

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
Τμήμα Ηλεκτρολόγων & Ηλεκτρονικών Μηχανικών  
[www.eee.uniwa.gr](http://www.eee.uniwa.gr)

Θηβών 250, Αθήνα-Αιγάλεω 12244  
Τηλ. +30 210 538-1225, Fax. +30 210 538-1226



UNIVERSITY of WEST ATTICA  
FACULTY OF ENGINEERING  
Department of Electrical & Electronics Engineering  
[www.eee.uniwa.gr](http://www.eee.uniwa.gr)

250, Thivon Str., Athens, GR-12244, Greece  
Tel: +30 210 538-1225, Fax: +30 210 538-1226

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών  
Τεχνολογίες Ήχου, Βίντεο και Μετάδοσης

Master of Science in  
Audio, Video and Broadcasting Engineering

ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

# Τεχνολογίες διαχείρισης ηχητικού σήματος στην τηλεόραση



Μεταπτυχιακός Φοιτητής: ΝΙΚΗΤΑΣ ΚΟΝΤΑΡΑΤΟΣ, ΑΜ ΜSCAVB-006

Επιβλέπων: Τάτλας Νικόλαος - Αλέξανδρος, Αναπληρωτής Καθηγητής

ΑΘΗΝΑ-ΑΙΓΑΛΕΩ, ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2023

---

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ  
Τμήμα Ηλεκτρολόγων & Ηλεκτρονικών Μηχανικών  
[www.eee.uniwa.gr](http://www.eee.uniwa.gr)

Θηβών 250, Αθήνα-Αιγάλεω 12244  
Τηλ. +30 210 538-1225, Fax. +30 210 538-1226



UNIVERSITY of WEST ATTICA  
FACULTY OF ENGINEERING  
Department of Electrical & Electronics Engineering  
[www.eee.uniwa.gr](http://www.eee.uniwa.gr)

250, Thivon Str., Athens, GR-12244, Greece  
Tel: +30 210 538-1225, Fax: +30 210 538-1226

Πρόγραμμα Μεταπτυχιακών Σπουδών  
Τεχνολογίες Ήχου, Βίντεο και Μετάδοσης

Master of Science in  
Audio, Video and Broadcasting Engineering

MSc Thesis

# Television audio signal management technologies



Student: NIKITAS KONTARATOS, Registration Number MSCAVB-006

MSc Thesis Supervisor: Tatlas Nikolaos - Alexandros, Associate Professor

ATHENS-EGALEO, SEPTEMBER 2003

---

Η Μεταπτυχιακή Διπλωματική Εργασία έγινε αποδεκτή, εξετάστηκε και βαθμολογήθηκε από την εξής τριμελή εξεταστική επιτροπή:

Επιβλέπων	Μέλος	Μέλος
Τάτλας Νικόλαος - Αλέξανδρος	Ποτηράκης Στυλιανός	Καραμπέτσος Σωτήριος
Αναπληρωτής Καθηγητής	Καθηγητής	Αναπληρωτής Καθηγητής

## ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο κάτωθι υπογεγραμμένος Νικήτας Κονταράτος του Νικολάου, με αριθμό μητρώου MSCAVB-006 φοιτητής του Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Τεχνολογίες Ήχου, Βίντεο και Μετάδοση» του Τμήματος Ηλεκτρολόγων και Ηλεκτρονικών Μηχανικών της Σχολής Μηχανικών του Πανεπιστημίου Δυτικής Αττικής, δηλώνω ότι:

«Είμαι συγγραφέας αυτής της μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας και ότι κάθε βοήθεια την οποία είχα για την προετοιμασία της, είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται στην εργασία. Επίσης, οι όποιες πηγές από τις οποίες έκανα χρήση δεδομένων, ιδεών ή λέξεων, είτε ακριβώς είτε παραφρασμένες, αναφέρονται στο σύνολό τους, με πλήρη αναφορά στους συγγραφείς, τον εκδοτικό οίκο ή το περιοδικό, συμπεριλαμβανομένων και των πηγών που ενδεχομένως χρησιμοποιήθηκαν από το διαδίκτυο. Επίσης, βεβαιώνω ότι αυτή η εργασία έχει συγγραφεί από μένα αποκλειστικά και αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο δικής μου, όσο και του Ιδρύματος.

Παράβαση της ανωτέρω ακαδημαϊκής μου ευθύνης αποτελεί ουσιώδη λόγο για την ανάκληση του πτυχίου μου».

Ο Δηλών



ΝΙΚΗΤΑΣ ΚΟΝΤΑΡΑΤΟΣ

Copyright © Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΔΥΤΙΚΗΣ ΑΤΤΙΚΗΣ και ΝΙΚΗΤΑΣ ΚΟΝΤΑΡΑΤΟΣ,

Σεπτέμβριος, 2023

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

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον/την συγγραφέα του και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις θέσεις του επιβλέποντος μέλους ΔΕΠ, της επιτροπής εξέτασης ή τις επίσημες θέσεις του Τμήματος και του Ιδρύματος.

## ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Οι τεχνικές του ήχου στη σημερινή ψηφιακή εποχή έχουν αλλάξει πάρα πολύ σε σχέση με όσα γνωρίζαμε στο πρόσφατο παρελθόν. Ειδικότερα στην τηλεόραση, το άλμα που έχει γίνει, μπορεί να μην είναι ανάλογο με αυτό που έχει συμβεί στην εικόνα, αλλά και στον ήχο, τα δεδομένα έχουν αλλάξει τόσο πολύ, που ένας τεχνικός ήχου της προηγούμενης εικοσαετίας νιώθει σαν να βρίσκεται σε έναν άγνωστο κόσμο.

Η παρούσα διπλωματική εργασία εστιάζει στον τρόπο με τον οποίο διαχειριζόμαστε τον ήχο στην τηλεόραση σήμερα. Πιο συγκεκριμένα εξετάζονται οι τρόποι συλλογής, εγγραφής, επεξεργασίας και μετάδοσης του ηχητικού σήματος στην τηλεόραση. Όσο αφορά τη συλλογή παρουσιάζονται, κυρίως τα μικρόφωνα και τους διαφόρους τύπους αυτών, καθώς και σε άλλα μέσα συλλογής. Η εγγραφή και η επεξεργασία, εξετάζονται ξεχωριστά, ως διαδικασίες που συσχετίζονται με την εικόνα, ενώ διερευνάται και το πρωτόκολλο Dante ως το πλέον διαδεδομένο στις μέρες μας για τη μεταφορά των ψηφιακών ακουστικών σημάτων.

**ΛΕΞΕΙΣ – ΚΛΕΙΔΙΑ:** ήχος, τηλεόραση, εγγραφή, επεξεργασία, μετάδοση, ψηφιακός ήχος, πρωτόκολλο Dante

## ABSTRACT

Audio techniques in today's digital age have changed enormously from what we knew in the recent past. In television in particular, the leap that has been made may not be comparable to what has happened in the picture, but also in sound, the facts have changed so much that a sound technician of the previous twenty years feels like he is in an unknown world . This thesis focuses on the way we manage sound on television today. More specifically, the ways of collecting, recording, processing and transmitting the sound signal on television are examined. As far as the collection is concerned, mainly microphones and their different types are presented, as well as other means of collection. Recording and processing are examined separately as processes related to the image, while the Dante protocol is also explored as the most widespread nowadays for the transfer of digital audio signals.

**KEYWORDS:** audio, television, recording, editing, broadcasting, digital audio, Dante protocol.

## ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα καθηγητή Δρ. Τάτλα Νικόλαο - Αλέξανδρο αλλά και τον Δρ. Χρηστάκη Ιωάννη για την επιστημονική τους καθοδήγηση και την συνεχή υποστήριξη κατά την διάρκεια αυτής της διπλωματικής εργασίας. Επίσης θα ήθελα να ευχαριστήσω την ΕΡΤ για την παραχώρηση του υλικού και τη δυνατότητα να κάνω τις μετρήσεις στους χώρους του Studio A. Τέλος θέλω να ευχαριστήσω τους φίλους και συναδέλφους Γιάννη και Αργυρώ, που με έπεισαν να ξεκινήσω αλλά και να τελειώσω αυτό το όμορφο ταξίδι.



## ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	12
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Λήψη ήχου .....	13
1.1. Μικρόφωνα και βασικά χαρακτηριστικά.....	13
1.2. Τύποι μικροφώνων .....	15
1.3. Κονσόλες .....	19
1.4. Λήψη ήχου με τη χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών και στούντιο .....	20
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Εγγραφή ήχου και είδη ηχογραφήσεων.....	22
2.1. Αναλογική και ψηφιακή εγγραφή ήχου.....	22
2.1.1. Αναλογική εγγραφή ήχου .....	22
2.1.2. Ψηφιακή εγγραφή ήχου.....	23
2.1.3. Διαφορές αναλογικού και ψηφιακού ήχου.....	24
2.2. Είδη ηχογραφήσεων και εξοπλισμός.....	25
2.2.1. Ηχογράφιση πεδίου και εξοπλισμός .....	25
2.2.1. Ηχογράφιση συνεντεύξεων και εξοπλισμός .....	27
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Επεξεργασία και μετάδοση ήχου .....	29
3.1. Τί είναι η επεξεργασία ήχου .....	29
3.2. Ψηφιακή επεξεργασία ήχου με λογισμικά.....	30
3.2.1. Εγκατάσταση και πρώτη χρήση του Cubase Pro 10 .....	32
3.2.2. Χρήση του Halion Sonic SE του Βασικό VST Instrument (Synthesizer) του Cubase Pro.....	42
3.2.3. Ηχογράφιση μέσω CUBASE.....	44
3.3. Η σημασία της επεξεργασίας του ήχου.....	45
3.4. Τύποι επεξεργασίας ήχου .....	46
3.5. Ψηφιακή Μετάδοση ήχου.....	47
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Τεχνολογίες για τη μετατροπή ψηφιακού τηλεοπτικού ηχητικού σήματος και τη μετάδοση.....	48
4.1. Μετάδοση ήχου μέσω Ethernet.....	48
4.2. Πρωτόκολλο CobraNet .....	49
4.3. Πρωτόκολλο Dante .....	51
4.3.1. Εφαρμογές του Πρωτόκολλου Dante.....	53
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Εγγραφή πολυκάναλου ήχου σε μουσική εκπομπή .....	57
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Εφαρμογή και Αποτελέσματα .....	59
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 7: Συμπεράσματα.....	70
ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ - ΠΗΓΕΣ .....	73

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΕΙΚΟΝΩΝ

Εικόνα 1: Φωτογραφίες μικροφώνων.....	13
Εικόνα 2: Πολικά διαγράμματα μικροφώνων .....	17
Εικόνα 3: Διάφορα ασύρματα μικρόφωνα και δέκτες .....	18
Εικόνα 4: Κονσόλες ήχου.....	20
Εικόνα 5: Αναλογικό Μαγνητόφωνο .....	22
Εικόνα 6: Οθόνη “Steinberg hub” του CubasePro .....	32
Εικόνα 7: Πεδίο“Project Assistant”του Cubase Pro .....	32
Εικόνα 8: Δημιουργία φακέλου στο Cubase Pro .....	33
Εικόνα 9: Οθόνη του CubasePro μετά την εγκατάσταση .....	33
Εικόνα 10: Μενού “Studio” του Cubase Pro .....	34
Εικόνα 11:Μενού“Studio Setup”τουCubase Pro .....	34
Εικόνα 12: Μενού “VST Audio System” του Cubase Pro .....	35
Εικόνα 13: Μενού“Audio Connections”τουCubase Pro .....	36
Εικόνα 14: Μενού “Audio Connections-Control Room” του Cubase Pro .....	37
Εικόνα 15: Μενού “Audio Connections-Control Room” του Cubase Pro με ενσωματωμένη κάρτα ήχου .....	37
Εικόνα 16: Μενού “Audio Connections-Inputs” του Cubase Pro.....	38
Εικόνα 17: Μενού “Audio Connections-Inputs” του Cubase Pro διαμορφωμένο .....	39
Εικόνα 18: Μενού “Audio Connections-Control Room -CR” του Cubase Pro.....	41
Εικόνα 19: Οθόνη “Tool Bar” του Cubase Pro .....	42
Εικόνα 20: Μενού “Transport” του Cubase Pro.....	43
Εικόνα 21: Μενού “VSTI” του CubasePro .....	43
Εικόνα 22: Οθόνη “Halion Sonic SE” του Cubase Pro.....	44
Εικόνα 23: Οθόνη ηχογράφησης του CubasePro.....	44
Εικόνα 24: Μενού “Tools Buttons” του Cubase Pro .....	45
Εικόνα 25: CobraNet.....	49
Εικόνα 26: Dante .....	51
Εικόνα 27: Συγχρονισμός συσκευών με Dante στο ίδιο υποδίκτυο .....	54
Εικόνα 28: Χρήση δύο δεκτών GPSU-Blox για εξωτερικό ρολόι του Dante συσκευών ..	55
Εικόνα 29: Αυτόματο σύστημα εκλογής master clock .....	55
Εικόνα 30: Μια αναλογική προσέγγιση του εγχειρήματος .....	58
Εικόνα 31: Στούντιο A EPT σε ώρα πρόβας.....	59
Εικόνα 32: Διασύνδεση των μικροφώνων με καλώδιο δικτύου με πρωτόκολλο Dante ..	61

Εικόνα 33: Κατανομή με δεκατέσσερα ασύρματα μικρόφωνα lavalier.....	61
Εικόνα 34: Κατανομή με εικοσιτέσσερα ασύρματα μικρόφωνα lavalier.....	62
Εικόνα 35: Κονσολάκι AVIOM A640 .....	63
Εικόνα 36: AVIOM D400 Dante A-Net Distributors.....	64
Εικόνα 37: Latency Dante Controller .....	65
Εικόνα 38: Yamaha Monitor Mix, διαχείριση των διαφόρων μίξεων μέσω Wi-Fi .....	66
Εικόνα 39: Κλασική μέθοδος monitoring με ηχεία .....	67
Εικόνα 40: Πολυκάναλη ηχογράφηση.....	68
Εικόνα 41: Dante Virtual Card .....	68
Εικόνα 42: Dante Controller για επιλογή των πηγών στο κάθε κανάλι.....	69
Εικόνα 43: Διπλό switch για αδιάλειπτη λειτουργία του συστήματος .....	69

## ΠΙΝΑΚΑΣ ΣΧΗΜΑΤΩΝ

Σχήμα 1: Εισόδος σήματος για εγγραφή .....	40
Σχήμα 2: Έξοδος σήματος από αναπαραγωγή .....	40
Σχήμα 3: Blog διάγραμμα υλοποίησης.....	60

Ο ήχος στην τηλεόραση είναι το βασικό στοιχείο για μια μετάδοση. Οι τεχνικές που χρησιμοποιούνται είναι ανάλογες με τον ήχο στο ραδιόφωνο και σε άλλα μέσα αλλά ειδικότερα στην τηλεόραση, το άλμα που έχει γίνει, μπορεί να μην είναι ανάλογο με αυτό που έχει συμβεί στην εικόνα, αλλά και στον ήχο, τα δεδομένα έχουν αλλάξει τόσο πολύ, που ένας τεχνικός ήχου της προηγούμενης εικοσαετίας νιώθει σαν να βρίσκεται σε έναν άγνωστο κόσμο.

Η παρούσα διπλωματική εργασία εστιάζει στον τρόπο με τον οποίο διαχειριζόμαστε τον ήχο στην τηλεόραση σήμερα. Πιο συγκεκριμένα εξετάζονται οι τρόποι συλλογής, εγγραφής, επεξεργασίας και μετάδοσης του ηχητικού σήματος στην τηλεόραση. Όσο αφορά τη συλλογή παρουσιάζονται, κυρίως τα μικρόφωνα και τους διαφόρους τύπους αυτών, καθώς και σε άλλα μέσα συλλογής. Η εγγραφή και η επεξεργασία, εξετάζονται ξεχωριστά, ως διαδικασίες που συσχετίζονται με την εικόνα, ενώ διερευνάται και το πρωτόκολλο Dante ως το πλέον διαδεδομένο στις μέρες μας για τη μεταφορά των ψηφιακών ακουστικών σημάτων.

Αναλυτικά στο πρώτο κεφάλαιο παρουσιάζονται τα μέσα που γίνεται λήψη ήχου δηλαδή τα μικρόφωνα, οι κονσόλες και οι υπολογιστές.

Στο δεύτερο κεφάλαιο γίνεται ανάλυση του τρόπου ηχογράφησης και τα είδη των ηχογραφήσεων και αναλύεται ο εξοπλισμός που χρησιμοποιείται.

Στο τρίτο κεφάλαιο γίνεται παρουσίαση και ανάλυση της επεξεργασίας ήχου και των τρόπων που μπορεί να γίνει αλλά και την σημασία της.

Στο τέταρτο κεφάλαιο γίνεται η παρουσίαση των τεχνολογιών για την μετατροπή του ψηφιακού ηχητικού σήματος και τη μετάδοση του.

Στο πέμπτο κεφάλαιο γίνεται η θεωρητική παρουσίαση της πολυκάναλης εγγραφής μια μουσικής εκπομπής στη τηλεόραση για τα προβλήματα που αντιμετωπίζει ο τεχνικός.

Στο έκτο κεφάλαιο γίνεται αναλυτική παρουσίαση της υλοποίησης της πολυκάναλης εγγραφής μουσικής εκπομπής και οι μετρήσεις για το latency που εισάγει η υλοποίηση με Dante.

Στο έβδομο κεφάλαιο είναι τα συμπεράσματα από τις μετρήσεις και τις δυσκολίες υλοποίησης της πολυκάναλης εγγραφής.

### 1.1. Μικρόφωνα και βασικά χαρακτηριστικά

Σε μια τηλεοπτική παραγωγή σημαντικό ρόλο διαδραματίζει ο ήχος, καθώς αποτελεί το μέσο με το οποίο μεταφέρονται πληροφορίες στον τηλεθεατή και για τον λόγο αυτό όσοι εργάζονται σε μια παραγωγή ασχολούνται εκτενώς με τον τρόπο λήψης και επεξεργασίας του ήχου. Βασικό ρόλο για τη λήψη του ήχου διαδραματίζουν τα μικρόφωνα, τα οποία διακρίνονται στις κατηγορίες των δυναμικών και των πυκνωτικών[1] (Εικόνα 1). Ανάλογα με την παραγωγή που επιθυμεί να υλοποιήσει κάποιος χρειάζεται να επιλέξει και τα κατάλληλα μικρόφωνα, ώστε να λαμβάνεται με τον καλύτερο δυνατό τρόπο ο ήχος και στη συνέχεια μέσω των συσκευών επεξεργασίας του ήχου να παράγεται ένας ποιοτικός ήχος που καλύπτει τις ανάγκες της εκάστοτε παραγωγής. Για τον λόγο αυτό χρειάζεται να λαμβάνονται υπόψη κατά την επιλογή των μικροφώνων κάποια βασικά χαρακτηριστικά, τα οποία αφορούν την ευαισθησία, τη δυναμική περιοχή, την απόκριση συχνότητας και τον λόγο σήματος ή θορύβου[2], [3].



Εικόνα 1: Φωτογραφίες μικροφώνων

Αρχικά, με το χαρακτηριστικό της ευαισθησίας υποδηλώνεται η ικανότητα ενός μικροφώνου να μετατρέπει την ακουστική πίεση σε ηλεκτρική ισχύ. Όσο υψηλότερη είναι η τιμή, τόσο πιο καθαρή είναι η τελική απόδοση και τόσο μικρότερη ποσότητα επεξεργασίας που απαιτείται για περαιτέρω χειρισμό. Η ηλεκτρική ισχύς υπολογίζεται σε millivolt και μετατρέπεται σε ντεσιμπέλ (dB) σε σχέση με ένα μοτίβο αναφοράς. Τα dB είναι μια λογαριθμική κλίμακα, επομένως κάθε αλλαγή 3 ντεσιμπέλ ισούται με διπλάσιο ή μισό παράγοντα, ανάλογα με το αν αυξάνεται ή μειώνεται [3]. Αυτό σημαίνει ότι φαινομενικά μικρές διαφορές στις τιμές έχουν ως αποτέλεσμα πολύ σημαντικές αλλαγές στη συμπεριφορά. Μεγαλύτερες τιμές σημαίνουν και μεγαλύτερη ευαισθησία. Καθώς το μοτίβο αναφοράς σε αυτή την προδιαγραφή είναι τυπικό, οι τιμές μπορούν να συγκριθούν μεταξύ διαφόρων μικροφώνων με την προϋπόθεση ότι τηρείται το εν λόγω σχέδιο [3].

Στη συνέχεια, το δεύτερο χαρακτηριστικό, το δυναμικό εύρος σχετίζεται με τη διαφορά μεταξύ του χαμηλότερου και του υψηλότερου εύρους που ένα μικρόφωνο μπορεί να αναγνωρίσει χωρίς να παραμορφώνει τον ήχο ή τουλάχιστον να διατηρεί την παραμόρφωση εντός συγκεκριμένων ορίων. Το χαρακτηριστικό του δυναμικού εύρους εκφράζεται επίσης σε dB και καθώς οι τιμές που αποδίδονται για τη μέτρηση του δυναμικού εύρους είναι πάντα θετικές όσο υψηλότερες τιμές έχει ένα μικρόφωνο τόσο πιο αποδοτικό είναι και έχει καλύτερα αποτελέσματα κατά τη χρήση του στην παραγωγή. Ως γενική αναφορά, έχει αναδειχθεί ότι το μέσο δυναμικό εύρος αντίληψης είναι περίπου 80 dB για το ανθρώπινο αυτί και σε αυτές τις τιμές πρέπει να κινείται και το μικρόφωνο που επιλέγεται ως προς το χαρακτηριστικό του δυναμικού εύρους [1],[4].

Η συχνότητα απόκρισης, στη συνέχεια, είναι το εύρος των συχνοτήτων που μπορεί να συλλάβει ένα μικρόφωνο και η καμπύλη απόκρισής του αντιπροσωπεύει την ευαισθησία που προσφέρεται σε κάθε μία από αυτές τις διάφορες συχνότητες.

Συνήθως, η απόκριση δεν είναι απόλυτα ομοιόμορφη και, επομένως, ανάλογα με τον σχετικό σκοπό, ένα μικρόφωνο με περιορισμένη εμβέλεια μπορεί να είναι η τέλεια επιλογή σε ορισμένες περιπτώσεις, ακόμη και αν λειτουργεί μόνο σε πολύ συγκεκριμένες, στενές περιοχές[4]. Πιο συγκεκριμένα, η συχνότητα απόκρισης του μικροφώνου που χρησιμοποιείται σχετίζεται με τις ανάγκες της εκάστοτε εγγραφής που πρέπει να υλοποιηθεί. Έτσι, για παράδειγμα σε περίπτωση που χρειάζεται να υλοποιηθεί εγγραφή αναπαραγωγής πιάνου απαιτείται καλή απόκριση για ένα πολύ ευρύ, συνεχές εύρος συχνοτήτων, ενώ για την ανθρώπινη φωνή, η οποία απαιτεί πιο περιορισμένο εύρος. Από αυτή την άποψη, το τυποποιημένο μοτίβο για το ανθρώπινο αυτί είναι εντός εύρους από 20 έως 20.000 Hz.

Έπειτα, το επόμενο χαρακτηριστικό που πρέπει να εξετάζεται για την επιλογή των μικροφώνων είναι ο λόγος σήματος/θορύβου. Το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό είναι ο ρυθμός μεταξύ δύο τιμών. Εκφράζεται επίσης σε dB και παρέχει μια ιδέα για το πόσο μεγάλος είναι ο διαχωρισμός μεταξύ του θορύβου που δημιουργείται στο ίδιο το μικρόφωνο όταν δεν λαμβάνεται κανένας ήχος και του σήματος που παρέχεται όταν εκπέμπεται ήχος[3]. Στην περίπτωση αυτή, είναι επιθυμητό να επιτευχθεί η υψηλότερη δυνατή τιμή και, καθώς αποτελεί αναφορά από μόνο του, οι τιμές θα πρέπει

οπωσδήποτε να είναι εύκολα συγκρίσιμες μεταξύ των διαφόρων κατασκευαστών. Υπάρχουν και άλλα χαρακτηριστικά, όπως η σύνθετη αντίσταση, τα οποία είναι σημαντικά όταν πρόκειται να επιλεγεί ο εξοπλισμός στον οποίο θα συνδεθεί το μικρόφωνο. Ωστόσο τα χαρακτηριστικά αυτά δεν έχουν πραγματικό αντίκτυπο στην έξοδο του μικροφώνου και συνδέονται με άλλα στοιχεία [1].

## 1.2. Τύποι μικροφώνων

Ο τύπος μικροφώνου, αναφέρεται στην τεχνολογία που χρησιμοποιεί ο μορφοτροπέας, η οποία αποτελεί τη συσκευή που συλλαμβάνει και μετατρέπει την ακουστική ενέργεια σε ηλεκτρική ενέργεια. Οι τρεις πιο συνηθισμένοι τύποι μικροφώνων που χρησιμοποιούνται σε παραγωγές είναι τα πυκνωτικά, τα ηλεκτρικά και τα δυναμικά. Τα πυκνωτικά μικρόφωνα είναι συνήθως αυτά που διαθέτουν υψηλότερη ευαισθησία, καθώς η μάζα της μεμβράνης που πρέπει να μετακινηθεί από τα κύματα αέρα είναι πολύ μικρή και ως εκ τούτου, προσφέρουν εξαιρετική απόκριση [5]. Αν και το μειονέκτημα σε αυτό είναι ότι απαιτούν κάποια ηλεκτρονικά μέσα που με τη σειρά τους χρειάζονται τροφοδοσία για να λειτουργήσουν και να ενισχύσουν το ελάχιστο σήμα τους και αυτό μπορεί να οδηγήσει σε κάποιο θόρυβο. Συνήθως απαιτούν μια μπαταρία ή μια εξωτερική πηγή τροφοδοσίας, το λεγόμενο phantom, το οποίο προέρχεται από την κάμερα ή έναν προενισχυτή μέσω του ίδιου του καλωδίου σύνδεσης. Παράγουν σήμα υψηλής ποιότητας και διατίθενται σε πολύ ευρύ φάσμα εφαρμογών και τιμών. Τα πλεονεκτήματα που προσφέρονται είναι η εξαιρετική ποιότητα ήχου που διαθέτει ομοιόμορφη απόκριση σε ένα ευρύ φάσμα συχνοτήτων, αλλά ακόμα ένα μειονέκτημα είναι ότι είναι πολύ εύθραυστα σε περιβάλλοντα ακραίων θερμοκρασιών ή υγρασίας, καθώς και τα μέγιστα επίπεδα ήχου που μπορούν να χειριστούν[2], [6].

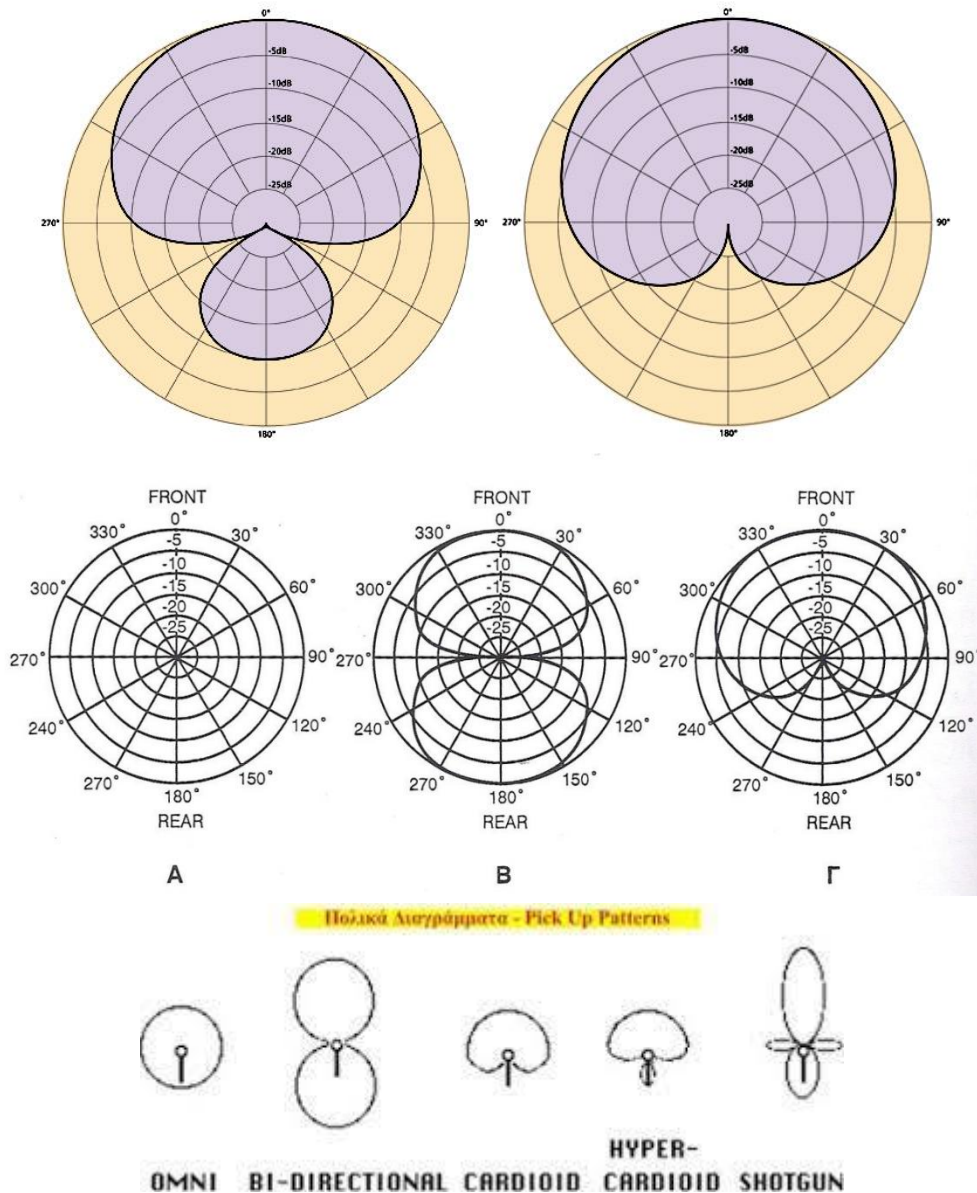
Τα ηλεκτρικά μικρόφωνα, που μερικές φορές θεωρούνται ως υποτύποι των συμπυκνωτών, χαρακτηρίζονται από το γεγονός ότι η ισχύς που απαιτείται για τη λειτουργία τους προέρχεται από ένα μόνιμο σιδηροηλεκτρικό φορτίο που υπάρχει στα ίδια. Παλαιότερα δεν προσέφεραν την ίδια ποιότητα με τα πυκνωτικά μικρόφωνα, αλλά σήμερα υπάρχουν αρκετά μικρόφωνα της κατηγορίας αυτής που μπορεί να αξιοποιηθούν αποτελεσματικά σε τηλεοπτικές παραγωγές και να προσφέρουν έναν ποιοτικό ήχο. Είναι εύκολο να κατασκευαστούν και έχουν σχετικά χαμηλό κόστος σε σχέση με την απόδοση που προσφέρουν και για τον λόγο αυτό επιλέγονται σε κινητά τηλέφωνα, φορητούς υπολογιστές και μια μεγάλη γκάμα μικρών συσκευών. Σε αυτήν την περίπτωση, το εύρος ποιότητας μπορεί να είναι πολύ ευρύτερο, ωστόσο χρειάζεται η ποιότητά τους να εξεταστεί και με τα άλλα βασικά χαρακτηριστικά, ώστε να ελεγχθεί η αποδοτικότητά τους [7], [8]. Είναι επίσης, αρκετά συνηθισμένο οι συσκευές που προσφέρουν υψηλότερη ποιότητα να διαθέτουν έναν ενσωματωμένο προενισχυτή για να μπορέσουν να αντισταθμίσουν τη χαμηλότερη ευαισθησία τους. Τέλος, τα δυναμικά

μικρόφωνα πολώνονται με ηλεκτρομαγνητική επαγωγή. Έχουν ένα μεγάλο αριθμό ευνοϊκών χαρακτηριστικών, όπως για παράδειγμα τη μεγαλύτερη στιβαρότητά τους, λόγω της απλούστερης κατασκευής τους, το υψηλό κέρδος και την ισχυρή ανθεκτικότητα σε ακραίες συνθήκες θερμοκρασίας και υγρασίας. Ωστόσο, το χαρακτηριστικό που πρέπει να τονιστεί εδώ είναι η καλή ποιότητα ήχου σε σχέση με τα ακουστικά επίπεδα πολύ υψηλότερα από άλλους τύπους μικροφώνων, χωρίς καμία παραμόρφωση ή υπερφόρτωση [2], [7].

Κατά γενικό κανόνα, τα πυκνωτικά μικρόφωνα προσφέρουν πολύ μεγαλύτερη ευαισθησία από τα δυναμικά μικρόφωνα, ακόμη και άνω των 10 dB. Ωστόσο, συχνά μπορεί να επιλεγεί ένας άλλος τύπος μικροφώνου, λαμβάνοντας επίσης υπόψη το περιβάλλον εργασίας μας. Βέβαια, ένα πυκνωτικό μικρόφωνο θα επιτύχει καλύτερη ποιότητα ήχου, υπό την προϋπόθεση ότι χρησιμοποιείται σε ελεγχόμενο περιβάλλον, όπως ένα στούντιο ηχογράφησης ή μια αίθουσα συναυλιών. Ωστόσο, όσο πιο σκληρές είναι οι συνθήκες, τόσο πιο εύηλο και ασφαλέστερο είναι το δυναμικό μικρόφωνο, όπως συμβαίνει με τις ζωντανές σκηνές ή τους ροκ χώρους, για να αναφέρουμε μόνο μερικά παραδείγματα[2]. Βασικό στοιχείο που πρέπει να εξετάζεται για την τελική επιλογή του μικροφώνου με βάση το περιβάλλον παραγωγής είναι το «πολικό μοτίβο». Αυτός ο όρος αναφέρεται στις περιοχές από τις οποίες μπορούμε να συλλάβουμε ήχο ή την ευαισθησία ανάλογα με την κατεύθυνση. Αυτό αντιπροσωπεύεται τυπικά από ένα γράφημα που δείχνει ομόκεντρους κύκλους όπου μια καμπύλη σε διαφορετικά σχήματα υποδηλώνει μεγαλύτερη ευαισθησία όσο πιο μακριά από το κέντρο. Ως προς το στοιχείο αυτό υπάρχει διάκριση των τύπων των μικροφώνων σε πανκατευθυντικά, καρδιοειδή και μονοκατευθυντικά [8], [6].

Ένα μικρόφωνο λέγεται ότι είναι πανκατευθυντικό όταν συλλαμβάνει εξίσου όλους τους ήχους που προέρχονται από οποιαδήποτε κατεύθυνση. Ο τύπος αυτού μικροφώνου είναι ιδανικός για την καταγραφή ήχου περιβάλλοντος με φυσικό τρόπο. Από την άλλη πλευρά, ένα μονοκατευθυντικό μικρόφωνο έχει εξαιρετικές δυνατότητες να λαμβάνει μόνο ήχο που προέρχεται από την κατεύθυνση προς την οποία δείχνει, εξαλείφοντας σχεδόν εντελώς τυχόν ήχους που πέφτουν έξω από τη σχετική γραμμή. Αυτό επιτρέπει έναν σαφή διαχωρισμό μεταξύ του κέντρου δράσης και του υπόλοιπου περιβάλλοντος. Ένα καρδιοειδές είναι ικανό να σβήνει προοδευτικά τους ήχους, καθώς είναι πιο απομακρυσμένοι από την κεντρική γραμμή, αλλά διατηρεί ένα μειωμένο μέρος του ήχου που καταγράφεται από τα πλάγια. Με βάση τις διάφορες ισορροπίες που διατηρούνται μεταξύ εμπρός, πλάι και πίσω στον καρδιοειδές τύπο, χρειάζεται να υλοποιηθεί η επιλογή του συγκεκριμένου τύπου[2] (Εικόνα 2).





Εικόνα 2: Πολικά διαγράμματα μικροφώνων

Για τα μικρόφωνα υπάρχουν και άλλες κατηγορίες που σχετίζονται με τη χρήση και να δύνανται να ταξινομηθούν σε ενσωματωμένα μικρόφωνα, χειρός, τύπου gun, lavalier και μικρόφωνα ακουστικών. Ένα ενσωματωμένο μικρόφωνο είναι, όπως υποδηλώνει το όνομά του, ενσωματωμένο σε άλλη συσκευή, μπορεί δηλαδή να είναι ενσωματωμένο σε μια κάμερα. Η μεγαλύτερη γκάμα όμως εντοπίζεται μεταξύ των μικροφώνων χειρός. Αυτή η ομάδα επιλέγεται εάν χρειάζεται να μεταφερθούν τα ηχητικά σήματα μέσω καλωδίων και στην περίπτωση αυτή υπάρχουν δύο είδη συνδέσεων, τις ισορροπημένες (balance) μέσω υποδοχών XLR ή τις μη ισορροπημένες (unbalance), οι οποίες διαθέτουν βύσματα υποδοχής ή mini jack[8]. Το όφελος των ισορροπημένων σημάτων που χρησιμοποιούνται σε επαγγελματικά περιβάλλοντα

έγκειται στο γεγονός ότι διαθέτουν ένα σύστημα αναφοράς που επιτρέπει το φιλτράρισμα του θορύβου και των ηλεκτρομαγνητικών παρεμβολών που διαφορετικά δεν θα ήταν διαθέσιμα. Επομένως, τα πολλαπλά ισορροπημένα σήματα (balance) μπορούν εύκολα να καλύψουν πολλά μέτρα μέσω μικτών καλωδίων (multicables) χωρίς απώλεια ποιότητας, ενώ τα μη ισορροπημένα σήματα είναι πολύ πιο ευάλωτα και είναι χρήσιμα μόνο σε πολύ μικρές αποστάσεις. Διατηρώντας τις ενσύρματες συνδέσεις, παρέχεται η δυνατότητα να επεκταθεί ο ήχος ένα βήμα παραπέρα και να μετατραπεί σε ψηφιακός, γεγονός που υλοποιεί τη μεταφορά πιο ασφαλή και ακόμη λιγότερο ευάλωτη σε παρεμβολές [7], [6].

Μια πτυχή που είναι ελάχιστα γνωστή και έχει ως αποτέλεσμα σημαντικές διαφορές στην τιμή -και στην ποιότητα επίσης- μεταξύ διαφόρων εναλλακτικών εξοπλισμών, είναι τα ασύρματα συστήματα μετάδοσης (Εικόνα 3) που αναδημιουργούν την έννοια του καλωδίου ισορροπίας [2], [6]. Ο δέκτης είναι στην πραγματικότητα δύο δέκτες που λειτουργούν ταυτόχρονα και παράλληλα για ένα μόνο σήμα, με αποτέλεσμα να παράγεται πιο ποιοτικό σήμα ήχου. Μέσω των ενσωματωμένων ηλεκτρονικών φίλτρων και διακρίσεων, μπορούν να αφαιρεθούν ελαττώματα και παρεμβολές, με αποτέλεσμα ένα σύστημα μετάδοσης πολύ υψηλότερης ποιότητας από συστήματα που δεν είναι εξοπλισμένα με αυτή τη δυνατότητα. Όσον αφορά την ασύρματη μετάδοση για μικρόφωνα, οι πομποί μπορούν να ενσωματωθούν στο σώμα του μικροφώνου, με τη χρήση συσκευών χειρός ή να έχουν τη μορφή πακέτου που μπορεί να προσαρτηθεί στην υποδοχή XLR του μικροφώνου ή ακόμα και στο τυπικό πακέτο ζώνης για μικρόφωνα lavalier ή ακουστικά[1]. Σε αυτή την περίπτωση, εκπέμπουν πάντα σε ένα μόνο κανάλι, το οποίο συγχρονίζεται με τον σχετικό δέκτη, αν και τα πιο πρόσφατα μοντέλα είναι σε θέση να «μιλούν» μεταξύ τους για να αλλάζουν κανάλι όταν προκύψει η ανάγκη αποφυγής παρεμβολών.



Εικόνα 3: Διάφορα ασύρματα μικρόφωνα και δέκτες

Και στους δέκτες η ποικιλία είναι πολύ μεγαλύτερη. Για παράδειγμα έχουν τη μορφή ενός πακέτου που τροφοδοτείται από μπαταρία που συνδέεται σε μια κάμερα ή τροφοδοτείται από την ίδια την κάμερα για να είναι εντελώς φορητή. Μπορούν επίσης να είναι μια επιτραπέζια συσκευή για χρήση σε στούντιο ηχογράφησης, σκηνικά ή σκηνές χωρίς να χρειάζεται να ανησυχείτε για την τροφοδοσία, επειδή θα συνδεθούν σε

μια πρίζα [5], [6]. Οι πιο οικονομικοί δέκτες είναι οι μονοκάναλοι, ενώ οι συσκευές υψηλής τεχνολογίας διαθέτουν τέτοιο διπλό δέκτη ώστε να εξασφαλίζεται η καλύτερη ποιότητα ήχου. Από τα παραπάνω, διαπιστώνεται ότι η επιλογή του μικροφώνου δεν αποτελεί μια τυχαία επιλογή, αλλά απορρέει από το σήμα που πρέπει να παραχθεί λόγω της φύσης του προγράμματος και στη συνέχεια σε συσχέτιση με το περιβάλλον παραγωγής του ήχου [8].

### 1.3. Κονσόλες

Οι κονσόλες (Εικόνα 4) συνιστούν ένα βασικό εργαλείο για τη διαδικασία της ηχογράφησης. Η βασική αρχή για τη λειτουργία της είναι η συλλογή σειρών σημάτων και στη συνέχεια για κάθε σήμα που λαμβάνει καθορίζει τη στάθμη και την πανοραμική τους θέση. Ουσιαστικά αποτελεί έναν μίκτη που παρέχει τη δυνατότητα στον ηχολήπτη να επεξεργαστεί και να δρομολογήσει τα σήματα που έχει λάβει. Επίσης, σαν εργαλείο είναι σε θέση να ελέγχει και καθορίζει την ένταση, τη μείξη και την τοποθέτηση όλων των σημάτων που λαμβάνονται από τα μικρόφωνα ή τα άλλα συστήματα παραγωγής ήχου που χρησιμοποιούνται. Μέσω της χρήσης της κονσόλας ένας ηχολήπτης έχει τη δυνατότητα να στέλνει σήματα σε άλλα συστήματα που χρησιμοποιούνται για την καταγραφή, την αποθήκευση και στη συνέχεια για την αναπαραγωγή του ήχου. Οι κονσόλες αποτελούν μέσα που σχεδιάζονται για είναι σε θέση να παρέχουν τη διακλάδωση των ηχητικών πηγών μέσω ενός πίνακα διακλάδωσης που διαθέτουν και καλείται να μεταφέρει τις ηχητικές πηγές στα τμήματα των συσκευών που χρησιμοποιούνται [9]. Η διαδικασία αυτή της διακλάδωσης μπορεί να υλοποιηθεί μέσω αγωγών και βυσμάτων ή μέσω νέων τεχνολογιών, με στόχο όλες οι ηχητικές πηγές να λάβουν τα σήματα και να τα επεξεργαστούν ή να τα αναπαράγουν. Επίσης, οι κονσόλες ρυθμίζουν την επεξεργασία των σημάτων εισόδου και τη μίξη των ηχητικών σημάτων, ενώ πρέπει να επιτελέσουν και τον ποιοτικό έλεγχο των ηχητικών σημάτων. Για να μπορέσουν να υλοποιήσουν τον ποιοτικό έλεγχο των σημάτων ήχου, οι κονσόλες διαθέτουν και ρυθμιστές, όπως ο εξισωτής ή τα φίλτρα αποκοπής ζώνης συχνότητων, με τα οποία καθορίζεται ποια ηχητικά σήματα είναι ποιοτικά και μπορούν να χρησιμοποιηθούν. Εν συνεχεία, πραγματοποιείται επεξεργασία των σημάτων εξόδου, όπου υλοποιείται και ο τελικός έλεγχος στο σήμα που παράγεται. Ο έλεγχος αυτός πραγματοποιείται από το κεντρικό ποτενσιόμετρο και η παρακολούθηση της στάθμης γίνεται με το βολτόμετρο. Τέλος, πραγματοποιείται και έλεγχος της στάθμης των ηχητικών σημάτων[10].



Εικόνα 4: Κονσόλες ήχου

Οι παραπάνω επεξεργασίες πραγματοποιούνται σε όλες τις κονσόλες, ενώ υπάρχουν πολλά είδη κονσολών από τα οποία μπορεί να επιλέξει ένας ηχολήπτης. Ωστόσο, όλες οι κονσόλες διαθέτουν τρία βασικά μέρη, το τμήμα εισόδου, το τμήμα εξόδου και το εποπτικό τμήμα (monitoring), τα οποία και συνιστούν τα βασικά εργαλεία για τη λήψη και την επεξεργασία του ήχου και την τελική παραγωγή αυτού. Κάθε τμήμα έχει συγκεκριμένη λειτουργία που είναι απαραίτητη για την τελική παραγωγή ποιοτικού ήχου. Πιο συγκεκριμένα, στο τμήμα εισόδου υλοποιείται η επεξεργασία του σήματος εισόδου και ο έλεγχος στάθμης σήματος εισόδου, ενώ στο τμήμα εξόδου υπάρχει ο διάδρομος εξόδου (output bus), ο οποίος είναι μια μπάρα που λειτουργεί σαν βασική τροφοδοτική γραμμή. Στη συνέχεια, τα σήματα μεταφέρονται και πραγματοποιείται ο έλεγχος στάθμης εξόδου (output bus level control). Τέλος, το τμήμα monitoring, το οποίο παρέχει τη δυνατότητα στον ηχολήπτη να ακούει τα διάφορα σήματα που έχουν συγκεντρωθεί και επεξεργαστεί, χωρίς ωστόσο να επηρεάζεται η διαδικασία της ηχογράφησης. Με τον τρόπο αυτό ελέγχει το τελικό αποτέλεσμα και την ποιότητα του ήχου που παράγεται [11].

#### 1.4. Λήψη ήχου με τη χρήση ηλεκτρονικών υπολογιστών και στούντιο

Η εξέλιξη της τεχνολογίας έχει προσφέρει στους ηχολήπτες τη δυνατότητα να πραγματοποιούν τις διαδικασίες ηχολήψιας πιο εύκολα και σε λιγότερο χρόνο, ενώ τους δίνεται η δυνατότητα μέσω της τεχνολογίας να επέμβουν στον ήχο και να παράγουν έναν πιο ποιοτικό ήχο σε λιγότερο χρόνο. Για να μπορέσει να χρησιμοποιηθεί ένας ηλεκτρονικός υπολογιστής στη διαδικασία της λήψης ήχου χρειάζεται να διαθέτει μια κάρτα ήχου, η οποία παρέχει τη δυνατότητα σύνδεσης όλων των εργαλείων για τη λήψη ήχου, όπως μικρόφωνα, μουσικά όργανα και ηχεία. Ως κάρτα ήχου πλέον νοείται η κάθε ψηφιακή κονσόλα που έχει τρόπο διασύνδεσης με ηλεκτρονικό υπολογιστή. Κάθε σύστημα ήχου συνδέεται με τον ηλεκτρονικό υπολογιστή και μέσω της κάρτας ήχου πραγματοποιείται η επεξεργασία τους. Οι ηχολήπτες έχουν στη διάθεσή τους πληθώρα καρτών ήχου και η τελική επιλογή σχετίζεται με το μουσικό ή ηχητικό πρόγραμμα που χρησιμοποιείται. Μια από τις κάρτες ήχου που επιλέγεται από τους ηχολήπτες είναι η κάρτα ASIO (Audio Stream Input Output), η οποία παρέχει τη δυνατότητα επεξεργασίας και παραγωγής ήχου σε μικρό χρονικό διάστημα[11].

Η λήψη ήχου δύναται να υλοποιηθεί και σε στούντιο. Το στούντιο συνιστά έναν ειδικά διαμορφωμένο χώρο για την ηχογράφηση που επιθυμεί να υλοποιήσει ο ηχολήπτης. Για τον λόγο αυτό ανάλογα με την ηχογράφηση που θα γίνει διαμορφώνεται και ο χώρος κατάλληλα, με αποτέλεσμα άλλη διαμόρφωση να υπάρχει όταν πρέπει να γίνει ηχογράφηση ενός μουσικού κομματιού και άλλη διαμόρφωση όταν χρειάζεται να γίνει ηχοληψία σε μια ενημερωτική εκπομπή. Ωστόσο, κάθε στούντιο διαθέτει τον χώρο ηχοληψίας και τον χώρο ελέγχου (control) του ήχου. Ο χώρος ηχοληψίας αποτελεί τον χώρο εκείνο που διαθέτει συγκεκριμένη ακουστική και έχει ελεγχθεί σε όλα τα επίπεδα αυτή, ώστε κάθε ήχος που παράγεται να είναι σε θέση να καταγραφεί πιστά. Η καταγραφή αυτή πραγματοποιείται με τη χρήση μετατροπέων (transducers), ενώ το είδος και η ένταση του ήχου που πρέπει να καταγραφεί καθορίζει και τον χώρο του στούντιο που θα δημιουργηθεί, ώστε να μπορεί να ρυθμιστεί και η ελάχιστη τιμή της στάθμης θορύβου (Background noise), ο οποίος είναι σε θέση να επιδρά στον τελικό ήχο και κρίνεται αναγκαίο να διασφαλίζεται η μείωση του [9]. Η μέτρηση του θορύβου αυτού πρέπει να γίνεται κατά τη διαδικασία κατασκευής του χώρου, καθώς μετά την ολοκλήρωση αυτού δεν μπορεί να μεταβληθεί, διότι ο θόρυβος σχετίζεται και απορρέει από τον χώρο. Ο χώρος ελέγχου στη συνέχεια, αποτελεί τον ιδανικό χώρο ακρόασης, όπου και τοποθετούνται όλες οι συσκευές ηχογράφησης. Στον χώρο αυτό χρειάζεται να υπάρχει η κατάλληλη ηχομόνωση, ώστε να μειώνεται ο εξωτερικός ήχος στο ελάχιστο και να μην βγαίνει από τον χώρο ο ήχος που παράγεται και επεξεργάζεται[12]. Για τον λόγο αυτό, κατά τη διαδικασία κατασκευής του χρησιμοποιούνται διπλά πατώματα, διπλοί τοίχοι και διπλή οροφή, ενώ ανάμεσα στο στον χώρο ελέγχου και στον χώρο ηχοληψίας υπάρχει ένα διπλό τζάμι που παρέχει τη δυνατότητα οπτικής επικοινωνίας, αλλά μειώνει σημαντικά τη διαρροή του ήχου ή την εισροή άλλων ήχων στον χώρο ηχοληψίας[10].

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Εγγραφή ήχου και είδη ηχογραφήσεων

---

### 2.1. Αναλογική και ψηφιακή εγγραφή ήχου

#### 2.1.1. Αναλογική εγγραφή ήχου

Κατά τον 18<sup>ο</sup> αιώνα ξεκίνησε μια διαδικασία εγγραφής των ήχων και στη συνέχεια επεξεργασίας αυτών, ωστόσο η τεχνολογία της εποχής δεν μπορούσε να υποστηρίξει απόλυτα τη διαδικασία αυτή. Η διαδικασία διευκολύνθηκε έπειτα από τον Β' Παγκόσμιο Πόλεμο, όπου και αναπτύχθηκαν τεχνικά μέσα για την εγγραφή ήχων με μεγαλύτερη σαφήνεια και στηρίζονταν στην πολυκάναλη ταινία ηχογράφησης και τη δυνατότητα πολλαπλών και συνεχόμενων λήψεων, ώστε στη συνέχεια να επιλεγεί η καλύτερη λήψη και να παραχθεί ποιοτικός ήχος. Αρχικά, η εγγραφή υλοποιούνταν με τα αναλογικά μαγνητόφωνα (Εικόνα 5), τα οποία διέθεταν μια ταινία εγγραφής των ήχων και στη συνέχεια κάθε επιπλέον εγγραφή υλοποιούνταν με διαγραφή του προηγούμενου. Στη συνέχεια, ο ήχος περνούσε από την κεφαλή εγγραφής (record head), όπου στον ήχο εφαρμόζεται και η πόλωση bias. Παράλληλα με την εγγραφή του ήχου χρησιμοποιούνταν και η κεφαλή αναπαραγωγής (playback head), η οποία έδινε τη δυνατότητα ελέγχου στην εγγραφή που πραγματοποιείται[11].



Εικόνα 5: Αναλογικό Μαγνητόφωνο

Ωστόσο, η αναλογική εγγραφή ήχου είχε σημαντικά μειονεκτήματα τόσο κατά τη διαδικασία της εγγραφής όσο και στον ήχο που παραγόταν. Αρχικά, κάθε εγγραφή που πραγματοποιούνταν αλλοιωνόταν, λόγω της διαγραφής και της νέας εγγραφής που υλοποιούνταν με αποτέλεσμα ο ήχος που αποθηκευόταν έχανε σημαντικές πληροφορίες από την πηγή παραγωγής ήχου. Αντίστοιχα, εάν μια υποβαθμισμένη πληροφορία εγγραφόταν και επεξεργαζόταν ξανά υπήρχε σημαντική απώλεια και ο ήχος που παραγόταν είχε μεγαλύτερη αλλοίωση. Ακόμη, το μαγνητικό μέσο είχε μικρή διάρκεια ζωής και ήταν ιδιαίτερα ευπαθές σε εξωτερικές αλλοιώσεις, οι οποίες αποτελούσαν παράγοντα αλλοίωσης και το ήχου. Αργότερα, ωστόσο, υπήρξαν εγγραφείς ανοιχτής ταινίας (NAGRA, STUDER, REVOX κ.λ.π.), οι οποίοι διέθεταν συστήματα αποθρομβοποίησης ή μείωσης του θορύβου, τα οποία παρείχαν την δυνατότητα ποιοτικής εγγραφής ήχου, ο οποίος δεν έχει τα ζητήματα που εμφανίζονται στον ψηφιακό ήχο, όπως band limiting, quantization noise και overload clipping[13].

### 2.1.2. Ψηφιακή εγγραφή ήχου

Η εξέλιξη της τεχνολογίας στη συνέχεια έδωσε τη δυνατότητα στο πέρασμα στην ψηφιακή εγγραφή του ήχου, όπου οι πρώτες προσπάθειες άρχισαν στις αρχές της δεκαετίας του 1970, ωστόσο η μεγάλη αλλαγή στην ψηφιακή εγγραφή ήχου ήλθε με το DAT (Digital Audio Tape), το οποίο κατασκευάστηκε από τη SONY το 1987. Η συγκεκριμένη συσκευή εγγραφής ήχου χρησιμοποιούσε αναλογικά μέσα για την πρόσληψη του ήχου και ψηφιακά μέσα για την επεξεργασία και παραγωγή αυτού, ενώ ψηφιακή ήταν και η αποθήκευση του ήχου. Κατά τη διαδικασία ψηφιακής εγγραφής του ήχου ο ήχος λαμβάνεται από την ακουστική πηγή σε συγκεκριμένα χρονικά διαστήματα και αποθηκεύονται τα δείγματα αυτά τη δεδομένη στιγμή και δεν πραγματοποιείται αποθήκευση του σήματος. Με τον τρόπο αυτό είναι σε θέση να δημιουργηθούν πολλά και διαδοχικά αντίγραφα, τα οποία παρέχουν τη δυνατότητα καλύτερης επεξεργασίας με μεγαλύτερη ακρίβεια και το σήμα είναι σε θέση να ανακατάται χωρίς να υφίσταται αλλοιώσεις [13].

Για να μπορέσει, ωστόσο, μια ψηφιακή εγγραφή να καταστεί επιτυχημένη υπάρχουν κάποιες βασικές προϋποθέσεις που πρέπει να λαμβάνονται υπόψη. Αρχικά, σημαντικό ρόλο διαδραματίζει η συχνότητα της δειγματοληψίας και η κβαντοποίηση του σήματος, όπου συχνότητα δειγματοληψίας ορίζεται η απόκριση του συστήματος στη συχνότητα του σήματος. Από την άλλη μεριά η κβαντοποίηση αφορά την αντιστοίχιση ενός αριθμού σε κάθε δείγμα σήματος που λαμβάνεται, το οποίο δίνει τη δυνατότητα μεγαλύτερης ακρίβειας στην επεξεργασία του ήχου. Η λήψη και εγγραφή, επίσης, του ψηφιακού ήχου υλοποιείται με τη σύνδεση των μέσων ηχοληψίας απευθείας με τα μέσα αποθήκευσης και επεξεργασίας του ήχου, με αποτέλεσμα να υπάρχει άμεση καταγραφή και επεξεργασία και να μειώνεται σημαντικά ο χρόνος [14].

### 2.1.3. Διαφορές αναλογικού και ψηφιακού ήχου

Ο αναλογικός ήχος αποτέλεσε τον βασικό ήχο, ωστόσο η εμφάνιση του ψηφιακού ήχου έδωσε νέες δυνατότητες για τη δημιουργία εμπορικά έτοιμων ήχων. Η ψηφιακή τεχνολογία έχει προσφέρει πολλές διαφορετικές δυνατότητες στην ηχοληψία[15], οι οποίες στον αναλογικό ήχο απλά δεν μπορούσαν να εμφανιστούν. Ο ψηφιακός ήχος συνεπάγεται εντελώς νέες έννοιες και τεχνικές[13], διαφορετικές από αυτές που χρησιμοποιούνται αναλογική τεχνολογία και οι οποίες παρέχουν δυνατότητες παραγωγής υψηλής ποιότητας ήχων σε ελάχιστο χρονικό διάστημα. Πιο συγκεκριμένα, ο ψηφιακός ήχος είναι σε θέση να συμβαδίζει με τη συνεχώς μεταβαλλόμενη βιομηχανία ήχου, καθώς ένα ψηφιακό σήμα είναι ένα σύνολο δεδομένων που μπορεί να αναπαρασταθεί με πραγματικούς αριθμούς, τα οποία μπορούν να αποθηκευτούν ψηφιακά και να προσπελαστούν αργότερα [16]. Έτσι, ο ψηφιακός ήχος μπορεί να θεωρηθεί ως ένα σύνολο αριθμών που μπορούν εύκολα να τροποποιηθούν, ενώ η αποθήκευσή του βασίζεται σε ένα δυαδικό σύστημα αριθμών. Το δυαδικό σύστημα αριθμών είναι ένα μοναδικό σύστημα που επιτρέπει γρήγορη και αποτελεσματική επεξεργασία πληροφοριών [13]. Λαμβάνοντας υπόψη πόσο γρήγορα οι δυαδικές πληροφορίες μπορούν να υποστούν επεξεργασία, δεν αποτελεί έκπληξη το γεγονός ότι χρησιμοποιούνται σε ψηφιακά συστήματα.

Ο ψηφιακός ήχος παρουσιάζεται σε πολλές διαφορετικές μορφές. Μία από τις κύριες κατηγορίες ψηφιακού ήχου είναι οι μορφές συμπίεσης. Η συμπίεση περιγράφεται απλώς ως ρυθμός bit αύξησης και μείωσης δεδομένων [15], ενώ υπάρχει και η συμπίεση με απώλεια που επιχειρεί να μειώσει τον όγκο των δεδομένων χωρίς να εξαλείφονται σημαντικά μέρη. Ειδικότερα, κατά τη διαδικασία αυτή χρησιμοποιούνται αντιληπτικοί κώδικες και διαπιστώνεται μέσω αυτών ποιοι ήχοι μπορούν να εξαλειφθούν[14]. Με την εξάλειψη τμημάτων του σήματος, η συμπίεση με απώλειες επιτρέπει στο σήμα στο σύνολό του να καταλαμβάνει λιγότερο χώρο αποθήκευσης. Κάθε φορά που μειώνεται το σήμα ήχου και αφαιρούνται εξαρτήματα, η συνολική ποιότητα των σημάτων μειώνεται. Εάν χρησιμοποιηθεί σωστά, η συμπίεση με απώλειες μπορεί να εξοικονομήσει χώρο χωρίς να μειώσει η ποιότητα πάρα πολύ. Ένα συνηθισμένο παράδειγμα μορφής με απώλειες είναι το MPEG. Το MPEG σημαίνει κινούμενες εικόνες [13]. Διαφορετικές μορφές MPEG χρησιμοποιούνται ευρέως και καθιέρωσαν πολλά πρότυπα για βίντεο και ήχο και κωδικοποίηση στα τέλη της δεκαετίας του 1980[14]. Το πιο συνηθισμένο και πιο Το σύνθετο στρώμα του MPEG είναι το MPEG Layer III, πιο γνωστό ως MP3. Ο σχεδιασμός του MP3 είναι πιο περίπλοκος από άλλους κωδικούς επιπέδων[13]. Η δύναμή του είναι μέτριας πιστότητας ακόμα και σε χαμηλές ταχύτητες δεδομένων. Το MP3 συνέβαλε στη δομική αλλαγή του κλάδου του ήχου

Ένας άλλος κοινός τύπος συμπίεσης ψηφιακού ήχου είναι η συμπίεση χωρίς απώλειες, η οποία εστιάζει περισσότερο στην ποιότητα του ήχου και στην καταγραφή των δεδομένων και στη συνέχεια στην ορθή επεξεργασία αυτών για να αναπαραχθούν όλα τα δεδομένα [14]. Η συμπίεση χωρίς απώλειες λειτουργεί για τη συμπίεση δεδομένων ως όσο το δυνατόν περισσότερο χωρίς να χάνεται καμία από τις βιώσιμες



πληροφορίες, διατηρώντας έτσι μεγάλο μέρος της ποιότητα. Αυτό οδηγεί σε μεγαλύτερα μεγέθη αρχείων από αυτά των μορφών με απώλειες [17]. Η συμπίεση χωρίς απώλειες δεν οδηγεί σε απώλεια πληροφοριών, διατηρώντας έτσι μεγάλο μέρος της ποιότητα. Αυτό οδηγεί σε μεγαλύτερα μεγέθη αρχείων από αυτά των μορφών με απώλειες. Ένα από τα πιο κοινά μέσα ηχογράφησης χωρίς απώλειες είναι το WAV. Το WAV δημιουργήθηκε από τη Microsoft και ότι είναι ο πιο κοινός μη συμπίεσμένος τύπος αρχείου ήχου, ο οποίος εμφανίζει ελάχιστες απώλειες, ενώ είναι συμβατό σε διαφορετικές πλατφόρμες, γεγονός που το καθιστά μια μορφή που χρησιμοποιείται συνήθως [18].

Αν και η τεχνολογία χωρίς απώλειες του ψηφιακού ήχου παρέχει σχεδόν άψογο αποτέλεσμα, δεν είναι πάντα τέλειο το αποτέλεσμα αυτής. Η διαδικασία ψηφιακής μετατροπής εισάγει ζητήματα όπως ο θόρυβος, ο οποίος είναι κυρίως αποτέλεσμα σφάλματος κβαντισμού ή άλλα ψηφιακά φαινόμενα. Το σφάλμα κβαντισμού μπορεί να περιγραφεί ως η διαφορά μεταξύ της πραγματικής αναλογικής τιμής κατά το χρόνο δειγματοληψίας και της επιλεγμένης τιμής διαστήματος [13]. Αυτό το σφάλμα οδηγεί συχνά σε παραμόρφωση, καταστρέφοντας έτσι την ποιότητα του ήχου [13]. Οι εξελίξεις στην ψηφιακή τεχνολογία επέτρεψαν την ικανότητα για την παρακολούθηση και τη διόρθωση αυτών των προβλημάτων, ωστόσο είναι σημαντικό να διερευνηθούν και να αναφερθούν τα μειονεκτήματα αυτής. Από την εφαρμογή του ψηφιακού ήχου, η βιομηχανία του ήχου έχει αλλάξει σημαντικά και έχουν αναπτυχθεί νέες τεχνολογίες και τεχνικές με στόχο την παραγωγή καλύτερου ήχου. Αντίστοιχα, η αλλαγή αυτή στη βιομηχανία του ήχου έχει οδηγήσει και στη δημιουργία μιας νέας αγοράς, όπου ο ψηφιακός ήχος προτιμάται. Οι τεχνολογικές καινοτομίες έδωσαν νέες δυνατότητες στην ηχοληψία και έχουν αναδιαμορφώσει τον κλάδο στο σύνολό του [19]. Για παράδειγμα, οι ψηφιακές λήψεις και οι διαδικτυακές υπηρεσίες ροής έχουν συμβάλει στη δημιουργία ήχων που δεν διακρίνονται μεταξύ τους, αλλά στηρίζονται σε μια συγκεκριμένη τεχνολογία για να παραχθούν. Ειδικότερα, λόγω του ότι τα μέσα είναι τόσο εύκολα προσβάσιμα οι άνθρωποι συχνά αισθάνονται απογοητευμένοι, διότι οι ήχοι που παράγονται διαθέτουν πολλά κοινά και δεν μπορούν να αποτελέσουν πρωτότυπους ήχους με διακριτά μεταξύ τους στοιχεία. Ωστόσο, τα μειονεκτήματα αυτά δεν μειώνουν τη σημασία του ψηφιακού ήχου και των οφελών που έχει προσφέρει η τεχνολογία στη διαδικασία εγγραφής και επεξεργασίας του ήχου.

## 2.2. Είδη ηχογραφήσεων και εξοπλισμός

### 2.2.1. Ηχογράφηση πεδίου και εξοπλισμός

Η ηχογράφηση πεδίου αποτελεί μια πρακτική, η οποία δύναται να αποδοθεί καλύτερα όταν προσεγγιστεί ως ένα σύνολο τεχνικών, καθώς χρησιμοποιούνται πολλοί τρόποι για να υλοποιηθεί. Η ηχογράφηση πεδίου μοιάζει με την ηχογράφηση

τοποθεσίας και την καταγραφή των ειδήσεων που συμβαίνουν σε ανοιχτούς χώρους, καθώς πραγματοποιείται σε εξωτερικούς χώρους που δεν διαθέτουν ανοιχτότητα και δεν είναι ελεγχόμενες, όπως οι ηχογραφήσεις που υλοποιούνται σε στούντιο και αίθουσες συναυλιών. Μέσω της συγκεκριμένης ηχογράφησης καταγράφονται εξωτερικοί ήχοι, ήχοι όντων της φύσης, ήχοι που προέρχονται από υλικά του περιβάλλοντος και από τη μεταξύ τους αλληλεπίδραση. Με τον τρόπο αυτό παράγονται ήχοι που δεν είναι προδιαγεγραμμένοι, αλλά απορρέουν από το φυσικό περιβάλλον και όσα υπάρχουν μέσα σε αυτό, σε αντίθεση με τη συμβατική ηχογράφηση που λαμβάνει χώρα σε κλειστούς χώρους και στηρίζεται στην ομιλία των ανθρώπων. Η ηχογράφηση πεδίου περιλαμβάνει πρακτικές ακρόασης, αναθεώρησης και επεξεργασίας ηχογραφήσεων, σύνθεση και μίξη, αναπαραγωγή και ακρόαση, ενώ οι διαδικασίες αυτές είναι σε θέση να προσφέρουν διαφορετικούς κάθε φορά ήχους. Η διαφορετικότητα αυτή των ήχων αποτελούν και το βασικό στοιχείο που έχει οδηγήσει στην αύξηση των ηχογραφήσεων πεδίου, ενώ τα ψηφιακά μέσα που μπορούν να χρησιμοποιηθούν είναι σε θέση να ενισχύσουν την αποδοτικότητα των ηχογραφήσεων και να παράγουν πιο ποιοτικούς ήχους. Τέλος, οι ψηφιακές συσκευές ενδέχεται να είναι αρκετά προσβάσιμες οικονομικά, με αποτέλεσμα να μπορούν να ασχοληθούν αρκετοί με αυτούς τους είδους την ηχογράφηση.

Οι ηχογραφήσεις πεδίου επιλέγονται, διότι κάποιοι ήχοι, όπως οι ήχοι της φύσης δεν είναι σε θέση να παραχθούν και να δημιουργηθούν μέσα στα στούντιο. Για τον λόγο αυτό οι ηχολήπτες βγαίνουν στον εξωτερικό χώρο και αποζητούν πραγματικές συνθήκες για τη δημιουργία ηχογραφήσεων. Ωστόσο, το περιβάλλον που επιλέγεται για την ηχογράφηση αυτή καθορίζει και τον τρόπο υλοποίησης της διαδικασίας, αλλά και τα μέσα που θα χρησιμοποιηθούν, ενώ κάποια περιβάλλοντα μπορεί να χαρακτηρίζονται ως απλά και άλλα ως σύνθετα. Σημαντικό ρόλο για τη δημιουργία ηχογραφήσεων πεδίου διαδραματίζει και ο χρόνος πραγμάτωσης αυτού, καθώς η διαφορά χρόνου ορίζει και τον ήχο που παράγεται από το κάθε τοπίο ή μέρος που επιλέγεται για ηχογράφηση. Ο χρόνος είναι σε θέση να επιδράσει στον τόπο και στις καιρικές συνθήκες που υπάρχουν σε αυτόν, με αποτέλεσμα την παραγωγή διαφορετικών ήχων προς καταγραφή και κατ' επέκταση διαφορετικών μέσων για την καταγραφή αυτών.

Σημαντικό είναι να επιλέγεται από την αρχή εάν θα εφαρμοστεί στερεοφωνική ή μονοφωνική καταγραφή ήχου. Κατά τη στερεοφωνική παραγωγή του ήχου, ο ακροατής δεν ακούει μόνο τον ήχο που παράγεται, αλλά είναι σε θέση να αντιληφθεί και την κατεύθυνση του ήχου, την πηγή δηλαδή παραγωγής αυτού. Για να μπορέσει να επιτευχθεί ένας στερεοφωνικός ήχος είναι αναγκαίο η εγγραφή του να στηριχθεί σε διαδικασίες που μπορούν να αναπαραχθούν σε πολλά ηχεία για να δημιουργηθεί ο στερεοφωνικός ήχος. Μάλιστα, ο στερεοφωνικός ήχος κατά τη διαδικασία καταγραφής του είναι σε θέση να διακριθεί σε δύο κατηγορίες, τον πραγματικό στερεοφωνικό ήχο που εμφανίζεται και καταγράφεται σε φυσικά τοπία και στον τεχνητό στερεοφωνικό ήχο που δημιουργείται σε στούντιο. Η ηχογράφηση, επίσης, το πραγματικού στερεοφωνικού ήχου στηρίζεται σε δύο κανάλια, ενώ ο τεχνητός στερεοφωνικός ήχος

στηρίζεται σε πολλά κανάλια που συνεργάζονται για την εγγραφή και στη συνέχεια καταλήγουν σε δύο κανάλια. Από την άλλη μεριά ο μονοφωνικός ήχος είναι μίας κατεύθυνσης και ο ακροατής λαμβάνει την ίδια πληροφορία από τις συσκευές παραγωγής ήχου που χρησιμοποιούνται. Ο ηχολήπτης που έχει γράψει τις περισσότερες ταινίες του σύγχρονου ελληνικού κινηματογράφου και πολλών τηλεοπτικών παραγωγών, είναι της άποψης πάντως ότι "ακόμα και Dolby Surround παραγωγή να έχουμε, γράφουμε καλά σε ένα κανάλι τις πρόζες και τα υπόλοιπα τα κάνουμε στο studio" (post production).

Τα παραπάνω αποτελούν καθοριστικό παράγοντα για την επιλογή των τεχνικών που θα χρησιμοποιηθούν για την καταγραφή του ήχου και του εξοπλισμού που είναι απαραίτητος. Επίσης, σημαντικό ρόλο διαδραματίζει και ο τελικός σκοπός της ηχογράφησης αυτής, εάν δηλαδή πρόκειται για μια ερασιτεχνική ή επαγγελματική ηχογράφηση. Στις ερασιτεχνικές ηχογραφήσεις ή στις ημι-επαγγελματικές, για παράδειγμα, δύνανται να χρησιμοποιηθούν ψηφιακοί καταγραφείς, οι οποίοι διαθέτουν ενσωματωμένα μικρόφωνα σε διάταξη A-B ή X-Y, τα οποία καταγράφουν άμεσα τον ήχο και έχουν χαμηλό κόστος. Ωστόσο, ο εξοπλισμός πρέπει να είναι στο ίδιο επίπεδο, τα μικρόφωνα δηλαδή και οι καταγραφείς να έχουν την ίδια ποιότητα και δυνατότητα καταγραφής ήχου, ώστε να είναι σε θέση να παράγουν ένα καλό αποτέλεσμα. Τα ψηφιακά μέσα σήμερα παρέχουν τη δυνατότητα καταγραφής ηχοτοπίων σε στερεοφωνικές συνθήκες, ενώ ανάλογα με το τοπίο υλοποίησης της ηχογράφησης πρέπει να επιλέγεται και ο κατάλληλος εξοπλισμός, αλλά και να λαμβάνονται διαφορετικά δείγματα μέσα στον χρόνο, ώστε να διερευνηθεί ποιο δείγμα είναι καταλληλότερο για τον ήχο που πρέπει να παραχθεί. Η καταγραφή αυτή μπορεί να υλοποιηθεί και με διαφορετικούς τύπους μικροφώνων, ώστε να διαπιστωθεί ποιο μικρόφωνο είναι σε θέση να προσφέρει καλύτερο ήχο και ποιο μπορεί να μειώσει φαινόμενα από τις καιρικές συνθήκες και τους περιβάλλοντες ήχους που δεν είναι αναγκαίοι στην ηχογράφηση.

### **2.2.1. Ηχογράφηση συνεντεύξεων και εξοπλισμός**

Η συνέντευξη αποτελεί ένα κοινό είδος ηχογράφησης που μπορεί να συνοδεύεται από εικόνα ή και όχι. Σε περίπτωση που η συνέντευξη δεν διαθέτει εικόνα ο εξοπλισμός για την πραγματοποίηση της είναι απλός και απαρτίζεται από ένα μικρόφωνο και έναν καταγραφέα. Ωστόσο, και πάλι όπως στη ηχογραφήσεις πεδίου, ο σκοπός της ηχογράφησης ορίζει και τον εξοπλισμό που θα χρησιμοποιηθεί. Για παράδειγμα, εάν ο σκοπός της συνέντευξης σχετίζεται απλά με τη καταγραφή και την απλή αναπαραγωγή του ήχου, "ένα κασετόφωνο" ως εξοπλισμός είναι αρκετός το κασετόφωνο πλέον είναι ένα ψηφιακό μέσο, όπως οι κινητές συσκευές που διαθέτουν ενσωματωμένα μέσα εγγραφής, αποθήκευσης και αναπαραγωγής του ήχου. Σε περίπτωση, όμως, που ο σκοπός της ηχογράφησης σχετίζεται και με την ποιότητα του ήχου που πρέπει να παραχθεί, σημαντικό ρόλο διαδραματίζει το μικρόφωνο που θα

χρησιμοποιηθεί. Το πιο συνηθισμένο μικρόφωνο είναι το χειρός, μικρόφωνο το οποίο δεν είναι ενσωματωμένο στον καταγραφέα, αλλά χρειάζεται να το κρατάει κάποιος. Ο τρόπος λαβής του μικροφώνου είναι καθοριστικός για την ορθή καταγραφή του ήχου και για την παραγωγή στη συνέχεια ενός ποιοτικού ήχου. Ειδικότερα, το μικρόφωνο πρέπει να έχει σταθερή απόσταση 20 έως 30 εκατοστών και να υπάρχει και σταθερή γωνία κλίσης  $45^\circ$  για να προσλαμβάνεται ορθά ο ήχος. Με τον τρόπο αυτό μειώνεται η αλλοίωση του ομιλητή τόσο στη χροιά της φωνής όσο και στον βαθμό έντασής του. Σε περίπτωση που οι ομιλητές είναι περισσότεροι του ενός τότε η επιλογή στη διαδικασία ηχογράφησης ποικίλει ανάλογα με την περίπτωση, αλλά ο στόχος είναι πάντα να μειώνονται και πάλι οι αλλοιώσεις και να μην γίνονται ενοχλητικοί οι εξωτερικοί παράγοντες.

Μια άλλη επιλογή μικροφώνου σε συνεντεύξεις είναι το μικρόφωνο πέτου που τοποθετείται στον κάθε ομιλητή ξεχωριστά και παρέχει τη δυνατότητα ορθότερης καταγραφής. Η απόσταση τοποθέτησής του είναι και πάλι ίδια με την απόσταση που χρησιμοποιείται στο μικρόφωνο χειρός, ενώ σταθεροποιείται στα ρούχα του ομιλητή με ένα ειδικό αξεσουάρ. Η τοποθέτησή του παίζει σημαντικό ρόλο, καθώς σε περίπτωση που υπάρχει άμεση επαφή του μικροφώνου με το ύφασμα του ρούχου τότε εμφανίζεται αλλοίωση στον ήχο. Μια τρίτη επιλογή, μικροφώνου, η οποία μπορεί να χρησιμοποιηθεί και σε περιπτώσεις εξωτερικών ηχογραφήσεων, είναι και το μικρόφωνο τύπου shotgun, το οποίο τοποθετείται σε απόσταση από την πηγή ήχου, αλλά είναι πάντα στραμμένο προς την πηγή. Μάλιστα, ο συγκεκριμένος τύπος μικροφώνου δίνει τη δυνατότητα καταγραφής και περισσότερων πηγών ήχου. Τα μικρόφωνα βρίσκονται σε άμεση σύνδεση και συνάρτηση με τον καταγραφέα ήχου που χρησιμοποιείται, στον οποίο και μεταφέρουν άμεσα τον ήχο. Είναι συνδεδεμένα με καλώδια ή σε περίπτωση ασύρματων συνδέσεων χρησιμοποιούνται πομποδέκτες που λαμβάνουν και καταγράφουν τον ήχο. Τέλος, κρίνεται αναγκαίο όλα τα παραπάνω να προσαρμόζονται και να επιλέγονται με βάση τον χώρο της συνέντευξης, διότι άλλες συσκευές χρησιμοποιούνται σε εσωτερικές συνεντεύξεις και άλλες σε εξωτερικές, καθώς στις εξωτερικές συνεντεύξεις υπάρχει μεγαλύτερη ποσότητα εξωτερικών ήχων που καταγράφεται παράλληλα και στη συνέχεια πρέπει να επεξεργαστεί [10].

### **3.1. Τί είναι η επεξεργασία ήχου**

Ο βασικός σκοπός της διαδικασίας επεξεργασίας ήχου είναι να μεταμορφώσει τον ήχο του προγράμματος σε έναν καθαρό, ποιοτικό και δυνατό ήχο που μεταδίδεται στον δέκτη. Η διαδικασία της επεξεργασίας στο παρελθόν, αποτελούσε μια χειρωνακτική διαδικασία, όπου οι χειριστές του ήχου χρησιμοποιούσαν μια κονσόλα την οποία και χειρίζονταν συνεχώς για να υλοποιηθεί η επεξεργασία και στη συνέχεια η μετάδοση του ήχου. Μέσω της κονσόλας αυτής επιχειρούνταν η σταθεροποίηση του ήχου, ώστε να έχει ποιότητα και η διαδικασία αφαίρεσης όλων των άλλων ήχων που θα μπορούσαν να δημιουργήσουν παρεμβολές στον βασικό ήχο. Όταν ο εξοπλισμός επεξεργασίας ήχου εμφανίστηκε για πρώτη φορά στη δεκαετία του 1930, ο πρωταρχικός του σκοπός ήταν να αυτοματοποιήσει το μεγαλύτερο μέρος της προστασίας του πομπού, αντικαθιστώντας τον χειριστή με έναν ηλεκτρονικό χειριστή, ο οποίος και πάλι επιχειρούσε να επεξεργαστεί με τέτοιο τρόπο τον ήχο με στόχο να μεταδοθεί ένας ποιοτικός ήχος με καθαρότητα.

Η επεξεργασία ήχου, λοιπόν, αποτελεί μια διαδικασία χειρισμού ηχογραφήσεων, με στόχο να δημιουργηθεί ο τελικός ήχος για την παραγωγή. Η επεξεργασία μπορεί να υλοποιηθεί με πολλούς τρόπους και στόχο έχει τη βελτίωση της ποιότητας του ήχου που έχει εγγραφεί, την αφαίρεση του ανεπιθύμητου θορύβου ή ήχων ή την αλλαγή του μήκους ή του τόνου ενός συγκεκριμένου ήχου. Η επεξεργασία ήχου μπορεί να είναι μια πολύπλοκη διαδικασία, αλλά υπάρχουν, στη σύγχρονη εποχή αρκετά λογισμικά που κάνουν τη διαδικασία πιο εύκολη και παράγουν έναν πολύ ποιοτικό ήχο. Η επεξεργασία ήχου μπορεί να γίνει με διάφορα προγράμματα επεξεργασίας ήχου. Τα περισσότερα προγράμματα έχουν μια ποικιλία εργαλείων που βοηθούν την επεξεργασία του ήχου, καθώς για παράδειγμα είναι σε θέση να ισοσταθμίσουν τον ήχο για να αλλάξει συχνότητα, ενώ είναι σε θέση να προσθέσουν και διάφορα εφέ που προσφέρουν αντήχηση ή καθυστέρηση του ήχου, ώστε να συνδυαστεί ο ήχος με την εικόνα που συνδέεται. Ωστόσο, για την επεξεργασία του ήχου υπάρχουν πολλά λογισμικά προς επιλογή και η επιλογή τους συνάδει με το τρόπο που χρησιμοποιείται ο ήχος και το πλαίσιο συνδυασμού του με την εικόνα στη συνέχεια. Ανάλογα, λοιπόν, με το τελικό αποτέλεσμα που επιθυμεί ο ηχολήπτης να επιτύχει επιλέγει και το κατάλληλο λογισμικό για την επεξεργασία του.

## 3.2. Ψηφιακή επεξεργασία ήχου με λογισμικά

Τα ψηφιακά εφέ και η επεξεργασία σήματος είναι πανταχού παρόντα σήμερα, και η σταθερή αύξηση της διαθέσιμης επεξεργαστικής ισχύος σημαίνει ότι μπορούν να χρησιμοποιηθούν ολοένα και υψηλότερης ποιότητας και υπολογιστικά εντατικοί αλγόριθμοι, συμπεριλαμβανομένων αυτών που λειτουργούν απευθείας στον φασματικό τομέα, ώστε να παραχθεί άμεσα και με ευκολία ένας ποιοτικός ήχος. Ενώ οι σύγχρονοι αλγόριθμοι, όπως τα εφέ που βασίζονται στον φωνοκωδικοποιητή φάσης, μπορούν να παράγουν εκπληκτικά αποτελέσματα, υπάρχουν αρκετές διαδικασίες και πολλά λογισμικά που αξιοποιούνται για την επεξεργασία και την τελική μετάδοση του ήχου. Τα σύγχρονα ψηφιακά ηχητικά εφέ βασισμένα σε φωνοκωδικοποιητές φάσης εξαρτώνται συχνά από πολύπλοκες παραμέτρους, που έχουν μεγάλο αντίκτυπο στην ποιότητα του ήχου που προκύπτει. Επιπλέον, για εφέ που εφαρμόζονται στον φασματικό τομέα, πρέπει να επιλεγούν κατάλληλες ρυθμίσεις για τον μετασχηματισμό του ήχου, ώστε να αφαιρεθούν όλοι οι ήχοι που ενδέχεται να μειώσουν το τελικό ηχητικό αποτέλεσμα[20].

Το Audio Sculpt, αποτελεί μια ψηφιακή διαδικασία επεξεργασίας ήχους, η οποία αναπτύχθηκε το 1993 και παρέχει πολλές δυνατότητες επεξεργασίας και ανάλυσης του ήχου, ενώ είναι σε θέση να μειώσει και τους παράγοντες που ενδέχεται να μειώσουν την ποιότητά τους. Το Audio Sculpt, επίσης, παρέχει ένα ισχυρό σύνολο εργαλείων για την ανάλυση των ήχων με λεπτομερή τρόπο, τόσο οπτικά μέσω ηχογραφημάτων με δυνατότητα μεγέθυνσης και μερικών αναπαραστάσεων, όσο και ακουστικά, με την αναπαραγωγή μεμονωμένων πλαισίων ανάλυσης και συχνοτήτων και διαδραστική χρονική έκταση σε πραγματικό χρόνο. Ομοίως, η οπτική και ακουστική αξιολόγηση των ρυθμίσεων που θα χρησιμοποιηθούν στη συνέχεια, στα στάδια ψηφιακής ανάλυσης και επεξεργασίας, όπως το μέγεθος παραθύρου, το μέγεθος FFT και το βήμα παραθύρου, επιτρέπει την επιλογή των βέλτιστων αναπαραστάσεων στο φασματικό πεδίο για τον συγκεκριμένο ήχο.

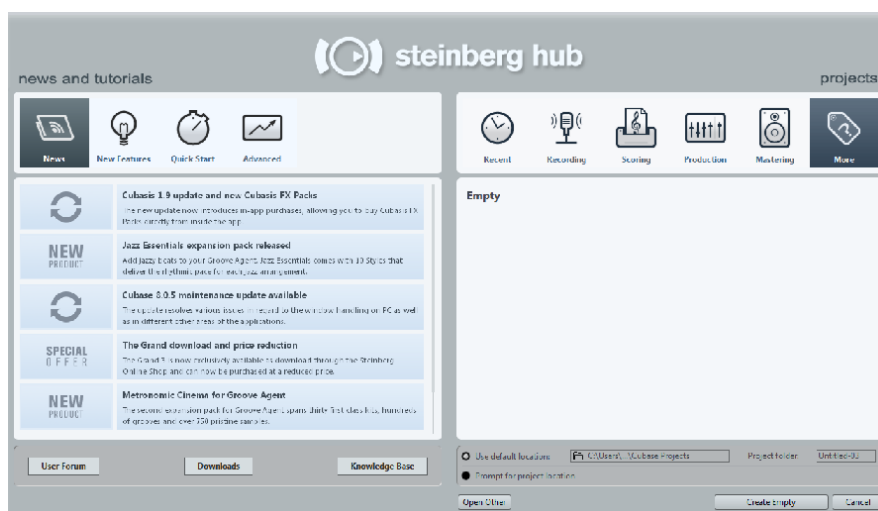
Η επεξεργασία του ήχου ακολουθεί κάποια βασικά βήματα και κάποιες βασικές αρχές για να είναι επιτυχημένη. Αρχικά, υλοποιείται η διαδικασία της επιλογής, η οποία και αποτελεί το πρώτο βήμα για την επεξεργασία του ήχου. Κατά την επιλογή προσδιορίζεται με ακρίβεια το τμήμα του ήχου που στοχεύεται για επεξεργασία και στη συνέχεια είτε η επεξεργασία πραγματοποιείται χειροκίνητα είτε με τη χρήση λογισμικών. Το επόμενο βήμα, αφορά την επεξεργασία, όπου πραγματοποιούνται αλλαγές στον ήχο που έχει επιλεγεί και η διαδικασία αυτή είναι σε θέση και πάλι να ολοκληρωθεί με τη χρήση λογισμικών, ώστε να επιτευχθούν οι απαραίτητες αλλαγές στον ήχο και να παραχθεί ένα ποιοτικό αποτέλεσμα. Η ακριβής μέθοδος που επιλέγεται εξαρτάται από το λογισμικό που χρησιμοποιείται. Στη συνέχεια, στο τρίτο στάδιο της επεξεργασίας προστίθενται τα απαραίτητα εφέ και υλοποιούνται οι απαραίτητες αλλαγές στον ήδη επεξεργασμένο ήχο, μια διαδικασία που επιτυγχάνεται και πάλι με τη χρήση λογισμικών. Τα περισσότερα προγράμματα επεξεργασίας ήχου προσφέρουν μια σειρά

εργαλείων που βοηθούν στη δημιουργία ενός ποιοτικού ήχου. Αυτά μπορεί να περιλαμβάνουν EQ, συμπίεση, περιορισμό, αντήχηση και καθυστέρηση. Υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί τρόποι επεξεργασίας ήχου, επομένως είναι σημαντικό να χρησιμοποιηθεί ένα πρόγραμμα που να προσφέρει τα συγκεκριμένα εργαλεία που απαιτούνται για το έργο. Ο ήχος, με όποιο εργαλείο και να χρησιμοποιηθεί, κρίνεται αναγκαίο στο τέλος να αποθηκευτεί σε ένα αρχείο, ώστε να μπορεί να μεταδοθεί. Οι πιο κοινές μορφές ήχου είναι WAV και MP3, αλλά υπάρχουν πολλές άλλες. Τα αρχεία WAV είναι ασυμπίεστα και καταλαμβάνουν περισσότερο χώρο από τα αρχεία MP3. Ταιριάζουν καλύτερα για εφαρμογές όπου η ποιότητα του ήχου είναι πρωταρχικής σημασίας, όπως η επεξεργασία μουσικής ή η δημιουργία DVD. Τα αρχεία MP3 είναι συμπιεσμένα και καταλαμβάνουν λιγότερο χώρο από τα αρχεία WAV. Είναι ιδανικά για εφαρμογές όπου το μέγεθος του αρχείου είναι ζωτικής σημασίας, όπως ροή ήχου ή φορητές συσκευές.

Το Cubase αποτελεί ένα δεύτερο λογισμικό ψηφιακής επεξεργασίας του ήχου, το οποίο αναπτύχθηκε από τον Steinberg με στόχο την υλοποίηση ηχογραφήσεων, διασκευών, επεξεργασίας της μουσικής και MIDI. Η πρώτη έκδοση του συγκεκριμένου λογισμικού χρησιμοποιήθηκε στο Atari ST, ενώ στη συνέχεια ήταν διαθέσιμο και σε Macintosh και σε Windows. Αρχικά, η έκδοση Cubase VST του λογισμικού μπορούσε να διατηρήσει τον ήχο ενσωματωμένο για μικρό χρονικό διάστημα, ωστόσο στη συνέχεια ήταν σε θέση να κατέχει πλήρως ενσωματωμένη εγγραφή και μίξη ήχου μαζί με εφέ, ενώ διέθετε ένα πρότυπο για προσθήκες ήχου. Η συγκεκριμένη έκδοση μπορούσε να χρησιμοποιηθεί μόνο σε Macintosh και Windows. Η έκδοση αυτή, επίσης, αποδείχθηκε ότι ήταν σε θέση να προσφέρει πολλές δυνατότητες στην επεξεργασία του ήχου από έναν οικιακό χρήστη, ωστόσο ήταν κατώτερο των ProTools DAE και Digital Performer MAS. Οι ελλείψεις αυτές που αναδείχθηκε ότι υπήρχαν οδήγησαν στην ανάπτυξη μιας εξελιγμένης έκδοσης, του Cubase SX, το οποίο είχε διαφορετική λειτουργία και έδωσε νέες διαστάσεις στην επεξεργασία του ήχου. Μάλιστα, οι μεγάλες διαφορές που είχε με τις προηγούμενες εκδόσεις οδήγησαν και σε αυξημένο χρόνο εκμάθησης από τους χρήστες, αλλά η νέα έκδοση πρόσφερε νέες δυνατότητες στην επεξεργασία του ήχου σε σχέση με την παλαιότερη έκδοση, με αποτέλεσμα να παράγεται πιο ποιοτικός ήχος. Το συγκεκριμένο λογισμικό συνέχισε να εξελίσσεται λόγω της μεγάλης χρήσης του για την επεξεργασία ήχου, με αποτέλεσμα ανά διαστήματα να παρουσιάζονται νέες εκδόσεις με νέες δυνατότητες επεξεργασίας και παραγωγής πιο ποιοτικού ήχου. Η τελευταία έκδοση του συγκεκριμένου λογισμικού αναπτύχθηκε το 2019 με την ονομασία Cubasis 3 και εμφανίστηκε ως μια νέα εφαρμογή που μπορούσε να επεξεργαστεί ομαδικά τα κομμάτια, ενώ αντίστοιχα η συγκεκριμένη έκδοση το 2020 ακολουθώντας τους ρυθμούς της τεχνολογίας προσαρμόστηκε στις ανάγκες αυτής και πλέον είναι σε θέση να χρησιμοποιηθεί σε iPhone, tablet και smartphone Android.

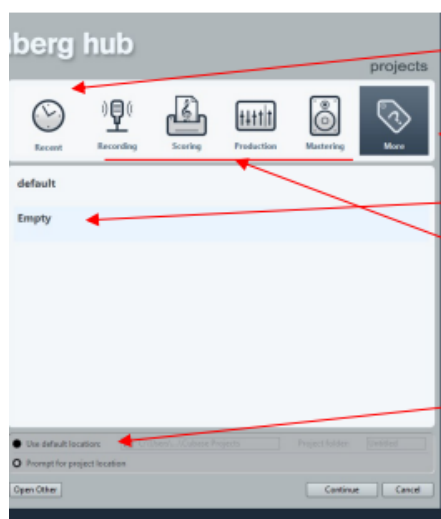
### 3.2.1. Εγκατάσταση και πρώτη χρήση του Cubase Pro 10

Μια έκδοση του συγκεκριμένου λογισμικού που χρησιμοποιείται εκτενώς για την επεξεργασία του ήχου είναι το Cubase Pro 10, το οποίο μπορεί να εγκατασταθεί σε υπολογιστές και μέσω της τεχνολογίας να παραχθεί και να επεξεργαστεί ψηφιακά ο ήχος. Για να μπορέσει να ολοκληρωθεί η εγκατάσταση του προγράμματος, ωστόσο, σε υπολογιστές είναι αναγκαίο να συνδεθεί και το ειδικό USB «κλειδί» του προγράμματος, ενώ ο χρήστης καλό είναι να δημιουργεί με την εμφάνιση του προγράμματος στην επιφάνεια εργασίας έναν φάκελο για να αποθηκεύει σε αυτόν τα κομμάτια που επεξεργάζεται. Μόλις εγκατασταθεί το πρόγραμμα και ολοκληρωθεί η φόρτωση των βασικών στοιχείων της εφαρμογής ανοίγει το Steinberg Hub, όπου μέσα σε αυτό θα υπάρχουν ενημερώσεις σχετικά με το λογισμικό όταν υπάρχει σύνδεση στο διαδίκτυο.



Εικόνα 6: Οθόνη “Steinberg hub” του CubasePro

Ειδικότερα, το πεδίο του Project Assistant περιλαμβάνει τα παρακάτω:



Τα πιο πρόσφατα projects που έχουν ανοιχτεί.

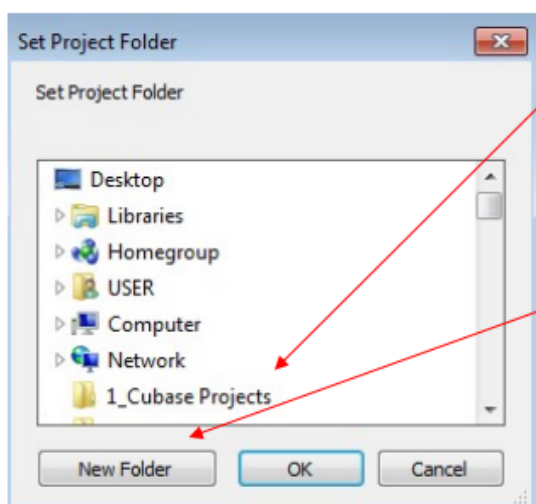
Τα project templates που μπορεί να αποθηκεύσει ο χρήστης και το “Empty” template πρώτης εκκίνησης.

Πεδίο ορισμού φακέλου (Folder) για το Project που θα δημιουργήσουμε. Στο default location μπορούμε να χρησιμοποιούμε τον ίδιο φάκελο για όλα τα project που δημιουργούμε.

Εικόνα 7: Πεδίο “Project Assistant” του Cubase Pro



Στη συνέχεια ο χρήστης μπορεί να επιλέξει την κατηγορία More και στη συνέχεια Empty και να αρχίσει να δημιουργεί φακέλους (Εικόνα 8), μέσα στους οποίους θα αποθηκεύσει το υλικό και τα αρχεία που θα δημιουργήσει. Τα αρχεία αυτά και οι φάκελοι μπορούν να έχουν συγκεκριμένη ονομασία, ώστε στη συνέχεια αξιοποιώντας αυτά ο χρήστης να μπορεί να εργαστεί.

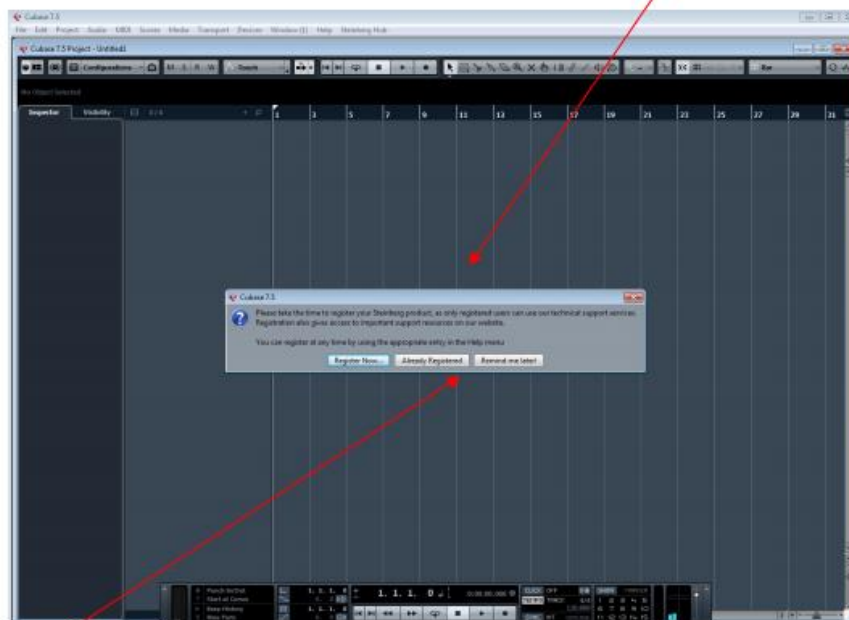


Εδώ ο φάκελος Cubase Projects έχει δημιουργηθεί για να φιλοξενήσει όλα τα κομμάτια που θα δημιουργηθούν με το Cubase. Τον επιλέγουμε (να γίνει «μπλε»).

Πατάμε New Folder για να δημιουργήσουμε υποφάκελο για το νέο project (κομμάτι) που θα κάνουμε.

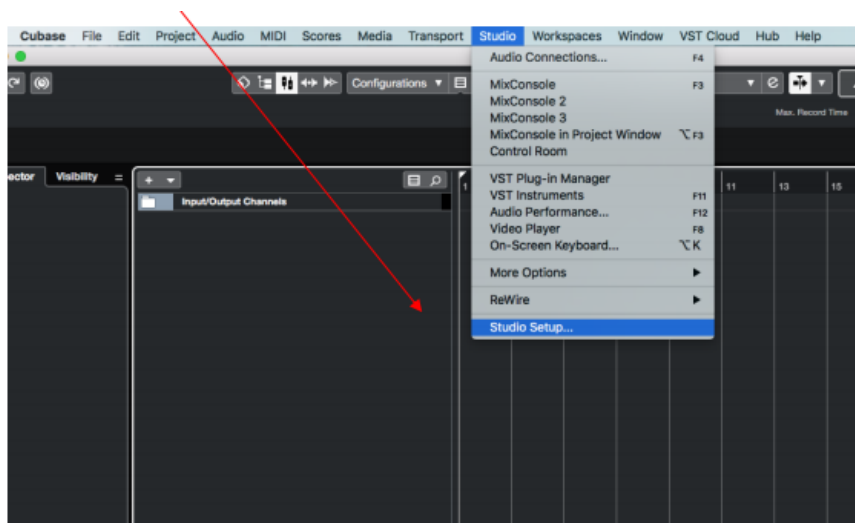
Εικόνα 8: Δημιουργία φακέλου στο Cubase Pro

Μετά την εγκατάσταση του προγράμματος πρέπει να υλοποιηθούν κάποιες συγκεκριμένες ρυθμίσεις κατά την πρώτη χρήση του και να δοθεί προσωπική άδεια στον λογαριασμό που έχει δημιουργήσει ο χρήστης στην ιστοσελίδα της Steinberg (Εικόνα 9).



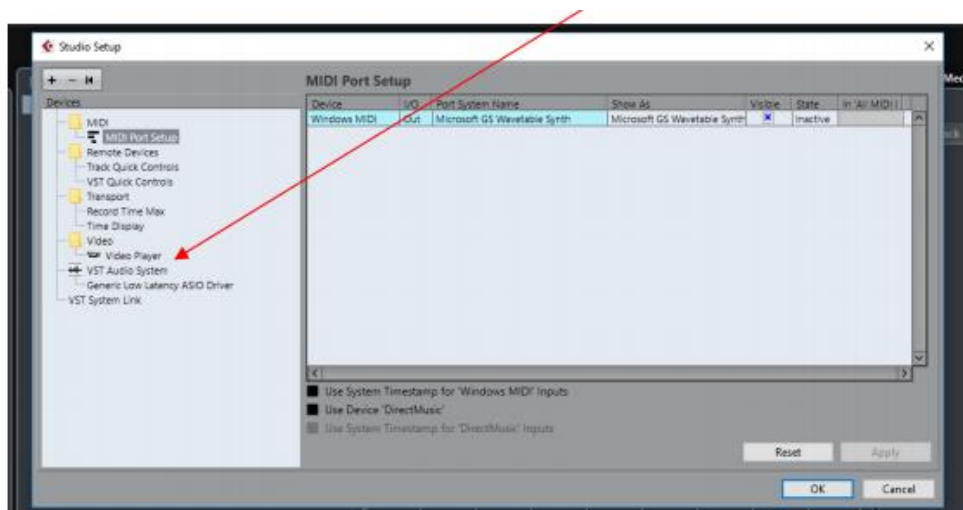
Εικόνα 9: Οθόνη του CubasePro μετά την εγκατάσταση

Στη συνέχεια, πρέπει να επιλέξει ο χρήστης το Already Registered για να μεταβεί στην κεντρική σελίδα του λογισμικού, πάνω στην οποία εμφανίζεται το menu Studio, ενώ στη συνέχεια χρειάζεται να επιλέξει την επιλογή Studio Setup (Εικόνα 10).

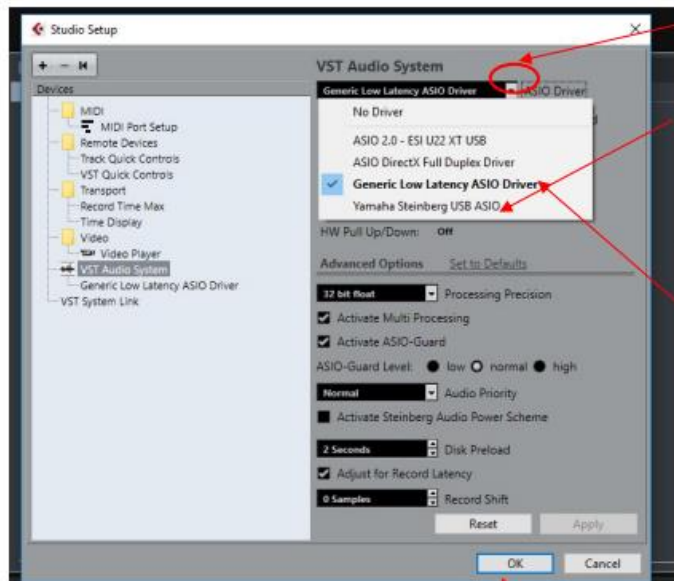


Εικόνα 10: Μενού “Studio” του Cubase Pro

Μόλις ανοίξει το παράθυρο προχωράει ο χρήστης στο αριστερό μέρος της οθόνης (Εικόνα 11) και επιλέγει το σημείο με την ονομασία VST Audio System (Εικόνα 12).



Εικόνα 11: Μενού “Studio Setup” του Cubase Pro



Εδώ επιλέγουμε τον ASIO της κάρτας ήχου του συστήματός μας.

Αν το σύστημά μας διαθέτει κάρτα ήχου με ASIO driver έχει εγκατασταθεί σωστά, δούμε σε αυτή την λίστα.

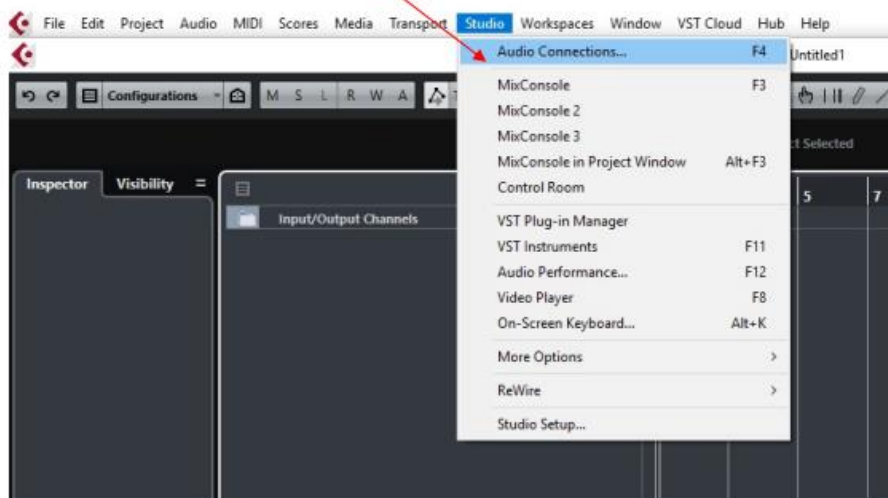
Αν το σύστημά μας δεν διαθέτει κάρτα ήχου με ASIO driver θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε την ενσωματωμένη κάρτα του Η/Υ, τότε διαλέγουμε την επιλογή Generic Low Latency ASIO Driver. Οι χρήστες MIDI θα πρέπει να επιλέξουν Core Audio (Build In Audio).

Ολοκληρώνουμε τη διαδικασία ορισμού της κάρτας ήχου του συστήματος, πατώντας Switch στην ερώτηση επιλογής του ASIO Driver.



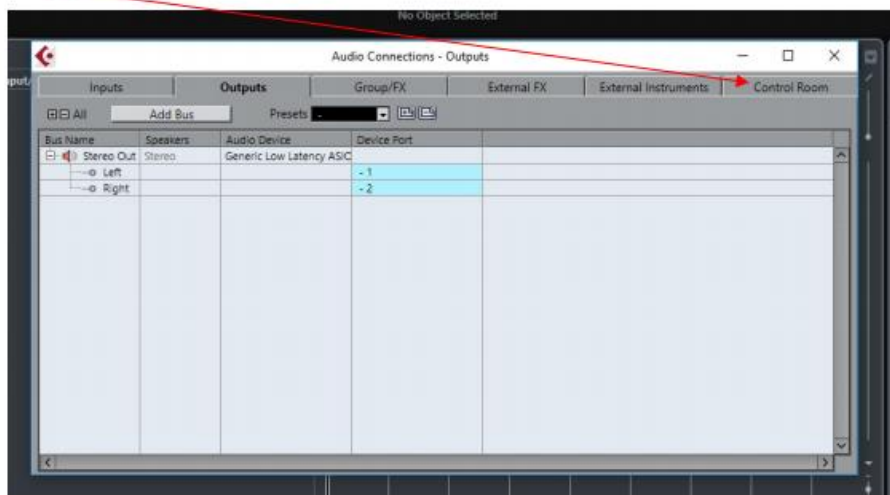
Αφού έχει οριστεί η κάρτα μας, μπορούμε να κλείσουμε το παράθυρο του Studio Setup πατώντας το κουμπί OK στο κάτω μέρος του παραθύρου.

Στο επόμενο και τελευταίο βήμα θα επιλέξουμε το μενού Studio και θα μεταβούμε στην επιλογή Audio Connections.

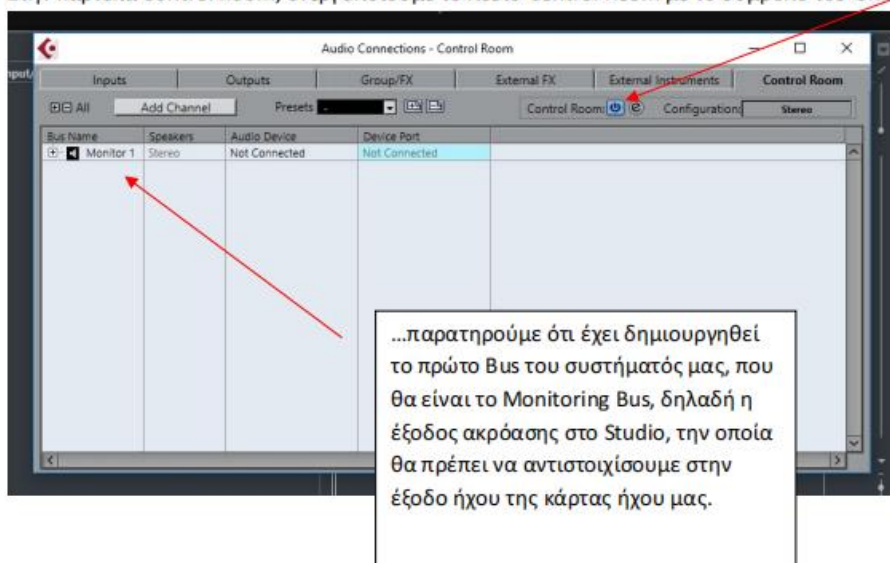


Εικόνα 12: Μενού “VST Audio System” του Cubase Pro

Στη συνέχεια ανοίγει το παράθυρο Audio Connections, στο οποίο αντιστοιχίζονται οι εισοδοι και οι έξοδοι του Cubase με τις φυσικές εισόδους και εξόδους της κάρτας ήχου του συστήματος που χρησιμοποιείται. Από τις έξι καρτέλες που υπάρχουν και ανοίγουν επιλέγεται η τελευταία με την ονομασία Control Room (Εικόνα 13)



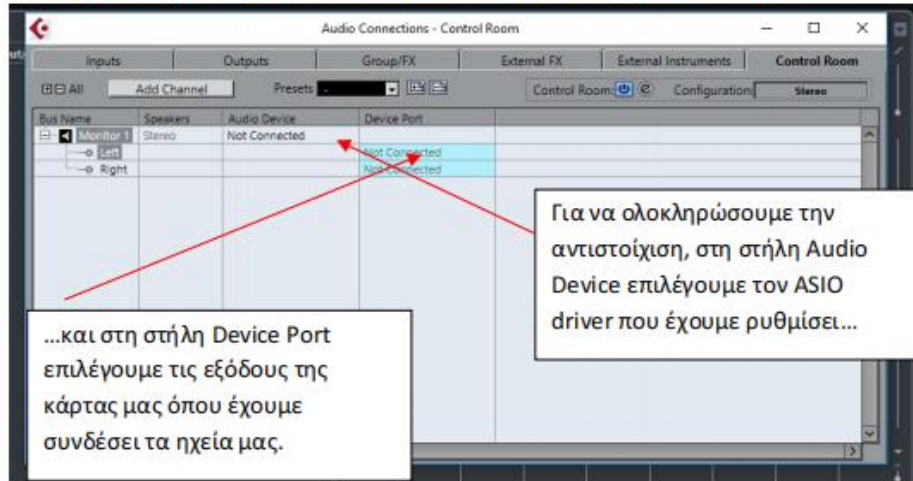
Στην καρτέλα Control Room, ενεργοποιούμε το πεδίο Control Room με το σύμβολο του On.



Εικόνα 13: Μενού “Audio Connections” του Cubase Pro

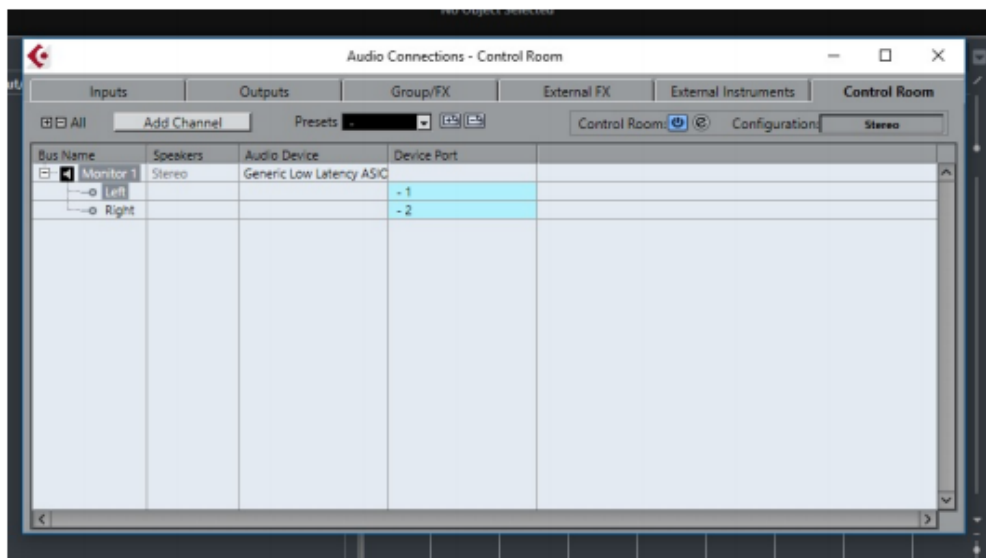
Το Monitor Bus του Cubase θα πρέπει να αντιστοιχιστεί στην έξοδο της κάρτας ήχου του συστήματος, που είναι συνδεδεμένη με τα ηχεία. Αν υπάρχουν περισσότερα από ένα ζεύγος ηχείων για ακρόαση, μπορεί να επαναληφθεί η προσθήκη Monitor bus (μέχρι 4 σετ) για όσα σετ ηχείων υπάρχουν στο Studio για ακρόαση (Control Room Monitoring) (Εικόνα 14).

Χτυπάμε το κουμπί + αριστερά από το Monitor 1 (στην στήλη Bus Name)



Εικόνα 14: Μενού “Audio Connections-Control Room” του Cubase Pro

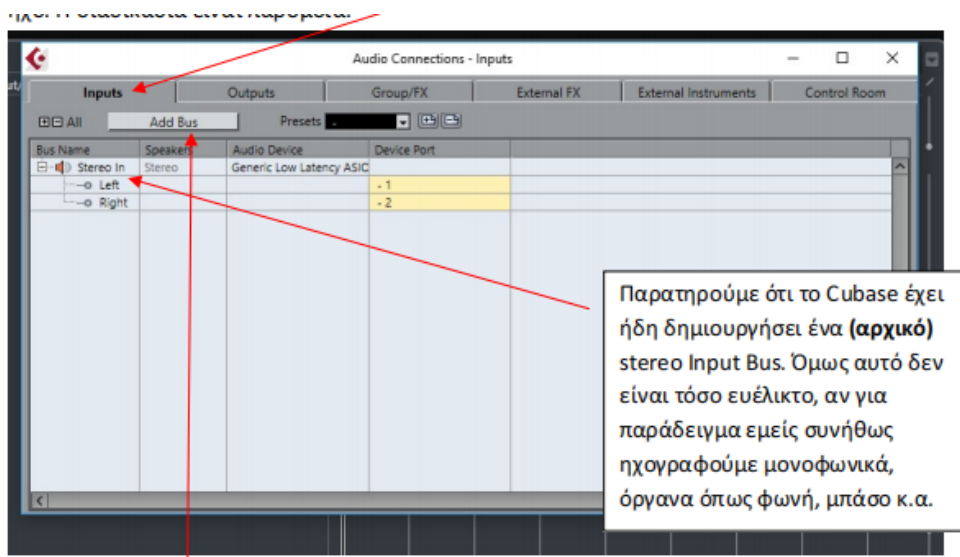
Αν το σύστημά δεν διαθέτει κάρτα ήχου με ASIO drivers και χρησιμοποιεί μόνο την ενσωματωμένη κάρτα του Η/Υ, οι ρυθμίσεις εμφανίζονται με τον παρακάτω τρόπο (Εικόνα 15).



Εικόνα 15: Μενού “Audio Connections-Control Room” του Cubase Pro με ενσωματωμένη κάρτα ήχου

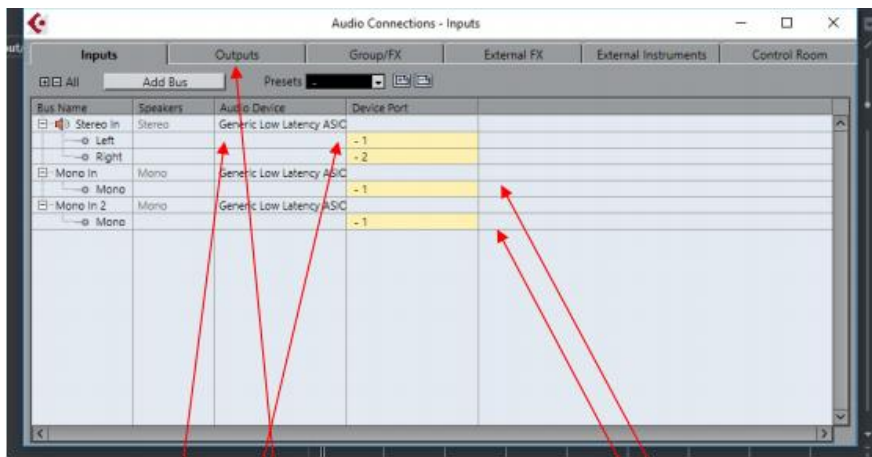
Ο χρήστης στη συνέχεια μεταβαίνει στην πρώτη καρτέλα του Audio Connections, στην οποία και δημιουργεί τα Input Busses του Cubase και στη συνέχεια αντιστοιχεί αυτά με τις φυσικές εισόδους της κάρτες ήχου του συστήματος, ώστε να είναι δυνατή η ηχογράφηση του ήχου (Εικόνα 16). Από το κουμπί Add Bus μπορούν να προστεθούν

και άλλα inputs, τα οποία και εμφανίζονται στην οθόνη. Αν μάλιστα το σύστημα χρησιμοποιεί κάρτα ήχου με πολλές εισόδους, τότε προσαρμόζεται διαδικασία για όλες τις εισόδους που επιθυμεί ο χρήστης να χρησιμοποιήσει στην ηχογράφηση.



Εικόνα 16: Μενού “Audio Connections-Inputs” του Cubase Pro

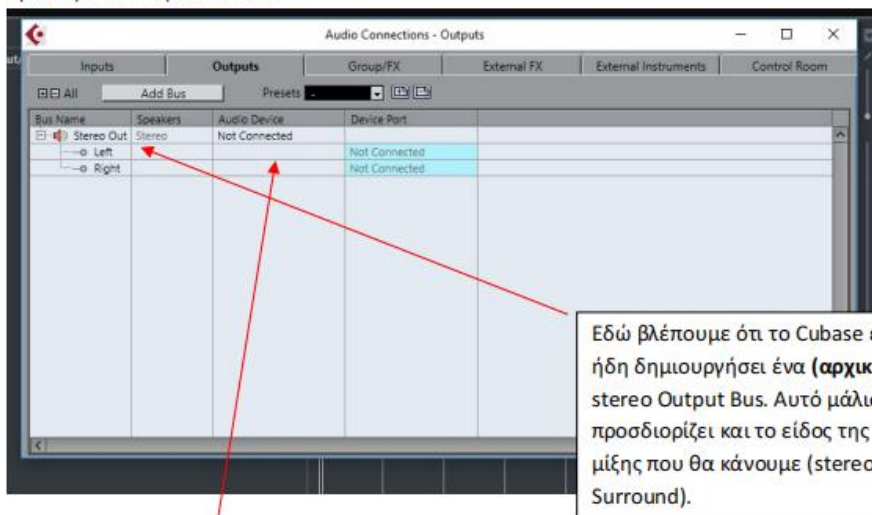
Με την ολοκλήρωση της παραπάνω εισαγωγής, το παράθυρο της καρτέλας Inputs του VST Connections, θα έχει διαμορφωθεί όπως φαίνεται στην Εικόνα 17.



Στα πεδία Audio Device και Device Port δηλώνουμε τον ASIO driver και τις φυσικές εισόδους που «βλέπει» αντίστοιχα.

Εδώ παρατηρούμε (αφού χρησιμοποιούμε την onboard κάρτα ήχου του Η/Υ) ότι αφού έχουμε μια και μόνο stereo εισοδο, στην ουσία μπορώ την ίδια εισοδο να την χρησιμοποιήσω για στερεοφωνική αλλά και για μονοφωνική ηχογράφηση.

Επόμενη και τελευταία καρτέλα στην οποία μεταβαίνουμε, είναι αυτή των Outputs για να ορίσουμε τα Output Busses.



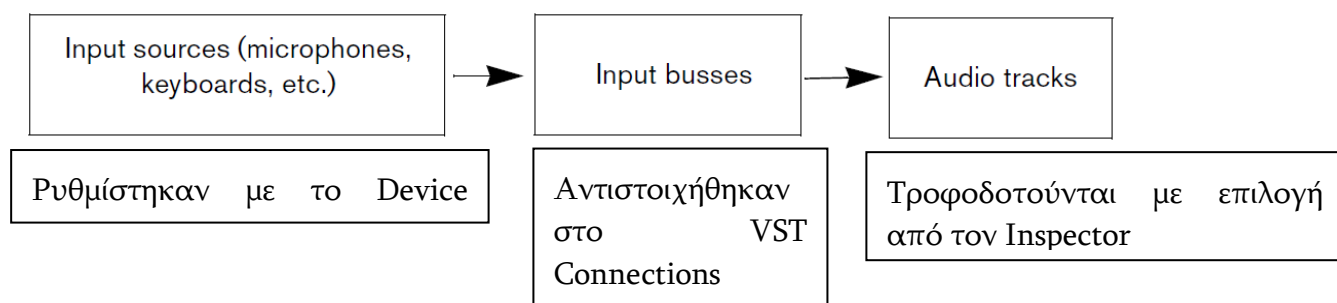
Εδώ βλέπουμε ότι το Cubase έχει ήδη δημιουργήσει ένα (αρχικό) stereo Output Bus. Αυτό μάλιστα προσδιορίζει και το είδος της μίξης που θα κάνουμε (stereo ή Surround).

Εικόνα 17: Μενού “Audio Connections-Inputs” του Cubase Pro διαμορφωμένο

Ωστόσο, είναι απαραίτητο να διευκρινιστεί ότι επειδή έχει επιλεγεί αρχικά ότι το Monitoring θα γίνεται από το Studio Section, δεν πρέπει να ταυτίζεται το Stereo Output Bus με την έξοδο Monitor στην καρτέλα Studio. Αν λοιπόν υπάρχει δεύτερη φυσική έξοδος που να παρέχεται από την κάρτα ήχου και θέλουμε να στείλουμε την έξοδό μας για να ηχογραφηθεί για παράδειγμα σε έναν εξωτερικό εγγραφέα (CD-Recorder, iPod κ.α.), τότε πρέπει να επιλεγεί το πεδίο Audio Device το ASIO driver της κάρτας και στο πεδίο Device Port να δρομολογηθεί το σήμα.

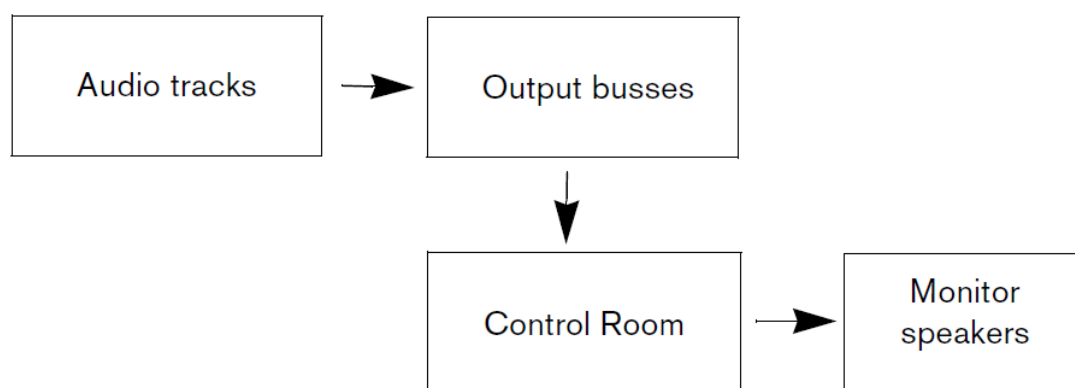
Όλες οι παραπάνω ρυθμίσεις (στο Device Setup & VST Connections) προκύπτουν από τις παρακάτω απεικονίσεις που περιγράφουν τη βασική ροή σημάτων (Signal Flows) στη μηχανή ήχου του Cubase (Σχήμα 1, Σχήμα 2).

#### Είσοδος σήματος για εγγραφή:



Σχήμα 1: Είσοδος σήματος για εγγραφή

#### Έξοδος σήματος από αναπαραγωγή:

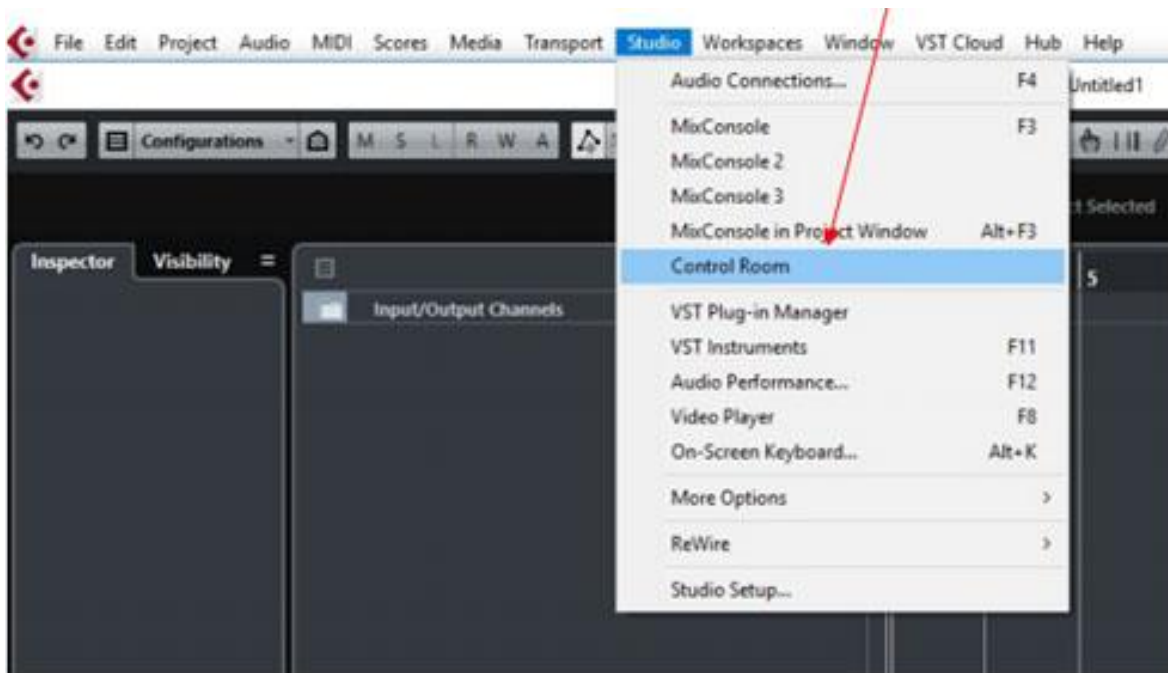


Σχήμα 2: Έξοδος σήματος από αναπαραγωγή

Στο τέλος είναι αναγκαίο να υλοποιηθεί και μια ρύθμιση για να τροφοδοτείται με μετρονόμο το στούντιο που έχει δημιουργηθεί. Πιο συγκεκριμένα, ο χρήστης πρέπει να μεταβεί στη σελίδα Control Room από το menu Studio στην κεντρική

Στην εικόνα που έχει ανοίξει ο χρήστης πρέπει να επιλέξει την καρτέλα Main και από αυτή εμφανίζονται οι ρυθμίσεις του Control Room του Cubase. Έπειτα πρέπει να πατήσει τον διακόπτη click, ο οποίος πρέπει να λάβει μπλε χρώμα (Εικόνα 18). Η ρύθμιση αυτή δρομολογεί την έξοδο ήχου του μετρονόμου στα ηχεία.

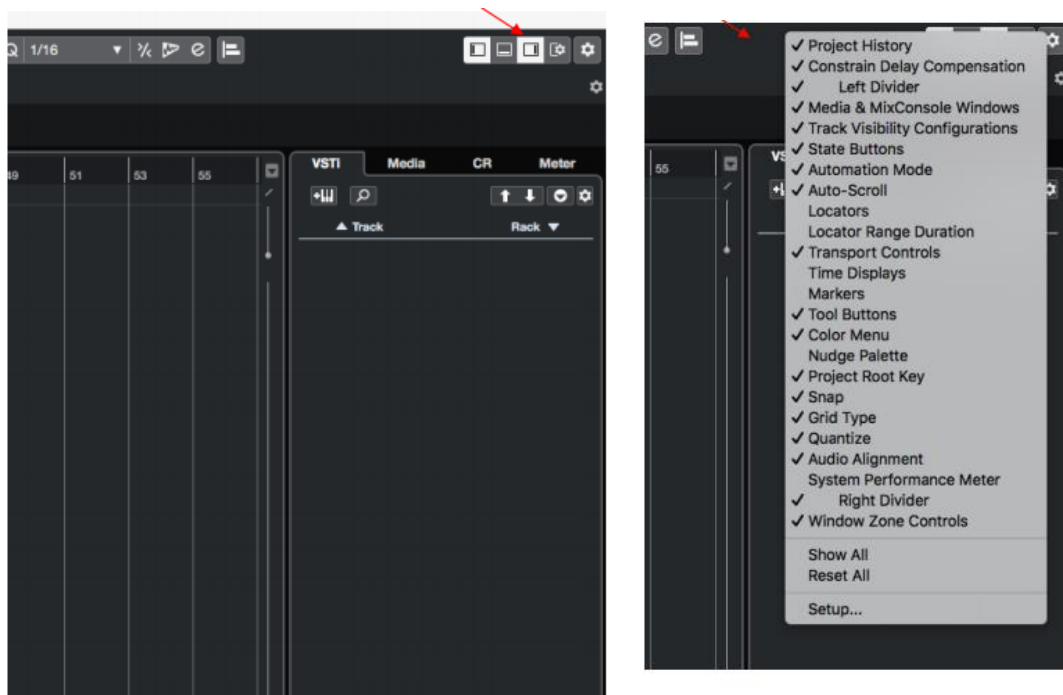




Εικόνα 18: Μενού “Audio Connections-Control Room -CR” του Cubase Pro

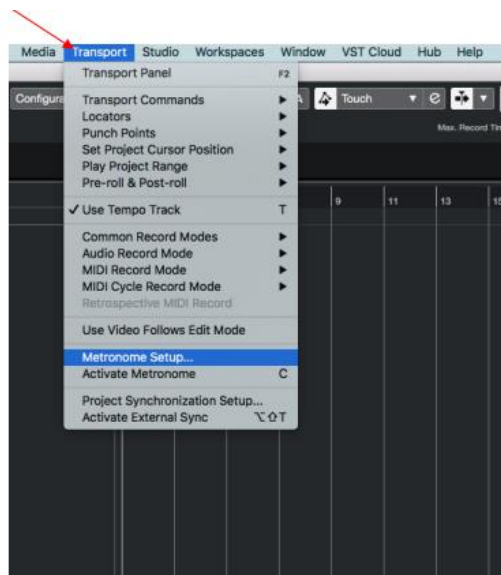
### 3.2.2. Χρήση του Halion Sonic SE του Βασικό VST Instrument (Synthesizer) του Cubase Pro

Βασικό στοιχείο για τη χρήση του Halion Sonic SE αποτελεί η ενεργοποίηση των Racks, από τα οποία στη συνέχεια με την επιλογή του Tool Bar εμφανίζονται διάφορα εργαλεία προς επιλογή (Εικόνα 19).



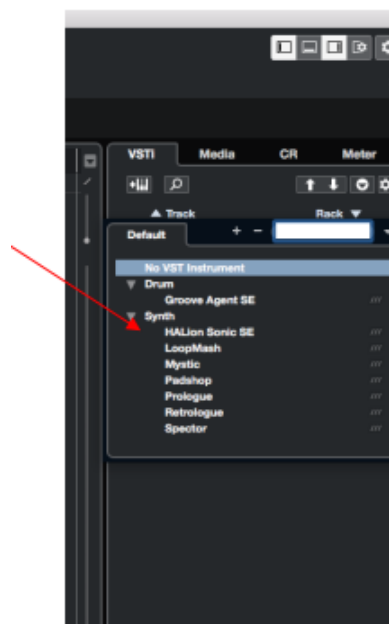
Εικόνα 19: Οθόνη “Tool Bar” του Cubase Pro

Έπειτα στο μενού Transport ρυθμίζεται ο μετρονόμος (Εικόνα 20).



Εικόνα 20: Μενού “Transport” του Cubase Pro

Από το κουμπί των Racks ανοίγει και το Halion Sonic SE, ώστε να ανοίξει η επιλογή στον χρήστη για τη δημιουργία. Με την επιλογή αυτή είναι έτοιμη η μεταφόρτωση των ήχων και η αναζήτηση των ήχων που έχουν δημιουργηθεί ήδη. Με τον τρόπο αυτό δημιουργούνται και αναζητούνται οι ήχοι προς επεξεργασία (Εικόνα 21, Εικόνα 22).



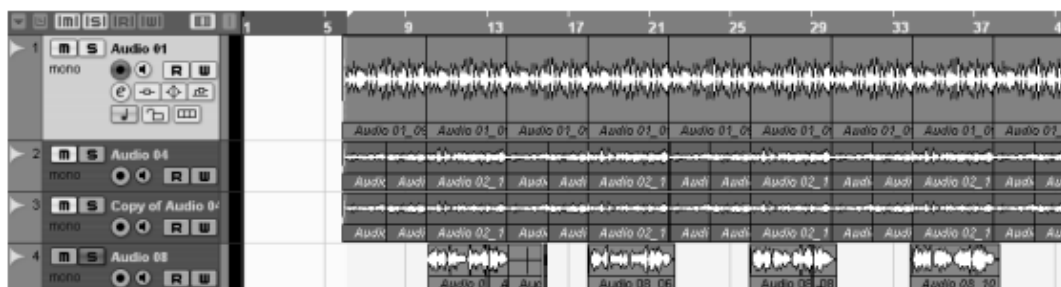
Εικόνα 21: Μενού “VSTI” του CubasePro



Εικόνα 22: Οθόνη “Halion Sonic SE” του Cubase Pro

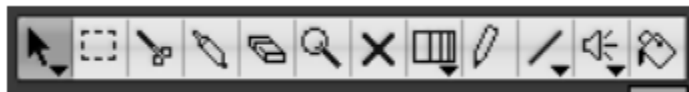
### 3.2.3. Ηχογράφηση μέσω CUBASE

Κατά την έναρξη της ηχογράφησης ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να προσθέσει όλα κανάλια χρειάζεται, τα οποία διαχωρίζονται με βάση τα στοιχεία που επιθυμεί να ηχογραφήσει. Για παράδειγμα τα κανάλια Audio χρησιμοποιούνται για την ηχογράφηση ήχων που προέρχονται από αληθινών οργάνων, τα οποία στη συνέχεια εισέρχονται στην κάρτα ήχου, ενώ τα κανάλια Midi και Instrument χρησιμοποιούνται όταν ο χρήστης επιθυμεί να ηχογραφήσει όργανα Midi και ψηφιακά όργανα που υπάρχουν ήδη μέσα στο λογισμικό. Από το μενού πρέπει να επιλέξει, λοιπόν, εάν επιθυμεί mono ή stereo κανάλι, ανάλογα με τον καταγραφέα ήχου που χρησιμοποιεί. Ιδιαίτερα σημαντικό στοιχείο που χρήζει προσοχής είναι να έχει επιλεγεί το κουμπί της ηχογράφησης, ενώ στην οθόνη παρουσιάζεται το ηχογραφημένο σήμα (Εικόνα 23).



Εικόνα 23: Οθόνη ηχογράφησης του CubasePro

Στο λογισμικό του Cubase το μενού του tool buttons (Εικόνα 24) είναι από τα πιο σημαντικά, καθώς μέσω αυτού πραγματοποιείται η επεξεργασία του ήχου. Πιο συγκεκριμένα, από τις επιλογές που δίνονται στο συγκεκριμένο μέρος υπάρχει η δυνατότητα επιλογής, κοψίματος, σύνθεσης, σβησίματος, εστίασης, σίγασης, σχεδιασμού, χρωματισμού κτλ του ήχου που υπάρχει στο κανάλι που έχει επιλεγεί.



Εικόνα 24: Μενού “Tools Buttons” του Cubase Pro

Από το μενού Inserts δίνεται η δυνατότητα επιλογής εφέ για συνδυασμό με τον ήχο, ενώ υπάρχει μεγάλη ποικιλία εφέ προς επιλογή. Τα εφέ αυτά είτε είναι προεπιλεγμένα από το ίδιο το λογισμικό και παρέχονται με την εγκατάστασή του είτε δύναται να τα κατεβάσει ο χρήστης. Εν συνεχεία, επιλέγεται το Equalizer, για να ετοιμαστούν οι ήχοι και τα εφέ για μιξάρισμα, ενώ έπειτα ενεργοποιείται ο μίκτης για να εξαχθεί ο ήχος που έχει δημιουργηθεί. Από το μενού του Devices, από το οποίο και υλοποιήθηκε το μιξάριμα ο χρήστης έχει τη δυνατότητα να αλλάξει τις εντάσεις του κάθε καναλιού και του ήχου επιλέγοντας το κανάλι που επιθυμεί. Με την ολοκλήρωση του μιξαρίσματος αποθηκεύεται η ηχογράφιση στον υπολογιστή σε μια μορφή επεξεργάσιμη στο μέλλον, ή εξάγεται σε ένα αρχείο ήχου. Με τον ίδιο τρόπο δημιουργούνται διάφορα αρχεία ήχου που αποθηκεύονται στον υπολογιστή και μπορούν να επιλεγούν και να εξαχθούν.

### 3.3. Η σημασία της επεξεργασίας του ήχου

Η επεξεργασία ήχου είναι μια κρίσιμη δεξιότητα για τη δημιουργία περιεχομένου με ποιοτικό ηχητικό επίπεδο, είτε πρόκειται για podcast, συνέντευξη ή διαφήμιση. Με τα σωστά εργαλεία και τεχνικές, μπορεί να δημιουργηθεί ένας επαγγελματικός ήχος, ο οποίος βελτιώνει και το τελικό αποτέλεσμα του έργου. Η διαδικασία της επεξεργασίας είναι απαραίτητη, διότι είναι σε θέση να βελτιώσει το ηχητικό περιεχόμενο, να αφαιρέσει τους θορύβους από το περιβάλλον, να ενισχύσει την ένταση του ήχου που έχει εγγραφεί και να διορθώσει τυχόν λάθη που εμφανίστηκαν κατά την εγγραφή. Επίσης, μέσω της ψηφιακής επεξεργασίας του ήχου και των λογισμικών που έχουν αναπτυχθεί παρέχεται η δυνατότητα ταυτόχρονης και πολλαπλής επεξεργασίας ήχου, η οποία μειώνει τον χρόνο επεξεργασίας και παραγωγής του ήχου, ενώ προσφέρει τη δυνατότητα και του συνδυασμού ήχων.

### 3.4. Τύποι επεξεργασίας ήχου

Οι επεξεργαστές ήχου χρησιμοποιούν μια ποικιλία προγραμμάτων επεξεργασίας για να κάνουν αλλαγές ήχου και ο τύπος λογισμικού που χρησιμοποιείται εξαρτάται από το αποτέλεσμα που πρέπει να δημιουργηθεί. Υπάρχουν τρεις κύριοι τύποι επεξεργασίας ήχου: κοπή, εξασθένηση και μίξη. Η κοπή είναι ο πιο βασικός τύπος επεξεργασίας ήχου, όπου κόβεται ένα αρχείο ήχου, επιλέγεται το τμήμα που συνάδει με το έργο που δημιουργείται και στη συνέχεια το τμήμα που δεν είναι χρήσιμο ή δημιουργεί παρεμβολές αφαιρείται και διαγράφεται. Η διαδικασία αυτή, χρησιμοποιείται συχνά για την αφαίρεση ανεπιθύμητων ενοτήτων από μια εγγραφή, όπως παύσεις ή λάθη. Εν συνεχεία, χρησιμοποιείται και ο τύπος της εξασθένησης του ήχου, με στόχο να εξομαλυνθούν απότομες αλλαγές στην ένταση του ήχου. Για παράδειγμα, εάν υπάρχει μια εγγραφή στην οποία υπάρχει ένας ομιλητής που μιλάει και εμφανιστεί ένα ξαφνικός δυνατός ήχος, μπορεί να χρησιμοποιηθεί η διαδικασία της εξασθένησης και να μειωθεί ο ήχος αυτός σε σημείο που να μην ακούγεται και να μη δημιουργείται πρόβλημα στο τελικό αποτέλεσμα.

Μια άλλη διαδικασία που μπορεί να χρησιμοποιηθεί είναι η μίξη, η οποία μίξη χρησιμοποιείται για τον συνδυασμό πολλών αρχείων ήχου σε ένα. Αυτό χρησιμοποιείται συχνά για τη δημιουργία μουσικής υπόκρουσης σε βίντεο ή podcast. Για παράδειγμα, μπορούν να ενωθούν μέσω της μίξης πολλά κομμάτια και στη συνέχεια να δημιουργηθεί ένας ενιαίος ήχος που συνάδει με το έργο. Για να υλοποιηθεί η μίξη του ήχου υπάρχουν κάποιες συγκεκριμένες παράμετροι που πρέπει να επεξεργαστούν και να ρυθμιστούν. Πιο συγκεκριμένα, χρειάζεται αρχικά, να αποφασιστεί η ένταση των ήχων που εμφανίζονται και να μετρηθεί με βάση το έργο στο οποίο εισάγονται. Για παράδειγμα, άλλη ένταση θα πρέπει να έχει ο ήχος σε ένα μουσικό κομμάτι, όπου ο ήχος πρέπει να είναι αρκετά δυνατός και άλλη ένταση χρειάζεται να έχει η ομιλία σε ένα τμήμα έργου όπου υπάρχουν άνθρωποι που συνομιλούν. Έτσι, ανάλογα με το έργο που καλείται να επιτελέσει ο ρυθμιστής του ήχου πρέπει να επιλέξει και την κατάλληλη ένταση για τη μίξη. Ακόμη, κατά τη διαδικασία της λήψης του ήχου πρέπει να αποφασιστεί και η θέση που θα λάβει κάθε ομιλητής και κάθε μέσο λήψης ήχου, ώστε να καταγραφεί ένας ήχος που μπορεί να επεξεργαστεί αποτελεσματικά και να συνδεθεί με άλλους ήχους. Έτσι, κατά τη διαδικασία της λήψης υλοποιούνται πειραματισμοί, ώστε να βρεθεί η θέση εκείνη που παρέχει καλύτερο ήχο και με λιγότερους εξωτερικούς θορύβους.

Το κούρδισμα οργάνων ή φωνών (pitch correction) είναι ένα από τα πιο δύσκολα κομμάτια στην επεξεργασία του ήχου και είναι ένα θέμα στο οποίο κάποιος πρέπει να εμβαθύνει πολύ προκειμένου να παράξει σοβαρό αποτέλεσμα. Μπορούμε όμως πλέον να δούμε στο ιντερνέτ διάφορα βίντεο για να έχουμε μια εικόνα του πως λειτουργεί και προτείνω γι' αυτό τον παρακάτω σύνδεσμο : <https://youtu.be/guM-f9N0Jrk>

Στη συνέχεια, κατά τη μίξη του ήχου πρέπει να αποφασιστεί και η διαδικασία της ισοστάθμισης του ήχου που θα χρησιμοποιηθεί, καθώς μέσω αυτής κάποιες συχνότητες του ήχου τονίζονται και κάποιες επιλέγεται να εξασθενίσουν. Οι συχνότητες που επιλέγεται να τονιστούν είναι και οι πιο σημαντικές στη διαδικασία της παραγωγής του ήχου, ενώ κατά τη διαδικασία της μίξης εφαρμόζεται και η διαδικασία της συμπίεσης των ήχων, ανάλογα με τη σημαντικότητά τους. Τέλος, αφού υλοποιηθούν όλες οι παραπάνω διαδικασίες, πρέπει να εφαρμοστεί και ο συγχρονισμός του ήχου με την εικόνα, ώστε να συνδυαστεί ο σωστός ήχος με την σωστή εικόνα.

### 3.5. Ψηφιακή Μετάδοση ήχου

Η ψηφιακή μετάδοση ήχου είναι ένα ψηφιακό σύστημα μετάδοσης που χρησιμοποιεί συμπίεση ψηφιακού ήχου για τη μετάδοση σημάτων ήχου μέσω των ραδιοκυμάτων. Σε αντίθεση με την αναλογική μετάδοση του ήχου, η ψηφιακή μετάδοση προσφέρει ήχο υψηλότερης ποιότητας και ευρύτερο φάσμα λειτουργιών. Η ψηφιακή μετάδοση εισήχθη για πρώτη φορά τη δεκαετία του 1980 και έκτοτε έχει υιοθετηθεί από πολλές χώρες σε όλο τον κόσμο, με στόχο τη μετάδοση ποιοτικού ήχου. Το σύστημα χρησιμοποιεί διαφορετική ζώνη συχνοτήτων από το αναλογικό, το οποίο επιτρέπει την αποτελεσματικότερη χρήση των ραδιοκυμάτων και παρέχει μια εμπειρία ήχου υψηλότερης ποιότητας.

Η ψηφιακή μετάδοση λειτουργεί με τη συμπίεση των σημάτων ήχου σε ψηφιακά δεδομένα, τα οποία στη συνέχεια μεταδίδονται μέσω των ραδιοκυμάτων χρησιμοποιώντας ένα σύστημα πολυπλεξίας. Το multiplex είναι ένα ψηφιακό σήμα που περιέχει πολλές διαφορετικές ροές ήχου, μαζί με πληροφορίες προγράμματος και άλλα δεδομένα. Μόλις ληφθεί το ψηφιακό σήμα από έναν δέκτη αποκωδικοποιείται και μετατρέπεται ξανά σε ήχο. Οι ψηφιακοί δέκτες έχουν σχεδιαστεί για να λαμβάνουν το ψηφιακό σήμα και να το αποκωδικοποιούν, επιτρέποντας στους ακροατές να απολαμβάνουν ψηφιακό ήχο υψηλής ποιότητας χωρίς στατικά και παρεμβολές που συχνά συνδέονται με την αναλογική μετάδοση ήχου. Ένα από τα κύρια πλεονεκτήματα της διαδικασίας αυτής είναι η υψηλότερη ποιότητα ήχου που παρέχει, ενώ χρησιμοποιεί διαφορετική ζώνη συχνοτήτων που επιτρέπει την πιο αποτελεσματική χρήση των ραδιοκυμάτων. Αυτό σημαίνει ότι περισσότεροι τηλεοπτικοί αλλά και ραδιοφωνικοί σταθμοί μπορούν να μεταδοθούν χρησιμοποιώντας το ίδιο εύρος ζώνης, το οποίο μπορεί να προσφέρει στους τηλεθεατές και ακροατές ένα ευρύτερο φάσμα επιλογών προγραμματισμού. Ένα άλλο πλεονέκτημα είναι ότι μπορεί να παρέχει καλύτερη κάλυψη σε σχέση με την αναλογική μετάδοση. Ειδικότερα, τα ψηφιακά σήματα επηρεάζονται λιγότερο από παρεμβολές και μπορούν συχνά να ληφθούν σε περιοχές όπου τα αναλογικά σήματα είναι αδύναμα ή ανύπαρκτα. Ωστόσο, η διαδικασία ψηφιακής μετάδοσης του ήχου χρειάζεται να στηρίζεται σε εξειδικευμένους δέκτες, καθώς δεν μπορεί να υποστηριχθεί από τους αναλογικούς δέκτες.

**Τεχνολογίες για τη μετατροπή ψηφιακού τηλεοπτικού ηχητικού σήματος και τη μετάδοση**

---

Η μετάβαση στην ψηφιακή εφαρμογή κατά τη διαδικασία επεξεργασίας του ήχου έχει αρχίσει να γίνεται δημοφιλής τα τελευταία χρόνια. Μέχρι τώρα η τεχνολογία εξακολουθούσε να αναπτύσσεται για να φτάσει στο σημείο όπου ήταν μια εύλογη επιλογή για τη μέση περίπτωση. Η τεχνολογία Ethernet έχει γίνει πανταχού παρούσα κατά τη διάρκεια των τελευταίων ετών χρόνια, λόγω των συνεχών βελτιώσεων στο εύρος ζώνης, της μείωσης του κόστους, αλλά και τη μεγαλύτερη δυνατότητα σε επιλογή λειτουργιών, ενώ πλέον υπάρχει και μεγαλύτερη εξοικείωση με την τεχνολογία, η οποία παρέχει τη δυνατότητα αξιοποίησης των ψηφιακών λειτουργιών σε μεγάλο πλήθος διαδικασιών[21]. Ωστόσο, η χρήση των ψηφιακών συστημάτων για τον ήχο στηρίζεται σε συγκεκριμένα πρωτόκολλα, τα οποία καθορίζουν τον τρόπο παραγωγής, επεξεργασίας και μετάδοσης του ήχου, αλλά και των επαγγελματικών συστημάτων ήχου που χρειάζεται να χρησιμοποιούνται. Αυτά τα συστήματα μπορούν να αποτελούνται βασικά από συνδέσεις μεταξύ εξοπλισμού ήχου ή ακόμη και να χρησιμοποιηθούν για την υποστήριξη ροής ήχου σε γενική χρήση τοπικά δίκτυα, όπως δίκτυα IP. Τα πιο συχνά πρωτόκολλα για την ψηφιακή επεξεργασία και μετάδοση του ήχου αποτελούν τα CobraNet και Dante[21].

**4.1. Μετάδοση ήχου μέσω Ethernet**

Το Ethernet είναι μια ενσύρματη τεχνολογία τοπικής δικτύωσης (LAN) που χρησιμοποιεί μεταγωγή πακέτων πολύ υψηλής ταχύτητας. Λειτουργεί με πολλά πρωτόκολλα για να εξασφαλίσει μια αξιόπιστη, ασφαλή και γρήγορη μετάδοση δεδομένα. Το Ethernet εφευρέθηκε στα μέσα της δεκαετίας του '70 από τον Robert Metcalfe, και βασίστηκε σε ένα προηγούμενο πείραμα δικτύωσης που ονομάζεται ALOHAnet. Ο Metcalfe οδηγήθηκε από την παρόρμηση να βελτιώσει την αποτελεσματικότητα του ALOHAnet, δηλαδή να μεγιστοποιήσει τη χρήση της διαθέσιμης χωρητικότητας για μετάδοση δεδομένων, και το έκανε με την εφεύρεση του πρωτοκόλλου μεσαίας πρόσβασης Carrier-Sense[21]. Ο αρχικός ρυθμός μετάδοσης του ηχητικού σήματος στο πρώτο πείραμα Ethernet ήταν αυτό των 2,94 Mbit/s, ενώ αργότερα αναβαθμίστηκε σε 10 Mbit/s.

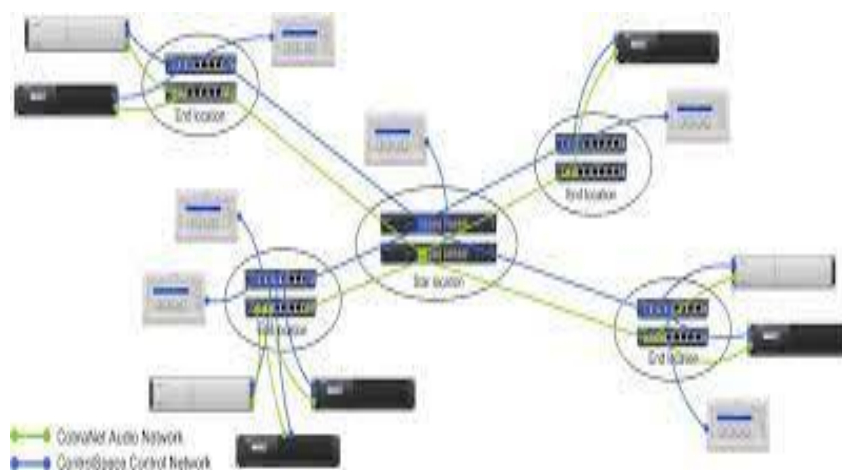
Το Ethernet εν τω μεταξύ εξελίχθηκε για να παρέχει υψηλότερο εύρος ζώνης και ποικίλα φυσικά μέσα βελτιωμένου ελέγχου. Παρουσιάστηκε επίσης φυσική αλλαγή σε ότι αφορά τις συνδέσεις και με την εισαγωγή του switch του δικτυου. Όλα αυτά είχαν ως αποτέλεσμα το τρέχον Ethernet με δυνατότητα μεταφοράς έως και 400 Gbit/s



(TerabitEthernet) που χρησιμοποιούν καλώδια συνεστραμμένου ζεύγους ή ίνα οπτική αντί για την αρχική σύνδεση μέσω ενός κοινόχρηστου ομοαξονικού καλωδίου[21], [22]. Η μεταφορά ήχου καθαρά μέσω Ethernet, αν και εξετάζεται ως μια βιώσιμη και ιδιαίτερα αποτελεσματική πρακτική, ακόμα πρέπει να ανταποκρίνεται σε δύσκολες απαιτήσεις, κυρίως σε ότι αφορά την καθυστέρηση και την αξιοπιστία. Ο ήχος πρέπει να λαμβάνεται σε πραγματικό χρόνο και με φυσικό τρόπο, ενώ κρίνεται απαραίτητο παράγοντες, όπως η καθυστέρηση και οι παρεμβολές στο σήμα να διαχειρίζονται, ώστε να δημιουργείται εν τέλει ένα ποιοτικό ηχητικό σήμα. Για την αξιοπιστία του σήματος και την ποιοτική υποστήριξη του έχουν δημιουργηθεί κάποια πρωτόκολλα που χρειάζεται να εφαρμόζονται για να αυξάνεται και η αξιοπιστία των ψηφιακών λειτουργιών που χρησιμοποιούνται[23].

## 4.2. Πρωτόκολλο CobraNet

Το CobraNet είναι ένας συνδυασμός λογισμικού, υλικού και πρωτοκόλλου δικτύου που επιτρέπει τη διανομή πολλών καναλιών ψηφιακού ήχου υψηλής ποιότητας σε πραγματικό χρόνο μέσω δικτύου Ethernet [24]. Ευρέως θεωρείται ως η πρώτη εμπορικά επιτυχημένη εφαρμογή ήχου μέσω Ethernet και επικεντρώνεται στη λήψη, επεξεργασία και μετάδοση σε μεγάλες εμπορικές εγκαταστάσεις ήχου, που αποτελούν εναλλακτική λύση στον αναλογικό ήχο, καθώς σε τέτοιες περιπτώσεις ο αναλογικός ήχος χάνει και δεν είναι σε θέση να παράσχει αποτελέσματα υψηλής ποιότητας. Με τη χρήση ψηφιακής πολυπλεξίας που διαθέτει το CobraNet, αποτελεί μια λύση που επιτρέπει λιγότερη καλωδίωση από ότι ο αναλογικός ήχος και μπορεί να υποστηρίξει έως και 128 κανάλια ήχου των 48 kHz, ήχο 20 bit σε μια μόνο πλήρη αμφίδρομη σύνδεση 100 Mbit. Αυτά τα πλεονεκτήματα έναντι του αναλογικού ήχου είναι, στην πραγματικότητα η κύρια διαφορά όλων των δικτύων ψηφιακού ήχου[21], [22]. Η μετάδοση στο CobraNet γίνεται από δεδομένα οργανωμένα σε κανάλια και πακέτα.



Εικόνα 25: CobraNet

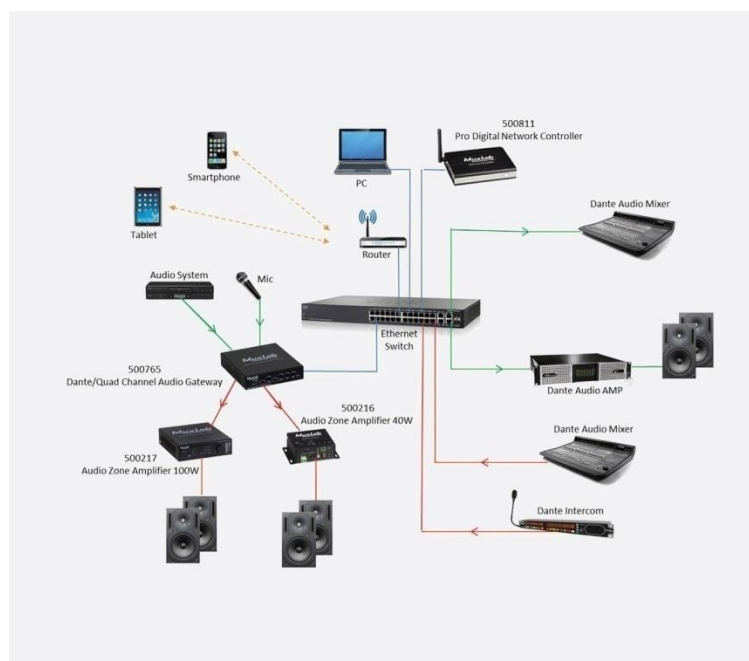
Οι δέσμες που διαθέτει αποτελούνται από 1 έως και 8 κανάλια των 48 kHz, ήχο 20 bit και υπάρχουν συνολικά 8 πακέτα ανά συσκευή (4 δέσμες ήχου προς κάθε κατεύθυνση). Υπάρχει, ωστόσο, κάποια επεκτασιμότητα, εάν τα κανάλια ήχου 16-bit χρησιμοποιούνται αντί αυτού, ο συνολικός αριθμός των διαθέσιμων καναλιών αυξάνεται και με κανάλια ήχου 24-bit αυτός ο αριθμός μειώνεται. Ο αριθμός των επιτρεπόμενων καναλιών ανά πακέτο περιορίζεται στα 1500 byte, η οποία και αποτελεί τη μέγιστη μονάδα μετάδοσης Ethernet (MTU)[21].

Τα πακέτα που διαθέτει διακρίνονται στους τρεις τύπους, τα multicast, τα unicast και τα private. Τα multicast πακέτα αποστέλλονται με τον τρόπο εκπομπής, με μεγαλύτερη ένταση εύρους ζώνης. Τα πακέτα unicast αποστέλλονται μόνο στους παραλήπτες που έχουν ρυθμιστεί να τα λαμβάνουν. Τα private πακέτα μπορούν να αντιμετωπιστούν ως οποιοδήποτε από τα προηγούμενα πακέτα, αν και έχει αντιστοιχιστεί με τη διεύθυνση MAC του πομπού. Στη συνέχεια, το CobraNet συγχρονίζεται σε μια μεμονωμένη συσκευή στο δίκτυο μεταγωγής που ονομάζεται αγωγός, εκπέμπει τακτικά πακέτα beat στο δίκτυο, ώστε άλλες συσκευές να μπορούν να κλειδώσουν επάνω στη συσκευή αυτή. Αν το ο αγωγός αποτύχει, μια άλλη συσκευή CobraNet θα αναλάβει τα καθήκοντα του αγωγού. Η μετάβαση επιτυγχάνεται μέσα σε χιλιοστά του δευτερολέπτου[25]. Ωστόσο, το CobraNet δεν μπορεί να παραδώσει δεδομένα ήχου απουσία αγωγού, ενώ όσον αφορά τον αριθμό των συσκευών μετάδοσης που υποστηρίζονται από το CobraNet, υπάρχουν δύο περιορισμοί. Πιο συγκεκριμένα, ο πρώτος περιορισμός που διαπιστώνεται σχετίζεται με το εύρος ζώνης δικτύου και χωρητικότητας του αγωγού και την ικανότητά του να παρέχει άδεια για πολλούς ενεργούς πομπούς σε πακέτο μέγιστου μήκους 1500 byte. Από την άλλη μεριά χρησιμοποιώντας unicast πακέτα δεν υπάρχει σχεδόν κανένα όριο πομπών. Στο άκρο λήψης δεν υπάρχει όριο συσκευών επειδή υπάρχουν ένας αριθμός δεκτών μπορεί να ακούσει μια δέσμη πολλαπλών εκπομπών χωρίς τη χρήση πρόσθετου δικτύου, πομπού ή πόρους αγωγού[24].

Αν και το CobraNet φαίνεται σαν μια σταθερή λύση για δίκτυα εναλλαγής ήχου, εξακολουθεί να προσφέρει μια καθυστέρηση που μπορεί να δυσκολέψει ορισμένες εφαρμογές. Η ελάχιστη προσφερόμενη καθυστέρηση είναι 43 χιλιοστά του δευτερολέπτου και λαμβάνεται με μικρότερα πακέτα που σημαίνουν υψηλότερη ζήτηση επεξεργασίας, η οποία μπορεί να μειώσει την ποιότητα της υπηρεσίας. Για παράδειγμα, μπορούν να σταλούν οκτώ κανάλια 24-bit, 96 kHz ένα πακέτο με καθυστέρηση 43 ms, αλλά η συσκευή CobraNet μπορεί να στείλει και να λάβει μόνο μια δέσμη αντί για τέσσερις. Η διαχείριση της καθυστέρησης είναι στην πραγματικότητα ένα από τα πιο δύσκολα καθήκοντα για οποιοδήποτε πρωτόκολλο ήχου μέσω Ethernet και χρειάζεται να λαμβάνεται υπόψη όταν επιλέγεται μια διαδικασία που στηρίζεται σε αυτόν τον τρόπο[24][25].

### 4.3. Πρωτόκολλο Dante

Το σύστημα Dante, που αναπτύχθηκε από την αυστραλιανή εταιρεία Audinate, λειτουργεί σε τυπικά δίκτυα πληροφορικής και στηρίζεται σε σήματα που πολυπλέκονται μέσω καλωδίων CAT5e ή CAT6 για δίκτυα μόνο 1 Gbps και οπτικών ινών. Το πρωτόκολλο διαθέτει επίσης συγχρονισμό και χαμηλή καθυστέρηση, ενώ είναι εύχρηστο. Πιο συγκεκριμένα, επειδή το σύστημα βασίζεται σε Ethernet, η εγκατάσταση είναι οικεία σε οποιονδήποτε χρησιμοποιεί συστήματα και προγράμματα δικτύου. Οι ίδιες αρχές για τη ρύθμιση ενός οικιακού δικτύου για πρόσβαση στο Διαδίκτυο ισχύουν και στη διαδικασία ενός δικτύου Dante, όπου επιλέγεται να συνδεθούν οι συσκευές σε έναν διανομέα (switch) Ethernet, συνδέεται ένας υπολογιστής στο δίκτυο και χρησιμοποιείται η εφαρμογή Dante Controller για να ανακαλύψει, να εμφανίσει συσκευές δρομολόγησης. Επίσης, είναι απαραίτητο να αναφερθεί ότι το Dante μπορεί να χρησιμοποιήσει τον υπολογιστή ως κάρτα ήχου (dante virtual soundcard), γεγονός που καθιστά εύκολη την ενσωμάτωση λογισμικού εικονικού στούντιο με το σύστημα Dante. Αυτό σημαίνει επίσης, ότι μέσω της συγκεκριμένης διαδικασίας δύναται να μεταφερθεί και να μεταδοθεί ηχητικό σήμα σε ευρεία εμβέλεια (Εικόνα 26).



Εικόνα 26: Dante

Ανάλογο με το CobraNet, το Dante είναι ένας συνδυασμός λογισμικού, υλικού και πρωτοκόλλων δικτύου που παρέχει ασυμπίεστο, πολυκαναλικό ψηφιακό ήχο, ο οποίος εμφανίζει πολύ μικρή καθυστέρηση. Ο ήχος επεξεργάζεται και μεταδίδεται μέσω Ethernet με τη διαφορά ότι το κάνει χρησιμοποιώντας πακέτα IP, με αποτέλεσμα να αποτελεί ένα εργαλείο IP/Ethernet[26]. Το Dante είναι ένα από τα πιο δημοφιλή

πρωτόκολλα δικτύωσης ήχου αυτή τη στιγμή. Η μεγάλη δημοτικότητα του συστήματος σχετίζεται με την ευκολία της ρύθμισης, της διαμόρφωσης και της διαχείρισης που διαθέτει, ενώ ένα ακόμη πλεονέκτημά του, αποτελεί το χαμηλό κόστος παραγωγής ήχου που διαθέτει σε σύγκριση με τα συστήματα αναλογικού ήχου. Στο σύστημα αυτό δύνανται να συνδεθούν πάρα πολλές ηχητικές πηγές και να μεταδοθεί με μεγάλη ευκρίνεια ο ήχος. Ωστόσο, το Dante, συχνά δεν λειτουργεί καλά με την παρουσία άλλης κίνησης δικτύου, ενώ απαιτούνται και πρόσθετες δεξιότητες για την εφαρμογή σε πολύ μεγάλα δίκτυα. Έτσι, μέχρι και σήμερα αποτελεί ένα πολύ καλό εργαλείο αλλά δεν έχει ακόμη αναγνωριστεί ως ένα de facto πρότυπο για δικτύωση ήχου (Archwave).

Η χρήση του συστήματος Dante για την παραγωγή και μετάδοση ήχου έχει πολύ καλύτερα αποτελέσματα σε σύγκριση με το CobraNet. Πιο συγκεκριμένα, ο ήχος που παράγεται από το Dante είναι χωρίς απώλειες 24 ή 32 bit και οι ρυθμοί δειγματοληψίας που υποστηρίζονται κυμαίνονται από 44,1 kHz έως 192 kHz. Ακόμη, παρέχει καθυστέρηση 150 μsec και επιτρέπει χωρητικότητα 1024 αμφίδρομων καναλιών ανά σύνδεσμο, ενώ υπάρχει και ιδιαίτερα αποτελεσματικός συγχρονισμός με τις εξωτερικές πηγές[26].

Δεδομένου ότι το Dante αποτελεί ένα σύστημα που στηρίζεται στη χρήση δικτύου κρίνεται αναγκαία η χρήση δικτύου Ethernet. Η απαίτηση για switch, ποικίλλει ανάλογα με τη χρήση που γίνεται στο σύστημα. Το Dante έχει σχεδιαστεί για να είναι εύκολο στη χρήση και να βασίζεται στα πρότυπα για την παραγωγή και μετάδοση ψηφιακού ήχου όσο το δυνατόν περισσότερο. Για τον λόγο αυτό δεν χρειάζονται ειδικά switches για ένα δίκτυο συμβατό με το Dante (ST, UM0892). Οι συσκευές Dante χρησιμοποιούν διευθύνσεις DHCP από προεπιλογή, αλλά ορισμένες υποστηρίζουν στατικές διευθύνσεις IP. Αλλά όλα αυτά είναι τυπικές λειτουργίες που βρίσκονται στα switches. Εάν ένα switch έχει τα τυπικά standards, τότε το Dante είναι σε θέση να λειτουργήσει και πάλι αποτελεσματικά, ωστόσο, δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί όταν δεν υπάρχει σταθερή σύνδεση. Έτσι, ένα βασικό του μειονέκτημα σχετίζεται με την αδυναμία χρήσης του σε ασύρματο δίκτυο. Αν και είναι τεχνικά δυνατό να εφαρμοστεί και σε ασύρματο δίκτυο, ο ήχος που παράγεται δεν είναι αξιόπιστος και δεν συνάδει με την ποιότητα που αποσκοπεί να έχει ο ψηφιακός ήχος. Το Dante Controller είναι λογισμικό που χρησιμοποιείται για τη δρομολόγηση και την παρακολούθηση του δικτύου Dante με διάφορους τρόπους [27].

Άλλα χαρακτηριστικά που διαθέτει το συγκεκριμένο σύστημα, αφορούν τις λειτουργίες που διαθέτει, οι οποίες μειώνουν σημαντικά τις καθυστερήσεις, ενώ όταν αυτές εμφανιστούν διαθέτει κάποιες συγκεκριμένες ρυθμίσεις που βελτιώνουν την αποδοτικότητά τους. Για παράδειγμα, η ζωντανή μετάδοση δεν χρειάζεται τόσο καλή ποιότητα όσο η εγγραφή για χρήση αργότερα. Η καθυστέρηση είναι επίσης συνεπής και δεν παρουσιάζει διακυμάνσεις εφόσον δεν έχει ρυθμιστεί πολύ χαμηλά, με αποτέλεσμα τα πακέτα ήχου να μην μπορούν να επιτύχουν αυτήν την απαίτηση στη δημιουργία δικτύου εμφανίζονται δυσλειτουργίες. Το όριο για αυτό εξαρτάται από το μέγεθος του δικτύου[28]. Τέλος, το σύστημα Dante έχει έναν περιορισμό για ορισμένες τοπολογίες. Πιο συγκεκριμένα, οι συσκευές Dante δεν μπορούν να μπουν σε διαφορετικά υποδίκτυα

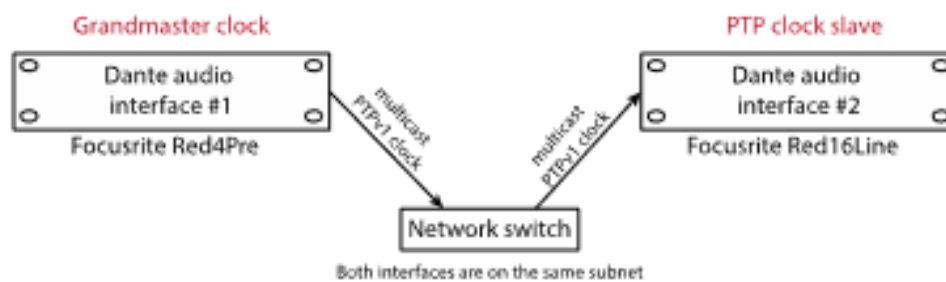
όσον αφορά οποιαδήποτε απομακρυσμένη πρακτική λύση[29]. Οι προεπιλογές είναι, επίσης, αποθηκευμένες διαμορφώσεις που είναι δυνατό να αντιγραφούν σε άλλες συσκευές ή απλώς να διατηρηθούν ως αντίγραφο ασφαλείας και να δοκιμαστούν διαφορετικές ρυθμίσεις[27].

### 4.3.1. Εφαρμογές του Πρωτόκολλου Dante

Για σχεδόν δύο δεκαετίες, η δικτυωμένη έρευνα ήχου με χρήση jacktrip έχει δείξει ότι η πολυκαναλική σύνδεση είναι πιο αποτελεσματική. Σε έρευνα που έγινε [30] χρησιμοποιήθηκε το πρωτόκολλο Dante για την επεξεργασία του ήχου μέσω απόστασης, με στόχο να επιλύσουν τα προβλήματα που προκαλούνται από την απόσταση στην επεξεργασία και την απόδοση ποιοτικού ήχου. Η μείωση της ποιότητας του ήχου σχετιζόταν με την έλλειψη συγχρονισμού μεταξύ εκπομπής και λήψης ήχου και το πρωτόκολλο Dante αξιοποιήθηκε για να μειωθεί η έλλειψη του συγχρονισμού. Αρχικά στην έρευνα χρησιμοποιήθηκε GPS για jacktrip και, στη συνέχεια, χρησιμοποιήθηκε εξοπλισμός Dante και Dante Domain Manager για το πρώτο Dante μεγάλων αποστάσεων στον κόσμο ήχος μέσω τυπικών ακαδημαϊκών δικτύων. Το jacktrip στο οποίο και στηρίχθηκε η έρευνα είναι ένα σύστημα ήχου πολλαπλών μηχανών Windows χρησιμοποιείται για την εκτέλεση μουσικής δικτύου πάνω στο διαδίκτυο. Διαθέτει ασυμπίεστο ήχο, ο οποίος μεταδίδεται αμφίδρομα με ελάχιστη καθυστέρηση μεταξύ των συνδεδεμένων μηχανημάτων που χρησιμοποιούν Dante. Ο ήχος που παράγεται μπορεί να είναι πολυκάναλος με πολύ μεγάλο αριθμό καναλιών, ενώ οι συνδέσεις πολλών τοποθεσιών υποστηρίζονται με διάφορους τρόπους, όπως hub και peer-to-peer λειτουργία. Η βασική χρήση του jacktrip είναι μέσω λειτουργίας γραμμής εντολών και είναι ένα δωρεάν πρόγραμμα ανοιχτού κώδικα που συντάχθηκε από τους ChrisChafe και JuanPabloCaceres στο πανεπιστήμιο του Στάφορντ. Στόχος αυτού του έργου ήταν η επίτευξη χαμηλούς κόστους συγχρονισμού, και για τον λόγο αυτό χρησιμοποιήθηκαν μονάδες χρονισμού GPS γενικής χρήσης και τροποποιήθηκε μια οικονομική διεπαφή ήχου USB, ενώ προστέθηκε και ένα word clock για να μετράται ο χρόνος εκπομπής και λήψης του ήχου και να διερευνώνται τυχόν καθυστερήσεις σε αυτόν.

Αφού υλοποιήθηκαν πειράματα για τη λειτουργία και τη μέτρηση του συγχρονισμού του jacktrip και διαπιστώθηκε ότι υπήρχαν καθυστερήσεις στην εκπομπή του ήχου μέσω της χρήσης των ρολογιών που είχαν προσθέσει, οι ερευνητές χρησιμοποίησαν τη δικτύωση μέσω του Dante της Audinate τεχνολογίας, που χρησιμοποιεί την έκδοση του 2002 του Πρωτόκολλου χρόνου ακριβείας IEEE1588 για την επίτευξη της λειτουργίας word clock με στόχο τον συγχρονισμό μεταξύ συσκευών σε τοπικό δίκτυο. Στην Εικόνα 27 παρουσιάζεται ο συγχρονισμός που βασίζεται σε δίκτυο ροής σε ένα τυπικό σύστημα Dante, όπου συσκευές έχουν διευθύνσεις IP στο ίδιο υποδίκτυο. Από τις συσκευές που έχουν αξιοποιηθεί η μία έχει επιλεγεί ως

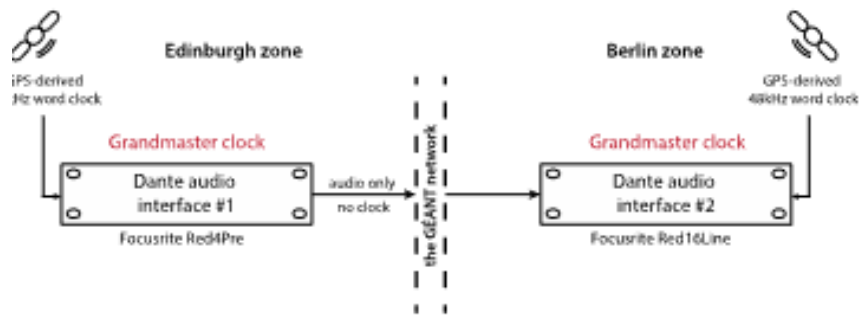
βασική/κεντρική συσκευή (Grandmaster) και οι άλλες ως δευτερεύουσες (slave συσκευές Dante).



Εικόνα 27: Συγχρονισμός συσκευών με Dante στο ίδιο υποδίκτυο

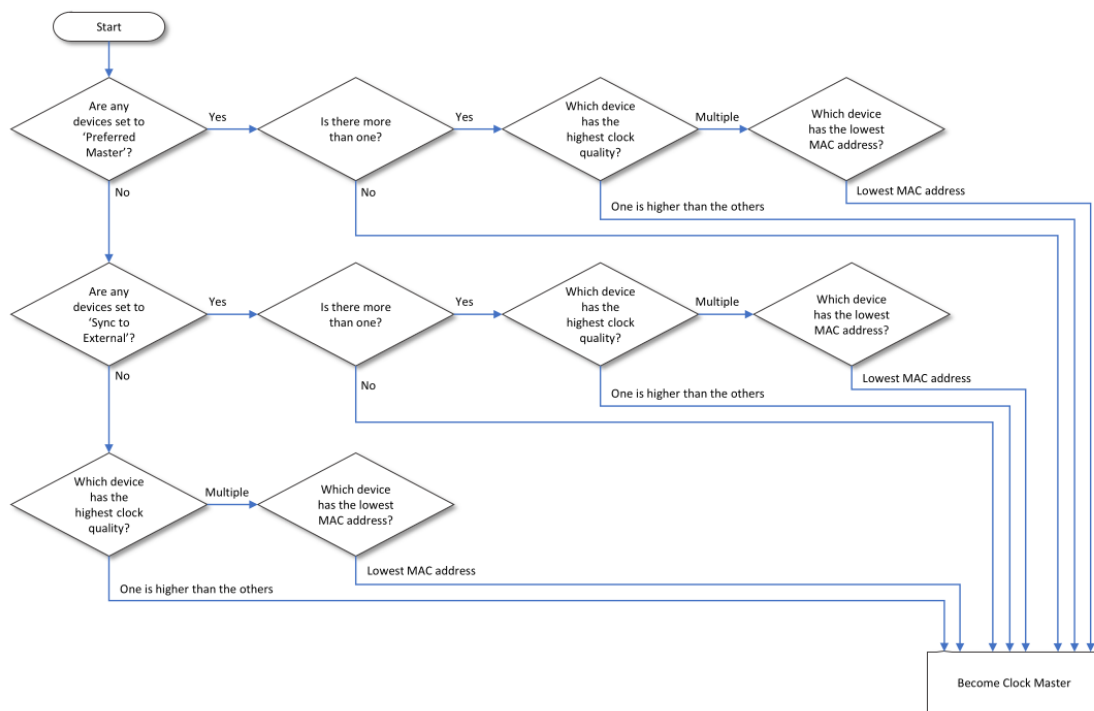
Για την παραπάνω εφαρμογή με στόχο τον συγχρονισμό του ήχου σε μεγάλες αποστάσεις εμφανίζονται δύο εμπόδια. Αρχικά, το switch του δικτύου που χρησιμοποιείται περιορίζει τα μηνύματα πολλαπλής εκπομπής μέσα σε ένα υποδίκτυο, με αποτέλεσμα τα μηνύματα αυτά να μην μπορούν να μεταβιβαστούν σε μια απομακρυσμένη τοποθεσία. Το δεύτερο εμπόδιο αφορά το ίδιο το jitter του δικτύου, το οποίο δύναται να επηρεάσει τον συγχρονισμό του μηχανισμού ρολογιού, με αποτέλεσμα το ρολόι να δυσλειτουργεί και να προκληθεί παύση της λειτουργίας της συσκευής του ήχου και εν τέλει να μην παραχθεί ήχος.

Για να επιλυθούν τα εμπόδια αυτά στη λειτουργία της συσκευής χρησιμοποιήθηκε το πρωτόκολλο Dante. Αρχικά, το πρώτο εμπόδιο μπορεί να αντιμετωπιστεί χρησιμοποιώντας τον Dante Domain Manager (DDM). Το DDM χρησιμοποιεί την προσθήκη οριακού ρολογιού. Το 2008 αναθεωρήθηκε το πρωτόκολλο IEEE1588 (κοινώς γνωστό ως PTPv2) και χρησιμοποιείται ένα ρολόι PTPv2 unicast μηνυμάτων για τη γεφύρωση δύο υποδικτύων. Αν και το unicast PTPv2 δίνει μια λύση εντός ενός κτιρίου ή μιας πανεπιστημιούπολης, τα unicast PTPv2 μηνύματα εξακολουθούν να είναι επιρρεπή στο jitter, σε μια εφαρμογή μεγάλων αποστάσεων. Όσον αφορά το δεύτερο εμπόδιο, το DDM 1.1 επιτρέπει τα υποδίκτυα και τις συσκευές Dante να ανατεθούν γεωγραφικά διαχωρισμένες «ζώνες». Σε κάθε ζώνη, μία συσκευή στο δίκτυο εξάγει το ρολόι της από GPS και λειτουργεί ως Grandmaster ρολόι για αυτό το υποδίκτυο. Αυτή η μέθοδος λειτούργησε με επιτυχία κατά τη διάρκεια της κεντρικής ομιλίας στο συνέδριο Innovation in Music 2019 χρησιμοποιώντας Sonifex AVN-GMCS PTPv2 grandmaster ρολόγια στο Εδιμβούργο και Λονδίνο. Στην Εικόνα 28 δείχνει τη χρήση δύο δεκτών GPS U-Blox για εξωτερικό ρολόι του Dante συσκευών στο Εδιμβούργο και το Βερολίνο.



Εικόνα 28: Χρήση δύο δεκτών GPSU-Blox για εξωτερικό ρολόι του Dante συσκευών

Η έρευνα που παρουσιάστηκε καταδεικνύει ότι το σύστημα jacktrip και το πρωτόκολλο Dante είναι σε θέση να συγχρονίσουν σε μεγάλες αποστάσεις με χρήση συσκευών χαμηλού κόστους, με word clock που προέρχεται από GPS και μέσα από τα ακαδημαϊκά δίκτυα Janet/Géant. Μάλιστα, το πρωτόκολλο Dante επιλύει σημαντικά τα προβλήματα συγχρονισμού του ήχου και είναι σε θέση να συμβάλει στη δημιουργία ενός ποιοτικού ήχου (Εικόνα 29).



Εικόνα 29: Αυτόματο σύστημα εκλογής master clock

Η ταχεία πρόοδος της βιομηχανίας πληροφορικής είχε ως αποτέλεσμα σημαντικές αλλαγές ιδιαίτερα στη διαμόρφωση ηχοσυστημάτων με στόχο να δημιουργηθούν πρωτοκόλλου διαδικτύου (AoIP) που βασίζεται σε δίκτυο. Η ζώνη

πολλαπλών καλωδίων έχει αναγνωριστεί ότι διαθέτει σημαντικά πλεονεκτήματα ως προς το κόστος εγκατάστασης, ενώ ο τελικός ήχος που παράγεται είναι ποιοτικός και δεν έχει παραμορφώσεις. Ωστόσο, η συγκεκριμένη τεχνολογία δεν μπορεί να ελέγξει τα χαρακτηριστικά σήματος ήχου κάθε συσκευής και μπορεί να μεταδώσει μόνο πολλαπλά ηχητικά σήματα μέσω δικτύου. Στην έρευνα που έγινε [31] σχετικά με τα παραπάνω με στόχο να ανευρεθεί ένα δίκτυο με μικρό κόστος και αποτελεσματικό στην παραγωγή ποιοτικού ήχου, όταν τα δίκτυα τα οποία συνεργάζονται είναι απομακρυσμένα και η απόσταση αυτή δύναται να μειώσει την ποιότητα του ήχου. Στην έρευνά τους χρησιμοποιήθηκαν διάφορα πρωτόκολλα και το πρωτόκολλο Dante αναδείχθηκε σε ένα ιδιαίτερα αποτελεσματικό σύστημα με μικρό κόστος.

Το πρωτόκολλο Dante αποτελεί ένα σύστημα, του οποίου η διαμόρφωση του συστήματος ήχου παραμένει κατά βάση αμετάβλητη, ενώ μόνο με τη μερική αντικατάσταση του MSC με το καλώδιο LAN τα συστήματα ήχου που στηρίζονται στο συγκεκριμένο πρωτόκολλο είναι σε θέση να εκμεταλλευτούν την τεχνολογία AoIP. Ωστόσο, είναι ιδιαίτερα σημαντικό να εξετάζεται και η επιτυχία του συστήματος όταν υπάρχει απόσταση και η απόδοση του σήματος όταν υφίσταται απόσταση μεταξύ των πηγών ήχου και του καταγραφέα αυτού. Μέσω του συγκεκριμένου πρωτοκόλλου είναι σε θέση να εξεταστεί το εκάστοτε σύστημα και η αποδοτικότητά του όταν υπάρχει απόσταση [32], [33], [34], [35]. Για παράδειγμα όταν υπάρχει σημαντική απόσταση μεταξύ της πηγής του ήχου και του καταγραφέα του, υπάρχει μεγάλη πιθανότητα να μην μπορέσει να συγχρονιστεί ο ήχος με την εικόνα, με αποτέλεσμα να υπάρχει μια δυσαναλογία στο τελικό αποτέλεσμα. Μέσω του πρωτοκόλλου Dante και πιο συγκεκριμένα του Dante Domain Manager μπορεί να αντιμετωπιστεί το εμπόδιο αυτό, καθώς διαθέτει λύσεις για τον συγχρονισμό του ήχου όταν υπάρχει μεγάλη απόσταση. Έτσι, όταν τα δίκτυα ή υποδίκτυα παραγωγής του ήχου έχουν μεταξύ τους γεωγραφική απόσταση και κινδυνεύει να χαθεί η ποιότητα του ήχου, να αλλοιωθεί η απόδοσή του ή να μη συγχρονιστεί με την εικόνα που συνδέεται, το πρωτόκολλο Dante παρέχει τη δυνατότητα συγχρονισμού και ποιοτικού ήχου.

Η επιτυχία του συστήματος Dante να παράγει ποιοτικό ήχο ακόμα και όταν υπάρχει απόσταση στηρίζεται στα καλώδια που χρησιμοποιεί, τα οποία παρέχουν τη δυνατότητα στους μείκτες ήχου να προσλαμβάνουν και να επεξεργάζονται τους ήχους, στέλνοντας τα σήματα μέσω του δικτύου. Τα σήματα αυτά στη συνέχεια είναι σε θέση να λάβουν αποτελεσματική και ποιοτική επεξεργασία και η τελική παραγωγή τους να είναι αποδοτική, αλλά και σύγχρονη με την εικόνα που συνδέονται [33].



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Εγγραφή πολυκάναλου ήχου σε μουσική εκπομπή

---

Οι πιο πολύπλοκες εφαρμογές ήχου στην τηλεόραση είναι οι μουσικές εκπομπές και κυρίως η εγγραφή πολυκάναλου ήχου. Παρακάτω θα Το πειραματικό μέρος της εργασίας αυτής, θα γίνει στα πλαίσια μιας μουσικής τηλεοπτικής εκπομπής στην οποία θα γίνεται πολυκάναλη εγγραφή ήχου συνεχώς και μάλιστα για λόγους ευκολίας στο post production, θα γίνει ξεχωριστά η εγγραφή της πρόζας, δηλαδή των συνομιλιών μεταξύ των καλεσμένων, και ξεχωριστά το μουσικό μέρος. Στις εν λόγω μουσικές εκπομπές, για το κομμάτι της πρόζας χρησιμοποιούνται μικρόφωνα πέτου (lavaliere) ενώ το μουσικό μέρος που έχει και το μεγαλύτερο όγκο δουλειάς, θα αναλυθεί περαιτέρω στο κομμάτι της υλοποίησης.

Ταυτόχρονα με την εγγραφή θα πρέπει να ολοκληρωθούν τα κάτωθι:

- α) οι μουσικοί να μπορούν να ακούν στα αυτιά τους τις διαφορετικές μίξεις όπως αυτοί επιθυμούν
- β) οι τραγουδιστές να μπορούν να έχουν διαφορετικές μίξεις στα αυτιά τους (in ear monitor) ή στα monitor που είναι μπροστά τους
- γ) να γίνει εγγραφή σε δυο ή τρεις διαφορετικές μίξεις με διαφορετικά χαρακτηριστικά, τα οποία θα εξηγήσουμε στην πορεία, για λόγους που θα μας διευκολύνουν στη μετέπειτα επεξεργασία των σημάτων

Από την παραπάνω περιγραφή συμπεραίνεται ότι για την πραγματοποίηση του εν λόγω εγχειρήματος με αναλογικό τρόπο θα έπρεπε να υπάρχει μια κονσόλα η οποία θα μπορεί να διαχειρισθεί τουλάχιστον 24 διαφορετικές μίξεις καθώς θα πρέπει να υπολογίσουμε και τα διάφορα effect που θα χρησιμοποιηθούν. Επιπρόσθετα δεν πρέπει να παραλειφθεί το γεγονός ότι θα πρέπει να χρησιμοποιηθούν ένα ολόκληρο rack από equalizers και αρκετές μονάδες effect. Σημειώνεται ότι το πλήθος των καλωδίων που θα χρειαζόταν, προκαλεί πονοκέφαλο, ακόμα και στον πιο έμπειρο τεχνικό ήχου, πόσο μάλλον όταν αυτό χρειάζεται να στήνεται και να ξεσπώνεται καθώς στο ίδιο στούντιο, φιλοξενούνται και άλλες εκπομπές με διαφορετικές απαιτήσεις και λογική (Εικόνα 30)



Εικόνα 30: Μια αναλογική προσέγγιση του εγχειρήματος

Συμπερασματικά, το σύνολο των αναγκών που παρουσιάστηκαν παραπάνω μας οδηγούν υποχρεωτικά στη χρήση ψηφιακής κονσόλας μίξης και ψηφιακών πρωτοκόλλων διαχείρισης των ηχητικών πηγών (dante) στο μέγιστο δυνατό βαθμό που μπορεί να επιτευχθεί. Έτσι όλες οι αναλογικές πηγές (mikρόφωνα, όργανα) που χρειάζονται θα οδηγηθούν με καλώδια XLR στην κονσόλα ενώ αυτές που έχουν τη δυνατότητα μεταφοράς μέσω ψηφιακού πρωτοκόλλου θα μεταφερθούν ψηφιακά στην κονσόλα και από εκεί θα γίνει η κεντρική διαχείριση και το routing των πηγών προς τον κάθε παραλήπτη.

Το μεγάλο ερωτηματικό του όλου εγχειρήματος είναι το κατά πόσο θα μπορούν να λειτουργήσουν αρμονικά οι ψηφιακές τεχνολογίες, με το αναλογικό κομμάτι του προτζεκτ μας, χωρίς το latency που φυσιολογικά θα προκύψει, να δημιουργήσει πρόβλημα κυρίως στο monitoring των μουσικών και επομένως στην παραγωγή του μουσικού μέρους της εκπομπής.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6: Εφαρμογή και Αποτελέσματα

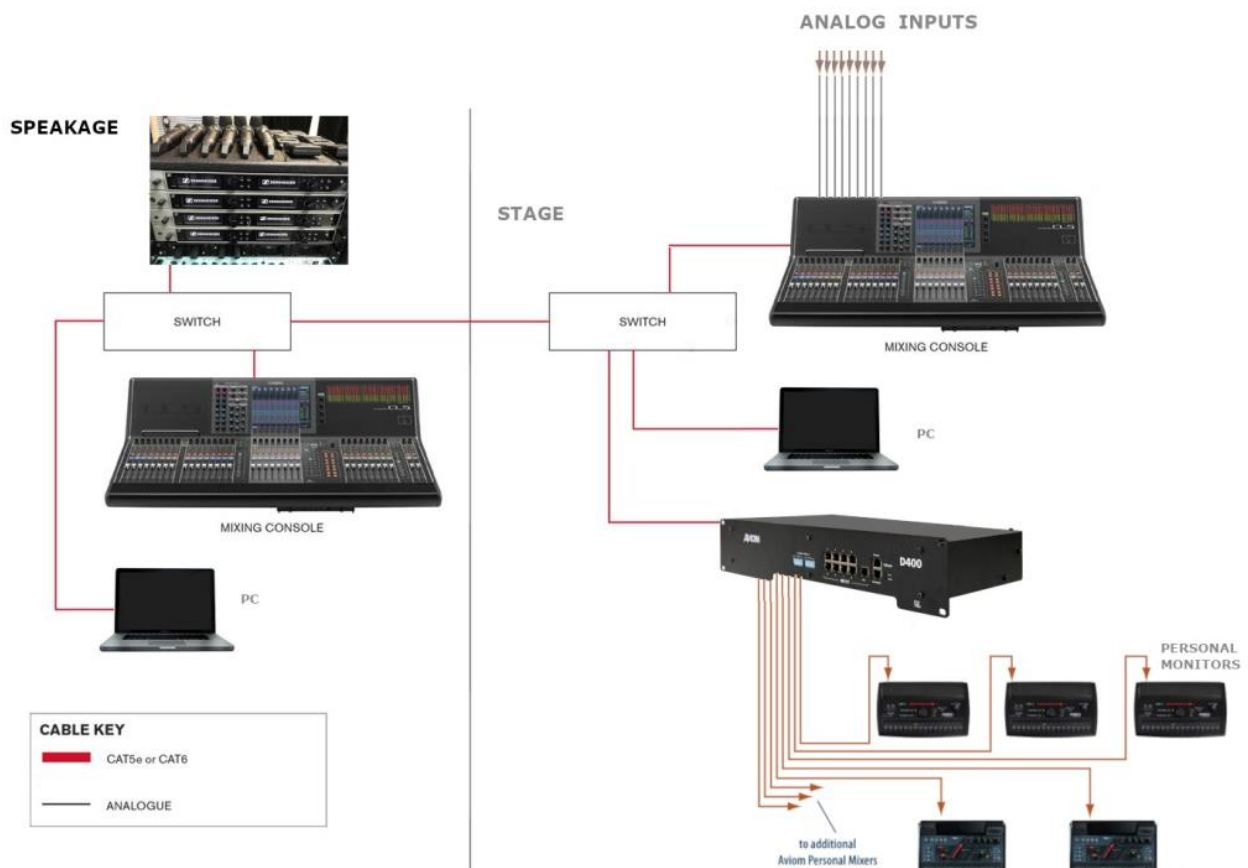
Το πρακτικό μέρος της υλοποίησης του όλου εγχειρήματος θα πραγματοποιηθεί στις εγκαταστάσεις του τηλεοπτικού studio A της Ελληνικής Ραδιοφωνίας Τηλεόρασης (ΕΡΤ) (Εικόνα 31). Σημειώνεται ότι το συγκεκριμένο studio δεν διαθέτει control και τον ρόλο του τον παίζει ένα ναυ εξωτερικών μεταδόσεων και με βάση αυτό έχει γίνει η μελέτη του στήσιματος της συγκεκριμένης μουσικής εκπομπής. Ως εκ τούτου το στήσιμο του ήχου έγινε με τέτοιο τρόπο ώστε το ναυ να μη συμμετέχει στην παραγωγή του ήχου αλλά μόνο στην διαχείρισή του.



Εικόνα 31: Στούντιο Α ΕΡΤ σε ώρα πρόβας

Οι διαστάσεις μέσα στις οποίες θα δουλέψουμε στο εν λόγω στούντιο είναι 13 μέτρα μήκος 10 πλάτος και 6 ύψος.

Το block διάγραμμα της όλης υλοποίησης φαίνεται στο Σχήμα 3 και θα αναλυθεί παρακάτω.



Σχήμα 3: Blog διάγραμμα υλοποίησης

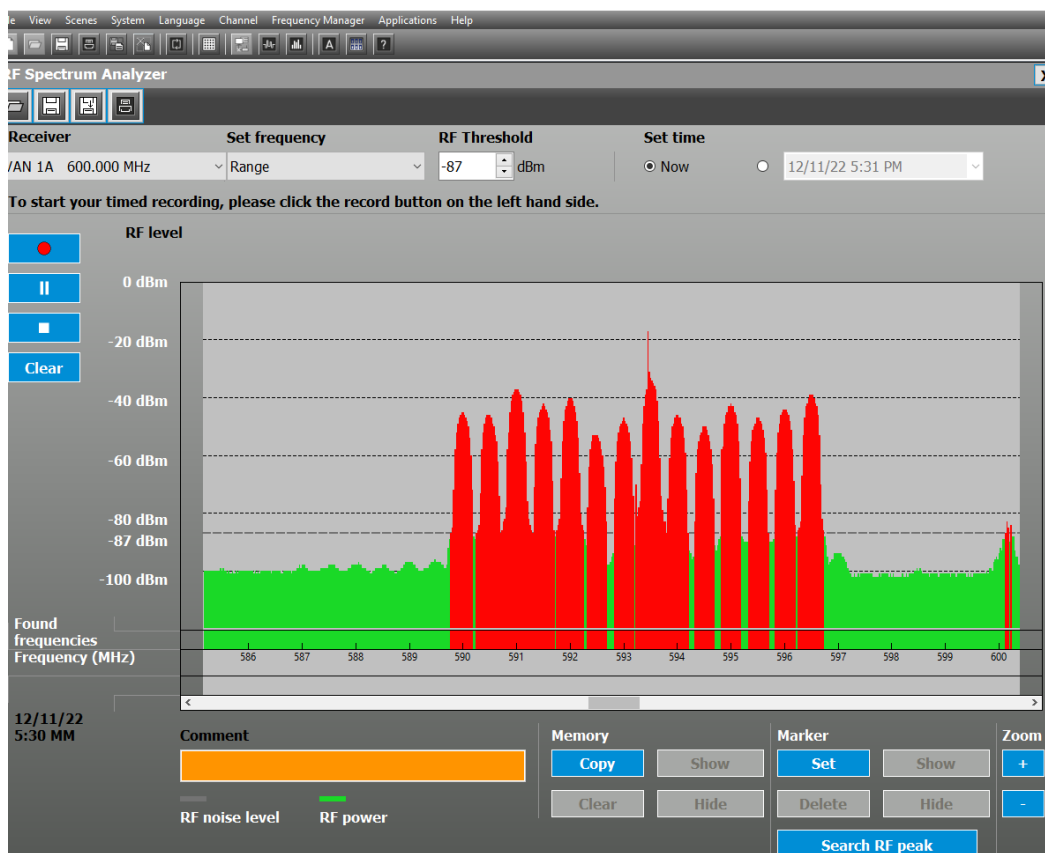
Αναφορικά στην παραγωγή του ήχου για το συνολικό μέρος της πρόζας θα χρησιμοποιηθεί μια κονσόλα YAMAHA τύπου TF5 με ενσωματωμένη κάρτα Dante, της εταιρείας Audinate. Τα ασύρματα μικρόφωνα lavalier τύπου Sennheiser SK 6212, δεδομένου ότι μας δίνεται η δυνατότητα, αφού ο δέκτης τους EM 6000, διαθέτει δυνατότητα σύνδεσης Dante, θα συνδεθούν απευθείας μέσω καλωδίων δικτύου Cat6 στο switcher στο οποίο θα συνδεθεί και η κάρτα Dante της κονσόλας (Εικόνα 32). Επιπρόσθετα θα συνδεθεί ένα υπολογιστής στο switcher όπου μέσω του προγράμματος Dante Controller θα γίνει η συνολική διαχείριση και εγγραφή των πηγών.



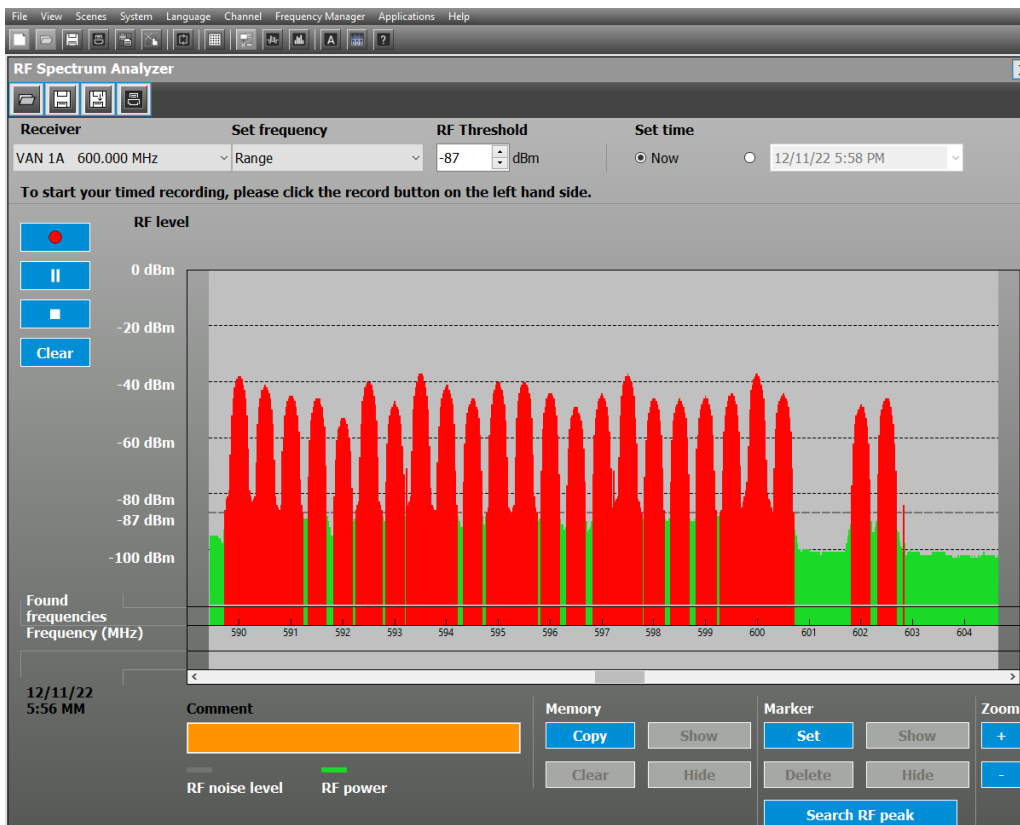
Εικόνα 32: Διασύνδεση των μικροφώνων με καλώδιο δικτύου με πρωτόκολλο Dante

Σε διαφορετική περίπτωση το ηχητικό μέρος της πρόζας έπρεπε να το διαχειριστεί το control ήχου του studio.

Στις παρακάτω εικόνες(Εικόνα 33, Εικόνα 34) παρατηρούμε το πώς κατανέμονται μέσα στην μπάντα από 550 έως 638 MHz, τα ασύρματα μικρόφωνα και μάλιστα το διαφορετικό πλήθος αυτών αφού οι μετρήσεις έγιναν αρκετές φορές και με διαφορετικό σενάριο κάθε φορά.



Εικόνα 33: Κατανομή με δεκατέσσερα ασύρματα μικρόφωνα lavalier



Εικόνα 34: Κατανομή με εικοσιτέσσερα ασύρματα μικρόφωνα lavalier

Αναφορικά στο μουσικό μέρος, για μια δεκαμελή ορχήστρα με δυο έως τέσσερις τραγουδιστές, απαιτούνται πολλές γραμμές για την τελική παράγωγη. Για το κομμάτι αυτό θα χρησιμοποιηθεί μία κονσόλα Yamaha τύπου QL5 η οποία επίσης διαθέτει κάρτα Dante. Για το project αυτό απαιτούνται 30-32 φυσικές γραμμές στην κονσόλα τις οποίες και διαθέτει.

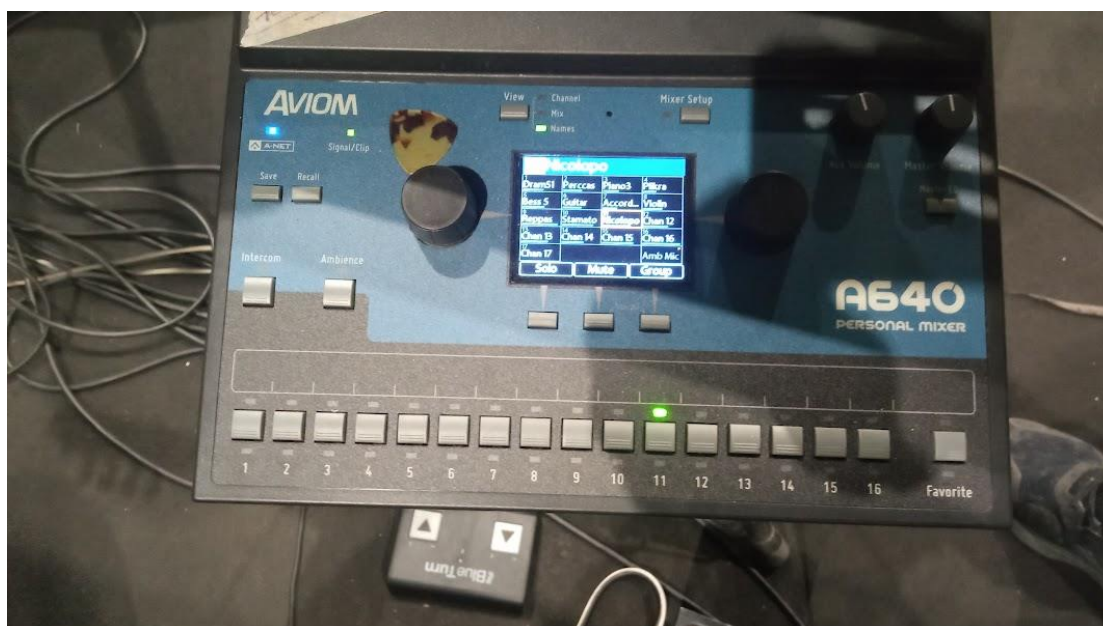
1. KICK	12. PERC PAD	23. VIOLIN
2. SNARE	13. DARABUCA	24. BUZ 1
3. HI HAT	14. PNO L	25. BUZ 2
4. TOM 1	15. PNO R	26. BUZ NIK
5. TOM 2	16. KEYS L	27. VOX 1
6. F.TOM	17. KEYS R	28. VOX 2
7. OH L	18. GTR L	29. VOX 3
8. OH R	19. GTR R	30. VOX 4
9. PERC L	20. BASS	31. VOX KEYS
10. PERC O	21. ACC L	32. VOX MAESTRO
11. PERC R	22. ACCR	

Πίνακας 1: MIXERS INPUT LIST

Η διαχείριση των μουσικών σημάτων πρέπει να γίνει σε πολλαπλά επίπεδα:

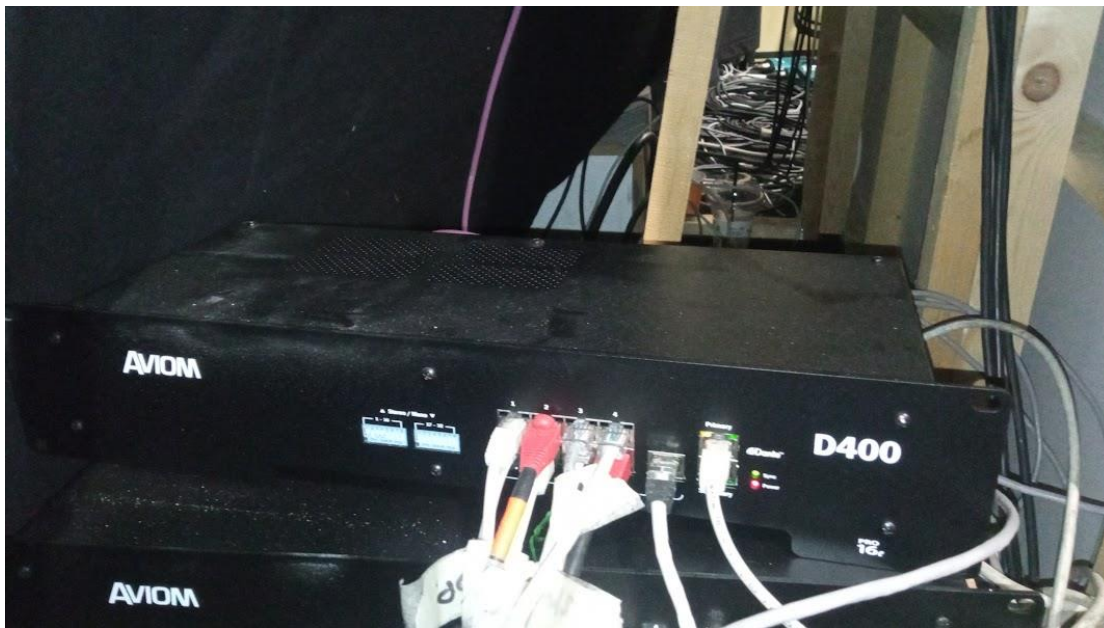
#### α) monitoring για τους μουσικούς

Το monitoring των μουσικών αποτελεί ένα πολύ δύσκολο κομμάτι ενός τεχνικού ήχου και παλιότερα αποτελούσε έναν μεγάλο πονοκέφαλο γι' αυτόν. Στις μέρες μας, το πρόβλημα αυτό έχει επιλυθεί με το personal monitoring. Εδώ χρησιμοποιούμε ένα σύστημα της AVIOM (Εικόνα 35), ενώ υπάρχουν αντίστοιχα τέτοια συστήματα άλλων εταιριών όπως BEHRINGER Allen&Heath και άλλων. Μέσω DANTE καταλήγουν στο κονσολάκι της Aviom A640 όλες οι μουσικές πηγές όπως τις ορίζει ο τεχνικός του ήχου και ως εκεί φτάνει η δουλεία του.



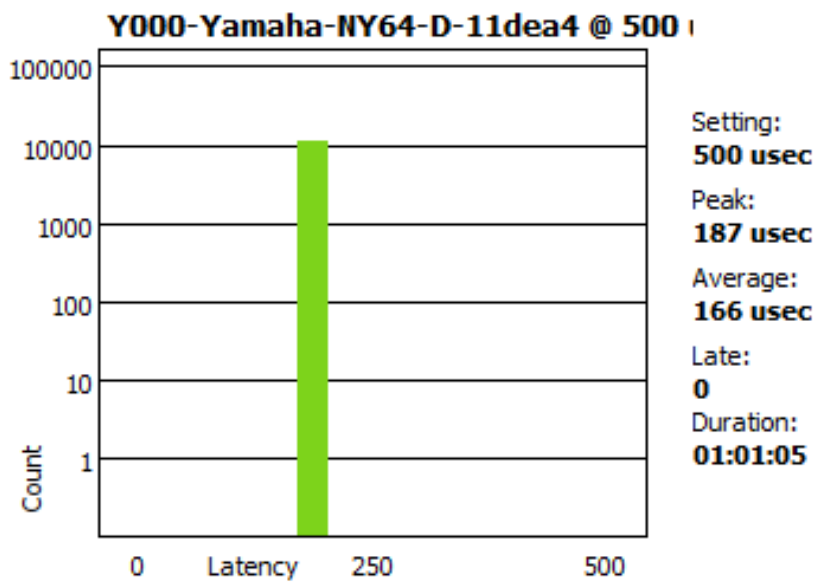
Εικόνα 35: Κονσολάκι AVIOM A640

Ο κάθε μουσικός πλέον μπορεί να φτιάξει στα αυτιά του την μίξη και τις χροιές που θέλει να ακούει και τα εφέ που θέλει να προσθέσει. Όλα τα κονσολάκια θα συνδεθούν στη κεντρική μονάδα της εταιρείας τύπου D400 (Εικόνα 36) και από εκεί σε ένα άλλο switcher στο οποίο θα είναι συνδεδεμένα η κονσόλα και ένας άλλος υπολογιστής. Τα switcher που θα χρησιμοποιηθούν και στις δύο περιπτώσεις είναι Yamaha τύπου SWP 1-16MMF, ταχύτητας ενός Gbps.

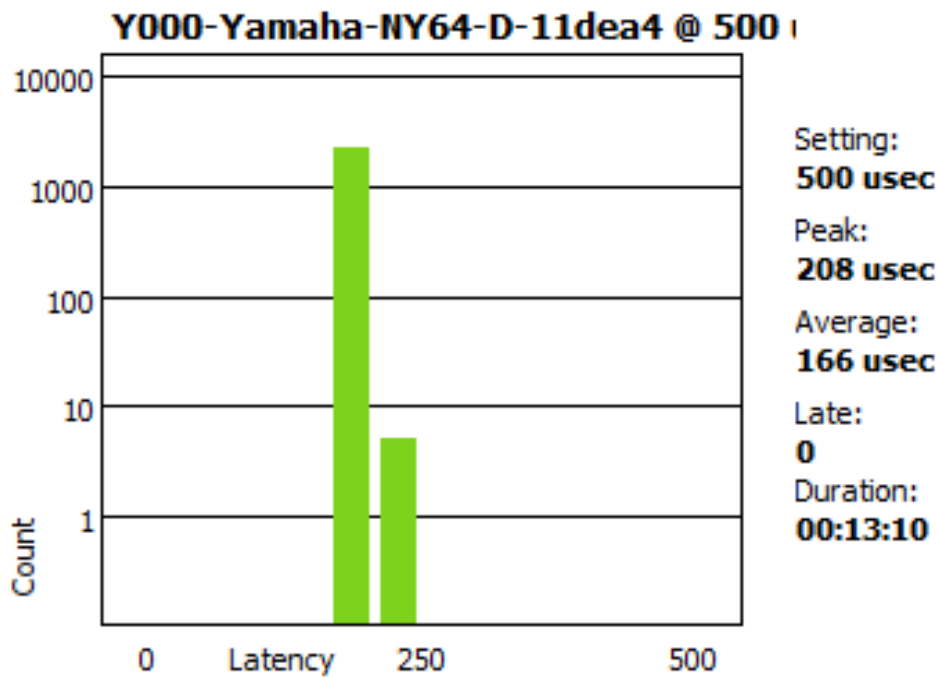


Εικόνα 36: AVIOM D400 Dante A-Net Distributors

Οι μετρήσεις που κάνουμε εδώ σε σχέση με το latency που έχουν οι μουσικοί στα αυτιά τους, δείχνουν ότι δεν προκύπτει κανένα πρόβλημα στην παραγωγή του μουσικού μέρους.







Device Name	Subscription Status	Primary Status	Secondary Status	Primary Tx B/W	Secondary Tx B/W	Primary Rx B/W	Secondary Rx B/W	Latency Setting	Latency Status	Packet Errors
DESKTOP-L8NFBHJ	✓	1Gbps	N/A					6 msec	<input type="checkbox"/>	
EM6000-1bbc54		1Gbps	Link down	11 Mbps		< 1 Mbps		1 msec		
EM6000-1c1494		1Gbps	Link down	11 Mbps		< 1 Mbps		1 msec		
EM6000-1c14b4		1Gbps	Link down	11 Mbps		< 1 Mbps		1 msec		
EM6000-1c14c6		1Gbps	Link down	11 Mbps		< 1 Mbps		1 msec		
EM6000-1c14f6		1Gbps	Link down	11 Mbps		< 1 Mbps		1 msec		
EM6000-1c1510		1Gbps	Link down	11 Mbps		< 1 Mbps		1 msec		
EM6000-1c1516		1Gbps	Link down	11 Mbps		< 1 Mbps		1 msec		
EM6000-2034a8		1Gbps	Link down	11 Mbps		< 1 Mbps		1 msec		
EM6000-2034ae		1Gbps	Link down	11 Mbps		< 1 Mbps		1 msec		
EM6000-2034b2		1Gbps	Link down	11 Mbps		< 1 Mbps		1 msec		
EM6000-2154a2		1Gbps	Link down	11 Mbps		< 1 Mbps		1 msec		
EM6000-2154b6		1Gbps	Link down	11 Mbps		< 1 Mbps		1 msec		
EM6000-215550		1Gbps	Link down	11 Mbps		< 1 Mbps		1 msec		
Y001-Yamaha-QL5-204d1a	✓	1Gbps	N/A	< 1 Mbps		77 Mbps		1 msec	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

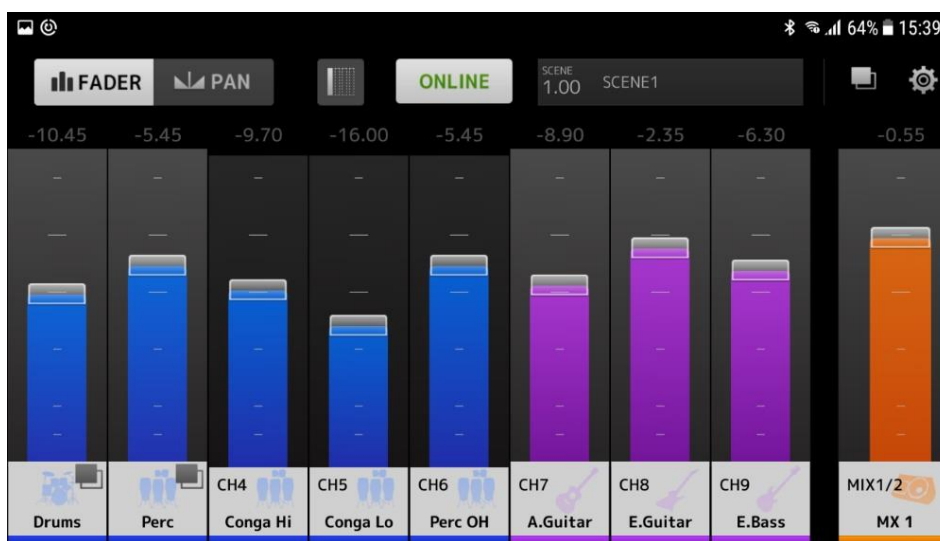
Εικόνα 37: Latency Dante Controller

Σε αυτό το σημείο πρέπει να σημειώσουμε ότι η μεγαλύτερη τιμή latency που καταγράφηκε στο σύστημά μας, δεν ξεπέρασε τα 210μsec όπως φαίνεται στην Εικόνα 37.

### β) in ear monitoring για τους τραγουδιστές

Για το in ear monitoring των τραγουδιστών πέραν της κλασικής μεθόδου που ο τεχνικός του ήχου φτιάχνει την μίξη για τα αυτιά των τραγουδιστών, πλέον μέσω λογισμικού και ενός tablet η ενός κινητού τηλεφώνου, μπορεί ο καθένας να φτιάξει από μόνος του την μίξη που θέλει να ακούει. Η κονσόλα συνδέεται με ένα Wi-Fi router και μπορεί κανείς μέσω του tablet να φτιάξει όποια μίξη θέλει στο MIX OUT που έχει ορίσει

ο τεχνικός ήχου για τον αντίστοιχο τραγουδιστή (client). Το πρόγραμμα αυτό για τις κονσόλες της Yamaha είναι το Monitor Mix.



Εικόνα 38: Yamaha Monitor Mix, διαχείριση των διαφόρων μίξεων μέσω Wi-Fi

Εδώ έχουμε ασύρματη μετάδοση αναλογικών σημάτων και το μόνο latency που υπάρχει είναι στην επεξεργασία της κονσόλας, στους D/A και A/D converters. Το νούμερο είναι απειροελάχιστο και γι' αυτό δεν το λαμβάνουμε υπόψη. Όσον αφορά τις αλλαγές που γίνονται από το W-iFi, αυτές ακόμα και να αργήσουν αρκετά, δεν επηρεάζουν την ταχύτητα μετάδοσης των σημάτων.

### γ) monitoring με ηχεία για τους τραγουδιστές

Η περίπτωση αυτή ακολουθεί την παλιά κλασική μέθοδο (Εικόνα 39) του monitoring που φτιάχνεται από τον τεχνικό του ήχου ύστερα από τις υποδείξεις του κάθε τραγουδιστή. Έχουμε εξασφαλίσει όπως είπαμε ότι όλοι οι μουσικοί ακούνε μέσω του AVIOM Personal monitoring, και έτσι ελαχιστοποιούμε τη "φασαρία στο πατάρι", ώστε να έχουμε όσο το δυνατόν καλύτερο αποτέλεσμα στην πολυκάναλη ηχογράφηση.



Εικόνα 39: Κλασική μέθοδος monitoring με ηχεία

#### δ) monitoring για το πάνελ των καλεσμένων

Εδώ φροντίζουμε να φτιάξουμε μια καλή μίξη για αυτούς που κάθονται στο πάνελ με εντάσεις τέτοιες που να μην επηρεάζουν όσο γίνεται την εγγραφή.

#### ε) "πρόχειρη μίξη" για την εγγραφή της εικόνας

Αφού η τελική μας μίξη θα περάσει από επεξεργασία, φτιάχνουμε μια ακόμα μίξη η οποία μόνο πρόχειρη δεν είναι. Θα μπορούσε άνετα να ήταν η τελική μίξη μιας μουσικής τηλεοπτικής εκπομπής, αλλά τώρα θα χρησιμοποιηθεί μόνο ως οδηγός για τις εγγραφές στα βίντεο.

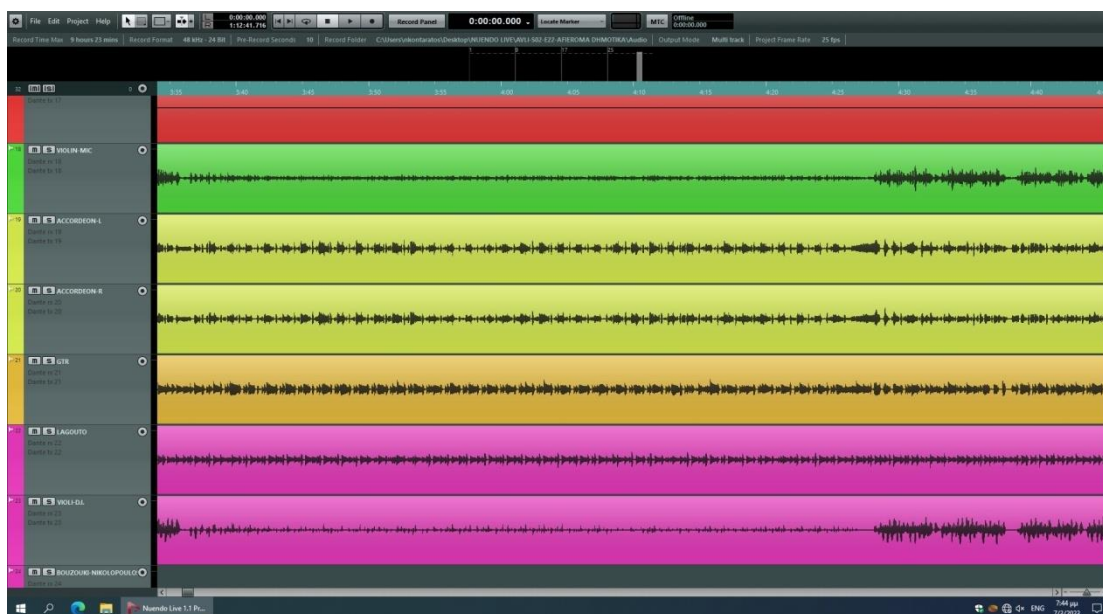
#### στ) μια μίξη χωρίς τις φωνές και τα βάθη των φωνών

Η μίξη αυτή είναι ίδια με την προηγούμενη, χωρίς όμως να έχει φωνές και τα εφέ των φωνών. Η μίξη αυτή βοηθά πολύ στην τελική μίξη μετά την επεξεργασία και τις περισσότερες φορές λειτουργεί ως οδηγός γι' αυτήν.

#### ζ) Πολυκάναλη εγγραφή των direct ήχων των οργάνων και των φωνών

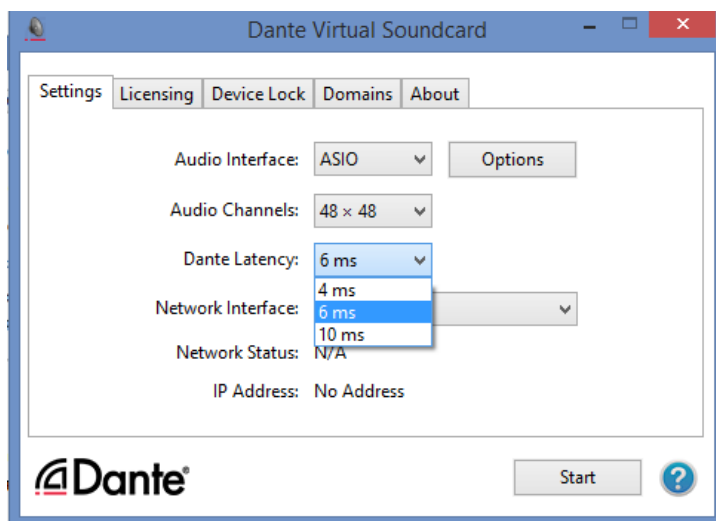
Στις ψηφιακές κονσόλες έχουμε πλέον φοβερές δυνατότητες διαχείρισης των ηχητικών σημάτων που έχουμε να διαχειριστούμε. Έτσι είναι πολύ σημαντικό να έχουμε κατά την εγγραφή όσο το δυνατόν τα καλύτερα σήματα δίχως κανένα στοιχείο εφέ ή άλλων εξωτερικών παραγόντων, ηχεία ή άλλοι φυσικοί ήχοι (ντραμς, κρουστών, ενισχυτών οργάνων). Επίσης αποφεύγουμε να εγγράφουμε ακόμα και το Equalizing που κάνουμε κάθε φορά για τις ανάγκες των εξωτερικών ή εσωτερικών πηγών για τις διάφορες μίξεις που φτιάχνουμε. Η ασφαλέστερη λύση είναι να εγγράφουμε direct τα σήματα που παίρνουμε για να έχουμε στην επεξεργασία κάθε φορά την ίδια ρύθμιση για το κάθε

κανάλι (Εικόνα 40). Κάπου εδώ τελειώνει και η εγγραφή του ηχητικού μέρους μαζί με την εγγραφή της εκπομπής και από δω και περα ξεκινά το μέρος του post production.



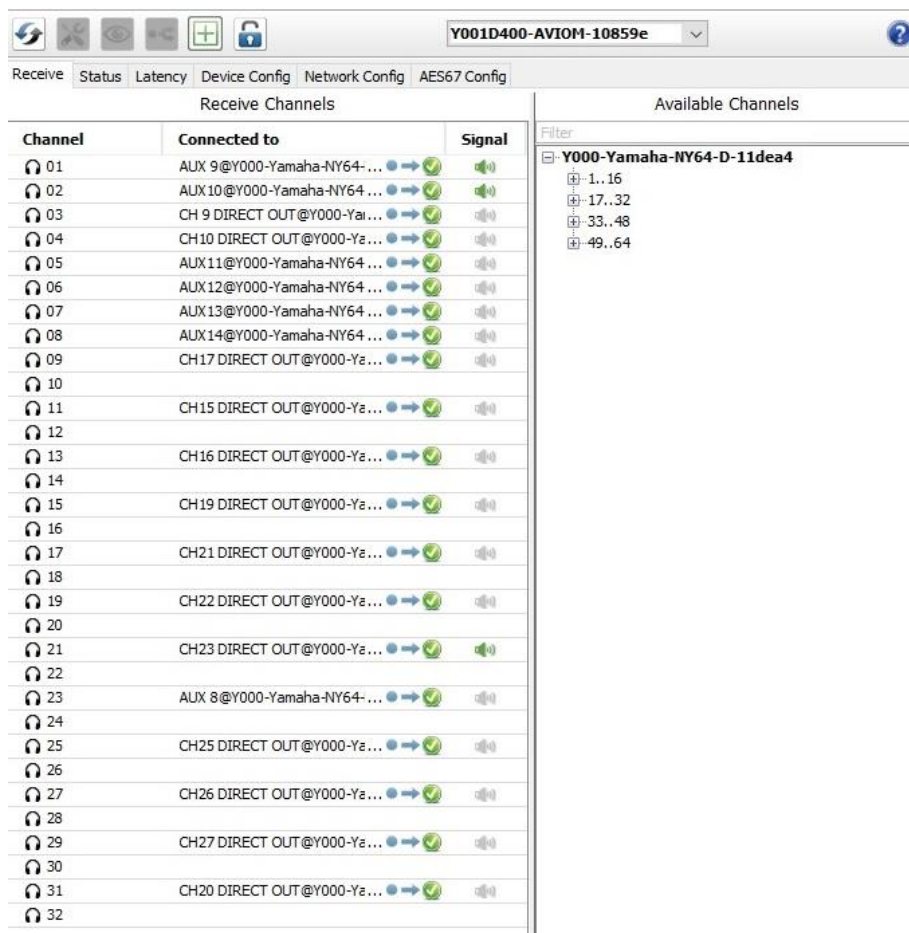
Εικόνα 40: Πολυκάναλη ηχογράφηση

Όλα τα παραπάνω κανάλια/δυνατότητες εγγράφονται στους υπολογιστές μέσω του προγράμματος Qbase και αφού εγκαταστήσουμε στους υπολογιστές μια Dante Virtual Card.



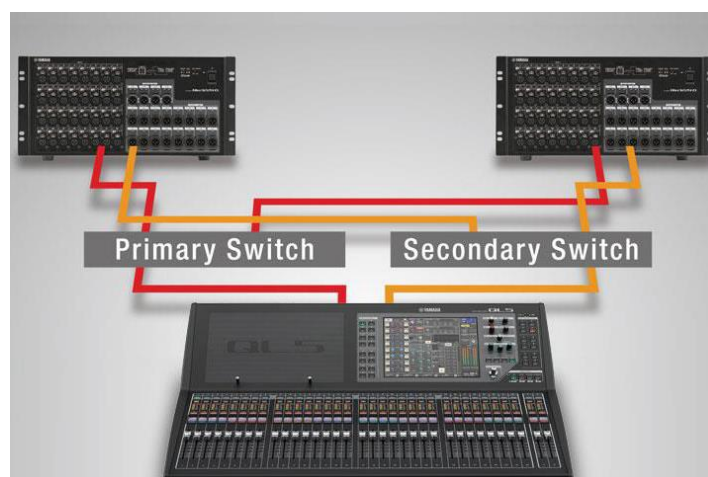
Εικόνα 41: Dante Virtual Card

Η διαχείριση των σημάτων όλων ψηφιακά και για τους μουσικούς γίνεται μέσω του Dante Controller (Εικόνα 42) μέσα από τον οποίο μπορούμε να ελέγχουμε την κάθε πηγή ξεχωριστά.



Εικόνα 42: Dante Controller για επιλογή των πηγών στο κάθε κανάλι

Επιπλέον θα πρέπει να τονίσουμε ότι ο σχεδιασμός των καρτών Dante έγινε με τέτοιο τρόπο, ώστε να διασφαλίζεται η αδιάλειπτη λειτουργία του συστήματος (Εικόνα 43), πράγμα το οποίο είναι απόλυτα αναγκαίο στις ζωντανές εκπομπές.



Εικόνα 43: Διπλό switch για αδιάλειπτη λειτουργία του συστήματος

Κατόπιν της υλοποίησης του ανωτέρω εγχειρήματος οδηγούμαστε σε πολύ ενδιαφέροντα συμπεράσματα που θα είναι χρήσιμα στους μηχανικούς ήχου.

Η εγγραφή μιας τέτοιας μουσικής εκπομπής, δεν θα μπορούσε να υλοποιηθεί με τις παραδοσιακές τεχνικές υλοποίησης αναλογικού συστήματος ήχου ή αν υλοποιούνταν θα είχε υψηλό κόστος σε εργατοώρες και εξοπλισμό. Επιπλέον δεν θα ήταν τόσο λειτουργικό αφού δεν θα ήταν δυνατόν να στήνεται και να ξαναστήνεται για τις ανάγκες μιας εκπομπής, επειδή όλα τα στούντιο φιλοξενούν αρκετές εκπομπές διαφορετικού χαρακτήρα.

Η χρήση του πρωτοκόλλου Dante κάνει την παραγωγή του εγχειρήματος πολύ γρήγορη, οικονομική και ασφαλή σε όλα τα επίπεδα τεχνικής υλοποίησης. Τα κοινά καλώδια των πολλών κλώνων (καναλιών) αντικαθιστούνται με ένα πολύ οικονομικότερο καλώδιο δικτύου CAT5e ή CAT6, ένα για κάθε συσκευή. Το εφεδρικό δίκτυο secondary (redundant network) που θα στηθεί στις ζωντανές εκπομπές εξασφαλίζει την αδιάλειπτη λειτουργία του συστήματος. Η μεταγωγή από primary σε secondary δίκτυο είναι seamless χωρίς διακοπή σήματος αφού και τα δυο δίκτυα είναι ανεξάρτητα και τρέχουν παράλληλα. Σε ένα επαγγελματικό περιβάλλον, κάθε στοιχείο του δικτύου μπορεί να αποτύχει, από ένα switch μέχρι ένα καλώδιο, όμως ο θεατής δεν πρέπει να αντιληφθεί τίποτα.

Το AoIP (Audio over IP) καθιστά δυνατή την υλοποίηση διανομής του ήχου με την χρήση ενός συμβατικού δικτύου LAN. Αυτό σημαίνει μεταφορά του ήχου μέσω συμβατικών καλωδίων δικτύου, χωρίς παρεμβολές και απώλειες σε μεγάλες αποστάσεις (έως 100 μέτρα με copper καλώδια έως 300 μέτρα ή και χιλιόμετρα με οπτικές ίνες MMF ή SMF). Ωστόσο, οι εφαρμογές κάλυψης ζωντανής εκτέλεσης μουσικής (live) είχαν πολλές αδυναμίες στην υλοποίηση τους με δίκτυο LAN στο παρελθόν. Αυτό πρόεκυπτε από διάφορους παράγοντες, όπως αντιληπτό latency στη μετάδοση, δυσκολία στη χρήση και παραμετροποίηση, μη δυνατότητα χρήσης συμβατικών switch και χαμηλός αριθμός καναλιών στη μετάδοση. Οι ζωντανές συναυλίες, τα στούντιο ηχογράφησης, οι εκπομπές, οι ζωντανές συζητήσεις ή οι μεγαλύτερες εγκαταστάσεις διανομής ήχου θέτουν υψηλές απαιτήσεις για την ταχύτητα μετάδοσης, τις μεταβολές σε πραγματικό χρόνο και τη λειτουργική αξιοπιστία του δικτύου. Όλα αυτά σήμερα υλοποιούνται αξιόπιστα με το Dante.

Το "πάντρεμα" των αναλογικών ηχητικών πηγών με τα ψηφιακά μέσα μετάδοσης και μεταφοράς του ήχου δεν δημιούργησαν κανένα πρόβλημα στην υλοποίηση του

όλου εγχειρήματος. Οι ταχύτητες μεταφοράς είναι τέτοιες που οι μουσικοί και οι τραγουδιστές δεν έχουν κανένα πρόβλημα στο να συγχρονιστούν μεταξύ τους.

Οι συσκευές με πρωτόκολλο Dante είναι άμεσα διαθέσιμες προς σύνδεση σε ένα δίκτυο μόλις ενεργοποιηθούν. Όταν μια μονάδα Dante συνδέεται με μια άλλη μονάδα Dante, είτε απευθείας είτε μέσω διανομέα δικτύου, οι μονάδες είναι άμεσα ορατές και ελεγχόμενες στο δίκτυο χωρίς να είναι απαραίτητη η ύπαρξη δρομολογητή (router).

Το Dante καθιστά δυνατή την πραγματική δικτύωση συσκευών ήχου: δεν στέλνει πλέον μια συσκευή προς μια κατεύθυνση σε όλες τις άλλες συσκευές (point to point), αλλά όλες οι συσκευές μπορούν να στέλνουν και να λαμβάνουν ήχο μέσω της τοπολογίας του δικτύου. Καθώς οι συσκευές Dante αναγνωρίζουν αμέσως η μία την άλλη στο δίκτυο, είναι πολύ εύκολο να ρυθμίσουμε ένα δίκτυο ήχου Dante χωρίς να απαιτείται εξειδικευμένη γνώση δικτύων από τους τεχνικούς ήχου. Όλες οι συσκευές συνδέονται σε ένα συμβατικό Gigabit switch (managed η unmanaged) και ένας υπολογιστής με το λογισμικό Dante Controller, ελέγχει το δίκτυο και πραγματοποιεί τις δρομολογήσεις καναλιών μεταξύ των συσκευών.

Οι συσκευές Dante συγχρονίζονται αυτόματα σε κοινό ρυθμό δειγματοληψίας που παρέχεται από το δίκτυο με αυτόματο σύστημα εκλογής. Επιπλέον Ο χρήστης αν θέλει μπορεί να επιλέξει ποια συσκευή θέλει να είναι master clock.

Το λογισμικό Dante Controller επιτρέπει στους χρήστες να κάνουν δρομολογήσεις σημάτων και άλλες ρυθμίσεις πάνω στο δίκτυο συσκευών Dante. Όλες οι δρομολογήσεις και οι ρυθμίσεις αποθηκεύονται σε κάθε μια από τις συσκευές Dante και αφού οριστούν μπορούν να πραγματοποιούνται χωρίς τη σύνδεση υπολογιστή. Οι χρήστες δεν χρειάζεται να ανησυχούν για την αποκατάσταση των δρομολογήσεων και των ρυθμίσεων σε περίπτωση τερματισμού, επανεκκίνησης ή αποσύνδεσης συσκευής Dante, αφού αυτή επαναλειτούργει όπως είχε ρυθμιστεί, εξοικονομώντας χρόνο, ανησυχία και κόστος εγκατάστασης.

Αναλλοίωτη Ποιότητα. Το πρωτόκολλο Dante είναι ένα δικτυακό πρωτόκολλο μεταφοράς ασυμπίεστου ψηφιοποιημένου ήχου. Επειδή ο ήχος μεταδίδεται ψηφιακά, δεν χρειάζεται να ανησυχούμε για παρεμβολές από άλλο ηλεκτρικό εξοπλισμό, αλληλεπιδράσεις μεταξύ καλωδίων ή υποβάθμιση του σήματος σε μεγάλες διαδρομές καλωδίων.

Επεκτασιμότητα: Το Πρωτόκολλο Dante είναι εξαιρετικά επεκτάσιμο, επιτρέποντας στους χρήστες του να επεκτείνουν τα δίκτυα ήχου τους όπως απαιτείται. Αυτό είναι σημαντικό για εκδηλώσεις μεγάλης κλίμακας, όπου απαιτούνται πολλές συσκευές ήχου.

Σε ένα δίκτυο Dante μπορούν να δρομολογηθούν έως και 512 κανάλια εισόδων και εξόδων ήχου μεταξύ συσκευών, σε αναλύσεις που κυμαίνονται από 24-bit/48kHz έως 32-bit/192kHz (ο αριθμός καναλιών μπορεί να μειωθεί στους υψηλούς ρυθμούς δειγματοληψίας). Η καθυστέρηση μπορεί να ρυθμιστεί από 150μsec έως τα 10msec ανά συσκευή, ανάλογα με το πλήθος των συσκευών του δικτύου.

Το project που περιγράφεται είναι απόλυτα υλοποιήσιμο και μάλιστα το συναντάμε και θα το συναντάμε όλο και περισσότερο στις μουσικές κυρίως εκπομπές εξαιτίας της πολυπλοκότητας που υπάρχει. Οι μικρές παραλλαγές που ίσως να υπάρχουν κάθε φορά, μπορεί να οφείλονται σε διαφόρους τεχνικούς παράγοντες, αλλά τις περισσότερες φορές, στο οικονομικό κόστος που θα βαρύνει την παραγωγή της εκπομπής.

Τέλος το πρωτόκολλο Dante χρησιμοποιείται από την πλειονότητα των κατασκευαστών προϊόντων ήχου της παγκόσμιας αγοράς με πάνω από 500 εταιρίες να το διαθέτουν σε περισσότερα από 3000 προϊόντα διαφορετικών τύπων : ψηφιακές κονσόλες, ασύρματα μικρόφωνα, επεξεργαστές σήματος, συνεδριακά συστήματα, ηχεία και άλλα. Αποτελεί πλέον industry standard προσφέροντας ένα διαλειτουργικό οικοσύστημα ήχου.

-



- [1] Παπανικολάου, Γ. (2005), *Ηλεκτρακουστική*, Αθήνα: UniversityStudioPress.
- [2] Musburger, B. R. (2014), *Single-Camera Video Production*, New York: Routledge
- [3] Δώδης, Δ. (2001). *Ηχοληψία-Η δημιουργία με τη Σύγχρονη Τεχνολογία*, 3<sup>η</sup> έκδοση. Αθήνα.
- [4] Καρακίτσιος, Χ. (2001). *Οργάνωση και Χειρισμός Ηχητικών Συστημάτων* (P.A.). Αθήνα.
- [5] Σαπουντζής, Π. (2015), *LiveSound*, Αθήνα: Εκδόσεις «π3»
- [6] Diefenbach, D. Slatton, E. A. (2019), *Video Production Techniques, Theory and Practice from Concept to Screen 2nd edition*, New York: Routledge.
- [7] Zettl, H. (2000) *Television Production Handbook, 6th edition*, Belmont: Wadsworth Publishing Company.
- [8] Everest, F. A. (2009), *Master Handbook of Acoustics 5th edition*, New York: McGraw-Hill.
- [9] Παπανικολάου, Γ. (1991). *Τεχνολογία Ηχογραφήσεων*.UniversityStudioPress.
- [10] J. M. Eargle, “Music, Sound, and Technology”, Springer US, 2013
- [11] Σκλαβούνης, Γ.Ν. (2001). Εισαγωγή στην Ηχοληψία, Έλλην.
- [12] S. Savage, (2011). *The Art of Digital Audio Recording: A Practical Guide for Home and Studio*, Oxford University Press.
- [13] Pohlmann, K. C. (2011). *Principles of digital audio*. New York: McGraw-Hill.
- [14] Kefauver, A.P. &Patschke, D. (2007).*Fundamentals of digital audio*. Middleton, WI: A-R Editions, Inc.
- [15] Watkinson, J. (2002). *An introduction to digital audio*. Oxford: Focal Press.
- [16] Winer, E. (2012).*The audio expert: everything you need to know about audio*. Waltham, MA: Focal.
- [17] Li, Z., Drew, M. S., & Liu, J. (2014).*Fundamentals of multimedia*. Cham: Springer
- [18] Klepko, J. (2005). Audio file formats. *Professional Sound*, 16, 38-39, 41-42.

- [19] Hughes, J., & Lang, K. R. (2003). If I had a song: The culture of digital community networks and its impact on the music industry. *International Journal on Media Management*, 5(3), 180-189.
- [20] M. Brzozowska-Woś, “Social commerce – nowy trend w handlu elektronicznym (Social commerce – new trend in electronic commerce)”, *Zeszyty Naukowe, Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu*, pp. 221–231, 2011
- [21] S. Elby, (2011). The drive towards terabit ethernet, in *IEEE Photonics Society Summer Topical Meeting Series*, pp. 104–105, 2011.
- [22] P. C. Jain, (2016). “Recent trends in next generation terabit ethernet and gigabit wireless local area network,” in *2016 International Conference on Signal Processing and Communication (ICSC)*, pp. 106–110, 2016.
- [23] R. Marau, L. Almeida, and P. Pedreiras, (2006). “Enhancing real-time communication over cots ethernet switches,” in *2006 IEEE International Workshop on Factory Communication Systems*.
- [24] Cobranet - Menores costos y la complejidad mediante el uso de enlace de BLU en un sistema CobraNet.” <http://tmpro.com.ar/productos/procesadores/item/cobranet>.
- [25] Ballou, G. (2008). *Handbook of sound engineers*. Burlington: Elsevier.
- [26] What is Dante?.” <https://www.audinate.com/meet-dante/what-is-dante>.
- [27] Focusrite (2020). RedNet Enables ‘WorldFirst’ Cross-Border Interactive Performance. <https://pro.focusrite.com/case-studies/livesound/rednet-enables-worldfirst-crossborder-interactive-performance>
- [28] UBLOX (2020). UBX-15025193 NEO/LEA-M8T concurrent GNSS timing modules data sheet.
- [29] J. Wawrzynek and J. Lazzaro, (2011). RTP Payload Format for MIDI. *RFC 6295*.
- [30] Ferguson, P., Chafe, C. & Gapp, S. (2020). Trans-Europe Express Audio: testing 1000 mile low-latency uncompressed audio between Edinburgh and Berlin using GPS-derived word clock, first with jacktrip then with Dante. *AES 148th Convention*, Online, 2020 June 2–5.

- [31] Lee, J., Jeon, H., Choi, P., Kwon, S. & Lee, S. (2018). Implementation of a Novel Audio Network Protocol. *Archives of Acoustics*, Volume 43, Number 4. 637–645
- [32] Ryu S.H., Kim K.W., Kim H.G. (2012), *Volume normalization algorithm for audio mixer in multiparticipant conference system* [in Korean], Proceedings of Institute of Electronics Engineers of Korea, pp. 622– 623.
- [33] Lee J.H., Kwon S.C., Lee S.H. (2017), Implementation of On-site Audio Center based on AoIP, *International Journal of Advanced Smart Convergence*, **6**, 2, 51–58.
- [34] Church S., Pizzi S. (2010), *Audio over IP: building Pro AoIP systems with Livewire*, Focal Press.
- [35] Rumsey F. (2012), Audio networking, *AES: Journal of the Audio Engineering Society*, **60**, 4, 282–286.