

Ι. ΑΠΟ ΤΗ ΜΟΥΣΙΚΗ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

Ι.1 ΣΥΓΧΟΡΔΙΑ ΜΑΤΖΟΡΕ ΚΑΙ ΟΡΘΟ ΤΡΙΓΩΝΟ

Ι.2 ΧΡΩΜΑΤΑ ΚΑΙ ΗΧΟΙ

Ι.3 «ΑΟΡΑΤΗ», «ΑΗΧΗ» ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΥΣΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ

Ι.4 Η «ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ» ΤΟΥ ΘΟΡΥΒΟΥ

Ι.5 Ο ΣΩΛΗΝΑΣ ΩΣ ΑΥΤΟΦΩΝΟ ΜΟΥΣΙΚΟ ΟΡΓΑΝΟ

Ι.6 ΟΡΟΙ ΤΗΣ ΜΟΥΣΙΚΗΣ ΣΕ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΙΑ ΜΕ ΤΗΝ ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ

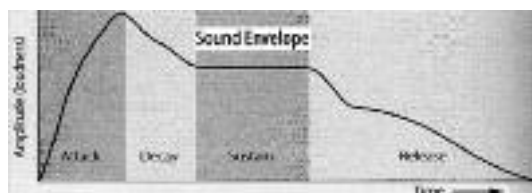
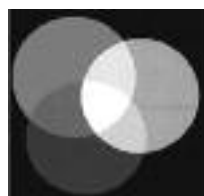
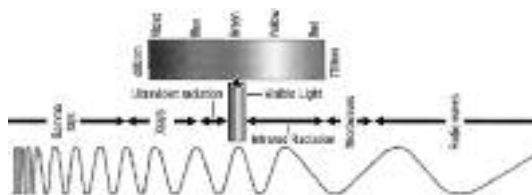
Ι.6.1 Ηχογράμματα, χρόνος αντήχησης, ανακλάσεις, ηχοαπορρόφηση

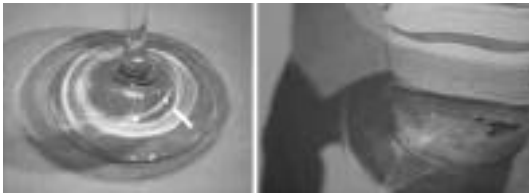
Ι.6.2 Συνεχές ηχητικό φάσμα, ισχύς, διαύγεια

Ι.6.3 Αντικραδασμικοί μηχανισμοί, ταλάντωση, δόνηση

Ι.6.4 Υποκειμενικά κριτήρια ακουστικής

Ι.7 ΛΑΒΥΡΙΝΘΟΣ ΚΑΙ ΗΧΟΠΑΓΙΔΕΣ





1. ΑΠΟ ΤΗ ΜΟΥΣΙΚΗ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ

Στο πρώτο κεφάλαιο αυτής της μελέτης αναπτύσσεται η μεθοδολογία συσχετισμού του χρόνου με τον χώρο, των ήχων με τα σχήματα και, όπως θα διαφανεί στην πορεία, της μουσικής με την αρχιτεκτονική. Επιλέγεται η καταγραφή μιας πορείας που ξεκινά από τα στοιχεία της μουσικής –όπως είναι οι νότες–, συνεχίζει προς τις ανάλογες ακουστικές τους ιδιότητες –όπως, για παράδειγμα, οι συχνότητες τους– και καταλήγει στη «μετάφρασή» τους σε διαστάσεις, δηλαδή στο μήκος κύματός τους, σε ανάλογα σχήματα και στοιχεία του χώρου.

1.1 ΣΥΓΧΟΡΔΙΑ ΜΑΤΖΟΡΕ ΚΑΙ ΟΡΘΟ ΤΡΙΓΩΝΟ

Η σχέση της συγχορδίας ματζόρε με το ορθό τρίγωνο είναι σχέση ήχου με εικόνα και βασίζεται στον συσχετισμό του μήκους κύματος των μουσικών φθόγγων με το μήκος κύματος των χρωμάτων του φωτός. Οι σχέσεις ανάμεσα στα μήκη κύματος που αναλογούν στις νότες μιας συγκερασμένης κλίμακας είναι ακέραιοι αριθμοί. Για παράδειγμα, το Μι προς το Ντο έχει σχέση 5 προς 4. Οι αναλογίες των πλευρών 3 / 4 / 5, που έχει το ορθό τρίγωνο, αντιστοιχούν στους φθόγγους Ντο, Φα και Λα ή, αλλιώς, στην 1η, 3η και 5η νότα της κλίμακας Φα ματζόρε. Έτσι, το μήκος κύματος (ήχος) συνδέει τη μουσική (φθόγγοι) με τη γεωμετρία (διαστάσεις). Κατ' επέκταση, ο χρόνος (ήχος) έχει πάντα διαστάσεις ή ο χώρος έχει πάντα μία επιπλέον διάσταση. Σχήματα 1.1 έως 1.4.

1.2 ΧΡΩΜΑΤΑ ΚΑΙ ΗΧΟΙ

Το φως είναι κυματική μορφή ενέργειας, όπως και ο ήχος. Το μήκος κύματος του φωτός είναι πολύ μικρότερο από αυτό των ήχων. Όμως, κάθε χρώμα του φάσματος του φωτός διαθέτει και διαφορετικό μήκος κύματος, όπως άλλωστε και οι διαφορετικοί ήχοι. Άλλο μήκος κύματος, για παράδειγμα, έχει το κίτρινο και άλλο μήκος κύματος έχει το πορφυρό.

Αν βρούμε τη σχέση του μήκους κύματος ανάμεσα στη δεσπόζουσα νότα και στην πέμπτη της (1 προς 1.498 ή 2/3), ίσως δημιουργήσουμε δισδιάστατα σχήματα ή στερεά με παρόμοιες αναλογίες, π.χ. ορθογώνιο με πλευρές 2 και 3.

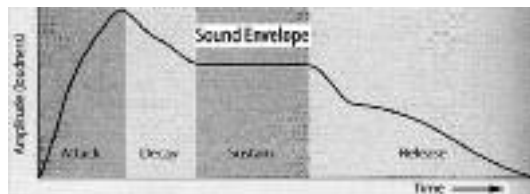
Τότε, ίσως χρωματίσουμε τις νότες, αυθαίρετα μεν,

αφού τα μήκη κύματος δεν συμπίπτουν, αληθοφάνως δε, αφού αυτό που ενδιαφέρει τελικά είναι η αναλογία και όχι το πραγματικό μήκος. Θα μπορούσε έτσι να θεωρηθεί ότι η κυματομορφή που αντιστοιχεί στο Ντο είναι πράσινη και ότι η πέμπτη νότα της, που είναι το Σολ, είναι πορφυρή. Κάτι τέτοιο θα μπορούσε να προκύψει από τη σχέση των δύο μεγεθών, με την προϋπόθεση ότι το Ντο προς το Σολ συνδέονται με μιαν αναλογική σχέση 2 προς 3, ενώ το ίδιο συμβαίνει με το πράσινο ως προς το πορφυρό. Έτσι, μπορούμε να πούμε ότι η σχέση μιας νότας με την πέμπτη της είναι το πράσινο με το πορφυρό ή και, αντίστροφα, ότι η σχέση πράσινου προς πορφυρό είναι μία νότα με την πέμπτη της. Παρόμοια είναι και η προσέγγιση του Σπίλμπεργκ στο έργο του «Στενές επαφές τρίτου τύπου», όπου οι νότες είχαν το δικό τους χρώμα.

Με αφετηρία το κόκκινο, ένας πλήρης κύκλος έχει τα 12 χρώματα: κόκκινο, κόκκινο-πορτοκαλί, πορτοκαλί, πορτοκαλί-κίτρινο, κίτρινο, κίτρινο-πράσινο, πράσινο, πράσινο-μπλε, μπλε, μπλε-μοβ, μοβ. Ο Νεύτων συσχέτιζε τη νότα Ντο με το κόκκινο χρώμα. Κάτι τέτοιο φαίνεται λογικό, αφού στον χρωματικό κύκλο, με βάση το μήκος κύματος του φωτός, το κόκκινο είναι το πρώτο χρώμα που εμφανίζεται.

Το 1725 ο Bainbridge Bishop κατασκεύασε μια συσκευή που ζωγράφιζε τη μουσική, το 1734 ο Louis Bertrand Castel παρουσίασε ένα «οπτικό» πληκτρολόγιο, το 1877 ο Alexander Wallace Rimington χρησιμοποίησε ένα μουσικό όργανο, το οποίο πρόβαλλε σε οθόνη τα χρώματα που συσχετιζόνταν με τους μουσικούς φθόγγους, με αποτέλεσμα ένα οπτικοακουστικό θέαμα «κινητικής» τέχνης. Το 1893 ο Adrian Bernard Klein κατασκεύασε έναν έγχρωμο προβολέα για τον φωτισμό της σκηνής. Το 1916 ο Rossine δημιούργησε ένα οπτοφωφωφικό πιάνο, που διέθετε γυάλινους ζωγραφισμένους δίσκους, απ' όπου, όταν ο μουσικός πίεζε τα πλήκτρα παίζοντας μουσική, περνούσε φως, ενώ ταυτόχρονα, το φως προβαλλόταν στον χώρο.

Η σχέση της μουσικής με τα χρώματα είναι ένα υποκειμενικό συναίσθημα που αναφέρεται ως συναισθησία (synesthesia), η οποία θεωρείται ως η νευρολογική συνθήκη, όπου η διέγερση μιας αίσθησης οδηγεί στην πρόσληψη της εμπειρίας μιας άλλης αίσθησης. Ένα συναισθητικό άτομο μπορεί να «δει» ήχους, να «γευθεί» σχήματα, να «μυρίσει»



χρώματα κ.ά. Η «χρωματισμένη» ακοή είναι μία από τις πιο διαδεδομένες μορφές συναισθησίας. Σχήματα 1.5 έως 1.11.

1.3 «ΑΟΡΑΤΗ», «ΑΗΧΗ» ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΥΣΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ

Η περιβάλλουσα ηχητική επιφάνεια είναι ένα υποκειμενικό κριτήριο ακουστικής χώρου. Ο διαστηματικός παράγοντας του ήχου που φθάνει στον ακροατή ή, αλλιώς, η αίσθηση που έχει ο κάθε ακροατής σε όλα τα σημεία του χώρου ότι «περιβάλλεται» από ήχο, ονομάζεται περιβάλλουσα ηχητική επιφάνεια (envelopment) και αξιολογείται από την επεκτασιμότητα έως τη συρρίκνωση. Μοιάζει, δηλαδή, με ένα μπαλόνι που φουσκώνει και ξεφουσκώνει. Σχήματα 1.12 έως 1.14.

Εκτός από το μήκος κύματος μιας κυματομορφής (τομή ηχητικού κύματος), ο ήχος διαθέτει και άλλα χαρακτηριστικά που μπορεί να συνδέονται με τον χώρο, όπως είναι η χρονική διάρκεια και η ένταση.

Η απεικόνιση της έντασης του ήχου μπορεί να αποδοθεί με την κίνηση ενός ανθρώπου που βαδίζει: Το κεφάλι ανεβοκατεβαίνει ανάλογα με το πού βρίσκονται τα πόδια κατά το περπάτημα. Όταν τα πόδια είναι ανοικτά, τότε το ύψος του ανθρώπου είναι το ελάχιστο, ενώ, όταν διασταυρώνονται, το ύψος του ανθρώπου είναι το μέγιστο. Η κίνηση είναι αρμονική και έχει ρυθμό. Αν τα ίχνη της κίνησης του κεφαλιού συνδεθούν με μια «αόρατη» γραμμή, θα διαπιστωθεί ότι αυτή είναι μία κανονική κυματομορφή. Αυτή η κυματομορφή έχει δύο χαρακτηριστικά προσδιοριζόμενα από το μέγεθος των ποδιών, το οποίο ορίζει το μήκος κύματος και, κατ' επέκταση, τη συχνότητα και από την ένταση του περπατήματος ανάλογα με τον νωχελικό ή τον αθλητικό ρυθμό.

Αν κάποιος προσέξει την αόρατη αυτή επιφάνεια της κίνησης του κεφαλιού των ανθρώπων που βαδίζουν σε ένα οριζόντιο επίπεδο με διαφορετικές τυχαίες συχνότητες (σκαμπαπέβασμα – κυματομορφή, λόγω διαφορετικού ύψους των ανθρώπων) και με διαφορετικές εντάσεις, τότε αυτή η τυχαία και χαστική «εικονική» επιφάνεια μπορεί να θεωρηθεί θόρυβος, σε αντίθεση με την κυματομορφή των κεφαλιών των χορευτών, που αναπαριστά οπτικά τη μουσική. Αυτός ο θόρυβος ή αυτό το τυχαίο φάσμα ήχων είναι η οπτική «αόρατη» παράσταση που συμβαίνει συνέχεια. Είναι ο ηχητικός χώρος

της κίνησης των ανθρώπων, ένα μουσικό γλυπτό της φύσης, που δεν ακούμε ποτέ, δε βλέπουμε ποτέ, αλλά είναι εκεί. Θυμίζει τις μεγάλες υφασμάτινες επιφάνειες που ξεδιπλώνουν οι φίλαθλοι στις κερκίδες των σταδίων.

Τα τρισδιάστατα κυματικά φαινόμενα (χρόνος, συχνότητα και ένταση) διαθέτουν από μόνα τους διαστάσεις. Επομένως, αποτελούν έναν μεταβαλλόμενο «χώρο». Όταν το μέσο διάδοσης του κύματος είναι το νερό, τότε η επιφάνεια της κυματομορφής γίνεται άμεσα αντιληπτή. Όταν το μέσο είναι ο αέρας, η επιφάνεια είναι «αόρατη» και ασαφής. Αν «χρωματίζαμε» τον ήχο, θα βλέπαμε μαγευτικά σχήματα και χώρους φανταστικούς.

Αν φανταζόμασταν τον αέρα που δονείται από τις φωνές και τους ήχους μιας ορχήστρας που παίζει, τότε, παράλληλα, θα μπορούσαμε να «δούμε» ζωντανά και οργανωμένα σύνολα χρωμάτων, σχημάτων και χώρων.

Οι δημιουργούμενες, μεταβαλλόμενες, τυχαίες, χαστικές «εικονικές» επιφάνειες έχουν άμεση σχέση με την «περιβάλλουσα ηχητική επιφάνεια».

1.4 Η «ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ» ΤΟΥ ΘΟΡΥΒΟΥ

Ο θόρυβος, με βάση την ακουστική, εξετάζεται ως ένα ηχητικό φάσμα πολλών συχνοτήτων, που μετατρέπεται σε πολυ-χώρο διαφορετικών διαστάσεων (μήκη κύματος).

Με αυτόν τον τρόπο, μπορεί να γίνει σύνδεση – απόδοση της μουσικής, των ήχων και των θορύβων με τις διαστάσεις των στερεών σχημάτων. Κάτι τέτοιο θα μπορούσε να θεωρηθεί και ως σχέση του χώρου (σχήματα) με τον χρόνο (ήχος).

Αν θεωρήσουμε έναν χώρο με πολλές τυχαίες διαστάσεις, όπως είναι ένα δωμάτιο με έπιπλα, τότε το φάσμα των ήχων που αναλογούν στα αντίστοιχα μήκη κύματος δηλώνει ότι πρόκειται για θόρυβο και όχι για μουσική, αφού το χάος των τυχαίων διαστάσεων του χώρου και των επίπλων δεν αντιστοιχεί απαραίτητα με διαστάσεις από καθαρούς τόνους αλλά με «φάλτσες», τυχαίες συχνότητες ήχων. Ένα δωμάτιο με διαστάσεις 3 m x 4 m x 5 m μπορεί να θεωρηθεί ως δωμάτιο ματζόρε (με βάση τα μήκη κύματος) και, ως τέτοιο, να χαρακτηριστεί εύχο. Μαζί με τις οκτάβες δημιουργείται ένας «αρμονικός» κάρναβος 30 cm x 40 cm x 50 cm, πάνω στον οποίο σχεδιάζονται εύχο σχήματα!



Ο ΣΩΛΗΝΑΣ ΩΣ ΑΥΤΟΦΩΝΟ ΜΟΥΣΙΚΟ ΟΡΓΑΝΟ – ΟΡΟΙ ΤΗΣ ΜΟΥΣΙΚΗΣ ΣΕ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΙΑ ΜΕ ΤΗΝ ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ

Οι ήχοι της φύσης, τα ηλεκτρονικά ακούσματα και, γενικά, η μουσική που δεν υπακούει στο συγκερασμένο μουσικό σύστημα συντίθεται από επιμέρους ήχους. Τότε, η έννοια «θόρυβος» μετασχηματίζεται σε κάτι δημιουργικό, αφού αποτελεί συστατικό στοιχείο της σύνθεσης. Με αυτόν τον συλλογισμό, ακόμη και το χαστικό άκουσμα των ήχων της φύσης ή οι ηλεκτρονικοί ήχοι μπορούν να αντιστοιχηθούν με πολύπλοκα γεωμετρικά στερεά, ανάλογα ενός αρχιτεκτονικού έργου.

Σε κάθε περίπτωση, αυτό που συνδέει τα στερεά σχήματα της αρχιτεκτονικής με τους ήχους είναι το μήκος κύματος λ (σε μέτρα) των συχνοτήτων τους: $\lambda = c / f$, όπου c είναι η ταχύτητα του ήχου στον αέρα (περίπου 340 μέτρα/δευτερόλεπτο) και f είναι η συχνότητα σε κύκλους/δευτερόλεπτο (σε Hz). Σχήματα 1.15 έως 1.18.

1.5 Ο ΣΩΛΗΝΑΣ ΩΣ ΑΥΤΟΦΩΝΟ ΜΟΥΣΙΚΟ ΟΡΓΑΝΟ

Ο θόρυβος του περιβάλλοντος έχει ένα ευρύ φάσμα συχνοτήτων. Αν στρέψουμε έναν σωλήνα προς τον θόρυβο του περιβάλλοντος, θα ακούσουμε από το ένα στόμιό του θόρυβο, ο οποίος έχει μια διακριτή συχνότητα, σαν ένα φύσημα με διακριτή νότα. Ο σωλήνας διεγείρεται από τον θόρυβο του περιβάλλοντος, σαν ένα αυτόφωνο με διακριτή συχνότητα. Η συχνότητα αυτή είναι η κορυφή του ηχητικού φάσματος που ακούγεται διαμέσου του σωλήνα, σαν την καμπύλη του Γκάους, σαν ένας λόφος με διακριτή κορυφή. Αν το μήκος του σωλήνα αλλάξει, τότε αλλάζει και η συχνότητα κορυφής που είναι διακριτή (καθώς συνδέεται με το μήκος κύματος).

Ο κυκλοφοριακός θόρυβος, ως πηγή ήχου, σε συνδυασμό με τις αιολικές άρπες μπορεί να δημιουργήσει ένα ενδιαφέρον ακουστικό περιβάλλον σε εσωτερικούς χώρους.

Στην επιφάνεια ενός τοίχου, που βρίσκεται δίπλα σε κυκλοφοριακό θόρυβο, τοποθετούμε κάθετα σωλήνες με καπάκια για να κλείνουν τα στόμια. Ανάλογα με το μέγεθος των σωλήνων και με τα καπάκια που αφήνονται ανοιχτά, είναι δυνατό να «χρωματιστεί» ο λευκός θόρυβος της κυκλοφορίας σε μία συγχορδία ματζόρε για το πρωί (ανατολή) και μινόρε για το απόγευμα (ηλιοβασίλεμα).

Τα σιλό που βρίσκουμε διάσπαρτα στην ελληνική

ύπαιθρο μπορούν να αναδειχθούν σε χώρους ηχητικού και μουσικού ενδιαφέροντος με την αυξομείωση του ύψους των οροφών τους, έτσι ώστε κάθε διαφορετικός κύλινδρος να έχει και διαφορετική ιδιοσυχνότητα. Η ακουστική «αίσθηση» του χώρου θα γίνει εύκολα αντιληπτή και το κάθε σιλό, με την προσθήκη οπτικοακουστικών δρώμενων, θα αποτελεί μια μοναδική εμπειρία. Σχήματα 1.19 έως 1.22.

1.6 ΟΡΟΙ ΤΗΣ ΜΟΥΣΙΚΗΣ ΣΕ ΑΝΤΙΣΤΟΙΧΙΑ ΜΕ ΤΗΝ ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ

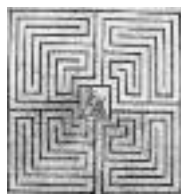
1.6.1 Ηχογράμματα, χρόνος αντήχησης, ανακλάσεις, ηχοασπορρόφηση

Οι παρακάτω μουσικοί όροι χρησιμοποιούνται για να περιγράψουν την αυξομείωση της έντασης ή της ταχύτητας εκτέλεσης (αύξηση ή βαθμιαία ελάττωση) της μουσικής. Θεωρούνται υποκειμενικές ενδείξεις εκτέλεσης και έχουν σαφή σχέση με αντίστοιχα κριτήρια της ακουστικής του χώρου, όπως είναι η αντήχηση (πολλαπλές ανακλάσεις από τις επιφάνειες του χώρου), η ηχοασπορρόφηση και τα ηχογράμματα (περιέχουν τις ανακλάσεις με την ένταση και τη χρονική τους καθυστέρηση).

Abbassamento είναι το χαμήλωμα, το σβήσιμο φωνής στη μουσική, ενώ, στην ακουστική του χώρου, συνδέεται με την ένταση και την ισχύ του ήχου. Ritenuto, rallentando, ritardando είναι η σταδιακή μείωση της ταχύτητας εκτέλεσης του μουσικού έργου. Calando είναι το σβήσιμο, η ελάττωση του χρόνου και της έντασης στη μουσική, ενώ, στην ακουστική ενός χώρου, συνδέεται με την αντήχηση, τις ανακλάσεις και την ηχοασπορρόφηση. Diminuendo, decrescendo είναι η βαθμιαία μείωση της έντασης, που συμβολίζεται με δύο συγκλίνουσες γραμμές με μήκος σύγκλισης ανάλογο της διάρκειας μείωσης. Crescendo είναι η βαθμιαία αύξηση της έντασης, που συμβολίζεται με δύο αποκλίνουσες γραμμές με μήκος απόκλισης ανάλογο της διάρκειας αύξησης. Morendo είναι το βαθμιαίο σβήσιμο (fade out). Allargando είναι η επιβράδυνση του tempo και η αύξηση της έντασης στη μουσική, ενώ, στην ακουστική του χώρου, συνδέεται με την αντήχηση.

1.6.2 Συνεχές ηχητικό φάσμα, ισχύς, διαύγεια

Glissando είναι η ολίσθηση προς τα πάνω ή προς τα κάτω, στα άσπρα πλήκτρα, στα μαύρα, σε χορδή χωρίς τονικά ύψη. Accent είναι ο τονισμός, η



ΛΑΒΥΡΙΝΘΟΣ ΚΑΙ ΗΧΟΠΑΓΙΔΕΣ

μακρά, το τράβηγμα (επέριση) κατά βήμα προς τα πάνω ή προς τα κάτω. Αρρυγε είναι το παίξιμο με έμφαση, το τονισμένο παίξιμο στη μουσική, ενώ, στην ακουστική του χώρου, συνδέεται με την ισχύ και τη διαύγεια.

1.6.3 Αντικραδασμικοί μηχανισμοί, ταλάντωση, δόνηση

Corpetto στη μουσική είναι το πανί που καλύπτει τα τύμπανα για τον μετριασμό του ήχου (σουρντίνα). Στην ακουστική, ανάλογος μηχανισμός είναι το αντικραδασμικό δονήσεων. Etouffe είναι το πνιγμένο, απότομο σταμάτημα της ήχησης με τα χέρια στα τύμπανα, στα πιάτα, στην άρπα. Στην ακουστική, ανάλογος μηχανισμός είναι το αντιδονητικό. Sordino, dampfer, mute είναι ο σιγαστήρας, η σουρντίνα. Στην ακουστική, ανάλογος μηχανισμός είναι ο αντικραδασμικός μηχανισμός ως σιγαστήρας. Pedal είναι το δεξί ποδωστήριο στο πιάνο, που απενεργοποιεί τους σιγαστήρες των χορδών. Στη μεταβλητή ακουστική, ανάλογος μηχανισμός είναι μια αίθουσα δοκιμών μεταβλητού όγκου ή με μεταβλητή ηχοαπορρόφηση, ώστε να μεταβάλλεται ο χρόνος αντήχησης. Bebung είναι η μικρή ταλάντευση, ένα είδος βιμπράτου στο κλαβίχορδο με αυξομείωση της πίεσης του δάκτυλου στο πλήκτρο. Παράγει ελαφρά ταλάντευση του τονικού ύψους (τρέμολο). Vibrato είναι το παίξιμο με δόνηση, δηλαδή με γρήγορη μικρή ταλάντευση, κυρίως στα έγχορδα του τονικού ύψους, και σημειώνεται με μία κυματιστή γραμμή πάνω από τα φθογγόσημα. Στην ακουστική του χώρου, είναι οι αλλοιώσεις των συχνοτήτων.

1.6.4 Υποκειμενικά κριτήρια ακουστικής

Οι παρακάτω μουσικοί όροι είναι υποκειμενικές ενδείξεις εκτέλεσης της μουσικής, που έχουν σαφή σχέση με αντίστοιχα υποκειμενικά κριτήρια της ακουστικής του χώρου, όπως είναι η ζεστασιά, η ζωντάνια, η λαμπρότητα κ.ά.

Υποκειμενικές ενδείξεις εκτέλεσης είναι: con affetto (με έκφραση, με αίσθημα), con anima (με ψυχή, ζωηρά), con brio (φλογερά, ζωηρά), con calore (με θέρμη), con gusto (με γούστο, με στυλ) και con moto (με κίνηση).

Ζεστασιά (warmth) είναι το γέμισμα του χαμηλού τόνου –σε σχέση με τις μεσαίες συχνότητες. Παρουσιάζεται, συνήθως, όταν η τιμή του χρόνου

αντήχησης στις χαμηλές συχνότητες είναι αρκετά μεγαλύτερη από την τιμή στις μεσαίες συχνότητες. Στην ακουστική του χώρου ο χρόνος αντήχησης στις χαμηλές συχνότητες πρέπει να είναι λίγο μεγαλύτερος από ό,τι στις μεσαίες συχνότητες.

Η ζωντάνια (liveness) σε μια αίθουσα μεταδίδει το γέμισμα του τόνου στη μουσική, στις μεσαίες και στις υψηλές συχνότητες. Ζωντάνια παρουσιάζεται συνήθως σε αίθουσες που έχουν μεγάλο όγκο σε σχέση με τους ακροατές ή διαθέτουν εσωτερικές επιφάνειες πολύ ανακλαστικές.

Λαμπρότητα (brilliance) είναι η ιδιότητα μιας αίθουσας για καθαρό ήχο με αρμονικές στις υψηλές συχνότητες. Εξαρτάται από τον χρόνο αντήχησης στις υψηλές συχνότητες σε σχέση με τις μεσαίες, από τη «μικρή» απόσταση μουσικού-ακροατή αλλά και από τους ανακλαστήρες, οι οποίοι τροφοδοτούν με ήχο την αίθουσα με μικρές καθυστερήσεις μετά τον απευθείας ήχο.

1.7 ΛΑΒΥΡΙΝΘΟΣ ΚΑΙ ΗΧΟΠΑΓΙΔΕΣ

Ο λαβύρινθος κατασκευάστηκε από τον Δαίδαλο προκειμένου να κρύψουν εκεί τον Μινώταυρο ώστε να μην φαίνεται αλλά και να μην ακούγεται.

Τα μέτρα για τον έλεγχο του θορύβου των αεραγωγών ονομάζονται ακουστικοί λαβύρινθοι ή ηχοπαγίδες.

Με βάση την ακουστική ερμηνεία των πολλών ανακλάσεων (μείωση της ηχητικής ενέργειας από κάθε ανάκλαση), πρέπει να συμπεράνουμε ότι όσο πιο δαιδαλώδες είναι ένα κτήριο, τόσο πιο «ήσυχος» είναι το εσωτερικό του, το άδυτό του. Ανάλογα με τη μείωση του ήχου (αίσθηση της απόλυτης ησυχίας), μειώνεται και το φως από τις πολλαπλές ανακλάσεις μέσα σε έναν λαβύρινθο.

Το φαινόμενο της μείωσης της ηχοστάθμης λόγω ανακλάσεων συμβαίνει ακόμη και όταν ο συντελεστής ηχοαπορρόφησης των υλικών είναι πολύ μικρός, όπως τα σκληρά υλικά, η πέτρα, το μάρμαρο ή το τσιμέντο. Η γεωμετρία της κατασκευής παίζει τον πρωτεύοντα ρόλο και έπεται η ηχοαπορρόφηση. Το ηχοαπορροφητικό υλικό μειώνει επιπρόσθετα την ηχοστάθμη, η οποία έχει μειωθεί ήδη λόγω γεωμετρίας, όπως αυτή διαμορφώνεται από τις ανακλάσεις στις επιφάνειες του λαβύρινθου. Σχήματα 1.23 έως 1.25.



ΣΥΓΧΟΡΔΙΑ ΜΑΤΖΟΡΕ ΚΑΙ ΟΡΘΟ ΤΡΙΓΩΝΟ

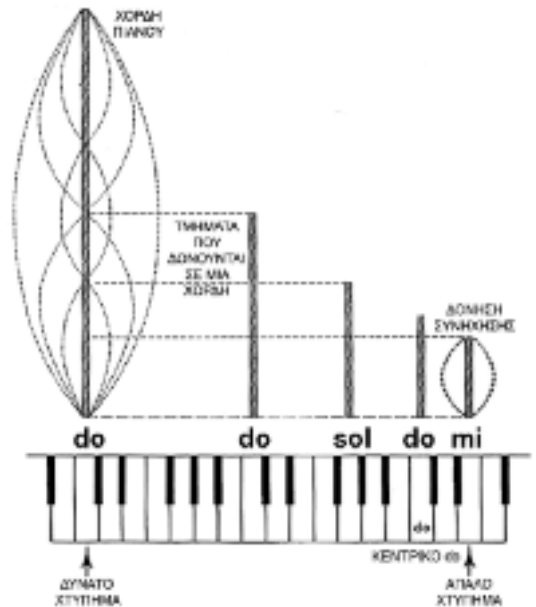
NOTE	FREQUENCY f, Hz	WAVE LENGTH λ, m	RATIO ANC	RATIO VIC
C	261.63	1.3	1.0	3.0
C#	277.18	1.23	1.069	3.2
D	293.66	1.18	1.122	3.4
D#	311.13	1.09	1.189	3.6
E	329.63	1.03	1.28	3.8
F	349.23	0.97	1.335	4.0
F#	369.99	0.93	1.414	4.2
G	392	0.87	1.498	4.5
G#	415.20	0.83	1.587	4.8
A	440	0.77	1.662	5.0
A#	465.16	0.73	1.762	5.2
B	493.66	0.69	1.865	5.7
C	523.25	0.65	2.0	6.0

Σχήμα 1.1 Πίνακας με τις συχνότητες και τα μήκη κύματος των μουσικών φθόγγων C = Ντο, D = Ρε, E = Μι, F = Φα, G = Σολ, A = Λα, B = Σι.

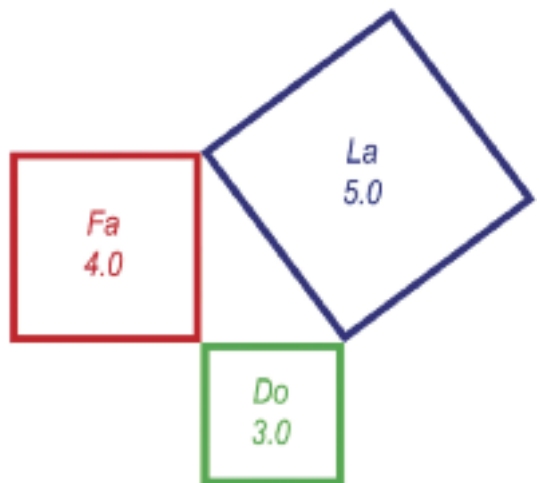
Η «απόσταση» ανάμεσα στον φθόγγο Λα ή Α και στο Λα# ή Α# είναι η ίδια ανάμεσα σε δύο οποιαδήποτε γειτονικά ημιτόνια όσον αφορά τη συχνότητα. Το Α# ισούται με το $A/2^{(1/12)}$, $440/2^{(1/12)}=415.3$, το C# ισούται με το $C/2^{(1/12)}$ κ.τ.λ. Η πρώτη στήλη παρουσιάζει τους φθόγγους μιας μουσικής οκτάβας, η δεύτερη τις συχνότητες (f) των φθόγγων σε Hz, η τρίτη το μήκος κύματος (λ) των φθόγγων σε m, η τέταρτη τη σχέση του μήκους κύματος των φθόγγων ως προς το μήκος κύματος του Ντο και η πέμπτη στήλη παρουσιάζει τα αποτελέσματα της τέταρτης στήλης πολλαπλασιασμένα επί 3. Έτσι, στην πέμπτη στήλη αναδεικνύεται η σχέση ακέραιων αριθμών του μήκους κύματος των φθόγγων Ντο, Φα και Λα, που είναι 3, 4 και 5 αντίστοιχα.

- Ρε / Ντο = 9/8 (8.98/8) απόκλιση 2%
- Μι / Ντο = 5/4 (5.04/4) απόκλιση 4%
- Φα / Ντο = 4/3 (4.003/3) απόκλιση 3%
- Σολ / Ντο = 3/2 (2.997/2) απόκλιση 3%
- Λα / Ντο = 5/3 (5.045/3) απόκλιση 4%
- Σι / Ντο = 15/8 (15.102/8) απόκλιση 10%
- Οκτάβα, Ντο / Ντο = 16/8 = 2
- Ρε / Μι = 10/9 (10.1/9 απόκλιση 10%)
- Μι / Φα = 16/15 (15.8/15 απόκλιση 10%)
- Φα / Σολ = 9/8 (8.9/8 απόκλιση 2%)
- Σολ / Λα = 10/9 (10.1/9 απόκλιση 10%)
- Λα / Σι = 9/8 (8.979/8 απόκλιση 2%)

Σχήμα 1.2 Πίνακας με τις πραγματικές σχέσεις του μήκους κύματος των συχνοτήτων που αναλογούν στις νότες μιας συγκερασμένης κλίμακας.

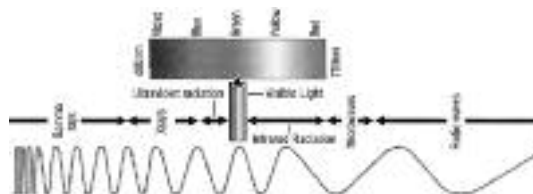


Σχήμα 1.3 Η χορδή του πιάνου ταλαντώνεται και παράγει αρμονικές που έχουν υποπολλαπλάσιο μήκος κύματος: το μισό μήκος στην οκτάβα (Ντο), το 1/3 του μήκους στην πέμπτη νότα της κλίμακας (Σολ) και το 1/5 του μήκους στην τρίτη νότα της κλίμακας (Μι). Με δυνατό χτύπημα του Ντο, συνηθούν διάφορες νότες με σχέσεις μήκους ακέραιους αριθμούς.

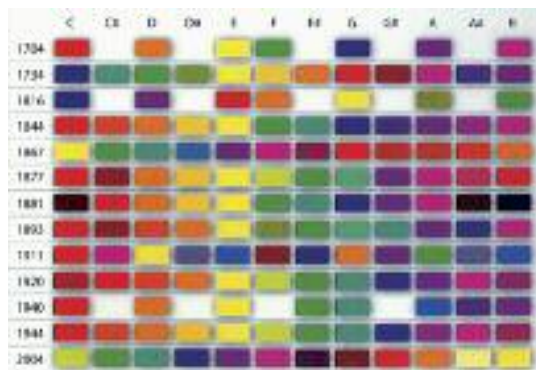


Σχήμα 1.4 Το ορθό τρίγωνο (3, 4, 5), το Πυθαγόρειο Θεώρημα ($9+16=25$) και τα μήκη των πλευρών του σε σχέση με τα μήκη κύματος των φθόγγων της συχορδίας Φα ματζόρε. Τα χρώματα έχουν επιλεγεί με βάση την ταύτιση των Hz (μήκος κύματος του ήχου) με τα Angs (μήκος κύματος του φωτός). Οι αναλογίες πλευρών 3 / 4 / 5, που έχει το ορθό τρίγωνο, αντιστοιχούν στους φθόγγους Ντο, Φα και Λα ή, αλλιώς, στην 1η, 4η και 6η νότα της κλίμακας ματζόρε. Οι νότες Φα, Λα και Ντο είναι οι νότες της συχορδίας Φα ματζόρε και, επομένως, το ορθό τρίγωνο με πλευρές 3 / 4 / 5 αντιστοιχεί ή μεταφράζεται σε συχορδία ματζόρε.

ΑΠΟ ΤΗ ΜΟΥΣΙΚΗ ΠΡΟΣ ΤΗΝ ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ ΚΑΙ ΤΗΝ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ



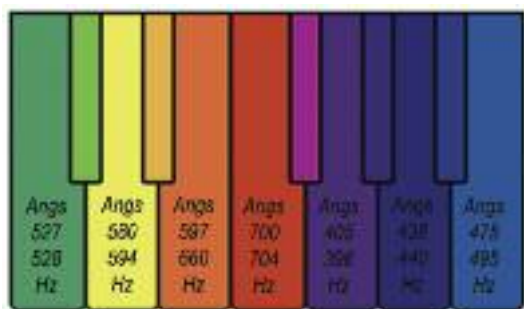
ΧΡΩΜΑΤΑ ΚΑΙ ΗΧΟΙ



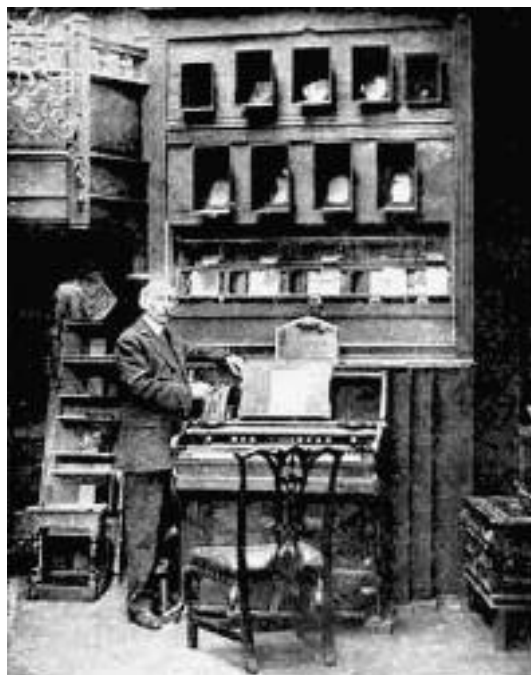
Σχήμα 1.5 Τρεις αιώνες χρωματισμένων κλιμάκων μουσικής από επιστήμονες, καλλιτέχνες και μουσικούς: 1704 Isaac Newton, 1734 Louis Bertrand Castel, 1816 George Field, 1844 D. D. Jameson, 1867 Hermann von Helmholtz, 1877 Bainbridge Bishop, 1881 Theodor Seemann, 1893 A. Wallace Rimington, 1911 Alexander Scriabin, 1920 Adrian Bernard Klein, 1940 August Aeppli, 1944 I. J. Belmont και 2004 Steve Zieverink (πηγή: Mattis).



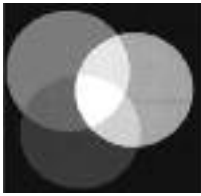
Σχήμα 1.7 Orthophonic Piano, Rossine (1916). Οπτοφωνικό πιάνο που διέθετε γυάλινους ζωγραφισμένους δίσκους, απ' όπου περνούσε φως, όταν ο μουσικός πίεζε τα πλήκτρα παίζοντας μουσική, ενώ ταυτόχρονα το φως προβαλλόταν στον χώρο (πηγή: [www.obsolete.com/120 years](http://www.obsolete.com/120%20years)).



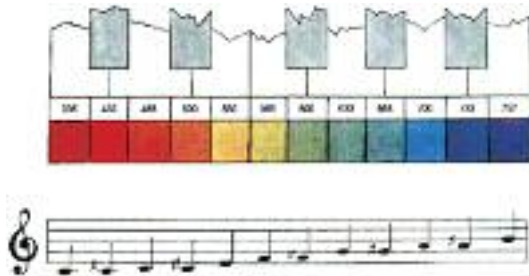
Σχήμα 1.6 Μήκη κύματος του ήχου των φθόγγων μιας μουσικής οκτάβας σε κύκλους / δευτερόλεπτο (Hz) και αντίστοιχα μήκη κύματος του φωτός σε Angs. Το Ντο (528 Hz) αντιστοιχεί σε πράσινο (527 Angs), το Ρε (594 Hz) αντιστοιχεί σε κίτρινο (580 Angs), το Φα (704 Hz) αντιστοιχεί σε κόκκινο (700 Angs) και το Λα (440 Hz) αντιστοιχεί σε μπλε (438 Angs). Το Ρε μινόρε αποτελείται από τα τρία βασικά χρώματα (κίτρινο, κόκκινο, μπλε) και το Ντο ματζόρε από τα τρία συμπληρωματικά χρώματα (πράσινο, πορτοκαλί, μοβ). Το Φα ματζόρε, που αντιστοιχεί σε ορθογώνιο τρίγωνο, διαθέτει τα τρία χρώματα κόκκινο, πράσινο και μπλε, τα οποία συναποτελούν την κατηγορία χρωμάτων RGB.



Σχήμα 1.8 Όργανο χρωμάτων του Alexander Wallace Rimington (1893). Το μουσικό όργανο διέθετε μηχανισμό που πρόβαλλε σε οθόνη χρώματα, τα οποία συσχετιζονταν με τους μουσικούς φθόγγους, με αποτέλεσμα ένα οπτικοακουστικό θέαμα «κινητικής» τέχνης (πηγή: Rimington).



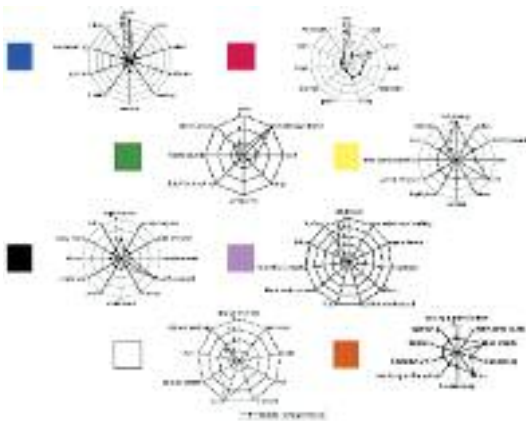
ΧΡΩΜΑΤΑ ΚΑΙ ΗΧΟΙ – «ΑΟΡΑΤΗ», «ΑΗΧΗ» ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΥΣΑ ΕΠΙΦΑΝΕΙΑ



Σχήμα 1.9 Κατανομή της χρωματικής κλίμακας στο πληκτρολόγιο του οργάνου χρωμάτων του Alexander Wallace Rimington (1877). Οι αριθμοί αντιστοιχούν σε συχνότητες δόνησης ανά δευτερόλεπτο (Hz). Τα χρώματα της χρωματικής κλίμακας στο πληκτρολόγιο του οργάνου χρωμάτων δεν μπορούν να αποδοθούν με ακρίβεια και συμπίπτουν χοντρικά με αυτά που προβάλλονται στη διάρκεια της παράστασης (πηγή: Rimington).



Σχήμα 1.11 Ο φασματικός χρωματικός δίσκος του Sir Isaac Newton (1880) και ο χρωματικός δίσκος του Johann Wolfgang von Goethe (1809) (πηγή: Zilczer).



Σχήμα 1.10 Πείραμα αντιστοίχισης χρωμάτων με ήχους, που έγινε σε φοιτητές αρχιτεκτονικής. Σ' αυτό συσχετίστηκαν τα 6 βασικά χρώματα, συμπεριλαμβανομένων του άσπρου και του μαύρου, με ήχους αλλά και με «ηχητικές καταστάσεις». Έτσι, ο τσακωμός συσχετίστηκε με το μπλε, η δραστηριότητα με το κόκκινο, το γέλιο με το πράσινο, οι καμπάνες με το κίτρινο, η όσφρηση με το μοβ, η διασκέδαση με το πορτοκαλί, η ένταση με το μαύρο και η ησυχία με το άσπρο. Ποσοτικά και μόνο, ο μεγαλύτερος αριθμός συσχετισμών χρωμάτων με ήχους αφορούσε το μπλε και, στη συνέχεια, το κόκκινο, το μαύρο, το άσπρο, το πράσινο, το κίτρινο, το πορτοκαλί και, τελευταίο, το μοβ (πηγή: Nanda).



Σχήμα 1.12 Πολλαπλές φωτογραφικές λήψεις των φάσεων της κίνησης του σφυριού, «παγωμένες εικόνες» (πηγή: L' Oreille oubliée).