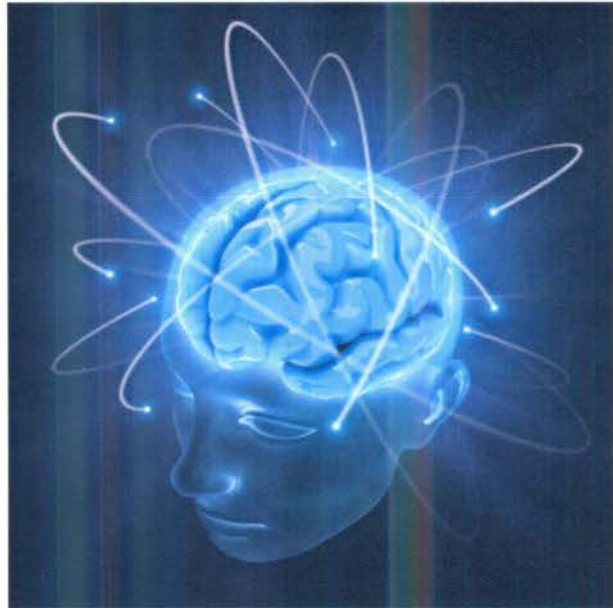




ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΠΕΙΡΑΙΑ
ΤΜΗΜΑ ΑΥΤΟΜΑΤΙΣΜΟΥ

#1 / γ

S13
A47



«Ανάπτυξη Συστήματος Ελέγχου Με Είσοδο EEG σημάτων»

«Development of a control system having as input EEG signals»

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΚΑΤΣΑΡΑ ΜΑΡΙΑ 37161
ΜΑΡΜΑΡΙΝΟΣ ΑΛΕΞΙΟΣ 37340
ΜΕΪΝΤΑΝΗΣ ΣΩΤΗΡΙΟΣ 36824**

Επιβλέποντες Καθηγητές:

Δρ. Αλαφοδήμος Κωνσταντίνος
Δρ. Νικολάου Γρηγόριος

Πειραιάς, Ιούνιος 2012

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ
ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ

Ευχαριστίες

Η ολοκλήρωση της παρούσας εργασίας, μας πήρε αρκετό χρόνο. Ωστόσο, η ηθική ικανοποίηση που νιώσαμε από το αποτέλεσμα και από τις γνώσεις που αποκομίσαμε, τόσο στο θέμα της εργασίας, όσο και σε θέματα που σχετίζονταν με αυτά που μελετούσαμε καθώς εμβαθύνουμε στο βιβλιογραφικό υλικό, ήταν μέγιστο κέρδος. Οφείλουμε, στο σημείο αυτό, να ευχαριστήσουμε όσους μας βοήθησαν σε αυτή την προσπάθεια.

Θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε θερμά τους κ. Νικολάου Γρηγόρη και κ. Αλαφοδήμο Κωσταντίνο, Καθηγητές του τμ. Αυτοματισμού του Ανωτάτου Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού ιδρύματος Πειραιά για την επίβλεψη της εργασίας και τις πολύτιμες συμβουλές τους, καθώς και για την υπομονή τους και εμπιστοσύνη που έδειξαν στο πρόσωπο μας.

Τους καθηγητές μας, κ. Καλλιγερόπουλο Δημήτριο και κα. Βασιλειάδου Σουλτάνα για την ηθική συμπαράσταση και την παραχώρηση του εργαστηρίου των Συστημάτων Αυτομάτου Ελέγχου ως χώρο μελέτης και δοκιμών των εφαρμογών της εργασίας μας.

Τέλος, θα θέλαμε να την αφιερώσουμε στα άτομα που ήταν η έμπνευση μας αλλά δυστυχώς δεν είναι κοντά μας.



*Να θυμάσαι πως κάθε άνθρωπος
που συναντάς κάτι φοβάται, κάτι
αγαπά και κάτι έχει χάσει...*

*(H. Jackson Brown, Jr.,
Αμερικανός συγγραφέας
αυτοβοήθειας)*

ΒΙΒΛΙΟΘΗΚΗ
ΤΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

Εισαγωγή	6
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.....	8
1.1 Ανθρώπινος εγκέφαλος	8
1.2 Κεντρικό Νευρικό Σύστημα	11
1.3 Μετάδοση σημάτων μέσω των νευρικών κυττάρων	17
1.4 Τα δυο ημισφαίρια του εγκεφάλου.....	21
1.5 Εγκεφαλική Απεικόνιση.....	24
1.6 Ηλεκτροεγκεφαλογράφημα.....	28
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....	36
2.1 Γενικές πληροφορίες για το MindSet	36
2.2 Δυνατότητες της συσκευής	39
2.3 Οι εφαρμογές του MindSet	44
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....	47
3.1 Τι είναι το Arduino.....	47
3.2 Ακροδέκτες του μικροελεγκτή Arduino.....	49
3.3 Χαρακτηριστικά.....	51
1.4 Γιατί επιλέχθηκε το Arduino.....	54

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4	56
4.1 ZigBee	56
4.2 Το Xbee και τα χαρακτηριστικά του.....	57
4.3 Η πλακέτα του Xbee.....	60
4.4 X-CTU	62
4.5 Ρυθμίσεις των XBee	66
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5	69
5.1 Processing	69
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6	71
6.1 Κατασκευαστικό Μέρος της πλακέτας	71
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7	76
7.1 Περιγραφή επιλογής εργασίας.....	76
7.2 Βήμα προς βήμα	78
7.3 Άλλες προτάσεις	113
7.4 Εξέλιξη.....	114
Επίλογος	115
Βιβλιογραφία	117

Εισαγωγή

Με όλη αυτή τη ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας, που συνεχώς εξελίσσεται και έχοντας φτάσει σε σημείο η επιστήμη να μπορεί να επέμβει και να επικοινωνήσει με τον ανθρώπινο εγκέφαλο, αποφασίσαμε σαν ομάδα να ασχοληθούμε με τη δραστηριότητα του εγκεφάλου, τη λήψη των σημάτων αυτών και την επεξεργασία τους. Τελικός στόχος είναι η χρήση των σημάτων αυτών για τον έλεγχο κίνησης ενός οχήματος. Απώτερος στόχος είναι η εξέλιξη της εργασίας ώστε να μπορεί να έχει εφαρμογή σε άτομα περιορισμένης κινητικότητας, για τη διευκόλυνση της καθημερινότητάς τους .

Στη συγκεκριμένη πτυχιακή εργασία υπάρχουν επτά κύρια κεφάλαια. Στο πρώτο κεφάλαιο γίνεται αναφορά για τον ανθρώπινο εγκέφαλο, τα μέρη του, το νευρικό σύστημα. Ιδιαίτερη αναφορά γίνεται στην εγκεφαλική απεικόνιση και στα γραφήματα που χρησιμοποιούνται από την ιατρική για τη μελέτη του ανθρώπινου εγκεφάλου. Το γράφημα με το οποίο ασχολείται η εργασία είναι το ηλεκτροεγκεφαλογράφημα (ΗΕΓ), το οποίο δίνει πληροφορίες για την ηλεκτρική δραστηριότητα του εγκεφάλου. Αυτή η δραστηριότητα είναι το σήμα που θα μελετηθεί.

Στο δεύτερο κεφάλαιο, αναφέρεται το MindSet. Μία BCI συσκευή που έχει σαν είσοδο τα ηλεκτρικά αυτά εγκεφαλικά σήματα. Μετά τη μετατροπή τους, ο χρήστης είναι ικανός να τα λάβει, να τα επεξεργαστεί και να τα χρησιμοποιήσει σε οποιαδήποτε εφαρμογή θελήσει.

Στο τρίτο κεφάλαιο, γίνεται αναφορά στην αναπτυξιακή πλακέτα που χρησιμοποιήθηκε, το Arduino. Παρουσιάζονται τα τεχνικά της χαρακτηριστικά και για ποιο λόγο προτιμήθηκε.

Στο τέταρτο κεφάλαιο, παρουσιάζονται το πρωτόκολλο Zigbee, οι ηλεκτρονικές συσκευές που χρησιμοποιήθηκαν με σκοπό την ασύρματη επικοινωνία, με ποιο τρόπο ρυθμίστηκαν και από ποια εφαρμογή

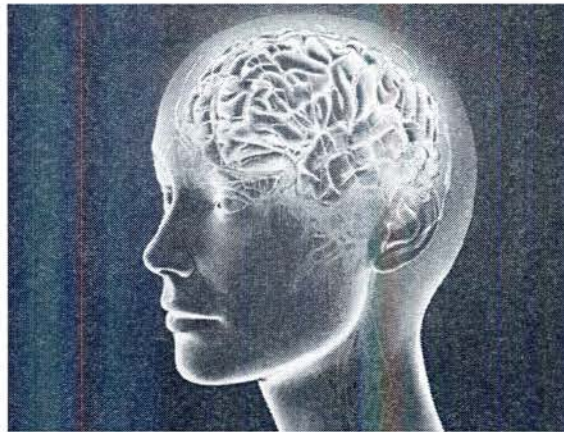
Στο πέμπτο κεφάλαιο παρουσιάζεται η εφαρμογή Processing, με την οποία γίνεται η λήψη των πακέτων δεδομένων, η επεξεργασία τους και επαναπροώθησής τους στο υπόλοιπο δίκτυο επικοινωνίας.

Στο έκτο κεφάλαιο παρουσιάζεται το κατασκευαστικό μέρος της εργασίας, η πλακέτα που σχεδιάστηκε και τυπώθηκε καθώς και το όχημα το οποίο χρησιμοποιήθηκε για την εξομοίωση.

Στο έβδομο και τελευταίο κεφάλαιο γίνεται αναφορά των προβλημάτων που αντιμετώπισε η ομάδα της εργασίας κατά την εκπόνησή της, τους τρόπους με τους οποίους ξεπεράστηκαν καθώς και εναλλακτικά συστήματα τα οποία θα μπορούσαν να χρησιμοποιηθούν.

Τέλος, η εργασία κλείνει με τον επίλογο στον οποίο παρουσιάζονται οι επιστημονικοί κλάδοι που υπάρχουν στην εργασία και γίνεται αναφορά στη μελλοντική εξέλιξή της.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1



1.1 Ο ανθρώπινος εγκέφαλος

Ο ανθρώπινος εγκέφαλος είναι ό,τι πιο περίπλοκο αλλά τουλάχιστον κατανοητό όργανο του ανθρώπου. Υπάρχουν ονομασίες για τα περισσότερα μέρη του, αλλά οι γνώσεις γι' αυτά είναι υποτυπώδης. Οι ενέργειες του εγκεφάλου αποτελούν τη βάση του συνόλου της συμπεριφοράς, όχι μόνο σχετικά απλών κινητικών συμπεριφορών, όπως είναι η βόδιση και η λήψη τροφής, αλλά και όλων των σύνθετων γνωστικών δράσεων, οι οποίες συνδέονται κατ' εξοχήν με την ανθρώπινη συμπεριφορά, όπως είναι η σκέψη, η ομιλία και η δημιουργία έργων τέχνης.

Αυτή η τεράστια ανάπτυξη του ανθρώπινου εγκεφάλου και τα μοναδικά χαρακτηριστικά του, διακρίνουν τον άνθρωπο από το υπόλοιπο ζωικό βασίλειο. Αποστολή της νευροεπιστήμης, με βάση όλη αυτή την ραγδαία ανάπτυξη της τεχνολογίας, είναι να ερμηνεύσει τη συμπεριφορά με βάση τις δραστηριότητες του

εγκεφάλου, να εξηγήσει πως εκατομμύρια ξεχωριστά νευρικά κύτταρα στον εγκέφαλο λειτουργούν για την παραγωγή συμπεριφοράς και πως, αντίστροφα, τα κύτταρα αυτά επηρεάζονται από το περιβάλλον, στο οποίο περιλαμβάνεται και η συμπεριφορά των άλλων ανθρώπων.

Συνήθως, ως εγκέφαλο, νοείται το κεντρικό όργανο ελέγχου του νευρικού συστήματος. Βρίσκεται εντός του εγκεφαλικού κρανίου και περιβάλλεται από τρεις προστατευτικούς υμένες, τις μήνιγγες. Αποτελείται από δύο ημισφαίρια τα οποία χωρίζονται μεταξύ τους από την επιμήκη σχισμή. Από την κάτω επιφάνεια του εγκεφάλου εκφύονται οι εγκεφαλικές συζυγίες ή νεύρα και ξεκινά ο νωτιαίος μυελός.

Η βάση του εγκεφαλικού κρανίου έρχεται σε σχέση με την κάτω επιφάνεια του εγκεφάλου και διαθέτει αντίστοιχα τρήματα για την δίοδο των εγκεφαλικών νεύρων και του νωτιαίου μυελού. Το εμπρόσθιο τμήμα του εγκεφάλου έχει σχέση με την κινητικότητα και οπίσθιο τμήμα με την αισθητικότητα .

Η ακεραιότητα των περιοχών αυτών είναι αναγκαία για να λειτουργεί σωστά ο εγκέφαλος και να συμπεριφέρεται φυσιολογικά ο άνθρωπος. Είναι αυτός που καθορίζει και διευθύνει όλες τις αντιδράσεις και τις κινήσεις του. Σε αυτόν φτάνουν και σε αυτόν συνειδητοποιούνται όλα τα εξωτερικά ερεθίσματα που επεξεργάζονται στο αντίστοιχο, για κάθε αισθητήριο, όργανο του εγκεφάλου.

Στον ανθρώπινο εγκέφαλο υπάρχουν τα τμήματα της σκέψης και της μνήμης. Έτσι με τον ερεθισμό των κυττάρων του, ο άνθρωπος δημιουργεί μια πληθώρα συναισθημάτων όπως είναι η λύπη, η χαρά ή οτιδήποτε άλλο που μπορεί να φανταστεί. Στον άνθρωπο, το μέγεθος του, σε σχέση με τη διάμετρο του νωτιαίου μυελού αποτελεί το μεγαλύτερο τμήμα του κεντρικού νευρικού συστήματος και τα δυο εγκεφαλικά ημισφαίρια σκεπάζουν όλα τα υπόλοιπα μέρη του εγκεφάλου.

Ο εγκέφαλος λοιπόν, χωρίζεται σε δύο ημισφαίρια, τα οποία εμφανίζουν εξωτερικά την έντονη πτυχωτή στιβάδα του φλοιού των εγκεφαλικών ημισφαιρίων, ο οποίος διαιρείται σε τέσσερις λοβούς: τον μετωπιαίο, τον βρεγματικό, τον κροταφικό και τον ινιακό.

Επίσης, ο εγκέφαλος διαιρείται συνήθως σε τρεις ευρύτερες περιοχές: τον ρομβοειδή εγκέφαλο (προμήκης μυελός, γέφυρα και παρεγκεφαλίτιδα), τον μέσο εγκέφαλο και τον πρόσθιο εγκέφαλο (διάμεσος εγκέφαλος και εγκεφαλικά ημισφαίρια). Ο ρομβοειδής εγκέφαλος (εξαιρουμένης της παρεγκεφαλίτιδας) και

ο μέσος εγκέφαλος αποτελούν το εγκεφαλικό στέλεχος. Η ανατομική του κεντρικού νευρικού συστήματος και η περιγραφή των λοβών περιγράφεται αναλυτικά στην επόμενη υποενότητα του κεφαλαίου.

1.2 Κεντρικό Νευρικό Σύστημα

Το κεντρικό νευρικό σύστημα, το οποίο είναι αμφίπλευρο και, ουσιαστικά, συμμετρικό, αποτελείται από επτά κύρια μέρη: τον νωτιαίο μυελό, τον προμήκη μυελό, τη γέφυρα, την παρεγκεφαλίδα, τον μέσο εγκέφαλο, το διάμεσο εγκέφαλο και τα εγκεφαλικά ημισφαίρια. Οι τεχνικές απεικόνισης που αναπτύχθηκαν τα τελευταία χρόνια επιτρέπουν την αναγνώριση των δομών αυτών στον ζωντανό ανθρώπινο εγκέφαλο. Με τη βοήθεια διαφόρων πειραματικών μεθόδων έχει αποδειχθεί ότι καθεμία από τις περιοχές αυτές έχει συγκεκριμένες λειτουργίες. Κατά συνέπεια, η άποψη ότι διαφορετικές περιοχές είναι εξειδικευμένες για διαφορετικές λειτουργίες θεωρείται πλέον ως ένας από τους ακρογωνιαίους λίθους της επιστήμης του εγκεφάλου.

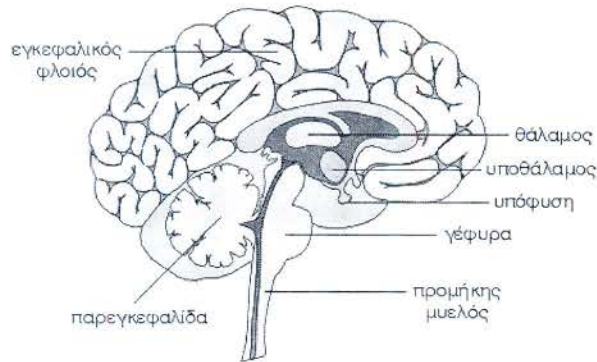
Ένας από τους λόγους για τους οποίους το γεγονός αυτό διέφευγε από τους ερευνητές για τόσα πολλά χρόνια βρίσκεται σε μια άλλη οργανωτική αρχή του νευρικού συστήματος, που είναι γνωστή ως παράλληλη επεξεργασία. Όπως θα αποδειχτεί παρακάτω, κάθε κύρια αισθητική, κινητική ή άλλη λειτουργία ολοκλήρωσης, διεκπεραιώνεται συνήθως από περισσότερες της μία νευρικές οδούς. Όταν μια περιοχή ή μια οδός υποστεί βλάβη, συχνά άλλες είναι σε θέση να αντισταθμίσουν εν μέρει την απώλεια, καλύπτοντας έτσι τις συμπεριφορικές ενδείξεις για την εντόπιση.

Το κεντρικό νευρικό σύστημα, όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, αποτελείται από επτά κύρια μέρη, τα οποία αναλύονται παρακάτω:

Ο νωτιαίος μυελός, το κατώτερο τμήμα του κεντρικού νευρικού συστήματος, δέχεται και επεξεργάζεται πληροφορίες από το δέρμα, τις αρθρώσεις και τους μυς των άκρων και του κορμού και ελέγχει τις κινήσεις των άκρων και του κορμού.

Υποδιαιρείται σε αυχενική, θωρακική, οσφυϊκή και ιερή μοίρα. Ο νωτιαίος μυελός συνεχίζεται προς τα άνω ως εγκεφαλικός στέλεχος, το οποίο μεταφέρει πληροφορίες προς και από τον νωτιαίο μυελό και τον εγκέφαλο. Το εγκεφαλικό

στέλεχος περιέχει αρκετές ευδιάκριτες ομάδες κυτταρικών σωμάτων, τους πυρήνες των εγκεφαλικών νεύρων .



Εικόνα 1

Μερικοί από τους πυρήνες αυτούς δέχονται πληροφορίες από το δέρμα και τους μυς της κεφαλής· άλλοι ελέγχουν τις κινητικές εντολές προς τους μυς του προσώπου, του αυχένα και των οφθαλμών. Άλλοι, επίσης, είναι εξειδικευμένοι για πληροφορίες από τις ειδικές αισθήσεις: για τη ακοή, την ισορροπία και τη γεύση.

Το εγκεφαλικό στέλεχος ρυθμίζει επίσης τα επίπεδα εγρήγορσης και συνείδησης, μέσω του διάχυτου δικτυωτού σχηματισμού. Το εγκεφαλικό στέλεχος αποτελείται από τρία μέρη: τον προμήκη μυελό, τη γέφυρα και τον μέσο εγκέφαλο.

Ο προμήκης μυελός, ο οποίος κείται αμέσως προς τα άνω του νωτιαίου μυελού, περιλαμβάνει αρκετά κέντρα που ρυθμίζουν ζωτικές αυτόνομες λειτουργίες, όπως είναι η πέψη, η αναπνοή και ο έλεγχος του καρδιακού ρυθμού.

Η γέφυρα, η οποία βρίσκεται προς τα άνω του νωτιαίου μυελού, μεταφέρει πληροφορίες σχετικές με την κίνηση από τα εγκεφαλικά ημισφαίρια προς την παρεγκεφαλίτιδα.

Η παρεγκεφαλίτιδα βρίσκεται πίσω από τη γέφυρα και συνδέεται με το εγκεφαλικό στέλεχος με μεγάλες δεσμίδες ινών, οι οποίες ονομάζονται παρεγκεφαλιδικά σκέλη. Η παρεγκεφαλίτιδα τροποποιεί τη δύναμη και το εύρος

της κίνησης και παίζει ουσιαστικό ρόλο στην εκμάθηση των κινητικών δεξιοτήτων.

Ο μέσος εγκέφαλος, ο οποίος κείται προς τα άνω της γέφυρας, ελέγχει πολλές αισθητικές και κινητικές λειτουργίες, περιλαμβανομένων των οφθαλμικών κινήσεων και του συντονισμού των οπτικών και ακουστικών αντανακλαστικών.

Ο διάμεσος εγκέφαλος κείται προς τα άνω του μέσου εγκεφάλου και περιέχει δύο δομές.

Η μία, ο θάλαμος, επεξεργάζεται τις περισσότερες από τις πληροφορίες που φθάνουν στο φλοιό των εγκεφαλικών ημισφαιρίων, προερχόμενες από το υπόλοιπο κεντρικό νευρικό σύστημα.

Η άλλη, ο υποθάλαμος, ρυθμίζει αυτόνομες, ενδοκρινικές και σπλαχνικές λειτουργίες.

Τα εγκεφαλικά ημισφαίρια αποτελούνται από τον φλοιό των εγκεφαλικών ημισφαιρίων και από τις τρεις δομές: τα βασικά γάγγλια, τον ιππόκαμπο και την αμυγδαλή. Τα βασικά γάγγλια συμμετέχουν στη ρύθμιση της εκτέλεσης της κίνησης· ο ιππόκαμπος σχετίζεται με πλευρές αποθήκευσης της μνήμης η αμυγδαλή συντονίζει αυτόνομες και ενδοκρινικές αποκρίσεις σε συνδυασμό με συναισθηματικές καταστάσεις.



Εικόνα 2

Στη συνέχεια περιγράφεται η δομή των λοβών των ημισφαιρίων του εγκεφάλου.

- **Μετωπιαίος λοβός:** Οι μετωπιαίοι λοβοί βρίσκονται πρόσθια της κεντρικής αύλακας. Είναι ουσιαστικοί για τον σχεδιασμό και την εκτέλεση συμπεριφορών που προκύπτουν από μάθηση και πρόθεση. Επίσης είναι η έδρα πολλών ανασταλτικών λειτουργιών .
- **Βρεγματικός λοβός:** Βρίσκεται πάνω από το ινιακό λοβό και πίσω από τον μετωπιαίο. Σαν λειτουργία έχει τη συλλογή αισθητηριακών πληροφοριών από διάφορα μέρη του σώματος, τη γνώση των αριθμών και των σχέσεών τους, καθώς και στο χειρισμό των αντικειμένων. Επίσης, υπάρχουν και τμήματα αυτού του λοβού που ασχολούνται με την οπτικοχωρική επεξεργασία.
- **Ινιακός λοβός:** Βρίσκεται στο πίσω μέρος του κεφαλιού και περιλαμβάνουν τον πρωτογενή οπτικό φλοιό και οπτικές συνειρμικές περιοχές. Οποιαδήποτε βλάβη στον πρωτογενή οπτικό φλοιό μπορεί

να οδηγήσει σε μια μορφή κεντρικής τύφλωσης που καλείται σύνδρομο Anton. Οι ασθενείς καθίστανται ανίκανοι να αναγνωρίζουν τα αντικείμενα βλέποντάς τα και γενικά αγνοούν τια ανεπάρκειες τους.

- **Κροταφικός λοβός:** Βρίσκεται πάνω από τους μετωπιαίους και βρεγματικούς λοβούς και μπροστά από το ινιακό λοβό. Οι κροταφικοί λοβοί αποτελούν αναπόσπαστη δομή για την ακουστική αντίληψη, τις δεκτικές συνιστώσες του λόγου, την οπτική μνήμη, τη δηλωτική μνήμη και τα συναισθήματα. Ένα μέρος του κροταφικού λοβού είναι ο ιπόκαμπος, που διαδραματίζει καθοριστικό ρόλο για την βραχυπρόθεσμη και μακροπρόθεσμη μνήμη. Η λειτουργία του συνδέεται με τις διαφορετικές εργασίες, όπως η αναστολή, η μνήμη και ο χώρος.
- **Νήσος του REIL:** Η νήσος του εγκεφάλου ενοποιεί αισθητηριακές πληροφορίες καθώς και πληροφορίες του αυτόνομου νευρικού συστήματος από τα σπλάχνα. Παίζει ρόλο σε ορισμένες λειτουργίες του λόγου όπως αποδεικνύεται από την αφασία σε ασθενείς με κάποιες βλάβες στη νήσο. Η νήσος έχει τη δυνατότητα να επεξεργάζεται πλευρές του αισθήματος άλγους, της θερμοκρασίας και πιθανώς της γεύσης.

Ο εγκέφαλος, μαζί με ορισμένα βασικά όργανα, αποτελεί το Νευρικό σύστημα του ανθρώπινου οργανισμού. Το νευρικό σύστημα αποτελείται από:

- Το εγκεφαλονωτιαίο σύστημα
- Το Συμπαθητικό Νευρικό σύστημα και
- Το Παρασυμπαθητικό Νευρικό σύστημα

Το εγκεφαλονωτιαίο σύστημα αποτελείται από ινώδη περιβλήματα με τα οποία καλύπτεται ο εγκέφαλος, τις μήνιγγες.

Το συμπαθητικό είναι το σύστημα των νεύρων που συνδέουν το νωτιαίο μυελό με τα σπλάχνα. Στη διαδρομή τους συναντούν τα συμπαθητικά γάγγλια, που βρίσκονται από τη μια και την άλλη πλευρά της σπονδυλικής στήλης.

Το παρασυμπαθητικό ξεκινά και αυτό από το νωτιαίο μυελό με κατεύθυνση προς τα σπλάχνα, αλλά δεν διέρχεται από τα συμπαθητικά γάγγλια. Τα δυο τελευταία βρίσκονται σε μια σχέση συμπλήρωσης μεταξύ τους και ενεργούν ανεξάρτητα από τη θέληση του ανθρώπου.

1.3 Μετάδοση σημάτων μέσω των νευρικών κυττάρων.

Οι βασικές μονάδες του εγκεφάλου, δηλαδή τα νευρικά κύτταρα, είναι αρκετά απλά. Ο εγκέφαλος είναι ικανός να παράγει εξαιρετικά σύνθετη συμπεριφορά, διότι περιέχει έναν εκπληκτικά μεγάλο αριθμό νευρικών κυττάρων, περίπου 100 δισεκατομμύρια, τα οποία επικοινωνούν μεταξύ τους μέσω ειδικών διασυνδέσεων. Παρά τον μεγάλο τους αριθμό τους, τα νευρικά κύτταρα έχουν αρκετά κοινά στοιχεία.

Μια βασική ανακάλυψη για την κατανόηση του εγκεφάλου είναι ότι η δυνατότητα για την παραγωγή σύνθετης συμπεριφοράς δεν εξαρτάται τόσο από την ποικιλία των νευρικών κυττάρων όσο από τον αριθμό τους και τις ακριβείς συνδέσεις μεταξύ τους, καθώς και με αισθητικούς υποδοχείς και μυς.

Ένας συνήθης νευρώνας έχει τέσσερις ,μορφολογικά καθορισμένες, περιοχές: το κυτταρικό σώμα, τους δενδρίτες , τον νευράξονα και τα προσυναπτικά τελικά κομβία. Όπως θα φανεί στη συνέχεια, καθεμία από τις περιοχές αυτές έχει ιδιαίτερη αποστολή στην παραγωγή των σημάτων.

Το κυτταρικό σώμα είναι το κέντρο μεταβολισμού του κυττάρου. Περιέχει τον πυρήνα, στον οποίο βρίσκονται τα γονίδια του κυττάρου, το κοκκώδες και λείο ενδοπλασματικό δικτυωτό, το οποίο συνθέτει τις πρωτεΐνες του κυττάρου. Το κυτταρικό σώμα χορηγεί συνήθως δύο ειδών προεκβολές ή αποφυάδες, τους δενδρίτες και τον νευράξονα.

Οι περισσότεροι νευρώνες έχουν αρκετούς δενδρίτες, οι οποίοι διακλαδίζονται όπως ένα δένδρο και χρησιμεύουν ως κύρια συσκευή υποδοχής σημάτων από άλλα νευρικά κύτταρα. Αντίθετα, από το κυτταρικό σώμα εκφύεται μόνο ένας νευράξονας, μια σωληνοειδής κατασκευή που εκπορεύεται από μια εξειδικευμένη περιοχή του κυτταρικού σώματος η οποία καλείται εκφυτικός κώνος. Η διάμετρος των νευραξόνων κυμαίνεται μεταξύ 0.2 και 20 μm .

Ο νευράξονας, η κύρια μονάδα αγωγής του νευρώνα, είναι ικανός να μεταφέρει ηλεκτρικά σήματα σε μήκος που κυμαίνεται μεταξύ 0.1mm και 2m. Πολλοί νευράξονες διαιρούνται σε αρκετούς κλάδους, μεταφέροντας έτσι πληροφορίες σε διαφορετικούς στόχους.

Τα ηλεκτρικά σήματα που διατρέχουν τον νευράξονα και τα οποία καλούνται δυναμικά ενέργειας είναι σύντομες και παροδικές νευρικές ώσεις του τύπου, όλον ή ουδέν, αναγεννάται διαρκώς καθώς οδεύει κατά μήκος του νευράξονα.

Τα δυναμικά ενέργειας, τα σήματα που χρησιμοποιούνται από τον εγκέφαλο για την υποδοχή, την ανάλυση και τη μεταφορά πληροφοριών, είναι εντόνως τυποποιημένα σε όλα το νευρικό σύστημα. Προκαλούνται, βεβαίως, από ποικίλα φυσικά γεγονότα του περιβάλλοντος τα οποία έρχονται σε επαφή με το ανθρώπινο σώμα, μηχανική επαφή, οσμογόνα, φως ή ωστικά κύματα.

Ωστόσο, τα σήματα που μεταφέρουν οπτικές πληροφορίες είναι όμοια με εκείνα που μεταφέρουν, παραδείγματος χάριν, πληροφορίες σχετικά με οσμές. Μία από τις θεμελιώδεις αρχές λειτουργίας του εγκεφάλου υποστηρίζει ότι η πληροφορία που μεταφέρεται με ένα δυναμικό ενέργειας, καθορίζεται όχι από τον τύπο του σήματος, αλλά από την οδό του εγκεφάλου στην οποία οδεύει το σήμα. Έγκειται στον εγκέφαλο να αναλύσει και να ερμηνεύσει τα σχέδια των εισερχόμενων ηλεκτρικών σημάτων και με τον τρόπο αυτό να δημιουργήσει τις καθημερινές οπτικές και ακουστικές αντιλήψεις του ανθρώπου.

Οι νευρώνες ταξινομούνται με βάση τη λειτουργία τους σε τρεις κύριες ομάδες: αισθητικούς, κινητικούς και διάμεσους νευρώνες. Οι αισθητικοί νευρώνες μεταφέρουν στο νευρικό σύστημα πληροφορίες τόσο για την αντίληψη όσο και τον κινητικό συντονισμό. Οι κινητικοί νευρώνες μεταφέρουν εντολές σε μυς και αδένες. Οι διάμεσοι νευρώνες συγκροτούν τη σαφώς πολυαριθμότερη ομάδα, αποτελούμενη από όλα τα κύτταρα του νευρικού συστήματος τα οποία δεν είναι ειδικώς αισθητικά ή κινητικά.

Οι διάμεσοι νευρώνες αναμετάδοσης ή προβολής έχουν μακρύ νευράξονα και μεταφέρουν πληροφορίες σε μεγάλες αποστάσεις, από μια περιοχή του εγκεφάλου σε μια άλλη. Οι τοπικοί διάμεσοι νευρώνες έχουν βραχύ νευράξονα και επεξεργάζονται πληροφορίες μέσα σε τοπικά δίκτυα.

Προκειμένου να παραχθεί μια συμπεριφορά, κάθε αισθητικό και κινητικό νευρικό κύτταρο που συμμετέχει, δημιουργεί με τη σειρά, τέσσερις τύπους σημάτων σε διαφορετικά σημεία του κυττάρου: ένα σήμα εισόδου, ένα σήμα ολοκλήρωσης (εκκίνησης), ένα σήμα αγωγής και ένα σήμα εξόδου.

Ανεξαρτήτως μεγέθους, σχήματος, βιοχημείας διαβιβαστή ή λειτουργίας, σχεδόν όλοι οι νευρώνες είναι δυνατόν να περιγράφουν με έναν νευρώνα-μοντέλο που έχει τέσσερις λειτουργικές περιοχές: ένα τοπικό στοιχείο εισόδου, ένα στοιχείο αγωγής και ένα στοιχείο εξόδου του σήματος. Για να κατανοηθεί πως παράγονται οι τέσσερις τύποι σημάτων, ο ένας με τον άλλο, πρέπει να εξεταστούν οι ηλεκτρικές ιδιότητες της κυτταρικής μεμβράνης .

Οι νευρώνες διατηρούν μια διαφορά ηλεκτρικού φορτίου της τάξης των 65mV κατά μήκος της κυτταρικής μεμβράνης τους. Η διαφορά αυτή ονομάζεται δυναμικό ηρεμίας της μεμβράνης. Όπως θα αναφερθεί και παρακάτω, δημιουργείται από την άνιση κατανομή ιόντων νατρίου, καλίου και χλωρίου, καθώς και οργανικών ανιόντων εκατέρωθεν της κυτταρικής μεμβράνης, αφ' ενός, και λόγω της επιλεκτικής διαπερατότητας της μεμβράνης από το κάλιο, αφ' ετέρου. Αυτοί οι δύο παράγοντες δρουν σε συνδυασμό, προκειμένου να καταστήσουν το εσωτερικό περιβάλλον της κυτταρικής μεμβράνης αρνητικά φορτισμένο σε σχέση με το εξωτερικό. Επειδή το δυναμικό στο εξωτερικό περιβάλλον της μεμβράνης ορίζεται αυθαίρετα ως μηδενικό, λέγεται ότι το δυναμικό ηρεμίας της μεμβράνης είναι -65mV. Σε διάφορα νευρικά κύτταρα, το δυναμικό ηρεμίας μπορεί να κυμαίνεται από περίπου -40 έως -80mV. Σε μυϊκά κύτταρα, το δυναμικό ηρεμίας είναι ακόμη υψηλότερο, -90 mV περίπου.

Η άνιση κατανομή των ιόντων διατηρείται με μια ειδική μεμβρανική πρωτεΐνη, η οποία λειτουργεί ως αντλία, μεταφέροντας νάτριο έξω από το κύτταρο και κάλιο

μέσα σε αυτό. Αυτή η αντλία νατρίου – καλίου διατηρεί στο εσωτερικό του κυττάρου τη συγκέντρωση του νατρίου χαμηλή και τη συγκέντρωση του καλίου υψηλή. Το δυναμικό ηρεμίας της μεμβράνης οφείλεται σε δύο ιδιότητες του κυττάρου: (1) στις διαφορές συγκέντρωσης που δημιουργεί η αντλία νατρίου – καλίου και (2) στην υψηλή διαπερατότητά της από το νάτριο. Εξαιτίας της υψηλής συγκέντρωσής του στο εσωτερικό του κυττάρου, το κάλιο τείνει να βγει από το κύτταρο υπό την επίδραση της διαφοράς συγκέντρωσης. Καθώς το κάλιο, ένα θετικό φορτισμένο ιόν, διαφεύγει στο εξωτερικό περιβάλλον του κυττάρου, αφήνει ένα νέφος μη εξουδετερωμένου αρνητικού φορτίου στην εσωτερική επιφάνεια της μεμβράνης με αποτέλεσμα να καθίσταται η μεμβράνη πιο ηλεκτρική στο εσωτερικό του κυττάρου(κατά από 65mV) απ' ότι στο εξωτερικό.

1.4 Τα δυο ημισφαίρια του εγκεφάλου.

Ο εγκέφαλος αποτελείται από τα δύο ημισφαίρια, το αριστερό και το δεξί. Και τα δύο ημισφαίρια του εγκεφάλου δεν είναι ανεπτυγμένα το ίδιο. Μεταξύ των δύο ημισφαιρίων υπάρχει μια λειτουργική ανισότητα που αποτελεί χαρακτηριστικό γνώρισμα του ανθρώπινου είδους. Κάθε ημισφαίριο του εγκεφάλου εμφανίζει μια εσωτερική κοιλότητα που συγκοινωνεί με την ονομαζόμενη τρίτη κοιλία που βρίσκεται στη μέση του εγκεφάλου. Υπάρχει και τέταρτη κοιλία, η κοιλία του εγκεφαλικού στελέχους. Ο άνθρωπος χρησιμοποιεί και τα δύο ημισφαίρια στα οποία επεξεργάζονται πληροφορίες με διαφορετικούς τρόπους. Γνωρίζοντας αυτές τις διαφορές μπορεί να αναγνωριστεί και να αποδεχτεί η μοναδικότητα του κάθε ανθρώπινου εγκεφάλου.

Το αριστερό ημισφαίριο επεξεργάζεται πληροφορίες με γραμμικό, αναλυτικό τρόπο. Αναλύει, κρίνει, εστιάζει περισσότερο στο πρόβλημα. Βασικά χαρακτηριστικά του αριστερού ημισφαιρίου είναι η οργάνωση, η λογική επεξεργασία και η τακτοποίηση. Φτιάχνει λίστες, προγράμματα και είναι σε θέση να τα αναλύσει ακλουθώντας μια λογική σειρά. Η μνήμη και η επεξεργασία της σκέψης στο αριστερό ημισφαίριο είναι λεκτική. Αυτό το ημισφαίριο είναι υπεύθυνο για την κατανόηση των συμβόλων (γράμματα, λέξεις), των αριθμών και των μαθηματικών ορισμών. Επίσης μπορεί να διαχωρίσει το παρελθόν με το παρόν και το μέλλον. Ουσιαστικά χρησιμοποιεί το παρελθόν για να ερμηνεύσει το παρόν και να δράσει στο μέλλον.

Από την άλλη πλευρά υπάρχει το δεξί ημισφαίριο το οποίο ξεκινά από το σύνολο για να προχωρήσει στα μέρη και είναι πιο δημιουργικό έξω από τα όρια της λογικής. Βασικά χαρακτηριστικά του δεξιού ημισφαιρίου είναι η δυνατότητα της σύνθεσης και της σύνδεσης πληροφοριών με βάση το νόημα που έχουν. Σκέφτεται εικόνες, ψάχνει το νόημα, θέλει τα πράγματα χειροπιαστά. Το αριστερό ημισφαίριο ελέγχει το δεξιό μέρος του σώματος ενώ το δεξιό ημισφαίριο ελέγχει το αριστερό.

Το ημισφαίριο που ανταποκρίνεται συχνότερα και αποτελεσματικότερα στα ερεθίσματα ονομάζεται κυρίαρχο ημισφαίριο. Άτομα που έχουν κυρίαρχο ημισφαίριο το δεξί ανήκουν στους οπτικούς τύπους και μαθαίνουν καλύτερα με εικόνες. Αναγνωρίζονται από τον τρόπο που δίνουν και παίρνουν πληροφορίες. Όταν θέλουν να τις δώσουν τις σκιαγραφούν σε ένα χαρτί και όταν θέλουν να τις πάρουν, πρέπει να τις διαβάσουν. Λειτουργούν περισσότερο συναισθηματικά γι αυτό γίνονται και παρορμητικά.

Τα άτομα που λειτουργούν με το δεξί ημισφαίριο δεν μιλούν πολύ και αντιμετωπίζουν δυσκολίες στα γλωσσικά μαθήματα, αλλάζουν συνεχώς το περιβάλλον που ζουν για να ικανοποιήσουν τις ανάγκες τους, δεν μπορούν να σταθμίσουν το χρόνο με αποτέλεσμα να μην ολοκληρώνουν έγκαιρα την εργασία τους.

Έχουν δυσκολία να βάλουν σε σειρά τις σκέψεις τους, γιατί προχωράνε από το ολικό στο μερικό, λειτουργούν με τη φαντασία, συνήθως αποδίδουν όταν βρίσκονται σε εγκεφαλικά κύματα Άλφα.

Άτομα που έχουν κυρίαρχο ημισφαίριο το αριστερό, μαθαίνουν μέσα από το άκουσμα και λέγονται ακουστικοί τύποι. Προτιμούν αν πάρουν πληροφορίες προφορικά. Αντιλαμβάνονται την πραγματικότητα ακολουθώντας την πορεία από το μερικό στο ολικό. Λειτουργούν περισσότερο λογικά και γι αυτό δεν εκφράζουν συναισθήματα.

Ο μόνος πραγματικός χρόνος είναι το παρόν, το οποίο υπάρχει διαισθητικά με βάση τις αισθήσεις που παίρνει από το περιβάλλον.

Ο άνθρωπος χρειάζεται τις λειτουργίες του αριστερού ημισφαιρίου του εγκεφάλου για να είναι αποτελεσματικός και να συνδέεται με τον υλικό, τρισδιάστατο κόσμο στον οποίο ανήκει. Τα ένστικτα του βιολογικού του εαυτού, προσφέρουν και εξασφαλίζουν την επιβίωσή του. Η ποιότητα όμως στη ζωή του, η δημιουργικότητα, η ανθρωπιά, η ευτυχία, βρίσκονται στις ιδιότητες του δεξιού ημισφαιρίου το οποίο τον συνδέει με τα πάντα γύρω του.

Και τα δύο αυτά ημισφαίρια δεν είναι το ίδιο ανεπτυγμένα στον άνθρωπο. Μεταξύ των δύο ημισφαιρίων υπάρχει μια λειτουργική ανισότητα που αποτελεί χαρακτηριστικό γνώρισμα του ανθρώπινου είδους. Υπάρχει η πιθανότητα μια

βλάβη ενός ημισφαιρίου να το απομονώσει και να γίνεται η σωστή λειτουργία του άλλου, αφού τα δύο ημισφαίρια λειτουργούν μεμονωμένα.

Για παράδειγμα από έρευνα που έχει γίνει, παρουσιάζεται ότι εάν το αριστερό ημισφαίριο ενός ανθρώπινου εγκεφάλου καταστραφεί από έναν τραυματισμό, τότε ο συγκεκριμένος άνθρωπος δεν μπορεί να μιλήσει, μπορεί όμως να αισθανθεί.

Επίσης έχει αποδειχθεί ότι άτομα που έχουν περισσότερο αναπτυγμένο το δεξιό μέρος του σώματός τους, καθώς και τη δυνατότητα ομιλίας που έχουν, το οφείλουν στο αριστερό ημισφαίριο του εγκεφάλου τους. Το ίδιο συμβαίνει και για το αριστερό μέρος του σώματος(αριστερόχειρες).

1.5 Εγκεφαλική απεικόνιση.

Όπως αναφέρθηκε, ο εγκέφαλος αποτελεί αν όχι το πιο ευαίσθητο, σίγουρα όμως ένα από τα περισσότερα ευαίσθητα όργανα του ανθρώπου. Γι αυτό το λόγο, εδώ και 30 χρόνια η επιστήμη ασχολείται με την απεικόνιση της εγκεφαλικής λειτουργίας. Αυτές λοιπόν, οι λειτουργικές τεχνικές απεικόνισης του εγκεφάλου, δίνουν τη δυνατότητα να φανεί τι συμβαίνει μέσα στο κρανίο και έτσι να παρατηρηθεί με προσοχή το εσωτερικό του ανθρώπινου εγκεφάλου και να δούμε το πώς σκέφτεται, μαθαίνει ή ονειρεύεται.

Οι ηλεκτροφυσιολογικές τεχνικές για την παρακολούθηση της νευρωνικής δραστηριότητας βασίζονται σε αλλαγές στο μεμβρανικό δυναμικό ενεργοποιημένων νευρώνων. Οι τεχνικές εγκεφαλικής απεικόνισης στηρίζονται στην καταγραφή μεταβολών του ενεργειακού μεταβολισμού που απαιτείται από νευρώνες εν ενεργεία.

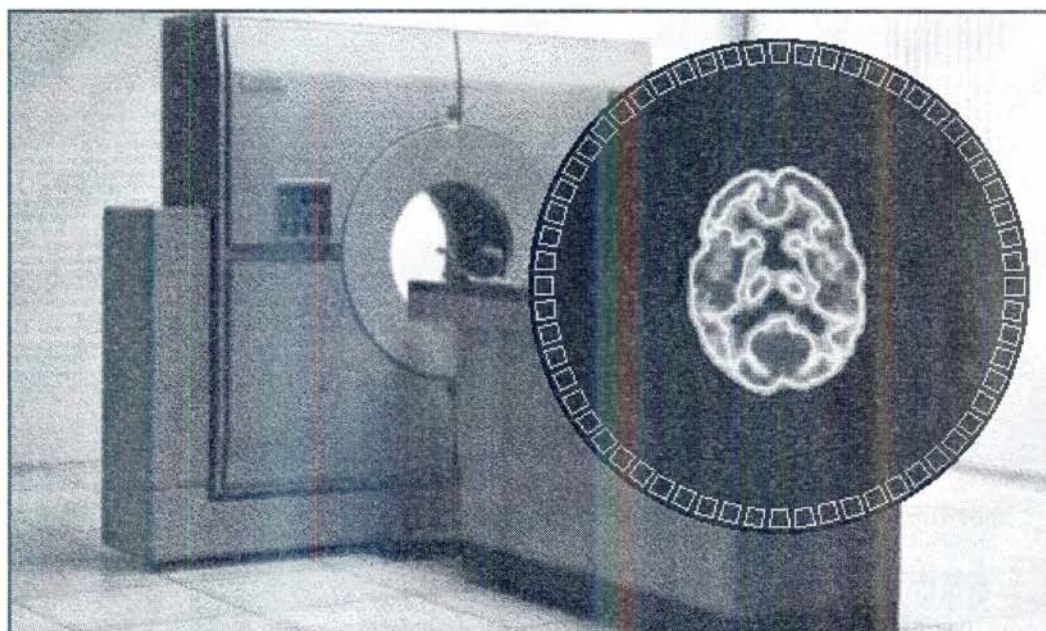
Οι ηλεκτροχημικές συνιστώσες που μετακινούν φορτισμένα ιόντα μέσα και έξω από τους νευρώνες απαιτούν ενέργεια για τη λειτουργία τους. Η πηγή αυτής της ενέργειας είναι η οξείδωση της γλυκόζης. Η γλυκόζη και το οξυγόνο παροχετεύονται στον εγκέφαλο μέσω της εγκεφαλικής κυκλοφορίας. Μέσω του νευροαγγειακού συνδέσμου, υπάρχει μια τοπική αύξηση της εγκεφαλικής αιματικής ροής στις περιοχές που υπάρχει αυξημένη δραστηριότητα. Αυτό συμβαίνει πολύ γρήγορα. Οι σύγχρονες νευροαπεικονιστικές συσκευές μπορούν να μετρήσουν την αλλαγή, που συμβαίνει τοπικά, εγκεφαλική αιματική ροή. Η συγκεκριμένη αυτή μέτρηση, χρησιμοποιείται ως δείκτης νευρωνικής δραστηριότητας.

Η πρώτη λειτουργική τεχνική που αναπτύχθηκε ονομάστηκε **Τομογραφία Εκπομπής Ποζιτρονίων(ΡΕΤ)**. Αυτή η διαδικασία περιλαμβάνει την ενέσιμη χορήγηση ραδιοϊσοτόπων στον εξεταζόμενο, που προσκολλούνται σε ουσίες με βιολογικό ενδιαφέρον. Δακτύλιοι ανιχνευτών, γύρω από το κεφάλι του εξεταζόμενου, καταγράφουν το χρόνο και τη θέση γόμμα σωματιδίων που εκπέμπονται από το πυρηνικό ισότοπο, όπως διαπερνά τον εγκέφαλο και

εξασθενεί. Το PET μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη χαρτογράφηση μεταβολών στην τοπική εγκεφαλική αιματική ροή (CBF).

Τέτοιες μετρήσεις οδήγησαν στον εντοπισμό αισθητικών, κινητικών και γνωστικών λειτουργιών στον ανθρώπινο εγκέφαλο.

Το PET έχει και διάφορα μειονεκτήματα, εκ των οποίων το κυριότερο είναι ότι απαιτεί τη χορήγηση ραδιοϊσοτόπων. Αυτό σημαίνει ότι πολλοί άνθρωποι, όπως παιδιά και γυναίκες σε ηλικία τεκνοποίησης, δε μπορούν να υποβληθούν σε PET και ο αριθμός των μετρήσεων που λαμβάνονται με μία σάρωση είναι περιορισμένος.



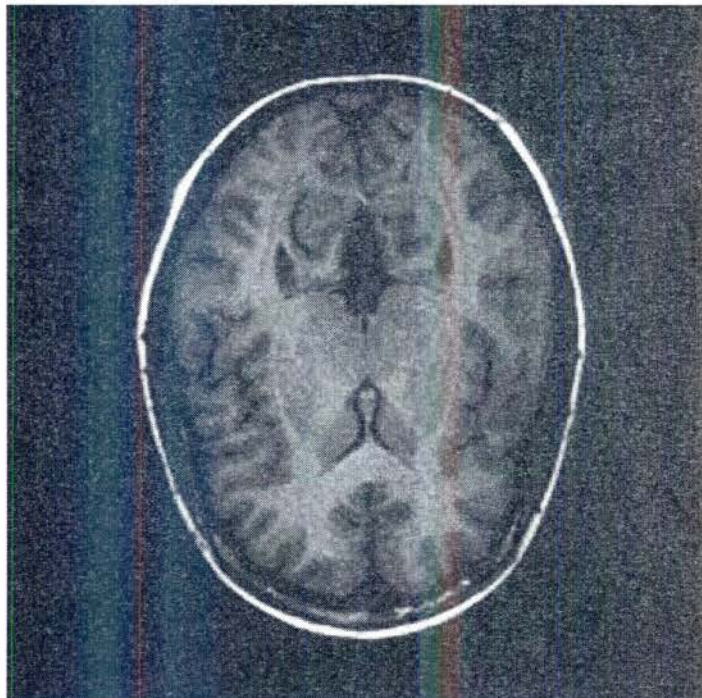
Εικόνα 3

Μια δεύτερη μέθοδος απεικόνισης της ανατομίας του εγκεφάλου ενός ατόμου που βρίσκεται εν ζωή είναι η **μαγνητική τομογραφία (MRI)**, που είναι γνωστή και ως πυρηνικός μαγνητικός συντονισμός (NMR). Η μαγνητική τομογραφία μπορεί να δώσει απεικονίσεις υψηλής ευκρίνειας, χωρίς την έκθεση του εγκεφάλου σε ακτινοβολία X. Αυτή η μέθοδος βασίζεται στο γεγονός ότι οποιαδήποτε άτομο με περιττό αριθμό πρωτονίων, όπως το υδρογόνο, εμφανίζει

εγγενή περιστροφή. Υπό κανονικές συνθήκες ο άξονας περιστροφής του κάθε ατόμου έχει τυχαία κατεύθυνση, αλλά ένα εξωτερικό μαγνητικό πεδίο μπορεί να διευθετήσει κατά σειρά τους άξονες περιστροφής.

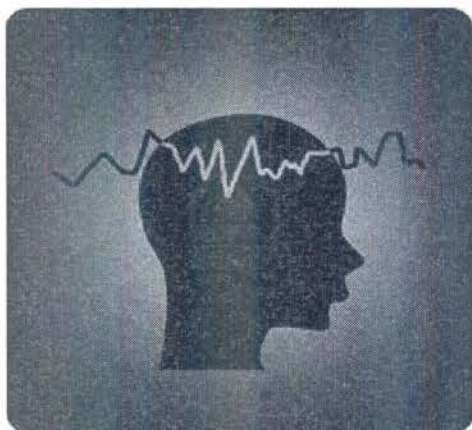
Ένα πεδίο ραδιοσυχνοτήτων μπορεί να κάνει όλα αυτά τα άτομα να κινούνται σαν πολύ μικρές σβούρες. Όταν το πεδίο ραδιοσυχνοτήτων σταματάει, οι πυρήνες των ατόμων απελευθερώνουν ηλεκτρομαγνητική ενέργεια, καθώς επανέρχονται σε κατάσταση ηρεμίας.

Μετρώντας αυτή την ενέργεια, οι μαγνητικοί τομογράφοι σχηματίζουν μία απεικόνιση του εγκεφάλου. Όπως η αξονική τομογραφία (η οποία βασίζεται στις ακτίνες X, αλλά δεν επιτρέπουν την ευκρινή διάκριση της μιας περιοχής του εγκεφάλου από την άλλη) και η μαγνητική τομογραφία μπορεί να αποκαλύψει δομικές αλλοιώσεις, όπως η διάσπαση κοιλίας ή έναν ατροφικό φλοιό. Το πιο σημαντικό μειονέκτημα της μαγνητικής τομογραφίας είναι ότι είναι αργή, καθώς απαιτούνται περίπου 15 λεπτά για την ολοκλήρωσή της. Συνεπώς, η απεικόνιση που σχηματίζεται μπορεί να αποκαλύψει μόνο στατικές δομές και όχι κίνηση.



Εικόνα 4

1.6 Ηλεκτροεγκεφαλογράφημα(ΗΕΓ)



Κάθε στιγμή, ορισμένες περιοχές του εγκεφάλου είναι περισσότερο δραστήριες από κάποιες άλλες. Για παράδειγμα, ο οπτικός φλοιός εμφανίζει μεγαλύτερη δραστηριότητα κατά τη διάρκεια οπτικού ερεθισμού. Οι ερευνητές έχουν επινοήσει διάφορες αναίμακτες τεχνικές για τη μέτρηση των αλλαγών της εγκεφαλικής δραστηριότητας.

Ο ηλεκτροεγκεφαλόγραφος (ΗΕΓ) είναι μία συσκευή που καταγράφει την ηλεκτρική δραστηριότητα του εγκεφάλου μέσω ηλεκτροδίων που τοποθετούνται στην επιφάνεια του κρανίου. Ο ΗΕΓ παρέχει στους ερευνητές τη δυνατότητα να έχουν μία αδρή εκτίμηση της εγκεφαλικής δραστηριότητας, τόσο του ανθρώπου, όσο και των ζώων, χωρίς να είναι απαραίτητη κάποια τομή στο κρανίο. Τα ηλεκτρόδια, συνήθως οκτώ, προσκολλώνται σε διάφορες περιοχές της επιφάνειας του κρανίου και το σήμα τους (βιοηλεκτρικό δυναμικό) ενισχύεται και καταγράφεται. Εξετάζοντας ένα ηλεκτροεγκεφαλογράφημα, οι ερευνητές είναι σε θέση να προσδιορίσουν αν το άτομο κοιμάται, αν ονειρεύεται, αν είναι ξύπνιο ή αν βρίσκεται σε διέγερση.

Ορισμένα χαρακτηριστικά του ηλεκτροεγκεφαλογράφηματος μπορεί να υποδηλώνουν την ύπαρξη της επιληψίας, όγκων ή άλλων βιολογικών προβλημάτων που εντοπίζονται σε κάποια εγκεφαλική περιοχή, κάτω από ένα συγκεκριμένο ηλεκτρόδιο.

Με τη μέθοδο των προκλητών δυναμικών, οι ερευνητές χρησιμοποιούν τον ΗΕΓ για να καταγράφουν τη δραστηριότητα που παρατηρείται στον εγκέφαλο ως αντίδραση σε αισθητικά ερεθίσματα. Όλα τα αισθητικά ερεθίσματα προκαλούν, μετά από πολύ σύντομο λανθάνον διάστημα (καθυστέρηση), ηλεκτρική δραστηριότητα με χαρακτηριστική κυματομορφή σε μια συγκεκριμένη περιοχή του εγκεφαλικού φλοιού. Αν το άτομο αντιδράσει στο ερέθισμα αποδίδοντάς του

νόημα και προσοχή, εμφανίζεται μία άλλη ηλεκτρική αντίδραση με λανθάνοντα χρόνο 0,3 δευτερολέπτων.

Οι συχνότητες των εγκεφαλικών κυμάτων σχετίζονται με την ψυχολογική αλλά και με την φυσιολογική πλευρά μιας οποιασδήποτε δραστηριότητας και μπορούν αυτές να διαχωριστούν σε διαφορετικές περιοχές συχνοτήτων. Αυτές οι συχνότητες των εγκεφαλικών κυμάτων είναι η Βήτα, η Άλφα, η Θήτα, η Δέλτα και η Γόμμα. Τα κύματα Θήτα και Δέλτα, εκπέμπονται όταν η εγκεφαλική δράση περιορίζεται. Μετά τον πρώτο ύπνο, ο εγκέφαλος πέφτει από τα κύματα Άλφα στα κύματα Θήτα και μετά στα Δέλτα. Στην περίπτωση αναισθησίας κυριαρχούν τα κύματα Δέλτα.

Στα βαθιά επίπεδα του νου, ο άνθρωπος φτάνει με τα κύματα Άλφα και Θήτα.

Η εγκεφαλική ακτινοβολία διαφέρει από άτομο σε άτομο και εξαρτάται ουσιαστικά από την ηλικία.

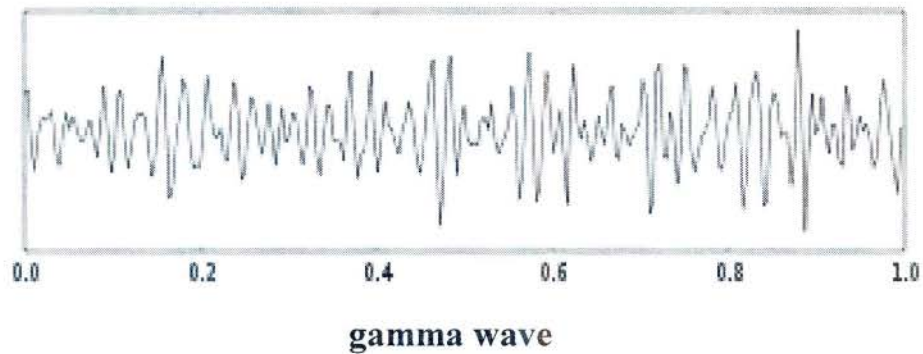
- Από 0-4 ετών κυριαρχούν τα κύματα Δέλτα.
- Από 4-7 ετών κυριαρχούν τα κύματα Θήτα.
- Από 7-12 ετών κυριαρχούν τα κύματα Άλφα.
- Από 12 και πάνω κυριαρχούν τα κύματα Βήτα.

Υπάρχουν, φυσιολογικά, τελείως, άτομα που δεν έχουν καθόλου κύματα Άλφα και είναι δυνατό τα Άλφα και Βήτα να συνυπάρχουν σε ένα άτομο. Τα κύματα Βήτα πηγάζουν από το αριστερό ημισφαίριο του εγκεφάλου, ενώ τα κύματα Άλφα, Θήτα και Δέλτα πηγάζουν από το δεξιό ημισφαίριο.

Παρακάτω περιγράφονται πιο αναλυτικά τα κύματα του εγκεφάλου που δίνει το ΗΕΓ.

Gamma waves:

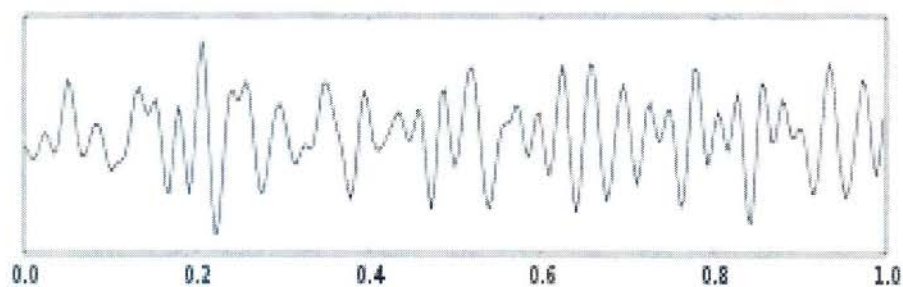
Τα εγκεφαλικά κύματα στην περιοχή Γόμμα είναι νευρικές ταλαντώσεις με συχνότητες από 25 έως 100 Hz. Είναι τα κύματα που αντικατοπτρίζουν το μηχανισμό της συνείδησης. Τα κύματα γόμμα μαζί με τα κύματα βήτα, έχουν συσχετιστεί με την προσοχή, την αντίληψη και τη γνωστική.



Beta waves:

Τα εγκεφαλικά κύματα στην περιοχή Βήτα έχουν τις υψηλότερες συχνότητες 12 έως 30 HZ .Τα κύματα βήτα είναι μικρά και γρήγορα και σχετίζονται με την εστιασμένη συγκέντρωση και αναπτύσσονται ευρύτατα όταν μία φυσική δραστηριότητα του ανθρώπου βρίσκεται σε ένταση ή ταραχή ή άγχος και χωρίς βέβαια να συγκεντρώνεται σε αυτή την δραστηριότητα. Είναι χρήσιμα στις πρακτικές δουλειές και εμποδίζουν το νου να χαλαρώσει. Τα κύματα αυτά αναπτύσσονται στο κεντρικό και στις μετωπιαίες περιοχές.

Έτσι λοιπόν τα κύματα της περιοχής Βήτα επηρεάζουν την έκβαση μίας κατάστασης, καθώς εμφανίζονται με την μορφή των ακραίων συναισθημάτων που αναφέρθηκαν. Τα κύματα του βήτα ρυθμού χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες : Στα Low beta waves που είναι στις συχνότητες 12-16 Hz , στα Beta waves που είναι στις συχνότητες 16,5-20 Hz και στην κατηγορία High beta wave που είναι οι συχνότητες 20,5-30 Hz. Τα χαμηλά κύματα των βήτα συχνοτήτων συνδέονται συνήθως με δραστηριότητα, ανήσυχη σκέψη και ενεργή συγκέντρωση. Όταν υπάρχει αύξηση της δραστηριότητας των κυμάτων βήτα συνήθως παρουσιάζονται σε περιπτώσεις αντίστασης ή καταστολής κίνησης ή ακόμη και όταν επιλύουμε ένα μαθηματικό πρόβλημα.



beta wave

Alpha waves:

Μερικοί ερευνητές θεωρούν δεδομένο ότι υπάρχουν τουλάχιστον τρεις μορφές κυμάτων Άλφα .

Τα κύματα Άλφα είναι παρόντες σε διαφορετικά στάδια του ύπνου-εγρήγορσης. Η πιο ευρέως τεκμηριωμένη είναι κατά τη χαλαρή ψυχική κατάσταση, όπου το θέμα είναι σε κατάσταση ηρεμίας με τα μάτια κλειστά, αλλά δεν είναι σε κατάσταση κούρασης ή σε κατάσταση ύπνου. Αυτή η δραστηριότητα άλφα επικεντρώνεται στο ινιακό λοβό και θεωρείται ότι προέρχεται από εκεί.

Αυτό το κύμα αρχίζει να εμφανίζεται στους τέσσερις μήνες και είναι αρχικά μια συχνότητα 4 κυμάτων ανά δευτερόλεπτο. Το κύμα άλφα στην ηλικία των 3 ετών εμφανίζει 10 κύματα ανά δευτερόλεπτο.

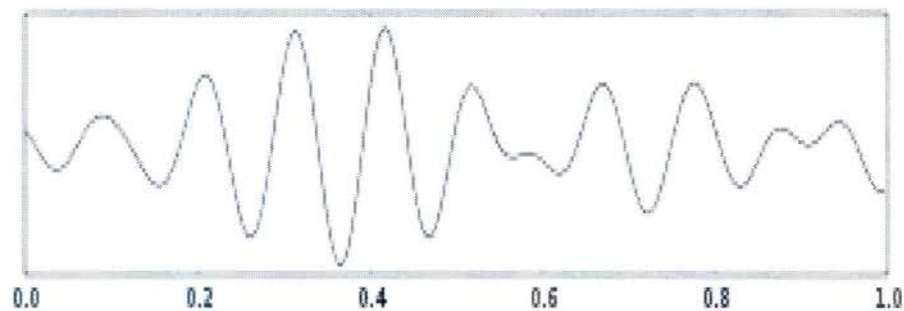
Η δεύτερη εμφάνιση της δραστηριότητας των κυμάτων άλφα είναι κατά τη διάρκεια του ύπνου REM. Σε αντίθεση με την δραστηριότητα κατά τη διάρκεια του ξύπνιου, που βρίσκεται σε μετωπική, κεντρική θέση στον εγκέφαλο. Ο σκοπός της δραστηριότητας των κυμάτων άλφα κατά τη διάρκεια του ύπνου REM δεν έχει ακόμη γίνει πλήρως κατανοητή. Επί του παρόντος, υπάρχουν επιχειρήματα ότι υποδεικνύει μια ημι-διέγερση περιόδου. Έχει προταθεί ότι η δραστηριότητα άλφα είναι αντιστρόφως ανάλογη με την πίεση του ύπνου REM.

Η Τρίτη εμφάνιση της δραστηριότητας κυμάτων άλφα είναι η δέλτα ή βραδέων κυμάτων(SWS) κατάσταση. Η δραστηριότητα αυτή εξαπλώνεται στην πρόσθια – οπίσθια κλίση του εγκεφάλου. Εδώ και πολύ καιρό ερευνητές υποστήριζαν ότι τα κύματα άλφα υποδηλώνουν διάρκεια ύπνου. Αυτό έχει αποδοθεί σε μελέτες, όπου έχουν καταγράψει με τη χρήση του ηλεκτροεγκεφαλογραφήματος, υψηλά επίπεδα αναφοράς της εισβολής άλφα στον ύπνο. Αυτό το περιστατικό είναι γνωστό ως εισβολή κυμάτων άλφα. Ωστόσο, είναι πιθανόν ότι αυτές οι εξηγήσεις μπορεί να είναι παραπλανητικές, καθώς εστιάζονται μόνο σε άλφα κύματα που δημιουργούνται από τον ινιακό λοβό.

Τα κύματα Άλφα ενισχύουν τις λειτουργίες του παρασυμπαθητικού νευρικού συστήματος και την ενοποίηση του δεξιού και αριστερού ημισφαιρίου του εγκεφάλου.

Η συχνότητα Άλφα των εγκεφαλικών κυμάτων (7 έως 15 HZ), υποδηλώνει μία κατάσταση αφύπνισης μεν, αλλά με μία φυσική χαλάρωση. Αυτή είναι η ιδανική κατάσταση, για την εισαγωγή στο «κομπιούτερ» που λέγεται εγκέφαλος, των πληροφοριών που εμείς θέλουμε.

Σε αυτό το επίπεδο της συχνότητας των Άλφα είναι το ιδανικό επίπεδο που μπορούν να εισαχθούν με απόλυτη επιτυχία σημαντικά στοιχεία για οτιδήποτε χρειάζεται. Είναι επίσης ένα εσωτερικό συνειδητό επίπεδο, στο οποίο υπάρχει η δυνατότητα ελέγχου της σκέψης. Τα κύματα αυτά προέρχονται από το ινιακό λοβό και συνήθως παρουσιάζονται κατά τη διάρκεια της χαλάρωσης με κλειστά τα μάτια. Μείωση των άλφα σημάτων παρατηρείται με ανοιχτά μάτια, υπνηλία και ύπνο. Τα Άλφα κύματα μπορούν να βρεθούν πάνω από τον κινητικό φλοιό (κεντρική τριχωτού της κεφαλής) που μειώνονται με την κίνηση. Τα σήματα αυτά αρχίζουν να εμφανίζονται μετά την ηλικία των τριών ετών.

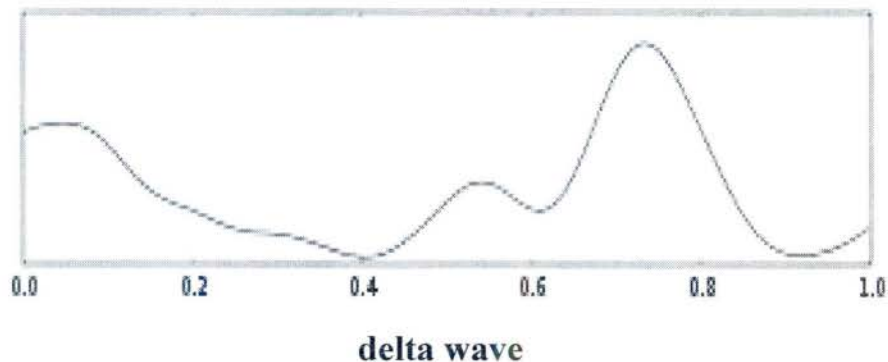


alpha wave

Delta waves:

Στη περιοχή Δέλτα, τα εγκεφαλικά κύματα, αναπτύσσονται κατά την διάρκεια του ύπνου και της βαθιάς χαλάρωσης. Τα κύματα αυτά σπανίζουν όταν ο άνθρωπος είναι σε αφύπνιση. Αντίστοιχες καταστάσεις συναντιούνται σε βαθύ ύπνο και δίχως όνειρα ύπνου (όχι σε κατάσταση ύπνου REM), σε βαθιά ύπνωση, καθώς και σε κατάσταση θεραπείας και αυτό-αναζωογόνησης.

Στη διάρκεια του ύπνου Δέλτα ενεργοποιείται η αφύπνιση των ορμονών. Επίσης, όσο είναι δραστηριοποιημένα τα κύματα Θήτα λαμβάνει χώρα και η κυτταρική ανανέωση. Σε μια κατάσταση ύπνωσης είναι εκείνο το επίπεδο που δραστηριοποιείται πλέον το ασυνείδητο. Ο εγκέφαλος δονείται και παράγει κύματα. Όταν ο άνθρωπος είναι στην συνηθισμένη κατάσταση εγρήγορσης, δηλαδή είναι ξύπνιος, τότε δονείται σε συχνότητες ανάμεσα σε 14 έως 20Hz. Όταν είναι σε ένταση μπορεί να ξεπερνά τα 20 Hz.

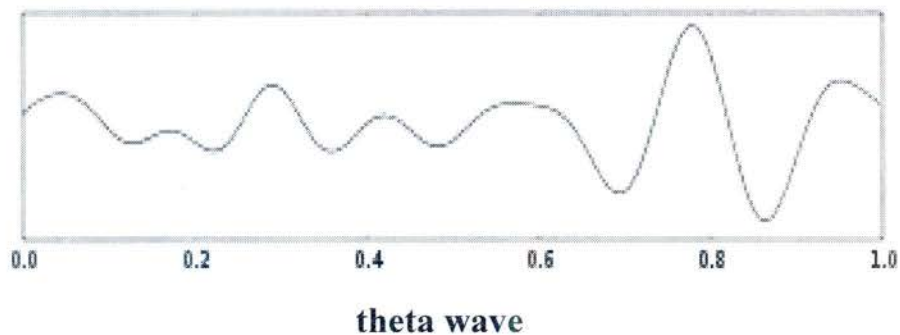


Theta waves:

Η δραστηριότητα στο επίπεδο Θήτα, υποδηλώνει τη χρήση της μνήμης και του οραματισμού. Τα κύματα Θήτα επαναφέρουν την ισορροπία μεταξύ του παρασυμπαθητικού και του συμπαθητικού νευρικού συστήματος, όταν παράγονται τακτικά και για μεγάλο χρονικό διάστημα. Κατά τη περίοδο του ύπνου όμως η συχνότητα πέφτει κάτω από τα 7 Hz.

Σίγουρα οι περισσότεροι άνθρωποι έχουν παρατηρήσει ότι, μόλις ανοίξουν τα μάτια τους, μετά τον ύπνο, ο νους δεν λειτουργεί έτσι όπως λειτουργεί όταν είναι σε εγρήγορση. Στη συγκεκριμένη αυτή περίπτωση, το μεταίχμιο μεταξύ ύπνου – ξύπνιου, ο εγκέφαλος δονείται σε συχνότητα 7 έως 14 Hz και βρίσκεται σε επίπεδο Άλφα.

Τα κύματα αυτά είναι τμήμα της κλίμακας του υποσυνείδητου. Όλες οι συναισθηματικές εμπειρίες του ανθρώπου μοιάζουν να καταγράφονται σε αυτή τη συχνότητα.



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

2.1 Γενικές πληροφορίες για το MindSet



Η NeuroSky είναι μία εταιρία με έδρα στην Καλιφόρνια των Ηνωμένων Πολιτειών, η οποία κατασκευάζει συστήματα που δημιουργούν μία απευθείας σχέση μεταξύ του εγκεφάλου και της εξωτερικής, ηλεκτρονικής, συσκευής (Brain-Computer Interface – BCI).

Σκοπός της εταιρίας είναι η κατασκευή συστημάτων BCI και εφαρμογών οι οποίες θα είναι φθηνές για το κάθε προγραμματιστή που θα προσπαθήσει να ασχοληθεί με τον εγκέφαλο και τα σήματά του αλλά και για την κατασκευή ολοκληρωμένων συστημάτων, chips, που θα μπορούν να προσαρμοστούν σε κάθε καινούριο σύστημα που θα θέλει μία εταιρία να κατασκευάσει.

Τα προϊόντα της NeuroSky όπως το MindSet και το MindWave περιλαμβάνουν ένα από τα ολοκληρωμένα συστήματα της εταιρίας και ο καταναλωτής μπορεί να αρχίζει να παίρνει μετρήσεις και να φτιάχνει δικές του εφαρμογές και συστήματα με τη βοήθεια του SDK.

Τα BCI συστήματα είναι τα συστήματα αυτά τα οποία λειτουργούν σαν συνδετικοί κρίκοι μεταξύ του ανθρώπινου σώματος και του εξωτερικού κόσμου, τον κόσμο της μελέτης και της έρευνας. Τα συστήματα αυτά μπορούν να διαχωριστούν σε δύο μεγάλες κατηγορίες. Στην πρώτη, όπου το αισθητήριο έχει τοποθετηθεί εσωτερικά του κρανίου του χρήστη. Στη δεύτερη, όπου το αισθητήριο βρίσκεται στην επιφάνεια του κρανίου.

Είναι εύκολο να σκεφτεί κανείς ότι το αισθητήριο της πρώτης κατηγορίας είναι ικανό να λαμβάνει πολύ πιο ακριβείς μετρήσεις από αυτό της δεύτερης κατηγορίας που βρίσκεται επιφανειακά. Η συγκεκριμένη πτυχιακή θα ασχοληθεί μόνο με τη δεύτερη κατηγορία συστήματος γιατί είναι αδύνατο να προμηθευτούμε σύστημα πρώτης μορφής και να το χρησιμοποιήσουμε χωρίς την εποπτεία γιατρών.

Το MindSet είναι μία ηλεκτρονική συσκευή, μοιάζει αρκετά με συμβατικά ακουστικά (headset) που χρησιμοποιούνται για αναπαραγωγή μουσικής. Η συσκευή MindSet χρησιμοποιείται, πλέον από περισσότερα από 200 πανεπιστήμια ανά τον κόσμο, με σκοπό την έρευνα αλλά και από ιδιώτες που θέλουν να κατασκευάσουν δικές τους εφαρμογές.

Η NeuroSky, έχει δημοσιεύσει την τελευταία έκδοση του πακέτου λογισμικού “SDK ή SoftwareDeveloperTools”, που σκοπό έχει τη δημιουργία εφαρμογών, επεξεργάζοντας τα δεδομένα που στέλνει η συσκευή. Το συγκεκριμένο πακέτο πληροφοριών καθοδηγεί το χρήστη να κατανοήσει τον τρόπο με τον οποίο στέλνει η συσκευή τα δεδομένα στον ηλεκτρονικό υπολογιστή, την μορφή των δεδομένων καθώς και τον τρόπο που θα πρέπει να επεξεργαστούν. Επίσης, δίνονται συγκεκριμένες βιβλιοθήκες σε Java και C, γλώσσες που χρησιμοποιούνται κατά κόρον από τους προγραμματιστές, αλλά και σε ψευτοκώδικα.

Το MindSet ήταν το πρώτο BCI που μέτραγε ηλεκτροεγκεφαλικά σήματα και κόστιζε κάτω από 1000\$. Αποτελείται από τρεις αισθητήρες στο αριστερό αυτί και έναν ευέλικτο αισθητήρα στο μέτωπο. Όλοι οι αισθητήρες προορίζονται για απευθείας επαφή με το δέρμα και δεν χρειάζεται να εφαρμοστεί κάποια ουσία στη συγκεκριμένη περιοχή, παρά μόνο ένας καθαρισμός ώστε να φύγουν ο ιδρώτας και τα νεκρά κύτταρα του δέρματος.

Το MindSet λοιπόν, είναι ένας από τους πιο εύκολους τρόπους που μπορεί να εφαρμοστεί τόσο απλά και να λειτουργήσει ως ένα είδος ηλεκτροεγκεφαλογραφήματος, ώστε να δώσει τις απαραίτητες πληροφορίες που χρειάζεται ο κάθε χρήστης για τη δημιουργία είτε εφαρμογών ερευνητικού επιπέδου είτε εφαρμογών παιχνιδιών νοημοσύνης.

Εκτός από τα αισθητήρια που έχει, ως κανάλι μεταφοράς δεδομένων από το κεφάλι του χρήστη στο MindSet με όλες τις ακατέργαστες πληροφορίες που παίρνει από τον εγκέφαλο, αξίζει να αναφερθεί για τη δουλειά που γίνεται στο εσωτερικό του. Όλες αυτές οι πληροφορίες που εισέρχονται από τα αισθητήρια περνάνε από μια προεπεξεργασία. Υπάρχει ένα μικροτσίπ στο οποίο γίνεται όλη η επεξεργασία των σημάτων του ηλεκτροεγκεφαλογραφήματος μέσα από πληθώρα αλγορίθμους, όπου γίνεται και FFT(Fast Fourier transform) των σημάτων. Στη συνέχεια κλιμακώνονται και φιλτράρονται ώστε να μεταδοθούν, χωρίς καμία παραμόρφωση, στον ηλεκτρονικό υπολογιστή, μέσω του Bluetooth και να τα επεξεργαστεί ο κάθε χρήστης όπως επιθυμεί.

Υπάρχουν πολλές βιβλιοθήκες για σχεδόν κάθε πλατφόρμα και γλώσσα προγραμματισμού, η οποία διασυνδέεται συνήθως, μέσω του Bluetooth με το MindSet και τον ηλεκτρονικό υπολογιστή.

Όπως αναφέρθηκε και στο κεφάλαιο του ανθρώπινου εγκεφάλου, ο εγκέφαλος αποτελείται από δισεκατομμύρια νευρώνες, που επικοινωνούν μεταξύ τους. Κάθε δραστηριότητα μεταξύ των νευρώνων δημιουργεί μία ηλεκτρική εκκένωση, την οποία καλείται να μετρήσει το MindSet. Η συσκευή έχει σαν ενεργό αισθητήριο, αυτό που βρίσκεται στο μέτωπο του χρήστη και σαν παθητικό, τα υπόλοιπα τρία που βρίσκονται στο αριστερό μέρος του κεφαλιού, όπου δεν υπάρχει ηλεκτρική δραστηριότητα.

Έτσι είναι σαν να μετριέται μία συνεχής τάση ως προς το αντί που είναι η γείωση. Κάθε δεδομένο, περνάει μέσα από αλγορίθμους και ψηφιακά φίλτρα, με στόχο την αναπαράστασή τους στο πεδίο της συχνότητας. Ανάλογα με το πλάτος και τη συχνότητά τους, χωρίζονται σε διάφορες κατηγορίες (Alpha, Beta, Gamma, Delta, Theta). Επίσης τα σήματα περνάνε από ειδικά φίλτρα με σκοπό την αφαίρεση του ηλεκτρικού θορύβου.

Στο χώρο πραγματοποίησης των μετρήσεων μπορούν να υπάρξουν αρκετά προβλήματα θορύβου λόγω των ηλεκτρικών συσκευών που δημιουργούν παρεμβολές. Μια συνηθισμένη πηγή είναι η κοινή ηλεκτρική λάμπα. Η συσκευασία του MindSet περιέχει τη συσκευή, ένα καλώδιο USB τύπου A σε USB τύπου mini B, ένα Bluetoothdongle και τον ψηφιακό οπτικό δίσκο (CD) με τις εφαρμογές, NeuroBoy, BrainwaveVisualizer καθώς και τα αρχεία για την εγκατάσταση της συσκευής και του Bluetoothdongle.

2.2 Δυνατότητες της συσκευής

Η συσκευή μπορεί να αποδώσει τα μετρούμενα σήματα χωρίς καμία επεξεργασία. Τα ίδια σήματα, έχει την δυνατότητα να τα χωρίζει σε οκτώ διαφορετικές ομάδες και να τα προωθεί ξεχωριστά. Τις δύο τιμές, attention και meditation, δημιουργούνται από αλγόριθμους και δείχνουν τη προσοχή και την αυτοσυγκέντρωσή του χρήστη. Τέλος, στέλνει μια μεταβλητή η οποία αποδίδει την ποιότητα μέτρησης των δεδομένων που λαμβάνει το MindSet.

Χαρακτηριστικά των σημάτων που δέχεται το MindSet είναι η μέγιστη τιμή εισόδου της τάξεως του 1mV, το φίλτρο το οποίο χρησιμοποιείται, επιτρέπει την διέλευση συχνοτήτων 3 έως 100Hz. Η ανάλυση του μετατροπέα αναλογικών σε ψηφιακών σημάτων (analog to digital converter – ADC) είναι 12 bits (-2048 to 2047) ενώ η συχνότητα δειγματοληψίας είναι 512Hz. Οι μεταβλητές attention και meditation προκύπτουν μετά από δειγματοληψία κάθε 1Hz ενώ η ταχύτητα αποστολής των δεδομένων (baudrate) από τη συσκευή στον ηλεκτρονικό υπολογιστή είναι 57800bps.

Το MindSet, στέλνει ένα πακέτο δεδομένων το οποίο αποτελείται από την επικεφαλίδα (Header) και τις μεταβλητές (Payload). Το Header, είναι δύο bytes SYNC (synchronization) με τιμή 0xAA. Από τη στιγμή που έρθει το header, τα επόμενα bytes που θα έρθουν είναι το payload που θα περιέχει την πληροφορία που χρειάζεται ο χρήστης.

Τα δεδομένα που περιέχει το Payload έχουν μία συγκεκριμένη μορφή, [CODE] ([LENGTH]) [DATA...], με το length να λαμβάνεται μόνο όταν είναι απαραίτητο. Το Code είναι ο χαρακτήρας που αναφέρει ποιο δεδομένο ακολουθεί. Αν το Code που λάβουμε είναι για παράδειγμα το 0x04, τότε το επόμενο byte που θα έρθει, θα έχει την τιμή του attention. Βάση του SDK, είναι γνωστό το Code του κάθε πακέτου που στέλνει το MindSet, μπορεί να αποθηκευτεί σε μεταβλητές και να χρησιμοποιηθεί με βάση τις ανάγκες κάθε χρήστη.

Ο πίνακας με τα Codes και τα Lengths των πακέτων φαίνεται παρακάτω:

CODE	DATA content	LENGTH	Description
0x02	One (1) unsigned byte	Not used	Poor signal level
0x04	One (1) unsigned byte	Not used	eSense Attention value
0x05	One (1) unsigned byte	Not used	eSense Meditation value
0x80	One (1) signed short	0x02	Raw sensor value
0x81	Eight (8) big-endian floats	0x20	EEG powers, corresponding to delta, theta, low beta, high beta, low alpha, high alpha, low gamma, and high gamma, respectively

Πίνακας 1

Για τις τιμές των Poor signal level, Attention και Meditation, το MindSet δε στέλνει το Length και έχουν αντίστοιχα τα Codes 0x02, 0x04 και 0x05. Ενώ για τη μεταβλητή Raw sensor value, το MindSet στέλνει την τιμή 0x02 και Code το 0x80, ενώ για τα κύματα delta, theta, lowbeta, highbeta, lowalpha, highalpha, lowgamma και highgamma, φαίνεται ότι το Length είναι 0x20 και το Code 0x81. Στον πίνακα φαίνεται τι είδος αρχείου υπάρχει αντίστοιχα μέσα στο κάθε πακέτο για να μπορεί ο χρήστης να τα αποθηκεύσει σε αντίστοιχες θέσεις μνήμης και στην συνέχεια να τα επεξεργαστεί.

Πρέπει να σημειωθεί ότι δεν υπάρχει σειρά με την οποία στέλνονται τα δεδομένα από τη συσκευή, έτσι είναι αναγκαίος ο έλεγχος του Code κάθε φορά ώστε να λαμβάνονται και να αποθηκεύονται σωστά οι μεταβλητές.

Πιο κάτω ακολουθεί ένα παράδειγμα πακέτου που έχει στείλει το MindSet, έχει αποθηκευτεί στο buffer και χωρίζεται σε ομάδες ανάλογα με το Code.

“AA AA 02 1A 04 27 05 62 81 20 38 F1 50 C1 35 BD C0 55 39 0D A7 A7 38 8C 51 78 37 78 35 C6 35 3A CC CF 35 0D 61 CD 37 6C 1B 71”

Φαίνεται ότι οι δύο πρώτοι χαρακτήρες του πακέτου είναι AAAA, δηλαδή οι δύο χαρακτήρες [SYNC] που φτάνουν κάθε φορά πριν το Payload και αποτελούν το Header.

Ο πίνακας με τα στοιχεία χωρισμένα σε ομάδες ακολουθεί.

Index	Byte	Description
0	0xAA	SYNC
1	0xAA	SYNC
2	0x02	Poor signal CODE
3	0x1A	Poor signal level of 26
4	0x04	eSense attention CODE
5	0x27	eSense attention value of 39
6	0x05	eSense meditation CODE
7	0x62	eSense meditation value of 98
8	0x01	EEG powers CODE
9	0x20	EEG powers LENGTH
10-13	0x38F150C1	EEG delta value of $1.25e-4$
14-17	0x35BDC055	EEG theta value of $1.41e-6$
18-21	0x390DA7A7	EEG low alpha value of $1.35e-4$
22-25	0x30805178	EEG high alpha value of $6.69e-5$
26-29	0x377B35C6	EEG low beta value of $1.47e-5$
30-33	0x353A0CCF	EEG high beta value of $6.95e-7$
34-37	0x350061CD	EEG low gamma value of $9.26e-7$
38-41	0x376C1B71	EEG high gamma value of $1.40e-5$

Πίνακας 2

Μετά τους 2 χαρακτήρες [SYNC], κάθε φορά που έρχεται κάποιο Code, το επόμενο byte αποθηκεύεται στην αντίστοιχη μεταβλητή.

Για παράδειγμα, με την λήψη του byte με τον αριθμό 0x02, σηματοδοτεί πως το επόμενο byte αποθηκεύτηκε στη μεταβλητή Poor signal level. Τα bytes περιέχουν δεκαεξαδικούς αριθμούς (Hexadecimal). Ο δεκαεξαδικός αριθμός 0x1A, ισούται με το 26. Άρα η τιμή του σήματος είναι 26. Για τις τιμές των κυμάτων delta, theta κλπ πρώτα έρχεται το Code και το Length και μετά τα bytes που μεταφέρουν τις τιμές.

Το κάθε κύμα, αποτελείται από 4 bytes τα οποία πρέπει να ενωθούν ώστε να δώσουν το τελικό αποτέλεσμα. Από τον πρώτο πίνακα φαίνεται ότι ο τύπος του αρχείου είναι big-endianfloats, δηλαδή δεκαδικοί αριθμοί που πρέπει να αποθηκευτούν στη μνήμη σε σειρά. Στη θέση του μεγαλύτερου αριθμού θα μπει το πρώτο byte που έρχεται, στη θέση του αμέσως μικρότερου θα μπει το δεύτερο byte που φτάνει κ.ο.κ.

Στο τέλος θα δημιουργηθούν 8 big-endianfloat μεταβλητές που θα έχουν αποθηκευμένες τις τιμές των κυμάτων delta, theta κλπ.

Εκτός από τις τιμές των σημάτων :Low Alpha ,High Alpha ,Low Beta ,High Beta ,Low Gamma ,High Gamma ,Delta και Theta,αξίζει να αναφερθούμε και στα eSense Meters ,τα οποία είναι τα Attention και Meditation eSenses.

- **Attention eSense**

Σύμφωνα με τα αρχεία του MindSet , ο μετρητής Attention,δείχνει την ένταση του επιπέδου ενός χρήστη όταν είναι σε κατάσταση “εστίασης ” ή “προσοχής ”, όπως αυτή εμφανίζεται κατά τη διάρκεια έντονης συγκέντρωσης ή πνευματικής δραστηριότητας αλλά σε σταθερή ροή. Μείωση του μετρητή γίνεται στην περίπτωση που ο χρήστης αποσπάσει την προσοχή του και τις σκέψεις του ή στην περίπτωση έλλειψης εστίασης και εμφάνισης άγχους.

- **Meditation eSense**

Σύμφωνα πάλι με τις πληροφορίες που δίνει το Mindset .Ο μετρητής Meditation, δείχνει το επίπεδο της ψυχικής “ηρεμίας” ή της “χαλάρωσης” του χρήστη. Αυτό είναι το μέτρο των ψυχικών επιπέδων , αλλά όχι τα φυσικά επίπεδα και αυτό γιατί η χαλάρωση του συνόλου των μυών δεν έχει άμεσα αποτέλεσμα του μετρητή Meditation. Όπως γίνεται και στον μετρητή του Attention ,έτσι και στον μετρητή του Meditation, μπορεί να μειωθούν οι τιμές του ξαφνικά από εμφάνιση διάφορων σκέψεων ,άγχος , διέγερσης και αισθητικών ερεθισμάτων.

Οι eSense μετρητές του Attention και Meditation (Προσοχής και Διαλογισμού, αντίστοιχα) κυμαίνονται από το ένα έως το εκατό. Μια τιμή μεταξύ του σαράντα και του εξήντα σε κάθε δεδομένη στιγμή στο χρόνο θεωρείται «ουδέτερη». Μια τιμή μεταξύ του εξήντα και του ογδόντα θεωρείται «ελαφρά αυξημένη» και μπορούν να ερμηνευτούν ως επίπεδα που είναι μεγαλύτερα από τα κανονικά. Οι τιμές μεταξύ ογδόντα και εκατό θεωρούνται «αυξημένες», που σημαίνει ότι τη συγκεκριμένη στιγμή η ένταση των επιπέδων των eSense είναι έντονη. Δηλαδή ο χρήστης έχει έντονα επίπεδα προσοχής ή συγκέντρωσης. Οι τιμές μεταξύ είκοσι και σαράντα δηλώνει την μείωση των επιπέδων eSense, ενώ οι τιμές που κυμαίνονται από το ένα έως τα είκοσι δηλώνουν σημαντική μείωση των επιπέδων. Και οι δύο αυτές τιμές, Attention και Meditation, ενημερώνονται μία φορά ανά δευτερόλεπτο.

2.3 Οι εφαρμογές του MindSet

Ακολουθούν οι εφαρμογές της NeuroSky που χρησιμοποιήθηκαν στην εργασία. Η πρώτη εφαρμογή χρησιμοποιήθηκε σαν μία εισαγωγή στη λογική του ηλεκτροεγκεφαλογραφήματος, με σκοπό την αρχική απεικόνιση των εγκεφαλικών σημάτων του εγκεφάλου. Η δεύτερη χρησιμοποιήθηκε κατά κόρον στη λήψη των δεδομένων από το MindSet.

- **Brainwave Visualizer**

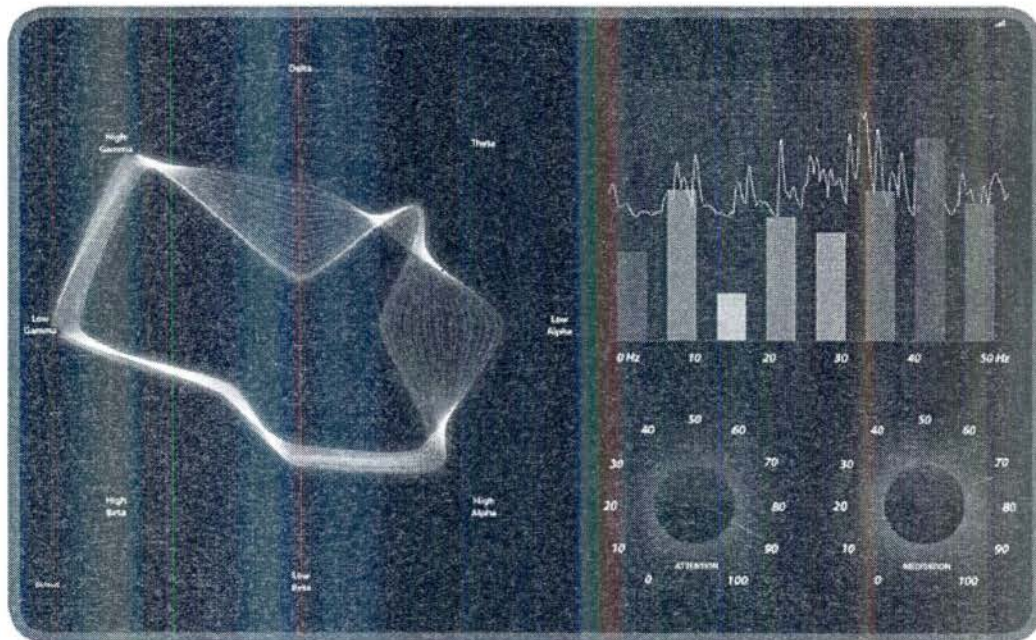
Η εφαρμογή Brainwave Visualizer είναι μια εφαρμογή απεικόνισης ,η οποία περιλαμβάνεται στο εμπορικό πακέτο του MindSet .Σε αυτή την εφαρμογή δημιουργείται μια ολοκληρωμένη απεικόνιση της εγκεφαλικής δραστηριότητας που δίνει το MindSet κατά τη διάρκεια της χρήσης του.

Η εφαρμογή Brainwave Visualizer περιλαμβάνει την οπτικοποίηση της εγκεφαλικής δραστηριότητας (BrainwaveVisualization). Η εφαρμογή αυτή αποτελείται από το γράφημα που φαίνεται στο πάνω δεξιά μέρος της οθόνης ,στο οποίο εμφανίζονται οι τιμές των συχνοτήτων που παρέχει το MindSet (low alpha ,high alpha ,low beta, high beta , low gamma ,high gamma ,theta και delta) καθώς και κάποιες στήλες που είναι στην κλίμακα των Hz. Ανάλογα με τις τιμές που λαμβάνονται από το MindSet υπάρχουν και οι ανάλογες αυξομειώσεις.

Επίσης υπάρχει και μία κυκλική απεικόνιση των κυμάτων του εγκεφάλου στην αριστερή πλευρά της οθόνης της εφαρμογής στην οποία φαίνονται, επίσης, οι αντίστοιχες εναλλαγές των χρωμάτων, ανάλογα με τις τιμές των κυμάτων που μετριοούνται.

Τέλος, στο κάτω δεξιά τμήμα της εφαρμογής ,βρίσκονται οι δύο μετρητές των eSense μετρήσεων, Attention και Meditation, οι οποίοι κυμαίνονται στις τιμές από το ένα έως το εκατό και ανάλογα με την προσοχή και τη συγκέντρωση ,γίνεται αλλαγή των ενδείξεων, όπως αναφέρθηκε και στην προηγούμενη υποενότητα σχετικά με τις μετρήσεις των Attention και Meditation eSense.

Η εφαρμογή Brainwave Visualizer,όταν εκτελείται έχει την μορφή, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα



Brainwave Visualizer

- **ThinkGear Connector**

Το ThinkGear Connector (TGC), είναι ένα πρόγραμμα τύπου daemon. Δηλαδή είναι μία εφαρμογή η οποία εκτελείται παρασκησιακά. Η λειτουργία της, είναι να διευθύνει την επικοινωνία των προϊόντων της NeuroSky με τον ηλεκτρονικό υπολογιστή. Στην ουσία, είναι η εφαρμογή που κρατάει μία θέση για το MindSet, στη συγκεκριμένη περίπτωση, ώστε να μπορεί να επικοινωνεί με το υλικό (hardware) μέρος του ηλεκτρονικού υπολογιστή μέσω Bluetooth, αλλά και με το λογισμικό (software) για να στέλνει τα δεδομένα. Χρησιμοποιείται από όλες τις γλώσσες προγραμματισμού που μπορούν να δημιουργήσουν συνδέσεις με τον υπολογιστή, όπως Flash, ActionScript3 και άλλες παρόμοιες. Το SDK αναφέρει τη διεύθυνση IP της συσκευής καθώς και την πόρτα του υπολογιστή την οποία θα πρέπει να χρησιμοποιήσει ώστε να λαμβάνονται τα πακέτα δεδομένων.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

3.1 Τί είναι το Arduino

Ο Arduino είναι το εργαλείο το οποίο κατασκευάζει ένα υπολογιστικό σύστημα με την έννοια ότι αυτό θα ελέγχει συσκευές του φυσικού κόσμου, σε αντίθεση με τον κοινό σε όλους, Ηλεκτρονικό Υπολογιστή. Το περιβάλλον ανάπτυξης του λογισμικού βασίζεται στην γλώσσα προγραμματισμού Processing και την γλώσσα προγραμματισμού Wiring, οι οποίες είναι ανοιχτού κώδικα (open source) και μπορεί κάποιος να τις "κατεβάσει δωρεάν".

Η Γλώσσα προγραμματισμού του Arduino αποτελεί μια εφαρμογή σε software επίπεδο της καλωδίωσης. Εξομοιώνει απόλυτα το φυσικό περιβάλλον του μικροελεγκτή.

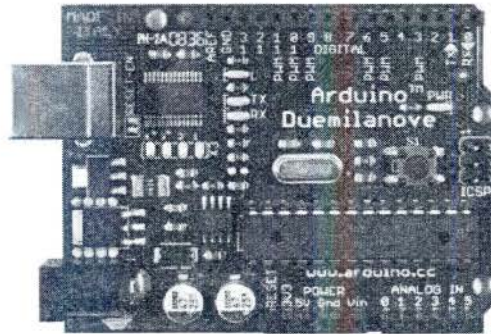
Ο μικροελεγκτής Arduino είναι στην ουσία μια αναπτυξιακή πλακέτα που ενσωματώνει ένα μικροελεγκτή AtmelAVR (ATmega328 και ATmega168 στις νεότερες εκδόσεις, ATmega8 στις παλαιότερες) και συμπληρωματικά εξαρτήματα για την διευκόλυνση του χρήστη στον προγραμματισμό και την ενσωμάτωση του σε άλλα κυκλώματα..

Όλες οι πλακέτες περιλαμβάνουν ένα γραμμικό ρυθμιστή τάσης 5V και έναν κρυσταλλικό ταλαντωτή 16MHz (ή κεραμικό αντηχητή σε κάποιες παραλλαγές). Ο μικροελεγκτής είναι από κατασκευής προγραμματισμένος με ένα bootloader, έτσι ώστε να μην χρειάζεται εξωτερικός προγραμματιστής.

Γενικά όλες οι πλακέτες είναι προγραμματισμένες μέσω μιας σειριακής σύνδεσης RS-232, αλλά ο τρόπος με τον οποίο αυτό υλοποιείται ποικίλλει ανάλογα με την έκδοση.

Οι σειριακές πλακέτες Arduino περιέχουν ένα απλό κύκλωμα αντιστροφής για την μετατροπή ανάμεσα στα σήματα των επιπέδων RS-232 και TTL. Οι πλακέτες Arduino που κυκλοφορούν σήμερα στην αγορά, προγραμματίζονται μέσω USB, εφαρμόζοντας ένα τσιπ προσαρμογέα USB-to-serial όπως το FTDI FT232.

Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται η έκδοση Duemilanove, η οποία και χρησιμοποιήθηκε στην εργασία.



Εικόνα 6

3.2 Ακροδέκτες του μικροελεγκτή Arduino

Ο Arduino έχει 14 ψηφιακούς ακροδέκτες Εισόδου/Εξόδου. Αυτοί μπορούν να τεθούν ως είσοδοι ή ως έξοδοι με τις εντολές-συναρτήσεις `pinMode()`, `digitalWrite()`, and `digitalRead()`. Λειτουργούν στα 5 Volts και έχουν την δυνατότητα να παρέχουν ή να καταβυθίζουν ένταση της τάξεως των 40mA. Σε κάθε Pin υπάρχει εσωτερικά ένας Pull-up αντιστάτης στα 20-50KΩ. Επιπλέον έχει 5 Αναλογικούς ακροδέκτες Εισόδου. Αυτοί μπορούν να διαβάσουν αναλογικές τιμές όπως η τάση μιας μπαταρίας κτλ και να τις μετατρέψουν σε έναν αριθμό από 0-1023. Η μέτρηση της τάσης γίνεται από προκαθορισμένα από 0 έως 5 volts. Εκτός αυτού 6 εκ των 14 ψηφιακών ακροδεκτών οι P3, P5, P6, P9, P10 και P11 έχουν την δυνατότητα να προγραμματιστούν ώστε να λειτουργούν ως Αναλογικές Έξοδοι.

Κάποιοι ακροδέκτες έχουν συγκεκριμένες λειτουργίες.

- Σειριακή Λειτουργία: 0 (RX) and 1 (TX). Χρησιμοποιούνται για λήψη (RX) και εκπομπή (TX) TTL σειριακών δεδομένων. Αυτοί οι ακροδέκτες είναι συνδεδεμένοι με τους αντίστοιχους του ολοκληρωμένου FTDIUSB-to-TTLSerial.
- Εξωτερικές Διακοπές: 2 και 3. Αυτοί οι ακροδέκτες μπορούν να ενεργοποιούν διακοπές αν ανιχνευθεί παλμός χαμηλής τάσης. Με τη συνάρτηση `attachInterrupt()`.
- PWM: 3, 5, 6, 9, 10, and 11. Παρέχουν Έξοδο 8-bitPWM με την συνάρτηση `analogWrite()`.
- SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK). Αυτοί οι ακροδέκτες επιτρέπουν επικοινωνία SPI, η οποία αν και παρέχεται από το hardware δεν είναι ακόμα διαθέσιμη στην γλώσσα προγραμματισμού του Arduino.
- LED: 13. Στον ακροδέκτη 13 υπάρχει ένα ενσωματωμένο LED. Όταν ο ακροδέκτης έχει τιμή HIGH, το LED φωτοβολεί.

Επιπλέον υπάρχουν ακροδέκτες για ειδικές λειτουργίες όπως:

- I2C: 4 (SDA) and 5 (SCL). Υποστηρίζει το πρωτόκολλο I2C (TWI) χρησιμοποιώντας βιβλιοθήκες τις Γλώσσας προγραμματισμού Wiring.
- AREF. Reference voltage for the analog inputs. Χρησιμοποιείται με την συνάρτηση analogReference().
- Reset. Αν τεθεί σε κατάσταση LOW τότε επανεκκινεί τον Μικροελεγκτή. Σε αυτή τη γραμμή τοποθετείται ένας διακόπτης.
- I2C: 4 (SDA) and 5 (SCL). Υποστηρίζει το πρωτόκολλο I2C (TWI) χρησιμοποιώντας βιβλιοθήκες τις Γλώσσας προγραμματισμού Wiring.
- AREF. Reference voltage for the analog inputs. Χρησιμοποιείται με την συνάρτηση analogReference().
- Reset. Αν τεθεί σε κατάσταση LOW τότε επανεκκινεί τον Μικροελεγκτή. Σε αυτή τη γραμμή τοποθετείται ένας διακόπτης.

3.3 Χαρακτηριστικά

Το ολοκληρωμένο ATmega168 έχει 16KB μνήμης flash για την αποθήκευση κώδικα (2 KB εκ των οποίων χρησιμοποιούνται από τον bootloader). Έχει επίσης 1 KB SRAM και 512 bytes μνήμης EEPROM (τα οποία μπορούν να διαβαστούν και να γραφτούν με την βιβλιοθήκη EEPROM). Παρακάτω εμφανίζονται συνοπτικά τα βασικά χαρακτηριστικά του μοντέλου που χρησιμοποιούμε.

Μικροελεγκτής	ATmega168
Τάση Λειτουργίας	5V
Τάση Εισόδου	7-12V
Όρια Τάσης	6-20V
Ψηφιακοί Ακροδέκτες I/O	14 (εκ των οποίων 6 παρέχουν PWM έξοδο)
Αναλογικοί Ακροδέκτες Εισόδου	6
DC ρεύμα ανά I/O Ακροδέκτη	40 mA
DC ρεύμα για 3.3V Ακροδέκτη	50 mA
Μνήμη Flash	16 KB (2 KB χρησιμοποιούνται από τον bootloader)
SRAM	1 KB
EEPROM	512 bytes
Ταχύτητα Ρολογιού	16 MHz

Το αναπτυξιακό ArduinoDuemilανone τροφοδοτείται είτε από εξωτερική τροφοδοσία είτε απευθείας από την θύρα USB. Η επιλογή της πηγής γίνεται αυτόματα από το αναπτυξιακό. Ως εξωτερική τροφοδοσία ορίζεται είτε μια μπαταρία, είτε μετασχηματιστής των 9Volt από 220V. Η μπαταρία μπορεί να συνδεθεί στις υποδοχές του ArduinoVin και GND όπου τοποθετούνται ο θετικός πόλος και ο αρνητικός αντίστοιχα. Από την άλλη αν τροφοδοτηθεί με μετασχηματιστή απλά τοποθετείται το βύσμα στην υποδοχή που υπάρχει με τον θετικό πόλο στο κέντρο.

Η πλακέτα μπορεί να λειτουργήσει με εξωτερική πηγή από 6 έως 20 Volts. Αν ωστόσο τροφοδοτηθεί με λιγότερα από 7 Volt τα pin εξόδου 5Volt δεν θα καταφέρουν να εξάγουν τάση 5 Volts. Αν από την άλλη αν τροφοδοτηθεί με πάνω από 12 Volts θα υπερθερμανθεί ο σταθεροποιητής τάσης στην πλακέτα και ενδεχομένως να καταστραφεί. Συνεπώς μια ιδανική τάση είναι τα 9 Volts.

Οι ακροδέκτες τροφοδοσίας είναι οι εξής:

- **VIN.** Ακροδέκτης για μη σταθεροποιημένη τάση. Συνήθως εδώ συνδέεται μια εξωτερική πηγή τροφοδοσίας.
- **5V.** Ακροδέκτης σταθεροποιημένης τάσης 5Volt. Χρησιμοποιείται για την τροφοδοσία του μικροελεγκτή ή άλλων ηλεκτρονικών στοιχείων.
- **3V3.** Το ολοκληρωμένο FTDI που βρίσκεται στην πλακέτα του Arduino παράγει τάση των 3.3V με μέγιστο ρεύμα 50mA.
- **GND.** Ακροδέκτες Γείωσης

Ο Arduino Duemilανone έχει την δυνατότητα να επικοινωνεί με τον Ηλεκτρονικό Υπολογιστή, έναν άλλον Arduino ή άλλους μικροελεγκτές. Το ολοκληρωμένο ATmega 168 παρέχει σειριακή επικοινωνία TTL 5VoltUART, η οποία είναι διαθέσιμη από τους ακροδέκτες (λήψη RX) 0 και (εκπομπή TX) 1 του ολοκληρωμένου.

Επιπλέον στην αναπτυξιακή πλακέτα του Arduino είναι ενσωματωμένο ένα ολοκληρωμένο το FTDIFR232RL το οποίο παρέχει σειριακή επικοινωνία με τον Ηλεκτρονικό Υπολογιστή για προγραμματισμό, πάνω από την θύρα USB με την βοήθεια των ανάλογων FTDRivers. Οι drivers αυτοί περιλαμβάνονται στο software για τον Arduino και παρέχουν μια ιδεατή θύρα επικοινωνίας στον Ηλεκτρονικό Υπολογιστή για τους σκοπούς της επικοινωνίας.

3.4 Γιατί επιλέχθηκε το Arduino

Υπάρχει πληθώρα άλλων μικροελεγκτών και αναπτυξιακών στο εμπόριο για να ασχοληθεί κάποιος εκεί έξω. Ο BasicStamp της Parallax, ο BX-24 της Netmedia, το Handyboard του MIT και πολύ άλλη όμοιας λειτουργικότητας. Όλα αυτά τα εργαλεία που προαναφέραμε είναι απλά και για τον αρχάριο χρήστη καθώς "κρύβουν" τις δύσκολες λεπτομέρειες της αρχιτεκτονικής και επιτρέπουν τον άμεσο προγραμματισμό του μικροελεγκτή, προσφέροντας τα πάντα σε ένα και μόνο "πακέτο" έτοιμο για χρήση.

Ο Arduino διαφέρει από τους προηγούμενους γιατί απλοποιεί την διαδικασία να δουλεύει κάποιος με μικροελεγκτές, αλλά κάποια πλεονεκτήματα που προσφέρει σε σχέση με άλλους μικροελεγκτές για χρήση από δασκάλους, μαθητές και άλλους hobbίστες είναι τα παρακάτω:

✓ **Φθηνός**

Οι πλακέτες του Arduino είναι εξαιρετικά φθηνές σε σχέση με άλλες πλατφόρμες μικροελεγκτών. Ειδικά δε μπορεί με τα σχηματικά που κυκλοφορούν στο Internet να κατασκευάσει κάποιος την φθηνότερη εκδοχή ενός Arduino. Ωστόσο ακόμα και αν προμηθευτεί την έτοιμη (μονταρισμένη πλακέτα) αυτή θα κοστίσει το μέγιστο 50 Euro.

✓ **Τρέχει σε διάφορα Λειτουργικά Συστήματα.**

Οι μηχανικοί λογισμικού, ανέπτυξαν το περιβάλλον προγραμματισμού του Arduino για Windows, Macintosh και για λειτουργικά συστήματα Linux. Τα περισσότερα συστήματα ανάπτυξης Μικροελεγκτών περιορίζονται στα Windows.

- ✓ **Απλό, ξεκάθαρο προγραμματιστικό περιβάλλον.**

Το περιβάλλον προγραμματισμού ενός Arduino ενδείκνυται για αρχάριους, αλλά είναι ταυτόχρονα και ευέλικτο και για πιο προχωρημένους χρήστες.

- ✓ **Ανοιχτού λογισμικού και λογισμικού που επεκτείνεται και παραμετροποιείται.**

Το software του Arduino διανέμεται με την μορφή εργαλείων ανοιχτού λογισμικού και είναι διαθέσιμο προς επέκταση για έμπειρους προγραμματιστές. Η γλώσσα προγραμματισμού του μπορεί να επεκταθεί διαμέσου των βιβλιοθηκών την C++ και οι άνθρωποι που θέλουν να ασχοληθούν περισσότερο με τους μικροελεγκτές μπορούν να μεταβούν από τον Arduino στην AVR-C που είναι για προγραμματισμό των Atmel Μικροελεγκτών και η γλώσσα στην οποία βασίστηκε το λογισμικό του Arduino. Ομοίως μπορεί κάποιος να προσθέσει κώδικα της AVR-C στο πρόγραμμα που έχει γράψει για τον Arduino του.

- ✓ **Ανοιχτού Υλικού το οποίο μπορεί να επεκταθεί.**

Ο Arduino βασίζεται στους μικροελεγκτές της Atmel ATMEGA8 και ATMEGA168. Τα σχηματικά για τα αναπτυξιακά είναι κάτω από την άδεια της Creative Commons, επιτρέποντας σε έμπειρους σχεδιαστές να κατασκευάσουν το δικό τους αναπτυξιακό, εξελίσσοντας το ήδη υπάρχον χωρίς να έχουν νομικά προβλήματα. Η ακόμη καλύτερα όχι τόσο έμπειροι χρήστες μπορούν να επιδιώξουν την αντιγραφή και κατασκευή της πλακέτας σε ράστερ για να καταλάβουν την λειτουργία ενός Arduino.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

4.1 ZigBee

Ένας τομέας εφαρμογών για τον οποίο έχουν ειπωθεί πολλά, αλλά έχουν καρποφορήσει ελάχιστα, είναι ο χώρος της οικιακής δικτύωσης, ιδιαίτερα της ασύρματης. Ένα νέο πρότυπο, το οποίο φαίνεται ότι αποτελεί για πρώτη φορά πραγματική ελπίδα, είναι το zigbee.

Το Zigbee είναι ένα σύνολο πρωτοκόλλων επικοινωνίας υψηλού επιπέδου, με σκοπό να χρησιμοποιούν μικρά και χαμηλής κατανάλωσης ραδιοκύματα τα οποία βασίζονται στο πρότυπο IEEE 802.15.4 για προσωπικά ασύρματα δίκτυα (WPNA).

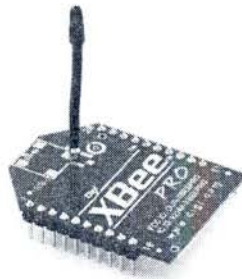
Το χαριτωμένο αυτό όνομα αφορά σε μια ασύρματη τεχνολογία επικοινωνίας συσκευών με μικρή εμβέλεια και αποτελεί υποσύνολο των ασύρματων τεχνολογιών του προτύπου IEEE 802.15, το οποίο αφορά σε ασύρματα τοπικά δίκτυα περιορισμένης εμβέλειας.

Η τεχνολογία του ZigBee δημιουργήθηκε για να είναι απλό στην χρήση και να έχει μικρότερο κόστος από τα υπόλοιπα πρόσωπα ασύρματα δίκτυα, όπως το γνωστό Bluetooth. Είναι άξιο αναφοράς πως είναι η πρώτη φορά που επιχειρείται, και φαίνεται πως τα καταφέρνει μια χαρά, η παρουσίαση ενός προτύπου κοινού για εφαρμογές οικιακού και βιομηχανικού αυτοματισμού.

Ένα βασικό χαρακτηριστικό του ZigBee είναι η ευκολία στην επέκταση του συστήματος, η οποία γίνεται με πραγματική plug 'n' play φιλοσοφία. Το σύστημα έχει σχεδιαστεί με γνώμονα την υποστήριξη αρχιτεκτονικής τύπου "mesh", κάτι που πρακτικά σημαίνει ότι μπορούν να εγκατασταθούν οπουδήποτε συσκευές, ενώ υποστηρίζεται πλήρης συμβατότητα μεταξύ διαφορετικών κατασκευαστών. Η τεχνολογία ZigBee έχει σχεδιαστεί με γνώμονα την αξιοπιστία, τη χαμηλή κατανάλωση και την ασφάλεια.

4.2 Το Xbee και τα χαρακτηριστικά του

Στην εργασία χρησιμοποιήθηκε XBeePro 60mW WireAntenna - Series 1 (802.15.4)



Εικόνα 7

Το XBee δεν είναι τίποτα άλλο από μια παραλλαγή του αρχικού πρωτοκόλλου του ZigBee η οποία έχει δημιουργηθεί και απευθύνεται στην κοινότητα των χρηστών της πλατφόρμας ανοικτού κώδικα Arduino.

Συγκεκριμένα το 2.4GHzXBeeXBP24-AWI-001 παράγεται από την εταιρεία Digi. Η σειρά Pro, η οποία χρησιμοποιήθηκε στη συγκεκριμένη εργασία, έχει τα ίδια χαρακτηριστικά σε υποδοχές και σε ομάδες εντολών προγραμματισμού από τις υπόλοιπες σειρές Xbee που κυκλοφορούν στο εμπόριο, με την διαφορά πως έχει μια αυξημένη έξοδο τροφοδοσίας της τάξης των 60mW. Αυτοί οι τύποι υιοθετούν το πρότυπο επικοινωνίας 802.15.4 και την εσωκλείει σε μια εύκολη στη χρήση ομάδα εντολών.

Η επιλογή βασίστηκε στο ότι οι συγκεκριμένοι τύποι είναι ευέλικτοι και απλοί στην επικοινωνία με διαφορετικούς μικροεπεξεργαστές, υπολογιστές, συστήματα και με οτιδήποτε υπάρχει επικοινωνία με σειριακή πόρτα. Επίσης υποστηρίζει άμεση επικοινωνία 1 προς 1 (pointtopoint) αλλά και πολλαπλή επικοινωνία (multi-pointnetworks).

Συγκεκριμένα τεχνικά χαρακτηριστικά του XBeePro είναι πως για να λειτουργήσει καταναλώνει 3.3V, έχει μέγιστο ρυθμό μετάδοσης τα 250 kbps και η απόσταση που μπορεί να καλύψει είναι πάνω από 1000μέτρα σε ανοιχτό χώρο με την βοήθεια την ενσωματωμένης κεραίας που έχει, ενώ για την ασφαλή μετάδοση δεδομένων χρησιμοποιεί 128-bit κρυπτογράφηση.

Άλλα χαρακτηριστικά είναι πως οι συσκευές ZigBee είναι οικονομικότερες από τις μονάδες Bluetooth. Τις περισσότερες φορές μεταδίδουν μόνο μικρούς όγκους δεδομένων και καταναλώνουν μικρές ποσότητες ενέργειας.

Το ZigBee βασίζεται στο πρότυπο μετάδοσης IEEE 802.15.4. Το RT4CE λειτουργεί στις ελεύθερες ζώνες συχνοτήτων 2,4 GHz, 915 MHz και 868 MHz. Ο ρυθμός μεταφοράς δεδομένων είναι 250 kbps, 40 kbps και 20 kbps για κάθε ζώνη συχνοτήτων αντίστοιχα. Για την αποφυγή διενέξεων εντός του ασύρματου δικτύου, το ZigBee διαθέτει έλεγχο πρόσβασης CSMA-CA. Το ZigBee είναι παρόμοιο με το Bluetooth και το WPAN, ένα ασύρματο προσωπικό δίκτυο (Wireless Personal Area Network). Το δίκτυο είναι πάντοτε διαθέσιμο για το χρήστη. Ωστόσο, το Bluetooth έχει υψηλότερους ρυθμούς μεταφοράς δεδομένων από ότι το ZigBee.

Μειονεκτήματα

Το ZigBee λειτουργεί στη συχνά χρησιμοποιούμενη ζώνη συχνοτήτων 2,4 GHz και γι' αυτό ενδέχεται να προκληθούν παρεμβολές. Στην ίδια ζώνη λειτουργούν το Bluetooth, τα μικροκύματα και άλλα σήματα. Ο έλεγχος πρόσβασης CSMA-CA έχει σχεδιαστεί για την κατά το δυνατόν μικρότερη μείωση των παρεμβολών στο ZigBee. Σε σύγκριση με άλλα πρότυπα, το ZigBee μεταδίδει μικρούς όγκους δεδομένων.

Η ασφάλειά τους δεν είναι πάντοτε δεδομένη. Το ZigBee δεν χρησιμοποιείται συνήθως σε ασφαλείς χώρους. Για τη δημιουργία ασφαλών δικτύων απαιτούνται μεγάλες δαπάνες. Επειδή το ZigBee δεν επιτρέπει τη μετάβαση σε άλλες συχνότητες, η σταθερότητα του δικτύου είναι ακόμη μικρότερη.

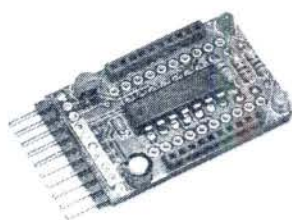
Πλεονεκτήματα

Το ZigBee εκπέμπει χαμηλές ποσότητες ακτινοβολίες και μπορεί να χρησιμοποιηθεί ακόμα και στον ιατρικό κλάδο. Σε σύγκριση με ένα κινητό τηλέφωνο, η ακτινοβολία που εκπέμπει το ZigBee είναι 1000 φορές μικρότερη.

Το νέο πρότυπο έχει μικρές απαιτήσεις ενέργειας. Επίσης, λόγω του μικρού μεγέθους τους, οι συσκευές ZigBee είναι οικονομικές. Ένα ακόμη πλεονέκτημα των ZigBee είναι ο μικρός χρόνος αντίδρασης.

4.3 Η πλακέτα του Xbee

Για να επιτευχθεί ο προγραμματισμός του XBee αλλά και η σωστή λειτουργία του έπρεπε να γίνει χρήση ενός XbeeAdapter για κάθε XBee ξεχωριστά. Ο εν λόγω αντάπτορας, ο οποίος φαίνεται στην εικόνα 8, είναι σχεδιασμένος έτσι ώστε να διευκολύνει την ασύρματη διασύνδεση σημείο προς σημείο(pointto point).



Εικόνα 8

Ο xbeeAdapter αποτελείται από έναν ρυθμιστή τάσης 3.3V που έχει την δυνατότητα να παρέχει τροφοδοσία στο Xbee μέχρι 250mA. Η κατασκευή του είναι τέτοια ώστε να επιτρέπει τις συνδεσμολογίες σε κυκλώματα, που δέχονται τάση των 5V όπως το Arduino, δίχως προβλήματα ή οποιαδήποτε περίπτωση καταστροφής του κυκλώματος μας από υπερτάσεις. Έχει δυο ενδεικτικά Led ένα πράσινο και ένα κόκκινο.

Το πράσινο είναι αυτό που σηματοδοτεί πως τροφοδοτείται η πλακέτα του Xbee και το άλλο είναι ενεργοποιημένο όταν γίνεται μετακίνηση δεδομένων. Αποτελείται από υποδοχές 10-pin 2χιλιοστών οι οποίες επιτρέπουν την εύκολη εγκατάσταση και απεγκατάσταση του modem πάνω στην πλακέτα του Arduino καθώς και τον προγραμματισμό του ή την εγκατάσταση νέου προγράμματος οδήγησης του.(updatefirmware)

Τέλος, παρέχεται ένα καλώδιο FTDI μέσω του οποίου συνδέεται ένας ηλεκτρονικός υπολογιστής μέσω usb. Αυτό σημαίνει πως υπάρχει η δυνατότητα χρήσης αλλά και αναβάθμισης ,μονάχα με την σύνδεση στον ηλεκτρονικό υπολογιστή. Στην εικόνα 9, γίνεται επεξήγηση για κάθε υποδοχή σύνδεσης που αποτελεί το xbeeadapter.



Εικόνα 9

4.4 X-CTU

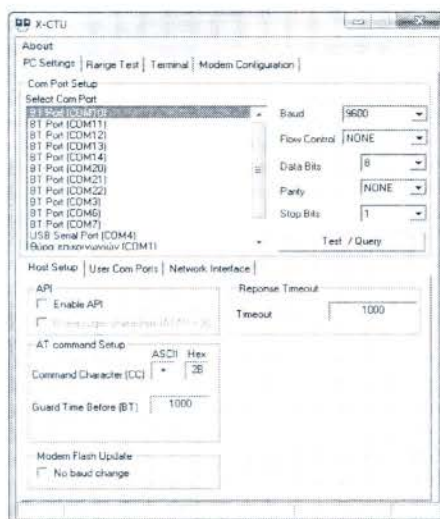
Πρώτο βήμα ήταν να ρυθμιστούν τα XBee ώστε να επιτευχθεί επικοινωνία μεταξύ του πομπού και του δέκτη. Αυτό επιτυγχάνεται μέσω της εφαρμογής με την ονομασία X-CTU.

Το x-ctu είναι εφαρμογή σε παραθυρικό περιβάλλον , το οποίο έχει παρουσιαστεί από την εταιρεία Digi.(<http://www.digi.com>). Το πρόγραμμα αυτό, έχει σχεδιαστεί να «διαβάζει» το firmware, το οποίο είναι αποθηκευμένο στις συσκευές (x-bee) και παρουσιάζει στο χρήστη, ένα εύκολο στην χρήση γραφικό περιβάλλον.

Αφού εγκαταστήσει την εφαρμογή ο χρήστης στον ηλεκτρονικό υπολογιστή θα εμφανιστεί το παρακάτω εικονίδιο



Όταν εκτελεστεί το πρόγραμμα θα εμφανιστούν στον χρήστη τέσσερις καρτέλες, όπως φαίνονται και στην εικόνα που ακολουθεί, μέσω των οποίων πραγματοποιούνται διαφορετικές λειτουργίες οι οποίες αναλύονται παρακάτω.



- **Καρτέλα PCSettings:**

Επιτρέπει στον χρήστη να επιλέξει από τις εμφανιζόμενες εισόδους(ports) και να ρυθμίσει την επιλεγμένη είσοδο ώστε να ταιριάζει στην συχνότητα επικοινωνίας.

- **RangeTest:**

Επιτρέπει στον χρήστη να κάνει ένα τεστ, η οποία επιστρέφει σαν αποτέλεσμα την απόσταση των δυο τερματικών.

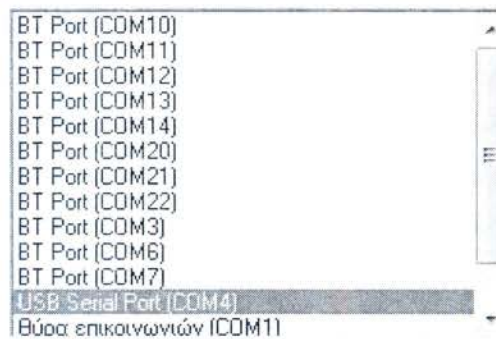
- **Terminal:**

Επιτρέπει την πρόσβαση στην «πόρτα» COM του ηλεκτρονικού υπολογιστή μέσω κάποιου προγράμματος απομακρυσμένης διαχείρισης. Σε αυτή την καρτέλα επίσης, παρέχεται η δυνατότητα ο χρήστης να έχει πρόσβαση στο firmwareεπικοινωνίας.

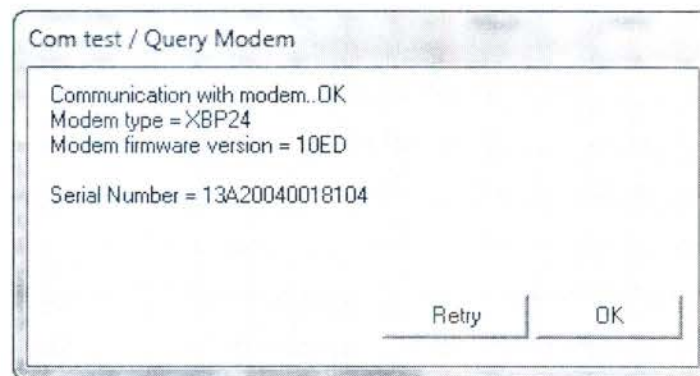
- **ModemConfiguration:**

Επιτρέπει την δυνατότητα να προγραμματιστεί το firmware της συσκευής μέσω γραφικού περιβάλλοντος ή να αλλάξει την έκδοση του firmware της συσκευής.

Στην εν λόγω πτυχιακή εργασία, για να επιτευχθεί η ορθή ρύθμιση των x-bee, επιλέχτηκε η USBSerialPort(COM4), στην καρτέλα PCSettings, όπως και φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Ακολούθως επιλέχτηκε και εκτελέστηκε το Test/Query της συσκευής με τον ηλεκτρονικό υπολογιστή. Μέσω της διαδικασίας αυτής ελέγχθηκε η ορθή επικοινωνία και εμφανίζει το τύπο του x-bee και την έκδοση του firmware που είναι ήδη εγκατεστημένη στην συσκευή.



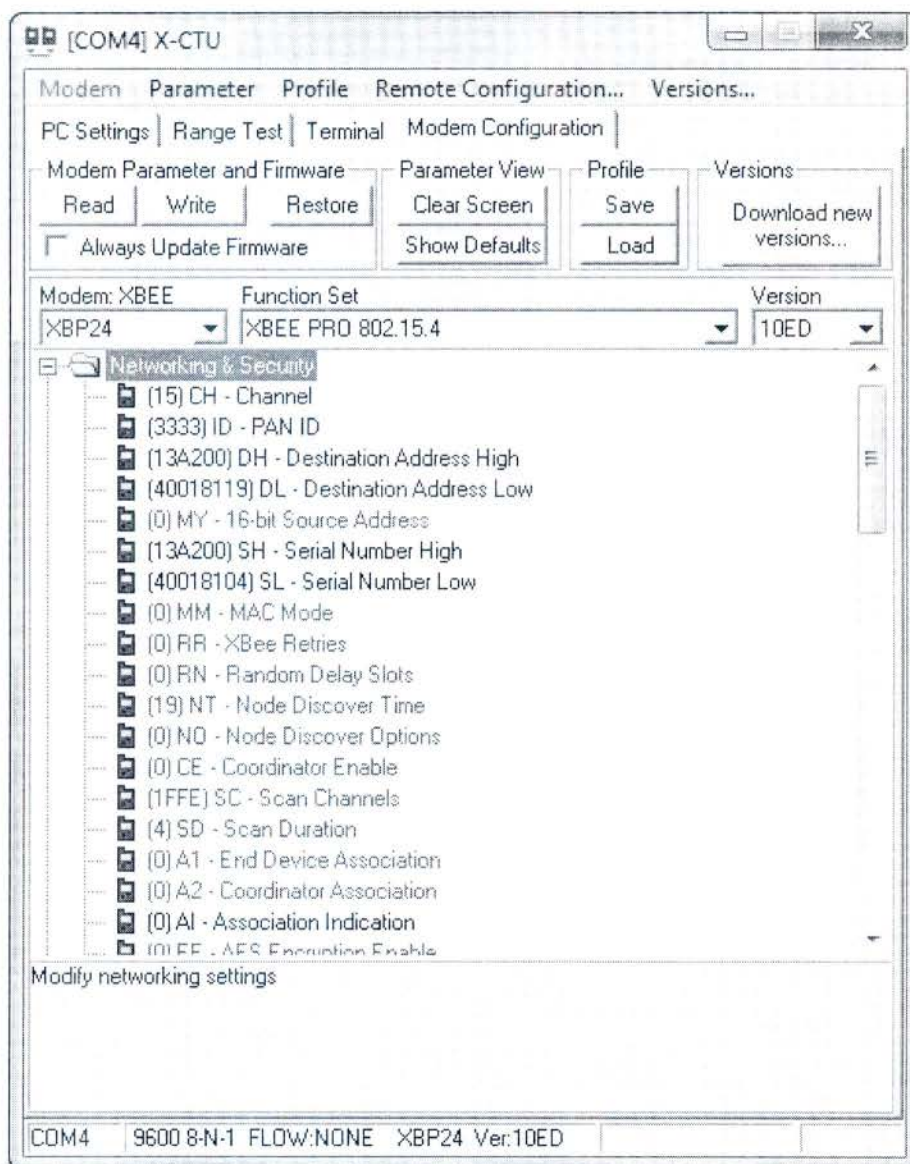
Στην συνέχεια, επιλέγοντας “OK”, ο χρήστης εισέρχεται στην τέταρτη καρτέλα με ονομασία “ModemConfiguration”, όπως φαίνεται παρακάτω.



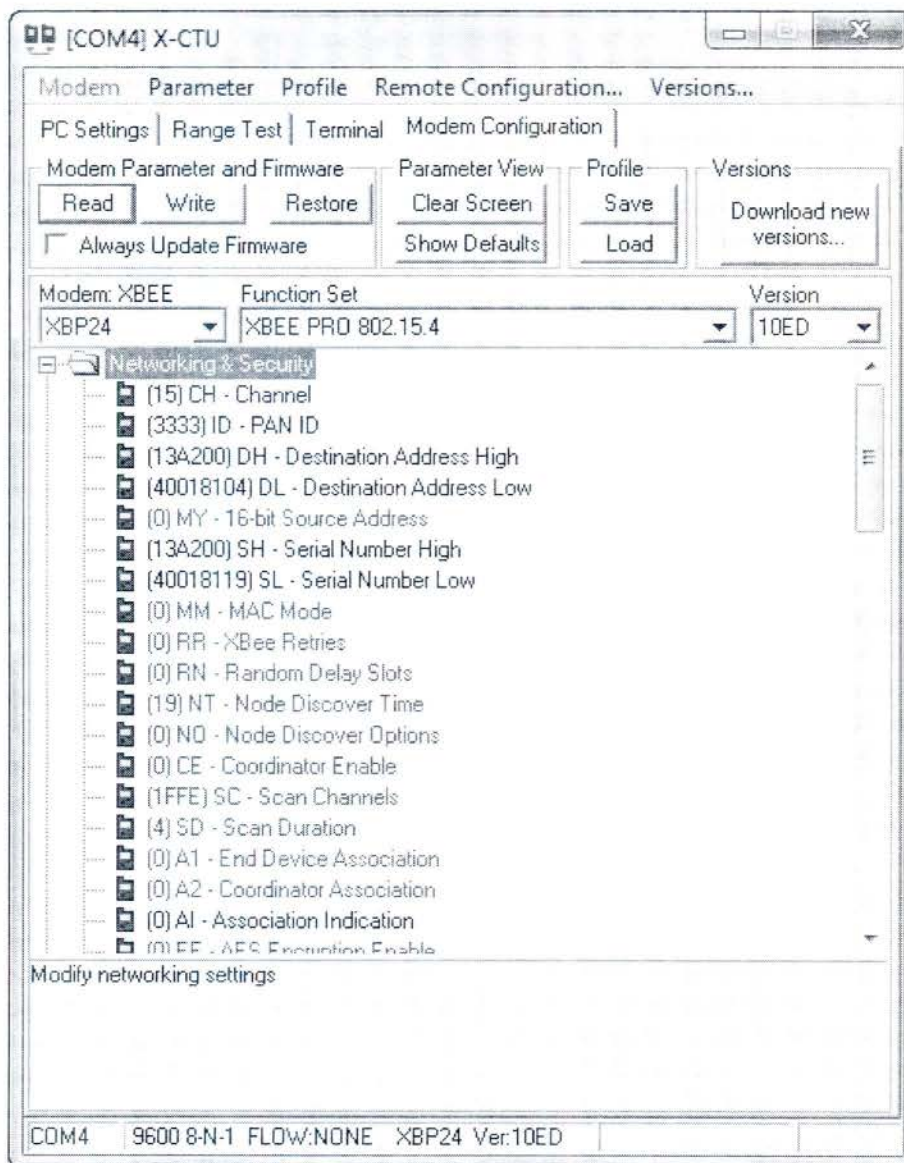
Στη συγκεκριμένη καρτέλα, θα πραγματοποιηθούν οι σημαντικότερες επιλογές, οι οποίες ευθύνονται για την σωστή επικοινωνία μεταξύ των ασύρματων συσκευών, γι αυτό θα πρέπει να είναι ο χρήστης ιδιαίτερα προσεχτικός για να αποφύγει μελλοντικά προβλήματα ασυγχρονισμού ή και καθολικής αποτυχίας στην σύζευξη και σύνδεση των συσκευών μας.

4.5 Ρυθμίσεις των Xbee

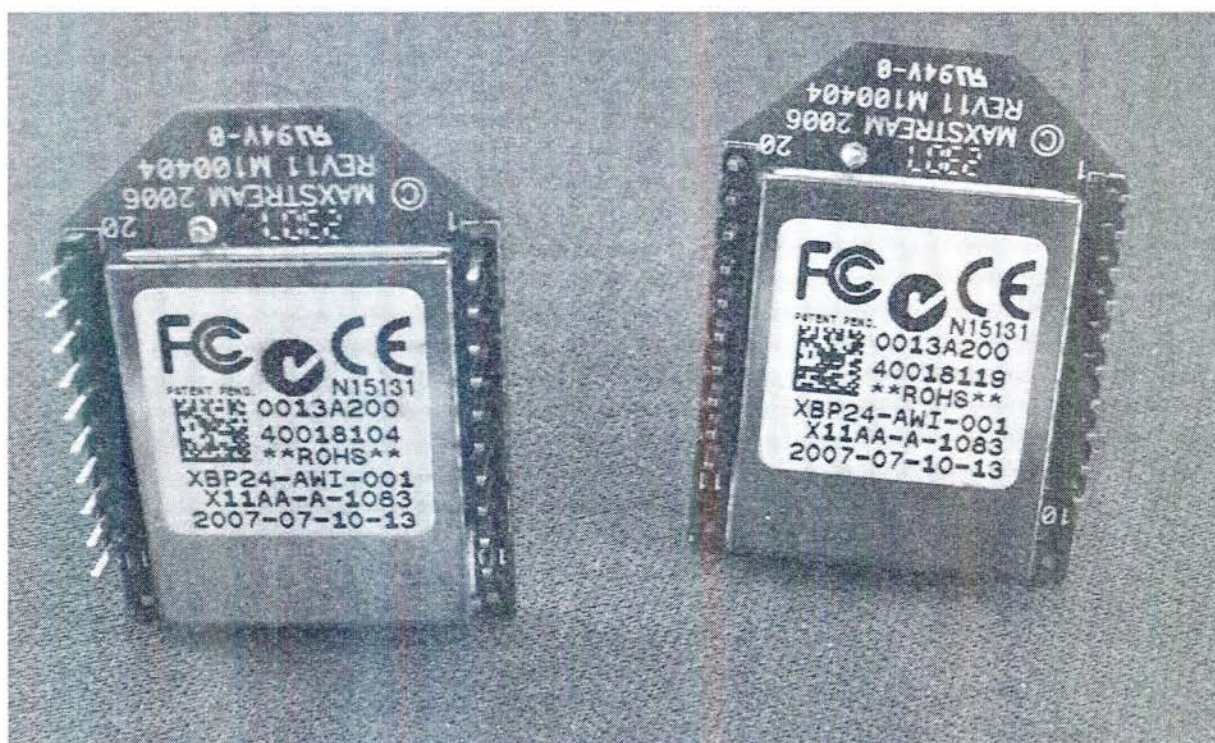
Στην συνέχεια, αφού έχει συνδεθεί το Xbee, από την υποκαρτέλα «ModemParameterandFirmware», επιλέγεται το Read, ώστε να εμφανιστεί το menu ρυθμίσεων της συσκευής που είναι συνδεδεμένη. Η παρακάτω εικόνα εμφανίζει τις επιλογές ρυθμίσεων στην περίπτωση της πτυχιακής εργασίας.



Η ομάδα της πτυχιακής εργασίας επέλεξε ως κανάλι εκπομπής (Channel) το 15, με PANID το 3333. Ακολούθως, έδωσε ως DestinationAddressHigh το 13A200 και ως DestinationAddressLow το 40018104. Τέλος, ρυθμίστηκε ως Serial Number High το 13A200 και ως Serial Number Low το 40018104.



Αντίστοιχα στη δεύτερη συσκευή έγιναν οι ίδιες ρυθμίσεις, με την διαφορά πως αντιστράφηκαν οι DestinationAddressHigh και Low με τις SerialNumberHigh και Low



ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

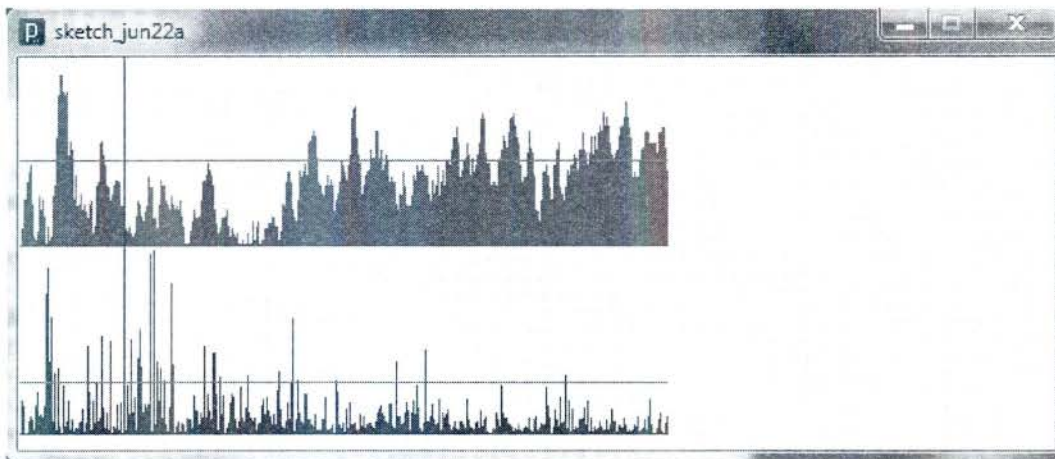
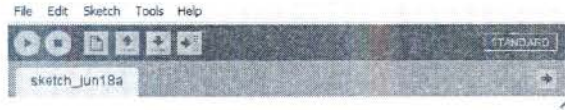
5.1 Processing

Η Processing είναι εφαρμογή ανοιχτού κώδικα με την οποία ο προγραμματιστής μπορεί να κατασκευάζει οπτικά εφέ, απεικονίσεις και γραφήματα δεδομένων. Είναι στηριγμένη πάνω σε Java αλλά έχει τη δικιά της γλώσσα προγραμματισμού.

Δημιουργήθηκε από τους BenFry και CaseyReas, φοιτητές του Τεχνολογικού Ινστιτούτου της Μασαχουσέτης. Κύριος σκοπός της συγκεκριμένης εφαρμογής είναι να βοηθήσει τους επίδοξους προγραμματιστές, άτομα που ήδη έχουν ασχοληθεί με τον συγκεκριμένο χώρο αλλά και αυτούς που θέλουν να κάνουν τα πρώτα βήματα.

Ένα από τα θετικά χαρακτηριστικά που έχει, του ανοιχτού κώδικα, είναι αυτό που πείθει τους προγραμματιστές να τη διαλέξουν γιατί μπορούν να χρησιμοποιούν έτοιμες βιβλιοθήκες, οι οποίες κοστίζουν πολλά χρήματα, χωρίς κάποια χρέωση. Επίσης πολλοί προγραμματιστές ανταλλάσσουν τα προγράμματά τους με άλλους και έχουν δημιουργήσει forums στα οποία βοηθάνε σε απορίες και προτείνουν projects.

Παρακάτω φαίνονται το προγραμματιστικό περιβάλλον της Processing καθώς και μία γραφική απεικόνιση των τιμών των μεταβλητών attention και high alpha κατά την περίοδο ελέγχου του οχήματος.



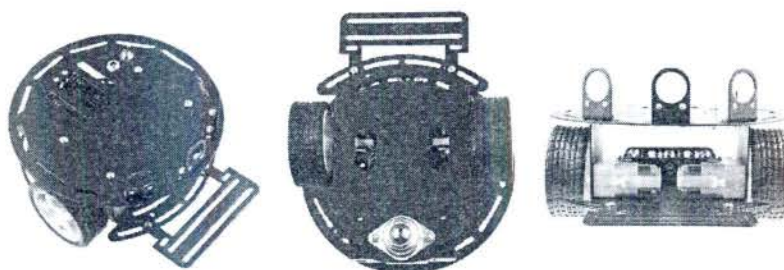
Με κόκκινο φαίνεται η απεικόνιση του attention, ενώ με μπλε φαίνεται η απεικόνιση του high alpha. Το γράφημα παρουσιάζει τις δύο τιμές των μεταβλητών τα πρώτα δύο λεπτά της εξομοίωσης.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

6.1 Κατασκευαστικό Μέρος Εργασίας

- **Όχημα**

Το **DFRobot 2WD Mobile Platform for Arduino** είναι μια κατασκευή μικρού και χαμηλού κόστους που έχει δημιουργηθεί για να χρησιμοποιείται, κυρίως με την πλατφόρμα του Arduino. Η κατασκευή αποτελείται από δυο κινητήρες, δυο τροχούς, ένα στρογγυλό casterball(πίσω μπάλα) ,καθώς και από μεταλλικά πλαίσια που αποτελούν το κορμό του οχήματος. Επίσης διαθέτει μεταλλικά στηρίγματα που χρησιμοποιούνται για την στήριξη άλλων τμημάτων υλικού(hardware).



Ο σχεδιασμός του 2WD four-wheel-drive robot μπορεί να χρησιμοποιηθεί όχι μόνο για τον έλεγχο της στατιστικής επεξεργασίας ,η ενός AVR ελεγκτή αλλά είναι βασισμένος για να χρησιμοποιείται σε ερευνητικά και ερασιτεχνικά project για την πλατφόρμα του Arduino και συνάμα με την προσιτή κοστολόγησή του, αποτέλεσε το πλεονέκτημα να επιλεγεί για την υλοποίηση της κατασκευής μας .Η συναρμολόγηση της κατασκευής είναι ιδιαίτερα εύκολη και δεν χρειάζεται κάποια ιδιαίτερη γνώση. Αφού εγκατασταθούν στην κατασκευή οι κινητήρες και οι ρόδες και αφού βιδωθούν κατάλληλα τα πλαίσια που αποτελούν το κορμό του οχήματος και τοποθετηθεί και το ballcaster αυτό που απομένει είναι η σύνδεση των κινητήρων με καλωδίωση και η τοποθέτηση της θήκης που δέχεται μπαταρίες (δέχεται πέντε μπαταρίες AA).

Παρακάτω δίνονται όλες οι προδιαγραφές για την κατασκευή και τους κινητήρες.

Προδιαγραφές

- 2WD Arduino κινητή πλατφόρμα ανάπτυξης ρομπότ.
- Χαμηλού κόστους μικροελεγκτή Arduino κινητής πλατφόρμας
- Δύο διαφορικούς κινητήρες
- Caster ball
- Σασί με υλικό τοποθέτησης
- Διαστάσεις : 170 mm διάμετρο βάσης
- Βάρος :445g

Προδιαγραφές κινητήρα

- Gear ratio 1:120
- Αριθμός στροφών χωρίς φορτίο (3V): 100rpm
- Αριθμός στροφών χωρίς φορτίο (6V): 200rpm
- Ηλεκτρικό ρεύμα χωρίς φορτίο (3V): 60 mA
- Ηλεκτρικό ρεύμα χωρίς φορτίο (6V): 71 mA
- Stall current (3V) : 260mA
- Stall current (6V) : 470mA
- Ροπή (3V): 1.2Kgcm
- Ροπή (6V): 1.96Kgcm
- Μέγεθος : 55mm x 48.3mm x 23mm

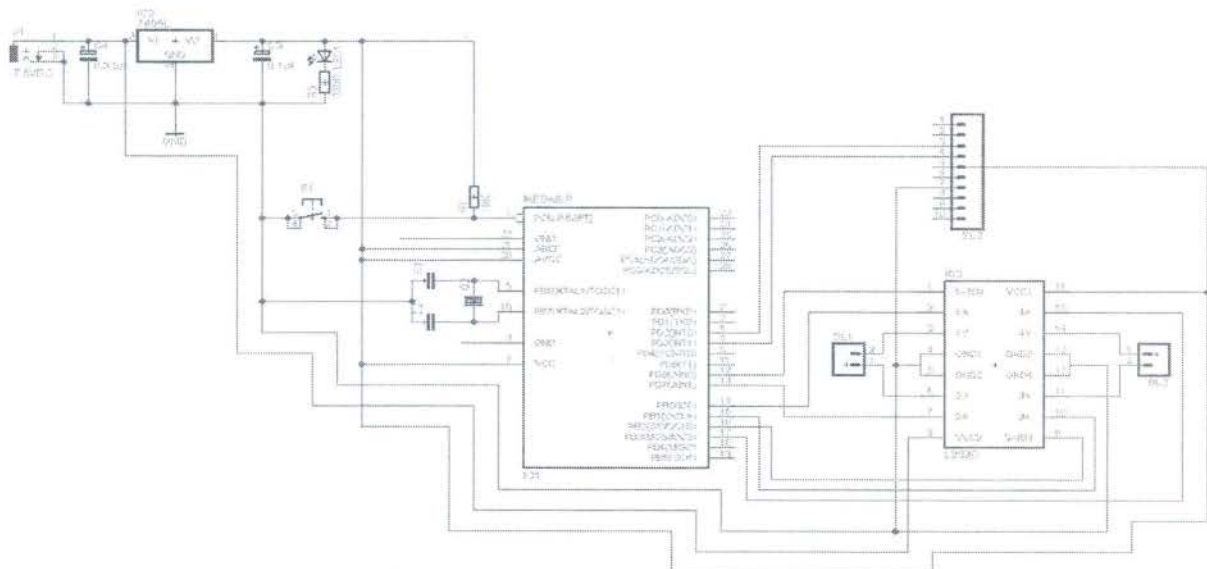
- **Πλακέτα**

Η πλακέτα που δημιουργήθηκε, έχει σκοπό την λήψη και αποστολή δεδομένων, ασύρματα, από το δεύτερο τερματικό Xbee που είναι συνδεδεμένο με τον ηλεκτρονικό υπολογιστή. Αφού τα λάβει, τα στέλνει σειριακά στον μικροελεγκτή. Ο μικροελεγκτής, ανάλογα τα σήματα που έχει πάρει, εξετάζει τις συνθήκες που ισχύουν και ελέγχει μία γέφυρα Η που με τη σειρά της ελέγχει τους κινητήρες του οχήματος.

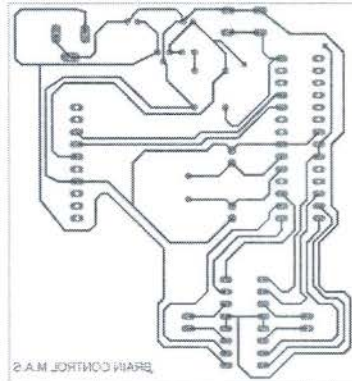
- **Σχεδιασμός του κυκλώματος**

Διαδικασία κατασκευής κυκλώματος σε φωτοευαίσθητη πλακέτα

Αφού σχεδιάστηκε το τυπωμένο κύκλωμα στο σχεδιαστικό πρόγραμμα EAGLE, λογισμικό της εταιρείας Cadsoft, που μπορεί ο χρήστης να το προμηθευτεί από την σελίδα (<http://www.cadsoftusa.com/>). Δημιουργήθηκε το σχηματικό της πλακέτας στο οποίο φαίνονται τα ηλεκτρονικά εξαρτήματα που αποτελούν την πλακέτα καθώς και τις συνδέσεις αυτών.



Στην συνέχεια δημιουργήθηκε το τυπωμένο κύκλωμα, όπως φαίνεται στην εικόνα που ακολουθεί



Αφού σχεδιάστηκε το τυπωμένο κύκλωμα, εκτυπώθηκε σε διαφάνεια και στην συνέχεια κόπηκε με την χρήση κοπτικού εργαλείου η φωτοευαίσθητη πλακέτα στα επιθυμητά μέτρα καθώς και η εκτυπωμένη διαφάνεια. Το αποτέλεσμα φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Το επόμενο βήμα που ακολουθήθηκε είναι το τύπωμα του κυκλώματος στην φωτοευαίσθητη πλακέτα. Η διαδικασία αυτή για να γίνει με επιτυχία έπρεπε να υπάρχει όσο λιγότερος φωτισμός γίνεται και στην συνέχεια αφαιρέθηκε το προστατευτικό κάλυμμα από την πλακέτα (μπλε) που χρησιμοποιήθηκε.

Αφού ολοκληρώθηκε η διαδικασία, έγινε χρήση ειδικού θαλάμου με υπεριώδη φωτισμό(UV).

Τοποθετήθηκε η πλακέτα στο εσωτερικό του και έμεινε εκεί για λίγο παραπάνω από δεκαπέντε λεπτά. Σε αυτό το χρόνο το φως, ενεργεί στην φωτοευαίσθητη επιφάνεια της πλακέτας και στην ουσία δημιουργείτε ένα αποτύπωμα του κυκλώματος από την διαφάνεια πάνω στην πλακέτα.

Το επόμενο βήμα είναι η εμφάνιση του κυκλώματος στην πλακέτα. Για την εμφάνιση της πλακέτας έγινε χρήση διαλύματος νερού και καυστικής σόδας. Η πλακέτα βυθίστηκε μέσα στο ειδικό δοχείο ανάδευσης περίπου για δέκα λεπτά μέχρι που άρχισε να σχηματίζεται το κύκλωμα.

Μόλις ολοκληρώθηκε η παραπάνω διαδικασία αυτό που απέμενε ήταν η αποχάλκωση της πλακέτας. Έγινε η ίδια διαδικασία όπως και παραπάνω με την διαφορά πως αυτή τη φορά το υλικό που περιείχε το δοχείο ανάδευσης ήταν τριχλωριούχος σίδηρος και ο χρόνος ήταν γύρω στα είκοσι λεπτά. Αφού καθαρίστηκε με άφθονο νερό ώστε να φύγουν τα υπολείμματα του μίγματος, η πλακέτα ήταν σχεδόν έτοιμη.



Κεφάλαιο 7

7.1 Περιγραφή επιλογής εργασίας

Η ιδέα της ενασχόλησης με ένα από τα πιο περίπλοκα μέρη του σώματος του ανθρώπου κάνει αρκετούς να πιστεύουν ότι είναι κάτι δύσκολο, κάτι που απαιτεί χρόνο και κόπο. Η ομάδα της παρούσας πτυχιακής εργασίας μπορεί να το επιβεβαιώσει. Από τη στιγμή που αποφασίστηκε το κυρίως θέμα της εργασίας, η λήψη, επεξεργασία και ο έλεγχος συστημάτων με ηλεκτροεγκεφαλικά σήματα, ήταν γνωστό ότι δεν θα ήταν κάτι εύκολο.

Το συγκεκριμένο εργαλείο, ηλεκτροεγκεφαλογράφημα, χρησιμοποιείται αρκετά χρόνια από τους γιατρούς με σκοπό τον εντοπισμό παθήσεων στους ανθρώπους όπως η επιληψία. Δεν είναι πολύς ο καιρός όμως που οι ερευνητές προσπαθούν να εκμεταλλευτούν την ηλεκτρική δραστηριότητα του εγκεφάλου ώστε να μπορούν να ελέγξουν διάφορα συστήματα. Πολλά τα παραδείγματα από τις προσπάθειες που έχει στεφθεί με επιτυχία. Όπως ο ρομποτικός βραχίονας που ελέγχεται με εγκεφαλικά σήματα ή το αμάξι που κινητέ μόνο με την εγκεφαλική δραστηριότητα.

Η συγκεκριμένη τεχνολογία μπορεί να βοηθήσει άτομα με σωματική αναπηρία όπως ο ρομποτικός βραχίονας που αναφέρθηκε. Ο συγκεκριμένος βραχίονας κάνει κινήσεις και αντικαθιστά τα μέρη του σώματος που δεν μπορούν να ελέγξουν. Άτομα με γλωσσικές δυσκολίες. Για τα συγκεκριμένα άτομα έχουν μελετηθεί σύστημα, με εισόδους εγκεφαλικά σήματα, τα οποία μπορούν να περιγράψουν το πως αισθάνεται ο χρήστης τους. Κάτω από έρευνα είναι και το σύστημα το οποίο μπορεί να καταλάβει πιο γράμμα σκέπτεται ο χρήστης.

Στο εμπόριο κυκλοφορούν αρκετά προϊόντα με την ικανότητα να μετράνε τα εγκεφαλικά σήματα, αλλά αναλόγως το χρηματικό υπόβαθρο που υπάρχει

διαθέσιμο και τις λειτουργίες που απαιτεί κάθε εφαρμογή, γίνεται και η αγορά. Στη συγκεκριμένη εργασία χρησιμοποιήθηκε το MindSet της NeuroSky.

Μία επιλογή για ερασιτεχνική χρήση. Αποτελείται μόνο από ένα ενεργό αισθητήριο, ο οποίος τοποθετείται πάνω από το αριστερό φρύδι. Με μετρήσεις που έρχονται μόνο από ένα μέρος του κρανίου, σε σχέση με άλλες συσκευές ηλεκτροεγκεφαλογραφήματος που έχουν μέχρι και 12 ενεργά αισθητήρια, τα συμπεράσματα που μπορούν να βγουν για την δραστηρία του χρήστη είναι πολύ λιγότερα.

Από τη στιγμή που ο χρήστης ξεκινάει να ασχοληθεί με τα σήματα που μετράει το ηλεκτροεγκεφαλογράφημα και στέλνει αντίστοιχα το MindSet, πρέπει να έχει κάποιο ιατρικό υπόβαθρο ώστε να μπορεί να αποδώσει να τα κατατάξει σε κατηγορίες και αργότερα να τα χρησιμοποιήσει.

Όταν ο χρήστης έχει την κατάλληλη γνώση για την ηλεκτρική δραστηριότητα του εγκεφάλου και τις μετρούμενες τιμές, επόμενο βήμα είναι να βρει τον τρόπο ώστε να τις λάβει σωστά, να τις επεξεργαστεί και να τις μεταδώσει στο σύστημα που θέλει να ελέγξει. Στην λήψη και κατανόηση των δεδομένων που στέλνει το MindSet, οδηγός είναι το SDK (Software Developer Kit) της εταιρίας. Σκοπός του είναι να παρέχει στον χρήστη την τεχνογνωσία στο φιλτράρισμα των πακέτων και στην αποθήκευση των δεδομένων.

Συγκεκριμένα για το MindSet, το SDK ενημερώνει ότι υπάρχουν τέσσερις διαφορετικοί τρόποι να λάβεις δεδομένα από τη συσκευή, το ThinkGear Connector (TGC), το ThinkGear Communications Driver (TGCD), το ThinkGear Stream Parser και το MindSet Communications Protocol. Για όλους αυτούς τους τρόπους λήψης δεδομένων υπάρχουν πληροφορίες και βιβλιοθήκες που βοηθούν τον προγραμματιστή να αναπτύξει τις δικές του εφαρμογές.

7.2 Βήμα προς βήμα

Οι πρώτες προσπάθειες έγιναν με την εφαρμογή του χαμηλότερου επιπέδου, το MindSet Communication Protocol, το οποίο επιτρέπει το χρήστη να χρησιμοποιήσει μία συσκευή bluetooth ώστε να λαμβάνει τα δεδομένα του MindSet απευθείας και να τα επεξεργάζεται με μικροελεγκτή. Από τις γνώσεις που έχουμε προσκομίσει από τη σχολή και τον προγραμματισμό μικροεπεξεργαστών που έχουμε διδαχτεί, ο συγκεκριμένος τρόπος φάνηκε εύκολος. Από προηγούμενες προσπάθειες ομάδων, είχε χρησιμοποιηθεί μία ηλεκτρονική συσκευή με όνομα BlueSMiRF.

Η συσκευή αυτή είναι ένα bluetooth modem. Αφού ρυθμιστεί στο baud rate και με την MAC address του MindSet, μπορεί να λάβει απευθείας τα δεδομένα, να τα μεταφέρει σειριακά στον μικροελεγκτή του οχ. Δυστυχώς, ο συγκεκριμένος τρόπος δεν απέδωσε με αποτέλεσμα και χρειάστηκε να χρησιμοποιηθεί κάποιος άλλος τρόπος λήψης δεδομένων

Στη συνέχεια χρησιμοποιήθηκε το ThinkGear Connector που είναι η εφαρμογή του πιο ψηλού επιπέδου.

Μέσα στο forum της εταιρίας βρέθηκε μία εφαρμογή σε Processing, η οποία μέσω ThinkGear Connector, λάμβανε ένα πακέτο δεδομένων από το MindSet και το χώριζε σε 10 μεταβλητές εκ των οποίων, δύο ήταν οι eSense values (attention και meditation), και 8 κύματα. Ο συγκεκριμένος κώδικας ήταν λάθος. Μετά από μελέτη των manuals και του SDK της συσκευής, τροποποιήθηκε και επιτεύχθηκε η λήψη των σωστών μετρήσεων. Από εκείνη τη στιγμή, ήταν δυνατόν πλέον να γίνεται η σωστή λήψη των μετρούμενων τιμών, η αποθήκευσή τους στις αντίστοιχες μεταβλητές και η απεικόνισή τους στην οθόνη τους ηλεκτρονικού υπολογιστή.

Η γραφική απεικόνιση των αποτελεσμάτων ήταν ένας αρκετά δύσκολος στόχος αλλά επιτεύχθηκε. Όμως ο στόχος της εργασίας απείχε πολύ ακόμη. Με απώτερο σκοπό τον έλεγχο ενός οχήματος με εντολές από τον εγκέφαλο, έπρεπε να εισαχθεί ένας μικροελεγκτής που θα ελέγχει την κίνησή του. Η επικοινωνία με αυτόν, γινόταν σειριακά και ενσύρματα.

Έχοντας κατακτήσει μία γνώση από την εφαρμογή Processing, ήταν δυνατόν πλέον να δημιουργηθεί μία σειριακή επικοινωνία μεταξύ του ηλεκτρονικού υπολογιστή και του μικροελεγκτή ο οποίος λάμβανε τα επεξεργασμένα και τα μετέτρεπε σε κίνηση του οχήματος. Η λήψη των πακέτων από το MindSet, ο διαχωρισμός του, η αποθήκευση των τιμών σε μεταβλητές και η αποστολή μίας από αυτές σειριακά στο όχημα ήταν ένα μεγάλο βήμα για την εργασία.

Πάλι όμως η απόσταση για το τελικό αποτέλεσμα ήταν μεγάλη. Έπρεπε να λυθούν κάποια προβλήματα όπως, ο έλεγχος του οχήματος χωρίς καλώδιο για μεταφορά δεδομένων και τροφοδοσία και η αποστολή περισσοτέρων από μία τιμές ταυτόχρονα

Αρχίζοντας από τα εύκολα, θέλοντας το όχημα να είναι αυτόνομο, ο μόνος τρόπος για τη τροφοδοσία του κυκλώματος και των κινητήρων είναι οι μπαταρίες. Στη βάση των μπαταριών τοποθετήθηκαν 5 μπαταρίες AA, οι οποίες είναι συνδεδεμένες σε σειρά και δίνουν 7.5 Volts τάση.

Για να τροποποιηθεί η επικοινωνία και να γίνει ασύρματη έπρεπε να βρεθεί ένα ζευγάρι τερματικών συσκευών η οποίες θα μετέφεραν τα δεδομένα από τον ηλεκτρονικό υπολογιστή στο όχημα. Η λύση ήρθε από το πρωτόκολλο ZigBee. Με δύο τερματικά της εταιρία digi, τα Xbee, ήταν πλέον δυνατή η επικοινωνία. Τα συγκεκριμένα τερματικά, δέχονται σειριακά τις πληροφορίες που πρόκειται να στείλουν, έχουν χαμηλή κατανάλωση και είναι οικονομικά.

Πρέπει να σημειωθεί ότι κάτι που μπορεί να δυσκολέψει την επικοινωνία και τη ρύθμιση των Xbees είναι ότι τροφοδοτούνται από 3.3Volts και όλα τους τα σήματα είναι σε αυτήν την τάση.

Για τους μικροελεγκτές που χρειάζονται 5Volt σήματα για να λειτουργήσουν, πρέπει να χρησιμοποιηθεί μία πλακέτα που κάνει μετατροπή σημάτων από 3.3Volts στα 5.

Αφού ρυθμιστούν στις ίδιες ταχύτητες αποστολής δεδομένων και στο ίδιο δίκτυο μπορούν να αρχίσουν την αλληλοεπικοινωνία. Ο πρώτος κώδικας έπρεπε να ήταν κάτι απλό ώστε να επαληθευτεί η ορθή επικοινωνία μεταξύ τους.

Τα δύο Xbee μπήκαν πάνω στη συγκεκριμένη πλακέτα, μιας και οι μικροελεγκτές που χρησιμοποιήθηκαν λειτουργούν με σήματα 5Volts, συνδέθηκαν με τους δύο μικροελεγκτές μέσω σειριακής θύρας.

Ο κώδικας του αποστολέα είναι να στέλνει για 1 δευτερόλεπτο τον χαρακτήρα 'H', από τη λέξη high και για 1 δευτερόλεπτο τον χαρακτήρα 'L', από τη λέξη low.

Ο κώδικας του παραλήπτη είναι να εξετάζει αν έχει έρθει κάποιο δεδομένο στη σειριακή. Αν έχει φτάσει ο χαρακτήρας 'H' τότε ανάβει το led που είναι στο pin 13. Αν έχει φτάσει ο χαρακτήρας 'L', τότε σβήνει το led.

Κώδικας Αποστολέα

```
void setup(){
```

```
    Serial.begin(9600); //ρύθμιση του baud rate στα 9600bps.
```

```
}
```

```
void loop(){
```

```
    Serial.print('H'); //στέλνεται στη σειριακή ο χαρακτήρας H
```

```
    delay(1000); //για 1 δευτερόλεπτο (1000ms)
```

```
    Serial.print('L'); //στέλνεται στη σειριακή ο χαρακτήρας L
```

```
    delay(1000); //για 1 δευτερόλεπτο (1000ms)
```

Κώδικας Παραλήπτη

```
void setup() {  
    Serial.begin(9600); //ρύθμιση του baud rate στα 9600bps.  
    pinMode(13, OUTPUT); //ρύθμιση του ακροδέκτη 13 ως έξοδος  
}  
  
void loop() {  
    if (Serial.available() > 0) { //αν έχει ληφθεί κάτι στη σειριακή  
        int incomingByte = Serial.read(); //να αποθηκευτεί στη μεταβλητή incomingByte  
        if (incomingByte == 'H') { //αν η τιμή της μεταβλητής είναι ίση με το χαρακτήρα  
            'H'  
            digitalWrite(13, HIGH); //να δώσει λογικό "1" στον ακροδέκτη 13 που υπάρχει  
                το led  
        }  
        if (incomingByte == 'L') { //αν η τιμή της μεταβλητής είναι ίση με το χαρακτήρα  
            'L'  
            digitalWrite(13, LOW); //να δώσει λογικό "0" στον ακροδέκτη 13 που υπάρχει  
                το led  
        }  
    }  
}
```


Οι κώδικές που χρησιμοποιήθηκαν για τον Αποστολέα και για τον Παραλήπτη, επαναλαμβάνονται και το led που υπάρχει στον ακροδέκτη αναβοσβήνει με περίοδο ενός δευτερολέπτου.

Κατά τη διάρκεια αποστολής δεδομένων από το ένα Xbee στο άλλο πρέπει να αναβοσβήνει το κόκκινο led της πλακέτας που δηλώνει ότι η επικοινωνία έχει αρχίσει.

Μπορεί ο πρώτος κώδικας να λειτούργησε με την πρώτη προσπάθεια αλλά τα προβλήματα εμφανίστηκαν αργότερα. Τα δύο τερματικά φαινόταν ασυγχρόνιστα. Για να αντιμετωπισθούν χρειάστηκε να επανέλθουν στις εργοστασιακές τους ρυθμίσεις, να ρυθμιστούν πάλι οι ταχύτητές τους και το δίκτυο στο οποίο ανήκουν και τελικά να δηλωθούν οι Serial numbers των τερματικών και οι Destination Addresses του άλλου Xbee.

Το επόμενο βήμα της επικοινωνίας μέσω σειριακής ήταν πως θα περάσουν παραπάνω από ένα bytes ταυτόχρονα χωρίς να μπλέκονται και ο παραλήπτης να τα λαμβάνει σωστά. Αυτό το πρόβλημα έπρεπε να λυθεί διότι ο έλεγχος του οχήματος δε θα μπορούσε να γίνει μόνο από μία μεταβλητή.

Έτσι φτιάχτηκε ένα πρωτόκολλο κατά το οποίο πριν τη μεταβλητή που πρέπει να σταλεί, στέλνεται ένα header, μία επικεφαλίδα, η οποία δηλώνει ότι το επόμενο byte που θα ακολουθήσει θα είναι η επιθυμητή μεταβλητή. Γνωρίζοντας ότι από τη σειριακή στέλνεται ένα byte τη φορά, 8 bits, δηλαδή $2^8=256$. Άρα μπορούν να σταλούν οι αριθμοί 0-255. Εξασφαλίζοντας ότι οι τιμές που πρέπει να σταλούν πρέπει να είναι μέχρι 253, ή αλλιώς μετατρέπονται ώστε να μείνουν οι αριθμοί 254 και 255 αχρησιμοποίητοι, σε περίπτωση που υπάρχουν δύο μεταβλητές για να αποσταλούν. Έτσι, στέλνεται πρώτα ο αριθμός 254 και αμέσως μετά η πρώτη μεταβλητή, μετά στέλνεται ο αριθμός 255 και αμέσως μετά η δεύτερη μεταβλητή.

Ο κώδικας του πρωτοκόλλου ακολουθεί:

Serial.print(254, BYTE); //στέλνεται το header της πρώτης μεταβλητής

Serial.print(metavlit1, BYTE); //μετά στέλνεται η πρώτη μεταβλητή

Serial.print(255, BYTE); //στέλνεται το header της δεύτερης μεταβλητής

Serial.print(metavlit2, BYTE); //μετά στέλνεται η δεύτερη μεταβλητή

Ο παραλήπτης για να λάβει τις δύο μεταβλητές σωστά, πρέπει να ελέγχει το header, έτσι σε περίπτωση που είναι ίσο με 254, τότε το επόμενο byte που θα έρθει στη σειριακή θα είναι σίγουρα η τιμή της πρώτης μεταβλητής. Αν έρθει το byte με τιμή 255, τότε σίγουρα το επόμενο που θα έρθει θα είναι η τιμή της δεύτερης μεταβλητής.

Μπορεί να σημειωθεί ότι όσο πιο σημαντικές οι μεταβλητές που πρέπει να σταλούν μέσω σειριακής, τόσο πιο αξιόπιστο πρωτόκολλο πρέπει να χρησιμοποιηθεί. Υπάρχουν πολλοί τρόποι για να γίνει πιο αξιόπιστη η αποστολή δεδομένων, όπως να υπάρχει checksum και να ελέγχεται κάθε φορά που παραλαμβάνεται ένα δεδομένο.

Ακολουθεί ένας κώδικας που χρησιμοποιήθηκε για να ελέγχει αν το πρωτόκολλο στέλνει σωστά τα δεδομένα των δύο αισθητηρίων, δύο ποτενσιόμετρων.

Κώδικας Αποστολέα

```
int analogValue2, analogValue5, val2, val5; //δηλώνονται οι μεταβλητές που θα  
χρησιμοποιηθούν
```

```
void setup(){
```

```
    Serial.begin(9600); //ρυθμίζεται η σειριακή επικοινωνία στα 9600 bps
```

```
}
```

```
void loop(){
```

```
    analogValue2 = analogRead(0); //διαβάζεται η αναλογική είσοδος του ακροδέκτη  
                                0 και αποθηκεύεται
```

```
    analogValue5 = analogRead(1); //διαβάζεται η αναλογική είσοδος του ακροδέκτη  
                                1 και αποθηκεύεται
```

```
    val2 = map(analogValue2, 0, 1023, 253, 0); //γίνεται μετατροπή των τιμών από  
                                0-1023 σε 253-0
```

```
    val5 = map(analogValue5, 0, 1023, 253, 0); //οι τιμές από τον 10bit ADC είναι  
1024, άρα από 0-1023 και για να μπορέσει να χρησιμοποιηθεί το πρωτόκολλο δεν  
πρέπει να υπάρχουν οι τιμές 254 και 255
```

```
    Serial.print(254, BYTE); //το πρωτόκολλο για την πρώτη μεταβλητή
```

```
    Serial.print(val2, BYTE);
```

```
    Serial.print(255, BYTE); //το πρωτόκολλο για τη δεύτερη μεταβλητή
```

```
    Serial.print(val5, BYTE);
```

```
    delay(150);
```

```
}
```

Κώδικας Παραλήπτη

byte incomingByte, sensor1, sensor2; //οι μεταβλητές δηλώνονται ως bytes γιατί είναι αυτές που θα περάσουν μέσα από τη σειριακή

void setup() {

Serial.begin(9600); //ρυθμίζεται η σειριακή επικοινωνία στα 9600 bps

pinMode (11, OUTPUT); //ρύθμιση του ακροδέκτη 11 ως έξοδος

pinMode (10, OUTPUT); //ρύθμιση του ακροδέκτη 10 ως έξοδος

delay(1000);

}

void loop() {

if (Serial.available()) { //αν έχει ληφθεί κάτι στη σειριακή

incomingByte = Serial.read();//να αποθηκευτεί στη μεταβλητή incomingByte

Serial.print(int(incomingByte)); //τη στέλνει πάλι πίσω σαν επιβεβαίωση ότι το έλαβε, σαν integer

if ((int(incomingByte) == 254)) { //για να διαβαστεί η τιμή που ήρθε πρέπει να μετατραπεί σε integer, αν η τιμή είναι ίση με 254

sensor1 = Serial.read(); //τότε το επόμενο byte που θα φτάσει θα είναι η τιμή του πρώτου/αισθητηρίου και αποθηκεύεται στη μεταβλητή sensor1

Serial.print("Sensor 1 = ");

Serial.print(int(sensor1)); //τη ξαναστέλνει πίσω για επιβεβαίωση, σαν integer

}

```
if ((int(incomingByte) == 255)) { //αφού μετατραπεί σε integer πάλι το byte που φτάνει και είναι ίσο με 255
```

```
sensor2 = Serial.read(); //τότε το επόμενο byte που θα φτάσει θα είναι η τιμή του δεύτερου αισθητηρίου και αποθηκεύεται στη μεταβλητή sensor2
```

```
Serial.print(" Sensor 2 =");
```

```
Serial.print(int(sensor2)); //τη ξαναστέλνει πίσω για επιβεβαίωση σαν integer
```

```
}
```

```
}
```

```
analogWrite (11, sensor1); //τη τιμή του πρώτου αισθητηρίου την δίνει σε αναλογική έξοδο στο led 11
```

```
analogWrite (10, sensor2); //τη τιμή του δεύτερου αισθητηρίου τη δίνει σε αναλογική έξοδο στο led 10
```

```
}
```

Πρέπει να σημειωθεί ότι ενώ τα δεδομένα περνάνε σαν bytes μέσα από τη σειριακή οπότε αν θέλουμε να συγκρίνουμε τη τιμές τους με κάποιο αριθμό πρέπει να τα μετατρέψουμε σε integers.

Ο τρόπος να στέλνονται πάνω από 1 μεταβλητές μέσω σειριακής επιτεύχθηκε.

Επόμενο βήμα ήταν ο συνδυασμός όλων των μεσών ώστε να φτάσουν τα δεδομένα από το MindSet στο όχημα. Αποφασίστηκε να φτιαχτεί ένα δίκτυο μεταξύ του MindSet, του ηλεκτρονικού υπολογιστή και των δύο μικροελεγκτών. Από το MindSet έχει εξασφαλισθεί η μεταφορά δεδομένων ασύρματα, μέσω bluetooth.

Τα δεδομένα που λαμβάνει ο ηλεκτρονικός υπολογιστής, μετά την επεξεργασία, στέλνονται σειριακά στον πρώτο μικροελεγκτή. Αυτός με τη σειρά του τα στέλνει στο Xbee που είναι συνδεδεμένο πάνω του και εκείνο το στέλνει στο Xbee που είναι πάνω στο όχημα. Όταν τα δεδομένα ληφθούν από το Xbee του οχήματος, μεταφέρονται στον μικροελεγκτή.

Το επόμενο εμπόδιο που έπρεπε να λυθεί ήταν ότι ο πρώτος μικροελεγκτής είναι ήδη συνδεδεμένος σειριακά μέσω καλωδίου με τον ηλεκτρονικό υπολογιστή και λαμβάνει τα δεδομένα της processing.

Η λύση στο συγκεκριμένο πρόβλημα ήρθε με τη δημιουργία μιας εικονικής, δευτερεύουσας σειριακής θύρας του μικροελεγκτή. Με τη συγκεκριμένη ρύθμιση, δύο είσοδοι-έξοδοι του μικροελεγκτή μετατρέπονται σε Rx και Tx της σειριακής επικοινωνίας και συνυπάρχουν με την κύρια σειριακή.

Η ρύθμιση και ο κώδικας της δευτερεύουσας σειριακής:

Με σκοπό να χρησιμοποιηθεί η νέα αυτή σειριακή επικοινωνία, πρέπει να χρησιμοποιηθεί μία βιβλιοθήκη, η **<NewSoftSerial.h>** η οποία συνοδεύεται από τις εντολές **NewSoftSerial mySerial(pin1,pin2);** Και όσες εντολές χρησιμοποιούν τη συγκεκριμένη βιβλιοθήκη, θα έχουν το πρόθεμα **mySerial**.

```
#include <NewSoftSerial.h> // δηλώνεται η βιβλιοθήκη
```

```
NewSoftSerial mySerial(2, 3); // δηλώνονται ποιοι ακροδέκτες θα είναι τα Rx και Tx αντίστοιχα
```

```
void setup()
```

```
{mySerial.begin(9600); //ρυθμίζεται το baud rate της καινούριας σειριακής στα 9600 bps
```

```
}
```

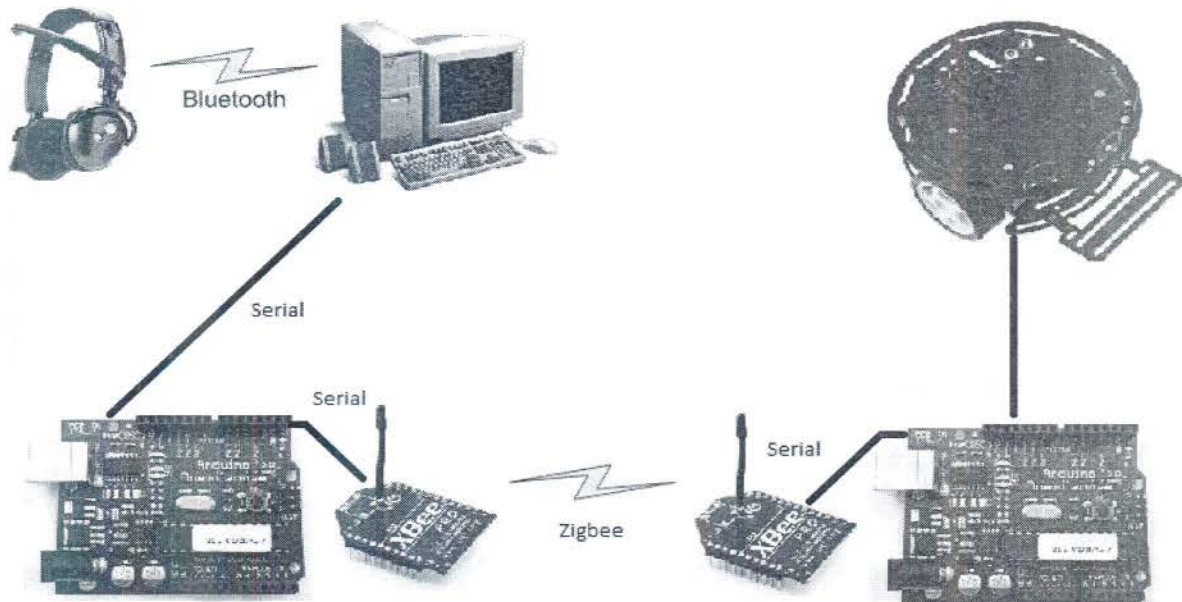
```
void loop(){
```

```
mySerial.print('H'); //στέλνει από τη καινούρια σειριακή το χαρακτήρα 'H'  
delay(1000);  
mySerial.print('L'); // στέλνει από τη καινούρια σειριακή το χαρακτήρα 'L'  
delay(1000); }
```

Ο παραπάνω κώδικας, είναι ο κώδικας που χρησιμοποιήθηκε και για τον έλεγχο της ασύρματης επικοινωνίας μεταξύ Xbee αλλά δε χρησιμοποιεί την κλασική σειριακή.

Δεν είναι υποχρεωτικό στην άλλη μεριά της επικοινωνίας, ο δέκτης να έχει δημιουργήσει μία φαινομενική, δευτερεύουσα σειριακή, αλλά μπορεί να χρησιμοποιήσει όποια αυτός θελήσει.

Αφού πλέον η ασύρματη επικοινωνία με αποστελλόμενα περισσότερα από ένα bytes ήταν γεγονός, η επόμενη δοκιμή θα ήταν να δοκιμαστεί και στη πράξη αυτό το δίκτυο επικοινωνίας μεταξύ MindSet και οχήματος.



Οι πρώτες προσπάθειες μεταφοράς δεδομένων από τη Processing στον arduino έγιναν από μία έτοιμη βιβλιοθήκη με όνομα **<Firmata.h>** η οποία επιτρέπει στο χρήστη να δημιουργήσει μία ενδοεπικοινωνία μεταξύ processing και της πλατφόρμας του arduino. Έτσι είναι δυνατόν να στέλνονται εντολές στην πλακέτα χωρίς να γράφεται κώδικας στην εφαρμογή του arduino, αλλά κατευθείαν μέσα από το προγραμματιστικό περιβάλλον της Processing. Ο προγραμματιστής αρκεί να κάνει upload τον έτοιμο κώδικα **StandardFirmata** στην πλατφόρμα του μικροελεγκτή και να εισάγει τη βιβλιοθήκη **<cc.arduino.*>** στο προγραμματιστικό περιβάλλον της processing.

Μετά αρκεί να χρησιμοποιεί τις εντολές της βιβλιοθήκης όπως **arduino.pinMode(pin,Arduino.OUTPUT)**, ώστε να ελέγχει τους ακροδέκτες της πλακέτας απευθείας από τη συγκεκριμένη εφαρμογή.

Ένας απλό κώδικας στο περιβάλλον της Processing για να αναβοσβήσει ένα led του arduino.

```
import processing.serial.*; //εισάγεται η βιβλιοθήκη της σειριακής επικοινωνίας  
import cc.arduino.*; //εισάγεται η βιβλιοθήκη της Firmata για έλεγχο της  
πλακέτας του arduino
```

```
Arduino arduino; //δηλώνεται το όνομα του στοιχείου που θα χρησιμοποιεί τη  
Firmata
```

```
int ledPin = 13;
```

```
void setup()
```

```
{
```


println(Arduino.list()); // βοηθητική εντολή που εμφανίζει στην οθόνη της Processing τις διαθέσιμες πόρτες του ηλεκτρονικού υπολογιστή στις οποίες είναι συνδεδεμένες συσκευές σειριακά

arduino = new Arduino(this, Arduino.list()[0], 57600); //γίνονται οι ρυθμίσεις για τη βιβλιοθήκη όπως όνομα, σε ποια πόρτα είναι το arduino που θα χρησιμοποιηθεί και το baud rate

arduino.pinMode(ledPin, Arduino.OUTPUT); //η εντολή που χρησιμοποιείται ώστε να ρυθμιστεί η κατάσταση κάποιου ακροδέκτη σε είσοδο ή έξοδο, χρησιμοποιώντας τη βιβλιοθήκη Firmata

}

void draw()

{

arduino.digitalWrite(ledPin, Arduino.HIGH); //δίνεται λογικό "1" στον ακροδέκτη και ανάβει το led

delay(1000);

arduino.digitalWrite(ledPin, Arduino.LOW); //δίνεται λογικό "0" στον ακροδέκτη και ανάβει το led

delay(1000);

}

Η συγκεκριμένη βιβλιοθήκη βοηθάει πάρα πολύ τους προγραμματιστές που θέλουν να φτιάξουν απλούς κώδικες οι οποίοι θα ελέγχουν τις καταστάσεις των ακροδεκτών του arduino και να τις κάνουν εισόδους-εξόδους και να τους αλλάζουν κατάσταση. Πιο κάτω παραθέτονται οι εντολές που είναι συμβατές με τη βιβλιοθήκη και τις ικανότητες του arduino και μπορούν να χρησιμοποιηθούν πολύ απλά από την processing.

Arduino.list(): όπως αναφέρθηκε και στα σχόλια του κώδικα, είναι η εντολή που εμφανίζει τις συσκευές οι οποίες είναι συνδεδεμένες στις πόρτες του ηλεκτρονικού υπολογιστή και μπορούν να επικοινωνήσουν σειριακά μέσω της συγκεκριμένης εφαρμογής και βιβλιοθήκης.

Arduino(parent, name, rate): είναι η εντολή που δημιουργεί ένα αντικείμενο της κλάσης Arduino. Στη μεταβλητή parent πρέπει να εισαχθεί η λέξη “**This**” χωρίς τα εισαγωγικά, στο **name** πρέπει να μπει το νούμερο της πόρτας που θα χρησιμοποιηθεί η οποία έχει βρεθεί από το **Arduino.list()** και στο **rate**, πρέπει να μπει είτε **115200** για την εκδοχή v2 της βιβλιοθήκης, είτε **57600** για την εκδοχή v1.

pinMode(pin, mode): η εντολή που όπως φάνηκε από τον παραπάνω κώδικα ρυθμίζει έναν ακροδέκτη του arduino σε είσοδο ή έξοδο. Στη θέση του **pin** μπαίνει το όνομα του ακροδέκτη που θα χρησιμοποιηθεί και στη θέση του **mode**, μπαίνουν οι εντολές (**Arduino.INPUT** ή **Arduino.OUTPUT**) για είσοδο και έξοδο αντίστοιχα.

digitalRead(pin): είναι η εντολή η οποία επιστρέφει τα αποτελέσματα μίας ψηφιακής εισόδου που μπορεί να είναι ή **Arduino.LOW** ή **Arduino.HIGH**.

digitalWrite(pin, value): είναι η εντολή που δίνει λογικό “0” ή λογικό “1”, σε κάποιο ακροδέκτη που έχει ρυθμιστεί σαν έξοδος, στο value μπαίνουν **Arduino.LOW** ή **Arduino.HIGH** αντίστοιχα.

analogRead(pin): είναι η εντολή που επιστρέφει τη τιμή που έχει μετρήσει η αναλογική είσοδος του ακροδέκτη.

analogWrite(pin, value): είναι η εντολή που δίνει αναλογική έξοδο (PWM) στους ακροδέκτες που έχουν την δυνατότητα να δουλέψουν σαν αναλογικοί έξοδοι (ακροδέκτες 3, 5, 6, 9, 10, και 11). Η τιμή του **value** πρέπει να είναι από 0 έως 255.

Και οι δύο εκδοχές της βιβλιοθήκης Firmata πρέπει να κατεβαστούν και να αποθηκευτούν στο sketchbook της εφαρμογής Processing για να μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Η βιβλιοθήκη βρίσκεται στην παρακάτω ηλεκτρονική διεύθυνση.

<http://www.arduino.cc/playground/Interfacing/Processing>

Η Firmata με τις εντολές τις σίγουρα μπορούν να βοηθήσουν, αλλά όπως προαναφέρθηκε, λύνουν τα χέρια του προγραμματιστή μόνο αν χρειαστεί να φτιάξει κάποια μικρή εφαρμογή, για παράδειγμα, υπάρχει μία γραφική απεικόνιση τιμών οι οποίες μετριοούνται από ψηφιακή ή και αναλογική είσοδο του arduino. Αυτές αναπαριστώνται στην οθόνη του ηλεκτρονικού υπολογιστή και ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να επέμβει ανοιγοκλείνοντας μία ψηφιακή έξοδο του arduino ή μειώνοντας την ταχύτητά του με μία αναλογική έξοδο.

Παρόλα αυτά, οι δυνατότητες της βιβλιοθήκης δεν πληρούν τα κριτήρια της συγκεκριμένης πτυχιακής εργασίας. Η ανάγκη να δημιουργηθεί μία δευτερεύουσα, εικονική σειριακή επικοινωνία στο πρώτο arduino δεν καλύπτεται από τις εντολές της βιβλιοθήκης. Επίσης είναι αδύνατη και η χρήση του πρωτοκόλλου αξιοπιστίας της αποστολής και λήψης δεδομένων.

Αυτό ώθησε την ομάδα να προσπαθήσει να βρει κάποιο άλλο τρόπο σειριακής επικοινωνίας. Η Processing δίνει την δυνατότητα στο χρήστη να δημιουργήσει ο ίδιος μία σειριακή επικοινωνία με κάποιο άλλο σύστημα, της οποίας μπορεί να ρυθμίσει το baud rate, τον τρόπο με τον οποίο θα στέλνει τα δεδομένα και το όνομά της.

Έτσι εισάγοντας τη βιβλιοθήκη της σειριακής, **processing.serial.***, δημιουργώντας μία κλάση και το αντικείμενό της, μπορεί να ξεκινήσει η σειριακή επικοινωνία. Οι αναγκαίες εντολές για τη χρήση της παραθέτονται παρακάτω.

processing.serial.*: είναι η βιβλιοθήκη η οποία πρέπει να εισαχθεί στον κώδικα ώστε να μπορεί να χρησιμοποιηθεί η σειριακή επικοινωνία

Serial serial: είναι η εντολή που δημιουργείται η κλάση με το όνομα serial

Serial.list(): είναι η εντολή η οποία εμφανίζει στην οθόνη της processing τις διαθέσιμες πόρτες

Serial(parent, name, rate): είναι η εντολή που δημιουργεί το αντικείμενο της κλάσης, στη θέση του **parent** μπαίνει το “**This**” χωρίς τα εισαγωγικά, στη θέση του **name**, μπαίνει η πόρτα με την οποία θα γίνεται η σειριακή επικοινωνία και βρίσκεται από την εντολή **Serial.list()**, στη θέση του **rate** μπαίνει το baud rate της σειριακής

serial.write(value): είναι η εντολή η οποία στέλνει στη σειριακή τη συγκεκριμένη μεταβλητή ή αριθμό που βρίσκεται μέσα στο **value**

serial.available(): είναι η εντολή η οποία ελέγχει αν λαμβάνονται αρχεία στη σειριακή

serial.read(): είναι η εντολή που αποθηκεύει αυτό που υπάρχει εκείνη την ώρα στον buffer

Το πιο σημαντικό μέρος της σειριακής επικοινωνίας μεταξύ Processing και άλλων συστημάτων είναι η σωστή ρύθμιση των στοιχείων της επικοινωνίας. Πρέπει να επιλεχτεί σωστά η πόρτα στην οποία θα στέλνει η εφαρμογή τα δεδομένα της και από την οποία θα πρέπει να περιμένει να διαβάσει. Σε περίπτωση που δεν γίνει σωστή η επιλογή της πόρτας, ο εντοπισμός είναι άμεσος και το πρόγραμμα βγάζει σφάλμα. Ελέγχοντας πάλι από το **Serial.list()** τις διαθέσιμες πόρτες, μπορεί εύκολα να διορθωθεί. Ίσως όμως το πιο σημαντικό λάθος σε μία σειριακή επικοινωνία είναι η λάθος ταχύτητα αποστολής και λήψης δεδομένων. Σε περίπτωση που η ταχύτητα του αποστολέα και το παραλήπτη δεν είναι ίδια, η επικοινωνία θα συνεχιστεί αλλά ο παραλήπτης δε θα λαμβάνει σωστά τα δεδομένα που στέλνει ο αποστολέας.

Αφού δημιουργήθηκε τελικά η σειριακή επικοινωνία, έπρεπε να γίνει ένας έλεγχος σωστής λειτουργίας της.

Ο κώδικας που συντάχθηκε για αυτό το σκοπό ήταν ο παρακάτω:

```
import processing.serial.*; //εισάγεται η βιβλιοθήκη της σειριακής επικοινωνίας  
  
Serial serial; //δημιουργείται η κλάση  
  
void setup() { //στη συνάρτηση της εγκατάστασης γίνονται οι ρυθμίσεις της  
                επικοινωνίας  
  
    size(200,200); //δημιουργείται ένα παράθυρο 200x200 pixels, αλλά δε θα  
                χρησιμοποιηθεί  
  
    int serialPortNumber = 5; //δηλώνεται η μεταβλητή που δηλώνει το νούμερο της  
                πόρτας
```

```
println(Serial.list()); //τυπώνονται στην οθόνη της εφαρμογής οι διαθέσιμες
                             πόρτες

String port = Serial.list()[serialPortNumber]; //δηλώνεται το port σύμφωνα με
                             το νούμερο της πόρτας που είχε δηλωθεί πριν

serial = new Serial(this, port, 9600); //δημιουργείται το αντικείμενο της κλάσης
}

void draw() { //στην ρουτίνα επανάληψης

    serial.write(254); //στέλνονται τα headers του πρωτοκόλλου και μετά οι
                             μεταβλητές τους

    serial.write(value1);

    serial.write(255);

    serial.write(value2); }
```

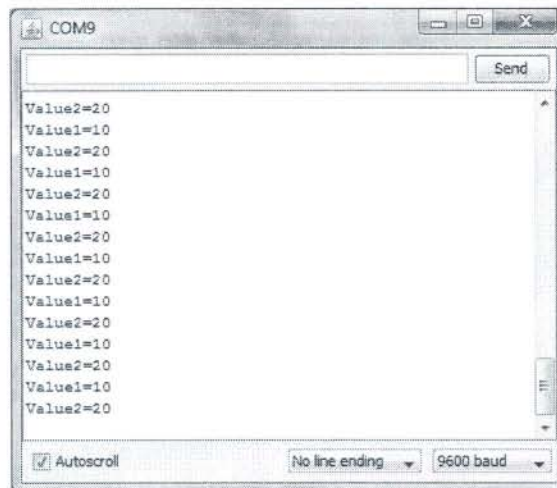
Ο παραπάνω κώδικας χρησιμοποιεί τις πιο βασικές εντολές της σειριακής επικοινωνίας. Έχοντας τρέξει την εντολή **Serial.list()**, είναι γνωστό ότι το arduino που θα είναι ο παραλήπτης, είναι συνδεδεμένος στην COM5. Στην εντολή **new Serial(this, port, 9600)**, στη θέση του port, υπάρχει η COM5 και το baud rate είναι 9600 bps. Στη ρουτίνα επανάληψης στέλνονται δύο μεταβλητές με τα headers (επικεφαλίδες) τους. Ένα ενδεικτικό αρχείο με τιμές των value1=10 και value2=20 είναι:

“255 10 254 20 255 10 254 20 255 10 254 20 255 10 254 20”

Το πρόγραμμα του παραλήπτη ακολουθεί:

```
byte incomingByte; //δηλώνεται η μεταβλητή η οποία θα διαβαστεί από τη  
σειριακή επικοινωνία  
  
void setup(){  
    Serial.begin(9600); //ρυθμίζεται η ταχύτητα της σειριακής στα 9600 bps  
}  
  
void loop(){ //στη ρουτίνα επανάληψης εκτελούνται τα παρακάτω  
    if (Serial.available()) { //αν φτάσει κάτι στη σειριακή  
  
        incomingByte = Serial.read(); //αποθηκεύεται στο incomingByte  
  
        if ((int(incomingByte) == 254)) { //αν η τιμή της μεταβλητής που λήφθηκε είναι  
            254  
  
            value1 = Serial.read(); //η επόμενη τιμή που θα φτάσει, θα αποθηκευτεί στη  
            μεταβλητή value1  
  
        }  
  
        if ((int(incomingByte) == 255)) { //αν η τιμή της μεταβλητής που λήφθηκε είναι  
            255  
  
            value2 = Serial.read(); //η επόμενη τιμή που θα φτάσει, θα αποθηκευτεί στη  
            μεταβλητή value1  
  
        }  
  
    }  
  
    delay(150);  
  
}
```

Ο παραπάνω κώδικας ρυθμίζει την ταχύτητα της επικοινωνίας στα 9600 bps για να συμφωνεί με αυτήν της Processing. Αφού έχουν τα ίδια baud rate, το μόνο που μένει είναι να εξεταστούν και πρακτικά οι τιμές που λαμβάνονται. Οι μετρήσεις ακολουθούν.



Αφού εξασφαλίστηκε και η ασφαλής μετάδοση των δεδομένων μέσω σειριακής, το μόνο πράγμα που μένει είναι να δημιουργηθούν τρεις ενιαίοι κώδικες. Παρακάτω φαίνονται οι κώδικες που πρέπει να δημιουργηθούν και τα περιεχόμενά τους.

1^{ος} κώδικας

Ο πρώτος κώδικας αναφέρεται στην Processing και πρέπει να περιέχει:
Την επικοινωνία μεταξύ του MindSet και του ηλεκτρονικού υπολογιστή
Τη λήψη και επεξεργασία των δεδομένων που αποστέλλει το MindSet
Τη δημιουργία και ρύθμιση της σειριακής επικοινωνίας
Η αποστολή των δεδομένων μέσω σειριακής προς το arduino

Ο 1^{ος} κώδικας ακολουθεί

import processing.net.*; //εισάγονται οι δύο βιβλιοθήκες, η βιβλιοθήκη net.
επιτρέπει στο χρήστη να δημιουργεί καινούριο client ώστε να κρατάει ανοιχτές
πόρτες με τον ηλεκτρονικό υπολογιστή

import processing.serial.*; //και η βιβλιοθήκη serial για να χρησιμοποιηθεί η
σειριακή επικοινωνία

Serial serial; //δημιουργείται η κλάση με όνομα serial που θα χρησιμοποιεί την
αντίστοιχη βιβλιοθήκη

Client tgc; //δηλώνεται ο καινούριος client με όνομα tgc και είναι αυτός που
κρατάει τις συνδέσεις ώστε να επικοινωνεί το ThinkGear Connector με τον
ηλεκτρονικό υπολογιστή

int meditation, attention;

float[] waves; //δηλώνεται ένας πίνακας ο οποίος θα περιέχει δεκαδικές τιμές

int port = 13854; //ο αριθμός της πόρτας που θα χρησιμοποιεί η net.

String ip = "127.0.0.1"; //η διεύθυνση IP που θα χρησιμοποιεί η net.

int updates;

void setup() { //στη ρουτίνα ρυθμίσεων

size(200,200); //δημιουργείται ένα παράθυρο της Processing 200x200 pixels

tgc = new Client(this, ip, port); //δημιουργείται το αντικείμενο της κλάσης tgc

waves = new float[8]; //ο πίνακας που δηλώθηκε θα είναι 8 θέσεων

int serialPortNumber = 5; //δηλώνεται η πόρτα που θα χρησιμοποιήσει η
σειριακή επικοινωνία

println(Serial.list()); //εκτυπώνεται η λίστα με τις διαθέσιμες πόρτες

String port = Serial.list()[serialPortNumber]; //δηλώνεται η πόρτα η οποία θα
χρησιμοποιηθεί από τη σειριακή

meditation = attention = updates = 0;

serial = new Serial(this, port, 9600); //ενεργοποιείται η σειριακή επικοινωνία με
τα αντίστοιχα στοιχεία

}

```
void draw() { στη ρουτίνα επανάληψης

    if(tgc.available() > 0) { //αν ληφθεί κάτι από το MindSet
        updateMindSet(); //καλείται η ρουτίνα updateMindSet
        int highalpha=int (waves[3])/1000; //οι τιμές του high alpha γίνονται integers
            και διαιρούνται με το 1000

        serial.write(254); //στέλνονται μέσω σειριακής επικοινωνίας μαζί με τα headers
            τους οι τιμές

        serial.write(highalpha); //των high alpha και attention
        serial.write(255);
        serial.write(attention);

        println("High Alpha= "+highalpha+" Low Alpha= "+lowalpha);
        //εκτυπώνονται στην οθόνη της //Processing οι συγκεκριμένες τιμές με τα προθέματά
        τους
    }
}

void updateMindSet(){ //όταν καλείται η ρουτίνα

    byte[] buffer = new byte[43]; //δημιουργείται ένας πίνακας που θα περιέχει 43
    bytes μεταβλητές

    int byteCount = tgc.readBytes(buffer); //ό,τι έχει έρθει από το MindSet και έχει
        αποθηκευτεί στον buffer, αποθηκεύεται στη μεταβλητή byteCount
```

```
if(byteCount <= 43) { //αν οι μεταβλητές που έχουν ληφθεί έχουν μέγιστο αριθμό
                        bytes το 43

    for (int i = 0; i<43; i++) { ελέγχονται όλες οι τιμές του πίνακα

        switch (buffer[i]){

            case (0x04): //αν βρεθεί η δεκαεξαδική τιμή 0x04

                attention=buffer[i+1]; //τότε το επόμενο byte του πίνακα είναι το attention

                break;

            case (0x05): //αν βρεθεί η δεκαεξαδική τιμή 0x05

                meditation=buffer[i+1]; //τότε το επόμενο byte του πίνακα είναι το meditation

                break;

        }

    }

    for (int k = 0; k<8; k++) { //επανάληψη που ξεχωρίζει από το πακέτο του MindSet
                                τις τιμές των κυμάτων

        byte[] floatBuffer = new byte[4];

        for(int j=0; j<4; j++) {

            floatBuffer[j] = buffer[10 + k*4 + j]; //τις τοποθετεί σε έναν buffer

        }

        waves[k] = byteArrayToFloat(floatBuffer); //και καλεί τη συνάρτηση
        byteArrayToFloat η οποία επιστρέφει τις 8 τιμές των κυμάτων σε δεκαδικούς
        αριθμούς

    }

}
```

```
tgc.clear(); //καθαρίζεται ο buffer του client tgc

}

float byteArrayToFloat(byte test[]) { //η έτοιμη συνάρτηση που μετατρέπει τους
    big-endian σε δεκαδικούς

    int bits = 0;
    int i = 0;
    for (int shifter = 3; shifter >= 0; shifter--) {
        bits |= ((int) test[i] & 0xff) << (shifter * 8);
        i++;
    }
    return Float.intBitsToFloat(bits);
}

void mousePressed() { //αν πατηθεί κάποιο πλήκτρο του ποντικιού
    waves[3]=0; //η τιμή του high alpha μηδενίζεται
    int stopmoving= int (waves[3]); //αποθηκεύεται σαν integer σε μία μεταβλητή
    serial.write(254); //και στέλνεται σύμφωνα με τα πρότυπα του πρωτοκόλλου
    serial.write(stopmoving);
}
```

```
delay(150);  
serial.clear(); //καθαρίζονται οι μεταβλητές που υπάρχουν στη σειριακή  
serial.stop(); //σταματάει η σειριακή επικοινωνία  
tgc.clear();//καθαρίζεται ο buffer του client tgc  
exit();  
}
```

Ο παραπάνω κώδικας έχει τη δυνατότητα της δημιουργίας σύνδεσης και επικοινωνίας με το MindSet με την εισαγωγή της βιβλιοθήκης **processing.net.*** και τη χρήση των αντικειμένων της. Τη λήψη των δεδομένων από το MindSet και την επεξεργασία τους με τις ρουτίνες **updateMindSet** και **byteArrayToFloat**. Τη δημιουργία και τη ρύθμιση της σειριακής επικοινωνίας με τη βιβλιοθήκη **processing.serial*** και τα αντικείμενά της. Επίσης είναι δυνατή και η αποστολή των ληφθέντων και επεξεργασμένων δεδομένων σειριακά στο arduino.

Τα δεδομένα που παραλαμβάνονται από το MindSet έχουν μία συγκεκριμένη μορφή και το SDK βοηθάει το χρήστη επιδεικνύοντάς του με ποιο τρόπο να τα αποθηκεύσει και να τα επεξεργαστεί.

2^{ος} κώδικας

Ο δεύτερος κώδικας αναφέρεται στο πρώτο arduino και πρέπει να περιέχει:

Τη δημιουργία και ρύθμιση της σειριακής επικοινωνίας

Τη λήψη και επεξεργασία των δεδομένων από τον ηλεκτρονικό υπολογιστή, σειριακά

Την επεξεργασία των ληφθέντων δεδομένων

Την επαναπροώθησή τους σειριακά στο Xbee με σκοπό την αποστολή τους στο άλλο τερματικό

2^{ος} κώδικας ακολουθεί

```
#include <NewSoftSerial.h> //εισάγεται η βιβλιοθήκη για τη δημιουργία εικονικής  
σειριακής θύρας
```

```
NewSoftSerial mySerial(2, 3); //δηλώνονται τα Rx και Tx αντίστοιχα της νέας  
θύρας
```

```
int analogValue2, analogValue5, val2, val5;
```

```
byte incomingByte, highalpha, attention; //δηλώνονται σαν bytes οι μεταβλητές  
που θα ληφθούν από τη/σειριακή
```

```
void setup()
```

```
{
```

```
Serial.begin(9600); //ρυθμίζονται οι δύο σειριακές θύρες σε ταχύτητα 9600 bps
mySerial.begin(9600);
}

void loop(){
  if (Serial.available()) { //κατά τη διάρκεια που λαμβάνονται bytes στη σειριακή
    incomingByte = Serial.read(); //αποθηκεύονται στη μεταβλητή incomingByte
    if ((int(incomingByte) == 254)) { η μεταβλητή μετατρέπεται σε integer για να
      μπορέσει να συγκριθεί με αριθμούς του δεκαδικού συστήματος
      highalpha = Serial.read(); //αν το byte που έφτασε έχει τιμή ίση με 254, το
        επόμενο byte να αποθηκευτεί στη μεταβλητή highalpha

      Serial.print(int(highalpha));
    }

    if ((int(incomingByte) == 255)) { //αν το byte που έφτασε έχει τιμή ίση με 255
      attention = Serial.read(); // το επόμενο byte να αποθηκευτεί στη μεταβλητή
attention
      Serial.print(int(attention));
    }
  }
}
```



```
mySerial.print(254, BYTE); //χρησιμοποιείται πάλι το πρωτόκολλο για να  
σταλούν στο άλλο arduino μέσω Zigbee
```

```
mySerial.print(highalpha, BYTE);//μετατρέπονται σε bytes και στέλνονται μέσω  
σειριακής
```

```
mySerial.print(255, BYTE);
```

```
mySerial.print(attention, BYTE);
```

```
delay(150);
```

```
}
```

Ο παραπάνω κώδικας λαμβάνει τα δεδομένα από τον ηλεκτρονικό υπολογιστή σειριακά, χρησιμοποιώντας τη βασική σειριακή θύρα του arduino. Ο σκοπός του συγκεκριμένου μικροελεγκτή όμως είναι να επαναπροωθήσει τα δεδομένα που δέχεται στο arduino που είναι στο όχημα. Λόγω του ότι η σειριακή του θύρα είναι απασχολημένη από την Processing, δημιουργείται η εικονική σειριακή. Αφού λάβει όλα τα δεδομένα που είναι στον buffer της σειριακής και τα αποθηκεύσει, τα στέλνει μέσω της δευτερεύουσας σειριακής στο Xbee και αυτό με τη σειρά του τα στέλνει ασύρματα μέσω του πρωτοκόλλου Zigbee.

3^{ος} κώδικας

Ο τρίτος κώδικας αναφέρεται στο δεύτερο arduino και πρέπει να περιέχει:

Τη δημιουργία και ρύθμιση της σειριακής επικοινωνίας

Τη λήψη και επεξεργασία των δεδομένων από το Xbee, σειριακά

Την επεξεργασία των ληφθέντων δεδομένων

Τον έλεγχο συμπεριφοράς και κίνησης του οχήματος

3^{ος} κώδικας

```
#include <NewSoftSerial.h> //εισάγεται η βιβλιοθήκη για τη δημιουργία εικονικής  
σειριακής θύρας
```

```
NewSoftSerial mySerial = NewSoftSerial(2, 3); //δηλώνονται τα Rx και Tx  
αντίστοιχα της νέας θύρας
```

```
byte incomingByte, highalpha, attention; //δηλώνονται σαν bytes οι μεταβλητές  
που θα ληφθούν από τη σειριακή
```

```
int pin1=11;
```

```
int pin2=12;
int pin12=10;
int pin3=7;
int pin4=8;
int pin34=6;

void setup() { //στη ρουτίνα των ρυθμίσεων
    mySerial.begin(9600); //ρυθμίζεται η ταχύτητα της σειριακής επικοινωνίας στα
                          9600 bps
    pinMode (pin1, OUTPUT); //ρυθμίζονται οι παρακάτω ακροδέκτες ως έξοδοι
    pinMode (pin2, OUTPUT);
    pinMode (pin12, OUTPUT);
    pinMode (pin3, OUTPUT);
    pinMode (pin4, OUTPUT);
    pinMode (pin34, OUTPUT);
    delay(1000);
}

void loop() { //στη ρουτίνα επανάληψης
    if (mySerial.available()) { //κατά τη διάρκεια που λαμβάνονται bytes στη
                                σειριακή
```

```
incomingByte = mySerial.read();//αποθηκεύονται στη μεταβλητή incomingByte  
  
mySerial.print(int(incomingByte));  
  
if ((int(incomingByte) == 254)) { //η μεταβλητή μετατρέπεται σε integer για να  
μπορέσει να συγκριθεί με αριθμούς του δεκαδικού συστήματος  
highalpha = mySerial.read();//το επόμενο byte να αποθηκευτεί στη μεταβλητή  
highalpha  
  
mySerial.print("Sensor 1 = ");  
mySerial.print(int(highalpha));  
}  
  
if ((int(incomingByte) == 255)) { // αν το byte που έφτασε έχει τιμή ίση με 255  
attention = mySerial.read(); // το επόμενο byte να αποθηκευτεί στη μεταβλητή  
attention  
  
mySerial.print(" Sensor 2 =");  
mySerial.print(int(attention));  
}  
}
```

```
if (highalpha>=30 && attention<30){ //αν το high alpha είναι μεγαλύτερο του 30
    digitalWrite(pin1,HIGH); //και το attention μικρότερο του 30, το όχημα θα
    digitalWrite(pin2,LOW); //κινηθεί δεξιά
    analogWrite(pin12,150);
    digitalWrite(pin3,LOW);
    digitalWrite(pin4,HIGH);
    analogWrite(pin34,0);
    delay(100);
}
else if (highalpha>=30 && attention>30 && attention<80) { //αν το high
alpha
    digitalWrite(pin1,HIGH); // είναι μεγαλύτερο του 30 και το attention είναι
    digitalWrite(pin2,LOW); //μεταξύ 30 και 80, το όχημα θα κινηθεί αριστερά
    analogWrite(pin12,0);
    digitalWrite(pin3,LOW);
    digitalWrite(pin4,HIGH);
    analogWrite(pin34,150);
    delay(100);
}
else if (highalpha>=30 && attention>80){ //αν το high alpha είναι μεγαλύτερο
    digitalWrite(pin1,HIGH); //από το 30 και το attention μεγαλύτερο του 80, το
```

```
digitalWrite(pin2,LOW); //όχημα θα κινηθεί ευθεία
analogWrite(pin12,150);
digitalWrite(pin3,LOW);
digitalWrite(pin4,HIGH);
analogWrite(pin34,150);
delay(100);
}
else { //αν το high alpha είναι μικρότερο του 30 το όχημα θα μείνει στάσιμο
digitalWrite(pin1,HIGH);
digitalWrite(pin2,LOW);
analogWrite(pin12,0);
digitalWrite(pin3,LOW);
digitalWrite(pin4,HIGH);
analogWrite(pin34,0);
}
}
```

Ο παραπάνω κώδικας λαμβάνει τα δεδομένα σειριακά από το Xbee. Σκοπός του συγκεκριμένου arduino είναι η λήψη των τιμών και η επεξεργασία τους ώστε να αποθηκευτούν σωστά στις αντίστοιχες μεταβλητές. Αφού αποθηκευτούν, φιλτράρονται από συνθήκες ανάλογα με τις τιμές τους και μετατρέπονται σε κίνηση. Η κίνηση επιτυγχάνεται από τον έλεγχο της γέφυρας H που βρίσκεται στο όχημα.

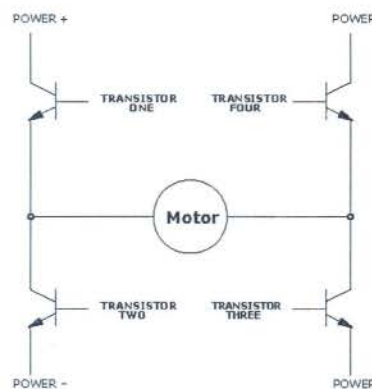
Ο μικροελεγκτής είναι ικανός, με τα σήματά του, να ελέγξει τη φορά κίνησης των κινητήρων καθώς και την ταχύτητα περιστροφής τους. Οι τιμές του κύματος high alpha είναι αυτές που επιτρέπουν ή όχι στο όχημα να κινηθεί ή να μείνει στάσιμο. Σε περίπτωση που η τιμή του high alpha είναι μικρότερη του 30, το όχημα δε θα κινηθεί. Σε περίπτωση που είναι μεγαλύτερη, υπάρχει η δεύτερη συνθήκη, η τιμή του attention του χρήστη που καθορίζει τη φορά περιστροφής των κινητήρων. Αν το attention είναι μικρότερο του 30, το όχημα στρίβει αυστηρά δεξιά, αν το attention είναι μεταξύ 30 και 80, το όχημα κινείται αυστηρά δεξιά, ενώ αν το attention είναι μεγαλύτερο του 80, το όχημα κινείται αυστηρά ευθεία.

Πρέπει να σημειωθεί ότι οι τιμές της μεταβλητής high alpha είναι μπορούν να ποικίλουν και πρέπει να ρυθμίζονται πριν τη δοκιμή σε πραγματικές συνθήκες.

Όπως αναφέρθηκε, η κίνηση του οχήματος γίνεται από τη γέφυρα H, η οποία ελέγχεται ηλεκτρικά από τον μικροελεγκτή. Η συγκεκριμένη γέφυρα είναι ένα ηλεκτρονικό σύστημα που αποτελείται από τέσσερα τρανζίστορ.

Ο τρόπος που είναι τοποθετημένα θυμίζει το γράμμα H και από εκεί έχει πάρει το όνομά της. Χρησιμοποιείται όπως προαναφέρθηκε για τον έλεγχο φοράς και ταχύτητας περιστροφής DC κινητήρων. Ανάλογα με πιο ζευγάρι τρανζίστορ άγουν, ο κινητήρας έχει και την ανάλογη φορά.

Παρακάτω φαίνεται ο τρόπος που μπορεί να χειριστεί η γέφυρα H.



Αν άγει το τρανζίστορ ένα και τρία, ο κινητήρας κινείται δεξιόστροφα, άγουν τα τρανζίστορ δύο και τέσσερα, ο κινητήρας κινείται αριστερόστροφα.

7.3 Άλλες προτάσεις

Η τεχνολογία συνεχώς εξελίσσεται και τα προϊόντα με τις ίδιες δυνατότητες ποικίλουν. Είναι φυσικό στην έρευνα αγοράς για κάποιο προϊόν να εμφανιστούν προϊόντα με χαμηλότερες δυνατότητες αλλά και προϊόντα με πολύ περισσότερες δυνατότητες αλλά με πολύ υψηλότερο κόστος. Σε αυτό το δίλημμα βρίσκονται οι περισσότερες ομάδες που δεν έχουν ξαναδοκιμάσει κάτι παρόμοιο ώστε να ξέρουν τι ακριβώς ψάχνουν.

Στην περίπτωση της συγκεκριμένης εργασίας, το δίλημμα βρέθηκε σε πολλές περιπτώσεις. Αρχικά βρέθηκε στην αγορά συσκευής που θα μετράει ηλεκτροεγκεφαλικά σήματα. Η τελική επιλογή ήταν το MindSet της Neurosky. Όμως η ίδια εταιρία είχε δημιουργήσει άλλες δύο συσκευές με παρόμοιες δυνατότητες, όπως το MindWave και το Mindflex. Η συσκευή που εντυπωσίασε όμως τους πάντες και ακόμη περισσότερο τις μεγαλύτερες ερευνητικές ομάδες είναι το Emotiv EPOC το οποίο όπως προαναφέρθηκε έχει 12 ενεργά αισθητήρια, είναι ικανό να ανιχνεύσει το άνοιγμα και κλείσιμο του βλεφάρου και έχει 2 γυροσκόπια. Η τιμή όμως υπέρβαινε το συνολικό διαθέσιμο ποσό οπότε δεν υπήρχε η δυνατότητα να αγοραστεί.

Εναλλακτική συσκευή επίσης υπήρξε και για την ασύρματη επικοινωνία του MindSet με το arduino. Έχει ήδη αναφερθεί το bluetooth modem BlueSMiRF που δεν κατάφερε να επικοινωνήσει με το MindSet. Δοκιμάστηκε όμως και μία άλλη συσκευή, η επιπρόσθετη πλακέτα του arduino που δημιουργεί ασύρματες συνδέσεις bluetooth μεταξύ του μικροελεγκτή και κάποιας συσκευής bluetooth.

7.4 Εξέλιξη

Με την υλοποίηση της πτυχιακής μας εργασίας και με τη συλλογή όλων αυτών των πληροφοριών και γνώσεων που αποκτήσαμε ,έχουμε θέσει ένα αρκετά μεγάλο υπόβαθρο ώστε να συνεχίζουμε μελλοντικά την εξέλιξη του συγκεκριμένου μας project .

Με τη χρήση του MindSet έχουμε τη δυνατότητα να δημιουργήσουμε ή ακόμη καλύτερα να προσθέσουμε και άλλες εφαρμογές πάνω στην ήδη υπάρχουσα πλατφόρμα. Ανακαλύψαμε ένα μεγάλο εύρος εφαρμογών και προγραμμάτων ,όπως το flash, labVIEW, MATLAB κτλ. Με τα οποία μπορούμε να εξαντλήσουμε τις πληροφορίες που μας παρέχει το MindSet.

Συλλέγοντας λοιπόν και άλλες επιστημονικές γνώσεις και πληροφορίες μπορούμε να πετύχουμε αρκετά υψηλούς στόχους όπως για παράδειγμα τη χρήση του οχήματος μας ως ένα είδος μοντελοποίησης και την εφαρμογή του τρόπου λειτουργίας του σε μια καρέκλα για την διευκόλυνση ατόμων περιορισμένης κινητικότητας , τα οποία όμως ελέγχοντας την εγκεφαλική τους δραστηριότητα να μπορούν να πετύχουν πράγματα που ίσως να μην είναι και τόσο εύκολο να πραγματοποιήσουν.

ΕΠΙΛΟΓΟΣ

Οι τελειόφοιτοι των τεχνολογικών εκπαιδευτικών ιδρυμάτων καλούνται να φέρουν εις πέρας την πτυχιακή τους εργασία. Σκοπός της είναι η εφαρμογή των γνώσεων που έχουν αποκομισθεί, κατά τη διάρκεια των σπουδών. Σε ένα τμήμα όπως του Αυτοματισμού, όπου διδάσκονται πολλά και διαφορετικά μεταξύ τους μαθήματα, ο σπουδαστής έχει την επιλογή να συνδυάσει τα περισσότερα από αυτά σε μία εργασία με πολλές πλευρές αλλά με ένα σκοπό, τη γνώση.

Η ομάδα της συγκεκριμένης εργασίας προσπάθησε να συνδυάσει κάποιες από τις επιστήμες που διδάσκονται στο τμήμα. Ασχολήθηκε με:

- τη ψηφιακή επεξεργασία σήματος, στην επεξεργασία των δεδομένων που λαμβάνονται από το MindSet.
- τον προγραμματισμό και ιδιαίτερα με τον προγραμματισμό μικροελεγκτών, στη λήψη των δεδομένων από το MindSet, την αποθήκευσή τους σε μεταβλητές και την επαναπροώθησή τους, καθώς και στον έλεγχο κίνησης του οχήματος.
- τα ηλεκτρονικά, στη συνδεσμολογία και χρήση ηλεκτρονικών συστημάτων όπως οι μικροελεγκτές, τα Xbee και η γέφυρα H.
- τα δίκτυα, στη σειριακή επικοινωνία μεταξύ ηλεκτρονικού υπολογιστή και μικροελεγκτή αλλά και με την ασύρματη επικοινωνία μεταξύ δύο μικροελεγκτών.

Οι γνώσεις που αποκομίσθηκαν ήταν ένα σημαντικό κομμάτι που επιτεύχθηκε κατά την εκπόνηση της συγκεκριμένης εργασίας. Κάτι εξίσου σημαντικό όμως ήταν η συνεργασία. Η αποδοχή της βοήθειας από τα υπόλοιπα μέρη της ομάδας, η έμπνευση για την λύση των προβλημάτων με ιδέες από τους συνοδοιπόρους και τέλος ο εορτασμός της επιτυχίας σαν ένα άτομο, είναι τα χαρακτηριστικά της ομαδικότητας τα οποία συναντήσαμε στο δρόμο προς την επίτευξη του στόχου.

Βιβλιογραφία

- [1] Μικροελεγκτής Arduino. Ανάκτηση από <http://www.microplanet.gr/tutorials/microcontrollers/arduino>
- [2] Μικροελεγκτής Arduino. Ανάκτηση από http://www.grobot.gr/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=40&Itemid=80
- [3] Μικροελεγκτής Arduino. Ανάκτηση από <http://arduino.cc/en/Main/Hardware>
- [4] Arduino Shields. Ανάκτηση από <http://arduino.cc/en/Main/ArduinoShields>
- [5] Arduino Xbee. Ανάκτηση από <http://arduino.cc/it/Main/ArduinoXbeeShield>
- [6] Arduino Xbee. Ανάκτηση από <http://arduino.cc/it/Guide/ArduinoXbeeShield>
- [7] Πρωτόκολλο Zigbee. Ανάκτηση από <http://www.electronews.gr/2011/06/zigbee.html>
- [8] Λογισμικό X-CTU. Ανάκτηση από <http://www.digi.com/support/productdetail?pid=3352>
- [9] Πληροφορίες συσκευής MindSet. Ανάκτηση από <http://store.neurosky.com/products/mindset>
- [10] Πληροφορίες εταιρείας Neurosky. Ανάκτηση από <http://www.neurosky.com/AboutUs/AboutUs.aspx>
- [11] Πληροφορίες συσκευής MindSet. Ανάκτηση από http://developer.neurosky.com/docs/doku.php?id=thinkgear_connector_tgc
- [12] Πληροφορίες συσκευής MindSet. Ανάκτηση από <http://store.neurosky.com/products/brainwave-visualizer>
- [13] Πληροφορίες πλατφόρμας Processing. Ανάκτηση από <http://processing.org/about/>

[14] Πληροφορίες οχήματος. Ανάκτηση από

http://www.dfrobot.com/index.php?route=product/product&product_id=65

[15] John G. Webster (2000). Ιατρική Οργανολογία

[16] J.G. McGeown (2009). Συνοπτική φυσιολογία του Ανθρώπου

[17] Ευάγγελος Κανέλλος – Μαρία Λυμπέρη (1996) – Φυσιολογία II

[18] Πληροφορίες για τον εγκέφαλο. Ανάκτηση από

http://neurotalk.blogspot.gr/2008/07/blog-post_1384.html

<http://panacea.med.uoa.gr/topic.aspx?id=897>

<http://el.science.wikia.com/wiki/%CE%95%CE%B3%CE%BA%CE%AD%CF%86%CE%B1%CE%BB%CE%BF%CF%82>

http://enallaktikimathisi.blogspot.gr/2009/09/blog-post_24.html

Νευροεπιστήμη και συμπεριφορά-Erik R.Kandel, James H.Schwartz, Thomas M.Jessel

Βιολογική Ψυχολογία-James W. Kalat

[19] Πληροφορίες για τις συχνότητες του εγκεφάλου. Ανάκτηση από

<http://books.google.gr/books?id=8NiJLtKRvxMC&pg=PA280&lpg=PA280&dq=who+are+the+signal+frequencies+in+our+scalp&source=bl&ots=EheFqTsAOx&sig=AlbHoKZZ2SzGRbZHtv3RGLccarU&hl=el&sa=X&ei=OQcxT-64Ke3b4QTP-I2eBQ&ved=0CB0Q6AEwAA#v=onepage&q=who%20are%20the%20signal%20frequencies%20in%20our%20scalp&f=false>

[http://nemertes.lis.upatras.gr/jspui/bitstream/10889/3821/3/Nimertis_Xenikou\(i\).pdf](http://nemertes.lis.upatras.gr/jspui/bitstream/10889/3821/3/Nimertis_Xenikou(i).pdf)

[http://www.clinph-journal.com/article/S1388-2457\(00\)00247-9/abstract](http://www.clinph-journal.com/article/S1388-2457(00)00247-9/abstract)

http://www.lifeinbalance.gr/portal/index.php?option=ozo_content&perform=view&id=501&Itemid=0

[20] Πληροφορίες για το ηλεκτροεγκεφαλογράφημα. Ανάκτηση από

<http://en.wikipedia.org/wiki/Electroencephalography>

<http://www.semifind.gr/default.asp?pid=1231&langid=53&mdl=news&subid=19&itemid=1484>

<http://www.cs.phs.uoa.gr/el/courses/neuroscience/brain-learning-memory.pdf>

Τμήμα Αυτοματισμού
Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών
Α.Τ.Ε.Ι Πειραιά

Copyright© Κατσάρα Φ. Μαρία, Μαρμαρινός Γ. Αλέξιος, Μειντάνης Θ. Σωτήριος

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. Allrightsreserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας πτυχιακής εργασίας, εξ ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για μη κερδοσκοπικό σκοπό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσης, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα. *Ερωτήματα που αφορούν τη χρήση της εργασίας για κερδοσκοπικό σκοπό πρέπει να απευθύνονται προς τους συγγραφείς.*

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτή την πτυχιακή εργασία εκφράζουν τους συγγραφείς και δε πρέπει να ερμηνευτεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Τμήματος Αυτοματισμού της Σχολής Τεχνολογικών Εφαρμογών του Α.Τ.Ε.Ι Πειραιά