



ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΚΑΙ
ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**Κατασκευή συστήματος παρακολούθησης
καρδιακού ρυθμού**



Φοιτητής: Δημήτριος Δούνης
ΑΜ: 06514

Επιβλέπων: Επίκουρος Καθηγητής Τσακίριδης Οδυσσέας

Περιεχόμενα

1 Εισαγωγή	Σελίδα 6
2 Θεωρία	Σελίδα 7
2.1 Η καρδιά	Σελίδα 7
2.1.1 Καρδιακά κύτταρα	Σελίδα 8
2.1.2 Καρδιακός κύκλος	Σελίδα 9
2.1.3 Σύστημα αγωγής	Σελίδα 10
2.1.4 Δυναμικό ενέργειας	Σελίδα 11
2.1.5 Ηλεκτροκαρδιογράφημα	Σελίδα 13
2.2 Sparkfun AD8232	Σελίδα 15
2.2.1 Ενισχυτής δεξιού ποδιού	Σελίδα 16
2.2.2 Ρυθμιστής αναφοράς	Σελίδα 17
2.2.3 Κύκλωμα γρήγορης επαναφοράς	Σελίδα 17
2.2.4 Κύκλωμα εντοπισμού αποσύνδεσης ηλεκτροδίων	Σελίδα 19
2.2.5 Εφαρμογή καταγραφής καρδιακού παλμού	Σελίδα 21
2.3 PSoC 4 Series	Σελίδα 23
2.3.1 PSoC 4 BLE Module	Σελίδα 23
2.3.2 BLE Pioneer Baseboard	Σελίδα 24
2.3.3 PSoC Creator	Σελίδα 25
2.3.4 Προγραμματισμός μέσω PSoC Creator	Σελίδα 28
2.3.5 Παράδειγμα του project CapSense & slider LED	Σελίδα 29
2.4 Bluetooth Low Energy	Σελίδα 36
2.4.1 Εισαγωγή	Σελίδα 36
2.4.2 Η καθιέρωση του προτύπου	Σελίδα 36
2.4.3 Περιορισμοί	Σελίδα 37
2.4.4 Τοπολογίες δικτύου	Σελίδα 38
2.4.5 Βασικοί όροι και έννοιες	Σελίδα 41
2.5 Android	Σελίδα 43
2.5.1 Το project	Σελίδα 43
2.5.2 Αρχιτεκτονική	Σελίδα 43
3 Πειραματική διαδικασία	Σελίδα 47
3.1 Επισκόπηση	Σελίδα 47

3.2 Προγραμματισμός λογισμικού	Σελίδα 48
3.2.1 Προγραμματισμός του PsoC	Σελίδα 48
3.2.2 Εφαρμογή CySmart	Σελίδα 55
3.3 Κατασκευή υλισμικού	Σελίδα 56
3.3.1 Σχεδιασμός πλακέτας	Σελίδα 56
3.3.2 Εμφάνιση και χρήση μάσκας	Σελίδα 57
3.3.3 Κατασκευή τελικού συστήματος	Σελίδα 58
3.4 Μετρήσεις	Σελίδα 61
4 Συμπεράσματα-Βελτιώσεις	Σελίδα 63
5 Βιβλιογραφία	Σελίδα 64
6 Παράρτημα Κώδικα	Σελίδα 65

ΕΙΚΟΝΕΣ

Εικόνα 1:Βασική ανατομία καρδιάς.....	Σελίδα 7
Εικόνα 2:Καρδιακά κύτταρα.....	Σελίδα 8
Εικόνα 3:Καρδιακός κύκλος.....	Σελίδα 9
Εικόνα 4:Ηλεκτροκαρδιογράφημα καρδιακού κύκλου.....	Σελίδα 10
Εικόνα 5:Σύστημα αγωγής καρδιάς.....	Σελίδα 10
Εικόνα 6: Οι 4 φάσεις του δυναμικού ενέργειας.....	Σελίδα 12
Εικόνα 7: Ηλεκτροκαρδιογράφος	Σελίδα 13
Εικόνα 8: Απαγωγές κατά Einthoven.....	Σελίδα 13
Εικόνα 9: Sparkfun Heart Rate Monitor module.....	Σελίδα 15
Εικόνα 10:Σχηματικό διάγραμμα AD8232.....	Σελίδα 15
Εικόνα 11: Κύκλωμα ενισχυτή δεξιού ποδιού.....	Σελίδα 16
Εικόνα 12: Κύκλωμα εσωτερικής τάσης αναφοράς.....	Σελίδα 17
Εικόνα 13: Κύκλωμα γρήγορης επαναφοράς.....	Σελίδα 17
Εικόνα 14: Διάγραμμα χρονισμού διακοπών γρήγορης επαναφοράς.....	Σελίδα 18
Εικόνα 15: AC κύκλωμα εντοπισμού αποσύνδεσης ηλεκτροδίων.....	Σελίδα 19
Εικόνα 16: DC κύκλωμα εντοπισμού αποσύνδεσης ηλεκτροδίων.....	Σελίδα 20
Εικόνα 17: Συνδεσμολογία καταγραφής καρδιακού παλμού.....	Σελίδα 21
Εικόνα 18: Συχνοτική απόκριση συνδεσμολογίας καρδιακής καταγραφής.....	Σελίδα 22
Εικόνα 19: PSoC 4 BLE Module.....	Σελίδα 23
Εικόνα 20: Μπλοκ διάγραμμα PSoC 4 BLE.....	Σελίδα 23
Εικόνα 21: BLE Pioneer Baseboard.....	Σελίδα 24
Εικόνα 22: Γραφικό περιβάλλον PSoC Creator.....	Σελίδα 26
Εικόνα 23: Παράθυρο αναζήτησης παραδειγμάτων κώδικα.....	Σελίδα 27
Εικόνα 24: Επιλογή προβολής datasheet.....	Σελίδα 27

Εικόνα 25: Σύνδεση BLE Pioneer Baseboard & PSoC 4 BLE module με υπολογιστή.....	Σελίδα 28
Εικόνα 26: Μετατροπή κώδικα παραδείγματος project σε εκτελέσιμο κώδικα.....	Σελίδα 28
Εικόνα 27: Επιλογή προγραμματισμού.....	Σελίδα 29
Εικόνα 28: Παράθυρο παραμετροποίησης στοιχείου BLE.....	Σελίδα 30
Εικόνα 29: Top design του PSoC_4_BLE_CapSense_Slider_LED project.....	Σελίδα 32
Εικόνα 30: Επιλογή των pins για το project PSoC_4_BLE_CapSense_Slider_LED.....	Σελίδα 32
Εικόνα 31: Διάγραμμα ροής του project PSoC_4_BLE_CapSense_Slider_LED.....	Σελίδα 33
Εικόνα 32: Λίστα περιφερειακών BLE.....	Σελίδα 34
Εικόνα 33: Προφίλ CapSense Slider.....	Σελίδα 34
Εικόνα 34: Αλληλεπίδραση επιφάνειας CapSense με εφαρμογή CySmart.....	Σελίδα 35
Εικόνα 35: Περιβάλλον επιλογής χρώματος/έντασης LED και PSoC baseboard.....	Σελίδα 35
Εικόνα 36: Τοπολογία BLE broadcasting.....	Σελίδα 39
Εικόνα 37: Τοπολογία σύνδεσης.....	Σελίδα 41
Εικόνα 38: Στοιβα λογισμικού Android.....	Σελίδα 46
Εικόνα 39: Τάση αναφοράς-εντοπισμού καρδιακού παλμού.....	Σελίδα 47
Εικόνα 40: Top design.....	Σελίδα 48
Εικόνα 41: Block συγκριτή.....	Σελίδα 49
Εικόνα 42: Παράθυρο παραμετροποίησης timer block.....	Σελίδα 50
Εικόνα 43: Παράθυρο ρύθμισης χρονισμού.....	Σελίδα 50
Εικόνα 44: BLE Block γενικές ρυθμίσεις.....	Σελίδα 51
Εικόνα 45: BLE block ρυθμίσεις προφίλ.....	Σελίδα 52
Εικόνα 46: Αρχικοποίηση παραμέτρων.....	Σελίδα 52
Εικόνα 47: Συνάρτηση διαχείρισης και υπολογισμού του καρδιακού ρυθμού.....	Σελίδα 53
Εικόνα 48: Συνάρτηση μετάδοσης.....	Σελίδα 53
Εικόνα 49: Παράθυρο προβολής και παραμετροποίησης I/O pins του PSoC Creator.....	Σελίδα 54
Εικόνα 50: Παράθυρο δρομολόγησης σημάτων.....	Σελίδα 54
Εικόνα 51 & 52: Παράθυρα επιλογής συσκευής BLE και επιλογής Service της εφαρμογής CySmart.....	Σελίδα 55
Εικόνα 53: Σχηματικό διάγραμμα κυκλώματος πλακέτας.....	Σελίδα 56
Εικόνα 54: Σχέδιο αποτυπώματος μάσκας.....	Σελίδα 57
Εικόνα 55: Τελική μάσκα.....	Σελίδα 57
Εικόνα 56: Διαδικασία αποχάλκωσης με μάσκα.....	Σελίδα 58
Εικόνα 57: Αποχάλκωμένη πλακέτα.....	Σελίδα 58
Εικόνα 58: Τελική μορφή πλακέτας.....	Σελίδα 59
Εικόνα 59: Ολοκληρωμένη διάταξη υλισμικού.....	Σελίδα 59
Εικόνα 60: Καλώδια και αισθητήρας ECG.....	Σελίδα 60
Εικόνα 61: Έξοδος AD8232 και DC τάση αναφοράς από παλμογράφο.....	Σελίδα 61
Εικόνες 62 & 63: Παράθυρο επιλογής συσκευής BLE και επιλογής Service της εφαρμογής CySmart.....	Σελίδα 62

Περίληψη

Η παρούσα πτυχιακή έχει ως στόχο την δημιουργία ενός συστήματος καταγραφής του καρδιακού ρυθμού. Γίνεται χρήση των τεχνολογιών AD8232 της Sparkfun, PSoC της Cypress, BLE και συσκευής Android με εγκατεστημένη την εφαρμογή CySmart της Cypress. Το τελικό σύστημα αποτελείται από την δημιουργημένη πλακέτα και τις προαναφερόμενες τεχνολογίες.

Abstract

The current dissertation is focused on creating a cardiac rhythm monitoring system. The technologies used are AD8232 from Sparkfun, PSoC from Cypress, BLE, and an Android device with the CySmart application installed as provided by Cypress. The final system consists of a crafted circuit board and the aforementioned technologies.