

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:

ΑΥΤΟΜΑΤΟΣ ΜΗΧΑΝΙΣΜΟΣ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑΣ ΜΟΥΣΙΚΩΝ
ΠΛΗΚΤΡΩΝ ΜΕ ΣΚΟΠΟ ΤΗΝ ΕΚΤΕΛΕΣΗ ΜΕΛΩΔΙΩΝ.



ΣΠΟΥΔΑΣΤΕΣ:

ΘΕΟΛΟΓΗ ΦΑΙΔΡΑ

ΑΜ: 37190

ΜΑΥΡΟΠΟΥΛΟΣ ΟΡΕΣΤΗΣ

ΑΜ: 38216

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΠΑΠΟΥΤΣΙΔΑΚΗΣ ΜΙΧΑΗΛ



ΑΙΓΑΛΕΩ, ΜΑΡΤΙΟΣ 2012

Ευχαριστίες

Καταρχάς θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον επιβλέποντα καθηγητή της πτυχιακής εργασίας, κύριο Μιχάλη Παπουτσιδάκη, για την καθοδήγησή του και την πολύτιμη συμβολή του, σε κάθε στάδιο της δημιουργίας της. Επίσης θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον συμφοιτητή μας, Νικήτα Χρονά - Φωτεινάκη για τις πολύτιμες συμβουλές του αλλά και για την συμπαράστασή του.

Πίνακας περιεχομένων

| | |
|--|----|
| Κεφάλαιο 1 Ιστορική αναδρομή και εξέλιξη | 5 |
| 1.1 Ηλεκτρονική Μουσική | 5 |
| 1.1.1 20ος Αιώνας..... | 7 |
| 1.1.2 Ηλεκτρονική μουσική /Sci-Fi/TV | 8 |
| 1.1.3 1940 και μουσική Concrete | 9 |
| 1.1.4 1950: Ο πρώτος υπολογιστής και Synth Play Music:..... | 10 |
| 1.1.5 1960 : Ξημέρωμα της Moog εποχής..... | 12 |
| 1.1.6 Mellotron | 13 |
| 1.1.7 1970:Η γέννηση των πρώτων ηλεκτρονικών σχημάτων | 14 |
| 1.1.8 1980:Η χρυσή εποχή της ηλεκτρονικής μουσικής για τις μάζες | 15 |
| 1.1.9 1990-σήμερα:Η δεύτερη χρυσή εποχή της ηλεκτρονικής μουσικής για τις μάζες..... | 16 |
| 1.2 Αυτόματα μουσικά όργανα | 17 |
| 1.2.1 Ύδραυλις | 17 |
| 1.2.2 Πληκτροφόρα ρομπότ | 19 |
| 1.2.3 Πικάπ | 20 |
| 1.2.4 Ρομπότ κρουστά | 23 |
| Κεφάλαιο 2 Η κατασκευή | 28 |
| 2.1 Μηχανολογικό μέρος της πτυχιακής..... | 28 |
| 2.2 Arduino Mega | 35 |
| 2.3 Η Πλακέτα | 37 |
| 2.4 Motors | 43 |
| 2.4.1 Οι σερβομηχανισμοί που χρησιμοποιήθηκαν..... | 44 |
| 2.5 Το λογισμικό | 45 |
| 2.6 Το πρόγραμμα | 46 |
| 2.6.1 Η πρώτη σελίδα | 46 |
| 2.6.2 Σελίδα init | 50 |
| 2.6.3 Σελίδα Test..... | 51 |
| 2.6.4 Ωδή στη Χαρά | 52 |
| 2.6.5 Οι σελίδες people_are_strange και wonderful_world..... | 54 |
| 2.7 Λειτουργία | 56 |
| Κεφάλαιο 3 Μελλοντικές Εξελίξεις και προεκτάσεις | 57 |
| 3.1 Εξελίξεις | 57 |

| | |
|----------------------|----|
| 3.2 Προεκτάσεις..... | 58 |
| 3.2.1 Ξυλόφωνο..... | 58 |
| 3.2.2 Άρπα..... | 59 |
| 3.3 Εφαρμογές..... | 60 |
| Βιβλιογραφία..... | 62 |

Κεφάλαιο 1 Ιστορική αναδρομή και εξέλιξη

1.1 Ηλεκτρονική Μουσική

Μουσική! Λέξη προερχόμενη από τις εννέα μούσες της αρχαιότητας οι οποίες πρέσβευαν τις τέχνες. Μιλώντας για αρχαιότητα και για μουσική μας έρχεται στο νού μια εικόνα ανθρώπων γλαυδοφόρων, με τις εύμορφες άρπες τους ανα χείρας να υμνούν και να αποδίδουν τα δέοντα σε θεούς αλλά και σε ανθρώπους, σε ναούς αλλά και σε θέατρα, σε χαρές αλλά και σε λύπες, σε γιορτές αλλά και σε πολέμους. Χαρακτηριστικά ελληνικά όργανα η λύρα, το αρχαιότερο έγχορδο παγκοσμίως η φόρμιγγα, ο αυλός, το τύμπανο και άλλα.



Όλο αυτό το μουσικό κεφάλαιο, στην πάροδο του χρόνου μπορούμε να τα πολλαπλασιάσουμε επι έναν αρκετά μεγάλο αριθμό, αν σκεφτούμε το πόσο διαφορετικοί λαοί και πολιτισμοί υπήρχαν και υπάρχουν στον κόσμο, όπου ο κάθε ένας από αυτούς έχει τα δικά του μουσικά όργανα, τη δικιά του ιστορία, τους δικούς του συνθέτες και τη δικιά του μουσική πορεία. Από την αρχαιότητα, περνώντας μέσα από πολλά στάδια και εξελίξεις η μουσική περνάει στον μεσαίωνα (500-1400 μ.Χ) με το Γρηγοριανό μέλος, στην Αναγέννηση (1400-1600 μ.Χ), στην Κλασική μουσική και σιγά σιγά να καταλήξει σε μια εποχή στην οποία ο ηλεκτρισμός έχει ήδη ακμάσει τόσο όσο να μπορεί να αποτυπωθεί ως μουσικό άκουσμα και να μπορεί να χρησιμοποιηθεί από συσκευές οι οποίες είναι ικανές να την παράγουν (π.χ synthesizers). Πώς όμως ξεκίνησε η όλη πορεία της ηλεκτρονικής, όπως αποκαλέστηκε, μουσικής δηλαδή της μουσικής που παραγεται από ηλεκτρονικά μέσα;

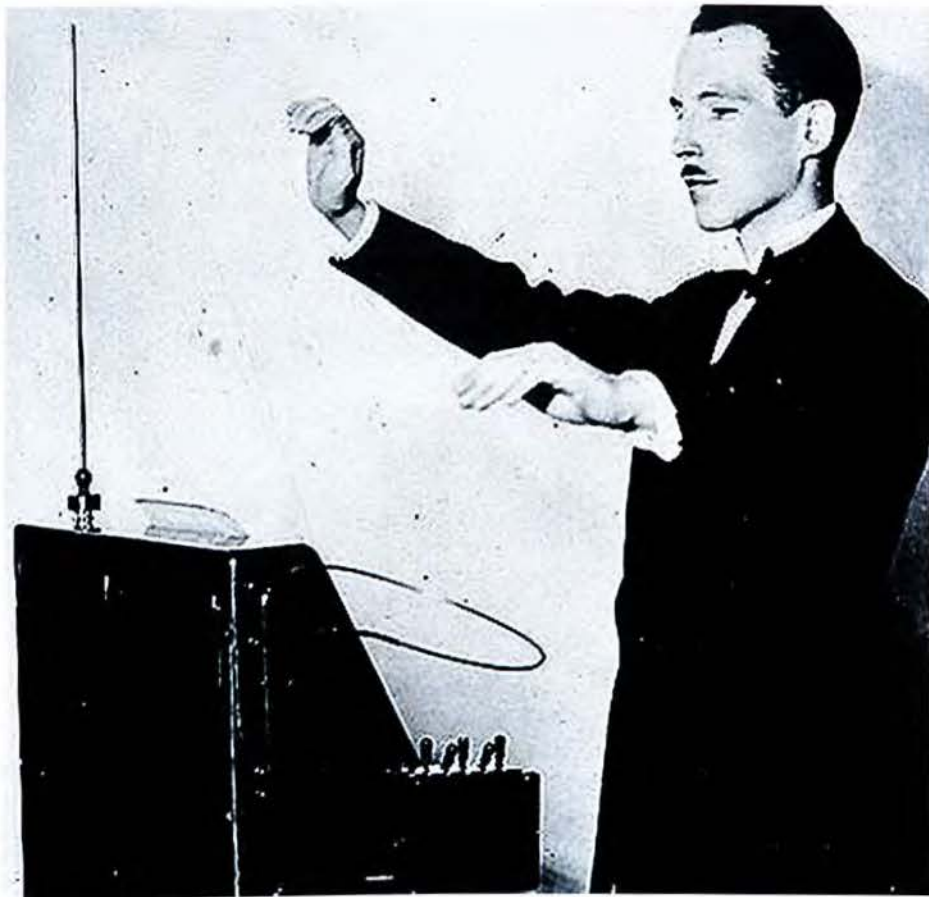
Η ηλεκτρονική μουσική είναι προγενέστερη της rock 'n' roll εποχής κατά πολλές δεκαετίες. Οι περισσότεροι απο εμάς ακόμα δεν είχαμε γεννηθεί όταν άρχισε να εκδηλώνεται δειλά δειλά και να αναπτύσσεται μέσα από απλοϊκές φόρμες, ιδέες και τυχαίες ανακαλύψεις.

Σήμερα, αυτή η “μουσική απο το διάστημα“, που γεννήθηκε πριν απο περίπου έναν αιώνα και πλέον δεν μπορεί να χαρακτηριστεί ως παράξενη και μοναδική, μπορεί να αγκαλιαστεί από τις επόμενες γενιές ως κάτι το “δεδομένο” και φυσικό. Ίσως λόγω της φύσης της, της ιδιομορφίας και της μεγάλης ποικιλίας ήχων και ρυθμών, αυτή η μουσική να γνώριζε απο την αρχή το δύσκολο ταξίδι που την περίμενε στις καρδιές των μουσικών και ακροατών. Ένα ταξίδι ιδιαίτερο, μα τόσο όμορφο και πλούσιο, που πλέον έχει αγγίζει τις καρδιές όλων μας.

Πολλοί μουσικοί έχουν αναπτύξει μια ξεχωριστή αγάπη για τα αναλογικά μουσικά όργανα, για τον ήχο τους και για την ιδέα πίσω απο αυτά. Η χρήση τους απελευθερώνει πολλές φορές τον μουσικό, διότι είναι ελεύθερος να πειράξει την κάθε παράμετρο επάνω στο όργανο, δημιουργώντας έτσι μια ιδιαίτερη σχέση μεταξύ παίκτη και οργάνου, για να φτιάξει τον ήχο που έχει στο μυαλό του.

Τα χρόνια κοντά στα τέλη της δεκαετίας του '70 και αρχές της δεκαετίας του '80 σημάδεψαν την γέννηση μιας νέας εποχής για την ηλεκτρονική μουσική, μιας και όλα αυτά τα ηλεκτρονικά μουσικά όργανα που άλλοτε χρειαζόνταν χώρο όσο ένα δωμάτιο για να τοποθετηθούν και κόστιζαν τόσο που υπήρχαν μόνο στα όνειρα του μέσου μουσικού, έχουν πλέον γίνει μικρότερα, εύχρηστα και προσιτά στους κοινούς θνητούς. Ήταν μια νέα εποχή για όλους τους μουσικούς που ήθελαν να πειραματιστούν με νέους ήχους και να δημιουργήσουν την δικιά τους ιδιαίτερη μουσική. Κι αυτό γιατί μέχρι τώρα ανάλογοι πειραματισμοί ήταν προνόμιο για καλλιτέχνες όπως οι Kraftwerk, που το μουσικό τους οπλοστάσιο χτίστηκε κατά παραγγελία και οι μόνοι που γνώριζαν το πως λειτουργούσε κάθε όργανο ήταν οι ίδιοι. Ο Karlheinz Stockhausen (1928 – 2007), με τα λόγια του οποίου ξεκίνησε το άρθρο, ήταν ένας avant-garde Γερμανός συνθέτης και πρωτοπόρος στον τομέα της ηλεκτρονικής μουσικής απο το 1950 και μετά, που επηρέασε το κίνημα της, και τελικά είχε ισχυρό αντίκτυπο σε ονόματα όπως Kraftwerk, Tangerine Dream, Brian Eno, Cabaret Voltaire, Depeche Mode — μέχρι και την πειραματική δουλειά των Beatles στην δεκαετία του '60. Απόδειξη για το τελευταίο είναι τ' ότι το πρόσωπο του υπάρχει στον δίσκο των Beatles, “Stg. Peppers Lonely Club Heart Band“. Άς αρχίσουμε όμως το ταξίδι λίγο πιο πίσω στον χρόνο...

1.1.1 20ος Αιώνας



Εικόνα 1: Theremin

Η πρώτη ηλεκτρονική μουσική συναυλία δεν είχε πραγματοποιηθεί το 1970 ή 1960, αλλά την δεκαετία του '20. Το πρώτο καθαρά ηλεκτρονικό όργανο, το Theremin, που είναι το μόνο όργανο που παράγει ήχο χωρίς να το ακουμπήσουμε (για την ακρίβεια τον παράγει ανάλογα με την θέση που έχουμε τα χέρια μας) κατασκευάστηκε από τον Ρώσο επιστήμονα και τσελίστα Lev Termen (1896 – 1993) το 1919.

Το 1924, το Theremin έκανε την παρθενική του συναυλία σε ένα κοντσέρτο με την Φιλαρμονική του Λένινγκραντ. Από τότε δημιουργήθηκε ενδιαφέρον για το όργανο με τον πανέμορφο ήχο, που θύμιζε ανθρώπινη φωνή και μια σειρά από συναυλίες ξεκίνησαν ανά τον κόσμο. Στην Νέα Υόρκη, το 1930 στο Carnegie Hall, έγινε η πρώτη συναυλία με 10 Theremin. Η απόλαυση μιας σειράς από ειδικευμένους μουσικούς που έπαιζαν αυτό το μυστηριώδες μουσικό όργανο κουνώντας τα χέρια τους γύρω από κεραίες πρέπει να ήταν ήταν κάτι τουλάχιστον σουρεάλ και εξωγήινο για τους ακροατές.

1.1.2 Ηλεκτρονική μουσική /Sci-Fi/TV



Εικόνα 2: Ondes Martenot

Δυστυχώς, λόγω της μεγάλης δυσκολίας του στο παίξιμο, μιας και απαιτούσε υπομονή και σταθερότητα, η δόξα του Theremin έσβησε αρκετά νωρίς. Ευτυχώς βρήκε για κάποια χρόνια μέρος να προσφέρει τους απόκοσμους ήχους του στις ταινίες Sci-fi του '50. Η κλασική ταινία του 1951 "The Day The Earth Stood Still" που το soundtrack της είχε γραφτεί από τον πολύ γνωστό μουσικοσυνθέτη Berbard Herman, έχει εμπλουτιστεί με ήχους απο δυο Theremin, άλλες ηλεκτρονικές μουσικές συσκευές αλλά και ακουστικά όργανα.

Χρησιμοποιώντας την τεχνολογία του Theremin, ο Γάλλος τσελίστας και radio telegraphist, Maurice Martenot (1898 – 1980) ξεκίνησε την ανάπτυξη του ηλεκτρονικού μουσικού οργάνου που ονόμασε Ondes Martenot το 1928. Μιας και το Ondes ήταν πληκτροφόρο, βοήθησε τους μουσικούς να το μάθουν γρήγορα, διότι δεν υιοθετούσε κάποια περίεργη νοοτροπία επάνω στο παίξιμο όπως το Theremin. Αυτό χρησίμευσε στο να μπορεί εύκολα να παίζεται από τον οποιοδήποτε. Ήχοι αυτού του οργάνου έχουν χρησιμοποιηθεί στην τηλεοπτική σειρά του 1960 Star Trek, όπως και σε νεότερες ηχογραφήσεις από συγκροτήματα όπως Radiohead και Brian Ferry.

Η ταινία "Forbidden Planet" του 1956 ήταν η πρώτη ταινία μεγάλων προδιαγραφών που το soundtrack της αποτελούνταν εξ ολοκλήρου απο κομμάτια ηλεκτρονικής μουσικής. Βέβαια το πιο γνωστό ηλεκτρονικό στοιχείο μέσα στην ταινία ήταν η φωνή του ρομπότ και της Annie Francis! Το soundtrack γράφτηκε απο το ζευγάρι Louis και Bebe Barron, οι οποίοι στα τέλη της δεκαετίας του '40 δημιούργησαν το πρώτο studio στην Αμερική και ηχογραφούσαν αποκλειστικά μουσικούς ηλεκτρονικής μουσικής. Ένας απο τους μουσικούς ήταν και ο John Cage.

Το ζευγάρι Barron γενικώς είχε αποκτήσει από τα πρώτα χρόνια την φήμη ότι “άνοιγε τις πόρτες του πειραματισμού” όσον αφορά τις δουλειές του και τις συνεργασίες του για την μουσική και τον κινηματογράφο.

Η ιδέα πίσω από το φημισμένο τους studio ήταν ότι αφού ηχογραφούσαν το υλικό που χρειαζόταν σε μαγνητική ταινία, αφιέρωναν πολύ χρόνο στο να κόβουν, να σβήνουν αλλά και να πειραματίζονται γενικά με την ταινία, δημιουργώντας ένα νέο υλικό που δεν θύμιζε την πρωταρχική ηχογράφιση.

Κάτι που θα πρέπει να ειπωθεί, είναι η καταπληκτική μουσική δουλειά πίσω από την παλιά Βρετανική σειρά Dr. Who!. Ο λόγος για το εισαγωγικό θέμα του Dr. Who! Ήταν η πρώτη φορά που μια σειρά στην τηλεόραση φιλοξενούσε μουσική εξ ολοκλήρου από ηλεκτρονικά όργανα. Πίσω από αυτή την μυστηριώδη μουσική κρύβεται το κορίτσι του BBC Radiophonic Workshop και πολύ γνωστή στους λάτρεις της ηλεκτρονικής μουσικής, Delia Derbyshire. Η σύνθεση του θέματος ήταν έργο του Ron Geainer αλλά η Delia ήταν αυτή που το “πέρασε” σε μαγνητική ταινία και χρησιμοποιώντας loops και test oscillators, αλλά και διάφορα εφέ που υπήρχαν στο workshop, μας έδωσε το εξαιρετικό αυτό αποτέλεσμα. Εκείνη την εποχή μιας και η ηλεκτρονική μουσική έκανε το μικρό της πέρασμα από vintage σειρές και ταινίες sci-fi, δικαιολογημένα ο κόσμος είχε αποκτήσει την άποψη ότι η ηλεκτρονική μουσική είναι “εξωκοσμική” και “εξωγήινη”. Μέχρι που το μικρό πέρασμα αυτό κατέληξε στον δίσκο “Switched-On Bach“, έναν δίσκο που στην εκτέλεση του χρησιμοποιήθηκαν αποκλειστικά και μόνο synthesizers της εταιρίας Moog από τον Walter Carlos (που μετά από κάποιες σημαντικές χειρουργικές επεμβάσεις κατέληξε σε Wendy Carlos).

1.1.3 1940 και μουσική Concrete

Στην ανάπτυξή της, η ηλεκτρονική μουσική δεν βασιζόταν εξ ολοκλήρου στα ηλεκτρονικά κυκλώματα και λυχνίες που χρησιμοποιούνταν για να παραχθεί ήχος. Κάπου στην δεκαετία του '40, η “μπομπίνα” (reel-to-reel tape recorder), γέννημα θρέμμα της Γερμανίας του '30, μετατράπηκε στο καλύτερο παιχνίδι-εργαλείο των μουσικών avant-garde στην Ευρώπη εκείνης της εποχής. Άξια αναφοράς βεβαίως είναι και η τεχνική που αναπτύχθηκε από τον Γάλλο συνθέτη και ραδιοφωνικό παραγωγό Pierre Schaeffer με όνομα ‘Musique Concrete‘.

“Musique Concrete” σημαίνει, με λίγα λόγια, μουσική που προέρχεται από φυσικούς ήχους και όχι από τεχνητούς ήχους που έχουν δημιουργηθεί από ηλεκτρονικά κυκλώματα και υπολογιστές. Μια μουσική που έχει να κάνει με το “δέσιμο” διαφόρων ήχων μεταξύ τους. Ήχους ηχογραφημένους από μπομπίνα (φυσικούς ήχους, θορύβους από εργοστάσια και ομιλίες) που έχουν παραμορφωθεί με διάφορα εφέ όπως delay, reverb, distortion και έχει αλλαχθεί η διάρκειά τους είτε προς τα πάνω είτε προς τα κάτω.

Ενδιαφέρον υπάρχει σε συγκεκριμένα έργα του Stockhausen. Το ιδιαίτερο με αυτά τα έργα είναι ότι συνδυάζουν άριστα *musique concrete*, ως μουσικό υπόστρωμα, με φυσικούς ήχους αλλά και ηλεκτρονικούς, και με συμφωνική ορχήστρα που ανταποκρίνεται ανάλογα με το μουσικό υπόστρωμα δημιουργώντας ένα φυσικό δεσμό μεταξύ των δυο.

Η *musique concrete* είχε μεγάλη επίδραση, όχι μόνο στην *avant-garde* σκηνή της εποχής αλλά και στην σύγχρονη μουσική των δεκαετιών '60 και '70. Σημαντικά έργα για ακρόαση, που χρησιμοποιούν την νοοτροπία της *musique concrete*, είναι κομμάτια από τους Beatles όπως τα *Tomorrow Never Know*, *Revolytion No. 9*, *Being for the Benefit of Mr. Kite* αλλά και άλμπουμ από τους Pink Floyd όπως τα εξαιρετικά "Umma Gumma", "Dark Side of the Moon"^[LSEP] αλλά και το "Lumpy Gravy" του αείμνηστου Frank Zappa.

Εκείνη την εποχή, χρειαζόσουν ένα ψαλίδι, φαντασία και πολλές ώρες επάνω από ένα μπομπινόφωνο για να μπορέσεις να "κόψεις και να ράψεις" όπως συνηθιζόταν να λέγεται, ώστε μετά από αρκετές εβδομάδες στο studio να έβγαζες το αποτέλεσμα που ήθελες. Στην καλύτερη, ένα τετράλεπτο κομμάτι. Τώρα το μόνο που χρειάζεται (πέρα από τη φαντασία που λέγαμε...) είναι ένας υπολογιστής. Όλα γίνονται μέσα σε μερικά λεπτά χωρίς ιδιαίτερη πίεση και κόπο.

1.1.4 1950: Ο πρώτος υπολογιστής και Synth Play Music:

Προχωρώντας προς το 1957, έχουμε μπει στην εποχή των πρώτων ηλεκτρονικών υπολογιστών και συναντούμε τα πρώτα πειράματα στην ηλεκτρονική μουσική με υπολογιστή. Δεν έχουμε να κάνουμε με κάποιο laptop μικρών διαστάσεων, αλλά πρόκειται για έναν υπολογιστή που είχε μέγεθος όσο ένα μεγάλο δωμάτιο. Παρ' ολ' αυτά κάποιοι άνθρωποι προσπαθούσαν συνέχεια να ωθήσουν την τεχνολογία και μέσα απο αυτή, και την μουσική, πέρα απο τα όρια της φαντασίας. Ένας απο αυτούς ήταν και ο Max Mathews (1926) από την γνωστή τηλεφωνική εταιρία της Αμερικής Bell Labs του New Jersey, ανέπτυξε το μουσικό πρόγραμμα "Music 1", τον πατέρα των ψηφιακών μουσικών προγραμμάτων της εποχής μας.

Στην κορύφωση της ταινίας του Stanley Kubric “2001: A Space Odyssey” γίνεται χρήση του μηχανήματος του Max Mathews για να παρουσιαστεί μια διαφορετική έκδοση του τραγουδιού του 1800, Daisy Bell. Επίσης έχουμε και την ψηφιακή φωνή του υπολογιστή HAL, μια τεχνική που πρωτοστάτησε στις αρχές της δεκαετίας του '60. Την ίδια χρονιά παρουσιάζεται και το πρώτο προηγμένο synthesizer με το όνομα “RCA MK II Sound Synthesizer“, μια βελτίωση σε σχέση με τον προκατόχό του, που κυκλοφόρησε το 1955. Το ενδιαφέρον σε αυτό το μηχάνημα ήταν ότι είχε εγκατεστημένο και ένα sequencer που μπορούσε να αναπαράγει μια μουσική εκτέλεση. Αυτό το ογκώδες μηχάνημα εγκαταστάθηκε και παραμένει ακόμα και σήμερα στο Columbia-Princeton Electronic Music Center στην Νέα Υόρκη, το ίδιο μέρος στο οποίο ο Robert Moog εργαζόταν για κάποιο διάστημα. Λόγω όγκου, εκείνη την εποχή, synthesizers μπορούσαν να βρεθούν μόνο σε εργαστήρια μελετών και πανεπιστήμια δίνοντας έτσι την δυνατότητα για μουσικό πειραματισμό μόνο σε συγκεκριμένους ανθρώπους.



Εικόνα 3: RCA MK II Sound Synthesizer

1.1.6 Mellotron

Το Mellotron είναι ο πατέρας των σημερινών Digital Samplers. Αναπτύχθηκε στις αρχές της δεκαετίας του '60 στην Βρετανία, βασιζόμενο στο Chamberlin, ένα αμερικάνικο μουσικό όργανο της προηγούμενης δεκαετίας. Αυτό που έκανε το μουσικό όργανο ήταν να ενεργοποιεί με κάθε πάτημα πλήκτρου τον ανάλογο μηχανισμό που ξεκινούσε ακρόαση ανάλογης μαγνητικής ταινίας.

Μουσική απο Mellotron θα ακούσετε στο κομμάτι των Beatles του 1966, "Strawerry Fields Forever", στην εισαγωγή παιγμένη απο τον Paul McCartney. Είναι ο χαρακτηριστικός ήχος φλάουτου.

Την ίδια φήμη με αυτή των moog synthesizers, ακολούθησε και το Mellotron, μιας και προτιμήθηκε ιδιαίτερα από τα rock συγκροτήματα της εποχής και περισσότερο από όσα έπαιζαν progressive rock. Ένα απο αυτά τα συγκροτήματα ήταν και οι Tangerine Dream που μέχρι ένα σημείο ο ήχος τους προσδιορίστηκε από αυτό το μουσικό όργανο.



Εικόνα 4: Mellotron

1.1.7 1970: Η γέννηση των πρώτων ηλεκτρονικών σχημάτων

Άλμπουμ σταθμοί στην ιστορία της μουσικής όπως οι πρώτοι δίσκοι των Tangerine Dream, με παράδειγμα το “Phaedra” του 1974, οι αυτοαποκαλούμενοι “ambient” δίσκοι του Brian Eno αλλά και ο δίσκος Heroes του David Bowie, απέδειξαν ότι ενδιαφέρονται τόσο οι μουσικοί αλλά και οι ακροατές για τους πλούσιους, πολύπλοκους και για την εποχή πρωτόγνωρους ήχους των synthesizers.

Οι Kraftwerk, με τον δίσκο του 1974 “Autobahn” πέτυχαν διεθνή εμπορική επιτυχία, ανεβαίνοντας ένα βήμα πιο πάνω στην σκάλα της μουσικής τους δημιουργίας, προσθέτοντας ηλεκτρονικούς ρυθμούς και καταπληκτικές ηλεκτρονικές μελωδίες από synthesizer. Η όλη ιδέα πίσω από τον δίσκο ήταν να προσομοιώσουν μέσω μουσικής τους ένα κρύο βιομηχανικό περιβάλλον. Συχνά χρησιμοποιούσαν vocoders και συσκευές μετατροπής φωνής όπως το καταπληκτικό “Speak and Spell”, έναν από τους πιο γνωστούς προσομοιωτές φωνής... που στο μέλλον καθιερώθηκε ως ένα μαθησιακό βοήθημα για παιδιά μικρής ηλικίας!

Όσο κι αν είχαν επηρεαστεί οι Kraftwerk από πρωτοπόρους της ηλεκτρονικής μουσικής όπως ο Stockhausen, ήταν οι πρώτοι που κατάφεραν να συνδυάσουν στοιχεία ηλεκτρονικής μουσικής και να παράγουν ένα πιο βατό μουσικό στυλ εύκολα αναγνωρίσιμο στην μάζα. Η πρόσθεση φωνητικών σε πολλά κομμάτια τους, στα γερμανικά αλλά και στα αγγλικά, βοήθησε το συγκρότημα να αποκτήσει την καθολική αναγνώριση του κοινού και να βαφτιστεί ένα από τα πρώτα και σημαντικότερα συγκροτήματα ηλεκτρονικής μουσικής του προηγούμενου αιώνα.

Το διαμάντι των Kraftwerk, “Das Modell” του 1978, έπιασε την πρώτη θέση στα UK Charts με την αγγλική του έκδοση “The Model” τον Φεβρουάριο του 1982 (reissue), ορίζοντας το ως ένα από τα πρώτα ηλεκτρονικά κομμάτια που έπιασαν κορυφή στα charts. Είναι ειρωνικό το ότι χρειάστηκε να γίνει πρόσμιξη της ηλεκτρονικής μουσικής με ένα είδος που δεν είχε καμία απολύτως σχέση με αυτήν για να γίνει αποδεκτό το είδος από ακόμα ευρύτερο κοινό. Ο λόγος για την πανκ, την μουσική/ρεύμα του 1970, μια πρόσμιξη που μας πρόσφερε την electropunk, ένα είδος που υπάρχει ακόμα και σήμερα, ακούγεται φανατικά από όλο τον κόσμο και ο ήχος της ανανεώνεται πολύ πιο συχνά από οποιοδήποτε άλλο στυλ μουσικής.

Η ηλεκτρονική μουσική, ως μια ψηφιακή νυμφομανής που δεν διστάζει να πάει από άντρα σε άντρα για να ικανοποιήσει τις μελωδικές, αένες ερωτικές επιθυμίες της, δεν δίστασε να μας προσφέρει κι άλλες προσμίξεις με παρόμοια ροκοειδή στυλ μουσικής. Έτσι, στα τέλη του 1970 μας έδωσε κι ένα διαφορετικό και πολύ νόστιμο φρούτο. Την μουσική New Wave, που λόγω των λιτών μουσικών της θεμάτων που παίζονταν από τα synthesizer ήταν η κύρια αιτία της έκρηξης στην αγορά των synthesizer την δεκαετία του '80.

Μια νέα γενιά νέων μουσικών ξεκίνησε να εξερευνά τις δυνατότητες αυτών των οργάνων και μέσω πειραματισμών δημιούργησε μια τεράστια συλλογή από πρωτόγνωρους ήχους, που δεν είχαν ακουστεί ποτέ ξανά. Από ακραίους μπάσους ήχους μέχρι εξωγήινους ατμοσφαιρικούς ήχους ιδανικούς για να μας ταξιδέψουν στην άλλη άκρη του γαλαξία.

1.1.8 1980: Η χρυσή εποχή της ηλεκτρονικής μουσικής για τις μάζες

Ο Gary Numan έγινε ο πρώτος μέγας αστέρας της synth εμπορικής μουσικής, με το κομμάτι “Are Friends Electric?” του 1979. Όπως θα παρατηρήσετε, το sci-fi στοιχείο δεν βρίσκεται και πολύ μακριά στον ήχο του Numan. Κάποιες ιδέες που υπάρχουν στο κομμάτι αυτό έχουν αντληθεί από κλασικό sci-fi βιβλίο “Do Androids Dream of Electric Sheep?”. Η ταινία σταθμός “Blade Runner” βασίστηκε στο ίδιο βιβλίο.

Αν και στο κομμάτι παρατηρούμε “κλισέ” μορφές μπάσου και κρουστών, εκείνο που έδωσε τον χαρακτηριστικό ήχο και το έκανε ιδιαίτερο ήταν η χρήση των ήχων του Moog Polymoog. Η κυκλοφορία του “Are Friends Electric?” ήταν στην ουσία το πρώτο τραγούδι που η μουσική του βασιζόταν σε μελωδία από synthesizer και έφτασε στο νούμερο ένα στα UK Charts.

Το Fairlight Sampler CMI σχεδιάστηκε στην Αυστραλία το 1978 και ήταν το πρώτο εμπορικό πολυφωνικό sampling όργανο. Το αυξημένο του κόστος, το κατέστησε αδύνατο στην αγορά για τους μουσικούς, με εξαιρέσεις τους διεθνούς αναγνωρισμένους Trevor Horn, Stevie Wonder και Peter Gabriel. Στα μέσα τις δεκαετίας όμως εμφανίστηκαν εταιρίες όπως η AKAI και μας πρόσφεραν φθηνούς samplers, δίνοντας την δυνατότητα αγοράς τους σε αρκετούς μουσικούς. Από αυτό το σημείο και μετά, τα samplers πρόσφεραν έναν επαναστατικό τρόπο δημιουργίας μουσικής και μια νέα εποχή, που τη διανύουμε μέχρι και σήμερα με τα ψηφια μοντέλα τους.



Εικόνα 5: Fairlight sampler CMI

1.1.9 1990-σήμερα: Η δεύτερη χρυσή εποχή της ηλεκτρονικής μουσικής για τις μάζες

Κάπου στις αρχές του 1980 εμφανίστηκαν στο Detroit και το Chicago δυο νέα είδη ηλεκτρονικής μουσικής και ήταν ο κύριος λόγος που εδραιώθηκε αυτού τους είδους η μουσική στην Αμερική. Ο λόγος για τη Techno και την House.

Το Detroit το 1980 ήταν μια βιομηχανική σκουπιδούπολη που παρήγαγε την σκληρότερη Techno, επηρεασμένη από Ευρωπαϊκά πρότυπα όμως. Στα μέσα τις δεκαετίας, ο Juan Atkins, ένας φανατικός ακροατής των Kraftwerk, μαζί με τον Derrick May και τον Kevin Saunderson και με έναν πρωτόγονο εξοπλισμό που πολλές φορές ήταν δανεισμένος, δημιούργησαν αυτό που θα μπορούσαμε να αποκαλέσουμε ως “την ραχοκοκαλιά” της χορευτικής μουσικής κουλτούρας παγκοσμίως. Οι μουσικοί που επηρέασαν την Techno ήταν στην ουσία Ευρωπαίοι πρωτοπόροι της ηλεκτρονικής μουσικής όπως οι Kraftwerk, Yello, Depeche Mode, Human League, Heaven 17, New Order και Cabaret Voltaire.

Τέσσερις ώρες με το αμάξι μακριά, στο Σικάγο, και ταυτοχρόνως με την άνοδο της Techno, βλέπουμε την εμφάνιση της μουσικής House. Γενικώς πιστεύεται ότι το όνομα προήλθε από τον χώρο “The Warehouse” στον οποίο πολλοί μουσικοί/DJs για πρώτη φορά παρουσίαζαν αυτό το μουσικό αμάλγαμα.

Η House έχει τις ρίζες της στην μουσική Disco της δεκαετίας του '70 και αντίθετα από την Techno έχει κάποια μορφή φωνητικών μέσα. Από τότε και μέχρι τώρα έχουν εμφανιστεί αρκετά νέα είδη μουσικής που βασίζονται στην Techno και την House αποδεικνύοντας το πόσο μεγάλη επιρροή είχαν αυτά τα δυο είδη παγκοσμίως στους μουσικούς.

Συνοψίζοντας, αν αντιληφθεί κανείς το πού βρίσκεται η ηλεκτρονική μουσική στις μέρες μας, θα καταλάβει πως ενώ στην αρχή ως μουσική ήταν κάτι το εντελώς πρωτόγνωρο και εξωγήινο για την ανθρωπότητα, έφτασε στις μέρες μας να είναι κάτι το φυσικό για τα αφτιά μας και να ακούγεται από όλες τις ηλικίες.

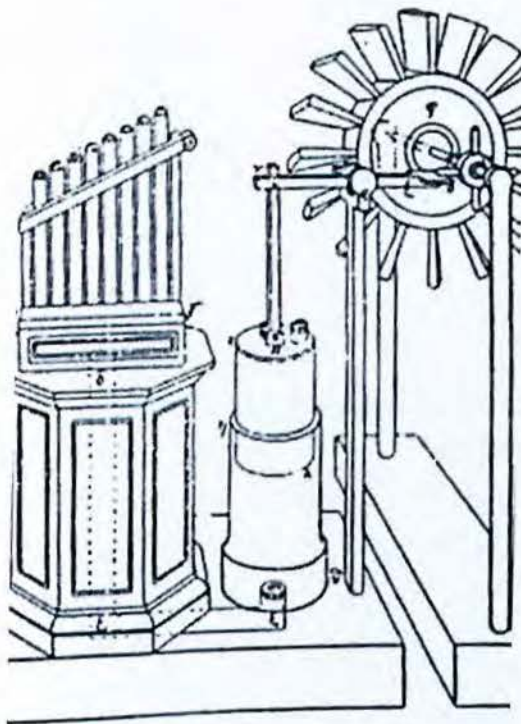
Μπορεί ως ανθρωπότητα να αντιμετωπίσαμε αυτού του είδους τη μουσική ως κάτι το εξωγήινο όταν εμφανίστηκε, μιας και αποτελούνταν από ήχους που ποτέ δεν είχε ακούσει ο άνθρωπος στα “λίγα χρόνια ύπαρξης του σε αυτό τον πλανήτη”, αλλά μετά από μερικά χρόνια καταφέραμε να το ονομάσουμε “φυσικό”, να το αποδεχτούμε και να το προσαρμόσουμε στα δικά μας μέτρα. Ορίσαμε ως ανθρωπότητα κάτι το αφύσικο ως φυσικό γιατί απλούστατα μας άρεσε και το καλοδεχτήκαμε ως νέα κληρονομία μας.

1.2 Αυτόματα μουσικά όργανα

Σε αυτό το κεφάλαιο θα αναλύσουμε τους αυτοματισμούς που έχουν εφευρεθεί προς χάρη της μουσικής και των μουσικών οργάνων, είτε αυτοί οι αυτοματισμοί χρησιμοποιούν ρεύμα, είτε χρησιμοποιούν άλλες φυσικές δυνάμεις.

Ο άνθρωπος, όπως είδαμε από την αρχαιότητα είχε δείξει ιδιαίτερο ενδιαφέρον στη μουσική, τιμώντας την μέσω της προσωποποίησής της με τις εννεα Μούσες και χρησιμοποιώντας την στην καθημερινότητά τους. Οι αρχαίοι Έλληνες, είχαν πολλάκις αποδείξει τις δυνατότητες του εγκεφάλου τους, εφευρίσκοντας, ανακαλύπτοντας και επινοώντας φιλοσοφία, φυσική, μαθηματικά, ιατρική, μηχανική αλλά και τέχνες. Έτσι λοιπόν, ανάμεσα στις ποικίλες κατασκευές τους και ειδικά στο κεφάλαιο των κατασκευών που είχε να κάνει με τους αυτοματισμούς, έγινε το πρώτο βήμα στην ανάπτυξη του πρώτου αυτόματου μουσικού οργάνου, της υδραύλεως.

1.2.1 Ύδραυλις



Εικόνα 6 : Ύδραυλις

Η Ύδραυλις ήταν αρχαιοελληνικό πνευστό όργανο, μηχανικό αερόφωνο όργανο της αρχαιότητας με ισχυρό και οξύ ήχο, χρησιμοποιούμενο στα θεάματα του ιπποδρόμου και στην εκτέλεση στρατιωτικής μουσικής. Η ύδραυλις (ή ύδραυλος), το λεγόμενο όργανο του νερού, ήταν επινόηση και εφεύρεση του μηχανικού Κτησίβιου του Αλεξανδρέα. Κατασκευάστηκε στην Αλεξάνδρεια τον 3ο αιώνα π.Χ. και για τον τρόπο λειτουργίας και χρήσης του μας διασώζονται οι περιγραφές του Ήρωνα του Αλεξανδρέως και του Βιτρούβιου. Χαρακτηριστικό γνώρισμα του οργάνου αυτού ήταν το υδραυλικό σύστημα πάνω στο οποίο βασιζόταν για να λειτουργήσει, καθώς αυτό ήταν υπεύθυνο για την παραγωγή, κίνηση και ρύθμιση της πίεσης του αέρα, ο οποίος διοχετευόταν στους αυλούς διαμέσου των πλήκτρων.

Η ύδραυλις ήταν μια μεγάλη σύριγγα, όπως η σύριγγα του Πανός, που αποτελείτο από μια σειρά ηχητικών σωλήνων από καλάμι, διαβαθμισμένων ανάλογα με το μήκος τους, μέσα στους οποίους φυσούσε ο εκτελεστής, όπου στα στόμια των αυλών της παρεχόταν υψηλής και σταθερής πίεσης αέρας. Κάτω από τους αυλούς υπήρχε μια δεξαμενή με νερό στο πυθμένα της οποίας βρισκόταν ένα κοίλο ημισφαίριο, ο πνιγέας. Στον πνιγέα έμπαινε νερό από τις οπές της βάσης και αέρας από τους σωλήνες της κορυφής. Οι σωλήνες αυτοί ήταν πάνω από το κοίλο ημισφαίριο και κατέληγαν έξω από τη δεξαμενή. Ένας σωλήνας από αυτούς λύγιζε και συγκοινωνούσε με την πυξίδα (πυξίς-εμβολέας). Η πυξίδα ήταν μια εμβολοφόρος αντλία που διοχέτευε τον αέρα από τον σωλήνα της κορυφής με πίεση στον πνιγέα. Έπειτα, ο αέρας οδηγείτο στο στεγανό χώρο πάνω από τη δεξαμενή και κάτω από τους αυλούς. Οι αυλοί στο κάτω μέρος είχαν τους γλωσσοκόμους. Η γλωσσίδα κάθε γλωσσοκόμου ήταν διάτρητη και με τη βοήθεια του πλήκτρου (αγκωνίσκου) σπρωχνόταν προς τα μέσα με αποτέλεσμα να ανοίγεται δίοδος προς το στόμιο του αντίστοιχου αυλού. Ο πεπιεσμένος αέρας διοχετευόταν στον αυλό, άρα το όργανο ηχούσε. Όταν το πλήκτρο σταματούσε να πιέζεται τότε η γλωσσίδα επανερχόταν στη θέση της με τη βοήθεια ελατηριωτού μηχανισμού, διακόπτοντας τη ροή του αέρα και ο αυλός έπαυε να ηχεί. Αξιοσημείωτο είναι το γεγονός ότι ο αέρας παραγόταν από ανθρώπους (έφηβους ή δούλους) που ανεβοκατέβαζαν, χτυπούσαν ή πηδούσαν πάνω-κάτω στα φουσερά, ενόσω ο εκτελεστής του οργάνου έπαιξε φανερώνοντας έτσι τη δεξιοτεχνία του στα πλήκτρα.

Η τοποθέτηση των υπόλοιπων αυτόματων μουσικών οργάνων σε χρονολογική σειρά είναι αρκετά δύσκολη αν δέν κατηγοριοποιήσουμε τα όργανα ανάλογα με το είδος τους. Έτσι, η παρακάτω ανάλυση θα γίνει κατ'αυτον τον τρόπο.

1.2.2 Πληκτροφόρα ρομπότ

Το Player Piano είναι ένα από τα πρώτα παραδείγματα ενός αυτόματου μουσικού οργάνου, τροφοδοτούμενο από πεντάλ ποδιών και χειρολαβές. Οι συνθέσεις χαραζόντουσαν σε χαρτί και διαβαζόντουσαν από το πιάνο αυτόματα, έχοντας αντίκρισμα στα σφυράκια του οργάνου τα οποία με τη σειρά τους δημιουργούσαν συγχορδίες, μελωδίες και αρμονίες. Ο Γάλλος εφευρέτης Fourneauux εφήυρε το πρώτο player piano το οποίο ονόμασε “Pianista” το 1863. Το 1876 η εφεύρεση του παρουσιάστηκε στην έκθεση εκατονταετηρίδας της Φιλαδέλφεια. Το 1896 ένας άνδρας από το Detroit με το όνομα Edwin Scott Votey εφήυρε την “Pianola”, η οποία ήταν μία συσκευή που μοιάζει με το πιάνο και εκτελούσε τα μουσικά κομμάτια πιέζοντας τα πλήκτρα με ξύλινα “δάκτυλα”. Η προσυντεθειμένη μουσική ήταν γραμμένη σε διάτρητο χαρτί χειριζόμενο από ποδωστήρια.

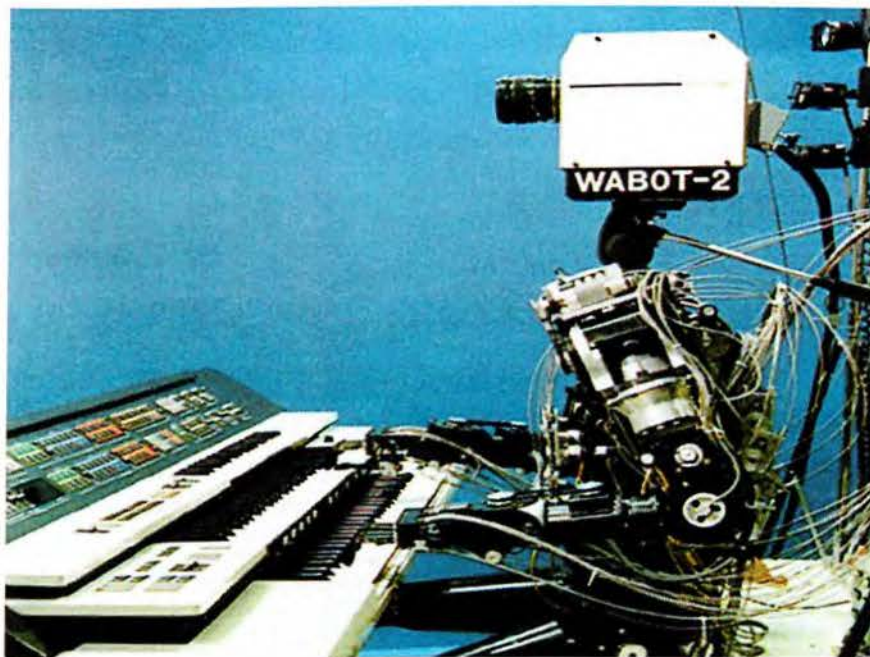


Εικόνα 7: Player Piano

Το 1897, ένας Γερμανός εφευρέτης με το όνομα Edwin Welte έφερε στο προσκήνιο ένα Player Piano το οποίο χρησιμοποιούσε τεχνολογία αντίστοιχη με την νοοτροπία του αργαλειού, δημιουργημένη από τον Jacquard Mills, όπου οι διάτρητες κάρτες ήλεγχαν υφάσματα με ύφανση σε συγκεκριμένα μοτίβα. Στα επόμενα χρόνια έγιναν πολλές παραλλαγές πάνω στα ίδια όργανα από τους ίδιους τους δημιουργούς τους προκειμένου να τα βελτιώσουν.

Το 1886 ο Γερμανός Richard Einsmann τοποθέτησε πρώτος ηλεκτρομαγνήτες κοντά στις χορδές του πιάνου για να προσθέσει ένα αέριο “sustain” όπως λέγεται στην μουσική, δηλαδή μια αέρινη διατήρηση της νότας που παίχτηκε. Αυτή η μέθοδος δεν προτιμήθηκε μέχρι το 1913. Αυτή ήταν η αρχή στα ηλεκτρικά συστήματα ελέγχου των μηχανικών πιάων. Τα διάτρητα χαρτιά αντικαταστάθηκαν με δισκέτες και CD, έπειτα από MIDI και μετά από λογισμικά σε λάπτοπ.

Μία άλλη προσέγγιση στον αυτοματισμό στα πλήκτρα είναι η τεχνική σύμφωνα με την οποία οι μηχανικοί κατασκευάζουν ένα ρομποτικό ανθρώπινο σωμα το οποίο χειρίζεται το πιάνο. Μια ομάδα από το Τόκυο δημιούργησε ένα ρομποτικό, το WABOT το οποίο εκτελούσε κομμάτια χρησιμοποιώντας και τα δύο χέρια αλλά και τα δύο πόδια, ενώ παράλληλα διάβαζε μόνο του τη μουσική παρτιτούρα με δικιά του όραση.



Εικόνα 8: Wabot

1.2.3 Πικάπ



Εικόνα 9 : Αυτόματο Πικάπ

Το 1970, οι μουσικοί δεν είχαν την πολυτέλεια να έχουν την τεχνολογία η οποία θα τους επέτρεπε να αναπαράγουν ένα συγκεκριμένο ήχο σε συνεργασία με διαφορετικές διεπαφές. Η εταιρεία Trimin, ήταν η πρώτη η οποία δημιούργησε το αυτόματο ρομπότ πικάπ. Αυτή η συσκευή χρησιμοποιούταν για να ξεκινήσει, να σταματήσει, να ολισθήσει, να παίξει ανάποδα, να επιταχύνει ή να επιβραδύνει το πικάπ. Εν συνεχεία, δημιουργήθηκαν άλλα οκτώ αυτόματα πικάπ, συνδεδεμένα μεταξύ τους και χρησιμοποιούμενα όπως οι οκτάβες στο πιάνο. Αργότερα το 1980 όταν το στοιχείο MIDI εμφανίστηκε, τα 8 ρομποτικά πικάπ αναβαθμίστηκαν έτσι ώστε κάθε συσκευή MIDI θα μπορούσε να τα ελέγχει.

Σημαντικό κεφάλαιο στην ιστορία του αυτοματισμού στα πικάπ, είναι το γνωστό σε όλους μας jukebox.

Δημιουργός του ήταν ο Λούις Γκλας, ένα τοπικό στέλεχος της General Electric. Ένας μεγάλος σταθμός στην ιστορία του αυτοματισμού πάνω στα πικάπ είναι και το jukebox. Το Jukebox είναι ένα ημιαυτόματο μηχάνημα αναπαραγωγής μουσικής. Πήρε τ' όνομά του από την λέξη jock ή juke, που στην αφροαμερικάνικη αργκό σημαίνει χορός, πανδαιμόνιο, και τη λέξη box, που σημαίνει κουτί.

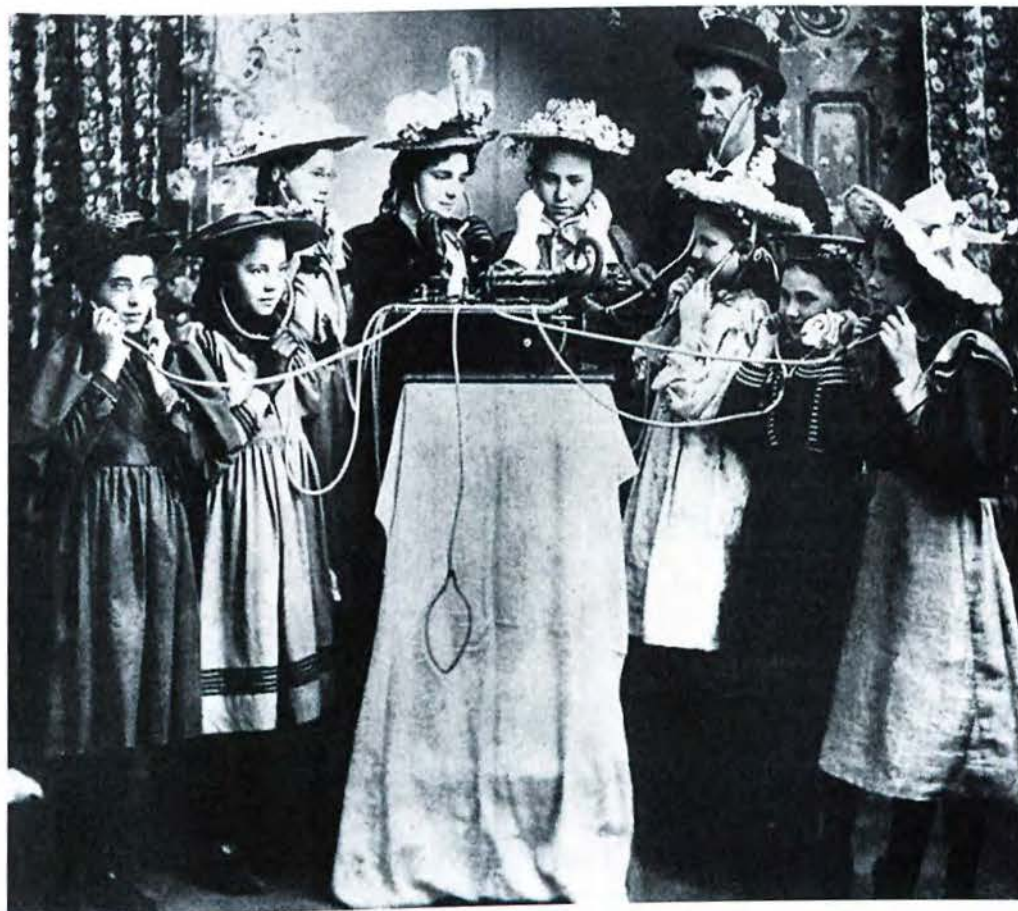
Μέσα σε ξύλινο κουτί τοποθέτησε ένα φωνογράφο Έντισον με 4 ακουστικούς σωλήνες και μία υποδοχή για νομίσματα. Ο καθένας με 5 σεντς μπορούσε να ακούσει το αγαπημένο του τραγούδι.

Το πρώτο τζουκ-μποξ τοποθετήθηκε στις 23 Νοεμβρίου 1889 σ' ένα σαλόνι του Σαν Φρανσίσκο, εντυπωσιάζοντας τους θαμώνες του. Στις αρχές του 20ου αιώνα οι κύλινδροι αντικαθίστανται από πλάκες γραμμοφώνου και αργότερα με δίσκους 45 στροφών. Το 1927 γίνεται ηλεκτρικό.

Το τζουκ-μποξ γνώρισε μεγάλη άνθηση στις ΗΠΑ την εποχή της Ποτοαπαγόρευσης και της Μεγάλης Ύφεσης τη δεκαετία του '30. Το συναντάμε σε εστιατόρια, μπαρ (νόμιμα και παράνομα) και κλαμπ, όπου ο κόσμος μπορούσε να ακούσει τις αγαπημένες του επιτυχίες, να χορέψει και να ξοδέψει.

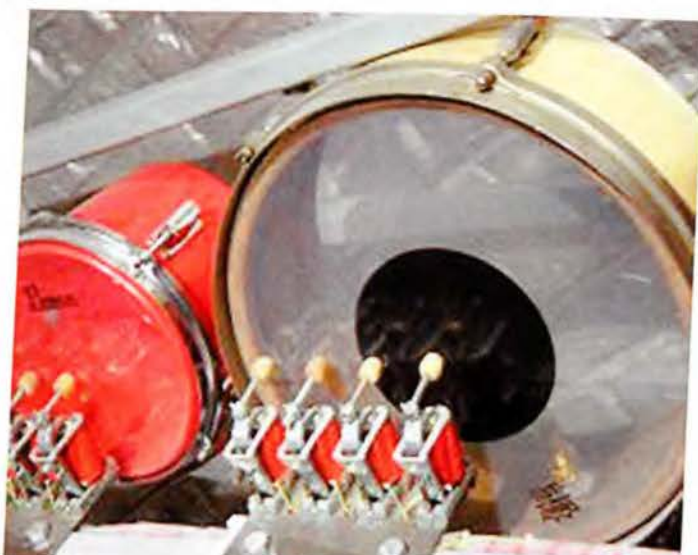
Στις μέρες μας, το τζουκ-μποξ είναι συλλεκτικό αντικείμενο, ιδιαίτερα τα *Βούρλιτζερ*, που είναι αληθινά έργα τέχνης. Στην αγορά κυκλοφορούν τζουκ μποξ, που παίζουν CD, ακόμη και MP3.

Το τζούκμποξ είναι ταυτισμένο στο λαϊκό υποσυνείδητο με την έκρηξη του Rock 'n' Roll και στη χώρα μας με τους λαϊκούς καημούς της δεκαετίας του '50 και του '60.



Εικόνα 10: Το πρώτο Jukebox

1.2.4 Ρομπότ κρουστά



Εικόνα 11: Ρομπότ κρουστά

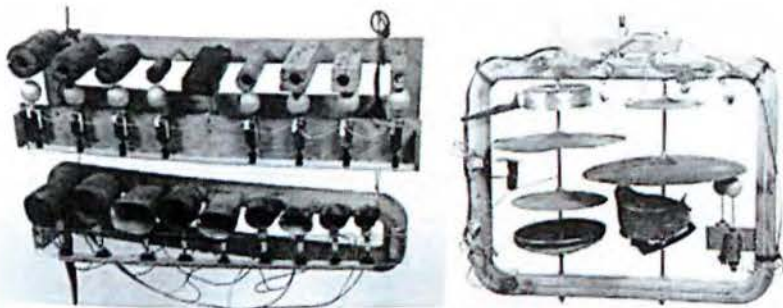
Τα κρουστά ρομπότ θα αναλυθούν σε δύο κατηγορίες, τα μεμβρανόφωνα και τα ιδιόφωνα.

- **Μεμβρανόφωνα**

Παραδοσιακά, τα μεμβρανόφωνα είναι κρουστά με μεμβράνη. Τα κρουστά αυτά χτυπώνται, είτε με τα χέρια είτε με παγκέτες, είτε με άλλα αντικείμενα. Μία απόπειρα να δημιουργηθούν τέτοιου είδους ρομπότ είναι η κατασκευή ενός σωληνοειδούς συστήματος με μοτέρ, το οποίο χτυπάει τη μεμβράνη με μία παγκέτα. Αυτό ακριβώς σχεδίασαν επιστήμονες του πανεπιστημίου του Harvard ούτως ώστε να επιτύχουν την κρούση του οργάνου, με πνευματικούς ενεργοποιητές και μεταβλητή παθητική αντίσταση. Η ομάδα του Δρ. Mitsuo Kawato ανέπτυξε ένα ανθρωποειδές ρομπότ το οποίο μπορούσε να μιμηθεί την ανθρώπινη τυμπανοκρουσία χρησιμοποιώντας υδραυλικά μέσα για ομαλή κίνηση. Από το 1970 και μετά αρκετοί επιστήμονες συνεργαζόμενοι με διάφορες εταιρίες δημιούργησαν αρκετά ρομποτικά μεμβρανόφωνα κρουστά όπως το "Automaton" και το "Thelxiepeia."

- **Ιδιόφωνα**

Στα ιδιόφωνα ανήκουν το ξυλόφωνο, η μαρίμπα, τα κύμβαλα, τα κόνγκ και τα καμπανάκια. Για άλλη μία φορά, στις αρχές του 1970 η εταιρία Trimpin σχεδίασε τα πρώτα αυτόματα ιδιόφωνα κρουστά. Χρησιμοποιώντας για άλλη μια φορά σωληνοειδή, έγιναν μετατροπές ούτως ώστε να είναι δυνατός ο έλεγχος του πόσο απαλά ή πόσο δυνατά το κρουστικό αντικείμενο θα χτυπούσε το κρουστό.



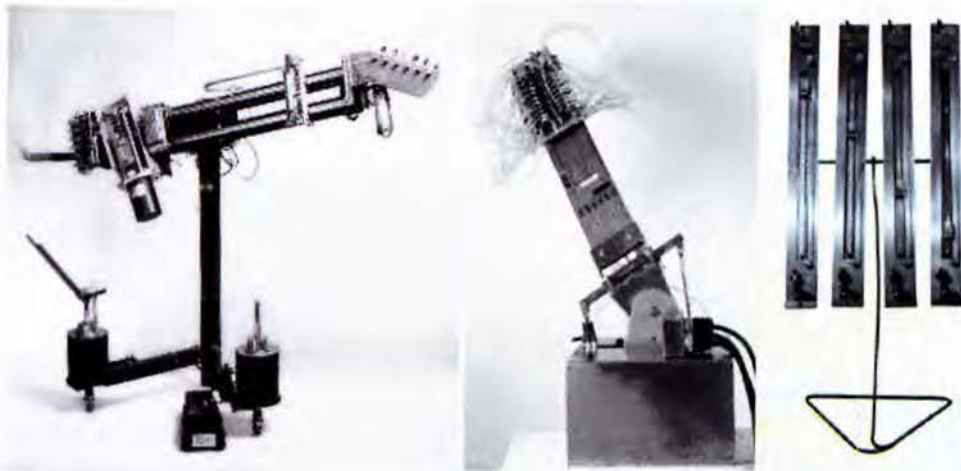
1.2.5 Έγχορδα ρομπότ



Εικόνα 12: Ρομπότ που παίζει βιολί

Η κατηγορία αυτή θα αναλυθεί σε δύο υποκατηγορίες. Τα νυκτά έγχορδα και τα τοξοτά.

- **Νυκτά έγχορδα:** Στις αρχές του 1990 δημιουργήθηκε μία σειρά από δώδεκα ρομποτικές κιθάρες, η εγκατάσταση η οποία ονομάστηκε Krantkontrol. Κάθε κιθάρα είχε ένα μηχανισμό νύξης, (χρησιμοποιώντας ένα μοτέρ και μία γέφυρα-H για να αλλάζει κατευθύνσεις, τέσσερις νότες και έναν αποσβεστήρα. Ο N.A.Baginsky δημιούργησε μία ρομποτική slide κιθάρα περίπου το 1992 την οποία και ονόμασε Aglaopheme. Το 1997 μία ρομποτική ηλεκτρική κιθάρα σχεδιάστηκε στο project Sergi Jorda. Είχε εβδομήντα δυο “δάκτυλα” στο αριστερό χέρι και δώδεκα “δάκτυλα-σφυριά” για κάθε μία από τις έξι χορδές. Το μεγαλύτερο project ρομποτικών κιθαρών μέχρι σήμερα είναι μία μόνιμη εγκατάσταση στο Σιάτλ. Αυτή είναι μία συλλογή με πάνω από πεντακόσιες κιθάρες, κάθε μία με μηχανισμούς αυτόματου κουρδίσματος, μηχανισμούς νύξης και διαχειριστές τονικότητας.

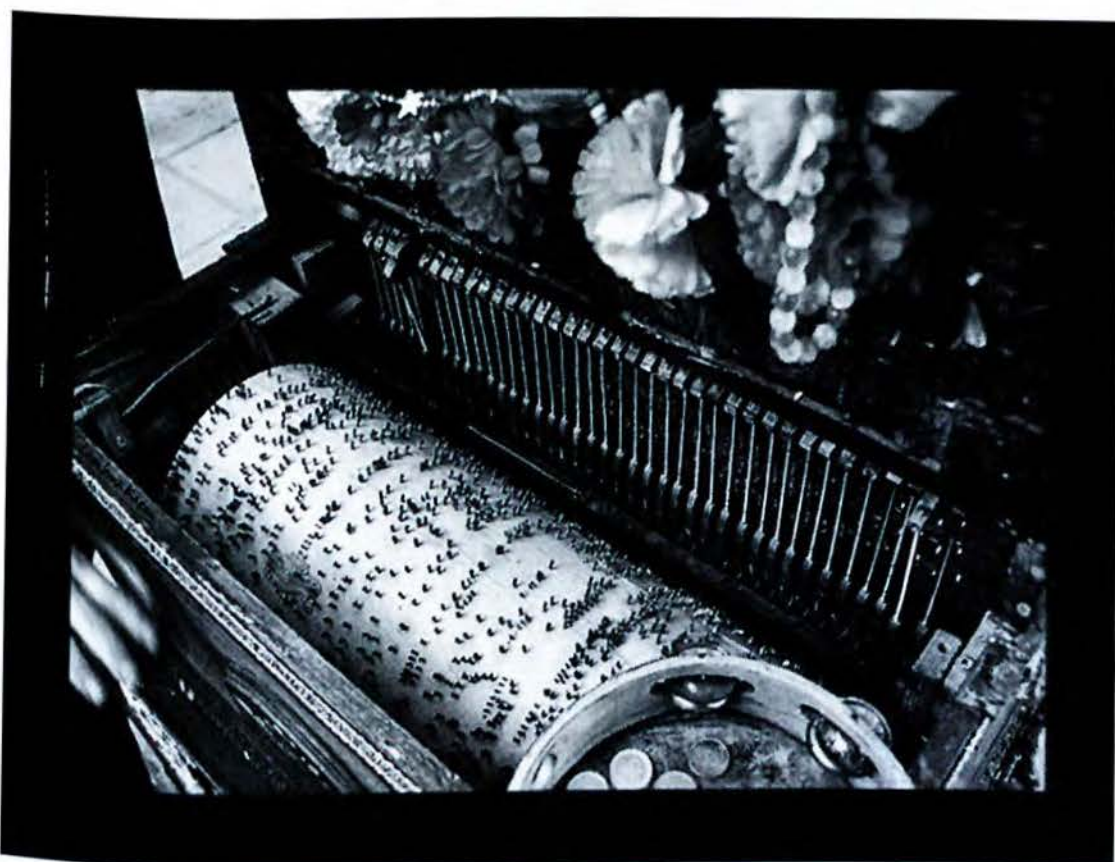


- **Τοξοτά έγχορδα:** Αυτή η κατηγορία εστιάζεται στις τοξοτές μηχανικές συσκευές τις οποίες χρησιμοποιούν όργανα όπως το βιολί. Το 1920 ο C.V.Raman σχεδίασε ένα αυτόματο μηχανικό βιολί με σκοπό να πραγματοποιήσει έρευνες της ακουστικής του και των επιδόσεών του. Πολλά αντίστοιχα ρομπότ κατασκευάστηκαν έκτοτε με μικρές διαφοροποιήσεις στον τρόπο λειτουργίας όπως το Mupot το 1989 από τον Makoto Kajitani. Στο project Afasia, ένα βιολί ρομπότ κατασκευάστηκε με παρόμοιο σχεδιασμό με τα ρομπότ κιθάρες που αναφέραμε νωρίτερα αλλά μόνο με μία χορδή. Η χορδή αυτή παλλόταν χρησιμοποιώντας ένα ηλεκτρονικό δοξάρι ενώ παράλληλα ο δακτυλισμός είναι χειριζόμενος από έναν βηματικό κινητήρα και μηχανικά δάκτυλα.



Εικόνα 13: Αυτοματισμός στο βιολί

Μια πολύ ειδική κατηγορία αυτόματου μουσικού οργάνου είναι αυτή της λατέρνας, ενός κατασκευάσματος συνδεδεμένου με την Ελληνική κοινωνία τις προηγούμενες δεκαετίες το οποίο ακόμα και σήμερα μπορεί να συναντήσουμε σε μια περιπλάνηση μας στους δρόμους της Αθήνας.



Εικόνα 14: Ο μηχανισμός της λατέρνας

Η πρώτη λατέρνα στην Ελλάδα δημιουργήθηκε γύρω στο 1880. Τότε η συνεργασία του Έλληνα Ιωσήφ Αρμάου και του Ιταλού Jugere Turconi απέφερε την λατέρνα. Οι δυο τους πολλοί καλοί φίλοι με έντονες μουσικές και κατασκευαστικές δεξιότητες έφτιαξαν στην Κωνσταντινούπολη την πρώτη λατέρνα χωρίς τη σιδερένια βάση που είχαν τα πιάνο γιατί υπήρχαν παρόμοια με τη λατέρνα όργανα στο παρελθόν με σιδερένια όμως βάση (π.χ. η Ρομβία).

Στη λατέρνα, οι νότες βγαίνουν από μεταλλικά ελάσματα, που είναι τοποθετημένα στη σειρά σαν δόντια χτένας. Απέναντι από τα ελάσματα περιστρέφεται ένας κύλινδρος, που πάνω του είναι τοποθετημένα αντίστοιχα καρφιά. Αυτά τα καρφιά, κατά την περιστροφή του κυλίνδρου χτυπούν ή κινούν τα ελάσματα κι αυτά παλλόμενα αποδίδουν τον ήχο. Τα ελάσματα αυτά ανάλογα με το είδος του μετάλλου και του μεγέθους τους, όταν κρούονται δίνουν διαφορετικό ήχο ή νότα. Έτσι λοιπόν κάθε νότα συνδυασμένη με τις λοιπές, βγάζει τραγούδι. Το κάθε τραγούδι που θα παίζει η λατέρνα είναι πρωτοτοποθετημένο, σαν νότες, στον κύλινδρο κι όταν σφυράκια ή καρφιά χτυπούν τα ελάσματα βγαίνει το τραγούδι. Αν πάλι κάνει γρήγορα, το τραγούδι βγαίνει σε γρήγορο ρυθμό.

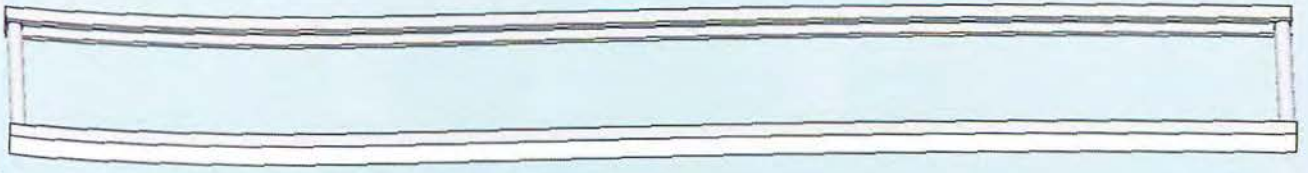
Στο παρόν κεφάλαιο, περιπλανηθήκαμε στην ιστορία, την κατασκευή και την σημασία των ηλεκτρονικών και των αυτόματων μουσικών οργάνων στον αιώνα που μας πέρασε αλλά και στη δική μας εποχή. Βλέποντας τους ρυθμούς εξέλιξης της τεχνολογίας αλλά και τους ρυθμούς αλλαγής της μουσικής “μόδας” ένα πράγμα είναι σίγουρο, οτι στις δεκαετίες που μας έρχονται θα γνωρίσουμε και θα αγκαλιάσουμε πολλές ακόμα καινοτιμίες πάνω στη μουσική και την τεχνολογία της, ίσως ακόμα και να πηγαίνουμε σε συναυλίες στις οποίες οι σολίστ θα είναι όμορφα, καλοντυμένα και φρεσκοβιδωμένα ρομπότ.



Εικόνα 15: Ένωση της βάσης του μηχανισμού με το αρμόνιο



Εικόνα 16: Πανοραμική όψη ένωσης της βάσης με το αρμόνιο



Εικόνα 17: Βάση Αλουμινίου

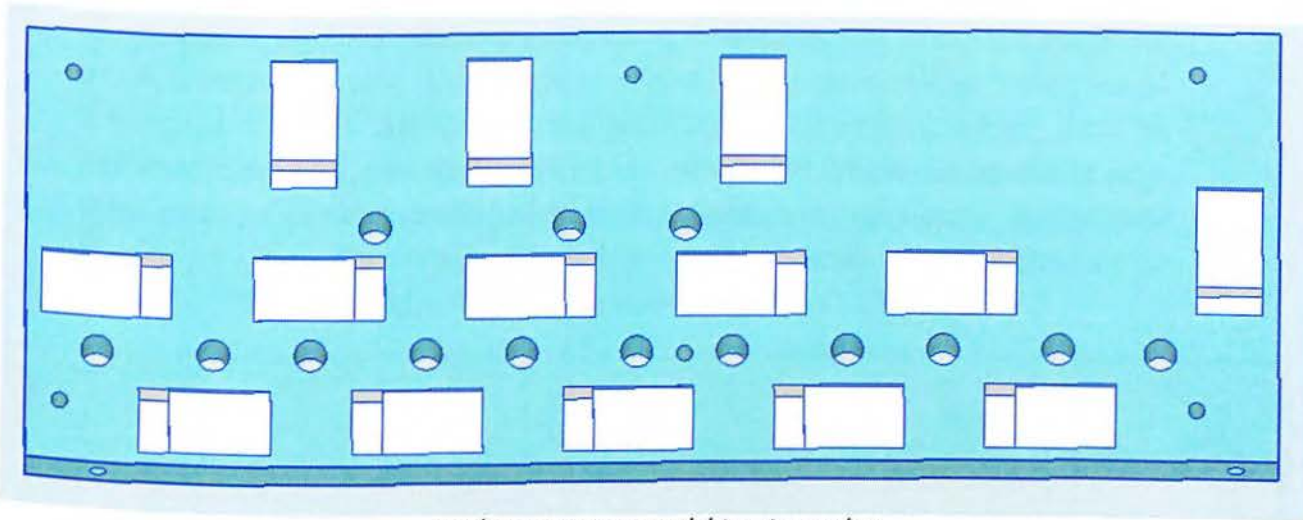


Εικόνα 18: Ράβδοι αλουμινίου

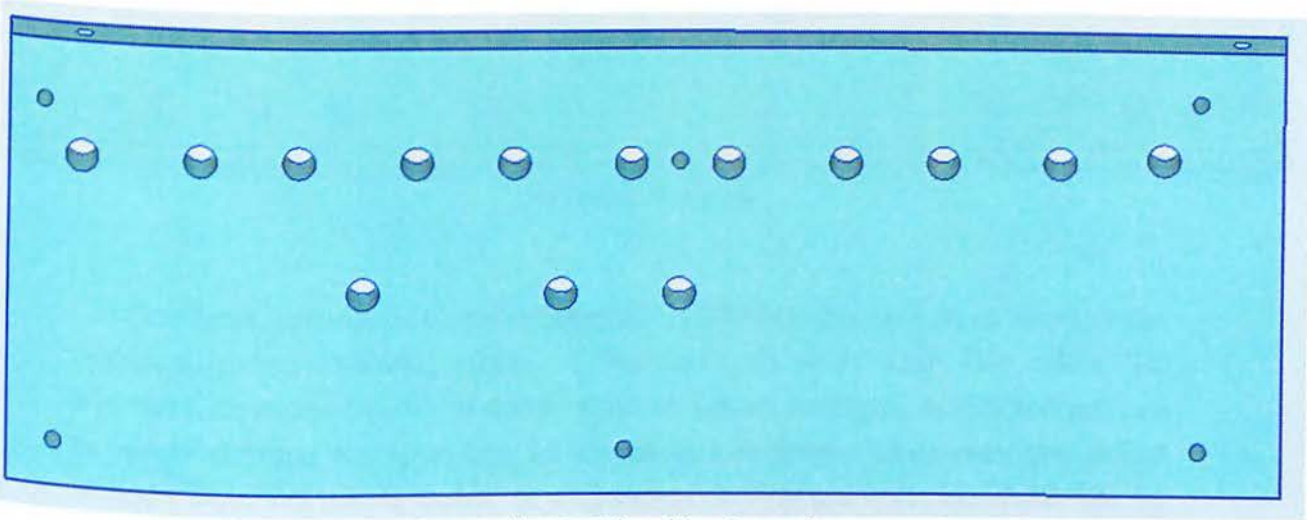
Ο μηχανισμός αποτελείται από ένα κομμάτι αλουμινίου πάχους 8 χιλιοστών 7075t6, αεροπορικού τύπου. Ο συγκεκριμένος τύπος αλουμινίου είναι περισσότερο ανθεκτικός από τα συνηθισμένα αλουμίνια. Στα πλάγια του αλουμινίου, δημιουργήθηκαν τρύπες και βόλτες ώστε να εισχωρήσουν οι βίδες. Με πλαστικό, δημιουργήθηκαν στο τόρνο, spacers ώστε να μπαίνουν ακριβώς μέσα στο π της αλουμινένιας βάσης. Έτσι, επιτύχαμε την ολίσθηση του μηχανισμού, αριστερά και δεξιά κατά μήκος του αρμόνιου.

Εν συνεχεία, στο cnc, χρησιμοποιώντας φρέζα, δημιουργήθηκαν εγχοπές, με σκοπό να τοποθετηθούν τα σώματα των 14 σερβομηχανισμών σε κατακόρυφη θέση. Κατόπιν, δημιουργήθηκαν επίσης τρύπες στο αλουμίνιο αυτό, ώστε να περνάνε από μέσα τους, τα πιεστήρια, τα οποία πιέζουν από ένα πλήκτρο του αρμόνιου. Ο λόγος που χρησιμοποιήθηκε το συγκεκριμένο πάχος αλουμινίου (8 χιλιοστών) ήταν το ελάχιστο, ώστε να μας εξασφαλίζει πως τα πιεστήρια θα οδηγούνται με σιγουριά στο σωστό πλήκτρο.

Το αλουμίνιο, διαθέτει ακόμα έξι τρύπες με βόλτες, ώστε να ενωθεί με το πάνω μέρος του μηχανισμού, το plexiglass. Η επιθυμητή απόσταση, εξασφαλίστηκε με πλαστικά spacers αντίστοιχου ύψους.



Εικόνα 19: Πανοραμική όψη αλουμινίου

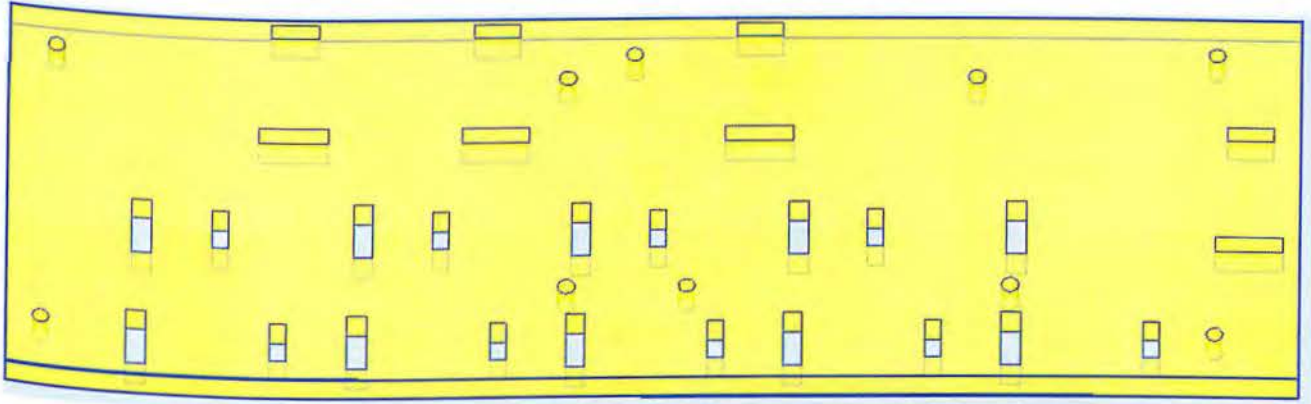


Εικόνα 20: Κάτω όψη αλουμινίου



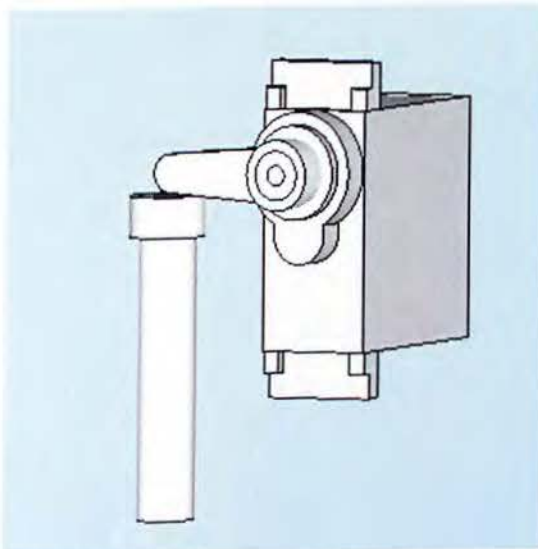
Εικόνα 21: Spacer

Το plexiglass, σχεδιάστηκε ώστε να δίνεται η δυνατότητα στα servo να παραμένουν σταθερά στην θέση τους. Έτσι, διαθέτει κι αυτό ειδικά σχεδιασμένες τρύπες για τα συγκεκριμένα σέρβο. Διαθέτει επίσης, κατάλληλα σχεδιασμένες τρύπες, ώστε να βγαίνουν τα καλώδια, των σέρβο εκείνων των οποίων δεν βρίσκονται σε κάποια άκρη ώστε να μπορεί να ελευθερωθεί από τις πλαϊνές μεριές του μηχανισμού. Το plexiglass κόπηκε με λείζερ. Τοποθετήσαμε τις βίδες ώστε να ενωθεί το plexiglass με το αλουμίνιο και εξασφαλίσαμε έτσι την σταθερότητα του κάθε σέρβο.



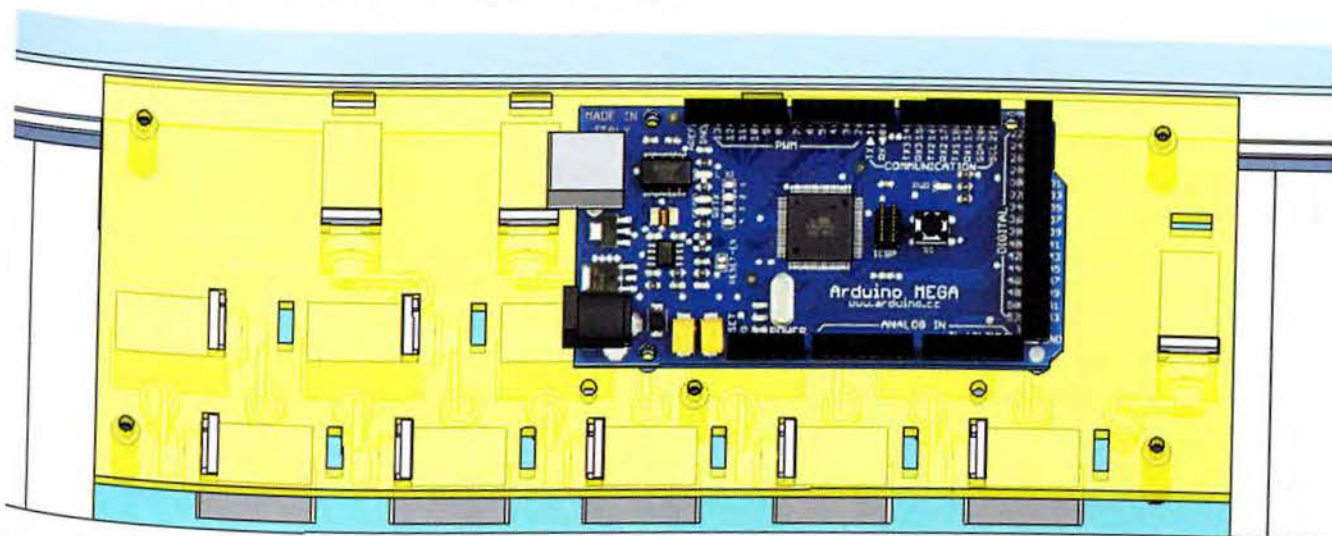
Εικόνα 22: Plexiglass

Στη συνέχεια, μετρήσαμε τις αποστάσεις των σερβομηχανισμών από τα πλήκτρα και φτιάξαμε, χρησιμοποιώντας τόρνο, τα πιεστήρια τα οποία είναι δύο ειδών. Τα πιεστήρια, τα οποία, πιέζουν τα άσπρα πλήκτρα και τα πιεστήρια, εκείνα που πιέζουν τα μαύρα πλήκτρα του αρμονίου. Τα πιεστήρια που χρησιμοποιήθηκαν στα μαύρα πλήκτρα είναι πιο μικρά, επειδή τα συγκεκριμένα πλήκτρα είναι πιο ψηλά από τα άσπρα. Προκειμένου να τα κατασκευάσουμε στο cnc με τόρνο, προμηθευτήκαμε ράβδο αλουμινίου 8 χιλιοστών. Μετά την επεξεργασία τους στον τόρνο, έγιναν 6 χιλιοστά στο κάτω άκρο τους. Αυτό έγινε ώστε να εξασφαλίσουμε την σταθερότητά τους. Επίσης, στην κάτω άκρη τους, έχουν διαμορφωθεί με τον τόρνο κυκλικά, ώστε να μην τραυματίζονται τα πλήκτρα.

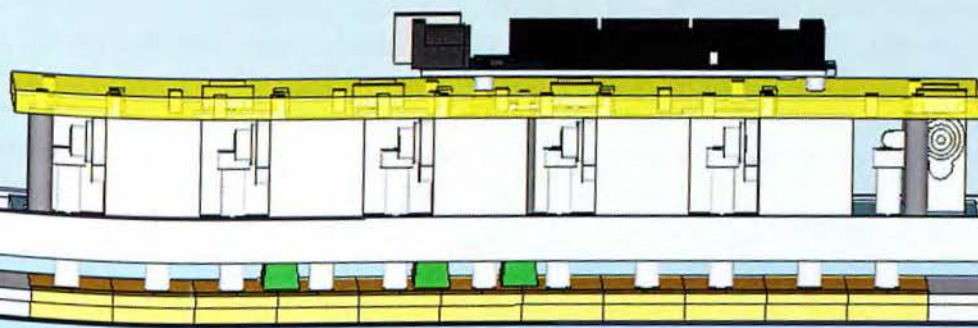


Εικόνα 23: Σερβομηχανισμός και πιεστήριο

Τελικά η πτυχιακή φαίνεται στις παρακάτω εικόνες.



Εικόνα 26: Πανοραμική όψη του μηχανισμού



Εικόνα 27: Μπροστινή όψη του μηχανισμού

Όλες οι παραπάνω εικόνες προήλθαν από το google sketchup. Το συγκεκριμένο πρόγραμμα, χρησιμοποιήθηκε για την μελέτη του μηχανολογικού μέρους της πτυχιακής.

2.2 Arduino Mega

Για την δημιουργία της πτυχιακής εργασίας ήταν απαραίτητη η χρήση ενός ψηφιακού μικροελεγκτή, ο οποίος θα έδινε τα κατάλληλα σήματα σε κάθε έναν από τους servo μηχανισμούς, έτσι ώστε να είχαμε το ζητούμενο αποτέλεσμα της εκτέλεσης μελωδιών.

Ο Arduino mega είναι μια υπολογιστική πλατφόρμα βασισμένη σε μια απλή μητρική πλακέτα με ενσωματωμένο μικροελεγκτή και εισόδους /εξόδους. Έχουμε τη δυνατότητα να την προγραμματίσουμε σε γλώσσα Wiring (ουσιαστικά πρόκειται για τη C++ με κάποιες μετατροπές). Ο Arduino μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη ανεξάρτητων διαδραστικών αντικειμένων αλλά και να συνδεθεί με υπολογιστή μέσω προγραμμάτων σε Processing, Max/MSP, Pure Data, SuperCollider. Οι περισσότερες εκδόσεις του Arduino μπορούν να αγοραστούν προ-συναρμολογημένες· το διάγραμμα και πληροφορίες για το υλικό είναι ελεύθερα διαθέσιμα για αυτούς που θέλουν να συναρμολογήσουν το Arduino μόνοι τους.

Το πρόγραμμα Arduino έλαβε τιμητική μνεία στην κατηγορία Digital Communities στο Prix Ars Electronica το 2006.

Μία πλακέτα Arduino αποτελείται από ένα μικροελεγκτή Atmel AVR (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.

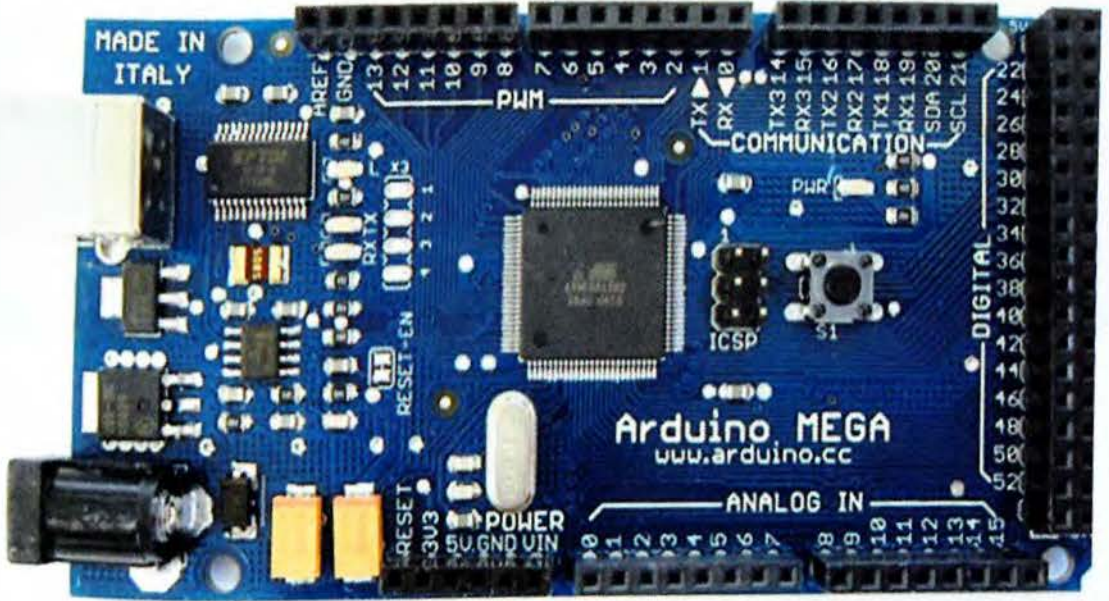
Γενικά όλες οι πλακέτες είναι προγραμματισμένες μέσω μιας σειριακής σύνδεσης RS-232, αλλά ο τρόπος με τον οποίο αυτό υλοποιείται ποικίλλει ανάλογα με την έκδοση. Οι σειριακές πλακέτες Arduino περιέχουν ένα απλό κύκλωμα αντιστροφής για την μετατροπή ανάμεσα στα σήματα των επιπέδων RS-232 και TTL. Οι πλακέτες Arduino που κυκλοφορούν σήμερα στην αγορά, συμπεριλαμβανόμενης και του Arduino Mega, προγραμματίζονται μέσω usb, εφαρμόζοντας ένα τσίπ προσαρμογέα USB-to-serial όπως το ATmega8U2. Κάποιες παραλλαγές, όπως το Arduino mini και το ανεπίσημο Boarduino, χρησιμοποιούν προσαρμογέα USB-to-serial σε μορφή πλακέτας ή καλωδίου.

Η πλακέτα του Arduino έχει εκτεθειμένες τις περισσότερες επαφές εισόδου/εξόδου για χρήση με άλλα κυκλώματα.

Ο Arduino Mega διαθέτει 54 εισόδους/εξόδους από τις οποίες οι 14 είναι 18-bit PWM, και είναι αυτές που χρησιμοποιούμε προκειμένου να συνδέσουμε τους servo μηχανισμούς. Χρησιμοποιούμε ακόμα κάποιες ψηφιακές εισόδους/εξόδους από τα υπόλοιπα pins για να συνδέσουμε τα buttons εκκίνησης καθώς και το button stop.

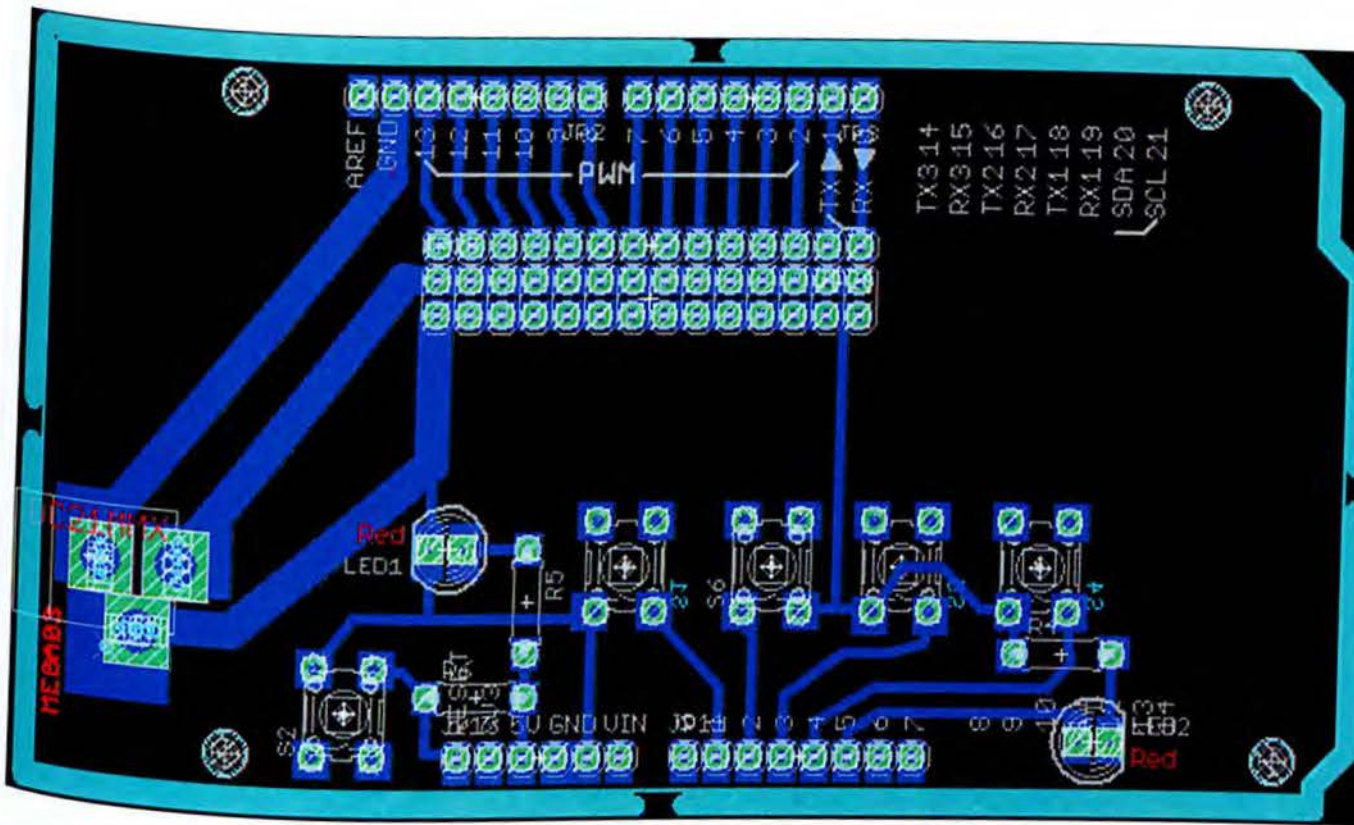
Γενικά διαθέτει:

- Input voltage - 7-12V Τροφοδοσία έως 12 volts
- 54 Ψηφιακά I/O Pins (εκ των οποίων 14 είναι PWM έξοδοι)
- 16 Αναλογικές εισόδους
- 256k Flash Μνήμη
- 16Mhz Clock Speed



Εικόνα 28: Arduino Mega

2.3 Η Πλακέτα

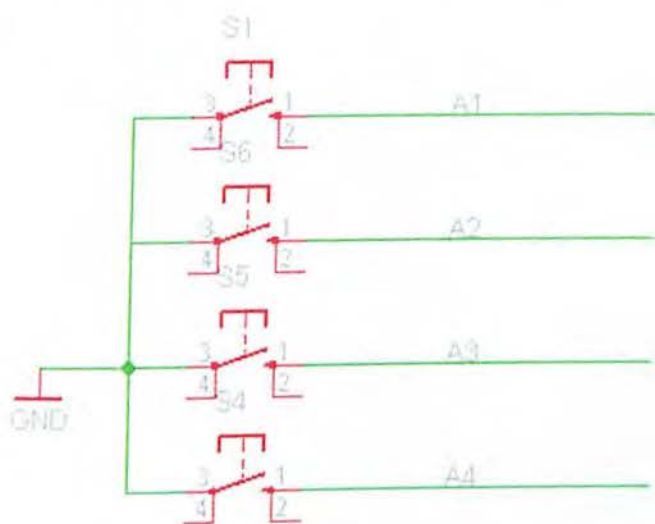


Εικόνα 29: Η πλακέτα που κατασκευάστηκε

Στην παραπάνω εικόνα φαίνεται η πλακέτα η οποία κατασκευάστηκε και συνδέθηκε με τον arduino. Διακρίνονται, επίσης, με τις μπλε γραμμές οι ενώσεις της πλακέτας με τους σερβοκινητήρες, τα 5 buttons καθώς και τα δύο leds. Στο πάνω μέρος της εικόνας, εμφανίζονται οι 14 σερβομηχανισμοί και οι ενώσεις τους με τις αντίστοιχες ακιδοσειρές του arduino, με την γείωση καθώς και με την εξωτερική τροφοδοσία. Στο κάτω αριστερό μέρος φαίνεται η σύνδεση με την εξωτερική τροφοδοσία. Στο κάτω μέρος, διακρίνονται τα 5 buttons, όπου το ένα άκρο τους συνδέεται στη γείωση, και το δεύτερο στο αντίστοιχο pin του arduino. Η παραπάνω φωτογραφία προέρχεται, από το πρόγραμμα, eagle.

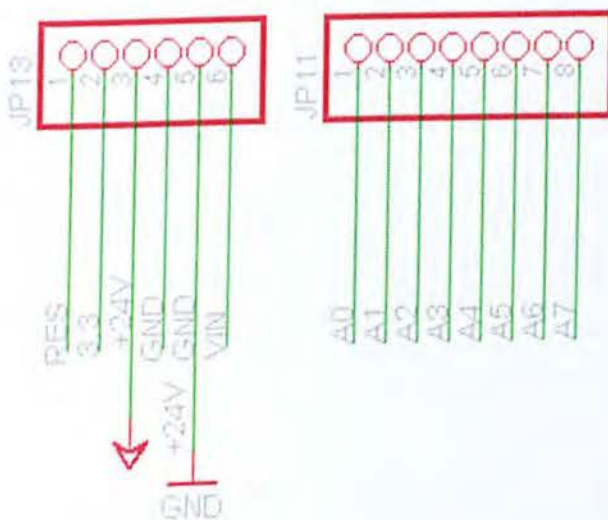
Στη συνέχεια θα εξεταστούν μεμονωμένα όλες οι συνδεσμολογίες οι οποίες πραγματοποιήθηκαν στην πλακέτα. Προς, διευκόλυνσή μας, γι αυτό το σκοπό, θα χρησιμοποιηθούν εικόνες από το σχηματικό διάγραμμα, προερχόμενες κι αυτές, από το eagle.

Στην παρακάτω εικόνα, φαίνεται η συνδεσμολογία των 4 buttons. Το ένα άκρο τους συνδέεται απευθείας με την γείωση ενώ το άλλο, με το αντίστοιχο pin του arduino. Το button S1 με τον pin A1, το S2 με τον pin A2, το S3 με τον pin A3 και το S4 με τον pin A4 του arduino. Αν πιεστεί το 1^ο button, επαναφέρονται όλοι οι σερβομηχανισμοί στην ουδέτερη θέση και εκτελούνται όλες οι διαθέσιμες νότες προκειμένου να ελέγξουμε την λειτουργία τους. Με τα επόμενα 3 buttons εκκινείτε η εκτέλεση μιας από τις 3 μελωδίες.



Εικόνα 30: Συνδεσμολογία buttons

Τα pins A1, A2, A3 και A4 είναι διακριτά στην παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 31: Τα pins όπου συνδέονται τα buttons

Το πρώτο button, S1 συνδέθηκε με την γείωση του arduino, για λόγους ευκολίας στην σχεδίαση της πλακέτας, ενώ τα υπόλοιπα 3, συνδέθηκαν με την γείωση του εξωτερικού τροφοδοτικού.

Το 5^ο button είναι το reset. Σε περίπτωση που πιεστεί, εκκινεί ο κώδικας από την αρχή. Η συνδεσμολογία του φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.

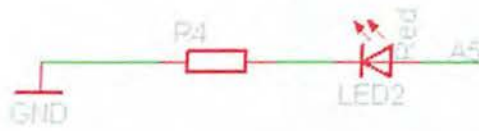


Εικόνα 32: Reset

Η μία άκρη του button reset, συνδέεται στην γείωση, ενώ το άλλο άκρο της στα 5V. Ο λόγος που αναφέρεται στο σχέδιο 24Volts είναι προκειμένου να ξεχωρίζει, η εξωτερική τροφοδοσία από την τροφοδοσία του arduino. Επίσης η αντίσταση R6, η οποία διακρίνεται, δεν χρησιμοποιήθηκε εν τέλει, διότι κρίθηκε περιττή.

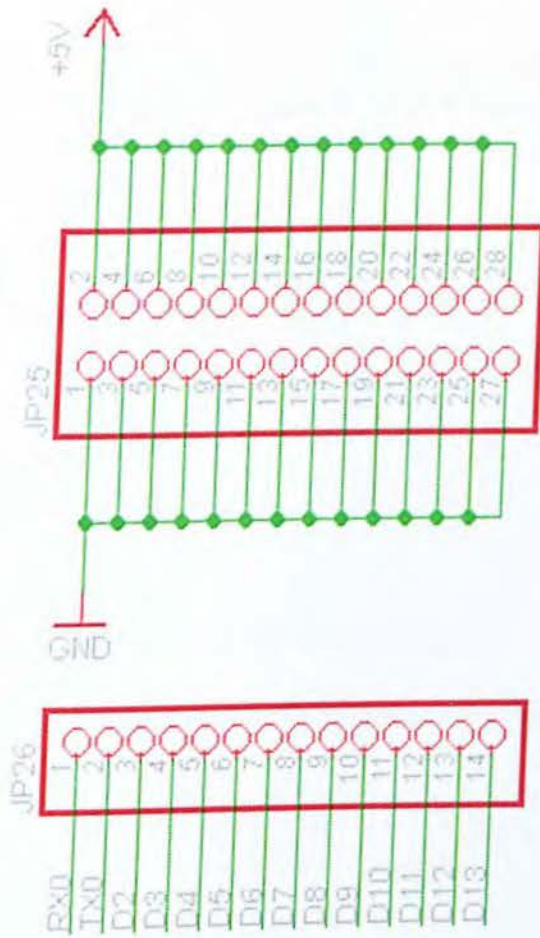
Το led 1, κόκκινου χρώματος, έχει συνδεθεί, όπως φαίνεται στο σχηματικό διάγραμμα, με το ένα άκρο του στην γείωση και το άλλο σε μια αντίσταση προστασίας 370Ω, η οποία με τη σειρά της συνδέεται στα 5 volt. Η αντίσταση προστασίας επιλέχθηκε, αφού προηγουμένως μετρήθηκε πως η κατανάλωση του πράσινου led ήταν 13mA και η τάση λειτουργίας του στα 2V. Το led αυτό είναι ανοιχτό κάθε φορά που υπάρχει τροφοδοσία στην πλακέτα. Δεν συνδέεται με ακιδοσειρά του arduino.

Το δεύτερο led που χρησιμοποιήθηκε, πράσινου χρώματος, συνδέθηκε στο pin A5 του arduino ενώ κι αυτό διαθέτει μια αντίσταση προστασίας, η οποία υπολογίστηκε στα 220Ω. Η κατανάλωση μετρήθηκε και βρέθηκε 7mA και η τάση λειτουργίας 2V. Η συνδεσμολογία του, φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



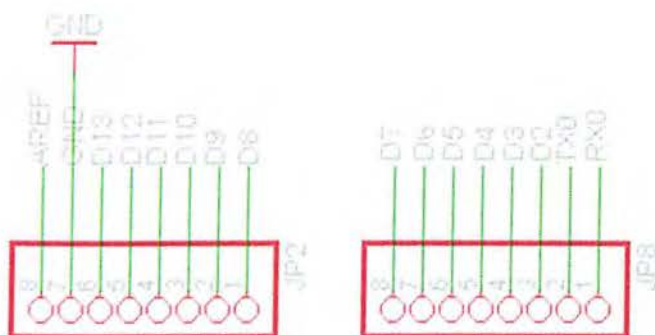
Εικόνα 33: Το πράσινο led

Οι σερβομηχανισμοί συνδέονται στις 14 ακίδοσειρές τύπου PWM του arduino. Το ένα άκρο τους συνδέεται στα 5V, το δεύτερο στην γείωση ενώ το τρίτο στον arduino. Η συνδεσμολογία αυτή φαίνεται και στην εικόνα που ακολουθεί.



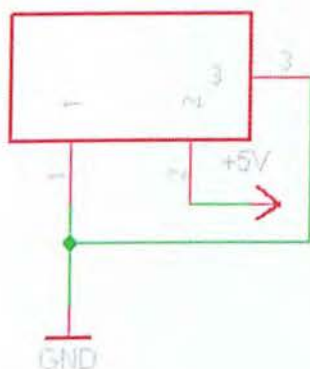
Εικόνα 34: Συνδεσμολογία σερβομηχανισμών

Η ένωση της πλακέτας με τον arduino στα pins των σερβομηχανισμών, φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



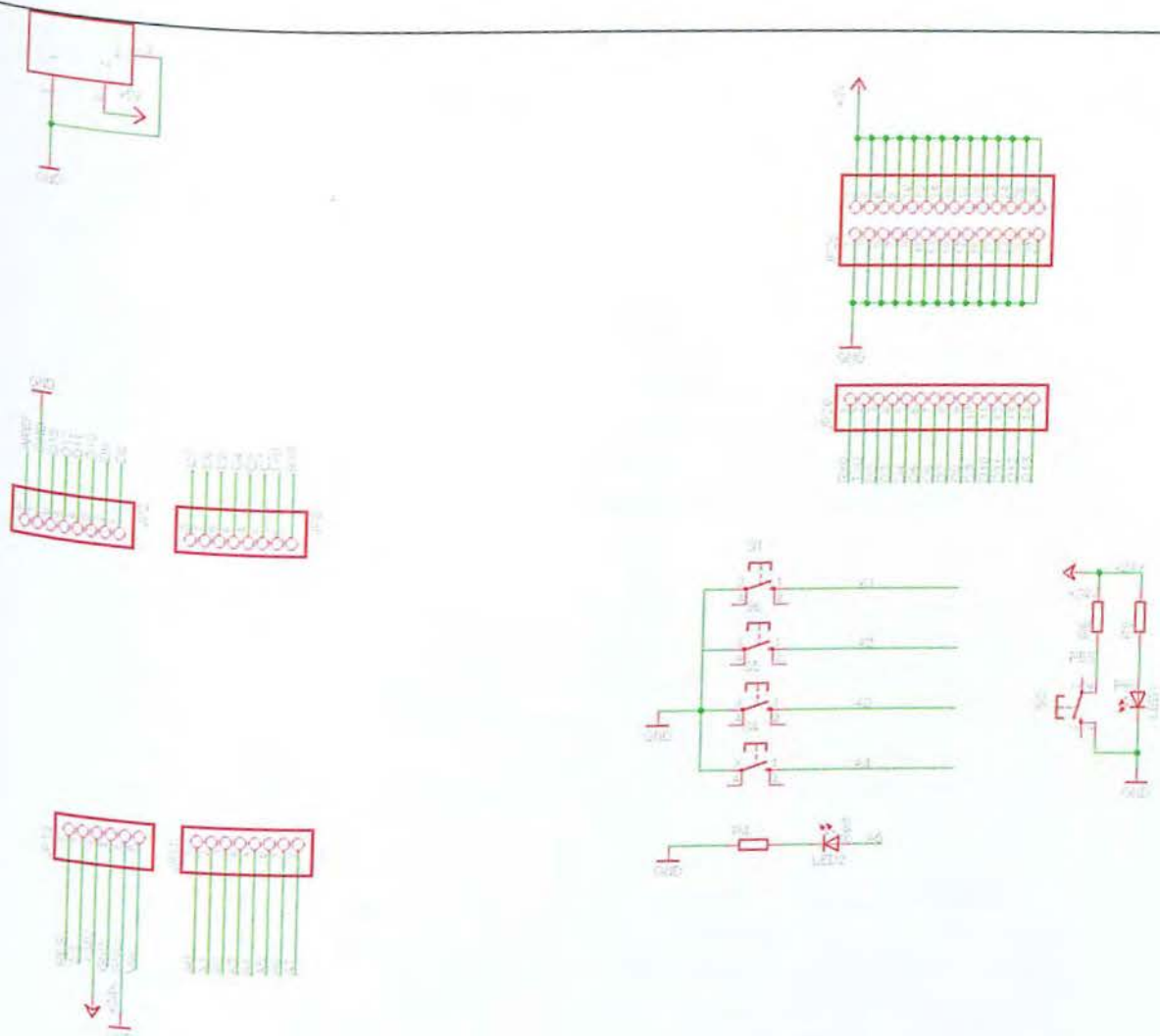
Εικόνα 35: Τα PWM pins του arduino

Τέλος, στην παρακάτω εικόνα, διακρίνεται, η εξωτερική τροφοδοσία στο σχηματικό διάγραμμα. Το εξωτερικό τροφοδοτικό παρέχει στην πλακέτα την τάση λειτουργίας της, καθώς και την απαραίτητη γείωση.



Εικόνα 36: Εξωτερική τροφοδοσία

Ολοκληρωμένο το σχηματικό διάγραμμα φαίνεται παρακάτω εικόνα.



Εικόνα 37: Σχηματικό διάγραμμα πλακέτας

2.4 Motors

Τα servos είναι μηχανισμοί κίνησης. Ένα τυπικό servo αποτελείται από ένα μικρό ηλεκτροκινητήρα και με μερικά απλά ηλεκτρονικά εξαρτήματα, τα οποία δημιουργούν έναν σερβομηχανισμό κλειστού βρόγχου. Ένα ποτενσιόμετρο συνδέεται με τον άξονα εξόδου.

Οι σερβομηχανισμοί χρησιμοποιούν για την σύνδεσή τους 3 καλώδια. Τα δύο αποσκοπούν στην DC τροφοδοσία και το τρίτο έχει ως σκοπό τον έλεγχο του. Μεταφέρει έναν PWM σήμα. Κάθε ένα servo διαθέτει μια ξεχωριστή σύνδεση και ξεχωριστά PWM σήματα. Τα σήματα αυτά δημιουργούνται εύκολα από απλά ηλεκτρονικά εξαρτήματα ή μικροελεγκτές, όπως ο Arduino. Έτσι, λόγω και του χαμηλού τους κόστους, είναι ευρέως διαδεδομένα στην κατασκευή πολλών διαφορετικών μηχανισμών ρομποτικής.

Οι παλμοί αυτοί που παράγονται έχουν τις εξής παραμέτρους. Ελάχιστο παλμό, μέγιστο παλμό καθώς και ταχύτητα επανάληψης. Λόγω των περιορισμών περιστροφής του servo, ουδέτερη θέση, ορίζεται αυτή που ο servo έχει ακριβώς την ίδια απόσταση που μπορεί να διανύσει δεξιόστροφα όσο κι αριστερόστροφα. Είναι σημαντικό να σημειωθεί πως ο κάθε ένας servo μηχανισμός έχει διαφορετικό περιορισμό στην εναλλαγή, αλλά όλοι έχουν μια ουδέτερη θέση η οποία είναι περίπου 1.5 milliseconds.

Η γωνία περιστροφής του κινητήρα, ορίζεται κάθε φορά από την διάρκεια του παλμού του οποίου μεταφέρει το καλώδιο. Πρόκειται για μια μορφή της διαμόρφωσης εύρους παλμού, όμως η θέση του servo δεν καθορίζεται από τον παλμό του PWM (αν δηλαδή είναι on ή off) αλλά μόνο από την διάρκεια του παλμού. Ο servo μηχανισμός αναμένει παλμό κάθε 20ms, όμως αυτό μπορεί να ποικίλει από servo σε servo. Η διάρκεια του παλμού λοιπόν καθορίζει την γωνία την οποία θα περιστραφεί ο servo. Για παράδειγμα για 1.5 ms παλμό ο servo θα περιστραφεί περίπου 90 μοίρες (ουδέτερη θέση).



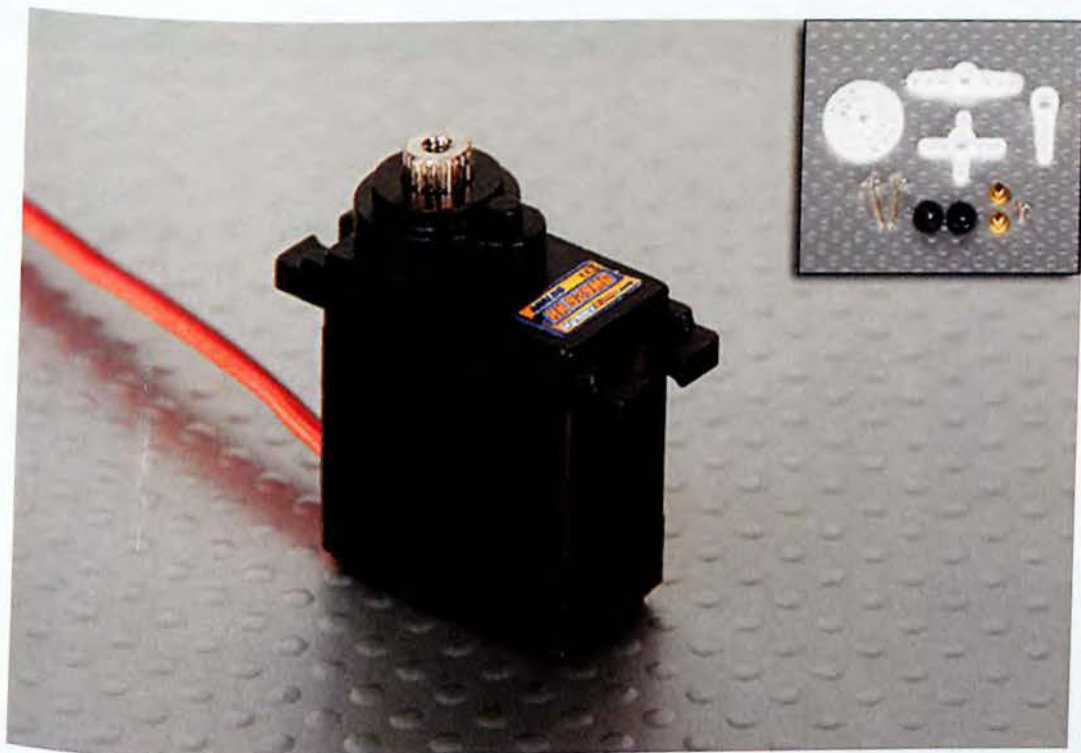
Εικόνα 38: Σερβομηχανισμός

2.4.1 Οι σερβομηχανισμοί που χρησιμοποιήθηκαν

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία, χρησιμοποιήθηκαν σερβομηχανισμοί τύπου HobbyKing 929MG Metal Gear Servo. Επιλέχθηκαν οι συγκεκριμένοι για λόγους αξιοπιστίας, για την αναλογία ταχύτητας-ροπής, λόγω των μεταλλικών γραναζιών αλλά και για οικονομικούς λόγους.

Τα χαρακτηριστικά τους φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

| | |
|--------------------------------|--------------------------|
| Τάση λειτουργίας | 4.8V / 6.0V |
| Ένταση ρεύματος λειτουργίας | 200mA / 240mA |
| Ταχύτητα λειτουργίας | 0.12sec.60°/ 0.10sec.60° |
| Ροπή | 2.0kg.cm /2.2kg.cm |
| Μέγεθος | 22.5X11.5X24.6mm |
| Βάρος | 12.5g |
| Καλώδιο σύνδεσης | 215mm |
| Τύπος Γραναζιού | Μεταλλικό |
| Εύρος θερμοκρασίας λειτουργίας | -20J+60J |



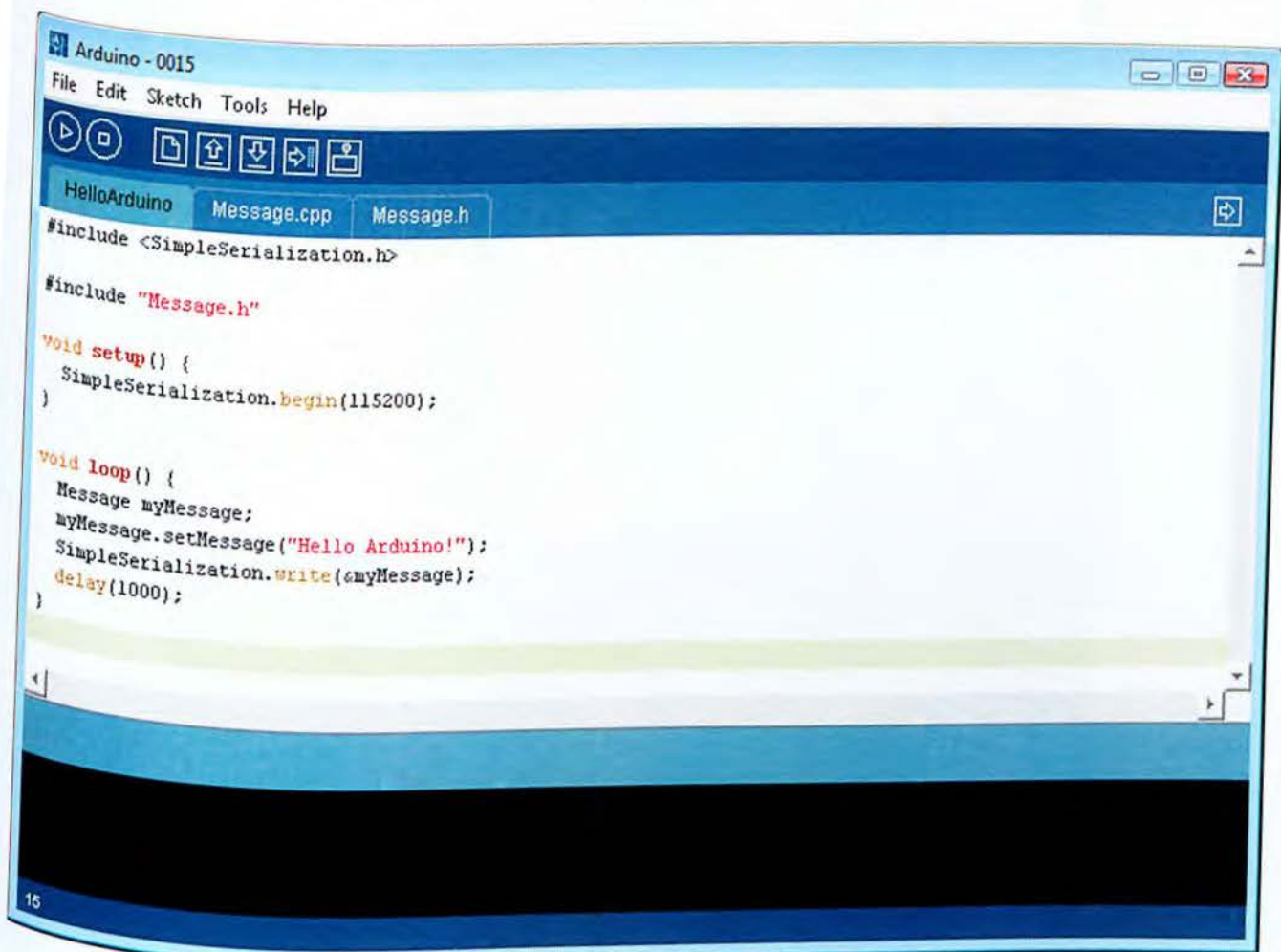
Εικόνα 39:HobbyKing 929MG Metal Gear Servo

Για τους 14 σερβομηχανισμούς που χρησιμοποιήθηκαν έγινε ξεχωριστή χαρτογράφηση, λόγω των απωλειών και των διαφορών που παρατηρούνται μεταξύ τους. Διότι εφόσον τοποθετούταν το plexiglass θα ήταν δύσκολη οποιαδήποτε αλλαγή ή μετακίνηση. Μια λάθος τιμή των servo θα ήταν ικανή να τραυματίσει το μηχανισμό, το servo ή το αρμόνιο.

2.5 Το λογισμικό

Το IDE (*Integrated Development Environment*) του arduino είναι γραμμένο σε Java και μπορεί να τρέξει σε πολλαπλές πλατφόρμες. Περιλαμβάνει επεξεργαστή κειμένου με διάφορα εύχρηστα εργαλεία και μεταγλωτιστή και έχει την ικανότητα να φορτώνει εύκολα το πρόγραμμα μέσω σειριακής θύρας από τον υπολογιστή στην πλακέτα. Συνδέεται με το υλικό του arduino ώστε να μεταφέρει στον δεύτερο τα προγράμματα προς χρήση και να επικοινωνεί μαζί του.

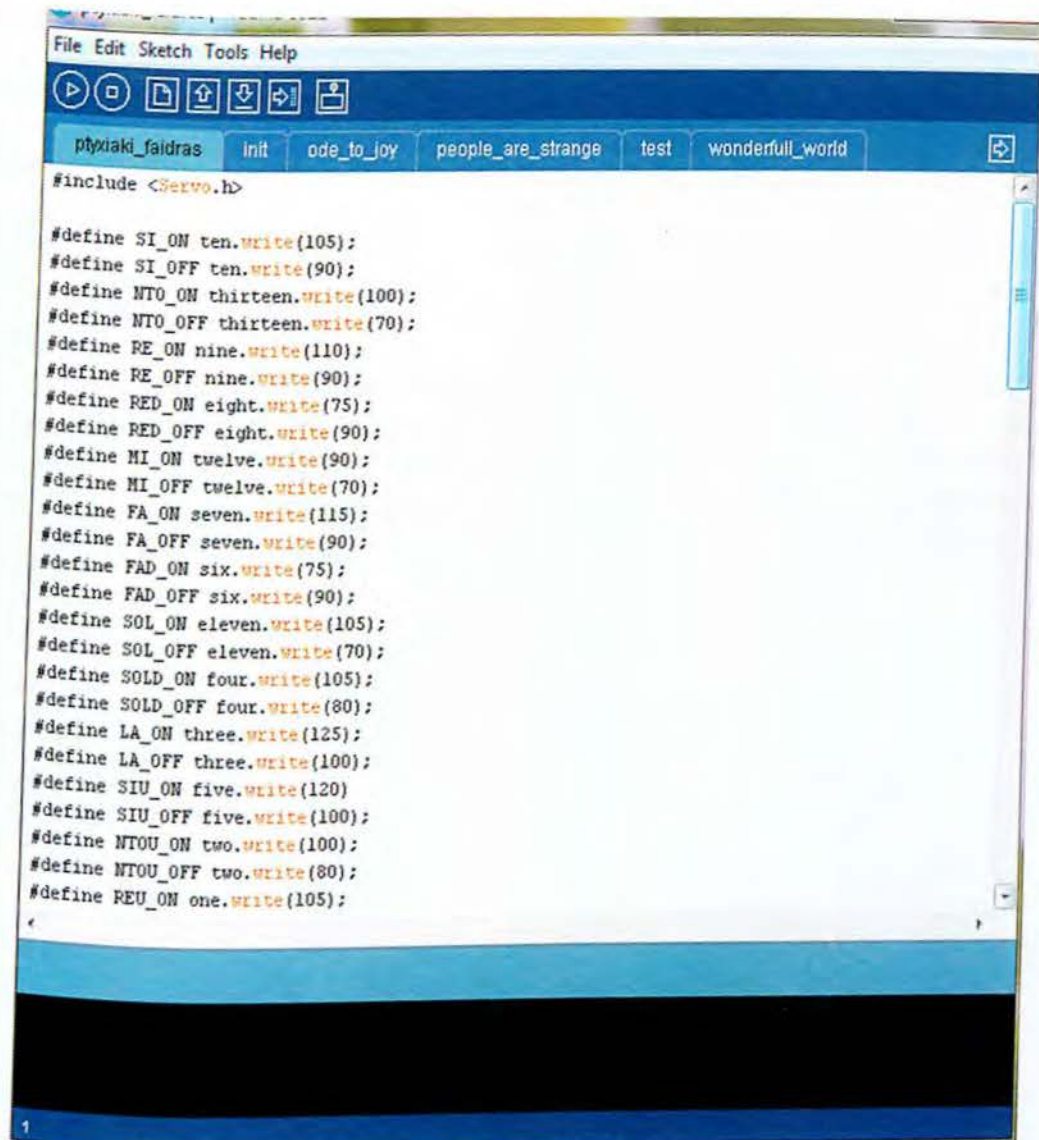
Το περιβάλλον ανάπτυξης είναι βασισμένο στην Processing, ένα περιβάλλον ανάπτυξης σχεδιασμένο να εισαγάγει στον προγραμματισμό ανθρώπους ,μη εξοικειωμένους με την ανάπτυξη λογισμικού. Η συγκεκριμένη γλώσσα προγραμματισμού προέρχεται από την Wiring, μια γλώσσα που μοιάζει με την C, η οποία παρέχει παρόμοια λειτουργικότητα για μια πιο περιορισμένης σχεδίασης πλακέτα, της οποίας το περιβάλλον ανάπτυξης βασίζεται επίσης στην Processing.



Εικόνα 40: Arduino IDE

2.6 Το πρόγραμμα

Το πρόγραμμα το οποίο γράφτηκε στο IDE θα αναλυθεί στην παρούσα παράγραφο. Χρησιμοποιήθηκε η γλώσσα προγραμματισμού του arduino, όπως αναφέρθηκε νωρίτερα. Για λόγους ευκολίας στην μελέτη του, αλλά και για καλύτερη οργάνωσή του, χρησιμοποιήθηκαν 6 διαφορετικά tabs τα οποία φαίνονται στην επόμενη εικόνα.



```
#include <Servo.h>

#define SI_ON ten.write(105);
#define SI_OFF ten.write(90);
#define NTO_ON thirteen.write(100);
#define NTO_OFF thirteen.write(70);
#define RE_ON nine.write(110);
#define RE_OFF nine.write(90);
#define RED_ON eight.write(75);
#define RED_OFF eight.write(90);
#define MI_ON twelve.write(90);
#define MI_OFF twelve.write(70);
#define FA_ON seven.write(115);
#define FA_OFF seven.write(90);
#define FAD_ON six.write(75);
#define FAD_OFF six.write(90);
#define SOL_ON eleven.write(105);
#define SOL_OFF eleven.write(70);
#define SOLD_ON four.write(105);
#define SOLD_OFF four.write(80);
#define LA_ON three.write(125);
#define LA_OFF three.write(100);
#define SIU_ON five.write(120);
#define SIU_OFF five.write(100);
#define NTOU_ON two.write(100);
#define NTOU_OFF two.write(80);
#define REU_ON one.write(105);
```

Εικόνα 41: Τα 6 tabs που χρησιμοποιήθηκαν

Το κάθε ένα από αυτά εξυπηρετεί μια ξεχωριστή λειτουργία.

2.6.1 Η πρώτη σελίδα

Στην πρώτη σελίδα (tab) φαίνεται ο παρακάτω κώδικας:

```
#include <Servo.h>
```

Αρχικά εισάγουμε την βιβλιοθήκη Servo.h ώστε να μπορέσουμε να λειτουργήσουμε τους 14 σερβομηχανισμούς.

```
#define SI_ON ten.write(105);  
#define SI_OFF ten.write(90);  
#define NTO_ON thirteen.write(100);  
#define NTO_OFF thirteen.write(70);  
#define RE_ON nine.write(110);  
#define RE_OFF nine.write(90);  
#define RED_ON eight.write(75);  
#define RED_OFF eight.write(90);
```

Χρησιμοποιούμε την εντολή «define» ώστε να ονοματίσουμε τον κάθε ένα σερβομηχανισμό με τρόπο ώστε να μας εξυπηρετεί στην χρήση τους κατά την διάρκεια του κώδικα. Για παράδειγμα, ο servo ο οποίος συνδέεται με το pin 10 PWM του arduino, πιέζει την νότα ΣΙ, στο αρμόνιο. Έτσι, όταν θέλουμε να πιέσουμε το συγκεκριμένο πλήκτρο της νότας, αντί για την εντολή ten.write χρησιμοποιούμε το SI_ON.

```
#define BUTTON1 A1  
#define BUTTON2 A2  
#define BUTTON3 A3  
#define BUTTON4 A4  
#define LED A5
```

Με την ίδια λογική, ονοματίστηκαν τα 4 buttons καθώς και το πράσινο led.

```
Servo myservo;  
Servo one;  
Servo two;  
Servo three;
```

Ορίζουμε τα objects τύπου servo.


```
extern void servo_init();
```

```
extern void pin_init();
```

```
extern void test();
```

```
extern void ode();
```

```
extern void wonderfull();
```

```
extern void doors();
```

Εν συνεχεία, ορίζουμε τις συναρτήσεις που χρησιμοποιούνται. Οι πρώτες δύο βρίσκονται στην σελίδα `init`, η συνάρτηση `test` στην σελίδα `test`, η `ode` στην `ode_to_joy`, η `wonderful` στην `wonderfull_world` και η `doors` στην `people_are_strange`.

```
void setup() {
```

```
  servo_init();
```

```
  pin_init();
```

```
}
```

Στο `setup` την πρώτης σελίδας, καλούνται οι συναρτήσεις `servo_init` και `pin_init`.

Στο `void loop` της πρώτης σελίδας, εξετάζουμε, με την χρήση της εντολής `if` ποιο από τα 4 button πιέζεται από τον χρήστη. Τα buttons είναι συνδεδεμένα με αντίστροφη λογική (normally open), γι' αυτό ελέγχουμε το αν πιέστηκαν με το αν είναι `low`.

```
void loop(){
```

```
  if (digitalRead(BUTTON1) == LOW)
```

```
  {
```

```
    test();
```

```
  }
```

Ελέγχουμε εάν πατήθηκε το πρώτο button από αριστερά οπότε και καλείται η συνάρτηση `test`.

```
if (digitalRead(BUTTON2) == LOW)
```

```
{
```

```
ode();
```

```
}
```

Ελέγχουμε εάν πιέστηκε το δεύτερο από αριστερά button, οπότε και καλείται η συνάρτηση ode.

```
if (digitalRead(BUTTON3) == LOW)
```

```
{
```

```
doors();
```

```
}
```

Εάν πιέστηκε το τρίτο button, καλείται η συνάρτηση doors.

```
if (digitalRead(BUTTON4) == LOW)
```

```
{
```

```
wonderfull();
```

```
}
```

```
}
```

Ενώ αν πιεστεί το τέταρτο button, καλείται η συνάρτηση wonderfull. Τέλος, κλείνει η συνάρτηση loop την πρώτης σελίδας. Σε περίπτωση που δεν πιεστεί κανένα από τα 4 buttons δεν εκτελείται καμία ενέργεια, και αναμένει έως ότου πιεστεί.

2.6.2 Σελίδα init

Σε αυτή τη σελίδα βρίσκονται δύο συναρτήσεις.

Η `pin_init` και η `servo_init` και εξυπηρετεί στις απαραίτητες αρχικοποιήσεις.

Οι συναρτήσεις αυτές καλούνται από το κυρίως πρόγραμμα, κάθε φορά που εκκινείτε η λειτουργία του μηχανισμού.

Στην `pin_init` υφίσταται ο παρακάτω κώδικας.

```
void pin_init()
```

```
{
```

```
  pinMode(LED, OUTPUT);
```

Αρχικοποιείται το led ως έξοδος

```
  pinMode(BUTTON1, INPUT);
```

```
  digitalWrite(BUTTON1, HIGH);
```

```
}
```

Αρχικοποιείται το button1 ως είσοδος και ως αρχική του τιμή η high.

Η ίδια διαδικασία ακολουθείται και με τα απόμεινα 3 buttons.

Στην συνάρτηση `servo_init` αρχικοποιούνται οι γωνίες του κάθε ένα servo με την χρήση του παρακάτω κώδικα.

```
void servo_init() {
```

```
  myservo.attach(0);
```

```
  myservo.write(85);
```

```
  one.attach(1);
```

```
  one.write(90);
```

2.6.3 Σελίδα Test

Η σελίδα με το όνομα test περιέχει την συνάρτηση test() η οποία καλείται με την πίεση του πρώτου από αριστερά button. Η συνάρτηση αυτή, επαναφέρει όλα τα servo στην ουδέτερή τους θέση και στη συνέχεια, εκτελεί όλες τις διαθέσιμες νότες. Αυτό γίνεται με σκοπό τον έλεγχο της λειτουργίας του κάθε ένα σέρβο ξεχωριστά.

Η επαναφορά των servo γίνεται με το ίδιο τρόπο όπου έγινε και η αρχικοποίησή τους.

```
void test()
{ myservo.write(85);
  one.write(90);
  two.write(80);
```

Και συνεχίζεται για τα υπόλοιπα servo.

```
SI_ON;
delay(1000);
SI_OFF;
NTO_ON;
delay(1000);
NTO_OFF;
RE_ON;
delay(1000);
RE_OFF;
MI_ON;
delay(1000);
MI_OFF;
```

Εδώ φαίνεται ο κώδικας που παράγει τις μελωδίες από τις 4 πρώτες διαθέσιμες νότες ΣΙ-ΝΤΟ-ΡΕ-ΜΙ και έπειτα συνεχίζει για τις υπόλοιπες νότες. Με την εντολή delay(1000), δίνουμε εντολή στον σερβοκινητήρα να παραμείνει στην θέση αυτή για 1000ms.

2.6.4 Ωδή στη Χαρά

Η ωδή στη χαρά είναι το τελευταίο μέρος της ενάτης συμφωνίας του Beethoven, η οποία ολοκληρώθηκε το 1824.

Όταν πιέζεται το δεύτερο από αριστερά button εκκινείτε η εκτέλεσή της από τον μηχανισμό. Παρακάτω φαίνεται η αντίστοιχη παρτιτούρα

Ode to Joy

Theme from Beethoven Ninth Symphony

Beethoven

Moderato

Piano

f

3

5

mp

1 3 2 1

f

3

5

rit.

Εικόνα 42: Ωδή στη χαρά, παρτιτούρα

Υπολογίστηκε, με δοκιμές, πως ο χρόνος του αντίστοιχου τέταρτου που φαίνεται στην παρτιτούρα, αναλογεί σε 500ms. Οπότε και οι νότες που η αξία τους ήταν αυτή του ογδού, αναλογούσε στα 250ms. Ο μηχανισμός εκτελεί την φωνή που φαίνεται στο πάνω πεντάγραμμο και που αντιστοιχεί στην μελωδία. Η άλλη φωνή είναι συνοδευτική. Έτσι, στο πρώτο μέτρο, φαίνονται οι νότες ΜΙ-ΜΙ-ΦΑ-ΣΟΛ, όλες με αξία τέταρτου. Αυτό στον κώδικα γράφτηκε ως εξής:

```
MI_ON;
```

```
delay(450);
```

```
MI_OFF;
```

```
delay(50);
```

Πατήθηκε το πλήκτρο της νότας ΜΙ. Ακολούθησε καθυστέρηση 450ms. Ο λόγος που η καθυστέρηση δεν είναι 500ms όσο θα έπρεπε κανονικά, είναι επειδή η νότα αυτή πιέζεται ξανά αμέσως μετά. Ο σερβομηχανισμός χρειάζεται χρόνο ώστε να σηκωθεί και να πιέσει εκ νέου το πλήκτρο. Ο ελάχιστος χρόνος που μπορεί να το κάνει αυτό, μετρήθηκε στα 50ms. Οπότε αφού ελευθερωθεί η νότα ΜΙ, υπάρχει μια καθυστέρηση 50ms πριν ξαναπιεστεί.

```
MI_ON;
```

```
delay(500);
```

```
MI_OFF;
```

Εδώ ξαναπιέστηκε η νότα ΜΙ.

```
FA_ON;
```

```
delay(500);
```

```
FA_OFF;
```

Πιέστηκε η νότα ΦΑ για 500ms.

```
SOL_ON;
```

```
delay(500);
```

```
SOL_OFF;
```

Και αντίστοιχα η νότα ΣΟΛ.

Με τον ίδιο τρόπο, δημιουργήθηκε το πρόγραμμα ώστε να είναι ικανός ο μηχανισμός να εκτελεί ολόκληρη την μουσική μελωδία. Όταν τελειώνει η εκτέλεση της συγκεκριμένης μελωδίας, το πρόγραμμα αναμένει για την πίεση κάποιου button.

2.6.5 Οι σελίδες `people_are_strange` και `wonderful_world`

Στην σελίδα `people_are_strange` υπάρχει η συνάρτηση `doors()` η οποία περιέχει τον κώδικα για την εκτέλεση της μελωδίας του αντίστοιχου τραγουδιού.

Το τραγούδι “people are strange” πρωτοκυκλοφόρησε από το Αμερικάνικο συγκρότημα “Doors “ το 1967, στο άλμπουμ τους “Strange Days” . Για την εκτέλεση του συγκεκριμένου τραγουδιού από την πτυχιακή εργασία, χρησιμοποιήθηκαν 8 από τους 14 διαθέσιμους σερβομηχανισμούς. Εδώ, η αξία του τέταρτου υπολογίστηκε στα 350ms. Παρακάτω φαίνεται η αρχή του προγράμματος.

```
MI_ON;  
delay(350);  
MI_OFF;  
FAD_ON;  
delay(175);  
FAD_OFF;  
MI_ON;  
delay(350);  
MI_OFF;  
SOL_ON;  
delay(525);  
SOL_OFF;  
MI_ON;  
delay(700);  
MI_OFF;
```

Χρησιμοποιούνται κι εδώ υποδιαίρεσεις και πολλαπλάσια του 350 ώστε να αντιστοιχηθούν στις μουσικές χρονικές αξίες οι οποίες είναι κι αυτές υποδιαίρεσεις ή πολλαπλάσια του τέταρτου.

Στη σελίδα `wonderful_world` υπάρχει η συνάρτηση `wonderful` στην οποία εμπεριέχεται ο κώδικας για την εκτέλεση του τραγουδιού “What a wonderful world” την μουσική του οποίου έγραψε ο Bob Thiele και ο George David Weiss. Στην πρώτη εκτέλεσή του τραγουδήθηκε από τον Louis Armstrong το 1968.

Για την εκτέλεση του συγκεκριμένου μουσικού τραγουδιού, χρειάστηκαν 8 από τους 14 σερβομηχανισμούς. Ενώ η αξία του τετάρτου υπολογίστηκε στα 500ms. Αμέσως παρακάτω παρατίθεται η αρχή του κώδικα.

```
RE_ON;
```

```
delay(250);
```

```
RE_OFF;
```

```
FAD_ON;
```

```
delay(250);
```

```
FAD_OFF;
```

```
SOL_ON;
```

```
delay(700);
```

```
SOL_OFF;
```

```
delay(50);
```

```
SOL_ON;
```

```
delay(250);
```

```
SOL_OFF;
```

```
REU_ON;
```

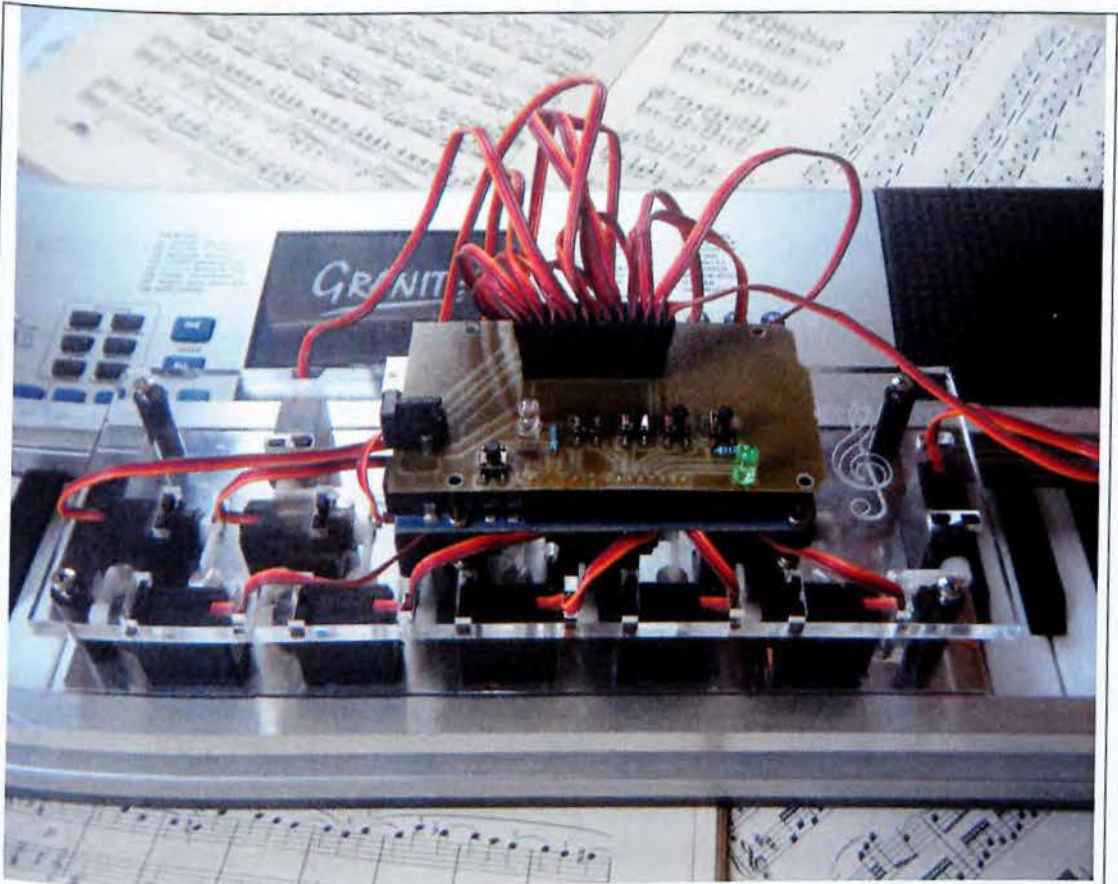
```
delay(1000);
```

```
REU_OFF;
```

Και σε αυτές τις δύο μελωδίες, όταν ολοκληρωθεί η εκτέλεσή τους, το πρόγραμμα αναμένει την πίεση ενός button προκειμένου να εκκινήσει την ίδια, ή μια διαφορετική μελωδία, ανάλογα με την εντολή του χρήστη.

2.7 Λειτουργία

Η πτυχιακή εργασία με το όνομα «αυτόματος μηχανισμός λειτουργίας μουσικών πλήκτρων με σκοπό την εκτέλεση μελωδιών» περιλαμβάνει την κατασκευή ενός μηχανισμού, ο οποίος τοποθετείται στα πλήκτρα του μουσικού οργάνου (αρμόνιο). Επίσης περιλαμβάνει και τον προγραμματισμό ενός μικροεπεξεργαστή. Η κατασκευή αυτή αποτελείται από πιεστήρια αλουμινίου, ενωμένα σε μία κοινή βάση αλουμινίου και plexiglass, τα οποία ασκούν πίεση στα πλήκτρα, ώστε να δημιουργούνται μελωδίες. Το κάθε ένα από αυτά τα πιεστήρια ενεργοποιείται με ξεχωριστό κινητήρα, έτσι ώστε να επιτυγχάνεται η πίεση του πλήκτρου και η απελευθέρωσή του. Οι κινητήρες εκκινούν την λειτουργία τους με την εντολή ενός προγραμματιστή, καθώς επίσης από εκεί, λαμβάνουν και την πληροφορία για το πόσο να παραμείνουν ενεργοποιημένοι. Ο προγραμματιστής, ανάλογα με το input (μπουτόν) που ενεργοποιεί ο χρήστης, εκκινεί την διαδικασία για την αντίστοιχη μουσική μελωδία και ο μηχανισμός, την αναπαράγει. Η τροφοδοσία του, είναι εξωτερική. Το αποτέλεσμα είναι η αυτόματη εκτέλεση μιας σειράς από νότες .



Εικόνα 43: Όψη του μηχανισμού

Κεφάλαιο 3 Μελλοντικές Εξελίξεις και προεκτάσεις

3.1 Εξελίξεις

Ο αυτόματος μηχανισμός λειτουργίας μουσικών πλήκτρων, έχει δυνατότητες εξέλιξης. Όταν αναφερόμαστε σε δυνατότητες εξέλιξης, εννοούμε το πώς θα βελτιώσουμε το ήδη υπάρχον σύστημά μας έτσι ώστε να βελτιστοποιηθεί και ο ήχος ο οποίος παράγεται. Μια εκδοχή λοιπόν, είναι η τοποθέτηση περισσότερων servo μηχανισμών, έτσι ώστε να καλύπτονται περισσότερα πλήκτρα. Εκτός από τους servo, απαραίτητο είναι να προσθέσουμε και εξόδους από τον μικροελεγκτή που χρησιμοποιείται. Με αυτόν τον τρόπο έχουμε να επιλέξουμε ανάμεσα σε μεγαλύτερο εύρος μελωδιών ικανών προς αναπαραγωγή, με τον κατάλληλο προγραμματισμό πάντα. Επιπλέον, μπορούμε να προσθέσουμε περισσότερες μουσικές φωνές, με ταυτόχρονο παίξιμο. Αυτό μεταφράζεται ακουστικά στο παίξιμο με δύο χέρια ή ακόμα και παραπάνω. Υπάρχει δηλαδή η δυνατότητα με αυτή τη συσκευή και μόνο, να εκτελεστούν μελωδίες στο πιάνο, οι οποίες θα χρειαζόντουσαν ενδεχομένως δύο άτομα ή και παραπάνω για να ερμηνευτούν..

Οι περισσότερες μελωδίες είναι μια ακόμη εξέλιξη στον ήδη υπάρχον μηχανισμό. Θεωρητικά, έχουμε την ικανότητα να προσθέσουμε όσες μελωδίες επιθυμούμε.

Υπάρχει ακόμη, η δυνατότητα τοποθέτησης 3 ακόμη πιεστηρίων για τα pedals. Με αυτά μπορούμε να επιτύχουμε, είτε ένα πιο «απαλό» άκουσμα (αριστερό pedal), είτε σιγανό (μεσαίο pedal) ή την διατήρηση του ήχου των προηγούμενων πλήκτρων για όσο είναι πατημένο το δεξί pedal. Έτσι επιτυγχάνουμε κι ένα κομμάτι των λεγόμενων χρωματισμών.

Στον υπάρχον μηχανισμό, υπάρχει η δυνατότητα ολίσθησης των σερβομηχανισμών, χειροκίνητα όμως. Έχουμε, ουσιαστικά, την ευκαιρία μετακινώντας τον μηχανισμό κατά μήκος του αρμόνιου, να αλλάξουμε τις νότες προς εκτέλεση. Άρα και να έχουμε ένα διαφορετικό εύρος μελωδιών. Αυτό θα μπορούσε να επιτευχθεί και αυτόματα, συνδέοντας το όλο μέρος προς κύλιση με έναν κινητήρα. Αυτό θα μας επέτρεπε, χωρίς την αναγκαιότητα παρεμβολής από τον άνθρωπο, την εκτέλεση, μεγαλύτερου εύρους μουσικών φθόγγων, άρα και μελωδιών. Σε αντίθεση με την προσθήκη περισσότερων σερβομηχανισμών βέβαια, εδώ υπάρχει χρόνος καθυστέρησης, ώστε ο μηχανισμός να κινηθεί προς μια κατεύθυνση, αριστερά ή δεξιά.

3.2 Προεκτάσεις

Ο αυτόματος μηχανισμός λειτουργίας μουσικών πλήκτρων, δίνει τη δυνατότητα για μελλοντικές προεκτάσεις σε άλλου είδους όργανα, τα οποία δεν χρησιμοποιούν την πίεση των πλήκτρων προκειμένου να παράσχουν μελωδίες. Θα εξετάσουμε μερικές από αυτές αμέσως παρακάτω.

3.2.1 Ξυλόφωνο

Το ξυλόφωνο είναι ένα ιδιόφωνο όργανο με ξύλινες πλάκες, ίδιου πλάτους και πάχους, αλλά διαφορετικού μήκους, οι οποίες παράγουν με επίκρουση μπαγκετών ήχο. Οι πλάκες στηρίζονται σε δύο σημεία από ελαστικό. Κάθε πλάκα παράγει μια διαφορετική νότα. Τα περισσότερα ξυλόφωνα καλύπτουν 3 οκτάβες.



Εικόνα 44: Ξυλόφωνο

Στο ξυλόφωνο λοιπόν, μπορούμε να εφαρμόσουμε ακριβώς την ίδια τακτική με το πιάνο, μόνο που σε αντίθεση με εκεί, που η προέκταση του κινητήρα προσκρουόταν σε πλήκτρα, εδώ θα είναι στις ξύλινες πλάκες. Ο ήχος διαμορφώνεται με το υλικό το οποίο χρησιμοποιείται κάθε φορά αντί για μπαγκέντα, το οποίο έρχεται σε επαφή με τις εν λόγω πλάκες.

Το ξυλόφωνο ανήκει στην κατηγορία των κρουστών μουσικών οργάνων. Με την λογική που παράγονται οι μελωδίες σε αυτό λοιπόν, μπορούν να παραχθούν σε οποιοδήποτε κρουστό μουσικό όργανο.

3.2.2 Άρπα

Η άρπα είναι ένα έγχορδο μουσικό όργανο το οποίο αποτελείται από έναν τρίγωνο σκελετό, σαράντα επτά τεντωμένες χορδές και 7 πεντάλ.



Εικόνα 45: Άρπα

Προκειμένου λοιπόν να φτιάξουμε έναν αυτόματο μηχανισμό, ο οποίος θα παράγει μελωδίες στην άρπα, χρειαζόμαστε και πάλι κινητήρες οι οποίοι θα ασκούν μια μικρή πίεση στις χορδές και επτά κινητήρες που θα ασκούν μεγάλη πίεση για να πιέζονται τα πεντάλ.

Ο μηχανισμός δεν διαφέρει από αυτόν που χρησιμοποιήσαμε για το πιάνο. Θα στερεώνεται στην κάθετη ως προς το έδαφος πλευρά του σκελετού από όπου και θα εκτείνονται με ξύλο ή και κάποιο άλλο υλικό, δοκοί, διαφορετικού μεγέθους ο κάθε ένας, για να προκαλούν ταλάντωση στις αντίστοιχες χορδές. Δεν μας επηρεάζει, στην άρπα συγκεκριμένα, σε ποιο μήκος της χορδής θα πραγματοποιηθεί η ταλάντωση, καθώς σε όλο της το μήκος, παράγεται ο ίδιος ήχος.

Οι servo μηχανισμοί λοιπόν, με εντολή του μικροελεγκτή εκτελούνε κίνηση με μικρή γωνία, και η προέκτασή τους, ταλαντεύει την χορδή. Ο μικροελεγκτής δίνει στη συνέχεια την ακριβώς αντίθετη κίνηση, επαναφέροντας τον servo μηχανισμό στην αρχική του θέση, απελευθερώνοντας την χορδή, σταματάει η ταλάντωση, άρα και η παραγωγή του ήχου.

Για την πίεση των pedals χρησιμοποιείται παρόμοιος μηχανισμός με την εξέλιξη που αναφέρθηκε παραπάνω για το πιάνο. Ο μηχανισμός αυτός, με επτά εξόδους,

στερεώνεται στο κάτω μέρος του οργάνου και κάθε φορά που επιθυμούμε να πιεστεί κάποιο από τα Pedal ενεργοποιούμε την αντίστοιχη έξοδο του μικροελεγκτή, ο οποίος δίνει την αντίστοιχη εντολή τον κινητήρα.

3.3 Εφαρμογές

Όλοι οι αυτόματοι μηχανισμοί αυτόματης παραγωγής μελωδιών οι οποίοι αναφέρθηκαν στην παρούσα πτυχιακή εργασία, έχουν ορισμένες εφαρμογές.

Η πρώτη και κύρια εφαρμογή είναι η ψυχαγωγία του ανθρώπου. Σε μέρη πολυσύχναστα κατά κύριο λόγο, μπορεί να παραχθεί μουσική με αυτόν τον ιδιαίτερο τρόπο. Είναι σίγουρα περισσότερο εντυπωσιακό, και μπορεί οποιοσδήποτε επιθυμεί και γνωρίζει από μουσική να εξετάσει ακριβώς τις νότες κάθε φορά που χρησιμοποιούνται για την εκτέλεση της κάθε μελωδίας.

Υπάρχουν ακόμη, εκδοχές ορισμένων οργάνων που αναφέρθηκαν όπως το αρμόνιο και το ξυλόφωνο, τα οποία χρησιμοποιούνται ως παιδικό παιχνίδι.



Εικόνα 46: Παιδικό αρμόνιο



Εικόνα 47: Παιδικό ξυλόφωνο

Εκεί, αφού εφαρμοστεί ο αντίστοιχος μηχανισμός και εκτελέσει μελωδίες, τα παιδιά μπορούν να μιμηθούν της κινήσεις του μηχανισμού προκειμένου να εκτελέσουν αυτές τις ίδιες μελωδίες. Πρόκειται δηλαδή για έναν γρήγορο, πρωτοποριακό, εύκολο και δημιουργικό τρόπο εκμάθησης μουσικών οργάνων.

Βιβλιογραφία

- [1] Atkeson, C.G., Hale, J., Pollick, F., Riley, M., Kotosaka, S., Schaal, S., Shibata, T., Tevatia, G., Vijayakumar, S., Ude, A., Kawato, M. "Using Humanoid Robots to Study Human Behavior", *IEEE Intelligent Systems: Special Issue on Humanoid Robotics*, 15, pp. 46-56. 2000.
- [2] Baginsky, N.A. "The Three Sirens: A Self Learning Robotic Rock Band"
- [3] Hajian, A. Z., Sanchez, D. S., and R.D. Howe. "Drum Roll: Increasing Bandwidth Through Passive Impedance Modulation", *Proceedings of the IEEE Robotics and Automation Conference*, Albuquerque, USA, 1997.
- [4] Jorda, S. "Afasia: the Ultimate Homeric One-manmultimedia - band", *Proceedings of the International Conference on New Interfaces for Musical Expression*. Dublin, Ireland, 2002.
- [5] Kaneda, T., Fujisawa, S., Yoshida, T., Yoshitani, Y., Nishi, T., and K. Hiroguchi. "Subject of Making Music Performance Robots and Their Ensemble", *Proceedings of the 29th ASEE/IEEE Frontiers in Education Conference*. San Juan, Puerto Rico, 1999.
- [6] Williamson, M. M. "Robot Arm Control Exploiting Natural Dynamics", *PhD Dissertation*. Massachusetts Institute for Technology. 1999.
- [7] Raman, C.V., "Experiments with Mechanical Mechanically played Violins", *Proceedings of the Indian Association of Cultivation of Science*.
- [8] Rossing, T. D., Moore, F.R., and P.A. Wheeler. *The Science of Sound*. Addison Wesley, San Francisco, 2002.
- [9] Singer, E., Larke, K., and D. Bianciardi. "LEMUR GuitarBot: MIDI Robotic String Instrument", *Proceedings of the International Conference on New Interfaces for Musical Expression*, Montreal, Canada, 2003.
- [10] Trimpin, *SoundSculptures: Five Examples*, MGM MediaGruppe Munchen, Munich, Germany. 2000.
- [11] www.arduino.cc
- [12] <http://www.hobbyking.com>

