική αρχιτεκτονική του συστήματος με τον Πίνακα 1, παρατηρούμε ότι ο σταθμός τηλεϊατρικής και ο σταθμός βάσης διαφοροποιούνται κάθε φορά ανάλογα με την εφαρμογή που χρησιμοποιείται. Αυτά όμως που διατηρούνται πάντα σταθερά είναι ο σταθμός τηλεϊατρικής αφού βρίσκεται πάντοτε στο σημείο που είναι ο ασθενής και ο σταθμός βάσης αφού βρίσκεται στο σημείο όπου μεταδίδονται τα βιοσήματα του ασθενή προς παρακολούθηση.

2.2 Απαιτήσεις Χρηστών

Κατά την διαδικασία προσδιορισμού των απαιτήσεων των χρηστών, περιγράφονται αναλυτικά οι γνώμες και οι απαιτήσεις όλων των ανθρώπων που σχετίζονται με τη χρήση του συστήματος. Αδιαμφισβήτητα, για να μπορέσουμε μετέπειτα να ορίσουμε τις λειτουργικές προδιαγραφές για το εν λόγω σύστημα, είναι βασικό να συλλέξουμε, καταγράψουμε και αναλύσουμε τις απαιτήσεις του χρήστη για ένα τέτοιο διαδραστικό σύστημα.

Η ανάλυση των απαιτήσεων του χρήστη είναι συνεπώς μια αρκετά περίπλοκη και χρονοβόρα διαδικασία. Η κρισιμότητα είναι μεγάλη για το συγκεκριμένο σύστημα για δύο βασικούς λόγους [3]:

1. Οι συνθήκες στις οποίες είναι σχεδιασμένο να χρησιμοποιηθεί αφορούν επείγοντα περιστατικά και συνεπώς όταν η ζωή τίθεται σε κίνδυνο
2. Η μικρή ή μηδαμινή εμπειρία που έχουν οι πραγματικοί χρήστες του συστήματος (νοσηλευτές-ιατροί) με τους υπολογιστές.

Για τη συλλογή και την ανάλυση των απαιτήσεων του χρήστη του προτεινόμενου σχεδίου, χρησιμοποιήθηκαν οι εξής τεχνικές:

1. Ενασχόληση επιλεγμένων ομάδων χρήστες του σχήματος
2. Προσωπικές συνεντεύξεις χρηστών.

Όπως σε κάθε τηλεϊατρική διάταξη, υπάρχουν δύο τμήματα του εξοπλισμού εγκατεστημένα στους 2 χώρους που εμπλέκονται στο σύστημα: η συσκευή τηλεϊατρικής

που θα χρησιμοποιείται στο μέρος που βρίσκεται ο ασθενής και ο σταθμός βάσης που θα τον χειρίζονται ειδικευμένοι γιατροί. Άρα στο προτεινόμενο σύστημα εμπλέκονται δύο ομάδες χρηστών. Στη μία πλευρά έχουμε τους χειριστές της συσκευής τηλεϊατρικής και από την άλλη πλευρά τους γιατρούς μπροστά από έναν σταθμό ο οποίος θα τους επιτρέπει να εκτιμήσουν τις πληροφορίες που μεταδίδονται από το χώρο του περιστατικού, να υποστηρίξουν τις κινητές μονάδες με οδηγίες και να κάνουν όλες τις απαραίτητες ενέργειες για την καλύτερη πορεία του ασθενή.

Για την οργάνωση και την εποπτεία της συλλογής των απαιτήσεων του χρήστη, από κάθε χώρο δοκιμής του συστήματος συνεργαστήκαμε με ένα άτομο το οποίο είχε και τον ρόλο του συντονιστή. Το άτομο επιλέχτηκε έτσι ώστε και να έχει την απαραίτητη ιατρική εμπειρία για να επικοινωνήσει με ιατρούς και νοσηλευτές, αλλά και με αρκετή εμπειρία στον τηλεϊατρικό εξοπλισμό ώστε να μπορεί να διατυπώσει με σαφήνεια τις ανάγκες του χρήστη. Επιπλέον βοήθησε στον καθορισμό ενός σεναρίου για τις περιπτώσεις έκτακτης ανάγκης, την καταγραφή του εξοπλισμού του ασθενοφόρου, και την αναγνώριση των προβλημάτων επικοινωνίας που συναντώνται κατά την παροχή επείγουσας ιατρικής περίθαλψης. Τέλος, μέσα από συνεντεύξεις με πιθανούς χρήστες της συσκευής συγκεντρώσαμε πολύτιμες πληροφορίες που αφορούν τις απαιτήσεις του χρήστη.

2.2.1 Αποτελέσματα-Απαιτήσεις Χρήστη

Στηριζόμενοι σε όλα τα προηγούμενα, καθορίστηκαν τα κύρια χαρακτηριστικά και λειτουργίες της προτεινόμενης συσκευής τηλεϊατρικής, τα οποία χωρίζονται σε τρεις βασικές κατηγορίες [3]:

1. Υποστηριζόμενες ιατρικές λειτουργίες / εξοπλισμός

- Λήψη του ΗΚΓ (Ηλεκτροκαρδιογράφημα)
- Καθορισμός της αρτηριακής πίεσης
- Μέτρηση του κορεσμού οξυγόνου
- Σφίξεις

- Αναπνοές

2. Υποστηριζόμενες λειτουργίες επικοινωνίας

- Ασύρματη και ενσύρματη επικοινωνία
- Μέγιστη κάλυψη / συνεχής επικοινωνία κατά τη μεταφορά από ασθενοφόρο
- Μετάδοση των κρίσιμων βιοσημάτων από το χώρο του ασθενή στο γιατρό
- Γραφικές σημειώσεις - οδηγίες από το νοσοκομείο στο ασθενοφόρο

3. Γενικά χαρακτηριστικά

- Η συσκευή να είναι φορητή και να μπορεί να μεταφέρεται από ένα μόνο άτομο
- Ενεργειακά αυτόνομη
- Εργονομικός σχεδιασμός
- Λειτουργία με ελάχιστη χρήση των χεριών

2.2.2 Συμπεράσματα

2.2.2.1 Απαιτήσεις σταθμού τηλεϊατρικής:

- Η συσκευή πρέπει να είναι φορητή και ελαφριά ώστε να μεταφέρεται από ένα μόνο άτομο.
- Η συσκευή πρέπει να είναι ανθεκτική, κατάλληλη για χρήση σε επείγουσες καταστάσεις.
- Η συσκευή πρέπει να έχει ενεργειακή αυτονομία για να λειτουργεί για σύντομο χρόνο (περίπου 15 έως 20 λεπτά) έξω απ' το ασθενοφόρο.
- Η συσκευή πρέπει να παρέχει ελευθερία κινήσεων στους τραυματιοφορείς. Πρέπει δηλαδή να λειτουργεί με όσο το δυνατόν λιγότερη χρήση των χεριών.

- Η συσκευή πρέπει έχει φιλικό περιβάλλον χρήσης (user friendly) συμβατή με χρήστες χωρίς προηγμένη γνώση στους υπολογιστές.
- Το υποσύστημα που είναι συνδεδεμένο με τη συσκευή πρέπει να χρησιμοποιεί διαπροσωπεία τύπου WIMP (Windows-Icons-Menus-Pointers) με μια δομή που να δουλεύει εύκολα με την χρήση δεικτικής συσκευής (π.χ ποντίκι, πληκτρολόγιο)
- Η συσκευή πρέπει να επιτρέπει τη συλλογή και μετάδοση σε πραγματικό χρόνο κρίσιμων βιοσημάτων του ασθενή (Ηλεκτροκαρδιογράφημα 3-12 απαγωγές, αρτηριακή πίεση, καρδιακούς παλμούς, οξυμετρία, θερμοκρασία).
- Το υποσύστημα που είναι συνδεδεμένο με τη συσκευή να μπορεί να δίνει επισημάνσεις στα γραφήματα και να μπορεί να μεταδίδει εικόνες από το νοσοκομείο στη συσκευή.
- Σε περιπτώσεις ασθενοφόρων: Οι οδηγίες πρέπει να παρέχονται απ' τη στιγμή που θα φτάσει το ασθενοφόρο στον ασθενή μέχρι τη στιγμή που το όχημα θα φτάσει στο νοσοκομείο.
- Η συσκευή πρέπει να παρέχει την δυνατότητα μετάδοσης στοιχείων πάνω από διάφορα ασύρματα και ενσύρματα τηλεπικοινωνιακά μέσα (Κινητή τηλεφωνία GSM, δορυφορικές επικοινωνίες, συμβατικές τηλεφωνικές γραμμές, γραμμές ADSL)
- Σε περιπτώσεις που η συσκευή χρησιμοποιείται σε ΜΕΘ ή για κατ'οίκον νοσηλεία να μπορεί να αποθηκεύσει αριθμητικές τιμές βιοσημάτων του ασθενούς για τουλάχιστον 5 ώρες, για να μπορούν να μεταδοθούν στην συνέχεια όταν ζητηθούν

2.2.2.2 Απαιτήσεις σταθμού βάσης:

- Παρουσίαση με πολυμεσικό τρόπο των πληροφοριών που συλλέγονται.
- Καταγραφή όλων των επικοινωνιών και των στοιχείων που μεταδίδονται απ' τον κινητό σταθμό.
- Πρέπει να έχει εύχρηστη και φιλική διαπροσωπεία.
- Εργαλεία για υποστήριξη στη διάγνωση (π.χ. επεξεργασία εικόνας).
- Οι πληροφορίες να είναι εμπιστευτικές / περιορισμένη πρόσβαση σε τρίτους (ασφάλεια δεδομένων).

Η διαδικασία καταγραφής των απαιτήσεων ήταν μια διαδικασία συνεχής αλληλεπίδρασης με τους χρήστες εμπλέκονταν σε όλα τα στάδια. Αξίζει να σημειωθεί ότι η συμμετοχή των χρηστών ήταν το πρωτεύον ζήτημα που μας απασχολούσε.

2.3 Απαιτήσεις Συστήματος

Χρησιμοποιώντας τις πληροφορίες που προέκυψαν από την ανάλυση των απαιτήσεων του χρήστη, περιγράφονται γενικά οι διάφορες λειτουργίες που θα είναι σε θέση να επιτελεί το σύστημα (σταθμός τηλεϊατρικής και σταθμός βάσης).

2.3.1 Διαπροσωπεία

2.3.1.1 Γενικά Χαρακτηριστικά

Σταθμός τηλεϊατρικής:

- Πρέπει να χρησιμοποιεί διαπροσωπεία με οθόνη αφής (touch screen) και η χρήση της συσκευής πρέπει να απαιτεί την ελάχιστη δυνατή προσπάθεια από τους χρήστες.

- Η οθόνη του σταθμού τηλεϊατρικής πρέπει να απεικονίζει τα βιοσήματα σε καθαρή και δομημένη μορφή. Όλες οι λειτουργίες της οθόνης πρέπει να είναι εύκολα και άμεσα προσβάσιμες.
- Η κατάσταση του τηλεπικοινωνιακού δικτύου πρέπει να απεικονίζεται συνέχεια. Σε περίπτωση που η σύνδεση εξασθενεί και πριν απ' την απώλεια της σύνδεσης, το σύστημα πρέπει να δίνει προειδοποίηση στους χρήστες.
- Η συσκευή να αποθηκεύει τοπικά όλα τα δεδομένα που αφορούν την τηλεϊατρική
- Σε περιπτώσεις ΜΕΘ και κατ' οίκον νοσηλείας, η συσκευή πρέπει να μπορεί να αποθηκεύει τιμές αριθμητικών σημάτων για πέντε τουλάχιστον ώρες και να τις μεταδίδει όταν ζητηθούν από τον σταθμό βάσης

Σταθμός βάσης:

- Πρέπει να χρησιμοποιεί διαπροσωπεία τύπου WIMP (Windows-Icons-Menus-Pointers) με μια δομή που να δουλεύει εύκολα με την χρήση ποντικιού (mouse) είτε με πληκτρολόγιο.
- Σε περιπτώσεις ασθενοφόρων, παρακολούθηση και διαχείριση των ασθενοφόρων.
- Να μπορεί να αποθηκεύει για μελλοντικούς σκοπούς όλα τα δεδομένα που αφορούν την τηλεϊατρική

2.3.1.2 Επίδειξη βιοσημάτων

Οι σταθμοί τηλεϊατρικής πρέπει να επιδεικνύουν τα ακόλουθα βιοσήματα σε LCD έγχρωμη οθόνη σε ανάλυση τουλάχιστον 800 επί 480 με τα εξής χαρακτηριστικά:

- Συνεχής απεικόνιση Ηλεκτροκαρδιογραφήματος (ΗΚΓ)
- Μη Επεμβατική μέτρηση της Αρτηριακής Πίεσης (ΜΕΑΠ)-αναίμακτη.
- Επεμβατική μέτρηση της Αρτηριακής Πίεσης (ΕΑΠ)-αιματηρή
- Κορεσμός της αιμοσφαιρίνης σε οξυγόνο (Οξυμετρία)

- Θερμοκρασία

Το σύστημα θα επιδεικνύει τα παραπάνω βιοσήματα είτε σε κυματομορφή είτε σε αριθμητική μορφή σύμφωνα με την απαίτηση του χρήστη.

2.3.1.3 ΗΚΓ (Ηλεκτροκαρδιογράφημα)

- Το σύστημα θα μετράει τις κυματομορφές του ΗΚΓ από 3 μέχρι 12 απαγωγές, που είναι οι απαγωγές I, II, III, aVR, aVL, aVF, V₁, V₂, V₃, V₄, V₅, V₆. Το σύστημα θα επιδεικνύει μια ή δυο απαγωγές όταν η μετάδοση γίνεται σε πραγματικό χρόνο και όλες τις απαγωγές όταν η μετάδοση γίνεται σε μη πραγματικό χρόνο.
- Το ΗΚΓ θα επιδεικνύεται (για κάθε απαγωγή) σε 3 διαφορετικές ταχύτητες 12,5 mm/sec, 25 mm/sec και 50 mm/sec.
- Το σύστημα θα μπορεί να “παγώνει” την κυματομορφή του ΗΚΓ για τουλάχιστον 5 δευτερόλεπτα.
- Το σύστημα θα πρέπει να επιδεικνύει το ρυθμό σφίξεων αριθμητικά.
- Κατά την επίδειξη της κυματομορφής του ΗΚΓ το σύστημα θα δείχνει σε αριθμητική μορφή τις ακόλουθες πληροφορίες:
 - ο Την απαγωγή που χρησιμοποιείται
 - ο Την ταχύτητα
 - ο Την κλίμακα
- Το σύστημα θα μπορεί να μεταβάλλει την απαγωγή, την κλίμακα και την ταχύτητα με το πολύ δύο κινήσεις σε κάθε περίπτωση.
- Ο χρήστης θα μπορεί να θέσει κάτω και πάνω όρια για το ρυθμό σφίξεων. Όταν τα όρια ξεπεραστούν, το σύστημα θα πρέπει να δίνει άμεσα οπτικά σήματα.

2.3.1.4 ΕΑΠ (Αρτηριακή Πίεση)

- Ο εξοπλισμός πρέπει να επιτρέπει τη μέτρηση της αρτηριακής πίεσης με επεμβατικές μεθόδους.
- Το σύστημα πρέπει να επιδεικνύει την αρτηριακή πίεση.
- Το σύστημα θα μπορεί να έχει όρια συναγερμού για την επεμβατική μέτρηση της αρτηριακής πίεσης.

2.3.1.5 Οξυμετρία

- Ο εξοπλισμός του συστήματος θα επιτρέπει τη μέτρηση του κορεσμού του αίματος σε οξυγόνο.
- Ο ρυθμός σφίξεων θα υπολογίζεται από τις μετρήσεις του SpO2 και θα παρουσιάζεται σε αριθμητική μορφή.
- Ο χρόνος ανανέωσης θα καθορίζεται απ' τον χρήστη.
- Το σύστημα θα επιτρέπει τη ρύθμιση και την παρακολούθηση ορίων συναγερμού για την οξυμετρία.

2.3.1.6 ΜΕΑΠ

- Το σύστημα πρέπει να έχει τον τρόπο να μετράει με μη επεμβατικό τρόπο τη συστολική, διαστολική και κυρίως αρτηριακή πίεση.
- Το σύστημα πρέπει να μπορεί να μετράει τις τελευταίες πιέσεις αυτόματα χωρίς παρέμβαση του χρήστη.
- Ο χρόνος διαλείμματος ανάμεσα στις μετρήσεις των πιέσεων καθορίζεται απ' το χρήστη.

- Η ΜΕΑΠ θα επιδεικνύεται σε αριθμητική μορφή.
- Το σύστημα θα επιτρέπει τη ρύθμιση και την παρακολούθηση ορίων συναγερμού για τη συστολική και διαστολική αρτηριακή πίεση.

2.3.1.7 Θερμοκρασία

- Το σύστημα πρέπει να έχει τον τρόπο να μετράει και να επιδεικνύει τη θερμοκρασία του ασθενή.
- Το σύστημα πρέπει να παρέχει τη δυνατότητα ρύθμισης του χρόνου ανανέωσης της επίδειξης της θερμοκρασίας.
- Το σύστημα πρέπει να παρέχει τη δυνατότητα ρύθμισης και παρακολούθησης ορίων συναγερμού για τη θερμοκρασία του ασθενή.

2.3.1.8 Συναγερμοί

- Το σύστημα πρέπει να έχει ηχητικούς και οπτικούς συναγερμούς. Οι συναγερμοί πρέπει να απομονώνονται μ' ένα απλό πάτημα ενός πλήκτρου.
- Τα κάτω και τα πάνω όρια των συναγερμών να μπορούν να καθορίζονται απ' το χρήστη.
- Συναγερμοί θα μπορούν να τεθούν για όλες τις παραμέτρους που θα φαίνονται στην ιατρική οθόνη.
- Ο καθορισμός των παραμέτρων συναγερμού θα γίνεται απλά από ένα μενού επιλογής.

2.3.1.9 Επικοινωνία

- Η κατάσταση του τηλεπικοινωνιακού δικτύου πρέπει να απεικονίζεται συνέχεια. Σε περίπτωση που η σύνδεση εξασθενεί και πριν από την απώλεια της σύνδεσης, το σύστημα πρέπει να δίνει προειδοποίηση στους χρήστες.
- Κατά την αποκατάσταση της σύνδεσης το σύστημα θα επιδεικνύει την πρόοδο που γίνεται.
- Όταν υπάρχει άμεσος κίνδυνος απώλειας της σύνδεσης με το τηλεπικοινωνιακό δίκτυο, το σύστημα θα ενεργοποιεί ένα συναγερμό.
- Οι πληροφορίες που αφορούν την κατάσταση της σύνδεσης θα δίνονται με απλό και άμεσο τρόπο. Θα αποφεύγεται η χρήση όρων “δικτύου” και δε θα δίνονται πληροφορίες ακατανόητες στο ιατρικό προσωπικό.

2.3.1.10 Απεικόνιση

- Το σύστημα πρέπει να έχει καθορισμένες περιοχές για την επίδειξη των πληροφοριών.
- Η κατάσταση και οι συναγερμοί πρέπει να δείχνονται σε μια περιοχή, είτε στην κορυφή είτε στη βάση της οθόνης.
- Οι κυματομορφές πρέπει να δείχνονται πάντα στο μεσαίο μέρος της οθόνης. Να είναι εφικτό να δείχνονται μέχρι και 3 κυματομορφές στην οθόνη.
- Ο ρυθμός σφίξεων σε αριθμητική μορφή και η πηγή της μέτρησης πρέπει να επιδεικνύονται σε συγκεκριμένο σημείο της οθόνης.
- Ο κορεσμός σε O₂ σε αριθμητική μορφή θα επιδεικνύεται σε συγκεκριμένο σημείο της οθόνης.
- Η ΜΕΑΠ σε αριθμητική μορφή θα επιδεικνύεται σε συγκεκριμένο σημείο της οθόνης.
- Η θερμοκρασία θα επιδεικνύεται σε συγκεκριμένο σημείο της οθόνης.

- Τα μενού θα επιδεικνύονται, ένα την κάθε φορά, στην κορυφή ή στο κάτω μέρος της οθόνης, στην απέναντι θέση απ' την περιοχή επίδειξης της κατάστασης και του συναγερμού.
- Τα μενού θα είναι έτσι σχεδιασμένα ώστε να μπορούν ν' αντικατασταθούν από κουμπιά, είτε με εξοπλισμό είτε σε εικονική μορφή στην διαπροσωπεία.
- Το σύστημα θα επιτρέπει τη μετάβαση στο προηγούμενο ή στο επόμενο μενού.

2.3.2 Μετάδοση Στοιχείων

- Τα εισερχόμενα δεδομένα θα περιλαμβάνουν βιοσήματα σε πραγματικό χρόνο και δεδομένα για τον έλεγχο της κατάστασης της συσκευής.
- Ο σταθμός τηλεϊατρικής πρέπει να μπορεί να αποθηκεύει τα ιατρικά δεδομένα σε πραγματικό χρόνο. Κατά παραγγελία του χρήστη θα μεταδίδει τα επιλεγόμενα δεδομένα μέσω του τηλεπικοινωνιακού δικτύου.
- Ο σταθμός τηλεϊατρικής πρέπει να παρέχει στο προσωπικό που την χειρίζεται (ασθενοφόρο, αγροτικό γιατρό) τη δυνατότητα να αναγνωρίζονται τα δεδομένα που είναι για μετάδοση με τη σύνδεση. Ο δείκτης χωρητικότητας των δεδομένων θα επιτρέπει στο προσωπικό της βάσης να καθορίσει ποια δεδομένα απομένουν για μετάδοση ώστε να ικανοποιηθούν και οι ιατρικές απαιτήσεις του επείγοντος περιστατικού για τη συγκεκριμένη διακοπή της μετάδοσης.

2.3.3 Πλατφόρμα Συστήματος

Η επιχειρησιακή πλατφόρμα για το σταθμό τηλεϊατρικής πρέπει να είναι ένα φορητός υπολογιστής ή υπολογιστής γραφείου βασισμένος σε επεξεργαστή Intel και λειτουργικό σύστημα Microsoft Windows. Θα συνδέεται με τον ιατρικό εξοπλισμό μέσω σειριακής θύρας RS-232 ή ενός παρόμοιου συστήματος. Η σύνδεση με το τηλεφωνικό δίκτυο θα γίνεται ανάλογα με μια κάρτα PCMCIA modem ή με κάποιο σειριακό καλώδιο αν

χρησιμοποιείται εξωτερικό modem. Η επιλογή αυτή έγινε εξαιτίας της ευρείας διάδοσης της χρήσης αυτής της πλατφόρμας, της σωστής αναλογίας χρησιμότητας / βάρους και τη διαθεσιμότητα πολλών κοινών πεδίων με ιατρικό εξοπλισμό.

2.3.4 Ευελιξία Συστήματος

Το σύστημα θα πρέπει να έχει μια τέτοια δομή που να επιτρέπει τη λειτουργία με διάφορα είδη ιατρικού εξοπλισμού χωρίς εκτεταμένο επανασχεδιασμό. Το σύστημα θα πρέπει να ικανοποιεί τις παρακάτω απαιτήσεις:

Για το σταθμό τηλεϊατρικής

- Οι ιατρικές συσκευές που συνδέονται με το σταθμό πρέπει να είναι προσβάσιμες μέσω ειδικών υποσυστημάτων και πρέπει να είναι συνδεδεμένο με το υποσύστημα επικοινωνιών.
- Τα δεδομένα από τις ιατρικές συσκευές θα εισάγονται για επεξεργασία και επίδειξη μέσω ενός συγκεκριμένου υποσυστήματος, το οποίο θα μεταφράζει τα δεδομένα της συσκευής στο δικό μας τρόπο κωδικοποίησης
- Ο σταθμός πρέπει να μπορεί να στέλνει δεδομένα από κάθε τερματικό μέσω συμβατής τηλεφωνικής γραμμής ADSL και να έχει μια σειριακή ή μια PCMCIA κάρτα .

Για τον σταθμό βάσης:

- Πρέπει να συνδέεται με το σταθμό τηλεϊατρικής με το απλό τηλεφωνικό δίκτυο μέσω ADSL.
- Τα δεδομένα που αφορούν στη φύση ενός περιστατικού μπορούν να ανταλλάγουν με εξωτερικά συστήματα σε πραγματικό χρόνο μέσω της χρήσης τυποποιημένων πρωτοκόλλων.

2.3.5 Ανάγκες Συστήματος

Με την ανάλυση των απαιτήσεων των χρηστών και την ανάλυση των αναγκών του συστήματος το προτεινόμενο σύστημα έχει σε κάθε περίπτωση χρήσης και διαφορετικές ανάγκες ανάλογα με το κόστος, μέγεθος, αυτονομία, βάρος, ποιότητα εικόνας που μεταδίδεται, και φιλικότητα στον χρήστη [3].

Εφαρμογές τηλεϊατρικής	Βασικές ανάγκες							
	Κόστος	Ανάγκη για φορητή συσκευή	Ανάγκη για αυτονομία συσκευής	Μικρό βάρος κ' μέγεθος	Τύπος H/Y	Ποιότητα κάμερας	Τηλε/κά μέσα	Φιλικότητα στον χρήστη
Ασθενοφόρα	Μέσο/ ψηλό	Υψηλή	Υψηλή	Υψηλή	Palmtop	Μέση/ ψηλή	GSM	Μέση/ Ψηλή
Αγροτικά ιατρικά κέντρα	Μέσο/ ψηλό	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Desktop Laptop	Μέση/ ψηλή	POTS, GSM	Μέση/ Ψηλή
Καράβι	Μέσο/ ψηλό	Χαμηλή/ Μέση	Χαμηλή/ Μέση	Χαμηλή	Desktop Laptop	Μέση/ ψηλή	GSM, Satellite	Μέση/ Ψηλή
Κατ'οίκον νοσηλεία	Χαμηλό	Χαμηλή/ Μέση	Χαμηλή/ Μέση	Χαμηλή	Desktop Laptop	Ψηλή	POTS	Ψηλή
Μονάδα εντατικής θεραπείας	Μέσο/ ψηλό	Χαμηλή	Χαμηλή	Χαμηλή	Desktop	Ψηλή	POTS, GSM	Μέση/ Ψηλή

Πίνακας 2 Συνοπτικός πίνακας αναγκών συστήματος για τις προτεινόμενες περιοχές εφαρμογής

Στον Πίνακα 2 δίνεται μια συνοπτική περιγραφή των αναγκών και το μέγεθος σε κάθε περίπτωση. Συγκεκριμένα σύμφωνα με την περιοχή εφαρμογής και τις δυνατότητες που παρέχονται σε κάθε περίπτωση πως διαμορφώνονται οι ανάγκες του συστήματος. Για παράδειγμα σε περιπτώσεις ασθενοφόρων το κόστος δεν ενδιαφέρει τόσο όσο μας ενδιαφέρει το σύστημα να είναι φορητό ελαφρύ, αυτόνομο και να μπορεί να μεταδίδει πληροφορίες κυρίως πάνω από δίκτυο κινητής τηλεφωνίας GSM, ενώ σε περιπτώσεις κατ'οίκον νοσηλείας μας ενδιαφέρει το κόστος αλλά όχι σε μεγάλο βαθμό εάν το σύστημα είναι

φορητό και αυτόνομο, ενώ η μετάδοση βιοσημάτων μπορεί να γίνεται και μέσα από συμβατικές τηλεφωνικές γραμμές αφού ο σταθμός θα είναι σταθερός στο σπίτι του ασθενή.

Κεφάλαιο 3

Ανάλυση Προδιαγραφών

3.1 Εισαγωγή	26
3.2 Προδιαγραφές	28
3.2.1 Σταθμός Τηλεϊατρικής	28
3.2.1.1 Επιλογές Εξοπλισμού	32
3.2.2 Σταθμός Βάσης	36
3.2.2.1 Επιλογή Εξοπλισμού	39

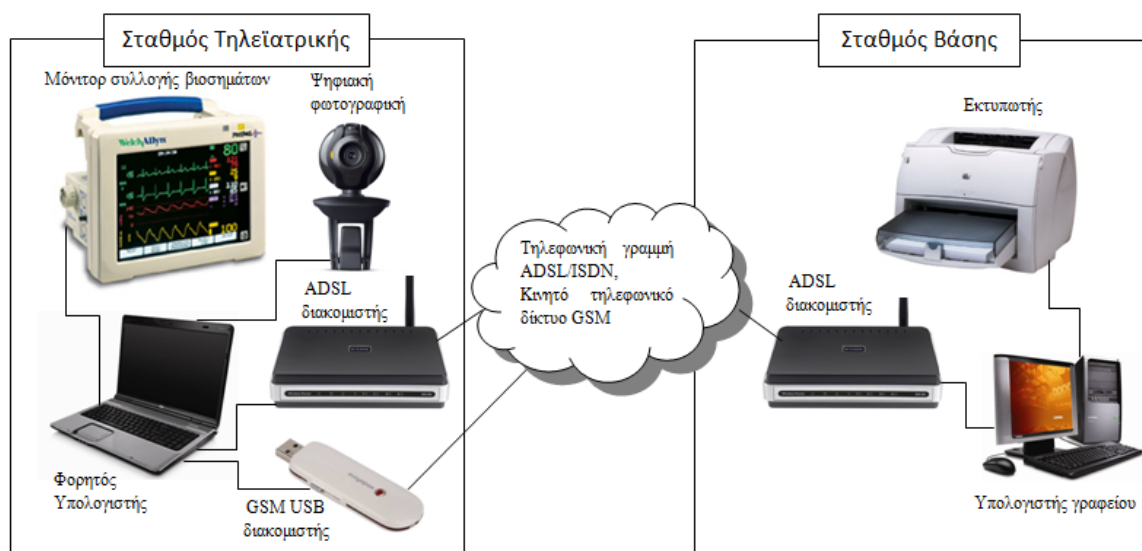
3.1 Εισαγωγή

Οι προδιαγραφές του συστήματος τέθηκαν βάσει των απαιτήσεων που έχουν αναλυθεί καταλήγοντας στο προτεινόμενο σύστημα τηλεϊατρικής [3]. Το σύστημα αποτελείται από τα δύο βασικά μέρη: τον σταθμό τηλεϊατρικής και τον σταθμό βάσης. Από την μία πλευρά, ο σταθμός τηλεϊατρικής βρίσκεται στον χώρο του ασθενή ενώ από την άλλη πλευρά βρίσκεται ο σταθμός βάσης πλησίον του ειδικού ιατρού.

Ολόκληρο το σύστημα σχεδιάστηκε χρησιμοποιώντας το μοντέλο πελάτη-εξυπηρετητή (client-server) όπου σταθμός βάσης παίζει το ρόλο του εξυπηρετητή (server) ενώ ο σταθμός τηλεϊατρικής είναι ο πελάτης (client) [3]. Η μεταξύ τους επικοινωνία γίνεται κυρίως με τη χρήση διαφόρων τηλεπικοινωνιακών μέσων όπως ADSL/ISDN τηλεφωνική γραμμή, GSM κινητό τηλεφωνικό δίκτυο .

Όσον αφορά την αναμετάδοση δεδομένων και την ανταλλαγή πληροφοριών χρησιμοποιείται το δικτυακό πρωτόκολλο TCP/IP γιατί μας εξασφαλίζει την δυνατότητα λειτουργίας του συστήματος πάνω από διαφορετικά μέσα που το υποστηρίζουν. Σε περιπτώσεις ασθενοφόρων η μετάδοση γίνεται με GSM, σε περιπτώσεις αγροτικών κέντρων η σύνδεση γίνεται με συμβατές τηλεφωνικές γραμμές ή γραμμές κινητής τηλεφωνίας (ADSL/ISDN), σε κατ' οίκον νοσηλεία ή παρακολούθηση ασθενών σε ΜΕΘ η σύνδεση γίνεται με συμβατές τηλεφωνικές γραμμές (ADSL/ISDN). Έτσι είναι δυνατή η χρήση του συστήματος μέσα από το τοπικό δίκτυο ενός νοσοκομείου πέραν από το διαδίκτυο.

Το σύστημα επιτρέπει την μετάδοση από το σημείο που βρίσκεται ο ασθενής στο σημείο που βρίσκεται ο ιατρός κρίσιμων βιοσημάτων του ασθενή (ΗΚΓ 3-12 απαγωγές, ΜΕΑΠ, ΕΑΠ, οξυμετρία, ρυθμούς αναπνοών, σφυγμοί καρδιάς, θερμοκρασία) σε πραγματικό χρόνο ή μη (αποθήκευση τοπικά και μετά αποστολή στη βάση). Η δομή και η σχεδίαση των δυο σταθμών αναφέρεται πιο αναλυτικά στην συνέχεια.



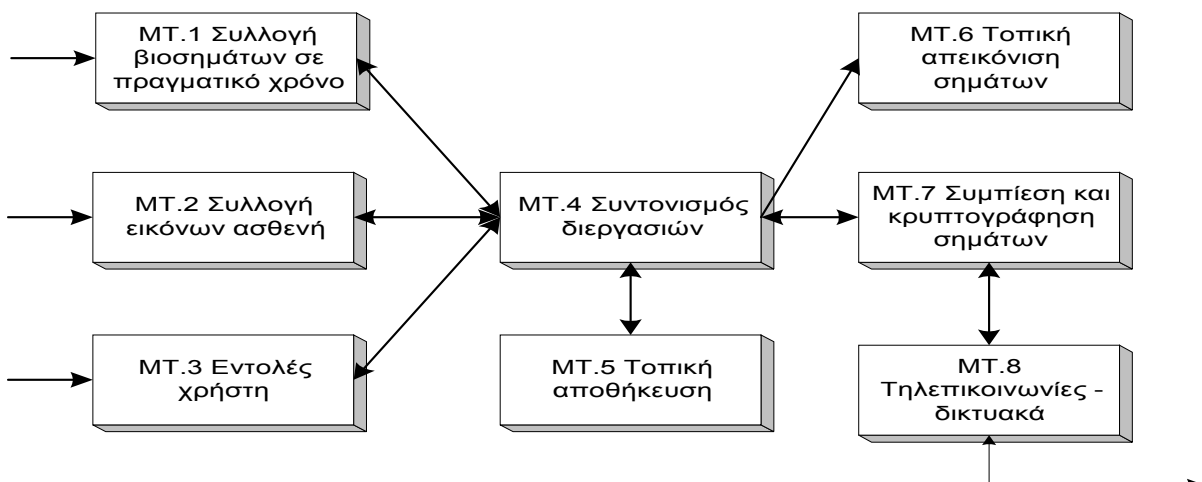
Σχήμα 2 Τεχνικό διάγραμμα συστήματος

3.2 Προδιαγραφές

3.2.1 Σταθμός Τηλεϊατρικής

Ο Σταθμός Τηλεϊατρικής (**Σχήμα 2**) αποτελείται από διάφορα υποσυστήματα τα οποία ως ενιαίο σύνολο επιτελούν όλες τις προκαθορισμένες και απαιτούμενες λειτουργίες. Τα διάφορα υποσυστήματα πρέπει να ανταποκρίνονται επιτυχώς στις λειτουργίες για τις οποίες έχουν επιλεγεί έτσι ώστε η λειτουργία του όλου συστήματος να καταστεί επιτυχής.

Ο Σταθμός Τηλεϊατρικής θα είναι βασισμένος σε ένα υπολογιστή με επεξεργαστή Intel και λειτουργικό Microsoft Windows XP ή νεώτερη έκδοση. Τέλος ο σταθμός είναι εξοπλισμένος με ένα μόνιτορ ιατρικών σημάτων, το οποίο είναι υπεύθυνο για την συλλογή βιοσημάτων του ασθενή.



Σχήμα 3 Αρχιτεκτονική σχεδίαση-υποσυστήματα σταθμού τηλεϊατρικής

Όλα τα μέρη του εξοπλισμού ελέγχονται με λογισμικό που είναι σε λειτουργία στην κάθε μονάδα. Η αρχιτεκτονική του σταθμού τηλεϊατρικής χωρίζεται σε διάφορα υποσυστήματα (**Σχήμα 3**) [3] τα οποία και συνθέτουν τον συνολικό σταθμό. Το κάθε υποσύστημα είναι συνδυασμός λογισμικού και υλικού.

MT.1 Συλλογή βιοσημάτων σε πραγματικό χρόνο: Το βασικότερο ίσως υποσύστημα που είναι υπεύθυνο για την συλλογή όλων των βιοσημάτων. Σύμφωνα με την ανάλυση των απαιτήσεων που έγιναν από την πλευρά του χρήστη, είχε καθοριστεί ότι τα βιοσήματα που θα καταγράφονται και θα μεταδίδονται σε πραγματικό χρόνο είναι ΗΚΓ, ΜΕΑΠ, ΕΑΠ, οξυμετρία και θερμοκρασία.

Τα περισσότερα ασθενοφόρα, ιατρικά κέντρα και ΜΕΘ είναι ήδη εξοπλισμένα με μόνιτορ ιατρικών σημάτων, για αυτό το λόγο θα επιλεγούν διαδεδομένα εμπορικά μόνιτορ σύμφωνα με την σημερινή αγορά. Τα μόνιτορ θα πρέπει να επικοινωνούν με τον υπολογιστή με την χρήση ψηφιακής σειριακής εισόδου RS-232.

Η επιλογή των μόνιτορ έχει γίνει λαμβάνοντας υπόψη:

- Τα βιοσήματα τα οποία να μπορούν να καταγράψουν
- Εάν έχουν ψηφιακή έξοδο με την οποία μπορούν να επικοινωνήσουν (να στείλουν η να πάρουν δεδομένα από ένα υπολογιστή)
- Να τηρούν κανόνες ασφαλείας οι οποίοι έχουν τεθεί από έγκυρους διεθνείς οργανισμούς.

Επιπλέον η συνδεσμολογία διάφορων ιατρικών οργάνων που συνδέονται στους ασθενείς, κυρίως σε ασθενείς που νοσηλεύονται σε ΜΕΘ, γίνεται με βάση διάφορες διεθνείς προδιαγραφές και πρωτόκολλα ασφαλείας.

MT.2 Συλλογή εικόνων ασθενή: Το υποσύστημα αυτό είναι υπεύθυνο για την συλλογή και διαχείριση έγχρωμων εικόνων του ασθενή, οι οποίες θα μεταδίδονται ακόμα και μέσα από τηλεπικοινωνιακά μέσα με χαμηλούς ρυθμούς μετάδοσης (GSM). Για το λόγο αυτό στο όλο σύστημα πρέπει να συνδεθεί εξωτερικά με μια κάμερα για συλλογή εικόνων. Οι λύσεις που μπορεί να χρησιμοποιηθούν είναι αρκετές και με διαφορετική ποιότητα. Λαμβάνοντας υπόψη όσα έχουν προκύψει από τις απαιτήσεις του χρήστη, θα γίνει η σχεδίαση του μέρους αυτού έτσι που να είναι ανεξάρτητο από την κάμερα που θα χρησιμοποιείται. Μια καλή λύση είναι η σχεδίαση του συστήματος να είναι συμβατό με όλο τον εξοπλισμό που λειτουργεί χρησιμοποιώντας Video for Windows, με αυτό τον

τρόπο μπορούν να χρησιμοποιηθούν για το σύστημα διάφορες κάμερες. Το υποσύστημα αυτό είναι επίσης υπεύθυνο για την εμφάνιση σήματος video στον χρήστη δίνοντας του έτσι την δυνατότητα επιλογής της κατάλληλης εικόνας.

MT.3 Εντολές χρήστη: Το υποσύστημα αυτό είναι υπεύθυνο για την επικοινωνία με τον χρήστη. Μέσα από τις απαιτήσεις χρήστη που έχουν ήδη καθοριστεί, πρέπει να δημιουργηθεί ένα σύστημα που να είναι φιλικό προς τον χρήστη (user friendly) και να έχει όσο το δυνατόν περισσότερες αυτοματοποιημένες διεργασίες. Έτσι, έχοντας υπόψη όλα αυτά, η διαπροσωπεία του συστήματος δημιουργείται έτσι που να απαιτεί τις ελάχιστες γνώσεις υπολογιστών από τον χρήστη. Το σύστημα μπορεί να λειτουργεί με προκαθορισμένους και απλούς συνδυασμούς πλήκτρων (shortcuts), και μεταφορές (κατανοητά εικονίδια). Μέσα από τις εντολές χρήστη θα ελέγχονται και τα δύο προηγούμενα συστήματα.

MT.4 Συντονισμός διεργασιών: Το υποσύστημα αυτό ελέγχει και συντονίζει όλα τα υποσυστήματα του σταθμού τηλεϊατρικής. Η κεντρική μονάδα, έχει σχεδιαστεί έτσι που να μπορεί να δεχτεί παράλληλα μηνύματα από τα διάφορα υποσυστήματα και να τα διαχειριστεί με τον κατάλληλο τρόπο. Ελέγχει όλα τα υπόλοιπα υποσυστήματα, και αναφέρει τυχόν λάθη και προβλήματα σε κάποια λειτουργία και αναλαμβάνει ακολούθως την άμεση διόρθωσή τους. Το σύστημα αυτό είναι ένα σύστημα πολυεπεξεργασίας που λειτουργεί με χρήση κάποιων ειδικών ρουτινών που αναλαμβάνουν την ροή δεδομένων από και προς τον υπολογιστή.

MT.5 Τοπική αποθήκευση: Το υποσύστημα αυτό είναι υπεύθυνο για την τοπική αποθήκευση όλων των πληροφοριών που συλλέγονται όπως βιοσήματα και εικόνες του ασθενή.

Η τοπική αποθήκευση έχει δυο βασικούς σκοπούς:

- Αποθήκευση και μετάδοση σε μη πραγματικό χρόνο, σε περιπτώσεις που η σύνδεση είναι αργή και δεν επιτρέπει την μετάδοση σε πραγματικό χρόνο

- Τρόπος αποθήκευσης δεδομένων σε περιπτώσεις που η μετάδοση δεδομένων είχε διακοπεί και πιθανότατα θα χρειαστούν στο μέλλον.

MT.6 Τοπική απεικόνιση βιοσημάτων: Το υποσύστημα αυτό είναι υπεύθυνο για την απεικόνιση τοπικά των βιοσημάτων του ασθενή. Η απεικόνιση πρέπει να είναι είτε σε μορφή κυματομορφής είτε σε αριθμητική μορφή ανάλογα με το σήμα. Η προτεινόμενη μορφή απεικόνισης ακολουθεί την μορφή που γίνεται η απεικόνιση στα ιατρικά μόνιτορ που χρησιμοποιούνται τροποποιημένη ανάλογα με ανάγκες και συμβουλές των χρηστών.

MT.7 Συμπίεση και κρυπτογράφηση δεδομένων: Το υποσύστημα αυτό είναι υπεύθυνο για την συμπίεση και κρυπτογράφηση των δεδομένων έτσι ώστε να επιτυγχάνονται δύο βασικοί στόχοι: η εφικτή μετάδοση των δεδομένων μέσα από τηλεπικοινωνιακά μέσα με χαμηλούς ρυθμούς μετάδοσης, και η κρυπτογράφηση για να εξασφαλίσουμε την ασφάλεια στην σύνδεση. Για την συμπίεση δεδομένων από βιοσήματα χρησιμοποιούνται αλγόριθμοι συμπίεσης χωρίς απώλειες στην συμπίεση. Συνάμα, η κρυπτογράφηση και γενικότερα η ασφάλεια του συστήματος γίνεται βάση οδηγιών και προτύπων που αφορούν ασφάλεια δεδομένων. Τα δεδομένα μετά από αυτό το υποσύστημα διοχετεύονται στο υποσύστημα τηλεπικοινωνιών – δικτύων.

MT.8 Τηλεπικοινωνίες – δίκτυα: Όλες οι επικοινωνίες με τον σταθμό βάσης γίνονται μέσω του υποσυστήματος αυτού. Η μετάδοση δεδομένων ανάλογα με την περίπτωση γίνεται με χρήση του δικτύου κινητής τηλεφωνίας GSM ή συμβατικού τηλεφωνικού δικτύου (ADSL/ISDN) ή τοπικού δικτύου υπολογιστών. Η μετάδοση σε όλες τις περιπτώσεις γίνεται με χρήση του πρωτοκόλλου TCP/IP. Το πρωτόκολλο TCP/IP είναι τυποποιημένο δικτυακό πρωτόκολλο το οποίο εξασφαλίζει την ασφαλή και έγκυρη μετάδοση δεδομένων ανεξάρτητα από τηλεπικοινωνιακό μέσο.

3.2.1.1 Επιλογές Εξοπλισμού

Λαμβάνοντας υπόψη την περιγραφή των υποσυστημάτων, έχει καθοριστεί και ο εξοπλισμός. Ο εξοπλισμός έχει επιλεγεί και δοκιμαστεί έτσι που να μπορεί να πληρεί τα κριτήρια που έχουν τεθεί από τις απαιτήσεις του χρήστη και από τις προδιαγραφές του συστήματος.

Μόνιτορ ιατρικών σημάτων:

Η επιλογή του μόνιτορ συλλογής ιατρικών σημάτων έγινε με βάσει τις εξής δυνατότητες :

- Να μπορεί να καταγράφει σε πραγματικό χρόνο τα βιοσήματα που έχουν τεθεί από τις ανάγκες χρήστη:
 - ο ΗΚΓ
 - ο ΜΕΑΠ
 - ο ΕΑΠ
 - ο Θερμοκρασία
 - ο Οξυμετρία
- Να είναι φορητό και ελαφρύ
- Να έχει αυτονομία
- Να είναι εύκολο στην χρήση
- Να έχει ψηφιακή έξοδο δεδομένων
- Να δίνει η κατασκευάστρια εταιρεία το πρωτόκολλο επικοινωνίας
- Να πληρεί κανόνες ασφαλείας

Σύμφωνα με τα πιο πάνω έγινε η επιλογή μόνιτορ από δυο διαφορετικούς κατασκευαστές, τα οποία είναι ευρέως διαδεδομένα σε επείγουσα ιατρική και σε παρακολουθήσεις ασθενών σε ΜΕΘ. Τα επιλεγμένα μόνιτορ είναι τα εξής:

1. **HIPAX (Johnson & Johnson) μοντέλα Dinamap Plus 87xx.** Τα μόνιτορ της σειράς αυτής έχουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:
 - Συλλογή ιατρικών σημάτων ΗΚΓ (3 απαγωγές), ΜΕΑΠ, ΕΑΠ, Θερμοκρασία, Οξυμετρία

- Αυτονομία με δύο μπαταρίες που μπορούν να μουν πάνω στο μόνιτορ
- Μικρό σε μέγεθος , ελαφρύ (4.5 kg)
- Συνεχή ψηφιακή έξοδο βιοσημάτων
- Το πρωτόκολλο επικοινωνίας δίνεται από την εταιρεία
- Πιστοποιήσεις: CE mark, IEC 601-1-2/93 EMC, Group I, Class B.

2. Protocol μοντέλα Propaq 1xx. Τα μόνιτορ της σειράς αυτής έχουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Συλλογή ιατρικών σημάτων ΗΚΓ (3 απαγωγές), ΜΕΑΠ, ΕΑΠ, Θερμοκρασία, Οξυμετρία
- Αυτονομία με μπαταρίες ενσωματωμένες πάνω στο μόνιτορ
- Μικρό σε μέγεθος , ελαφρύ (3.8 kg)
- Συνεχή ψηφιακή έξοδο βιοσημάτων
- Το πρωτόκολλο επικοινωνίας δίνεται από την εταιρεία
- Πιστοποιήσεις: CE0123, UL Listed 97T6 Medical and Dental Equip. Professional, SA LR 80313 STD C22.2 No 125 Risk Class 3

3. Protocol μοντέλα Propaq 2xx. Τα μόνιτορ της σειράς αυτής έχουν τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Συλλογή ιατρικών σημάτων ΗΚΓ 7 απαγωγές (με κατάλληλη εναλλαγή καλωδίων μπορούμε να πάρουμε μέχρι 12 απαγωγές, ΜΕΑΠ, ΕΑΠ, Θερμοκρασία, Οξυμετρία)
- Αυτονομία με μπαταρίες ενσωματωμένες πάνω στο μόνιτορ
- Μικρό σε μέγεθος , ελαφρύ (3.8 kg)
- Συνεχή ψηφιακή έξοδο βιοσημάτων
- Το πρωτόκολλο επικοινωνίας δίνεται από την εταιρεία

- Πιστοποιήσεις: CE0123, UL classified, UL2601-1, IEC 601-1-1, IEC 601-2-27 10FJ.

Ψηφιακή κάμερα

Για την ψηφιοποίηση εικόνων έχουν επιλεγεί ψηφιακές κάμερες του εμπορίου, οι οποίες μπορούν να λειτουργήσουν με χρήση του video for windows δίνοντας ικανοποιητική ανάλυση εικόνας. Έχουν επιλεγεί τα ακόλουθα μοντέλα:

Logitech® Webcam C300

- **Ανάλυση:**
Αισθητήρα 1,3 megapixels για λήψεις βίντεο μέχρι 1280 x 1024 pixels και σταθερές εικόνες 5 megapixels με παρεμβολή.
- **Χρώματα**
32-bit (millions of colors)
- **Ρυθμοί Frame**
30 frames / second
- **Άλλα χαρακτηριστικά:**
Ενσωματωμένο μικρόφωνο με τεχνολογία RightSound

Logitech® Webcam C500

- **Ανάλυση:**
Αισθητήρα 1,3 megapixels για λήψεις βίντεο μέχρι 1280 x 1024 pixels και σταθερές εικόνες 5 megapixels με παρεμβολή.
- **Χρώματα**
32-bit (millions of colors) με τεχνολογία RightLight
- **Ρυθμοί Frame:**
30 frames / second
- **Άλλα χαρακτηριστικά:**

Ενσωματωμένο μικρόφωνο με τεχνολογία RightSound

Logitech® Webcam C600

- **Ανάλυση:**

Αισθητήρα 2 megapixels για λήψεις βίντεο μέχρι 1600 x 1200 pixels και σταθερές εικόνες 8 megapixels με παρεμβολή.

- **Χρώματα**

32-bit (millions of colors) με τεχνολογία RightLight2

- **Ρυθμοί Frame:**

30 frames / second

- **Άλλα χαρακτηριστικά:**

Ενσωματωμένο μικρόφωνο με τεχνολογία RightSound

Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας (CPU)

Για τον ηλεκτρονικό υπολογιστή μπορεί να χρησιμοποιηθεί ένας τυποποιημένος υπολογιστής γραφείου με τις ακόλουθες προδιαγραφές:

- Intel Pentium Dual Core 2.70GHZ
 - ο Ελάχιστη μνήμη: 2GB DDR2 800MHz
 - ο Σκληρός δίσκος τουλάχιστον 150 GB
 - ο Οθόνη τύπου TFT μεγέθους 15’’ ή μεγαλύτερη
 - ο Λειτουργικό: Windows XP/Vista/Seven

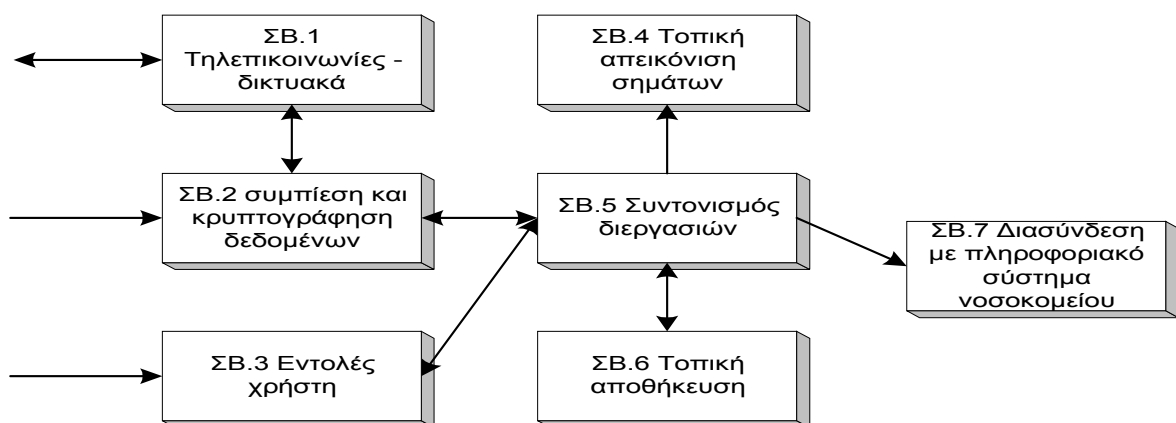
Για τις περιπτώσεις όπου χρησιμοποιείται φορητός υπολογιστής έχει επιλεγεί ο φορητός υπολογιστής με τεχνικά χαρακτηριστικά:

- Intel Pentium Dual-Core Mobile 2.1 GHz
 - ο Ελάχιστη μνήμη: 2GB DDR2 800MHz
 - ο Σκληρός δίσκος τουλάχιστον 150 GB
 - ο Οθόνη τύπου TFT μεγέθους 15’’ ή μεγαλύτερη

ο Λειτουργικό: Windows XP/Vista/Seven

3.2.2 Σταθμός Βάσης

Όσον αφορά τον σταθμό βάσης (Σχήμα 2), αποτελείται από ένα υπολογιστή που χρησιμοποιεί περιβάλλον Microsoft Windows XP/Vista/Seven. Ανάλογα με την περίπτωση ο υπολογιστής μπορεί να είναι φορητός η όχι. Σε περιπτώσεις που ο ιατρός που το χρησιμοποιεί βρίσκεται εκτός νοσοκομείου και παρακολουθεί ασθενείς σε ΜΕΘ, τότε μπορεί να είναι φορητός υπολογιστής. Αντιθέτως όταν ο γιατρός βρίσκεται σε κάποιο κεντρικό νοσοκομείο, τότε μπορεί να υπάρχει ένα υπολογιστή γραφείου ο οποίος μπορεί να είναι και συνδεδεμένος με σύστημα αρχειοθέτησης ή το σύστημα πληροφορικής του νοσοκομείου για αποθήκευση των δεδομένων της τηλεϊατρικής, ή ανάκτηση δεδομένων που βρίσκονται εκ των προτέρων αποθηκευμένα. Ο σταθμός βάσης είναι υπεύθυνος στο να λαμβάνει τα σήματα από τον σταθμό τηλεϊατρικής, να τα αποκρυπτογραφεί, να τα αποσυμπιέζει, να τα απεικονίζει τοπικά και να τα αποθηκεύει. Αναλυτικότερα ο σταθμός αποτελείται από διάφορα υποσυστήματα (Σχήμα 4) που κάνουν τις πιο πάνω διεργασίες. Ομοίως όπως και στον σταθμό τηλεϊατρικής, το κάθε υποσύστημα είναι συνδυασμός υλικού και λογισμικού.



Σχήμα 4 Αρχιτεκτονική σχεδίαση-υποσυστήματα σταθμός βάσης

ΣΒ.1 Τηλεπικοινωνίες – δίκτυα: Όλες οι επικοινωνίες με τον σταθμό τηλεϊατρικής γίνονται μέσω του υποσυστήματος αυτού. Η χρήση του συστήματος για διαφορετικές περιπτώσεις μας οδηγεί στην σχεδίαση συστήματος το οποίο να μπορεί να λαμβάνει ή να μεταδίδει δεδομένα μέσα από διάφορα ασύρματα ή ενσύρματα τηλεπικοινωνιακά μέσα. Για αυτό η μετάδοση δεδομένων γίνεται με χρήση του δικτύου κινητής τηλεφωνίας GSM, του συμβατικού τηλεφωνικού δικτύου (ADSL/ISDN) ή τοπικού δικτύου υπολογιστών. Η μετάδοση σε όλες τις περιπτώσεις γίνεται με χρήση του πρωτοκόλλου TCP/IP.

ΣΒ.2 Συμπίεση και κρυπτογράφηση δεδομένων: Το υποσύστημα αυτό είναι υπεύθυνο για την συμπίεση/αποσυμπίεση και κρυπτογράφηση / αποκρυπτογράφηση των δεδομένων έτσι που να πραγματοποιείται τοπικά η απεικόνιση των δεδομένων που φτάνουν από τον σταθμό τηλεϊατρικής, αλλά συγχρόνως και η κρυπτογραφημένη αποστολή εντολών στον σταθμό τηλεϊατρικής.

ΣΒ.3 Εντολές χρήστη: Το υποσύστημα αυτό είναι υπεύθυνο για την επικοινωνία με τον χρήστη. Μέσα από τις απαιτήσεις χρήστη καθορίστηκε ότι πρέπει να δημιουργηθεί ένα σύστημα που να είναι φιλικό προς τον χρήστη και να έχει όσο το δυνατόν περισσότερες αυτοματοποιημένες διεργασίες. Λαμβάνοντας υπόψη αυτά, η διαπροσωπεία του συστήματος πρέπει να απαιτεί τις ελάχιστες γνώσεις υπολογιστών από τον χρήστη. Το σύστημα μπορεί να λειτουργεί με απλή χρήση του ποντικιού ή με προκαθορισμένους και απλούς συνδυασμούς πλήκτρων (shortcuts). Μέσα από τις εντολές χρήστη θα ελέγχεται όλο το σύστημα του σταθμού βάσης.

ΣΒ.4 Τοπική απεικόνιση βιοσημάτων: Το υποσύστημα αυτό είναι υπεύθυνο για την τοπική απεικόνιση των βιοσημάτων του ασθενή. Η απεικόνιση πρέπει να είναι είτε σε μορφή κυματομορφής είτε σε αριθμητική μορφή ανάλογα με το σήμα. Η προτεινόμενη μορφή απεικόνισης ακολουθεί την μορφή που γίνεται η απεικόνιση στα ιατρικά μόνιτορ που είναι τροποποιημένη ανάλογα με τις ανάγκες και συμβουλές των χρηστών. Η απεικόνιση είναι ίδια με την απεικόνιση των βιοσημάτων στον σταθμό τηλεϊατρικής.

ΣΒ.5 Συντονισμός διεργασιών: Το υποσύστημα αυτό ελέγχει και συντονίζει όλα τα υποσυστήματα του σταθμού βάσης. Είναι η κεντρική μονάδα και έχει σχεδιαστεί έτσι ώστε να μπορεί να δεχτεί παράλληλα μηνύματα από τα διάφορα υποσυστήματα και να τα διαχειριστεί με τον κατάλληλο τρόπο. Ελέγχει όλα τα υπόλοιπα υποσυστήματα και αναφέρει τυχόν λάθη και προβλήματα σε κάποια λειτουργία αναλαμβάνοντας ακολούθως την διόρθωσή τους. Το σύστημα αυτό είναι ένα σύστημα πολυεπεξεργασίας λειτουργεί με χρήση κάποιων ειδικών ρουτινών που αναλαμβάνουν την ροή δεδομένων από και προς τον υπολογιστή.

ΣΒ.6 Τοπική αποθήκευση: Το υποσύστημα αυτό είναι υπεύθυνο για την τοπική αποθήκευση όλων των πληροφοριών που συλλέγονται όπως βιοσήματα και εικόνες του ασθενή. Επιπλέον σε περιπτώσεις που ο σταθμός είναι σταθερός σε κάποιο νοσοκομείο αποθηκεύονται και πληροφορίες που αφορούν τον ίδιο τον ασθενή (ιατρικό ιστορικό, πληροφορίες επείγοντος περιστατικού) για μελλοντική χρήση ή για προώθηση στο πληροφοριακό σύστημα του νοσοκομείου όταν αυτό υπάρχει.

ΣΒ.7 Διασύνδεση με πληροφοριακό σύστημα νοσοκομείου: Το υποσύστημα αυτό επιτρέπει την διασύνδεση με το πληροφοριακό σύστημα του νοσοκομείου σε οποίες περιπτώσεις υπάρχει. Αυτό είναι πολύ βασικό υποσύστημα γιατί επιτρέπει την ανάκτηση τυχόν προηγούμενων πληροφοριών που υπάρχουν αποθηκευμένες και αφορούν τον ασθενή (πληροφορίες όπως προηγούμενες εξετάσεις του ασθενή, ιατρικό ιστορικό). Σε περιπτώσεις που δεν υπάρχει πληροφοριακό σύστημα νοσοκομείου, η αποθήκευση στοιχείων που αφορούν ιστορικό γίνεται και από το υποσύστημα ΣΒ.6 τοπικής αποθήκευσης δεδομένων.

3.2.2.1 Επιλογή Εξοπλισμού

Όσον αφορά τον σταθμό βάσης, επιλέγεται ένας τυπικός υπολογιστής εμπορίου με χαρακτηριστικά που να δίνουν την δυνατότητα λήψης και αποθήκευσης σημάτων. Ο εν λόγω υπολογιστής έχει επιλέγει να έχει τα ακόλουθα χαρακτηριστικά:

- Intel Pentium Dual Core 2.70GHZ
 - ο Ελάχιστη μνήμη: 2GB DDR2 800MHz
 - ο Σκληρός δίσκος τουλάχιστον 150 GB
 - ο Οθόνη τύπου TFT μεγέθους 15’’ ή μεγαλύτερη
 - ο Εξοπλισμένος με modem 56K Kbps
 - ο Λειτουργικό: Windows XP/Vista/Seven

Σε περιπτώσεις που ο σταθμός τηλεϊατρικής είναι φορητός θα χρησιμοποιηθεί φορητός υπολογιστής με παρόμοια τεχνικά χαρακτηριστικά με αυτού που επιλέχτηκε στο σταθμό τηλεϊατρικής προσθέτοντας μια κάρτα τηλεφώνου για υποστήριξη GSM.

Κεφάλαιο 4

Αναλυτική Σχεδίαση

4.1 Εισαγωγή	42
4.2 Σενάρια λειτουργίας	43
4.2.1 Υποστήριξη διάγνωσης	44
4.2.2 Κατ' οίκον νοσηλεία	46
4.2.3 Μονάδες Εντατικής Θεραπείας (ΜΕΘ)	47
4.3 Μοντέλο Συστήματος	48
4.4 Λειτουργίες συστήματος	49
4.4.1 Σταθμός Τηλεϊατρικής	49
4.4.1.1 Λειτουργίες ελέγχου συνδέσεων δικτύου – τηλεφωνικές	50
4.4.1.2 Λειτουργίες ελέγχου σύνδεσης μόνιτορ	52
4.4.1.3 Λειτουργίες ελέγχου εντολών από/προς σταθμό βάσης	55
4.4.1.4 Λειτουργίες αποστολής δεδομένων, βιοσημάτων, εικόνων	56
4.4.1.5 Γενικές λειτουργίες συντονισμού	61
4.4.2 Σταθμός βάσης	63
4.4.2.1 Υποσύστημα Τηλεϊατρικής	63
4.4.2.1.1 Λειτουργίες ελέγχου συνδέσεων δικτύου	64
4.4.2.1.2 Λειτουργίες ελέγχου λήψης/απεικόνισης	66
4.4.2.1.3 Λειτουργίες ελέγχου εντολών	69
4.4.2.1.4 Γενικές λειτουργίες συντονισμού	71
4.5 Πρωτόκολλο επικοινωνίας πελάτη – εξυπηρετητή	74
4.5.1 Γενική περιγραφή	74
4.5.1.1 Αρχικοποίηση σύνδεσης	76
4.5.1.2 Μηνύματα ελέγχου από εξυπηρετητή σε πελάτη	80

4.5.1.3 Μηνύματα ελέγχου από πελάτη σε εξυπηρετητή	82
4.5.1.4 Μηνύματα εικόνας από εξυπηρετητή σε πελάτη	84
4.5.1.5 Μηνύματα έναρξης σύνδεσης	85
4.5.1.6 Περιγραφή δομής δεδομένων βιοσημάτων	87
4.6 Αρχιτεκτονική Σχεδίαση	90
4.6.1 Διάγραμμα Use Case	90
4.6.2 Σταθμός Τηλεϊατρικής	91
4.6.2.1 Διάγραμμα κλάσεων	91
4.6.2.2 Διαγράμματα Sequence και Collaboration	100
4.6.2.2.1 Εγκαθίδρυση σύνδεσης με μόνιτορ	100
4.6.2.2.2 Διακοπή σύνδεσης με μόνιτορ	101
4.6.2.2.3 Εμφάνιση βιοσημάτων και τιμών	102
4.6.2.2.4 Εμφάνιση κατοχυρωμένων δεδομένων ασθενή	103
4.6.2.2.5 Εμφάνιση συναγερμών μόνιτορ	104
4.6.2.2.6 Σύνδεση με ψηφιακή κάμερα	105
4.6.2.2.7 Εγκαθίδρυση και έλεγχος TCP επικοινωνίας	106
4.6.2.3 Διάγραμμα State Chart	107
4.6.3 Σταθμός Βάσης (Ιατρού)	108
4.6.3.1 Διάγραμμα κλάσεων	108
4.6.3.2 Διάγραμμα Sequence και Collaboration	110
4.6.3.3 Διάγραμμα State Chart	111

4.1 Εισαγωγή

Λαμβάνοντας υπόψη τις φάσεις ανάλυσης των απαιτήσεων και τον καθορισμό των προδιαγραφών, συνεχίζουμε στην φάση της σχεδίασης του συστήματος τηλεϊατρικής, το οποίο επιτρέπει την μετάδοση από το σημείο που βρίσκεται ο ασθενής στο σημείο που βρίσκεται ο ιατρός:

1. κρίσιμων βιοσημάτων του ασθενή (ΗΚΓ 3-12 απαγωγές, ΜΕΑΠ, ΕΑΠ, σφίξεις καρδιάς, οξυμετρία, ρυθμούς αναπνοών, θερμοκρασία) σε πραγματικό χρόνο ή μη (αποθήκευση τοπικά και μετά αποστολή στη βάση)
2. εικόνων (φωτογραφιών) του ασθενή.

Επιπλέον το σύστημα μπορεί να αποθηκεύσει σε βάση δεδομένων, για μελλοντική χρήση, όλες τις μεταδιδόμενες πληροφορίες και στοιχεία ασθενών όπως ιστορικό ασθενούς.

Το εν λόγω σύστημα τηλεϊατρικής έχει σχεδιαστεί και υλοποιηθεί με πρωτεύοντα στόχο την αποτελεσματική, συνεχή και αξιόπιστη σύνδεση του ειδικού γιατρού με το μέρος στο οποίο βρίσκεται ο ασθενής. Η κρισιμότητα αυξάνεται για το συγκεκριμένο σύστημα, κυρίως για δύο λόγους: ο πρώτος σχετίζεται με τις συνθήκες στις οποίες είναι σχεδιασμένο να χρησιμοποιηθεί (επείγοντα περιστατικά = ζωή σε κίνδυνο), ενώ ο δεύτερος σχετίζεται με τους πραγματικούς χρήστες του συστήματος (νοσοκόμοι - γιατροί) και τη μικρή ή μηδαμινή εμπειρία τους με τους υπολογιστές.

Η υλοποίηση του όλου συστήματος έγινε σε περιβάλλον Microsoft Windows και είναι συμβατό με τις εκδόσεις XP/Vista/Seven. Χρησιμοποιήθηκε η αντικειμενοστρεφή γλώσσα προγραμματισμού Microsoft Visual C Sharp [7] που στηρίζεται στο .NET Framework. Όσον αφορά το πρόβλημα, τις ανάγκες των χρηστών και τις προδιαγραφές του συστήματος, έχουν καταγραφεί στο Κεφάλαιο 2 και Κεφάλαιο 3.

Σ' αυτό το κεφάλαιο γίνεται η αναλυτική περιγραφή της υλοποίησης του συστήματος. Η δομή της σχεδίασης αποτελείται από τα εξής διαδοχικά μέρη:

1. Αρχικά παρουσιάζονται τα συνολικά σενάρια λειτουργίας του συστήματος όπως είχαν τεθεί από τους χρήστες. Στα σενάρια αυτά βασίζεται η όλη σχεδίαση και ανάπτυξη του συστήματος.
2. Ακολούθως παρουσιάζεται ένα συνολικό μοντέλο με την ροή πληροφοριών μέσα στο σύστημα σύμφωνα με τις υπολειτουργίες που απαρτίζεται.
3. Βάση του μοντέλου ροής πληροφοριών, γίνεται αναλυτική περιγραφή όλων των υπολειτουργιών που πραγματοποιούνται από τα δυο μέρη του συστήματος: σταθμός τηλεϊατρικής και σταθμός βάσης για την σωστή λειτουργικότητα του συστήματος.
4. Μετά γίνεται περιγραφή του πρωτοκόλλου επικοινωνίας που καθορίστηκε για την σωστή λειτουργία του συστήματος
5. Μετά γίνεται η αναλυτική περιγραφή της σχεδίασης της βάσης δεδομένων που υποστηρίζει το σταθμό βάσης
6. Τέλος γίνεται η αναλυτική περιγραφή του σχεδιασμού διαπροσωπείας και της υλοποίησης του συνόλου του συστήματος.

4.2 Σενάρια Λειτουργίας

Το σύστημα έχει σχεδιαστεί για να μπορεί να εφαρμόζεται στις εξής τρεις διαφορετικές περιπτώσεις [7]:

1. Για Υποστήριξη διάγνωσης σε επείγοντα περιστατικά η άλλα περιστατικά τα οποία
 - ο Μπορεί να χειρίζεται το προσωπικό ενός ασθενοφόρου
 - ο Μπορεί να συμβαίνουν σε κάποιο απομακρυσμένο ιατρικό κέντρο, αγροτικό κέντρο και κέντρο υγείας
 - ο Μπορεί να συμβαίνουν σε καράβι που βρίσκεται εν πλω μακριά από τις ακτές
2. Για παρακολούθηση ασθενή που βρίσκεται στο σπίτι του
3. Για παρακολούθηση ασθενών που νοσηλεύονται σε Μονάδα Εντατικής Θεραπείας.

Για κάθε μια από τις περιπτώσεις έχουμε και διαφορετικά σενάρια χρήσης.

4.2.1 Υποστήριξη διάγνωσης

Όσον αφορά την υποστήριξη διάγνωσης διακρίνουμε τρεις υποπεριπτώσεις [3]:

1. Αντιμετώπιση και διαχείριση επείγοντος περιστατικού από ένα κέντρο ασθενοφόρων.

Το σενάριο αυτό προβλέπει τα ακόλουθα:

- Συμβαίνει ένα επείγον περιστατικό.
- Η επείγουσα κλήση φτάνει στο κέντρο λήψης επειγουσών κλήσεων του Νοσοκομείου.
- Ο τηλεφωνητής συλλέγει και καταχωρεί τα στοιχεία του περιστατικού.
- Γίνεται εκτίμηση της κρισιμότητας του περιστατικού.
- Καθορίζεται ο ιατροφαρμακευτικός εξοπλισμός, που απαιτείται για την προνοσοκομειακή αντιμετώπιση του περιστατικού.
- Ελέγχεται η διαθεσιμότητα και η τρέχουσα κατάσταση των κινητών μονάδων άμεσης ιατρικής βοήθειας (ασθενοφόρων).
- Οργανώνεται και εκτελείται η αποστολή της κατάλληλης μονάδας.
- Η μονάδα φτάνει στο χώρο του επείγοντος και αρχίζει η προνοσοκομειακή φροντίδα του ασθενή, ενώ εάν κριθεί αναγκαίο αρχίζει η εφαρμογή τηλεϊατρικής για συνεννόηση και συμβουλές από το κέντρο στους Τεχνικούς Ιατρικής (ΤΕΙ).
- Εάν εφαρμοστεί τηλεϊατρική τότε συλλέγονται και αποθηκεύονται όλα τα αρχεία που αφορούν την τηλεϊατρική.
- Σε περίπτωση που είναι γνωστά τα στοιχεία του ασθενούς, γίνεται έλεγχος αν έχει προηγούμενο ιατρικό ιστορικό καταχωρημένο, έτσι που να δοθούν οι κατάλληλες συμβουλές για την προνοσοκομειακή αγωγή προς τους ΤΕΙ.
- Συλλέγονται και καταχωρούνται όλα τα υπόλοιπα στοιχεία (προνοσοκομειακή αγωγή, στοιχεία μεταφοράς κλπ) του περιστατικού.

- Η κατάσταση επείγοντος περιστατικού κλείνει, όταν έχει φτάσει πλέον ο ασθενής στο νοσοκομείο και έχει γίνει η τελική διάγνωση και παροχή ανάλογης ιατροφαρμακευτικής αγωγής.
2. Αντιμετώπιση περιστατικού που συμβαίνει σε ένα απομακρυσμένο ιατρικό κέντρο. Το σενάριο αυτό προβλέπει τα ακόλουθα:
- Συμβαίνει ένα περιστατικό σε αγροτικό ιατρικό κέντρο.
 - Κρίνεται από τον αγροτικό γιατρό ότι είναι αναγκαία η σύνδεση και συνεργασία με ειδικευμένο γιατρό που βρίσκεται σε κεντρικό νοσοκομείο.
 - Η κλήση φτάνει στο κεντρικό νοσοκομείο.
 - Γίνεται η συνεννόηση και αναλαμβάνει ο ειδικός γιατρός που εφημερεύει στο κεντρικό νοσοκομείο.
 - Γίνεται η σύνδεση τηλεϊατρικής και η εκτίμηση της κρισιμότητας του περιστατικού.
 - Σε περίπτωση που είναι γνωστά τα στοιχεία του ασθενούς, γίνεται έλεγχος αν έχει προηγούμενο ιατρικό ιστορικό καταχωρημένο, έτσι που να δοθούν οι κατάλληλες συμβουλές για την προνοσοκομειακή αγωγή προς τον αγροτικό γιατρό.
 - Καθορίζεται ο ιατροφαρμακευτική αγωγή, που απαιτείται για την αντιμετώπιση του περιστατικού.
 - Συλλέγονται και καταχωρούνται όλα τα στοιχεία που αφορούν το περιστατικό.
 - Η κατάσταση του επείγοντος περιστατικού κλείνει, όταν έχει σταθεροποιηθεί η κατάσταση του ασθενούς, όπου και αποφασίζεται η περαιτέρω πορεία.
3. Αντιμετώπιση περιστατικού που συμβαίνει σε ένα καράβι το οποίο βρίσκεται μακριά από τις ακτές. Το σενάριο αυτό προβλέπει τα ακόλουθα:
- Συμβαίνει ένα περιστατικό στο καράβι.
 - Κρίνεται από τον υπεύθυνο, που μπορεί να μην είναι καν νοσοκόμος αλλά κάποιο μέλος του πληρώματος με στοιχειώδη εκπαίδευση, ότι είναι αναγκαία η σύνδεση και συνεργασία με ειδικευμένο γιατρό που βρίσκεται σε κεντρικό νοσοκομείο.

- Η επείγουσα κλήση φτάνει στο κεντρικό νοσοκομείο.
- Γίνεται η συνεννόηση και αναλαμβάνει ο ειδικός γιατρός που εφημερεύει στο κεντρικό νοσοκομείο.
- Γίνεται η σύνδεση τηλεϊατρικής και η εκτίμηση της κρισιμότητας του περιστατικού.
- Σε περίπτωση που είναι γνωστά τα στοιχεία του ασθενούς, γίνεται έλεγχος αν έχει προηγούμενο ιατρικό ιστορικό καταχωρημένο, έτσι που να δοθούν οι κατάλληλες συμβουλές για την προνοσοκομειακή αγωγή προς τον υπεύθυνο.
- Καθορίζεται η ιατροφαρμακευτική αγωγή, που απαιτείται για την αντιμετώπιση του περιστατικού.
- Συλλέγονται και καταχωρούνται όλα τα στοιχεία που αφορούν το περιστατικό.
- Η κατάσταση του περιστατικού κλείνει όταν έχει σταθεροποιηθεί η κατάσταση του ασθενούς, όπου και αποφασίζεται η περαιτέρω πορεία.

4.2.2 Κατ' οίκον νοσηλεία

Σε περιπτώσεις κατ' οίκον νοσηλείας, γίνεται η παρακολούθηση κάποιων ασθενών σε τακτική βάση για να διαπιστωθεί η πορεία της υγείας τους. Ο τρόπος σύνδεσης του σταθμού τηλεϊατρικής μπορεί να γίνει κάτω από διαφορετικές συνθήκες:

1. Γίνεται αυτόματα η σύνδεση από τον σταθμό τηλεϊατρικής στο σταθμό νοσοκομείου όταν έχουμε κάποιο παρατεταμένο συναγερμό στο ιατρικό μόνιτορ.
2. Γίνεται αυτοματοποιημένα ανά κάποια ώρα (πχ ανά 5 ώρες) η σύνδεση του σταθμού τηλεϊατρικής με το νοσοκομείο.
3. Χειροκίνητα ο ασθενής ή κάποιος οικείος του με απλό τρόπο ξεκινά την σύνδεση με τον σταθμό νοσοκομείου.

Για τη σύνδεση των δυο σταθμών το σενάριο αυτό προβλέπει τα ακόλουθα:

- Γίνεται η σύνδεση οικίας ασθενούς με νοσοκομείο.
- Η κλήση φτάνει στο κεντρικό νοσοκομείο.
- Γίνεται η συνεννόηση και αναλαμβάνει ο ειδικός γιατρός που εφημερεύει στο κεντρικό νοσοκομείο.
- Γίνεται η εκτίμηση της κρισιμότητας εάν υπάρχει πρόβλημα με την πορεία του ασθενή.
- Σε περίπτωση που υπάρχει πρόβλημα, γίνεται έλεγχος αν έχει προηγούμενο ιατρικό ιστορικό καταχωρημένο, έτσι που να δοθούν οι κατάλληλες συμβουλές για την προνοσοκομειακή αγωγή προς τον υπεύθυνο που χειρίζεται την κατάσταση του ασθενή.
- Συλλέγονται και καταχωρούνται όλα τα στοιχεία που αφορούν το περιστατικό.
- Κλείνει η τηλεϊατρική σύνδεση όταν η κατάσταση του ασθενούς έχει σταθεροποιηθεί.

4.2.3 Μονάδες Εντατικής Θεραπείας (ΜΕΘ)

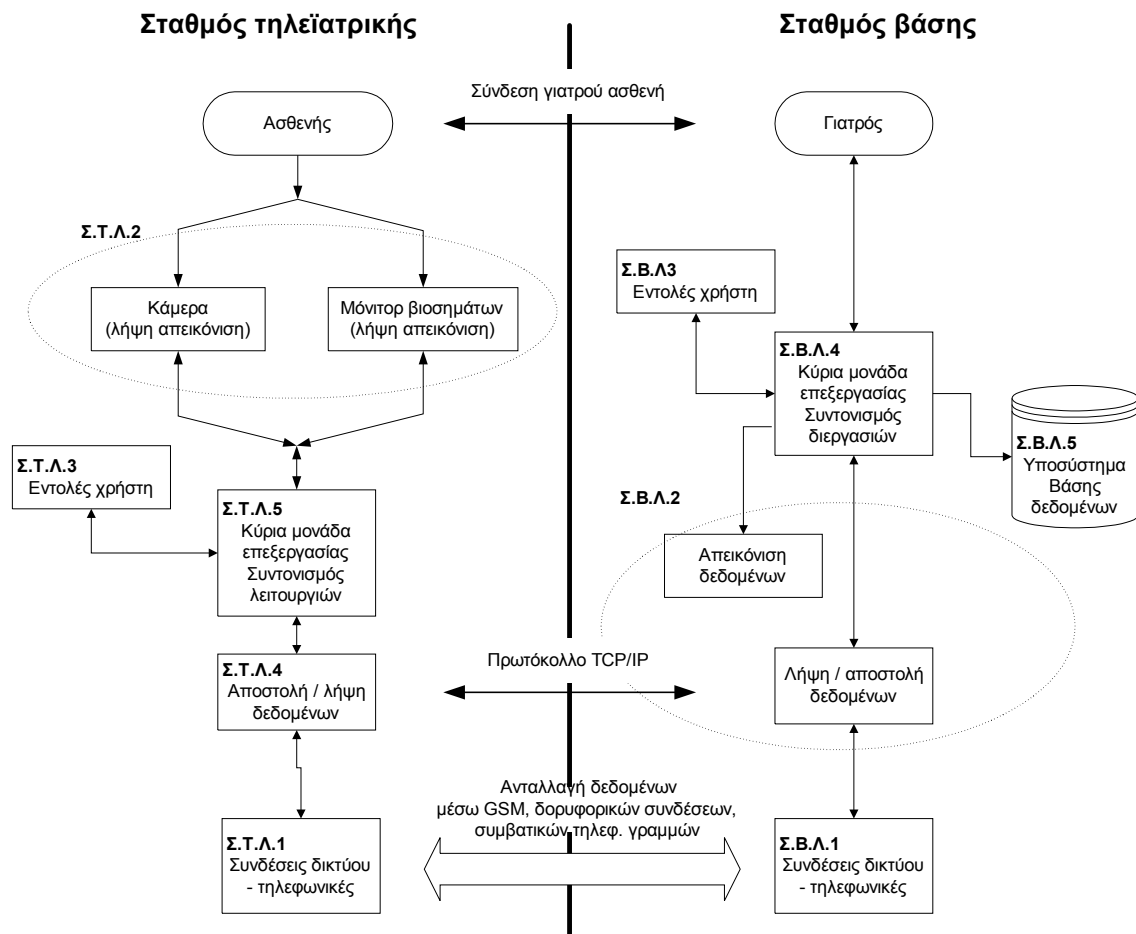
Σε περιπτώσεις νοσηλείας ασθενών σε Μονάδες Εντατικής Θεραπείας γίνεται η παρακολούθηση κάποιων ασθενών σε συνεχή βάση για να διαπιστωθεί η πορεία της υγείας τους. Η παρακολούθηση γίνεται εντός νοσοκομείου αλλά σε περιπτώσεις που υπάρχει σοβαρή επιπλοκή και ο θεράπων γιατρός χρειάζεται να παρακολουθήσει κάποια βιοσήματα του ασθενή εξ' αποστάσεως τότε γίνεται η χρήση του συστήματος ως εξής:

- Δημιουργείται κάποια επιπλοκή σε ασθενή που νοσηλεύεται στην ΜΕΘ.
- Κρίνεται αναγκαίο να ειδοποιηθεί ο ειδικός γιατρός που βρίσκεται εκτός νοσοκομείου.
- Ο γιατρός από τον σταθμό βάσης συνδέεται στο δίκτυο του νοσοκομείου
- Γίνεται η σύνδεση γιατρού με νοσοκομείο.

- Συνδέεται με τον σταθμό τηλεϊατρικής που βρίσκεται στην ΜΕΘ. Αρχίζει η τηλεμετάδοση βιοσημάτων του ασθενή.
- Συλλέγονται και καταχωρούνται όλα τα στοιχεία που αφορούν το περιστατικό.
- Κλείνει η τηλεϊατρική σύνδεση όταν η κατάσταση του ασθενούς έχει σταθεροποιηθεί.

4.3 Μοντέλο Συστήματος

Όπως έχει αναλυθεί στο Κεφάλαιο 2, η εφαρμογή αποτελείται από δύο βασικά υποσυστήματα τα οποία έχουν διασπαστεί σε επιμέρους τμήματα. Όλα τα τμήματα επιτελούν κάποιες λειτουργίες πάνω στις οποίες βασίζεται και η συνολική λειτουργία του συστήματος. Περιγραφικά η ροή δεδομένων και τα διάφορα τμήματα του συστήματος φαίνονται στο επόμενο σχήμα (**Σχήμα 5**) [3]. Η ροή δεδομένων και οι διάφορες λειτουργίες του συστήματος απεικονίζονται διαχωρισμένες σε διάφορα επίπεδα. Στο Σχήμα 5 φαίνονται εκτός από τα επίπεδα, ο τρόπος που αλληλεξάρτησης της κάθε ομάδας λειτουργιών με τις υπόλοιπες. Στο πάνω επίπεδο είναι η εξ' αποστάσεως επικοινωνία ιατρού με ασθενή και καθώς προχωράμε προς τα κάτω επίπεδα βλέπουμε τα επίπεδα λήψης - αποθήκευσης δεδομένων, τα επίπεδα μεταφοράς δεδομένων μέσω δικτύου TCP/IP και το φυσικό επίπεδο ελέγχου των τηλεπικοινωνιών. Όλες οι λειτουργίες για το σταθμό τηλεϊατρικής και το σταθμό βάσης, περιγράφονται αναλυτικά στη συνέχεια.



Σχήμα 5 Διασύνδεση υποσυστημάτων και ροή πληροφοριών

4.4 Λειτουργίες συστήματος

4.4.1 Σταθμός Τηλεϊατρικής

Ο σταθμός τηλεϊατρικής είναι υπεύθυνος για την λήψη βιοσημάτων από τον ασθενή και την επιτυχή αποστολή τους στο σταθμό βάσης. Η όλη λειτουργία του σταθμού τηλεϊατρικής βασίζεται σε συγκεκριμένες λειτουργίες όπως περιγράφονται πιο κάτω:

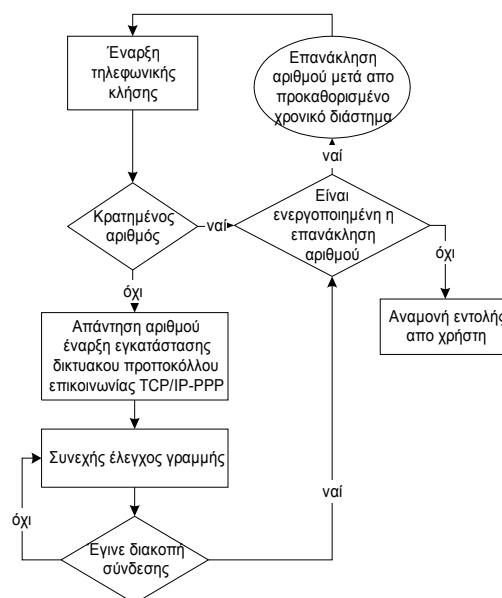
- Λειτουργίες ελέγχου συνδέσεων δικτύου - τηλεφωνικές (Σχήμα 5 Σ.Τ.Λ.1)

- Λειτουργίες ελέγχου συνδέσεων με περιφερειακές συσκευές, ιατρικό μόνιτορ, κάμερα (Σχήμα 5 Σ.Τ.Λ.2)
- Λειτουργίες ελέγχου εντολών από και προς σταθμό βάσης (Σχήμα 5 Σ.Τ.Λ.3)
- Λειτουργίες αποστολής δεδομένων, βιοσημάτων, εικόνων (Σχήμα 5 Σ.Τ.Λ.4)
- Λειτουργίες αποθήκευσης δεδομένων (Σχήμα 5 Σ.Τ.Λ.5)
- Γενικές λειτουργίες συντονισμού (Σχήμα 5 Σ.Τ.Λ.6)

Οι λειτουργίες αυτές βασίζονται σε αρχές αντικειμενοστραφούς προγραμματισμού. Πολλές από αυτές εξαρτώνται η μία από την άλλη, ενώ κάποιες μπορεί να λειτουργούν και παράλληλα. Αναλυτικότερα μπορούν να περιγραφούν ως εξής:

4.4.1.1 Λειτουργίες ελέγχου συνδέσεων δικτύου – τηλεφωνικές

Στην κατηγορία αυτή είναι ανήκουν οι λειτουργίες οι οποίες αναλαμβάνουν τον έλεγχο και τη συντήρηση της τηλεφωνικής σύνδεσης και των δικτυακών πρωτοκόλλων με το σταθμό βάσης.

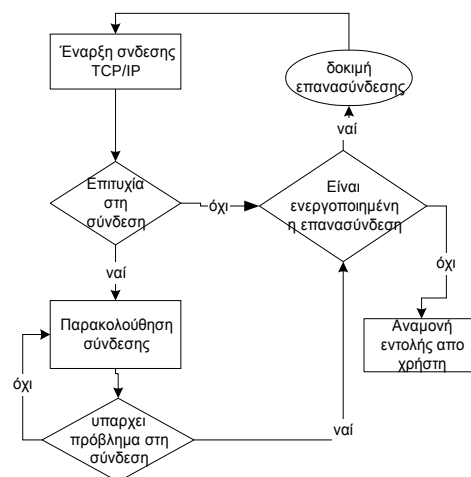


Σχήμα 6 Συντήρηση τηλεφωνικής σύνδεσης

Η συντήρηση της τηλεφωνικής σύνδεσης (**Σχήμα 6**) γίνεται ακολουθώντας χρονικά μια αλληλουχία γεγονότων ως εξής:

- Αρχικά γίνεται η έναρξη τηλεφωνικής κλήσης προς το κέντρο αποδοχής τηλεφωνημάτων
- Εάν ο αριθμός που καλείται είναι κρατημένος, υπάρχουν δυο επιλογές, η επανάκληση του αριθμού μετά από συγκεκριμένο χρονικό διάστημα η αναμονή εντολής για επανάκληση χειροκίνητα από τον χρήστη του σταθμού τηλεϊατρικής
- Όταν γίνει η απάντηση του τηλεφώνου από τον σταθμό βάσης τότε τα δύο υποσυστήματα προχωράνε στην πιστοποίηση με κρυπτογραφημένο τρόπο και στη εγκατάσταση σύνδεσης PPP που είναι υπεύθυνη για το πρωτόκολλο TCP/IP . Όταν επιτευχθεί και αυτό το στάδιο, αρχίζει το στάδιο συνεχής παρακολούθησης της σύνδεσης, αυτό γίνεται με την δημιουργία υπορουτινών που είναι υπεύθυνες για γεγονότα (events) που συμβαίνουν στα windows και αφορούν την σύνδεση. Μόλις διαπιστωθεί λάθος αρχικοποιείται το modem, και αν είναι ενεργοποιημένη η λειτουργία επανάκλησης, τότε επανακαλείται ο σταθμός βάσης διαφορετικά αναμένεται εντολή από τον χρήστη.

Στην κατηγορία αυτή ανήκει και ο έλεγχος και συντήρηση της δικτυακής σύνδεσης TCP/IP (**Σχήμα 7**) γίνεται ακολουθώντας χρονικά μια αλληλουχία γεγονότων ως εξής:



Σχήμα 7 Έλεγχος και συντήρηση δικτυακής σύνδεσης TCP/IP

- Μόλις γίνει η εγκατάσταση του PPP τότε γίνεται η έναρξη σύνδεσης TCP/IP
- Εάν δεν γίνει επιτυχώς η σύνδεση τότε υπάρχουν δυο επιλογές, η δοκιμή επανασύνδεσης μετά από συγκεκριμένο χρονικό διάστημα ή η αναμονή εντολής για επανασύνδεση χειροκίνητα από τον χρήστη του σταθμού τηλεϊατρικής
- Όταν γίνει η σύνδεση τότε τα δυο συστήματα προχωράνε στην εγκατάσταση της επικοινωνίας βάση του πρωτοκόλλου που περιγράφεται στη επόμενη παράγραφο.
- Όταν γίνει επιτυχώς και αυτό το στάδιο, αρχίζει το στάδιο συνεχής παρακολούθησης της σύνδεσης, αυτό γίνεται με την δημιουργία υπορουτινών που είναι υπεύθυνες για γεγονότα (events) που συμβαίνουν στα Windows και αφορούν την σύνδεση TCP/IP. Μόλις διαπιστωθεί λάθος που δεν επιτρέπει την ορθή συνέχιση της λειτουργίας γίνεται αρχικοποίηση της λειτουργίας. Εάν δεν υπάρχει ενεργή τηλεφωνική σύνδεση τότε αναμένεται η τηλεφωνική σύνδεση για να ξαναρχίσει η παρούσα λειτουργία.

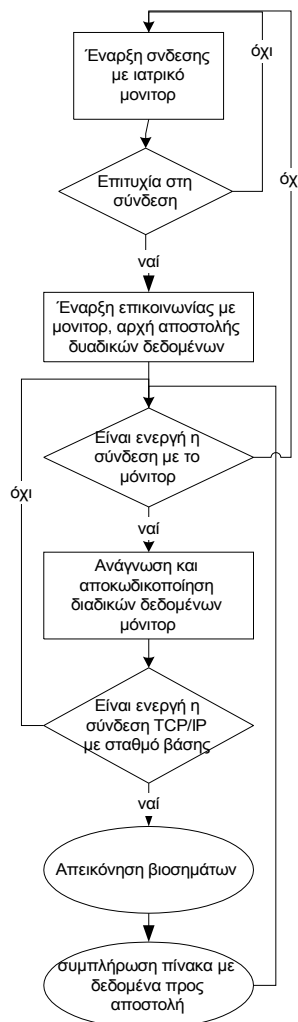
4.4.1.2 Λειτουργίες ελέγχου σύνδεσης μόνιτορ

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι λειτουργίες οι οποίες αναλαμβάνουν τον έλεγχο και τη συντήρηση της σύνδεσης με το ιατρικό μόνιτορ που είναι συνδεδεμένο στον σταθμό τηλεϊατρικής.

Ο έλεγχος συντήρησης της σύνδεσης και λήψης δεδομένων από το ιατρικό μόνιτορ (Σχήμα 8) γίνεται με την εξής χρονική αλληλουχία γεγονότων:

- Αρχικά γίνεται η έναρξη – αρχικοποίηση της σύνδεσης με το ιατρικό μόνιτορ
- Εάν η σύνδεση δεν γίνει με επιτυχία τότε ξαναεπιχειρείται
- Όταν γίνει επιτυχώς η σύνδεση με το μόνιτορ τότε γίνεται αρχικοποίηση της λειτουργίας του οργάνου, και αρχίζει η δυαδική αποστολή ψηφιακών δεδομένων από το μόνιτορ στην κεντρική μονάδα επεξεργασίας (υπολογιστής)
- Στην συνέχεια τα δυαδικά δεδομένα που φτάνουν από το μόνιτορ αποκωδικοποιούνται βάση των οδηγιών και πρωτοκόλλου που δόθηκε.

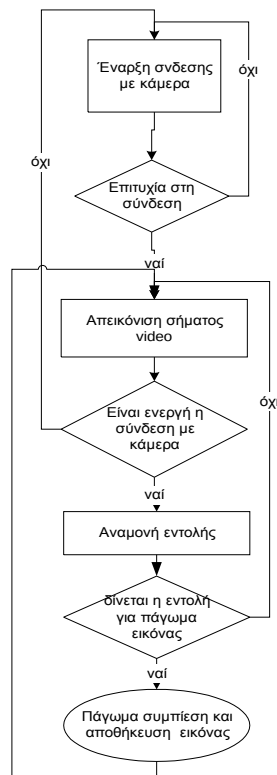
- Όταν γίνει επιτυχώς και αυτό το στάδιο, ελέγχεται εάν είναι ενεργή η δικτυακή σύνδεση TCP/IP με το σταθμό βάσης.
- Εάν η σύνδεση είναι ενεργή τότε γίνεται η απεικόνιση και αποθήκευση σε συγκεκριμένα αρχεία που καθορίζονται από τις λειτουργίες συντονισμού αποθήκευσης πληροφοριών. Στην συνέχεια τα δεδομένα ομαδοποιούνται βάση συγκεκριμένου πρωτοκόλλου και μπαίνουν σε λίστα για να σταλούν στο σταθμό βάσης
- Η παρακολούθηση της σύνδεσης γίνεται ασύγχρονα, όταν υπάρξει πρόβλημα που δεν επιτρέπει την ορθή λειτουργία τότε γίνεται αρχικοποίηση της πιο πάνω λειτουργίας.



Σχήμα 8 Έλεγχος της σύνδεσης και λήψης δεδομένων από το μόνιτορ

Ο έλεγχος συντήρησης της σύνδεσης και λήψης δεδομένων από την ψηφιακή κάμερα (Σχήμα 9) γίνεται ακολουθώντας χρονικά μια αλληλουχία γεγονότων ως εξής:

- Αρχικά γίνεται η έναρξη – αρχικοποίηση της σύνδεσης με τη ψηφιακή κάμερα
- Εάν η σύνδεση δεν γίνει με επιτυχία τότε ξαναεπιχειρείται
- Όταν γίνει επιτυχώς η σύνδεση με τη κάμερα τότε γίνεται αρχικοποίηση της λειτουργίας της κάμερας, και αρχίζει η απεικόνιση σήματος video.
- Στην συνέχεια αναμένεται εντολή για πάγωμα και αποστολή εικόνας, είτε τοπικά από τον σταθμό τηλεϊατρικής, είτε εξ' αποστάσεως από την βάση.
- Η παρακολούθηση της λειτουργίας της σύνδεσης με την κάμερα γίνεται ασύγχρονα, όταν υπάρξει πρόβλημα που δεν επιτρέπει την ορθή λειτουργία τότε γίνεται αρχικοποίηση της πιο πάνω λειτουργίας.



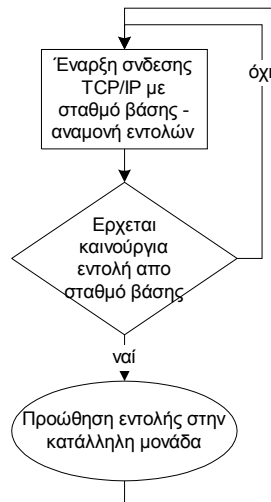
Σχήμα 9 Έλεγχος της σύνδεσης και λήψης δεδομένων από ψηφιακή κάμερα

4.4.1.3 Λειτουργίες ελέγχου εντολών από/προς σταθμό βάσης

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι λειτουργίες οι οποίες αναλαμβάνουν τον έλεγχο των εντολών που φτάνουν από τον σταθμό βάσης, καθώς και των εντολών που είναι προς αποστολή στο σταθμό βάσης.

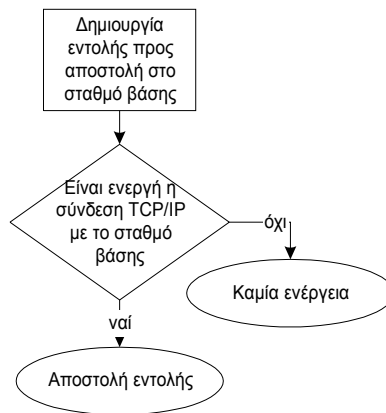
Ο έλεγχος και κατάλληλη επεξεργασία των εντολών που φτάνουν από τον σταθμό βάσης (Σχήμα 10) γίνεται ακολουθώντας χρονικά μια αλληλουχία γεγονότων ως εξής:

- Μετά την αρχικοποίηση της σύνδεσης μεταξύ των δυο, ο σταθμός τηλεϊατρικής περνάει στο στάδιο αναμονής εντολών. Η άφιξη κάποιας εντολής παρακολουθείται με γεγονότα (events).



Σχήμα 10 Έλεγχος εντολών από σταθμό βάσης

- Όταν γίνει η άφιξη καινούργιας εντολής τότε ελέγχεται η εντολή και προωθείται στην κατάλληλη μονάδα.
- Στην συνέχεια η λειτουργία ξαναρχικοποιείται για αναμονή καινούργιας εντολής.



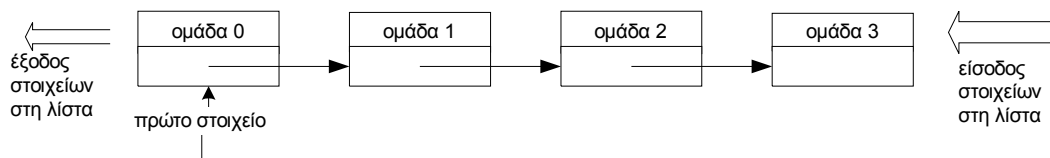
Σχήμα 11 Έλεγχος και αποστολή εντολών προς βάση

Ο έλεγχος και αποστολή των εντολών προς το σταθμό βάσης (Σχήμα 11) γίνεται ακολουθώντας χρονικά μια αλληλουχία γεγονότων ως εξής:

- Η λειτουργία αυτή ξεκινάει όταν δημιουργηθεί κάποια εντολή
- Στη συνέχεια ελέγχεται αν είναι ενεργή η σύνδεση με σταθμό βάσης και έτοιμη για αποστολή εντολής
- Αν είναι ενεργή η σύνδεση τότε αποστέλλεται η εντολή διαφορετικά δεν γίνεται καμία ενέργεια.

4.4.1.4 Λειτουργίες αποστολής δεδομένων, βιοσημάτων, εικόνων

Στην κατηγορία αυτή είναι οι λειτουργίες οι οποίες αναλαμβάνουν τον έλεγχο αποστολής δεδομένων προς το σταθμό βάσης. Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν δυο λειτουργίες, η μία αναλαμβάνει τον έλεγχο μετάδοσης βιοσημάτων και η άλλη τον έλεγχο μετάδοσης εικόνων.



Σχήμα 12 Λίστα αποθήκευσης ΗΚΓ προς αποστολή

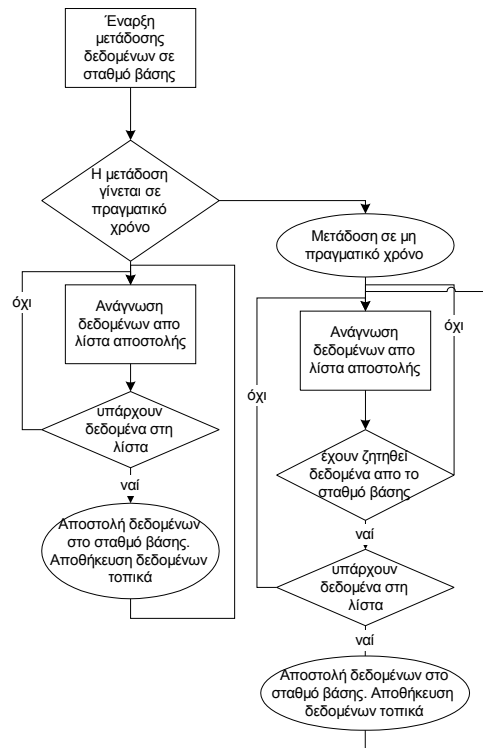
Πριν γίνει η περιγραφή του ελέγχου αποστολής βιοσημάτων, γίνεται η διευκρίνιση ότι τα δεδομένα τα οποία συλλέγονται από τα ιατρικά μόνιτορ ομαδοποιούνται και μπαίνουν σε μία λίστα (ουρά) 0, η μία ομάδα μετά την άλλη. Αυτό γίνεται για να μεταδίδονται στο TCP/IP μεγάλες ομάδες δεδομένων και να αποφεύγεται έτσι η υπερφόρτωση του δικτύου. Αναλυτικότερη περιγραφή της δομής των στοιχείων της λίστας φαίνεται σε πιο κάτω παράγραφο στην περιγραφή του πρωτοκόλλου επικοινωνίας.

Ο έλεγχος των δεδομένων που είναι σε λίστα φαίνεται και με την περιγραφή του ελέγχου μετάδοσης βιοσημάτων. Επιπλέον η μετάδοση βιοσημάτων μπορεί να γίνει με δύο διαφορετικούς τρόπους, σε πραγματικό χρόνο, η σε μη πραγματικό χρόνο. Ο δεύτερος τρόπος χρησιμοποιείται σε μέσα τα οποία προσφέρουν χαμηλούς ρυθμούς μετάδοσης και δεν επιτρέπουν την συνεχή μετάδοση σε πραγματικό χρόνο.

Ο έλεγχος αποστολής βιοσημάτων στο σταθμό βάσης (0) γίνεται ακολουθώντας χρονικά μια αλληλουχία γεγονότων ως εξής:

- Η λειτουργία αυτή ξεκινάει όταν γίνει η αρχικοποίηση στο δίκτυο με την εντολή έναρξης μετάδοσης δεδομένων.
- Στη συνέχεια γίνεται έλεγχος του τρόπου σύνδεσης, εάν είναι σε πραγματικό χρόνο η όχι.
- Εάν η μετάδοση γίνεται σε πραγματικό χρόνο τότε γίνεται έλεγχος εάν υπάρχουν δεδομένα στην λίστα αναμονής.
- Εάν υπάρχουν τότε τα δεδομένα αυτά θα αποσταλούν στο σταθμό βάσης και θα διαγραφούν από την λίστα αναμονής, η λειτουργία ξαναρχικοποιείται.

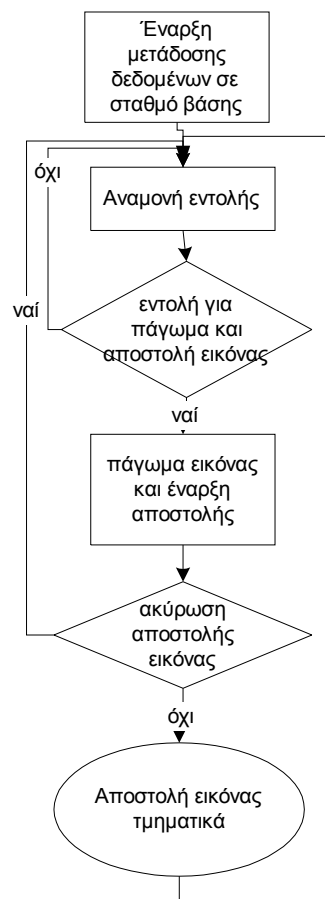
- Εάν δεν υπάρχουν τότε η λειτουργία αρχικοποιείται αναμένοντας να μπουν δεδομένα



Σχήμα 13 Έλεγχος αποστολής βιοσημάτων στο σταθμό βάσης

- Όταν η μετάδοση γίνεται σε μη πραγματικό χρόνο, η αποστολή δεδομένων δεν είναι συνεχής, αλλά γίνεται μετάδοση δεδομένων για συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα.
- Ο σταθμός τηλεϊατρικής περιμένει εντολή να αποστείλει δεδομένα.
- Όταν φτάσει η εντολή και εφόσον υπάρχουν δεδομένα στη λίστα αναμονής αποστέλλονται στο σταθμό βάσης. Στο σημείο αυτό πρέπει να τονιστεί ότι σε περίπτωση που έχει επιλεγεί η αποστολή δεδομένων να γίνεται με συμπίεση η κάθε ομάδα δεδομένων συμπιέζεται πριν αποσταλεί στο σταθμό βάσης.
- Για να σταλεί η επόμενη ομάδα πρέπει να σταλεί εντολή από τον σταθμό βάσης.
- Σε περίπτωση που η προηγούμενη ομάδα δεν σταλεί ορθά τότε μπορεί να ζητηθεί η επαναποστολή της στον σταθμό βάσης.

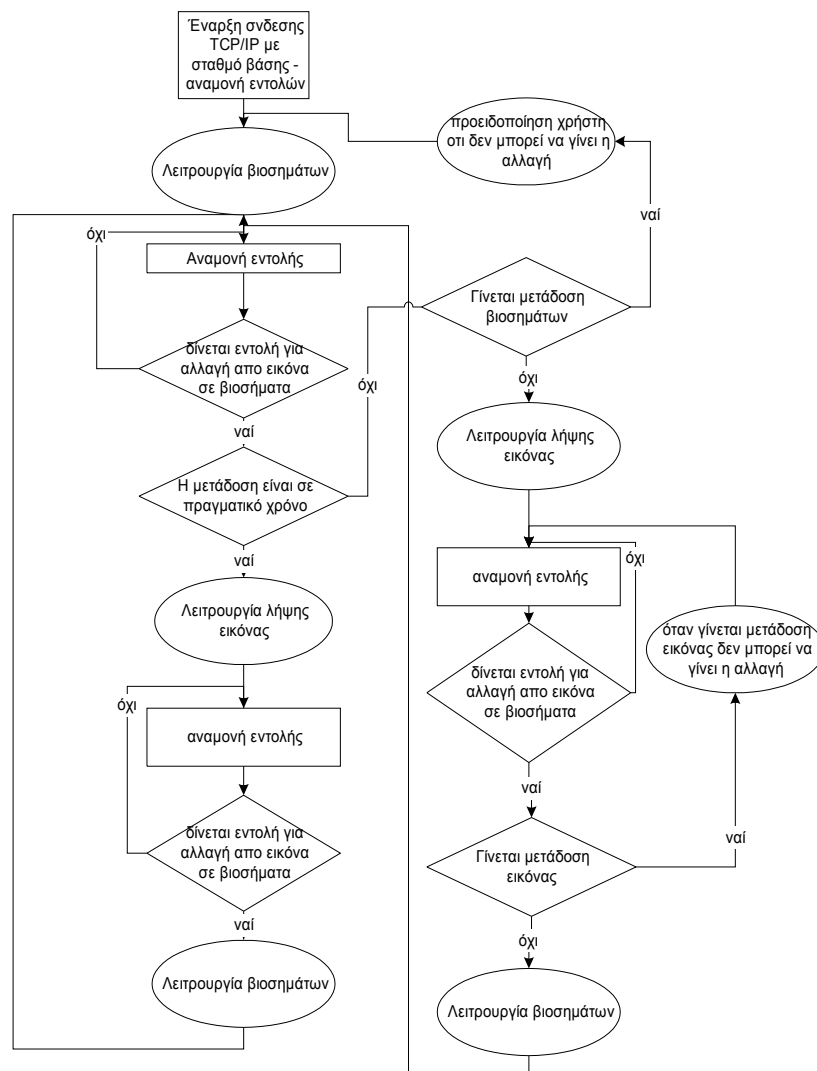
Ο έλεγχος αποστολής εικόνας είναι η άλλη λειτουργία που ανήκει στην κατηγορία αυτή. Η αποστολή εικόνας προς τον σταθμό βάσης μπορεί να γίνει με δυο τρόπους, να ζητηθεί η αποστολή με εντολή εξ' αποστάσεως από το σταθμό βάσης, ή να γίνει η αποστολή με τοπική εντολή από το σταθμό τηλεϊατρικής. Η όλη λειτουργία γίνεται ακολουθώντας χρονικά μια αλληλουχία γεγονότων ως εξής:



Σχήμα 14 Έλεγχος αποστολής εικόνας στο σταθμό βάσης

- Η λειτουργία αυτή ξεκινάει όταν γίνει η αρχικοποίηση στο δίκτυο με την εντολή έναρξης μετάδοσης δεδομένων.
- Στη συνέχεια προχωράει σε κατάσταση αναμονής εντολής, ο έλεγχος γίνεται και πάλι ασύγχρονα με γεγονότα (events).

- Όταν δοθεί η εντολή αποστολής εικόνας, τοπικά η εξ'αποστάσεως, τότε ξεκινάει η μετάδοση εικόνας.
- Η εικόνα μεταδίδεται τμηματικά, το επόμενο τμήμα μεταδίδεται μόνο όταν ζητηθεί από τον σταθμό βάσης. Σε περίπτωση που κάποιο τμήμα δεν έχει φτάσει ορθά τότε ο σταθμός βάσης ζητάει την επαναμετάδοση του.
- Η αποστολή εικόνας μπορεί να διακοπεί ασύγχρονα, με εντολή από τον σταθμό βάσης .
- Όταν γίνει επιτυχώς η μετάδοση η λειτουργία αρχικοποιείται αναμένοντας την επόμενη εντολή.



Σχήμα 15 Έλεγχος αλλαγής λειτουργιών

4.4.1.5 Γενικές λειτουργίες συντονισμού

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν η λειτουργία συντονισμού η οποία ελέγχει την αλλαγή από λειτουργία μετάδοσης βιοσημάτων σε λειτουργία μετάδοσης εικόνας και αντίθετα, καθώς και η λειτουργία ελέγχου των αρχείων αποθήκευσης δεδομένων.

Η πρώτη λειτουργία είναι υπεύθυνη για τον έλεγχο μετάδοσης δεδομένων, βιοσήματα ή εικόνες. Η όλη λειτουργία γίνεται ακολουθώντας χρονικά μια αλληλουχία γεγονότων ως εξής:

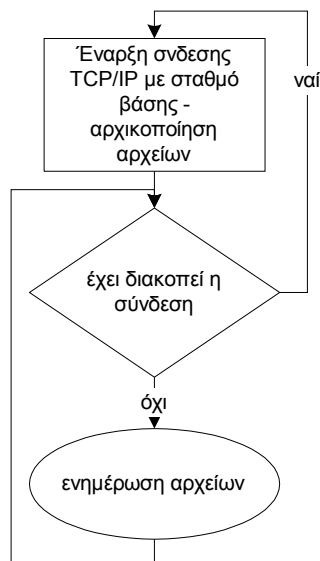
- Όταν γίνει η αρχικοποίηση της σύνδεσης δικτύων με επιτυχία, τότε αρχίζει η λειτουργία της μετάδοσης βιοσημάτων.
- Όταν δοθεί εντολή αλλαγής από λειτουργία μετάδοσης βιοσημάτων σε εικόνα, τότε υπάρχουν δυο περιπτώσεις.
- Στη πρώτη περίπτωση κατά την οποία η μετάδοση γίνεται σε πραγματικό χρόνο, γίνεται η αλλαγή από βιοσήματα σε εικόνα χωρίς καμία προειδοποίηση. Ενώ και το αντίθετο από εικόνα σε βιοσήματα γίνεται και αυτό χωρίς καμία προειδοποίηση.
- Στην δεύτερη περίπτωση όπου η μετάδοση βιοσημάτων γίνεται σε μη πραγματικό χρόνο. Εάν ζητηθεί αλλαγή από βιοσήματα σε εικόνα την ώρα που γίνεται μετάδοση βιοσημάτων, η αλλαγή απορρίπτεται μέχρι να ολοκληρωθεί η μετάδοση βιοσημάτων για συγκεκριμένο χρόνο που είχε ζητηθεί από πριν.
- Όταν τώρα γίνει η αλλαγή σε εικόνα, και ζητηθεί η αλλαγή σε βιοσήματα κατά τη διάρκεια μετάδοσης εικόνας, η εντολή απορρίπτεται μέχρι να ολοκληρωθεί η μετάδοση εικόνας.

Με λίγα λόγια όταν η μετάδοση γίνεται σε πραγματικό χρόνο η αλλαγή από βιοσήματα σε εικόνα επιτρέπεται χωρίς κανένα περιορισμό γιατί γίνεται σε συνδέσεις με ψηλούς ρυθμούς μετάδοσης και είναι δυνατή η ταυτόχρονη λειτουργία τους. Ενώ σε μη πραγματικό χρόνο η μετάδοση γίνεται σε μέσα που δεν επιτρέπουν ψηλούς ρυθμούς μετάδοσης και δεν είναι δυνατή η ταυτόχρονη λειτουργία μετάδοσης βιοσημάτων και εικόνων.

Η άλλη λειτουργία που ανήκει σε αυτή την κατηγορία είναι η λειτουργία ελέγχου αρχείων αποθήκευσης. Η λειτουργία αυτή είναι υπεύθυνη για την δημιουργία καταλόγων

αποθήκευσης και αρχείων αποθήκευσης. Καθώς και για το κλείσιμο των αρχείων σε περίπτωση που διακοπεί η σύνδεση. Η όλη λειτουργία (0) γίνεται ακολουθώντας χρονικά μια αλληλουχία γεγονότων ως εξής:

- Όταν γίνει η ορθή αρχικοποίηση της σύνδεσης TCP/IP τότε γίνεται η ανταλλαγή με τον σταθμό βάσης ενός μοναδικού αριθμού ο οποίος είναι και ο αριθμός περιστατικού, ο αριθμός αυτός ορίζει ένα υποκατάλογο μέσα στον οποίο θα καταχωρηθούν όλα τα αρχεία που αφορούν την συγκεκριμένη σύνδεση τηλεϊατρικής. Στη συνέχεια γίνεται η αρχικοποίηση των αρχείων αποθήκευσης βιοσημάτων και αρχείων για παρακολούθηση της λειτουργίας.



Σχήμα 16 Έλεγχος αρχείων αποθήκευσης

- Κατά την διάρκεια της τηλεϊατρικής γίνεται η παρακολούθηση της σύνδεσης.
- Σε περίπτωση που υπάρχει πρόβλημα γίνεται το κλείσιμο όλων των ανοικτών αρχείων

Με αυτό τον τρόπο γίνεται η καταγραφή όλων των δεδομένων που διακινούνται από τον σταθμό τηλεϊατρικής.

4.4.2 Σταθμός βάσης

Ο σταθμός βάσης αποτελείται στην ουσία από δύο υποσυστήματα. Το υποσύστημα τηλεϊατρικής το οποίο είναι υπεύθυνο για την λήψη απεικόνιση και αποθήκευση δεδομένων από το σταθμό τηλεϊατρικής, και το υποσύστημα βάσης δεδομένων, το οποίο είναι υπεύθυνο για αποθήκευση και διαχείριση δεδομένων που αφορούν τα περιστατικά που χειρίζονται, ιστορικό ασθενών, έλεγχο ασθενοφόρων (σε περιπτώσεις που είναι σε κέντρο διαχείρισης επειγόντων περιστατικών), το υποσύστημα αυτό υπάρχει σε περιπτώσεις όπου ο σταθμός είναι σταθερός. Επιπλέον το υποσύστημα βάσης δεδομένων είναι υπεύθυνο για διασύνδεση με πληροφοριακό σύστημα νοσοκομείου εάν υπάρχει αυτό.

4.4.2.1 Υποσύστημα Τηλεϊατρικής

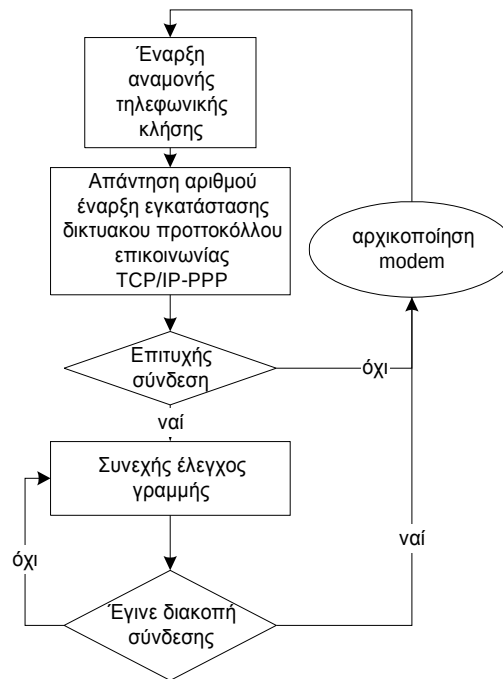
Η ορθή λειτουργία του υποσυστήματος τηλεϊατρικής σταθμού βάσης βασίζεται σε επιμέρους λειτουργίες οι οποίες χειρίζονται τα διάφορα τμήματα (Κεφάλαιο 2). Οι λειτουργίες αυτές μπορούν να διαχωριστούν στις ακόλουθες ομάδες:

- Λειτουργίες ελέγχου συνδέσεων δικτύου - τηλεφωνικές (Σχήμα 5 Σ.Β.Α.1)
- Λειτουργίες ελέγχου λήψης και απεικόνισης δεδομένων από σταθμό τηλεϊατρικής (Σχήμα 5 Σ.Β.Α.2)
- Λειτουργίες ελέγχου εντολών, από και προς σταθμό τηλεϊατρικής (Σχήμα 5 Σ.Β.Α.3)
- Γενικές λειτουργίες συντονισμού (Σχήμα 5 Σ.Β.Α.4)

Οι λειτουργίες αυτές βασίζονται σε αρχές αντικειμενοστραφούς προγραμματισμού. Πολλές από αυτές εξαρτώνται η μία από την άλλη, ενώ κάποιες μπορεί να λειτουργούν και παράλληλα, αναλυτικότερα μπορούν να περιγραφούν ως εξής:

4.4.2.1.1 Λειτουργίες ελέγχου συνδέσεων δικτύου – τηλεφωνικές

Στην κατηγορία αυτή είναι οι λειτουργίες οι οποίες αναλαμβάνουν τον έλεγχο και τη συντήρηση της τηλεφωνικής σύνδεσης και των δικτυακών πρωτοκόλλων με το σταθμό τηλεϊατρικής.



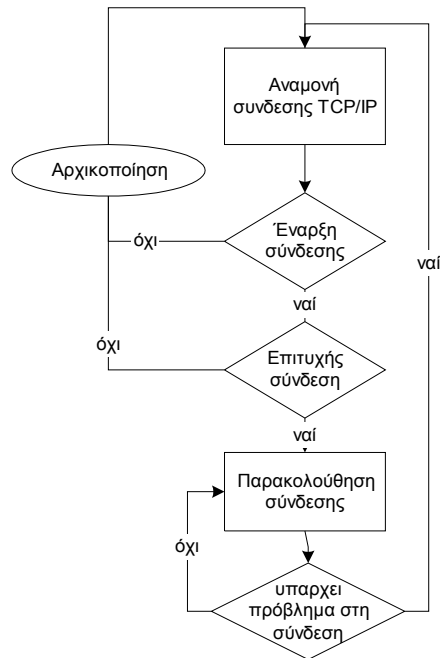
Σχήμα 17 Συντήρηση τηλεφωνικής σύνδεσης – σταθμός βάσης

Η συντήρηση της τηλεφωνικής σύνδεσης (**Σχήμα 17**) γίνεται ακολουθώντας χρονικά μια αλληλουχία γεγονότων ως εξής:

- Αρχικά γίνεται η αρχικοποίηση του modem και η λειτουργία οδηγείται σε αναμονή κλήσης από σταθμό τηλεϊατρικής
- Όταν γίνει η απάντηση του τηλεφώνου από τον σταθμό βάσης τότε τα δύο υποσυστήματα προχωράνε στην εγκατάσταση σύνδεσης PPP που είναι υπεύθυνη για το πρωτόκολλο TCP/IP.

- Όταν γίνει επιτυχώς και αυτό το στάδιο, αρχίζει το στάδιο συνεχούς παρακολούθησης της σύνδεσης, αυτό γίνεται με την δημιουργία υπορουτινών που είναι υπεύθυνες για γεγονότα (events) που συμβαίνουν στα Windows και αφορούν την σύνδεση. Μόλις διαπιστωθεί σφάλμα στην σύνδεση, το οποίο δεν επιτρέπει την συνέχεια της τηλεϊατρικής τότε γίνεται διακοπή αρχικοποίηση του modem και αναμονή της επόμενης κλήσης.

Άλλη λειτουργία στην κατηγορία αυτή είναι ο έλεγχος και συντήρηση της δικτυακής σύνδεσης TCP/IP (Σχήμα 18) γίνεται ακολουθώντας χρονικά μια αλληλουχία γεγονότων ως εξής:



Σχήμα 18 Έλεγχος και συντήρηση δικτυακής σύνδεσης TCP/IP - σταθμός βάσης

- Μόλις γίνει η εγκατάσταση του PPP τότε γίνεται η αναμονή της έναρξης σύνδεσης TCP/IP

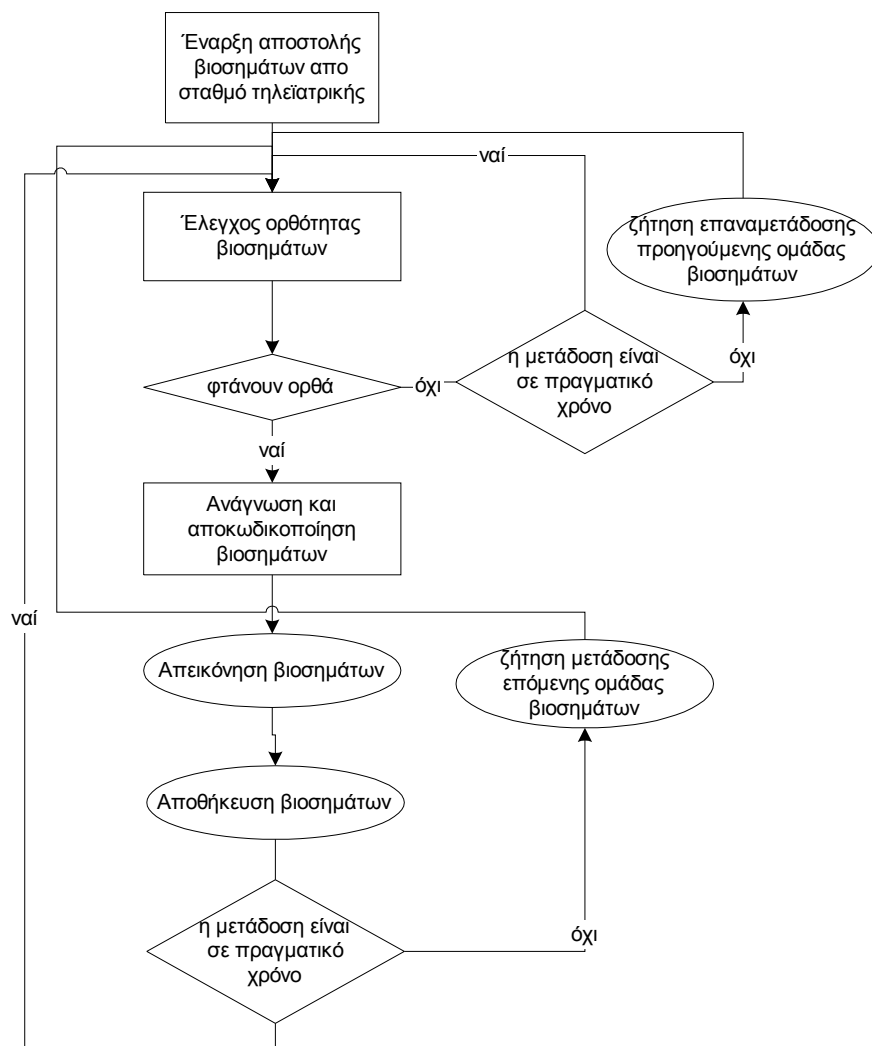
- Όταν γίνει η αρχή από τον σταθμό τηλεϊατρικής τότε ακολουθείται λειτουργία αρχικοποίησης όπως περιγράφεται και στο πρωτόκολλο πιο κάτω.
- Εάν δεν γίνει επιτυχώς η σύνδεση τότε αρχικοποιείται η λειτουργία για επανασύνδεσης από τον σταθμό τηλεϊατρικής
- Όταν γίνει η σύνδεση τότε τα δυο συστήματα προχωράνε στην εγκατάσταση της επικοινωνίας με βάση προκαθορισμένο πρωτόκολλο όπως περιγράφεται σε επόμενη παράγραφο.
- Όταν γίνει επιτυχώς και αυτό το στάδιο, αρχίζει το στάδιο συνεχούς παρακολούθησης της σύνδεσης, αυτό γίνεται με την δημιουργία υπορουτινών που είναι υπεύθυνες για γεγονότα (events) που συμβαίνουν στα Windows και αφορούν την σύνδεση TCP/IP. Μόλις διαπιστωθεί λάθος που δεν επιτρέπει την ορθή συνέχιση της λειτουργίας γίνεται αρχικοποίηση της λειτουργίας.

4.4.2.1.2 Λειτουργίες ελέγχου λήψης και απεικόνισης δεδομένων από σταθμό τηλεϊατρικής

Στην κατηγορία αυτή είναι οι λειτουργίες οι οποίες αναλαμβάνουν τον έλεγχο της ορθής λήψης, απεικόνισης και αποθήκευσης τοπικών δεδομένων από τον σταθμό τηλεϊατρικής. Η πρώτη λειτουργία της κατηγορίας αυτής είναι ο έλεγχος λήψης δεδομένων βιοσημάτων από το σταθμό τηλεϊατρικής (Σχήμα 19), η λειτουργία γίνεται ακολουθώντας χρονικά μια αλληλουχία γεγονότων ως εξής:

- Αρχικά γίνεται η έναρξη – αρχικοποίηση της σύνδεσης με το σταθμό τηλεϊατρικής και η έναρξη της αποστολής βιοσημάτων.
- Σε κάθε ομάδα βιοσημάτων που φτάνει, αρχικά εάν είναι συμπιεσμένη τότε αποσυμπίεζεται με τον κατάλληλο αλγόριθμο, στη συνέχεια γίνεται έλεγχος με τεχνικές CRC (cyclic redundancy check), για έλεγχο της ορθότητας της ομάδας των βιοσημάτων που έφτασε.

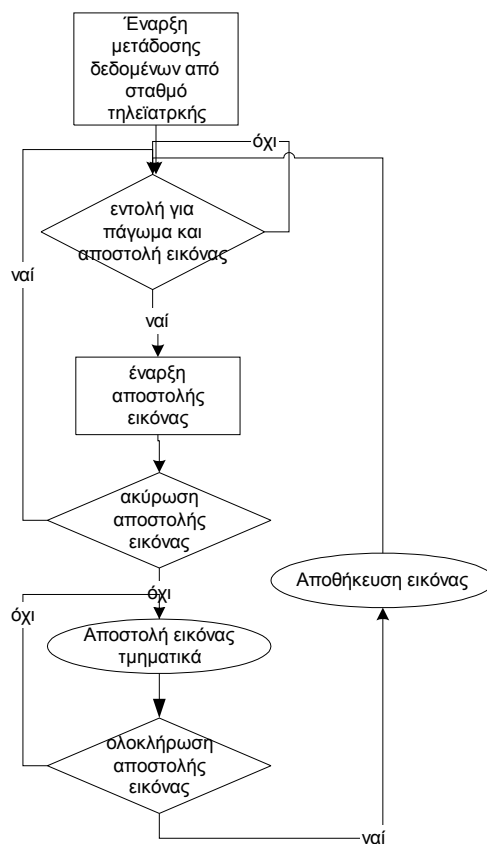
- Εάν η μετάδοση δεν είναι ορθή τότε σε περιπτώσεις που γίνεται η μετάδοση σε μη πραγματικό χρόνο, αποστέλλεται εντολή στο σταθμό τηλεϊατρικής για επαναμετάδοση της τελευταίας ομάδας βιοσημάτων.
- Όταν η μετάδοση είναι ορθή τότε η ομάδα βιοσημάτων αποκωδικοποιείται, απεικονίζεται τοπικά στο σταθμό βάσης και στη συνέχεια αποθηκεύεται στα κατάλληλα αρχεία.
- Η όλη λειτουργία διακόπτεται ασύγχρονα σε περίπτωση που κλείσει η σύνδεση δικτύου (TCP/IP) ή η τηλεφωνική σύνδεση.



Σχήμα 19 Έλεγχος της λήψης δεδομένων βιοσημάτων από σταθμό τηλεϊατρικής

Η άλλη λειτουργία που ανήκει στην ομάδα αυτή είναι ο έλεγχος λήψης εικόνων από το σταθμό τηλεϊατρικής. Ο έλεγχος συντήρηση της σύνδεσης και λήψης δεδομένων από την ψηφιακή κάμερα (**Σχήμα 20**) γίνεται ακολουθώντας χρονικά μια αλληλουχία γεγονότων ως εξής:

- Αρχικά γίνεται η έναρξη – αρχικοποίηση της σύνδεσης με το σταθμό τηλεϊατρικής και η αναμονή για εντολή εικόνας.
- Όταν φτάσει εντολή για λήψη εικόνας, η δοθεί εντολή στο σταθμό τηλεϊατρικής για αποστολή εικόνας.
- Τότε αρχίζει η μετάδοση εικόνας τμηματικά.

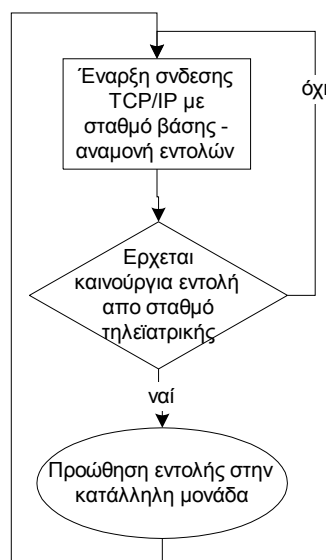


Σχήμα 20 Έλεγχος της λήψης δεδομένων εικόνων από σταθμό τηλεϊατρικής

- Κάθε τμήμα εικόνας που φτάνει ελέγχεται για την ορθότητα του και προσθ  εται στα   δη υπ  ρχοντα. Ε  ν   να τ  μημα δεν φτ  σει ορθ   τότε ζητείτε η επαναμετ  δοση του.
- Όταν φτ  σει   λη η εικόνα, τότε απεικον  ζεται τοπικά η εικόνα και η λειτουργία αρχικοποιείται.
- Η λειτουργία αυτή μπορεί να διακοπ   ασ  γχρονα,   τε με εντολή διακοπ  ς αποστολής,   τε   ταν διακοπ   η δικτυακή η τηλεφωνική σύνδεση με το σταθμό τηλε  ατρικής.

4.4.2.1.3 Λειτουργίες   λέγχου εντολών,   πό και προς σταθμό βάσης

Στην κατηγορία αυτή   ναι οι λειτουργίες οι οποίες αναλαμβάνουν τον   λεγχο των εντολών που φτ  νουν   πό τον σταθμό τηλε  ατρικής, καθώς και των εντολών που   ναι προς αποστολή στο σταθμό τηλε  ατρικής.



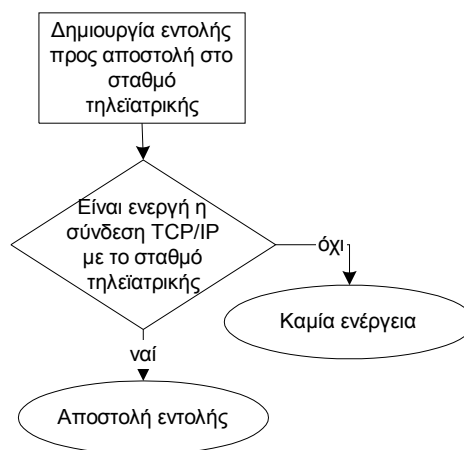
Σχήμα 21 Έλεγχος εντολών   πό σταθμό τηλε  ατρικής

Ο έλεγχος και κατάλληλη επεξεργασία των εντολών που φτάνουν από τον σταθμό τηλεϊατρικής (Σχήμα 21) γίνεται ακολουθώντας χρονικά μια αλληλουχία γεγονότων ως εξής:

- Μετά την αρχικοποίηση της σύνδεσης μεταξύ των δυο, ο σταθμός βάσης περνάει στο στάδιο αναμονής εντολών. Η άφιξη κάποιας εντολής παρακολουθείται με γεγονότα (events).
- Όταν γίνει η άφιξη καινούργιας εντολής τότε ελέγχεται η εντολή και προωθείται στην κατάλληλη μονάδα.
- Στην συνέχεια η λειτουργία ξαναρχικοποιείται για αναμονή καινούργιας εντολής.

Η άλλη λειτουργία που ανήκει σε αυτή την κατηγορία είναι ο έλεγχος και αποστολή των εντολών προς το σταθμό τηλεϊατρικής (Σχήμα 22) γίνεται ακολουθώντας χρονικά μια αλληλουχία γεγονότων ως εξής:

- Η λειτουργία αυτή ξεκινάει όταν δημιουργηθεί κάποια εντολή
- Στη συνέχεια ελέγχεται αν είναι ενεργή η σύνδεση με σταθμό τηλεϊατρικής, και έτοιμη για αποστολή εντολής
- Αν είναι ενεργή η σύνδεση τότε αποστέλλεται η εντολή διαφορετικά δεν γίνεται καμία ενέργεια.



Σχήμα 22 Έλεγχος και αποστολή εντολών προς σταθμό τηλεϊατρικής

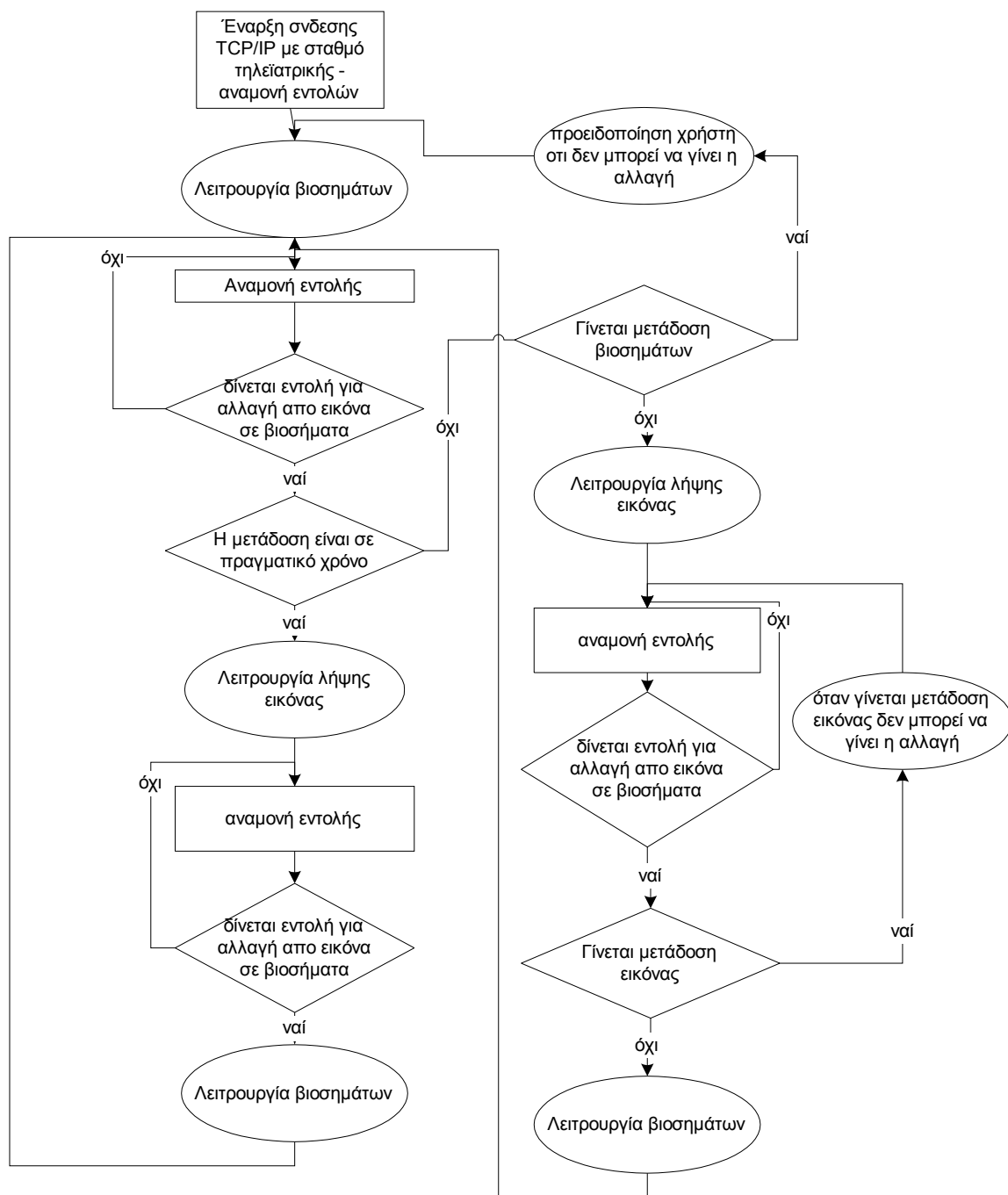
4.4.2.1.4 Γενικές λειτουργίες συντονισμού

Στην κατηγορία αυτή ανήκει η λειτουργία συντονισμού λειτουργιών η οποία ελέγχει την αλλαγή από λειτουργία μετάδοσης βιοσημάτων σε λειτουργία μετάδοσης εικόνας και αντίθετα, καθώς και η λειτουργία ελέγχου των αρχείων αποθήκευσης δεδομένων.

Η πρώτη λειτουργία είναι υπεύθυνη για τον έλεγχο λειτουργιών μετάδοσης δεδομένων, βιοσημάτων ή εικόνων (Σχήμα 23). Η όλη λειτουργία γίνεται ακολουθώντας χρονικά μια αλληλουχία γεγονότων ως εξής:

- Όταν γίνει η αρχικοποίηση της σύνδεσης δικτύων με επιτυχία, τότε αρχίζει η λειτουργία της μετάδοσης βιοσημάτων.
- Όταν δοθεί εντολή αλλαγής από λειτουργία μετάδοσης βιοσημάτων σε εικόνα, τότε υπάρχουν δυο περιπτώσεις.
- Στη πρώτη περίπτωση κατά την οποία η μετάδοση γίνεται σε πραγματικό χρόνο, γίνεται η αλλαγή από βιοσήματα σε εικόνα χωρίς καμία προειδοποίηση. Ενώ και το αντίθετο από εικόνα σε βιοσήματα γίνεται και αυτό χωρίς καμία προειδοποίηση.
- Στην δεύτερη περίπτωση όπου η μετάδοση βιοσημάτων γίνεται σε μη πραγματικό χρόνο. Εάν ζητηθεί αλλαγή από βιοσήματα σε εικόνα την ώρα που γίνεται μετάδοση βιοσημάτων, η αλλαγή απορρίπτεται μέχρι να ολοκληρωθεί η μετάδοση βιοσημάτων για συγκεκριμένο χρόνο που είχε ζητηθεί από πριν.
- Όταν τώρα γίνει η αλλαγή σε εικόνα, και ζητηθεί η αλλαγή σε βιοσήματα κατά τη διάρκεια μετάδοσης εικόνας, η εντολή απορρίπτεται μέχρι να ολοκληρωθεί η μετάδοση εικόνας.

Με λίγα λόγια όταν η μετάδοση γίνεται σε πραγματικό χρόνο η αλλαγή από βιοσήματα σε εικόνα επιτρέπεται χωρίς κανένα περιορισμό γιατί γίνεται σε συνδέσεις με ψηλούς ρυθμούς



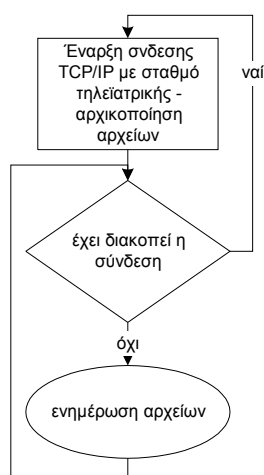
Σχήμα 23 Έλεγχος αλλαγής λειτουργιών – σταθμός βάσης

μετάδοσης και είναι δυνατή η ταυτόχρονη λειτουργία τους. Ενώ σε μη πραγματικό χρόνο η μετάδοση γίνεται σε μέσα που δεν επιτρέπουν ψηλούς ρυθμούς μετάδοσης και δεν είναι δυνατή η ταυτόχρονη λειτουργία βιοσημάτων και εικόνων.

Η άλλη λειτουργία που ανήκει σε αυτή την κατηγορία είναι η λειτουργία ελέγχου αρχείων αποθήκευσης. Η λειτουργία αυτή είναι υπεύθυνη για την δημιουργία καταλόγων αποθήκευσης και αρχείων αποθήκευσης. Καθώς και για το κλείσιμο των αρχείων σε περίπτωση που διακοπεί η σύνδεση. Η όλη λειτουργία (Σχήμα 24) γίνεται ακολουθώντας χρονικά μια αλληλουχία γεγονότων ως εξής:

- Όταν γίνει η ορθή αρχικοποίηση της σύνδεσης TCP/IP τότε γίνεται η ανταλλαγή με τον σταθμό τηλεϊατρικής ενός μοναδικού αριθμού ο οποίος είναι και ο αριθμός περιστατικού, ο αριθμός αυτός ορίζει ένα υποκατάλογο μέσα στον οποίο θα καταχωρηθούν όλα τα αρχεία που αφορούν την συγκεκριμένη σύνδεση τηλεϊατρικής. Στη συνέχεια γίνεται η αρχικοποίηση των αρχείων αποθήκευσης βιοσημάτων και αρχείων για παρακολούθηση της λειτουργίας.
- Κατά την διάρκεια της τηλεϊατρικής γίνεται η παρακολούθηση της σύνδεσης.
- Σε περίπτωση που υπάρχει πρόβλημα γίνεται το κλείσιμο όλων των ανοικτών αρχείων

Με αυτό τον τρόπο γίνεται η καταγραφή όλων των δεδομένων που διακινούνται από τον σταθμό τηλεϊατρικής.



Σχήμα 24 Έλεγχος αρχείων αποθήκευσης – σταθμός βάσης

Το αποτέλεσμα της λειτουργίας αυτής είναι το κλειδί της σύνδεσης με την μονάδα αποθήκευσης δεδομένων. Η λειτουργία των δυο υποσυστημάτων γίνεται ανεξάρτητα, για να μπορεί και ο σταθμός βάσης να λειτουργήσει μόνος του αλλά και για να μην υπάρξουν προβλήματα στην μονάδα αποθήκευσης δεδομένων όταν το σύστημα τηλεϊατρικής μπαίνει σε διαδικασία διακοπής σύνδεσης. Η σύνδεση των δυο επιτυγχάνεται χρησιμοποιώντας ένα μοναδικό αριθμό περιστατικού για κάθε σύνδεση τηλεϊατρικής. Ο μοναδικός αριθμός αυτός προκύπτει απευθείας από ένα μετρητή που υπάρχει στο υποσύστημα βάσης δεδομένων, όταν τα υποσυστήματα λειτουργούν μαζί. Όταν η τηλεϊατρική δεν λειτουργεί μαζί με το σταθμό βάσης τότε ο μοναδικός αριθμός περιστατικού προκύπτει από μετρητή που υπάρχει στο σταθμό τηλεϊατρικής. Η ακριβής διαδικασία ανάθεσης αριθμού περιγράφεται στο πρωτόκολλο επικοινωνίας.

4.5 Πρωτόκολλο επικοινωνίας πελάτη – εξυπηρετήτη

Για να επιτευχθεί η ορθή λειτουργία του συστήματος, έχει σχεδιαστεί πρωτόκολλο επικοινωνίας βάση του οποίου ελέγχονται όλες οι λειτουργίες του συστήματος, σε αυτό βασίζεται και η όλη ανάπτυξη του συστήματος. Στην παράγραφο αυτή γίνεται η περιγραφή του πρωτοκόλλου. Η περιγραφή αρχίζει από το γενικό σχήμα του πρωτοκόλλου περιγράφοντας τα βήματα που εκτελούνται καθώς και τα μηνύματα που ανταλλάσσονται, ενώ στην συνέχεια γίνεται αναλυτική περιγραφή της μορφής των μεταδιδόμενων δεδομένων.

4.5.1 Γενική περιγραφή

Η σύνδεση μεταξύ των δύο σταθμών (σταθμός τηλεϊατρικής και σταθμός βάσης) γίνεται χρησιμοποιώντας το δικτυακό πρωτόκολλο TCP/IP το οποίο εξασφαλίζει ορθή και αξιόπιστη μετάδοση των δεδομένων. Η επικοινωνία γίνεται χρησιμοποιώντας διαύλους επικοινωνίας Sockets όπως ορίζονται μέσα από το πρωτόκολλο TCP/IP. Για την επικοινωνία χρησιμοποιούνται δύο socket, μέσα από τα οποία όπως περιγράφεται πιο κάτω γίνεται η ανταλλαγή όλων των μηνυμάτων-εντολών που αφορούν γενικό έλεγχο του συστήματος, έλεγχο της λειτουργίας βιοσημάτων, έλεγχο της λειτουργίας εικόνων, καθώς

και δεδομένα εικόνων και βιοσημάτων. Σε περιπτώσεις που η εφαρμογή γίνεται σε ΜΕΘ χρησιμοποιείται ένα επιπλέον socket για την έναρξη της σύνδεσης.

Η έναρξη της σύνδεσης των δυο σταθμών τηλεϊατρικής γίνεται σε όλες τις περιπτώσεις από τον σταθμό τηλεϊατρικής, εκτός από την περίπτωση που είναι εγκατεστημένος σε ΜΕΘ, κατά την οποία ο σταθμός τηλεϊατρικής είναι εγκατεστημένος μόνιμα σε δίκτυο και η εντολή έναρξης της σύνδεσης μπορεί να δοθεί και από τον σταθμό βάσης.

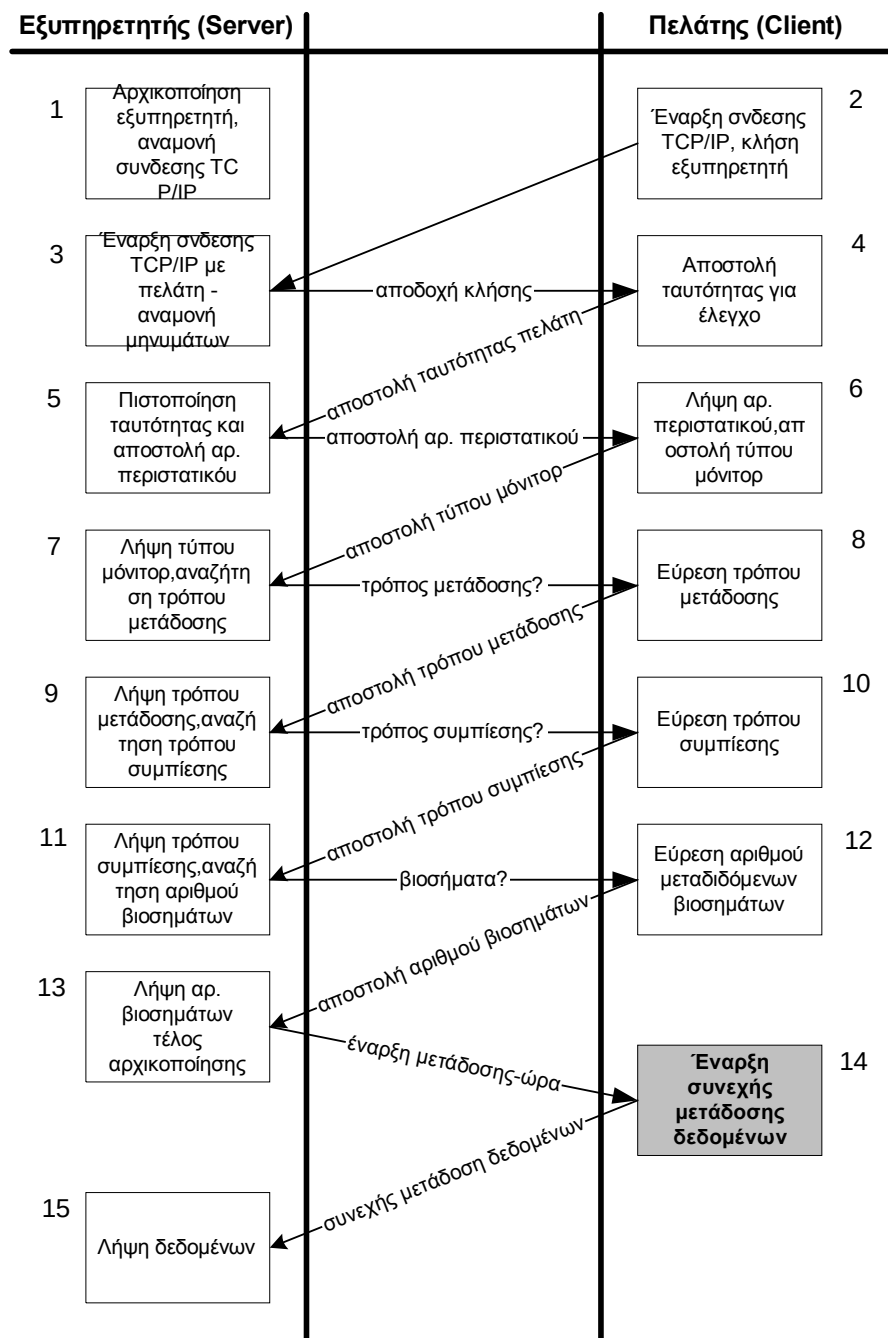
Όπως αναφέραμε και πιο πάνω η σύνδεση γίνεται χρησιμοποιώντας δύο Socket. Το ένα ονομάζεται control Socket χρησιμοποιείται για αρχικοποίηση της σύνδεσης, για μετάδοση δεδομένων βιοσημάτων από τον πελάτη (client) στον εξυπηρετητή (server) και για μετάδοση μηνυμάτων, τα οποία αφορούν το συντονισμό του συστήματος και την λειτουργία βιοσημάτων, από τον εξυπηρετητή προς πελάτη. Το άλλο ονομάζεται video socket, όταν γίνει η αρχικοποίηση της σύνδεσης τότε μέσω του socket αυτού μεταδίδονται τα μηνύματα τα οποία αφορούν τη λειτουργία εικόνας από τον εξυπηρετητή στον πελάτη, μεταδίδονται όλα τα μηνύματα του πελάτη προς τον εξυπηρετητή ενώ γίνεται και η μετάδοση εικόνας από τον πελάτη στον εξυπηρετητή. Ο σταθμός βάσης είναι ο εξυπηρετητής (server) και για τα δύο socket ενώ ο σταθμός τηλεϊατρικής είναι ο πελάτης(client).

Η συνεχής λειτουργία του συστήματος διατηρείται με χρήση των λειτουργιών συντήρησης τηλεφωνικών και δικτυακών συνδέσεων για το σταθμό τηλεϊατρικής για το σταθμό βάσης. Όταν γίνει η ορθή εγκατάσταση τηλεφωνικής σύνδεσης μετά ακολουθεί η εγκατάσταση δικτυακού πρωτοκόλλου TCP/IP, στον εξυπηρετητή είναι σε αναμονή σύνδεσης και τα δύο socket, μόλις γίνει η αρχικοποίησης του δικτύου στον πελάτη τότε τα δύο socket του πελάτη συνδέονται με αυτά του εξυπηρετητή. Μόλις γίνει η σύνδεση ακολουθείται διαδικασία αρχικοποίησης η οποία εκτελείται μέσα από το control socket.

4.5.1.1 Αρχικοποίηση σύνδεσης

Η διαδικασία φαίνεται μέσα από το Σχήμα 25. Η διαδικασία μπορεί να περιγραφεί χρονικά ως εξής:

1. Αρχικά τα sockets στον εξυπηρετητή μπαίνουν σε κατάσταση αναμονής σύνδεσης, Listen.
2. Ο πελάτης συνδέει τα sockets με αυτά του εξυπηρετητή.
3. Ο εξυπηρετητής αποδέχεται την σύνδεση, αναμένει την ταυτότητα του πελάτη.
4. Ο πελάτης αποστέλλει την ταυτότητα ακολουθούμενη από ένα μοναδικό αριθμό περιστατικού, ο οποίος όσες φορές και αν χρειαστεί να διακοπεί η τηλεφωνική σύνδεση σε σύνδεση τηλεϊατρικής είναι ο ίδιος. Το μήνυμα που αποστέλλεται στον εξυπηρετητή έχει την μορφή : "Client_id:...."



Σχήμα 25 Διαδικασία αρχικοποίησης σύνδεσης πελάτη-εξυπηρετητή (control socket)

5. Η ταυτότητα αποκρυπτογραφείται από τον εξυπηρετητή. Σε αυτό το σημείο ο εξυπηρετητής-σταθμός βάσης δημιουργεί ένα μοναδικό αριθμό περιστατικού για τον πελάτη και τον αποστέλλει. Ο μοναδικός αριθμός δημιουργείται ακολουθώντας συγκεκριμένη διαδικασία ως εξής:

- Μόλις σταλεί η ταυτότητα του πελάτη και γίνει η πιστοποίηση. Τότε, γίνεται τοπικά (στη βάση δεδομένων του σταθμού βάσης) έρευνα εάν υπάρχει περιστατικό καταχωρημένο στη συγκεκριμένη ταυτότητα πελάτη. Εάν υπάρχει περιστατικό τότε αποστέλλεται ο μοναδικός αριθμός περιστατικού.
- Σε περίπτωση όμως που δεν υπάρχει περιστατικό τοπικά καταχωρημένο στη βάση δεδομένων, τότε χρησιμοποιείται ο αριθμός περιστατικού που έδωσε ο σταθμός τηλεϊατρικής – πελάτης.

Η διαδικασία αυτή ακολουθείται για να έχουμε ένα μοναδικό αριθμό περιστατικού με βάση τον οποίο θα αποθηκεύονται τα αρχεία τηλεϊατρικής. Σε μια σύνδεση τηλεϊατρικής μπορεί να υπάρξουν διακοπές στην τηλεφωνική σύνδεση και επανασυνδέσεις, με αυτό τον τρόπο διατηρείται ίδιος αριθμού περιστατικού για όλα τα αρχεία, και τηρείται ένα επιπλέον αρχείο με την πορεία της σύνδεσης.

Όταν η αποκρυπτογράφηση γίνει ορθά τότε το μήνυμα που επιστρέφεται στον πελάτη έχει την μορφή **“INC_NUM:.....”**, εάν όμως διαπιστωθεί λάθος τότε αποστέλλεται το μήνυμα **CLNT_ID?** Και το οποίο ζητά την επαναμετάδοση της ταυτότητας του πελάτη.

6. Ο πελάτης παίρνει το μήνυμα και αν είναι επαναμετάδοση ταυτότητας τότε την επαναμεταδίδει, διαφορετικά αποστέλλει τον τύπο του ιατρικού μόνιτορ ο οποίος χρησιμοποιείται στην σύνδεση αυτή. Αυτό αποστέλλεται με ένα μήνυμα του τύπου **“MON:....”**.
7. Αφού φτάσει ο τύπος του μόνιτορ στον εξυπηρετητή τότε αν έχει φτάσει ορθά ζητείται η μετάδοση του τρόπου μετάδοσης με το μήνυμα **“MON_TYPE_OK”**.

8. Ο πελάτης μόλις διαβάσει το μήνυμα ότι ο τύπος του μόνιτορ έχει φτάσει εντάξει τότε μεταδίδει τον τρόπο που θα γίνεται η μετάδοση των βιοσημάτων, σε πραγματικό χρόνο η όχι, αυτό γίνεται με το μήνυμα **“TRANSM:....”**. Εάν δεν έρθει το μήνυμα ότι ο τύπος του μόνιτορ έφτασε εντάξει τότε επαναμεταδίδεται.
9. Αφού φτάσει ο τρόπος μετάδοσης στον εξυπηρετητή τότε αν έχει φτάσει ορθά ζητείται η μετάδοση του τρόπου συμπίεσης των βιοσημάτων με το μήνυμα **“TRANSM_TYPE_OK”**.
10. Ο πελάτης μόλις διαβάσει το μήνυμα ότι ο τρόπος μετάδοσης έχει φτάσει εντάξει τότε μεταδίδει τον τρόπο που θα γίνεται η συμπίεση των βιοσημάτων (Huffman, LZW), αυτό γίνεται με το μήνυμα **“COMP:....”**. Εάν δεν έρθει το μήνυμα ότι ο τρόπος μετάδοσης έφτασε εντάξει τότε επαναμεταδίδεται.
11. Αφού φτάσει ο τρόπος συμπίεσης στον πελάτη τότε αν έχει φτάσει ορθά ζητείται η μετάδοση του αριθμού βιοσημάτων που μεταδίδονται με το μήνυμα **“COMPR_TYPE_OK”**.
12. Ο πελάτης μόλις διαβάσει το μήνυμα ότι ο τρόπος συμπίεσης έχει φτάσει εντάξει τότε μεταδίδει τον αριθμό βιοσημάτων που θα μεταδίδονται (μέχρι τρία, 2 απαγωγές ΗΚΓ και οξυμετρία), αυτό γίνεται με το μήνυμα **“WAVE:....”**. Εάν δεν έρθει το μήνυμα ότι ο τρόπος συμπίεσης έφτασε εντάξει τότε επαναμεταδίδεται.
13. Αφού φτάσει ορθά και ο αριθμός βιοσημάτων τότε μεταδίδεται το τελικό μήνυμα στον πελάτη, το οποίο αρχίζει την δυαδική μετάδοση δεδομένων, αποστέλλοντας και την ώρα που αρχίζει η μετάδοση, έτσι που να γίνει ο συγχρονισμός ώρας μεταξύ των δύο. Αυτό γίνεται με το μήνυμα: **“START_BIN TIME:... ώρα...”**.

Από αυτό το σημείο και μετά αρχίζει η λειτουργία του συστήματος τηλεϊατρικής. Η λειτουργία βασίζεται στο ότι τα socket έχουν δυνατότητα αποστολής και λήψης δεδομένων, έτσι έχοντας δυο διαύλους από και δυο προς τον σταθμό βάσης, μπορεί να γίνει ανταλλαγή δεδομένων αμφίδρομα. Οι πληροφορίες που ανταλλάσσονται αφορούν τον έλεγχο-συντονισμό της λειτουργίας του συστήματος, την λειτουργία βιοσημάτων και την λειτουργία εικόνων. Συμπερασματικά οι λειτουργίες όπως περιγράφονται:

- Συνεχή μετάδοση βιοσημάτων από πελάτη προς εξυπηρετητή αυτό γίνεται με χρήση του control socket είναι η συνέχεια των λειτουργιών αρχικοποίησης. Αναλυτικά η μετάδοση γίνεται βάση πρωτοκόλλου το οποίο και περιγράφεται
- Μετάδοση μηνυμάτων ελέγχου από εξυπηρετητή – σταθμό βάσης προς πελάτη-σταθμό τηλεϊατρικής, αυτό γίνεται με χρήση του Control socket (0).
- Μετάδοση μηνυμάτων ελέγχου από πελάτη – σταθμό τηλεϊατρικής προς εξυπηρετητή – σταθμό βάσης, αυτό γίνεται με χρήση του video socket (0).
- Μετάδοση μηνυμάτων για εικόνες από εξυπηρετητή σε πελάτη, και μετάδοση εικόνων από πελάτη προς εξυπηρετητή, αυτό γίνεται με χρήση του video socket.

4.5.1.2 Μηνύματα ελέγχου και βιοσημάτων από εξυπηρετητή σε πελάτη



Σχήμα 26 Αποστολή μηνυμάτων ελέγχου και βιοσημάτων, από εξυπηρετητή σε πελάτη control socket

Όταν αποκατασταθεί το πρωτόκολλο μεταξύ των δυο τότε η σύνδεση ελέγχεται με αποστολή μηνυμάτων – εντολών από το ένα μέρος στο άλλο. Ο χρήστης που είναι στο σταθμό βάσης έχει την δυνατότητα ελέγχου εξ’ αποστάσεως του σταθμού τηλεϊατρικής για αυτό και τα μηνύματα ελέγχου αφορούν τις διάφορες λειτουργίες του σταθμού τηλεϊατρικής και την σύνδεση μεταξύ των δυο. Τα μηνύματα περιγράφονται ως εξής:

14. **ALARMST:.....** : Με το μήνυμα αυτό γίνεται η αλλαγή των ορίων συναγερμών που έχει το μόνιτορ.
15. **START_ECG:** Με αυτό το μήνυμα ζητείται η αλλαγή λειτουργίας από λειτουργία μετάδοσης εικόνων σε λειτουργία μετάδοσης βιοσημάτων
16. **START_VIDEO:** Με αυτό το μήνυμα ζητείται η αλλαγή λειτουργίας από λειτουργία μετάδοσης βιοσημάτων σε λειτουργία μετάδοσης εικόνων.
17. **CLOSE_ECG:** Με το μήνυμα αυτό τερματίζεται κλείνει η λειτουργία μετάδοσης βιοσημάτων.
18. **CLOSE_VIDEO:** Με το μήνυμα αυτό τερματίζεται κλείνει η λειτουργία μετάδοσης εικόνων.
19. **CLOSE:** Με το μήνυμα αυτό τερματίζεται κλείνει το πρόγραμμα του σταθμού τηλεϊατρικής
20. **SHUTDOWN:** Με το μήνυμα αυτό κλείνει τελείως (Windows shutdown) ο σταθμός τηλεϊατρικής.
21. **NEW_FILE s** :Αυτό το μήνυμα χρησιμοποιείται σε περίπτωση όπου η μετάδοση των βιοσημάτων γίνεται σε μη πραγματικό χρόνο. Με το μήνυμα αυτό ζητείται από τον εξυπηρετητή η αποστολή βιοσημάτων διάρκειας s δευτερολέπτων.
22. **NEXT** : Όταν αρχίσει η αποστολή βιοσημάτων σε μη πραγματικού χρόνου μετάδοση, τότε αυτό το μήνυμα αποστέλλεται όταν μετά από έλεγχο μια ομάδα βιοσημάτων έχει φτάσει ορθά και ζητείται η μετάδοση της επόμενης ομάδας.
23. **LAST** : Όταν αρχίσει η αποστολή βιοσημάτων σε μη πραγματικού χρόνου μετάδοση, τότε αυτό το μήνυμα αποστέλλεται όταν μετά από έλεγχο μια ομάδα βιοσημάτων δεν έχει φτάσει ορθά και ζητείται η επαναμετάδοση της ομάδας.
24. **PAUSE_ECG:** Αυτό το μήνυμα αποστέλλεται όταν έχουμε συγχρονισμένη απεικόνιση βιοσημάτων και στους δυο σταθμούς, όταν ο χρήστης παγώσει τα σήματα στο σταθμό βάσης για να κάνει μετρήσεις, τότε παγώνουν τα σήματα και στο σταθμό τηλεϊατρικής. Επιπλέον οι μετρήσεις που γίνονται στη βάση μεταδίδονται στο σταθμό τηλεϊατρικής και το αντίθετο.

25. **PLAY_ECG:** Αυτό το μήνυμα κάνει το αντίθετο από το προηγούμενο, δηλαδή συνεχίζει την απεικόνιση βιοσημάτων.
26. **SYN_YES:** Με αυτό το μήνυμα ζητείται ο συγχρονισμός στην απεικόνιση βιοσημάτων, μόνο μετά από αυτό ισχύουν τα δύο προηγούμενα μηνύματα.
27. **SYN_NO:** Με αυτό το μήνυμα ζητείται η μη συγχρονισμένη λειτουργία στην απεικόνιση βιοσημάτων, είναι το αντίθετο του προηγούμενου.
28. **ECG_MEAS:.....:** Με το μήνυμα αυτό μεταδίδονται οι μετρήσεις που γίνονται πάνω στη παγωμένη κυματομορφή ΗΚΓ (όταν είναι σε pause_mode) στο σταθμό βάσης.
29. **CLEARECG:** Με το μήνυμα αυτό διαγράφονται οι μετρήσεις που είναι απεικονισμένες στο παγωμένο σήμα ΗΚΓ.
30. **CHNL_1:** Με το μήνυμα αυτό γίνεται η επιλογή της απαγωγής I ΗΚΓ.
31. **CHNL_2:** Με το μήνυμα αυτό γίνεται η επιλογή της απαγωγής II ΗΚΓ.
32. **CHNL_3:** Με το μήνυμα αυτό γίνεται η επιλογή της απαγωγής III ΗΚΓ.
33. **CHNL_4:** Με το μήνυμα αυτό γίνεται η επιλογή της απαγωγής aVR ΗΚΓ.
34. **CHNL_5:** Με το μήνυμα αυτό γίνεται η επιλογή της απαγωγής aVL ΗΚΓ.
35. **CHNL_6:** Με το μήνυμα αυτό γίνεται η επιλογή της απαγωγής aVF ΗΚΓ.
36. **CHNL_7:** Με το μήνυμα αυτό γίνεται η επιλογή της απαγωγής V ΗΚΓ.

4.5.1.2 Μηνύματα ελέγχου από πελάτη σε εξυπηρετητή



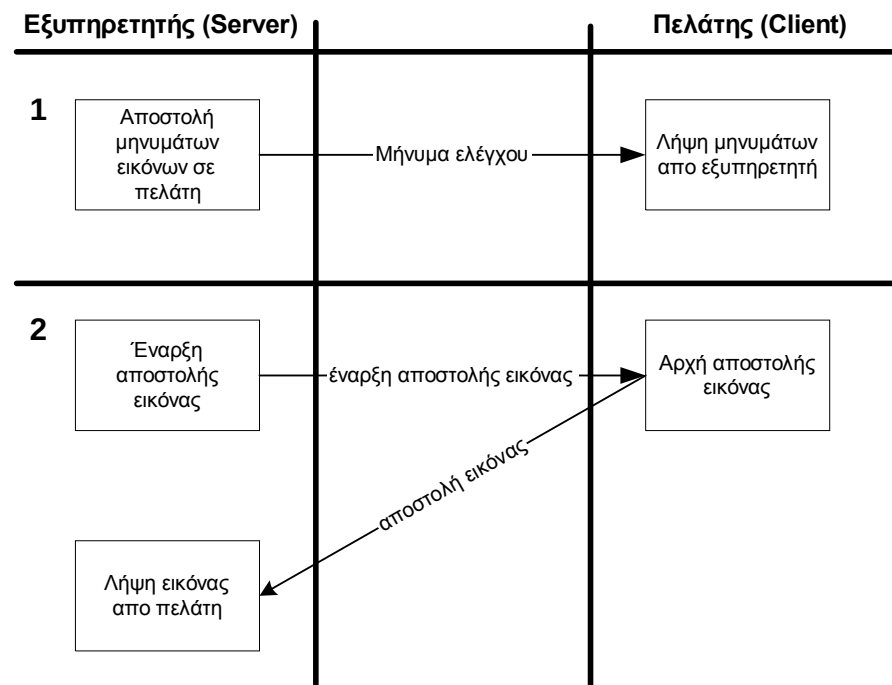
Σχήμα 27 Αποστολή μηνυμάτων από πελάτη σε εξυπηρετητή Video socket

Όταν αποκατασταθεί το πρωτόκολλο μεταξύ των δυο τότε όπως και ο εξυπηρετητής έτσι και ο πελάτης αποστέλλει κάποια μηνύματα για τις λειτουργίες του συστήματος, εδώ περιγράφονται τα μηνύματα που αφορούν έλεγχο του συστήματος. Τα μηνύματα περιγράφονται ως εξής:

1. **ECG:** Με αυτό το μήνυμα ζητείται η αλλαγή λειτουργίας από λειτουργία μετάδοσης εικόνων σε λειτουργία μετάδοσης βιοσημάτων
2. **VIDEO:** Με αυτό το μήνυμα ζητείται η αλλαγή λειτουργίας από λειτουργία μετάδοσης βιοσημάτων σε λειτουργία μετάδοσης εικόνων.
3. **GTECG s :** Αυτό το μήνυμα χρησιμοποιείται σε περίπτωση όπου η μετάδοση των βιοσημάτων γίνεται σε μη πραγματικό χρόνο. Με το μήνυμα αυτό αρχίζει από τον εξυπηρετητή η αποστολή βιοσημάτων διάρκειας s δευτερολέπτων.
4. **PAUSE_ECG:** Αυτό το μήνυμα αποστέλλεται όταν έχουμε συγχρονισμένη απεικόνιση βιοσημάτων και στους δυο σταθμούς, όταν ο χρήστης παγώσει τα σήματα στο σταθμό τηλεϊατρικής για να κάνει μετρήσεις, τότε παγώνουν τα σήματα και στο σταθμό βάσης. Επιπλέον οι μετρήσεις που γίνονται στη βάση μεταδίδονται στο σταθμό τηλεϊατρικής και το αντίθετο.
5. **PLAY_ECG:** Αυτό το μήνυμα κάνει το αντίθετο από το προηγούμενο, δηλαδή συνεχίζει την απεικόνιση βιοσημάτων.
6. **SYN_YES:** Με αυτό το μήνυμα ζητείται ο συγχρονισμός στην απεικόνιση βιοσημάτων, μόνο μετά από αυτό ισχύουν τα δύο προηγούμενα μηνύματα.
7. **SYN_NO:** Με αυτό το μήνυμα ζητείται η μη συγχρονισμένη λειτουργία στην απεικόνιση βιοσημάτων, είναι το αντίθετο του προηγούμενου.
8. **ECG_MEAS:.....:** Με το μήνυμα αυτό μεταδίδονται οι μετρήσεις που γίνονται πάνω στη παγωμένη κυματομορφή ΗΚΓ(όταν είναι σε pause_mode) στο σταθμό τηλεϊατρικής.
9. **ECGCL:** Με το μήνυμα αυτό διαγράφονται οι μετρήσεις που είναι απεικονισμένες στο παγωμένο σήμα ΗΚΓ.

10. **MARK:.....**: Με το μήνυμα αυτό μεταδίδονται ενδείξεις που γίνονται πάνω σε παγωμένη εικόνα στο σταθμό τηλεϊατρικής.

11. **CLEAR_IM**: Με το μήνυμα αυτό διαγράφονται οι μετρήσεις που είναι απεικονισμένες παγωμένη εικόνα.



Σχήμα 28 Αποστολή μηνυμάτων εικόνας από εξυπηρετητή σε πελάτη, και αποστολή εικόνας από πελάτη σε εξυπηρετητή

4.5.1.4 Μηνύματα εικόνας από εξυπηρετητή σε πελάτη

Στην παράγραφο αυτή περιγράφονται λειτουργίες που αφορούν την μετάδοση εικόνα από τον εξυπηρετητή στον πελάτη. Όπως φαίνεται στο 0 το video socket χρησιμοποιείται από τον εξυπηρετητή για να αποστέλλει μηνύματα και από τον πελάτη για αποστολή εικόνας. Τα μηνύματα που αποστέλλονται από τον εξυπηρετητή μπορούν να περιγραφούν ως εξής:

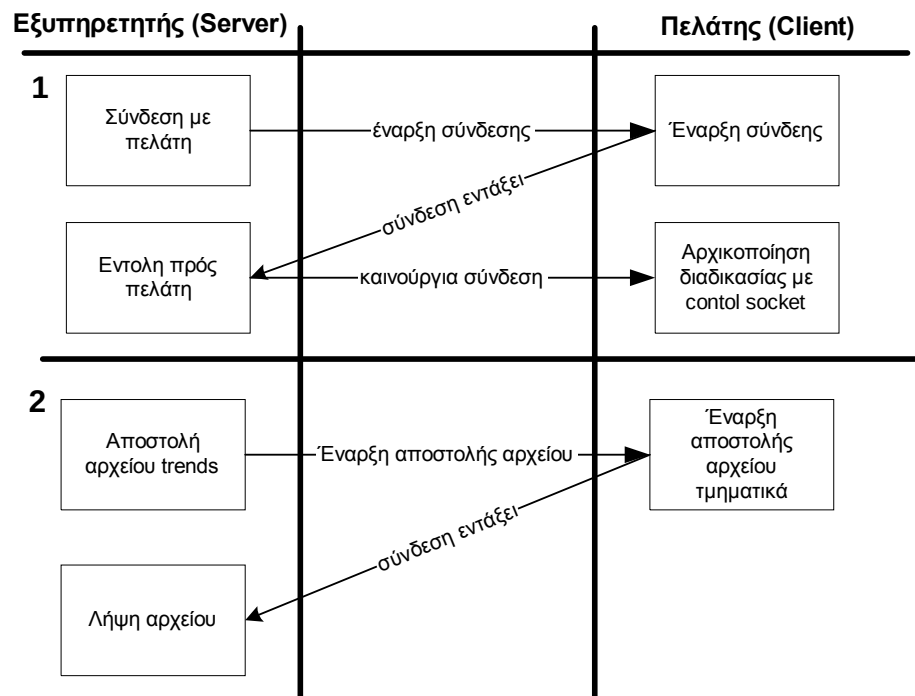
12. **FREEZE**: Με αυτό το μήνυμα ζητείται το πάγωμα και αποστολή εικόνας στον εξυπηρετητή. Όταν ζητηθεί η αποστολή εικόνας τότε ο πελάτης αποστέλλει το όνομα

και το μέγεθος αρχικά, στην συνέχεια αποστέλλει ελεγχόμενα και τμηματικά την εικόνα.

13. **NEXT_BLOCK:** Όταν αρχίσει η αποστολή εικόνας τμηματικά, τότε αυτό το μήνυμα αποστέλλεται όταν μετά από έλεγχο ένα τμήμα της εικόνας έχει φτάσει ορθά και ζητείται η μετάδοση του επόμενου τμήματος.
14. **LAST_BLOCK:** Όταν αρχίσει η αποστολή εικόνας τμηματικά, τότε αυτό το μήνυμα αποστέλλεται όταν μετά από έλεγχο ένα τμήμα της εικόνας δεν έχει φτάσει ορθά και ζητείται η επαναμετάδοση του τελευταίου τμήματος.
15. **CANCEL_FILE:** Με αυτό το μήνυμα διακόπτεται ασύγχρονα η μετάδοση εικόνας.
16. **MARK:.....:** Με το μήνυμα αυτό μεταδίδονται οι σημειώσεις-ενδείξεις που γίνονται πάνω σε παγωμένη εικόνα στο σταθμό βάσης.
17. **CLEAR_IM:** Με το μήνυμα αυτό διαγράφονται οι σημειώσεις-ενδείξεις που είναι απεικονισμένες παγωμένη εικόνα.
18. **QUAL:.....:** Με το μήνυμα αυτό αλλάζει η τιμή του συντελεστή συμπίεσης JPEG που χρησιμοποιείται για την συμπίεση και μετάδοση εικόνων.

4.5.1.5 Μηνύματα έναρξης σύνδεσης start_conn socket

Όπως αναφέραμε και πιο πάνω, σε περιπτώσεις όπου ο σταθμός τηλεϊατρικής λειτουργεί σε MEΘ τότε χρησιμοποιείται άλλο ένα socket που ονομάζεται start_conn. Στην περίπτωση αυτή το socket στο σταθμό τηλεϊατρικής είναι εξυπηρετητής (server) και αναμένει την κλήση από το σταθμό βάσης. Ο σταθμός τηλεϊατρικής είναι συνδεδεμένος στο τοπικό δίκτυο, εάν αυτό υπάρχει, και το socket περιμένει κλήση από το σταθμό βάσης που σε αυτή την περίπτωση μπορεί να είναι και κινητός. Όταν ο σταθμός βάσης κάνει κλήση μέσω του socket αυτού τότε αρχικοποιείται η σύνδεση και συνεχίζει η λειτουργία όπως αναφέρθηκε στις δυο πιο πάνω παραγράφους. Επιπλέον το socket αυτό χρησιμοποιείται για αποστολή αρχείου το οποίο περιλαμβάνει τις μέσες τιμές των βιοσημάτων (trends) για τις προηγούμενες 5 ώρες.



Σχήμα 29 Αποστολή μηνυμάτων Start_conn Socket

Χρονικά οι λειτουργίες που φαίνονται στο Σχήμα 29 μπορούν να περιγραφούν ως εξής:

1. Έναρξη σύνδεσης

- Το socket στον πελάτη είναι αρχικοποιημένο και αναμένει κλήση.

19. Φτάνει το μήνυμα **“START_CONN_server id_server IP address”** από τον σταθμό βάσης κρυπτογραφημένο για ασφάλεια, και το οποίο ζητά αρχικοποίηση σύνδεσης.

- Όταν διαπιστωθεί η ορθότητα του μηνύματος τότε αρχικοποιείται η σύνδεση από τον πελάτη

2. Λειτουργία αποστολής αρχείου με τιμές βιοσημάτων

Όταν γίνει η σύνδεση των δυο σταθμών τότε το socket αυτό μπορεί να χρησιμοποιηθεί για αποστολή αρχείου που περιλαμβάνει τις μέσες τιμές βιοσημάτων για τις τελευταίες 5 ώρες. Η αποστολή γίνεται με τον ίδιο τρόπο που γίνεται και η αποστολή αρχείου εικόνας ως εξής:

Όταν ολοκληρωθεί η σύνδεση των δύο σταθμών, τότε ο σταθμός βάσης μπορεί να στείλει τα ακόλουθα μηνύματα:

20. **GET_TRENDS:** Με αυτό το μήνυμα ζητείται η αποστολή αρχείου με τιμές βιοσημάτων. Όταν ζητηθεί η αποστολή εικόνας τότε ο σταθμός τηλεϊατρικής αποστέλλει το όνομα και το μέγεθος αρχικά, στην συνέχεια αποστέλλει ελεγχόμενα και τμηματικά το αρχείο.
21. **NXT_BLK_TR:** Όταν αρχίσει η αποστολή αρχείου τμηματικά, τότε αυτό το μήνυμα αποστέλλεται όταν μετά από έλεγχο ένα τμήμα του αρχείου έχει φτάσει ορθά και ζητείται η μετάδοση του επόμενου τμήματος.
22. **LST_BLK_TR:** Όταν αρχίσει η αποστολή αρχείου τμηματικά, τότε αυτό το μήνυμα αποστέλλεται όταν μετά από έλεγχο ένα τμήμα του αρχείου δεν έχει φτάσει ορθά και ζητείται η επαναμετάδοση του τελευταίου τμήματος.
23. **CANCEL_TR_FL:** Με αυτό το μήνυμα διακόπτεται ασύγχρονα η μετάδοση αρχείου.

4.5.1.6 Περιγραφή δομής δεδομένων βιοσημάτων από τηλεϊατρική σε βάση

Στην προηγούμενη παράγραφο είχαν αναλυθεί όλα τα μηνύματα και οι λειτουργίες που ανταλλάσσονται μεταξύ των δυο σταθμών για την ορθή λειτουργία του συστήματος. Στην παράγραφο αυτή γίνεται περιγραφή του τρόπου ομαδοποίησης και αποστολής των δεδομένων βιοσημάτων.

Συγκεκριμένα, για να γίνει ορθή δειγματοληψία καρδιογραφήματος έχουμε συχνότητα δειγματοληψίας 200 δείγματα / δευτερόλεπτο, το κάθε δείγμα είναι 10 bit ή 12 bit έτσι αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την δημιουργία γύρω στα 2000 bits/sec. Όταν γίνεται η μετάδοση δεδομένων με χρήση του πρωτοκόλλου TCP/IP, για να γίνει αξιόπιστα, γίνεται

προσθήκη κάποιων επικεφαλίδων σε κάθε ομάδα δεδομένων που μεταδίδεται. Για αυτό μέσα από το δίκτυο δεν μπορούν να μεταδίδονται συνεχώς πολλές μικρές ομάδες δεδομένων γιατί τότε έχουμε χωρίς λόγο επιπλέον δεδομένα, κατά συνέπεια σπατάλη πόρων και επιβάρυνση του δικτύου, κάτι που δεν είναι επιθυμητό, ιδιαίτερα σε δίκτυα με χαμηλούς ρυθμούς μετάδοσης. Λαμβάνοντας υπόψη τα πιο πάνω, για να γίνει η μετάδοση με βέλτιστο τρόπο γίνεται πρώτα κάποια ομαδοποίηση (buffering) των δεδομένων και μετά αποστολή τους.

Δεδομένα από το μόνιτορ Propaq 200

A/A	δεδομένα ηλεκτροκαρδιογραφήματος ¹	δεδομένα ηλεκτροκαρδιογραφήματος ²	δεδομένα οξυμετρίας	αριθμητικά δεδομένα βιοσημάτων	CRC έλεγχος
-----	--	--	------------------------	-----------------------------------	-------------

Σχήμα 30 Δομή ομάδων δεδομένων για μόνιτορ βιοσημάτων Propaq 200

Το μοντέλο που έχει χρησιμοποιηθεί είναι το μόνιτορ της σειράς Propaq 200. Η γενική δομή των ομάδων βιοσημάτων όπως φαίνεται στο **Σχήμα 30**, περιλαμβάνει τρεις κυματομορφές, δυο απαγωγές καρδιογραφήματος και μια κυματομορφή για οξυμετρία. Για την κάθε ομάδα το πρώτο byte αντιπροσωπεύει τον αύξων αριθμό της ομάδας, Τα επόμενα n bytes περιέχουν δεδομένα για μία απαγωγή ΗΚΓ, τα επόμενα n bits δεδομένα για την δεύτερη απαγωγή ΗΚΓ, τα επόμενα $n/2$ bits περιέχουν δεδομένα για κυματομορφή οξυμετρίας, τα επόμενα k bytes αριθμητικά δεδομένα βιοσημάτων και τέλος τα τελευταία δύο bytes δεδομένα ελέγχου ορθότητας του πίνακα. Η επιλογή για το πόσες κυματομορφές θα μεταδίδονται γίνονται ανάλογα με το τηλεπικοινωνιακό μέσο που χρησιμοποιείται.

Αναλυτικά τα τμήματα έχουν ως εξής:

- Αύξων αριθμός, για την αποστολή των ομάδων χρησιμοποιείται ένας αριθμητής από 0 μέχρι 99. Ο αριθμητής χρησιμοποιείται για αποστολή αριθμητικών βιοσημάτων, όπως φαίνεται πιο κάτω, επίσης χρησιμοποιείται για να διαπιστωθούν τυχόν χαμένα πακέτα δεδομένων.

- Δεδομένα ηλεκτροκαρδιογραφήματος

byte	msb	lsb
0	δείγμα 0 (LSB)	
1	δείγμα 0 (MSB)	δείγμα 1 (MSB)
2	δείγμα 1 (LSB)	
3	δείγμα 2 (LSB)	
4	δείγμα 2 (MSB)	δείγμα 3 (MSB)
5	δείγμα 3 (LSB)	

Σχήμα 31 Ομαδοποίηση δειγμάτων ΗΚΓ για μόνιτορ Propaq 200

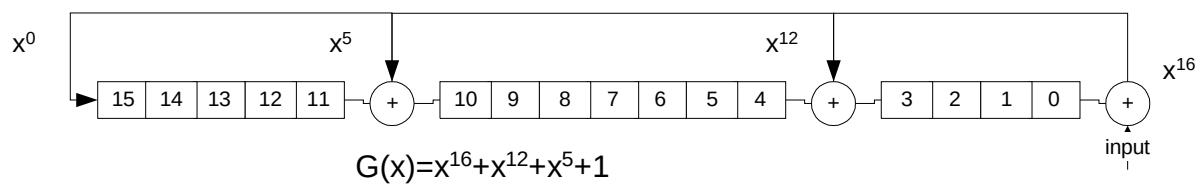
Αυτό το τμήμα αντιπροσωπεύει και το μεγαλύτερο μέρος του πίνακα, εδώ αποθηκεύονται οι τιμές για την κυματομορφή του ΗΚΓ, η δειγματοληψία του ΗΚΓ που γίνεται από το μόνιτορ αυτό έχει σαν αποτέλεσμα την παραγωγή δεδομένων $12 \text{ bits} * 16 \text{ samples}/88\text{ms} = 192 \text{ Bits}/88\text{ms}$, άρα 2182 bits/sec . Για να γίνει η μετάδοση τους μέσα από TCP/IP γίνεται ομαδοποίηση σε 256 δείγματα άρα έχουμε δεδομένα $2 \text{ δείγματα ΗΚΓ} * (256 * 12 \text{ bits}) = 6144 \text{ bits}$ και για ώρα $256 * 5.5\text{ms} = 1.408 \text{ sec}$. Η μετάδοση γίνεται χρησιμοποιώντας bytes, για να γίνει η βέλτιστη χρησιμοποίηση του χώρου τα δεδομένα ΗΚΓ ομαδοποιούνται όπως φαίνεται στο **Σχήμα 31**, όπου έχουμε ομαδοποίηση τριών δειγμάτων σε δυο bytes.

- Αριθμητικά δεδομένα βιοσημάτων

Με το τμήμα, αριθμητικά δεδομένα βιοσημάτων μεταδίδονται αριθμητικά δεδομένα του μόνιτορ όπως οξυμετρία, μη επεμβατική αρτηριακή πίεση, όρια συναγερμών οργάνου. Τα αριθμητικά, χωρίζονται σε τέσσερις ομάδες των 45 bytes και μεταδίδονται βάση του αύξοντα αριθμού. Κάθε ομάδα που μεταδίδεται είναι πολλαπλάσια του 1,2,3,4 αντίστοιχα.

- CRC έλεγχος

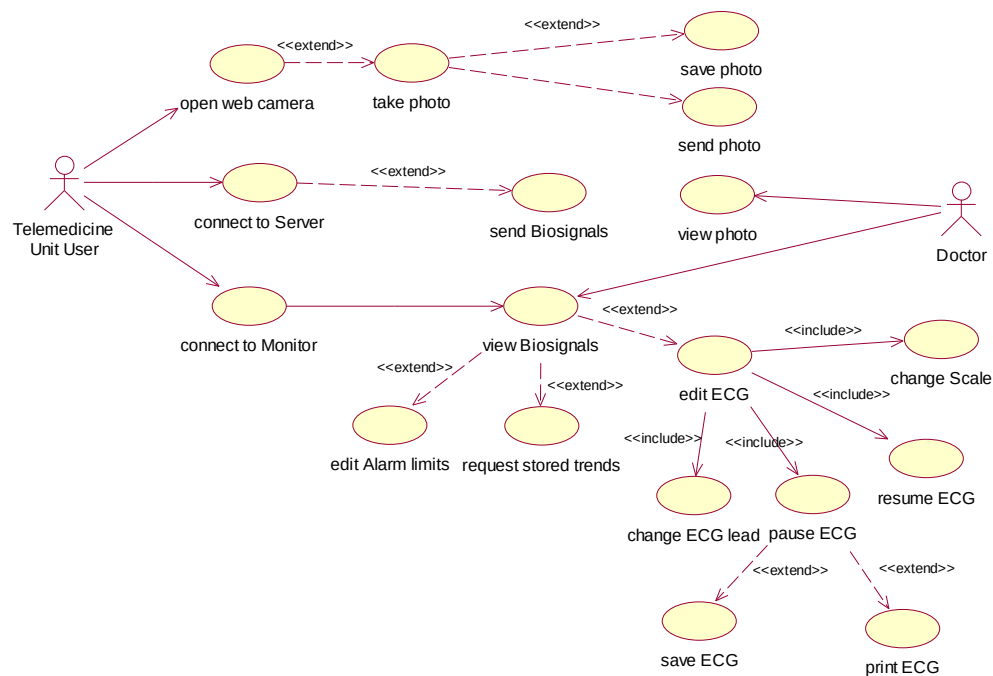
Ο έλεγχος CRC είναι 2 byte 16-bit και είναι αποτέλεσμα εφαρμογής του πολυωνύμου CCITT 0x8408 (όπου 0x σημαίνει δεκαεξαδικός αριθμός). Το CRC υπολογίζεται μόνο από τα δεδομένα, δεν συμπεριλαμβάνεται ο αύξων αριθμός. Η συνάρτηση υπολογισμού φαίνεται στο Σχήμα 32.



Σχήμα 32 CRC έλεγχος

4.6 Αρχιτεκτονική Σχεδίαση

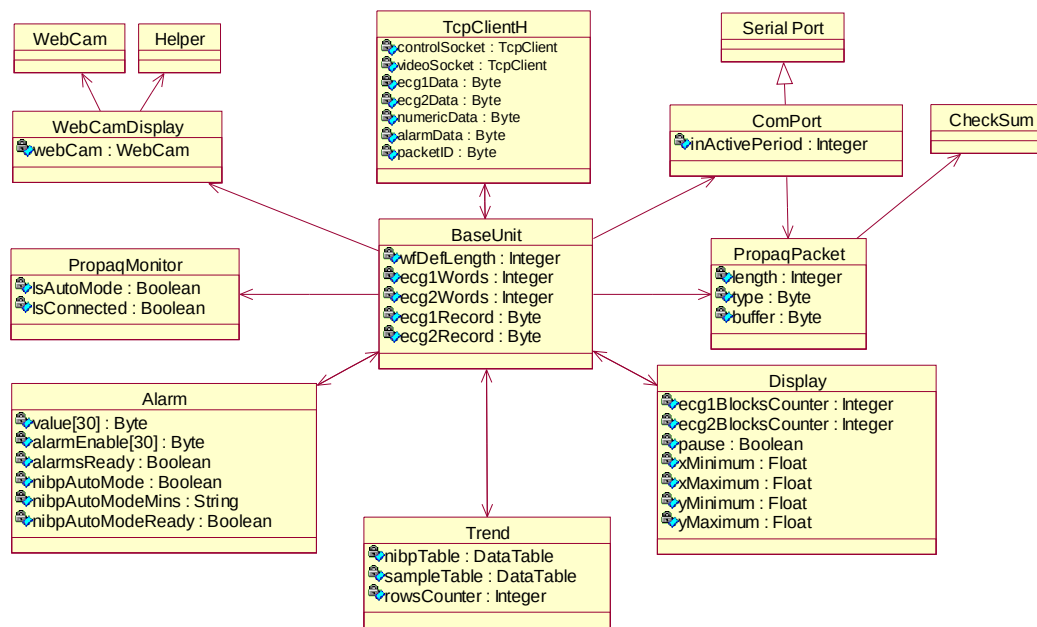
4.6.1 Διάγραμμα Use Case



Σχήμα 33 Διάγραμμα Use Case του συστήματος

4.6.2 Σταθμός Τηλεϊατρικής

4.6.2.1 Διάγραμμα κλάσεων



Σχήμα 34 Διάγραμμα κλάσεων πελάτη (client)

Η αναλυτική περιγραφή των κλάσεων και των μεθόδων περιγράφονται πιο κάτω:

Όνομα Κλάσης	PropaqPacket
Περιγραφή	Υπεύθυνη για την δημιουργία πακέτων τύπου Propaq που έχουν καθορισμένη δομή.
Μέθοδοι	PropaqPacket create(byte[] bytes): δημιουργεί και επιστρέφει PropaqPacket αντικείμενο σύμφωνα με τα bytes που αποτελούν το Data Field πεδίο. Καθορίζεται αυτόματα ο τύπος και το μέγεθος του πακέτου.
	PropaqPacket createInit(): δημιουργεί και επιστρέφει αυτόματα το αρχικό πακέτο PropaqPacket για εγκαθίδρυση επικοινωνίας με το μόνιτορ.

Όνομα Κλάσης	ComPort : SerialPort
Περιγραφή	Υπεύθυνη για την παραλαβή/αποστολή πακέτων της σειριακής θύρας που είναι συνδεδεμένο το μόνιτορ. Κληρονομεί από την κλάση SerialPort που παρέχει αυτές τις δυνατότητες.
Μέθοδοι	<code>void</code> sendPacket(<code>PropaqPacket</code> packet): στέλλει ένα <code>PropaqPacket</code> αντικείμενο στη συγκεκριμένη σειριακή θύρα για μετάδοση στο μόνιτορ.
	<code>PropaqPacket</code> readPacket(): ελέγχει για τυχόν εισερχόμενο πακέτο στη σειριακή θύρα και αν υπάρχει τότε το δημιουργεί και το επιστρέφει ως ένα <code>PropaqPacket</code> αντικείμενο
	<code>int</code> getInactivePeriod(): επιστρέφει την περίοδο αδρανείας (πόσες φορές δεν έχει εισέλθει πακέτο στη σειριακή θύρα)

Όνομα Κλάσης	Checksum
Περιγραφή	Υπεύθυνη για την δημιουργία του πεδίου CRC για τον έλεγχο δεδομένων του πακέτου τύπου Propaq.
Μέθοδοι	<code>static ushort</code> CRC(<code>byte[]</code> matrixp, <code>int</code> length): δημιουργία και επιστροφή τιμής CRC ελέγχου σύμφωνα με το Data Length και τα Data Fields που δόθηκαν.

Όνομα Κλάσης	Trend
Περιγραφή	Υπεύθυνη για την αίτηση/ανάκτηση καταγεγραμμένων ιατρικών δεδομένων στο μόνιτορ.
Μέθοδοι	<code>void</code> createCols(<code>String[]</code> colsName, <code>byte</code> type): δημιουργεί της στήλες του πίνακα σύμφωνα με τον τύπο του Trend (NIBP ή Sample)
	<code>void</code> createRecord(<code>String[]</code> record, <code>byte</code> type): δημιουργεί μια εγγραφή στον πίνακα σύμφωνα με τον τύπο του Trend (NIBP ή Sample)

Όνομα Κλάσης	Alarm
Περιγραφή	Υπεύθυνη για την παρουσίαση, ενεργοποίηση και αλλαγή των άνω και κάτω ορίων για κάθε τύπο συναγερμού.
Μέθοδοι	<code>void setValues(ushort[] v, bool[] ae)</code> : αναθέτει τα άνω και κάτω όρια για κάθε ένα από τους συναγερμούς και αντιστοίχως εάν είναι ενεργοποιημένοι.
	<code>void initTexts()</code> : αναθέτει τις τιμές των άνω και κάτω ορίων για κάθε συναγερμό στα TextBoxes.
	<code>void updateHR_Click(object sender, EventArgs e)</code> : αφού πατηθεί το συγκεκριμένο κουμπί τότε αποστέλλονται τα άνω και κάτω όρια του συναγερμού για τους σφυγμούς καρδιάς. Σε περίπτωση εισαγωγής μη συμβατών τιμών από το χρήστη, εμφανίζεται ανάλογο μήνυμα.
	<code>void updateTemper_Click(object sender, EventArgs e)</code> : αφού πατηθεί το συγκεκριμένο κουμπί τότε αποστέλλονται τα άνω και κάτω όρια του συναγερμού για τις θερμοκρασίες σώματος. Σε περίπτωση εισαγωγής μη συμβατών τιμών από το χρήστη, εμφανίζεται ανάλογο μήνυμα.
	<code>void brUpdate_Click(object sender, EventArgs e)</code> : αφού πατηθεί το συγκεκριμένο κουμπί τότε αποστέλλονται τα άνω και κάτω όρια του συναγερμού για τον ρυθμό αναπνοής. Σε περίπτωση εισαγωγής μη συμβατών τιμών από το χρήστη, εμφανίζεται ανάλογο μήνυμα.
	<code>void spo2Update_Click(object sender, EventArgs e)</code> : αφού πατηθεί το συγκεκριμένο κουμπί τότε αποστέλλονται τα άνω και κάτω όρια του συναγερμού για την οξυμετρία. Σε περίπτωση εισαγωγής μη συμβατών τιμών από το χρήστη, εμφανίζεται ανάλογο μήνυμα.
	<code>void ipUpdate_Click(object sender, EventArgs e)</code> : αφού

	πατηθεί το συγκεκριμένο κουμπί τότε αποστέλλονται τα άνω και κάτω όρια του συναγερμού για την ΕΑΠ. Σε περίπτωση εισαγωγής μη συμβατών τιμών από το χρήστη, εμφανίζεται ανάλογο μήνυμα.
	<code>void nibpUpdate_Click(object sender, EventArgs e)</code> : αφού πατηθεί το συγκεκριμένο κουμπί τότε αποστέλλονται τα άνω και κάτω όρια του συναγερμού για την ΜΕΑΠ. Σε περίπτωση εισαγωγής μη συμβατών τιμών από το χρήστη, εμφανίζεται ανάλογο μήνυμα.
	<code>void temper1HiTxt_TextChanged(object sender, EventArgs e)</code> : έλεγχος εισαγόμενης τιμής για το άνω όριο συναγερμού της θερμοκρασίας σώματος.
	<code>void temper1LowTxt_TextChanged(object sender, EventArgs e)</code> : έλεγχος εισαγόμενης τιμής για το κάτω όριο συναγερμού της θερμοκρασίας σώματος.
	<code>void temper2HiTxt_TextChanged(object sender, EventArgs e)</code> : έλεγχος εισαγόμενης τιμής για το άνω όριο συναγερμού της θερμοκρασίας 2 του σώματος.
	<code>void temper2LowTxt_TextChanged(object sender, EventArgs e)</code> : έλεγχος εισαγόμενης τιμής για το κάτω όριο συναγερμού της θερμοκρασίας 2 του σώματος.
	<code>void textbox_KeyPress(object sender, KeyPressEventArgs e)</code> : έλεγχος εισαγωγής μόνο αριθμητικής ακέραιας τιμής από το πληκτρολόγιο για όλα τα πεδία.

Όνομα Κλάσης	TCPClientH
Περιγραφή	Υπεύθυνη για την εγκαθίδρυση και έλεγχο της επικοινωνίας με το σταθμό βάσης (διακομιστής) βάσει του πρωτοκόλλου TCP. Παράλληλα αποστέλλει όλα τα ιατρικά σήματα στο σταθμό βάσης.
Μέθοδοι	<code>void connect(string serverIP, int portNum)</code> : ο πελάτης αιτείται TCP σύνδεση στο διακομιστή με την προκαθορισμένη IP διεύθυνση και αριθμό θύρας. Εάν ο διακομιστής αποδεχτεί τη σύνδεση τότε δημιουργείται ο διάυλος επικοινωνίας (socket) μεταξύ

	του πελάτη (σταθμός τηλεϊατρικής) και του διακομιστή (σταθμός βάσης)
	<code>void sendMsg(string msg)</code> : αποστέλλεται μήνυμα από το πελάτη στο διακομιστή διαμέσου του διαύλου επικοινωνίας (socket)
	<code>void disconnect()</code> : τερματίζεται η σύνδεση μεταξύ του πελάτη και του διακομιστή.
	<code>sendWfPacket(int type, ushort[] packet)</code> : αποστέλλει ιατρικά σήματα βάσει τον τύπο (ΗΚΓ1, ΗΚΓ2, Αριθμητικά σήματα, Κατοχυρωμένα δεδομένα ασθενή, συναγερμοί μόνιτορ)

Όνομα Κλάσης	Display
Περιγραφή	Υπεύθυνη για την παραλαβή και απεικόνιση των βιοσημάτων (κυματομορφή ECG1 και ECG2) και τιμών (σφυγμοί καρδιάς, ΕΑΠ, ΜΕΑΠ, οξυμετρία, ρυθμός αναπνοής, θερμοκρασία)
Μέθοδοι	<code>void drawECG1(ushort[] ecg1Record)</code> : σχεδιάζει την κυματομορφή του καρδιογραφήματος ECG1 με βάση τις τιμές που στάλθηκαν.
	<code>void drawECG2(ushort[] ecg1Record)</code> : σχεδιάζει την κυματομορφή του καρδιογραφήματος ECG2 με βάση τις τιμές που στάλθηκαν.
	<code>PointF Point2D(PointF ptF, Rectangle panelArea)</code> : μετατρέπει μια τιμή της κυματομορφής στο δυσδιάστατο χώρο για να αναπαρασταθεί.
	<code>void drawGrid(int type)</code> : ανάλογα με τον τύπο της κυματομορφής (ECG1 ή ECG2), σχεδιάζει το πλαίσιο με τις τιμές στον οριζόντιο και κάθετο άξονα.
	<code>void drawHR(ushort value)</code> : αλλάζει την τιμή των σφυγμών καρδιάς στο αντίστοιχο πλαίσιο απεικόνισης με βάση την τιμή που στάλθηκε.

	<code>void drawRes(ushort value)</code> : αλλάζει την τιμή του ρυθμού αναπνοής στο αντίστοιχο πλαίσιο απεικόνισης με βάση την τιμή που στάλθηκε.
	<code>void drawSpo2Per(ushort value)</code> : αλλάζει την τιμή της οξυμετρίας στο αντίστοιχο πλαίσιο απεικόνισης με βάση την τιμή που στάλθηκε.
	<code>void drawTemper(float[] value)</code> : αλλάζει τις τιμές των θερμοκρασιών στο αντίστοιχο πλαίσιο απεικόνισης με βάση τις τιμές που στάλθηκαν.
	<code>void drawInvp(ushort[] value)</code> : αλλάζει τις τιμές της ΕΑΠ στο αντίστοιχο πλαίσιο απεικόνισης με βάση τις τιμές που στάλθηκαν.
	<code>void drawNibp(ushort[] value)</code> : αλλάζει τις τιμές της ΜΕΑΠ στο αντίστοιχο πλαίσιο απεικόνισης με βάση τις τιμές που στάλθηκαν.
	<code>void drawHRSsource(String value)</code> : καθορίζει την πηγή που υπολογίζονται οι σφυγμοί καρδιάς.
	<code>void Display_MouseOver(object sender, MouseEventArgs e)</code> : αφού πατηθεί το αντίστοιχο κουμπί, παρουσιάζει στην αντίστοιχη θέση που βρίσκεται η δεικτική συσκευή η τάση και ο χρόνος εάν είναι μέσα στο πλαίσιο της κυματομορφής του ECG1.
	<code>void setLeadI()</code> : καθορίζει την απαγωγή I για το ECG1.
	<code>void setLeadII()</code> : καθορίζει την απαγωγή II για το ECG1.
	<code>void setLeadIII()</code> : καθορίζει την απαγωγή III για το ECG1.
	<code>void setLeadaVR()</code> : καθορίζει την απαγωγή aVR για το ECG1.
	<code>void setLeadaVL()</code> : καθορίζει την απαγωγή aVL για το ECG1.
	<code>void setLeadaVF()</code> : καθορίζει την απαγωγή aVF για το ECG1.
	<code>void setLeadV()</code> : καθορίζει την απαγωγή V για το ECG1.
	<code>void saveBtn_Click(object sender, EventArgs e)</code> : αφού πατηθεί το κουμπί, αποθηκεύει την εικόνα του ECG1.
	<code>void ecg1SaveAs()</code> : δυνατότητα αποθήκευσης του ECG1 σε

	μορφή εικόνας τύπου Bitamp, Gif και JPEG.
	<code>void pauseBtn_Click(object sender, EventArgs e)</code> : αφού πατηθεί το κουμπί, παγώνει η κυματομορφή του ECG1 για περαιτέρω μελέτη της από το χρήστη.
	<code>void playBtn_Click(object sender, EventArgs e)</code> : αφού πατηθεί το κουμπί επανέρχεται η κυματομορφή ECG1.
	<code>void drawHighHR(bool highValue)</code> : εάν οι σφυγμοί καρδιάς είναι πέραν του άνω ορίου τότε εμφανίζεται ανάλογη ένδειξη.
	<code>void drawHighSpO2(bool highValue)</code> : εάν η οξυμετρία είναι πέραν του άνω ορίου τότε εμφανίζεται ανάλογη ένδειξη.
	<code>void drawHighRes(bool highValue)</code> : εάν ο ρυθμός αναπνοής είναι πέραν του άνω ορίου τότε εμφανίζεται ανάλογη ένδειξη.
	<code>void drawHighNIBP(bool highValue)</code> : εάν η ΜΕΑΠ είναι πέραν του άνω ορίου τότε εμφανίζεται ανάλογη ένδειξη.
	<code>void drawHighTemper1(bool highValue)</code> : εάν η θερμοκρασία 1 είναι πέραν του άνω ορίου τότε εμφανίζεται ανάλογη ένδειξη.
	<code>void drawHighTemper2(bool highValue)</code> : εάν η θερμοκρασία 2 είναι πέραν του άνω ορίου τότε εμφανίζεται ανάλογη ένδειξη.
	<code>void drawHighIP1(bool highValue)</code> : εάν η ΕΑΠ 1 είναι πέραν του άνω ορίου τότε εμφανίζεται ανάλογη ένδειξη.
	<code>void drawHighIP2(bool highValue)</code> : εάν η ΕΑΠ 2 είναι πέραν του άνω ορίου τότε εμφανίζεται ανάλογη ένδειξη.
	<code>void setPatient(string patient)</code> : απεικονίζει τον τύπο του ασθενή (βρέφος, παιδί, ενήλικας).
	<code>void printECG1()</code> : εκτυπώνει μετά από επιλογή του χρήστη τη κυματομορφή του ECG1 σε χαρτί με τα αντίστοιχα στοιχεία.
	<code>void exitBtn_Click(object sender, EventArgs e)</code> : αφού πατηθεί το κουμπί πραγματοποιείται έξοδος από την οθόνη απεικόνισης των βιοσημάτων και τιμών.

Όνομα Κλάσης	PropaqHost
Περιγραφή	Υπεύθυνη για την διαχείριση και τον συντονισμό των υπολοίπων κλάσεων για την ολοκληρωμένη λειτουργία ανάμεσα στον πελάτη (client) και το μόνιτορ.
Μέθοδοι	<code>void OpenPort_Click(object sender, EventArgs e)</code> : αφού πατηθεί το κουμπί, ανοίγει η σειριακή θύρα που επέλεξε ο χρήστης
	<code>void ClosePort_Click(object sender, EventArgs e)</code> : αφού πατηθεί το κουμπί, διακόπτεται η σύνδεση με την συγκεκριμένη σειριακή θύρα και τερματίζεται η σύνδεση με το μόνιτορ.
	<code>void verify_Tick(object sender, EventArgs e)</code> : κάθε ένα καθορισμένο χρονικό διάστημα γίνεται συντήρηση της σύνδεσης με το μόνιτορ.
	<code>void read_Tick(object sender, EventArgs e)</code> : κάθε ένα καθορισμένο χρονικό διάστημα γίνεται λήψη ενός Propaq πακέτου από το μόνιτορ.
	<code>void packetDecode(PropaqPacket packet)</code> : αφού λάβει ένα PropaqPacket αντικείμενο, αποκωδικοποιείται για να καθοριστεί ποια λειτουργία θα εκτελεστεί.
	<code>void Form_Closing(object sender, FormClosingEventArgs e)</code> : μήνυμα επιβεβαίωσης εξόδου από το σύστημα όταν ο χρήστης πατήσει στο εικονίδιο εξόδου.
	<code>void viewTrends()</code> : εμφανίζεται η οθόνη για τα καταχωρημένα δεδομένα του ασθενή που μπορεί ο χρήστης να αιτηθεί.
	<code>void reqTrends(Trend trend, byte type)</code> : αίτηση ανάκτησης καταχωρημένων δεδομένων του ασθενή από το μόνιτορ.
	<code>void changeLead(byte type)</code> : αλλαγή απαγωγής της απαγωγής του ΗΚΓ σύμφωνα με τον τύπο που στάλθηκε.
	<code>void setAlarmLimits(byte alarmType, ushort alarmValue, bool alarmEnable)</code> : ενεργοποίηση/απενεργοποίηση των

	συναγερμών και αλλαγή των άνω και κάτω ορίων για τον κάθε ένα.
	<code>void viewAlarms()</code> : εμφάνιση οθόνης με τους συναγερμούς για ενημέρωση ή και για αλλαγή τους από το χρήστη.
	<code>void setAutoMode()</code> : αυτοματοποίηση της σύνδεσης με το μόνιτορ έτσι ώστε να αποστέλλονται χωρίς αίτηση τα βιοσήματα.
	<code>void webCamIcon_Click(object sender, EventArgs e)</code> : αφού πατηθεί το κουμπί, εμφανίζεται η οθόνη για τη σύνδεση με την ψηφιακή φωτογραφική που είναι συνδεδεμένος ο υπολογιστής.

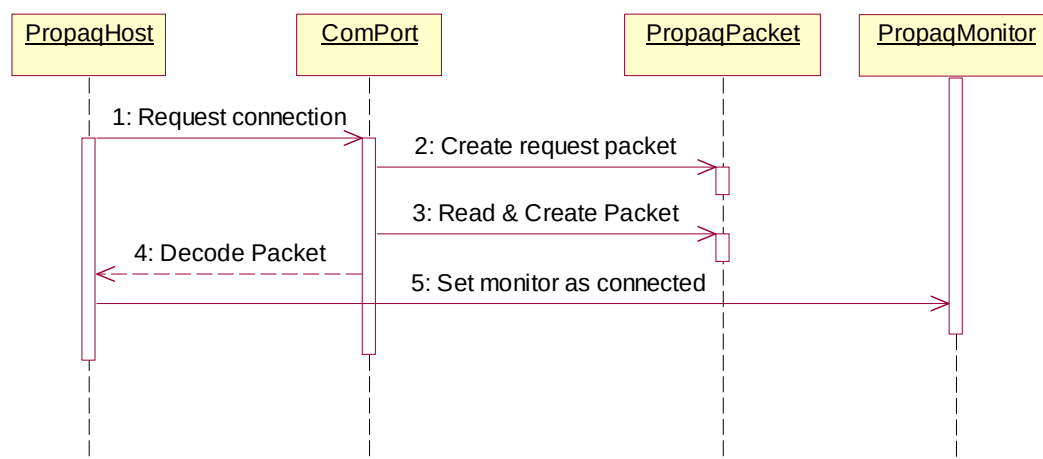
Όνομα Κλάσης	WebCam
Περιγραφή	Υπεύθυνη για την δημιουργία πακέτων τύπου Propaq που έχουν καθορισμένη δομή.
Μέθοδοι	<code>void InitializeWebCam(ref System.Windows.Forms.PictureBox ImageControl)</code> : αρχικοποιείται η σύνδεση με την ψηφιακή φωτογραφική
	<code>void webcam_ImageCaptured(object source, WebcamEventArgs e)</code> : απεικόνισης της φωτογραφημένης εικόνας στο αντίστοιχο πλαίσιο
	<code>void Start()</code> : έναρξη σύνδεσης με τη ψηφιακή φωτογραφική.
	<code>void Stop()</code> : διακοπή της σύνδεσης με τη ψηφιακή φωτογραφική.
	<code>void ResolutionSetting()</code> : εμφάνιση οθόνης για ρυθμίσεις αλλαγής της ανάλυσης εικόνας.
	<code>void AdvanceSetting()</code> : εμφάνιση οθόνης για αλλαγή προχωρημένων ρυθμίσεων της φωτογραφικής.

Όνομα Κλάσης	Helper
Περιγραφή	Υπεύθυνη για τη φωτογράφιση εικόνας του βίντεο
Μέθοδοι	<code>void SaveImageCapture(System.Drawing.Image image)</code> : αποθήκευση της παγωμένης φωτογραφίας σε μορφή Bitmap, JPEG, Gif και όνομα που επιθυμεί ο χρήστης

4.6.2.2 Διαγράμματα Sequence και Collaboration

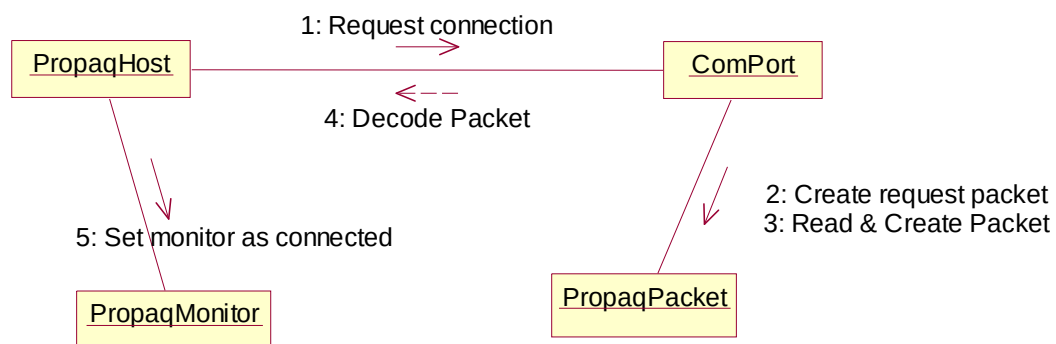
4.6.2.2.1 Εγκαθίδρυση σύνδεσης με μόνιτορ

Sequence Diagram



Σχήμα 35 Εγκαθίδρυση σύνδεσης με μόνιτορ (Sequence Diagram)

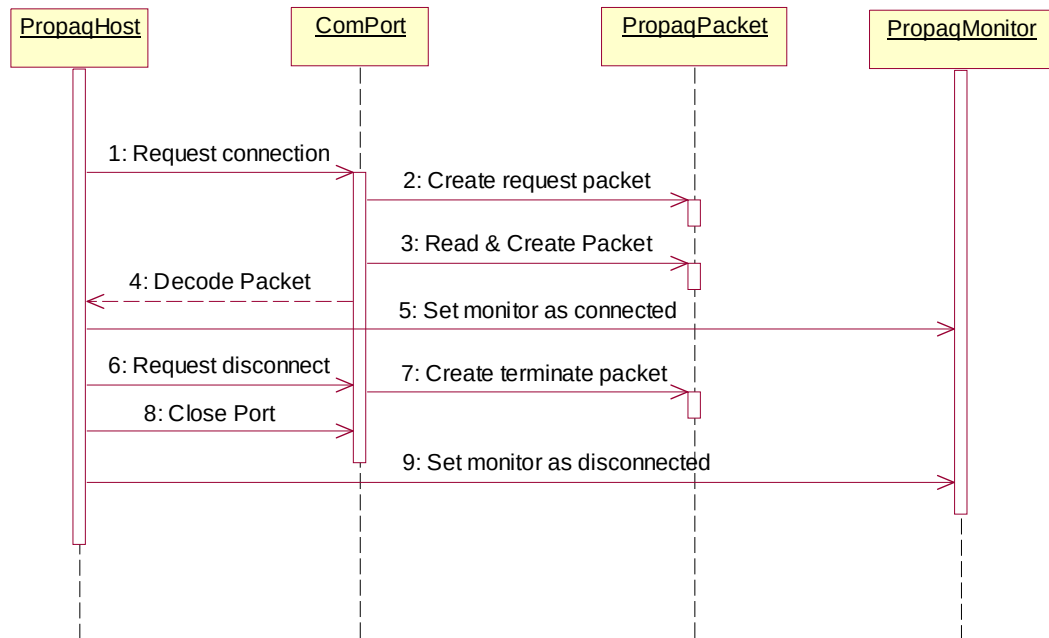
Collaboration Diagram



Σχήμα 36 Εγκαθίδρυση σύνδεσης με μόνιτορ (Collaboration Diagram)

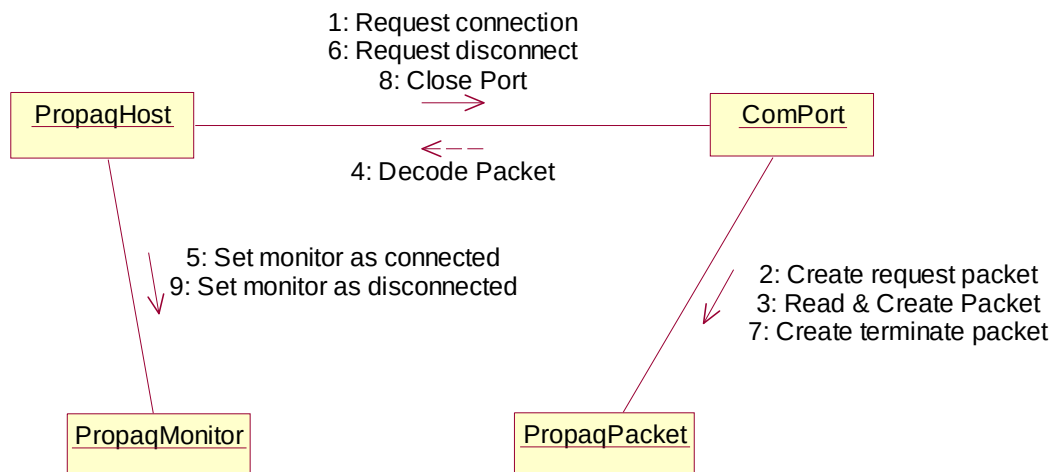
4.6.2.2 Διακοπή σύνδεσης με μόνιτορ

Sequence Diagram



Σχήμα 37 Διακοπή σύνδεσης με μόνιτορ (Sequence Diagram)

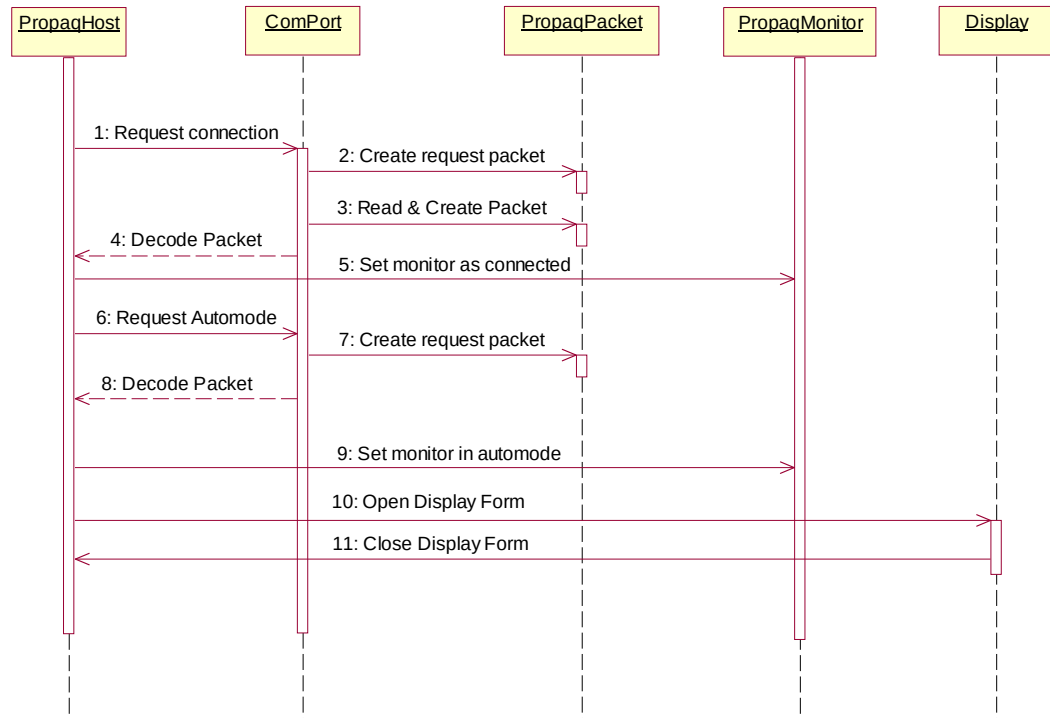
Collaboration Diagram



Σχήμα 38 Διακοπή σύνδεσης με μόνιτορ (Collaboration Diagram)

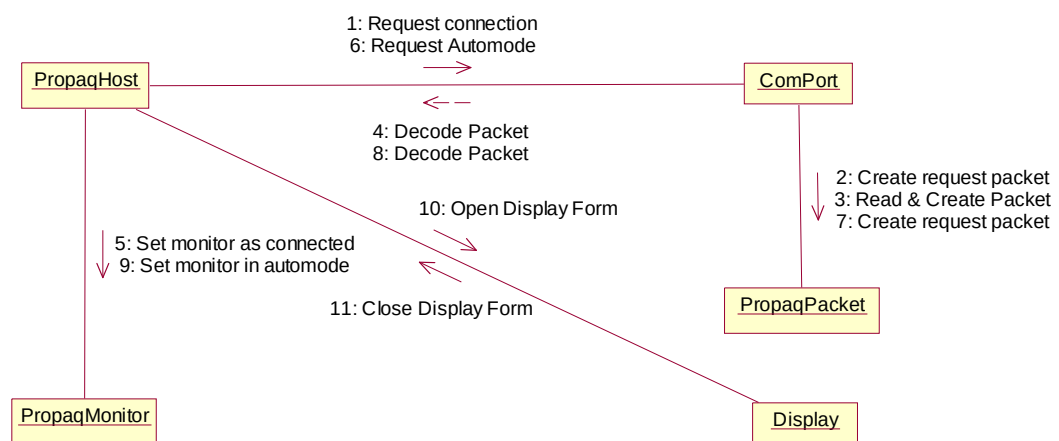
4.6.2.2.3 Εμφάνιση βιοσημάτων και τιμών

Sequence Diagram



Σχήμα 39 Εμφάνιση βιοσημάτων και τιμών (Sequence Diagram)

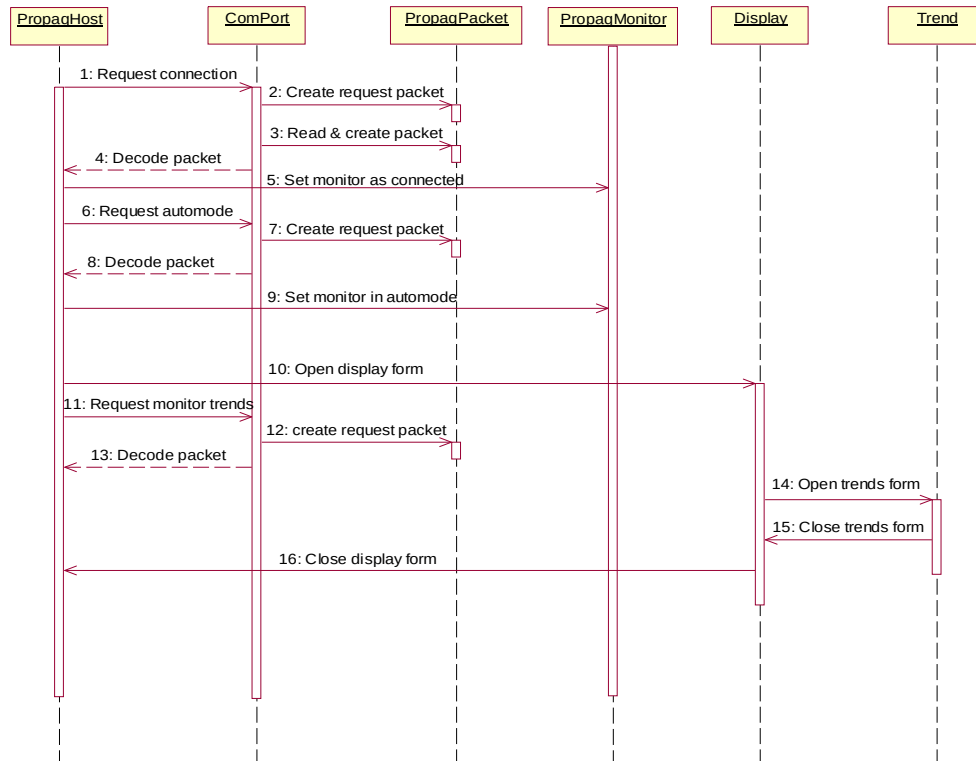
Collaboration Diagram



Σχήμα 40 Εμφάνιση βιοσημάτων και τιμών (Collaboration Diagram)

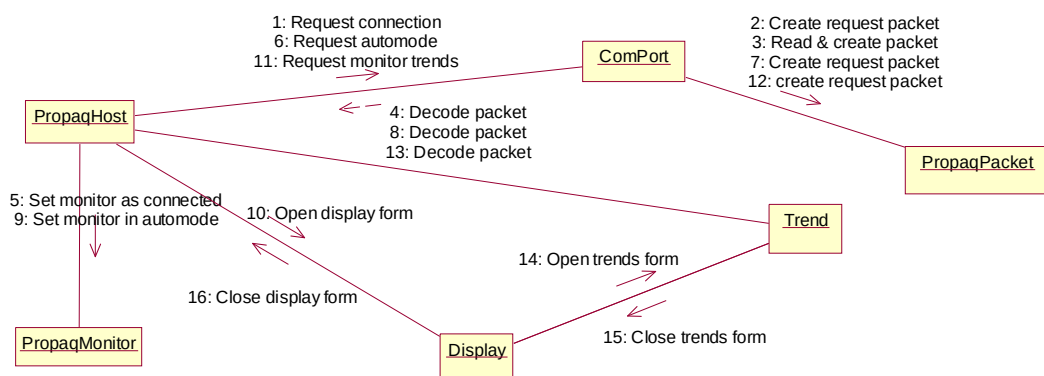
4.6.2.2.4 Εμφάνιση κατοχυρωμένων δεδομένων ασθενή

Sequence Diagram



Σχήμα 41 Εμφάνιση κατοχυρωμένων δεδομένων ασθενή (Sequence Diagram)

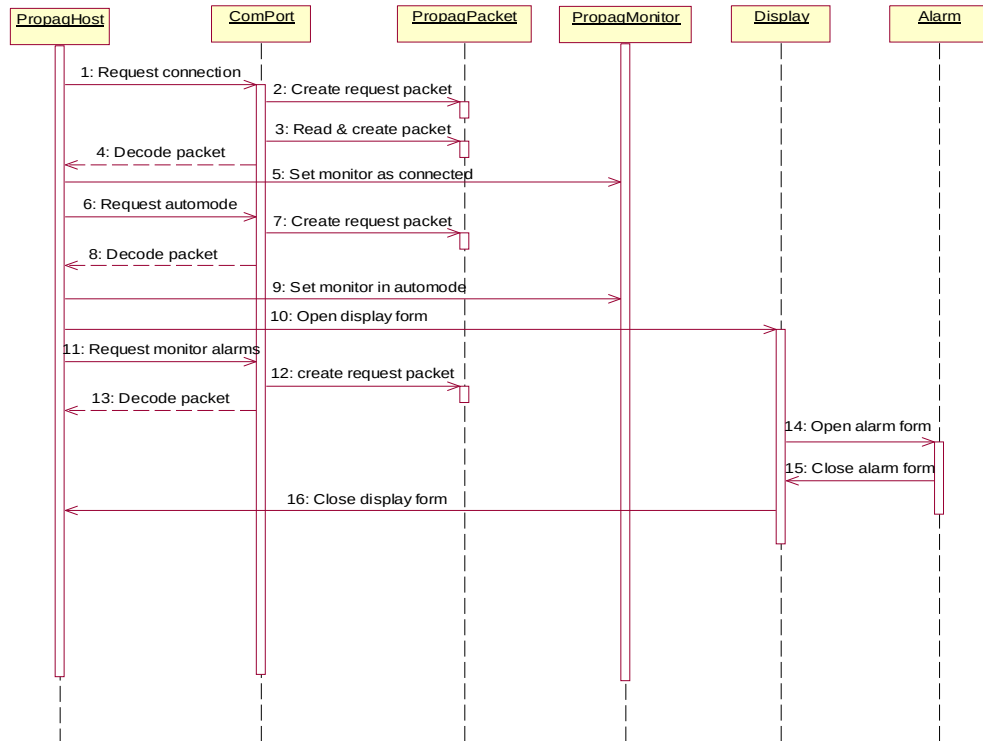
Collaboration Diagram



Σχήμα 42 Εμφάνιση κατοχυρωμένων δεδομένων ασθενή (Collaboration Diagram)

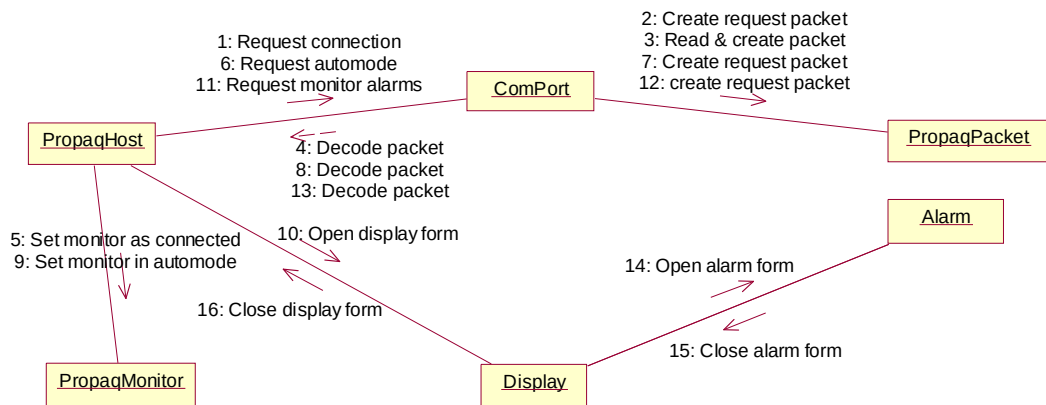
4.6.2.2.5 Εμφάνιση συναγερμών μόνιτορ

Sequence Diagram



Σχήμα 43 Εμφάνιση συναγερμών μόνιτορ (Sequence Diagram)

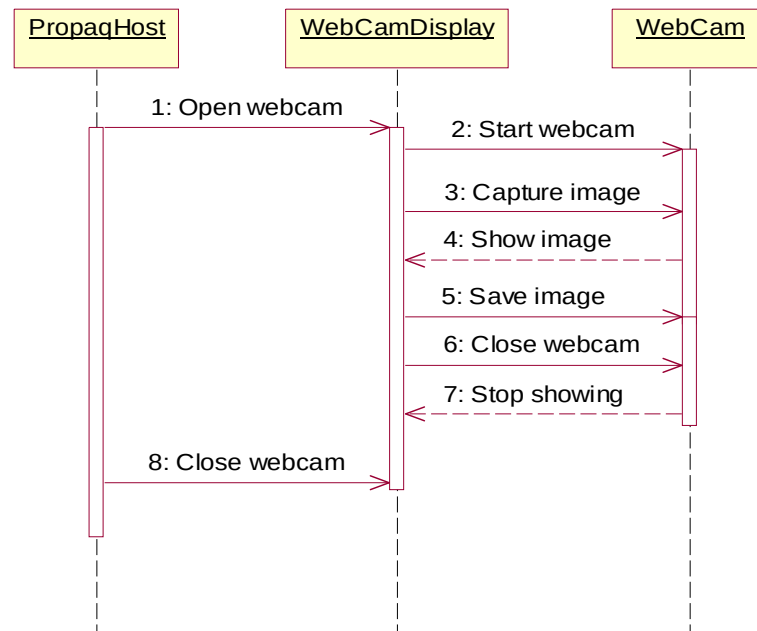
Collaboration Diagram



Σχήμα 44 Εμφάνιση συναγερμών μόνιτορ (Collaboration Diagram)

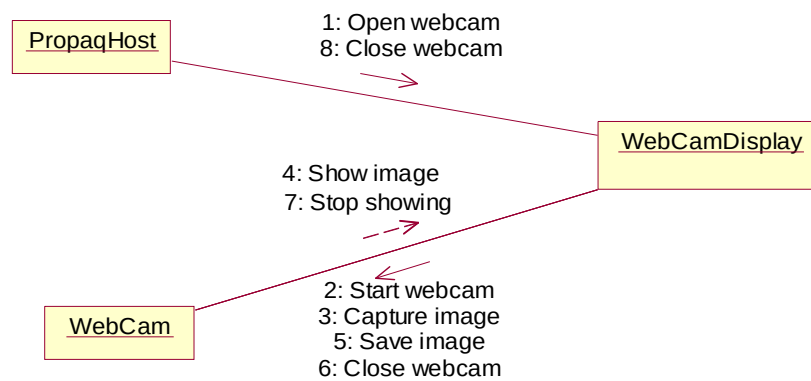
4.6.2.2.6 Σύνδεση με ψηφιακή φωτογραφική

Sequence Diagram



Σχήμα 45 Σύνδεση με ψηφιακή φωτογραφική (Sequence Diagram)

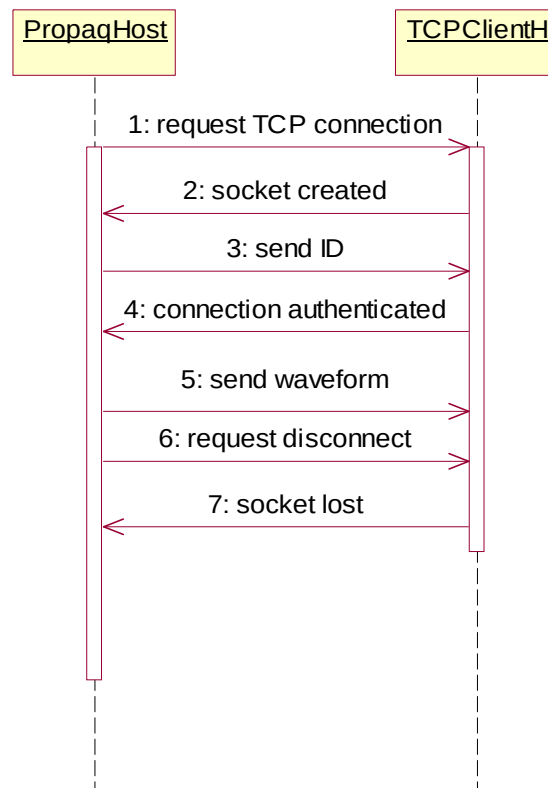
Collaboration Diagram



Σχήμα 46 Σύνδεση με ψηφιακή φωτογραφική (Collaboration Diagram)

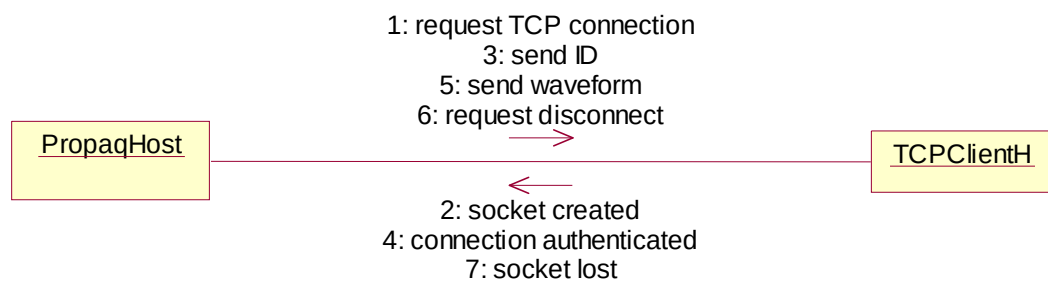
4.6.2.2.7 Εγκαθίδρυση και έλεγχος επικοινωνίας TCP

Sequence Diagram



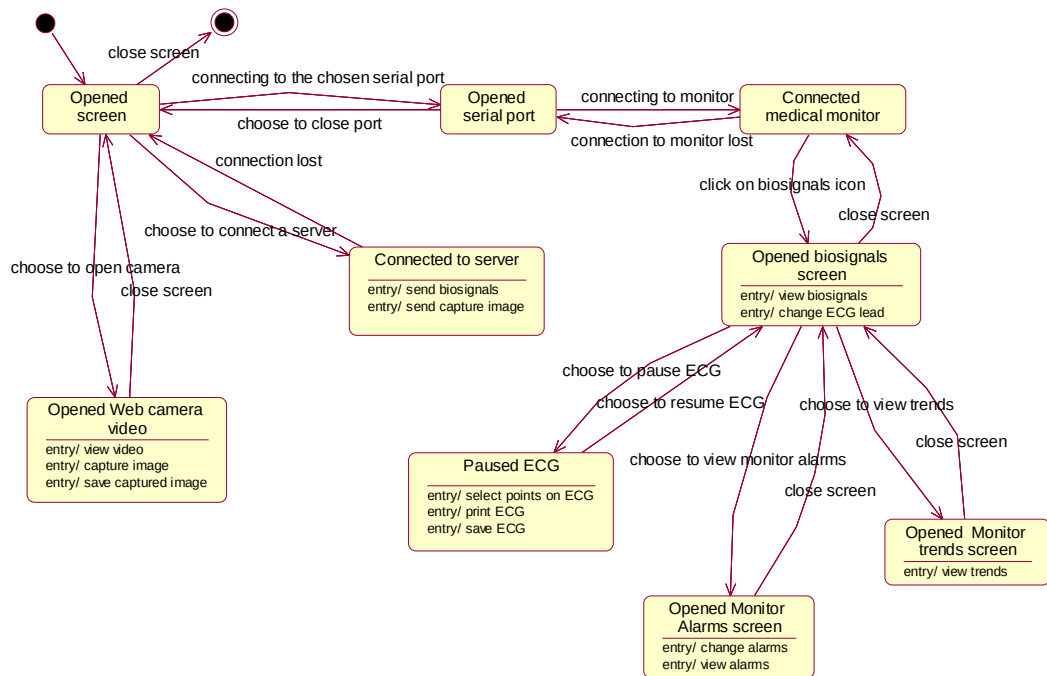
Σχήμα 47 Εγκαθίδρυση και έλεγχος TCP επικοινωνίας (Sequence Diagram)

Collaboration Diagram



Σχήμα 48 Εγκαθίδρυση και έλεγχος TCP επικοινωνίας (Collaboration Diagram)

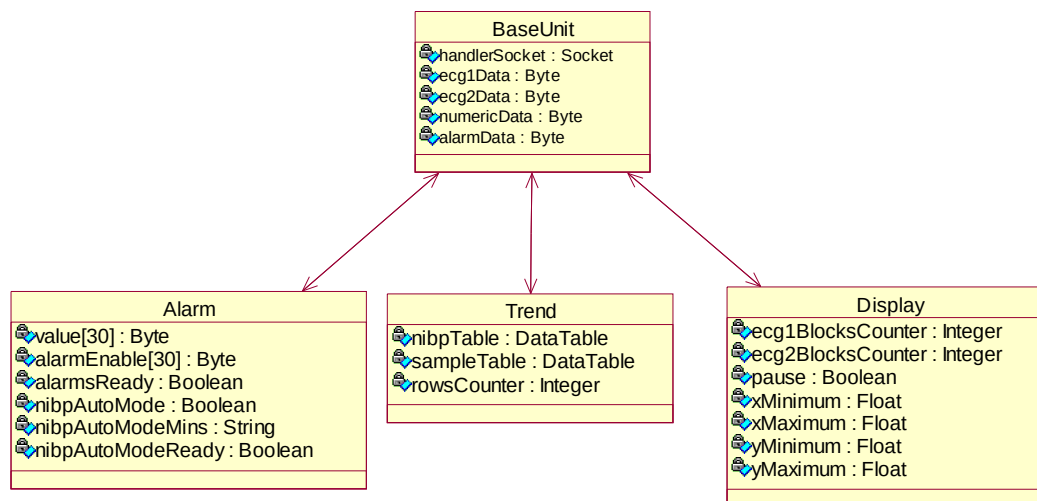
4.6.2.3 Διάγραμμα State Chart



Σχήμα 49 Διάγραμμα State Chart σταθμού τηλεϊατρικής

4.6.3 Σταθμός Βάσης (Ιατρού)

4.6.3.1 Διάγραμμα Κλάσεων



Σχήμα 50 Αναλυτικό διάγραμμα κλάσεων σταθμού βάσης (ιατρού)

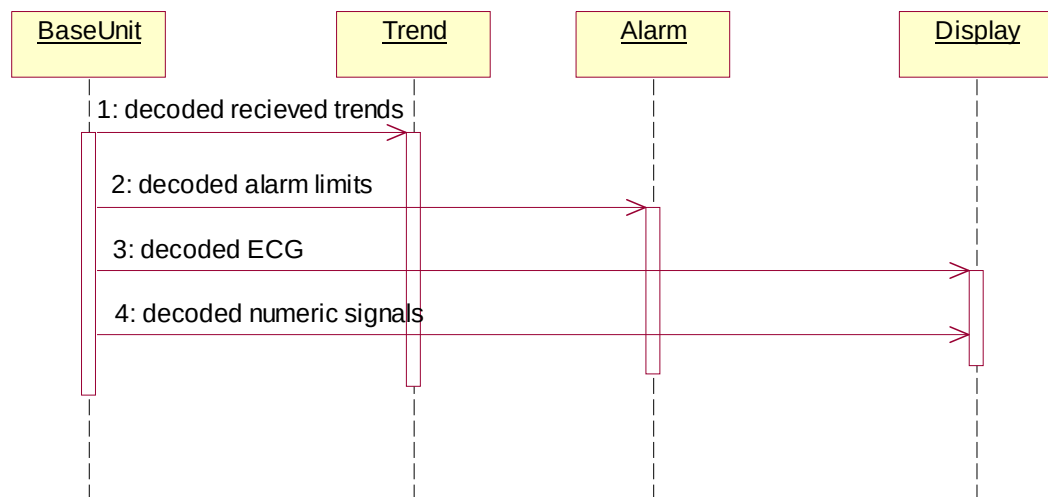
Ο σταθμός βάσης (ιατρού) περιλαμβάνει τις κλάσεις Alarm, Trend και Display όπως περιγράφηκαν στο σταθμό τηλεϊατρικής (Σχήμα 33) με τη μόνη διαφορά ότι προστέθηκε η κλάση BaseUnit που συνδέεται άμεσα μ' αυτές.

Όνομα Κλάσης	BaseUnit
Περιγραφή	Υπεύθυνη για την εγκαθίδρυση και έλεγχο της επικοινωνίας με το σταθμό τηλεϊατρικής μέσω του πρωτοκόλλου TCP. Ταυτόχρονα ανακτά όλες τις σχετικές ιατρικές πληροφορίες που συλλέγονται από το σταθμό τηλεϊατρικής.
Μέθοδοι	void listenerThread(): περιμένει για νέο πελάτη στη προκαθορισμένη θύρα και όταν λάβει αίτηση επικοινωνίας από αυτόν τότε εγκαθιδρύει το δίαυλο επικοινωνίας (socket) με το πελάτη (σταθμός τηλεϊατρικής)
	void handlerThread(): αφού διατηρείται η σύνδεση με τον

	πελάτη, αιτούνται δεδομένα και ακολούθως συλλέγονται και αποκωδικοποιούνται.
	<code>void decodeECG(int type, byte[] data):</code> αποκωδικοποιείται το ΗΚΓ1 ή ΗΚΓ2 ανάλογα με τον τύπο σύμφωνα με τα δεδομένα που στάλθηκαν από το πελάτη και στη συνέχεια αναπαριστούνται γραφικά.
	<code>void decodeNumerics(byte[] data):</code> αποκωδικοποιούνται τα αριθμητικά σήματα που στάλθηκαν από τον πελάτη και στη συνέχεια αναπαριστούνται γραφικά
	<code>void decodeAlarm(byte[] data):</code> αποκωδικοποιούνται τα όρια συναγερμού του μόνιτορ που στάλθηκαν από τον πελάτη και στη συνέχεια καταχωρούνται.

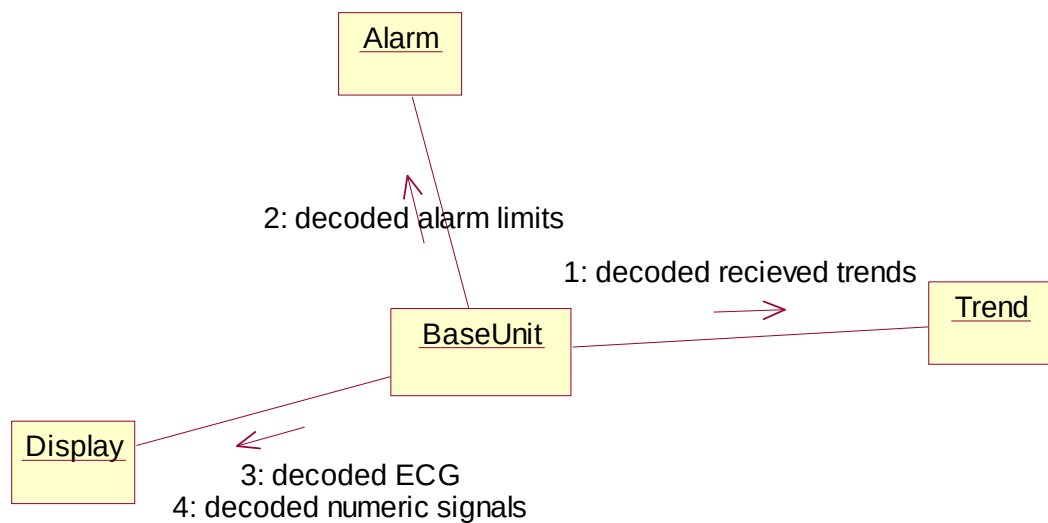
4.6.3.2 Διαγράμμα Sequence και Collaboration

Sequence Diagram



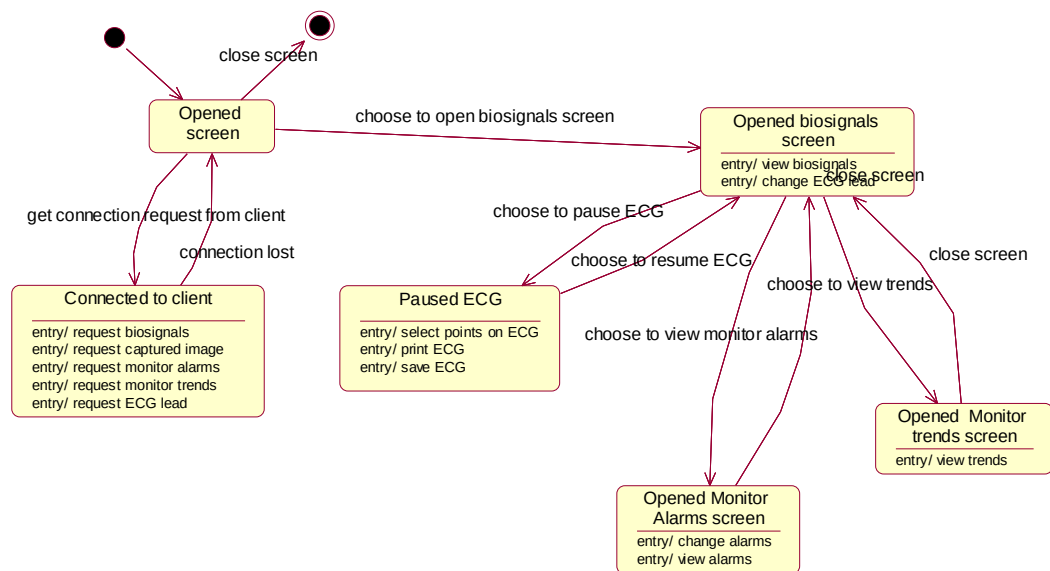
Σχήμα 51 Αποκωδικοποίηση/αναπαράσταση ληφθέντων σημάτων (Sequence Diagram)

Collaboration Diagram



Σχήμα 52 Αποκωδικοποίηση/αναπαράσταση ληφθέντων σημάτων (Collaboration Diagram)

4.6.3.3 Διάγραμμα State Chart



Σχήμα 53 Διάγραμμα State Chart σταθμού βάσης

Κεφάλαιο 5

Υλοποίηση

5.1 Εισαγωγή	113
5.2 Σταθμός Τηλεϊατρικής	115
5.2.1 Κύρια οθόνη	115
5.2.1.1 Μηνύματα λανθασμένης ενέργειας	116
5.2.1.2 Μηνύματα πληροφόρησης και ενημέρωσης χρήστη	118
5.2.1.3 Σύνδεση με το ιατρικό μόνιτορ	121
5.2.2 Οθόνη βιοσημάτων	123
5.2.2.1 Αποθήκευση του ΗΚΓ σε μορφή εικόνας	125
5.2.2.2 Απενεργοποίηση του ΗΚΓ1	127
5.2.2.3 Επεξεργασία παγωμένης κυματομορφής ΗΚΓ1	129
5.2.2.4 Εκτύπωση του ΗΚΓ	130
5.2.2.5 Αλλαγή απαγωγής ΗΚΓ	131
5.2.2.6 Αλλαγή κλίμακας τάσης και χρόνου του ΗΚΓ	132
5.2.2.7 Εμφάνιση/Αλλαγή συναγερμών ιατρικού μόνιτορ	136
5.2.2.8 Εμφάνιση κατοχυρωμένων δεδομένων ασθενή	141
5.2.3 Οθόνη ψηφιακής φωτογραφικής	142
5.3 Σταθμός Βάσης	145
5.3.1 Κύρια οθόνη	146
5.3.1.1 Εγκαθίδρυση TCP/IP σύνδεσης	147
5.3.1.2 Αναμετάδοση βιοσημάτων	149

5.1 Εισαγωγή

Με βάση το μοντέλο που αναπτύχθηκε στις προηγούμενες παραγράφους, σχεδιάστηκε η διαπροσωπεία του συστήματος τηλεϊατρικής, η οποία αποτελεί και τον συνδετικό κρίκο μεταξύ χρήστη και λειτουργιών τηλεϊατρικής.

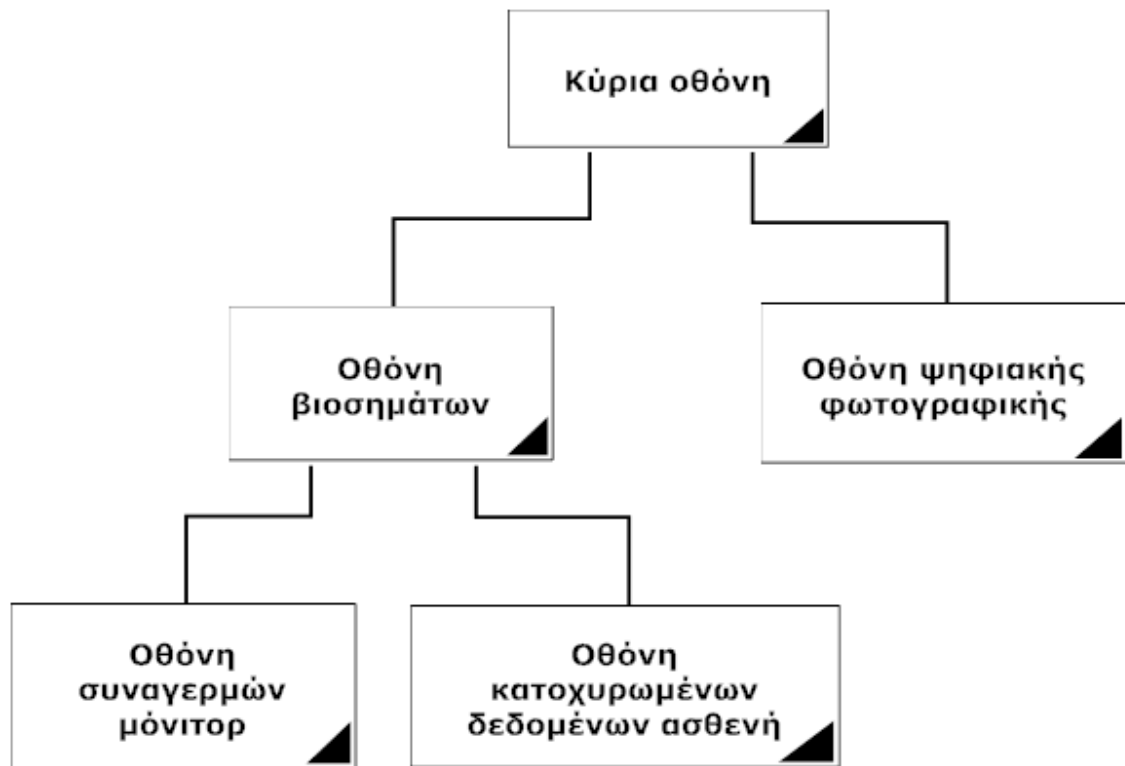
Η διαπροσωπεία πρέπει να έχει τα παρακάτω χαρακτηριστικά, όσων αφορά τις ενέργειες που εκτελούνται με τη χρήση της:

- ✓ Να δίνει τη δυνατότητα εκτέλεσης κάθε λειτουργίας που έχει οριστεί και περιγράφει στις προηγούμενες παράγραφο.
- ✓ Να δίνει τη δυνατότητα υλοποίησης όλων των σεναρίων λειτουργίας.

Από πλευράς λογισμικού οι σκοποί και ο τρόπος χρήσης του προγράμματος, επιβάλλουν κάποιες συγκεκριμένες προδιαγραφές στη σχεδίαση του λογισμικού. Έτσι, η διαπροσωπεία του συστήματος έχει σχεδιαστεί ώστε να είναι:

- ✓ Φιλικό (user friendly). Δεν υπάρχουν πολύπλοκα και μακροσκελή μενού, αλλά μεγάλα και εύχρηστα πλήκτρα πλοήγησης / εντολών, τα οποία έχουν συγκεκριμένες λειτουργίες, πλήρως αντιληπτές από το χρήστη. Επίσης, όπου χρειάζεται υπάρχουν οδηγίες χρήσης ή αναδυόμενα πλαίσια που περιγράφουν τη χρήση κάθε συστατικού μιας φόρμας.
- ✓ Εύχρηστο (usable). Ο τρόπος σχεδίασης του προγράμματος κάνει την εκτέλεση κάθε ενέργειας να γίνεται γρήγορα και χωρίς ανάγκη ιδιαίτερης αναζήτησης από το χρήστη. Επίσης, πολλές λειτουργίες εκτελούνται αυτόματα από το σύστημα κάνοντας το έργο του χρήστη ακόμα πιο εύκολο.
- ✓ Ασφαλές (secure). Μεγάλη έμφαση έχει δοθεί στην ασφάλεια των δεδομένων για την μετάδοση στην εφαρμογή τηλεϊατρικής καθώς και για την βάση δεδομένων ασφάλεια από απώλεια λόγω λαθών είτε από μη εξουσιοδοτημένη πρόσβαση.

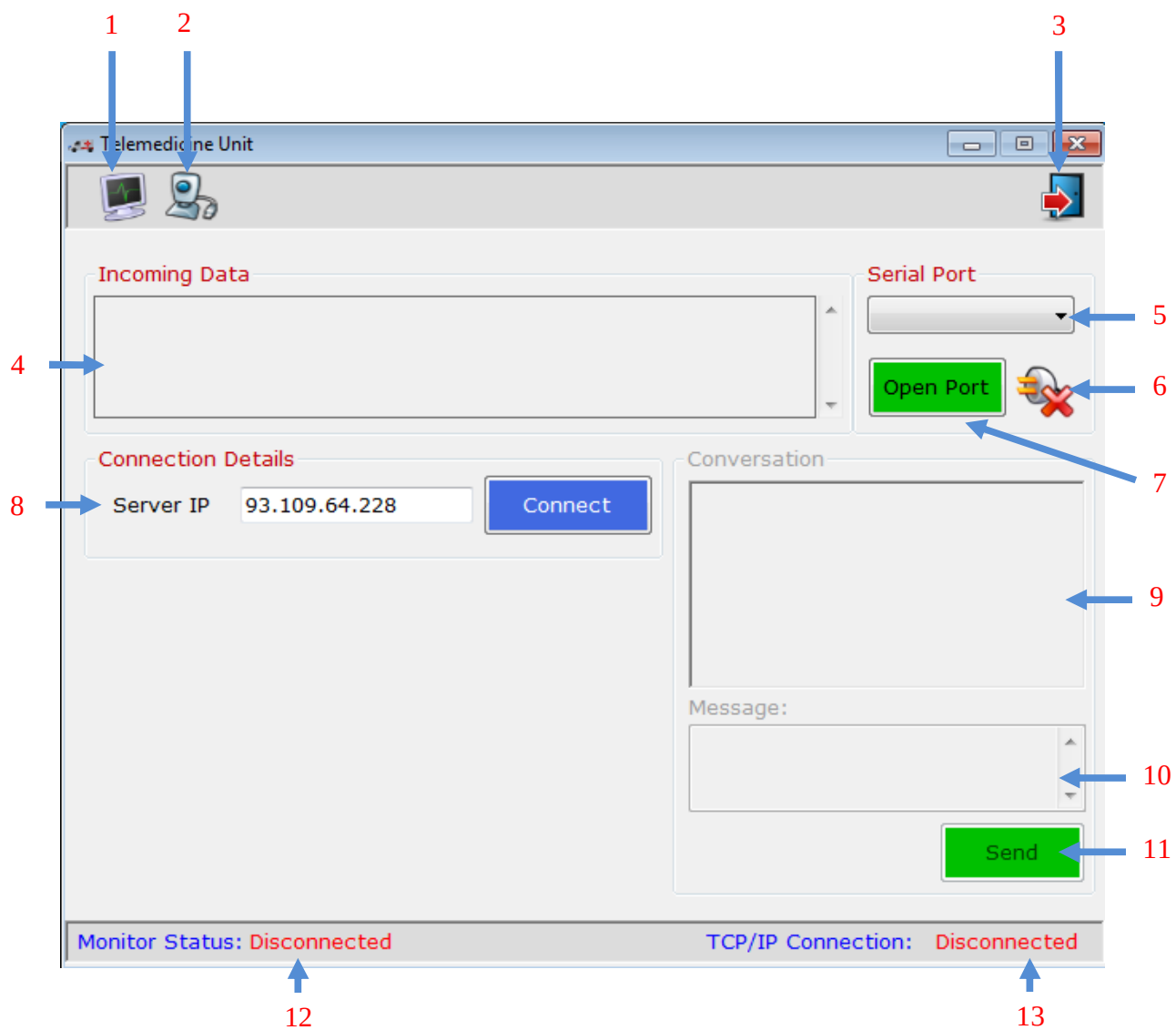
Στις επόμενες παραγράφους περιγράφονται οι φόρμες και η γενική δομή της διαπροσωπείας του προγράμματος.



Σχήμα 54 Ιεραρχία οθονών Σταθμού Τηλεϊατρικής

5.2 Σταθμός Τηλεϊατρικής

5.2.1 Κύρια οθόνη



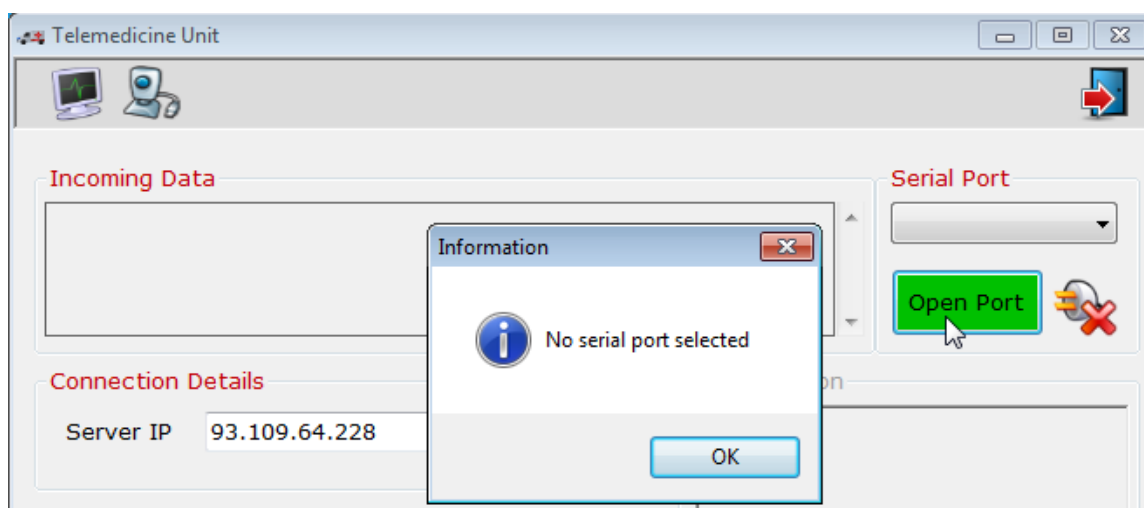
Σχήμα 55 Κύρια οθόνη Σταθμού Τηλεϊατρικής

Η κύρια οθόνη του σταθμού τηλεϊατρικής περιλαμβάνει τις εξής λειτουργίες όπως απεικονίζονται αριθμητικά στο Σχήμα 55:

1. Κουμπί εμφάνισης των βιοσημάτων που αποστέλλονται από το μόνιτορ όπως κυματομορφές ΗΚΓ1, ΗΚΓ2 και αριθμητικά βιοσήματα όπως σφυγμοί καρδιάς, ΜΕΑΠ, ΕΑΠ, οξυμετρία, θερμοκρασία, ρυθμός αναπνοής.
2. Κουμπί ενεργοποίησης ψηφιακής φωτογραφικής που είναι συνδεδεμένη με τον συγκεκριμένο υπολογιστή του σταθμού τηλεϊατρικής για εμφάνιση βίντεο, φωτογράφιση και ακολούθως αποθήκευση φωτογραφίας σε μορφή εικόνας.
3. Κουμπί εξόδου από το υποσύστημα, σε περίπτωση που είναι ήδη συνδεδεμένος ο υπολογιστής με το μόνιτορ ή και με το σταθμό βάσης τότε τερματίζεται η σύνδεση.
4. Πλαίσιο κειμένου που εμφανίζει τα πακέτα που εισέρχονται από την σειριακή θύρα που είναι συνδεδεμένο το ιατρικό μόνιτορ. Χρησιμοποιείται περισσότερο για τεχνικούς λόγους.
5. Κουμπί επιλογής σειριακής θύρας από όλες τις διαθέσιμες.
6. Ένδειξη κατάστασης σύνδεσης με την προεπιλεγμένη σειριακή θύρα.
7. Κουμπί σύνδεσης με την προεπιλεγμένη σειριακή θύρα.
8. Εμφάνιση διεύθυνσης IP σταθμού βάσης. Με το πάτημα του κουμπιού «Connect» αιτείται εγκαθίδρυση επικοινωνίας με το σταθμό βάσης.
9. Εμφάνιση όλων των ανταλλαγμένων μηνυμάτων μεταξύ του σταθμού τηλεϊατρικής και σταθμού βάσης συμπεριλαμβανομένων και του πρωτοκόλλου TCP/IP.
10. Μήνυμα του χρήστη προς αποστολή στο σταθμό βάσης.
11. Αποστολή του μηνύματος στο σταθμό βάσης.
12. Εμφάνιση τρέχουσας κατάστασης με το ιατρικό μόνιτορ.
13. Εμφάνιση τρέχουσας κατάστασης της TCP/IP επικοινωνίας με τον σταθμό βάσης.

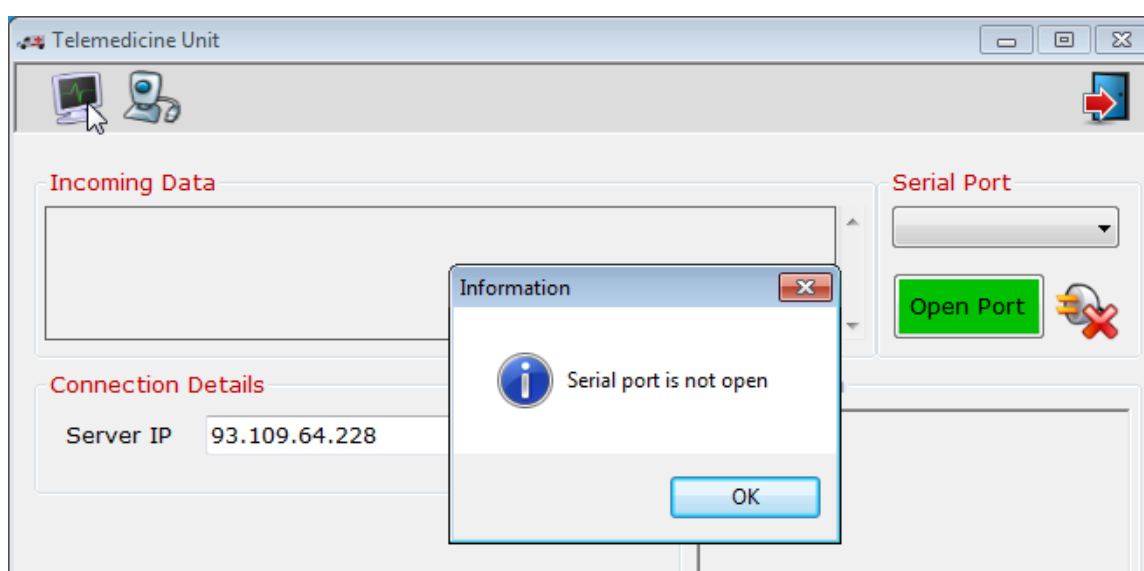
5.2.1.1 Μηνύματα λανθασμένης ενέργειας χρήστη

Για την επιτυχή σύνδεση με το μόνιτορ επιβάλλεται η επιλογή σειριακής θύρας μέσα από τις διαθέσιμες. Εάν ο χρήστης δεν επιλέξει σειριακή θύρα και επιχειρήσει να συνδεθεί με το ιατρικό μόνιτορ τότε εμφανίζεται αντίστοιχο ενημερωτικό μήνυμα στην οθόνη (**Σχήμα 56**)



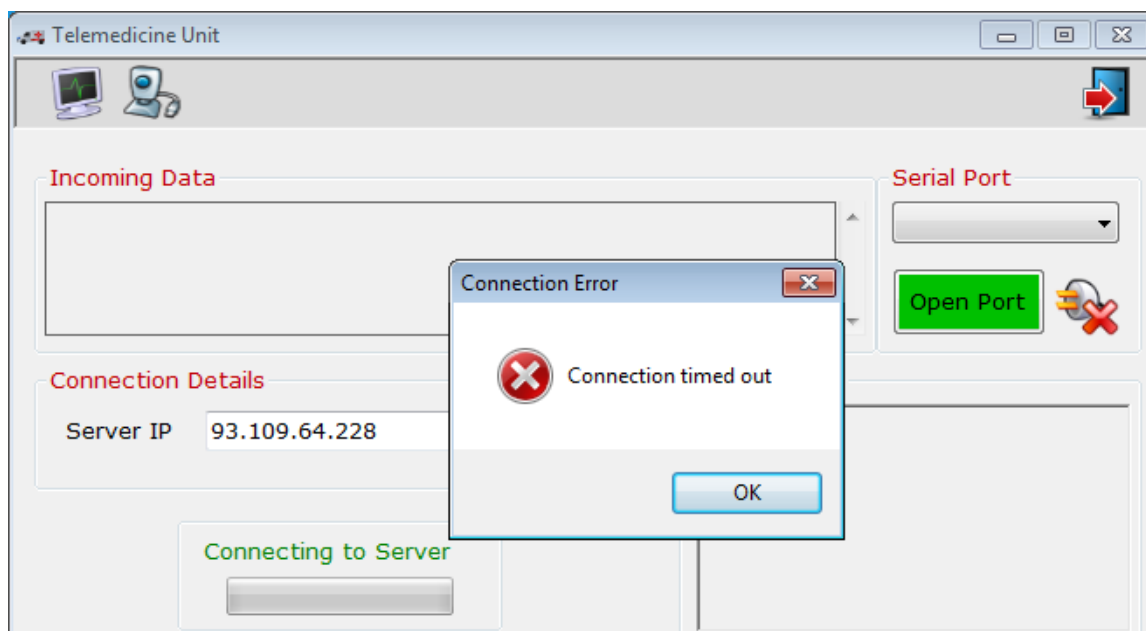
Σχήμα 56 Μήνυμα λανθασμένης ενέργειας

Σε περιπτώσεις που ο χρήστης πατήσει στο εικονίδιο εμφάνισης των βιοσημάτων ενώ δεν έχει ενεργοποιηθεί η σύνδεση με το ιατρικό μόνιτορ, τότε εμφανίζεται κατάλληλο ενημερωτικό μήνυμα (Σχήμα 57).



Σχήμα 57 Μήνυμα λανθασμένης ενέργειας

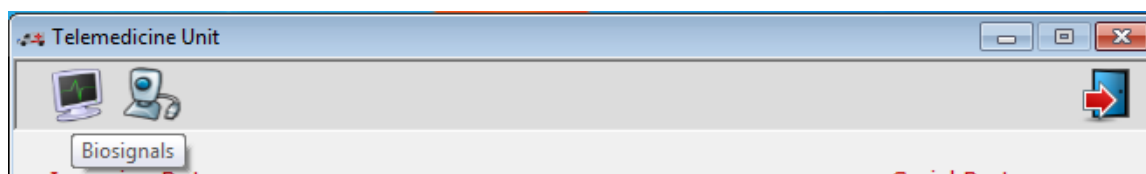
Όταν ο χρήστης της μονάδας τηλεϊατρικής επιχειρήσει σύνδεση TCP/IP στην επιλεγμένη IP διεύθυνση και έχει περάσει ένα χρονικό διάστημα χωρίς να λάβει ανταπόκριση τότε εμφανίζεται κατάλληλο μήνυμα. Ο λόγος που δεν έγινε η σύνδεση είναι επειδή δεν πληκτρολόγησε σωστά την διεύθυνση του διακομιστή (Server IP) είτε δεν υπάρχει δυνατότητα σύνδεσης από πλευράς του διακομιστή.



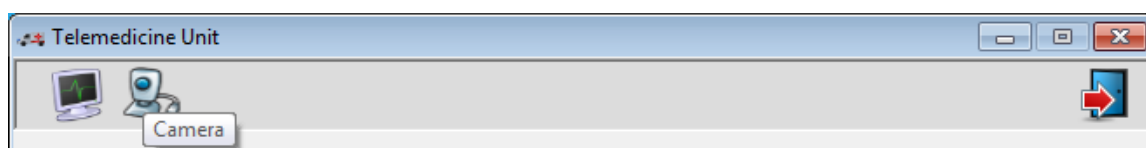
Σχήμα 58 Μήνυμα λανθασμένης ενέργειας

5.2.1.2 Μηνύματα πληροφόρησης και ενημέρωσης χρήστη

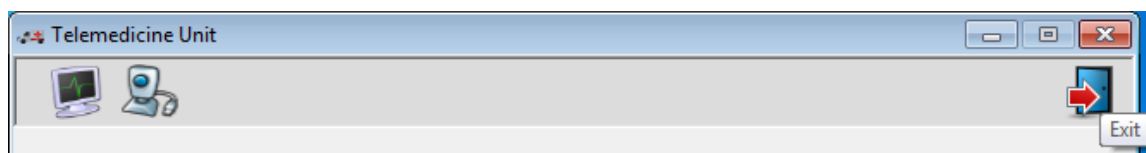
Μια από τις πιο βασικές αρχές της ανάπτυξης διαδραστικών πληροφοριακών συστημάτων είναι η ενημέρωση της τρέχουσας κατάστασης του συστήματος στο χρήστη. Στην προκειμένη περίπτωση επειδή ο χρήστης ενδέχεται να μην έχει την απαιτούμενη πείρα με τους ηλεκτρονικούς υπολογιστές, η διεπιφάνεια αλληλεπίδρασης με το χρήστη ενημερώνει συνεχώς το χρήστη για τις ενέργειες που εκτελούνται επιτυχώς ή ανεπιτυχώς. Επιπρόσθετα το σύστημα έχει υλοποιηθεί έτσι ώστε να μπορεί να πληροφορεί το χρήστη για την ενέργεια που επιχειρεί κάθε μεταφορά (εικονίδιο) (**Σχήμα 59-65**)



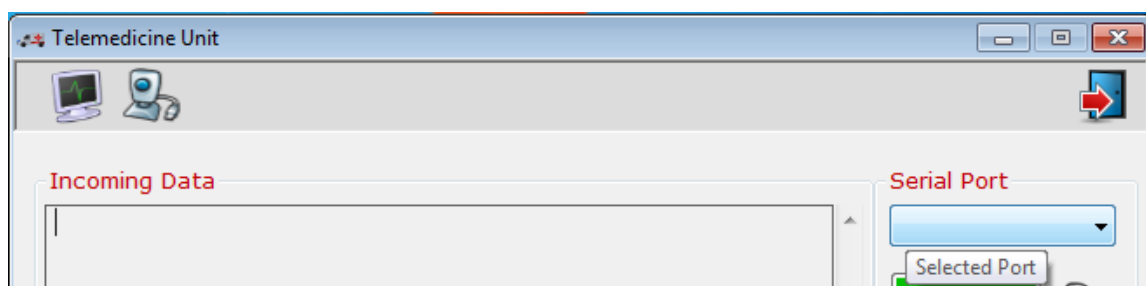
Σχήμα 59 Εμφάνιση επεξηγηματικού μηνύματος εικονιδίου βιοσημάτων



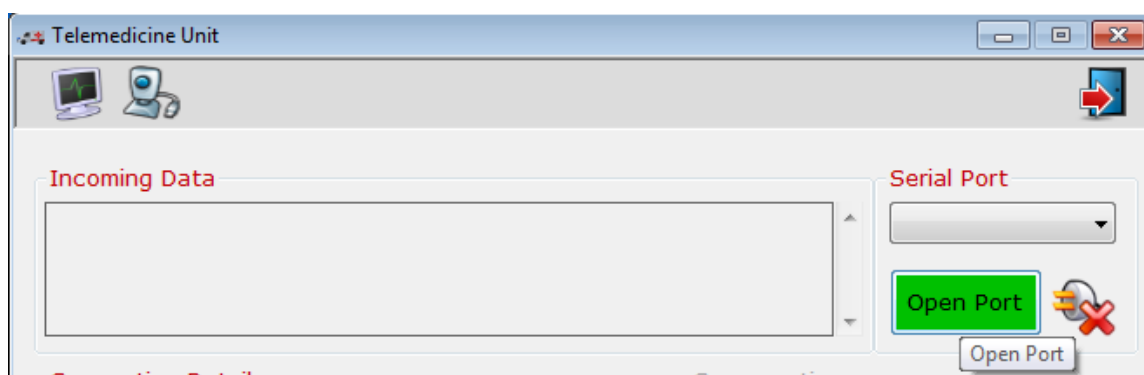
Σχήμα 60 Εμφάνιση επεξηγηματικού μηνύματος εικονιδίου ψηφιακής φωτογραφικής



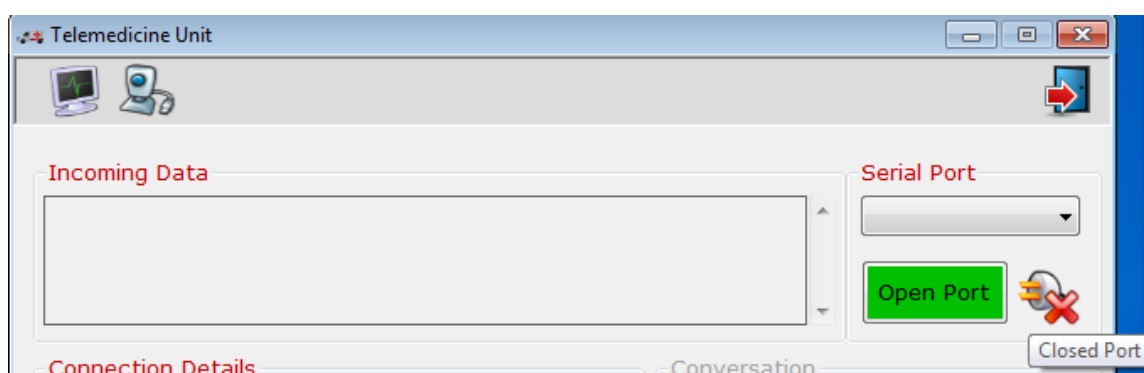
Σχήμα 61 Εμφάνιση επεξηγηματικού μηνύματος εικονιδίου εξόδου από το σύστημα



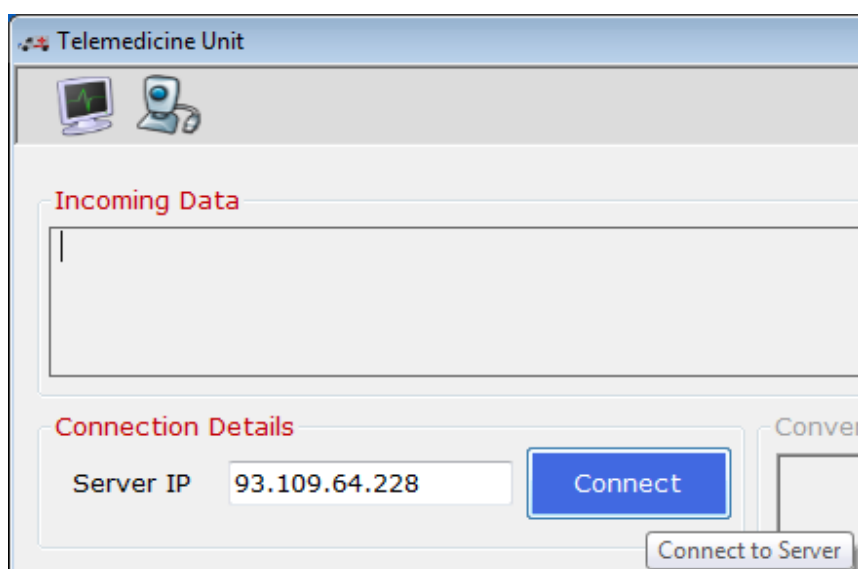
Σχήμα 62 Εμφάνιση επεξηγηματικού μηνύματος εικονιδίου σειριακής θύρας



Σχήμα 63 Εμφάνιση επεξηγηματικού μηνύματος εικονιδίου ανοίγματος σειριακής θύρας



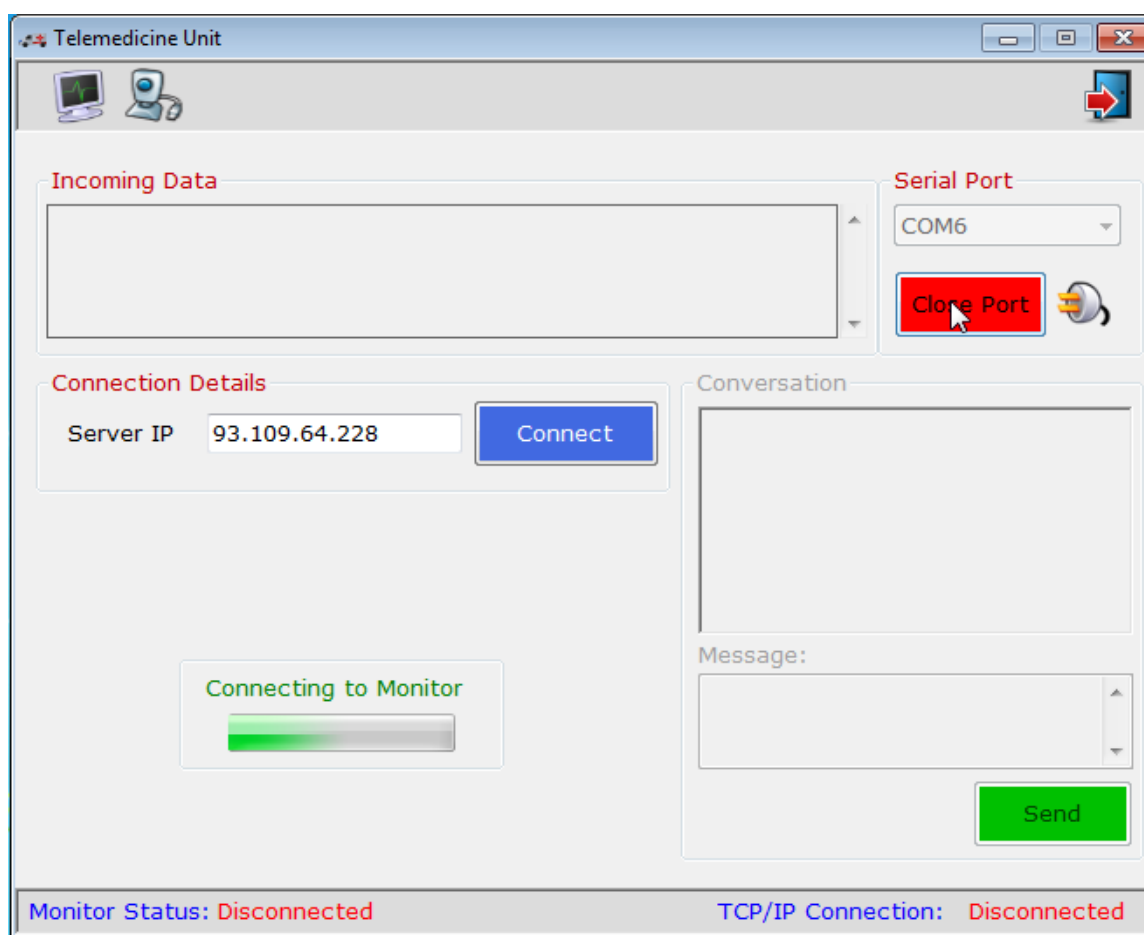
Σχήμα 64 Εμφάνιση επεξηγηματικού μηνύματος εικονιδίου κατάστασης σειριακής θύρας



Σχήμα 65 Εμφάνιση επεξηγηματικού μηνύματος κουμπιού σύνδεσης με σταθμό βάσης

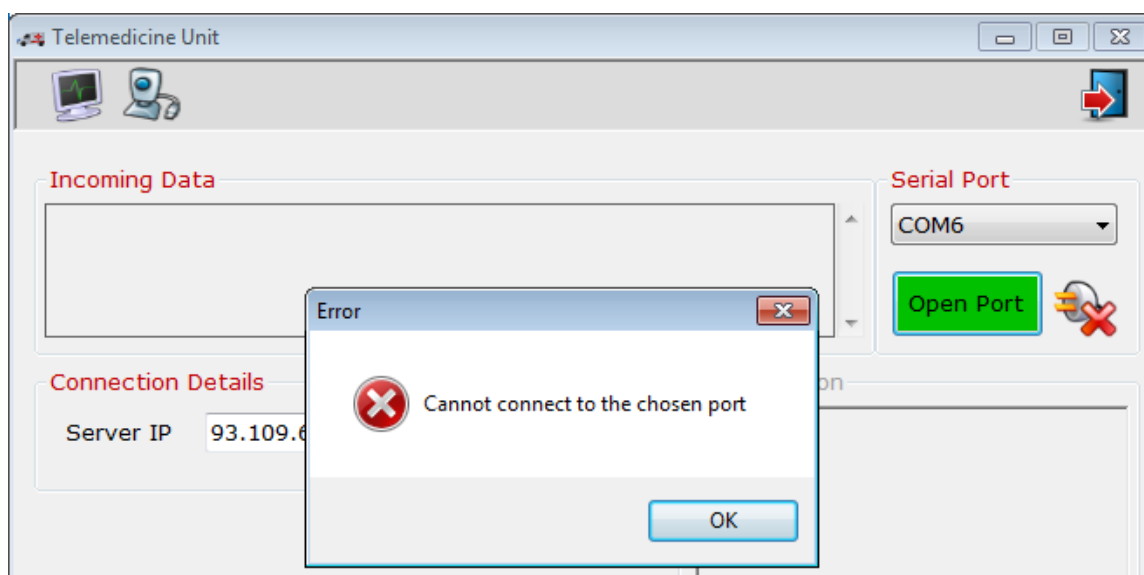
5.2.1.3 Σύνδεση με το ιατρικό μόνιτορ

Αφού επιλεγεί η αντίστοιχη σειριακή θύρα που είναι συνδεδεμένη με το ιατρικό μόνιτορ, στη συνέχεια ο χρήστης μπορεί επιχειρήσει σύνδεση με το μόνιτορ πατώντας το κουμπί «Open Port» για την ενεργοποίηση της θύρας. Ακολούθως γίνεται αυτόματα από το σύστημα προσπάθεια εγκαθίδρυσης της σύνδεσης με το ιατρικό μόνιτορ (Σχήμα 66)



Σχήμα 66 Επιχείρηση σύνδεση με το ιατρικό μόνιτορ

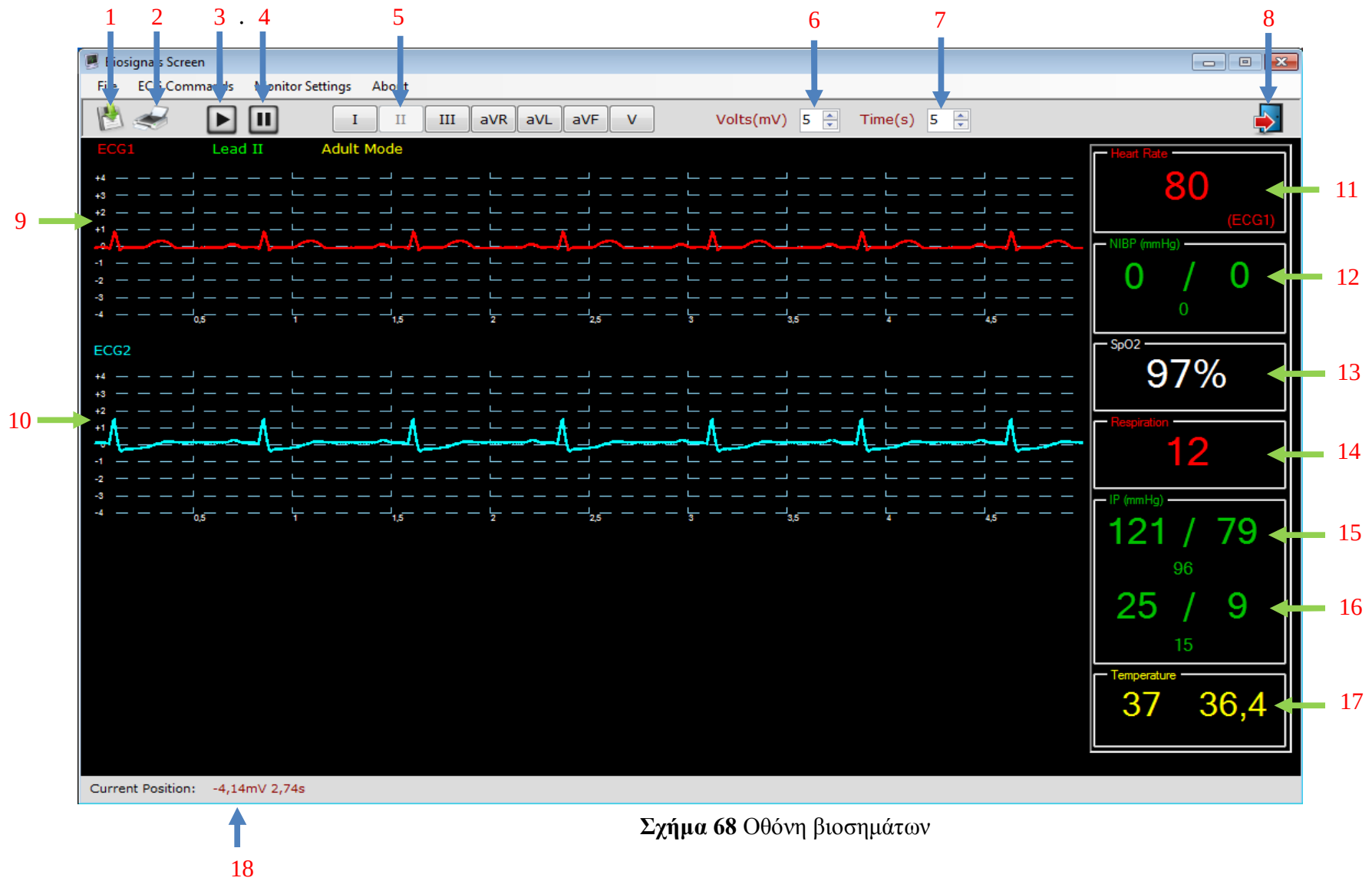
Σε περιπτώσεις που η προσπάθεια εγκαθίδρυσης της σύνδεσης με το ιατρικό μόνιτορ αποτύχει τότε εμφανίζεται αντίστοιχο ενημερωτικό μήνυμα (Σχήμα 67).



Σχήμα 67 Εμφάνιση μηνύματος αποτυχημένης σύνδεσης με το ιατρικό μόνιτορ

Οι λόγοι που μπορεί να αποτύχει η σύνδεση με το ιατρικό μόνιτορ ποικίλουν. Ο πιο συνηθισμένος είναι όταν δεν επιλεγεί η σειριακή θύρα που είναι συνδεδεμένο το ιατρικό μόνιτορ αλλά κάποια άλλη. Ακόμα μπορεί να οφείλεται σε περιπτώσεις που η σειριακή θύρα είναι ήδη ενεργοποιημένη από κάποια άλλη εφαρμογή.

5.2.2 Οθόνη βιοσημάτων



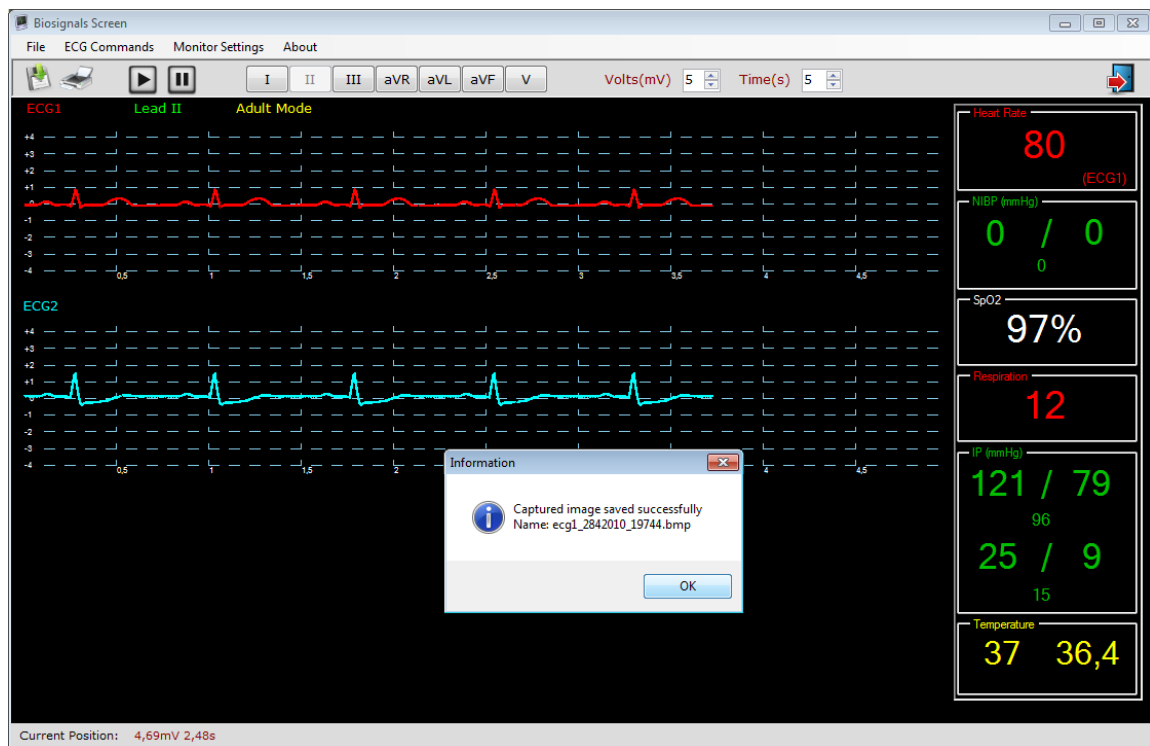
Σχήμα 68 Οθόνη βιοσημάτων

Αφού εγκαθιδρυθεί επιτυχώς η σύνδεση με το ιατρικό μόνιτορ, στη συνέχεια εμφανίζεται αυτόματα η οθόνη βιοσημάτων όπως φαίνεται στο Σχήμα 68. Οι λειτουργίες, όπως απεικονίζονται αριθμητικά στο σχήμα, είναι οι εξής:

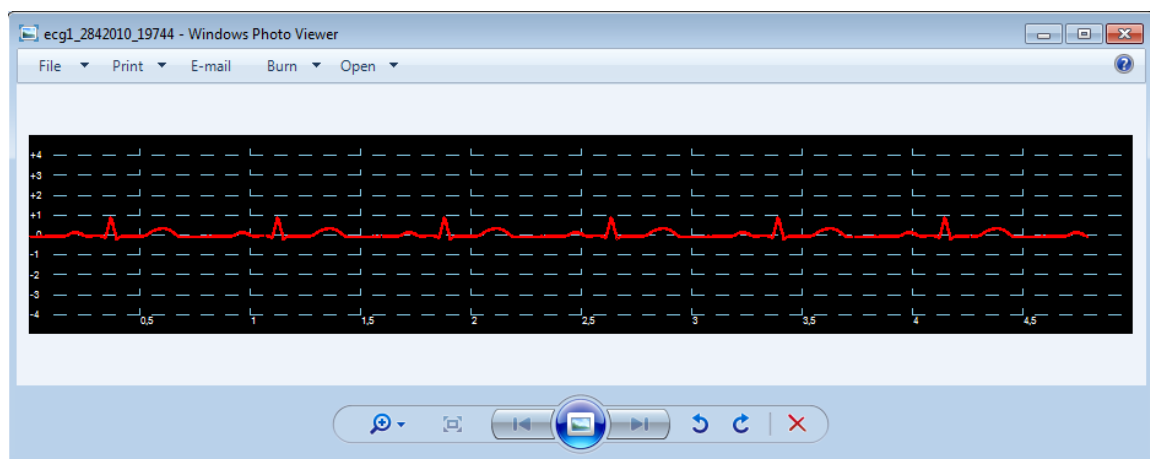
1. Αυτόματη αποθήκευση του ΗΚΓ1 σε μορφή εικόνας
2. Εκτύπωση του ΗΚΓ1
3. Ενεργοποίηση της αναπαράστασης της κυματομορφής ΗΚΓ1
4. Απενεργοποίηση του ΗΚΓ1
5. Επιλεγμένη απαγωγή ΗΚΓ1 (Δυνατότητα αλλαγής μέσα από τις 7 απαγωγές)
6. Επιλεγμένη κλίμακα τάσης για το ΗΚΓ1 και ΗΚΓ2 (Δυνατότητα αλλαγής από 1-5mV)
7. Επιλεγμένη κλίμακα χρόνου για το ΗΚΓ1 και ΗΚΓ2 (Δυνατότητα αλλαγής από 1-5s)
8. Κουμπί εξόδου από την οθόνη βιοσημάτων
9. Αναπαράσταση κυματομορφής του ΗΚΓ απαγωγής 1
10. Αναπαράσταση κυματομορφής του ΗΚΓ απαγωγής 2
11. Απεικόνιση σφυγμών καρδιάς (Heart Rate) μαζί με την πηγή υπολογισμού
12. Απεικόνιση Συστολικής, Διαστολικής, Μέσης ΜΕΑΠ (NIBP)
13. Αριθμητική τιμή οξυμετρίας (SpO₂)
14. Αριθμός ρυθμού αναπνοής (Respiration)
15. Απεικόνιση Συστολικής, Διαστολικής, Μέσης ΕΑΠ1 (IP1)
16. Απεικόνιση Συστολικής, Διαστολικής, Μέσης ΕΑΠ2 (IP2)
17. Θερμοκρασία 1 και 2 (Temperature 1,2)
18. Αντιστοίχιση της θέσης της δεικτικής συσκευής πάνω στο ΗΚΓ1 σε τάση και χρόνο.

Στη συνέχεια παρουσιάζονται αναλυτικά οι πιο πάνω λειτουργίες με λογική συνοχή στις επόμενες παραγράφους.

5.2.2.1 Αποθήκευση του ΗΚΓ σε μορφή εικόνας



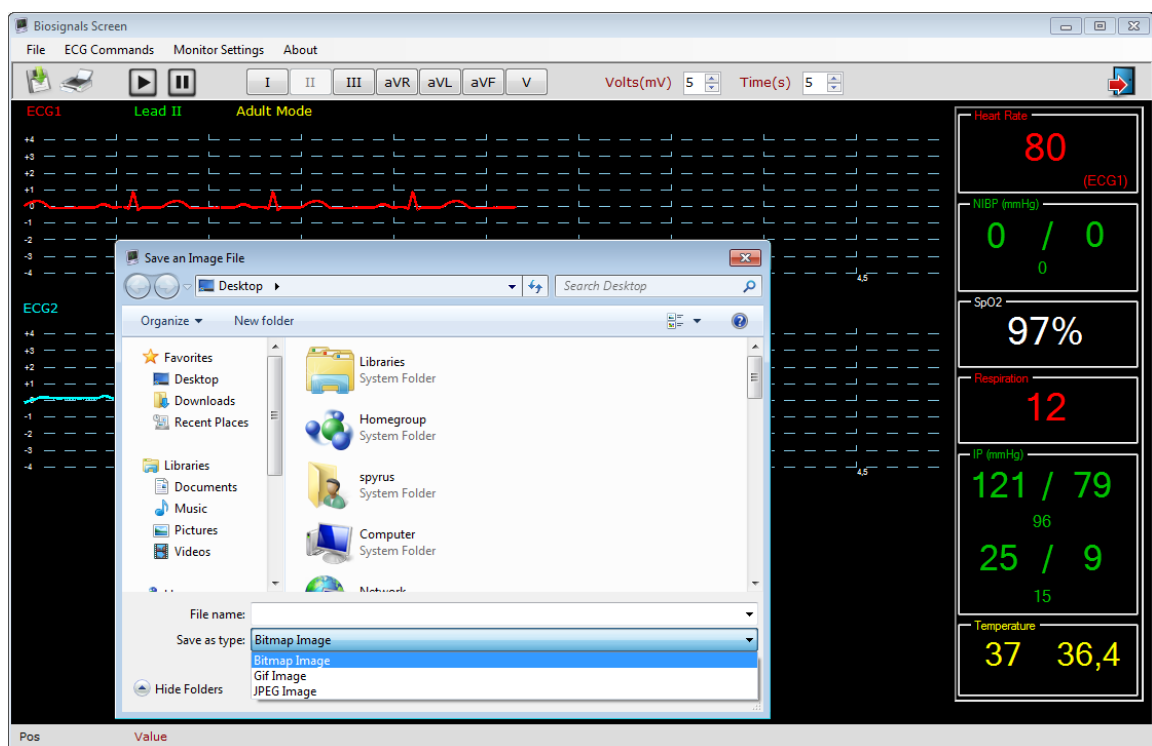
Σχήμα 69 Αποθήκευση του ΗΚΓ1 σε μορφή εικόνας



Σχήμα 70 Παρουσίαση αποθηκευμένης εικόνας του ΗΚΓ1

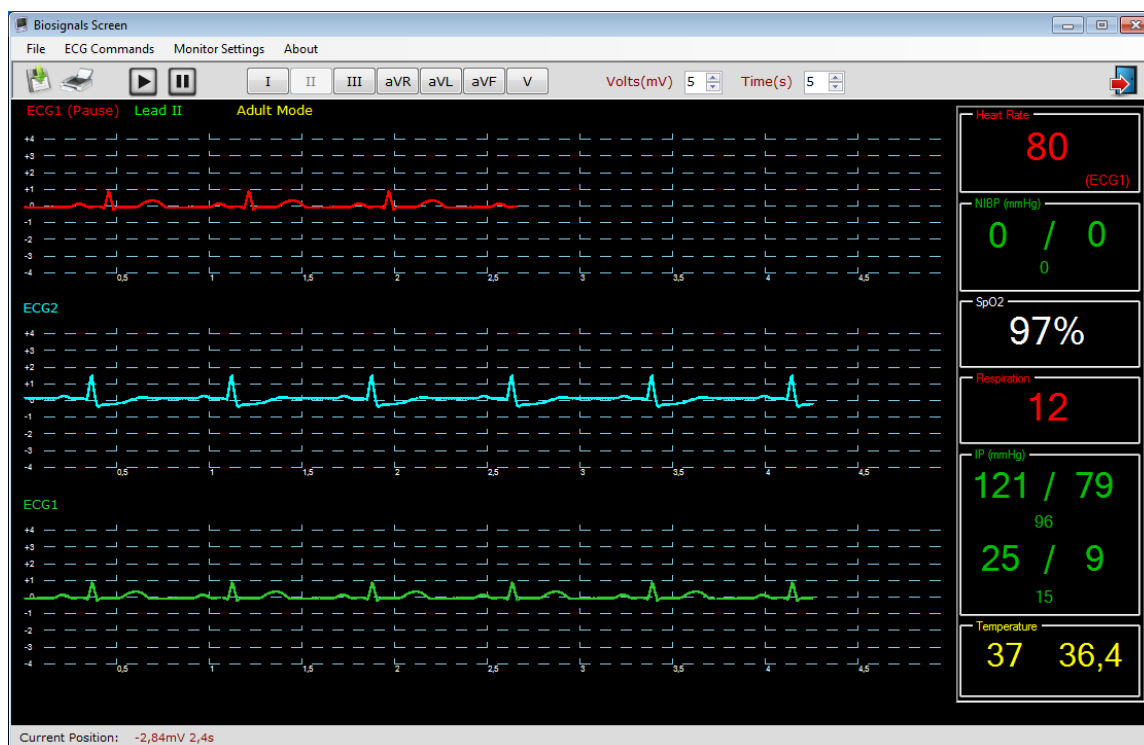
Η αποθήκευση του ΗΚΓ1 (χωρίς πλαίσιο διαλόγου) μπορεί να γίνει με το πάτημα του κουμπιού απεικόνισης είτε από το μενού επιλογών File→Save είτε πληκτρολογώντας το συνδυασμό κουμπιών Ctrl+S. Το όνομα στο οποίο αποθηκεύεται η εικόνα είναι της μορφής «ecg1_DayMonthYear_HourMinuteSecond.bmp». Με αυτό τον τρόπο ο χρήστης γνωρίζει πότε πάρθηκε το συγκεκριμένο ΗΚΓ και παράλληλα δεν υπάρχει ενδεχόμενο συνωνυμίας με άλλο αρχείο.

Σε περίπτωση που ο χρήστης επιθυμεί να αποθηκεύσει το ΗΚΓ με δικό του όνομα και διαφορετική μορφή εικόνας τότε μπορεί να το κάνει μέσα από το μενού επιλογών File→Save as. Στην συνέχεια εμφανίζεται πλαίσιο διαλόγου (Σχήμα 71) μέσω του οποίου ο χρήστης μπορεί να επιλέξει το όνομα της εικόνας, την τοποθεσία αποθήκευσης και την μορφή της εικόνας (Bitmap, Gif, JPEG).



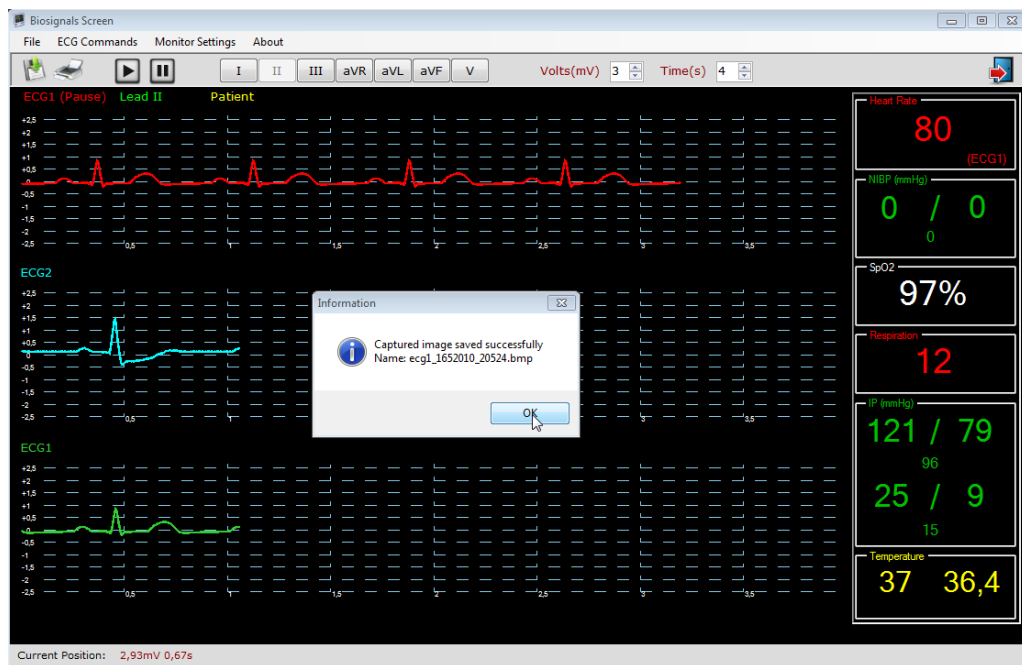
Σχήμα 71 Αποθήκευση του ΗΚΓ με δυνατότητες επιλογής

5.2.2.2 Απενεργοποίηση του ΗΚΓ1

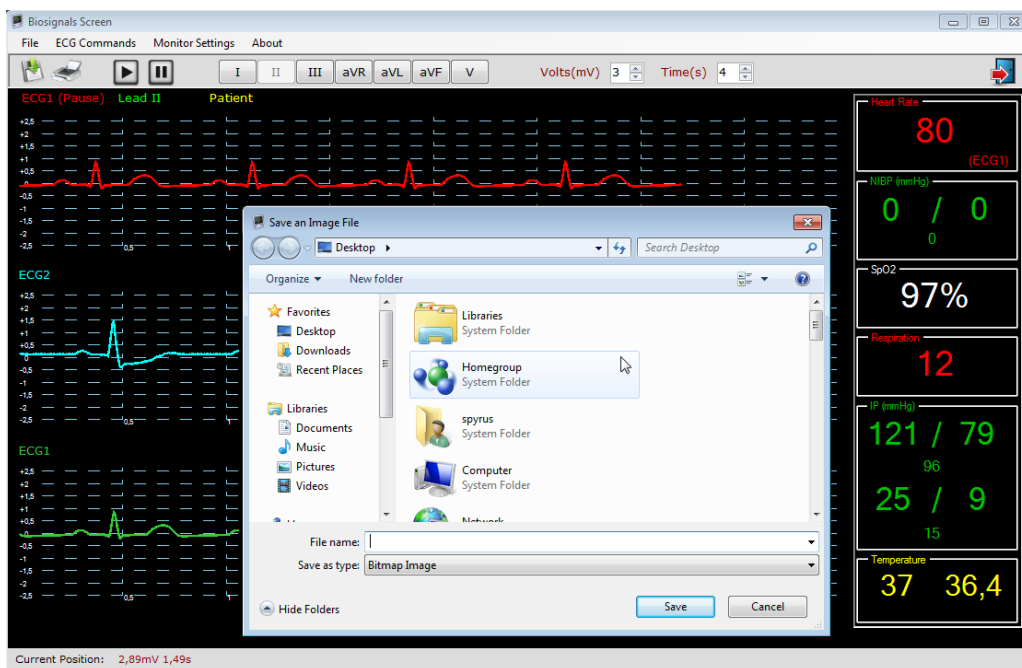


Σχήμα 72 Απενεργοποίηση του ΗΚΓ απαγωγής 1

Όταν ο χρήστης πατήσει στο κουμπί απεικόνισης του «PAUSE» ή το πλήκτρο F10 ή από το μενού επιλογής ECG Commands→Pause ECG1 , τότε παγώνει το ΗΚΓ1. Αυτόματα το ΗΚΓ1 συνεχίζει να αναπαριστάται σε πιο κάτω πλαίσιο με πράσινο χρώμα καθ' όλη τη διάρκεια που το ΗΚΓ1 παραμένει απενεργοποιημένο. Με αυτή τη δυνατότητα ο χρήστης μπορεί να επεξεργαστεί περαιτέρω τη παγωμένη κυματομορφή του ΗΚΓ1 όπως να υπολογίσει την διαφορά τάσης και χρόνου δύο διαφορετικών σημείων του ΗΚΓ1 (Σχήμα 73.74) και συγχρόνως να το αποθηκεύσει σε μορφή εικόνας (Σχήμα 75).

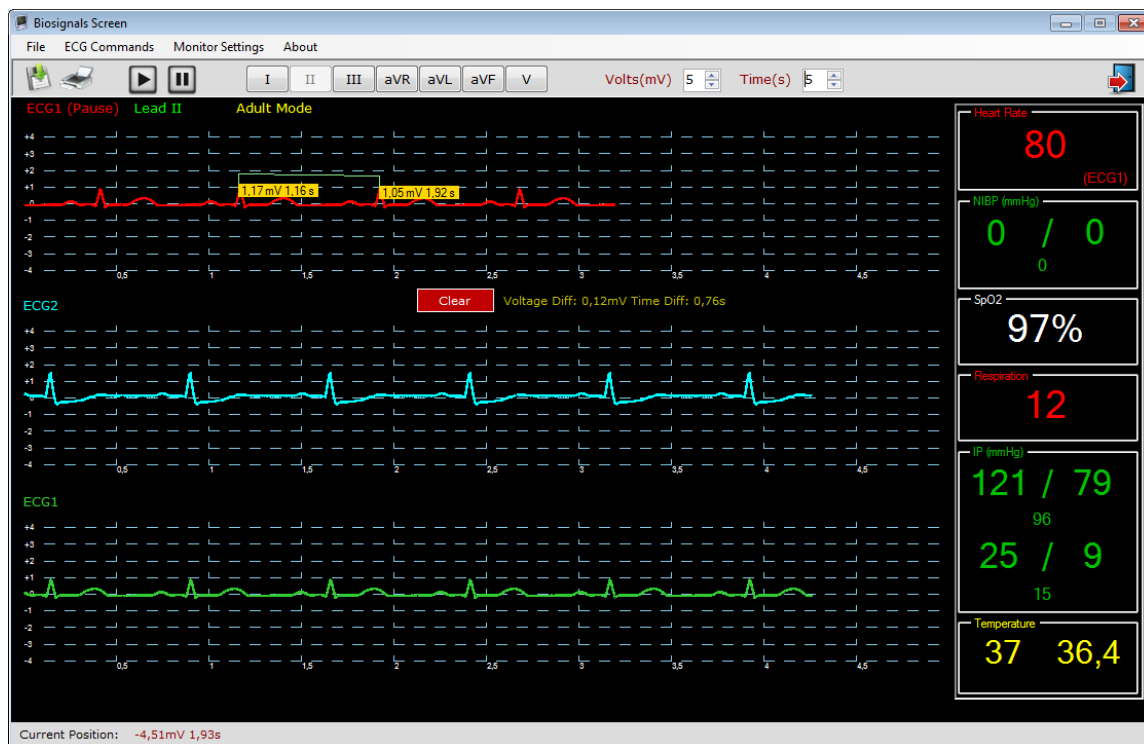


Σχήμα 73 Αυτόματη αποθήκευση παγωμένης κυματομορφής ΗΚΓ1



Σχήμα 74 Αποθήκευση παγωμένης κυματομορφής ΗΚΓ1

5.2.2.3 Επεξεργασία παγωμένης κυματομορφής ΗΚΓ1



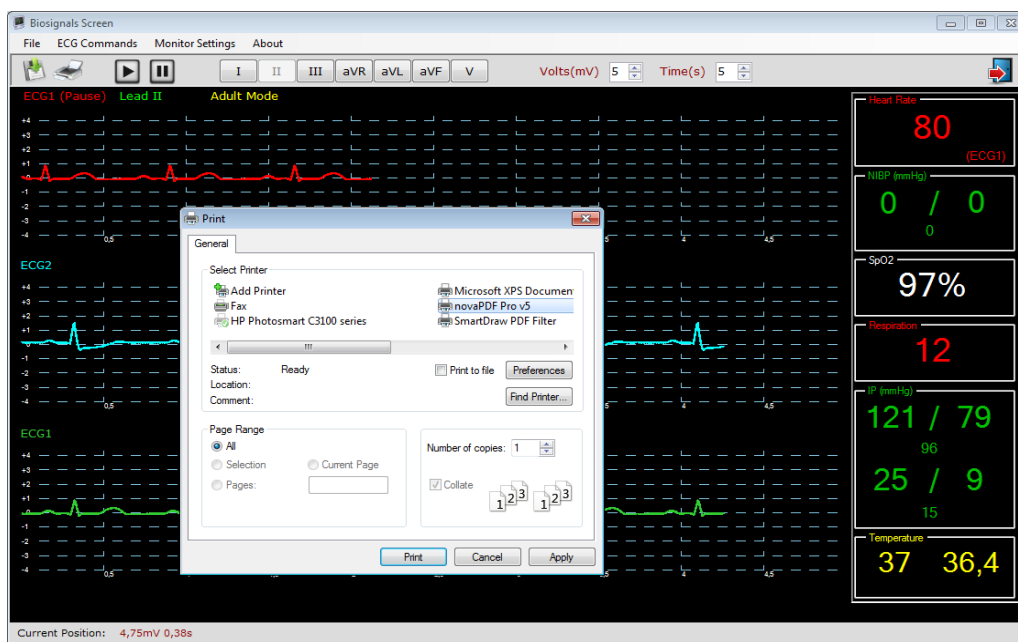
Σχήμα 75 Επιλογή δύο διαφορετικών σημείων του ΗΚΓ1

Ενόσω το ΗΚΓ1 παραμένει απενεργοποιημένο, ο χρήστης μπορεί να επιλέξει δύο σημεία της κυματομορφής για να παρατηρήσει τη διαφορά τάσης και χρόνου μεταξύ τους. Όπως φαίνεται στο **Σχήμα 75**, επιλέχθηκαν δύο σημεία του ΗΚΓ1 πατώντας στα αντίστοιχα σημεία ενώ παράλληλα αναγράφεται η διαφορά τάσης και χρόνου τους. Ο χρήστης όπως έχουμε προαναφέρει μπορεί να παρακολουθεί σε ποια θέση της κυματομορφής βρίσκεται μέσω της ένδειξης του «Current Position». Αν ο χρήστης επιθυμεί να ακυρώσει σημείο ή να επιλέξει άλλα σημεία τότε πατώντας το κουμπί «Clear» καθαρίζει το πλαίσιο.

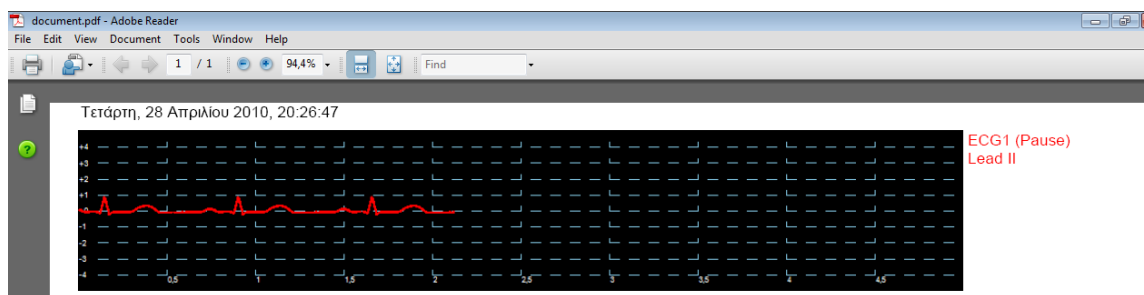
Για την επαναφορά του ΗΚΓ1, ο χρήστης πρέπει να πατήσει το κουμπί απεικόνισης του «PLAY» ή να πατήσει το πλήκτρο F9 ή μέσω του μενού επιλογής ECG Commands→Play ECG1.

5.2.2.4 Εκτύπωση του ΗΚΓ

Σε περιπτώσεις που ο χρήστης επιθυμεί να εκτυπώσει το παγωμένο ΗΚΓ1 μπορεί να το κάνει είτε πατώντας το κουμπί απεικόνισης εκτυπωτή είτε μέσω του μενού επιλογής File→Print είτε πατώντας το συνδυασμό πλήκτρων Ctrl+P. Στη συνέχεια παρουσιάζεται πλαίσιο διαλόγου (Σχήμα 56) για την επιλογή του εκτυπωτή. Για την προκειμένη περίπτωση επιλέχτηκε η εκτύπωση να γίνει σε αρχείο τύπου PDF και η μορφή του παρουσιάζεται στο Σχήμα 77.



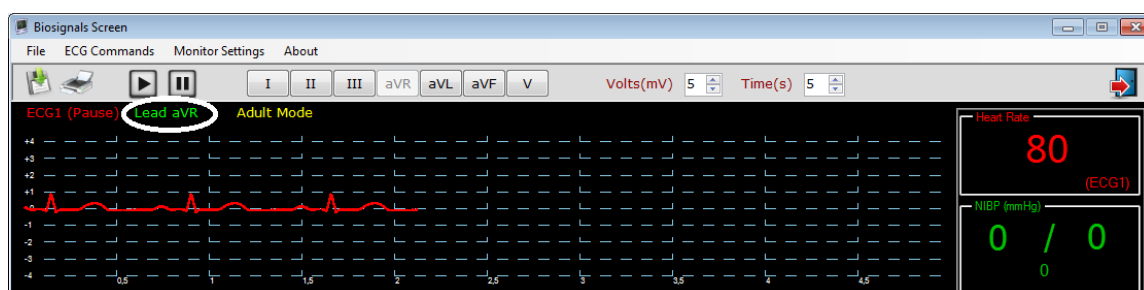
Σχήμα 76 Εκτύπωση του ΗΚΓ1



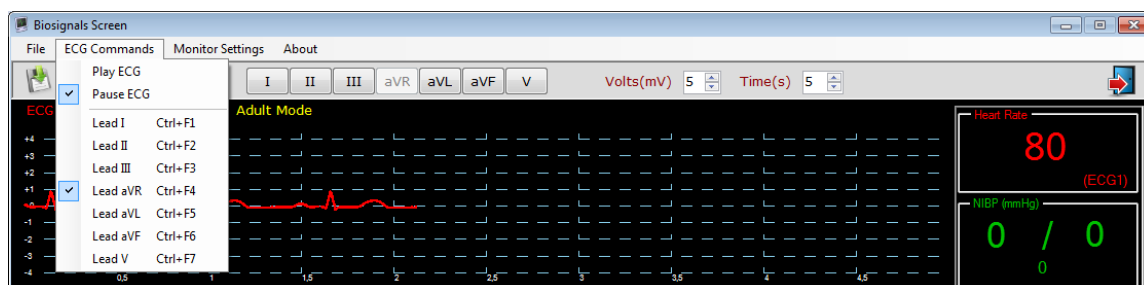
Σχήμα 77 Παρουσίαση εκτυπωμένου εγγράφου του ΗΚΓ σε PDF μορφή

5.2.2.5 Αλλαγή απαγωγής ΗΚΓ

Ο χρήστης μπορεί να αλλάξει την απαγωγή του ΗΚΓ1 με τρεις τρόπους: πατώντας το κουμπί που απεικονίζει την αντίστοιχη επιθυμητή απαγωγή ή από το μενού επιλογής ECG Commands → Lead aVR ή με τη αντίστοιχη συντόμευση πλήκτρων Ctrl+FX (όπου X η αντίστοιχη απαγωγή 1-7)



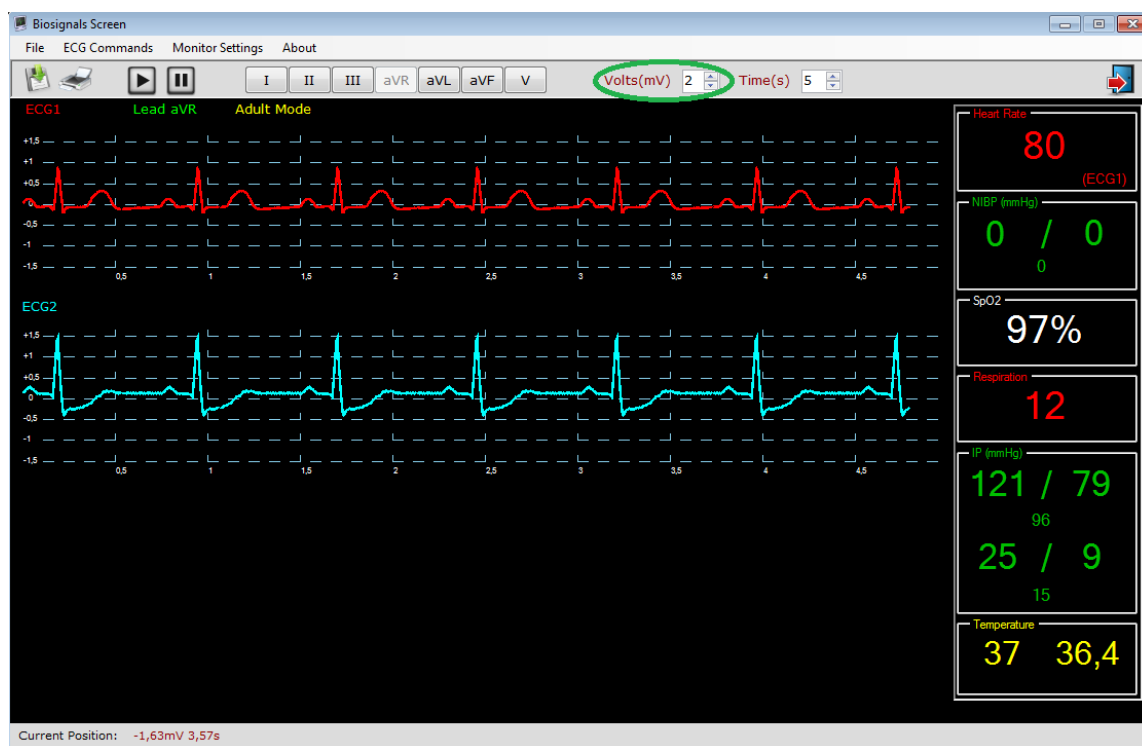
Σχήμα 78 Αλλαγή απαγωγής ΗΚΓ



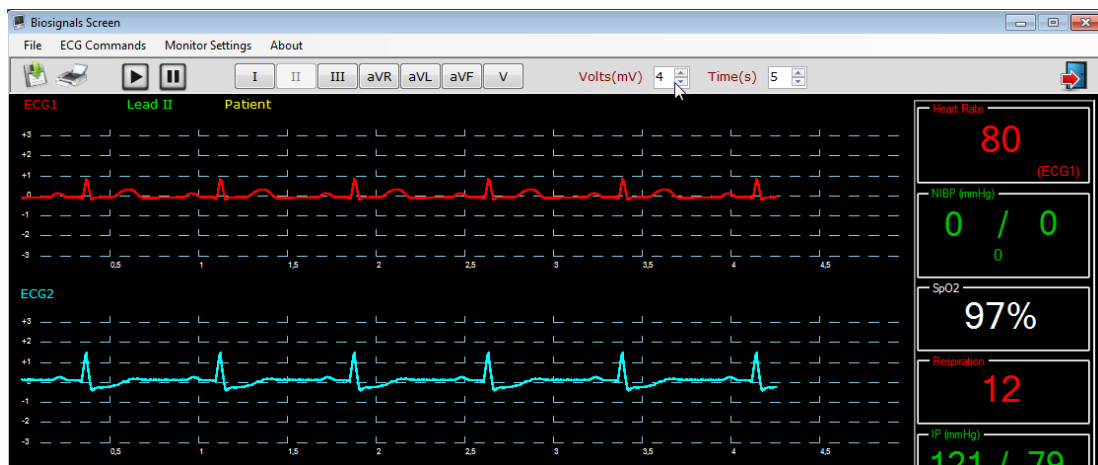
Σχήμα 79 Εμφάνιση επιλεγμένης απαγωγής ΗΚΓ

5.2.2.6 Αλλαγή κλίμακας τάσης και χρόνου του ΗΚΓ

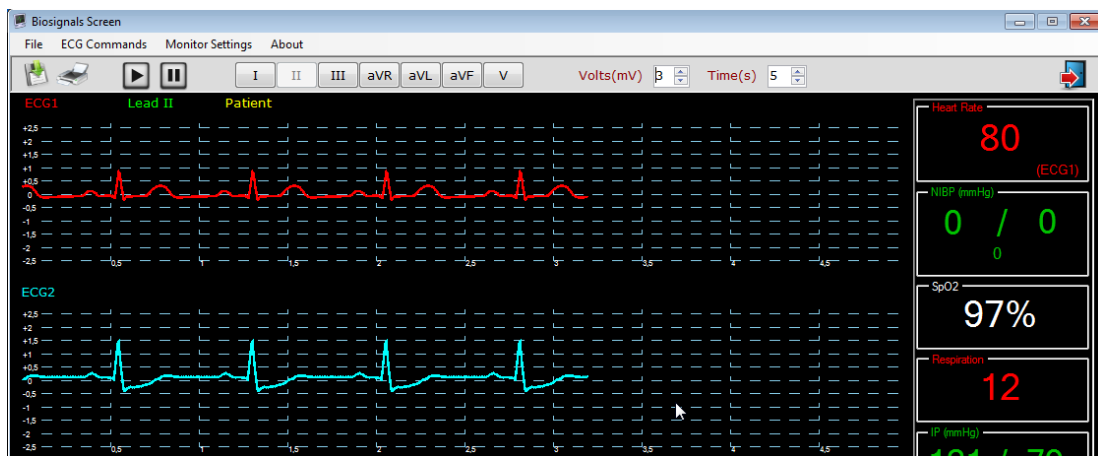
Όσον αφορά την αλλαγή κλίμακας της τάσης, ο χρήστης όπως έχουμε προαναφέρει έχει την δυνατότητα να επιλέξει από 1 μέχρι 5 mV. Αυτό μπορεί να το πραγματοποιήσει πατώντας το κάτω (-1) ή πάνω (+1) βελάκι στο πλαίσιο Volts(mV) όπως απεικονίζεται στο **Σχήμα 80**. Έτσι με κάθε πάτημα αυξάνεται ή μειώνεται αναλόγως η τάση του ΗΚΓ με αποτέλεσμα να μειώνεται ή να αυξάνεται το πλάτος της κυματομορφής του ΗΚΓ1 και ΗΚΓ2. Στο **Σχήμα 80** θέσαμε την τάση στα 2 mV και όπως φαίνεται άλλαξε η κυματομορφή του ΗΚΓ1 και ΗΚΓ2 σε σύγκριση με τα προηγούμενα παραδείγματα που η τάση ήταν 5 mV.



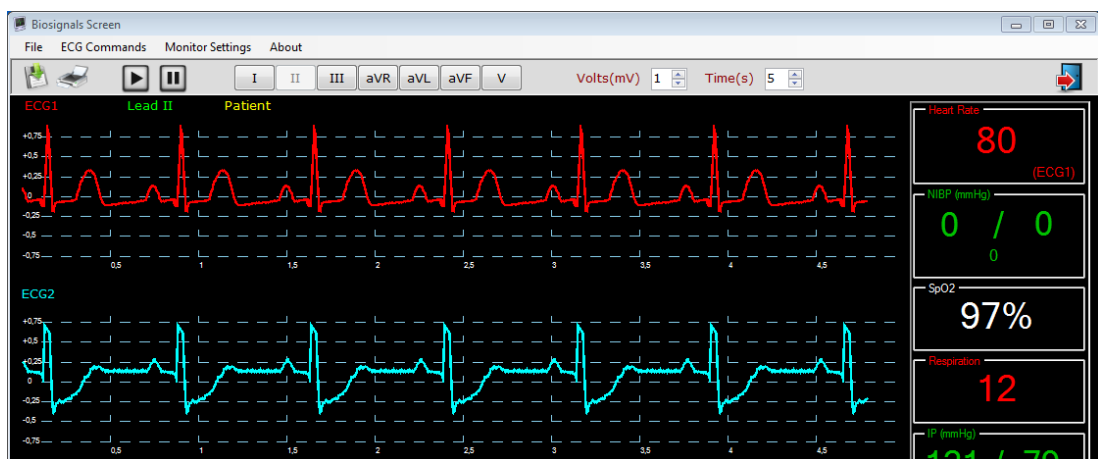
Σχήμα 80 Αλλαγή της κλίμακας τάσης του ΗΚΓ σε 2mV



Σχήμα 81 Αλλαγή της κλίμακας τάσης του ΗΚΓ σε 4mV



Σχήμα 82 Αλλαγή της κλίμακας τάσης του ΗΚΓ σε 3mV



Σχήμα 83 Αλλαγή της κλίμακας τάσης του ΗΚΓ σε 1mV

Ομοίως, η αλλαγή της κλίμακας του χρόνου γίνεται στο πλαίσιο Time(s) από 1 μέχρι 5 δευτερόλεπτα. Σ' αυτή την περίπτωση αύξηση της κλίμακας του χρόνου σημαίνει αύξηση του μήκους (χρονικά) της κυματομορφής του ΗΚΓ1 και ΗΚΓ2 και αντίστροφα. Τα αποτελέσματα που προκύπτουν φαίνονται παρακάτω (Σχήμα 84-88):



Σχήμα 84 Μείωση της κλίμακας χρόνου του ΗΚΓ σε 4 δευτερόλεπτα



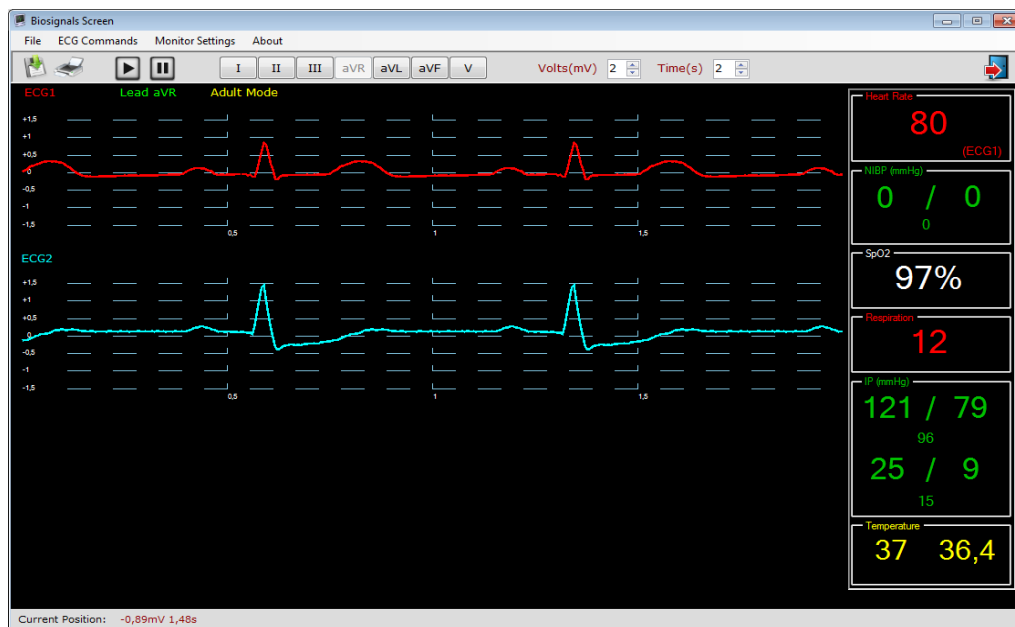
Σχήμα 85 Μείωση της κλίμακας χρόνου του ΗΚΓ σε 3 δευτερόλεπτα



Σχήμα 86 Μείωση της κλίμακας χρόνου του ΗΚΓ σε 2 δευτερόλεπτα



Σχήμα 87 Μείωση της κλίμακας χρόνου του ΗΚΓ σε 1 δευτερόλεπτο

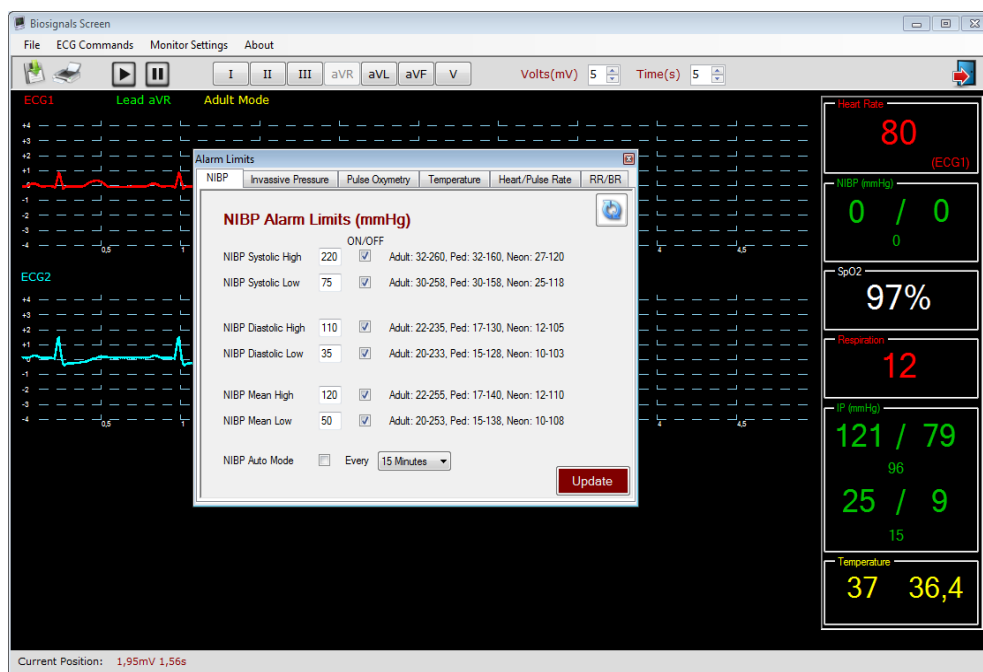


Σχήμα 88 Μείωση της κλίμακας τάσης και χρόνου του ΗΚΓ

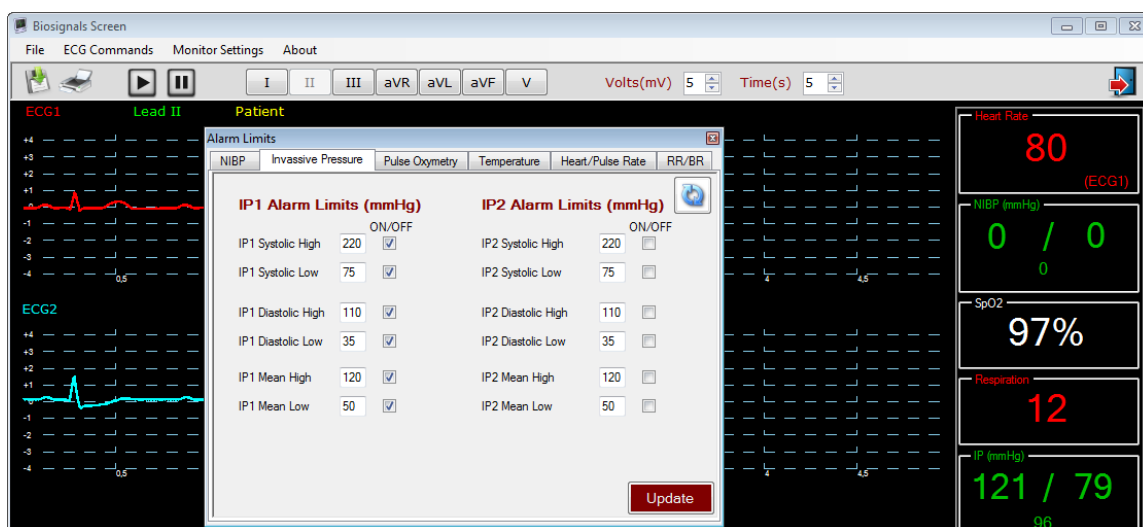
5.2.2.7 Εμφάνιση/Αλλαγή συναγερμών ιατρικού μόνιτορ

Σε περιπτώσεις όπου ο χρήστης επιθυμεί να δει ποιοι συναγερμοί είναι ενεργοποιημένοι από το μόνιτορ (ΜΕΑΠ, ΕΑΠ, Οξυμετρία, Θερμοκρασία, Σφυγμοί καρδιάς, Ρυθμός αναπνοής) και ενδεχομένως να μπορεί τους αλλάξει, τότε επιλέγοντας από το μενού Monitor Settings → Monitor Alarms ή πατώντας το κουμπί F5. Στη συνέχεια εμφανίζεται μια οθόνη (**Σχήμα 89**) με τα άνω και κάτω όρια των συναγερμών που χρησιμοποιεί το ιατρικό μόνιτορ. Έτσι ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να αλλάξει τα άνω και κάτω όρια σε κάθε ένα από αυτούς τους συναγερμούς καθώς και να τους ενεργοποιήσει ή απενεργοποιήσει. Η αποστολή των διαμορφωμένων τιμών σε κάθε καρτέλα γίνεται πατώντας το κουμπί «Update». Για κάθε εισαγωγή τιμής πραγματοποιείται έλεγχος όπως η τιμή να είναι εντός των ορίων που καταγράφονται εκ δεξιών του πλαισίου εισαγωγής και να είναι ακέραια. Σε περιπτώσεις εισαγωγής μη συμβατής τιμής εμφανίζεται ανάλογο ενημερωτικό μήνυμα στο χρήστη. Επιπρόσθετα όπως φαίνεται στο **Σχήμα 89** υπάρχει η

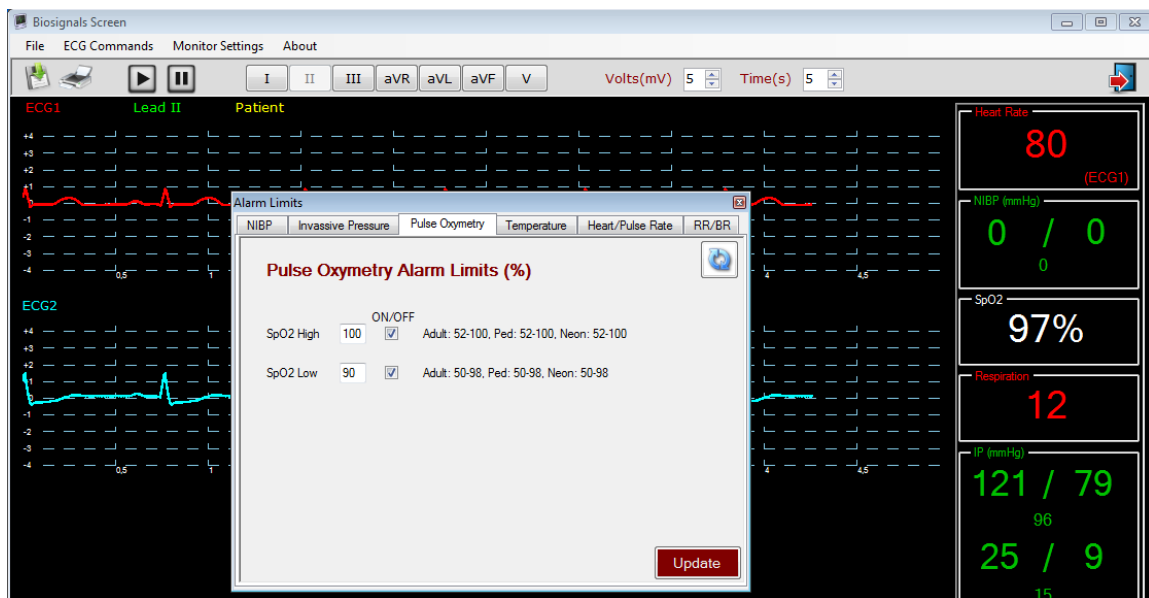
δυνατότητα NIBP Auto Mode η οποία είναι υπεύθυνη για την αυτοματοποίηση της λήψης ΜΕΑΠ σε τακτά χρονικά διαστήματα του/των 1, 2, 3, 5, 15, 30, 50 λεπτού/λεπτών



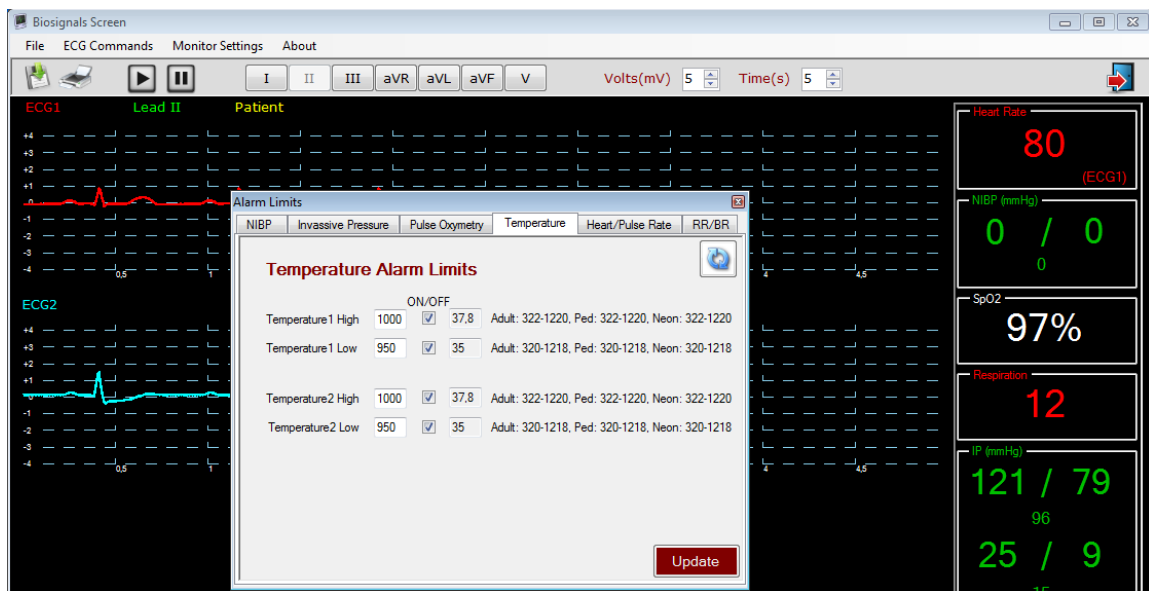
Σχήμα 89 Οθόνη συναγερμών του ιατρικού μόνιτορ (ΜΕΑΠ)



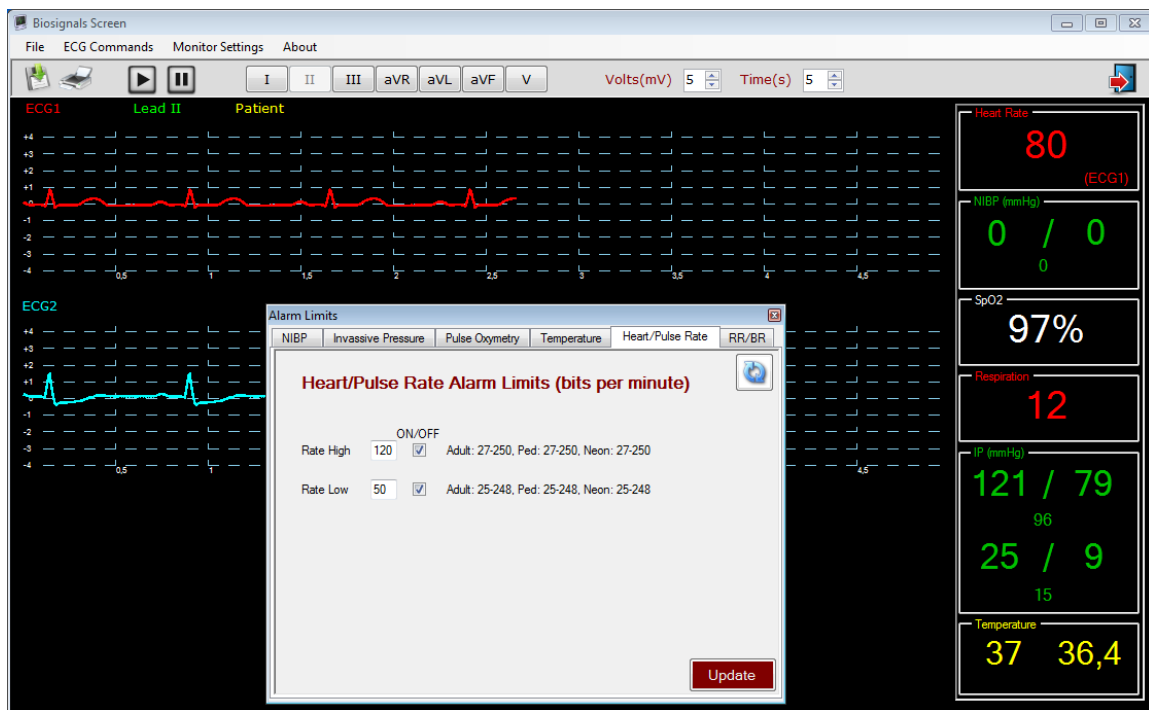
Σχήμα 90 Οθόνη συναγερμών του ιατρικού μόνιτορ (ΕΑΠ)



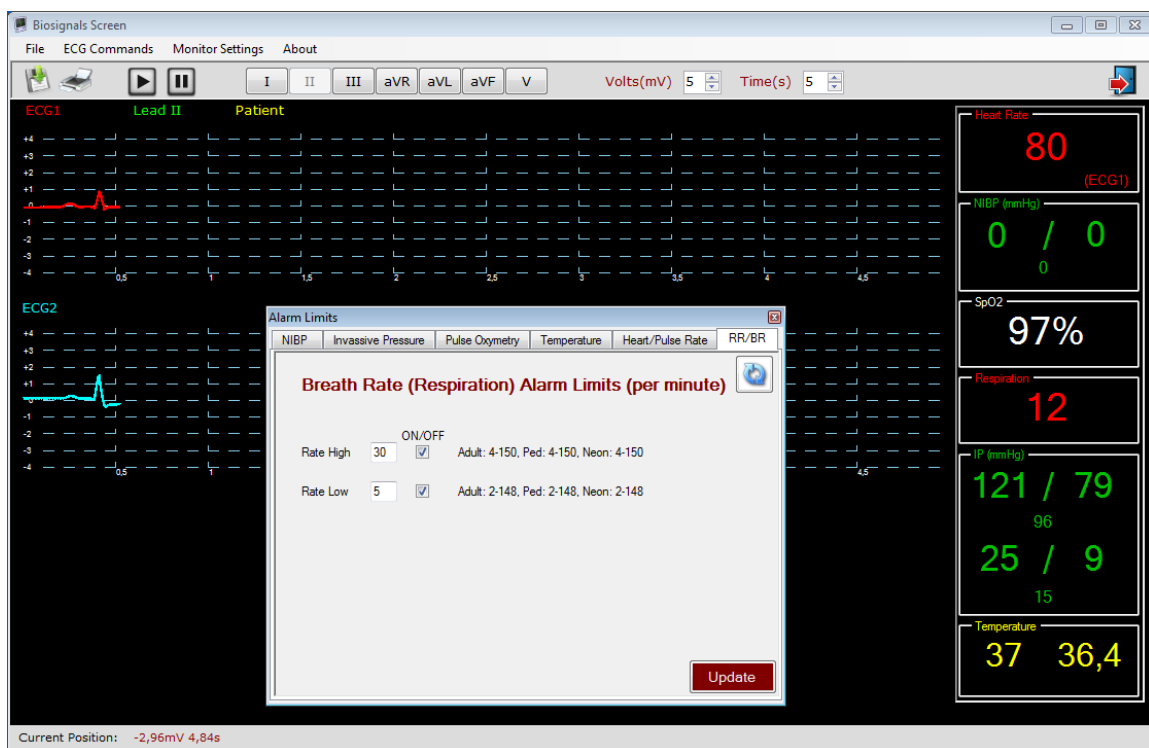
Σχήμα 91 Οθόνη συναγερμών του ιατρικού μόνιτορ (SpO₂)



Σχήμα 92 Οθόνη συναγερμών του ιατρικού μόνιτορ (Θερμοκρασίες)

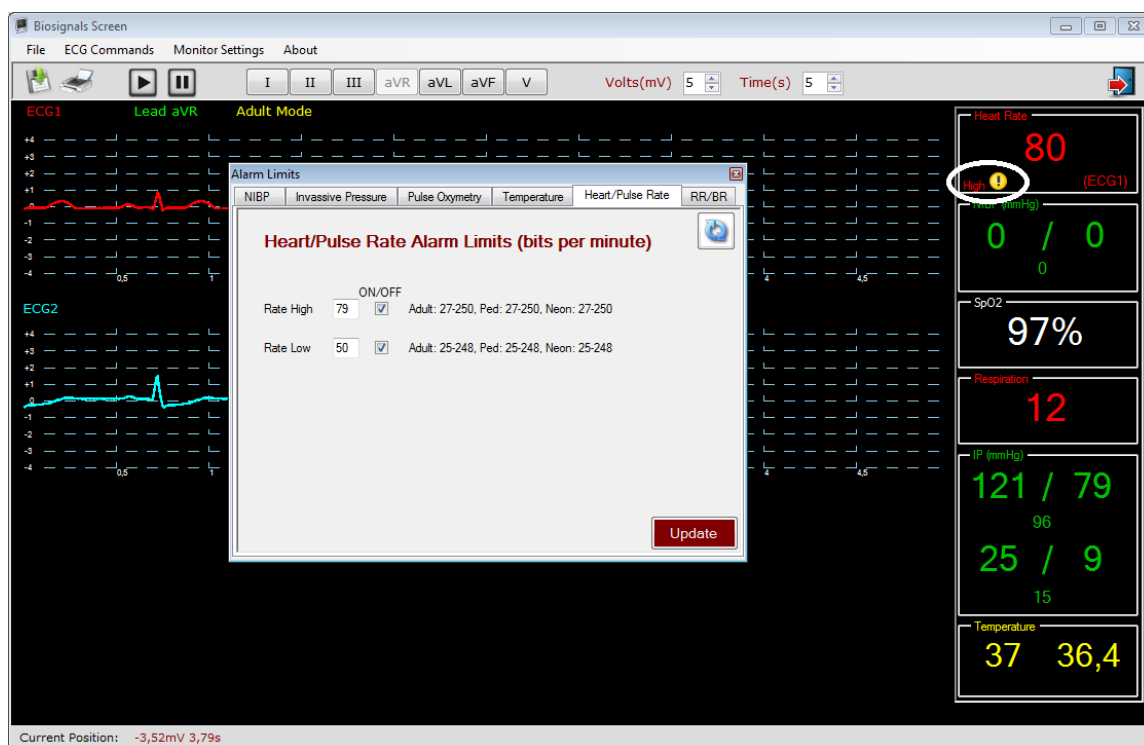


Σχήμα 93 Οθόνη συναγερμών του ιατρικού μόνιτορ (Σφυγμοί καρδιάς)



Σχήμα 94 Οθόνη συναγερμών του ιατρικού μόνιτορ (Ρυθμός αναπνοής)

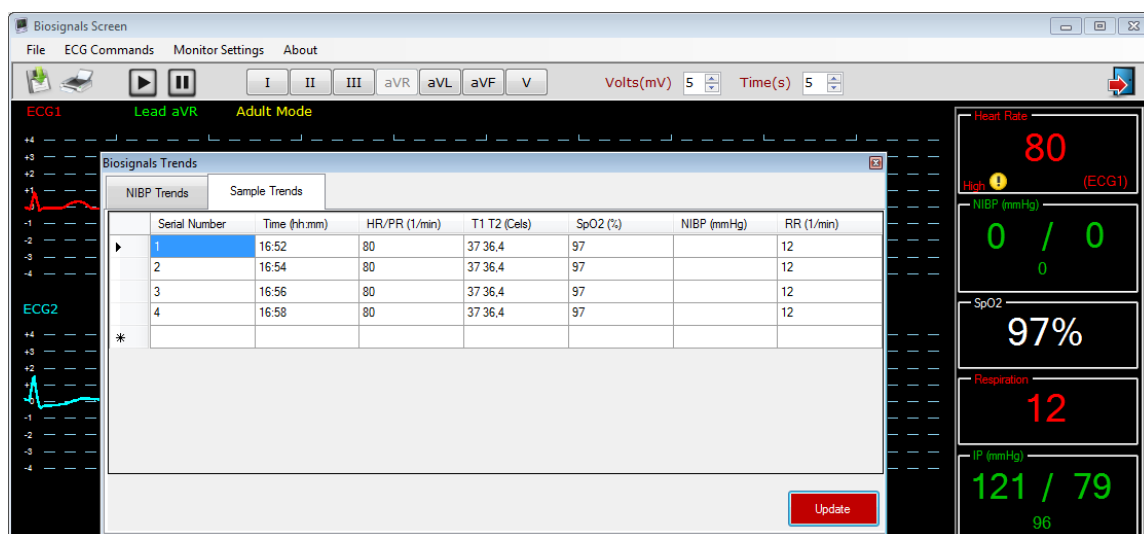
Ένα παράδειγμα που παρουσιάζεται στο **Σχήμα 95** παρουσιάζει το αποτέλεσμα αλλαγής των σφυγμών καρδιάς. Συγκεκριμένα αλλάζοντας το άνω όριο σε 79, το μόνιτορ αρχίζει να κτυπά συναγερμό και στην οθόνη των βιοσημάτων εμφανίζεται ένδειξη υψηλής τιμής σφυγμών καρδιάς (**Σχήμα 95**) αφού είναι πέραν του άνω ορίου ($80 > 79$). Παρόμοιο αποτέλεσμα συμβαίνει σε κάθε ένα από τα βιοσημάτα εάν η τιμή είναι εκτός ορίων. Εάν ο χρήστης επιθυμεί να απενεργοποιήσει τον συγκεκριμένο συναγερμό τότε πρέπει να διαγράψει το $\surd$ πατώντας στο κουτί (ON/OFF) που βρίσκεται δεξιά του συναγερμού αυτού. Το σήμα απεικόνισης «Refresh» πάνω δεξιά σε κάθε καρτέλα δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη να επαναφέρει τους συναγερμούς του μόνιτορ σε περίπτωση που θέλει να αναιρέσει τις αλλαγές που έκανε αλλά δεν τις απόστειλε στο μόνιτορ.



Σχήμα 95 Αλλαγή της ανώτατης τιμής των σφυγμών καρδιάς

5.2.2.8 Εμφάνιση κατοχωμένων δεδομένων ασθενή

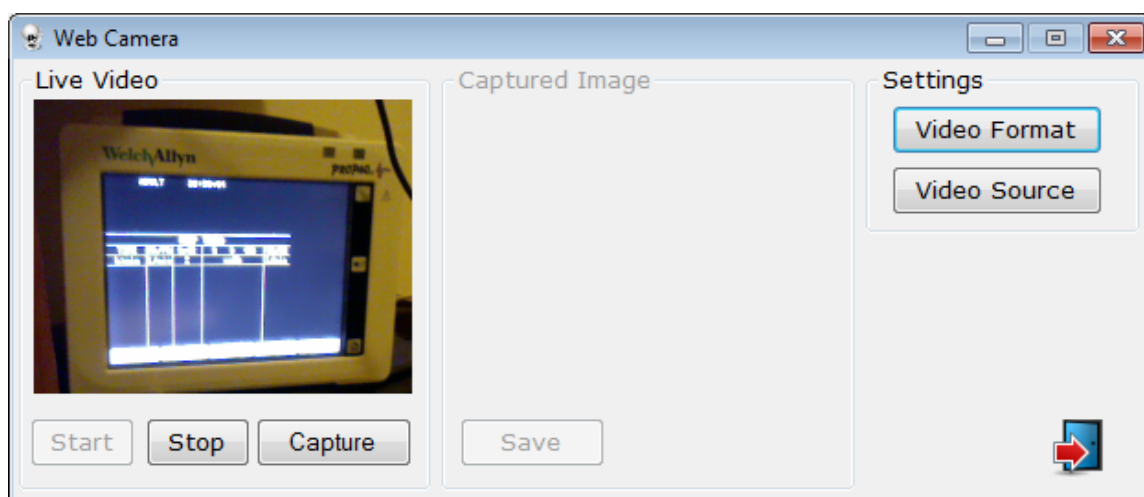
Το ιατρικό μόνιτορ αποθηκεύσει τις τιμές των αριθμητικών βιοσημάτων (ΜΕΑΠ, ΕΑΠ, Οξυμετρία, Θερμοκρασία, Σφυγμοί καρδιάς, Ρυθμός αναπνοής) του ασθενή κάθε 2 λεπτά. Ο χρήστης πατώντας το πλήκτρο F6 ή από το μενού επιλογής Monitor Settings→Monitor Trends, είναι σε θέση να πληροφορηθεί για τις μέχρι τώρα μετρήσεις που έχουν γίνει. Αφού εμφανιστεί η οθόνη (Σχήμα 96), υπάρχουν 2 καρτέλλες που αντιστοιχούν στις 2 κατηγορίες δεδομένων: Οι τιμές της ΜΕΑΠ (NIBP Trends) και οι τιμές των υπολοίπων αριθμητικών βιοσημάτων (Sample Trends). Ακολούθως πατώντας το κουμπί «Update», εμφανίζονται σε πίνακα οι τιμές των βιοσημάτων ανά χρονική στιγμή που αποθηκεύτηκαν στο μόνιτορ.



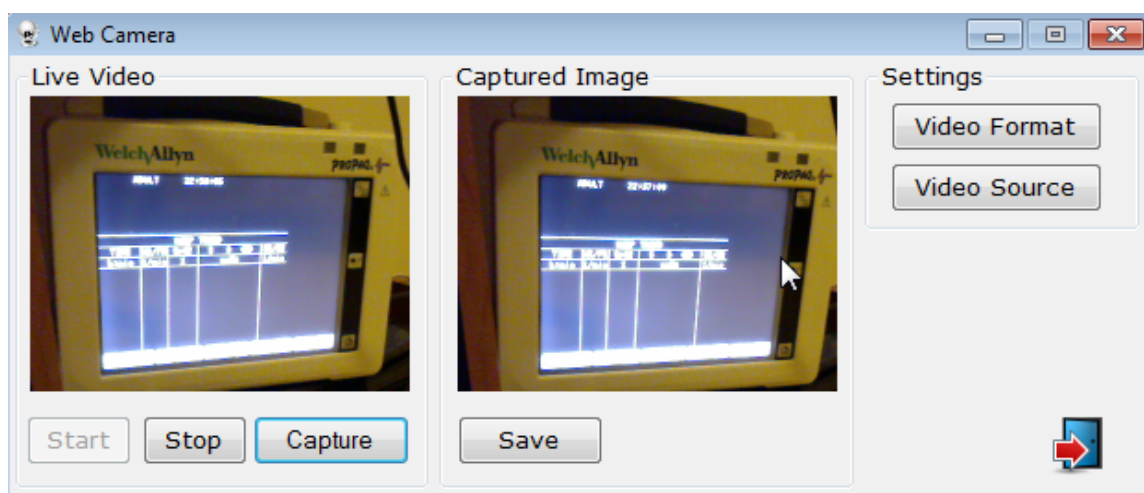
Σχήμα 96 Οθόνη εμφάνισης κατοχωμένων δεδομένων ασθενή

5.2.3 Οθόνη ψηφιακής φωτογραφικής

Μέσω της κύριας οθόνης (Σχήμα 55), υπάρχει το κουμπί απεικόνισης φωτογραφικής που συνδέεται το σύστημα με την ψηφιακή φωτογραφική που είναι συνδεδεμένη με τον υπολογιστή. Στην οθόνη ενεργοποιείται αυτόματα το βίντεο της ψηφιακή φωτογραφικής όπως φαίνεται στο Σχήμα 97. Δια μέσου αυτής της οθόνης γίνεται εφικτή η φωτογράφιση εικόνας μέσω του κουμπιού «Capture». Όταν γίνει το πάγωμα της εικόνας στο διπλανό πλαίσιο εμφανίζεται η εικόνα όπου μπορεί ο χρήστης να την αποθηκεύσει (Σχήμα 98).

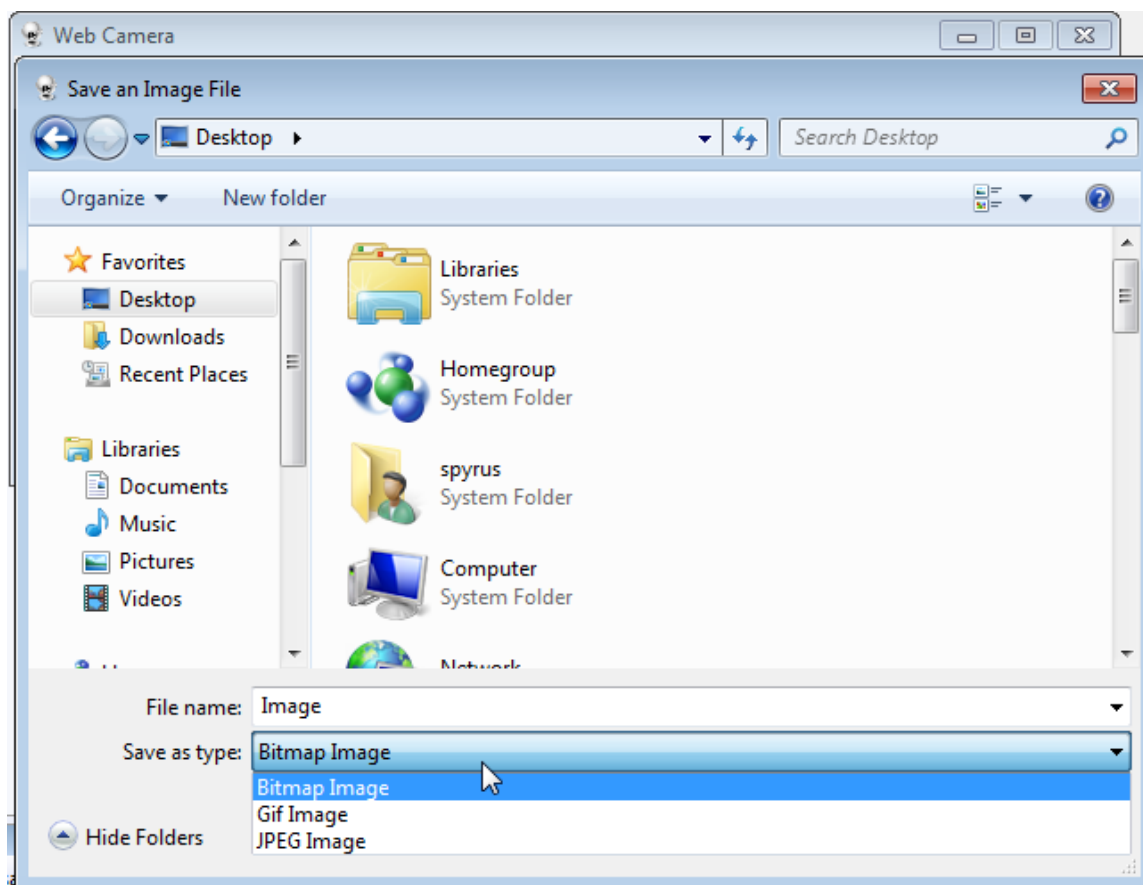


Σχήμα 97 Οθόνης ψηφιακής φωτογραφικής (βίντεο)



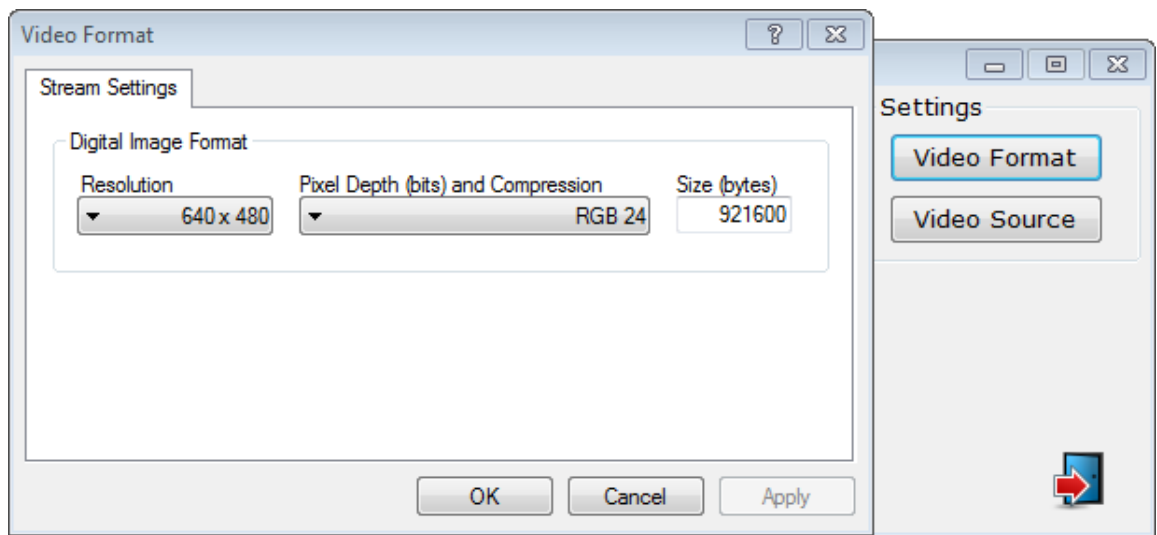
Σχήμα 98 Πάγωμα φωτογραφίας

Με το πάτημα του κουμπιού «Save», εμφανίζεται πλαίσιο διαλόγου για την αποθήκευση της παγωμένης φωτογραφίας σε τοποθεσία αλλά και σε μορφή που επιθυμεί ο χρήστης (**Σχήμα 99**).

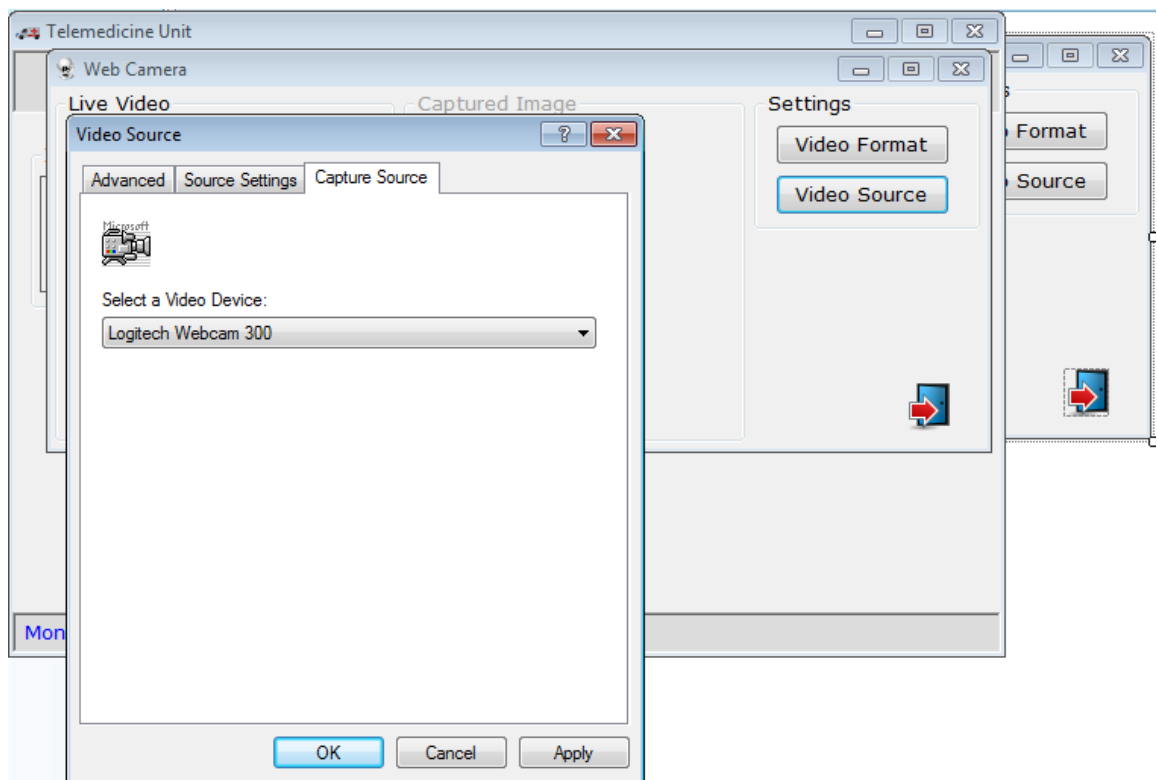


Σχήμα 99 Αποθήκευση φωτογραφίας

Ακόμα υπάρχουν ρυθμίσεις για την ψηφιακή φωτογραφική όπως για αλλαγή της ανάλυσης του βίντεο μέσω του κουμπιού «Video Format» (**Σχήμα 100**) αλλά και προχωρημένες ρυθμίσεις όπως αλλαγή της πηγής του βίντεο μέσω του κουμπιού «Video Source» (**Σχήμα 101**).



Σχήμα 100 Ρυθμίσεις φωτογραφικής Video Format



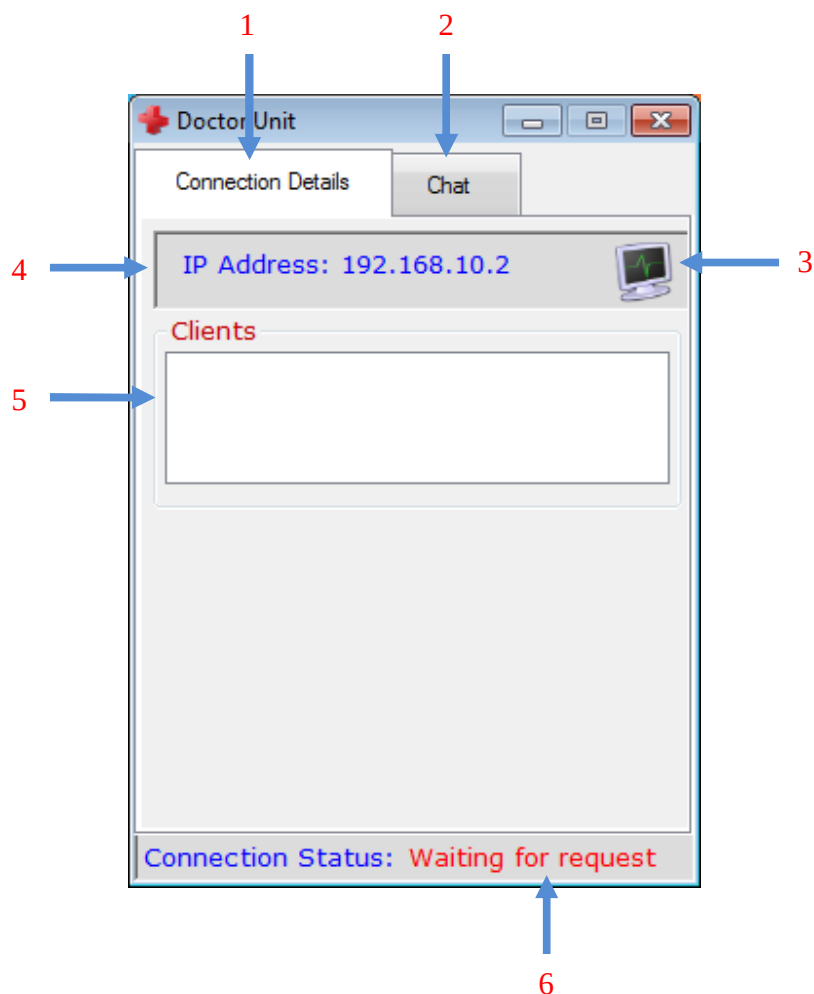
Σχήμα 101 Ρυθμίσεις φωτογραφικής Video Source

5.3 Σταθμός Βάσης

Ο Σταθμός Βάσης όπως έχουμε αναλύσει στα προηγούμενα κεφάλαια πρέπει να είναι εγκατεστημένος σε μονάδα που είναι παρόν ο ειδικευμένος και έμπειρος ιατρός που θα επέμβει στο επείγον περιστατικό για να δώσει κατευθυντήριες οδηγίες στα άτομα που βρίσκονται κοντά στον ασθενή (π.χ νοσηλευτές). Έτσι για να μπορεί να είναι σε θέση να παρέχει συμβουλές θα πρέπει να παρακολουθεί αναλυτικά την κατάσταση του ασθενή. Συγκεκριμένα όλα τα βιοσήματα που ανακτώνται από το σταθμό τηλεϊατρικής (μέσω του ιατρικού μόνιτορ) θα πρέπει να αποστέλλονται στο σταθμό βάσης και να παρουσιάζονται όπως ακριβώς εμφανίζονται και στο σύστημα τηλεϊατρικής. Σύμφωνα με το πρωτόκολλο TCP/IP που καθορίστηκε κατά την φάση της Σχεδίασης (Κεφάλαιο 4) αποστέλλονται όλα τα απαραίτητα ιατρικά σήματα και παρουσιάζονται στο σύστημα βάσης. Όπως στο σταθμό τηλεϊατρικής έτσι και εδώ αναπαραστώνται με τον ίδιο ακριβώς τρόπο όλες οι πληροφορίες μετά από αίτηση του σταθμού βάσης. Η δικτυακή επικοινωνία των δύο σταθμών στηρίζεται στη συνεχή αναμετάδοση όλων αυτών των ιατρικών δεδομένων από το σταθμό τηλεϊατρικής έχοντας πάντα ως στόχο την έγκυρη και έγκαιρη άφιξη τους στον σταθμό βάσης (π.χ Νοσοκομείο)

5.3.1 Κύρια οθόνη

Η διεπαφάνεια της κύριας οθόνης του σταθμού βάσης όπως φαίνεται στο **Σχήμα 102** είναι απλή και εύχρηστη. Μόλις ξεκινήσει το σύστημα βάσης, αρχίζει αμέσως η παρακολούθηση για εισερχόμενες κλήσεις από πελάτες (Clients). Όταν αιτηθεί ένας πελάτης εγκαθίδρυση επικοινωνίας με τον σταθμό βάσης τότε ξεκινά το πρωτόκολλο TCP/IP (Κεφάλαιο 4) με σκοπό την αναμετάδοση των ιατρικών σημάτων από το σταθμό τηλεϊατρικής στο σταθμό βάσης.



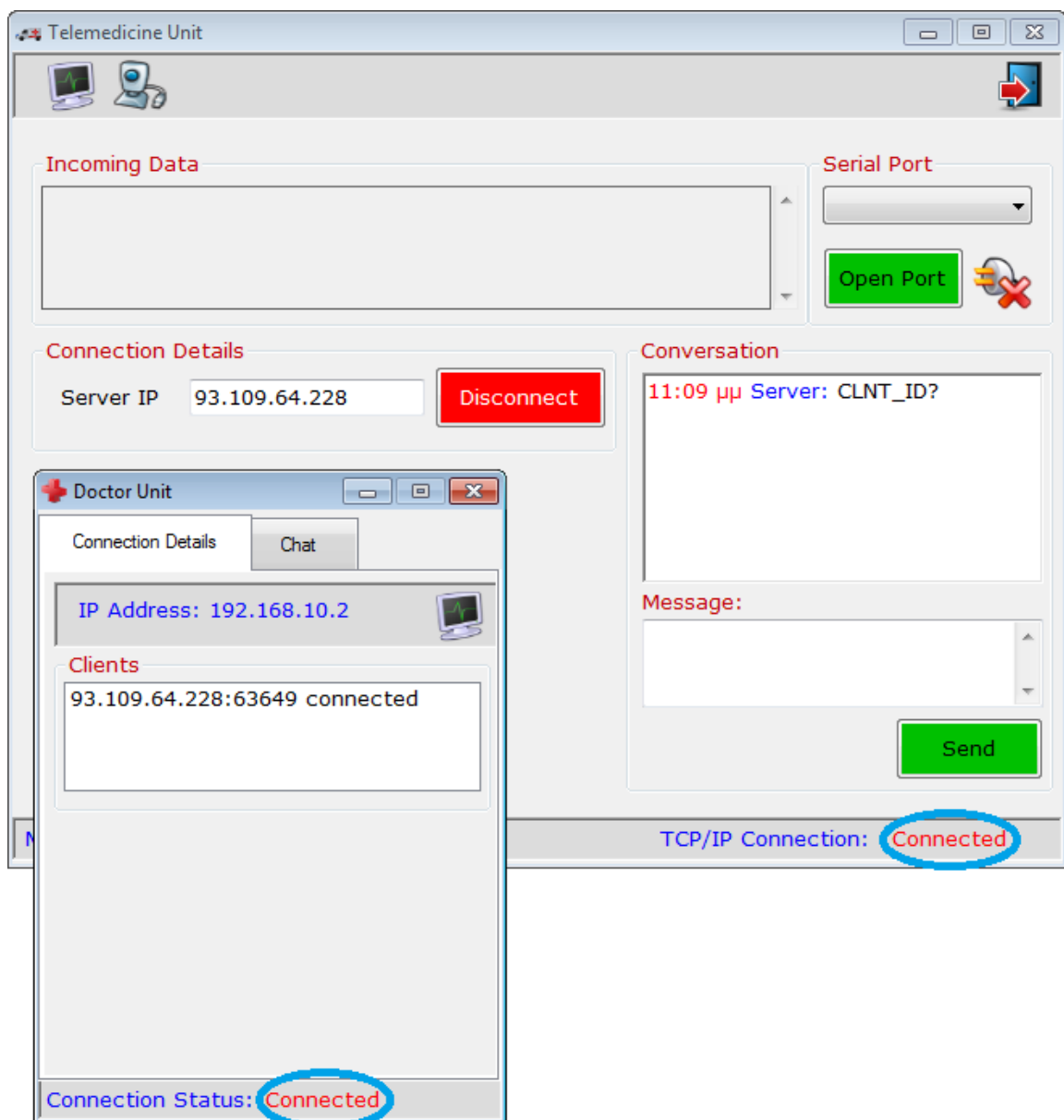
Σχήμα 102 Κύρια οθόνη Σταθμού Βάσης

Η κύρια οθόνη του σταθμού τηλεϊατρικής περιλαμβάνει τις εξής λειτουργίες όπως απεικονίζονται αριθμητικά στο **Σχήμα 102**:

1. Καρτέλα αναλυτικής παρουσίασης της τρέχουσας δικτυακής δραστηριότητας
2. Καρτέλα για καταγραφή μηνυμάτων με το χρήστη του σταθμού τηλεϊατρικής
3. Παρουσίαση των βιοσημάτων (σε περίπτωση επιτυχούς σύνδεσης με τον πελάτη)
4. Διεύθυνση IP (κλειστού δικτύου) της τρέχων μηχανής

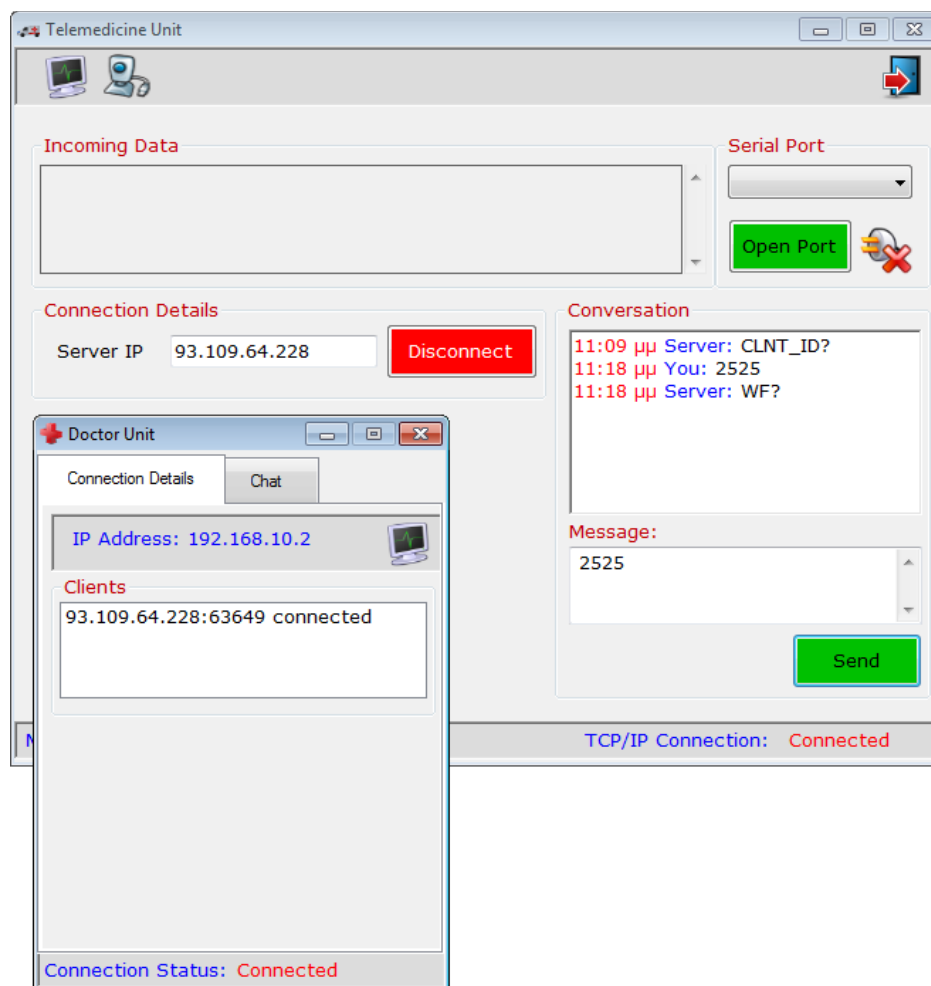
5. Εμφάνιση του ιστορικού των πελατών(Clients) που συνδέθηκαν ή είναι συνδεδεμένοι με το δίκτυο επικοινωνίας(socket) του TCP/IP
6. Κατάσταση τρέχουσας TCP/IP επικοινωνίας

5.3.1.1 Εγκαθίδρυση TCP/IP σύνδεσης



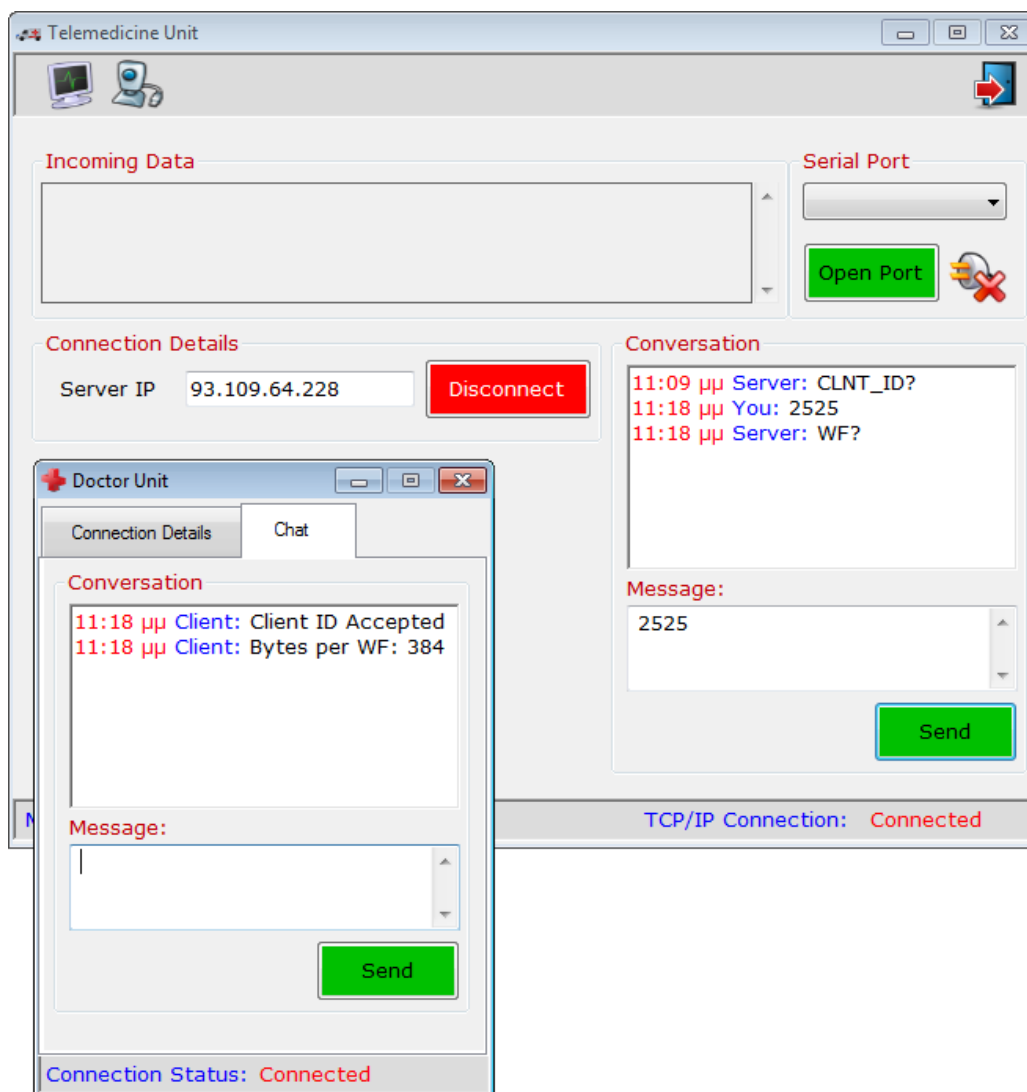
Σχήμα 103 Εγκαθίδρυση TCP/IP σύνδεσης

Στο **Σχήμα 103** φαίνεται η εγκαθίδρυση TCP/IP σύνδεσης του σταθμού τηλεϊατρικής με το σταθμό βάσης. Ο Σταθμός τηλεϊατρικής αιτήθηκε επικοινωνίας με τον σταθμό βάσης και έγινε αποδεχτεί. Στη συνέχεια, όπως φαίνεται στο πλαίσιο «Conversation» του σταθμού τηλεϊατρικής, ζητείται από τον πελάτη να εισάξει το κλειδί έτσι ώστε να επικυρωθεί ότι δεν είναι άγνωστος πελάτης. Μέσα από το πλαίσιο «Conversation» οι δύο σταθμοί πέραν των μηνυμάτων του πρωτοκόλλου μπορούν να συνομιλήσουν. Αφού εισαχθεί το σωστό κλειδί από τον πελάτη, ακολούθως αποστέλλεται αυτόματα το μέγεθος των πακέτων από το σύστημα τηλεϊατρικής (ανάλογα με τις δυνατότητες του δικτύου) (**Σχήμα 104**)



Σχήμα 104 Εισαγωγή κλειδιού από τον πελάτη

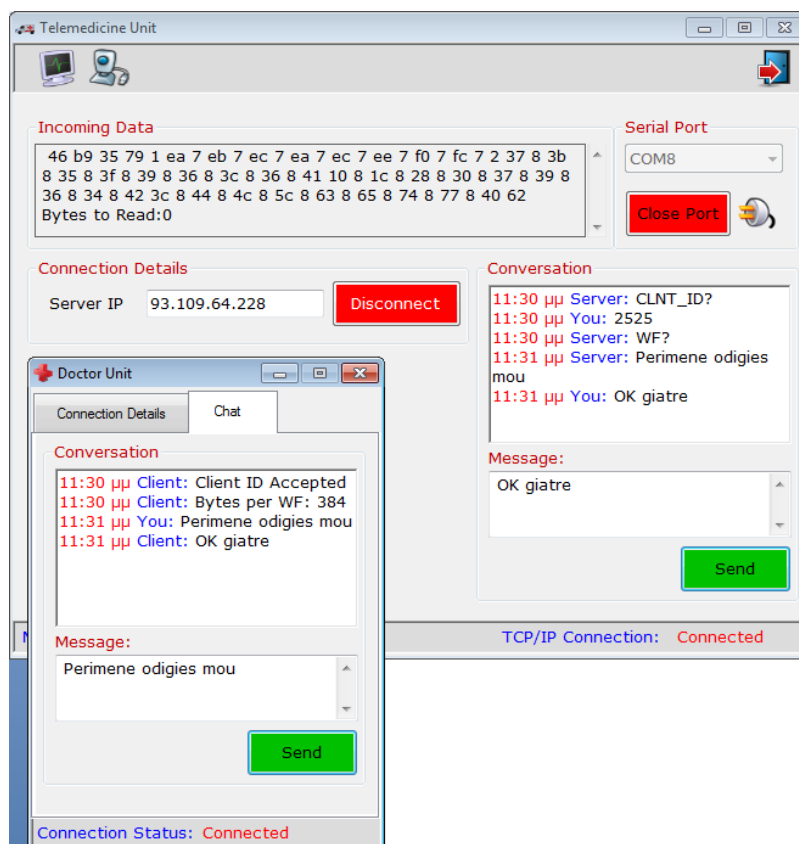
5.3.1.2 Αναμετάδοση βιοσημάτων



Σχήμα 105 Ανάκτηση του μεγέθους των κυματομορφών

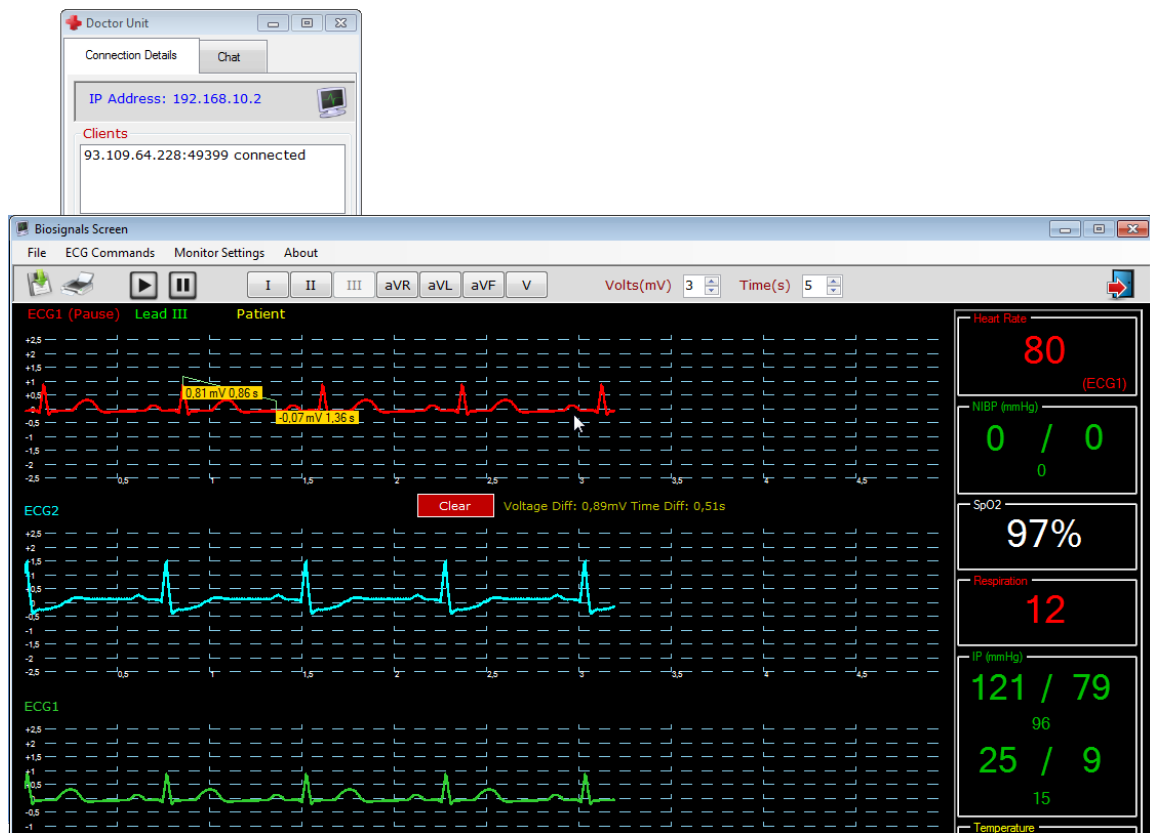
Από αυτό το σημείο και μετά σύμφωνα με το πρωτόκολλο TCP, ξεκινά η αυτόματη αναμετάδοση των κυματομορφών και των αριθμητικών βιοσημάτων όπου ο ιατρός από τη μονάδα βάσης θα μπορεί να παρακολουθεί άμεσα τα σήματα και να κάνει οποιεσδήποτε

αλλαγές (Σχήμα 107) όπως θα μπορούσε να της κάνει και ο χρήστης του σταθμού τηλεϊατρικής.



Σχήμα 106 Συνεχή αναμετάδοση βιοσημάτων και συνομιλία

Εφόσον επικυρώθηκε επιτυχώς η TCP επικοινωνία μεταξύ του σταθμού τηλεϊατρικής και του σταθμού βάσης, όσα βιοσήματα λαμβάνονται από το ιατρικό μόνιτορ από το σταθμό τηλεϊατρικής αποστέλλονται αυτόματα στο σταθμό βάσης όπου εκεί ο ιατρός έχει πλήρη ενημέρωση της κατάστασης του ασθενή (Σχήμα 107).



Σχήμα 107 Παρουσίαση και επεξεργασία βιοσημάτων από το σύστημα βάσης

Κεφάλαιο 6

Συμπεράσματα

6.1 Συμπεράσματα	152
6.2 Μελλοντική εργασία	153

6.1 Συμπεράσματα

Η σχεδίαση και ανάπτυξη του συγκεκριμένου πληροφοριακού συστήματος τηλεϊατρικής δεν ήταν μια εύκολη υπόθεση αφού απαιτούσε γενικές αλλά και ειδικές γνώσεις κλασσικού και δικτυακού προγραμματισμού. Αρχικά το δύσκολο βήμα ήταν η εγκαθίδρυση επικοινωνίας με το ιατρικό μόνιτορ και ακολούθως η κωδικοποίηση/αποκωδικοποίηση των ψηφιακών σημάτων ούτως ώστε να μπορεί το σύστημα να αιτείται και να ανακτά όλα τα δεδομένα από το μόνιτορ. Στη συνέχεια η μετάβαση από ένα πρωτόκολλο χαμηλού επιπέδου (ιατρικό μόνιτορ) σε ένα πρωτόκολλο υψηλό επιπέδου (TCP/IP) περιλάμβανε αρκετά βήματα.

Επιπρόσθετα, συστήματα όπως αυτό που εκτελούνται σε πραγματικό χρόνο (real time) έχουν μεγάλες δυσκολίες γιατί χρειάζεται άμεση ανάδραση και ενημέρωση εντός πολύ μικρού χρονικού διαστήματος (χιλιοστά του δευτερολέπτου). Ακόμα το ότι έχει τέτοιου μεγάλου βαθμού σοβαρότητας (high-risked) από τη στιγμή που έχει να κάνει με την υγεία, συγχρόνως δεν αφήνει περιθώρια σφάλματος. Σε περιπτώσεις σφάλματος απαιτείται άμεση παρέμβαση και διόρθωση για να μην επεκταθεί το σφάλμα ή δημιουργηθούν νέα σφάλματα.

Τέλος θα ήθελα να αναφέρω ότι η ανάπτυξη του συστήματος περάν του ότι ήταν μια πρωτόγνωρη και πρωτότυπη εμπειρία για μένα, παράλληλα κατάφερα να αποκτήσω σημαντικότερες γνώσεις μέσα από τον τομέα της Πληροφορικής αλλά και της Ιατρικής. Συνενώνοντας αυτές τις δύο λαμπρές επιστήμες δημιουργείται ένα τεράστιο όφελος για τον άνθρωπο.

6.2 Μελλοντική εργασία

Τα συστήματα τηλεϊατρικής μπορούν σχετικά εύκολα να συνδεθούν και συνεπώς να επεκταθούν. Το συγκεκριμένο σύστημα θα μπορούσε να ενσωματωθεί σε φορητές συσκευές μικρού μεγέθους όπως Netbooks, PDAs, κινητά τηλέφωνα έτσι ώστε να μπορεί ο ιατρός όπου και αν βρίσκεται να ενημερώνεται εύκολα και γρήγορα για κάποιο επείγον περιστατικό. Αξίζει να σημειωθεί ότι το σύστημα είναι συμβατό σε τέτοιου είδους συσκευές εάν αυτές διαθέτουν λειτουργικό Microsoft Windows.

Επιπρόσθετα το σύστημα αυτό θα μπορούσε να επεκταθεί για να είναι συμβατό σε περιβάλλον Macintosh και Linux έτσι ώστε να έχει ευρεία λειτουργικότητα. Φυσικά, τέτοιου είδους προεκτάσεις συνήθως απαιτούν ανάπτυξη του συστήματος από την αρχή αλλά η ανάλυση των απαιτήσεων, προδιαγραφών και η σχεδίαση μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως βάση.

Συστήματα που υλοποιήθηκαν για συγκεκριμένους κλάδους της Ιατρικής όπως η Παιδιατρική, η Καρδιολογία, η Χειρουργική μπορούν να ενσωματωθούν και να παραχθεί ένα γενικό που να χρησιμοποιείται σε κάθε περίπτωση.

Βιβλιογραφία

- [1] **Andrew Troelsen**, “Pro C# 2008 and the .NET 3.5 Platform, Fourth Edition”, Νοέμβριος 2007
- [2] **Daniel Solis**, “Illustrated C# 2008”, Φεβρουάριος 2008
- [3] **E. Kyriacou, A. Bourka, S. Pavlopoulos**: "Emergency-112 Hardware and Software Design and Operation", Emergency-112 Project HC4027 Deliverable D4.01, July 1999.
- [4] **E. Kyriacou, S. Pavlopoulos, A. Bourka, A. Berler, D. Koutsouris**: “Telemedicine in Emergency Care”, Proceedings of the VI International Conference on Medical Physics, Patras 99, Patra, Greece, September 1999.
- [5] **Harvey M. Deitel, Paul J. Dietel, Jeffrey A. Listfield, and Tem R. Nieto**, “C# How to Program”, Δεκέμβριος 2001
- [6] **Jeff Ferguson, Brian Patterson, and Pierre Boutquin**, “C Sharp Bible”, Ιούνιος 2002
- [7] **Microsoft Visual C Sharp official website**, <http://msdn.microsoft.com/en-us/library/kx37x362.aspx>
- [8] **Microsoft Visual C Sharp Developer Center**, <http://msdn.microsoft.com/en-us/vcsharp/default.aspx>
- [9] **Μ. Περδικούρη, Π. Γιόβας, Δ. Παπαδογιάννης και Συνεργάτες**, “Τηλεϊατρική στην Πράξη”, Εν Πλω, Αθήνα 2005
- [10] **PROTOCOL SYSTEMS INC.**, “ProPac Encore 200 External Developer’s Guide”, 810-0791-01, Revision B, Η.Π.Α, Ιούλιος 1998.
- [11] **Visual C Sharp Development Resource**, <http://www.codeproject.com>
- [12] **Visual C Sharp Practical Learning**, <http://www.functionx.com/csharp/index.htm>
- [13] **Visual C Sharp Tutorials**, <http://www.c-sharpcorner.com>

Παράρτημα Α

Αναφέρονται τα περιεχόμενα του συμπαγούς δίσκου (CD):

- Κώδικας για το σύστημα τηλεϊατρικής σε Visual C Sharp
- Κώδικας για το σύστημα βάσης-ιατρού σε Visual C Sharp
- Drivers για μετατροπή καλωδίου Serial σε USB
- Οδηγίες εγκατάστασης
- Εγχειρίδιο χρήσης