

ΑΝΩΤΑΤΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ (ΤΕΙ) ΚΡΗΤΗΣ
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ ΡΕΘΥΜΝΟΥ
ΤΜΗΜΑ ΜΟΥΣΙΚΗΣ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΚΑΙ ΑΚΟΥΣΤΙΚΗΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΣ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΠΟΛΥΜΕΣΙΚΗΣ
ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΚΑΙ ΣΥΝΟΔΕΥΤΙΚΟΥ ΕΓΧΕΙΡΙΔΙΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ
ΠΑΡΟΥΣΙΑΣΗ ΤΟΥ ΜΑΘΗΜΑΤΟΣ ΜΟΥΣΙΚΗΣ
ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ ΣΤΑ ΜΟΥΣΙΚΑ ΓΥΜΝΑΣΙΑ ΚΑΙ ΛΥΚΕΙΑ**

ΕΚΠΟΝΗΤΕΣ :

ΓΕΩΡΓΙΑΚΑΚΗ ΝΙΚΟΛ – ΚΑΤΕΡΙΝΑ

ΣΚΟΡΔΙΛΗ ΑΡΤΕΜΗ

ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΕΣ ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΕΣ :

ΡΕΡΑΚΗ ΒΑΣΙΛΙΚΗ

ΤΖΕΔΑΚΗ ΚΑΤΕΡΙΝΑ

ΡΕΘΥΜΝΟ
ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2008

1.1. Ορισμός

Με τον όρο ‘Μουσική Τεχνολογία’ ορίζουμε κάθε είδους τεχνολογία που μπορεί να συνδυαστεί με την μουσική. Στη σύγχρονη βέβαια εποχή, η Τεχνολογία επικεντρώνεται στη χρήση ηλεκτρονικών συσκευών και υπολογιστών για την σύνθεση, αναπαραγωγή, ηχογράφηση, αποθήκευση και εκτέλεση της μουσικής.

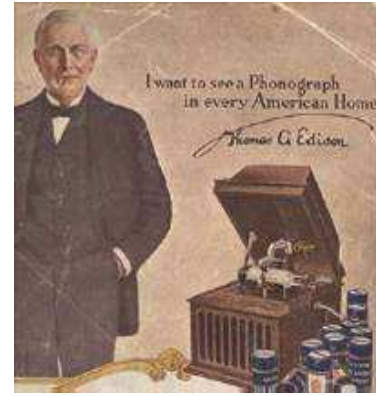
Η εξέλιξη της Μουσικής Τεχνολογίας από τη στιγμή που ο Edison κατάφερε να ηχογραφήσει για πρώτη φορά την ανθρώπινη φωνή μέχρι και σήμερα, όπου το MIDI και η ψηφιακή τεχνολογία βρίσκονται στα χέρια κάθε μουσικού, αποτέλεσε όχι μόνο πηγή έμπνευσης, αλλά διευκόλυνε πολλές φορές το έργο της μουσικής παραγωγής. Αν και πολλοί θεωρούν ότι η τεχνολογία παραγκωνίζει την ανθρώπινη πρωτοβουλία και δημιουργία, ειδικά στο χώρο της μουσικής μπορούμε να πούμε ότι η τεχνολογία έδωσε ένα έναυσμα για τη δημιουργία μιας διαφορετικής, αλλά εξίσου εξαιρετικής μουσικής.

Σκοπός του μαθήματος της ‘Μουσικής Τεχνολογίας’ είναι να διδαχτούν οι μαθητές τις δυνατότητες που τους δίνει η τεχνολογία σήμερα. Να συνδυάσουν την μουσική δημιουργία με την τεχνολογία και με την έρευνα. Χρησιμοποιώντας τις απλές γνώσεις που τους δίνει το μάθημα αυτό, και έχοντας μια απλή γνώση μουσικής, θα μπορούν και οι ίδιοι να ηχογραφήσουν, να αναπαράγουν, να επεξεργαστούν, ή ακόμη και να δημιουργήσουν τους δικούς τους ήχους και να εκφραστούν μέσα από αυτούς. Ελπίζουμε ότι το μάθημα αυτό θα αποτελέσει μια ευχάριστη ενασχόληση και απόλαυση.

1.2 Η εξέλιξη της Μουσικής Τεχνολογίας

Στην Ιστορία της Μουσικής Τεχνολογίας υπήρχαν πολλές σημαντικές στιγμές, που επηρέασαν η κάθε μια με τον τρόπο της την μουσική και την μορφή που έχει εκείνη σήμερα. Στο κεφάλαιο αυτό, γίνεται μια αναφορά στις πιο σημαντικές εξελίξεις και στους πρωταγωνιστές αυτών. Η Ιστορία βέβαια συνεχίζεται, αφού η εξέλιξη της τεχνολογίας πια είναι ραγδαία !

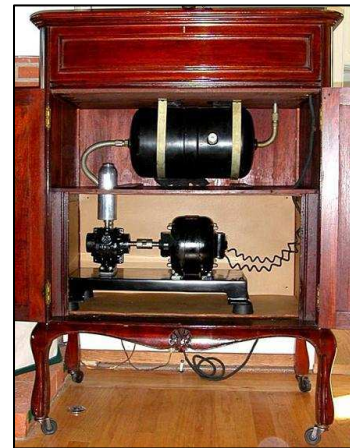
Η αρχή στην εξέλιξη της Μουσικής Τεχνολογίας έγινε το 1877, όταν ο Thomas Alva Edison (Εικόνα 1) κατάφερε να ηχογραφήσει την ανθρώπινη φωνή, χρησιμοποιώντας έναν φωνόγραφο¹. Οι πρώτοι φωνόγραφοι χρησιμοποιούσαν κυλίνδρους με κάλυψη από φύλλα κασσίτερου. Υπήρχαν και άλλοι πριν από τον Edison που προσπάθησαν να ηχογραφήσουν ήχο, αλλά το εγχείρημα του φωνόγραφου ήταν το πρώτο που στέφθηκε με επιτυχία.



Εικόνα 1. Thomas Alva Edison σε διαφημιστικό έντυπο της εποχής. RECORDING TECHNOLOGY HISTORY, <<<http://history.sandiego.edu/gen/recording/tape.html>>>

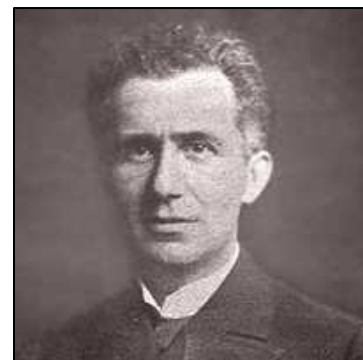
Το 1878, ο Edison επινόησε τη χρήση ενισχυτών πεπιεσμένου αέρα για την αντιμετώπιση του προβλήματος της χαμηλής έντασης του ήχου, κατά την αναπαραγωγή. Οι Βρετανοί Horace Short και C.A. Parsons κατάφεραν τελικά να κατασκευάσουν τέτοιου είδους ενισχυτές (με την ονομασία Auxetophones) που τελικά χρησιμοποιήθηκαν σε άλλες όμως εφαρμογές (Εικόνα 2)

Εικόνα 2. Auxetophone. THE SELF SITE, <<http://www.dself.dsl.pipex.com/MUSEUM/COMMS/auxetophone/auxetoph.htm>>



Το 1884, ο Emile Berliner (Εικόνα 3) κατάφερε να ηχογραφήσει το « Πάτερ ημών » σε έναν κύλινδρο του Edison, μια ηχογράφιση που θεωρείται πρωτότυπη και διατηρείται στα γραφεία του BBC στο Λονδίνο. Βέβαια, δυο χρόνια αργότερα εξέλιξε την ανακάλυψη του, αντικαθιστώντας τον κασσίτερο με κερί.

Το 1887, ο Berliner ανέπτυξε μια πετυχημένη μέθοδο που παρείχε ηχητική πληροφορία σε δίσκο, ενώ επίσης κατάφερε να κάνει μαζική παραγωγή αντιτύπων, βάσει ενός πρωτότυπου δίσκου.



Εικόνα 3. Emile Berliner. ABOUT.COM, <http://inventors.about.com/library/inventors/bledison.htm>

¹ Φωνόγραφος. Συσκευή για την εγγραφή σε δίσκο και την αναπαραγωγή διαφόρων ήχων. Εναλλακτική ονομασία : Γραμμόφωνο

Το 1889, εμφανίστηκαν οι πρόγονοι του Juke box² (Εικόνα 4). Η απήχηση τους στο κοινό, δημιούργησε την ανάγκη για περισσότερα ηχογραφήματα, κυρίως για κωμικούς μονολόγους. Όταν το 1895 η ηχογραφημένη μουσική ψυχαγωγία άρχισε να βρίσκει απήχηση στο κοινό, οι νεοσύστατες τότε δισκογραφικές εταιρίες άρχισαν να επενδύουν μεγάλα χρηματικά ποσά, στις νέες τεχνολογίες.

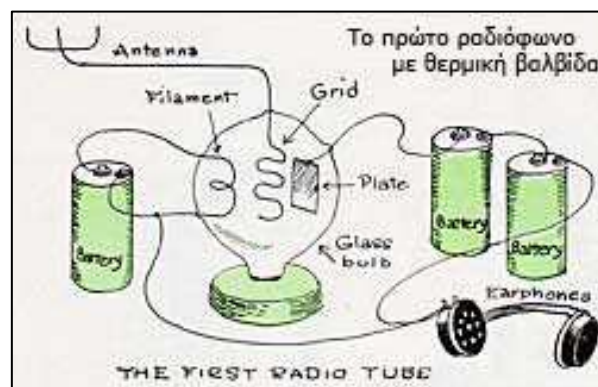


Εικόνα 4. Juke Box της εταιρίας Zodiac (1971). WIKIPEDIA, <<http://en.wikipedia.org/wiki/Jukebox>>

Μάλιστα το 1894 ο Guglielmo Marconi άρχισε να γράφει την ιστορία του ραδιοφώνου, όταν ανακάλυψε τον αναμεταδότη με κεραία στο σπίτι του στην Μπολόνια της Ιταλίας. Συγκεκριμένα μετέφερε το μαύρο κουτί στην Βρετανία, που αν και σπασμένο, κατοχυρώθηκε σαν πρότυπη κατασκευή και έτσι ξεκίνησε την αυτοκρατορία των εταιριών Marconi.

Το 1902, ο Τενόρος Enrico Caruso έκανε τον πρώτο από τους πολλούς δίσκους του. Η δημοτικότητα του κυλίνδρου του Edison αρχίζει να υποχωρεί. Μάλιστα το 1903, οι πρώτοι δίσκοι 12 ιντσών κυκλοφορούν από την Monarch, ενώ η HMV Italiana κυκλοφορεί το έργο του Βέρντι 'Ermani' σε 40 αντίτυπα.

Το 1904, είναι μια πολύ σημαντική χρονιά. Η ηλεκτρική ηχογράφιση γίνεται πλέον εφικτή, με την ανακάλυψη της διοδικής θερμικής βαλβίδας³ από τον Ambrose Flemming και της τριοδικής από τον Lee de Forest. Στην Εικόνα 5 βλέπουμε την



Εικόνα 5. THE COMPLETE LEE DE FOREST, <<http://www.leedeforest.org/inventor.html> >

² Juke box. Μηχάνημα με ενσωματωμένο πικαπ. Λειτουργούσε με κέρματα, ενώ μέσα σε μια φανταχτερή βιτρίνα υπήρχε μια μεγάλη ποικιλία δίσκων, από τους οποίους ο χρήστης μπορούσε να επιλέξει αυτόν που ήθελε να ακούσει, πατώντας το αντίστοιχο πλήκτρο. Πήρε το όνομα του από την λέξη juke ή jooek, που στην αφροαμερικάνικη αργκό σημαίνει χορός, πανδαιμόνιο και τη λέξη box που σημαίνει κουτί.

³ Θερμικές βαλβίδες. Γνωστές και ως λυχνίες κενού. Είναι διατάξεις ηλεκτροδίων που βρίσκονται μέσα σε αεροστεγή γυάλινο σωλήνα και είναι παρόμοιες σε εμφάνιση με τους κοινούς λαμπτήρες πυρακτώσεως.

εφαρμογή της διοδικής βαλβίδας για την κατασκευή ραδιοφώνου.

Το 1906, το γραμμόφωνο Vitrola της εταιρίας Victor έκανε την πρώτη του εμφάνιση. Μάλιστα το όνομα του έμεινε στην ιστορία, μιας και περιέγραφε από τότε όλα τα γραμμόφωνα. Βέβαια, λίγο αργότερα η εταιρία Decca παρουσιάζει το πρώτο φορητό γραμμόφωνο (1913) .

Όλο αυτό το διάστημα ο κύλινδρος του Edison παρουσιάζει ύφεση, μιας και οι δίσκοι αποδεικνύονται όλο και δυσκολότεροι αντίπαλοι. Οι πρώτες βέβαια κυκλοφορίες τζαζ μουσικής σε κύλινδρο, καθυστέρησαν την οριστική εξαφάνιση αυτού του μέσου, χωρίς όμως να καταφέρουν να την αποτρέψουν.

Το 1923, οι δισκογραφικές εταιρίες παρουσιάζουν κρίση, αφού το ραδιόφωνο καταφέρνει να αντικαταστήσει τις ηχογραφήσεις στις προτιμήσεις των καταναλωτών. Δυο χρόνια όμως αργότερα, το 1925, ξεκινούν οι πρώτες ηλεκτρικές ηχογραφήσεις.

Το 1927, αποτελεί μια πολύ σημαντική χρονιά για τον κινηματογράφο. Η ταινία 'The Jazz Singer' είναι η πιο γνωστή ομιλούσα ταινία (αν και όχι πρώτη) που θα φέρει και το τέλος του βουβού κινηματογράφου.

Το 1931, ο Alan Dower Blumlein παίρνει δίπλωμα ευρεσιτεχνίας για την τεχνική στερεοφωνικής ηχογράφησης⁴ που θέτει τις βάσεις για τις σύγχρονες τεχνικές.

Το 1934, η εταιρία BASF κατασκεύασε 50.000 μέτρα μαγνητικής ταινίας, τα οποία χρησιμοποιήθηκαν από την εταιρία AEG για πειράματα μεγάλης κλίμακας. Ένα χρόνο αργότερα, έγινε η παρουσίαση του μαγνητοφώνου (Εικόνα 6) με την ονομασία "Magnetophon" στην έκθεση του Βερολίνου.



Εικόνα 6. Μαγνητόφωνο. RECORDING TECHNOLOGY HISTORY, <<<http://history.sandiego.edu/gen/recording/tape.html>>>

Μάλιστα το 1936, έγινε η πρώτη ηχογράφηση συμφωνικής ορχήστρας με τη χρήση μαγνητοφώνου. Ηχογραφήθηκε η Συμφωνία Νο 39 του Μότσαρτ από την Φιλαρμονική Ορχήστρα του Λονδίνου, υπό την διεύθυνση του Sir Thomas Beecham που αν και έχουν περάσει τόσα χρόνια, η ποιότητα του ήχου θεωρείται εξαιρετικά καλή.

⁴ Στερεοφωνική Ηχογράφηση. Τεχνική εγγραφής και αναπαραγωγής του ήχου, η οποία αποσκοπεί στο να δώσει στον ακροατή την αίσθηση της κατανομής του ήχου στον χώρο, δηλαδή ότι ο ήχος προέρχεται από περισσότερες της μιας πηγές μέσα στο χώρο.

Το 1942, η εταιρία RCA Victor απένειμε τον πρώτο χρυσό δίσκο στην ιστορία, στον Glenn Miller, για τις πωλήσεις ενός εκατομμυρίου αντιτύπων της δισκογραφικής του δουλειάς 'Chattanooga Choo-choo'.

Το 1945, ήταν μια πολύ κρίσιμη χρονιά για την ανθρωπότητα. Ο Β' Παγκόσμιος Πόλεμος οδήγησε στη στασιμότητα πολλών ερευνών. Παρόλα αυτά όμως παρατηρήθηκε ότι ακόμη και κατά τη διάρκεια του πολέμου, η μουσική υπόκρουση ήταν σε θέση να αυξήσει την παραγωγικότητα έως και 25%. Η αποκάλυψη αυτή ήταν αρκετά σημαντική, ώστε να ωθήσει τη δισκογραφία. Με το τέλος του πολέμου, δόθηκε βέβαια και περισσότερη σημασία, όχι μόνο στην εξέλιξη του τρόπου ηχογράφησης του ήχου, αλλά και στην ποιότητα του.

Το 1948, κάνουν την εμφάνιση τους οι μαγνητικές ταινίες και οι δίσκοι από πολυβινυλοχλωρίδιο ή αλλιώς PVC, ένα πλαστικό πολλαπλής χρήσης, το οποίο ανακαλύφθηκε χάρις στη βιομηχανία πετρελαίου. Έτσι κατασκευάστηκαν δίσκοι με στενό αυλάκι, δίνοντας τη δυνατότητα για μεγαλύτερη διάρκεια στις ηχογραφήσεις.

Το 1949, κάνει την εμφάνιση του το τρανζίστορ⁵ (Εικόνα 7) ανακάλυψη των Shockley, Brittain και Bardeen (οι οποίοι μοιράστηκαν για την ανακάλυψη τους το Nobel του 1956). Το τρανζίστορ εκτός από το σχεδιασμό και την απόδοση των μηχανημάτων ήχου, συγκλόνισε και τον χώρο των οικιακών συσκευών. Την ίδια χρονιά έχουμε επίσης την κυκλοφορία του πρώτου δίσκου 45 στροφών. Μέχρι τότε υπήρχαν μόνο οι δίσκοι 33 στροφών, παρόλα αυτά επικράτησαν και οι δυο, αφού ο καθένας ένας τους είχε τα δικά του πλεονεκτήματα.



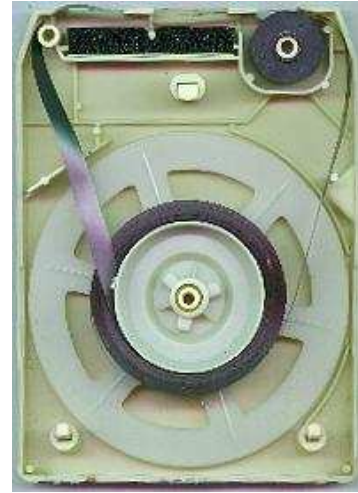
Εικόνα 7. Το τρανζίστορ. TRANSISTORIZED, <http://www.pbs.org/transistor/index.html>

Το 1954, οι εταιρίες αρχίζουν να προμηθεύουν τα στούντιο ηχογραφήσεων με στερεοφωνικό εξοπλισμό. Ο μονοφωνικός ήχος⁶, σταδιακά παραγκωνίζεται, μέχρι το 1960 όπου έχει αντικατασταθεί πλήρως από τον στερεοφωνικό.

⁵ Τρανζίστορ. Συσκευή που αποτελείται από διαδοχικούς ημιαγωγούς ενωμένους μεταξύ τους, που ενισχύουν την τάση του ρεύματος.

⁶ Μονοφωνικός ήχος. Προκύπτει από την εγγραφή και την αναπαραγωγή ενός ήχου, που χρησιμοποιεί μια μόνο ηχητική πηγή, σε αντίθεση με τον στερεοφωνικό ήχο.

Το 1963 η Philips παρουσιάζει την κασέτα μουσικής στην έκθεση του Βερολίνου. Οι κασέτες αυτές άρχισαν να κυκλοφορούν το 1965, απλές στην χρήση και αρκετά δημοφιλείς για πολλά χρόνια, κατάφεραν δε να πουλήσουν την πρώτη χρονιά 9000 αντίτυπα. Παράλληλα, εμφανίζεται και η κασέτα ευρείας χρήσης για αυτοκίνητα, γνωστή ως κασέτα 8-track⁷, που έχει το πλεονέκτημα να παίζει ατέρμονα (Εικόνα 8).



Εικόνα 8. Το εσωτερικό της κασέτας 8-track. WIKIPEDIA., <http://en.wikipedia.org/wiki/Stereo_8>

Βέβαια, η κασέτα Philips Compact Cassette ήταν αυτή που όρισε την τελική μορφή στη χρήση κασέτας (Εικόνα 9).

Το 1966 ο Dr Ray Dolby παρουσιάζει το Dolby Noise Reduction System, ένα σύστημα μείωσης θορύβου, το οποίο επικράτησε παγκόσμια σε όλες τις ηχογραφήσεις.



Εικόνα 9. Compact Cassette. WIKIPEDIA, <http://en.wikipedia.org/wiki/Compact_audio_cassette>

Το 1971, εμφανίζονται στην αγορά οι δίσκοι τεσσάρων καναλιών. Παρόλα αυτά το κοινό δεν ενθουσιάζεται εξαιτίας της σύγχυσης που προκαλείται γύρω από την συμβατότητα και το κόστος των μηχανημάτων.

Από το 1975, τα στούντιο ηχογράφησης άρχισαν να χρησιμοποιούν ηλεκτρονικούς υπολογιστές για τις ηχογραφήσεις τους.

Το 1977, οι πωλήσεις κασετών προκάλεσαν την πτώση των πωλήσεων δίσκων, και γι' αυτό το λόγο, οι δισκογραφικές εταιρίες αποφάσισαν να κυκλοφορούν τις δισκογραφικές τους δουλειές και στις δύο μορφές. Ένα χρόνο αργότερα, το 1978, η Philips ανακοινώνει τη δημιουργία του Compact Disc, γνωστό και ως CD (Εικόνα 10).



Εικόνα 10. Compact Disc. WIKIPEDIA, <http://de.wikipedia.org/wiki/Compact_Disc>

⁷ Κασέτα 8-Track. Περιείχε 4 ζεύγη στερεοφωνικών καναλιών. Η πρώτη μορφή πολυκάναλης ηχογράφησης

Το 1979 παρουσιάστηκε το κασετόφωνο Soundabout από την εταιρία Sony. Τα προσόντα του ήταν τα μικρά ακουστικά του, που απέδιδαν καλή ποιότητα ήχου με χαμηλό σήμα από τον ενισχυτή, και καλή απόδοση από της μπαταρίες που το λειτουργούσαν. Το γνωστό σήμερα ως walkman (Εικόνα 11). Αν και στην αρχή θεωρήθηκε αρκετά ακριβό, μετά από δύο χρόνια, η τιμή του κατάφερε να μειωθεί αισθητά, όπως επίσης και το μέγεθος του, παράγοντες που σίγουρο βοήθησαν στο να γίνει ένα από τα πιο επιτυχημένα μουσικά προϊόντα της μεταπολεμικής περιόδου.



Εικόνα 11. Το πρώτο Walkman που κυκλοφόρησε στην αγορά από την Sony, TRS-12. SONY, <<http://www.sony.net/Fun/SH/1-18/h3.html>>

Βέβαια το 1981 αποτελεί μια πολύ σημαντική χρονιά γιατί τότε πρωτοπαρουσιάστηκε το καλωδιακό κανάλι MTV, ένα μουσικό κανάλι, που μετέδιδε μουσικά videos, και που αναμφισβήτητα κατάφερε να προωθήσει την τότε μουσική βιομηχανία.



Την ίδια χρονιά η Philips παρουσίασε ένα σύστημα CD και σε συνεργασία με την Sony παρήγαγαν έναν ψηφιακό δίσκο για εμπορική χρήση.

Το 1982 στην Ιαπωνία ξεκινά η παραγωγή CD hardware και software, ενώ την 1η Μαρτίου του 1983 το CD έκανε την πρώτη του επίσημη εμφάνιση .Θεωρήθηκε ως η μεγαλύτερη καινοτομία στο χώρο της δισκογραφίας, μετά το δίσκο βινυλίου.

Σταδιακά το CD αρχίζει να κερδίζει έδαφος μέχρι το 1988, όπου οι πωλήσεις CD ξεπερνούν αυτές των δίσκων βινυλίου. Από το 1989 και μετά, τα CD ξεπερνούν τα 200 εκατομμύρια τεμάχια, ενώ οι δίσκοι αρχίζουν να εξαφανίζονται.

Η Sony παρουσίασε το 1989 το DAT (Εικόνα 12), μια κασέτα μικρότερου μεγέθους , η οποία χρησιμοποιείται κατά κόρον στις ηχογραφήσεις μέχρι σήμερα. Μετά από πιέσεις των δισκογραφικών εταιρειών, οι εταιρίες παραγωγής μηχανημάτων DAT εφάρμοσαν το SCMS (Serial Copy Management System) για να αποφευχθεί η ψηφιακή αντιγραφή.



Εικόνα 12. Κασέτα DAT. WIKIPEDIA, <http://en.wikipedia.org/wiki/Digital_Audio_Tape>

Το 1991 η Philips παρουσίασε το Compact Disc Interactive (CD – I), που αν και βασιζόταν στο CD – ROM, παρείχε τη δυνατότητα αναπαραγωγής CD ήχου, ταινίας και παιχνιδιών.

Το 1992 η Philips παρουσίασε το DCC (Digital Compact Cassette) που ήταν συμβατό με την μαγνητική κασέτα , έχοντας το ίδιο μέγεθος, έτσι ώστε τα κασετόφωνα να μπορούν να δεχτούν και τους δύο τύπους κασετών. Μη μπορώντας να έρθει σε συμφωνία η Sony δημιούργησε το Mini Disc (Εικόνα 13) που ήταν ένας συνδυασμός CD (ποιότητα) και κασέτας (ευχρηστία) που παρουσίασε η Sony στην αγορά. .



Εικόνα 13. Mini Disc και Mini Disc Player. WIKIPEDIA, < <http://en.wikipedia.org/wiki/MiniDisc>>

Το 1996 είναι η χρονιά του DVD, αφού κάνει την πρώτη του εμφάνιση στο Consumers Electronic Show στο Λας Βέγκας.

Το 1998 έχουμε την εμφάνιση του MP3, ενώ τα υδατογραφήματα⁸ αρχίζουν να χρησιμοποιούνται στη μουσική.

Το 1999 έχοντας ήδη εμφανιστεί το πρόβλημα της μουσικής πειρατείας, εμφανίζεται το πρότυπο SDMI⁹ το οποίο έχει ως στόχο μια νόμιμη εναλλακτική λύση.

Τέλος το 2001 έκανε την εμφάνιση του το πρώτο I-pod (Εικόνα 14) από την εταιρία Apple. Μια φορητή συσκευή αναπαραγωγής mp3, που έδινε τη δυνατότητα στους χρήστες να έχουν παντού μαζί τους την αγαπημένη τους μουσική.



Εικόνα 14. I-pod 5ης γενιάς. WIKIPEDIA, < <http://el.wikipedia.org/wiki/IPod>>

Από τότε μέχρι σήμερα, η τεχνολογία στο χώρο της μουσικής ‘τρέχει’ διαρκώς παρουσιάζοντας όλο και πιο εξελιγμένα και πιο δημιουργικά μηχανήματα

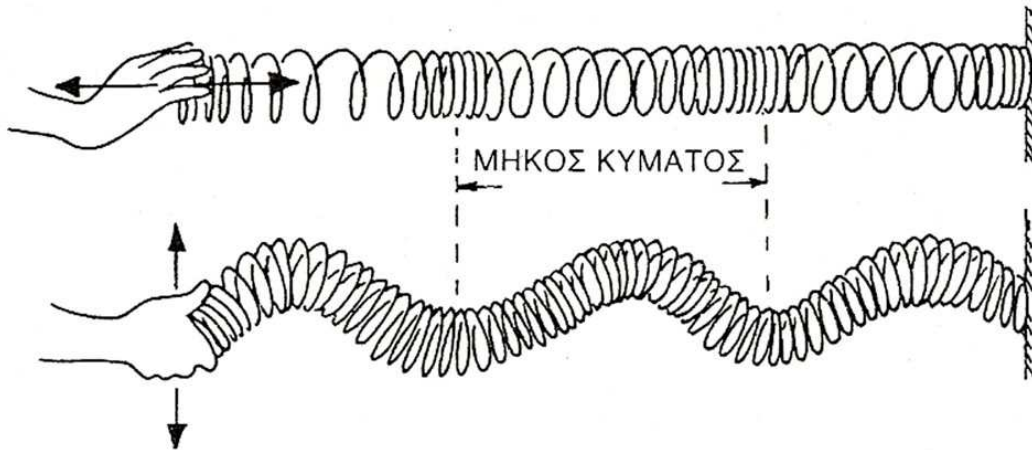
⁸ Υδατογράφημα. Σχέδιο που σχηματίζεται στο χαρτί, όταν αυτό βρίσκεται ακόμη σε πολτώδη κατάσταση και σε φάση λείανσης των επιφανειών του. Γίνεται ευκρινώς ορατό, όταν το χαρτί παρατηρηθεί πάνω από μια πηγή φωτός. Χρησιμοποιείται για την αναγνώριση του κατασκευαστή ή της ποιότητας του χαρτιού και την διακρίβωση και πρόληψη παραχάραξης ή πλαστογραφίας. Χρησιμοποιείται ευρέως στα χαρτονομίσματα.

⁹ SDMI. Πρότυπο που δημιουργήθηκε από από την RIAA και άλλες εταιρίες μουσικής παραγωγής. Προσπαθεί να επιβάλλει στην αγορά τεχνολογίες συμπίεσης ήχου που θα υποστηρίζουν το DRM (τεχνολογία διαχείρισης ψηφιακών περιορισμών). Το DRM δίνει τη δυνατότητα στους ιδιοκτήτες ενός μουσικού κομματιού, να ελέγχουν ποιος το κατεβάζει, το κατέχει ή το διακινεί.

2.1 Ο Ήχος

Οι ήχοι είναι κύματα, που παράγονται από τις δονήσεις σωμάτων. Η δόνηση των χορδών της κιθάρας, των χορδών του πιάνου και των φωνητικών χορδών, μπορεί να προκαλέσει ήχο. Ένα δονούμενο σώμα, που είναι η πηγή του ήχου, στέλνει μια διαταραχή στο μέσο που την περιβάλλει (π.χ στον αέρα), η οποία έχει τη μορφή ενός κύματος και έτσι δημιουργείται ο ήχος.

Υπάρχουν δύο ειδών κύματα, τα *εγκάρσια* και τα *διαμήκη* (Εικόνα 15). Στα εγκάρσια, τα σωματίδια κινούνται κάθετα προς τη διεύθυνση του κύματος, όπως για παράδειγμα τα κύματα που δημιουργούνται στις επιφάνειες των υγρών, ή τα κύματα των χορδών ενός μουσικού οργάνου, ενώ αντίθετα τα διαμήκη, κινούνται παράλληλα με την διεύθυνση του κύματος και σε αυτή την κατηγορία ανήκουν τα ηχητικά



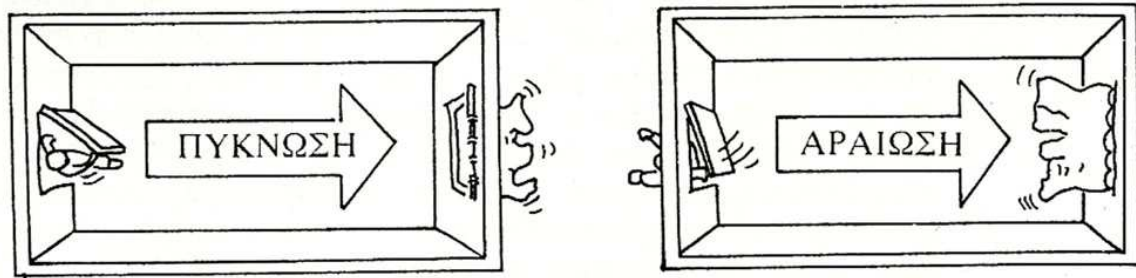
κύματα.

Ποια είναι όμως η μορφή του ήχου; Για να έχουμε μια πρώτη εικόνα στο μυαλό μας, ας φανταστούμε ότι έχουμε ένα δωμάτιο (Εικόνα 16). Στην μια άκρη του βρίσκεται μια πόρτα, ενώ στη άλλη ένα ανοιχτό παράθυρο, με μια απλή κουρτίνα μπροστά. Ανοίγοντας την πόρτα, τα σωματίδια του αέρα μετατοπίζονται, πέφτοντας το ένα πάνω στο άλλο, ώσπου η κουρτίνα κινείται προς τα έξω. Αυτό ονομάζεται *πύκνωση*.

Όταν κλείσουμε ξανά την πόρτα, τα μόρια του αέρα που είχαν μετακινηθεί προς

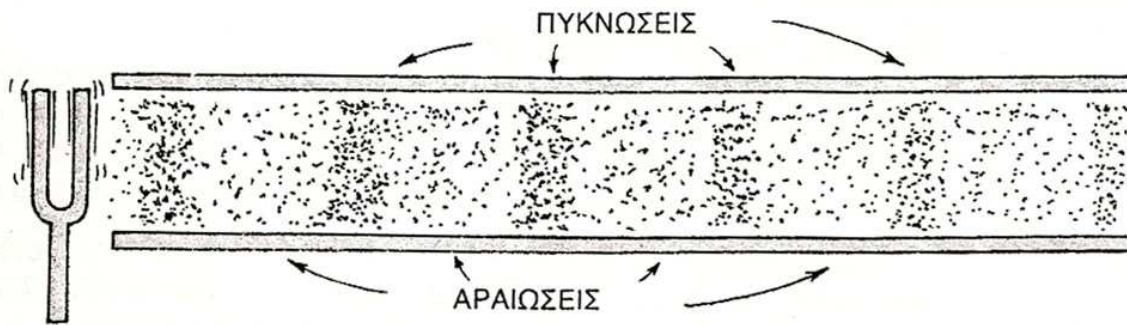
Εικόνα 15. Η κίνηση μπρος - πίσω παράγει στο ελατήριο ένα διαμήκες κύμα, ενώ η κίνηση πάνω κάτω ένα εγκάρσιο. HEWITT (1997), σελ. 330
το παράθυρο, μετακινούνται σιγά σιγά, έως ότου βρεθούν στην αρχική τους θέση,

παίρνοντας μαζί τους και μόρια αέρα που βρίσκονται κοντά στο παράθυρο. Έτσι η κουρτίνα κινείται προς τα μέσα. Αυτό ονομάζεται **αραίωση**.



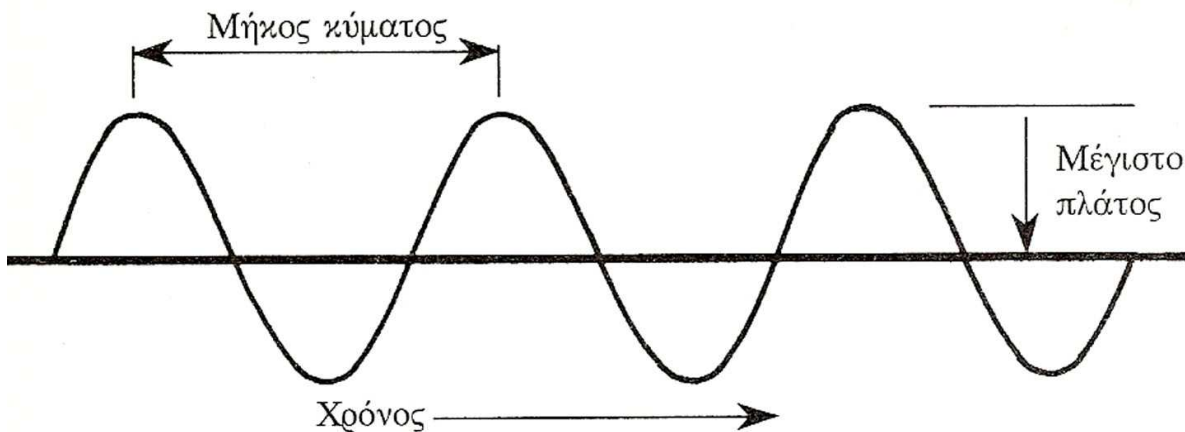
Εικόνα 16. HEWITT (1997), σελ 344

Το σώμα λοιπόν το οποίο δονείται, λειτουργεί σαν μια πόρτα που ανοιγοκλείνει, άλλοτε συμπιέζοντας τα σωματίδια γύρω του και άλλοτε αραιώνοντας τα. Κατά αυτόν τον τρόπο, δημιουργούνται **πυκνώματα** και **αραιώματα** γύρω από την πηγή του ήχου και έτσι διαδίδεται ο ήχος (Εικόνα 17).



Εικόνα 17. HEWITT (1997), σελ 344

Αναπαριστώντας λοιπόν γραφικά έναν απλό ήχο, προκύπτει μια κυματομορφή, παρόμοια με αυτή που βλέπετε στο παρακάτω σχήμα (Εικόνα 18).



Εικόνα 18. EVEREST, A. (1998), σελ. 23

Ο κάθετος άξονας συμβολίζει το πλάτος του ήχου, ενώ ο οριζόντιος το χρόνο. Στα σημεία όπου έχουμε πυκνώματα, ο ήχος έχει μέγιστο πλάτος, ενώ στα σημεία που έχουμε αραιώματα ελάχιστο.

Ένας απλός ήχος, μπορεί να αναπαρασταθεί ως μια απλή ημιτονοειδής κυματομορφή, όσο όμως ο ήχος γίνεται πιο περίπλοκος, η κυματομορφή παίρνει μια πιο ακανόνιστη μορφή.

Ως μήκος του κύματος ορίζεται η απόσταση από τη μια κορυφή στην άλλη, ή αλλιώς η απόσταση μεταξύ δύο διαδοχικών ταυτόσημων σημείων του κύματος. Στη φυσική το μήκος του κύματος συμβολίζεται συνήθως με το ελληνικό γράμμα λ .

2.2 Το μέσο διάδοσης του ήχου

Έχουμε συνηθίσει να ακούμε ήχους που διαδίδονται στον αέρα. Αλλά ο ήχος δεν μπορεί να διαδοθεί μόνο εκεί. Κάθε υλικό μέσο μπορεί να διαδώσει ήχο, είτε είναι αέριο, υγρό και στερεό. Μάλιστα ο αέρας είναι κακός αγωγός του ήχου. Για παράδειγμα τον ήχο ενός τρένου που έρχεται θα τον ακούσουμε πολύ δυνατώτερα αν βάλουμε το αυτί μας πάνω στις ράγες. Ή αν βάλουμε ένα ρολόι στην μια άκρη του τραπεζιού και στην άλλη τοποθετήσουμε το αυτί μας, θα είμαστε σε θέση να ακούσουμε τους δείκτες που κινούνται, ακόμη και αν είναι τόσο μακριά μας.

Καταλήγουμε λοιπόν ότι ο ήχος μπορεί να διαδοθεί μέσα σε οποιοδήποτε μέσο. Στο κενό αέρος δηλαδή δεν έχουμε ήχο !

2.3 Η ταχύτητα του ήχου

Η ταχύτητα με την οποία ένας ήχος φτάνει στα αυτιά μας εξαρτάται από πολλούς παράγοντες. Από τον άνεμο, τη θερμοκρασία, την υγρασία, ακόμη και από το μέσο μέσα στο οποίο διαδίδεται. Είναι όμως ανεξάρτητη από την ένταση και την συχνότητα του ήχου. Έτσι όλοι οι ήχοι κινούνται με την ίδια ταχύτητα στον αέρα, δηλαδή 330 m/sec, αν ο αέρας είναι ξηρός και έχει θερμοκρασία 0° . Αν όμως υπάρχει υγρασία, ή αν αυξηθεί η θερμοκρασία, τότε η τιμή της ταχύτητας του ήχου αυξάνεται ελαφρά.

Στο νερό πάλι, ο ήχος διαδίδεται με 1402 m/ sec στους 0^ο ενώ στον χαλκό με 3971 m/sec. Στην φυσική η ταχύτητα συνηθίζεται να συμβολίζεται με το γράμμα u.



Πόσο απέχει άραγε μια καταιγίδα, όταν μεταξύ αστραπής και βροντής, παρατηρείται καθυστέρηση 5 δευτερολέπτων;

2.4 Η συχνότητα του ήχου

Ένας σημαντικός όρος που χρησιμοποιείται για την περιγραφή ενός ήχου, είναι η συχνότητα.

Η συχνότητα μας δείχνει πόσους πλήρεις κύκλους κάνει ένας ήχος μέσα σε ένα δευτερόλεπτο. Ως κύκλο, ονομάζουμε την απόσταση από ένα σημείο Α έως το σημείο Β, όπου η ταλάντωση θα έχει πια ολοκληρωθεί.

$$\text{Συχνότητα} = \frac{\text{Κύκλοι}}{\text{Δευτερόλεπτο}}$$

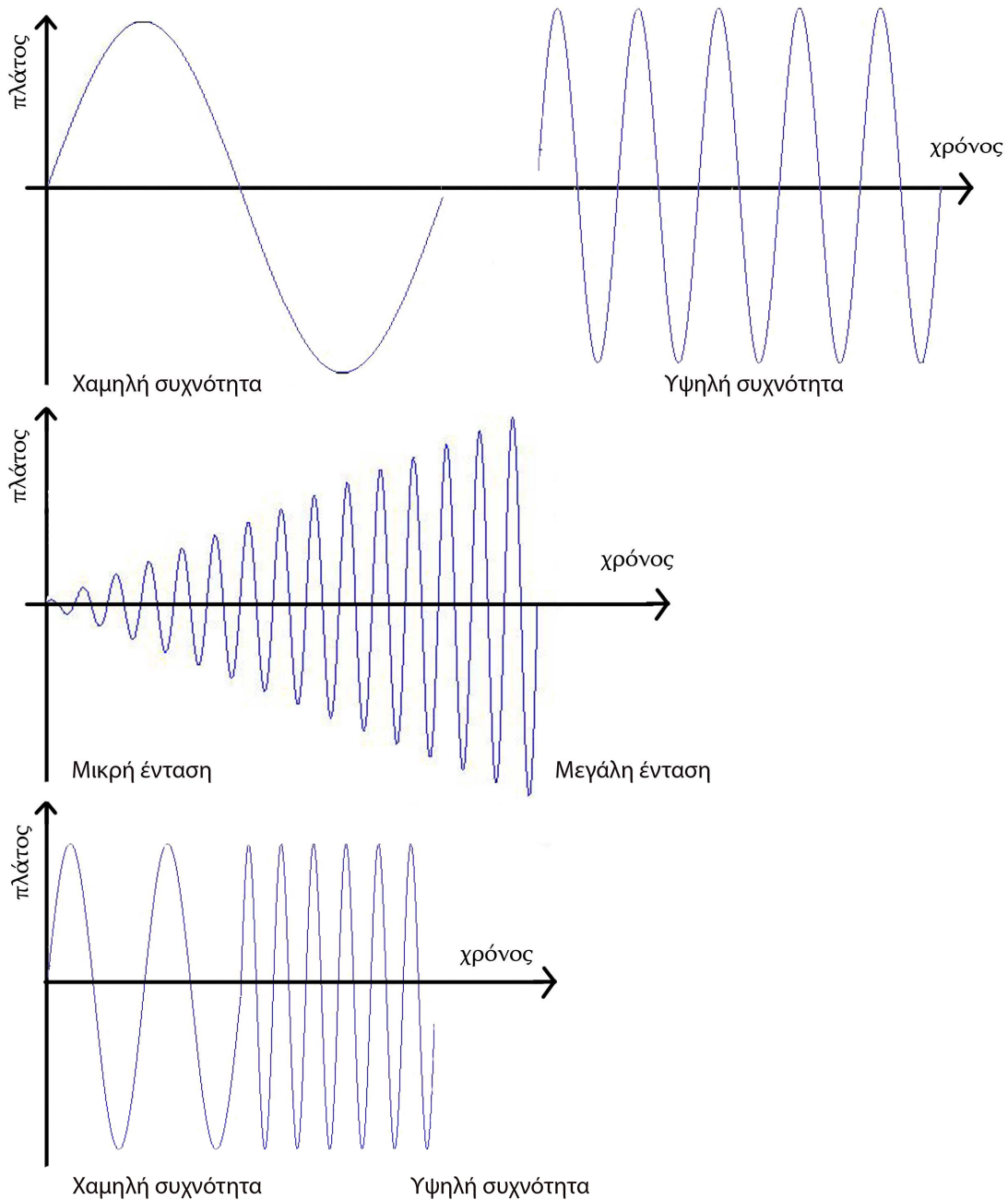
Η μονάδα μέτρησης της συχνότητας είναι το Hertz¹⁰. Η συχνότητα μας βοηθά να διακρίνουμε αν ένας ήχος είναι υψηλός ή χαμηλός, δηλαδή ένας ήχος με συχνότητα 10000 Hz είναι ένας αρκετά υψηλός ήχος, ενώ ένας ήχος με συχνότητα 100 Hz είναι αρκετά χαμηλός. Η συχνότητα συνήθως συμβολίζεται στη φυσική με το γράμμα f (frequency).

Η συχνότητα όμως μπορεί να συνδεθεί με το μήκος κύματος, και την ταχύτητα ενός ήχου και ως εξής :

$$\text{Συχνότητα} = \frac{\text{Ταχύτητα του ήχου}}{\text{Μήκος κύματος}}$$

¹⁰ Hertz. Μονάδα μέτρησης της συχνότητας. Πήρε την ονομασία της προς τιμήν του Γερμανού Φυσικού Heinrich Rudolf Hertz (1857 – 1894) ο οποίος και ασχολήθηκε εκτενώς με την μελέτη των ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων. Ανέπτυξε μάλιστα την Ηλεκτροδυναμική κινούμενων σωματιδίων.

Τα παρακάτω διαγράμματα (Εικόνα 19) θα μας βοηθήσουν να καταλάβουμε καλύτερα, πως αλλάζει η γραφική παράσταση της κυματομορφής του ήχου, όσο εμείς μεταβάλλουμε τη συχνότητα και την ένταση του.



Εικόνα 19



Αν ένα κύμα πάλλεται πάνω κάτω 5 φορές το δευτερόλεπτο, ενώ η απόσταση μεταξύ των κορυφών του είναι 3 μέτρα, ποια είναι η συχνότητα του; Το μήκος κύματος του; Η ταχύτητα του κύματος;

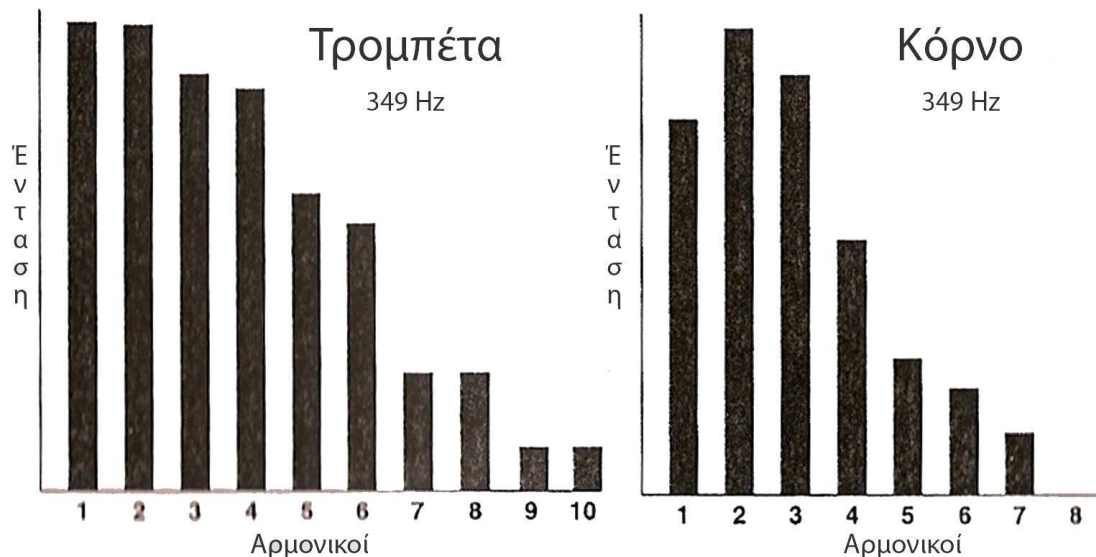
2.5 Οι Αρμονικοί και η Θεμελιώδης συχνότητα

Έχετε ποτέ αναρωτηθεί γιατί μια νότα προερχόμενη από ένα πιάνο είναι τελείως διαφορετική από την ίδια νότα, προερχόμενη από ένα διαπασών;

Ο λόγος είναι ότι η νότα του διαπασών αποτελείται από μια και μόνο συχνότητα, γι' αυτό και ονομάζεται καθαρός τόνος, σε αντίθεση με τη νότα του πιάνου που αποτελεί έναν συνδυασμό πολλών διαφορετικών συχνοτήτων, με διαφορετική ένταση μεταξύ τους.

Αν και οι συχνότητες του πιάνου είναι διαφορετικές, δεν είναι και τελείως άσχετες μεταξύ τους. Αποτελούν όλες πολλαπλάσια μιας χαμηλότερης συχνότητας, η οποία καθορίζει και την τελική συχνότητα που θα έχει ο παραγόμενος ήχος. Η χαμηλότερη συχνότητα ονομάζεται θεμελιώδης, ενώ όλα τα πολλά πολλαπλάσια της αρμονικοί. Οι διαφορές στους αρμονικούς που παράγει το κάθε όργανο μας δίνει την αίσθηση μιας διαφορετικής χροιάς μεταξύ των ήχων.

Στα παρακάτω γραφήματα (Εικόνα 20), έχουμε δύο όργανα, ένα κόρνο και μια τρομπέτα, τα οποία παίζουν και τα δύο τη ίδια νότα. Παρατηρούμε όμως, ότι οι αρμονικοί που παράγονται είναι τελείως διαφορετικοί, και έτσι μπορούμε να διακρίνουμε το ένα όργανο από το άλλο.

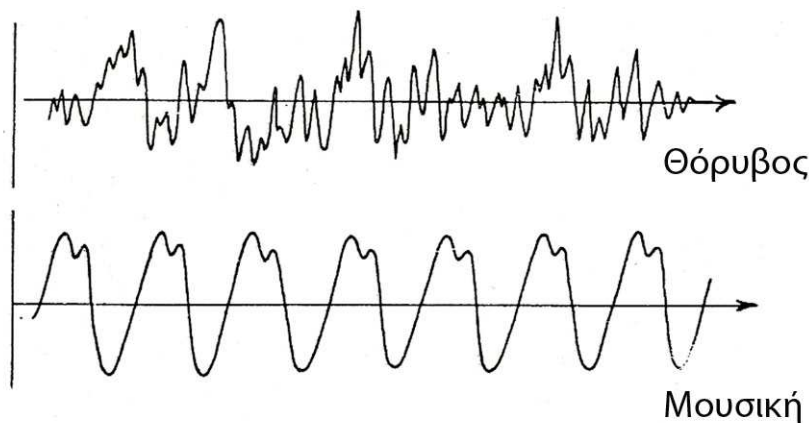


Εικόνα 20. MOSCAL, T. (1994), σελ. 11

2.6 Θόρυβος

Οι περισσότεροι ήχοι που ακούμε γύρω μας είναι θόρυβοι. Το δυνατό χτύπημα της πόρτας, το μούγκρισμα ενός αυτοκινήτου που ξεκινάει, ο κρότος ενός αντικειμένου που πέφτει, είναι μερικοί από τους θορύβους που ακούμε σε καθημερινή βάση. Ποια όμως είναι η διαφορά τους από έναν ήχο, που εμείς τον θεωρούμε μουσικό;

Παρατηρώντας την κυματομορφή ενός θορύβου, στην οθόνη ενός παλμογράφου¹¹ βλέπουμε ότι ο θόρυβος δεν δείχνει σε κανένα σημείο του να επαναλαμβάνεται. Η κυματομορφή του είναι τελείως ακανόνιστη! Αντιθέτως αναλύοντας την κυματομορφή ενός μουσικού ήχου, βλέπουμε ότι κάποια σημεία επαναλαμβάνονται ξανά και ξανά, για όσο διαρκεί ο ήχος. Αυτό δε σημαίνει βέβαια ότι τα μουσικά όργανα δεν είναι εξίσου ικανά να παράγουν θορύβους....



Εικόνα 21. HEWITT (1997), σελ. 357

Μάλιστα ο θόρυβος σε κάποιες περιπτώσεις είναι αρκετά χρήσιμος. Σε ακουστικές μετρήσεις, οι χώροι ηχοβολούνται από θορύβους, που περιλαμβάνουν συγκεκριμένες συχνότητες. Έτσι οι μετρήσεις που προκύπτουν είναι σωστότερες σε σχέση με τις μετρήσεις που θα προέκυπταν αν χρησιμοποιούνταν ένας καθαρός τόνος, αφού ο χώρος δεν μπορεί να επηρεάσει τόσο εύκολα πολλές συχνότητες, όσο επηρεάζει μια.

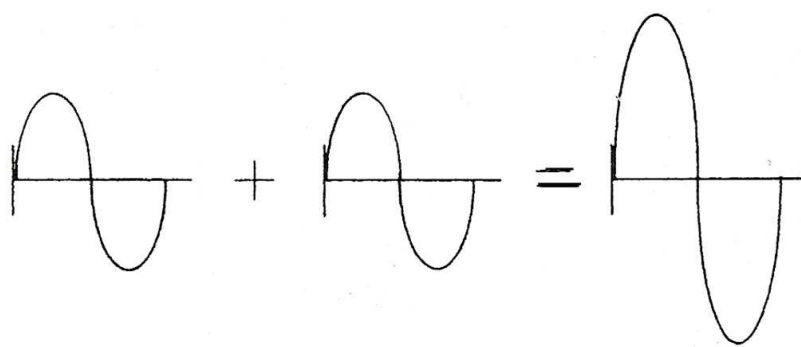
Η διαχωριστική γραμμή μεταξύ μουσικής και θορύβου, είναι πολύ λεπτή και υποκειμενική πια στην εποχή μας. Για τους σύγχρονους συνθέτες ακόμη και ο

¹¹ Παλμογράφος. Συσκευή που επιτρέπει την οπτική απεικόνιση και την γραφική αναπαράσταση των μεταβολών ενός μεγέθους, που μεταβάλλεται συναρτήσει του χρόνου.

θόρυβος θεωρείται ένα μέσο μουσικής έκφρασης, γι' αυτό και τον χρησιμοποιούν κατά κόρον στις συνθέσεις τους. Η διαφοροποίηση τους όμως από τα άλλα είδη μουσικής είναι σαφώς ένα ζήτημα καθαρά αισθητικής.

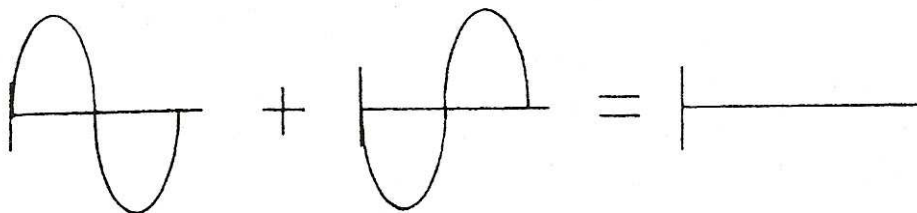
2.7 Η Φάση ενός ήχου

Όταν δύο ήχοι εμφανιστούν ταυτόχρονα, τότε θα ενωθούν και θα προκύψει ένας νέος ήχος. Ο όρος φάση, καλείται λοιπόν να περιγράψει το αποτέλεσμα αυτής της ένωσης. Αν οι δύο ήχοι, ξεκίνησαν την ίδια χρονική στιγμή, με τον ίδιο τρόπο, έχοντας την ίδια συχνότητα και ένταση, τότε ο νέος ήχος που θα δημιουργηθεί, θα έχει την ίδια συχνότητα, και διπλάσια ένταση (Εικόνα 22).



Εικόνα 22. MOSCAL, T. (1994), σελ. 8

Αν όμως, οι δύο ήχοι, έχουν ίδια συχνότητα, και ένταση, αλλά ο ένας κινείται προς μια κατεύθυνση (θετική) και ο άλλος προς την άλλη (αρνητική), τότε θα έχουμε αλληλοακύρωση των δυο ήχων, οπότε δεν θα ακούσουμε τίποτα (Εικόνα 23).



Εικόνα 23. MOSCAL, T. (1994), σελ. 9

Πάντως σε όλες τις περιπτώσεις συνήχησης δύο ήχων, ο ήχος που προκύπτει θα έχει μια πιο πολύπλοκη μορφή, που θα αποτελεί την προσθαφαίρεση των δύο ήχων.

2.8 Η ένταση ενός ήχου

Η ένταση ενός ήχου, εξαρτάται από το πλάτος του, δηλαδή από τις μεταβολές που έχει η πίεση μέσα σε ένα ηχητικό κύμα. Είναι ένα καθαρά αντικειμενικό μέγεθος, το οποίο μπορεί να μετρηθεί με κατάλληλα μηχανήματα, όπως είναι ο παλμογράφος ή το ηχόμετρο.

Η ένταση μετριέται σε dB ή αλλιώς decibel και πήρε την ονομασία της χάρις στον Alexander Graham Bell. Θεωρούμε ως ήχο αναφοράς 0 dB, ένα ήχο που βρίσκεται στο κατώφλι της ακοής. Αν έχουμε έναν ήχο 10 dB, τότε αυτός θα είναι 10 φορές μεγαλύτερος από τον ήχο αναφοράς, αν έχουμε έναν ήχο 20 dB, τότε αυτός θα είναι 100 φορές μεγαλύτερος από τον ήχο αναφοράς. Με τον ίδιο τρόπο, ένας ήχος 30 dB είναι 1000 φορές δυνατότερος, 40 dB 10000 φορές δυνατότερος κ.ο.κ. Η ένταση λοιπόν είναι ένα μέγεθος λογαριθμικό, δηλαδή οι τιμές της αυξάνονται με πιο γρήγορο ρυθμό, απ' ό,τι αν ήταν ένα γραμμικό μέγεθος.

Βλάβη στο αισθητήριο της ακοής μπορεί να προκληθεί από έναν ήχο 85 dB και άνω, αν και ο βαθμός της βλάβης εξαρτάται τόσο από τη διάρκεια που ακούγεται ένας ήχος, αλλά και από την συχνότητα του. Η βλάβη μπορεί να είναι μόνιμη ή προσωρινή, ανάλογα με την ζημιά που θα πάθει το όργανο Corti που βρίσκεται μέσα στο αυτί μας και είναι το κύριο όργανο λήψης του ήχου.

Στον παρακάτω πίνακα παραθέτουμε μερικές τιμές εντάσεων από ήχους της καθημερινότητας μας.

Ηχητική Πηγή	Ένταση (dB)
Αεροπλάνο σε απόσταση 30m	140
Αντιαεροπορική σειρήνα	125
Μουσική disco, ενισχυμένη	115
Δρόμος με μεγάλη κυκλοφορία	70
Συζήτηση στο σπίτι	65
Χαμηλή ένταση ραδιοφώνου στο σπίτι	40
Σφύριγμα	20
Θρόισμα των φύλλων	10
Κατώφλι ακοής	0

2.9. Η επιστήμη της Ακουστικής

Ακουστική ονομάζεται η επιστήμη η οποία μελετά τη συμπεριφορά των ηχητικών κυμάτων, την παραγωγή, την διάδοση αλλά και τη λήψη τους από το ανθρώπινο αυτί ή κάποιο άλλο ειδικό επιστημονικό όργανο. Δεν περιορίζεται όμως μόνο σε όσους ήχους γίνονται αντιληπτοί από την ανθρώπινη ακοή, αλλά και σε εκείνους που βρίσκονται έξω από το ακουστικό φάσμα.

Η ακουστική είναι ιδιαίτερα σημαντική, γιατί μας δίνει πολύ σημαντικές πληροφορίες για την ταυτότητα του ήχου, αλλά και λύσεις για το πως μπορούμε να επεξεργαστούμε και να αξιοποιήσουμε τον ήχο όσο γίνεται καλύτερα. Έχει σημαντικές εφαρμογές, σε ότι αφορά τον λόγο και την ακρόαση του (θεατρικές αίθουσες, συνεδριακούς χώρους, ραδιοφωνικά studios), αλλά και σε ότι συσχετίζεται με την παραγωγή και την ακρόαση της μουσικής (όπως π.χ. συναυλιακοί χώροι, studio ηχογράφησης).

Η μελέτη της ακουστικής ενός χώρου ξεκινά καταρχήν από την μελέτη του ίδιου του χώρου. Αν για παράδειγμα θέλουμε να στήσουμε ένα home studio, θα πρέπει να λάβουμε υπόψην μερικά πολύ αντικειμενικά στοιχεία, όπως το μέγεθος και τη γεωμετρία του χώρου, το ύψος του ταβανιού, το μέγεθος των παραθύρων και τη θέση τους (αν υπάρχουν), το είδος του υλικού από το οποίο είναι κατασκευασμένο το δάπεδο, ακόμη και το υλικό το οποίο έχει χρησιμοποιηθεί για την επένδυση των τοίχων. Στη συνέχεια με ειδικές μετρήσεις θα βρούμε κάποια βασικά χαρακτηριστικά του χώρου όπως είναι η ηχοαπορρόφηση, η ηχοανάκλαση, το επίπεδο του περιβάλλοντος ήχου, και ο αντίλαλος, στοιχεία στα οποία θα αναφερθούμε εκτενώς παρακάτω.

Λαμβάνοντας λοιπόν όλα τα παραπάνω υπόψη μας, και συσχετίζοντας τα με μαθηματικούς τύπους που μας παρέχει η επιστήμη της ακουστικής (η επεξεργασία των στοιχείων μπορεί τώρα πια να επιταχυνθεί μέσω ειδικών υπολογιστικών προγραμμάτων), μπορούμε εν συνεχεία να κάνουμε τις ανάλογες μεταβολές στη διαμόρφωση του χώρου, ή ακόμη να χρησιμοποιήσουμε διάφορα ειδικά υλικά, τα οποία θα μας επιφέρουν το ανάλογο αποτέλεσμα....δηλαδή έναν χώρο με σωστή ακουστική!!!

Η σπουδαιότητα αυτής της επιστήμης μπορεί να γίνει αντιληπτή μόνο αν βρεθούμε σε έναν χώρο στον οποίο δεν έχει γίνει καμία ακουστική μελέτη!! Για παράδειγμα ας υποθέσουμε ότι βρισκόμαστε σε μια αίθουσα, η οποία φιλοξενεί

συνήθως ομιλίες. Στην περίπτωση αυτή είναι πολύ πιθανό να ακούνε μόνο όσοι βρίσκονται στις πρώτες σειρές, και τίποτα όσοι βρίσκονται στις τελευταίες. Αν μάλιστα επιχειρήσουμε να λύσουμε το πρόβλημα με τη χρήση ενός μικροφώνου χρησιμοποιώντας μια πρόχειρη ηχητική εγκατάσταση, είναι σχεδόν βέβαιο ότι τα αυτιά των παρευρισκομένων θα «ταλαιπωρούνται» συνεχώς από μικροφωνισμούς.

Οδηγούμαστε λοιπόν στο συμπέρασμα, ότι η ακουστική μελέτη ενός χώρου, σε κάποιες περιπτώσεις δεν αποτελεί μια « απλή » πληροφορία, αλλά είναι εξίσου σημαντική με τις κολόνες που τον στηρίζουν.

3.1 Η ακουστική

Η Ακουστική, όπως προαναφέραμε, είναι ένας κλάδος της Φυσικής που ασχολείται με την μελέτη των ήχων που μας περιβάλλουν, τόσο σε αέρια μέσα, όσο και σε στερεά και υγρά. Ασχολείται κατά βάση με την παραγωγή, τον έλεγχο, την μετάδοση και την αντίληψη όλων των ήχων, καθώς και των διαφόρων φαινομένων που συσχετίζονται με την μετάδοση ενός ήχου.

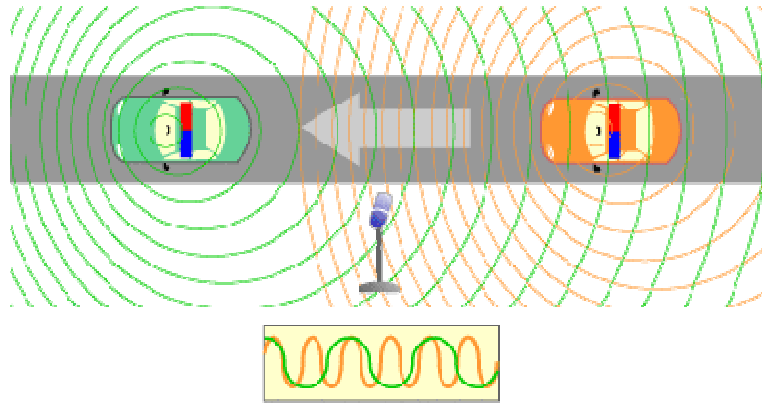
Αρχικά σκοπός της ακουστικής, ήταν να ερευνά τα μηχανικά κύματα και τους τρόπους μετάδοσης τους. Η μελέτη των ηχητικών κυμάτων, βοήθησε τους επιστήμονες να δημιουργήσουν κάποιες βασικές φυσικές αρχές, οι οποίες μπορούσαν να εφαρμοστούν και στις άλλες περιπτώσεις κυμάτων. Πολλά μάλιστα από τα αποφεύγματα της ακουστικής, αποτελούσαν για χρόνια διαπιστώσεις, των μουσικών, οι οποίοι πειραματιζόμενοι με τους ήχους, είχαν καταλήξει σε κάποια πολύ ερασιτεχνικά συμπεράσματα. Η ακουστική οδήγησε, ώστε τα συμπεράσματα αυτά, να μπορέσουν κάποια στιγμή μακροπρόθεσμα να αποδειχθούν και πειραματικά.

Η ακουστική περιλαμβάνει ένα ευρύ φάσμα πληροφοριών, στο κεφάλαιο όμως αυτό, θα περιοριστούμε στο να αναφέρουμε μερικές από τις πιο βασικές συμπεριφορές ενός ήχου, που συναντάμε στην καθημερινότητα μας.

3.2 Το φαινόμενο Doppler

Το φαινόμενο Doppler είναι ένα φαινόμενο, το οποίο γίνεται αντιληπτό, όταν ένα ήχος κινείται σε σχέση με τον παρατηρητή. Καθώς ο ήχος πλησιάζει τον παρατηρητή, η συχνότητα του αυξάνεται αισθητά, ενώ όσο απομακρύνεται, η συχνότητα του ήχου μειώνεται. Το φαινόμενο Doppler δεν παρατηρείται μόνο στα ηχητικά κύματα, αλλά και σε άλλες μορφές κυμάτων, όπως τα κύματα φωτός.

Ένα από τα πιο χαρακτηριστικά παραδείγματα, όπου έχουμε την εμφάνιση του φαινομένου Doppler, είναι όταν ένα περιπολικό ή ένα ασθενοφόρο, μας πλησιάζει, έχοντας ενεργοποιημένη τη σειρήνα του. Καθώς μας πλησιάζει ο ήχος της σειρήνας γίνεται πιο οξύς, ενώ όταν πια απομακρυνθεί, τότε το ύψος του ήχου πέφτει (Εικόνα 24).



Εικόνα 24. Η καταγραφή του ήχου, με τη βοήθεια ενός μικροφώνου, μας βοηθά να μελετήσουμε καλύτερα το φαινόμενο Doppler. NATIONMASTER.COM, < <http://www.nationmaster.com/encyclopedia/Doppler-effect>>

Η αιτία για την εμφάνιση αυτού του φαινόμενου είναι η εξής : καθώς η πηγή του ήχου πλησιάζει τον παρατηρητή, η μεταξύ τους απόσταση μικραίνει, ενώ η συχνότητα του ήχου, παραμένει σταθερή ! Η περίοδος του ήχου παραμένει η ίδια, αλλά και ο αριθμός των κυμάτων που εκπέμπονται παραμένει σταθερός. Τα κύματα λοιπόν, πρέπει να κατανομηθούν ομοιόμορφα στην μεταξύ των δύο απόσταση, οπότε αναγκαστικά «στριμώνονται». Ο παρατηρητής αυτό που αντιλαμβάνεται όμως, είναι κύματα τα οποία έρχονται με μεγαλύτερη συχνότητα, και έτσι νομίζει ότι η συχνότητα του ήχου αυξάνεται.



Προσπαθήστε να περιγράψετε και εσείς με την σειρά σας το φαινόμενο, καθώς η πηγή του ήχου απομακρύνεται.

3.3 Η ανάκλαση, η αντήχηση και η ηχώ

Τα ηχητικά κύματα, από τη στιγμή που εκπέμπονται από την ηχητική πηγή κινούνται ελεύθερα στον χώρο. Όταν συναντούν κάποιο εμπόδιο, δεν σταματούν, απεναντίας ή ανακλώνται ή διαχέονται ή απορροφούνται από το ίδιο το εμπόδιο. Το υλικό από το οποίο είναι κατασκευασμένο το εμπόδιο, επηρεάζει τον τρόπο συμπεριφοράς του ήχου. Όταν δηλαδή, το υλικό είναι σκληρό (π.χ. ενός τοίχου από μπετόν), τότε η μεγαλύτερη ποσότητα του ήχου ανακλάται και μόνο ένα μικρό μέρος του ήχου απορροφάται από το υλικό. Εν αντιθέσει, όταν το υλικό είναι μαλακό, έχουμε μεγαλύτερη απορρόφηση του ήχου, και μικρότερη ανάκλαση (π.χ. μια χοντρή

κουρτίνα). Η σωστή λοιπόν επιλογή ενός υλικού, κατά την κατασκευή ενός χώρου, παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην γενικότερη ακουστική του.

Η ανάκλαση του ήχου μπορεί να οδηγήσει στην εμφάνιση δύο φαινομένων : **της ηχούς** (echo) και **της αντήχησης** (reverberation). Η αντήχηση είναι ένα φαινόμενο που το ζούμε στην καθημερινότητα μας, όταν για παράδειγμα μιλάμε μέσα σε ένα άδειο δωμάτιο ή ακόμη και όταν τραγουδάμε στο μπάνιο. Εμφανίζεται σε μικρούς χώρους, όπου το μήκος τους δεν ξεπερνά τα 17 μέτρα. Το 17 είναι ο μαγικός αριθμός της αντήχησης για τον εξής απλό λόγο. Ο ανθρώπινος εγκέφαλος, μπορεί να συγκρατήσει στη μνήμη του έναν ήχο για περίπου 0.1 second. Όταν λοιπόν λάβει έναν ήχο, και μετά από 0.1 second λάβει την αντήχηση του (δηλαδή τον ίδιο ήχο ξανά !), τότε αυτό που αντιλαμβάνεται είναι έναν παρατεταμένος ήχος. Γνωρίζοντας ότι ο ήχος ταξιδεύει με ταχύτητα 330 m/ sec και ότι για να έχουμε την εμφάνιση αυτού του φαινομένου θα πρέπει ο ήχος να ταξιδέψει από την πηγή του ήχου, μέχρι το εμπόδιο και πάλι πίσω στο αυτί του ακροατή σε χρονικό διάστημα 0.1 sec, προκύπτει ότι το μέγιστο μήκος που πρέπει να έχει η αίθουσα είναι 17 μέτρα !!

Απεναντίας, το φαινόμενο της ηχούς εμφανίζεται μόνο όταν το εμπόδιο βρίσκεται σε απόσταση μεγαλύτερη των 17 μέτρων. Τότε, επειδή ο ήχος δεν φτάνει στα αυτιά του ακροατή μετά από 0.1 sec αλλά αργότερα, ο ακροατής αντιλαμβάνεται δυο διαφορετικούς ήχους, και όχι έναν ήχο παρατεταμένο.

Η αντήχηση είναι ένα ιδιαίτερα σύνθετο φαινόμενο. Πολλές φορές όταν εμφανίζεται σε συνεδριακούς χώρους ή και σε αίθουσες συναυλιών, μπορεί να προκαλέσει την δυσαρέσκεια των παρευρισκομένων, αφού ο αρχικός ήχος φτάνει στα αυτιά των ακροατών αλλοιωμένος. Όμως με τη σωστή μελέτη του χώρου και με τη χρήση των σωστών υλικών, μπορεί η αντήχηση να μετατραπεί σε ένα πολύ χρήσιμο στοιχείο για την ακουστική ενός χώρου. Τα μαλακά συνήθως υλικά, έχουν την ιδιαιτερότητα να ανακλούν τον ήχο προς μια συγκεκριμένη κατεύθυνση, σε αντίθεση με τα σκληρά υλικά, τα οποία ανακλούν τον ήχο προς διάφορες κατευθύνσεις. Έτσι ο ακροατής στην μεν πρώτη περίπτωση θα αντιληφθεί την αντήχηση από μια κατεύθυνση μόνο, στην δε δεύτερη, θα αντιληφθεί την αντήχηση από διάφορες κατευθύνσεις, δίνοντας του έτσι την αίσθηση του γεμάτου και ζωντανού χώρου. Για το λόγο αυτό, οι μηχανικοί ήχου, συνήθως προτιμούν τα σκληρά υλικά για την επένδυση τέτοιων χώρων.

Επίσης σημαντικό στοιχείο στην ανάκλαση ενός ήχου αποτελεί και το σχήμα του εμποδίου. Όταν η επιφάνεια του εμποδίου είναι επίπεδη, τότε ο ήχος ανακλάται με

γωνία ίση με την γωνία που προσέκρουσε πάνω στην επιφάνεια. Ενδιαφέρον όμως έχει όταν η επιφάνεια έχει παραβολικό σχήμα. Στην περίπτωση αυτή έχουμε ένα φαινόμενο αντίστοιχο με αυτό που παρατηρούμε αν φωτίσουμε με μια λάμπα φωτός, έναν μεγεθυντικό φακό. Θα δούμε τότε, ότι όλο το φως κατευθύνεται προς ένα σημείο. Κατά τον ίδιο τρόπο λειτουργεί και ο ήχος. Δηλαδή, αν τα ηχητικά κύματα προσκρούσουν σε μια παραβολική επιφάνεια, τότε θα ανακλαστούν προς μια συγκεκριμένη κατεύθυνση.

3.4 Η διάθλαση και η περίθλαση

Στο προηγούμενο κεφάλαιο αναφέραμε ότι η ταχύτητα του ήχου στον αέρα είναι συγκεκριμένη, δηλαδή 330 m/sec. Αυτή η τιμή δεν είναι σταθερή, μεταβάλλεται ανάλογα με το υλικό μέσα στο οποίο κινούνται τα ηχητικά κύματα. Ένα φαινόμενο λοιπόν που σχετίζεται άμεσα με την ταχύτητα του ήχου, είναι η **διάθλαση**. Την διάθλαση την έχουμε συναντήσει πολλές φορές, στην καθημερινή μας ζωή (όπως για παράδειγμα στην Εικόνα 25), απλά δεν έχουμε αντιληφθεί την ύπαρξη της, όσων αφορά τους ήχους γύρω μας.

Όταν λοιπόν ο ήχος κινείται μέσα σε κάποιο μέσο, και στην πορεία του αλλάζει υλικό (οπότε αλλάζει και η ταχύτητα διάδοσης του), τότε αλλάζει η κατεύθυνση μετάδοσης του. Δηλαδή, ενώ ο ήχος μεταδίδεται από το ένα υλικό στο άλλο, «στρίβει». Το ίδιο παρατηρείται και όταν αλλάζει η θερμοκρασία, ακόμη και αν το μέσο που διαδίδεται ο ήχος παραμένει το ίδιο. Στην περίπτωση πάντως που ο ήχος διαδίδεται με μεγάλη κλίση, τότε συνήθως δεν παρατηρούμε διάθλαση, αλλά ανάκλαση. Για παράδειγμα όπως φαίνεται και στην Εικόνα 25, η διάθλαση του φωτός, δίνει την αίσθηση ότι το μολύβι «στραβώνει» μέσα στο νερό.



Εικόνα 25. Διάθλαση του φωτός μέσα στο νερό. LIGHT WEBSITE, <<http://light.physics.auth.gr/enc/refraction.html>>

Τέλος, η *περίθλαση* είναι ένα φαινόμενο το οποίο παρατηρείται καθώς τα ηχητικά κύματα, περνούν μέσα από ένα κενό, ή κινούνται γύρω από ένα εμπόδιο, το οποίο συναντούν στην πορεία τους. Το φαινόμενο αυτό, όσο πιο μικρή συχνότητα έχει ο ήχος (και άρα μεγαλύτερο μήκος κύματος) τόσο πιο έντονο είναι. Μάλιστα για ήχους που έχουν μεγάλη συχνότητα (οπότε και μικρό μήκος κύματος), που όμως είναι μικρότερο από το άνοιγμα του κενού, μέσα από το οποίο περνούν, τότε το φαινόμενο της περίθλασης, δεν γίνεται αντιληπτό. Στην καθημερινότητα μας συναντούμε την περίθλαση όταν για παράδειγμα κάποιος μας μιλά από κάποιο άλλο δωμάτιο από αυτό που βρισκόμαστε, αλλά εμείς παρόλα ταύτα είμαστε σε θέση να αντιλαμβανόμαστε αυτά που μας λέει.

Βέβαια ακόμη και στην φύση, τα ζώα χρησιμοποιούν την περίθλαση προκειμένου να επικοινωνούν μεταξύ τους. Από έρευνες έχει προκύψει ότι οι κουκουβάγιες επικοινωνούν μεταξύ τους, παρόλο που βρίσκονται πολύ μακριά η μια από την άλλη, γιατί οι ήχοι που παράγουν είναι χαμηλής συχνότητας, και έτσι με την περίθλαση, μπορούν να μεταδοθούν σε μακρινή απόσταση. Σε αντίθεση όσα πουλιά παράγουν ήχους υψηλής συχνότητας (π.χ καναρίνια) δεν καταφέρνουν να επικοινωνούν μεταξύ τους, εκτός και αν η απόσταση μεταξύ τους είναι μικρή.

3.5 Ψυχοακουστική

Ψυχοακουστική ονομάζεται η επιστήμη η οποία ασχολείται με την υποκειμενική αντίληψη του ήχου, από τον ανθρώπινο εγκέφαλο. Αφορά κατά κύριο λόγο τις ψυχολογικές εντυπώσεις που δημιουργεί ένας ήχος στον άνθρωπο, και μελετάται μέσω πειραμάτων – δοκιμασιών, που γίνονται σε ομάδες ακροατών.

Η ψυχοακουστική δεν όμως απλά μια επιστήμη η οποία απλά περιορίζεται στην μελέτη των ψυχολογικών χαρακτηριστικών του ήχου. Χάρη στα αποτελέσματα των ερευνών που έχουν γίνει στον τομέα αυτό, σήμερα απολαμβάνουμε μερικές από τις ανακαλύψεις, η σπουδαιότερη των οποίων είναι το mp3.

Στο προηγούμενο κεφάλαιο μιλήσαμε για τα αντικειμενικά χαρακτηριστικά του ήχου, για τα φυσικά μεγέθη : την συχνότητα, την ένταση, τους αρμονικούς, μεγέθη που κυρίως μελετώνται στην επιστήμη της ακουστικής. Τα αντικειμενικά χαρακτηριστικά δεν επηρεάζονται από την προσωπική αντίληψη του ακροατή.

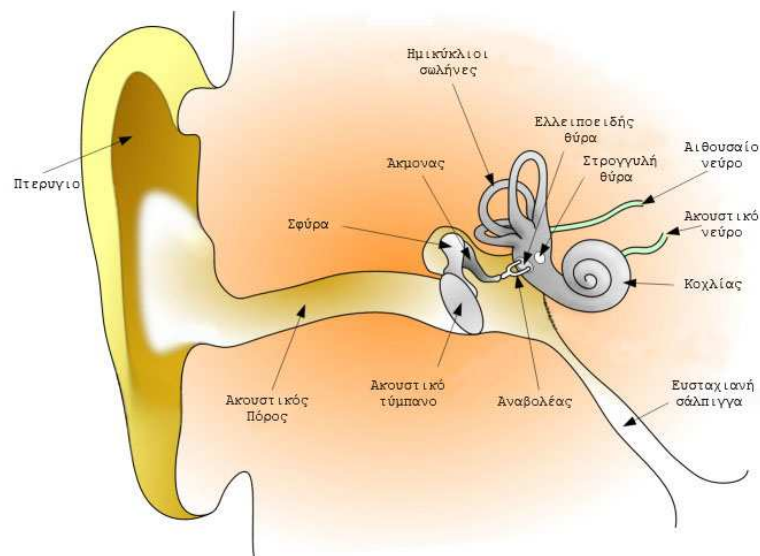
Αντιθέτως, τα υποκειμενικά χαρακτηριστικά, στην μελέτη των οποίων βασίζεται η ψυχοακουστική, είναι άμεσα συνδεδεμένα με τον ίδιο τον ακροατή και με τον τρόπο με τον οποίο αντιλαμβάνεται ο καθένας μας τους ήχους γύρω του. Στην κατηγορία αυτή ανήκουν η ακουστότητα, η χροιά και το ύψος ενός ήχου.

Μάλιστα στο σημείο αυτό θα πρέπει να διευκρινίσουμε το εξής : ο τρόπος αντίληψης ενός ήχου διαφέρει σε κάθε άνθρωπο, δηλαδή καθένας αντιλαμβάνεται με διαφορετικό τρόπο το περιβάλλον γύρω του. Αυτό οφείλεται κυρίως στο γεγονός ότι κάθε ανθρώπινο αυτί έχει διαφορετικές δυνατότητες, αλλά και τους δικούς του φυσιολογικούς περιορισμούς. Ας ξεκινήσουμε όμως μελετώντας τον τρόπο με τον οποίο λειτουργεί η ανθρώπινη ακοή.

3.6 Η ανθρώπινη ακοή

Η ακοή αποτελεί μια από τις πέντε κύριες αισθήσεις του ανθρώπου και περιγράφει την δυνατότητα που έχει ο άνθρωπος να αντιλαμβάνεται τους ήχους γύρω του. Χάρη σε αυτήν, αντιλαμβανόμαστε το περιβάλλον και είμαστε σε θέση να επικοινωνήσουμε με τους συνανθρώπους μας.

Το κύριο όργανο της ακοής είναι το αυτί (Εικόνα 26). Το αυτί αποτελείται από τρία τμήματα, το καθένα με τη δική του σημασία και ιδιαιτερότητα. Το εξωτερικό αυτί είναι εκείνο που δέχεται τα ηχητικά κύματα, το μέσο τα ενισχύει και τέλος το εσωτερικό τα μετατρέπει σε ηλεκτρικά σήματα, που με την βοήθεια του ακουστικού νεύρου, καταλήγουν στον εγκέφαλο.



Εικόνα 26. Το ανθρώπινο αυτί. WIKIPEDIA,
 <http://commons.wikimedia.org/wiki/Image:HumanEar_svenska.png#file>

Αναλυτικότερα όμως το αυτί λειτουργεί ως εξής : Το **πτερύγιο** συλλέγει τα ηχητικά κύματα και τα οδηγεί στον **ακουστικό πόρο**. Εκεί τα κύματα προσκρούουν πάνω στο ακουστικό τύμπανο, το οποίο αρχίζει να πάλλεται. Μέχρι το σημείο όπου βρίσκεται το **ακουστικό τύμπανο**, μιλάμε για το εξωτερικό αυτί. Το μέσω αυτί, περιλαμβάνει τρία **οστάρια** τα οποία εφάπτονται πάνω στον ακουστικό πόρο - η σφύρα, ο άκμονας και ο αναβολέας – και τα οποία ανιχνεύουν τις δονήσεις του τυμπάνου, και τις μεταφέρουν στο εσωτερικό αυτί .

Το εσωτερικό αυτί ονομάζεται και λαβύρινθος, γιατί περιέχει πολλές κοιλότητες και σωλήνες. Εκεί συναντά κανείς τον **κοχλία** και τους **ημικυκλικούς σωλήνες**. Οι ημικυκλικοί σωλήνες είναι γεμάτοι υγρό, η κίνηση του οποίου δίνει πληροφορίες για την ταχύτητα και την κατεύθυνση του ήχου. Ο κοχλίας από την άλλη, αποτελείται από έναν σωλήνα τυλιγμένο (όπως ένα σαλιγκάρι) , που χωρίζεται στη μέση από μια μεμβράνη. Στη μια μεριά της μεμβράνης υπάρχει υγρό, το οποίο και βοηθάει στη μεταβίβαση των δονήσεων, ενώ στην άλλη αέρα και εκεί φιλοξενείται το όργανο του Corti.¹² Το όργανο του Corti είναι το σπουδαιότερο όργανο της ακοής, γιατί περιλαμβάνει τα αισθητήρια τριχοφόρα κύτταρα. Καθώς οι δονήσεις του υγρού μεταβιβάζονται στην μεμβράνη και εκείνη πάλλεται, η μεταβολή της πίεσης στην άλλη μεριά της μεμβράνης ανιχνεύεται από τα αισθητήρια τριχωτά κύτταρα τα οποία και στέλνουν σήματα στον εγκέφαλο. Ανάλογα με την συχνότητα του ήχου, διεγείρονται διαφορετικά τριχωτά κύτταρα κάθε φορά, και έτσι ο άνθρωπος μπορεί να αντιληφθεί περίπλοκους ήχους, όπως είναι η μουσική.

¹² Όργανο του Corti. Πήρε την ονομασία του προς τιμήν του εφευρέτη Alfonso Giacomo Gaspare Corti (1822-1876). Ο Corti, ασχολήθηκε εκτενώς με την μελέτη της ακοής στα θηλαστικά, χρησιμοποιώντας μικροσκόπιο, την περίοδο 1849 έως 1851, στο εργαστήριο Koelliker της πόλης Würzburg, στη Γερμανία. Αποτέλεσμα της έρευνας ήταν να γίνει τελικά ο πρώτος ο οποίος μπόρεσε να περιγράψει τον τρόπο με τον οποίο το αυτί αντιλαμβάνεται τους ήχους και κυρίως να εντοπίσει το αισθητήριο όργανο, που πήρε τελικά και το όνομα του.

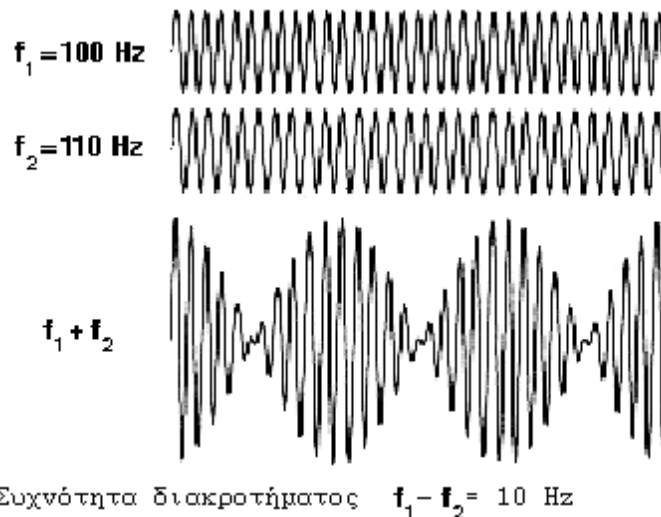
3.7 Η ανθρώπινη ακοή και οι περιορισμοί της

Βέβαια η ανθρώπινη ακοή δεν μπορεί να αντιληφθεί με ακρίβεια τη συχνότητα ενός ήχου. Η ανάλυση της ακοής περιορίζεται στα 2 Hz, πράγμα που σημαίνει ότι για να μπορεί να ξεχωρίσει ο άνθρωπος δύο ήχους θα πρέπει οι συχνότητες τους να έχουν διαφορά τουλάχιστον 2 Hz. Σε κάθε άλλη περίπτωση, φαινόμενα όπως είναι το διακρότημα, μας βοηθούν να αντιληφθούμε ότι οι δύο ήχοι έχουν πολύ μικρή διαφορά στις μεταξύ τους συχνότητες.

Είδος	Ακουστικό φάσμα (Hz)
Κότα	125 – 2,000
Χρυσόψαρο	20 – 3,000
Κουκουβάγια	200 – 12,000
Ελέφαντας	16 – 12,000
Άλογο	55 – 33,000
Κουνέλι	360 – 42,000
Ποντίκι	1,000 – 91,000
Σκύλος	67 – 45,000
Αγελάδα	23 – 35,000
Νυχτερίδα	2,000 – 110,000
Φάλαινα	1,000 – 123,000

Εικόνα 27

Το διακρότημα είναι ένα ιδιαίτερο ακουστικό φαινόμενο που εμφανίζεται όταν δύο ήχοι συνηχούν, έχοντας πολύ κοντινή συχνότητα. Στην περίπτωση αυτή, οι κυματομορφές τους αθροίζονται (Εικόνα 28) και το ηχητικό αποτέλεσμα, είναι μια νέα κυματομορφή, που θυμίζει τρέμολο.



Εικόνα 28. Σχηματική αναπαράσταση διακροτήματος, EAGLE, A. (1998), σελ. 58

Πέρα όμως από το περιορισμένο ακουστικό φάσμα, ο άνθρωπος μπορεί να αντιληφθεί ήχους έντασης από 0 dB έως και 120 dB , με την προϋπόθεση βέβαια ότι οι ήχοι μεγάλης έντασης είναι και μικρής διάρκειας. Σε κάθε άλλη περίπτωση, οι

ήχοι δεν πρέπει να ξεπερνούν τα 80 dB, ώστε να μην προκληθεί κάποια μόνιμη βλάβη στο ακουστικό τύμπανο !!!

3.8 Η ακουστότητα

Η ένταση, όπως είδαμε και στο προηγούμενο κεφάλαιο, συνδέεται άμεσα το πλάτος που έχει ένα ηχητικό κύμα, και κατ' επέκταση και με την ενέργεια του. Όση περισσότερη ενέργεια έχει το κύμα, τόσο μεγαλύτερης έντασης θα είναι ο ήχος που θα φτάσει στα αυτιά μας.

Η ένταση όμως είναι ένα μέγεθος αντικειμενικό. Στην ψυχοακουστική μεταφράζεται ως ηχηρότητα. Η ηχηρότητα εκφράζει το κατά πόσο ο ήχος που φτάνει στα αυτιά μας είναι έντονος ή όχι. Εξαρτάται μάλιστα πολλές φορές, τόσο από την διάρκεια του ήχου, όσο και από τους άλλους ήχους, που μπορεί να ακούγονται ταυτόχρονα εκείνη τη στιγμή. Για να γίνει μάλιστα αυτό πιο κατανοητό, ας σκεφτούμε το εξής : στο σπίτι μας για παράδειγμα, μπορεί να μην μας ενοχλεί ο ήχος ενός αυτοκινήτου που περνά μπροστά από το σπίτι μας το απόγευμα, την ώρα μάλιστα όπου υπάρχει μεγάλη κίνηση στο δρόμο, όσο μας ενοχλεί το βράδυ, όπου επικρατεί η απόλυτη ησυχία !!

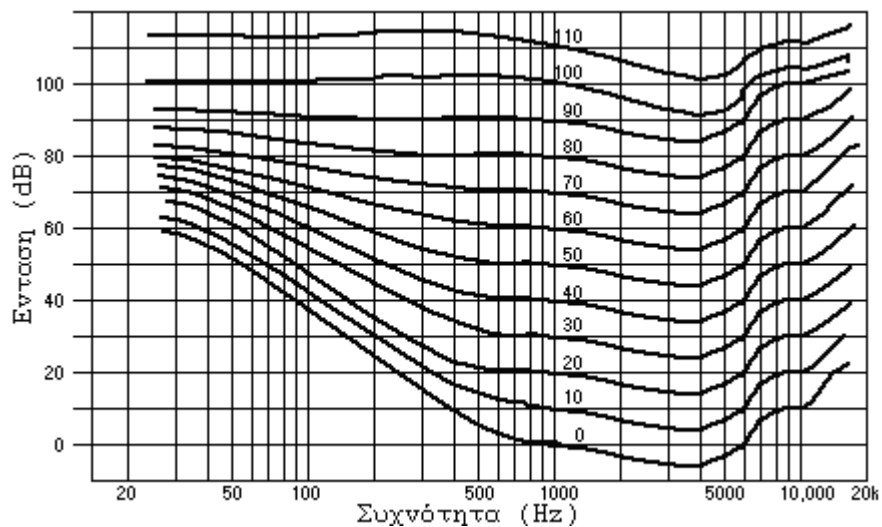
Και βέβαια δεν είναι το ακατάλληλο της ώρας, που κάνει έναν ήχο ενοχλητικό!!! Απλά το αυτί μας αντιλαμβάνεται και ξεχωρίζει με περισσότερη ευκολία αυτόν τον ήχο, και γι' αυτό μας ενοχλεί τόσο.

Επιπλέον, το ανθρώπινο αυτί μπορεί να αντιληφθεί ήχους διαφορετικής έντασης, από απλούς ψιθύρους έως και τη μηχανή ενός αεροπλάνου. Έχει παρατηρηθεί όμως, ότι κάποιοι ήχοι που βρίσκονται σε συγκεκριμένες συχνότητες περιοχές (2700 – 3200 Hz) τους αντιλαμβάνεται με μεγαλύτερη ευκολία. Αυτό μεταφράζεται ως εξής : αν ακούσουμε έναν ήχο 3000 Hz και στη συνέχεια έναν ήχο 500 Hz, ο πρώτος ήχος, θα μας ακουστεί δυνατότερος, ακόμη κι αν και οι δύο έχουν παιχτεί με την ίδια ένταση.

Οι επιστήμονες Fletcher και Munson¹³, προσπάθησαν να απεικονίσουν με τη βοήθεια καμπυλών (Εικόνα 29) τον τρόπο με τον οποίο συνδέεται η ένταση του ήχου με την ηχηρότητα. Όπως βλέπουμε και στο παρακάτω σχήμα, στον οριζόντιο

¹³ **EAGLE, J. (1999).** *Μουσική Ακουστική Τεχνολογία.* (Ε. Συμεωνίδου, Μετάφραση. Σοφία Δημοπούλου, Γλωσσική Επιμέλεια), Αθήνα: Εκδόσεις Ιών

άξονα εμφανίζεται η συχνότητα του ήχου, ενώ στον κάθετο η ένταση με την οποία εκπέμπεται. Οι καμπύλες οι οποίες εμφανίζονται περιγράφουν την ακουστότητα, η οποία μετριέται σε phones. Πρακτικά αυτό λειτουργεί ως εξής : όταν έχουμε έναν ήχο 500 Hz, και έντασης 60 dB, τότε αυτό που αντιλαμβάνεται το ανθρώπινο αυτί, είναι ένας ήχος περίπου ίσος με 60 phones. Αν πάλι έχουμε η ένταση του ήχου παραμείνει η ίδια (60 dB), αλλά η συχνότητα μειωθεί και γίνει 50 Hz, τότε το αυτί αντιλαμβάνεται έναν ήχο 0 Phones.



Εικόνα 29. Καμπύλες Fletcher – Munson. EVEREST, A. (1998), σελ. 58

Μελετώντας λοιπόν τις καμπύλες αυτές, μπορεί κανείς εύκολα να αντιληφθεί ότι στις συχνοτικές περιοχές μεταξύ 1 – 6 Hz το ανθρώπινο αυτί αντιλαμβάνεται με ευκολία τους ήχους που εκπέμπονται, ενώ στις χαμηλές συχνότητες δεν έχει την ίδια ανταπόκριση.



Χρησιμοποιώντας το σχήμα στην Εικόνα 29, μπορείτε να βρείτε πόσα phones αντιλαμβάνεται ο άνθρωπος στις συχνότητες 20 Hz, 100 Hz και 5000 Hz.

3.9 Το ύψος

Το ύψος συνδέεται άμεσα με την συχνότητα ενός ήχου, αλλά όχι γραμμικά. Αυτό σημαίνει ότι μπορεί η συχνότητα ενός ήχου να αυξάνεται, αλλά το ύψος του ήχου να μην αυξάνεται εξίσου. Ο άνθρωπος έχει ένα ευρύ ακουστικό φάσμα, αλλά η δυνατότητα του να εντοπίσει ακριβώς την συχνότητα ενός ήχου, είναι περιορισμένη. Έρευνες έδειξαν ότι η ανθρώπινη ακοή μπορεί να αντιληφθεί μέχρι και 280 διαφορετικές εντάσεις και 1400 διαφορετικά ύψη. Αυτό θεωρητικά αντιστοιχεί στο ότι υπάρχουν $280 * 1400 = 392.000$ συνδυασμοί ήχων, που βάσει αυτών των δεδομένων, θα έπρεπε όλοι να γίνονται αντιληπτοί από τον άνθρωπο. Στην πραγματικότητα όμως, αυτό που συμβαίνει είναι ότι ο άνθρωπος μπορεί να αντιληφθεί περίπου 7 βαθμούς ηχηρότητας και 7 βαθμούς ύψους, δηλαδή περίπου 49 διαφορετικούς συνδυασμούς ηχηρότητας και ύψους, πολύ μικρός αριθμός σε σχέση με αυτό που προέκυψε από τις μελέτες. Μάλιστα ο λόγος αυτής της απόκλισης είναι ότι οι έρευνες βασίστηκαν σε δοκιμές που έγιναν με δυο απλούς ήχους μιας συχνότητας που διαδέχονταν γρήγορα ο ένας τον άλλο...πολύ μακριά από την συνήθη πολυπλοκότητα των ήχων που μας περιτριγυρίζουν!!!

Ένα από τα πιο ενδιαφέροντα φαινόμενα όσον αφορά το τονικό ύψος ενός ήχου, είναι η **ηχητική επικάλυψη** (masking). Ας υποθέσουμε ότι έχουμε δύο ήχους, τον πρώτο με συχνότητα 100 Hz και τον δεύτερο με συχνότητα 110 Hz. Ο δεύτερος ήχος έχει ένταση μικρότερη κατά -10 dB. Αυτοί οι δύο ήχοι, αν ακουστούν ξεχωριστά θα γίνουν αντιληπτοί, αν όμως ακουστούν ταυτόχρονα, θα αντιληφθούμε μόνο τον έναν ήχο, και μάλιστα αυτόν με την μικρότερη συχνότητα. Ο ήχος δηλαδή με την μικρότερη συχνότητα θα «κρύψει» τον ήχο, που έχει μεγαλύτερη συχνότητα από αυτόν.

Αν όμως αρχίσουμε να αυξάνουμε την συχνότητα του δεύτερου ήχου σταδιακά, θα παρατηρήσουμε ότι όσο η συχνότητα μεγαλώνει, τόσο και ο ήχος θα αρχίζει να ξεχωρίζει και να γίνεται αντιληπτός από την ακοή μας. Αυτό το φαινόμενο ονομάζεται επικάλυψη και έχει άμεση εφαρμογή στην συμπίεση mp3. Στη συγκεκριμένη συμπίεση, οι ήχοι οι οποίοι εκ των προτέρων γνωρίζουμε ότι θα επικαλυφθούν από κάποιους άλλους, αποκόπτονται, με αποτέλεσμα να μειώνεται η συνολική χωρητικότητα ενός αρχείου ήχου.

Μια άλλη μορφή επικάλυψης, η οποία βασίζεται περισσότερο στην χρονική σχέση των δύο ήχων, παρά στη συχνοτική, είναι η χρονική επικάλυψη.

Παρουσιάζεται όταν ένας ήχος χαμηλής έντασης ακούγεται αμέσως μετά από έναν ήχο υψηλότερης από αυτόν έντασης. Στην περίπτωση αυτή, ο χαμηλός ήχος δεν γίνεται αντιληπτός από την ακοή. Το ίδιο μάλιστα ισχύει ακόμη και αν ο χαμηλός ήχος ακουστεί πρώτος και το δυνατότερος δεύτερος.

3.10 Η χροιά

Η χροιά ενός ήχου, είναι ένα υποκειμενικό χαρακτηριστικό, που συσχετίζεται με τον τρόπο που αντιλαμβανόμαστε τους σύνθετους ήχους. Είναι το βασικό εργαλείο για να μπορούμε να ξεχωρίζουμε τους ήχους μεταξύ τους, το ένα όργανο από το άλλο, και καθορίζεται από το πλήθος και την σχετική ένταση που έχουν οι αρμονικοί μεταξύ τους. Το αντικειμενικό χαρακτηριστικό με το οποίο θα μπορούσαμε να αντιστοιχίσουμε την χροιά, είναι το φάσμα.

Ο τρόπος όμως που αντιλαμβανόμαστε την χροιά ενός ήχου πολλές φορές δεν αντιστοιχεί απολύτως με την φασματική ανάλυση¹⁴ που μπορούν να μας δοθούν μέσω των πειραματικών μετρήσεων. Για παράδειγμα, ας υποθέσουμε ότι βρισκόμαστε σε μια αίθουσα συναυλιών, ο τρόπος που θα αντιληφθούμε τα όργανα τα οποία παίζουν πάνω στη σκηνή, θα εξαρτάται απόλυτα από την θέση στην οποία καθόμαστε, και άρα θα είναι μεταβαλλόμενη. Η φασματική τους όμως ανάλυση θα είναι παντού η ίδια! Είναι λοιπόν πολύ σημαντικό να γνωρίζει κανείς ότι παρόλο που οι φασματικές αναλύσεις μας δίνουν πολλά στοιχεία για έναν ήχο, η υποκειμενική χροιά του μας διαφεύγει...

¹⁴ Φασματική Ανάλυση. Η ανάλυση και ταυτοποίηση των συχνοτήτων που αποτελούν έναν ήχο.

4.1 Μουσική Βιομηχανία

Η παραγωγή μιας δισκογραφικής δουλειάς στη σύγχρονη Μουσική Βιομηχανία, αποτελεί μια συλλογική δουλειά πολλών προσώπων, που ο καθένας με τον τρόπο του, συνεισφέρει ώστε το αποτέλεσμα να φτάσει τελικά στα χέρια του ακροατή.



Η αρχή γίνεται από τον *Δημιουργό*, ο οποίος συλλαμβάνει το έργο και το υλοποιεί, οδηγώντας το σε μια αρχική μορφή. Χωρίς τη δημιουργικότητα, το συναίσθημα και την τεχνική του καλλιτέχνη, δεν μπορεί να υπάρξει μουσική.

Στην περίπτωση που ο Δημιουργός του έργου δεν είναι σε θέση, να ερμηνεύσει ο ίδιος, ή επιθυμεί ένα διαφορετικό ηχόχρωμα για τη μουσική του σύνθεση, τότε επιστρατεύονται διάφοροι μουσικοί, οι οποίοι αναλαμβάνουν την εκτέλεση του έργου, ακολουθώντας τις οδηγίες του δημιουργού.

Ο *Μουσικός Παραγωγός* έχει έναν πολύ σύνθετο αλλά και καθοριστικό ρόλο, στην υλοποίηση μιας δισκογραφικής δουλειάς. Είναι ο άνθρωπος ο οποίος γνωρίζει ποια στοιχεία θεωρούνται ‘εμπορικά’ ή μη στην Μουσική βιομηχανία, και με ποιον τρόπο μπορούν να αναδειχθούν μέσα από μια δισκογραφική δουλειά. Είναι ο συνδετικός κρίκος μεταξύ του δημιουργού και της δισκογραφικής εταιρίας. Ο Παραγωγός είναι υπεύθυνος απέναντι στην δισκογραφική εταιρία για την ολοκλήρωση μιας παραγωγής μέσα σε ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα, και τηρώντας τον προκαθορισμένο οικονομικό προϋπολογισμό που έχει θέσει η εταιρία.

Για τον Μουσικό Παραγωγό όσο σημαντική είναι η ποιότητα της μουσικής του καλλιτέχνη, άλλο τόσο είναι και η ανταπόκριση που θα βρει το έργο του από το καταναλωτικό κοινό. Πολλές φορές μάλιστα, η κρίση του μπορεί να επηρεάσει ακόμη και τη μορφή ενός έργου.

Όταν τελικά διαμορφωθεί και αποφασιστεί η τελική μορφή του έργου, ξεκινά η διαδικασία της ηχογράφησης. Μέσα σε ένα στούντιο, δημιουργός, μουσικοί και μουσικός παραγωγός υλοποιούν την μουσική σύνθεση. Ο *Ηχολήπτης* είναι ο άνθρωπος ο οποίος θα εκφράσει την καλλιτεχνική δημιουργία και ιδέα, μέσα από την διαδικασία της ηχογράφησης. Εκείνος καθορίζει πόσο καλή θα είναι η ηχογράφηση, πόσο καθαρός και άτοφος θα είναι ο παραγόμενος ήχος. Η δουλειά του είναι να τοποθετήσει τους μουσικούς σε μια σωστή θέση, να ρυθμίσει τα μικρόφωνα τους, να

θέσει τις εντάσεις και ισοροπίες μεταξύ των οργάνων και τελικά να ηχογραφήσει την μουσική δημιουργία στην ταινία ή στον υπολογιστή.

Πέρα από την ηχογράφηση των οργάνων σημαντικό ρόλο έχει και η μεταξύ τους μίξη. Στην διαδικασία της μίξης εκτός από τον ηχολήπτη μπορούν να συμμετάσχουν και ο δημιουργός ή ο παραγωγός. Η μίξη ουσιαστικά βοηθά ώστε να «τοποθετηθούν τα όργανα στον χώρο», δηλαδή να δοθεί στον ακροατή μια συγκεκριμένη αίσθηση στησίματος των οργάνων. Επίσης βελτιώνει



Εικόνα 30. Ηχολήπτης επί το έργον. SAE, <<http://www.saeuk.com/audio/>>

την αρχική ηχογράφηση, ή ακόμη αλλάζει τον παραγόμενο ήχο, με τη βοήθεια μηχανημάτων που βρίσκονται στο στούντιο για το σκοπό αυτό. Η μίξη δεν ακολουθεί κανόνες!! Απλά διαμορφώνεται ανάλογα με το είδος μουσικής, τα μηνύματα που θέλει να περάσει ο καλλιτέχνης και κυρίως την προσωπική του άποψη.

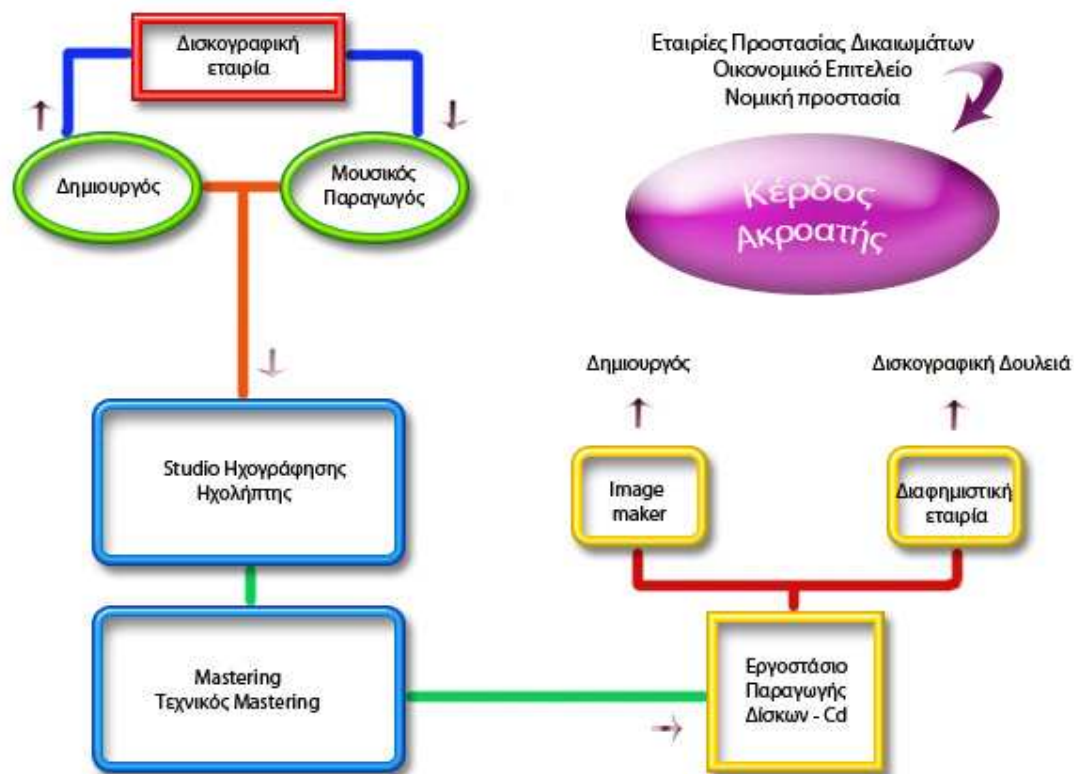
Σε μεγάλα στούντιο υπάρχουν συνήθως και οι βοηθοί ηχολήπτες. Ο ρόλος τους είναι κυρίως να τοποθετούν τα μικρόφωνα και τα ακουστικά κατά τη διάρκεια μιας ηχογράφησης, να χειρίζονται τα μηχανήματα και να κάνουν κάποιες βασικές ρυθμίσεις στη διαδικασία της μίξης. Ο ρόλος τους αυτός ισχυροποιήθηκε με την ύπαρξη ‘ανεξάρτητων’ ηχοληπτών. Οι ηχολήπτες αυτοί δεν ανήκουν σε κάποιο συγκεκριμένο στούντιο ηχογράφησης, απεναντίας οι υπηρεσίες τους ενοικιάζονται από τις δισκογραφικές εταιρίες, και χρησιμοποιούνται για συγκεκριμένες ηχογραφήσεις. Έτσι αφού δεν είναι μόνιμοι σε ένα στούντιο, είναι απαραίτητη η παρουσία ενός βοηθού ηχολήπτη, ο οποίος θα τους ‘ξεναγήσει’ στον τρόπο χειρισμού κάποιων μηχανημάτων.

Μετά την ηχογράφηση ακολουθεί η διαδικασία του Mastering. Το Mastering ουσιαστικά, διορθώνει κάποιες μικροατέλειες που δημιουργήθηκαν στον ήχο, κατά τη διάρκεια της ηχογράφησης. Ο **Τεχνικός mastering** είναι επίσης υπεύθυνος για την τελική σειρά με την οποία θα μπουν τα μουσικά κομμάτια, κάτω βέβαια από τις υποδείξεις του Μουσικού Παραγωγού. Έτσι δημιουργείται το τελικό υλικό, το οποίο και στέλνεται στο εργοστάσιο κατασκευής και ανατύπωσης δίσκων.

Για την εμπορική πορεία που θα ακολουθήσει από εκεί και πέρα μια δισκογραφική δουλειά, κυρίως υπεύθυνοι είναι η **Εταιρία διακίνησης** και ο **Image**

maker. Η εταιρία διακίνησης στέλνει τους δίσκους σε δισκοπωλεία, τηλεοπτικούς και ραδιοφωνικούς σταθμούς, διαφημίζοντας τους και προωθώντας τους. Από την άλλη ο Image maker έχει την ευθύνη να προωθήσει τον καλλιτέχνη και να φροντίσει για την αναγνωσιμότητα του από το κοινό, μέσα από συνεντεύξεις, φωτογραφήσεις και δημόσιες εμφανίσεις.

Μέσα στη Μουσική Βιομηχανία, έχοντας όμως έναν δευτερεύοντα ρόλο, ανήκουν και οι εταιρίες συναυλιών, οι οποίες φροντίζουν για την διοργάνωση συναυλιών που έχουν ως σκοπό την προώθηση των καλλιτεχνών και των δισκογραφικών τους δουλειών. Επίσης οι εταιρίες διαχείρισης και εκκαθάρισης πνευματικών δικαιωμάτων, όπως και κάθε είδους λογιστική και νομική υποστήριξη όλων των παραπάνω παραγόντων



Εικόνα 31. Η πορεία μιας δισκογραφικής δουλειάς, από τη στιγμή της σύλληψης έως τη στιγμή που φτάνει στα χέρια του ακροατή

4.2 Πνευματικά δικαιώματα και μουσική

Τα πνευματικά δικαιώματα είναι μια μορφή προστασίας που παρέχεται από τη νομοθεσία, σύμφωνα με την οποία προστατεύονται ο καλλιτέχνης και κάθε είδους ‘αυθεντικό έργο’. Με τα πνευματικά δικαιώματα προστατεύονται λογοτεχνικά έργα (όπως βιβλία, περιοδικά), μουσικές δημιουργίες (μουσικά κομμάτια, συλλογές), έργα τέχνης (πίνακες, γλυπτά) και κάθε είδους αυθεντική δημιουργική εργασία (όπως θεατρικά έργα, διαφημίσεις κ.α.)

Με τα πνευματικά δικαιώματα κατοχυρώνεται το αποκλειστικό δικαίωμα του δημιουργού επάνω στο έργο του, δηλαδή ορίζεται ως το μοναδικό άτομο που μπορεί να χρησιμοποιήσει, να αναπαράγει ή να αντιγράψει το έργο του. Κάθε άλλος που επιθυμεί να κάνει χρήση του έργου, χρειάζεται γραπτή έγκριση από τον ίδιο τον δημιουργό, και με αυτόν τον τρόπο συνήθως αποκτούν δικαιώματα οι εταιρίες ηχογράφησης, οι ραδιοσταθμοί ή και οι μουσικοί εκδότες.

Για να κατοχυρώσει όμως ο δημιουργός, την πνευματική ιδιοκτησία του έργου του, πρέπει απαραίτητα να το δημοσιεύσει. Για παράδειγμα μια μουσική σύνθεση για να κατοχυρωθεί, πρέπει να γίνει προσιτή στο κοινό, μέσω μιας δισκογραφικής δουλειάς, ή μιας δημόσιας εκτέλεσης στο ραδιόφωνο, στην τηλεόραση, ή σε συναυλία. Από τη στιγμή λοιπόν που το έργο κατοχυρώνεται, η πνευματική του ιδιοκτησία υφίσταται και για 70 ακόμη χρόνια, μετά το θάνατο του δημιουργού, ενώ μετά την παρέλευση αυτού του διαστήματος, το έργο καθίσταται ως ‘κοινό κτήμα’.

Ο νόμος μάλιστα είναι ιδιαίτερα αυστηρός, για όσους δεν σέβονται το πνευματικό έργο ενός δημιουργού, ορίζοντας ποινές που μπορούν να φτάσουν τα 10 χρόνια κάθειρξης, αλλά και υψηλές χρηματικές ποινές.

Αγοράζοντας λοιπόν ένα CD δεν γινόμαστε αυτόματα κύριοι των πνευματικών δικαιωμάτων ενός έργου. Απεναντίας έχουμε δικαίωμα μόνο για προσωπική χρήση, δηλαδή αναπαραγωγή, αντιγραφή και μεταφορά μόνο για εμάς προσωπικά.



**Η ΠΕΙΡΑΤΕΙΑ
ΣΚΟΤΩΝΕΙ
ΤΗ ΜΟΥΣΙΚΗ**

Εικόνα 32. Χαρακτηριστικό λογότυπο της εκστρατείας για την καταπολέμηση της μουσικής πειρατείας, IFPI.
<<http://www.ifpi.gr/mission/biracv3.htm>>

Μάλιστα το σύμβολο © (Copy Right) που εμφανίζεται πολλές φορές στο οπισθόφυλλο κάποιου έργου, με μια ονομασία ακριβώς δίπλα του, υποδεικνύει τον κάτοχο των πνευματικών δικαιωμάτων και ότι το συγκεκριμένο πνευματικό έργο είναι προστατευμένο.

Βάσει λοιπόν των πνευματικών δικαιωμάτων ακόμη και το ‘κατέβασμα’ τραγουδιών μέσω ιντερνετ θεωρείται παράνομο, ειδικά στην περίπτωση οπου ο ιστοχώρος που παρέχει τα μουσικά κομμάτια, δεν έχει συνδρομητική μορφή. Σε περίπτωση όμως που ο χρήστης κατεβάζει τα κομμάτια έναντι χρηματικού ποσού, μέρος των εσόδων του οποίου δίνεται στην δισκογραφική εταιρία ή στον καλλιτέχνη, τότε μόνο ο χρήστης είναι καλυμμένος νομικά.

4.3 Εταιρίες προστασίας πνευματικών δικαιωμάτων

Οι Εταιρίες προστασίας πνευματικών δικαιωμάτων, δημιουργήθηκαν με σκοπό να διαχειρίζονται τα δικαιώματα πολλών δημιουργών μαζί, έτσι ώστε να τους διευκολύνουν στο δύσκολο έργο, της προσωπικής τους διαχείρισης. Είναι οργανισμοί, που αντιπροσωπεύουν ένα σύνολο δημιουργών, προστατεύοντας την πνευματική τους ιδιοκτησία, επιτρέποντας ή απαγορεύοντας την χρήση των έργων τους, εισπράττοντας αντί για αυτούς τα δικαιώματα τους, αλλά και ασκώντας κάθε νόμιμο μέσο, για την προστασία των δικαιωμάτων τους, σε περίπτωση ‘μουσικής πειρατείας’ ή άλλης παράνομης χρήσης του έργου.

Στην Ελλάδα, η Εταιρία ΑΕΠΙ (Ανώνυμος Εταιρεία Πνευματικής Ιδιοκτησίας), προστατεύει τα πνευματικά δικαιώματα των συνθετών και στιχουργών, ενώ ταυτόχρονα αναλαμβάνει και τη διαχείριση των δικαιωμάτων αυτών. Για να γίνει κάποιος μέλος, αρκεί να υπογράψει ένα συμβόλαιο με την ΑΕΠΙ, με το οποίο θα δίνει εντολή για τη διαχείριση των δικαιωμάτων του από τρίτους. Ταυτόχρονα θα δηλώσει ενυπόγραφα, ποιο είναι το πνευματικό του έργο, και αν είναι εξ ‘ολοκλήρου δικό του, ή το μοιράζεται με κάποιον άλλο δημιουργό.

Από εκεί και πέρα, η ΑΕΠΙ ανά τακτά χρονικά διαστήματα (συνήθως ανά εξάμηνο), θα αποδίδει στον δημιουργό τα δικαιώματα του από την προβολή του έργου του, ενώ θα εξασφαλίζει αντί για αυτόν, την προστασία και την αρτιότητα της πνευματικής του ιδιοκτησίας.

5.1 Στούντιο ηχογράφησης

Το ‘πέραςμα’ του δημιουργού από το στούντιο ηχογράφησης, είναι ένα από τα πιο σημαντικά στάδια μιας μουσικής παραγωγής. Η ποιότητα κατασκευής ενός στούντιο, τα μηχανήματα που χρησιμοποιούνται, η συντήρησή τους, και κυρίως η σωστή χρήση τους από τον ηχολήπτη, επηρεάζουν αναμφίβολα το τελικό αποτέλεσμα μιας ηχογράφησης. Γι’ αυτό είναι καθοριστική η επιλογή του μέρους όπου θα ηχογραφηθεί μια δισκογραφική δουλειά.

Τα πρώτα στούντιο ηχογράφησης απείχαν πολύ από αυτό που ξέρουμε σήμερα. Πολλές φορές υστερούσαν σε ηχομόνωση, ηχητικά φράγματα, ακόμη και σε ηχεία. Σχεδιασμένα με τέτοιο τρόπο ώστε να μπορούν να ηχογραφούν ζωντανές και μόνο εκτελέσεις, οι ηχολήπτες συνήθως προτιμούσαν να ηχογραφούν μουσικούς και ερμηνευτές σε ομάδες, παρά να τους ξεχωρίζουν.

Με την εμφάνιση όμως της πολυκάναλης¹⁵ ηχογράφησης, έγινε εφικτό κάθε μέλος ενός μουσικού συνόλου να ηχογραφείται ξεχωριστά, ακόμη και σε διαφορετικούς χρόνους ή μέσα αποθήκευσης. Έτσι δόθηκε ιδιαίτερη έμφαση στην ηχομόνωση και στην προστασία των χώρων ηχογράφησης, ώστε να επιτυγχάνεται όσο γίνεται πιο καθαρός και αυτούσιος ήχος.

Τα πρώτα χρόνια των ηχογραφήσεων - δηλαδή από το 1960 και έπειτα - το μέσο το οποίο χρησιμοποιούνταν για την αποθήκευση του ήχου ήταν η μαγνητική ταινία. Με την εμφάνιση της ψηφιακής τεχνολογίας, η ταινία σταδιακά αντικαταστάθηκε από τους υπολογιστές και τα μηχανήματα ψηφιακής επεξεργασίας του ήχου. Παρόλα αυτά όμως, πολλοί ηχολήπτες προτιμούν ακόμη και σήμερα, τον αναλογικό τρόπο ηχογράφησης, πιστεύοντας ότι δίνει έναν πιο ζεστό και αυθεντικό ήχο, σε σχέση με το ψηφιακό σήμα, που παρέχει ένας υπολογιστής.



Εικόνα 33. Studio Omega (H.I.A.). SPARS, <<http://www.spars.com/public/pages/index.cfm?pageid=175>>

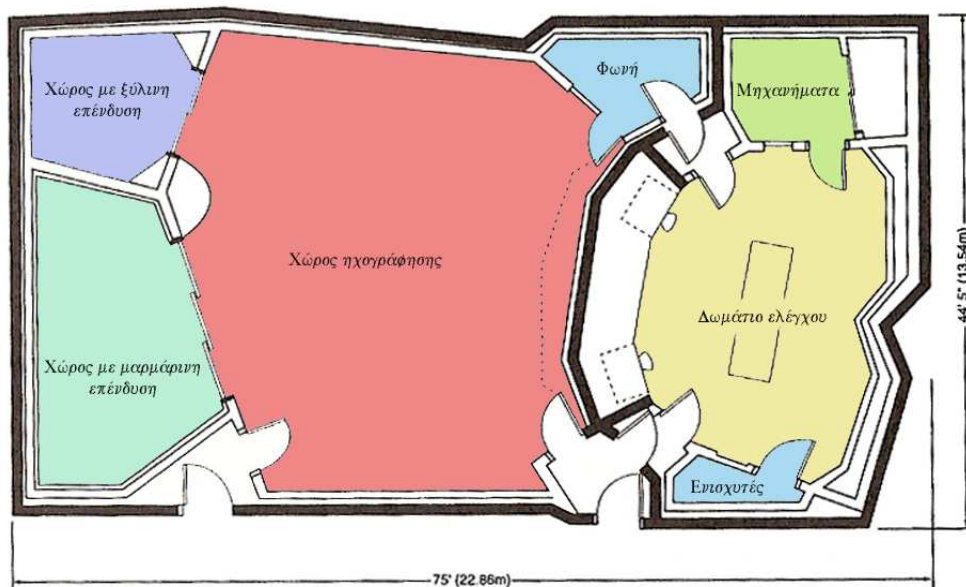
¹⁵ Πολυκάναλη ηχογράφηση. Ηχογράφηση κατά την οποία κάθε όργανο, ηχογραφείται - οδηγείται σε ξεχωριστό κανάλι στην κονσόλα του ήχου και υφίσταται ξεχωριστή επεξεργασία ανάλογα με τις ανάγκες που υπάρχουν. Το τελικό αποτέλεσμα αποτελεί συνδυασμός όλων των ανεξάρτητων καναλιών που έχουν ηχογραφηθεί.

5.2 Οι χώροι ενός στούντιο ηχογράφησης

Ένα στούντιο ηχογράφησης αποτελείται συνήθως από τρεις χώρους :

1. Από το χώρο ηχογράφησης, όπου εκεί στήνονται τα μικρόφωνα και οι μουσικοί, και παράγεται ο ήχος,
2. Από το δωμάτιο ελέγχου, όπου εκεί γίνεται η ηχογράφηση και η επεξεργασία του ήχου και τέλος
3. Από το δωμάτιο την μηχανημάτων, όπου εκεί είναι εγκατεστημένα, όλα τα μηχανήματα τα οποία είναι αρκετά θορυβώδη ώστε να μπορούν να επηρεάσουν το αποτέλεσμα της ηχογράφησης.

Σε κάποια στούντιο μάλιστα, μπορεί να υπάρχει και ένας ειδικός χώρος ο οποίος χρησιμοποιείται για ηχογράφηση φωνών και ένα ή περισσότερα δωμάτια ελέγχου, ανάλογα με τις ανάγκες που μπορεί να υπάρχουν.



Εικόνα 34. Κάτοψη ενός στούντιο ηχογράφησης. Παρατηρούμε ότι υπάρχουν και επιπλέον χώροι, που ανάλογα με την επένδυσή τους (ξύλο ή πέτρα) μας δίνουν πιο "ζεστό" ή πιο "στεγνό" ήχο. HUBER, D. & RUNSTEIN, R. (1997), σελ 6

Τα στούντιο συνήθως κατασκευάζονται σύμφωνα με τις αρχές της ακουστικής χώρου, έτσι ώστε ο ήχος ο οποίος παράγεται και ηχογραφείται, να είναι όσο γίνεται πιο καθαρός και αναλλοίωτος. Η μελέτη ενός χώρου παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην κατασκευή του. Με ειδικές μετρήσεις, οι Μηχανικοί Ήχου, μελετούν τη

συμπεριφορά του ήχου μέσα στο χώρο, και έτσι μπορούν να καθορίσουν πως πρέπει να γίνει η τελική κατασκευή του. Με ηχομονωτικά υλικά, και διαχυτές χώρου, φροντίζουν ώστε το στούντιο να προστατεύεται από εξωτερικούς παράγοντες και ο ήχος που παράγεται να διαχέεται ομοιόμορφα παντού, αλλά ταυτόχρονα να υπάρχει ισορροπία σε όλες τις συχνότητες, δηλαδή να μην ενισχύονται ή να αποκόπτονται συγκεκριμένες ομάδες συχνοτήτων.

5.3 Εξοπλισμός

Τα μηχανήματα που θα συναντήσει κανείς σε ένα στούντιο ηχογράφησης είναι :

- *Κονσόλα*
- *Πολυκάναλο μαγνητόφωνο*
- *Μικρόφωνα*
- *Ηχείο αναφοράς*

Επίσης κάποια περιφερειακά μηχανήματα που χρησιμοποιούνται είναι :

- *Υπολογιστής, για την ψηφιακή επεξεργασία του ήχου*
- *Συγχρονιστές, synthesizers και πλήκτρα*
- *Compressors, equalizers, reverbs*

Ιδιαίτερα για τα περιφερειακά μηχανήματα, θα αναφερθούμε εκτενώς σε επόμενα κεφάλαια αυτού εδώ του βιβλίου.

5.4 Η Αναλογική Κονσόλα

Η κονσόλα, ή αλλιώς μείκτης, δέχεται στις εισόδους της, την έξοδο όλων των ηχητικών πηγών που βρίσκονται σε ένα στούντιο. Μια από τις αρμοδιότητες του ηχολήπτη, είναι να οδηγήσει την έξοδο κάθε οργάνου, στην είσοδο ενός καναλιού της κονσόλας, έτσι ώστε να έχει τον απόλυτο έλεγχο. Μετά αφού «μιξάρει» τον ήχο τους, ο ηχολήπτης είναι πια σε θέση να τον αποδώσει σε δύο κανάλια που ονομάζονται **Master** (στερεοφωνική ηχογράφηση), το δεξί (Right) και το αριστερό (Left).



Εικόνα 35. Κονσόλα 928, της εταιρίας Studer, κατάλληλη για στούντιο ηχογράφησης, συναυλίες και μεγάλες ηχητικές παραγωγές. STUDER, < <http://www.studer.ch/index.aspx?>>

Υπάρχουν διαφόρων ειδών κονσόλες, στις οποίες ο κάθε κατασκευαστής επικεντρώνεται σε συγκεκριμένα χαρακτηριστικά, ανάλογα με τον σκοπό χρήσης τους. Για παράδειγμα μια κονσόλα σε ένα στούντιο ηχογράφησης (Εικόνα 34) , μπορεί να έχει πολλά κανάλια, και περισσότερα ή πολυπλοκότερα ρυθμιστικά, σε αντίθεση με μια κονσόλα ραδιοφωνικού σταθμού (Εικόνα 35), η οποία συνήθως είναι μικρή και απλή σε χρήση. Πάντως ο τρόπος λειτουργίας μιας αναλογικής κονσόλας είναι πανομοιότυπος, όσο περίπλοκη και αν φαίνεται. Παρακάτω θα εξετάσουμε πως λειτουργεί μια κονσόλα αναλυτικά.



Εικόνα 36. Κονσόλες On Air 500 (αριστερά) και On Air 3000 (δεξιά), της εταιρίας Studer, κατάλληλες για ραδιοφωνικές και τηλεοπτικές παραγωγές. STUDER, < <http://www.studer.ch/index.aspx?>>

Το διπλανό σχήμα (Εικόνα 36) παρουσιάζει ένα κανάλι μιας απλής αναλογικής κονσόλας. Πάνω σε αυτό βλέπουμε ότι υπάρχουν διαφόρων ειδών ρυθμίσεις. Αναλυτικά έχουμε :

➤ Το **Gain**¹⁶ καθορίζει την ευαισθησία του κάθε καναλιού. Για να λειτουργήσει όσο το δυνατόν καλύτερα η κονσόλα, πρέπει ο ήχος που φτάνει στην είσοδο της να έχει την σωστή ένταση, έτσι ώστε ούτε να είναι πολύ χαμηλός, αλλά ούτε και πολύ δυνατός ώστε να παραμορφώνει. Ένα κόκκινο λαμπάκι, το οποίο βρίσκεται συνήθως σε όλες τις κονσόλες, μας προειδοποιεί τότε ο ήχος που περνάει από το συγκεκριμένο κανάλι, παραμορφώνει, οπότε και πρέπει να μειώσουμε το Gain.

➤ Οι **ισοσταθμιστές** ή αλλιώς **equalizers** δίνουν την δυνατότητα στον ηχολήπτη να ελέγξει τις συχνότητες του ήχου. Συνήθως υπάρχουν 3 ή 4 ρυθμιστικά στην κονσόλα, τα οποία ενισχύουν ή αποκόπτουν κάποιες συχνότητες, ανάλογα με την ομάδα συχνοτήτων που θέλουμε να 'πειράξουμε', τις υψηλές, τις μεσαίες ή τις χαμηλές. Για παράδειγμα, η ενίσχυση των υψηλών συχνοτήτων, δημιουργεί έναν ήχο διακριτικότερο και διαυγέστερο.

Στο διπλανό παράδειγμα, η κονσόλα μας επιτρέπει να πειράξουμε τρεις συχνοτικές ομάδες : τις υψηλές, τις μεσαίες και τις χαμηλές συχνοότητες. Με το ασημένιο ρυθμιστικό επιλέγουμε τη συχνότητα, ενώ με το μπλε, επιλέγουμε πόσο (σε dB) θα ενισχύσουμε ή θα αποκόψουμε την επιλεγμένη συχνότητα. Για λόγους ασφαλείας, συνήθως υπάρχει και ένα κουμπί με την ονομασία EQ, που ενεργοποιεί ή απενεργοποιεί τα ρυθμιστικά αυτά.

➤ Το **AUX** (**Auxiliary**¹⁷) δίνει τη δυνατότητα στον ηχολήπτη να πάρει ένα μέρος του ήχου, (χωρίς να αλλάξει ο πηγαίος ήχος) να το στείλει σε ένα άλλο κανάλι, και να το επεξεργαστεί ξεχωριστά από τα άλλα σήματα. Χρησιμοποιείται κυρίως για τη δημιουργία εφφέ. Στην περίπτωση αυτή το σήμα μέσω του Auxiliary στέλνεται σε μια συσκευή παραγωγής εφφέ, και το αποτέλεσμα επιστρέφει στον μίκτη, όπου και μιξάρεται με τον αυθεντικό ήχο. Στην συγκεκριμένη κονσόλα ,έχουμε τη δυνατότητα



Εικόνα 37

¹⁶ Gain. Η σημασία της λέξης είναι : όφελος

¹⁷ Auxiliary. Η σημασία της λέξης είναι : βοηθητικός

να στείλουμε το σήμα μας μέσω 4 διαφορετικών AUX καναλιών. Το ασημένιο ρυθμιστικό, ρυθμίζει την ένταση που θα έχει ο ήχος, μόλις φύγει από το Auxiliary και πάει σε κάποιο άλλο κανάλι ή συσκευή. Το κουμπί PRE έχει την εξής λειτουργία. Όταν είναι πατημένο, ο ήχος φεύγει από το Auxiliary χωρίς να επηρεάζεται από την θέση του Fader πάνω στην φέτα (συνήθως χρησιμοποιούμε αυτή την επιλογή, όταν θέλουμε να στείλουμε ήχο στα ακουστικά των μουσικών, που ηχογραφούν εκείνη τη στιγμή). Απεναντίας όταν το PRE δεν είναι πατημένο, τότε το ποσοστό του ήχου είναι εξαρτώμενο και αλλάζει αναλογικά με τη θέση του Fader.

➤ Το **PAN** προέρχεται από τη λέξη panorama, και καθορίζει πόσο προς τα δεξιά ή προς τα αριστερά θα ακούγεται ο ήχος κάθε καναλιού. Ορίζει την στερεοφωνία του ήχου.

➤ Το κουμπί **MUTE**¹⁸ επιτρέπει στον ηχολήπτη να απενεργοποιεί το συγκεκριμένο κανάλι, στην περίπτωση που δεν θέλει να το ακούει, μαζί με όλα τα άλλα. Πολλές φορές υπάρχει και το κουμπί **SOLO** το οποίο έχει την ακριβώς αντίθετη λειτουργία, δηλαδή απενεργοποιεί όλα τα άλλα κανάλια, ώστε να ακούγεται μόνο το κανάλι, στο οποίο είναι ενεργοποιημένο το SOLO. Αν μάλιστα θέλουμε να απενεργοποιήσουμε προσωρινά ομάδα καναλιών, απλά επιλέγουμε σε ποια ομάδα θέλουμε να κατατάξουμε το συγκεκριμένο κανάλι (στην προκειμένη περίπτωση ανάμεσα στις ομάδες 1, 2, 3, ή 4) και όταν πατήσουμε το αντίστοιχο mute group στις κεντρικές ρυθμίσεις της κονσόλες απενεργοποιείται όλη η ομάδα.

➤ Τέλος το **Fader** είναι ένα συρόμενο ποτενσιόμετρο που καθορίζει την ένταση του καναλιού.

Όλα τα κανάλια, καταλήγουν σε μια τελική έξοδο, που ονομάζεται master group, όπου εκεί ρυθμίζεται η τελική ένταση που θα έχει το μιξαρισμένο πινακίδα μας.

Όλα τα κανάλια ενωμένα, συνθέτουν μια απλή 8-κάναλη κονσόλα. Γνωρίζοντας τη λειτουργία του ενός καναλιού, μπορεί κανείς εύκολα να χειριστεί μια κονσόλα, όσο περίπλοκη



Εικόνα 38

¹⁸ Mute. Η σημασία της λέξης είναι : ήχος.

και αν φαίνεται (Εικόνα 37).

5.5 Μικρόφωνα

Η διαδικασία της ηχογράφησης βασίζεται κατά κύριο λόγο στη μετατροπή ενέργειας από τη μορφή στην άλλη. Ο ήχος, ως ακουστική ενέργεια, μετατρέπεται σε ηλεκτρική ενέργεια, έτσι ώστε να μπορούμε να τον επεξεργαστούμε καλύτερα. Σε αυτή τη μορφή, μπορούμε να τον ενισχύσουμε, να τον επεξεργαστούμε ή ακόμη και να τον μετατρέψουμε σε μια ψηφιακή μορφή. Μπορούμε επίσης και να τον μετατρέψουμε σε μια άλλη μορφής ενέργεια, την μαγνητική, έτσι ώστε να τον αποθηκεύσουμε σε κάποιο μαγνητικό μέσο.



Το ρόλο λοιπόν της μετατροπής από την μια μορφή ενέργειας στην άλλη, τον αναλαμβάνουν διάφοροι μετατροπείς, στην κατηγορία των οποίων ανήκουν τα μικρόφωνα, τα μεγάφωνα, ακόμη και οι κεφαλές ενός μαγνητοφώνου. Το μικρόφωνο λοιπόν έχει το ρόλο να μετατρέπει την ακουστική ενέργεια ενός ήχου, σε ηλεκτρική ενέργεια.

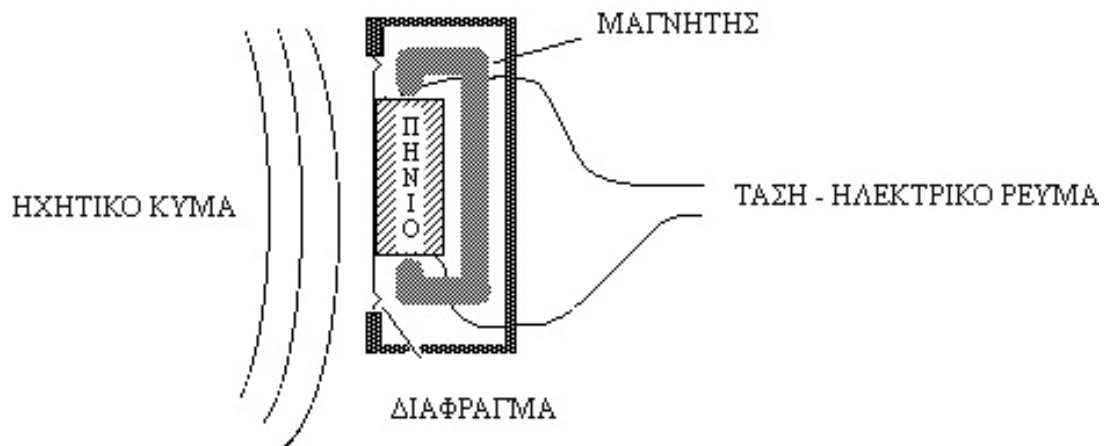
Η σωστή επιλογή του μικροφώνου, αλλά και ο τρόπος που θα τοποθετηθεί, αποτελεί ένα πολύ σημαντικό κριτήριο, για το αν η ηχογράφηση θα είναι καλή ή όχι. Ανάλογα με τον τρόπο κατασκευής τους, τα μικρόφωνα διακρίνονται σε διάφορες κατηγορίες, οι πιο γνωστές εκ των οποίων είναι τα **πυκνωτικά** (condenser), τα **δυναμικά** (dynamic) και τα **μικρόφωνα ταινίας** (ribbon).

5.5.1. Είδη μικροφώνων

Τα δυναμικά μικρόφωνα είναι γνωστά και σαν μικρόφωνα κινητού πεδίου. Αποτελούνται από ένα πηνίο, το πιο βρίσκεται προσαρμοσμένο πάνω στο διάφραγμα του μικροφώνου και ανάμεσα στους πόλους ενός μαγνήτη. Ο μαγνήτης δημιουργεί ένα σταθερό μαγνητικό πεδίο. Καθώς τα ηχητικά κύματα πέφτουν πάνω στο διάφραγμα, το πηνίο αρχίζει να κινείται, με αποτέλεσμα να εμφανιστεί ηλεκτρικό

ρεύμα, το οποίο βρίσκεται σε αντιστοιχία με τα ηχητικά κύματα που δέχεται το μικρόφωνο.

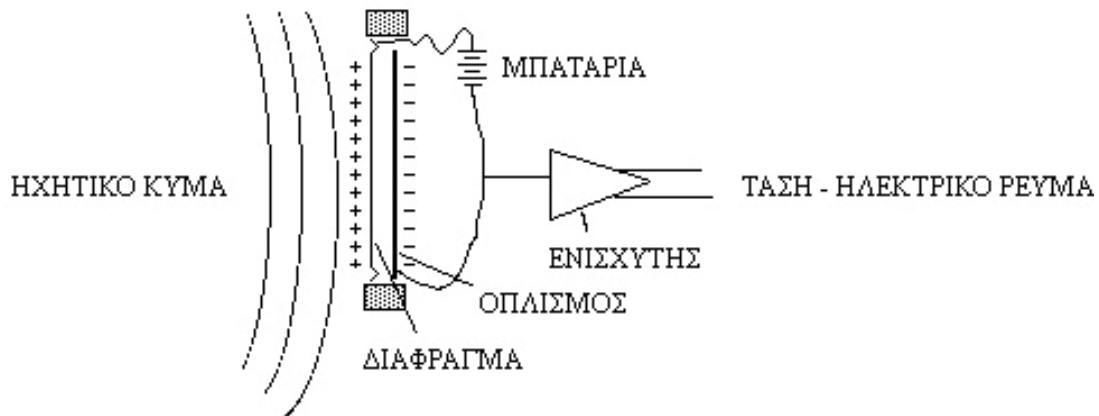
Τα δυναμικά μικρόφωνα (Εικόνα 38) είναι πολύ ανθεκτικά ! Χρησιμοποιούνται ειδικά σε περιπτώσεις όπου ο ήχος είναι αρκετά δυνατός, χωρίς να κινδυνεύουν να πάθουν ζημιά, όπως είναι οι ζωντανές ηχογραφήσεις ή οι ηχογραφήσεις σε εξωτερικούς χώρους. Δεν παύουν όμως να χρησιμοποιούνται και σε ηχογραφήσεις studio.



Εικόνα 39. Η δομή ενός δυναμικού μικροφώνου.
HYPERPHYSICS, <<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/hph.html>>

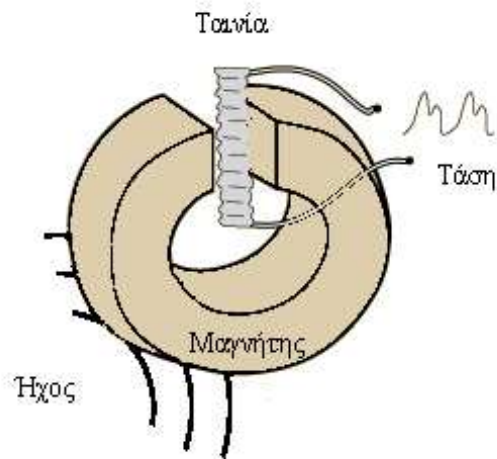
Σε αντίθεση με τα δυναμικά μικρόφωνα, τα πυκνωτικά μικρόφωνα, είναι υπερευαίσθητα στους ήχους. Χρησιμοποιούνται συνήθως για ηχογράφιση φωνής και για ήχους χαμηλής έντασης.

Ένα πυκνωτικό μικρόφωνο (Εικόνα 39) έχει την εξής δομή : η ‘κεφαλή’ του αποτελείται από δύο λεπτές μεταλλικές πλάκες (οπλισμός) , οι οποίες βρίσκονται σε πολύ μικρή απόσταση μεταξύ τους. Η μια είναι σταθερή, ενώ η άλλη κινείται, δημιουργώντας κατά αυτό τον τρόπο έναν πυκνωτή, ευαίσθητο στις αλλαγές της πίεσης των ηχητικών κυμάτων. Η αλλαγή στην απόσταση μεταξύ των δύο πλακών λόγω την ηχητικών κυμάτων που προσκρούουν στην κινητή πλάκα, προκαλεί αλλαγή της χωρητικότητας του πυκνωτή , και κατά συνέπεια μεταβολή της τάσης του ρεύματος στο κύκλωμα. Επειδή αυτή η τάση είναι πολύ χαμηλή, στην περίπτωση των πυκνωτικών μικροφώνων, απαιτείται ενίσχυση του σήματος, η οποία συνήθως δίνεται απευθείας από την κονσόλα και ονομάζεται phantom power (εξωτερική τροφοδοτική τάση) και συμβολίζεται ως (+48 V) .



Εικόνα 40. Η δομή ενός πυκνωτικού μικροφώνου.
HYPERPHYSICS, <<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/hph.html>>

Τα πυκνωτικά και δυναμικά μικρόφωνα, είναι τα πιο διαδεδομένα. Υπάρχουν όμως και άλλες κατηγορίες μικροφώνων, όπως είναι τα μικρόφωνα ταινίας (Εικόνα 40). Αυτά αποτελούνται από μια λεπτή αγωγική πλάκα, η οποία βρίσκεται τοποθετημένη κάθετα και ανάμεσα στους πόλους ενός μαγνήτη. Το ηχητικό κύμα, προσκρούει πάνω στην πλάκα, κάνοντας την να κινηθεί, και αλλάζοντας κατά αυτό τον τρόπο το μαγνητικό πεδίο. Έτσι δημιουργείται μια μεταβολή στην τάση στα άκρα της πλάκας, η οποία είναι ανάλογη με το πλάτος και τη συχνότητα του ηχητικού κύματος. Με ενίσχυση αυτής της τάσης, έχουμε την καταγραφή του ηχητικού κύματος.



Εικόνα 41. HYPERPHYSICS,
<<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/hph.html>>

Πέρα όμως από τον τρόπο κατασκευής ενός μικροφώνου, υπάρχουν και άλλα χαρακτηριστικά, τα οποία διακρίνουν τα μικρόφωνα σε διάφορες κατηγορίες.

5.5.2. Χαρακτηριστικά μικροφώνων

Για να μπορούν όμως οι τεχνικοί ήχου, να καταλάβουν ποιο μικρόφωνο είναι κατάλληλο για κάθε ηχογράφηση, ή για να είναι σε θέση να συγκρίνουν τα μικρόφωνα μεταξύ τους, υπάρχουν κάποια βασικά χαρακτηριστικά των μικροφώνων, τα οποία προσδιορίζουν τον τρόπο συμπεριφοράς τους. Με συγκεκριμένες μετρήσεις, που γίνεται μέσα σε ειδικούς θαλάμους – ανηχοϊκούς¹⁹ - ορίζονται αριθμητικά αλλά και γραφικά τα χαρακτηριστικά του κάθε μικροφώνου. Μερικά βασικά χαρακτηριστικά είναι τα παρακάτω :



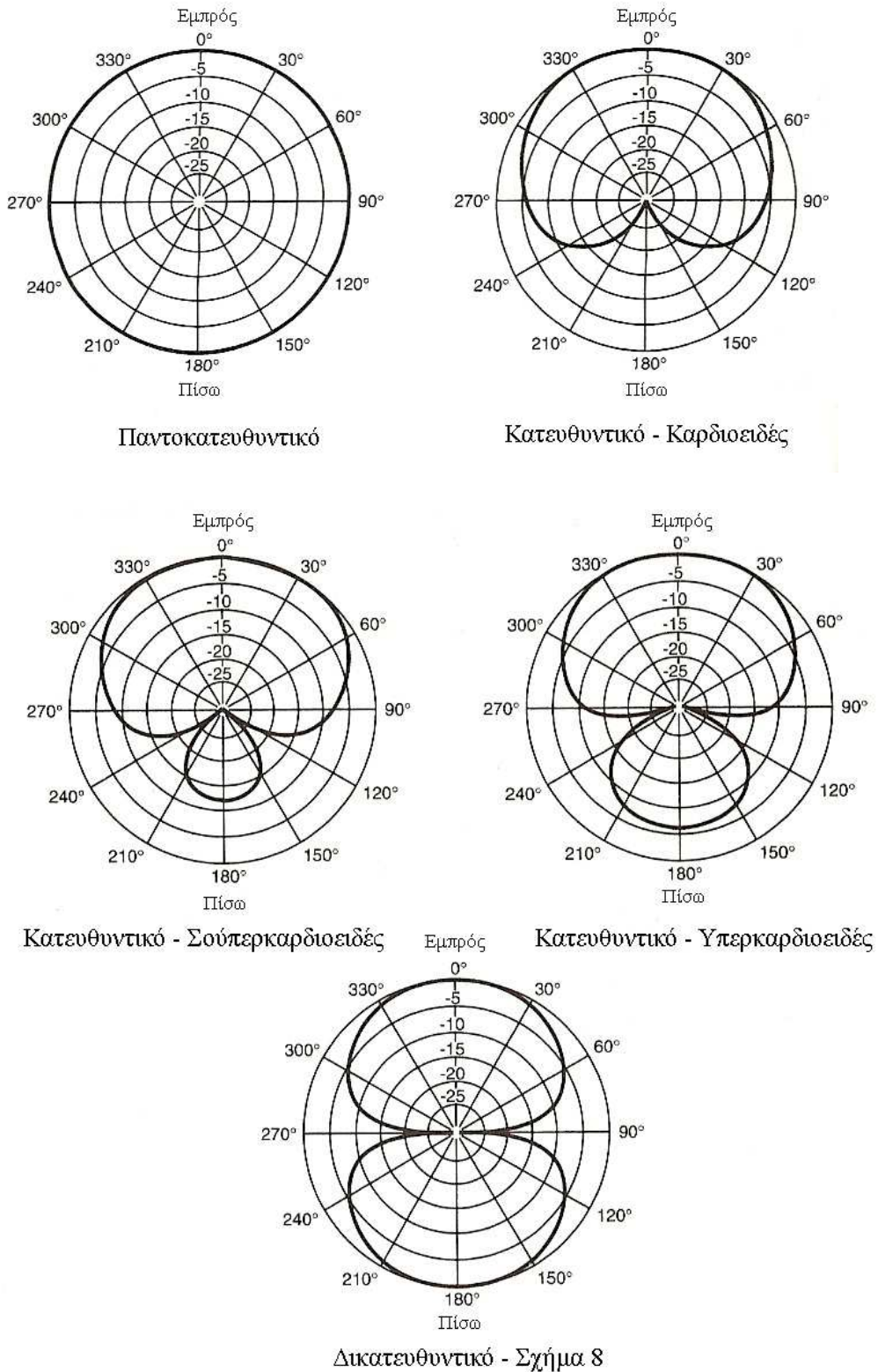
Εικόνα 42. Ανηχοϊκός θάλαμος.
WIKIPEDIA,
<http://en.wikipedia.org/wiki/Anechoic_chamber>

- Η **κατευθυντικότητα** του μικροφώνου. Ουσιαστικά περιγράφει τον τρόπο με τον οποίο το μικρόφωνο ‘ακούει’ μέσα στο χώρο. Ανάλογα με την διεύθυνση απ’ όπου προέρχεται ο ήχος, το μικρόφωνο καταγράφει ήχο μικρότερης ή υψηλότερης έντασης. Οι πληροφορίες που συσχετίζονται με την κατευθυντικότητα του μικροφώνου, δίνονται μέσα από μια ειδική κατηγορία διαγραμμάτων, που ονομάζονται **πολικά διαγράμματα**.

Ένα πολικό διάγραμμα προκύπτει, αν τοποθετήσουμε στο κέντρο ενός δωματίου ένα μικρόφωνο, και το ηχοβολίσουμε από διάφορες γωνίες με ήχο ίδιας συχνότητας και έντασης. Θεωρώντας ότι στις 0 μοίρες, ο ήχος που λαμβάνεται είναι 1 dB (που είναι και η μεγαλύτερη δυνατή τιμή), βλέπουμε τι μέρος αυτής της έντασης μπορεί να λάβει και στις άλλες γύρω του γωνίες.

Ανάλογα με το πολικό του διάγραμμα, τα μικρόφωνα χωρίζονται σε παντοκατευθυντικά, κατευθυντικά και δικατευθυντικά. Στην Εικόνα 42 βλέπουμε μερικά πολικά διαγράμματα μικροφώνων.

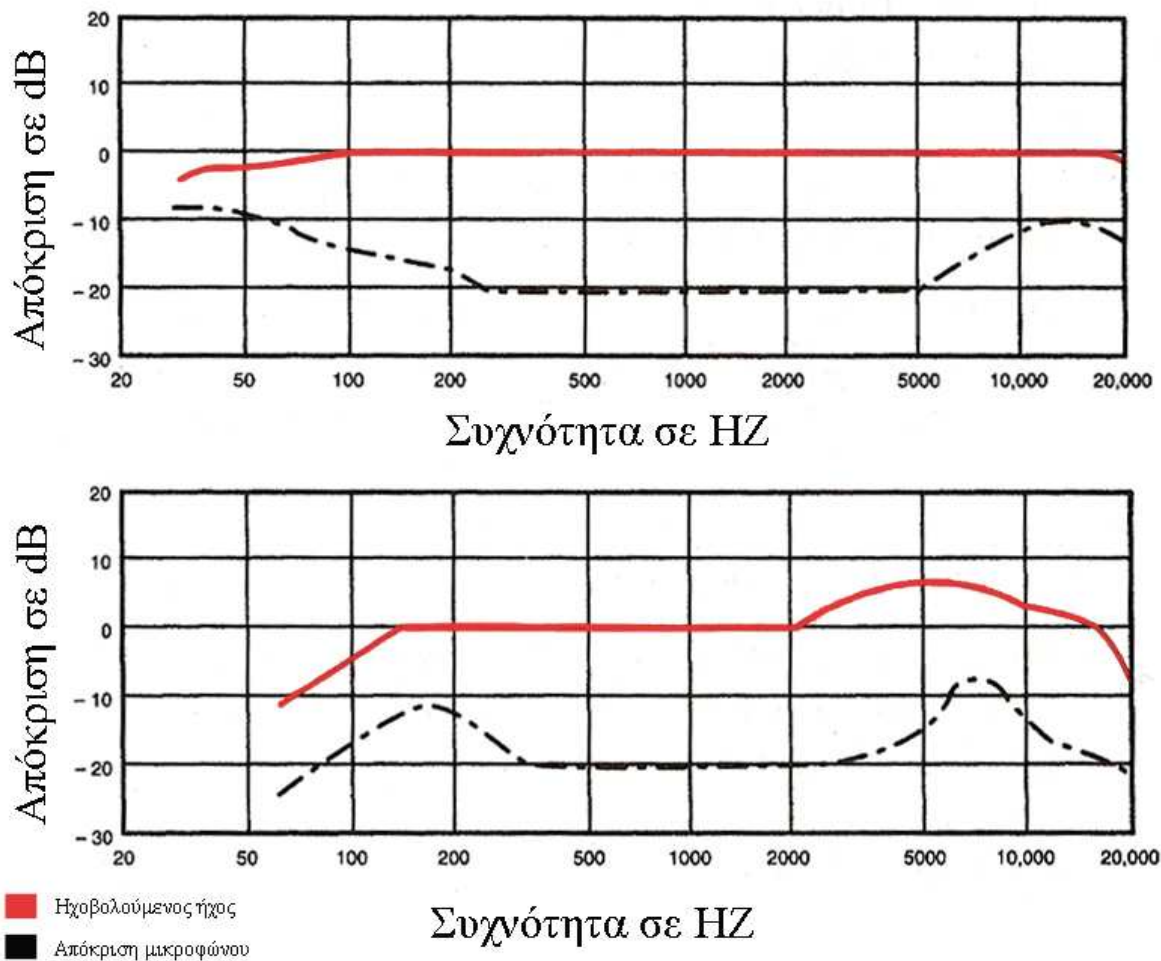
¹⁹ Ανηχοϊκός Θάλαμος. Είναι ένας θάλαμος, ειδικά κατασκευασμένος, ώστε να μην εμφανίζεται θόρυβος περιβάλλοντος.



Εικόνα 43. Κατηγορίες μικροφώνων σύμφωνα με το πολικό τους διάγραμμα.
 HUBER, D. & RUNSTEIN, R. (1997). Σελ. 100, 101

Η μορφή του πολικού διαγράμματος ενός μικροφώνου είναι ιδιαίτερα σημαντική και καθορίζει τον τρόπο με τον οποίο θα στήσουμε το μικρόφωνο μας κατά τη διάρκεια μιας ηχογράφησης, εκμεταλλευόμενοι τα πλεονεκτήματα ή και τα μειονεκτήματα που έχει η κατευθυντικότητα του.

- Η **ανταπόκριση** συχνότητας (Σχήμα 1). Καθορίζει τη συμπεριφορά ενός μικροφώνου σε συγκεκριμένες συχνότητες. Όπως το ανθρώπινο αυτί δεν αντιλαμβάνεται με τον ίδιο τρόπο όλους τους ήχους γύρω του (και μάλιστα δεν είναι σε θέση να αντιλαμβάνεται ήχους που βρίσκονται έξω από το ακουστικό του πεδίο), κατά τον ίδιο τρόπο το μικρόφωνο αντιλαμβάνεται με διαφορετικό τρόπο τις συχνότητες που εκπέμπονται. Έτσι ηχοβολώντας ένα μικρόφωνο, με ένα σταθερό σε ένταση ήχο, αλλά μεταβαλλόμενης συχνότητας (συνήθως μεταξύ 20 – 20000 Hz), που βρίσκεται πάνω στον άξονα των 0 μοιρών, μπορούμε να δούμε πως συμπεριφέρεται το μικρόφωνο, αν δηλαδή ενισχύει ή αποκόπτει κάποιες ομάδες συχνοτήτων. Είναι ένα πολύ σημαντικό χαρακτηριστικό ενός μικροφώνου, διότι από



Σχήμα 1. Απόκριση Συχνότητας
HUBER, D. & RUNSTEIN, R. (1997). Σελ. 103

κατασκευής το μικρόφωνο μπορεί να ανταποκρίνεται το ίδιο σε όλες τις συχνότητες, χωρίς να τις επηρεάζει (το οποίο και είναι ότι καλύτερο για μια ηχογράφιση) ή αντιθέτως να μεταβάλλει το τελικό αποτέλεσμα της ηχογράφησης, επηρεάζοντας συγκεκριμένες συχνοτικές περιοχές. Ένα διάγραμμα που περιγράφει την ανταπόκριση συχνότητας ενός μικροφώνου έχει την εξής μορφή :

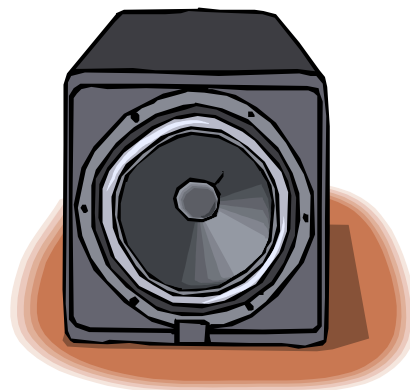
5.5.3 Η τοποθέτηση ενός μικροφώνου

Η τοποθέτηση ενός μικροφώνου παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στο τελικό αποτέλεσμα μιας ηχογράφησης. Ανάλογα με το όργανο το οποίο θέλουμε να ηχογραφήσουμε, φροντίζουμε ώστε το μικρόφωνο μας να βρίσκεται σε θέση τέτοια, ώστε να ‘πιάνει’ τον καλύτερο δυνατό ήχο. Εκμεταλλευόμαστε βέβαια και τον ήχο του οργάνου, προσπαθώντας να αναδείξουμε τα θετικά σημεία (π.χ. τον ζεστό ήχο που βγάζει ένα έγχορδο) και να αποκρύψουμε τα αρνητικά (π.χ. την αναπνοή του μουσικού, όταν παίζει φλάουτο !).

Για το λόγο αυτό, υπάρχουν να μεν κάποιοι βασικοί κανόνες που μπορούν να μας βοηθήσουν στις πρώτες μας ηχογραφήσεις , αλλά μόνο ο συνεχής πειραματισμός και η αλλαγή θέσεων ενός μικροφώνου, είναι ο καλύτερος τρόπος για να μάθουμε να ηχογραφήσουμε σωστά ένα όργανο !

5.6 Μεγάφωνα αναφοράς

Το μεγάφωνο είναι ίσως και το πιο σημαντικό στοιχείο ενός studio. Η σωστή επιλογή του – και χρήση του – εξασφαλίζει κατά ένα μέρος και το σωστό αποτέλεσμα της ηχογράφησης. Οι ηχολήπτες προτιμούν συνήθως μεγάφωνα, τα οποία είτε δεν επηρεάζουν καθόλου τον ήχο (δεν ενισχύουν ή δεν αποκόπτουν κάποιες συχνότητες), είτε προτιμούν να δουλεύουν με συγκεκριμένα μεγάφωνα, για τα οποία γνωρίζουν ακριβώς τη συμπεριφορά τους μέσα στο χώρο. Μάλιστα δεν είναι λίγες οι φορές, που αν και νέα μοντέλα μεγαφώνων κατασκευάζονται, με πολύ περισσότερες



δυνατότητες, εκείνοι συνεχίζουν να διατηρούν τα παλαιά μεγάφωνα τους στην ίδια θέση...

Η σπουδαιότητα του μεγάφωνου αναφοράς έγκειται στο γεγονός ότι ο μόνος τρόπος για να ακούσει κάποιος το αποτέλεσμα της ηχογράφησης είναι μόνο μέσω αυτού. Τα περισσότερα μεγάφωνα οικιακής χρήσης, συνήθως “χρωματίζουν” τον ήχο, επηρεάζοντας μερικές συχνότητες. Τα μεγάφωνα όμως αναφοράς προσπαθούν να είναι όσο γίνεται πιο αντικειμενικά. Έτσι ο ηχολήπτης γνωρίζοντας το πραγματικά αποτέλεσμα της ηχογράφησης, μπορεί να διορθώσει τα ενδεχόμενα λάθη και να βελτιώσει τον τελικό ήχο. Την ίδια βέβαια σημασία έχουν τα μεγάφωνα αναφοράς και στην διαδικασία του mastering.

Το μεγάφωνο αποτελεί και αυτό ένας μετατροπέας, που μετατρέπει την ηλεκτρική ενέργεια σε ήχο, εκτελώντας την αντίστροφη διαδικασία, απ' ότι το μικρόφωνο. Η λειτουργία του μεγαφώνου βασίζεται εξίσου στις αρχές του ηλεκτρομαγνητισμού. Όπως όμως και στα μικρόφωνα, έτσι και εδώ, υπάρχουν διάφορες κατηγορίες μεγαφώνων που διαφέρουν μεταξύ τους ανάλογα με τον τρόπο κατασκευής : τα δυναμικά, τα μεγάφωνα ταινίας και τα ηλεκτροστατικά. Τα πιο συνηθισμένα πάντως είναι τα δυναμικά μεγάφωνα, στα οποία θα αναφερθούμε αμέσως.

Το δυναμικό μεγάφωνο αποτελείται από δυο μαγνήτες. Ο πρώτος είναι σταθερός, και δημιουργεί γύρω του ένα σταθερό μαγνητικό πεδίο. Ο δεύτερος, έχει τη δυνατότητα να κινείται μέσα στο μαγνητικό πεδίο του άλλου, και είναι ηλεκτρομαγνήτης. Δηλαδή αποτελείται από ένα πηνίο, το οποίο κάθε φορά που διαρρέεται από ηλεκτρικό ρεύμα, δημιουργεί γύρω του ένα μαγνητικό πεδίο. Όταν το ρεύμα είναι συνεχές, το πεδίο είναι σταθερό (οι πόλοι του μαγνήτη δεν αλλάζουν), όταν όμως το ρεύμα είναι εναλλασσόμενο, το πεδίο αλλάζει σύμφωνα με την φορά του ρεύματος (παράλληλα εναλλάσσονται και οι πόλοι του μαγνήτη). Πάνω στον ηλεκτρομαγνήτη είναι στερεωμένος ένας κώνος.

Το μεγάφωνο βασίζεται ουσιαστικά στην κύρια αρχή του μαγνητισμού, η οποία ορίζει ότι τα ομώνυμα απωθούνται και τα ετερόνυμα έλκονται. Καθώς το εναλλασσόμενο ηλεκτρικό ρεύμα, περνά μέσα από το πηνίο, ο ηλεκτρομαγνήτης επιδρά με τον σταθερό μαγνήτη. Άλλες φορές απωθείται, άλλες φορές έλκεται, μια κατάσταση που εξαρτάται από την φορά του ρεύματος. Κατά αυτό τον τρόπο ο κώνος που βρίσκεται εφραπτόμενος κινείται, πιέζοντας τον αέρα, και έτσι δημιουργείται ο ήχος. Ανάλογα με την συχνότητα του εναλλασσόμενου ρεύματος που διαρρέει το πηνίο, έχουμε και μια αντίστοιχη συχνότητα του ήχου που παράγεται.

Η κατασκευή ενός μεγαφώνου, και συγκεκριμένα το μέγεθος του κώνου, προσδιορίζουν το φάσμα των συχνοτήτων που μπορεί να αναπαράγει ένα μεγάφωνο. Για το λόγο αυτό υπάρχουν τρεις βασικές κατηγορίες μεγαφώνων :

- Τα *tweeters*, τα οποία έχουν μικρό κώνο και αναπαράγουν υψηλές συχνότητες, άνω των 1.5 kHz
- Τα *μεσαίαις συχνότητας μεγάφωνα* ή γνωστά ως squawkers (από την αγγλική λέξη *squawk* που σημαίνει κρώξιμο), τα οποία έχουν ένα μεσαίου μεγέθους κώνο και μπορούν να αναπαράγουν μεσαίες συχνότητες μεταξύ 500 Hz – 6 kHz.
- Τα *woofers*, που έχουν έναν μεγάλο κώνο και αναπαράγουν τις χαμηλές συχνότητες κάτω των 500 Hz
- Και τα *subwoofers*, που αποτελούν υποκατηγορία των woofers, και χρησιμοποιούνται για την αναπαραγωγή των πολύ χαμηλών συχνοτήτων μεταξύ 20 – 300 Hz
- Τέλος υπάρχουν και τα μεγάφωνα full range (μεγάλου εύρους) τα οποία είναι σε θέση να αναπαράγουν όλες τις συχνότητες του ακουστικού φάσματος, αρκετά ικανοποιητικά.

5.7 Home studio

Τα home studios δεν είναι τίποτα άλλο παρά μικρά, προσωπικά στούντιο ηχογράφησης. Η ανάγκη του μουσικού να επεξεργαστεί με έναν δικό του τρόπο τον ήχο, αλλά και η ενασχόληση κάποιου σε ερασιτεχνική βάση, με τον τομέα



αυτό, της ηχογράφησης και της επεξεργασίας του ήχου, οδήγησαν στη δημιουργία των πρώτων home studios. Τα πρώτα εμφανίστηκαν τη δεκαετία του 1980, όταν οι τιμές των μικροφώνων, synthesizer και των πολυκάναλων μηχανημάτων, είχαν γίνει αρκετά προσιτές, ώστε να μπορεί κάποιος να τα αγοράσει για δική του και μόνο

χρήση. Με την εμφάνιση του MIDI , οι τιμές μειώθηκαν ακόμη περισσότερο, και με τον τρόπο αυτό πολύ έστρεψαν το ενδιαφέρον τους στις οικονομικές πια, ψηφιακές ηχογραφήσεις που μπορούν να κάνουν οι υπολογιστές τους.

Ένα από τα προβλήματα των home studios ήταν ότι κάποια από τα πιο διαδεδομένα μουσικά όργανα, όπως είναι τα κρουστά και η ηλεκτρική κιθάρα, απαιτούσαν ειδικά διαμορφωμένους χώρους, με ηχομόνωση, έτσι ώστε να μην ενοχλούν τους περίοικους. Αλλά και ακόμη και για αυτό, η τεχνολογία βρήκε μια λύση, φτιάχνοντας δείγματα ήχου (samplers), που προσομοιάζουν αρκετά από τα όργανα αυτά. Έτσι ο μουσικός μπορεί να τα χρησιμοποιήσει και με κατάλληλη επεξεργασία να έχει το ίδιο ηχητικό αποτέλεσμα.

Για μερικά από τα μουσικά προγράμματα και τις τεχνικές που χρησιμοποιούνται στα home studios θα αναφερθούμε εκτενώς στο κεφάλαιο 8, Μουσική και Υπολογιστής.

6.1 Μέσα αποθήκευσης του ήχου

Ενώ στην αρχή, ο μουσικός αντιμετώπιζε δυσκολίες στο να μπορεί να αποθηκεύσει τον ήχο που παρήγαγε, η εξέλιξη της τεχνολογίας σήμερα του δίνει τη δυνατότητα να επιλέξει ανάμεσα σε πολλά διαφορετικά μέσα αποθήκευσης, ανάλογα με τον ήχο, την ποιότητα, το μέγεθος του αρχείου ήχου ή και την μετέπειτα χρήση που σκοπεύει να κάνει.

Σήμερα μιλάμε για αναλογικά²⁰ και ψηφιακά μέσα αποθήκευσης²¹, που το καθένα έχει τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα του. Στα αναλογικά ανήκουν η μαγνητική ταινία, ο δίσκος, η κασέτα, η μικροκασέτα, ενώ στα ψηφιακά ανήκουν το CD, το mini disc, η ψηφιακή κασέτα.. Ας τα δούμε όμως αναλυτικά παρακάτω.

6.2 Μαγνητόφωνο και μαγνητική ταινία

Η μαγνητική ηχογράφηση πρωτοεμφανίστηκε στα τέλη του 18^{ου} αιώνα, αλλά δεν χρησιμοποιήθηκε στη δισκογραφία παρά μόνο μετά τον 2^ο Παγκόσμιο Πόλεμο. Οι Γερμανοί είχαν ήδη τελειοποιήσει το Μαγνητόφωνο και το μόνο που τους απέμενε ήταν να τελειοποιήσουν την μαγνητική ταινία, σε βαθμό τέτοιο ώστε να μπορεί να αντικαταστήσει την ηχογράφηση σε δίσκο. Αυτό σήμαινε ότι η μαγνητική ταινία θα έπρεπε να προσφέρει ήχο καθαρό χωρίς θόρυβο που σε καμία περίπτωση να μην παραμορφώνει.



Εικόνα 44. Μαγνητόφωνο Sony TC - 630. WIKIPEDIA, <
http://en.wikipedia.org/wiki/Reel-to-reel_audio_tape_recording>

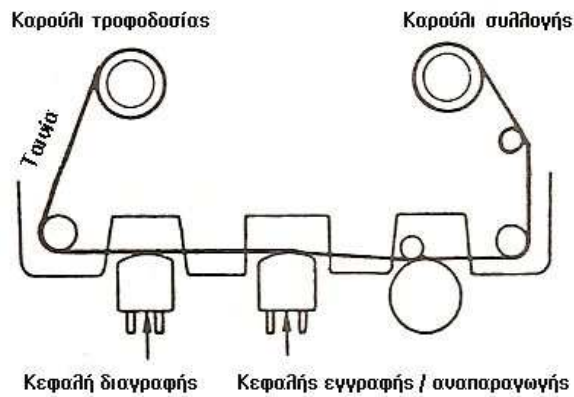
Από άποψη κατασκευής το αναλογικό μαγνητόφωνο αποτελείται από: *δύο καρούλια* (reels) όπου πάνω τους τυλίγεται και ξετυλίγεται η ταινία, *τρεις κεφαλές*, και τέλος *διακόπτες* που ελέγχουν τις λειτουργίες του (Εικόνα 45).

Η ταινία περνάει από τις τρεις κεφαλές διαδοχικά, με σταθερή ταχύτητα. Η πρώτη κεφαλή, η κεφαλή διαγραφής, σβήνει τα πάντα που μπορεί να υπάρχουν πάνω

²⁰ Αναλογικά μέσα αποθήκευσης. Ονομάζονται τα μέσα που αποθηκεύουν αναλογικό ήχο. Ο αναλογικός ήχος είναι ένα σήμα που μεταβάλλεται διαρκώς συναρτήσει του χρόνου. Συνηθίζεται να λέγεται ότι το σήμα είναι ανάλογο της φυσικής μεταβλητής που περιγράφει.

²¹ Ψηφιακά μέσα αποθήκευσης. Σε αυτά τα μέσα αποθηκεύεται ο ήχος σε ψηφιακή μορφή. Ο ψηφιακός ήχος είναι ένα σήμα που αποτελείται από μια ακολουθία διακριτών τιμών (κωδικοποιημένων στο δυαδικό σύστημα) και που εξαρτώνται από τον χρόνο.

στην ταινία (απομαγνητίζει). Η δεύτερη, η κεφαλή εγγραφής, κάνει την νέα εγγραφή (μαγνητίζει), ενώ η τρίτη κεφαλή, η κεφαλή αναπαραγωγής, βοηθά στην ακρόαση της μαγνητοταινίας (μαγνητικό ‘σάρωμα’).



Εικόνα 45. Ο τρόπος λειτουργίας του μαγνητοφώνου

Η κεφαλή διαγραφής ενεργοποιείται μόνο κατά τη διαδικασία της εγγραφής, για λόγους ασφαλείας, ενώ μας δίνει την δυνατότητα να γράφουμε πάνω στην ίδια ταινία πολλές φορές. Η κεφαλή εγγραφής δίνει την δυνατότητα στο μαγνητόφωνο να «γράφει» τον ήχο πάνω στην ταινία, μη παραμορφώνοντας τον, και σε εκτεταμένη δυναμική περιοχή. Σε παλαιότερα μαγνητόφωνα οι λειτουργίες της εγγραφής και της αναπαραγωγής γίνονταν από μια κεφαλή.

Η ταχύτητα με την οποία κινείται η ταινία πρέπει να είναι σταθερή. Σε όσο όμως μεγαλύτερη ταχύτητα γράφουμε, τόσο καλύτερη ποιότητα ήχου έχουμε. Για το λόγο αυτό έχουν τυποποιηθεί κάποιες συγκεκριμένες ταχύτητες μαγνητοφώνου που χρησιμοποιούνται συνήθως στις εγγραφές. Αυτές είναι οι: 3.7 ips, 7.5 ips, 15 ips και 30 ips. Η μονάδα ips σημαίνει ίντσες²² ανά δευτερόλεπτο, δηλαδή 2.5 cm ανά δευτερόλεπτο. Την σταθερή κίνηση της ταινίας εξασφαλίζει ένας ηλεκτρονικά ελεγχόμενος κινητήρας (μοτέρ).

Υπάρχουν βέβαια και διάφορα μήκη ταινίας, γι' αυτό το λόγο πρέπει κανείς να υπολογίζει από πριν πόσο διαθέσιμο χρόνο έχει στην ταινία του, ανάλογα με την ταχύτητα με την οποία θα ηχογραφήσει, για να μην ανακαλύψει στην πορεία ότι η ταινία που έχει δεν είναι αρκετή. Ο παρακάτω πίνακας (Εικόνα 46), μας δείχνει ενδεικτικά κάποιους διαθέσιμους χρόνους :

²² Ίντσα. Αγγλική μονάδα μέτρησης του μήκους. Είναι ίση με 2.54 cm (εκατοστά)

Μήκος Ταινίας (μέτρα)	Ταχύτητα εγγραφής (ips)	Διαθέσιμος χρόνος εγγραφής (λεπτά)
360	3.5	60
360	7.5	30
360	15	15
550	3.5	91
550	7.5	45
550	15	22
730	3.5	127
730	7.5	63
730	15	31
1000	3.5	174
1000	7.5	87
1000	15	43

Εικόνα 46

Από θέμα κατασκευής, η μαγνητική ταινία αποτελείται από μια πλαστική βάση (PVC), επιστρωμένη με ρινίσματα γάμμα οξειδίου του σιδήρου. Το υλικό που χρησιμοποιείται δεν παίζει κανένα ρόλο στη διαδικασία της ηχογράφησης, αλλά είναι ανθεκτικό στην σκληρή μεταχείριση. Κατά την επίστρωση της ταινίας, τα σωματίδια που βρίσκονται διασκορπισμένα προσανατολίζονται μαγνητικά στην τυχαία φορά της ταινίας. Λειτουργούν σαν στοιχειώδεις μαγνήτες. Κατά τη διαδικασία όμως της εγγραφής αποκτούν συγκεκριμένους προσανατολισμούς λόγω της μεταβολής του μαγνητικού πεδίου που προκαλεί η κεφαλή εγγραφής και έτσι δημιουργείται ένα μόνιμο μαγνητικό πεδίο πάνω στην επιφάνεια της ταινίας.

Η κεφαλή εγγραφής μετατρέπει την ηλεκτρική ενέργεια του μαγνητοφώνου σε μαγνητική ενέργεια, ενώ η κεφαλή αναπαραγωγής επιτελεί την ακριβώς αντίστροφη διαδικασία, διαβάζει το μαγνητικό πεδίο, και το μετατρέπει σε ηλεκτρική ενέργεια.

Η ταινία βέβαια, ανάλογα με τις ανάγκες μπορεί να διορθωθεί, να κοπεί, να μονταριστεί, να σβηστεί ολόκληρη, ή και να αντιγραφεί αργότερα σε άλλα μέσα.

6.3 Δίσκος Βινυλίου

Ο δίσκος βινυλίου, αποτελεί ένα αναλογικό μέσο αποθήκευσης του ήχου. Πάνω σε έναν επίπεδο δίσκο, βρίσκονται χαραγμένα αυλάκια, που περιέχουν τις μουσικές πληροφορίες, δημιουργώντας έτσι ένα σπειροειδές σχήμα, με αρχή την άκρη του δίσκου, και τέλος το κέντρο του. Η μουσική ηχογραφείται και στις δύο πλευρές του δίσκου, αν και μέχρι το 1910 χρησιμοποιούνταν μόνο η μια.



Ένας δίσκος βινυλίου αποτελείται από τρεις βασικές περιοχές. Στην αρχή του, βρίσκεται μια περιοχή, μήκους 6 mm, η οποία δεν περιέχει καμία μουσική πληροφορία (lead in). Τοποθετώντας την βελόνα πάνω στον δίσκο, στη συγκεκριμένη περιοχή, δεν κινδυνεύει να χαραχθεί ή να καταστραφεί κάποιο ηχογραφημένο μέρος του.

Η μεσαία περιοχή περιέχει την μουσική πληροφορία. Ο δίσκος «παίζει», καθώς περιστρέφεται κατά τη φορά του ρολογιού, με μια σταθερή ταχύτητα περιστροφής και έχοντας μια βελόνα, η οποία «διαβάζει» την μουσική πληροφορία. Η βελόνα κυλά μέσα στα αυλάκια που είναι χαραγμένα πάνω στην επιφάνεια του δίσκου, ενώ οι δονήσεις της μετατρέπονται σε ηλεκτρικό σήμα, το οποίο στη συνέχεια αφού ενισχυθεί, στέλνεται στα ηχεία. Τα μουσικά κομμάτια χωρίζονται μεταξύ τους με περιοχές μήκους 1 mm, όπου δεν υπάρχει μουσική πληροφορία. Τα κενά αυτά είναι αρκετά ευκρινή, ώστε να μπορεί ο ακροατής να τοποθετηθεί τη βελόνα στην αρχή του κομματιού που εκείνος επιθυμεί.

Το τέλος του δίσκου αποτελείται από ένα αυλάκι που καταλήγει να δημιουργεί από μόνο του έναν κύκλο. Όταν η βελόνα φτάσει σε αυτήν την περιοχή, περιστρέφεται κυκλικά, έως ότου την σηκώσουμε από τον δίσκο. Τα αυτόματα μάλιστα πικάπ, μπορούν είτε να σταματήσουν την περιστροφή του δίσκου, είτε να σηκώσουν αυτόματα τον βραχίονα πάνω στον οποίο είναι τοποθετημένη η βελόνα.

Οι δίσκοι βινυλίου αποτέλεσαν το κύριο μέσο αναπαραγωγής της μουσικής, για όλο τον 20^ο αιώνα, αντικαθιστώντας τον κύλινδρο του φωνογράφου στις αρχές του 1900. Και παρόλο που στα μέσα του 1980, η ψηφιακή τεχνολογία εισήλθε για τα

καλά στο χώρο της μουσικής βιομηχανίας, οι δίσκοι βινυλίου συνεχίζουν να κατασκευάζονται και να πωλούνται παγκοσμίως έως σήμερα.

Η πλειοψηφία των δίσκων είναι κατασκευασμένη από μαύρο βινύλιο (είδος πλαστικού). Πριν όμως από αυτό, τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν εκτενώς για την κατασκευή των δίσκων ήταν το καουτσούκ και η σελάκ. Η ευαισθησία όμως αυτών των υλικών και ο χαμηλή ποιότητα του ήχου εξαιτίας του θορύβου, οδήγησαν στην γρήγορη αντικατάσταση τους από το βινύλιο.

Το υλικό το οποίο χρησιμοποιείται για να «μαυρίσει» το διάφανο μείγμα του πλαστικού είναι ο άνθρακας. Κατά αυτόν τον τρόπο, όχι μόνο γίνεται αναγνώσιμη η διαφανής επιφάνεια του δίσκου, αλλά αυξάνεται και η ανθεκτικότητά του. Βέβαια κάποιοι δίσκοι στο παρελθόν, που σήμερα θεωρούνται πια συλλεκτικοί, κατασκευάζονταν είτε από χρωματιστό βινύλιο, είτε με χρωματιστές εικόνες εμφυτευμένες μέσα τους, που χρησιμοποιούνταν σαν αφίσες. Αυτή η συνήθεια μάλιστα αναβίωσε πάλι πρόσφατα, καταφέροντας έτσι να κάνει τους δίσκους των 7'' βιώσιμους.

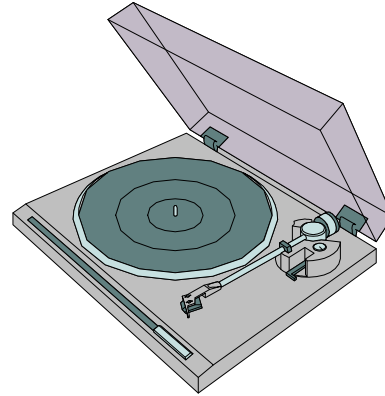


Η ποιότητα του ήχου καθώς και η διάρκεια ζωής ενός δίσκου, εξαρτάται κατά ένα πολύ μεγάλο μέρος από την ποιότητα του βινυλίου. Γύρω στα 1970, οι περισσότερες εταιρίες κατασκευής δίσκων, προσπαθώντας να κατασκευάσουν οικονομικούς αλλά ταυτόχρονα ελαστικούς δίσκους, μείωσαν το πάχος των δίσκων βινυλίου (125 g/m^2). Συν τοις άλλοις, οι περισσότεροι δίσκοι κατασκευάζονταν από ανακυκλωμένο βινύλιο. Μόνο όσοι δίσκοι προορίζονταν για αναπαραγωγή κλασσικής μουσικής, κατασκευάζονταν από αυθεντικό βινύλιο, μεγαλύτερου πάχους ($180 - 220 \text{ g/m}^2$). Σήμερα οι δίσκοι ναι μεν κατασκευάζονται από ανακυκλωμένο πλαστικό, διατηρούν όμως το πάχος τους (180 g/m^2). Υπάρχει όμως και η πιθανότητα, ένας καινούργιος δίσκος να παρουσιάσει προβλήματα στον ήχο του (όπως αναπηδήσεις και κλικ) εξαιτίας του υλικού που χρησιμοποιήθηκε στην κατασκευή του.

Όσον αφορά το μέγεθος ενός δίσκου, οι δίσκοι βινυλίου ακολουθούν διάφορους κανόνες κατασκευής, ανάλογα από την χώρα, στην οποία κατασκευάζονται. Οι πιο συνηθισμένες πάντως διαμέτρους είναι τα 300, τα 250 και τα 175 χιλιοστά.

Η διάρκεια ενός δίσκου, εξαρτάται από το μήκος της πληροφορίας η οποία μπορεί να καταγραφεί πάνω σε έναν δίσκο, αλλά και από την ταχύτητα με την οποία διαβάζεται. Οι πιο συνηθισμένοι δίσκοι είναι :

- $33 \frac{1}{3} \text{rpm}$ (LP) , με διάρκεια 30 λεπτά ανά πλευρά
- 45 rpm, με διάρκεια 4 – 6 λεπτά ανά πλευρά
- 78 rpm, με διάρκεια 3 – 5 λεπτά ανά πλευρά



Οι όροι **33άρης**, **45άρης**, **78άρης** δίσκος, που ακούγονται πολύ συχνά από τους λάτρεις των βινυλίων, αναφέρονται στην ταχύτητα με την οποία αυτοί περιστρέφονται. Πρώτος εμφανίστηκε ο 78άρης δίσκος, ο οποίος εκτελούσε 78 περιστροφές/λεπτό. Στην συνέχεια ο 33άρης με 33 περιστροφές /λεπτό, ο τέλος ο 45άρης με 44 περιστροφές/λεπτό. Ο πιο δημοφιλής βέβαια ήταν ο 33άρης, ο οποίος είχε και τη μεγαλύτερη μουσική διάρκεια. Τα πικάπ²³ πάντως, δίνουν τη δυνατότητα στον ακροατή, να μεταβάλει την ταχύτητα περιστροφής ενός δίσκου, ανάλογα με τον δίσκο, που τοποθετείται.

Η πρώτη στερεοφωνική ηχογράφηση σε δίσκο, εμφανίστηκε το 1958, από τις εταιρίες Audio Fidelity (Η.Π.Α.) και Pye (Μ. Βρετανία), χρησιμοποιώντας ένα σύστημα γνωστό ως Westrex “45/45”. Αυτό λοιπόν που συνέβαινε ήταν ότι, η βελόνα πέρα από το να «διαβάζει» τις μουσικές πληροφορίες που ήταν οριζόντια χαραγμένες πάνω στο δίσκο, άρχισε να «διαβάζει» ταυτόχρονα και όσες πληροφορίες χαραζόνταν κάθετα. Η ανακάλυψη αυτή αν και έγινε το 1931 και κατοχυρώθηκε ως πατέντα από τον Alan Blumlein, άρχισε να χρησιμοποιείται εμπορικά χρόνια αργότερα. Η στερεοφωνία έδωσε αναμφισβήτητα έναν πιο φυσικό ήχο στον ακροατή.

²³ Πικάπ. Συσκευή που χρησιμοποιείται για την αναπαραγωγή δίσκων βινυλίου. Αποτελείται από ένα επίπεδο, πάνω στο οποίο τοποθετείται ο δίσκος, και περιστρέφεται με τη βοήθεια ενός ηλεκτροκίνητου μηχανισμού, και έναν βραχίονα που καταλήγει σε μια κεφαλή ή βελόνα, με την οποία ακολουθεί τις αυλακώσεις του δίσκου όταν αυτός περιστρέφεται, και έτσι τον «διαβάζει». Η λέξη αυτή προέρχεται από την αγγλική λέξη pick up που σημαίνει αποτυπώνω.

6.4 Κασέτα ήχου (Compact cassette)

Αν και κατασκευάστηκε για την ηχογράφηση απλών υπαγορέσεων, η κασέτα ήχου κατάφερε τελικά να αντικαταστήσει την μαγνητική ταινία σε πολλές ερασιτεχνικές ηχογραφήσεις. Η χρήση της πολλαπλή. Άλλοτε χρησιμοποιήθηκε σαν ένα φορητό μέσο αποθήκευσης του ήχου, άλλοτε σαν μέσο εγγραφής σε ερασιτεχνικές ηχογραφήσεις, και άλλοτε σαν μέσο αποθήκευσης δεδομένων, στους πρώτους μικροϋπολογιστές. Από το 1970 έως και το 1990, η κασέτα αποτελούσε ένα από τα τρία πιο διαδεδομένα μέσα αποθήκευσης του ήχου, μετά τον δίσκο LP και του CD αργότερα.



Η κασέτα παρουσιάστηκε ως μέσο αποθήκευσης του ήχου το 1963, από την εταιρία Phillips, με την ονομασία Compact Cassette (συμπιεσμένη κασέτα). Αν και υπήρχαν και άλλα μαγνητικά μέσα αποθήκευσης εκείνο το διάστημα, η κασέτα εδραιώθηκε χάρις στην απόφαση που πήρε η ίδια η εταιρία να επιτρέψει την χρήση της, χωρίς να απαιτεί πληρωμή για τα δικαιώματα της. Με αυτόν τον τρόπο η κασέτα κατάφερε να γίνει γρήγορα διάσημη, και να ανταγωνιστεί επάξια τους ήδη καθιερωμένους ως τότε δίσκους.

Η μαζική παραγωγή της ξεκίνησε το 1964, στο Ανόβερο της Γερμανίας, ενώ η πρώτη προηχογραφημένη μουσική σε κασέτα εμφανίστηκε το 1965. Το σύστημα όμως, είχε σχεδιαστεί ώστε να καλύπτει της ανάγκες μιας απλής υπαγόρευσης , και για το λόγο αυτό τα πρώτα κασετόφωνα δεν ήταν κατασκευασμένα κατάλληλα ώστε να μπορούν να αναπαράγουν ικανοποιητικά τη μουσική. Το 1971 όμως, με την παραγωγή του Μοντέλου 201 (Εικόνα 47), από την εταιρία Advent Corporation, το οποίο συνδύαζε τη μείωση του θορύβου με τη χρήση



Εικόνα 47. Advent 201. POSITIVE FEEDBACK ONLINE., <<http://www.positive-feedback.com/Issue16/advent.htm>. >

κασέτας διοξειδίου του χρωμίου (CrO_2), η κασέτα απέκτησε έναν πιο ουσιαστικό ρόλο, στη μουσική βιομηχανία, που οδήγησε στην εξέλιξη τόσο στο χώρο των υψηλών πιστότητας κασετών (high fidelity HF),όσο και των κασετοφώνων.

Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφέρουμε ότι η κασέτα, εκτός από την συνεισφορά της χώρο της μουσικής, αποτέλεσε καταλύτη σε πολιτικά και κοινωνικά φαινόμενα της εποχής. Μάλιστα η διαχρονικότητα που προσέφερε, όσο και η ευκολία αντιγραφής της, βοήθησε στην διάδοση της ροκ και πανκ μουσικής σκηνής, δημιουργώντας τη βάση για την Δυτική κουλτούρα των σύγχρονων γενεών.

Η κασέτα αποτελείται από δύο μικροσκοπικά καρούλια, πάνω στα οποία είναι τυλιγμένη η μαγνητική ταινία. Μικρά βοηθητικά μέρη, βοηθούν στο τύλιγμα και ξετύλιγμα της ταινίας, ενώ όλα τα κομμάτια μαζί βρίσκονται προστατευμένα μέσα σε ένα πλαστικό κέλυφος.



Εικόνα 48. Η κασέτα με τη μορφή που έχει σήμερα.
WIKIPEDIA, <http://en.wikipedia.org/wiki/Compact_audio_cassette>

Σε μια κασέτα μπορούν να ηχογραφηθούν (και να αναπαραχθούν μετέπειτα) είτε δύο στερεοφωνικά κανάλια είτε δύο μονοφωνικά. Όταν η ταινία κινείται προς μια κατεύθυνση, τότε ηχογραφείται το ένα στερεοφωνικό κανάλι (ή ένα μονοφωνικό), ενώ όταν κινείται προς την αντίθετη κατεύθυνση ηχογραφείται το δεύτερο στερεοφωνικό κανάλι (ή το αντίστοιχο μονοφωνικό). Το τύλιγμα και το ξετύλιγμα της ταινίας, προς τη μια ή την άλλη κατεύθυνση, μπορεί να γίνει είτε χειροκίνητα (με τη βοήθεια των ακροδεκτών που έχει το κάθε καρούλι), είτε χρησιμοποιώντας ένα κασετόφωνο.

Αγοράζοντας πάντως μια κασέτα, μπορεί κάποιος να παρατηρήσει ότι υπάρχουν δύο ειδών : αυτές που αναγράφουν την λέξη «normal» (κανονικές) και εκείνες που αναγράφουν τη λέξη «chrome» (χρωμίου). Οι χαρακτηρισμοί αυτοί αναφέρονται στο είδος του μαγνητικού υλικού που χρησιμοποιείται για την κατασκευή της ταινίας. Από την αρχή της εξέλιξης της κασέτας, έχουν χρησιμοποιηθεί διάφορα υλικά, με σκοπό να επιτευχθεί όσο γίνεται καλύτερος ήχος. Το βασικό πάντως υλικό κατασκευής της ταινίας είναι το οξείδιο του σιδήρου (Fe_2O_3) και το κοβάλτιο,

ανακατεμένα με διαφορετικές αναλογίες και χρησιμοποιώντας διαφορετικές διαδικασίες σε κάθε τύπο κασέτας.

Η κασέτα ανάλογα με το είδος της ταινίας που περιέχει, χρειάζεται διαφορετικό τρόπο χρήσης, και κυρίως εγγραφής. Το κασετόφωνο αναγνωρίζει από μόνο του το είδος της κασέτας, 'διαβάζοντας' τις εσοχές που βρίσκονται στο πάνω μέρος. Μια απλή κασέτα έχει δύο εσοχές (τις εσοχές ασφαλείας) ενώ μια πιο περίπλοκη μπορεί να έχει 3 ή 4 (Εικόνα 48). Πάντως τα περισσότερα κασετόφωνα είναι σχεδιασμένα ώστε να ηχογραφούν σε απλές κασέτες, οπότε χρησιμοποιώντας μια κασέτα εξελεγμένου



τύπου, απλά θα έχουμε έναν πιο 'φτωχό' και παραμορφωμένο ήχο.

Εικόνα 49. WIKIPEDIA,
<http://en.wikipedia.org/wiki/Compact_audio_cassette>

Η διάρκεια μιας κασέτας, διαφέρει ανάλογα με το μήκος της ταινίας. Οι πιο συνηθισμένες είναι η C46 (με 23 λεπτά ήχου ανά πλευρά), η C60 (με 30 λεπτά ήχου ανά πλευρά), η C90 (με 45 λεπτά ήχου ανά πλευρά) και η C120 (με 60 λεπτά ήχου ανά πλευρά). Οι C46 και C60 έχουν πάχος 1,5-1,6 χιλιοστά, ενώ οι C90 και C120, έχουν 1 και 0.9 χιλιοστά αντίστοιχα, γεγονός που τις κάνει πιο εύκολες στο να σπάσουν. Κάποιο διάστημα είχαν εμφανιστεί και κασέτες με διάρκεια 180 και 240 λεπτά (C180, C240), αλλά ήταν πολύ ευαίσθητες στη χρήση, γι' αυτό και καταργήθηκαν γρήγορα.

Όλες οι κασέτες έχουν έναν μηχανισμό ασφαλείας που τις προστατεύει από τυχόν επανεγγραφή. Ο μηχανισμός αυτός μπορεί να είναι μόνιμος ή προσωρινός. Και στις δύο όμως περιπτώσεις σκοπός του είναι ένα δημιουργηθεί μια εσοχή στην κασέτα, έτσι ώστε το κασετόφωνο να είναι σε θέση αναγνωρίσει μια κασέτα η οποία έχει ήδη γραμμένο υλικό, και να μην επιτρέψει την επανεγγραφή της. Ακόμη όμως και αν χρησιμοποιήσουμε τον μόνιμο μηχανισμό, και αργότερα αλλάξουμε γνώμη, κλείνοντας την εσοχή με λίγο σιλοτεϊπ, θα είμαστε σε θέση να ηχογραφήσουμε πάλι πάνω στην ταινία.

6.5 Ψηφιακή κασέτα (Digital compact Cassette)

Η ψηφιακή κασέτα ή απλά DCC είναι ένα μέσο αποθήκευσης του ήχου, το οποίο εμφανίστηκε στο μουσικό προσκήνιο για ένα πολύ μικρό χρονικό διάστημα. Παρουσιάστηκε από τις εταιρίες Philips και Matsushita, στα τέλη του 1992, ενώ η μορφή της ήταν παρόμοια με εκείνη των απλών αναλογικών κασετών. Μάλιστα τα κασετόφωνα ψηφιακής κασέτας, ήταν σε θέση να παίζουν και τα δύο είδη κασετών.

Πάνω στην ταινία της κασέτας γράφονται παράλληλα 8 κανάλια ήχου και ένα επιπλέον κανάλι χρόνου, το οποίο βοηθά στον συγχρονισμό όλων των καναλιών. Η χωρητικότητα μιας ψηφιακής κασέτας είναι μόνο 105 λεπτά, ενώ για να αυξηθεί ο χρόνος, χρησιμοποιήθηκε μια μέθοδος συμπίεσης των δεδομένων, παρόμοια με αυτή που μας προσφέρει το πρότυπο MPEG 1.

Η ψηφιακή κασέτα σταμάτησε να παρασκευάζεται τον Νοέμβριο του 1996, αφού η Philips αναγκάστηκε να παραδεχθεί ότι το προϊόν αυτό ήταν πολύ χαμηλά σε πωλήσεις. Μάλιστα η εμφάνιση των επανεγγραφόμενων ψηφιακών δίσκων, έκαναν την ψηφιακή κασέτα να είναι ανεπαρκής στις ανάγκες των καταναλωτών.

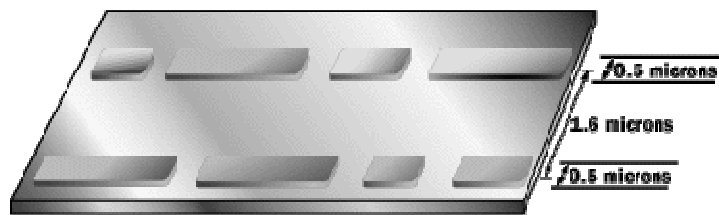
Παρόλα αυτά, η τεχνολογία της δεν έμεινε αχρησιμοποίητη. Η ταινία της ψηφιακής κασέτας, κατασκευασμένη από πυρίτιο, με μικροσκοπικούς πόρους στην επιφάνεια της έγινε το ιδανικό μέσο για το διαχωρισμό των μορίων μαγιάς, που υπάρχουν στην μύρα!! Καθώς η μύρα κυλά μέσα από την ταινία, τα μικροσκοπικά υπολείματα της μαγιάς συγκρατούνται, με αποτέλεσμα να παράγεται μια πιο καθαρή μύρα. Αυτή η ανακάλυψη πρωτοχρησιμοποιήθηκε στην ψηφιακή κασέτα, με σκοπό να φιλτράρει τον ήχο των κεφαλών που παρήγαγαν ή έγγραφαν, τα ψηφιακά κασετόφωνα.

6.6 Ψηφιακός οπτικός δίσκος - CD (Compact Disc)

Το CD (Compact Disc) πρωτοεμφανίστηκε το 1982, παραμένει όμως μέχρι και σήμερα το κύριο μέσο αποθήκευσης του ήχου (και όχι μόνο) στο χώρο της μουσικής βιομηχανίας.

Είναι ένας οπτικός δίσκος, σχεδιασμένος ώστε να αποθηκεύει υψηλής ποιότητας στερεοφωνικό ήχο, ψηφιακής ανάλυσης 16 bit, με συχνότητα δειγματοληψίας 44100.

Ο ψηφιακός οπτικός δίσκος βασίζεται στην τεχνολογία laser. Το laser είναι ένα συνεχόμενο φως, το οποίο αποτελείται από μικρά σωματίδια, τα φωτόνια. Όλα τα φωτόνια έχουν το ίδιο μήκος κύματος και την ίδια φάση, κάτι που τους επιτρέπει να μην διαχέεται το φως τους, αλλά να συγκεντρώνεται σε ένα και μόνο σημείο. Πάνω λοιπόν στην επιφάνεια του δίσκου, βρίσκονται τα κοιλώματα, τα οποία έχουν πλάτος 0.5 microns, μήκος 0.83 microns και ύψος 125 nanometers και είναι τοποθετημένα με σπειροειδή διάταξη, έτσι όπως ήταν και παλαιότερα και οι δίσκοι βινυλίου. Αξιοσημείωτο είναι ότι, η διάσταση τους είναι τόσο μικρή, ώστε αν βάζαμε όλα τα κοιλώματα σε μια σειρά, θα δημιουργούνταν μια αλυσίδα μήκους 5 χιλιομέτρων.



Εικόνα 50. Τα κοιλώματα και οι νησίδες πάνω στην επιφάνεια του οπτικού δίσκου. HOWSTUFFWORKS, << <http://electronics.howstuffworks.com/cd3.htm>>>

Τα κοιλώματα, αλλά και οι νησίδες που δημιουργούνται μεταξύ δυο κοιλωμάτων, συμβολίζουν το 0 και το 1, του δυαδικού συστήματος (μην ξεχνάμε ότι μιλάμε πια για ψηφιακό ήχο!!!!), και έτσι όπως στο παρελθόν η βελόνα διάβαζε την ηχητική πληροφορία πάνω στο δίσκο βινυλίου, κατά τον ίδιο τρόπο η ακτίνα laser «διαβάζει» τα κοιλώματα και τις νησίδες που βρίσκονται πάνω στον οπτικό δίσκο.

Η διαδικασία είναι απλή, και είναι η εξής : Η ακτίνα laser οδηγείται μέσω ενός ανακλαστικού καθρέφτη πάνω σε έναν ειδικά σχεδιασμένο φακό, ο οποίος και τη

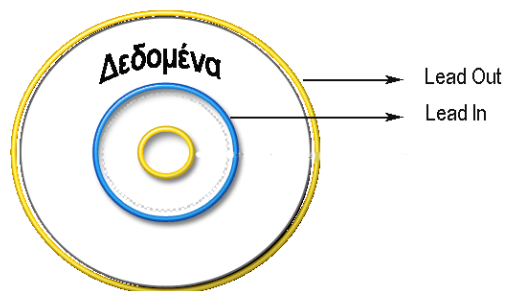
στέλνει σε συγκεκριμένα σημεία πάνω στην επιφάνεια του CD. Όταν η ακτίνα προσκρούσει πάνω, ανακλάται, και ανάλογα με την ποσότητα της ενέργειας που ανακλάται, υποδηλώνεται αν στην επιφάνεια του δίσκου υπάρχει κοίλωμα (που συμβολίζεται με 0) ή νησίδα (που συμβολίζεται με 1). Η ανακλώμενη ακτίνα, συσσωρεύεται με τη βοήθεια φακών, καθρεφτών, συσσωρευτών και στέλνεται σε έναν ανιχνευτή φωτός. Ο ανιχνευτής μετατρέπει την φωτεινή ενέργεια σε ηλεκτρική, η οποία στη συνέχεια με τη βοήθεια κατάλληλων κυκλωμάτων και ειδικών μεθόδων (PCM - Παλμοκωδική Διαμόρφωση) γίνεται ψηφιακό σήμα. Για την Παλμοκωδική Διαμόρφωση θα μιλήσουμε εκτενέστερα παρακάτω.

Από το 1984, η τεχνολογία του ψηφιακού οπτικού δίσκου άρχισε να χρησιμοποιείται και για την αποθήκευση δεδομένων, οπότε και εμφανίστηκαν άλλες μορφές CD, όπως είναι τα γνωστά **CD - ROM** (CD Read Only Memory), τα **Enhanced CD**, **CD - I** και το **Video CD**, μορφές οι οποίες να μεν είναι παρόμοιες με το CD-Audio, προορίζονται δε για άλλου είδους πληροφορίες, όπως κείμενο, εικόνες και βίντεο αντίστοιχα.

Παράλληλα δημιουργήθηκαν και δύο νέες κατηγορίες CD, εκείνων που ήταν μονής εγγραφής **CD-R** και εκείνων που ήταν πολλαπλών εγγραφών ή κοινώς επανεγγραψίμα **CD-RW**, δίνοντας έτσι τη δυνατότητα στον χρήστη, να χρησιμοποιήσει το ίδιο CD πολλές φορές.

Πρέπει να σημειωθεί ότι η τεχνολογία του ψηφιακού οπτικού δίσκου, καθώς και όλων των παράγωγων του, είναι ιδιαίτερα δημοφιλής στην εποχή μας, αν αναλογιστεί κανείς ότι μέσα στο 2004 οι πωλήσεις CD-Audio, CD-ROM, CD-R άγγιξαν τα 30 τρισεκατομμύρια .

Όσον αφορά την κατασκευή του ψηφιακού οπτικού δίσκου είναι φτιαγμένος από πολυκαρβονικό πλαστικό (polycarbonate plastic), με διάμετρο 12 cm και πάχος 0.12 cm. Για να κατανοήσει κάποιος τη δομή του, αρκεί να φανταστεί δυο ομόκεντρους κύκλους , διαμέτρου 5 cm και 11.6 cm που ονομάζονται lead in και lead out αντίστοιχα (Εικόνα 51). Στην περιοχή που σχηματίζεται ανάμεσα τους καταγράφονται όλες οι



Εικόνα 51. Η δομή ενός ψηφιακού οπτικού δίσκου

μουσικές πληροφορίες – δεδομένα. Οι κύκλοι βέβαια αυτοί έχουν και μια άλλη χρησιμότητα. Ο κύκλος με την ονομασία lead in περιέχει πληροφορίες που αφορούν το περιεχόμενο του δίσκου (πχ ο πίνακας περιεχομένων) , ενώ ο lead out περιέχει ψηφιακή σιωπή ή μηδέν δεδομένα, έτσι ώστε να προσδιορίζεται το τέλος της περιοχής δεδομένων. Το πάχος τους δεν είναι σταθερό και εξαρτάται από την ποσότητα των δεδομένων που βρίσκονται καταγεγραμμένα πάνω στον οπτικό δίσκο.

Οι πληροφορίες καταγράφονται πάνω στο δίσκο, ξεκινώντας από το lead in και καταλήγοντας στο lead out, δημιουργώντας μια σπείρα. Όταν τελειώσει η εγγραφή πάνω στον οπτικό, επιστρώνεται με αλουμίνιο υψηλής ποιότητας, έτσι ώστε να προκαλείται αντανάκλαση, ενώ για ολική προστασία του ψηφιακού δίσκου, ο δίσκος καλύπτεται από βερνίκι. Το βερνίκι μάλιστα, μπορεί κάποιες φορές να περιλαμβάνεται σε αυτό που εμείς ονομάζουμε ετικέτα (Εικόνα 52).



Εικόνα 52. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή ενός οπτικού δίσκου

Δηλαδή η πληροφορία μας δεν βρίσκεται στο κάτω μέρος του οπτικού δίσκου, (όπως πολύ μπορεί να νομίζουν λόγω της ιριδίζουσας επιφάνειας) , αλλά στην πάνω πλευρά του δίσκου, όπου συνήθως αναγράφουμε το περιεχόμενο ενός CD!!!

Στην περίπτωση των εγγράψιμων CD το υλικό το οποίο χρησιμοποιείται για την επίστρωση του οπτικού δίσκου δεν είναι αλουμίνιο, αλλά ένα ειδικό αντανάκλαστικό υλικό, με βαφή. Όταν το laser «κάψει» τη βαφή σε κάποιο σημείο, τότε το φως παύει να αντανάκλαται, οπότε και το σημείο αυτό λειτουργεί ως κοίλωμα πάνω στην επιφάνεια του CD.

Τα επανεγγράψιμα CD από την άλλη (CD RW) όπως είπαμε δίνουν στον χρήστη τη δυνατότητα να γράψει και να σβήσει τα CD του όσες φορές θέλει . Αποτελούνται από έναν ειδικό υλικό, που συμπεριφέρεται διαφορετικά στις διάφορες θερμοκρασίες, όταν εκείνο θερμανθεί.

Για να διαβαστεί στη συνέχεια ο οπτικός δίσκος, απαιτείται ένα μηχάνημα, το γνωστό σε όλους μας CD Player. Το CD player, αποτελείται από δύο κυρίως

μηχανισμούς, έναν που περιστρέφει το CD και έναν που μετακινεί το Laser πάνω στην επιφάνεια του δίσκου. Μην ξεχνάμε ότι τα δεδομένα μας είναι εγγεγραμμένα έχοντας μια σπειροειδή διάταξη, ξεκινώντας από το κέντρο του οπτικού δίσκου και καταλήγοντας στην άκρη του. Αυτό σημαίνει ότι η ταχύτητα με την οποία περιστρέφεται ο δίσκος, σε συνάρτηση με τη θέση που έχει το laser κάθε φορά, πρέπει να είναι δημιουργούν μια συνθήκη τέτοια, ώστε όλα τα δεδομένα μας να διαβάζονται με την ίδια ταχύτητα. Για το λόγο αυτό, η ταχύτητα περιστροφής του δίσκου,

συνεχώς!!

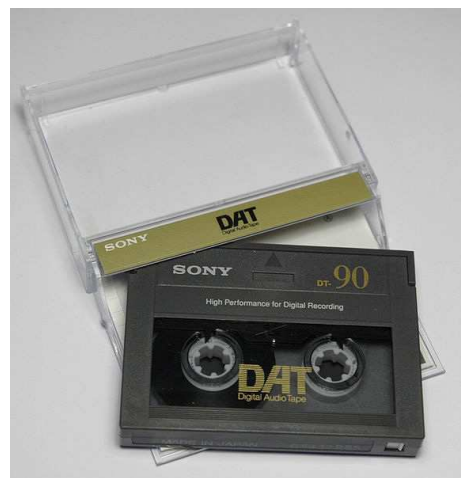


αλλάζει

Τελειώνοντας την αναφορά μας στα CD, αξίζει να αναφέρουμε ότι τα CD-Audio , ως κύριο μέσο αποθήκευσης μουσικής μπορούν να έχουν διάμετρο 120mm ή 80 mm, ενώ μπορούν να αποθηκεύουν 80 λεπτά ή 20 λεπτά μουσικής (CD single) ανάλογα. Πάντως αποτελούν ένα πολύ αξιόπιστο αποθηκευτικό μέσο, δίνοντας στον χρήστη τη δυνατότητα να τα χρησιμοποιήσει όσες φορές θέλει, χωρίς να φθείρονται εύκολα.

6.7 Ψηφιακή ταινία ήχου - DAT (Digital Audio Tape)

Το DAT (Εικόνα 53) είναι ένα μέσο ηχογράφησης και αναπαραγωγής του ήχου, που χρησιμοποιείται κατά κόρον στα studio ηχογράφησης. Κατασκευάστηκε υπό την συνεργασία της εταιρίας Sony με την Philips, στα μέσα του 1980. Εμφανισιακά μοιάζει με την ψηφιακή κασέτα, έχοντας ταινία ίδιου πάχους (4 mm), διαφέρει όμως στο μέγεθος, το οποίο είναι αισθητά μικρότερο (73 mm x 54 mm x 10.5 mm).



Εικόνα 53. DAT. WIKIPEDIA,
<http://en.wikipedia.org/wiki/Digital_Audio_Tape>

Όπως λέει και το όνομα του, το DAT είναι ένα ψηφιακό μέσο ηχογράφησης, στο οποίο μπορεί να ηχογραφηθεί ήχος με μεγαλύτερη, ίση ή και μικρότερη συχνότητα δειγματοληψίας απ' ό τι σε ένα CD, χωρίς να απαιτείται καμία μορφή συμπίεσης. Αυτό σημαίνει ότι κατά την αναπαραγωγή, το αρχικό σήμα μας είναι αυτούσιο, χωρίς να υπάρχει ουδεμία απώλεια.

Η τεχνολογία των DAT είναι πανομοιότυπη με αυτή των μηχανημάτων εγγραφής video, χρησιμοποιώντας περιστρεφόμενες κεφαλές και ελικοειδή τρόπο 'διαβάσματος' των πληροφοριών. Η μορφή της εγγραφής μπορεί να είναι :

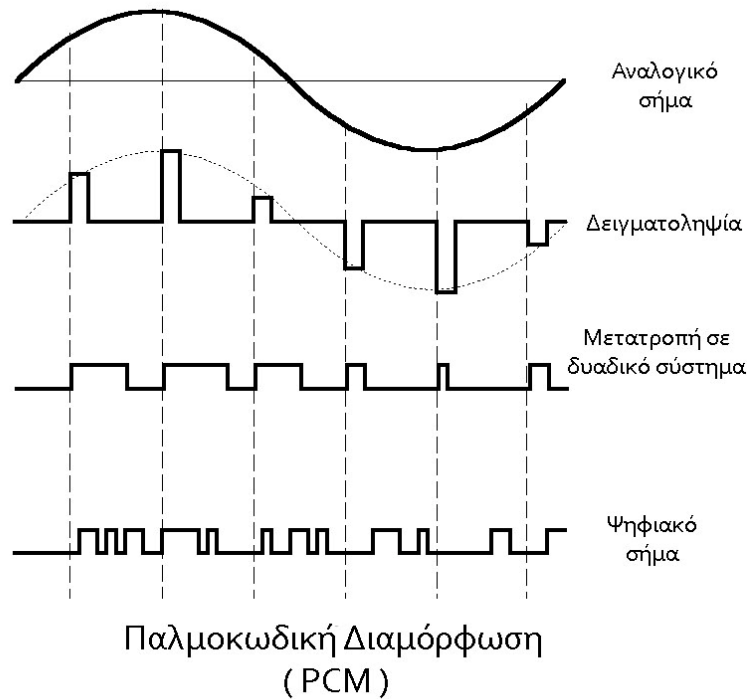
- Με συχνότητα δειγματοληψίας 32 kHz και ανάλυση 12 bits
- Με συχνότητα δειγματοληψίας 32, 44.1 ή 48 kHz και ανάλυση 16 bits

Κάποια μηχανήματα μάλιστα επιτρέπουν την εγγραφή με συχνότητα δειγματοληψίας 96 kHz και ανάλυση 24 bits, αλλά συνήθως οι περισσότερες εγγραφές γίνονται με τις παραπάνω προδιαγραφές.

Το μέγεθος ενός DAT κυμαίνεται μεταξύ 15 και 180 λεπτών ηχογραφημένου ήχου, το οποίο αναλογεί σε ταινία μήκους 7.5 έως 90 m. Συνήθως όμως τα DAT στα οποία η ταινία ξεπερνά τα 60 m, δημιουργούν προβλήματα, εξαιτίας του λεπτού υλικού που χρησιμοποιείται για την κατασκευή τους.

Ο τρόπος με τον οποίο ηχογραφείται η μουσική πάνω στην ταινία βασίζεται στην Παλμοκωδική διαμόρφωση (PCM) . Η διαδικασία είναι εξής :

Στην αρχή παίρνουμε δείγματα ήχου, ανά τακτά χρονικά διαστήματα. Η χρονική απόσταση των διαστημάτων εξαρτάται από τη συχνότητα δειγματοληψίας που θα θέσουμε. Όσο μεγαλύτερη συχνότητα έχουμε, τόσα περισσότερα δείγματα θα λάβουμε, οπότε και η μετατροπή του ήχου μας από την αναλογική στην ψηφιακή μορφή, θα είναι σωστότερη. Στη συνέχεια τα δείγματα μας, μεταφράζονται σε τιμές του δυαδικού συστήματος, δηλαδή σε 0 και 1. Κατά αυτόν τον τρόπο το σήμα μας μετατρέπεται από *αναλογικό σε ψηφιακό* (Εικόνα 54).



Εικόνα 54. COMMUNICATION SYSTEMS AND TECHNOLOGY,
<http://people.seas.harvard.edu/~jones/cscie129/nu_lectures/lecture4/pcm_2.gif>

6.8 Mini Disc

Το Mini Disc πρωτοπαρουσιάστηκε από την εταιρία Sony το 1992, ως μια ανακάλυψη που θα μπορούσε άξια να ανταγωνιστεί την αναλογική κασέτα της εταιρίας Philips. Η χρησιμότητα του περιοριζόνταν μέχρι στιγμής, στο να αποθηκεύει ήχο, διάρκειας έως και 80 λεπτά. Σήμερα χρησιμοποιείται πλέον, ως αποθηκευτικό μέσο για κάθε λογής πληροφορία (με χωρητικότητα γύρω στο 1 GB), ενώ οι δυνατότητες του στο χώρο της μουσικής βιομηχανίας έχουν επεκταθεί αρκετά.

Από άποψη κατασκευής, το Mini Disc (Εικόνα 55) αποτελείται από έναν οπτικό δίσκο, προστατευμένο μέσα σε μια πλαστική κασέτα, διαστάσεων 68 x 72 x 5 mm. Η μορφή της κασέτας μοιάζει πολύ με την μορφή



Εικόνα 55. Η μπροστινή επιφάνεια ενός Mini Disc

που είχαν κάποτε οι δισκέτες υπολογιστών, έχοντας ένα κυλιόμενο τμήμα, το οποίο και ανοίγει μηχανικά, όταν το mini disc τοποθετηθεί στην κατάλληλη συσκευή. Ένα mini disc μπορεί να είναι είτε κενό, είτε να περιέχει ηχογραφημένη μουσική.

Για την αποθήκευση όμως μουσικής πληροφορίας πάνω σε ένα Mini Disc χρησιμοποιείται ένα μαγνητικό – οπτικό σύστημα. Μια ακτίνα λέιζερ «χτυπά» την μια πλευρά του δίσκου, μέχρι που το μαγνητικό πεδίο που τον περιβάλλει να γίνει ευάλωτο. Από την άλλη δε μεριά, μια μαγνητική κεφαλή, μεταβάλλει την πολικότητα του μαγνητικού πεδίου, ηχογραφώντας κατά αυτόν τον τρόπο την ψηφιακή πληροφορία.



Εικόνα 56. Η πίσω επιφάνεια ενός Mini Disc

Η διαδικασία δε της αναπαραγωγής, είναι ακόμη πιο εύκολη. Στην περίπτωση αυτή χρησιμοποιείται μόνο το λέιζερ, το οποίο «αισθάνεται» την μεταβολή της πολικότητας, μέσω της αντανάκλασης του φωτός και η οποία μεταφράζεται σε 0 και 1. Η διαδικασία της εγγραφής μπορεί να επαναληφθεί ασταμάτητα. Τα Mini Disc τα οποία κυκλοφορούν σήμερα στην αγορά, έχουν διάρκεια 74 ή 80 λεπτά. Τα 60λεπτά Mini Disc, τα οποία είχαν εμφανιστεί κάποτε, και ήταν αρκετά διαδεδομένα για την ηχογράφηση μουσική, έχουν πλέον εξαφανιστεί.

Τα Mini Discs, παρόλο που και χρησιμοποιούν και εκείνα οπτικό δίσκο, όπως και τα CD διαφέρουν αρκετά από αυτά. Καταρχήν, χρησιμοποιούν διαφορετική τεχνολογία για την ηχογράφηση της μουσικής (βασισμένη σε οπτικομαγνητικά φαινόμενα). Αυτό τους επιτρέπει λοιπόν όχι μόνο να κάνουν την επεξεργασία του ήχου πιο εύκολη, αλλά και να διαβάζουν τον δίσκο, με μεγαλύτερη χρονική ακρίβεια απ' ότι τα CD. Σε ένα Mini Disc δηλαδή, μπορεί κάποιος να γράφει, να σβήσει, ή ενώσει ή να διαμερίσει ένα συγκεκριμένο μουσικό κομμάτι, χωρίς να μεταβληθεί το υπόλοιπο περιεχόμενο του δίσκου.

Στην αρχή του Mini Disc υπάρχει μια περιοχή, η οποία ονομάζεται « πίνακας περιεχομένων ». Σε αυτήν λοιπόν την περιοχή, αποθηκεύονται οι ακριβείς χρονικές στιγμές, όπου υπάρχει το κάθε μουσικό κομμάτι, όπως επίσης και ο τίτλος ή ο καλλιτέχνης. Σε αντίθεση με την κασέτα, το μουσικό κομμάτι μπορεί να αποθηκευτεί διαμερισμένο (τμήματα των 4 sec) σε διάφορα σημεία του δίσκου, και όχι απαραίτητα, να βρίσκεται σε ολοκληρωμένη μορφή.

Ένα από τα βασικά πλεονεκτήματα του Mini disc είναι επίσης ότι δεν επιτρέπει την αναπήδηση ή την διακοπή της αναπαραγωγής του. Αυτό οφείλεται σε μια

βοηθητική μνήμη που υπάρχει σε όλες τις συσκευές αναπαραγωγής Mini Disc και η οποία διαβάσει την μουσική πληροφορία, με ταχύτητα μεγαλύτερη απ' ό τι εκείνη αναπαράγεται. Κατά αυτό τον τρόπο, όταν υπάρχει κάποιο πρόβλημα, η μουσική πληροφορία διαβάζεται προσωρινά από την βοηθητική μνήμη, και όχι απευθείας από την επιφάνεια του δίσκου.

Τέλος πρέπει να αναφέρουμε ότι για την ηχογράφηση ήχου, χρησιμοποιείται η μέθοδος συμπίεσης ATRAC, που συμπιέζει τον ήχο με αναλογία 5 : 1 (σχετικά χαμηλής ποιότητας). Αναλυτικά θα αναφερθούμε σε αυτήν την μέθοδο στο κεφάλαιο 8.

6.9 DVD (Digital Versatile Disc)

Το DVD είναι ένας οπτικός δίσκος, που όπως λέει και η ετυμολογία της συντόμευσης του (versatile) έχει πολλαπλές εφαρμογές. Μπορεί να χρησιμοποιηθεί όχι μόνο για αποθήκευση δεδομένων, αλλά και για αποθήκευση ήχου και εικόνας, πολύ καλής ποιότητας. Το μόνο κοινό σημείο του με το CD είναι η πανομοιότυπη εμφάνιση τους, αφού το DVD υπερέχει σε χωρητικότητα, δίνοντας στον χρήστη τη δυνατότητα να αποθηκεύσει έως και 4 φορές περισσότερα δεδομένα.

Το DVD προέκυψε όταν στις αρχές της δεκαετίας του '90, δύο ομάδες εταιριών, οι Philips, Sony και οι Toshiba, Time – Warner, Matsushita Electric, Hitachi, Mitsubishi Electric, Pioneer, Thomson, JVC παρουσίασαν η καθεμιά από ένα νέο οπτικό μέσο, μεγάλης χωρητικότητας (το Multimedia Compact Disc και το Super Density Disc αντίστοιχα). Ήταν δύο πολύ σημαντικές εφευρέσεις, αλλά αρκετά διαφορετικές μεταξύ τους.

Το 1995 αναλαμβάνει πρωτοβουλία ο πρόεδρος της γνωστής εταιρίας υπολογιστών IBM, Lou Gestner, έτσι ώστε να υπάρξει συνεργασία μεταξύ των δύο ομάδων και να δημιουργηθεί τελικά ένα κοινό μέσο, το οποίο θα διαθέτει τα προτερήματα και των δύο παραπάνω. Κατά αυτό τον τρόπο δημιουργήθηκε το γνωστό σε εμάς DVD.

Υπάρχουν τρεις κατηγορίες DVD. *Ta DVD – Audio, DVD – Video και DVD – Data.* Το DVD – Audio αποτελεί ένα μέσο αποθήκευσης ήχου, υψηλής ποιότητας. Δίνει τη δυνατότητα στο χρήστη, να αποθηκεύσει από 1 – 5 κανάλια ήχου, με διαφορετικές συχνότητες δειγματοληψίας και διαφορετική ανάλυση. Σε σύγκριση με

το CD, το DVD – Audio έχει μεγαλύτερη χωρητικότητα, η οποία μπορεί να αξιοποιηθεί είτε αποθηκεύοντας περισσότερα τραγούδια διατηρώντας παρόλα ταύτα την καλή ποιότητα του ήχου, είτε αποθηκεύοντας ήχο υψηλής ποιότητας (σχεδόν χωρίς συμπίεση). Παρόλα αυτά το DVD – Audio δεν χρησιμοποιήθηκε εμπορικά από τις εταιρίες, αφού τα μηχανήματα που χρησιμοποιούνται για την ανάγνωση του, είναι σχετικά ακριβά, ενώ η διαφορά του ήχου στα αυτιά ενός ακροατή, σε σχέση με το διαδεδομένο πια CD δεν είναι ευκρινής.

Το DVD – Video είναι ένα μέσο που χρησιμοποιείται για την αποθήκευση ήχου και εικόνας. Από το 2003 μάλιστα έχει εδραιωθεί στην παγκόσμια αγορά. Υποστηρίζει όλα μορφές ανάλυσης εικόνας, καθώς και τα διάφορα είδη συμπίεσης της, τόσο στο σύστημα NTSC (Αμερική) όσο και στο PAL (Ευρώπη). Ο ήχος που αποθηκεύεται είναι εξίσου καλής ποιότητας, από 1 -5 διαφορετικά κανάλια, ενώ κάποια DVD – Video δίνουν τη δυνατότητα στον χρήστη να επιλέγει υπότιτλους, να αλλάζει την γωνία λήψης της κάμερας ή ακόμη και την μουσική υπόκρουση.

Τέλος το DVD – Data χρησιμοποιείται για την αποθήκευση οποιαδήποτε άλλης πληροφορίας, έχοντας πολύ μεγάλη χωρητικότητα.

Όσον αφορά την κατασκευή των DVD, η τεχνολογία που χρησιμοποιείται είναι η ίδια με αυτή του CD. Σημαντική διαφορά όμως είναι ότι επιτρέπει όχι μόνο να υπάρχουν πληροφορίες στην μία πλευρά του δίσκου, αλλά και στην άλλη (διπλής όψεως δίσκοι – Double sided). Στην περίπτωση όμως αυτή τοποθετείται ετικέτα. Επιπλέον μπορεί να δημιουργηθεί μια διπλή επίστρωση και στις δύο επιφάνειες του DVD παρέχοντας δύο επιπλέον επιφάνειες αποθήκευσης των δεδομένων. Η πρώτη επίστρωση είναι διαφανής, ώστε το λέιζερ να μπορεί να διαβάσει τα δεδομένα και στις δύο επιφάνειες, ενώ η δεύτερη αδιαφανής. Βέβαια οι δυο επιφάνειες δεν έχουν την ίδια χωρητικότητα, μιας και στην μια επιφάνεια τα δεδομένα αποθηκεύονται με μικρότερη πυκνότητα. Αλλά και πάλι το μέγεθος των δεδομένων, στο σύνολο τους, είναι πολύ μεγάλο!

Για να ξεχωρίζουν τα DVD το ένα από το άλλο, μιας και υπάρχουν τόσες υποκατηγορίες, τους έχουν δοθεί τα παρακάτω ονόματα.

Τύπος DVD	Ονομασία
Μονής όψεως, μονής επιφάνειας	DVD - 5
Μονής όψεως, διπλής επιφάνειας	DVD - 9
Διπλής όψεως, μονής επιφάνειας	DVD - 10
Διπλής όψεως, διπλής επιφάνειας	DVD - 18

Η χωρητικότητα ενός DVD εξαρτάται από την κατασκευή του. Ανάλογα με τις φυσικές του διαστάσεις, αν είναι μονής ή διπλής όψης, μονής ή διπλής επιφάνειας, το μέγεθος των πληροφοριών που μπορούν να αποθηκευτούν σε ένα DVD διαφέρει. Συγκεκριμένα :

Φυσικές διαστάσεις	Μονής επιφάνειας	Διπλής επιφάνεια
12 cm, μονής όψεως	4.7 GB	8.5 GB
12 cm, διπλής όψεως	9.4 GB	17.1 GB
8 cm, μονής όψεως	1.4 GB	2.6 GB
8 cm, διπλής όψεως	2.8 GB	5.2 GB

Το GB (Gigabyte) είναι μονάδα μέτρησης της χωρητικότητας και αντιστοιχεί σε 10^9 bytes. Σε μερικά προγράμματα εμφανίζεται καμία φορά και η μονάδα GiB, η οποία αντιστοιχεί σε 2^{30} ή 1.073.741.824 bytes.

Τέλος τα DVD μπορούν να είναι είτε DVD – R, δηλαδή απλά εγγράφιμα, ιδανικά για γενικές εφαρμογές και επεξεργασία εικόνας και ήχου ή DVD–RW, δηλαδή επαννεγράφιμα, ιδανικά για πολλαπλές χρήσεις.

7.1 Ορισμός

Ένα πολύ σημαντικό εργαλείο του σύγχρονου μουσικού αποτελεί το MIDI. Ο όρος προέρχεται από τα αρχικά των λέξεων **Musical Instrument Digital Interface**, που στα ελληνικά μεταφράζονται ως *Ψηφιακή διασύνδεση Μουσικών Οργάνων*. Με απλά λόγια το MIDI αποτελεί μια ψηφιακή γλώσσα επικοινωνίας, που επιτρέπει σε διάφορα ηλεκτρονικά μουσικά όργανα να επικοινωνούν με άλλες συσκευές, όπως ηλεκτρονικοί υπολογιστές, sequencers, drum machines, synthesizers κ.α. μέσω ενός συνδεδεμένου δικτύου. Το MIDI ουσιαστικά μεταφράζει διάφορα γεγονότα, όπως το πάτημα ενός πλήκτρου, ή την μετακίνηση ενός τροχού, σε αντίστοιχα ψηφιακά μηνύματα, το οποία και μεταφέρονται σε άλλες MIDI συσκευές και υλοποιούνται μέσα από τις γεννήτριες ήχου.

Όποιος γνωρίσει τις δυνατότητες του MIDI σίγουρα θα εντυπωσιαστεί. Η μουσική σύνθεση, γίνεται πια ένα παιχνίδι ειδικά για τον μουσικό. Εκτελώντας τη μουσική του πάνω σε ένα midi όργανο, μπορεί αυτομάτως να την καταγράψει και να εκτυπώσει την παρτιτούρα του, χρησιμοποιώντας ένα απλό πρόγραμμα σημειογραφίας και μουσικής εγγραφής. Ή αντιθέτως, να συνθέσει τη μουσική του, όχι πια χρησιμοποιώντας χαρτί και μολύβι, αλλά στον υπολογιστή του, με τη βοήθεια ενός προγράμματος, έτσι ώστε ταυτόχρονα να μπορεί να ακούει το αποτέλεσμα.

Το MIDI αποτελεί επίσης ένα πολύ σημαντικό εργαλείο διδασκαλίας. Χάρης στα προγράμματα μουσικής εκπαίδευσης, τα οποία βασίζονται στο MIDI, ο μουσικός μπορεί να αναπτύξει της μουσικές του δεξιότητες, να αποκτήσει νέο ρεπερτόριο, να εξασκηθεί πάνω στη μουσική σύνθεση και δημιουργία, ή ακόμη και να διδαχθεί τα είδη της μουσικής, τα υπάρχοντα μουσικά όργανα, τους συνθέτες και το έργο τους.

Για εκείνους που απλά τους αρέσει να πειραματίζονται με τον ήχο, πολλά προγράμματα μουσικής επεξεργασίας και ταξινόμησης των ήχων βασισμένα στο

MIDI, δίνουν τη δυνατότητα επεξεργασίας ήχων που ήδη υπάρχουν σε ένα synthesizer, αλλά και αποθήκευσης τους, σε περίπτωση πιθανής μελλοντικής χρήσης.

Χρησιμοποιώντας κάποιος το MIDI σίγουρα θα ανακαλύψει ότι οι δυνατότητες που του δίνονται είναι όλο και περισσότερες. Μάλιστα τα προγράμματα τα οποία τις προσφέρουν, διατίθενται για όλες τις αγοραστικές δυνάμεις, το οποίο σημαίνει ότι ακόμη και ένας ερασιτέχνης μουσικός είναι σε θέση, να απολαύσει τη μαγεία του MIDI.

Στο κεφάλαιο αυτό, θα κάνουμε μια μικρή αναφορά στον τρόπο που λειτουργεί το MIDI, στις αρχές πάνω στις οποίες βασίζεται, αλλά και πως μπορούμε μόνοι μας να κάνουμε μερικές βασικές MIDI συνδεσμολογίες.

7.2 Ιστορική αναδρομή

Στα πρώτα βήματα της ηλεκτρονικής μουσικής, οι συνθετητές ήχου (synthesizers) ήταν μονοφωνικές συσκευές, δηλαδή μπορούσαν να παράγουν μόνο έναν ήχο κάθε φορά. Ο ήχος που παραγόταν είχε πολύ χαμηλή ποιότητα. Έτσι οι πρώτοι κατασκευαστές προσπάθησαν να βρουν έναν τρόπο να «ενώσουν» περισσότερα από ένα όργανα, έτσι ώστε να παραχθεί ένας ήχος με πλούσια και δυνατή χροιά.

Αυτό μπόρεσε να επιτευχθεί εφευρίσκοντας μια γλώσσα επικοινωνίας, που θα επέτρεπε σε ένα synthesizer (οδηγό / master) να ελέγχει απευθείας τις παραμέτρους ενός ή και περισσότερων άλλων synthesizers (εξαρτώμενος / slave). Με την εξέλιξη όμως των συνθετητών ήχου σε πολυφωνικά όργανα, και με τη εμφάνιση των πρώτων ρυθμομηχανών και μηχανημάτων συγχρονισμού, η γλώσσα αυτή επικοινωνίας άρχισε να γίνεται όλο και πιο περίπλοκη. Βέβαια μέχρι τότε κάθε εταιρία είχε το δικό της τρόπο για να επικοινωνούν μεταξύ τους τα μηχανήματα, κάτι το οποίο όμως δεν επέτρεπε σε μηχανήματα διαφορετικής εταιρίας να μπορούν να συνδεθούν μεταξύ τους.

Παρατηρώντας λοιπόν τα παραπάνω προβλήματα και προσπαθώντας να δημιουργηθεί ένα νέο άνοιγμα στην αγορά, δυο κατασκευαστές οι Dave Smith και Chet Wood δημιούργησαν ένα ηλεκτρονικό πρωτόκολλο επικοινωνίας μεταξύ των ηλεκτρονικών μουσικών οργάνων το οποίο και ονομάστηκε Universal Synthesizer Interface (USI), δίνοντας τη δυνατότητα σε συσκευές διαφορετικών κατασκευαστών να έχουν μια κοινή γλώσσα επικοινωνίας. Το 1981 το USI προτάθηκε στην Κοινότητα των Μηχανικών Ήχου (με αντιπροσώπους από της μεγαλύτερες εταιρίες

κατασκευής ηλεκτρονικών οργάνων), όπου μέσα στα επόμενα χρόνια τροποποιήθηκε και υιοθετήθηκε με την ονομασία MIDI.

Το 1983 λοιπόν, παρουσιάστηκε επίσημα και έγινε γρήγορα γνωστό χάρις στο πολύ καλό εμπορικό όργανο της Yamaha, του DX-7.

Από το 1985 και μετά σχεδόν κάθε νέα συσκευή που παρουσιάζονταν διέθετε ενσωματωμένο το διασυνδεδετικό MIDI, πέρα από την κλασική υποδοχή για σύνδεση της ηχητικής του εξόδου (*audio out*) σε ενισχυτή με ηχεία. Από εκεί και πέρα το MIDI εξελίσσεται από τις εταιρείες και έτσι το συναντάμε πια σε διάφορες ορολογίες: *MIDI Language* (γλώσσα MIDI), *MIDI Code* (MIDI κώδικας), *MIDI Protocol* (πρωτόκολλο MIDI), *MIDI Specification* (προδιαγραφή MIDI) και *MIDI Standard* (πρότυπο MIDI).



Εικόνα 57. DX-7 της Yamaha. VYNTAGE SYNTH EXPLORER,
<<http://www.vintagesynth.com/yamaha/dx7.shtml>>

7.3 Λειτουργία

Το διασυνδεδετικό επικοινωνίας αποτελείται από το πρωτόκολλο επικοινωνίας (software) και από το υλικό μέρος (hardware).

Το πρωτόκολλο επικοινωνίας περιέχει της εντολές, που χρειάζονται για την περιγραφή της μουσικής εκτέλεσης. Οι εντολές βρίσκονται σε δυαδική μορφή, αφού σε αυτή βασίζεται η γλώσσα επικοινωνίας των υπολογιστών.

Το υλικό μέρος, αναφέρεται στα χαρακτηριστικά των κυκλωμάτων που παράγουν και ερμηνεύουν την πληροφορία MIDI και προσδιορίζει τον τύπο των συνδέσεων και το είδος των καλωδίων που πρέπει να χρησιμοποιηθούν.

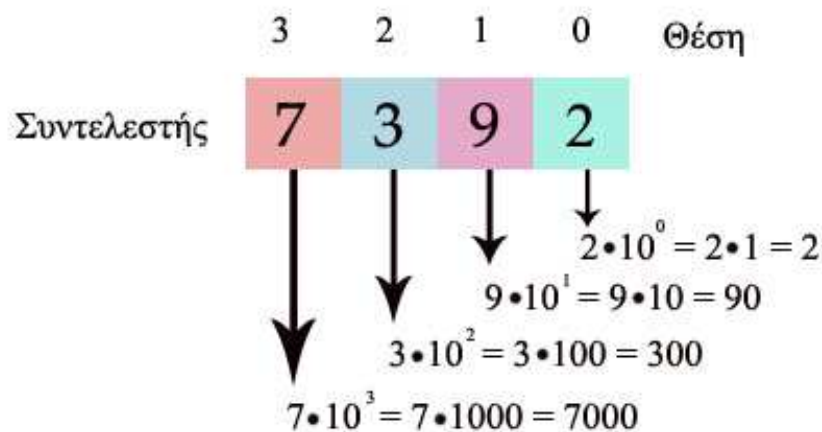
7.4 Δυαδικό σύστημα

Μιλώντας για τις εντολές MIDI, και για τη μορφή στην οποία βρίσκονται, είναι η κατάλληλη ευκαιρία, να κάνουμε μια μικρή αναφορά στο δυαδικό σύστημα αρίθμησης.

Ο άνθρωπος επέλεξε να χρησιμοποιήσει το δεκαδικό σύστημα, για τις συναλλαγές του γιατί πολύ απλά δέκα ήταν τα δάχτυλα των χεριών του και αυτά τον βοηθούσαν από την αρχή να κάνει τους πρώτους βασικούς υπολογισμούς του. Έτσι τα μαθηματικά, και όλες οι φυσικές επιστήμες μετέπειτα βασίστηκαν σε αυτό το σύστημα αρίθμησης.

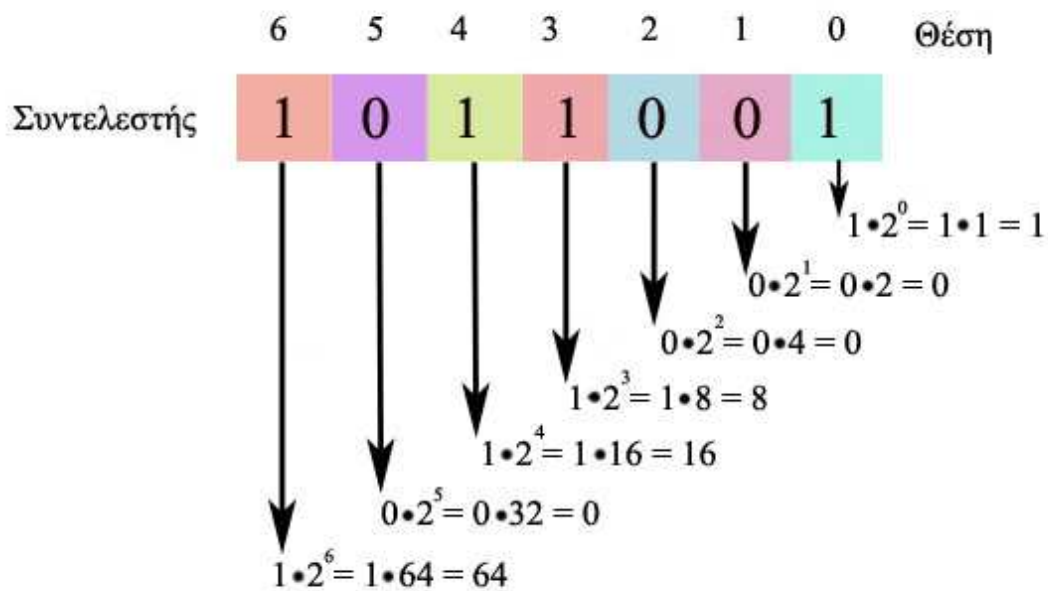
Οι υπολογιστές όμως από την άλλη, το μόνο το οποίο μπορούν να καταλάβουν, είναι δύο συνθήκες : η μια είναι να περνάει ρεύμα από τα κυκλώματα τους, και η άλλη να μην περνάει. Κατά αυτόν τον τρόπο οι επιστήμονες όρισαν την μια ως 1 και η άλλη ως 0. Σε αυτές λοιπόν τις δύο συνθήκες βασίζεται το δυαδικό σύστημα. Συγκρίνοντας λοιπόν τα δύο αυτά συστήματα, θα μπορέσουμε να καταλάβουμε πως ακριβώς λειτουργούν.

Το **δεκαδικό σύστημα** χρησιμοποιεί δέκα στοιχεία – συντελεστές, τα οποία είναι οι αριθμοί 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9. Ας υποθέσουμε ότι έχουμε τον αριθμό 7392 (Εικόνα 58). Οι αριθμοί 7, 3, 9, 2 είναι οι συντελεστές. Με αυτούς πολλαπλασιάζουμε τις δυνάμεις του 10. Ανάλογα με τη θέση που βρίσκεται ο κάθε συντελεστής, πολλαπλασιάζεται με την αντίστοιχη δύναμη του 10. Η αρίθμηση των θέσεων ξεκινάει από δεξιά προς τα αριστερά, και είναι ως εξής : 0, 1, 2, 3, 4, 5, κλπ. Υψώνοντας το 10 στην δύναμη, που ορίζεται από τη θέση (π.χ. στη θέση 0 θα έχουμε 10^0 , στην θέση 1 θα έχουμε 10^1 κ.ο.κ.) και πολλαπλασιάζοντας στη συνέχεια με τον αντίστοιχο συντελεστή, βρίσκουμε τις μονάδες, τις δεκάδες, τις εκατοντάδες κ.ο.κ. που αντιστοιχούν σε κάθε αριθμό. Το άθροισμα τους, μας δίνει τον αρχικό μας αριθμό.



Εικόνα 58. Μετατροπή αριθμητικής τιμής από το δεκαδικό σύστημα στο δυαδικό

Στο **δυναδικό σύστημα**, οι συντελεστές μπορούν να πάρουν μόνο τις τιμές 0 και 1. Πολλαπλασιάζονται δε, με δυνάμεις του 2, αντί του 10, αλλά με τον ίδιο τρόπο, όπως και στο δεκαδικό σύστημα. Το αποτέλεσμα του πολλαπλασιασμού δίνει τις μονάδες, δεκάδες, εκατοντάδες κ.ο.κ, του κάθε αριθμού, ενώ το άθροισμα όλων, μας δίνει τον τελικό αριθμό.



Εικόνα 59. Μετατροπή αριθμητικής τιμής από το δυαδικό σύστημα στο δεκαδικό

Το άθροισμα μας δίνει τον ζητούμενο αριθμό, δηλαδή $1 + 8 + 16 + 64 = 89$. Ο αριθμός δηλαδή 89, στο δυαδικό σύστημα έχει τη μορφή 1 0 1 1 0 0 1 (Εικόνα 59).

Οι υπολογιστές λοιπόν, βασίζονται καθαρά στο δυαδικό σύστημα αρίθμησης, γιατί τους προσφέρει ταχύτητα, και μικρότερη πιθανότητα λάθους. Τα δεδομένα στέλνονται και λαμβάνονται ως μια αλληλουχία άσσων και μηδενικών.

Όπως γίνεται σε πολλές άλλες φυσικές επιστήμες, έτσι και στο χώρο της πληροφορικής υπάρχουν μονάδες μέτρησης. Ένα 0 ή 1 αποτελεί ένα bit, ενώ οκτώ στη σειρά bit δημιουργούν ένα byte (**1 byte = 8 bit**). Το byte συμβολίζεται με το αγγλικό κεφαλαίο B. Τα πολλαπλάσια αυτών των μονάδων είναι (Εικόνα 60) :

1 kb	=	10^3 bit	1 kB	=	2^{10} bytes
1 mb	=	10^6 bit	1 mB	=	2^{20} bytes
1 gb	=	10^9 bit	1 gB	=	2^{30} bytes
1 tb	=	10^{12} bit	1 tB	=	2^{40} bytes

Εικόνα 60. Το bit και τα πολλαπλάσια του



- Ένας σκληρός δίσκος, μεγέθους 20 GB, πόσα bit περιέχει ;
- Αν υποθέσουμε ότι θέλουμε να κατεβάσουμε ένα mp3, από το διαδίκτυο, μεγέθους 5,23 MB, πόση ώρα θα χρειαστούμε αν το modem μας κατεβάζει με ταχύτητα 56 kbps ; Σημειώνουμε ότι τα kbps, ορίζουν πόσα kb μεταφέρονται ανά δευτερόλεπτο.

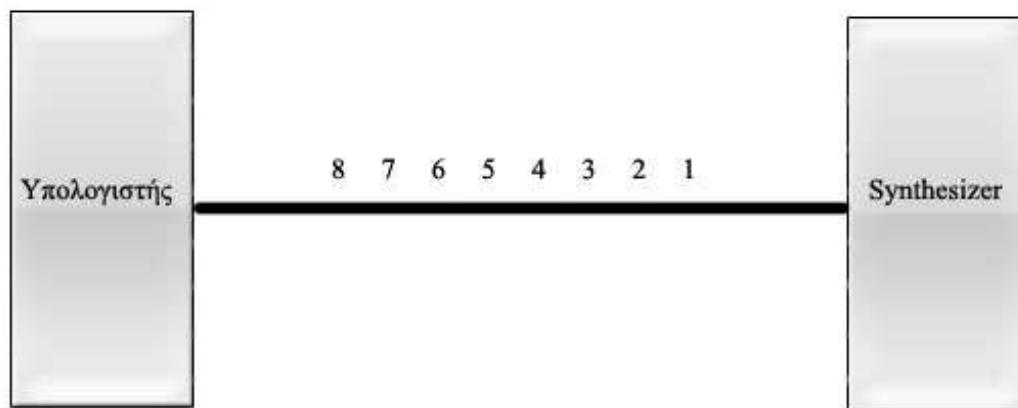
7.5 Υλικό μέρος MIDI (hardware)

Ένα MIDI καλώδιο έχει δύο άκρες, που ονομάζονται πενταπολικά βύσματα. Το καλώδιο αυτό δεν μεταφέρει τάση ή ήχο, αλλά μόνο πληροφορία!! Όπως βλέπουμε και στην Εικόνα 61, υπάρχουν πέντε πόλοι (που ονομάζονται DIN), εκ των οποίων όμως χρησιμοποιούνται μόνο οι τρεις. Ξεκινώντας την αρίθμηση από δεξιά προς αριστερά (αντίθετα από τη φορά των δεικτών του ρολογιού), οι πόλοι 4 και 5 χρησιμοποιούνται για την μεταφορά της MIDI πληροφορίας, ενώ ο πόλος 2 βοηθά στη γείωση του καλωδίου. Οι πόλοι 1 και 3 παραμένουν για την ώρα ελεύθεροι, αλλά δεν αποκλείεται να χρησιμοποιηθούν μελλοντικά, όταν οι ανάγκες του MIDI είναι πολύ περισσότερες.



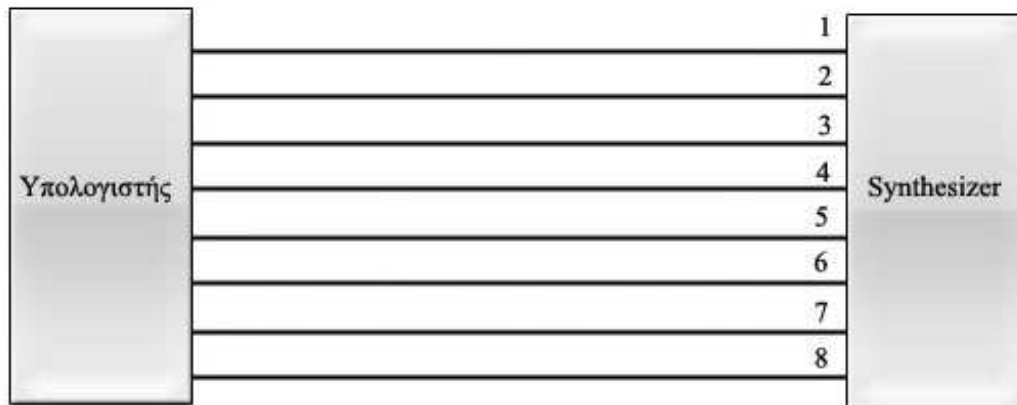
Εικόνα 61. MIDI καλώδιο. HUBER, D. (1999), σελ. 38

Το MIDI καλώδιο συνήθως δεν ξεπερνά σε μήκος τα 15 μέτρα. Η πληροφορία μεταδίδεται σειριακά (Εικόνα 62), δηλαδή το ένα bit ακολουθεί το άλλο. Είναι ένας αισθητά αργός τρόπος μετάδοσης, αλλά αρκετά οικονομικός ώστε να επιλέγεται από τις εταιρίες.



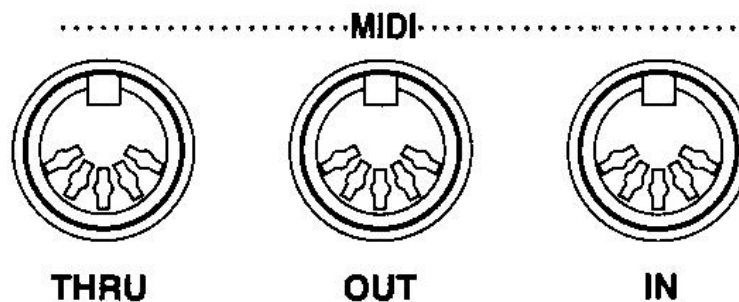
Εικόνα 62. Σειριακή Μεταφορά δεδομένων

Άλλη μορφή μετάδοσης δεδομένων είναι η παράλληλη (Εικόνα 63), που δίνει την δυνατότητα ταυτόχρονης μεταφοράς ενός byte, δηλαδή 8 bits, μέσα από 8 διαφορετικές παράλληλες γραμμές. Αναμφισβήτητα είναι ταχύτερη από τη σειριακή, αλλά αποτελεί μια αρκετά ασύμφορη οικονομικά λύση.



Εικόνα 63. Παράλληλη Μεταφορά Δεδομένων

Για τη σωστή συνδεσμολογία μεταξύ των MIDI συσκευών χρησιμοποιούνται τριών ειδών MIDI θύρες , η **MIDI IN**, η **MIDI OUT** και η **MIDI THRU** θύρα.



Εικόνα 64. Οι MIDI θύρες, όπως εμφανίζονται συνήθως στο πίσω μέρος μιας συσκευής που υποστηρίζει MIDI. ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΕΓΚΥΚΛΟΠΑΙΔΕΙΑ, <
http://www.easypedia.gr/el/articles/m/i/d/%CE%95%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CE%BD%CE%B1~Midi_intrfc.jpg_2636.html>

Αναλυτικά :

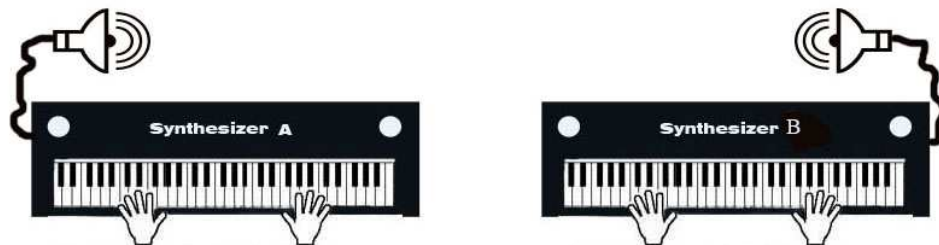
- Από την θύρα **MIDI OUT** αποστέλλονται τα MIDI μηνύματα προς ένα άλλο MIDI όργανο. Το MIDI OUT ενός οργάνου συνδέεται πάντα με το MIDI IN ενός άλλου. Το όργανο που στέλνει τις πληροφορίες ονομάζεται master (κύριο), ενώ το όργανο που τις δέχεται slave (σκλάβος).
- Από την θύρα **MIDI IN** λαμβάνονται τα δεδομένα που θα επεξεργαστεί η MIDI συσκευή. Συνδέεται πάντα με την MIDI OUT ή MIDI THRU θύρα άλλων συσκευών.
- Η θύρα MIDI THRU εξάγει απaráλλαχτα τα μηνύματα που δέχεται από την MIDI IN θύρα, και τα στέλνει στην συσκευή που ακολουθεί στην MIDI αλυσίδα, χωρίς όμως η ίδια η συσκευή να αναπαράγει τα μηνύματα αυτά.

- Η θύρα MIDI ECHO συνήθως εμφανίζεται σε περιπτώσεις που μια συσκευή δεν έχει θύρα MIDI THRU. Είναι μια θύρα ενσωματωμένη στη θύρα MIDI OUT της συσκευής, που κατ' επιλογήν του μουσικού, μπορεί να λειτουργήσει με τον ίδιο τρόπο που λειτουργεί και μια MIDI THRU θύρα.

Παρόλο που υπάρχουν διάφοροι τρόποι για να συνδεθούν οι MIDI συσκευές μεταξύ τους, υπάρχουν κάποιοι βασικοί κανόνες που κάνουν την συνδεσμολογία πιο εύκολη:

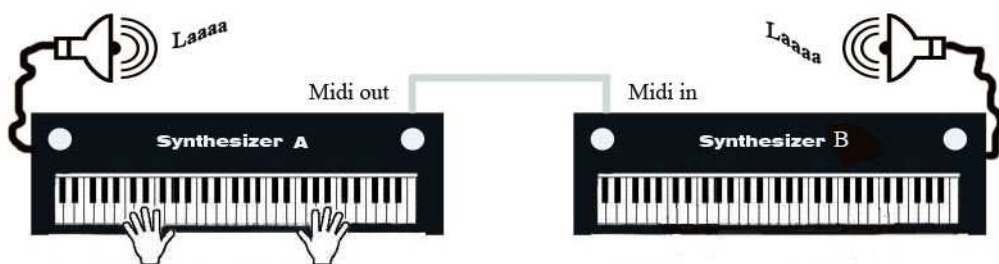
- Συνδέουμε πάντα την MIDI OUT θύρα (ή MIDI OUT/ECHO) με την MIDI IN θύρα μια οποιασδήποτε άλλης συσκευής
- Συνδέουμε πάντα την MIDI THRU θύρα μιας συσκευής με την MIDI IN θύρα μιας οποιασδήποτε άλλης συσκευής

Μια midi συνδεσμολογία θα ήταν για παράδειγμα η εξής : Ας υποθέσουμε ότι έχουμε ένα synthesizer A και ένα synthesizer B, που το καθένα παράγει το δικό του ήχο (Εικόνα 65).



Εικόνα 65. Δυο synthesizer, το καθένα παράγει το δικό του ήχο

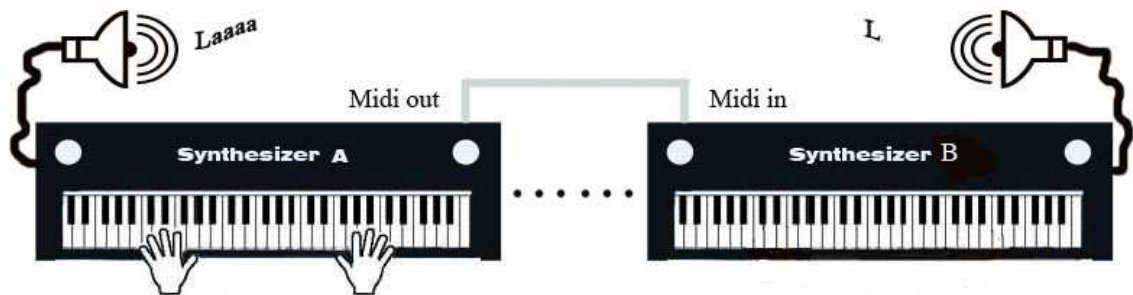
Για να παίξουμε ταυτόχρονα και τους δύο ήχους, πατώντας όμως ένα πλήκτρο στο synthesizer A , κάνουμε την εξής MIDI συνδεσμολογία :



Εικόνα 66. Η έξοδος MIDI OUT του Synth A οδηγήθηκε στην είσοδο MIDI IN του Synth B

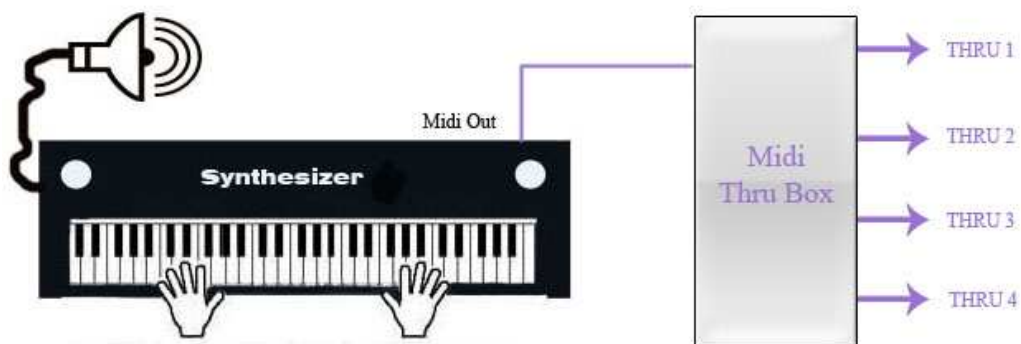
Με την σύνδεση αυτή, το synthesizer B μπορεί να καταλάβει ποιες νότες παίζονται στο A και να αναπαράγει ταυτόχρονα τις ίδιες, με διαφορετικό ήχο. Αν στην συνέχεια συνδέσουμε και ένα τρίτο synthesizer, τότε θα ακούγονται τρεις διαφορετικοί ήχοι ταυτόχρονα.

Κάθε νότα που εκτελείται στο synthesizer A μεταφέρεται αστραπιαία στο synthesizer B και έτσι όλες οι νότες μπορούν να ακούγονται ταυτόχρονα. Όλα αυτά συμβαίνουν με αστραπιαία ταχύτητα. Βέβαια όταν συνδεθούν πολλές MIDI συσκευές στη σειρά, η ροή των πληροφοριών παραμορφώνεται με αποτέλεσμα όσο φτάνουμε προς το τέλος της αλυσίδας, οι MIDI συσκευές να μην ανταποκρίνονται σωστά και να καθυστερεί η εκτέλεση των εντολών (Εικόνα 67).



Εικόνα 67. Προς το τέλος της MIDI αλυσίδας, η πληροφορία αλλοιώνεται και έτσι δεν έχουμε ήχο

Για να αποφευχθούν λοιπόν αυτά τα προβλήματα επικοινωνίας, οι κατασκευαστές εφεύραν ειδικές συσκευές που καλούνται MIDI THRU BOXES και που μοιράζουν τις εντολές του κυρίως οργάνου σε πολλά άλλα όργανα ταυτόχρονα. Πάντως η αλυσίδα μεταξύ των MIDI οργάνων ανταποκρίνεται σωστά, όταν αποτελείται από το ανώτερο τρία όργανα (Εικόνα 68).



Εικόνα 68. MIDI Thru Box

7.6 MIDI μηνύματα

Το MIDI επιτρέπει την επικοινωνία μεταξύ των συσκευών μεταφέροντας πληροφορίες που αφορούν την μουσική εκτέλεση με τη μορφή MIDI μηνυμάτων. Ένα MIDI μήνυμα αποτελεί ουσιαστικά μια μικρή πρόταση, τριών λέξεων. Η μία λέξη, που εμείς την ονομάζουμε status byte περιέχει την εντολή, αλλά και το κανάλι στο οποίο απευθύνεται. Η δεύτερη και η τρίτη λέξη ονομάζονται data bytes και αποτελούν τις αριθμητικές τιμές της εντολής. Για να ξεχωρίζουν τα status bytes από τα data bytes, το πρώτο ψηφίων των status είναι πάντα 1, ενώ των data πάντα 0. Η ταχύτητα με την οποία τα μηνύματα μεταφέρονται μέσω του MIDI δικτύου είναι 31.25 bits /sec.

Status Byte	Data Byte #1	Data Byte #2
(1 0 0 1 0 1 0 0)	(0 1 0 0 0 0 0 0)	(0 1 0 1 1 0 0 1)

Εικόνα 69. Παράδειγμα ενός MIDI μηνύματος

7.7 MIDI κανάλια

Τα MIDI μηνύματα έχουν την δυνατότητα να απευθύνονται σε συγκεκριμένες συσκευές ή ομάδα συσκευών μέσα σε ένα MIDI σύστημα. Αυτό γίνεται χρησιμοποιώντας τα τέσσερα τελευταία ψηφία ενός status byte, τα οποία ορίζουν σε ποιο ακριβώς κανάλι ή συσκευή απευθύνεται η εντολή ή η πληροφορία.

<p>Status Byte</p> <p>(1 0 0 1 K K K K)</p>

Με τον τρόπο αυτό, κάθε φορά που ένα κανάλι λαμβάνει ένα MIDI μήνυμα, θα ανταποκρίνεται μόνο σε αυτά που απευθύνονται σε αυτό, ενώ θα απορρίπτει όλα τα άλλα.

Αφού τα ψηφία τα οποία μπορούν να χρησιμοποιηθούν είναι 4, αυτό σημαίνει ότι θα υπάρχουν 16 διαφορετικοί συνδυασμοί. Καταλήγουμε δηλαδή ότι μέσα από ένα απλό MIDI καλώδιο, μπορούν να σταλθούν εντολές για 16 μόνο κανάλια.

Κανάλι (στο δεκαδικό σύστημα)	Κανάλι (στο δυαδικό σύστημα)
0	0000
1	0001
2	0010
3	0011
4	0100
5	0101
6	0110
7	0111
8	1000
9	1001
10	1010
11	1011
12	1100
13	1101
14	1110
15	1111

Εικόνα 70. Τα 16 κανάλια και η μορφή τους στο δυαδικό σύστημα

Για παράδειγμα, ας υποθέσουμε ότι έχουμε τρία synthesizer A, B, Γ ρυθμισμένα έτσι ώστε να παίζουν πιάνο, βιολί και όμποε αντίστοιχα. Θα παρατηρήσουμε λοιπόν ότι :

- ✓ Όταν το synthesizer A στέλνει πληροφορίες στο κανάλι 1, τότε τα synthesizers B και Γ δεν ανταποκρίνονται .
- ✓ Όταν το synthesizer A στέλνει πληροφορίες στο κανάλι 2, τότε μόνο το synthesizer B ανταποκρίνεται, οπότε ακούμε πιάνο και βιολί.

- ✓ Όταν το synthesizer A στέλνει πληροφορίες στο κανάλι 3, τότε μόνο το synthesizer Γ ανταποκρίνεται, οπότε ακούμε πιάνο και όμποε.
- ✓ Όταν ρυθμίσουμε τα synthesizer B, Γ να δέχονται μηνύματα και τα δύο από το κανάλι 2, και το synthesizer A αρχίσει να στέλνει μηνύματα και εκείνο στο κανάλι 2, τότε θα ακούσουμε πιάνο, βιολί και όμποε να παίζουν ταυτόχρονα.

7.8 Είδη MIDI μηνυμάτων

Υπάρχουν τρεις βασικές κατηγορίες MIDI μηνυμάτων, τα μηνύματα καναλιού (Channel Messages), τα μηνύματα συστήματος (System Messages) και τα αποκλειστικά μηνύματα συστήματος (System Exclusive Messages). Αναλυτικά οι κατηγορίες διαμορφώνονται ως εξής :

- Τα μηνύματα καναλιού, παράγονται κάθε φορά που υπάρχει μια μουσική εκτέλεση ή μεταβολή. Δηλαδή κάθε φορά που ένα MIDI όργανο παίζεται, επιλέγεται ή μεταβάλλεται από τον εκτελεστή έχουμε την παραγωγή μηνυμάτων καναλιού.
- Τα μηνύματα συστήματος, αποστέλλονται σε όλες τις MIDI συσκευές που μπορεί να είναι πιθανόν συνδεδεμένες. Κατά συνέπεια, όλες οι συσκευές ανταποκρίνονται ανεξάρτητα από το πιο κανάλι ή πια κανάλια αναφέρονται στο status byte του μηνύματος. Τα μηνύματα συστήματος έχουν κυρίως να κάνουν με τον συγχρονισμό μεταξύ των.
- Τέλος τα μηνύματα αποκλειστικού απόλυτου συστήματος επιτρέπουν στους κατασκευαστές, προγραμματιστές και σχεδιαστές να επικοινωνούν με όλες τις συσκευές MIDI, στέλνοντας οποιαδήποτε πληροφορία, ανεξάρτητου μήκους, όπως εκείνοι επιθυμούν . Για παράδειγμα, αν έχουμε δυο synthesizer, και το ένα από αυτά έχει ήχους που θέλουμε να τους παράγει το δεύτερο, τότε χάρις σε αυτή την κατηγορία των μηνυμάτων μπορούμε να στείλουμε ότι πληροφορία εμπεριέχεται στην μνήμη του ενός synthesizer, στη μνήμη του άλλου. Σημαντική παράμετρος είναι ότι τα δύο synthesizer πρέπει να είναι συμβατά μεταξύ τους.

7.9 MIDI και ηλεκτρονικός υπολογιστής

Παρόλο που ο ηλεκτρονικός υπολογιστής, όπως και τα ηλεκτρονικά μουσικά όργανα, χρησιμοποιούν το δυαδικό σύστημα ως γλώσσα επικοινωνίας, οι υπολογιστές δεν είναι σε θέση να καταλάβουν την γλώσσα MIDI. Για το λόγο αυτό χρησιμοποιείται μια ειδική συσκευή αποκωδικοποίησης, η οποία μετατρέπει τα MIDI μηνύματα σε μια μορφή δεδομένων κατανοητή στους υπολογιστές. Αυτή η συσκευή ονομάζεται MIDI μετατροπέας (MIDI interface).

Υπάρχουν διάφορων ειδών MIDI μετατροπείς, οι οποίοι μπορούν να ανταποκριθούν στις ανάγκες οποιουδήποτε υπολογιστή. Μερικοί από αυτούς που μπορεί να συναντήσετε είναι οι εξής :

- Παθητικός μετατροπέας. Είναι μια απλή εξωτερική συσκευή, η οποία συνδέεται στον υπολογιστή, και μας παρέχει μια MIDI IN θύρα και μια ή δύο MIDI OUT θύρες. Το πλεονέκτημα της είναι ότι είναι οικονομική, απλή στη σύνδεσή της και στη χρήση της και πάνω απ' όλα αξιόπιστη.
- Κάρτα ήχου. Οι κάρτες ήχου είναι αναμφισβήτητα ο πιο διαδεδομένος μετατροπέας MIDI. Σχεδόν όλες οι κάρτες, ανεξαρτήτου κόστους, περιέχουν μια υποδοχή (15-pin connector) η οποία είναι κατάλληλη για να συνδεθεί ένα joystick, αλλά και για να συνδέσουμε έναν MIDI IN, OUT ή THRU αντάπτορα.

8.1. Ο «μουσικός» υπολογιστής

Οι ηλεκτρονικοί υπολογιστές πέραν του ότι αποτελούν ένα αναπόσπαστο κομμάτι της καθημερινότητας μας, αποτελούν πια και ένα εξίσου σημαντικό εργαλείο στα χέρια του σύγχρονου μουσικού. Ένας μουσικός δεν απαιτείται να γνωρίζει κάποιο μουσικό όργανο, να έχει διδαχθεί νότες ή μουσική σύνθεση, να ξέρει πως να γράφει παρτιτούρες. Αρκεί απλώς να έχει κάποιες βασικές γνώσεις ενός προγράμματος μουσικής επεξεργασίας, να γνωρίζει πως να χρησιμοποιεί όλες τις δυνατότητες που του δίνονται όσον αφορά την επεξεργασία του ήχου και να διαθέτει χρόνο, διάθεση και πολλή φαντασία, ώστε να δημιουργήσει ένα μουσικό κομμάτι! Η μουσική δεν χαρακτηρίζεται πια από την τέλεια αρμονία των συγχορδιών, αλλά από τον πλούτο των effect και των ρυθμικών εναλλαγών, που όποιος γνωρίζει τη σωστή χρήση τους, μπορεί να γίνει ένας πετυχημένος μουσικός.

Με τον υπολογιστή μπορούμε να επεξεργαστούμε τους υπάρχοντες ήχους, να τους αναλύσουμε, να συνδυάσουμε διάφορους ήχους μεταξύ τους ή ακόμη και να φτιάξουμε νέους ήχους ανάλογα με τις ανάγκες μας. Βέβαια για όλα αυτά υπάρχει μια βασική προϋπόθεση : να έχουμε μια σχετικά καλή και αξιόπιστη κάρτα ήχου και ένα πρόγραμμα μουσικής επεξεργασίας που θα μας δώσει όλες αυτές τις δυνατότητες.

8.2. Η κάρτα ήχου

Η κάρτα ήχου, δεν αποτελούσε πάντοτε ένα βασικό εξάρτημα ενός ηλεκτρονικού υπολογιστή. Οι πρώτες κάρτες ήχου εμφανίστηκαν το 1980, όταν διάφοροι κατασκευαστές εισήγαγαν στην αγορά κάρτες, που προορίζονταν για τον έλεγχο του ήχου που παραγόταν. Μέχρι τότε, ο υπολογιστής μπορούσε απλά να παράγει ένα απλό ‘μπιπ’ κάθε φορά που ο χρήστης του εκτελούσε μια εργασία ή έκανε κάποιο λάθος, οπότε η ηχητική ειδοποίηση ήταν καθαρά προειδοποιητική.

Ακόμα και αυτός ο σύντομος ήχος, δεν μπορούσε να ‘πειραχθεί’ από τον χρήστη, αφού το σύστημα έδινε μόνο τη δυνατότητα μεταβολής της συχνότητας ή της διάρκειας, χωρίς να μπορεί να μεταβληθεί ούτε καν η ένταση ή να δημιουργηθεί κάποιος νέος ήχος. Μάλιστα στα πρώτα ηλεκτρονικά παιχνίδια τα οποία εμφανίστηκαν, οι ήχοι που ακούγονταν είχαν απλά διαφορετική συχνότητα και διάρκεια, δημιουργώντας ένα άκουσμα αρκετά αστείο.

Τα δεδομένα έχουν αλλάξει βέβαια τελείως και ο υπολογιστής μπορεί όχι μόνο να παράγει περισσότερους από έναν ήχους ταυτόχρονα, αλλά και να παράγει ήχους που χαρακτηρίζονται από μια απόλυτη φυσικότητα, δίνοντας στον ακροατή την αίσθηση του χώρου. Στην περίπτωση αυτή αναφερόμαστε στον 3D και στον Surround Ήχο.

Μια απλή κάρτα ήχου, αποτελεί ένα ηλεκτρικό κύκλωμα χωρισμένο σε τέσσερα βασικά μέρη, τα οποία στο σύνολο τους εξυπηρετούν τον ίδιο σκοπό, τη μετατροπή του αναλογικού σήματος σε ψηφιακό, και αντιστρόφως. Αναλυτικά έχουμε :

- *Τον μετατροπέα αναλογικού σήματος σε ψηφιακό ή απλά ADC (Analog to Digital Converter)*
- *Τον μετατροπέα ψηφιακού σήματος σε αναλογικό ή απλά DAC (Digital to Analog Converter)*
- *Την ηλεκτρονική διάταξη, που επιτρέπει στην κάρτα ήχου, να συνδεθεί με την μητρική κάρτα του ηλεκτρονικού μας υπολογιστή.*
- *Τις εισόδους και εξόδους της κάρτας ήχου.*

Σε μερικές κάρτες ήχου, οι μετατροπέας ADC και DAC έχουν ενσωματωθεί σε μία ηλεκτρονική διάταξη η οποία επεξεργάζεται και τις δύο αυτές μετατροπές.



Εικόνα 71. Κάρτα ήχου. HOWSTUFFWORKS,
< <http://computer.howstuffworks.com/sound-card.htm> >

8.3. ADC – DAC και η χρησιμότητα τους...

Ακόμη και η πιο απλή διαδικασία επεξεργασίας ενός ηχητικού σήματος, απαιτεί τη μετατροπή του αναλογικού σήματος σε ψηφιακό. Ας υποθέσουμε ότι έχουμε συνδέσει το μικρόφωνο μας, στην είσοδο της κάρτας ήχου, και ότι ηχογραφούμε τη φωνή μας για μερικά λεπτά. Το μικρόφωνο μετατρέπει την ακουστική ενέργεια σε ηλεκτρική, αλλά παρόλα αυτά ο υπολογιστής για να μπορέσει να αποθηκεύσει τη φωνή μας, πρέπει να λάβει δεδομένα κατανοητά σε αυτόν, δηλαδή σε 0 και 1.

Τη διαδικασία αυτή την αναλαμβάνει εξ ολοκλήρου η κάρτα ήχου. Παίρνοντας δείγματα του σήματος, σε τακτά χρονικά διαστήματα, μετατρέπει τις τιμές τους στη δυαδική μορφή. Σημαντικό ρόλο στην όλη διαδικασία παίζουν δύο πολύ σημαντικοί παράγοντες. Η συχνότητα με την οποία λαμβάνονται τα σήματα αυτά, και η ανάλυση με την οποία μετατρέπονται .

Τη συχνότητα την ονομάζουμε **συχνότητα δειγματοληψίας** και υπολογίζεται σε kHz. Όσα περισσότερα δείγματα λαμβάνει η κάρτα ήχου το δευτερόλεπτο, όσο δηλαδή μεγαλύτερη συχνότητα δειγματοληψίας έχει, τόσο πιο αξιόπιστο και ακριβές είναι το αποτέλεσμα της μετατροπής του σήματος από τη μια μορφή στην άλλη.

Από την άλλη η ανάλυση του σήματος, επηρεάζει εξίσου την ποιότητα της μετατροπής. Αν η ανάλυση είναι 4 bits (δηλαδή χρησιμοποιούνται 4 bits μόνο για να απεικονίσουν μια αριθμητική τιμή), τότε οι τιμές που μπορούν να χρησιμοποιηθούν για να αποδώσουν το ηλεκτρικό σήμα είναι μόνο 16. Αντιθέτως αν η ανάλυση είναι 16 bits, οι τιμές αυξάνονται αυτόματα σε 256 , ενώ αν η ανάλυση είναι 24, τότε η μετατροπή είναι σχεδόν άριστη, αφού διατίθενται 576 τιμές. Όσο μεγαλύτερη ανάλυση έχουμε, τόσο πιο ακριβής είναι η μετατροπή του σήματος.

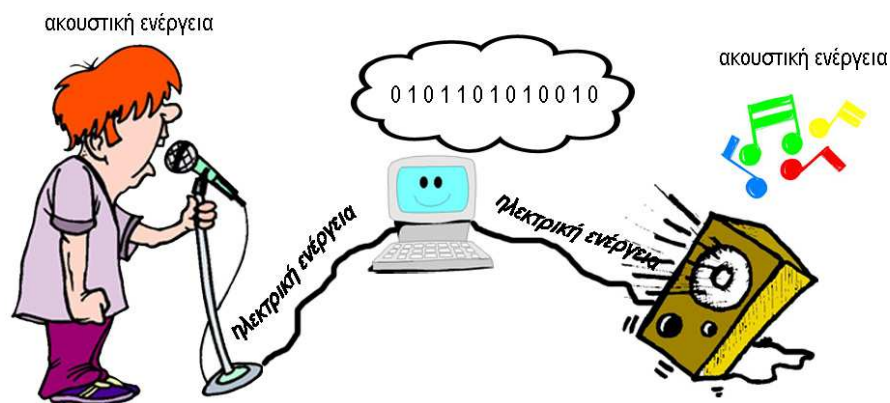


Αν η ανάλυση είναι 8 bits πόσες τιμές μπορούν να χρησιμοποιηθούν ;

Αφού λοιπόν η κάρτα μετατρέψει το σήμα μας σε δυαδική μορφή, ο υπολογιστής είναι πια σε θέση να το αναγνωρίσει. Αν λοιπόν αποφασίσουμε να ακούσουμε αυτό που προηγουμένως είχαμε ηχογραφήσει, θα πρέπει να ακολουθηθεί η ακριβώς αντίστροφη διαδικασία. Δηλαδή ο υπολογιστής να στείλει το σήμα στην κάρτα ήχου, η οποία θα μετατρέψει τα 0 και τους 1 σε τιμές τάσης, που με τη σειρά τους θα σταλούν μέσω μιας εξόδου της κάρτας στα ηχεία. Τα ηχεία ως γνωστό μετατρέπουν

την ηλεκτρική ενέργεια σε ακουστική, οπότε η ηχογράφιση φτάνει πλέον στα αυτιά μας.

Ολη αυτή η διαδικασία δεν μπορεί να είναι όμως απόλυτα ακριβής, όσο καλή και αν είναι η κάρτα ήχου μας, όσο καλά μηχανήματα και αν χρησιμοποιούμε. Η μεταφορά του ήχου μέσω των καλωδίων, όπως επίσης και η μετατροπή του, προκαλούν θορύβο. Όσο βέβαια μικρότερη είναι η στάθμη του θορύβου σε σχέση με τον καθαρό μας ήχο, τόσο πιο καλό είναι το τελικό μας αποτέλεσμα.



Για το λόγο αυτό, οι σύγχρονες κάρτες ήχου, έχουν μια επιπλέον είσοδο, που υποστηρίζει τα ψηφιακά σήματα, δηλαδή μπορούν να δεχτούν σήματα τα οποία είναι ήδη σε ψηφιακή μορφή, οπότε δεν χρειάζονται μετατροπή. Έτσι το ηχητικό σήμα επιδέχεται λιγότερη επεξεργασία, με αποτέλεσμα να είναι καθαρότερο.

8.4. Η κάρτα ήχου...αναλυτικά

Πέρα από τα βασικά ηλεκτρικά στοιχεία που προαναφέραμε, μια κάρτα ήχου αποτελείται και από άλλα δευτερεύοντα αλλά εξίσου σημαντικά στοιχεία τα οποία είναι :

- Ο επεξεργαστής ψηφιακού σήματος (**DSP Digital Signal Processor**)
- Η μνήμη
- Οι είσοδοι και οι έξοδοι της κάρτας

Ο *επεξεργαστής ψηφιακού σήματος*, είναι ένα μικροεπεξεργαστής ο οποίος είναι ενσωματωμένος πάνω στην κάρτα ήχου. Αρμοδιότητα του είναι να 'βοηθά' τον επεξεργαστή του υπολογιστή μας, εκτελώντας κάποιους υπολογισμούς που είναι απαραίτητοι έτσι ώστε να γίνονται οι μετατροπές του αναλογικού ήχου σε ψηφιακό και αντιστρόφως. Επίσης έχει τη δυνατότητα να παράγει πολλούς ήχους ταυτόχρονα και να ελέγχει όλα τα κανάλια τα οποία παρέχει η κάρτα ήχου. Σε περίπτωση που η κάρτα ήχου δεν έχει το δικό της επεξεργαστή, όλες αυτές οι εργασίες εκτελούνται από τον κύριο επεξεργαστή του υπολογιστή.

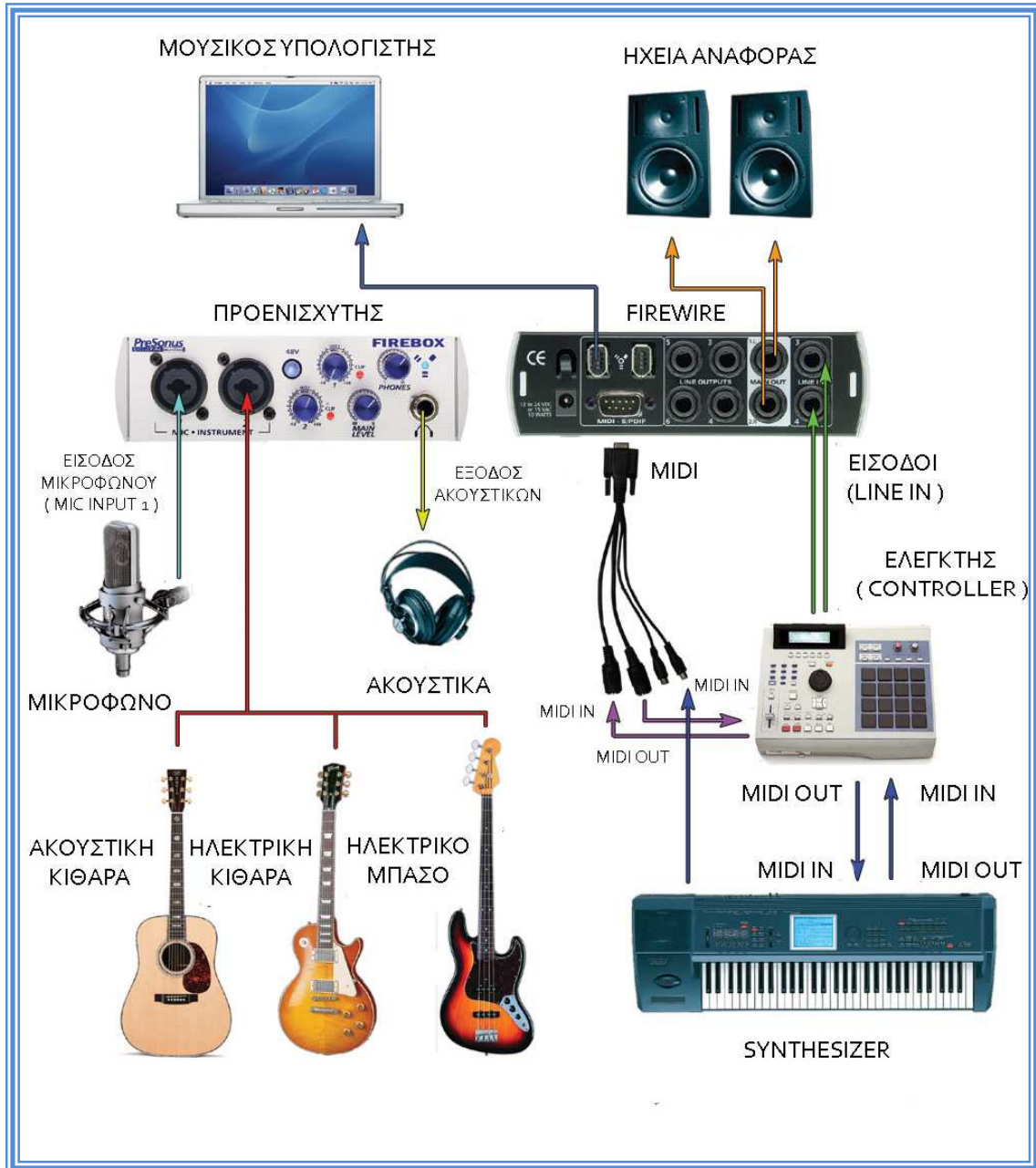
Η *μνήμη* από την άλλη, παρέχει στην κάρτα ήχου, τη δυνατότητα να εκτελεί διάφορες εργασίες πιο γρήγορα και πιο αποτελεσματικά. Γενικά τόσο ο επεξεργαστής ψηφιακού σήματος, όσο και η μνήμη της κάρτας ήχου, λειτουργούν ως βοηθητικά στοιχεία του υπολογιστή, που προσπαθούν να "ξαλαφρώσουν" τον υπολογιστή μας, από εργασίες που αφορούν τον επεξεργασία του ήχου.

Σημαντικό στοιχείο σε μια κάρτα ήχου είναι και οι εισοδοι και οι έξοδοι, τις οποίες παρέχει στο χρήστη. Οι πιο συνηθισμένες εισοδοι – έξοδοι είναι : η αναλογική είσοδος του μικροφώνου (μονοφωνική), που είναι χρώματος ροζ, η αναλογική είσοδος σήματος (στερεοφωνική) που είναι χρώματος μπλε, η αναλογική γραμμή εξόδου των ηχείων που είναι χρώματος πράσινου, και η αναλογική γραμμή εξόδου για τα πίσω ηχεία που είναι συνήθως χρώματος μαύρου. Στις πιο επαγγελματικές κάρτες υπάρχουν MIDI εισοδοι και έξοδοι, που εξυπηρετούν στην επεξεργασία των MIDI σημάτων, καθώς και εισοδοι FIRE WIRE ή USB, που εξυπηρετούν την επεξεργασία ψηφιακών σημάτων ήχου.

8.5 Τα περιφερειακά ενός μουσικού υπολογιστή

Συνήθως όσοι ασχολούνται με την επεξεργασία, αλλά και τη δημιουργία μουσικής μέσω ηλεκτρονικού υπολογιστή, πέρα από μια αρκετά αξιόπιστη κάρτα ήχου, φροντίζουν ώστε να περιβάλλουν τον υπολογιστή τους και με άλλα εξαρτήματα που θα εμπλουτίσουν το τελικό τους αποτέλεσμα. Έτσι γύρω από έναν «μουσικό» υπολογιστή θα συναντήσει κανείς συχνά κάποιο αρκετά καλό μικρόφωνο, έναν μικρό μίκτη, ένα μικρό synthesizer και ίσως, στην καλύτερη των περιπτώσεων, και κάποιον επεξεργαστή effect, με σκοπό τη δημιουργία νέων ηχοχρωμάτων, την ηχογράφηση προσωπικών ήχων, αλλά και την πιο ελεύθερη επεξεργασία τους.

Μα για να είναι το αποτέλεσμα αξιόπιστο, χωρίς θόρυβο, clicks, και άλλα προβλήματα που συνήθως συναντά κανείς, είναι σημαντικό να έχει κανείς προμηθευτεί από την αρχή αρκετά αξιόπιστα ηχεία, όπως επίσης ακουστικά που θα τον βοηθήσουν, όχι μόνο να απολαύσει τις προσωπικές του δημιουργίες, αλλά και να αντιληφθεί νωρίς τα τυχόν λάθη του.












Εικόνα 72. Ο μουσικός υπολογιστής και τα περιφερειακά του.
 < <http://www.autosoft.com.hk/mainpage/HomeStudio/firebox00.jpg>>

8.6 Προγράμματα επεξεργασίας του ήχου

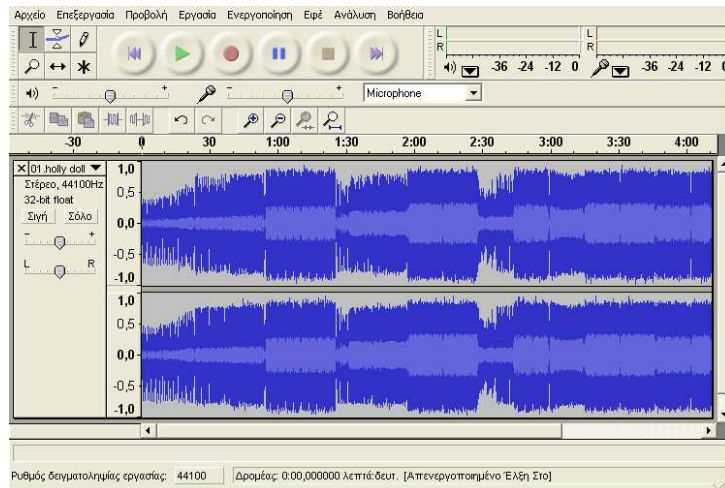
Πέρα όμως από την ύπαρξη μιας καλής κάρτας ήχου στον υπολογιστή, για να μπορέσει κάποιος να επεξεργαστεί ένα ήχο, απαραίτητο στοιχείο είναι να έχει εγκατεστημένο το κατάλληλο μουσικό πρόγραμμα. Τα τελευταία χρόνια έχουν κατακλύσει την αγορά χιλιάδες προγράμματα, το καθένα με διαφορετικές δυνατότητες ...αλλά και αδυναμίες. Βέβαια ανάλογα με την ποιότητα επεξεργασίας του ήχου που σκοπεύει κανείς να κάνει, μπορεί να καταφύγει σε αρκετά οικονομικές λύσεις (όπως είναι τα διάφορα δωρεάν προγράμματα που διατίθενται στο internet), αλλά και σε αρκετά ακριβότερες λύσεις, που όμως θα του προσφέρουν ένα πιο επαγγελματικό αποτέλεσμα !

Οι κυριότερες διαδικασίες επεξεργασίας του ήχου που εκτελούνται μέσω ενός προγράμματος μουσικής επεξεργασίας είναι :

-  Η δημιουργία νέων ήχων
-  Η εισαγωγή ήχων στο πρόγραμμα
-  Η αντιγραφή, αποκοπή, επικόλληση ενός ηχητικού τμήματος
-  Η μεταβολή της έντασης και της συχνότητας
-  Η μεταβολή της χρονικής διάρκειας
-  Η απαλοιφή του θορύβου
-  Η εισαγωγή διαφόρων effect
-  Η μίξη διαφόρων ήχων, με σκοπό τη δημιουργία ενός ενιαίου ηχητικού αποτελέσματος
-  Η συμπίεση ενός ηχητικού τμήματος

Τα πιο συνηθισμένα προγράμματα μουσικής επεξεργασίας είναι το Sound Forge της Sonic, το Wavelab της Creative, το Adobe Audition (ή παλαιότερα γνωστό και ως Cool Edit) και το Sound Edit της Macromedia.

Για τους πρώτους πάντως πειραματισμούς προτείνεται ένα freeware πρόγραμμα επεξεργασίας, το Audacity, ένα πρόγραμμα το οποίο μπορεί κανείς εύκολα να βρει και να κατεβάσει δωρεάν από το internet. (<http://audacity.sourceforge.net/>).



Εικόνα 73. Περιβάλλον εργασίας του Audacity

8.7 Μέθοδοι συμπίεσης του ήχου

Η συμπίεση ενός αρχείου ήχου έχει σκοπό την μείωση των δεδομένων που περιέχει το αρχείο, μέχρι ενός σημείου, ώστε ο συμπιεσμένος ήχος να μην διαφέρει από τον αρχικό - ασυμπιεστο ήχο. Το μέγεθος ενός αρχείου ήχου εξαρτάται από τη συχνότητα δειγματοληψίας, την ανάλυση του σήματος και τη διάρκεια του. Δηλαδή αν για ένα κομμάτι 3' λεπτών, έχουμε συχνότητα δειγματοληψίας 44100 Hz (δηλαδή 44100 δείγματα ανά δευτερόλεπτο) και τα δείγματα μετατρέπονται από αναλογικά σε ψηφιακά με ανάλυση 16 bits, τότε το μέγεθος του αρχείου θα είναι :

$$44100\text{Hz} * 16\text{bit} * 60\text{sec} = 42.336.000\text{bits} = 5292000\text{bytes} = 5.036\text{MB}$$

Αν τώρα το αρχείο μας είναι στερεοφωνικό, δηλαδή έχουμε δύο κανάλια, τότε το μέγεθος του αρχείου διπλασιάζεται, οπότε έχουμε:

$$2 * 5,046\text{MB} = 10,09\text{MB}$$

Η ανάγκη λοιπόν για μείωση του όγκου δεδομένων, οδήγησε στην εμφάνιση πολλών διαφορετικών μεθόδων συμπίεσης, καθεμιάς διαφορετικής, με τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά της. Μάλιστα η ψυχοακουστική έπαιξε πολύ

σημαντικό ρόλο στην εξέλιξη όλων αυτών των μεθόδων, αφού χαρακτηριστικά της ανθρώπινης ακοής που είχαν μελετηθεί μέσω της ψυχοακουστικής, αποτέλεσαν βάση για τη δημιουργία διαφόρων μοντέλων συμπίεσης. Τα δυο πιο βασικά, ήταν κατά πρώτον το γεγονός ότι ο άνθρωπος έχει ένα συγκεκριμένο ακουστικό φάσμα, οπότε απορρίπτει όλους τους ήχους που είναι έξω από τα όρια αυτού και κατά δεύτερον το φαινόμενο της ηχητικής σκίασης, για το οποίο αναφερθήκαμε στο 3^ο κεφάλαιο.

Μια από τις πιο γνωστές μεθόδους συμπίεσης είναι η **MPEG**. Υπάρχουν τέσσερα διαφορετικά πρότυπα MPEG, τα οποία χρησιμοποιούνται ανάλογα με τις υπάρχουσες ανάγκες, (τα MPEG 2, 3, 4 χρησιμοποιούνται κυρίως για την συμπίεση video), αυτό όμως που κυρίως χρησιμοποιείται για την συμπίεση του ήχου είναι το MPEG – 1. Στην κατηγορία αυτή συναντά κανείς τρεις υποκατηγορίες. Το *Audio Layer I*, που αφορά συμπίεση 4 :1, με 383 kbps για στερεοφωνικό ήχο, το *Audio Layer II* που αφορά συμπίεσης από 6: 1, με 246 -192 Kbps για στερεοφωνικό ήχο, και τέλος το *Audio Layer III* ή αλλιώς **MP3**, με συμπίεση 10:1 έως 12:1, 128 – 112 kbps, για στερεοφωνικό ήχο.

Άλλο πρότυπο συμπίεσης είναι το **WMA** (Windows Media Audio), το οποίο βασίζεται στον ίδιο τρόπο συμπίεσης με το MP3, παρέχοντας όμως ακόμη μεγαλύτερη συμπίεση στα 64 kbps, ενώ τα τραγούδια που είναι προστατευμένα δεν μπορούν να μεταδοθούν ελεύθερα.

Μια εξέλιξη του MP3, αποτελεί και το MP3 PRO, το οποίο προσφέρει την ίδια ποιότητα με το MP3, αλλά καταφέρνει να μειώνει τον όγκο του αρχείου στο μισό.

Πολλές φορές συναντά κανείς και το πρότυπο **RA** (Real Audio), το οποίο κυρίως προορίζεται για άμεση αναπαραγωγή ήχων μέσω διαδικτύου, χωρίς να απαιτείται το κατέβασμα του αρχείου ήχου και η αποθήκευση του στον υπολογιστή. Μάλιστα η ποιότητα του είναι πλησιάζει πολύ την ποιότητα του CD.

Τέλος υπάρχει και το **AC3 Dolby Digital** πρότυπο, το οποίο υποστηρίζει την κωδικοποίηση / αποκωδικοποίηση πολυκάναλου ήχου, και το οποίο συναντά κανείς στα home cinemas.

Πώς όμως μπορεί κανείς να ξεχωρίσει αν ένα αρχείο ήχου είναι συμπιεσμένο ή όχι, και αν ναι, τι είδους συμπίεση έχει υποστεί; Ένα βασικό στοιχείο είναι η κατάληξη του, δηλαδή η επέκταση που ακολουθεί συνήθως την ονομασία του. Ανάλογα λοιπόν με την επέκταση αυτή, μπορεί κανείς να ταυτοποιήσει ποια είναι η

μορφοποίηση του αρχείου. Παραθέτουμε λοιπόν μερικές από τις βασικές επεκτάσεις αρχείων που μπορεί κανείς να συναντήσει, καθώς και την περιγραφή τους.

Επέκταση	Πρότυπο	Περιγραφή
.wav	WAVE	Αποτελεί πρότυπο αποθήκευσης ψηφιακού ήχου
.mp3	MPEG I – Layer III	Αποτελεί πρότυπο συμπίεσης αρχείων ήχου. Συναντάται κυρίως στη διακίνηση αρχείων μέσω διαδικτύου
.wma	WMA	Πρότυπο συμπίεσης που αναπτύχθηκε από την Microsoft. Στόχος η υποστήριξη της απωλεστικής συμπίεσης
.ra	REAL AUDIO	Πρότυπο συμπίεσης, με στόχο την άμεση αναπαραγωγή ήχων μέσω διαδικτύου
.rif	RIFF	Πρότυπο αποθήκευσης ψηφιακού ήχου και MIDI, που αναπτύχθηκε από την Microsoft
.aif	AIFF	Πρότυπο αποθήκευσης που δημιουργήθηκε από την APPLE
.mid	MIDI	Διεθνές πρότυπο αποθήκευσης μουσικών αρχείων MIDI
.rmi	RMI	Πρότυπο αποθήκευσης αρχείων MIDI που αναπτύχθηκε από την Microsoft.

9.1 Το διαδίκτυο σήμερα

Το 1945, ο Vannemer Bush, έγραψε ένα κείμενο σταθμό, με την ονομασία “As we May Think”, όπου περιέγραφε ένα σύστημα υπερμέσων, που θα περιείχε πληροφορίες όλων των ειδών (κείμενο, ήχο, εικόνα) και οι οποίες θα συσχετιζόνταν μεταξύ τους μέσω συνδέσμων. Φαντάστηκε δηλαδή, μια καινούργια μορφή εγκυκλοπαίδειας. Σίγουρα όμως δεν μπορούσε να αντιληφθεί αυτό που θα αποτελούσε το διαδίκτυο 60 χρόνια αργότερα.

Το διαδίκτυο, ή αλλιώς γνωστό ως Internet αποτελεί πια το κύριο μέσο επικοινωνίας. Έχει τη δική του κουλτούρα, επιδρά με τον δικό του τρόπο στην εξέλιξη των γεγονότων, αποτελεί πηγή γνώσης και χώρο ελεύθερης ανταλλαγής απόψεων, κρύβει όμως ταυτόχρονα πολλούς κινδύνους. Αναμφισβήτητα πάντως, λειτουργεί σαν μια ανεξάντλητη πηγή πληροφοριών που βοηθά τον καθένα μας, να εξελιχθεί και να εμβαθύνει περισσότερο σε τομείς που τον ενδιαφέρουν.

Η εμφάνιση του διαδικτύου επηρέασε ποικιλοτρόπως την μουσική βιομηχανία. Ένα από τα μεγαλύτερα προβλήματα, που σχετίζονται με το διαδίκτυο είναι η ύπαρξη διαφόρων παράνομων ιστοσελίδων, που επιτρέπουν στους χρήστες να διακινούν ελεύθερα αρχεία ήχου, δημιουργώντας έτσι ανεξάντλητα προβλήματα στις δισκογραφικές εταιρείες, και στην μουσική βιομηχανία γενικότερα. Είναι μάλιστα και ένας από τους κυριότερους λόγους, για τον οποίο η μουσική βιομηχανία, περνά σήμερα την δική της κρίση. Κατά καιρούς, διάφοροι παράγοντες (δισκογραφικές εταιρίες, εταιρίες προστασίας πνευματικών δικαιωμάτων κ.α.) προσπαθούν να λύσουν το πρόβλημα αυτό, κάνοντας καμπάνιες για την καταπολέμηση της πειρατείας ή ακόμη και κατασκευάζοντας τις δικές τους ιστοσελίδες, μέσα από τις οποίες μπορεί κανείς να κατεβάσει μουσική, πληρώνοντας ένα πολύ μικρό χρηματικό ποσό. Αλλά και πάλι η πειρατεία συνεχίζει να βλάπτει την δισκογραφική αγορά. Μάλιστα στην Ελλάδα, το 50 % της μουσικής που διακινείται, προέρχεται από μουσική πειρατεία.

Αλλά δεν μπορεί κανείς να επιρρίψει μόνο ευθύνες στην ύπαρξη του διαδικτύου. Καθημερινά εμφανίζονται ιστοσελίδες, που προωθούν την μουσική και την εξέλιξη της, προσφέρουν γνώσεις στους λάτρεις αυτού του χώρου, δίνουν την δυνατότητα σε όσους θέλουν, να παρουσιάσουν τις προσωπικές τους μουσικές συνθέσεις και να γίνουν γνωστοί μέσα από το διαδίκτυο, χωρίς να έχουν συμβόλαιο με κάποια

δισκογραφική εταιρία. Μάλιστα αρχίζει να παρατηρείται το φαινόμενο, μουσικοί ή συγκροτήματα, να γίνονται πρώτα γνωστοί μέσα απ' το διαδίκτυο, και μετά μέσα από τις δισκογραφικές τους δουλειές.

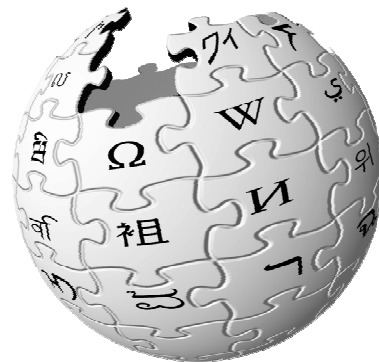
Σκοπός λοιπόν αυτού του κεφαλαίου, είναι να αναδείξουμε μερικές από τις πιο ενδιαφέρουσες και χρήσιμες πηγές του διαδικτύου, χωρίς βέβαια να αγνοούμε ότι ο χώρος αυτός εξελίσσεται ταχύτατα και διαρκώς θα εμφανίζονται όλο και πιο ενδιαφέρουσες ιστοσελίδες!!! Θα προσπαθήσουμε πάντως να βρούμε την αρχή, που ξετυλίγει το νήμα όλων αυτών των μουσικών γνώσεων που φιλοξενούνται μέσα στο διαδίκτυο...

9.2 Η εγκυκλοπαίδεια του διαδικτύου

Τελικά οι προβλέψεις του Vannemer Bush, δεν απείχαν και πολύ από τη σημερινή πραγματικότητα. Μια από τις πιο πολυσυζητημένες ιστοσελίδες είναι η ηλεκτρονική εγκυκλοπαίδεια, η γνωστή Wikipedia (http://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page).

Είναι μια ελεύθερη εγκυκλοπαίδεια, η οποία δομήθηκε εξ ολοκλήρου από τους χρήστες της. Ξεκίνησε τη λειτουργία της το 2001, και ως σήμερα, εμφανίζεται στο διαδίκτυο σε 253 διαφορετικές γλώσσες. Η δομή της βασίζεται εξ ολοκλήρου στην εθελοντική στήριξη των αναγνωστών της, δηλαδή ο καθένας μπορεί να γράψει ένα κείμενο ή ένα άρθρο, πάνω σε κάποιο γνωστικό του πεδίο και να το δημοσιεύσει στην Wikipedia. Όσοι το διαβάσουν, έχουν την δυνατότητα να το αλλάξουν ή να συμπληρώσουν ότι παραλείπεται. Έτσι η Wikipedia έφτασε να έχει σήμερα 8.29 εκατομμύρια άρθρα, τα οποία δημιουργούν μια αλυσίδα γνώσεων.

Στην Wikipedia μπορεί να ανατρέξει κανείς, για διάφορων ειδών πληροφορίες που αφορούν την μουσική τεχνολογία, τόσο για τεχνικά θέματα, όσο και για πιο θεωρητικά, αφού είναι συνεχώς ενημερωμένη. Επίσης στο τέλος κάθε θέματος, μπορεί κανείς να βρει διάφορα links που θα τον βοηθήσουν στην περαιτέρω έρευνα του.



Εικόνα 74. Το λογότυπο της Wikipedia. WIKIPEDIA,
< http://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page>

9.3 Μουσικά όργανα και διαδίκτυο

Στο διαδίκτυο μπορεί να βρει κανείς διάφορες ιστοσελίδες, που περιέχουν χρήσιμες πληροφορίες για τα υπάρχοντα μουσικά όργανα, αλλά και για εκείνα που υπήρχαν κάποτε στο παρελθόν και τώρα πια έχουν εξαλειφθεί. Από τις πιο ενδιαφέρουσες είναι :

- <http://www.lyravlos.gr/ancient-greek-instruments.asp>. Είναι δημιουργία του Κέντρου Ελληνικής Μουσικής Κληρονομιάς – Λύραυρος. Εδώ μπορεί κανείς να βρει πληροφορίες, για διάφορα μουσικά όργανα της αρχαίας Ελλάδας, να απολαύσει το πλούσιο φωτογραφικό υλικό, αλλά και να ακούσει ηχητικά δείγματα από διάφορα μουσικά όργανα.
- <http://www.orfeas.org.gr/index.html> Η ιστοσελίδα αυτή αποτελεί μέρος ενός προγράμματος που στηρίζεται από την Γραμματεία Νέας Γενιάς και την Ευρωπαϊκή Ένωση με τίτλο « Ιστορία και Κατασκευή Παραδοσιακών Μουσικών Οργάνων», ενώ εκτελείται από την Αγγελική Καραθανάση. Σκοπός είναι η ενημέρωση για την ιστορία, τον τρόπο και τα υλικά κατασκευής των παραδοσιακών μουσικών οργάνων.
- <http://sfrang.com/selides/musorg/Instrum02a.html>. Περιέχει φωτογραφικό υλικό όλων των οργάνων που αποτελούν μια ορχήστρα, καθώς και πληροφορίες για καθένα από αυτά. Ενδιαφέρον έχουν τα videos και τα ηχητικά δείγματα που πλαισιώνουν την εφαρμογή. Στην ιστοσελίδα αυτή μπορεί κανείς να βρει επίσης και επεξηγήσεις για την ορολογία που χρησιμοποιείται στην κλασική μουσική, καθώς και πληροφορίες για τους συνθέτες αλλά και την εποχή κατά την οποία συνέθεσαν τα έργα τους.
- <http://www.dsokids.com/2001/rooms/teachers.asp>. Η ιστοσελίδα αυτή είναι πολύ ενδιαφέρουσα, τόσο για το περιεχόμενο της, όσο και για τη δομή της. Ναι μεν η γλώσσα που χρησιμοποιείται είναι η αγγλική, αλλά η απλή δομή της και οι πλούσιες γραφικές αναπαραστάσεις που εμπλουτίζουν το κείμενο, προκειμένου να απλοποιηθούν κάποιοι μουσικοί όροι, την κάνουν πιο κατανοητή.
- http://www.obsolete.com/120_years/nav.html. Εδώ βρίσκει κανείς, όλες τις πληροφορίες αλλά και πολλές φωτογραφίες που αφορούν την εξέλιξη, τον τρόπο

λειτουργίες, αλλά και τους ίδιους τους εφευρέτες, όλων των ηλεκτρονικών μουσικών οργάνων, που εμφανίστηκαν από το 1870 μέχρι το 1990. Η γλώσσα που χρησιμοποιείται είναι η αγγλική.

- http://portal.unesco.org/culture/en/ev.php-URL_ID=2140&URL_DO-DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html. Επίσημη ιστοσελίδα της UNESCO²⁴ με πλούσια αναφορά στην τεχνολογία και στον τρόπο με τον οποίο επηρέασε τη μουσική δημιουργία. Αναφέρονται πληροφορίες για διακεκριμένους δημιουργούς, βιογραφίες και σημαντικά μουσικά κινήματα. Η γλώσσα που χρησιμοποιείται είναι η αγγλική.
- <http://www.ears.dmu.ac.uk>. Ιστοσελίδα του ερευνητικού κέντρου του Πανεπιστημίου De Montfort (Ηνωμένο Βασίλειο) με θέμα την Ηλεκτρακουστική Μουσική. Ιδιαίτερο ενδιαφέρον παρουσιάζει το λεξικό Ηλεκτρακουστικής Μουσικής (Αγγλικά, Γαλλικά, Ισπανικά), ο Θησαυρός Ορολογιών (Αγγλικά, Γαλλικά, Ισπανικά, Γερμανικά), η Βιβλιογραφία και τέλος η πλούσια αναφορά σε σημαντικές έννοιες που συσχετίζονται με την Ηλεκτρακουστική Μουσική. Η βασική γλώσσα που χρησιμοποιείται είναι η αγγλική.

9.4 Μουσικά προγράμματα

Η εξέλιξη στο χώρο της μουσικής τεχνολογίας έχει οδηγήσει τις εταιρίες, οι οποίες σχεδιάζουν αποκλειστικά προγράμματα μουσικής επεξεργασίας σε ένα συνεχή αγώνα δρόμου. Μέσω των εταιρικών τους ιστοσελίδων φροντίζουν για την διαρκή ενημέρωση των χρηστών τους σχετικά με τα νέα προγράμματα τα οποία παράγονται, καθώς και για τις εξελίξεις το χώρο της μουσικής τεχνολογίας, ενώ προσφέρουν οδηγίες και συμβουλές για την καλύτερη αξιοποίηση όλων των δυνατοτήτων που μπορεί να προσφέρει ένα μουσικό πρόγραμμα.

Οι σπουδαιότερες εταιρίες αυτή τη στιγμή καθώς και οι ιστότοποι τους είναι :

- Η Steineberg, με το WaveLab, <http://www.wavelab.com/>

²⁴ UNESCO (United Nations Educational Scientific and Cultural Organization) . Εκπαιδευτικός, Επιστημονικός και Πολιτιστικός Οργανισμός του ΟΗΕ, με στόχο την παγίωση της παγκόσμιας ειρήνης, μέσα από την επικοινωνία των λαών διά της εκπαίδευσης, των φυσικών και κοινωνικών επιστημών και του πολιτισμού.

- Η Steineberg, με το Cubase, <http://www.steinberg.net/983+M52087573ab0.html>
- Η Sony με το Sound Forge, <http://www.sonycreativesoftware.com/default.asp>
- Η Adobe με το Adobe Audition (παλαιότερα γνωστό και ως Cool Edit), <http://www.adobe.com/special/products/audition/syntrillium.html>

Παρόλα αυτά όμως, στο διαδίκτυο υπάρχουν αρκετά freeware προγράμματα (όπως το Audacity, το οποίο και αναφέραμε στο προηγούμενο κεφάλαιο) , χωρίς αυτό να σημαίνει ότι οι δυνατότητες αυτών των προγραμμάτων δεν είναι εξίσου ικανοποιητικές. Μια πολύ καλά ενημέρωμένη ιστοσελίδα σχετικά με τα freeware μουσικά προγράμματα που διατίθενται αυτή τη στιγμή είναι η ιστοσελίδα της UNESCO.

http://portal.unesco.org/culture/en/ev.php-URL_ID=13760&URL_DO-DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html

Στην παραπάνω ιστοσελίδα μπορεί κανείς να βρεί πολλά δωρεάν προγράμματα, κατηγοριοποιημένα ανάλογα με τον σκοπό χρήσης (π.χ. προγράμματα για επεξεργασία ήχου, για Midi, για μουσική σύνθεση, για συγγραφή παρτιτούρας), καθώς επίσης μια σύντομη περιγραφή για καθένα από αυτά και τις τεχνικές απαιτήσεις που έχουν για τη σωστή λειτουργίας τους. Φυσικά διατίθεται και ο σύνδεσμος λήψης, για να μπορεί κανείς εύκολα να «κατεβάσει» και να εγκαταστήσει ένα τέτοιο πρόγραμμα στον υπολογιστή του.

10.1 Η ηλεκτρακουστική μουσική

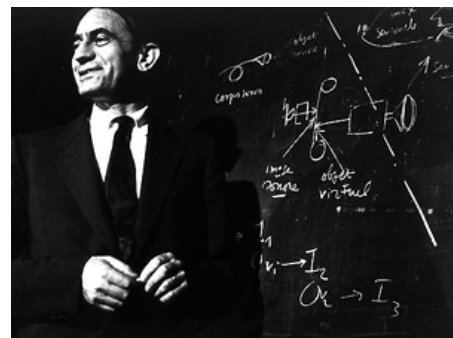
Ο όρος ηλεκτρακουστική μουσική δεν περιγράφει ένα νέο είδος μουσικής, ούτε και έναν συγκεκριμένο τρόπο μουσικής σύνθεσης, όπως για παράδειγμα η rock, ή η pop μουσική. Απεναντίας χρησιμοποιείται για να προσδιορίζει τον τρόπο με τον οποίο δημιουργείται ένα μουσικό έργο, με τη βοήθεια δηλαδή των ηλεκτροακουστικών μέσων. Στην κατηγορία των μέσων αυτών ανήκουν όλα τα όργανα ή μηχανήματα, τα οποία χρησιμοποιούν την ηλεκτρονική ή και την πληροφορική επιστήμη, για την δημιουργία, επεξεργασία και αναπαραγωγή του ήχου, όπως για παράδειγμα τα μικρόφωνα, τα ηχεία, τα φίλτρα, οι γεννήτριες ήχου, και βέβαια οι υπολογιστές.

Κάτω λοιπόν από την σκιά του όρου ηλεκτρακουστική μουσική, βρίσκονται όλες οι τάσεις μουσικής σύνθεσης που χρησιμοποιούν τον συγκεκριμένο τρόπο δημιουργίας, όπως η ηλεκτρονική μουσική, η *musique concrète*, η *live electronics* μουσική κ.ο.κ.

Η ηλεκτρακουστική μουσική γεννήθηκε μέσα από δύο πολύ σπουδαία μουσικά κινήματα, τα οποία εμφανίστηκαν σχεδόν ταυτόχρονα στο Παρίσι και την Κολωνία, λίγο μετά τον Παγκόσμιο Πόλεμο. Το ένα η *musique concrète* (ή αλλιώς η ‘συγκεκριμένη μουσική’) είχε ως πρωτοπόρο τον Pierre Schaeffer, ενώ το άλλο, η ηλεκτρονική μουσική, τον Karlheinz Stockhausen.

10.2 *Musique concrète*

Η *musique concrète* ξεκίνησε μέσα σε ένα στούντιο ερευνών της Γαλλικής Ραδιοφωνίας (RTF), τη δεκαετία του ‘40, την εποχή όπου η μαγνητοταινία δεν είχε εμφανιστεί ακόμη και οι ηχογραφήσεις γίνονταν σε δίσκους βινυλίου. Αυτή την περίοδο λοιπόν ο Pierre Schaeffer (Εικόνα 75) ξεκίνησε να ηχογραφεί ήχους, από διάφορες ηχητικές πηγές (μουσικά όργανα, ήχους περιβάλλοντος, φωνές, ήχους μηχανημάτων) χρησιμοποιώντας τους δίσκους βινυλίου, ήχους που στη συνέχεια τους συνδύαζε μεταξύ τους,



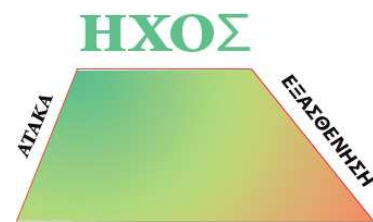
Εικόνα 75. Pierre Schaeffer

βάζοντας τους να παίζουν σε διαφορετικά πικάπς.

Μέσα από αυτές του τις ηχογραφήσεις, ο Schaeffer μπόρεσε να βγάλει διάφορα συμπεράσματα για τις ιδιότητες και ιδιομορφίες των ήχων. Καταρχήν παρατήρησε ότι όταν μείωνε την ταχύτητα περιστροφής ενός δίσκου των 78 στροφών σε 33, τότε ο ήχος που παραγόταν εκτός του ότι άλλαζε συχνοτικά, άλλαζε και σε σχέση με το αρχικό του άκουσμα. Μάλιστα για να αποδείξει την διαπίστωση του αυτή, συνέθεσε το έργο « Σπουδή του σιδηροδρόμου », όπου παίζοντας τους ήχους των τρένων, στη μίση τους ταχύτητα, τους μετέτρεπε σε ήχους χυτηρίου ή υψικαμίνου. Ανακάλυψε λοιπόν, αυτό που κανείς δεν μπορούσε μέχρι εκείνη τη στιγμή να διανοηθεί, ότι οι ήχοι μπορούν ακόμη και να μεταμορφωθούν !!!

Μια επίσης επιτυχία του ήταν ότι κατάφερε να ‘παγώσει’ τον ήχο. Απομόνωσε δηλαδή το 1/78 του λεπτού ενός ήχου (περίπου ένα 1''), οπότε απέκτησε αυτομάτως την δυνατότητα να μελετήσει διεξοδικά όλες τα χαρακτηριστικά ενός ήχου. Υπό κανονικές συνθήκες, όταν ο ήχος αναπτύσσεται μέσα στον χρόνο, το ανθρώπινο αυτί δεν έχει την δυνατότητα να αναλύσει διεξοδικά όλες τις λεπτομέρειες που χαρακτηρίζουν έναν ήχο, αλλά παγώνοντας τον ήχο, ο Pierre Schaeffer βρέθηκε αυτομάτως στη θέση να μπορεί να επεξεργαστεί όλα τα δεδομένα με μεγαλύτερη άνεση. Αυτό μάλιστα το επίτευγμα του, τον βοήθησε στο να παρατηρήσει και ένα φαινόμενο, γνωστό ως *ecoute reduite* (ελαχιστοποιημένη ακρόαση), σύμφωνα με το οποίο ο άνθρωπος όταν ακούει έναν ήχο πολλές φορές, ξεχνά την πραγματική αιτία που τον δημιούργησε (π.χ. το μουσικό όργανο) και αντιλαμβάνεται μόνο το ηχητικό αντικείμενο, δηλαδή τον ίδιο τον ήχο.

Ένα όμως από τα μεγαλύτερα συμπεράσματα των ερευνών του ήταν ότι μπόρεσε να διαπιστώσει ότι ο ήχος δεν χαρακτηρίζεται απλώς από την χροιά του, αλλά και από άλλους δύο σημαντικούς παράγοντες : Την ατάκα (*attack*), δηλαδή το χρόνο που χρειάζεται ο ήχος από τη στιγμή που ξεκινά μέχρι που να φτάσει στην μέγιστη ένταση του και τον χρόνο εξασθένησης (*decay*), δηλαδή το χρονικό διάστημα που απαιτείται για να σβήσει οριστικά ένας ήχος. Απέδειξε μάλιστα, ότι η ατάκα ενός ήχου παίζει πολύ σημαντικό ρόλο στην αντίληψη που έχει ο άνθρωπος για το ηχόχρωμα των ήχων γύρω του. Παίρνοντας την ατάκα από τον ήχο



μια καμπάνας, και επαναλαμβάνοντας την αρκετές φορές - μετατρέποντας ταυτόχρονα και την δυναμική του ήχου - κατόρθωσε να φτιάξει έναν νέο ήχο, που έμοιαζε περισσότερο με τον ήχο ενός φλάουτου. Η ανακάλυψη του αυτή, ήταν αρκετά πρωτοποριακή, και σημάδεψε με τον τρόπο της την μετέπειτα μουσική σύνθεση και δημιουργία.

Πέρα όμως από την έρευνα του και τους πειραματισμούς του, ο Pierre Schaeffer συνέγραψε ένα σπουδαίο κείμενο, με τίτλο « Πραγματεία περί μουσικών αντικειμένων» (*Traite des objets musicaux*), μέσα από το οποίο περιγράφει ένα νέο τρόπο μουσικής γραφής, που ναι μεν επιτρέπει στον συνθέτη να ταξινομήσει τα χαρακτηριστικά του ήχου και να τα προσδιορίσει, αλλά από την άλλη χρησιμοποιεί μια πολύ απλή ορολογία, κατανοητή σε όλους.

10.3 Η Ηλεκτρονική Μουσική

Παράλληλα όμως με την εξέλιξη της *musique concrète* στο Παρίσι, στις αρχές της δεκαετίας του '50 εμφανίστηκε μια νέα μουσική τάση, η ηλεκτρονική μουσική. Ο Stockhausen, ο Herbert Eimert και ο Werner Mexer Eppler ήταν οι τρεις που δημιούργησαν το Studio Ηλεκτρονικής Μουσικής στην Κολωνία, ένα studio το οποίο λειτουργεί μέχρι και σήμερα.

Ο σκοπός της έρευνας τους ήταν τελείως διαφορετικός, σε σχέση με την *musique concrète*. Πριν από την δημιουργία κάθε καινούργιου ήχου, στόχος τους ήταν ο απόλυτος έλεγχος όλων των ηχητικών παραμέτρων (ύψος, διάρκεια, ηχόχρωμα, ατάκα, διάστημα) στην παρτιτούρα, και μετά η δημιουργία ενός τελικού ηχητικού αποτελέσματος. Μάλιστα αυτός ο τρόπος σκέψης και οργάνωσης είχε πολύ μεγάλη επιρροή στην Γερμανία, και ιδιαίτερα στην πόλη Darmstadt, που αποτελούσε εκείνη την εποχή σημείο συνάντησης για συνθέτες και μουσικούς μετά από τον πόλεμο.

Οι διαφορές μεταξύ *musique concrète* και ηλεκτρονικής μουσικής ήταν αρκετά μεγάλες, τόσο στο ύφος της ίδιας της μουσικής, όσο και στην αισθητική της. Σταδιακά με την πάροδο του χρόνου, οι δυο τάσεις πλησίασαν η μια την άλλη, όχι μόνο γιατί οι ηλεκτρονικοί ήχοι κατάφεραν να γίνουν πιο ενδιαφέροντες, αλλά και γιατί τώρα πια η τεχνολογία μας δίνει τη δυνατότητα να επηρεάσουμε πιο οποιοδήποτε δυνατό τρόπο όλους τους ήχους. Παρόλα αυτά όμως, ακόμη και σήμερα, οι αντιπρόσωποι και των δύο αυτών τάσεων παραμένουν πιστοί στις βασικές τους

αντιλήψεις. Οι μεν συνθέτες ηλεκτρονικής μουσικής χρησιμοποιούν πάντα τη μέθοδο της φόρμας (δηλαδή τη διαδικασία να γράφονται και να ελέγχονται όλοι οι παράμετροι πριν να αποδοθούν ηχητικά), οι δε συνθέτες της musique concrète επιζητούν την άμεση επαφή και τον πειραματισμό με τον ήχο.

10.4 Computer Music

Ως Computer Music χαρακτηρίζεται η μουσική η οποία δημιουργείται με τη βοήθεια των ηλεκτρονικών υπολογιστών. Πέρα όμως από την δημιουργία, χαρακτηρίζει και κάθε είδους πειραματισμό στον χώρο της μουσικής και του ήχου γενικότερα, με τη βοήθεια των ήδη υπάρχοντων αλλά και των νέων τεχνολογιών. Η Computer music έχει τις βάσεις της στην ηλεκτρονική μουσική, και στα πρώτα πειράματα τα οποία έγιναν με την χρήση των πρώτων ηλεκτρονικών οργάνων στις αρχές του 20^{ου} αιώνα.



Στην παρακάτω ιστοσελίδα της UNESCO μπορείς να βρεις οδηγίες και συμβουλές για να συνθέσεις το πρώτο ηλεκτρακουστικό σου έργο.

http://portal.unesco.org/culture/en/ev.php-URL_ID=272220&URL_DO-DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html

11.1 Τα ηλεκτρονικά μουσικά όργανα

Σε όλα τα μουσικά όργανα προκειμένου να παράγουν ήχο, πρέπει να προκληθεί κάποιας μορφής δόνηση. Στην κιθάρα, για παράδειγμα, ο μουσικός χτυπά τις χορδές, στο φλάουτο φυσάει μέσα στο στόμιο, δονώντας τον αέρα που βρίσκεται μέσα σε αυτό, στο πιάνο χτυπά τα πλήκτρα, τα οποία με τη σειρά τους δονούν τις χορδές του πιάνου. Οι κινήσεις λοιπόν του μουσικού, προκαλούν μια δόνηση, η οποία δημιουργεί τον ήχο που φτάνει στα αυτιά μας.

Τα ηλεκτρονικά όμως μουσικά όργανα δεν λειτουργούν με τον ίδιο τρόπο. Ένα ηλεκτρονικό μουσικό όργανο αποτελείται από κυκλώματα, τα οποία και διαρρέονται από ηλεκτρικό ρεύμα. Η αλληλεπίδραση των κυκλωμάτων αυτών, δημιουργεί διάφορα ηλεκτρικά σήματα, που αν οδηγηθούν σε ένα μεγάφωνο (μετατροπέας ηλεκτρικής ενέργειας σε ακουστικής) θα γίνουν ήχος ! Ο μουσικός δεν προκαλεί κάποια δόνηση, απλά με τη βοήθεια κάποιων πλήκτρων ανοιγοκλείνει τα κυκλώματα, και έτσι έχουμε μεταβολή στον ήχο.

11.2 Η εξέλιξη των ηλεκτρονικών μουσικών οργάνων

Η ιστορία των ηλεκτρονικών μουσικών οργάνων μπορεί να πει κανείς ότι ξεκινά 120 χρόνια πριν. Στα τέλη του 1890, ο Thaddeus Cahill άρχισε την κατασκευή ενός πληκτροφόρου οργάνου, το οποίο μπορούσε να παράγει ήχους, με τη βοήθεια του ηλεκτρισμού. Το ονόμασε Telharmonium, αλλά χρειάστηκε καιρός έως ότου το τελειώσει, οπότε και το παρουσίασε στο κοινό, το 1906.

Το Telharmonium δεν ήταν ένα απλό, μικρό μουσικό όργανο. Κάθε άλλο, ζύγισε γύρω στους 200 τόνους, είχε μήκος γύρω στα 18 μέτρα, και η εμφάνιση του περισσότερο θύμιζε σταθμό ηλεκτρικής ενέργειας, παρά μουσικό όργανο. Αποτελούνταν από μια σειρά τηλεφωνικών δεκτών, και



SONHORS, <<http://sonhors.free.fr/panorama/sonhors2.htm>>

περιστρεφόμενων δυναμό, που παρήγαγαν εναλλασσόμενο ρεύμα. Η μουσική μεταδιδόταν μέσω του τηλεφωνικού δικτύου. Μάλιστα ο συνθέτης Ferruccio Busoni, συνέθεσε ένα έργο για αυτό το μεγαλειώδες μουσικό όργανο, μιας και το Telharmonium του Cahill ήταν σε θέση να παράγει απίστευτα ενδιαφέροντες μουσικούς ήχου.

Την επόμενη χρονιά, ο Lee De Forest παρουσίασε το δικό του Audion Piano, το οποίο βασιζόταν εξ ολοκλήρου στην ηλεκτρική λυχνία, και βαθμιαία έγινε η μετάβαση σε μια εποχή, που το ένα ηλεκτρονικό μουσικό όργανο, διαδεχόταν το άλλο, παράλληλα με τις εξελίξεις στον χώρο του ηλεκτρισμού.



Εικόνα 76. Η ηλεκτρική λυχνία, 120 YEARS OF ELECTRONIC MUSIC, <http://120years.net/machines/audion_piano/index.html>

Το 1920 η εξέλιξη των ηλεκτρονικών μουσικών οργάνων τραβούσε την παγκόσμια προσοχή. Το πιο γνωστό μέχρι και σήμερα ηλεκτρονικό όργανο, εμφανίστηκε εκείνη την περίοδο, το γνωστό Theremin, εφεύρεση του Leon Thermen. Αποτελούνταν από ένα κουτί, από το οποίο προεξείχαν μια μεταλλική κεραία, και ένας μεταλλικός κύκλος. Κουνώντας το ένα χέρι παράλληλα προς την κεραία άλλαζε η συχνότητα του ήχου, ενώ κουνώντας τον ήχο παράλληλα προς τον κύκλο άλλαζε η ένταση του. Κατά αυτόν τον τρόπο, παράγονταν μια σειρά από ήχους, που « γλιστρούσαν » από τη μια συχνότητα στην άλλη. Μάλιστα επειδή ο ήχος ήταν αρκετά « σκοτεινός », για το λόγο αυτό το Theremin χρησιμοποιήθηκε πολλές φορές σε ταινίες μυστηρίου. Αλλά έχει αποτελέσει επίσης και όργανο ορχήστρας !!!



Εικόνα 77. Ο Leon Terman, παίζοντας Theremin. 120 YEARS OF ELECTRONIC MUSIC, <<http://120years.net/machines/theremin/index.html>>

Το Theremin αναμφισβήτητα είχε κερδίσει τη δημοσιότητα την εποχή εκείνη, και μάλιστα αποτέλεσε πηγή έμπνευσης για μια σειρά άλλων ηλεκτρονικών μουσικών οργάνων, όπως είναι το ηλεκτρονικό τσέλο, το Rythmicon (μια μορφή drum machine) και το Terpsitone (ένα όργανο που έφτιαχνε ήχους, σύμφωνα με τις κινήσεις χορευτών).

Λίγα χρόνια αργότερα, ο Γάλλος συνθέτης και επιστήμων Maurice Martenot, εφήυρε ένα μουσικό όργανο, το οποίο ονομάστηκε Ondes Martenot ή αλλιώς Ondes Musicales (= μουσικά κύματα) εξαιτίας του τρόπου που οι ξεχωριστοί, παρατεταμένοι ήχοι, τους οποίους παρήγαγε το όργανο αυτό, είχαν την δυνατότητα να εφορούν στα ύψη ή και να βυθίζονται.

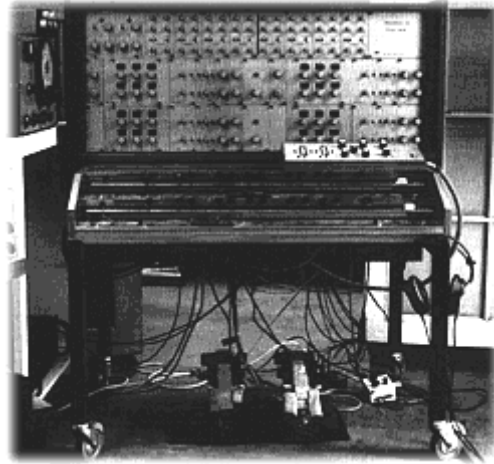


Εικόνα 78. Ondes Martenot, 120 YEARS OF ELECTRONIC MUSIC,
<<http://120years.net/machines/martenot/index.html> >

Το Ondes Martenot θυμίζει μικρό τσέμπαλο αφού αποτελείται από ένα κλαβιέ και ένα μεγάλο μεγάφωνο. Ο μουσικός διεγείρει το όργανο, μέσω των πλήκτρων και τα ηλεκτρικά σήματα που δημιουργούνται από τις ηλεκτρικές λυχνίες, μετατρέπονται σε ήχους και ενισχύονται από το μεγάφωνο. Είναι μονοφωνικό όργανο, δηλαδή μπορεί να παράγει μια νότα κάθε φορά. Ο μουσικός με το ένα χέρι ελέγχει την συχνότητα, ενώ με το άλλο τον τόνο και την ενίσχυση του ήχου. Τα δύο σήματα αναμειγνύονται και εκπέμπονται μέσω του μεγαφώνου. Οι ταλαντωτές μπορούν να ελεγχθούν επίσης και μέσω μιας ταινίας, που βρίσκεται στο κλαβιέ, και χάρις σε αυτήν παράγονται όλοι οι « συρτοί » ήχοι. Μάλιστα, το μεγάφωνο διαθέτει τεντωμένες χορδές κατά μήκος

του και έτσι καθώς εκπέμπεται ο ήχος και οι χορδές πάλλονται, το τελικό ηχητικό αποτέλεσμα θυμίζει άρπα, βιόλα ή τσέλο. Το μοναδικό ηχόχρωμα και τα μοναδικά glissandi του Ondes Martenot ενέπνευσαν αρκετούς Γάλλους συνθέτες, μεταξύ των οποίων τον Varese και τον Messiaen.

Την ίδια περίπου περίοδο, ο Γερμανός Friedrich Trautwein παρουσίασε το Trautonium. Ήταν ένα αρκετά αξιοπερίεργο μουσικό όργανο, αφού είχε μια μεταλλική ταινία στο μπροστινό του μέρος, με την οποία ο μουσικός άλλαζε τη συχνότητα, ανάλογα με το σημείο όπου πίεζε την ταινία. Επίσης ανάλογα με την πίεση που ασκούσε, μπορούσε να μεταβάλλει την ένταση. Έτσι ο μουσικός ήταν σε θέση να παράγει αρκετά ιδιόμορφες μουσικές κλίμακες. Οι Hindemith και Richard Strauss ήταν δύο από τους συνθέτες, που έγραψαν μουσική γι' αυτό το όργανο.



Εικόνα 79. Trautonium. 120 YEARS OF ELECTRONIC MUSIC,
<<http://120years.net/machines/trautonium/index.html>>

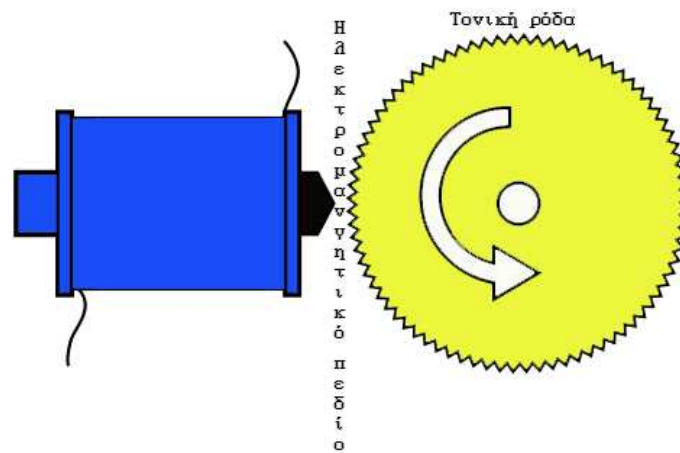
Μια εξέλιξη του Trautonium αποτέλεσε το Mixtor Trautonium, δημιουργία του Oskar Sala, το οποίο και κατάφερε να γίνει αρκετά δημοφιλές και να χρησιμοποιηθεί πολύ για την μουσική επένδυση ταινιών.

Το 1934 ο Lorenz Hammond εφεύρε το ευρέως γνωστό μουσικό όργανο, το οποίο και πήρε το όνομα του. Οι κατασκευαστές μάλιστα του οργάνου υποστήριζαν ότι μπορούσε άνετα να συναγωνιστεί το εξαιρετικό εκκλησιαστικό όργανο! Και όντως, κάθε πλήκτρο του Hammond διαθέτει μια ποικιλία ηχοχρωμάτων, παρόμοια με αυτήν του εκκλησιαστικού οργάνου. Οι διαφορετικοί τόνοι παράγονταν με το πάτημα ενός συγκεκριμένου μοχλού, και κατά αυτόν τον τρόπο μπορούσαν να παραχθούν άνω των 300,000 διαφορετικών ήχων.



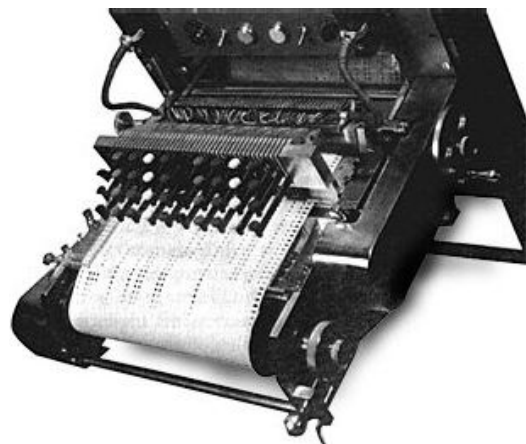
Εικόνα 80. Hammond. 120 YEARS OF ELECTRONIC MUSIC,
<<http://120years.net/machines/hammond/index.html>>

Ο τρόπος λειτουργίας του Hammond ήταν ο εξής : 91 ατσάλινοι δίσκοι (οι επονομαζόμενες τονικές ρόδες), οι οποίοι ήταν σε μέγεθος όσο ένα νόμισμα, περιστρέφονταν με μια σταθερή ταχύτητα. Κάθε δίσκος, είχε διαφορετικές εγκοπές, οι οποίες και περνούσαν μέσα από ηλεκτρομαγνητικά πεδία. Η κάθε εγκοπή ενός δίσκου, δημιουργούσε μια διαφορετική αλλά και μοναδική συχνότητα. Και έτσι το Hammond παρήγαγε ήχο. Για να επιλέξει ο μουσικός την συχνότητα που ήθελε, απλά πατούσε το αντίστοιχο πλήκτρο του Hammond και ενεργοποιούσε την αντίστοιχη τονική ρόδα.



Εικόνα 81. Σχηματική αναπαράσταση του τρόπου λειτουργίας του Hammond

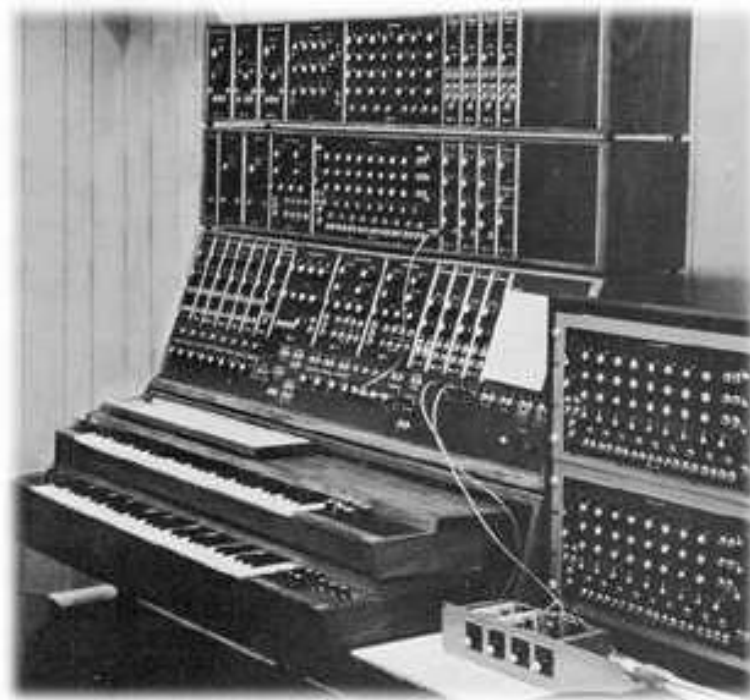
Το πρώτο πραγματικό synthesizer εμφανίστηκε το 1955. Κατασκευάστηκε από τον Harry Olsen και τον Hebert Belar, στα εργαστήρια RCA (απ' όπου και πήρε το όνομα του) στο Princeton των Η.Π.Α. (Εικόνα 82). Οι δυνατότητες του ήταν αξιοθαύμαστες. Όχι μόνο έδινε τον απόλυτο έλεγχο στις διάφορες παραμέτρους του ήχου, αλλά μπορούσε να παράγει και μια σειρά από τελείως διαφορετικούς ήχους. Βέβαια ένα από τα μειονέκτημα του ήταν ότι είχε πολύ μεγάλο μέγεθος, και δεν ήταν ιδιαίτερα εύχρηστο.



Εικόνα 82. 120 YEARS OF ELECTRONIC MUSIC, < <http://120years.net/machines/rca/index.html>>

Γύρω στα 1960 έχουμε την ανακάλυψη ενός νέου ηλεκτρονικού φαινομένου του VCO (Voltage Controlled Oscillator), δηλαδή ενός ταλαντωτή, ο οποίος επηρεάζεται από την τάση του ρεύματος. Η ανακάλυψη του οδήγησε στην κατασκευή μικρότερων, ελαφρύτερων και σαφώς οικονομικότερων ηλεκτρονικών μουσικών οργάνων. Δυο πολύ σπουδαίοι κατασκευαστές της εποχής εκείνης είναι ο Moog και ο Buchla.

Ο Robert Moog παρουσίασε το πρώτο εμπορικό synthesizer στα μέσα της δεκαετίας του '60. Το Moog synthesizer (Εικόνα 82) είχε κλαβιέ, το οποίο ανάλογα με το ποιο πλήκτρο πατούσε ο μουσικός, έστελνε διαφορετική τάση. Οι ταλαντωτές ανταποκρίνονταν και έτσι παράγονταν διαφορετικές συχνότητες.



Εικόνα 83. Moog Synthesizer. 120 YEARS OF ELECTRONIC MUSIC,
<<http://120years.net/machines/moog/index.html>>

Το 1969, ο Donald Buchla παρουσίασε το Buchla Electronic Music System (Εικόνα 83) , ένα synthesizer παρόμοιο με εκείνο του Moog. Αντί όμως για κλαβιέ χρησιμοποιούσε πλήκτρα αφής. Ένα από τα γνωστότερα έργα που γράφτηκαν μάλιστα γι' το όργανο αυτό, είναι το Silver Apples of the Moon του συνθέτη Morton Subotnick.



Εικόνα 84. Το synthesizer του Buchla. 120 YEARS OF ELECTRONIC MUSIC, <<http://120years.net/machines/buchla/index.html>>

Μέσα στη δεκαετία του '70 τα synthesizer άρχισαν να εξελίσσονται και να τελειοποιούνται και έγιναν αναπόσπαστο κομμάτι της μουσικής βιομηχανίας. Οι rock καλλιτέχνες, από τους ερασιτέχνες μέχρι και τους Beatles προσπαθούσαν διαρκώς να αξιοποιήσουν αλλά και να ανακαλύψουν μέσα από τη μουσική τους, όλες τις δυνατότητες που έκρυβε αυτός ο καινούργιος χώρος της μουσικής γι' αυτούς. Έτσι με την πάροδο του χρόνου δημιουργήθηκε ένα ρεύμα, που άλλαξε τελείως τα μέχρι τότε ακούσματα που επικρατούσαν στην μουσική σκηνή!!!

11.3 Το Synthesizer σήμερα

Το πιο γνωστό στην οικογένεια των ηλεκτρονικών μουσικών οργάνων, είναι το synthesizer. Η παρουσία του μάλιστα είναι επιβεβλημένη, τόσο στα επαγγελματικά studios ηχογράφησης, όσο και στα πιο ερασιτεχνικά home studios. Το synthesizer (η ονομασία του οποίου προκύπτει από την ελληνική λέξη *σύνθεσις*) μπορεί να συνθέσει και να αναπαράγει πολλούς και διαφορετικούς ήχους, σε διάφορες τονικότητες. Τα περισσότερα synthesizers έχουν κλαβιέ (Εικόνα 84), θυμίζοντας πιάνο, όμως ο τρόπος λειτουργίας διαφέρει τελείως από αυτό.



Εικόνα 85. Το synthesizer Fusion 6 της εταιρίας Alesis, ALESIS, <
<http://www.alesis.com/en/index.php>>

Ο μουσικός, πατώντας τα πλήκτρα, δεν δημιουργεί καμία είδους δόνηση. Απεναντίας τα πλήκτρα λειτουργούν σαν διακόπτες που ενεργοποιούν και απενεργοποιούν διάφορα κυκλώματα (γεννήτριες ήχου), με αποτέλεσμα να μεταβάλλεται ο ήχος που δημιουργείται. Μάλιστα οι ήχοι που παράγονται μπορεί να είναι από τελείως εξωπραγματικοί και πρωτάκουστοι, έως και ήχοι που αντιγράφουν πιστά, όλα τα υπάρχοντα μουσικά όργανα.

Τα περισσότερα synthesizers χρησιμοποιούν κλαβιέ για έλεγχο των κυκλωμάτων τους, αλλά υπάρχουν και άλλοι τρόποι για να γίνει αυτό, όπως π.χ. με στόμιο , οπότε και έχουμε πνευστό synth, ή με χορδές, όπως η κιθάρα synth (Εικόνα 85), ή ακόμη και με ηλεκτρονικό υπολογιστή. Σε κάθε περίπτωση πάντως η μαγεία του synthesizer έγγυται στο γεγονός ότι μπορεί να δημιουργήσει τελείως καινούργιους ήχους.



Εικόνα 86. Guitar Synthesizer, της Roland, GR -500,
 WIKIPEDIA, <http://en.wikipedia.org/wiki/Guitar_synth>



Το ερευνητικό κέντρο NOTAM (Norwegian network for Technology, Acoustics and Music) , ένα από τα σημαντικότερα στο χώρο της μουσικής τεχνολογίας, παρουσίασε το 1997 ένα μουσικό πρόγραμμα, με την ονομασία DSP (Digital Signal Processing), ειδικό για παιδιά, με το οποίο μπορεί κανείς εύκολα να συνθέσει μουσική, να επεξεργαστεί τον ήχο, αλλά και να ηχογραφήσει τις δημιουργίες του. Στην παρακάτω ιστοσελίδα μπορείς να βρεις περισσότερες πληροφορίες, αλλά και να εγκαταστήσεις το DSP στον υπολογιστή σου.
<http://old.notam02.no/DSP2/en/index.php>

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΚΕΣ ΑΝΑΦΟΡΕΣ

ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- ΑΒΡΟΣΙΑΔΗΣ, Ε.** *Ανατομία Ανθρώπινου Σώματος*. Update [online].
<http://www.rhodes.aegean.gr/sxedia/grafdaskalou/anatomy/index.htm>> [accessed 21/08/2007]
- ΑΝΔΡΟΥΤΣΟΣ, Π. (2003).** Η χρήση της τεχνολογίας και ιδιαίτερα των πολυμέσων και του βίντεο στη μουσική εκπαίδευση. *Μουσική Εκπαίδευση*, 13, (4), 5-21.
- ΑΡΝΑΟΥΤΟΓΛΟΥ, Δ. (1993).** *Μουσική Τεχνολογία*. Αθήνα : Φίλιππος Νάκας.
- ΒΑΛΙΑΝΤΗ, Σ. (2006).** *Το Διαδίκτυο και η Μουσική Αγωγή : Σχέση και Προοπτικές*. 4^ο Διεθνές Συνέδριο της Μουσικολογικής Εταιρίας Κύπρου με θέμα « Σύγχρονες Τάσεις στη Μουσική Τεχνολογία», 24-25 Νοεμβρίου 2006, Λευκωσία. Update [online] available from:
http://www.schools.ac.cy/klimakio/Themata/Mousiki/arthra/mousiki_internet_valiand_e.pdf [accessed 22/06/2008]
- ΓΕΩΡΓΑΚΗ Α. & ΔΗΜΟΥ, Α. (2003).** *Σχεδιασμός και ανάπτυξη πολυμέσου για την παρουσίαση της Ελληνικής Ηλεκτροακουστικής Μουσικής: Μεθοδολογία και δυνατότητες επέκτασης στον παιδαγωγικό τομέα*. . Πρακτικά 2^ο Πανελληνίου Συνεδρίου της Ε.Ε.Μ.Ε., Θεσσαλονίκη, 30 Ιουνίου – 2 Ιουλίου 2000, Μουσική Εκπαίδευση, 7, (2), 46-55
- ΜΟΝΕΜΒΑΣΙΤΗΣ, Γ. (1996).** *Τα μουσικά όργανα, Παλιά και Νέα*. Αθήνα : Εκδόσεις ΜΟΣ Πωλήσεις ΕΠΕ
- ΜΠΟΥΡΑ, Β. (2002).** Σημειώσεις για το μάθημα Μουσική με Ηλεκτρονικούς Υπολογιστές 1 και 2. Ρέθυμνο : Τμήμα Μουσικής Τεχνολογίας και Ακουστικής
- ΠΑΠΑΔΕΛΗΣ, Γ. & ΣΒΟΡΩΝΟΥ, Α. & ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ, Γ. (2003).** *Σχεδιασμός και υλοποίηση ενός κύκλου μαθημάτων Μουσικής Τεχνολογίας για μαθητές της δευτεροβάθμιας εκπαίδευσης*. Πρακτικά 2^ο Πανελληνίου Συνεδρίου της Ε.Ε.Μ.Ε., Θεσσαλονίκη, 30 Ιουνίου – 2 Ιουλίου 2000, Μουσική Εκπαίδευση, 7, (2), 56-64
- ΠΑΠΑΝΙΚΟΛΑΟΥ, Γ. (1991).** *Τεχνολογία Ηχογραφήσεων*. Θεσσαλονίκη : University Studio Press

- ΠΛΕΣΣΑΣ, Α. (1992).** *Τέχνη & Τεχνολογία – Οι νέοι ορίζοντες*. Αθήνα : Σύγχρονη Μουσική.
- ΡΕΡΑΚΗ, Β. (2002).** *Σημειώσεις στο μαθημα Εισαγωγή στη Μουσική Παιδαγωγική*. Ρέθυμνο : Τ.Ε.Ι Κρήτης – Παράρτημα Ρεθύμνου, Τμήμα Μουσικής Τεχνολογίας και Ακουστικής
- ΣΚΑΡΛΑΤΟΣ, Δ. (2003).** *Εφαρμοσμένη Ακουστική*. Πάτρα : Φιλομάθεια.
- ΦΡΑΓΚΟΠΟΥΛΟΣ, Σ.** *Ιστορία της Τεχνολογίας : Ηλεκτροκίνηση, Επιστημοποίηση* Update [online] <<http://sfrang.com/historia/selida600.htm>> [accessed 06/09/2006]
- ΧΑΔΕΛΛΗΣ, Α. (1992).** *Ηχος – Μουσική & Τεχνολογία, Τόμος α'* Αθήνα : Σύγχρονη Μουσική.
- IFPI.** *Μουσική : Μια παγκόσμια βιομηχανία δημιουργίας*. Update [online]. <http://www.ifpi.gr/sitemap/music_industry.htm> [accessed 06/09/2006]
- IFPI.** *Η πειρατεία στο Internet*. Update [online]. <<http://www.ifpi.gr/mission/piracy3.htm>> [accessed 06/09/2006]
- IFPI.** *Σύντομη ιστορία των ηχογραφημάτων*. Update [online]. <http://www.ifpi.gr/Recordings_History.htm> [accessed 05/09/2006]

ΞΕΝΟΓΛΩΣΣΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- 120 YEARS OF ELECTRONIC MUSIC.** *Electronic Music Instruments 1970 - 1990*, Update [online], <<http://120years.net/>>, [accessed 19/09/2007]
- ABOUT.COM.** *Invetors*, Update [online] <<http://inventors.about.com/library/inventors/bledison.htm>> [accessed 22/09/2008]
- BARNES, D. (1997).** *Music Technology Handouts*. Update [online] <<http://www.users.globalnet.co.uk/~bunce/>> [accessed 14/08/2006]
- BOURDREU, J. & VEAR, T. & FRANK, R. & WALLER, R. (2002) .** *Mic Techniques for Studio Recording*. U.S.A: Shure Incorporated
- BURNIE, D. (1995).** *Το εγκυκλοπαιδικό λεξικό του ανθρώπινου σώματος*. (Π. Παπανικολάου, Μετάφραση). Αθήνα : Ερευνητές
- BURSCHE, P. & KEUSGEN, K.** *Ερασιτεχνική Ηχογράφηση* (Σ. Σαριδάκης, Μετάφραση). Αθήνα: Fagotto
- COMMUNICATION SYSTEMS AND TECHNOLOGY.** *Spectral Analysis: Modulation and Multiplexing II: Wire Technologies I*. Update [last update

25/02/2004],

<http://people.seas.harvard.edu/~jones/cscie129/nu_lectures/lecture4/lecture_4.html>,
[accessed 19/06/2007]

DAVIS, G & JONES, R. (1990). *Sound Reinforcement Handbook*, 2, U.S.A.:
YAMAHA

EAGLE, J. (1999). *Μουσική Ακουστική Τεχνολογία*. (Ε. Συμεωνίδου, Μετάφραση.
Σοφία Δημοπούλου, Γλωσσική Επιμέλεια), Αθήνα: Εκδόσεις Ιων

EVEREST, A. (1998). *Εγχειρίδιο Ακουστικής*, (3), (Λ. Γαβριηλίδης, Επ.
Μετάφρασης). Θεσσαλονίκη : Α. Τζιόλα Ε.

HEWITT, P. (1997). *Οι έννοιες της Φυσικής*, (1), (Ε.Σηφάκη, Μετάφραση).
Ηράκλειο : Πανεπιστημιακές Εκδόσεις Κρήτης

HOWSTUFFWORKS. *How Sound Cards Work*. Update [online]

< <http://computer.howstuffworks.com/sound-card.htm>> [accessed 19/03/2007]

HOWSTUFFWORKS. *How CDs Work*. Update [online]

< <http://electronics.howstuffworks.com/cd3.htm>> [accessed 19/03/2007]

HUBER, D. (1999). *The Midi Manual : A practical guide to MIDI in the Project
Studio*, 2, U.S.A. : Focal Press

HUBER, D. & RUNSTEIN, R. (1997). *Modern Recording Techniques*, 5, U.S.A. :
Focal Press

HYPERPHYSICS. *Sound*, <http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/hph.html>
[accessed 02/06/2007]

LIGHT WEBSITE. *Εγκυκλοπαίδεια του φωτός*, Update [online]

<<http://light.physics.auth.gr/enc/refraction.html>> [accessed 28/10/2007]

LUK,B. (1995). *Digital audio and compact disc technology*. Oxford: Focal Press

MOSCAL, T. (1994). *Sound Check: The basics of sound and sound systems*.
Milwaukee : Hal Leonard

NATIONMASTER.COM. *Encyclopedia*, Update [online]

< <http://www.nationmaster.com/encyclopedia/Doppler-effect>> [accessed 23/10/2007]

RECORDING TECHNOLOGY HISTORY. *Magnetic Technology History*

Pictures. Update [online] <<http://history.sandiego.edu/gen/recording/tape.html>>

[accessed 22/09/2008]

RUMSEY, F. & MC CORMICK, T. (1997). *Sound and recording: an introduction*.
Oxford: Focal Press

SONHORS, *Panorama Musiques Electroniques*, Update [online]

< <http://sonhors.free.fr/panorama/sonhors2.htm>> [accessed 19/09/2007]

SONY. *Sony History.* Update [online]

<<http://www.sony.net/Fun/SH/1-18/h3.html>> [accessed 02/06/2007]

THE COMPLETE LEE DE FOREST, *Lee's Audion,* Update [online]

<http://www.leedeforest.org/inventor.html> [accessed 02/06/2007]

THE SELF SITE. *The Auxetophone & Other Compressed-Air Gramophones,* Update [online]

<http://www.dself.dsl.pipex.com/MUSEUM/COMMS/auxetophone/auxetoph.htm>

[accessed 22/09/2008]

POSITIVE FEEDBACK ONLINE. *The Little Cassette Deck That Changed the World: The Advent 201,* Update [online]

<<http://www.positive-feedback.com/Issue16/advent.htm>. >[accessed 22/09/2008]

WIKIPEDIA. *Anechoic Chamber,* Update [online]

< http://en.wikipedia.org/wiki/Anechoic_chamber> [accessed 04/07/2008]

WIKIPEDIA. *Compact Cassette.* Update [online]

<http://en.wikipedia.org/wiki/Compact_audio_cassette> [accessed 4/12/2006]

WIKIPEDIA. *Digital Audio Tape,* Update [online]

<http://en.wikipedia.org/wiki/Digital_Audio_Tape> [accessed 02/06/2007]

WIKIPEDIA. *Digital Compact Cassette.* Update [online]

< http://en.wikipedia.org/wiki/Digital_compact_cassette> [accessed 20/01/2007]

WIKIPEDIA. *Compact Disc,* Update [online]

<http://de.wikipedia.org/wiki/Compact_Disc> [accessed 24/09/2008]

WIKIPEDIA. *Digital Audio Tape.* Update [online]

< http://en.wikipedia.org/wiki/Digital_audio_tape> [accessed 20/01/2007]

WIKIPEDIA. *Guitar Synthesizer,* Update [online]

<http://en.wikipedia.org/wiki/Guitar_synth> [accessed 20/09/2007]

WIKIPEDIA. *Jukebox,* Update [online]

<<http://en.wikipedia.org/wiki/Jukebox>> [accessed 22/09/2008]

WIKIPEDIA. *iPod,* Update [online]

< <http://el.wikipedia.org/wiki/IPod>> [accessed 02/06/2007]

WIKIPEDIA. *MiniDisc,* Update [online]

< <http://en.wikipedia.org/wiki/MiniDisc>> [accessed 02/06/2007]

WIKIPEDIA. *Stereo 8,* Update [online]

<http://en.wikipedia.org/wiki/Stereo_8> [accessed 22/09/2008]

WIKIPEDIA. *The free encyclopedia*, Update [online]

< http://en.wikipedia.org/wiki/Main_Page> [accessed 22/09/2008]

VYNTAGE SYNTH EXPLORER. *YAMAHA DX-7*, Update [online]

<<http://www.vintagesynth.com/yamaha/dx7.shtml>> [accessed 22/09/2008]

Πίνακας Περιεχομένων

1. Μουσική Τεχνολογία 1	
1.1 Ορισμός	1
1.2 Η εξέλιξη της Μουσικής Τεχνολογίας	1
2. Εισαγωγή στις έννοιες της ακουστικής	
2.1 Ο ήχος	10
2.2 Το μέσο διάδοσης του ήχου	12
2.3 Η ταχύτητα του ήχου	12
2.4 Η συχνότητα του ήχου	13
2.5 Οι αρμονικοί και η θεμελιώδης συχνότητα	15
2.6 Θόρυβος	16
2.7 Η Φάση ενός ήχου	17
2.8 Η ένταση ενός ήχου	18
2.9 Η επιστήμη της ακουστικής	19
3. Ακουστική – Ψυχοακουστική	
3.1 Η ακουστική	21
3.2 Το φαινόμενο Doppler	21
3.3 Η ανάκλαση, η αντήχηση, η ηχώ	22
3.4 Η διάθλαση και η περίθλαση	24
3.5 Ψυχοακουστική	25
3.6 Η ανθρώπινη ακοή	26
3.7 Η ανθρώπινη ακοή και οι περιορισμοί της	28
3.8 Η ακουστότητα	29
3.9 Το ύψος	31
3.10. Η χροιά	32
4. Η σύγχρονη μουσική παραγωγή	
4.1 Μουσική Βιομηχανία	33
4.2 Πνευματικά δικαιώματα και μουσική	36
4.3 Εταιρίες προστασίας πνευματικών δικαιωμάτων	37
5. Η δομή ενός Studio ηχογράφησης	
5.1 Studio Ηχογράφησης	38
5.2 Οι χώροι ενός studio ηχογράφησης	39

5.3 Εξοπλισμός	40
5.4 Αναλογική κονσόλα	40
5.5 Μικρόφωνα	44
5.5.1 Είδη μικροφώνων.....	44
5.5.2 Χαρακτηριστικά μικροφώνων.....	47
5.5.3 Η τοποθέτηση ενός μικροφώνου	50
5.6 Μεγάφωνα αναφορά	50
5.7 Home studio	57
6. Μέσα αποθήκευσης του ήχου	
6.1 Εισαγωγή	54
6.2 Μαγνητόφωνο και μαγνητική ταινία	54
6.3 Δίσκος βινυλίου	57
6.4 Κασέτα ήχου (Compact Cassette)	60
6.5 Ψηφιακή κασέτα (Digital Compact Cassette)	63
6.6 Ψηφιακός οπτικός δίσκος (CD)	64
6.7 Ψηφιακή ταινία ήχου (DAT)	67
6.8 Mini Disc	69
6.9 DVD (Digital Versatile Disc).....	71
7. Εισαγωγή στη γλώσσα MIDI	
7.1 Ορισμός	74
7.2 Ιστορική αναδρομή	75
7.3 Λειτουργία	76
7.4 Δυαδικό σύστημα	76
7.5 Υλικό μέρος MIDI (hardware)	79
7.6 MIDI μηνύματα	84
7.7 MIDI Κανάλια	84
7.8 Είδη MIDI μηνυμάτων	86
7.9 MIDI και ηλεκτρονικός υπολογιστής	87
8. Μουσική Πληροφορική	
8.1 Ο μουσικός υπολογιστής	88
8.2 Η κάρτα ήχου	88
8.3 ADC – DAC και η χρησιμότητα τους	90
8.4 Η κάρτα ήχου αναλυτικά	91
8.5 Τα περιφερειακά ενός μουσικού υπολογιστή	92

8.6 Προγράμματα επεξεργασίας του ήχου	94
8.7 Μέθοδοι συμπίεσης του ήχου	95
9. Η μουσική στο διαδίκτυο	
9.1 Το διαδίκτυο σήμερα	98
9.2 Η εγκυκλοπαίδεια του διαδικτύου	99
9.3 Μουσικά όργανα και διαδίκτυο	100
9.4 Μουσικά προγράμματα	100
10. Ηλεκτρακουστική, ηλεκτρονική μουσική & computer music	
10.1 Η ηλεκτρακουστική μουσική	102
10.2 Musique concrète	102
10.3 Η ηλεκτρονική μουσική	104
10.4 Computer music	105
11. Παρουσίαση ηλεκτρονικών μουσικών οργάνων	
11.1 Τα ηλεκτρονικά μουσικά όργανα	106
11.2 Η εξέλιξη των ηλεκτρονικών μουσικών οργάνων	106
11.3 Το synthesizer σήμερα	112
Βιβλιογραφικές αναφορές	114
Πίνακας Περιεχομένων	119