

ΑΡΙΣΤΟΤΕΛΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ

ΣΧΟΛΗ ΚΑΛΩΝ ΤΕΧΝΩΝ

ΤΜΗΜΑ ΜΟΥΣΙΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

**«ΑΝΑΛΟΓΙΚΗ ΑΙΣΘΗΤΙΚΗ ΣΤΗΝ ΨΗΦΙΑΚΗ ΕΠΟΧΗ: ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ
ΜΕΛΕΤΗ ΑΝΑΛΟΓΙΚΩΝ ΚΑΙ ΨΗΦΙΑΚΩΝ ΤΕΧΝΙΚΩΝ ΣΤΗΝ
ΗΧΟΓΡΑΦΗΣΗ ΚΑΙ ΜΙΞΗ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΚΙΘΑΡΑΣ»**

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΑΚΟΥΣΤΙΚΗ / ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ / ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗ

Της φοιτήτριας

Μπαφέρα Ελευθερία

ΑΕΜ: 2176

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: Παπαδέλης Γεώργιος, Καθηγητής

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ | ΣΕΠΤΕΜΒΡΙΟΣ 2025

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ.....	6
ABSTRACT.....	7
ΕΙΣΑΓΩΓΗ.....	8
1. Η ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΚΙΘΑΡΑ.....	10
1.1 Ιστορική Αναδρομή.....	10
1.2 Κατηγορίες Ηλεκτρικών Κιθαρών.....	11
1.3 Σχεδιασμός Ηλεκτρικής Κιθάρας.....	12
1.3.1 Μαγνήτες.....	13
1.3.1.1 Τύποι Μαγνητών.....	15
1.3.1.2 Μαγνητικά υλικά.....	17
1.3.1.3 Θέση Μαγνητών.....	17
1.3.2 Γέφυρες.....	18
1.3.3 Ενισχυτική Ράβδος.....	19
1.4 Ενισχυτές.....	19
1.4.1 Προ – ενισχυτής (Preamp).....	24
2. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΜΙΚΡΟΦΩΝΩΝ ΣΤΗΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΚΙΘΑΡΑ.....	24
2.1 Τύποι μικροφώνων που χρησιμοποιούνται στην ηχογράφιση της κιθάρας.....	26
2.1.1 Δυναμικά Μικρόφωνα.....	26
2.1.2 Πυκνωτικά μικρόφωνα.....	27
2.1.3 Μικρόφωνα Ταινίας.....	28
2.2 Τεχνικές λήψης.....	29
2.2.1 Ηχογράφιση με ένα μικρόφωνο.....	29
2.2.2 Ηχογράφιση με πολλά μικρόφωνα.....	30
2.2.3 Στερεοφωνικές Τεχνικές τοποθέτησης μικροφώνων.....	31
2.2.4 Περιβαλλοντική λήψη (Room Miking).....	33
2.3 Ηχογράφιση κιθάρας με απευθείας σύνδεση (DI).....	34
2.3.1 Επανατροφοδότηση του ηχητικού σήματος μέσω ενισχυτή (Reamping).....	35
2.4 Ηχογράφιση ηλεκτρικής κιθάρας ανά είδος μουσικής.....	36
2.4.1 Jazz.....	36
2.4.2 Funk.....	37
2.4.3 Καθαρός ήχος.....	38
2.4.4 Heavy Rock & Metal.....	38
3. Η ΨΗΦΙΑΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΣΤΗΝ ΗΧΟΓΡΑΦΗΣΗ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΚΙΘΑΡΑΣ.....	39
3.1 Εισαγωγή στην ψηφιακή τεχνολογία του ήχου.....	39
3.2 Ψηφιακοί σταθμοί επεξεργασίας ήχου (Digital Audio Workstations).....	40
3.3 Εργαλεία Τεχνολογίας Εικονικού Στούντιο (Virtual Studio Technology - VST).....	41
3.3.1 Κατηγορίες VST.....	42
3.4 VSTs για την ηχογράφιση της ηλεκτρικής κιθάρας.....	43
3.4.1 Κατηγορίες ψηφιακών προσομοιωτών ενισχυτών.....	43

3.5	Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα χρήσης ψηφιακών ενισχυτών έναντι φυσικών συστημάτων.....	45
	ΠΡΑΚΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ.....	47
4.	Μεθοδολογία	47
4.1	Εξοπλισμός	48
4.1.1	Ηλεκτρική κιθάρα και ενισχυτής	48
4.1.2	Μικρόφωνα.....	49
4.1.2.1	Τοποθέτηση μικροφώνων στον ενισχυτή.....	49
	50	
4.1.3	Προσομοιωτές ενισχυτών ηλεκτρικής κιθάρας.....	51
4.1.4	Κονσόλα και DAW	52
4.2	Περιγραφή διαδικασίας ηχογράφησης	53
4.2.1	Ρύθμιση αναλογικής αλυσίδας (καλώδια, DI, mic preamps).....	53
4.2.2	Ρύθμιση ψηφιακής αλυσίδας (interface, plugins, routing).....	53
4.2.3	Περιγραφή ηχητικών αποσπασμάτων.....	54
4.2.4	Διατήρηση συνθηκών κατά την ηχογράφηση.....	55
5.	Μίξη και επεξεργασία των αποσπασμάτων.....	55
5.1	Προετοιμασία και οργάνωση επεξεργασίας	56
5.2	Μίξη ηχογράφησης με μικρόφωνα.....	56
5.2.1	Απόσπασμα 1: Εισαγωγή με riff.....	56
5.2.2	Απόσπασμα 2: Ρυθμικό σε στυλ μπόσα νόβα.....	62
5.3	Μίξη ηχογράφησης με προσομοιωτές ενισχυτών.....	63
5.3.1	Απόσπασμα 1: Εισαγωγή με riff.....	64
5.3.2	Απόσπασμα 2: Ρυθμικό σε στυλ μπόσα νόβα.....	64
5.4	Μίξη με το αυτοματοποιημένο εργαλείο Mix Assistant.....	65
5.4.1	Διαδικασία χρήσης του Mix Assistant	65
5.4.2	Ανάλυση ρυθμίσεων του Mix Assistant	66
6.	Διαδικασία Αξιολόγησης.....	68
6.1	Στόχος της αξιολόγησης	69
6.2	Συμμετέχοντες.....	69
6.3	Δομή ερωτηματολογίου.....	69
6.4	Περιβάλλον και συνθήκες ακρόασης	70
7.	Αποτελέσματα	71
7.1	Αποτελέσματα Αποσπάσματος Α.....	71
7.2	Αποτελέσματα Αποσπάσματος Β.....	74
	76
7.3	Συγκριτική Ανάλυση.....	76
7.4	Αποτελέσματα ανοιχτών ερωτήσεων του ερωτηματολογίου.....	78

8. Συμπεράσματα και Συζήτηση	79
8.1 Βασικά συμπεράσματα της έρευνας.....	79
8.1.1 Απόσπασμα Α.....	79
8.1.2 Απόσπασμα Β.....	80
8.2 Περιορισμοί της έρευνας.....	82
8.3 Προτάσεις για Μελλοντική έρευνα	82
<i>BIBΛΙΟΓΡΑΦΙΑ</i>	83

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Με αφορμή την επιτυχής ολοκλήρωση της παρακάτω διπλωματικής εργασίας, θα ήθελα να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες σε όλους όσους βοήθησαν στην περάτωση της εργασίας. Πρωτίστως, ευχαριστώ θερμά τον επιβλέποντα καθηγητή κ. Γεώργιο Παπαδέλη του Τμήματος Μουσικών Σπουδών του Α.Π.Θ., για την πολύτιμη συνεργασία, καθοδήγηση και την εμπιστοσύνη που μου έδειξε στην διεκπεραίωση της εργασίας. Επίσης, θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμά τον συμφοιτητή μου και μουσικό, Χάρη Δαρκούδη, που μου έδωσε την δυνατότητα να χρησιμοποιήσω τις μουσικές του δημιουργίες για τους σκοπούς της εργασίας. Τέλος, θα ήθελα να ευχαριστήσω όλους τους μουσικούς που συμμετείχαν στην συμπλήρωση του ερωτηματολογίου.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στην παρούσα διπλωματική εργασία πραγματοποιείται συγκριτική μελέτη μεταξύ αναλογικών και ψηφιακών τεχνικών ηχογράφησης και μίξης της ηλεκτρικής κιθάρας, με έμφαση στις διαφοροποιήσεις που παρατηρούνται κατά την ακρόαση και τον τρόπο με τον οποίο ερμηνεύουν τον ήχο οι ακροατές. Η έρευνα βασίστηκε σε δύο βασικά αποσπάσματα, ένα εισαγωγικό riff (A), και μια ρυθμική κιθάρα σε στυλ bossa nova (B), τα οποία ηχογραφήθηκαν και επεξεργάστηκαν σε τρεις διαφορετικές εκδοχές: (α) με μικρόφωνα στην καμπίνα του ενισχυτή, (β) με προσομοιωτή ενισχυτών και μίξη με το λογισμικό Neutron 5, (γ) με προσομοιωτή ενισχυτή και το αυτοματοποιημένο εργαλείο μίξης, Mix Assistant. Η σύγκριση των διαφορετικών τεχνικών πραγματοποιήθηκε με την δημιουργία ενός ερωτηματολογίου, βασισμένο στην μεθοδολογία MUSHRA, το οποίο απάντησαν επτά κιθαρίστες, με στόχο να αναδειχθούν τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των δειγμάτων. Για τους σκοπούς της έρευνας, δημιουργήθηκε και μια τέταρτη εκδοχή για το κάθε απόσπασμα, η οποία λειτούργησε ως υποβαθμισμένη σε ποιότητα εκδοχή. Τα ηχητικά παραδείγματα βαθμολογήθηκαν σε κλίμακα από 0-100 σε τρεις βασικές παραμέτρους: την προσωπική προτίμηση των κιθαριστών, την φυσικότητα του ήχου αλλά και την ομοιότητα των δειγμάτων με τον ήχο ενός πραγματικού λαμπάτου ενισχυτή. Η ανάλυση των αποτελεσμάτων φανέρωσε σαφή υπεροχή της εκδοχής A1 (ηχογράφηση με μικρόφωνα) για το πρώτο απόσπασμα, ενώ για το δεύτερο απόσπασμα ανέδειξε το δείγμα B2 (προσομοιωτής ενισχυτή). Οι εκδοχές A4/B4 συγκέντρωσαν τις χαμηλότερες βαθμολογίες, ενώ οι ενδιάμεσες εκδοχές συγκέντρωσαν μεσαίες τιμές. Καταληκτικά, η μελέτη ανέδειξε πως η χρήση ψηφιακών εργαλείων στην μουσική παραγωγή κατόρθωσε να ανταγωνιστεί τις παραδοσιακές τεχνικές, χωρίς όμως να μπορεί να αντικαταστήσει την ανθρώπινη εμπειρία και δημιουργικότητα.

ABSTRACT

This paper conducts a comparative study between analog and digital techniques for recording and mixing the electric guitar, emphasizing on the different ways listeners perceive and interpret the sound of the guitar. This study is based on two musical excerpts, the first one is a riff intro (A), and the second one a rhythm guitar in bossa nova style (B), which were recorded and mixed in three different versions: (a) with microphones on the guitar's cabinet, (b) with amp simulators and manual mixing with Neutron 5, (c) with amp sims and mixing with the AI tool Mix Assistant. The comparison between the different versions was carried out using a questionnaire, based on the MUSHRA methodology, which was answered by seven professional guitarists, aiming to highlight the qualitative characteristics of the samples. For the needs of the study, a fourth sample was created, which served as an anchor track. The samples were rated on 0-100 scale according to three different criteria: personal preferences of the guitarists, the naturality of the sound and the resemblance to a tube amp. The results analysis showed significant superiority of sample A1 (recorded with microphones) for the first musical excerpt, meanwhile for the second musical excerpt, ranked first sample B2 (amp sims). Samples A4/B4 received the lowest scores, meanwhile the intermediate versions received mid-range scores. In conclusion, the study showed that using digital tools in music production achieved to compete traditional studio techniques, however unable to replace human experience and creativity.

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η παρούσα διπλωματική εργασία αποτελεί μια έρευνα στον τομέα της μουσικής ακουστικής/τεχνολογίας/πληροφορικής. Πιο συγκεκριμένα, η μελέτη πραγματοποιεί μια σύγκριση μεταξύ αναλογικών και ψηφιακών τεχνικών ηχογράφησης και μίξης της ηλεκτρικής κιθάρας. Σκοπός της έρευνας είναι η σύγκριση διαφορετικών τεχνικών ηχογράφησης και μίξης της ηλεκτρικής κιθάρας, χρησιμοποιώντας τόσο αναλογικά όσο και ψηφιακά εργαλεία στον χώρο της μουσικής παραγωγής.

Η ηλεκτρική κιθάρα αποτελεί ένα από τα πιο αγαπητά και καθοριστικά όργανα στη μουσική δημιουργία, αλλά και στον χώρο της σύγχρονης μουσικής παραγωγής. Έχοντας κατακτήσει κεντρικό ρόλο στις περισσότερες μουσικές παραγωγές, συμβάλλοντας τόσο στην μελωδική όσο και στην ρυθμική πτυχή ενός έργου, είναι σαφές πως έχει προκαλέσει και την ραγδαία εξέλιξη των μεθόδων και των τεχνολογιών που χρησιμοποιούνται για την ηχογράφησή της. Απαιτείται τεχνική ακρίβεια και κατανόηση όλων των ακουστικών και τεχνολογικών παραμέτρων κατά την διαδικασία ηχογράφησης και μίξης της ηλεκτρικής κιθάρας, ώστε να επιτευχθεί το καλύτερο δυνατό ηχητικό αποτέλεσμα. Στην σύγχρονη ηχογράφιση του οργάνου, οι παραδοσιακές τεχνικές συνδυάζονται με τα ψηφιακά εργαλεία με τέτοιο τρόπο, ώστε διευκολύνουν την διαδικασία της μίξης αλλά και να παράγουν ένα άριστο μουσικό αποτέλεσμα.

Στόχος της μελέτης είναι η αξιολόγηση της ποιότητας των διαφορετικών προσεγγίσεων αλλά και πως συμβάλλουν στον τρόπο που αντιλαμβάνεται τον ήχο ο ακροατής, αναδεικνύοντας τόσο αισθητικά όσο και τεχνικά κριτήρια. Για την διεξαγωγή της μελέτης ηχογραφήθηκαν δύο μουσικά αποσπάσματα χρησιμοποιώντας τεχνικές, όπως την στερεοφωνική διάταξη μικροφώνων, καταγραφή μέσω απευθείας σύνδεσης της κιθάρας (DI), την χρήση εργαλείων μίξης όπως EQ, δυναμικές επεξεργασίες κ.α.

Η αξιολόγηση των ηχητικών παραδειγμάτων πραγματοποιήθηκε με την συμπλήρωση ενός ερωτηματολογίου, βασισμένο στην μεθοδολογία MUSHRA, η οποία εξυπηρετεί την διεξαγωγή μιας αξιόπιστης ποιοτική και ποσοτικής αξιολόγησης των ηχητικών παραδειγμάτων. Η συμπλήρωση του ερωτηματολογίου πραγματοποιήθηκε από 7 συμμετέχοντες, όλοι κιθαρίστες με ορισμένη εμπειρία στο στούντιο, με στόχο την ανάδειξη των προτιμήσεων των συμμετεχόντων για κάθε τεχνική ηχογράφησης και μίξης.

Το Κεφάλαιο 1 αναφέρει την ιστορία της ηλεκτρικής κιθάρας, από την γέννηση του οργάνου αλλά και την εξέλιξή της μέχρι την σημερινή εποχή. Στην συνέχεια, γίνεται μια συνοπτική αναφορά τόσο στον σχεδιασμό του οργάνου, όσο και στα σημαντικά εξαρτήματά του, τα κάνουν την κιθάρα λειτουργική και διαμορφώνουν τον ιδιαίτερο ήχο της.

Στο Κεφάλαιο 2 αναφέρονται γενικότερα οι τεχνικές τοποθέτησης των μικροφώνων για την ηχογράφηση της ηλεκτρικής κιθάρας. Πιο συγκεκριμένα, γίνεται λόγος για τους τύπους των μικροφώνων που χρησιμοποιούνται, τον τρόπο που τοποθετούνται στην καμπίνα του ενισχυτή, αλλά και για τις τεχνικές τοποθέτησης που προτιμώνται ανά είδος μουσικής.

Το Κεφάλαιο 3 κάνει μια εισαγωγή στα ψηφιακά εργαλεία που χρησιμοποιούνται για την ηχογράφηση της ηλεκτρικής κιθάρας, αναλύοντας έννοιες όπως οι ψηφιακοί σταθμοί επεξεργασίας, τα VST plugins και τους προσομοιωτές ενισχυτών, ενώ ταυτόχρονα αναλύονται τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της χρήση ψηφιακών ενισχυτών έναντι των πραγματικών.

Το Κεφάλαιο 4 εισάγει το πρακτικό μέρος της διπλωματικής εργασίας, κάνοντας μια περιγραφή της μεθοδολογία που χρησιμοποιήθηκε για διεξαγωγή της έρευνας. Στην συνέχεια αναφέρεται ο εξοπλισμός και η διαδικασία της ηχογράφησης των αποσπασμάτων.

Στο Κεφάλαιο 5 περιγράφεται η διαδικασία της επεξεργασία και μίξης των αποσπασμάτων με το λογισμικό Neutron 5 της iZotope, καθώς και με το αυτοματοποιημένο εργαλείο Mix Assistant. Στην συνέχεια, το Κεφάλαιο 6 περιγράφει την διαδικασία της αξιολόγησης, από την δημιουργία του ερωτηματολογίου μέχρι και την επιλογή των συμμετεχόντων. Το Κεφάλαιο 7 αναλύει τα αποτελέσματα της αξιολόγησης των ηχητικών παραδειγμάτων μέσω διαγραμμάτων. Τέλος, στο Κεφάλαιο 8 πραγματοποιείται ο σχολιασμός και η ερμηνεία των αποτελεσμάτων, με στόχο την εξαγωγή ορισμένων συμπερασμάτων.

1. Η ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΚΙΘΑΡΑ

1.1 Ιστορική Αναδρομή

Η Γέννηση της Ηλεκτρικής κιθάρας

Η ηλεκτρική κιθάρα αποτελεί ένα από τα πιο γνωστά και διαδομένα μουσικά όργανα του 20^{ου} και 21^{ου} αιώνα, καθώς έχει επηρεάσει σημαντικά την σύγχρονη μουσική. Η δημιουργία της προήλθε από την ανάγκη ενίσχυσης του ήχου της κιθάρας, καθώς μέχρι τότε ο ήχος της ήταν ιδιαίτερα ασθενικός και εύκολα χανόταν σε ορχήστρες και συναυλίες. Η ανάγκη αυτή οδήγησε στην ανάπτυξη της ηλεκτρικής ενίσχυσης.

Οι πρώτες προσπάθειες ηλεκτρικής ενίσχυσης της κιθάρας ξεκίνησαν κατά την δεκαετία του 1920. Η πρώτη εμπορικά επιτυχημένη προσπάθεια ήρθε από τον George Beauchamp το 1931, ο οποίος πρόσθεσε μαγνήτες σε μια χαβανέζικου τύπου ακουστική κιθάρα. Οι μαγνήτες, τοποθετημένοι κάτω από τις χορδές της κιθάρας, επέτρεπαν την μετατροπή του ήχου σε ηλεκτρικό σήμα. Η πρώτη αυτή μορφή της ηλεκτρικής κιθάρας έμεινε γνωστή με το όνομα “Frying Pan”, εξαιτίας του στρογγυλού σχήματος που συνήθιζαν να έχουν τότε οι χαβανέζικες κιθάρες (Freeth, 1999).

Λίγα χρόνια αργότερα, το 1936 κυκλοφορεί από την εταιρία Gibson, η ES-150, η πρώτη ηλεκτρική κιθάρα που έγινε γνωστή χάρη στον τζαζ κιθαρίστα Charlie Christian, ο οποίος ήταν από τους πρώτους κιθαρίστες που χρησιμοποίησαν κιθάρα με ηλεκτρική ενίσχυση σε συναυλίες και ηχογραφήσεις (Ingram, 2001).

Η Εξέλιξη της Ηλεκτρικής κιθάρας

Τα δύο πρώτα μοντέλα, που αναφέρθηκαν παραπάνω, έφεραν τη γέννηση της ηλεκτρικής ενίσχυσης στην κιθάρα. Ωστόσο, η ηλεκτρική κιθάρα με την μορφή που την ξέρουμε και σήμερα εμφανίστηκε αργότερα, κατά την δεκαετία του 1950, όταν ο Leo Fender, κυκλοφόρησε τα δύο πιο διαδεδομένα μοντέλα ηλεκτρικής κιθάρας, Telecaster (1950) και

Stratocaster (1954) (Freeth, 1999). Η Telecaster ήταν η πρώτη ηλεκτρική κιθάρα συμπαγούς σώματος (solid body) που κυκλοφόρησε, ενώ την ακολούθησε η Stratocaster, η πρώτη κιθάρα στην αγορά με τριπλό μαγνήτη. Τα δύο αυτά μοντέλα αγαπήθηκαν ιδιαίτερα από κιθαρίστες της εποχής εκείνης (Ingram, 2001). Την ίδια περίοδο, η Gibson κυκλοφορεί την Les Paul, μια κιθάρα με πιο βαρύ σώμα και με μαγνήτες διπλού πηνίου (humbucker), οι οποίοι προσέφεραν έναν πιο πλούσιο και ζεστό ήχο (Freeth, 1999).

Η ηλεκτρική κιθάρα διαδόθηκε γρήγορα σε όλη την Αμερική αλλά και στην Ευρώπη και έγινε αναντικατάστατο όργανο σε πολλά είδη της μουσικής δημιουργίας. Μέσα από την ανάπτυξη της ηλεκτρικής κιθάρας αναδείχθηκαν μεγάλοι κιθαρίστες όπως ο Chuck Berry, ο Jimmy Hendrix, ο Eddie Van Halen και πολλοί άλλοι, οι οποίοι συνέβαλλαν σημαντικά στην εξέλιξη και στη διάδοσή της. Ταυτόχρονα, καλλιεργήθηκαν και εκπαιδευτικοί μέθοδοι για την διδασκαλία του οργάνου, και εκδόθηκαν βιβλία με διδακτικό υλικό τα οποία οδήγησαν στην γέννηση μεγάλων και αξιόλογων κιθαριστών σε όλο τον κόσμο (Ingram, 2001).

1.2 Κατηγορίες Ηλεκτρικών Κιθαρών

Οι ηλεκτρικές κιθάρες χωρίζονται σε διάφορους τύπους, ανάλογα με το σχήμα τους καθώς και με τα ιδιαίτερα ηχητικά χαρακτηριστικά του ήχου που παράγουν.

❖ *Ηλεκτρική κιθάρα συμπαγούς σώματος (Solid body guitar)*

Ο συγκεκριμένος τύπος κιθάρας έχει συμπαγές και ενιαίο σώμα, χωρίς ηχείο. Εμφανίστηκε κατά την δεκαετία του 1940 από διάφορους κατασκευαστές (Bigsby, Rickenbacker), έγινε όμως εμπορικά γνωστός από την Fender, με τα δύο πιο γνωστά μοντέλα μέχρι και σήμερα, την Telecaster και την Stratocaster. Ο ήχος τους χαρακτηρίζεται καθαρός και ακριβής, καθόλου μουντός και είναι ιδανικές για μουσικά είδη όπως blues, classic rock, pop (Bacon, 2001).

❖ *Ηλεκτρική κιθάρα ημι-κοίλου σώματος (Semi-Hollow body guitar)*

Οι ηλεκτρικές κιθάρες ημι-κοίλου σώματος (Semi-hollow body) έχουν το λεγόμενο “tone block”, μια συμπαγή ξύλινη πλάκα κατά μήκος του σώματος της κιθάρας, ανάμεσα από τις δύο ηχητικές σχισμές (f-holes). Η γέφυρα και οι μαγνήτες είναι τοποθετημένοι πάνω στην ξύλινη πλάκα. Τα χαρακτηριστικά αυτά μειώνουν την πιθανότητα μικροφώνησης (feedback) και προσφέρουν έναν πιο φυσικό και «ξύλινο» ήχο, συνδυάζοντας τη φυσική αντήχηση των κιθαρών με κοίλο σώμα με την ένταση που έχουν οι ηλεκτρικές κιθάρες συμπαγούς σώματος. Η σειρά ES της Gibson είναι από τις πιο γνωστές κιθάρες του τύπου αυτού. Προτιμάται ιδιαίτερα για το είδος της τζαζ μουσικής (Josh H., 2021).

❖ *Ηλεκτρική κιθάρα κοίλου σώματος (Hollow body guitar)*

Οι ηλεκτρικές κιθάρες κοίλου σώματος (Hollow body guitars) είναι όργανα με «κούφιο» σώμα, μοιάζουν περισσότερο με ακουστικές κιθάρες, ωστόσο έχουν ηλεκτρομαγνητική ενίσχυση για μεγαλύτερη ένταση. Έχουν σχεδιαστεί έτσι ώστε να μπορούν να εκμεταλλεύονται όλα τα ακουστικά στοιχεία του σώματος, όπως την αντήχηση. Η πιο γνωστή κιθάρα αυτού του τύπου είναι η ES-150 της Gibson, η οποία έγινε ευρέως γνωστή από τον διάσημο τζαζ κιθαρίστα Charlie Christian. Ο ήχος της χαρακτηρίζεται ζεστός και γεμάτος και για αυτό προτιμάται ιδιαίτερα για τζαζ και blues εκτελέσεις (Josh H., 2021).

1.3 Σχεδιασμός Ηλεκτρικής Κιθάρας

Αν και το μεγαλύτερο μέρος της παραγωγής ηλεκτρικής κιθάρας, στηρίζεται στα κυριότερα σχέδια των δύο μεγάλων εταιριών Fender και Gibson, κυκλοφορούν αμέτρητα

μοντέλα κιθάρας στην αγορά. Η πολύπλοκη κατασκευή του οργάνου απαιτεί τη λήψη πολλών αποφάσεων, καθώς κάθε μια από αυτές μπορούν να επηρεάσουν το τελικό ηχητικό αποτέλεσμα. Τα υλικά κατασκευής, τα εξαρτήματα καθώς και η σχεδιαστική δομή του οργάνου είναι θέματα που απασχολούν τους σχεδιαστές (French, 2012). Ταυτόχρονα, δίνεται έμφαση τόσο στην αισθητική σχεδίαση του οργάνου αλλά και στην ευχρηστία του, ώστε ο εκτελεστής να νιώθει άνετα όταν το χρησιμοποιεί (Waring , Raymond, & Randall , 2001).

Το πρώτο στοιχείο που λαμβάνεται υπόψη στον σχεδιασμό της ηλεκτρικής κιθάρας είναι το μήκος του μπράτσου του οργάνου. Τα πιο συνηθισμένα μήκη είναι έκτασης 648 mm και 629 mm, διαστάσεις που προέρχονται από τα σχέδια των Fender και Gibson αντίστοιχα. Ο πιο συνηθισμένος αριθμός τάσεων στην κιθάρα είναι 21 ή 22, ωστόσο υπάρχουν κιθάρες με 24 τάστα, οι οποίες προσφέρουν την έκταση δύο οκτάβων. Ένα από τα μειονεκτήματά τους, ωστόσο, είναι πως διαθέτουν περιορισμένο χώρο για την τοποθέτηση διπλών και τριπλών μαγνητών, γεγονός που επηρεάζει σε σημαντικό βαθμό το τελικό ηχητικό αποτέλεσμα (French, 2012). Εκτός όμως από το μήκος του μπράτσου, σημαντικό ρόλο έχει και το πλάτος του κοκάλου (nut width - άνω καβαλάρης) που βρίσκεται στο πάνω μέρος της ταστιέρας. Το κόκαλο αυτό καθορίζει την απόσταση των χορδών μεταξύ τους πάνω στην ταστιέρα (Waring , Raymond, & Randall , 2001).

Στοιχεία που καθορίζουν σημαντικά το ηχητικό αποτέλεσμα του οργάνου αποτελούν οι μαγνήτες και η τοποθέτησή τους πάνω στο σώμα της κιθάρας, οι γέφυρες αλλά και η τοποθέτηση όλων των απαραίτητων ηλεκτρικών εξαρτημάτων μέσα στο σώμα της. Οι διάφοροι τρόποι με τους οποίους τοποθετούνται όλα τα παραπάνω επηρεάζουν τόσο την λειτουργικότητα του οργάνου όσο και την ηχητική απόδοσή του (Waring , Raymond, & Randall , 2001).

1.3.1 Μαγνήτες

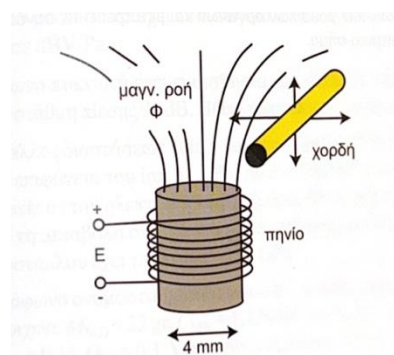
Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, η ανάγκη για μεγαλύτερη ηχητική ένταση κατά την εκτέλεση της ζωντανής μουσικής, οδήγησε στη δημιουργία και την εξέλιξη ηλεκτροακουστικών μετατροπέων για διάφορα μουσικά όργανα. Συγκεκριμένα, η ηλεκτρική κιθάρα χρησιμοποιεί μετατροπέα ηλεκτροδυναμικού τύπου, τους γνωστούς σε όλους μαγνήτες (pickups), ο οποίος αποτελεί τμήμα του ίδιου του οργάνου. Ο μετατροπέας

αποτελείται από έναν μαγνήτη με έξι κυλινδρικές μεταλλικές προεξοχές, τυλιγμένες από ένα πηνίο με λεπτό σύρμα (Λουτρίδης, 2018). Η τεχνολογία των μαγνητών αναπτύχθηκε κατά την δεκαετία του 1930, κατά την οποία οι μετατροπείς που κυκλοφορούσαν τότε στην αγορά ήταν αρκετά μεγαλύτεροι σε μέγεθος από τους σημερινούς (French, 2012).

Οι μαγνήτες παράγουν τάση ανάλογη με την κίνηση των χορδών της ηλεκτρικής κιθάρας που πάλλονται. Πιο συγκεκριμένα, ο μαγνήτης δημιουργεί ένα μαγνητικό πεδίο γύρω από τις χορδές, οι οποίες συνήθως είναι κατασκευασμένες από ατσάλι ή από νικέλιο. Η κίνηση των χορδών διαταράσσει τις γραμμές του μαγνητικού πεδίου και έτσι δημιουργείται ηλεκτρικό ρεύμα στο πηνίο λόγω του φαινομένου της ηλεκτρομαγνητικής επαγωγής. Το μαγνητικό πεδίο ενισχύεται όταν η χορδή πλησιάζει τον μαγνήτη, ενώ αντίστοιχα όταν απομακρύνεται από τον μαγνήτη ελαττώνεται. Πιο συγκεκριμένα, ο νόμος του Faraday δείχνει πως η ηλεκτρική τάση στο πηνίο είναι ανάλογη με τον ρυθμό μεταβολής της μαγνητικής ροής, όπως φαίνεται στον τύπο παρακάτω:

$$E = N \frac{\Delta\Phi}{\Delta t} = NS \frac{\Delta B}{\Delta t}$$

Όπου το N δείχνει τον αριθμό των σπειρών του πηνίου, το S την επιφάνεια του μαγνήτη κάτω από τις χορδές και B την μαγνητική επαγωγή. Η χροιά του παραγόμενου ήχου επηρεάζεται σημαντικά από τη θέση του μαγνήτη πάνω στο όργανο. Το ηλεκτρικό αυτό σήμα που παράγεται δρομολογείται σε έναν ενισχυτή για να ενισχυθεί η στάθμη του και μετατρέπεται στη συνέχεια σε ήχο μέσω ηχείου (Λουτρίδης, 2018).



Εικόνα 1.1. Η κίνηση της χορδής μεταβάλλει την μαγνητική ροή και προκαλεί επαγωγική τάση στο πηνίο (Λουτρίδης, 2018).

1.3.1.1 Τύποι Μαγνητών

Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι μαγνητών, οι μαγνήτες μονού πηνίου (single coil) και οι μαγνήτες διπλού πηνίου (humbuckers).

❖ Μαγνήτες μονού πηνίου (Single coil):

Οι μαγνήτες μονού πηνίου συνήθως έχουν ένα πολύ στενό μαγνητικό πεδίο λήψης. Στην πράξη αυτό σημαίνει πως ο μαγνήτης καταγράφει μια πολύ συγκεκριμένη περιοχή των χορδών, με την τάση να λαμβάνει περισσότερο τις μεσαίες και υψηλές συχνότητες. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα την απόδοση ενός πολύ διαπεραστικού ήχου. Ο ήχος αυτός συχνά χαρακτηρίζεται καθαρός, κοφτός και φωτεινός. Ωστόσο, οι συγκεκριμένοι μαγνήτες παρουσιάζουν ευαισθησία στις ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές και έτσι δημιουργείται θόρυβος (Jenkins, n.d.).

❖ Μαγνήτες διπλού πηνίου (humbuckers):

Οι μαγνήτες διπλού πηνίου αποτελούνται από δύο πηνία τα οποία έχουν αντίθετη φορά περιέλιξης (reverse winding) και ταυτόχρονα αντίθετη πολικότητα (reverse polarity), με αποτέλεσμα το σήμα που προέρχεται από την χορδή να φτάνει με την ίδια φάση και από τα δύο πηνία. Στη συνέχεια τα δύο πηνία συνδέονται σε σειρά εκτός φάσης. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται η ακύρωση του θορύβου, σε αντίθεση με τους μαγνήτες μονού πηνίου. Καθώς όμως η ακύρωση φάσης δεν πραγματοποιείται τέλεια σε όλες τις συχνότητες, παρατηρείται μερική ακύρωση αρμονικών, κυρίως στις υψηλές συχνότητες. Για αυτόν τον λόγο, οι “humbuckers” προσφέρουν έναν πιο ζεστό, γεμάτο και συμπιεσμένο ήχο, με έμφαση στις χαμηλές συχνότητες (Jenkins, χ.χ.).

Αν και ο μαγνήτης ως κατασκευή χαρακτηρίζεται κομψή και απλή, παρουσιάζει ένα σημαντικό μειονέκτημα. Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, είναι αρκετά ευαίσθητος στον ηλεκτρομαγνητικό θόρυβο. Ο σύγχρονος κόσμος είναι γεμάτος από ηλεκτρομαγνητικές

παρεμβολές, όπως για παράδειγμα τα κινητά τηλέφωνα, οι ραδιοπομποί και πολλές άλλες ηλεκτρικές συσκευές που παράγουν ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία. (French, 2012)

Ένας μαγνήτης μονού πηνίου, καθώς αποτελείται συνήθως από περίπου 6.000 περιελίξεις σύρματος, λειτουργεί ως μια κεραία, η οποία προσλαμβάνει επίσης ανεπιθύμητες ηλεκτρομαγνητικές παρεμβολές. Επομένως, επειδή ο ενισχυτής της κιθάρας δεν μπορεί να ξεχωρίσει το σήμα που προέρχεται από την ταλάντωση των χορδών από τον ηλεκτρομαγνητικό θόρυβο, ενισχύει και τα δύο και με αυτόν τον τρόπο ακούγεται ένας θόρυβος χαμηλής συχνότητας μαζί με τον καθαρό ήχο του οργάνου (French, 2012).

Για να αντιμετωπιστεί αυτό το πρόβλημα, οι κατασκευαστές των κιθαρών χρησιμοποιούν τεχνικές θωράκισης και γείωσης στα όργανα. Με αυτόν τον τρόπο εμποδίζουν τις ανεπιθύμητες παρεμβολές να επηρεάσουν το κύκλωμα ενώ ταυτόχρονα εκφορτίζεται το περισσευούμενο ηλεκτρικό φορτίο, με αποτέλεσμα να μειώνεται σημαντικά ο θόρυβος.

Οι τεχνικές αυτές, αν και βοήθησαν σημαντικά στην μείωση του θορύβου, δεν ήταν αρκετές. Έτσι γεννήθηκε ο μαγνήτης διπλού πηνίου (humbucker), το 1955 από τον Seth Lover, ο οποίος τότε εργαζόταν στην Gibson. Ο συγκεκριμένος τύπος μαγνήτη, βασίζεται στην αρχή της απόρριψης κοινού θορύβου (common-mode rejection), τα δύο πηνία δηλαδή είναι τυλιγμένα σε αντίθετες κατευθύνσεις. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται η ακύρωση του θορύβου, καθώς οι ηλεκτρικές τάσεις που δημιουργούνται από το ηλεκτρομαγνητικό πεδίο είναι ισοδύναμες αλλά ταυτόχρονα αντίθετες. Ωστόσο, η αρχική αυτή σχεδίαση ήταν προβληματική, καθώς τα πηνία ακύρωναν, εκτός από τον θόρυβο, και το σήμα που προερχόταν από την ταλάντωση των χορδών (French, 2012).

Η λύση στο πρόβλημα αυτό ήταν η τοποθέτηση μαγνητών με αντίθετη πολικότητα. Με αυτόν τον τρόπο και τα δύο πηνία παρουσιάζουν ευαισθησία στην κίνηση των χορδών, με αποτέλεσμα να ακυρώνουν τον ανεπιθύμητο θόρυβο, ενώ ταυτόχρονα να αντιλαμβάνονται την ταλάντωση των χορδών (French, 2012).

Σημαντικό χαρακτηριστικό των μαγνητών αποτελεί η ηλεκτρική εμπέδηση (impedance), η οποία καθορίζει τον τρόπο με τον οποίο μεταφέρεται το ηλεκτρικό σήμα από τους μαγνήτες στον ενισχυτή της κιθάρας. Είναι σημαντικό, η εμπέδηση εισόδου του

ενισχυτή να είναι τουλάχιστον 10 φορές μεγαλύτερη από την εμπέδηση εξόδου των μαγνητών, ώστε να επιτευχθεί η μέγιστη απόδοση του σήματος της κιθάρας. Συνήθως, οι περισσότεροι μαγνήτες που κυκλοφορούν, έχουν εμπέδηση εξόδου από **5 kΩ έως 15 kΩ**, ενώ οι ενισχυτές από **100 kΩ έως 1MΩ**. Η τάση που παράγουν οι μαγνήτες μεταφέρεται στον ενισχυτή μέσω ενός κυκλώματος διαιρετής τάσης (voltage divider circuit), όταν η εμπέδηση εισόδου του ενισχυτή είναι μεγαλύτερη από την εμπέδηση εξόδου του μαγνήτη, η μέγιστη τάση φτάνει στον ενισχυτή, διασφαλίζοντας ένα πιο ισχυρό και καθαρό σήμα (French, 2012).

1.3.1.2 Μαγνητικά υλικά

Εκτός από το είδος του μαγνήτη που τοποθετείται πάνω στο όργανο, σημαντικό ρόλο έχουν και τα μαγνητικά υλικά που χρησιμοποιούνται για την κατασκευή τους. Στην περίπτωση της ηλεκτρικής κιθάρας, καθώς τα μαγνητικά πεδία που δημιουργούνται είναι δυναμικά και τα διάφορα μαγνητικά υλικά έχουν διαφορετικές δυναμικές ιδιότητες, επηρεάζουν και διαφορετικά το πεδίο με αποτέλεσμα να παράγουν διαφορετικά ηχητικά χαρακτηριστικά. Κάποια συνηθισμένα μαγνητικά υλικά με τα οποία κατασκευάζουν τους μαγνήτες είναι το Alnico II, το οποίο προσφέρει έναν πιο ζεστό και μαλακό ήχο, το Alnico V, το οποίο είναι πιο ισχυρό μαγνητικά, ενώ ταυτόχρονα αποδίδει έναν πιο λαμπερό ήχο, οι κεραμικοί μαγνήτες, και πιο σπάνια το νεοδύμιο και το σαμάριο – κοβάλτιο (French, 2012).

1.3.1.3 Θέση Μαγνητών

Τα ηχητικά χαρακτηριστικά της κιθάρας διαμορφώνονται κυρίως από τα ηλεκτρονικά της στοιχεία, δηλαδή τους μαγνήτες. Αν και τα υλικά κατασκευή της επηρεάζουν ως ένα βαθμό το ηχητικό αποτέλεσμα, έχουν δευτερεύοντα ρόλο σε σύγκριση με τους μαγνήτες και

την τοποθέτηση τους πάνω στο όργανο. Ο πιο συνηθισμένος αριθμός μαγνητών στις ηλεκτρικές κιθάρες είναι δύο ή τρεις. Αν και η προσθήκη πολλαπλών μαγνητών αυξάνει το βάρος καθώς και την πολυπλοκότητα του οργάνου, προσφέρει μεγαλύτερη ποικιλία ηχητικών επιλογών στον κιθαρίστα, ώστε να διαμορφώσει τον ήχο του ανάλογα με το εκάστοτε είδος μουσικής (French, 2012).

Οι μαγνήτες, οι οποίοι είναι τοποθετημένοι πιο κοντά στη γέφυρα παράγουν ένα φωτεινό ήχο, πλούσιο σε υψηλές συχνότητες. Ονομάζονται συχνά και “lead pickups” από τους κιθαρίστες, καθώς λόγω τους διαπεραστικού ήχου που παράγουν, οι σολίστες τους χρησιμοποιούν στα σολιστικά μέρη των κομματιών. Αντίθετα, οι μαγνήτες που βρίσκονται κοντά στο μπράτσο παράγουν ήχο με λιγότερες υψηλές συχνότητες, έναν δηλαδή πιο ζεστό και απαλό ήχο. Ονομάζονται “rhythm pickups”, καθώς προτιμώνται σε ρυθμικά και συνοδευτικά μέρη των τραγουδιών (French, 2012).

Κάτι αντίστοιχο συμβαίνει και με το σημείο όπου χτυπάει ο κιθαρίστας τις χορδές της κιθάρας. Όταν τις χτυπάει κοντά στο σημείο της γέφυρας, ο ήχος είναι πιο λαμπερός με έντονες τις υψηλές συχνότητες, ενώ όταν τις χτυπάει μακριά από την γέφυρα, ο ήχος είναι πιο ζεστός με περισσότερες χαμηλές συχνότητες (French, 2012).

Καταλαβαίνουμε, επομένως πως το σημείο τοποθέτησης των μαγνητών επηρεάζει σημαντικά το ηχητικό αποτέλεσμα του οργάνου, για αυτό και αποτελεί κρίσιμη απόφαση για τους κατασκευαστές ηλεκτρικής κιθάρας.

1.3.2 Γέφυρες

Οι γέφυρες αποτελούν ένα από τα πιο σημαντικά εξαρτήματα της ηλεκτρικής κιθάρας, καθώς βασική τους λειτουργία είναι η στήριξη των χορδών, ακριβώς όπως και στις ακουστικές κιθάρες. Ωστόσο στην περίπτωση της ηλεκτρικής κιθάρας, οι γέφυρες είναι πιο βαριές εξαιτίας της μηχανικής τους πολυπλοκότητας. Οι καβαλάρηδες κάθε χορδής είναι ανεξάρτητοι, με την δυνατότητα να ρυθμίζονται ξεχωριστά. Αυτό προσφέρει μεγαλύτερη ακρίβεια στο κούρδισμα αλλά ταυτόχρονα και άνεση στο παίξιμο (Waring , Raymond, & Randall , 2001).

Οι γέφυρες διακρίνονται σε δύο βασικές κατηγορίες, τις σταθερές (fixed) και τις κινούμενες (tremolo ή vibrato bridges) γέφυρες, οι οποίες αποδίδουν διαφορετικά ηχητικά χαρακτηριστικά. Οι σταθερές γέφυρες είναι βιδωμένες στο σώμα της κιθάρας και ο μηχανισμός τους δεν προσφέρει τη δυνατότητα κίνησης των χορδών. Αντίθετα οι κινούμενες γέφυρες ή αλλιώς γέφυρες tremolo, προσφέρουν την δυνατότητα κίνησης των χορδών με την βοήθεια ενός μοχλού, μεταβάλλοντας πολύ γρήγορα την τάση των χορδών, με αποτέλεσμα να δημιουργούν ένα vibrato εφέ (French, 2012).

1.3.3 Ενισχυτική Ράβδος

Οι περισσότερες ηλεκτρικές κιθάρες διαθέτουν στο εσωτερικό του μπράτσου, μια ενισχυτική ράβδο γνωστή και ως truss rod. Το συγκεκριμένο εξάρτημα επιτελεί δύο βασικές λειτουργίες. Αρχικά, προσφέρει την ενίσχυση και την σταθερότητα του μπράτσου απέναντι στις δυνάμεις που ασκούνται από τις κινήσεις των χορδών, και δεύτερον, προσφέρει την δυνατότητα ρύθμισης της καμπυλότητας του μπράτσου, σύμφωνα με τις προτιμήσεις του εκτελεστή (French, 2012).

1.4 Ενισχυτές

Υπάρχουν πολλά είδη ενισχυτών οργάνων ή ηχοσυστημάτων στην αγορά, οι οποίοι ανάλογα με την λειτουργία τους, εξυπηρετούν και διαφορετικούς σκοπούς. Όπως για παράδειγμα το ηλεκτρικό μπάσο απαιτεί πολύ δυνατούς και ειδικούς ενισχυτές για να αποδοθούν με το καλύτερο δυνατό τρόπο οι χαμηλές του νότες. Οι ενισχυτές πληκτροφόρων οργάνων πρέπει να μπορούν να αναπαράγουν με ακρίβεια ολόκληρο το τονικό εύρος των συνθεσάιζερ και των ηλεκτρικών πιάνων χωρίς παραμόρφωση. Στην περίπτωση της ηλεκτρικής κιθάρας, ο ενισχυτής συμβάλει όχι μόνο στην ενίσχυση του σήματος, αλλά και στην διαμόρφωση και τον χρωματισμό του ήχου του οργάνου (Pinksterboer, 2009).

Οι πρώτες ηλεκτρικές κιθάρες χρησιμοποιούσαν για την ενίσχυση του ήχου ειδικά μικρόφωνα, τα οποία μετέτρεπαν τις δονήσεις του ήχου σε ηλεκτρικό σήμα και στην

συνέχεια το δρομολογούσαν στα ηχεία. Ωστόσο, η μέθοδος αυτή παρουσίαζε κάποια προβλήματα, καθώς τα μικρόφωνα αυτά είχαν μεγάλη ευαισθησία. Όταν, για παράδειγμα, ο ενισχυτής είχε αρκετά υψηλή ένταση ώστε να αποδώσει ένα επαρκές σήμα εξόδου, ολόκληρη η κιθάρα μετατρέποταν σε μικρόφωνο, το οποίο συλλάμβανε όλους τους ήχους και τους θορύβους. Επομένως, ο συγκεκριμένος μηχανισμός ενίσχυσης του ηλεκτρικού σήματος δεν ήταν κατάλληλος (Darr, 1965).

Αν και η βασική τους λειτουργία είναι αρκετά απλή, να ενισχύουν δηλαδή την ένταση του σήματος από τους μαγνήτες της κιθάρας, οι σύγχρονοι ενισχυτές αποτελούν βασικό εργαλείο για τους κιθαρίστες, καθώς χωρίς αυτούς η ηλεκτρικές κιθάρες δεν θα είχαν καμία αξία. Είναι αντικείμενο εκτεταμένων συζητήσεων από τους μουσικούς καθώς τα διαφορετικά χαρακτηριστικά τους προβληματίζουν την κοινότητα ως προς την επιλογή του κατάλληλου ενισχυτή για το εκάστοτε ηχητικό αποτέλεσμα που θέλουν να πετύχουν (French, 2012).

Καθώς ο ήχος που παράγεται από τον μαγνήτη είναι αρκετά αδύναμος, η ηλεκτρική κιθάρα χρειάζεται ένα μέσο που θα ενισχύσει την ένταση αυτού του ήχου. Η βασική λειτουργία, επομένως, του ενισχυτή είναι η αύξηση της τάσης και της ισχύος ενός σήματος εισόδου. Στην φυσική, η σχέση αυτή δίνεται από την εξίσωση $P = I \times V$, όπου η ισχύς (P) είναι το γινόμενο της τάσης (V) και του ρεύματος (I), ενώ μονάδα μέτρησης της ισχύος είναι το Watt. Για παράδειγμα ένας μικρός ενισχυτής μπορεί να έχει ισχύ 10 watt, ενώ ένας μεγάλος ενισχυτής σχεδιασμένος για ζωντανές εμφανίσεις μπορεί να φτάσει ακόμα και τα 250 watt. Ωστόσο, είναι σημαντικό να αναφερθεί πως η τιμή των watt, αναφέρεται σε ηλεκτρική ισχύ και όχι σε ακουστική ισχύ. Η τιμή αυτή δηλαδή μας δείχνει την ηλεκτρική ισχύ που παράγει ο ενισχυτής της κιθάρας (French, 2012).

Οι τύποι των ενισχυτών συχνά κατηγοριοποιούνται είτε με βάση τα χαρακτηριστικά του σχεδιασμού τους, είτε με βάση τα υλικά από τα οποία είναι φτιαγμένοι. Οι κατηγορίες των ενισχυτών με βάση τον σχεδιασμό τους προκύπτουν από τον τρόπο λειτουργίας τους και περιγράφονται με γράμματα. Οι πιο σημαντικές κατηγορίες είναι οι κλάσεις A,B και D, και κάθε μια από αυτές περιγράφουν την βασική αρχή λειτουργίας τους, και όχι το υλικό από το οποίο μπορεί να είναι φτιαγμένος ο ενισχυτής (French, 2012).

Πιο συγκεκριμένα, οι ενισχυτές κλάσης A, αν και είναι απλοί στην κατασκευή τους, δεν παρουσιάζουν τα επιθυμητά αποτελέσματα. Η βασική τους λειτουργία είναι η ενίσχυση ολόκληρου του κύκλου του ημιτονοειδούς κύματος. Οι ενισχυτές αυτοί παρουσιάζουν έναν

χαμηλό θόρυβο, ενώ το πραγματικό ποσοστό της απόδοσης τους είναι περίπου στο 50%. Αυτό στην πραγματικότητα σημαίνει ότι για κάθε 1 Watt που παρέχει στο ηχείο, διαχέει τουλάχιστον 1 Watt ως θερμότητα. Παρά την χαμηλή απόδοσή τους, έχουν ως αποτέλεσμα έναν καθαρό ήχο με ελάχιστη προσθήκη παραμόρφωσης (French, 2012).

Αντίθετα, οι ενισχυτές κλάσης B χρησιμοποιούν την τεχνική push – pull για την ενίσχυση του σήματος, ενισχύουν δηλαδή μόνο το μισό μέρος του ημιτονοειδούς κύματος. Η τεχνική αυτή έχει ως αποτέλεσμα ένα ποσοστό περίπου 78% ως προς την αποδοτικότητα του ενισχυτή. Ο τύπος αυτός χρησιμοποιεί μια διάταξη ακολουθητή εκπομπού, ενώ συχνά παρατηρείται μια μορφή παραμόρφωσης, γνωστή ως crossover distortion, η οποία δημιουργείται όταν τα δύο σήματα από τα δύο διαφορετικά τρανζίστορ δεν ενωθούν ακριβώς (French, 2012).

Τέλος, οι ενισχυτές κλάσης D χρησιμοποιούν ψηφιακή τεχνολογία, μετατρέποντας το εισερχόμενο σήμα από αναλογικό σε ψηφιακό, τεμαχίζοντάς το σε μια σειρά παλμών. Με αυτόν τον τρόπο, δεν ενισχύεται άμεσα το αναλογικό σήμα αλλά μετατρέπεται σε ένα παλμικά διαμορφωμένο σήμα (PWM – Pulse Width Modulation) μέσα από το οποίο κωδικοποιείται. Στην ουσία, το σύστημα αυτό ελέγχει έναν διακόπτη ON – OFF, ο οποίος ενεργοποιεί και απενεργοποιεί πολύ γρήγορα την πηγή του ρεύματος. Στην συνέχεια, το ενισχυμένο αυτό σήμα περνάει από ένα φίλτρο, το οποίο αφαιρεί τις υψηλές συχνότητες και το μετατρέπει πάλι σε αναλογικό, ενισχύοντας την έντασή του. Οι ενισχυτές αυτού του τύπου, προσφέρουν αρκετά υψηλή απόδοση, γι' αυτό και είναι ευρέως διαδεδομένοι στα σύγχρονα ηχητικά συστήματα (French, 2012).

Ο δεύτερος τρόπος κατηγοριοποίησης των ενισχυτών γίνεται με βάση τον τύπο των βασικών ηλεκτρονικών εξαρτημάτων που χρησιμοποιούν για την ενίσχυση του σήματος. Υπάρχουν οι ενισχυτές που χρησιμοποιούν τρανζίστορ (γνωστοί και ως solid-state amplifiers), και από την άλλη μεριά οι ενισχυτές με λυχνίες κενού. Η δεύτερη κατηγορία είναι ιδιαίτερα αγαπητή από τους καθαρίστες καθώς οι ενισχυτές με λυχνίες κενού παράγουν έναν πιο ζεστό και γλυκό ήχο (French, 2012).

❖ *Ενισχυτές στερεάς κατάστασης (Solid state amps)*

Οι ενισχυτές στερεάς κατάστασης οφείλουν την γέννησή τους στην ανακάλυψη του τρανζίστορ το 1948, του οποίου η τιμή, μέχρι την δεκαετία του 1960, είχε μειωθεί αρκετά με αποτέλεσμα να χρησιμοποιείται ευρέως σε ηλεκτρονικά είδη, όπως οι ενισχυτές ηλεκτρικής κιθάρας. Είναι κατασκευασμένοι από τέσσερις τύπους ηλεκτρικών εξαρτημάτων όπως το τρανζίστορ, οι αντιστάσεις, οι δίοδοι και οι πυκνωτές, τοποθετημένα πάνω σε μια πλακέτα κυκλώματος. Είναι ιδιαίτερα ανθεκτικοί, ελαφριοί, οικονομικοί και δεν χρειάζονται ιδιαίτερη συντήρηση, σε αντίθεση με τους ενισχυτές λυχνίας (French, 2012).

Ο πυρήνας αυτών των ενισχυτών είναι το τρανζίστορ. Η βασική του λειτουργία είναι η ενίσχυση ασθενών σημάτων. Πιο συγκεκριμένα, ένα τρανζίστορ χρησιμοποιεί μια μικρή τάση στη βάση με σκοπό να ελέγξει μια μεγαλύτερη ροή ρεύματος μεταξύ του συλλέκτη και του εκπομπού. Δύο είναι οι κυριότεροι τύποι τρανζίστορ: τα διπολικά τρανζίστορ επαφής (BJT) και τα τρανζίστορ επαγωγής πεδίου (FET). Αν και θεωρητικά θα αρκούσε και ένα μόνο τρανζίστορ για την δημιουργία ενός ενισχυτή, αυτό στην πράξη δεν συμβαίνει. Οι σύγχρονοι ενισχυτές χρησιμοποιούν πολλαπλά τρανζίστορ και πρόσθετα κυκλώματα υποστήριξης, καθώς με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται η μέγιστη απόδοση του ενισχυτή. Πιο συγκεκριμένα, τα εξαρτήματα αυτά βοηθούν στην καλύτερη ρύθμιση του κέρδους (gain) του ενισχυτή, διασφαλίζουν τις σωστές αντιστάσεις, ώστε να μην αλλοιώνονται τα σήματα εισόδου και εξόδου αντίστοιχα και τέλος συμβάλλουν στην σταθερή απόδοση του ενισχυτή σε διαφορετικά περιβάλλοντα λειτουργίας (French, 2012).

❖ *Ενισχυτές λυχνίας κενού (Vacuum tube amplifiers)*

Πριν από την διάδοση των ενισχυτών με τρανζίστορ, η ενίσχυση του σήματος της ηλεκτρικής κιθάρας γινόταν αποκλειστικά με την χρήση ενισχυτών λυχνίας κενού, οι οποίοι ακόμα και σήμερα αποτελούν την πρώτη επιλογή ενισχυτή από την μουσική κοινότητα (French, 2012). Οι λυχνίες κενού, γνωστές και ως θερμοϊονικές βαλβίδες ανακαλύφθηκαν στις αρχές του 20^{ου} αιώνα, ως μέσο για την ενίσχυση σημάτων χαμηλής τάσης. Η κατασκευή τους

αποτελείται από δύο ή περισσότερα ηλεκτρόδια μέσα σε έναν θάλαμο κενού, τα οποία περικλείει ένα γυάλινο ή μεταλλικό περίβλημα. Μια παρομοίωση που μας βοηθά να κατανοήσουμε την λειτουργία των λυχνιών είναι να την αντιστοιχήσουμε με την ροή του νερού που κυλάει στην πλαγιά. Ένα από τα δύο ηλεκτρόδια, το οποίο βρίσκεται στην κάθοδο, θερμαίνεται και απελευθερώνει ηλεκτρόνια μέσω της θερμοϊονικής εκπομπής, δημιουργώντας μια «δεξαμενή» στην κορυφή του λόφου. Το δεύτερο ηλεκτρόδιο, το οποίο ονομάζεται άνοδος, βρίσκεται στην βάση του λόφου. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα, η κίνηση των ηλεκτρονίων από την κάθοδο προς την άνοδο, να ρυθμίζεται από την διαφορά τάσης μεταξύ τους (Pakarinen & Yeh, 2009).

Με την χρήση των λυχνιών, οι ενισχυτές αυτοί, γνωστοί και ως «λαμπάτου» ενισχυτές, αποδίδουν έναν πολύ ιδιαίτερο ήχο, που συχνά χαρακτηρίζεται ως ζεστός και λαμπερός, με αποτέλεσμα οι κιθαρίστες να τους προτιμούν σε σχέση με τους ενισχυτές με τρανζίστορ. Ωστόσο, οι ενισχυτές ήχου είναι από τα μοναδικά πλέον καταναλωτικά προϊόντα που χρησιμοποιούν λυχνίες κενού στην κατασκευή τους. Σε σύγκριση με τα τρανζίστορ, οι λυχνίες κενού είναι πολύ μεγαλύτερες σε μέγεθος σε σχέση με τα εξαρτήματα ενός ολοκληρωμένου κυκλώματος. Παράλληλα, η θέρμανση του εσωτερικού πλέγματος ή πλακιδίων, έχει ως αποτέλεσμα την υψηλή κατανάλωση ενέργειας. Τέλος, οι λαμπάτοι ενισχυτές απαιτούν την χρήση μεγάλων και βαριών μετασχηματιστών, ενώ λειτουργούν με εσωτερικές τάσεις συνεχούς ρεύματος (DC), που φτάνουν μερικές εκατοντάδες βολτ (French, 2012).

Ένας εναλλακτικός τρόπος για την αναπαραγωγή του ήχου ενός λαμπάτου ενισχυτή, χωρίς την υψηλή κατανάλωση ενέργειας που απαιτούν οι λυχνίες κενού, είναι η τροποποίηση του σήματος με την χρήση ενός αναλογικού κυκλώματος στερεάς κατάστασης είτε με την χρήση λογισμικού με ψηφιακό κύκλωμα. Όπως για παράδειγμα, διάφορα πετάλια εφέ που κυκλοφορούν στην αγορά χρησιμοποιούν κυκλώματα και λογισμικά, για να μιμηθούν την διαδικασία με την οποία ένας λαμπάτος ενισχυτής επηρεάζει το σήμα της κιθάρας. Οι συσκευές αυτές ονομάζονται modeling amps ή modeling boxes και περιέχουν ψηφιακούς επεξεργαστές που τροποποιούν το σήμα με την βοήθεια αλγορίθμων, οι οποίοι συχνά μπορούν να αναβαθμιστούν ή να επεξεργαστούν από τον εκάστοτε χρήστη (French, 2012).

Αν και η παραγωγή των λαμπάτων ενισχυτών είναι περιορισμένη, εξακολουθούν ακόμα να κατασκευάζονται και να χρησιμοποιούνται καθώς ο ιδιαίτερος ήχος τους είναι πολύ δημοφιλής στους περισσότερους κιθαρίστες (French, 2012).

1.4.1 Προ – ενισχυτής (Preamp)

Ένα ακόμα σημαντικό στάδιο στην διαμόρφωση του ήχου της ηλεκτρικής κιθάρας, είναι το στάδιο της προ ενίσχυσης του σήματος. Πρόκειται για έναν ενισχυτή χαμηλής ισχύος, ο οποίος τοποθετείται μεταξύ της ηλεκτρικής κιθάρας και του τελικού ενισχυτή. Βασική του λειτουργία είναι η ενίσχυση του σήματος που προέρχεται από τους μαγνήτες της κιθάρας και η ρύθμιση των αντιστάσεων ανάμεσα στον μαγνήτη και σε άλλα εξαρτήματα. Η κατασκευή του βασίζεται συνήθως σε ένα λειτουργικό ενισχυτή στερεάς κατάστασης (solid state operational amplifier), το οποίο συντομογραφικά ονομάζεται και «op amp». Στην ουσία οι συσκευές αυτές περιλαμβάνουν έναν συνδυασμό πολλών ηλεκτρονικών στοιχείων συγκεντρωμένων σε μια μικρή μονάδα, όπου συνδέονται σε κυκλώματα μεταξύ τους με τη χρήση αγώγιμου υλικού. Έχουν κατασκευαστεί με τέτοιο τρόπο, ώστε να απαιτούν έναν μικρό αριθμό αντιστάσεων και πυκνωτών, οι οποίοι ρυθμίζουν τόσο την ενίσχυση του σήματος όσο και τα χαρακτηριστικά της εισόδου και εξόδου ενός βασικού κυκλώματος (French, 2012).

2. ΤΕΧΝΙΚΕΣ ΤΟΠΟΘΕΤΗΣΗΣ ΜΙΚΡΟΦΩΝΩΝ ΣΤΗΝ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗ ΚΙΘΑΡΑ

Από την στιγμή της εμφάνισής της μέχρι και σήμερα, η ηλεκτρική κιθάρα αποτελεί ένα από τα πιο διαδεδομένα και πολυχρησιμοποιημένα μουσικά όργανα στην μουσική δημιουργία και παραγωγή. Το ιδιαίτερο ηχόχρωμά της και οι άπειρες ηχητικές και ακουστικές δυνατότητες που έχει, καθιστούν τον ρόλο της κεντρικό και καθοριστικό στην διαμόρφωση των ηχητικών χαρακτηριστικών πολλών ειδών μουσικής, από την pop και τη funk, μέχρι και τη metal. Πέρα από το ίδιο το όργανο, τα ηχητικά χαρακτηριστικά της κιθάρας διαμορφώνονται και από τον ενισχυτή της, αλλά και από τα επιπρόσθετα εφέ που χρησιμοποιούνται είτε κατά την διάρκεια της ηχογράφησης, είτε προστίθενται αργότερα στο στάδιο της μίξης. Η καταγραφή, επομένως, της ηλεκτρικής κιθάρας είναι μια τόσο δημιουργική όσο και τεχνική πρόκληση για τον ηχολήπτη, καθώς η επιλογή των σωστών

εργαλείων, όπως τα κατάλληλα μικρόφωνα αλλά και η τοποθέτησή τους στον ενισχυτή, αποτελούν κρίσιμα και καθοριστικά στάδια για την επίτευξη του επιθυμητού ηχητικού αποτελέσματος. Ο τύπος του μικροφώνου που θα χρησιμοποιηθεί, η απόστασή του από τον ενισχυτή αλλά και η γωνία από την οποία θα λαμβάνει τα ηχητικά σήματα της καμπίνας, είναι στοιχεία που έχουν σημαντική επίδραση στο αποτέλεσμα της ηχογράφησης (White, 2002).

Γνωρίζοντας τα χαρακτηριστικά του κάθε διαφορετικού ενισχυτή, καθώς και των διαθέσιμων μικροφώνων, μπορεί ένας ηχολήπτης ή μουσικός παραγωγός να προσαρμόσει τα εργαλεία του με τέτοιο τρόπο, ώστε να πετύχει το επιθυμητό ηχητικό αποτέλεσμα. Όπως προαναφέρθηκε, σημαντικός παράγοντας στην ηχογράφηση της ηλεκτρικής κιθάρας είναι ο τρόπος τοποθέτησης των μικροφώνων στην καμπίνα του ενισχυτή. Η καμπίνα του ενισχυτή, πέρα από τον ρόλο της ενίσχυσης του ηλεκτρικού σήματος, λειτουργεί και ως ένα μουσικό όργανο καθώς αναπαράγει τον ήχο της ηλεκτρικής κιθάρας. Επομένως, και η καμπίνα με την σειρά της, συνδιαμορφώνει τον τελικό ήχο, σύμφωνα με τις δικές της ακουστικές ιδιότητες.

Τα ηχητικά χαρακτηριστικά του μεγάφωνου επηρεάζονται σημαντικά από τη γωνία και την απόσταση, από την οποία θα τοποθετηθούν ένα ή περισσότερα μικρόφωνα, τα οποία θα καταγράψουν τον ήχο του ενισχυτή. Για παράδειγμα, τοποθετώντας ένα μικρόφωνο στο κέντρο της καμπίνας, δηλαδή «on – axis», παράγεται ένας πιο «επιθετικός» και καθαρός ήχος, ενώ τοποθετώντας το, δεξιά ή αριστερά από το μεγάφωνο (off – axis), παράγεται ένας πιο ζεστός και μουντός ήχος. Υπάρχουν διάφορες τέτοιες τεχνικές τοποθέτησης των μικροφώνων που επηρεάζουν τον ύφος των ηχογραφήσεων του οργάνου (Sigismondi, Vear, & Waller, n.d.).

Με την εξέλιξη της τεχνολογίας οι τεχνικές αυτές αλλάζουν και διαμορφώνονται ανάλογα και με το είδος της μουσικής που ηχογραφείται κάθε φορά, καθώς οι μουσικοί παραγωγοί συνεχίζουν και πειραματίζονται με διάφορες μεθόδους με στόχο να ανακαλύψουν συνδυασμούς που θα φέρουν τον επιθυμητό ήχο στις ηχογραφήσεις τους. Στο κεφάλαιο αυτό αναλύονται περαιτέρω οι βασικές τεχνικές τοποθέτησης των μικροφώνων στον ενισχυτή της κιθάρας, καθώς και τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματά τους αντίστοιχα.

2.1 Τύποι μικροφώνων που χρησιμοποιούνται στην ηχογράφηση της κιθάρας

Οι τύποι μικροφώνων που χρησιμοποιούνται για την ηχογράφηση της ηλεκτρικής κιθάρας είναι τα δυναμικά, τα πυκνωτικά και τα μικρόφωνα ταινίας. Κάθε τύπος μικροφώνου, ανάλογα με τα δικά του χαρακτηριστικά, διαμορφώνει διαφορετικά τα ηχητικά χαρακτηριστικά του ενισχυτή της κιθάρας.

2.1.1 Δυναμικά Μικρόφωνα

Ο συνηθέστερος τύπος μικροφώνου που επιλέγουν οι ηχολήπτες για τη λήψη του ήχου της καμπίνας, είναι τα δυναμικά μικρόφωνα. Το δυναμικό μικρόφωνο (dynamic microphone) αποτελεί έναν από τους πιο διαδεδομένους τύπους μικροφώνου στην μουσική βιομηχανία, καθώς είναι αρκετά φθηνότερο από τα άλλα μικρόφωνα, είναι ιδιαίτερα ανθεκτικό και εύχρηστο, καθώς δεν απαιτεί τροφοδοσία. Χρησιμοποιείται συχνά σε ζωντανές μουσικές εκτελέσεις και σε επιτόπιο ρεπορτάζ, λόγω της αντοχής τους και της καλής απόκρισής τους σε υψηλές στάθμες ήχου (Λουτρίδης, 2018).

Οι ηχολήπτες δείχνουν ιδιαίτερη προτίμηση στα δυναμικά μικρόφωνα, καθώς τα χαρακτηριστικά τους, όσον αφορά την απόκριση συχνοτήτων, τα καθιστούν ιδανικά για την ηχογράφηση της ηλεκτρικής κιθάρας. Ένα από τα πιο διαδεδομένα μοντέλα δυναμικού τύπου, το οποίο αποτελεί την πρώτη επιλογή από τους παραγωγούς, είναι το Shure **SM57**. Το συγκεκριμένο μικρόφωνο παρουσιάζει μείωση της απόκρισης κάτω από τα 200Hz, η οποία περιορίζει τους θορύβους χαμηλής συχνότητας που μπορούν να έρθουν σε σύγκρουση με τις χαμηλές συχνότητες του μπάσου ή της μπότας των ντραμς. Ταυτόχρονα, δίνει την δυνατότητα ενίσχυσης των χαμηλών συχνοτήτων που δημιουργείται εξαιτίας του φαινομένου της εγγύτητας (proximity effect), δηλαδή, όταν το μικρόφωνο πλησιάσει πολύ κοντά στην πηγή. Επιπροσθέτως, παρατηρείται μια μικρή μείωση της ευαισθησίας του στα 300-500Hz, όπου εκεί συχνά ο ήχος δεν είναι τόσο καθαρός, ενώ η αυξημένη ευαισθησία του στην περιοχή 2-12kHz, κάνει τον ήχο της κιθάρας πιο διαπεραστικό και τον βοηθά να πρωταγωνιστήσει στο σύνολο της μίξης. Μεγάλοι παραγωγοί όπως οι Chuck Ainlay, Mike

Clink, Mike Hedges, Gil Norton, Bob Rock, Elliot Scheiner και Tony Visconti, έχουν ηχογραφήσει ηλεκτρικές κιθάρες χρησιμοποιώντας μόνο αυτό το μικρόφωνο (Senior, 2007).

Ο Mike Plotnikoff, μουσικός παραγωγός μεγάλων καλλιτεχνών όπως οι Kiss, οι Aerosmith, οι AC/DC, οι Van Halen κ.α., ομολογεί πως η καλύτερή του προσέγγιση στην ηχογράφηση της ηλεκτρικής κιθάρας είναι η παραδοσιακή ηχογράφηση του ηχείου του ενισχυτή με μόνο ένα SM57. Σύμφωνα με τα λόγια του, το συγκεκριμένο μικρόφωνο αποτυπώνει με τον καλύτερο δυνατό τρόπο τον ήχο της κιθάρας, χωρίς να χρειάζεται να προσθέσει παραπάνω εφέ και επεξεργασία (Matera, 2022).

Ένα ακόμα διαδεδομένο παράδειγμα δυναμικού καρδιοειδούς μικροφώνου, το οποίο χρησιμοποιείται ευρέως στον χώρο της μουσικής παραγωγής για την ηχογράφηση της ηλεκτρικής κιθάρας το **MD421** της Sennheiser. Σε σύγκριση με το SM57, το εν λόγω μικρόφωνο διαθέτει μεγαλύτερο διάφραγμα, γεγονός που το κάνει να αποκρίνεται διαφορετικά στις off-axis τοποθετήσεις, δίνοντας έναν διαφορετικό χαρακτήρα στον ήχο. Επιπλέον, το συγκεκριμένο μοντέλο παρουσιάζει αυξημένη ευαισθησία στις συχνότητες πάνω από τα 1kHz, ενώ ταυτόχρονα δεν υποβαθμίζει τις χαμηλομεσαίες συχνότητες. Αν και αποτελεί μια από τις δημοφιλέστερες επιλογές των παραγωγών, συνήθως δεν χρησιμοποιείται μόνο του, αλλά σε συνδυασμό με άλλα μικρόφωνα (Senior, 2007).

2.1.2 Πυκνωτικά μικρόφωνα

Πολλοί ηχολήπτες προτιμούν για την ηχογράφηση της κιθάρας πυκνωτικά μικρόφωνα, καθώς θεωρούν ότι αποκρίνονται πολύ καλά στις χαμηλές συχνότητες τους οργάνου. Τα πυκνωτικά μικρόφωνα (condenser microphones) διαθέτουν δύο ηλεκτρικά φορτισμένες πλάκες, η μία από τις οποίες παίζει τον ρόλο του διαφράγματος και είναι κινητή, ενώ η δεύτερη είναι σταθερή και είναι γνωστή ως πίσω πλάκα (backplate) (Owsinski, 2023). Ο συνδυασμός του διαφράγματος και της πίσω πλάκας από ηλεκτρικά αγώγιμο υλικό, δημιουργούν έναν πυκνωτή με θετικά και αρνητικά φορτισμένα ηλεκτρόδια. Η αρχή της λειτουργίας του μικροφώνου στηρίζεται στην πρόσκρουση των ηχητικών κυμάτων πάνω στο διάφραγμα, το οποίο στη συνέχεια κινείται, με αποτέλεσμα να μεταβάλλεται η απόσταση του διακένου, αλλάζοντας την χωρητικότητα του πυκνωτή (Λουτρίδης, 2018). Ωστόσο, εξαιτίας της χαμηλής τάσης που παράγεται από το μικρόφωνο, έχει ενσωματωθεί στην κατασκευή του ένας ενισχυτής λυχνίας κενού ή τρανζίστορ, ο οποίος απαιτεί την παροχή τάσης είτε από μπαταρία ή από εξωτερική τροφοδοσία (phantom power). Πρόκειται για μια

τροφοδοσία συνεχούς ρεύματος 48V, είτε μέσω του καλωδίου που παρέχει το ηχητικό σήμα, είτε από άλλες συσκευές, όπως προενισχυτές μικροφώνου ή κονσόλες (Owsinski, 2023).

Ένα από τα πιο δημοφιλή μοντέλα που αναφέρεται συχνά από τους ηχολήπτες είναι το πυκνωτικό μεγάλο διαφράγματος μικρόφωνο της Neumann, το **U87**. Ο συγκεκριμένος τύπος μικροφώνου προτιμάται ιδιαίτερα από τους ηχολήπτες καθώς διαθέτει μεγάλο εύρος απόκριση συχνοτήτων, με έμφαση στις χαμηλές συχνότητες, ενώ ταυτόχρονα αποτυπώνει έναν μαλακό και διάχυτο ήχο εξαιτίας του μεγάλου διαφράγματος. Παρατηρείται, επιπλέον, μια τάση ενίσχυσης των συχνοτήτων στην περιοχή 5-15kHz. Τα πυκνωτικά μικρόφωνα, μικρού διαφράγματος, αν και έχουν συνήθως μια πιο επίπεδη καμπύλη απόκρισης, δεν προτιμώνται ιδιαίτερα από τους ηχολήπτες για την ηχογράφηση της ηλεκτρικής κιθάρας (Senior, 2007).

2.1.3 Μικρόφωνα Ταινίας

Τα μικρόφωνα ταινίας, αν και είναι γνωστά για το πόσο εύθραυστα είναι, χρησιμοποιούνται αρκετά για την ηχογράφηση της ηλεκτρικής κιθάρας. Το μικρόφωνο ταινίας (ribbon microphone) λειτουργεί με παρόμοιο τρόπο που λειτουργεί και ένα δυναμικό μικρόφωνο με κινούμενο πηνίο (Owsinski, 2023). Ωστόσο, η διαφορά τους εντοπίζεται στον μετατροπέα, ο οποίος είναι από μια κυματοειδής ταινία με μεγάλη ακαμψία. Η ταινία συνήθως είναι κατασκευασμένη από αλουμίνιο, έχει μεγάλη επιφάνεια και είναι πολύ ελαφριά (Λουτρίδης, 2018). Τα χαρακτηριστικά αυτά την βοηθούν, ώστε να δονείται με ευκολία από την κίνηση των μορίων του αέρα, που προκαλείται από τα ηχητικά κύματα. Το γεγονός αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μην απαιτείται η χρήση ξεχωριστού διαφράγματος. Ωστόσο, είναι απαραίτητα η χρήση μετασχηματιστή εξόδου, καθώς το ηλεκτρικό σήμα που παράγεται από αυτόν τον τύπο μικροφώνου, είναι πολύ ασθενές (Owsinski, 2023).

Οι Bill Bottrell, Thom Panunzio, Steve Albini, Joe Barresi, Ed Cherney, είναι κάποιοι από τους πολλούς παραγωγούς που ομολογούν πως προτιμούν τα μικρόφωνα ταινίας για την ηχογράφηση της ηλεκτρικής κιθάρας και πως έχουν ηχογραφήσει μεγάλες παραγωγές με αυτά. Το μεγάλο πλεονέκτημά τους είναι ότι τα περισσότερα από αυτά διαθέτουν το πολικό διάγραμμα σχήματος «8» (figure of eight), που σημαίνει πως έχουν σταθερή απόκριση στο μεγαλύτερο φάσμα των συχνοτήτων. Ωστόσο, σε σχέση με τα καρδιοειδή μικρόφωνα, τείνουν να πιάνουν και περισσότερη αντήχηση από το περιβάλλον, καθώς έχουν την ίδια απόκριση και στο μπροστινό και στο πίσω μέρος τους (Senior, 2007).

2.2 Τεχνικές λήψης

Έχοντας επιλέξει το κατάλληλο μικρόφωνο, ένας ηχολήπτης συνεχίζει την διαδικασία της ηχογράφησης τοποθετώντας το με τον κατάλληλο τρόπο στην καμπίνα του ενισχυτή, με στόχο να πετύχει το επιθυμητό ηχητικό αποτέλεσμα. Το μικρόφωνο αποτελεί κρίσιμο εργαλείο στην διαδικασία της ηχογράφησης, καθώς κάθε διαφορετική τοποθέτησή του μπορεί να διαφοροποιήσει σημαντικά τον τελικό ήχο. Από την λήψη με ένα μόνο μικρόφωνο (single mic) μέχρι και τις πολύ σύνθετες λήψεις με πολλαπλά μικρόφωνα (multi mic), η επιλογή τεχνικής καθορίζεται από το είδος της μουσικής που θα ηχογραφηθεί, τις ακουστικές ιδιότητες του χώρου αλλά και των εξαρτημάτων καθώς και τον τελικό ηχητικό στόχο.

2.2.1 Ηχογράφηση με ένα μικρόφωνο

Η πιο συχνή και διαδεδομένη μέθοδος ηχογράφησης της καμπίνας είναι η τοποθέτηση ενός μόνο μικροφώνου, συνήθως κατευθυντικού, πολύ κοντά στο μέγαφωνο (close – miking). Η μέθοδος αυτή προέκυψε από τις ηχογραφήσεις ζωντανών εμφανίσεων, κατά τις οποίες οι ηχολήπτες ήθελαν να απομονώσουν τον ήχο του οργάνου, ακυρώνοντας τον θόρυβο και τους ήχους που προέρχονταν από το κοινό και το περιβάλλον της συναυλίας (Sigismondi, Vear, & Waller). Η συγκεκριμένη τεχνική αποσκοπεί στην καταγραφή ενός άμεσου και καθαρού ήχου από την καμπίνα του ενισχυτή, ο οποίος μεταφέρει πιστά την δυναμικότητα και τον χαρακτήρα του στο κοινό. Χρησιμοποιώντας κατευθυντικά μικρόφωνα, ελαχιστοποιείται η επίδραση του περιβάλλοντος, καθώς και των ανεπιθύμητων ανακλάσεων. Ταυτόχρονα, απομονώνονται ηχητικά σήματα από άλλες πηγές, καθώς και ο θόρυβος του περιβάλλοντος, προσφέροντας έτσι στον μουσικό παραγωγό ένα πολύ καθαρό σήμα, πάνω στο οποίο θα έχει πλήρη έλεγχο στο στάδιο της μίξης. Η τεχνική αυτή αποτελεί πλέον την πιο διαδεδομένη και αγαπητή μέθοδο ηχογράφησης της καμπίνας, τόσο σε ζωντανές παραστάσεις όσο και στο στούντιο (Testa, 2023).

Όπως αναφέρθηκε και προηγουμένως, ένας σημαντικός παράγοντας για τους ηχολήπτες στην καταγραφή του ήχου της ηλεκτρικής κιθάρας είναι το σημείο της τοποθέτησης του μικροφώνου, ακόμα και στις τεχνικές που χρησιμοποιούν ένα μόνο μικρόφωνο. Δίνεται ιδιαίτερη σημασία όχι μόνο στον τύπο του μικροφώνου που θα επιλεγεί, αλλά και στην θέση, την γωνία και την απόσταση του μικροφώνου από τον κώνο του μεγάλου φωνου. Οι περισσότεροι επαγγελματίες παραγωγοί συστήνουν την δοκιμή του μικροφώνου σε διάφορα σημεία της καμπίνας, ιδιαίτερα σε καμπίνες με τέσσερα μέγαφωνα

(4x12), στις οποίες παρά τα κοινά στοιχεία στην κατασκευή τους, μπορεί να υπάρχουν διαφοροποιήσεις στον ήχο από σημείο σε σημείο (Senior, 2007).

Η τοποθέτηση του μικροφώνου, ακριβώς στον κεντρικό άξονα του μεγαφώνου (on axis), είναι μια από τις πιο συνηθισμένες και διαδεδομένες προσεγγίσεις, καθώς έχει ως αποτέλεσμα την καταγραφή του καθαρού και λαμπερού ήχου της κιθάρας. Από την άλλη πλευρά πολλοί επαγγελματίες προτιμούν την τοποθέτηση του μικροφώνου σε σημεία εκτός του άξονα του μεγαφώνου (off – axis), καθώς έτσι παίρνουν έναν πιο θερμό ήχο με μεγαλύτερη ισορροπία στο φάσμα των συχνοτήτων. Επιπλέον, έχει παρατηρηθεί πως και οι μετακινήσεις ενός με δύο εκατοστά εκτός του άξονα μπορούν να έχουν σημαντικές διαφοροποιήσεις στο ηχητικό αποτέλεσμα. Αυτό συμβαίνει με την χρήση κατευθυντικών μικροφώνων, όπως τα καρδιοειδή και τα δικάτευθυντικά, εξαιτίας της διαφορετικής απόκρισης συχνοτήτων που παρουσιάζουν σε σχέση με την γωνία πρόσπτωσης των ηχητικών κυμάτων (Senior, 2007).

Ένας ακόμη σημαντικός παράγοντας που επηρεάζει την ηχογράφιση με ένα μικρόφωνο, είναι η απόσταση του μικροφώνου από το πλέγμα της καμπίνας. Η συνηθέστερη πρακτική είναι αυτή όπου το μικρόφωνο σχεδόν ακουμπάει το πλέγμα του ενισχυτή. Οι περισσότεροι ηχολήπτες προτιμούν για την ηχογράφιση με ένα μικρόφωνο, το διαδεδομένο Shure SM57 (Matera, 2022).

2.2.2 Ηχογράφιση με πολλά μικρόφωνα

Σε πολλές παραγωγές, η ηχογράφιση της ηλεκτρικής κιθάρας πραγματοποιείται με δύο μικρόφωνα, συχνά τοποθετημένα το ένα πολύ κοντά στο άλλο, ώστε να ελαχιστοποιείται η ακύρωση φάσης μεταξύ τους. Οι πιο συχνός συνδυασμός μικροφώνων που χρησιμοποιείται ευρέως από μουσικούς παραγωγούς όπως οι Alan Winstanley, Bob Rock, Bruce Fairbairn, Joe Barresi, Stephen Street, Simon Dawson κ.α. περιλαμβάνει το διάσημο Shure SM57 και το **MD421** (Senior, 2007). Ο Jim Scott, μεγάλος μουσικός παραγωγός, γνωστός για τις ηχογραφήσεις μεγάλων καλλιτεχνών, όπως οι Red Hot Chili Peppers, Rolling Stones και Sting, αναφέρει πως για την ηχογράφιση της ηλεκτρικής κιθάρας χρησιμοποιεί δύο μικρόφωνα, ένα δυναμικό και ένα πυκνωτικό μεγάλου διαφράγματος. Πιο συγκεκριμένα,

συνδυάζει το Shure SM57 με το Neumann U 87, τοποθετώντας το 57 ακριβώς στο κέντρο του μεγάφωνου (on axis), ενώ το U 87 λίγο πιο έξω από το μεγάφωνο (Clark, 2010).

2.2.3 Στερεοφωνικές Τεχνικές τοποθέτησης μικροφώνων

Οι στερεοφωνικές τεχνικές ηχογράφησης αναφέρονται στην χρήση ενός συνδυασμού δύο μικροφώνων με στόχο την απόδοση μιας στερεοφωνικής εικόνας κατά την αναπαραγωγή. Η στερεοφωνική λήψη μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε σε κοντινή είτε σε μακρινή απόσταση από την πηγή, σε οποιοδήποτε μουσικό όργανο, φωνή, ζωντανές εμφανίσεις, σε μικρά ή μεγάλα σύνολα. Υπάρχουν τέσσερις βασικές τεχνικές στερεοφωνικής ηχογράφησης: α) spaced pair, β) X/Y, γ) M/S (Mid/Side), Decca Tree. Παρακάτω παρουσιάζονται συνοπτικά οι τέσσερις τεχνικές (Huber & Runstein, 2010).

❖ Τεχνική *Spaced Pair*

Η συγκεκριμένη τεχνική περιλαμβάνει την τοποθέτηση των μικροφώνων αριστερά και δεξιά, μπροστά από την ηχητική πηγή, στοχεύοντας στην καταγραφή μιας συνολικής στερεοφωνικής εικόνας του ήχου. Στην στερεοφωνική λήψη, τα μικρόφωνα πρέπει να είναι ίδιου τύπου, του ίδιου κατασκευαστή και να είναι το ίδιο μοντέλο, τοποθετημένα σε απόσταση από 90 εκατοστά και πάνω, λαμβάνοντας υπόψη και το μέγεθος του οργάνου που ηχογραφείται κάθε φορά. Οι διαφορές στον χρόνο άφιξης μεταξύ των δύο σημάτων καθώς και τα επίπεδα έντασης των μικροφώνων, δημιουργούν την στερεοφωνική εικόνα στην ηχογράφηση. Ωστόσο, η τεχνική αυτή παρουσιάζει και ένα βασικό μειονέκτημα, καθώς εξαιτίας αυτής της διαφοράς στον χρόνο άφιξης μεταξύ των δύο σημάτων, υπάρχει πιθανότητα να παρουσιαστούν φασικές διαφορές ανάμεσα στα δύο κανάλια. Αν στο στάδιο της μίξης, το σήμα αυτό επεξεργαστεί σε μονοφωνικό, υπάρχει κίνδυνος να αλλάξει η απόκριση συχνοτήτων ή και να ακυρωθούν κάποια όργανα (Huber & Runstein, 2010).

❖ Τεχνική X/Y

Μια από τις πιο διαδεδομένες στερεοφωνικές τεχνικές είναι η μέθοδος X/Y, η οποία χρησιμοποιεί την ένταση για να κατευθύνει τον ήχο σε συγκεκριμένες κατευθύνσεις, και όχι τον χρόνο άφιξης. Στην συγκεκριμένη τεχνική με συμπτωματικό ζεύγος (coincident – pair), χρησιμοποιούνται δύο ίδια κατευθυντικά μικρόφωνα, τα οποία πρέπει να είναι τοποθετημένα με τις κάψες τους πολύ κοντά χωρίς ωστόσο να ακουμπούν η μια την άλλη, ενώ ταυτόχρονα σχηματίζουν μεταξύ τους γωνία 90°. Με αυτόν τον τρόπο τα μικρόφωνα λαμβάνουν το ίδιο σήμα δεξιά και αριστερά της πηγής. Η τεχνική αυτή έχει καλύτερα αποτελέσματα ως προς την στερεοφωνική εικόνα σε σχέση με την μέθοδο spaced pair, ενώ ταυτόχρονα δεν δημιουργούνται προβλήματα φάσης μεταξύ των δύο καναλιών, καθώς τα μικρόφωνα βρίσκονται το ένα κοντά στο άλλο. Τις περισσότερες φορές για την ηχογράφιση με την X/Y διάταξη, χρησιμοποιούνται καρδιοειδή μικρόφωνα (Huber & Runstein, 2010).

Μια πολύ διαδεδομένη παραλλαγή της τεχνικής αυτής, είναι η τεχνική Blumlein (από τον εφευρέτη της, Alan Dower Blumlein), η οποία σε αντίθεση με την προηγούμενη χρησιμοποιεί δύο διπλοκατευθυντικά μικρόφωνα, τοποθετημένα σταυρωτά, με την μεταξύ τους γωνία να είναι στις 90°. Η παραλλαγή αυτή προσφέρει εξαιρετικά αποτελέσματα στην ηχογράφιση, καθώς αποδίδει με πολύ φυσικό τρόπο και την αντήχηση του χώρου, δίνοντας βάθος στο ηχητικό αποτέλεσμα. Είναι επίσης κατάλληλη για ηχογραφήσεις που πραγματοποιούνται με κυκλική τοποθέτηση του μουσικού συνόλου, κατά την οποία τα ηχητικά κύματα δεν προέρχονται από μία μόνο κατεύθυνση (Huber & Runstein, 2010).

❖ Τεχνική M/S

Μια ακόμα διάταξη συμπτωματικής τοποθέτησης των μικροφώνων, είναι η τεχνική M/S, η οποία χρησιμοποιεί δύο μικρόφωνα ίδιου τύπου και ίδιων χαρακτηριστικών σε κοντινή απόσταση μεταξύ τους, γεγονός που την κάνει να μοιάζει με την διάταξη X/Y. Στην συγκεκριμένη όμως περίπτωση, τοποθετείται ένα μικρόφωνο, συνήθως καρδιοειδές, στοχεύοντας το κέντρο της ηχητικής πηγής (Mid). Ταυτόχρονα, ένα δικατευθυντικό μικρόφωνο (Side), τοποθετείται πλάγια και κάθετα στον άξονα του μικροφώνου mid, συνήθως στις 90° και 270° (Bartlett & Bartlett, 2008). Το κεντρικό μικρόφωνο λαμβάνει κυρίως τον απευθείας ήχο που προέρχεται από την πηγή, ενώ το μικρόφωνο που βρίσκεται στα πλάγια λαμβάνει την αντήχηση του χώρου. Στην συνέχεια τα δύο αυτά σήματα περνάνε

από ένα αποκωδικοποιητή αθροίσματος και διαφοράς (sum and difference encoder), ο οποίος τα μετατρέπει σε ένα τυπικό στερεοφωνικό σήμα. Η κωδικοποίηση αυτή βασίζεται στις παρακάτω μαθηματικές πράξεις (Huber & Runstein, 2010):

- Αριστερό κανάλι (Left) = Mid + Side
- Δεξί κανάλι (Right) = Mid – Side

Σχήμα 2.1. Κωδικοποίηση Mid/Side

Ένα από τα πλεονεκτήματα της συγκεκριμένης μεθόδου είναι ότι διαθέτει πολύ καλή μονοφωνική συμβατότητα, καθώς όταν το σήμα μετατρέπεται σε μονοφωνικό διατηρεί την υψηλή ευκρίνεια και την ποιότητα του ήχου, διατηρώντας την στερεοφωνική εικόνα. Ταυτόχρονα, η συγκεκριμένη διάταξη προσφέρει στον μουσικό παραγωγό πολλές δυνατότητες επεξεργασίας στο στάδιο της μίξης, καθώς μπορεί να αυξομειώσει την ένταση του side μικροφώνου με στόχο να προσδιορίσει το εύρος της στερεοφωνικής εικόνας χωρίς να επηρεάσει καθόλου την ποιότητα του ηχογραφημένου σήματος (Huber & Runstein, 2010).

2.2.4 Περιβαλλοντική λήψη (Room Miking)

Μια αρκετά διαδεδομένη τεχνική ηχογράφησης της ηλεκτρικής κιθάρας είναι η περιβαλλοντική λήψη, μια τεχνική που δε στοχεύει μόνο στην καταγραφή του απευθείας ήχου του ενισχυτή, αλλά και την καταγραφή του χώρου, της αντήχησης δηλαδή και του θορύβου που υπάρχουν μέσα σε αυτόν. Στοχεύει σε μια αναπαράσταση της ακουστικής του χώρου, της ατμόσφαιρας, της χωρητικότητας και του βάθους που μπορεί να προσφέρει ένα δωμάτιο ηχογράφησης (Senior, 2007).

Η τεχνική αυτή επιτυγχάνεται τοποθετώντας ένα ή περισσότερα μικρόφωνα μακριά από την ηχητική πηγή, σε διάφορα σημεία του δωματίου. Ο Al Schmitt, για παράδειγμα, ξεκινά την ηχογράφησή του τοποθετώντας ένα Shure SM57 λίγο εξωτερικά του μεγάφωνου του ενισχυτή. Στην συνέχεια τοποθετεί ένα πολύ καλό σε ποιότητα μικρόφωνο, όπως το

πυκνωτικό Neumann U 67, από 4,5 έως 6 μέτρα μακριά από την πηγή. Αντίστοιχη προσέγγιση ακολουθεί και ο Tony Visconti, ο οποίος δηλώνει μεγάλος οπαδός του ήχου του δωματίου ηχογράφησης. Αναφέρει πως ηχογραφεί πάντα την ακουστική του χώρου, ιδιαίτερα σε βαριά ροκ κομμάτια, με διφωνίες (power chords). Ο Visconti, χρησιμοποιεί επίσης το Neumann U 87 για την περιβαλλοντική λήψη, το οποίο συχνά στρέφει προς το παράθυρο του στούντιο, με στόχο να ηχογραφήσει τις ανακλάσεις της κιθάρας, αντί για τον απευθείας ήχο (Senior, 2007).

Μια ακόμη γνωστή μέθοδος ambient ηχογράφησης είναι εκείνη του Chris Tsangarides, γνωστή ως “Vortex”, κατά την οποία χρησιμοποιούνται στούντιο πάνελς με στόχο την δημιουργία τοίχων μήκους 9 μέτρων περίπου, από κάθε πλευρά του ενισχυτή της κιθάρας. Έτσι, σχηματίζεται ένα σχήμα χοάνης γύρω από την καμπίνα, μέσα στο οποίο τοποθετούνται δύο με τρία πυκνωτικά μικρόφωνα σε διαφορετικές αποστάσεις. Με αυτόν τον τρόπο, μπορεί κανείς να επιτύχει διάφορα στερεοφωνικά εφέ, προσφέροντας ένα «τεράστιο» ήχο στην κιθάρα. Αν και η τεχνική αυτή έχει σπουδαία αποτελέσματα, είναι αρκετά δύσκολο να εφαρμοστεί σε μικρά στούντιο ηχογράφησης, καθώς απαιτεί αρκετό φυσικό χώρο και εξοπλισμό (Senior, 2007).

2.3 Ηχογράφηση κιθάρας με απευθείας σύνδεση (DI)

Έκτος από τις διάφορες τεχνικές τοποθέτησης των μικροφώνων στην καμπίνα του ενισχυτή, η καταγραφή της ηλεκτρικής κιθάρας μπορεί να πραγματοποιηθεί και με απευθείας σύνδεση με τον μίκτη της κονσόλας. Καθώς η ηλεκτρική κιθάρα παράγει ένα ηλεκτρικό σήμα το οποίο μπορεί να περάσει απευθείας στον μίκτη, υπάρχει η δυνατότητα να παρακαμφθεί το στάδιο τοποθέτησης μικροφώνων στον ενισχυτή και να περάσει απευθείας το καθαρό σήμα της κιθάρας στο πρόγραμμα επεξεργασίας του ήχου. Ωστόσο, επειδή ο μίκτης έχει πολύ χαμηλότερη αντίσταση από τους μαγνήτες της κιθάρας, είναι απαραίτητη η χρήση ενός DI box για την προσαρμογή του σήματος, έτσι ώστε να διατηρηθεί η αρχική ποιότητα του σήματος. Τα εφέ μπορούν να προστεθούν είτε κατά την διάρκεια της ηχογράφησης με την χρήση διάφορων πεταλιών, είτε αργότερα στο στάδιο της μίξης (Bartlett & Bartlett, 2008).

Η απευθείας σύνδεση αποτελεί μια απολύτως λειτουργική και αποτελεσματική εναλλακτική λύση για την ηχογράφηση της ηλεκτρικής κιθάρας, ιδιαίτερα σε περιπτώσεις όπου υπάρχει έλλειψη εξοπλισμού ή χώρου. Είναι σημαντικό να επισημανθεί πως είναι

απαραίτητη η χρήση DI box με υψηλή είσοδο αντίστασης, ώστε να αποδοθεί όσο το δυνατό καλύτερα το σήμα της κιθάρας, καθώς σε αντίθετη περίπτωση θα καταγραφεί ένα χαμηλό σε ποιότητα σήμα το οποίο ενδέχεται να έχει χάσει τις υψηλές συχνότητες, ένταση και την διάρκεια της αντήχησης (sustain) (White, 2002).

Πιο συγκεκριμένα, όταν πρόκειται για την ηχογράφιση του καθαρού ήχου της κιθάρας, η χρήση του DI box μπορεί να αποδώσει ένα άριστο σε ποιότητα σήμα, το οποίο όμως θα χρειαστεί λίγη συμπίεση (compressing), ώστε να υπάρχει πιο έντονη η αίσθηση της ατάκας, και την προσθήκη αντήχησης (reverb), για να διατηρηθεί η αίσθηση του χώρου. Από την άλλη πλευρά, όταν πρόκειται για ηχογράφιση της κιθάρας με παραμόρφωση, δεν συνιστάται η απευθείας καταγραφή του σήματος με παραμόρφωση καθώς ο ήχος μπορεί να είναι αφύσικα λεπτός και αιχμηρός, καθώς δεν υπάρχει η απόσβεση των υψηλών συχνοτήτων (White, 2002).

2.3.1 Επανατροφοδότηση του ηχητικού σήματος μέσω ενισχυτή (Reamping)

Μία ακόμα απλή και αρκετά συνηθισμένη μέθοδος καταγραφής του σήματος της ηλεκτρικής κιθάρας είναι η τεχνική επανατροφοδότησης του ηχητικού σήματος του ενισχυτή (reamping). Ο αγγλικός όρος «reamping», αν και προέρχεται από το εμπορικό σήμα της εταιρίας REAMP Inc., έχει εξελιχθεί σε κοινή ορολογία στον χώρο της μουσικής ηχοληψίας και παραγωγής. Στην πραγματικότητα, πρόκειται για μια αντίστροφη διαδικασία της ηχογράφισης μέσω DI box. Πιο συγκεκριμένα, αφορά ένα προηχογραφημένο καθαρό σήμα της κιθάρας μέσω DI box, το οποίο δρομολογείται σε έναν πραγματικό ενισχυτή, με σκοπό να ηχογραφηθεί ξανά από την αρχή χρησιμοποιώντας μικρόφωνα. Η νέα αυτή ηχογράφιση περνάει σε ξεχωριστό κανάλι (track), δίνοντας έτσι στον μουσικό παραγωγό πληθώρα επιλογών ως προς τον συνδυασμό και την επεξεργασία των δύο σημάτων (Grosse, n.d.).

Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα αυτής της τεχνικής είναι πως μπορεί να πραγματοποιηθεί σε αθόρυβες συνθήκες με το DI box σε αρχικό στάδιο, και αργότερα να προχωρήσει στο στάδιο της επεξεργασίας με τον ενισχυτή, όταν δεν υπάρχουν προβλήματα θορύβου, όπως για παράδειγμα σε ένα περιβάλλον στούντιο ηχογράφισης στο σπίτι (home studio). Αποτελεί μια ιδανική τεχνική για παραγωγούς που εργάζονται σε οικιακό στούντιο ή σε χώρους όπου υπάρχει πολύ θόρυβος (Grosse, n.d.).

Ωστόσο, το απευθείας σήμα που προέρχεται από την κιθάρα δεν είναι απόλυτα ίδιο με εκείνο που προέρχεται από το πολυκάναλο σύστημα εγγραφής. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα να μην μπορούν όλοι οι ενισχυτές να ανταποκριθούν το ίδιο, στο προηχογραφημένο σήμα της κιθάρας. Το πρόβλημα αυτό μπορεί να αντιμετωπιστεί με τις σωστές ρυθμίσεις στην είσοδο του ενισχυτή και στην έξοδο του DI box (Grosse, n.d.).

Στην αγορά υπάρχει πληθώρα επιλογών για συσκευές reamping, με πιο γνωστή αυτή του John Cuniberti, του μουσικού παραγωγού που επινόησε την τεχνική αυτή. Η γρήγορη διάδοση αυτής της μεθόδου οδήγησε και άλλες εταιρίες να κατασκευάσουν αντίστοιχες συσκευές. Οι νέες συσκευές που κυκλοφορούν στην αγορά εξασφαλίζουν τη σωστή μετατροπή του της στάθμης και της αντίστασης ανάμεσα στο προηχογραφημένο σήμα και το σήμα της κιθάρας, διασφαλίζοντας ένα εξαιρετικό ηχητικό αποτέλεσμα (Grosse, n.d.).

2.4 Ηχογράφηση ηλεκτρικής κιθάρας ανά είδος μουσικής

Η πληθώρα τεχνικών, μεθόδων και εξοπλισμού που έχουν αναφερθεί παραπάνω, για την ηχογράφηση της ηλεκτρικής κιθάρας, καθιστά κατανοητό πως το όργανο αυτό παρουσιάζει πολλαπλές ηχητικές δυνατότητες, οι οποίες μπορούν να προσαρμοστούν αντίστοιχα για να εκπροσωπήσουν τα διάφορα είδη μουσικής που ηχογραφούνται κάθε φορά. Παρακάτω παρουσιάζονται κάποιες τεχνικές και βασικές οδηγίες για την ηχογράφηση της ηλεκτρικής κιθάρας ανάλογα με το είδος της μουσικής, με βάση τις πληροφορίες που αντλήθηκαν από το άρθρο με τίτλο «Producing & Recording Electric Guitar Styles» στο περιοδικό Sound on Sound (1996).

2.4.1 Jazz

Στην τζαζ μουσική επιδιώκεται ένας καθαρός και ζεστός ήχος. Όσον αφορά τον εξοπλισμό προτείνεται η τοποθέτηση ενός μόνο μικροφώνου, συνήθως δυναμικού καρδιοειδούς σε κοντινή τοποθέτηση στην καμπίνα. Εφόσον ο ήχος που ηχογραφείται είναι καθαρός, μπορεί η ηχογράφηση να πραγματοποιηθεί με την χρήση DI box, με απευθείας καταγραφή του σήματος της κιθάρας στην κονσόλα της μίξης (White, 1996).

Όσον αφορά το όργανο, αν η ηλεκτρική κιθάρα είναι συμπαγούς σώματος, προτείνεται η χρήση του μεσαίου ή του ψηλότερου μαγνήτη, με μια ελαφριά μείωση των μεσαίων συχνοτήτων, ώστε να δημιουργηθεί ένας πιο ακουστικός χαρακτήρας. Ωστόσο, χρειάζεται προσοχή στην ρύθμιση των πρίμων (treble) και της παρουσίας (presence), ώστε να μην υπάρχουν έντονα οι φωτεινές ψηλές συχνότητες της ακουστικής κιθάρας (White, 1996).

Στο στάδιο της επεξεργασίας και της μίξης προτείνεται η χρήση συμπίεσης ώστε να δώσει έναν πιο ομοιόμορφο χαρακτήρα, με μια μικρή αύξηση στο attack, ώστε να διατηρηθεί η άρθρωση, χωρίς να τονίζονται υπερβολικά οι υψηλές συχνότητες. Ταυτόχρονα, ο ισοσταθμιστής (equalizer) βοηθάει στην λεπτομερή ρύθμιση των συχνοτήτων, ενώ η αντήχηση (reverb) με μείωση στις υψηλές συχνότητες προσφέρει έναν αυθεντικό χαρακτήρα στον ήχο (White, 1996).

2.4.2 Funk

Στην Funk μουσική, η ηλεκτρική κιθάρα έχει συνήθως έναν έντονο και διαπεραστικό ήχο, ο οποίος δένει απόλυτα με τα ιδιαίτερα ρυθμικά μοτίβα του μπάσου και των ντραμς. Σε αυτό το είδος οι μαγνήτες μονού πηνίου θεωρούνται κατάλληλη επιλογή καθώς προσφέρουν ευελιξία, ενώ πολύ καλά αποτελέσματα στην ηχογράφηση μπορεί να έχουν και οι ενδιάμεσες θέσεις μαγνητών σε κιθάρες τύπου Stratocaster, καθώς σε αυτές οι μαγνήτες λειτουργούν εκτός φάσης (White, 1996).

Όπως και στην τζαζ, και στην συγκεκριμένη περίπτωση επιδιώκεται ένας πολύ καθαρός και φωτεινός ήχος της κιθάρας, γεγονός που καθιστά την χρήση του DI box κατάλληλη επιλογή για την ηχογράφηση αυτού του είδους. Ως εναλλακτική λύση προτείνεται η χρήση πυκνωτικού μικροφώνου στον ενισχυτή, καθώς προσφέρει περισσότερη φωτεινότητα από ένα δυναμικό, εφόσον όμως ο ενισχυτής μπορεί να αναπαράγει έναν πολύ διαυγή ήχο (White, 1996).

Στο στάδιο της μίξης, δεν χρειάζεται υπερβολική χρήση του ισοσταθμιστή (equalizer), ωστόσο μια μικρή ενίσχυση στην περιοχή 3-6kHz, θα κάνει τον ήχο περισσότερο αιχμηρό, χαρακτηριστικό που ταιριάζει στο συγκεκριμένο είδος. Η εφαρμογή συμπίεσης πριν από τον ισοσταθμιστή βοηθάει στην διατήρηση ενός σταθερά δυναμικού ήχου, με έμφαση στην ατάκα. Όταν πρόκειται για την ηχογράφηση funk κιθάρας, η οποία παίζει ρυθμικά μοτίβα, επιδιώκεται ένας πολύ φωτεινός ήχος με έντονη κρουστική ποιότητα. Η προσθήκη συμπίεσης πριν από τον ισοσταθμιστή, σε συνδυασμό με το έντονο ύφος του παιξίματος,

προσεγγίζει ηχητικά την τεχνική του slap bass, μια τεχνική η οποία χρησιμοποιείται ευρέως στο είδος της funk (White, 1996).

2.4.3 Καθαρός ήχος

Στις πιο καθαρές και ατμοσφαιρικές πλευρές της ροκ, όπως για παράδειγμα στο στυλ του Mark Knopfler, του Chris Rea, αλλά και σε πολλά τραγούδια των Pink Floyd, κυριαρχεί ένας καθαρός ήχος, με πολύ λίγη παραμόρφωση και παρατεταμένη αντήχηση (sustain). Επιπλέον, κυρίαρχο ρόλο στον συγκεκριμένο ήχο κατέχει η εκφραστικότητα του παιξίματος του κιθαρίστα, ο οποίος συχνά παίζει με τα δάχτυλά του αντί για πένα (White, 1996).

Στον συγκεκριμένο ήχο παρατηρείται μια φωτεινότητα στο εύρος 2–3kHz, η οποία ενισχύεται και από τον ενισχυτή της κιθάρας. Αυτό δίνει έναν πιο τραγουδιστό και γλυκό χαρακτήρα στον ήχο της κιθάρας. Προτείνεται η χρήση κιθαρών μονού πηνίου (single coil), όπως μια Fender Stratocaster, με την προσθήκη φυσικής αντήχησης (reverb) και συμπίεσης (compressor), πριν ή μετά τον ισοσταθμιστή (White, 1996).

2.4.4 Heavy Rock & Metal

Τα είδη της Heavy Rock και Metal ακολουθούν τελείως διαφορετική προσέγγιση από τα παραπάνω. Η Heavy Rock μουσική, πρόδρομος της Metal, στηρίζεται στον ήχο που προκύπτει από ενισχυτές με υπερβολική παραμόρφωση, παρά από εξωτερικά εφέ. Το ιδιαίτερο χαρακτηριστικό της είναι ότι αν και η παραμόρφωση ακούγεται πολύ έντονα, ο ήχος του οργάνου παραμένει διακριτός. Καλλιτέχνες όπως ο Jimi Hendrix, χρησιμοποιούσαν εξωτερικά εφέ, όπως fuzz box ή wah – wah πετάλια, που ακόμα και τότε ο χαρακτήρας του οργάνου παρέμενε διακριτός (White, 1996).

Για την επίτευξη αυτού του ήχου προτείνεται η τοποθέτηση ενός δυναμικού μικροφώνου κοντά στην καμπίνα του ενισχυτή, συνδυάζοντας ένα ακόμα πυκνωτικό σε μεγαλύτερη απόσταση. Το δυναμικό μικρόφωνο συμβάλει στην πιστή απόδοση του ήχου με καθαρότητα και διαύγεια, ενώ το πυκνωτικό μικρόφωνο αποδίδει την αίσθηση του χώρου.

Από την άλλη πλευρά, στην Metal ο βαθμός της παραμόρφωσης είναι τεράστιος με αποτέλεσμα να μην γίνεται διακριτός ο χαρακτήρας του οργάνου και του ενισχυτή. Σε αυτό

το είδος, η χρήση ηχογραφικών προενισχυτών (recording preamps), αποτελεί μια ιδιαίτερα αποτελεσματική τεχνική σε σχέση με παραδοσιακή ενίσχυση. Οι μαγνήτες με ένα (single coil) ή και δύο πηνία (humbucking) είναι κατάλληλοι για αυτό το είδος, ιδιαίτερα όταν συνδυάζονται με πετάλια παραμόρφωσης, ώστε να δώσουν έναν υπερβολικά παραμορφωμένο ήχο.

3. Η ΨΗΦΙΑΚΗ ΕΞΕΛΙΞΗ ΣΤΗΝ ΗΧΟΓΡΑΦΗΣΗ ΤΗΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΗΣ ΚΙΘΑΡΑΣ

3.1 Εισαγωγή στην ψηφιακή τεχνολογία του ήχου

Η ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας των τελευταίων χρόνων, δεν έχει επιφέρει αλλαγές μόνο στους τομείς της καθημερινής ζωής των ανθρώπων, αλλά έχει επηρεάσει και τον χώρο της τέχνης, και πιο συγκεκριμένα της μουσικής και τον χώρο της μουσικής παραγωγής. Η ψηφιακή τεχνολογία έχει αλλάξει τον τρόπο που ηχογραφείται, επεξεργάζεται και αναπαράγεται ο ήχος και η μουσική. Από την συστηματική ενσωμάτωση των πρώτων ψηφιακών εργαλείων και μηχανημάτων στις αρχές του 20^{ου} αιώνα, μέχρι τα σημερινά εργαλεία Τεχνολογίας Εικονικού Στούντιο (Virtual Studio Technology – VST Plugins), η μετάβαση από τα αναλογικά συστήματα στα ψηφιακά έχει αλλάξει ριζικά τον κλάδο της μουσικής παραγωγής. Πιο συγκεκριμένα, στην ηχογράφιση της ηλεκτρικής κιθάρας η σημερινή τεχνολογία προσφέρει πληθώρα ψηφιακών εργαλείων, τα οποία προσφέρουν ένα υψηλό επίπεδο πιστότητας και ευελιξίας, καθώς είναι εύκολα προσβάσιμα σε μεγάλο αριθμό ανθρώπων, καθιστώντας την διαδικασία της ηχογράφησης εύκολη ακόμα και σε ένα περιβάλλον home studio (Dittmar, 2011).

Η δυνατότητα χρήσης ψηφιακών εργαλείων που προσομοιάζουν ενισχυτές, καμπίνες, μικρόφωνα αλλά και εφέ (reverb, delay, chorus), αποτελεί ένα πλέον ισχυρό εργαλείο, όχι μόνο για το στάδιο της προπαραγωγής αλλά και για ολοκληρωμένες επαγγελματικές ηχογραφήσεις σε στούντιο ή στο σπίτι.

3.2 Ψηφιακοί σταθμοί επεξεργασίας ήχου (Digital Audio Workstations)

Ο ψηφιακός σταθμός επεξεργασίας ήχου, ή όπως είναι γνωστός σε όλους με τα αρχικά «DAW» (Digital Audio Workstation), αποτελεί το κυριότερο εργαλείο στην μουσική παραγωγή. Τα εργαλεία αυτά είναι σε μορφή λογισμικού και έχουν σχεδιαστεί με τέτοιο τρόπο ώστε να υλοποιούν διάφορες μορφές επεξεργασίας που εμπλέκονται στην ηχογράφηση και την μίξη του ήχου (Sound on Sound, n.d.). Οι ψηφιακοί σταθμοί επεξεργασίας καλύπτουν όλα τα στάδια της μουσικής δημιουργίας και παραγωγής, από την ηχογράφηση οργάνων και φωνής μέχρι την δημιουργία ρυθμικών μοτίβων ή μελωδιών με την βοήθεια ψηφιακών οργάνων. Μέσα από αυτά τα εργαλεία μετατρέπεται ο αναλογικός ήχος από τα μικρόφωνα σε ψηφιακός και καταγράφεται σε κάποιο ψηφιακό μέσο αποθήκευσης. Ταυτόχρονα, οι ψηφιακοί σταθμοί επεξεργασίας του ήχου διαθέτουν την δυνατότητα χρήσης λογισμικού MIDI, τόσο για τον έλεγχο εξωτερικών οργάνων, όσο και για την ρύθμιση ψηφιακών οργάνων, εγκατεστημένων ως plug-ins στο περιβάλλον του λογισμικού (Steinberg, n.d.).

Μετά την ολοκλήρωση της καταγραφής του μουσικού υλικού, τα DAWs προσφέρουν αμέτρητες δυνατότητες επεξεργασίας του υλικού, το οποίο δρομολογείται σε διαφορετικά κανάλια, όπως και σε μια φυσική ηχογράφηση, έτσι ώστε ο ηχολήπτης ή ο παραγωγός να οργανώσει με τον τρόπο που ο ίδιος θέλει την διαδρομή της μίξης που θα ακολουθήσει. Μπορεί εύκολα να εφαρμόσει στο υλικό του εφέ όπως ο ισοσταθμιστής (EQ), συμπίεση (compressor), αντήχηση (reverb), καθυστέρηση (delay) και πολλά άλλα εφέ, τα οποία βρίσκονται ενσωματωμένα στο λογισμικό ή προστίθενται αργότερα (Steinberg, n.d.).

Όσον αφορά την ηχογράφηση της ηλεκτρικής κιθάρας, τα DAWs αποτελούν βασική πλατφόρμα καταγραφής και επεξεργασίας του ήχου, ιδιαίτερα όταν πρόκειται για ηχογράφηση με ψηφιακούς προσομοιωτές ενισχυτών. Τα πιο δημοφιλή λογισμικά αυτού του είδους είναι το Cubase της Steinberg, το ProTools, το Ableton Live και το Reaper, προγράμματα που προσφέρουν υψηλό επίπεδο επεξεργασίας του ήχου, εξυπηρετώντας διαφορετικές ανάγκες και επίπεδα εμπειρίας (Steinberg, n.d.).

3.3 Εργαλεία Τεχνολογίας Εικονικού Στούντιο (Virtual Studio Technology - VST)

Τα τελευταία χρόνια, οι περισσότεροι ηχολήπτες χρησιμοποιούν τα γνωστά σε όλους plugins, για να επεξεργαστούν και να διαμορφώσουν τον ήχο τους (Hummel, 2016). Τα ψηφιακά αυτά εργαλεία (VST plugins), έχουν δημιουργηθεί με τέτοιο τρόπο ώστε να ενσωματώνονται στους ψηφιακούς σταθμούς εργασίας (DAWs), προσφέροντας στους μουσικούς παραγωγούς αμέτρητες δυνατότητες ηχογράφησης, επεξεργασίας και μίξης στο στούντιο ή σε περιβάλλον οικιακού στούντιο (Connaghan, 2023). Τα πρώτα VST plugins, κυκλοφόρησαν από την εταιρία Steinberg, το 1996 (Native Instruments, 2023). Τα εργαλεία αυτά περιλαμβάνουν αλγόριθμους ψηφιακής επεξεργασίας σήματος (DSP), οι οποίοι στηρίζονται σε μαθηματικά μοντέλα και δίνουν την δυνατότητα στον μουσικό παραγωγό να επεξεργαστεί τον ήχο με βάση τις προσωπικές του προτιμήσεις (Hummel, 2016).

Παλαιότερα, στα χρόνια της αναλογικής ηχογράφησης και μίξης, η χρήση φυσικών οργάνων και υλικού εξοπλισμού για την προσθήκη εφέ, ήταν μονόδρομος. Χωρίς τα συστήματα αυτά δεν υπήρχε δυνατότητα προσθήκης αντήχησης (reverb) ή καθυστέρησης (delay). Καθώς, όμως, ο εξοπλισμός αυτός ήταν ιδιαίτερα ακριβός και απαιτούσε την διάθεση σχετικά μεγάλων χώρων για την εγκατάστασή του, καθιστούσε την ηχογράφηση μια δύσκολη και δαπανηρή διαδικασία. Η τεχνολογία των VST plugins, ήρθε ακριβώς για να λύσει αυτά τα προβλήματα και παρέχει τη δυνατότητα μιας εξαιρετικά ποιοτικής ηχογράφησης, προσβάσιμης σε μεγαλύτερο αριθμό καλλιτεχνών. Αποτελούν μια εναλλακτική ή και συμπληρωματική λύση στον φυσικό εξοπλισμό, με τα οποία οι μουσικοί παραγωγοί αποφεύγουν τις ακριβές επενδύσεις σε όργανα ή εφέ, δημιουργώντας μουσική με τις αντίστοιχες λειτουργίες των VSTs (Connaghan, 2023). Η τεχνολογία των VST έχει εξελιχθεί πολύ μέσα στα χρόνια, και πρόσφατα κυκλοφόρησε η τελευταία εκδοχή τους, VST3. Κυκλοφορούν στην αγορά κι άλλα λογισμικά πρόσθετα για την επεξεργασία του ήχου (audio plugins), όπως τα AU (Audio Unit) της εταιρείας Apple και τα RTAS and AAX της εταιρείας Avid. Ωστόσο, τα VST παραμένουν τα πιο πολυχρησιμοποιημένα audio plugins, καθώς παρουσιάζουν μεγαλύτερη συμβατότητα με τα περισσότερα DAWs (Native Instruments, 2023).

3.3.1 Κατηγορίες VST

Υπάρχουν τρεις βασικές κατηγορίες VST Plugins.

- **VST Instruments:** Η συγκεκριμένη κατηγορία έχει σχεδιαστεί με σκοπό να προσομοιάζει τον ήχο των οργάνων, όπως για παράδειγμα το πιάνο, την κιθάρα, τα τύμπανα κ.α. ή και τον ήχο των συνθεσάιζερ. Συχνά αναγράφονται και ως VSTi στο διαδίκτυο, όπου το i συμβολίζει την λέξη instruments. Τα εργαλεία αυτά είναι εξαιρετικά για την πιστή προσομοίωση του ήχου των οργάνων, για αυτό και είναι ιδιαίτερα ακριβά. Μεταξύ άλλων, η Arturia, παράγει εξαιρετικής ποιότητας VST Plugins, τα οποία μιμούνται βίντατζ αναλογικά συνθεσάιζερ (Connaghan, 2023).
- **VST Effects:** Από την άλλη πλευρά, αυτή η κατηγορία VST, στοχεύει στην επεξεργασία και τον μετασχηματισμό του ήδη ηχογραφημένου ήχου, χωρίς να έχουν την δυνατότητα δημιουργίας του ήχου. Τα συγκεκριμένα εργαλεία προσθέτουν νέα και ενδιαφέροντα χαρακτηριστικά στον ήχο, δίνοντάς του μια νέα μορφή, όπως για παράδειγμα η αντήχηση (reverb) ή η καθυστέρηση (delay) (Connaghan, 2023). Τα συγκεκριμένα VSTs δέχονται τον ήχο στην είσοδο και στην συνέχεια βγάζουν τον επεξεργασμένο ήχο στην έξοδο. Μπορούν να προστεθούν πολλαπλά εφέ στη διαδρομή του σήματος μέσα στο DAW, δημιουργώντας έτσι μια αλυσίδα εφέ (effect chain), πάνω στην οποία υλοποιούνται πολλές κλασικές τεχνικές μουσικής παραγωγής, όπως για παράδειγμα η τυπική αλυσίδα «EQ – Compressor – Reverb», στην μίξη της φωνής (Native Instruments, 2023).
- **VST MIDI Effects:** Τέλος, τα VST MIDI Effects, λειτουργούν με βάση τα δεδομένα του πρωτόκολλου Musical Instrument Digital Interface (MIDI), είτε μόνα τους, είτε σε συνδυασμό με κάποια από τα προαναφερθέντα εργαλεία. Είναι ιδανικά για μουσικούς παραγωγούς που χρησιμοποιούν MIDI keyboards, δίνοντας τους τη δυνατότητα να εφαρμόσουν λειτουργίες όπως την δημιουργία αρπίσματος, την αυτόματη αναπαραγωγή των συγχορδιών ή την αλλαγή του της ταχύτητας του χτυπήματος του πλήκτρου (velocity) (Connaghan, 2023).

3.4 VSTs για την ηχογράφηση της ηλεκτρικής κιθάρας

Η τεχνολογία των VST έχει διεισδύσει και στην ηχογράφηση της ηλεκτρικής κιθάρας, φέρνοντας τεράστιες καινοτομίες και αλλαγές στον τρόπο καταγραφής της, αλλά και αμέτρητες δυνατότητες επεξεργασίας και μετασχηματισμού του ήχου. Λίγες δεκαετίες πριν, η ηχογράφηση της ηλεκτρικής κιθάρας απαιτούσε πολύ μεγάλο και ακριβό εξοπλισμό - κιθάρες, ενισχυτές, δύο ή και περισσότερα μικρόφωνα, πετάλια κλπ. αλλά και την διαθεσιμότητα χώρου που να μπορεί να υποστηρίξει όλον αυτόν τον εξοπλισμό. Η σημερινή τεχνολογία με τους προσομοιωτές ενισχυτών, όμως, προσφέρει τη δυνατότητα σε έναν μουσικό παραγωγό, επαγγελματία ή ερασιτέχνη, να ηχογραφήσει ηλεκτρικές κιθάρες, χρησιμοποιώντας μόνο την κιθάρα, έναν υπολογιστή και μια κάρτα ήχου. Οι ψηφιακοί προσομοιωτές ενισχυτών (amp simulators), διαθέτουν τους ήχους και τις ρυθμίσεις αληθινών ενισχυτών, καμπινών, πεταλιών και πρόσθετου εξοπλισμού, σε ψηφιακή μορφή, αποτελώντας ένα από τα πιο δυνατά και χρήσιμα ψηφιακά εργαλεία για τους κιθαρίστες ή τους μουσικούς παραγωγούς. Οι ψηφιακοί αυτοί προσομοιωτές κυκλοφορούν σε μορφή VST και είναι εύκολα διαθέσιμοι και προσβάσιμοι σε όλο τον κόσμο, καθώς μπορεί κανείς να τους κατεβάσει και να τους εγκαταστήσει στον σταθμό εργασίας που χρησιμοποιεί (Native Instruments, 2023).

3.4.1 Κατηγορίες ψηφιακών προσομοιωτών ενισχυτών

Οι προσομοιωτές ενισχυτών της ηλεκτρικής κιθάρας, που κυκλοφορούν στην αγορά, διαφέρουν μεταξύ τους ως προς την ποιότητα ή τις δυνατότητες που προσφέρουν. Πιο συγκεκριμένα χωρίζονται σε τρεις κατηγορίες, η καθεμία από τις οποίες διαφοροποιείται σε κόστος, λειτουργικότητα και ηχητική πιστότητα. Τα διαφορετικά χαρακτηριστικά των προσομοιωτών βοηθάνε τους χρήστες, κιθαρίστες ή παραγωγούς, να επιλέξουν το κατάλληλο VST, ώστε να πετύχουν το επιθυμητό ηχητικό αποτέλεσμα (Lavoie, 2024).

- **Προσομοιωτές παραμόρφωσης με κυκλωματική μοντελοποίηση:** Τα συγκεκριμένα VST βασίζονται στην εφαρμογή παραμόρφωσης στο σήμα με την αύξηση της έντασης του ενισχυτή. Στην πραγματικότητα, πρόκειται για έτοιμες ρυθμίσεις παραμόρφωσης (distortion presets), που περιέχουν και πρόσθετες λειτουργίες, όπως ισοστάθμιση, κορεσμό, συμπίεση και αντήχηση. Η ρυθμίσεις των επιπλέον λειτουργιών γίνονται μέσω ποτενσιόμετρων, προσφέροντας ευελιξία στην επεξεργασία του σήματος. Ωστόσο, η αποτελεσματικότητά τους και η αξία τους αμφισβητείται αρκετά, καθώς το ηχητικό αποτέλεσμα αυτών των προσομοιωτών μπορεί να υλοποιηθεί και με άλλα plugins. Εξαιτίας αυτού, συχνά τα περισσότερα plugins αυτής της κατηγορίας διατίθενται δωρεάν στους καταναλωτές (Lavoie, 2024).
- **Προσομοιωτές ενισχυτών βασισμένοι σε κρουστική απόκριση (Impulse Response - IR):** Σε αντίθεση με την προηγούμενη κατηγορία, οι προσομοιωτές αυτοί είναι ανώτεροι ποιοτικά καθώς χρησιμοποιούν τεχνικές κρουστικής απόκρισης (impulse response) για την μοντελοποίηση γνωστών ενισχυτών ηλεκτρικής κιθάρας. Μια κρουστική απόκριση (impulse response) είναι η αντίδραση ενός χώρου ή κάποιου εξοπλισμού, όταν του δοθεί ένα σύντομο (παλμικό) ηχητικό σήμα. Η καταγραφή του τρόπου αλλοίωσης του ηχητικού σήματος, βοήθησε στην δημιουργία της ψηφιακής προσομοίωσης του ενισχυτή. Πιο συγκεκριμένα, στους προσομοιωτές ενισχυτών, ηχογραφείται μια κρουστική απόκριση από τον πραγματικό ενισχυτή της κιθάρας, και σε επόμενο στάδιο, χρησιμοποιούνται τα δεδομένα αυτής της ηχογράφησης για την ψηφιακή του αναπαράσταση. Η τεχνολογία αυτή προσφέρει ένα υψηλής πιστότητας ηχητικό αποτέλεσμα, ενώ ταυτόχρονα αποτυπώνει απολύτως φυσικά τον αυθεντικό ήχο του πραγματικού ενισχυτή. Γι' αυτό και σπάνια κυκλοφορούν δωρεάν στο διαδίκτυο, αφού απαιτούν ένα υψηλό επίπεδο ακουστικής επιστήμης και μηχανικής, για να υλοποιηθούν (Lavoie, 2024).
- **Προσομοιωτές ενισχυτών βασισμένων σε αλγοριθμική μοντελοποίηση:** Βασικό χαρακτηριστικό της συγκεκριμένης κατηγορίας είναι πως οι προσομοιωτές χρησιμοποιούν αλγόριθμους που μοντελοποιούν με απόλυτη ακρίβεια τα ηλεκτρονικά κυκλώματα διάφορων ενισχυτών. Οι αλγόριθμοι αναπαράγουν πιστά τη διαδρομή και τις αλλαγές του ηλεκτρικού σήματος μέσα στα εσωτερικά κυκλώματα του ενισχυτή, όπως το τρανζίστορ, οι λυχνίες κ.α., ώστε να παράγουν έναν ήχο παρόμοιο με εκείνο της πραγματικής συσκευής. Η ακρίβεια που προσδίδει στους προσομοιωτές η συγκεκριμένη τεχνολογία, τους καθιστά πολύ ακριβούς σε σχέση με τις

προαναφερθέντες κατηγορίες. Θεωρούνται από πολλούς χρήστες οι πιο ρεαλιστικοί και πιστοί στον αυθεντικό ήχο των φυσικών ενισχυτών (Lavoie, 2024).

3.5 Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα χρήσης ψηφιακών ενισχυτών έναντι φυσικών συστημάτων

Ένα ερώτημα που απασχολεί ιδιαίτερα τους κιθαρίστες και τους μουσικούς παραγωγούς, είναι η επιλογή ανάμεσα στους φυσικούς ενισχυτές και στους ψηφιακούς προσομοιωτές. Πολλοί υποστηρίζουν πως οι προσομοιωτές ενισχυτών δεν μπορούν να αποδώσουν ηχητικά την ποιότητα που μπορεί να προσφέρουν οι φυσικοί ενισχυτές. Ωστόσο, όπως και για άλλα θέματα στον χώρο της μουσικής και ειδικότερα της μουσικής παραγωγής, οι απαντήσεις βασίζονται σε υποκειμενικά κριτήρια, σύμφωνα με τις προτιμήσεις αλλά και τις οικονομικές δυνατότητες κάθε παραγωγής. Κάθε μέθοδος έχει τα δικά της πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα, τα οποία μπορεί να βασίζονται στα ποιοτικά χαρακτηριστικά του ήχου, στην ευκολία χρήσης, το οικονομικό κόστος, αλλά και στις δυνατότητες που μπορεί να προσφέρει αργότερα στο στάδιο της μίξης και της παραγωγής (Eales, 2022).

Ξεκινώντας την σύγκριση μεταξύ των δύο μεθόδων, ένα από τα μεγαλύτερα πλεονεκτήματα της χρήσης ψηφιακών προσομοιωτών ενισχυτών κιθάρας είναι η μεγάλη ευκολία χρήσης, καθώς δεν απαιτούν μεγάλο εξοπλισμό. Μια πραγματική ηχογράφιση με φυσικούς ενισχυτές θα απαιτούσε ένα στούντιο ηχογράφησης, μικρόφωνα, καλώδια, ακουστικά, αρκετά βαρύ εξοπλισμό, όπως κονσόλες, καμπίνες, προενισχυτές καμπίνες κ.α. (Douglas, 2023). Αυτό καθιστά την διαδικασία της ηχογράφησης περίπλοκη και χρονοβόρα, καθώς απαιτεί αρκετό χώρο και χρόνο για το στήσιμο του εξοπλισμού αλλά και εξειδικευμένες γνώσεις για την χρήση του. Από την άλλη πλευρά η ηχογράφιση με ψηφιακούς ενισχυτές απαιτεί μόνο έναν υπολογιστή, μια κάρτα ήχου, μια κιθάρα και ένα καλώδιο, γεγονός που καθιστά το στήσιμο πολύ εύκολο και γρήγορο (Baker, 2024).

Στο ίδιο πλαίσιο, η χρήση τους είναι ιδιαίτερα οικονομική καθώς πολλοί από τους ψηφιακούς προσομοιωτές διατίθενται δωρεάν στο διαδίκτυο ή με κάποιο μικρό κόστος, ενώ αντίθετα η αγορά αξιόπιστου και καλού φυσικού εξοπλισμού θα απαιτούσε χιλιάδες ευρώ (Douglas, 2023).

Όσον αφορά την ποιότητα του ήχου, οι απόψεις δίστανται καθώς πολλοί κιθαρίστες υποστηρίζουν πως σε καμία περίπτωση ένας ψηφιακός προσομοιωτής δεν μπορεί να έχει όλα αυτά τα ηχητικά χαρακτηριστικά που έχει ένας φυσικός ενισχυτής, όποτε θεωρείται και ποιοτικά κατώτερος. Άλλοι κιθαρίστες υποστηρίζουν πως δεν μπορούν να αναγνωρίσουν αν μια ηχογράφιση έγινε με φυσικό ή με ψηφιακό εξοπλισμό. Όπως αναφέρει ο Paul Douglas στο άρθρο του για τους προσομοιωτές ενισχυτών (2023), οι πρώτοι που κυκλοφόρησαν δεν είχαν καθόλου καλά ηχητικά αποτελέσματα, και οποιοσδήποτε μπορούσε να αναγνωρίσει την διαφορά από έναν φυσικό ενισχυτή. Σήμερα, ωστόσο, η ποιότητα των ψηφιακών ενισχυτών συναγωνίζεται εκείνη των φυσικών, ιδιαίτερα σε χαμηλές εντάσεις (Douglas, 2023).

Εκτός όμως από την ποιότητα, προσφέρουν και άπειρες δυνατότητες διαμόρφωσης του ήχου, καθώς δεν διαθέτουν μόνο τις ρυθμίσεις ενός ενισχυτή ηλεκτρικής κιθάρας, αλλά προσφέρουν και άλλες επιλογές όπως όλα τα εφέ (reverb, delay, chorus κ.α.), αλλά και διάφορα πετάλια, προενισχυτές, μικρόφωνα και καμπίνες, δίνοντας την δυνατότητα στους κιθαρίστες ή στους ηχολήπτες να διαμορφώσουν τον ήχο που επιθυμούν με το πάτημα ενός κουμπιού (Baker, 2024).

Ένα μειονέκτημα που αναφέρουν οι κιθαρίστες σε σχέση με την χρήση ψηφιακών προσομοιωτών αφορά την αίσθηση που προσφέρει στο παίξιμο τους σε σχέση με έναν πραγματικό ενισχυτή. Πρόκειται για ένα καθαρά υποκειμενικό ζήτημα, ωστόσο φαίνεται να απασχολεί έναν μεγάλο αριθμό κιθαριστών. Αρκετοί από αυτούς υποστηρίζουν πως η αίσθηση που προσφέρει ένας πραγματικός ενισχυτής δεν μπορεί να αντικατασταθεί από έναν εικονικό. Ακόμη τονίζουν πως δεν έχουν την ίδια έμπνευση όταν παίζουν με ψηφιακούς προσομοιωτές, καθώς τους λείπει η αίσθηση που τους προσφέρει ο χώρος του στούντιο και του εξοπλισμού που βρίσκεται μέσα, γεγονός που τους οδηγεί στο να απορρίπτουν συχνά την ηχογράφιση με προσομοιωτές ενισχυτών (amp sims) (Douglas, 2023).

Συμπερασματικά, γίνεται εύκολα αντιληπτό πως η επιλογή μεταξύ πραγματικών ή ψηφιακών ενισχυτών εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από προσωπικά κριτήρια που θέτει ο εκάστοτε μουσικός παραγωγός ή κιθαρίστας, την προσωπική αισθητική του αντίληψη αλλά και τις πρακτικές του ανάγκες. Με την ταχύτατη εξέλιξη της τεχνολογίας, οι ψηφιακοί ενισχυτές έχουν γνωρίσει μεγάλη εξέλιξη ως προς την ποιότητα του ήχου που μπορούν να προσφέρουν, γεγονός που τους κάνει συχνά να συναγωνίζονται ισάξια τους πραγματικούς ενισχυτές. Ωστόσο, παρά την ευελιξία και την ποιότητα που μπορεί να προσφέρουν,

ορισμένοι κιθαρίστες θεωρούν τον αναλογικό εξοπλισμό αναντικατάστατο και συχνά απορρίπτουν την χρήση των συγκεκριμένων ψηφιακών εργαλείων. Συχνά η λύση έρχεται να δοθεί από την συνύπαρξη και των δύο επιλογών, καθώς ο συνδυασμός τους μπορεί να φέρει εξαιρετικά ηχητικά αποτελέσματα και νέους δημιουργικούς τρόπους ηχογράφησης στο στούντιο (Douglas, 2023).

Μέσα από τις βιβλιογραφικές αναφορές (Douglas, 2023) (Baker, 2024) (Eales, 2022), γίνεται κατανοητό πως η επιλογή μεταξύ φυσικού και ψηφιακού εξοπλισμού εξακολουθεί να στηρίζεται σε υποκειμενικά κριτήρια και στις προσωπικές προτιμήσεις του κιθαρίστα ή του ηχολήπτη, γεγονός που αναδεικνύει την ανάγκη για μια πιο εμπειρική εξέταση του θέματος. Το πρακτικό μέρος της διπλωματικής εργασίας θα προσπαθήσει να διερευνήσει ακριβώς αυτό το ζήτημα, πως δηλαδή διαφοροποιείται το ηχητικό αποτέλεσμα ανάλογα με την χρήση φυσικού ή ψηφιακού εξοπλισμού, μέσα από την διαδικασία ηχογραφήσεων της ηλεκτρικής κιθάρας και της αξιολόγησης ηχητικών παραδειγμάτων. Κιθαρίστες με εμπειρία, θα προσπαθήσουν να αξιολογήσουν τις διαφορές στα ηχητικά αποσπάσματα και να καταγράψουν τις προτιμήσεις τους απαντώντας σε ένα ερωτηματολόγιο, σε συνθήκες «τυφλής» ακρόασης. Η διαδικασία αυτή αναμένεται να επιβεβαιώσει ή να απορρίψει τα δεδομένα που προέκυψαν από την θεωρητική έρευνα, με τα δεδομένα που θα προκύψουν από την άμεση εφαρμογή, προσφέροντας έτσι μια πιο σφαιρική αντίληψη των σύγχρονων μεθόδων ηχογράφησης της ηλεκτρικής κιθάρας.

ΠΡΑΚΤΙΚΟ ΜΕΡΟΣ

4. Μεθοδολογία

Η μεθοδολογία της συγκεκριμένης διπλωματικής βασίζεται στην ηχογράφηση της ηλεκτρικής κιθάρας και την σύγκριση των ηχητικών αποσπασμάτων, τα οποία έχουν ηχογραφηθεί με δύο τρόπους: α) με την χρήση φυσικού εξοπλισμού (μικρόφωνα και ενισχυτής) και β) με την χρήση ψηφιακών εργαλείων (amp sims). Η διαδικασία της ηχογράφησης οργανώθηκε με τέτοιο τρόπο ώστε η λήψη της κιθάρας να γίνει με συνέπεια και αντικειμενικότητα, καθώς και μέσα στις ίδιες συνθήκες, ώστε τα δείγματα να αξιολογηθούν ισάξια από τους συμμετέχοντες. Με βάση την βιβλιογραφία (Huber &

Runstein, 2010; Bartlett & Bartlett, 2008), πραγματοποιήθηκε ταυτόχρονη λήψη τεσσάρων σημάτων της ηλεκτρικής κιθάρας, με την τοποθέτηση δύο δυναμικών μικροφώνων και ένα ζευγάρι πυκνωτικών μικροφώνων με τοποθέτηση XY, στην καμπίνα του ενισχυτή. Ταυτόχρονα, ηχογραφήθηκε και το απευθείας σήμα της κιθάρας μέσω DI box. Στην συνέχεια, πραγματοποιήθηκε η επεξεργασία και η μίξη των σημάτων με τρεις διαφορετικούς τρόπους, με σκοπό την αξιοποίηση των σημάτων στην πειραματική διαδικασία. Για τη σύγκριση των δύο μεθόδων, δημιουργήθηκε ένα ερωτηματολόγιο στο οποίο χρησιμοποιήθηκαν τμήματα των ηχογραφήσεων, διάρκειας περίπου δέκα δευτερολέπτων ως ακουστικά ερεθίσματα.

4.1 Εξοπλισμός

Η ηχογράφηση των αποσπασμάτων πραγματοποιήθηκε στο στούντιο ηχογράφησης του τμήματος Μουσικών Σπουδών του Αριστοτελείου Πανεπιστημίου Θεσσαλονίκης. Χρησιμοποιήθηκε ο εξοπλισμός που υπήρχε ήδη στο στούντιο, εκτός από τον ενισχυτή και την ηλεκτρική κιθάρα.

4.1.1 Ηλεκτρική κιθάρα και ενισχυτής

Για την ηχογράφηση, χρησιμοποιήθηκε η Les Paul Studio Ebony της Epiphone, μια ηλεκτρική κιθάρα συμπαγούς σώματος, με μαγνήτες διπλού πηνίου. Η συγκεκριμένη κιθάρα προσφέρει ένα γεμάτο και ζεστό ήχο, με έμφαση στις μεσαίες συχνότητες, με στόχο να αποτυπώσει τον κλασικό χαρακτήρα της Les Paul (Musik Produktiv, n.d.). Για την ενίσχυση της ηλεκτρικής κιθάρας χρησιμοποιήθηκε ο **Laney CUB12R**, ένας λαμπάτος ενισχυτής, με ισχύ 15 watt, ένα μοντέλο που προσφέρει υψηλής ποιότητας ήχο σε μικρές και μεσαίες εντάσεις (Musicland, n.d.).

4.1.2 Μικρόφωνα

Παρακάτω παρουσιάζονται τα μικρόφωνα που χρησιμοποιήθηκαν στην ηχογράφιση και τα χαρακτηριστικά τους:

- **Shure SM58:** Χρησιμοποιήθηκε το Shure SM58, δυναμικό καρδιοειδούς πολικού διαγράμματος μικρόφωνο, με ικανότητα να απομονώνει την κύρια ηχητική πηγή και να μειώνει τον θόρυβο. Διαθέτει εύρος συχνοτήτων απόκρισης από 50 έως 15.000 Hz, ενώ ταυτόχρονα διαθέτει απόκριση συχνοτήτων με μια μικρή ενίσχυση στις μεσαίες συχνότητες και σταδιακή εξασθένιση στις χαμηλές (Shure Inc., n.d.).
- **Sennheiser E845:** Το δεύτερο μικρόφωνο που χρησιμοποιήθηκε είναι το E845, δυναμικό υπερκαρδιοειδούς πολικού διαγράμματος μικρόφωνο, ιδανικό στο να μειώνει τον θόρυβο του περιβάλλοντος. Διαθέτει εύρος συχνοτήτων απόκρισης από 40 Hz – 16 kHz, ενώ ταυτόχρονα παρουσιάζει το φαινόμενο της εγγύτητας όταν τοποθετείται κοντά στην ηχητική πηγή (Sennheiser, n.d.).
- **Neumann KM184:** Για την στερεοφωνική λήψη με τοποθέτηση των μικροφώνων σε XY διάταξη, χρησιμοποιήθηκε ένα σετ από δύο πυκνωτικά μικρόφωνα KM184. Το συγκεκριμένο μικρόφωνο έχει καρδιοειδές πολικό διάγραμμα, με εύρος συχνοτήτων από 20 Hz - 20 kHz. Το μικρόφωνο παρουσιάζει σταθερό πολικό διάγραμμα στο μεγαλύτερο εύρος των συχνοτήτων του, ενώ ταυτόχρονα έχει την δυνατότητα να απορρίπτει τον θόρυβο και τους ανεπιθύμητους ήχους που προέρχονται από άλλες πηγές (Neumann, n.d.).

4.1.2.1 Τοποθέτηση μικροφώνων στον ενισχυτή

Για την ηχογράφιση της ηλεκτρικής κιθάρας χρησιμοποιήθηκε ο ενισχυτής Laney Cub12R, στον οποίο τοποθετήθηκαν τα προαναφερθέντα μικρόφωνα σε τρία διαφορετικά σημεία, τόσο σε κοντινή απόσταση (close miking) από το πλέγμα του, όσο και σε πιο μακρινή.

Πιο συγκεκριμένα, το E845 τοποθετήθηκε στο κέντρο της καμπίνας (on axis), σε απόσταση περίπου 2-5 εκατοστά από το πλέγμα της καμπίνας. Στόχος της συγκεκριμένης τοποθέτησης ήταν η καταγραφή ενός καθαρού και φωτεινού ήχου της κιθάρας, απομονωμένο από θορύβους που προέρχονται από το περιβάλλον του στούντιο. Το SM58 αντίθετα, τοποθετήθηκε εκτός του άξονα (off – axis), αριστερά από το E845, επίσης σε απόσταση 2-5 εκατοστά από το πλέγμα του ενισχυτή. Στόχος αυτής της τοποθέτησης ήταν η καταγραφή ενός πιο ζεστού και γλυκού ήχου της κιθάρας. Περίπου 40 εκατοστά μακριά από το πλέγμα του ενισχυτή, τοποθετήθηκαν τα δύο πυκνωτικά μικρόφωνα KM184 σε στερεοφωνική διάταξη XY, με στόχο να αποδοθεί και η αίσθηση του χώρου στην ηχογράφιση.



Εικόνα 4.1 Τοποθέτηση μικροφώνων στον ενισχυτή



Εικόνα 4.2. Τοποθέτηση μικροφώνων στον ενισχυτή

Είναι σημαντικό να σημειωθεί πως εκτός από την χρήση μικροφώνων για την καταγραφή του οργάνου, πραγματοποιήθηκε και ταυτόχρονη λήψη του απευθείας σήματος της κιθάρας μέσω DI box, ώστε το καθαρό σήμα της κιθάρας να περάσει από διάφορους προσομοιωτές ενισχυτών στο περιβάλλον του Reaper.

4.1.3 Προσομοιωτές ενισχυτών ηλεκτρικής κιθάρας

Στο πλαίσιο της πειραματικής διαδικασίας, αξιοποιήθηκαν διάφορα VST plugins που προσομοιώνουν ενισχυτές ηλεκτρικής κιθάρας (amp simulators), εφαρμογές που αποτελούν βασικό εργαλείο στην σύγχρονη μουσική παραγωγή. Η επιλογή των συγκεκριμένων εργαλείων έγινε με βάση τόσο την αναγνωρισιμότητά τους εντός του χώρου της μουσικής παραγωγής, όσο και την ακρίβεια προσομοίωσης του ήχου αντίστοιχων φυσικών λαμπάτων ενισχυτών.

Για την πειραματική διαδικασία χρησιμοποιήθηκε το εξής λογισμικό:

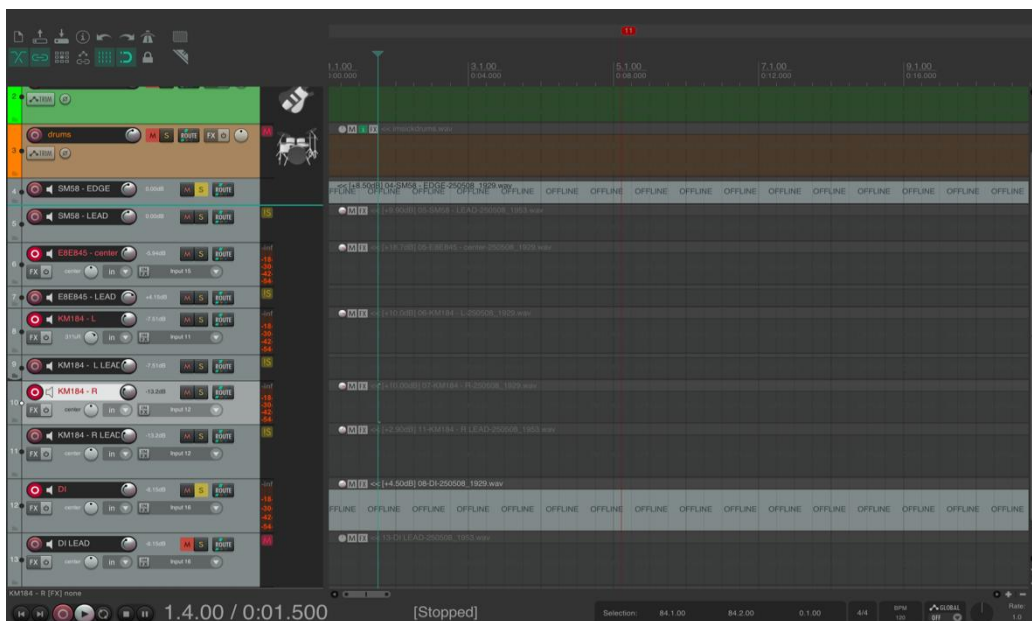
- **American Tube Clean 1 – Amplitube (IK Multimedia):** Το εύρος των επιλογών και των δυνατοτήτων που προσφέρει το συγκεκριμένο λογισμικό

αποτέλεσε βασικό κριτήριο για την επιλογή του. Επιλέχθηκε για τον καθαρό ήχο που προσφέρει στο σήμα της κιθάρας, αλλά και για τις προσομοιώσεις των αλυσίδων επεξεργασία (effect chains) που διαθέτει.

4.1.4 Κονσόλα και DAW

Η ηχογράφηση και η επεξεργασία των ηχητικών αποσπασμάτων πραγματοποιήθηκε στο λογισμικό REAPER, καθώς είναι ένα πρόγραμμα που προσφέρει ευελιξία στην ηχογράφηση και την επεξεργασία των ηχητικών αποσπασμάτων. Η επιλογή του REAPER ως ψηφιακός σταθμός επεξεργασίας, στηρίχθηκε στην ακρίβεια που παρέχει ως προς την πολυκάναλη ηχογράφηση, καθώς και στο γεγονός ότι είναι ένα ελαφρύ και σταθερό λογισμικό, το οποίο προσφέρει αμέτρητες δυνατότητες επεξεργασίας του ήχου.

Όλα τα σήματα της κιθάρας ηχογραφήθηκαν σε ξεχωριστά κανάλια (μικρόφωνα, DI, VST) στο περιβάλλον του REAPER, όπου και επεξεργάστηκαν στο στάδιο της μίξης.



Εικόνα 4.3. Κανάλια των ηχογραφήσεων στο REAPER.

4.2 Περιγραφή διαδικασίας ηχογράφησης

Η διαδικασία της ηχογράφησης της ηλεκτρικής κιθάρας αποτελεί το βασικότερο σημείο του πρακτικού μέρους της συγκεκριμένης μελέτης και οργανώθηκε με τέτοιο τρόπο ώστε να επιτευχθεί η όσο το δυνατόν αντικειμενικότερη σύγκριση μεταξύ των μεθόδων. Για την πραγματοποίηση αυτού του σκοπού, ηχογραφήθηκε ένα τραγούδι, από το οποίο διατηρήθηκαν δύο αποσπάσματα, περίπου 10 δευτερόλεπτα το καθένα, τα οποία πραγματοποιήθηκαν πάνω στις ίδιες πηγές σήματος αλλά διαφοροποιήθηκαν ως προς τον τρόπο επεξεργασίας και ενίσχυσης: το καθένα από αυτά ηχογραφήθηκε χρησιμοποιώντας φυσικό ενισχυτή και μικρόφωνα αλλά και με την χρήση ψηφιακών προσομοιωτών ενισχυτή (amp sims).

4.2.1 Ρύθμιση αναλογικής αλυσίδας (καλώδια, DI, mic preamps)

Η διαδικασία του στησίματος της ηχογράφησης περιέλαβε την σύνδεση του οργάνου στον ενισχυτή της εταιρίας Laney, μοντέλο CUB12R, γύρω από τον οποίο στήθηκαν και τα προαναφερθέντα μικρόφωνα. Πιο συγκεκριμένα, το Shure SM58, τοποθετήθηκε αριστερά από το κέντρο του ενισχυτή (off-axis), σε απόσταση 2-5 εκατοστά από το πλέγμα του, ώστε να καταγραφεί ένας πιο ζεστός και γλυκός ήχος, με έμφαση στις μεσαίες συχνότητες. Ένα δεύτερο δυναμικό μικρόφωνο, το E485, τοποθετήθηκε ακριβώς στο κέντρο του ενισχυτή (on-axis), σε απόσταση 2-5 εκατοστά από την επιφάνειά του, έτσι ώστε να καταγράψει τον λαμπερό και φωτεινό ήχο της κιθάρας, με τονισμένες τις υψηλές συχνότητες. Τέλος, το στερεοφωνικό ζευγάρι μικροφώνων τοποθετήθηκε περίπου 40 εκατοστά μακριά από τον ενισχυτή σε XY διάταξη, με τις κάψες των μικροφώνων στραμμένες προς την καμπίνα.

Τα σήματα των μικροφώνων διοχετεύτηκαν στην κονσόλα μίξης που βρισκόταν στο δωμάτιο ελέγχου. Στη συνέχεια, καταγράφηκαν και αποθηκεύτηκαν σε ξεχωριστά κανάλια στο περιβάλλον του REAPER, με ρυθμό δειγματοληψίας 48 kHz / 24 bit, χωρίς καμία πρόσθετη επεξεργασία ή προσθήκη εφέ κατά τη διαδικασία της ηχογράφησης.

4.2.2 Ρύθμιση ψηφιακής αλυσίδας (interface, plugins, routing)

Για την διαδικασία της ψηφιακής μεθόδου καταγράφηκε το απευθείας καθαρό σήμα της κιθάρας, μέσω DI box, το οποίο αργότερα διοχετεύτηκε στα plugins των ψηφιακών

ενισχυτών (amp sims) στο περιβάλλον του REAPER. Η ταυτόχρονη καταγραφή του σήματος της κιθάρας μέσω του DI box είχε ως στόχο να καταγραφεί ο ήχος με το ακριβώς ίδιο παίξιμο, με το οποίο έγινε και μέσω μικροφώνων, διατηρώντας τις ίδιες δυναμικές και την ίδια εκφραστικότητα.

Στην προσπάθεια προσομοίωσης του ήχου του φυσικού ενισχυτή, χρησιμοποιήθηκε ο ψηφιακός προσομοιωτής **American Tube Clean 1 της Amplitube**, καθώς προσφέρει αρκετά παρόμοιο ήχο με το Laney CUB12R., ο οποίος χαρακτηρίζεται από μια γλυκιά χροιά και έναν vintage χαρακτήρα. Για την διατήρηση του καθαρού ήχου της κιθάρας, το κέρδος (gain) των προσομοιωτών διατηρήθηκε στο 0, με στόχο την επίτευξη ενός γλυκού και ζεστού ήχου, ενώ δεν προστέθηκε καθόλου παραμόρφωση.

4.2.3 Περιγραφή ηχητικών αποσπασμάτων

Το τραγούδι που ηχογραφήθηκε έχει τίτλο “I’m sick of everyone of you”, ενώ η μουσική και οι στίχοι του έχουν γραφτεί από τον φοιτητή του ΤΜΣ, Χάρη Δαρκούδη. Το είδος του κομματιού κατατάσσεται στο στυλ της πανκ ροκ μουσικής, ωστόσο διαθέτει κάποια σημεία σε διαφορετικό ύφος. Το πρώτο απόσπασμα που επιλέχθηκε για τους σκοπούς της μελέτης αποτελεί την εισαγωγή του κομματιού, η οποία περιλαμβάνει μια ρυθμική κιθάρα, η οποία συνοδεύει ένα επαναλαμβανόμενο μοτίβο (riff) σε καθαρό ήχο. Το δεύτερο απόσπασμα είναι η γέφυρα του κομματιού, η οποία αποτελεί μια ρυθμική κιθάρα σε ρυθμό μπόσα νόβα, με καθαρό ήχο και μικρή αντήχηση. Το συγκεκριμένο απόσπασμα απαιτεί ακρίβεια και ευκρίνεια για την σωστή απόδοση του ρυθμικού μοτίβου.

Τα δύο αποσπάσματα παίχτηκαν από τον συνθέτη του κομματιού, πάνω στα προηχογραφημένα tracks του μπάσου και των ντραμς, αλλά και συνοδευμένα από μετρονόμο, ώστε να επιτευχθεί η απόλυτη χρονική συνέπεια. Για κάθε απόσπασμα, καταγράφηκαν τουλάχιστον 2-3 λήψεις, ώστε να υπάρχει ευελιξία στο στάδιο της επεξεργασίας, για το καλύτερο δυνατόν ηχητικό αποτέλεσμα.

4.2.4 Διατήρηση συνθηκών κατά την ηχογράφιση

Με στόχο την διασφάλιση της εγκυρότητας των συγκρίσεων μεταξύ των μεθόδων, διατηρήθηκαν οι ίδιες συνθήκες κατά την ηχογράφιση στις εξής παραμέτρους:

- Όλα τα αποσπάσματα ηχογραφήθηκαν στην ίδια ταχύτητα και με το ίδιο κούρδισμα καθ' όλη την διάρκεια της ηχογράφησης
- Η θέση της καμπίνας αλλά και των μικροφώνων παρέμεινε σταθερή.
- Ίδια παρέμεινε και η στάθμη εισόδου του σήματος, τόσο των μικροφώνων, όσο και του DI box.

5. Μίξη και επεξεργασία των αποσπασμάτων

Η μίξη και η επεξεργασία των καταγεγραμμένων αποσπασμάτων αποτελεί βασικό στοιχείο στον χώρο της μουσικής παραγωγής, καθώς έχει την δυνατότητα να επηρεάζει την αντίληψη του ακροατή ως προς την ευκρίνεια και την ποιότητα του ήχου και της μουσικής γενικότερα. Στα πλαίσια της παρούσας μελέτης, εφαρμόστηκε μια στοιχειώδη επεξεργασία των ηχητικών σημάτων, έτσι ώστε να αναδειχθούν βασικά χαρακτηριστικά του ήχου και να διορθωθούν πιθανές αδυναμίες. Έγινε προσπάθεια ώστε να πραγματοποιηθεί μια συνεπή επεξεργασία και εξισορρόπηση των ηχητικών αποσπασμάτων, που ταυτόχρονα δεν υποβαθμίζει ή δεν ευνοεί καμία από τις δύο τεχνολογικές μεθόδους (ψηφιακοί προσομοιωτές/μικρόφωνα και ενισχυτής).

Πιο συγκεκριμένα, εφαρμόστηκαν βασικές τεχνικές μίξης, όπως ο ισοσταθμιστής (equalizer), συμπίεση (compressing), και άλλα εργαλεία όπως το exciter και το transient shaper, ενώ σε κάποια αποσπάσματα προστέθηκε και λίγη αντήχηση (reverb). Η μίξη των αποσπασμάτων πραγματοποιήθηκε με το λογισμικό Neutron 5 της εταιρείας iZotope, το οποίο αποτελεί ένα από τα πιο σύγχρονα και εξελιγμένα εργαλεία επεξεργασίας, με ενσωματωμένες όλες τις προαναφερθέντες δυνατότητες μίξης. Επιπλέον, διαθέτει ένα εργαλείο, το Mix Assistant, το οποίο πραγματοποιεί αυτοματοποιημένη μίξη στο ηχητικό απόσπασμα με τεχνολογία AI, αναλύοντας το ηχητικό σήμα και ρυθμίζοντας από μόνο του το τελικό ηχητικό αποτέλεσμα.

Πραγματοποιήθηκαν τρεις εκδοχές μίξης για το κάθε απόσπασμα (bossa nova ρυθμικό/εισαγωγή με riff): α) η πρώτη εκδοχή αφορά την μίξη των σημάτων που ηχογραφήθηκαν με μικρόφωνα, β) η δεύτερη εκδοχή αφορά την μίξη που έγινε στο σήμα του DI box μετά την προσθήκη του προσομοιωτή (amp simulator) και γ) τέλος, η τρίτη εκδοχή αφορά μια αυτοματοποιημένη μίξη με το εργαλείο Mix Assistant του Neutron 5, πάνω στο σήμα του DI box μετά την προσθήκη του προσομοιωτή.

5.1 Προετοιμασία και οργάνωση επεξεργασίας

Για την καλύτερη διεκπεραίωση της επεξεργασίας, τα ηχογραφημένα αποσπάσματα οργανώθηκαν σε τρία ξεχωριστά project στο REAPER, ένα για την κάθε εκδοχή μίξης. Για κάθε επιμέρους track, ρυθμίστηκαν οι εντάσεις των σημάτων, καθορίστηκαν ακριβώς τα σημεία που χρησιμοποιήθηκαν στην αξιολόγηση, μετονομάστηκαν και κατηγοριοποιήθηκαν αντίστοιχα για την διευκόλυνση της μίξης.

5.2 Μίξη ηχογράφησης με μικρόφωνα

Η μίξη των ηχογραφημένων αποσπασμάτων με μικρόφωνα και ενισχυτή πραγματοποιήθηκε με τα εργαλεία του Neutron 5, με στόχο την διατήρηση των ηχητικών χαρακτηριστικών του ενισχυτή. Παρακάτω παρουσιάζονται οι αλυσίδες μίξης που εφαρμόστηκαν, τόσο για το απόσπασμα του εισαγωγικού «riff», όσο και για την ρυθμική κιθάρα σε ρυθμό bossa nova.

5.2.1 Απόσπασμα 1: Εισαγωγή με riff

Για την επεξεργασία αυτού το αποσπάσματος, επιλέχθηκαν τα σήματα που ηχογραφήθηκαν με το SM58 και το E485, τα οποία τοποθετήθηκαν αριστερά και δεξιά αντίστοιχα, στην στερεοφωνική εικόνα. Για το «riff» επιλέχθηκε η λήψη από το μικρόφωνο SM58, καθώς παρείχε καθαρότητα και ακρίβεια στο παίξιμο. Παρακάτω περιγράφεται η αλυσίδα μίξης του συγκεκριμένου αποσπάσματος.

- Ισοσταθμιστής (EQ):

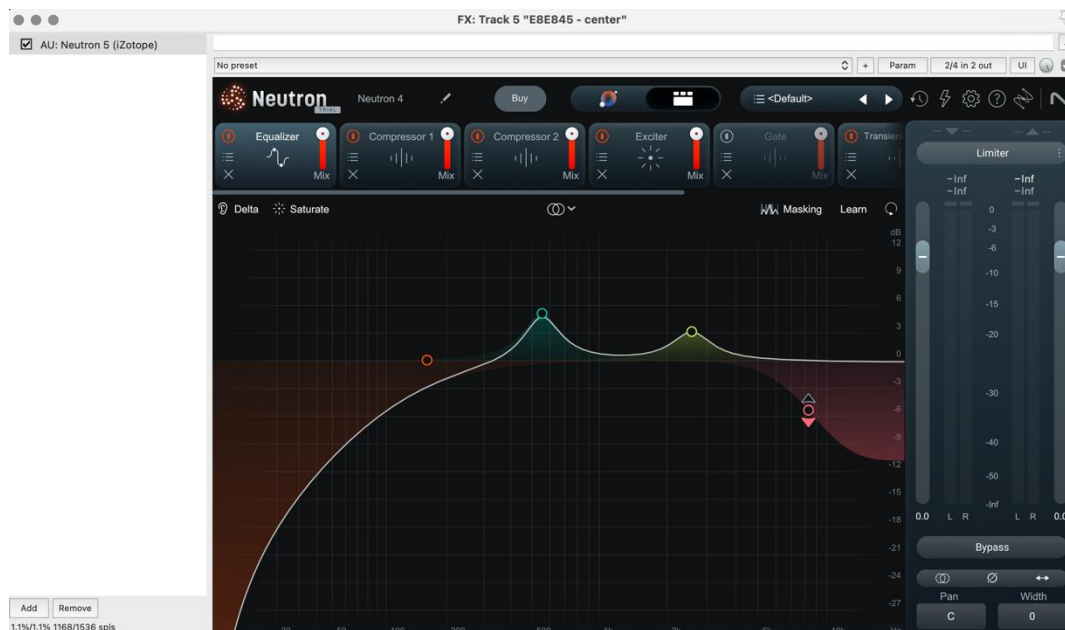
Ξεκινώντας με το SM58, τοποθετημένο στα αριστερά, εφαρμόστηκε το εργαλείο του ισοσταθμιστή (equalizer), με στόχο τον περιορισμό ανεπιθύμητων συχνοτήτων και την βελτίωση της ποιότητας του ήχου. Αρχικά, προστέθηκε ένα φίλτρο υψηλής διέλευσης (high pass filter) στα 204Hz, για να περιοριστούν ελάχιστα οι χαμηλές συχνότητες και να μειωθεί ο θόρυβος. Στην συνέχεια ενισχύθηκε η μεσαία περιοχή με ένα φίλτρο τύπου «bell» στα 536Hz, ενώ ταυτόχρονα ενισχύθηκε και η περιοχή στα 2754 Hz, για να προσδώσει καθαρότητα και αιχμηρότητα στο παίξιμο της κιθάρας. Τέλος, εφαρμόστηκε ένα φίλτρο ραφιού υψηλών συχνοτήτων (high shelf), για μια μικρή ενίσχυση στις υψηλές συχνότητες, που προσέφεραν λάμψη και φωτεινότητα στο ηχητικό αποτέλεσμα, χωρίς να γίνεται ενοχλητικό.



Εικόνα 5.1. Ρυθμίσεις equalizer στο SM58 (Neutron 5)

Στο E485, τοποθετημένο στην δεξιά πλευρά της στερεοφωνικής εικόνας, εφαρμόστηκαν παρόμοιες ρυθμίσεις στον ισοσταθμιστή. Για τον περιορισμό ανεπιθύμητων χαμηλών συχνοτήτων εφαρμόστηκε ένα φίλτρο υψηλής διέλευσης (high pass filter) στα 162Hz. Ταυτόχρονα, εφαρμόστηκε μια μικρή ενίσχυση στις χαμηλομεσαίες συχνότητες με ένα φίλτρο τύπου «bell» στα 557Hz (+5.1dB, Q:2). Αντίστοιχα ενισχύθηκε και η περιοχή στα 2574Hz (+3.1dB, Q:2) με ένα «bell» φίλτρο, για να αποδώσει περισσότερη καθαρότητα και

επιθετικότητα στον ήχο. Τέλος, καθώς το E485 ήταν τοποθετημένο ακριβώς στο κέντρο της καμπίνας (on axis), με αποτέλεσμα ο ήχος να είναι ιδιαίτερα φωτεινός και λαμπερός εξαιτίας των υπερβολικών υψηλών συχνοτήτων, εφαρμόστηκε μια μείωση 8359Hz (-5.4dB, Q:0.1), ώστε να περιορίσει τις υψηλές συχνότητες και να εξισορροπήσει τον ήχο. Στόχος της μίξης αυτού του καναλιού ήταν η διαμόρφωση ενός τονικού χαρακτήρα παρόμοιο με εκείνον του SM58, ώστε να υπάρχει ισορροπία στην στερεοφωνική εικόνα.



Εικόνα 5.2. Ρυθμίσεις equalizer στο E485 (Neutron 5)

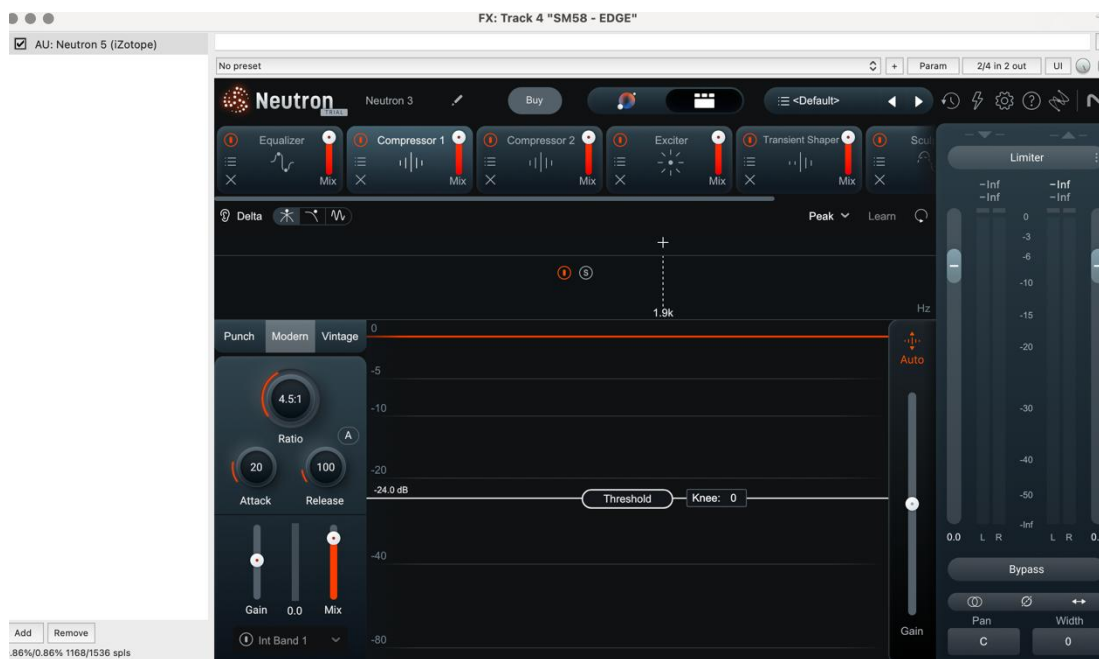
Για το συνοδευτικό μοτίβο της κιθάρας (riff), διατηρήθηκε η λήψη του SM58, η οποία τοποθετήθηκε στο κέντρο της στερεοφωνικής εικόνας. Στόχος της μίξης στο συγκεκριμένο απόσπασμα είναι να αποδώσει έναν ελεγχόμενο ήχο που θα στηρίζεται πάνω στην ρυθμική συνοδεία που αναφέρθηκε πιο πάνω. Πιο συγκεκριμένα, εφαρμόστηκε ένα φίλτρο διέλευσης υψηλών συχνοτήτων (high pass filter) στα 208Hz, για την απομάκρυνση του βόμβου που προέκυψε από τις χαμηλές συχνότητες. Στην συνέχεια εφαρμόστηκε μια μείωση των -8.6dB στα 465Hz, και μια μικρή μείωση των 1.1dB στα 1911Hz, στην προσπάθεια καθαρισμού του ήχου. Τέλος, πραγματοποιήθηκε μια ελαφριά μείωση των υψηλών συχνοτήτων στα 5698Hz (-1.9dB).



Εικόνα 5.3. Ρυθμίσεις equalizer στο riff της εισαγωγής

- Συμπίεση (Compressing):

Για την καλύτερη ισορροπία στο ηχητικό αποτέλεσμα, εφαρμόστηκε και το εργαλείο του κομπρέσορα. Για το SM58, το οποίο είναι τοποθετημένο στα αριστερά της στερεοφωνικής εικόνας, ο κομπρέσορα ρυθμίστηκε ως εξής: Το κατώφλι (threshold) ρυθμίστηκε στα -24db, η αναλογία (ratio) στα 4.5:1, η αποδέσμευση (release) στα 100ms, ενώ η παράλληλη συμπίεση τοποθετήθηκε στα 85% (mix).



Εικόνα 5.4. Ρυθμίσεις κομπρέσορα στο SM58

Αντίστοιχες ρυθμίσεις εφαρμόστηκαν και για την συμπίεση στο μικρόφωνο E485, σύμφωνα με το οποίο το κατώφλι (threshold) ρυθμίστηκε στα -16.5dB, η αναλογία (ratio) στα 4.5:1, η ατάκα (attack) στα 20ms, η αποδέσμευση (release) στα 50ms, ενώ η παράλληλη συμπίεση παρέμεινε στο 100%.



Εικόνα 5.5. Ρυθμίσεις κομπρέσορα στο E485

Για το «riff» της εισαγωγής, εφαρμόστηκαν παρόμοιες ρυθμίσεις συμπίεσης, με στόχο την επίτευξη ενός σταθερού και ελεγχόμενου ήχου. Πιο συγκεκριμένα το κατώφλι (threshold) ρυθμίστηκε στα -23.5dB, η αναλογία (ratio) στα 4.5:1, η ατάκα (attack) στα 20ms, η αποδέσμευση (release) στα 50ms, ενώ η παράλληλη συμπίεση διατηρήθηκε στο 100%.



Εικόνα 5.6. Ρυθμίσεις κομπρέσορα για το εισαγωγικό riff

- Exciter, Transient Shaper, Sculptor

Πέρα από τα κλασικά εργαλεία του Neutron 5, όπως ο ισοσταθμιστής και η συμπίεση, το συγκεκριμένο λογισμικό προσφέρει κάποια επιπρόσθετα προηγμένα εργαλεία τόσο δυναμικής όσο και φασματικής επεξεργασίας, τα οποία αξιοποιήθηκαν συμπληρωματικά με τα προηγούμενα, ώστε να βελτιώσουν τον ήχο και να ενισχύσουν συγκεκριμένα χαρακτηριστικά του.

Πιο συγκεκριμένα, και στα τρία tracks του συγκεκριμένου αποσπάσματος, εφαρμόστηκε το exciter, ένα εργαλείο το οποίο επιτρέπει την προσθήκη τεσσάρων διαφορετικών τύπων κορεσμού (tube, warm, retro και tape), με στόχο τον αρμονικό και φασματικό εμπλουτισμό, με ελεγχόμενη παραμόρφωση του ήχου (iZotope, n.d.). Προστέθηκε μια μικρή ποσότητα κορεσμού τύπου «tube», καθώς προσφέρει την ζεστασιά και την φωτεινότητα ενός λαμπάτου ενισχυτή.

Στην συνέχεια προστέθηκε και στα τρία tracks (SM58, E485, SM58-Riff), το εργαλείο «transient shape», το οποίο βοηθάει στην μείωση της έντονης ατάκας της πέννας. Τέλος εφαρμόστηκε το εργαλείο «sculptor», το οποίο λειτουργεί ως φασματικός διαμορφωτής, αναλύοντας τα τονικά χαρακτηριστικά του ηχητικού σήματος και στην συνέχεια εφαρμόζει τονικές επεμβάσεις επηρεάζοντας το φάσμα του, βελτιώνοντας με αυτόν το τρόπο το τελικό ηχητικό αποτέλεσμα (iZotope, n.d.). Στα συγκεκριμένα ηχητικά σήματα, επιλέχθηκε η κιθάρα ως οδηγός διαμόρφωσης του ήχου, προσφέροντας μια γενική ισορροπία και σταδιακή ενίσχυση στις περιοχές όπου η κιθάρα χρειάζεται όγκο και καθαρότητα.



Εικόνα 5.7. Ρυθμίσεις exciter.



Εικόνα 5.9. Ρυθμίσεις Sculptor

5.2.2 Απόσπασμα 2: Ρυθμικό σε στυλ μπόσα νόβα

Για την μίξη του δεύτερου αποσπάσματος, διατηρήθηκε η λήψη από το E485, η οποία διπλασιάστηκε και τοποθετήθηκε αριστερά και δεξιά στην στερεοφωνική εικόνα με στόχο την απόδοση βάθους στον ήχο, καθώς και την αίσθηση του χώρου. Η λήψη από το E485 ήταν ιδανική για το ρυθμικό μπόσα νόβα, καθώς η τοποθέτηση του μικροφώνου στο κέντρο του ενισχυτή απέδωσε με ακρίβεια και καθαρότητα την ατάκα της κιθάρας. Παρακάτω παρουσιάζονται αναλυτικότερα οι ρυθμίσεις που εφαρμόστηκαν στα δύο tracks.

- Ισοσταθμιστής (EQ):

Ξεκινώντας με τον ισοσταθμιστή, στην πρώτη θέση της αλυσίδας, εφαρμόστηκε ένα φίλτρο διέλευσης υψηλών συχνοτήτων (high pass filter) στα 204Hz, ώστε να εξισοροποιηθούν οι περιττές ψηλές συχνότητες, για περισσότερη ομοιογένεια στον ήχο. Στην συνέχεια ενισχύθηκαν οι περιοχές των 592Hz και 2754Hz, με ένα «bell» φίλτρο, ενώ ταυτόχρονα μια μικρή ενίσχυση των 3.1dB εφαρμόστηκε και στην περιοχή των 2754Hz. Οι συγκεκριμένες ρυθμίσεις είχαν ως στόχο την τονική ενίσχυση και την ανάδειξη της τεχνικής του παιξίματος, ώστε να γίνει περισσότερο αντιληπτή η αίσθηση του ρυθμού.

- Συμπίεση (Compressing):

Στην συνέχεια της αλυσίδας μίξης, εφαρμόστηκε δυναμική επεξεργασία με το εργαλείο του κομπρέσορα, ενεργοποιώντας δύο ζώνες επεξεργασίας (band 1 και band 2). Οι ρυθμίσεις της συμπίεσης είχαν ως στόχο την εξισορρόπηση της έντασης με τέτοιον τρόπο ώστε να ενισχυθεί η δυναμική απόκριση του παιξίματος, χωρίς να χαθεί η αίσθηση της ζωντάνιας του αποσπάσματος.

- Εργαλεία «Exciter» και «Transient Shaper»

Η αλυσίδα μίξης του συγκεκριμένου αποσπάσματος ολοκληρώθηκε με τα εργαλεία «exciter» και «transient shaper». Πιο συγκεκριμένα, το εργαλείο exciter ρυθμίστηκε σε τρεις φασματικές ζώνες (warm και tube), ώστε να προσφέρει έναν πιο ζεστό και «λαμπάτο» ήχο στην κιθάρα, εφαρμόζοντας έναν ήπιο κορεσμό στις χαμηλομεσαίες συχνότητες. Τέλος, το εργαλείο «transient shaper» βασίστηκε στην μεσαία φασματική ζώνη, με στόχο να «μαλακώσει» τις έντονες ατάκες, προσφέροντας έτσι ομοιογένεια στον ήχο.

5.3 Μίξη ηχογράφησης με προσομοιωτές ενισχυτών

Η δεύτερη κατηγορία των αποσπασμάτων στηρίχθηκε στην επεξεργασία του απευθείας σήματος της ηλεκτρικής κιθάρας μέσω DI box, πάνω στο οποίο εφαρμόστηκε επεξεργασία μέσω ψηφιακών προσομοιωτών κιθάρας. Για την προσομοίωση του φυσικού ενισχυτή επιλέχθηκε ο προσομοιωτής American Tube Clean 1 της Amplitude (IK Multimedia). Ο συγκεκριμένος προσομοιωτής είναι εμπνευσμένος από κλασικούς vintage ενισχυτές με λυχνίες, με κύρια χαρακτηριστικά την ζεστασιά που προσφέρει στον ήχο, αλλά και την ισορροπημένη και «στρογγυλή» χροιά. Η επιλογή του προσομοιωτή στηρίχθηκε στην δυναμικότητα που προσφέρει στον καθαρό ήχο της κιθάρας, την ακρίβεια και την ευκρίνεια στην τεχνική του παιξίματος.

Στην συνέχεια, πραγματοποιήθηκε η επεξεργασία των αποσπασμάτων με τα εργαλεία του Neutron 5 (iZotope). Στόχος της μίξης ήταν να προσομοιώσει το ηχητικό αποτέλεσμα που προέκυψε από την επεξεργασία της ηχογράφησης με τα μικρόφωνα. Παρακάτω περιγράφεται αναλυτικά η αλυσίδα μίξης που ακολουθήθηκε για τα ίδια αποσπάσματα.

5.3.1 Απόσπασμα 1: Εισαγωγή με riff

Η αλυσίδα μίξης του συγκεκριμένου αποσπάσματος περιλαμβάνει την εφαρμογή ισοσταθμιστή με στόχο την ομοιογένεια στον ήχο. Προστέθηκε ένα φίλτρο διέλευσης υψηλών συχνοτήτων (high pass filter), για τον περιορισμό των ανεπιθύμητων χαμηλών συχνοτήτων (100Hz), ενώ ταυτόχρονα εξισορροπήθηκαν οι μεσαίες συχνότητες, με στόχο τον μεγαλύτερο έλεγχο των τονισμών. Στην συνέχεια εφαρμόστηκε μια ελεγχόμενη συμπίεση (-21.0dB), με στόχο την ευκρίνεια και την καθαρότητα του ήχου, χωρίς να αλλοιωθεί ο χαρακτήρας του παιξίματος. Επιπλέον, το απόσπασμα εμπλουτίστηκε αρμονικά με το εργαλείο «exciter», επιλέγοντας τις ζώνες «Retro» και «Tape», οι οποίες έδωσαν έναν πιο vintage χαρακτήρα στον ήχο της κιθάρας. Ταυτόχρονα, εξομαλύνθηκαν οι έντονες ατάκες τις πένες με το εργαλείο «transient shape». Τέλος, προστέθηκε λίγη αντήχηση, με το εργαλείο ReaVerbate (Cockos), ώστε να υπάρχει η αίσθηση του χώρου και του βάθους στο απόσπασμα, καθώς το απευθείας σήμα του DI box δεν διαθέτει τέτοια χαρακτηριστικά.

Σε ένα συνολικό πλαίσιο, η μίξη ακολούθησε τις ρυθμίσεις που εφαρμόστηκαν και στην ηχογράφιση με τα μικρόφωνα, με μικρές προσαρμογές, ώστε να πλησιάσει όσο το δυνατόν περισσότερο γίνεται το τελικό αποτέλεσμα εκείνης της ηχογράφησης.

5.3.2 Απόσπασμα 2: Ρυθμικό σε στυλ μπόσα νόβα

Στην ρυθμική κιθάρα, εφαρμόστηκε ένα φίλτρο διέλευσης υψηλών συχνοτήτων (high pass filter) στα 100Hz, ώστε να περιοριστούν οι χαμηλές συχνότητες και να καθαρίσει ο ήχος. Ταυτόχρονα, ενισχύθηκαν οι μεσαίες συχνότητες στα 270Hz και 600Hz, ώστε να προκύψει ένας ήχος καθαρός και δομημένος, με στόχο να αναδείξει την τεχνική παιξίματος του ρυθμικού. Μια μικρή ενίσχυση εφαρμόστηκε και στις ψηλές συχνότητες για έναν ακόμα πιο λαμπερό και φωτεινό ήχο.

Στην συνέχεια εφαρμόστηκε μια ελεγχόμενη συμπίεση (-21.0dB), με στόχο την διατήρηση του χαρακτήρα της κιθάρας και την αποφυγή δημιουργίας ενός πολύ επίπεδου

ήχου. Στο επόμενο στάδιο το απόσπασμα εμπλουτίστηκε αρμονικά με το «exciter», τοποθετώντας την ρύθμιση ανάμεσα στις ζώνες «retro» και «tape», με στόχο την απόδοση ενός πιο vintage και έντονου ήχου. Τέλος, ενισχύθηκε ελαφρώς ο χρόνος εκδήλωσης των μεταβατικών φαινομένων (transients), με το εργαλείο «transient shaper», με στόχο να γίνεται πιο έντονη η αίσθηση της ατάκας και το ρυθμικό μοτίβο.

Η συνολική επεξεργασία προσφέρει έναν καθαρό και ελεγχόμενο ήχο στην μίξη, με έμφαση στην ευκρίνεια και την ακρίβεια που απαιτεί το στυλ της μπόσα νόβα.

5.4 Μίξη με το αυτοματοποιημένο εργαλείο Mix Assistant

Η τρίτη εκδοχή των δύο αποσπασμάτων ολοκληρώθηκε με το αυτοματοποιημένο εργαλείο «Mix Assistant», το οποίο περιλαμβάνει το Neutron 5. Το εργαλείο αυτό αντιπροσωπεύει την σύγχρονη τεχνολογία στον χώρο της μουσικής παραγωγής, καθώς με την βοήθεια της τεχνητής νοημοσύνης και των αλγορίθμων, αναλαμβάνει να αναλύσει τον φασματικό χαρακτήρα των αποσπασμάτων, εφαρμόζοντας αυτόματα ρυθμίσεις όλων των εργαλείων μίξης που παρουσιάστηκαν παραπάνω, με στόχο την βελτιστοποίηση της ποιότητας του ηχητικού αποτελέσματος. Παρακάτω παρουσιάζεται η διαδικασία χρήσης του εργαλείου στα αποσπάσματα της συγκεκριμένης εργασίας.

5.4.1 Διαδικασία χρήσης του Mix Assistant

Η χρήση του εργαλείου πραγματοποιήθηκε με μεγάλη ευκολία, καθώς ξεκίνησε με την εισαγωγή του απευθείας σήματος της κιθάρας (μέσω DI box), στο περιβάλλον του REAPER, πάνω στο οποίο εφαρμόστηκε ο ίδιος προσομοιωτής ενισχυτή (American Tube Clean 1- Amplitube) που χρησιμοποιήθηκε και στα προηγούμενα αποσπάσματα. Στην συνέχεια, τα σήματα της κιθάρας αναλύθηκαν αυτόματα από το εργαλείο Mix Assistant του Neutron 5, επιλέγοντας στην κατηγορία “Instrument Type” την κιθάρα (Guitar).

Για την ηλεκτρική κιθάρα, επιλέχθηκε το προφίλ «warm and open», το οποίο δίνει έναν φυσικό ήχο στο όργανο, με μεγάλη ευκρίνεια και φωτεινότητα στην χροιά. Το εργαλείο αναλύοντας τα αποσπάσματα, πρότεινε ρυθμίσεις ισοσταθμιστή, συμπίεσης και άλλα

εργαλεία του Neutron. Η επεξεργασία των αποσπασμάτων στηρίχθηκε απόλυτα στις προτεινόμενες ρυθμίσεις από το πρόγραμμα, χωρίς καμία χειροκίνητη παρέμβαση σε αυτές.

5.4.2 Ανάλυση ρυθμίσεων του Mix Assistant

- Απόσπασμα 1: Εισαγωγικό «riff»

Το συγκεκριμένο απόσπασμα στηρίζεται στον καθαρό ήχο της κιθάρας και στην επανάληψη ενός ρυθμικού μοτίβου, εξυπηρετώντας τον ρόλο της θεματικής εισαγωγής. Το Mix Assistant εφάρμοσε ρυθμίσεις ισοσταθμιστή (EQ) και «sculptor», εφαρμόζοντας ήπια αποκοπή των χαμηλών συχνοτήτων, μια ελεγχόμενη ενίσχυση στις χαμηλομεσαίες συχνότητες, ενώ ταυτόχρονα η καμπύλη φανερώνει πως οι υψηλές συχνότητες δεν είναι ιδιαίτερα τονισμένες.

Στην συνέχεια εφαρμόστηκε το εργαλείο της συμπίεσης και το «density», εξισορροπώντας την δυναμική του αποσπάσματος και προσφέροντας αρμονική συνοχή. Επιπλέον, στην ενότητα «saturation» επιλέχθηκε το στυλ «retro», σε μια χαμηλή ποσότητα, αποδίδοντας έναν vintage ήχο στον χαρακτήρα της κιθάρας, χωρίς να παραμορφώνει το σήμα. Η τελευταία παράμετρος του εργαλείου που αφορά το βάθος και την αίσθηση της στερεοφωνικής εικόνας του αποσπάσματος είναι απενεργοποιημένη, γεγονός που υποδεικνύει πως δεν χρειάστηκε κάποια περαιτέρω επεξεργασία με αυτήν την παράμετρο.



Εικόνα 5.10. Ρυθμίσεις Mix assistant για το πρώτο απόσπασμα

- Απόσπασμα 2: Ρυθμικό σε στυλ μπόσα νόβα

Πιο συγκεκριμένα, για το απόσπασμα με ρυθμικό μπόσα νόβα, το Mix Assistant πρότεινε στο πρώτο στάδιο της αλυσίδας επεξεργασίας ρυθμίσεις ισοσταθμιστή και του εργαλείου sculptor. Η καμπύλη του ισοσταθμιστή σε σχήμα χαμόγελου φανερώνει πως πραγματοποιήθηκε μια αποκοπή των χαμηλών συχνοτήτων, ώστε να περιοριστεί ο βόμβος. Αντίθετα στην περιοχή των χαμηλομεσαίων συχνοτήτων εφαρμόστηκε μια ενίσχυση, πιθανώς για μεγαλύτερη ευκρίνεια και καθαρότητα στον ήχο, ενώ ταυτόχρονα περιορίστηκαν οι υπερβολικά υψηλές συχνότητες. Στην συνέχεια εφαρμόστηκε το εργαλείο sculptor, με το οποίο πραγματοποιήθηκε μια φασματική επεξεργασία με βάση τον τύπο του οργάνου, στην προκειμένη περίπτωση την ηλεκτρική κιθάρα.

Στην ενότητα «dynamics», προστέθηκε η συμπίεση και το density. Η εικόνα φανερώνει πως εφαρμόστηκε μια μικρή συμπίεση με το density, ενώ μια μεγαλύτερη συμπίεση πραγματοποιήθηκε με τον κομπρέσορα, προσφέροντας ομοιογένεια και σταθερότητα στην ένταση του τελικού ηχητικού αποτελέσματος. Στην ενότητα saturation εφαρμόστηκε φασματικός εμπλουτισμός σε στυλ “retro”, προσφέροντας έναν πιο θερμό χαρακτήρα στον ήχο. Τέλος, στην ενότητα width, που αφορά την στερεοφωνική εικόνα του σήματος, δεν πραγματοποιήθηκε καμία ρύθμιση φανερώνοντας πως δεν υπήρξε ανάγκη για διεύρυνση της στερεοφωνικής εικόνας.



Εικόνα 5.11. Ρυθμίσεις Mix Assistant για το δεύτερο απόσπασμα

Συμπερασματικά, το εργαλείο Mix Assistant φάνηκε ιδιαίτερα χρήσιμο στην προσπάθεια μιας στοχευμένης μίξης και επεξεργασίας του σήματος της ηλεκτρικής κιθάρας. Η δυνατότητα χρήσης του αυτοματοποιημένου εργαλείου ανάλυσης του φάσματος και της δυναμικής του ηχογραφημένου σήματος της κιθάρας, επέτρεψε στο πρόγραμμα να προτείνει και να εφαρμόσει ρυθμίσεις ισοσταθμιστή, συμπίεσης και άλλων εργαλείων, βελτιώνοντας την ποιότητα και την δυναμική του αποσπάσματος με έναν πολύ απλό και εύκολο τρόπο.

6. Διαδικασία Αξιολόγησης

Στην συγκεκριμένη ενότητα της παρούσας διπλωματικής εργασίας, περιγράφεται η οργάνωση και η διαδικασία της αξιολόγησης των ηχογραφημένων και επεξεργασμένων αποσπασμάτων που αναφέρθηκαν στο προηγούμενο κεφάλαιο της εργασίας. Το ερωτηματολόγιο δημιουργήθηκε με βάση την μεθοδολογία MUSHRA (Multiple Stimuli with Hidden Reference and Anchor), βασισμένη στις αρχές ITU-R BS.1534-3. Η μεθοδολογία MUSHRA επιλέχθηκε για την αξιολόγηση των ηχητικών αποσπασμάτων, καθώς αποτελεί μια από τις πιο διαδεδομένες μεθόδους αξιολόγησης της ποιότητας ακουστικών ερεθισμάτων. Πιο συγκεκριμένα, πρόκειται για μια μέθοδο υποκειμενικής αξιολόγησης ακουστικών ερεθισμάτων, με σκοπό την εκτίμηση της ποιότητας του ήχου, έτσι όπως γίνεται αντιληπτή από συστήματα σε διάφορους τεχνολογικούς τομείς, όπως για παράδειγμα ακουστικά, ηχεία, διάφορα προγράμματα και λογισμικά αναπαραγωγής του ήχου. Το ερωτηματολόγιο της παρούσας εργασίας βασίστηκε στην συγκεκριμένη μεθοδολογία, προσαρμοσμένο στα δεδομένα και τις ανάγκες της έρευνας, με στόχο την υποκειμενική αξιολόγηση πολλαπλών ηχητικών αποσπασμάτων από τον ίδιο ακροατή, με την δυνατότητα παράλληλης ακρόασης.

6.1 Στόχος της αξιολόγησης

Το ερωτηματολόγιο και η αξιολόγηση πραγματοποιήθηκαν με σκοπό την ανάδειξη των προτιμήσεων και των υποκειμενικών κρίσεων κιθαριστών όσον αφορά τα ποιοτικά χαρακτηριστικά των τριών επεξεργασμένων εκδοχών για κάθε ένα από τα δύο μουσικά αποσπάσματα. Πιο συγκεκριμένα, η διαδικασία απάντησης του ερωτηματολογίου είχε ως στόχο την συγκριτική αξιολόγηση τριών περιπτώσεων:

1. Επεξεργασία και μίξη ηχογράφησης ηλεκτρικής κιθάρας με μικρόφωνα
2. Επεξεργασία και μίξη ηχογράφησης ηλεκτρικής κιθάρας με την χρήση DI box και προσομοιωτή ενισχυτή και καμπίνας (Amplitube)
3. Επεξεργασία και μίξη ηχογράφησης με την χρήση προσομοιωτή ενισχυτή και του αυτοματοποιημένου εργαλείου Mix Assistant του Neutron 5.

6.2 Συμμετέχοντες

Για την διεξαγωγή της έρευνας, κλήθηκαν να απαντήσουν το ερωτηματολόγιο επτά κιθαρίστες ηλεκτρικής κιθάρας, με εμπειρία και ενεργή παρουσία στον κλάδο της μουσικής παραγωγής και των ζωντανών εμφανίσεων. Η επιλογή των συμμετεχόντων βασίστηκε στην καθημερινή ενασχόλησή τους με το όργανο, εμπειρία στην ακρόαση και αναπαραγωγή διάφορων μουσικών ειδών στην ηλεκτρική κιθάρα, αλλά και στην εμπειρία τους σε στούντιο ή σε οικιακά στούντιο και διαδικασίες ηχογράφησης και μίξης.

6.3 Δομή ερωτηματολογίου

Το ερωτηματολόγιο που δημιουργήθηκε για τις ανάγκες της έρευνας αποτελούνταν από δύο βασικά τμήματα:

- Ποσοτική αξιολόγηση:

Στο συγκεκριμένο σκέλος του ερωτηματολογίου, ζητήθηκε από τους ακροατές να αξιολογήσουν τέσσερεις διαφορετικές εκδοχές του κάθε αποσπάσματος (α) ηχογράφηση με μικρόφωνα, β) amp sims και μίξη με Neutron 5, γ) μίξη με Mix Assistant και δ) μια χαμηλή σε ποιότητα εκδοχή του αποσπάσματος που λειτούργησε ως anchor), σε μια κλίμακα από το 0 έως το 100, με βάση της αρχές της μεθοδολογίας MUSHRA. Η βαθμολόγηση στο πρώτο σκέλος του ερωτηματολογίου αφορούσε τρία υποκειμενικά κριτήρια:

- την προσωπική προτίμηση (πόσο τους άρεσε)
 - πόσο τεχνητός ή όχι ακούγεται ο ήχος του κάθε αποσπάσματος
 - Την ομοιότητα σε σχέση με τον ήχο ενός λαμπάτου ενισχυτή
-
- Ποιοτική αξιολόγηση:

Στο δεύτερο σκέλος του ερωτηματολογίου, οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να απαντήσουν σε κάποιες επιπλέον ερωτήσεις ανοιχτού τύπου με στόχο την ανάδειξη ποιοτικών σχολίων σε σχέση με τα ακουστικά ερεθίσματα. Παρακάτω παρουσιάζονται ενδεικτικά κάποιες από τις ερωτήσεις:

- Ποιο απόσπασμα σας άρεσε περισσότερο;
- Ποιο απόσπασμα σας φαίνεται πιο ζωντανό;
- Υπήρξε κάποιο δείγμα που δεν σας άρεσε καθόλου και γιατί;

6.4 Περιβάλλον και συνθήκες ακρόασης

Η συμπλήρωση του ερωτηματολογίου πραγματοποιήθηκε σε ελεγχόμενο από εξωτερικούς θορύβους περιβάλλον, με την χρήση των ακουστικών ATH-M40x της εταιρείας Audio Technica. Οι συμμετέχοντες είχαν την δυνατότητα να ακούσουν τα αποσπάσματα μέσα από το περιβάλλον του REAPER, με την τοποθέτηση σημαδιών χρονικής αναφοράς, ώστε να μπορούν να επιλέξουν και να ακούσουν όσες φορές θέλουν κάποιο από τα αποσπάσματα.

7. Αποτελέσματα

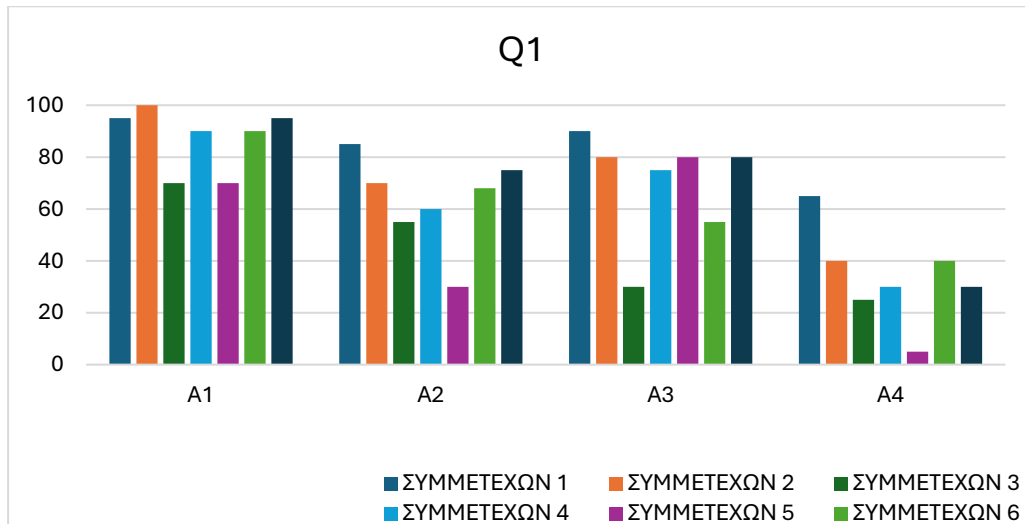
Στο παρόν κεφάλαιο ακολουθούν τα αποτελέσματα του ερωτηματολογίου που χρησιμοποιήθηκε για την ακουστική αξιολόγηση των δειγμάτων. Το ερωτηματολόγιο απαντήθηκε από επτά συμμετέχοντες, οι οποίοι ήταν κιθαρίστες και επαγγελματίες μουσικοί. Η πλειονότητα των συμμετεχόντων κατέχει γύρω στα 6-10 χρόνια εμπειρίας στην ηλεκτρική κιθάρα, ενώ ταυτόχρονα τέσσερις από αυτούς είναι φοιτητές του Τμήματος Μουσικών Σπουδών του ΑΠΘ. Τέλος, όλοι οι συμμετέχοντες αναφέρουν μέτρια εμπειρία σε σχέση με το στούντιο και την ηχογράφηση γενικότερα. Τα προαναφερθέντα χαρακτηριστικά αναδεικνύουν ένα δείγμα συμμετεχόντων με αρκετή μουσική εμπειρία, τόσο με την ίδια την ηλεκτρική κιθάρα αλλά και το στούντιο.

Οι συμμετέχοντες κλήθηκαν να αξιολογήσουν τέσσερις διαφορετικές εκδοχές του κάθε αποσπάσματος σε τρεις βασικές διαστάσεις, οι οποίες αφορούν την προτίμηση των συμμετεχόντων, την διάκριση μεταξύ ψηφιακής και πραγματικής ηχογράφησης και τέλος την ομοιότητα με τον ήχο ενός ενισχυτή με λυχνίες.

7.1 Αποτελέσματα Αποσπάσματος Α

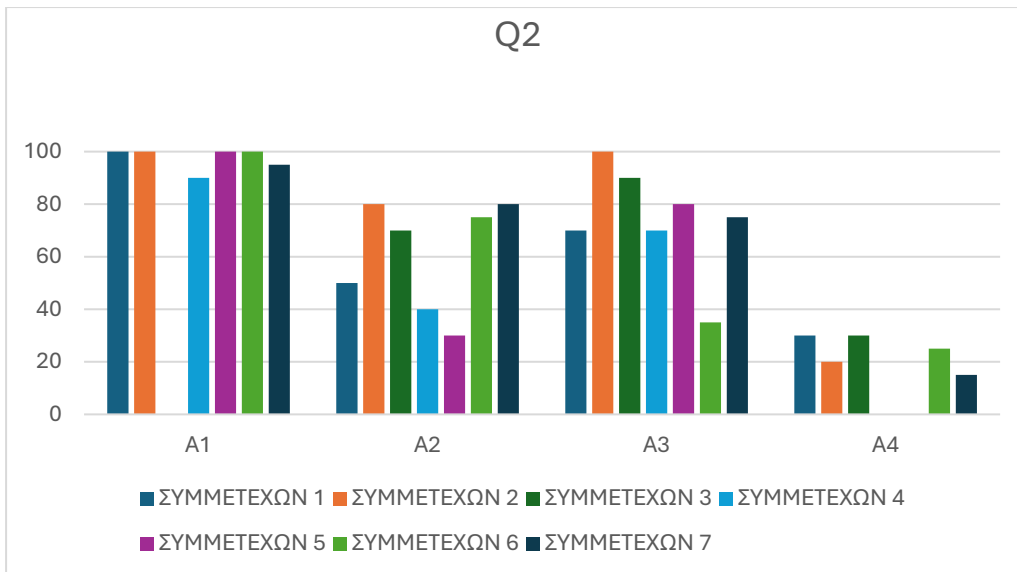
Πιο συγκεκριμένα, στο πρώτο απόσπασμα, το δείγμα που συγκέντρωσε τον υψηλότερο μέσο όρο είναι η εκδοχή που ηχογραφήθηκε με μικρόφωνα, αναδεικνύοντας και επιβεβαιώνοντας την προτίμηση των κιθαριστών ως προς τον φυσικό ήχο που προσφέρει η ηχογράφηση με τα μικρόφωνα. Ωστόσο, παρατηρείται μικρή διαφοροποίηση ανάμεσα στους συμμετέχοντες, όπως φαίνεται από το διάγραμμα, όπου ο συμμετέχων 7 βαθμολόγησε το Α1 με 70, αρκετά χαμηλότερα από τους υπόλοιπους συμμετέχοντες. Αν και οι τιμές στο δείγμα Α2 είναι αρκετά διάσπαρτες, συγκέντρωσε ικανοποιητική βαθμολογία από τους συμμετέχοντες 1 και 6 (85-95), ενώ για παράδειγμα οι συμμετέχοντες 3 και 4 έδωσαν χαμηλότερες τιμές (50-55). Αυτό φανερώνει μια πιο υποκειμενική προσέγγιση στην αντίληψη του ήχου, καθώς δεν υπήρχε απόλυτη συμφωνία μεταξύ των συμμετεχόντων. Αντίθετα στο δείγμα Α3 παρατηρείται μεγαλύτερη ομοφωνία ανάμεσα στους συμμετέχοντες, αλλά ταυτόχρονα και υψηλότερη βαθμολογία σε σύγκριση με το Α2, δείχνοντας την

προτίμηση των κιθαριστών ως προς την μίξη με το εργαλείο Mix Assistant. Από την αντίθετη πλευρά, το δείγμα A4, το οποίο λειτούργησε ως anchor track, συγκέντρωσε πολύ χαμηλότερη βαθμολογία σε σύγκριση με τα προηγούμενα, όπως ήταν άλλωστε αναμενόμενο εξαιτίας της χαμηλής του ποιότητας.



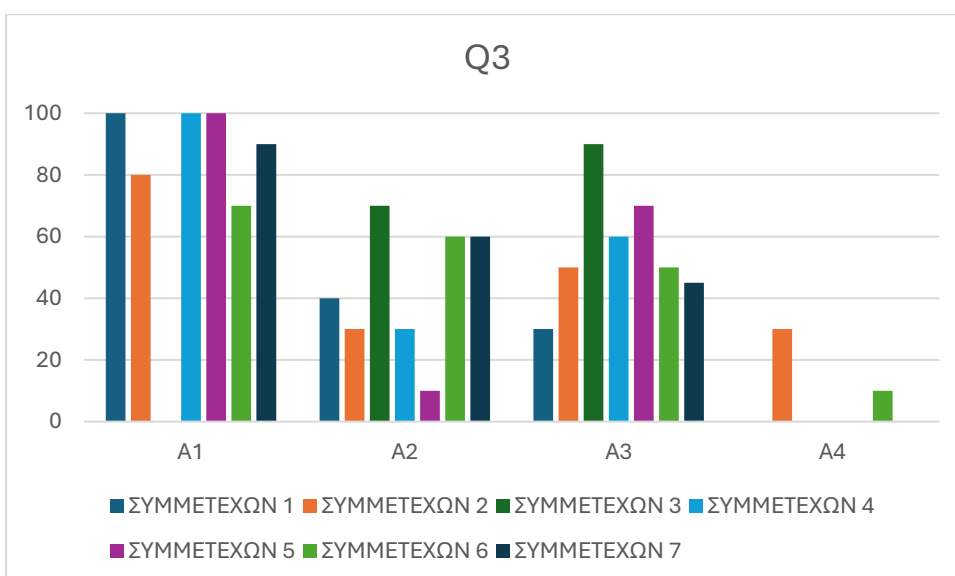
Εικόνα 7.1. Γράφημα απαντήσεων 1^{ης} ερώτησης για το απόσπασμα Α.

Στην δεύτερη ερώτηση του ερωτηματολογίου, η οποία αφορά την «φυσικότητα» των ηχητικών δειγμάτων, η εκδοχή με τα μικρόφωνα (A1) συγκέντρωσε την υψηλότερη βαθμολογία με μεγάλη ομοφωνία από τους συμμετέχοντες. Αντίθετα, το δεύτερο δείγμα πήρε αρκετά διάσπαρτες τιμές με κάποιους να δίνουν αρκετά υψηλές τιμές (70-80), ενώ άλλοι το βαθμολόγησαν αρκετά πιο χαμηλά (20-40), φανερώνοντας και εδώ το στοιχείο της υποκειμενικότητας ανάμεσα στους συμμετέχοντες. Το δείγμα A3 συγκέντρωσε και σε αυτήν την ερώτηση αρκετά υψηλή βαθμολογία, με τους περισσότερους συμμετέχοντες να συμφωνούν μεταξύ τους βάζοντας τιμές από 60-100. Τέλος, και σε αυτήν την ερώτηση το δείγμα A4 συγκέντρωσε σχεδόν ομόφωνα την χαμηλότερη βαθμολογία, επιβεβαιώνοντας την σωστή λειτουργία του ως «anchor track».



Εικόνα 7.2. Γράφημα απαντήσεων της 2^{ης} ερώτησης για το απόσπασμα Α.

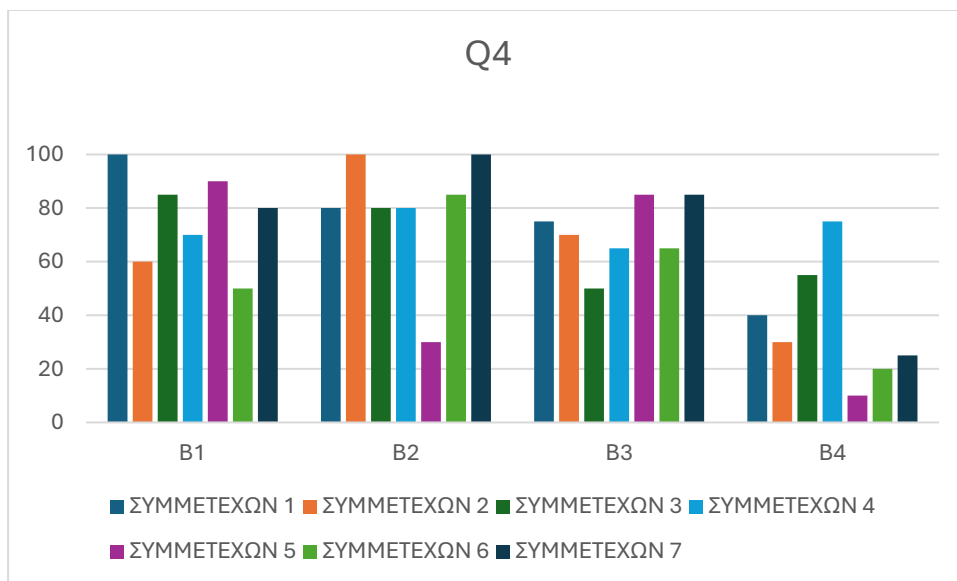
Όσον αφορά τον βαθμό ομοιότητας με τον ήχο ενός πραγματικού λαμπάτου ενισχυτή, οι απαντήσεις στην τρίτη ερώτηση του ερωτηματολογίου έδειξαν πως οι συμμετέχοντες συμφωνούν ομόφωνα πως το δείγμα A1 είναι πιο κοντά στον χαρακτήρα ενός λαμπάτου ενισχυτή, με μεγάλη διαφορά από τα υπόλοιπα δείγματα, γεγονός που αποδεικνύει ότι έγινε εύκολα αντιληπτή η εκδοχή που ηχογραφήθηκε με μικρόφωνα. Το δείγμα A2 παρουσιάζει και εδώ διάσπαρτες απαντήσεις ανάμεσα στους συμμετέχοντες, ωστόσο παρατηρείται πολύ χαμηλότερη βαθμολόγηση σε σχέση με το A1 και το A3. Το A4 και σε αυτήν την ερώτηση συγκέντρωσε αρκετά χαμηλή βαθμολογία, όπως αναμενόταν.



Εικόνα 7.3. Γράφημα απαντήσεων της 3^{ης} ερώτησης για το απόσπασμα Α.

7.2 Αποτελέσματα Αποσπάσματος Β

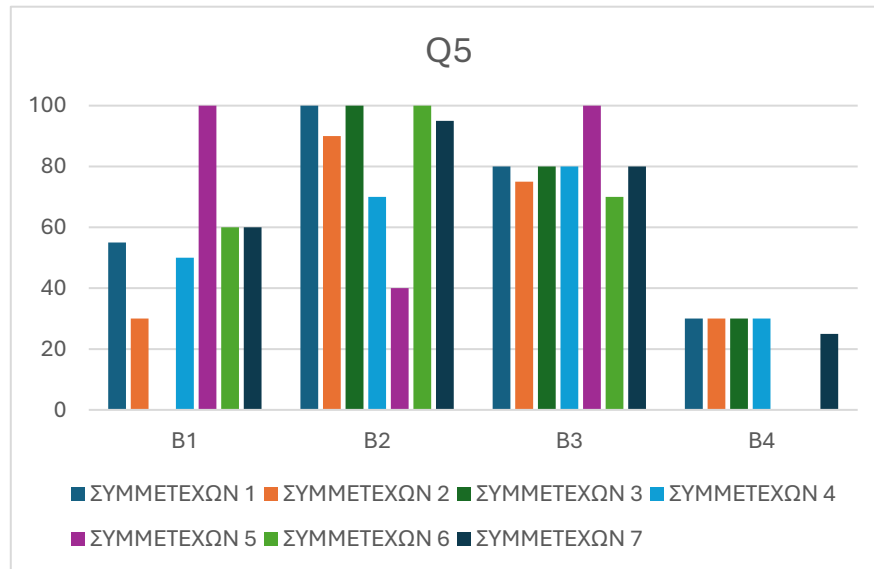
Για το δεύτερο απόσπασμα οι συμμετέχοντες βαθμολόγησαν τα ηχητικά παραδείγματα με βάση τις ίδιες ερωτήσεις, όπως και στο απόσπασμα Α. Πιο συγκεκριμένα, στην τέταρτη ερώτηση, η οποία αφορά την προσωπική τους προτίμηση για το κάθε απόσπασμα, φαίνεται πως η πλειοψηφία των συμμετεχόντων προτίμησε με μεγάλη ομοφωνία το Β1, δηλαδή το απόσπασμα που ηχογραφήθηκε με μικρόφωνα. Αντίθετα, για το απόσπασμα Β2 παρατηρείται ένας διασκορπισμός των τιμών, φανερώνοντας πως η συγκεκριμένη εκδοχή δίχασε τους ακροατές. Η τρίτη εκδοχή συγκέντρωσε τιμές από 65-85, γεγονός που φανερώνει πως κρίθηκε σταθερά αποδεκτή η εκδοχή από τους περισσότερους, αν και δεν άγγιξε το επίπεδο της εκδοχής με τα μικρόφωνα. Τέλος, το Β4 βαθμολογήθηκε σταθερά χαμηλά (10-40) όπως αναμενόταν, εκτός από έναν συμμετέχοντα (75), φανερώνοντας μεμονωμένη διαφοροποίηση.



Εικόνα 7.4. Γράφημα απαντήσεων της τέταρτης ερώτησης για το απόσπασμα Β.

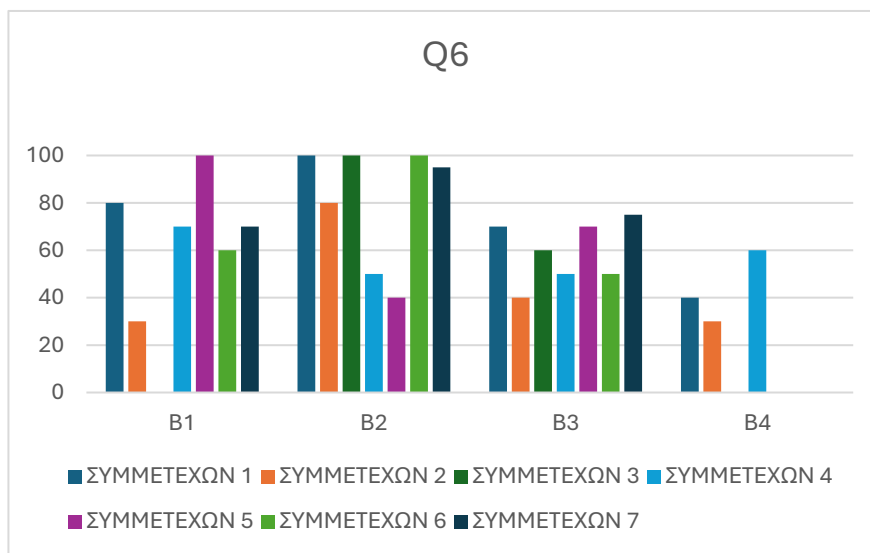
Προχωρώντας στην ερώτηση τέσσερα, η οποία αφορά το πόσο «τεχνητός» ή «φυσικός» είναι ο ήχος του κάθε δείγματος, παρατηρείται μια ανατροπή της τάσης σε σύγκριση με τις προηγούμενες ερωτήσεις όπου τις υψηλότερες βαθμολογίες συγκέντρωσε η εκδοχή των μικροφώνων (Β1). Στην συγκεκριμένη ερώτηση, το δείγμα Β1 συγκέντρωσε

διάσπαρτες τιμές από 30-100, φανερώνοντας πως δεν υπήρχε συμφωνία μεταξύ των συμμετεχόντων. Αντίθετα, οι εκδοχές B2 και B3 (amps sims και mix assistant αντίστοιχα), συγκέντρωσαν με μεγάλη ομοφωνία πολύ υψηλές τιμές (70-100), δείχνοντας πως οι συμμετέχοντες τις θεώρησαν πιο φυσικές στο άκουσμα.



Εικόνα 7.5. Γράφημα απαντήσεων πέμπτης ερώτησης για το απόσπασμα Β.

Στην τελευταία ερώτηση του ερωτηματολογίου, η οποία αφορά την ομοιότητα των δειγμάτων με τον ήχο ενός πραγματικού λαμπάτου ενισχυτή, φαίνεται πως οι συμμετέχοντες ξεχώρισαν με πολύ υψηλές βαθμολογίες την εκδοχή B2 (amp sims). Η εκδοχή B1 συγκέντρωσε από πολύ χαμηλές έως και υψηλές βαθμολογίες, ωστόσο αρκετά διάσπαρτες, φανερώνοντας έντονη διαφοροποίηση στην αντίληψη ανάμεσα στους συμμετέχοντες. Αν και στην εκδοχή B3 παρατηρείται ομοιογένεια απαντήσεων, βαθμολογήθηκε χαμηλότερα από το B2 (40-70), δείχνοντας πως δεν μπόρεσε να προσεγγίσει τον ήχο ενός λαμπάτου ενισχυτή. Τέλος, το B4 συγκέντρωσε τις χαμηλότερες τιμές, εξυπηρετώντας τον ρόλο του ως «anchor track».

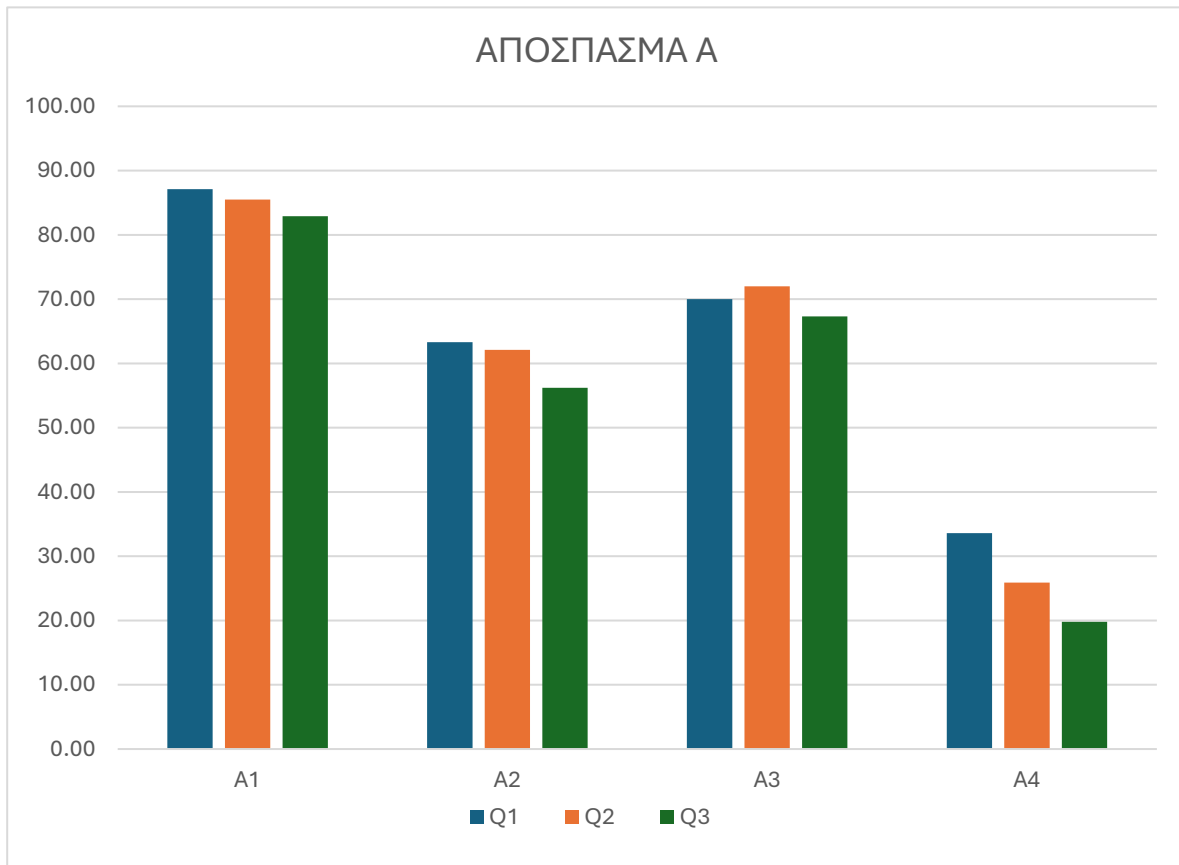


Εικόνα 7.6. Γράφημα απαντήσεων στην έκτη ερώτηση για το απόσπασμα Β.

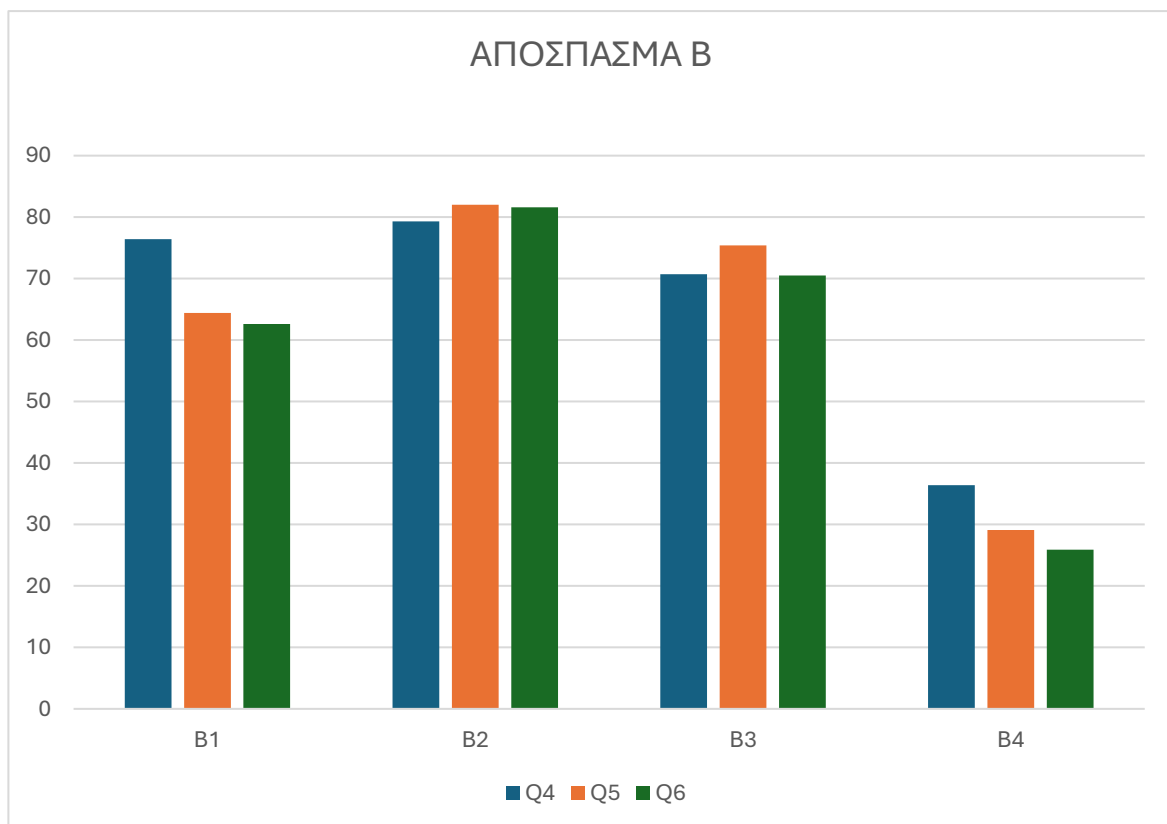
7.3 Συγκριτική Ανάλυση

Έχοντας εξάγει γραφήματα, τα οποία περιλαμβάνουν τους μέσους όρους τιμών που συγκέντρωσε το κάθε δείγμα ανά ερώτηση, αποκαλύπτονται ορισμένα ενδιαφέροντα μοτίβα στις απαντήσεις των συμμετεχόντων.

Συγκρίνοντας τα αποτελέσματα των δύο αποσπασμάτων παρατηρείται πως υπάρχει σαφής προτίμηση για δύο συγκεκριμένα δείγματα. Πιο συγκεκριμένα, το A1 και το B2 δέχθηκαν την υψηλότερη αποδοχή από όλους τους συμμετέχοντες, γεγονός που τα καθιστά ως τα πιο πειστικά δείγματα της ακρόασης. Παρατηρώντας περαιτέρω τα γραφήματα, διαπιστώνεται πως τα δείγματα A4 και B4 συγκέντρωσαν σε όλες τις ερωτήσεις τις χαμηλότερες βαθμολογίες, φανερώνοντας πως δεν κατάφεραν να συναντήσουν τις προσδοκίες των κριταριστών ως προς την ποιότητα. Από την άλλη πλευρά, τα δείγματα A2-A3 και B1-B3, μοιράζονται σε ενδιάμεσες βαθμολογίες, χωρίς ωστόσο να αγγίζουν το επίπεδο πιστότητας των δειγμάτων A1 και B2.



Εικόνα 7.7. Γράφημα μέσωσ όρων για το απόσπασμα Α



Εικόνα 7.8. Γράφημα μέσωσ όρων για το απόσπασμα Β.

7.4 Αποτελέσματα ανοιχτών ερωτήσεων του ερωτηματολογίου

Εκτός από την ποσοτική αξιολόγηση των ηχητικών δειγμάτων με την μεθοδολογία MUSHRA, ζητήθηκε από τους συμμετέχοντες να απαντήσουν και σε ορισμένες ανοιχτές ερωτήσεις για καθένα από τα αποσπάσματα, παρέχοντας και κάποια ποιοτικά σχόλια στην έρευνα.

Απόσπασμα A (riff intro)

Η σαφής υπεροχή του δείγματος A1, αναδεικνύεται και από τις απαντήσεις των ανοιχτών ερωτήσεων, σύμφωνα με τις οποίες οι συμμετέχοντες το χαρακτήρισαν ως φυσικό και καθαρό, ενώ ταυτόχρονα τόνισαν πως θα το χρησιμοποιούσαν σε δική τους ηχογράφιση. Από την αντίθετη πλευρά, το A4 συγκέντρωσε από όλους αρνητικά σχόλια, το οποίο περιέγραψαν ως «βρώμικο», «θαμπό» και «χωρίς όγκο». Ως προς την «ζωντάνια» των δειγμάτων, οι απόψεις μοιράστηκαν ανάμεσα στο A1 και A3, ωστόσο το A1 θεωρήθηκε από την πλειοψηφία ως το πιο «ζωντανό». Όσον αφορά την ερώτηση για την αναγνώριση των τεχνικών ηχογράφησης, οι απαντήσεις ήταν αρκετά διασκορπισμένες, καθώς κάποιοι συμμετέχοντες θεώρησαν το A1 ή το A3, δείγματα ηχογραφημένα με μικρόφωνα εξαιτίας της φυσικότητάς τους, ενώ τα δείγματα A2 και A4 συνδέθηκαν με τους προσομοιωτές ενισχυτών.

Απόσπασμα B (Bossa nova rhythm guitar)

Οι απαντήσεις για το δεύτερο απόσπασμα, ανέδειξαν μια διαφορετική εικόνα σε σχέση με το πρώτο απόσπασμα, φανερώνοντας έναν διχασμό ανάμεσα στους συμμετέχοντες. Ενώ κάποιοι ανέδειξαν το B2 ως πιο καθαρό και φυσικό, το B1 θεωρήθηκε πιο ζωντανό. Το B4, όπως και στο απόσπασμα A, συγκέντρωσε αρνητικά σχόλια, καθώς θεωρήθηκε «βρώμικο» και χαμηλής ποιότητας ήχος. Επιπλέον, οι συμμετέχοντες τόνισαν πως η εκδοχή B1 αποδίδει καλύτερα την χροιά αλλά και την τεχνική παίξιματος της ηλεκτρικής κιθάρας. Όσον αφορά την ερώτηση σχετικά με τις τεχνικές ηχογράφησης, οι συμμετέχοντες θεώρησαν πως οι εκδοχές B2 και B3 ηχογραφήθηκαν με μικρόφωνα, ενώ το B4 συνδέθηκε με προσομοιωτές ενισχυτών.

Συμπερασματικά, αναλύοντας τις απαντήσεις, φαίνεται πως οι συμμετέχοντες αποδίδουν ιδιαίτερη σημασία στην ζωντάνια, την φυσικότητα αλλά και στην απόδοση της

χροιάς της ηλεκτρικής κιθάρας. Τα δείγματα A1 και B1 είχαν υψηλή αποδοχή, καθώς θεωρήθηκαν καθαρά και ζωντανά δείγματα, ενώ τα δείγματα A4 και B4 συγκέντρωσαν αρνητικά σχόλια, καθώς θεωρήθηκαν «βρώμικα» και «παραμορφωμένα». Επιπλέον, μέσα από τις απαντήσεις των κιθαριστών, γίνεται κατανοητό το γεγονός ότι οι συμμετέχοντες, αν και υποκειμενικά, μπορούν να διακρίνουν διάφορα ηχητικά χαρακτηριστικά μεταξύ των ηχογραφήσεων με μικρόφωνα και με προσομοιωτές ενισχυτών, όπως η φυσικότητα, το βάθος του ήχου, η αντήχηση ή την απώλεια χαμηλών συχνοτήτων.

8. Συμπεράσματα και Συζήτηση

Στο παρόν κεφάλαιο ακολουθεί ο σχολιασμός των αποτελεσμάτων και τα βασικά συμπεράσματα που προέκυψαν από την ερευνητική διαδικασία. Η ανάλυση των δεδομένων που προέκυψαν από την αξιολόγηση των ηχητικών δειγμάτων, ανέδειξε σημαντικές διαφοροποιήσεις στις προτιμήσεις των συμμετεχόντων, με βάση το μουσικό πλαίσιο αλλά και το αισθητικό υπόβαθρο.

8.1 Βασικά συμπεράσματα της έρευνας

8.1.1 Απόσπασμα Α

Όσον αφορά το πρώτο απόσπασμα, οι συμμετέχοντες έδειξαν σαφή προτίμηση για το δείγμα που ηχογραφήθηκε με μικρόφωνα (A1). Πιο συγκεκριμένα, θεώρησαν την συγκεκριμένη εκδοχή πιο φυσική, ποιοτική αλλά και αυθεντική σε σχέση με τα υπόλοιπα δείγματα, επιβεβαιώνοντας την γενική τάση των κιθαριστών να επιλέγουν αυτόν τον παραδοσιακό τρόπο ηχογράφησης της ηλεκτρικής κιθάρας. Η προτίμηση αυτή ήταν αναμενόμενη σύμφωνα και με την βιβλιογραφία, η οποία αναφέρει την ιδιαίτερη προτίμηση των κιθαριστών και των παραγωγών για τις μικροφωνικές λήψεις, τις οποίες θεωρούν ως καθιερωμένο τρόπο για την ηχογράφηση της ηλεκτρικής κιθάρας.

Το δεύτερο ηχητικό παράδειγμα (A2), αν και παρουσίασε διχασμό απόψεων ανάμεσα στους κιθαρίστες, συγκέντρωσε αρκετά ικανοποιητικά αποτελέσματα. Οι προσωπικές προτιμήσεις, οι εμπειρίες αλλά και ο βαθμός εξοικείωσης με τους προσομοιωτές ενισχυτών, ενδεχομένως να επηρέασε την αξιολόγηση του συγκεκριμένου δείγματος και να προκάλεσε αυτήν την ετερογένεια.

Η τρίτη εκδοχή (A3) του αποσπάσματος, επεξεργασμένη με το αυτοματοποιημένο εργαλείο Mix Assistant, κατατάχθηκε χαμηλότερα από τις προηγούμενες εκδοχές, επιβεβαιώνοντας τους περιορισμούς της αυτοματοποίησης και την αδυναμία απόδοσης του ύφους και των χαρακτηριστικών ενός συγκεκριμένου μουσικού ύφους. Τέλος, το δείγμα A4 κατατάχθηκε χαμηλότερα όπως αναμενόταν, αφού ο ρόλος του ήταν ο έλεγχος αξιοπιστίας της αξιολόγησης.

Συμπερασματικά, στο συγκεκριμένο απόσπασμα οι κιθαρίστες αναγνώρισαν και ανέδειξαν με διαφορά την αδιαμφισβήτητη επικράτηση των μικροφωνικών τεχνικών για την ηχογράφηση της ηλεκτρικής κιθάρας, οι οποίες είναι συνδεδεμένες με την αμεσότητα, την καθαρότητα και την απόδοση της ιδιαίτερης χροιάς του οργάνου.

8.1.2 Απόσπασμα B

Στο απόσπασμα της ρυθμικής κιθάρας σε ύφος Bossa Nova, η εικόνα που έδωσαν τα αποτελέσματα διαφοροποιείται αρκετά από το προηγούμενο απόσπασμα. Στην συγκεκριμένη περίπτωση, το δείγμα B2 συγκέντρωσε σχεδόν σε όλες τις ερωτήσεις την υψηλότερη βαθμολογία σε αντίθεση με το A2. Σε αυτό το απόσπασμα, οι κιθαρίστες ανέδειξαν ως πιο φυσική, ποιοτική αλλά και πειστική την εκδοχή που ηχογραφήθηκε με προσομοιωτές ενισχυτών, ενώ ταυτόχρονα έκριναν πως πλησιάζει τον ήχο ενός λαμπάτου ενισχυτή. Το γεγονός αυτό δείχνει πως οι προσομοιωτές ενισχυτών ανέδειξαν καλύτερα το ύφος και τον χαρακτήρα του είδους, πείθοντας έτσι τους συμμετέχοντες.

Από την άλλη πλευρά, η εκδοχή με τα μικρόφωνα (B1), αν και συγκέντρωσε υψηλές βαθμολογίες παρουσίασε μεγάλη διακύμανση ανάμεσα στους συμμετέχοντες. Και εδώ η εκδοχή B3 κατατάχθηκε χαμηλότερα από τις άλλες, επιβεβαιώνοντας και σε αυτήν την περίπτωση ότι η επεξεργασία του Mix Assistant, ήταν αρκετά περιορισμένη, αποτυγχάνοντας να αποδώσει το ιδιαίτερο ύφος του στυλ.

Συμπερασματικά, η συνολική εικόνα των απαντήσεων φανερώνουν πως το στυλ της bossa nova, το οποίο απαιτεί καθαρότητα και ακρίβεια στον ήχο, αποδόθηκε καλύτερα από τους προσομοιωτές ενισχυτών, οι οποίοι σε συνδυασμό με την προσεκτική μίξη ανταγωνίστηκαν και ξεπέρασαν την μικροφωνική λήψη.

Εν κατακλείδι, συγκρίνοντας τα δύο αποσπάσματα μεταξύ τους και τις βαθμολογίες τους, η έρευνα φανερώνει πως η αντίληψη του ήχου επηρεάζεται αρκετά από το μουσικό πλαίσιο. Σύμφωνα με τους Douglas (2023), Baker (2024) και Eales (2022), η επιλογή ανάμεσα σε πραγματικό και ψηφιακό εξοπλισμό στηρίζεται αρκετά σε υποκειμενικά κριτήρια αλλά και προσωπικές προτιμήσεις, γεγονός που συμφωνεί με τα συμπεράσματα της παρούσας έρευνας.

- Στα riff, τα οποία αποτελούνται από power chords και κάποια μελωδία, η ηχογράφηση με μικρόφωνα αποδίδει καλύτερα τον χαρακτήρα και την γενικότερη αισθητική της ηλεκτρικής κιθάρας στην ροκ μουσική. Η θέση αυτή ενισχύεται και από την βιβλιογραφία, σύμφωνα με την οποία η ηχογράφηση με ενισχυτή και μικρόφωνα προσδίδει πλούσιο ηχητικό χαρακτήρα και δυναμική (Douglas, 2023; Eales, 2022)
- Αντίθετα, στην ρυθμική συνοδεία σε ύφος bossa nova, αναδείχθηκε ως επικρατέστερη τεχνική η χρήση των προσομοιωτών, η οποία προσέφερε καθαρότητα και ακρίβεια στον ήχο, όπως ακριβώς απαιτεί το συγκεκριμένο είδος.
- Επιπλέον, αξίζει να αναφερθεί πως τα δείγματα που επεξεργάστηκαν με την χρήση του αυτοματοποιημένου εργαλείου Mix Assistant, δεν κατάφεραν να πείσουν τους ακροατές. Αυτό φανερώνει πως μια αυτοματοποιημένη διαδικασία δεν μπορεί να αντικαταστήσει τον ανθρώπινο παράγοντα, επιβεβαιώνοντας τα λεγόμενα των Eales (2022) και Douglas (2023), οι οποίοι υποστηρίζουν πως η εμπειρία, η αισθητική αντίληψη και οι γνώσεις του παραγωγού παραμένουν αναντικατάστατες.

Συμπερασματικά, τα αποτελέσματα του ερωτηματολογίου συμφωνούν με την βιβλιογραφία, αναδεικνύοντας πως η επιλογή μεταξύ φυσικού και ψηφιακού εξοπλισμού δεν βασίζεται μόνο σε αντικειμενικά κριτήρια, αλλά εξαρτάται από προσωπικές προτιμήσεις, το μουσικό πλαίσιο αλλά και τις εμπειρίες των παραγωγών και των καλλιτεχνών αντίστοιχα.

8.2 Περιορισμοί της έρευνας

Αν και η ανάλυση των αποτελεσμάτων ανέδειξε ενδιαφέροντες πτυχές του θέματος, υπήρχαν και κάποιοι περιορισμοί. Αρχικά, το μέγεθος του δείγματος ήταν περιορισμένο, καθώς οι συμμετέχοντες ήταν μόνο επτά, γεγονός που δεν επιτρέπει την γενίκευση των τάσεων σε ευρύτερο πληθυσμό. Επιπλέον, χρησιμοποιήθηκαν μόνο δύο μουσικά είδη, ενώ η επιλογή περισσότερων θα αναδείκνυε μια πιο ολοκληρωμένη εικόνα. Μια ακόμα σημαντική παράμετρος που επηρέασε το τελικό αποτέλεσμα ήταν η επιλογή του εξοπλισμού αλλά και η τοποθέτηση των μικροφώνων, καθώς διαφορετικές διατάξεις θα μπορούσαν να φέρουν διαφορετικά ηχητικά χαρακτηριστικά στο τελικό αποτέλεσμα. Τέλος, η μελέτη περιορίστηκε από την χρήση συγκεκριμένου λογισμικού (Amplitude 5 και Neutron 5). Η δυνατότητα χρήσης διαφορετικού λογισμικού θα έφερνε περισσότερα αποτελέσματα αλλά και μια πιο γενικευμένη εικόνα.

8.3 Προτάσεις για Μελλοντική έρευνα

Σε επόμενο στάδιο συνέχισης της μελέτης, θα ήταν σημαντικό να διερευνηθούν ορισμένοι παράμετροι, ώστε να εξελίξουν την έρευνα και να ενισχύσουν την αξιοπιστία των ευρημάτων. Αρχικά, είναι σημαντικό να προστεθούν κι άλλα αποσπάσματα σε περισσότερα είδη, όπως blues, jazz, funk κ.α., αλλά και να διευρυνθεί ο αριθμός των συμμετεχόντων, ώστε να ανακαλυφθούν πιο γενικευμένες και αντιπροσωπευτικές τάσεις. Επιπλέον, θα ήταν χρήσιμο να συγκριθούν και να αξιολογηθούν πολλαπλά λογισμικά προσομοιωτών ενισχυτών αλλά και λογισμικά για επεξεργασία και μίξη, με στόχο την ανάδειξη των διαθέσιμων τεχνολογικών εργαλείων. Ένας ακόμα σημαντικός παράγοντας που αξίζει να διερευνηθεί είναι ο ρόλος της αντικειμενικότητας των απαντήσεων, πραγματοποιώντας μετρήσεις για την φασματική ανάλυση ή την δυναμικής απόκρισης, με στόχο την ανάδειξη αντικειμενικών αποτελεσμάτων. Τέλος, εξίσου σημαντικό θα ήταν να πραγματοποιηθεί η χρήση των τεχνικών σε πραγματικές συνθήκες παραγωγής, με ολοκληρωμένες μίξεις με άλλα όργανα, ώστε να ελεγχθεί η αποτελεσματικότητα των τεχνικών και των λογισμικών σε ολοκληρωμένα μουσικά projects και όχι μόνο σε απομονωμένα δείγματα.

Κλείνοντας την παρούσα εργασία, το τελικό συμπέρασμα φανερώνει πως η χρήση τεχνολογικών εργαλείων μπορεί να φέρει όχι μόνο εξαιρετικά μουσικά αποτελέσματα, αλλά

και πρακτικότερες και ευκολότερες λύσεις στις διαδικασίες μουσικής παραγωγής, ωστόσο, η μουσική αντίληψη, η εμπειρία αλλά και η δημιουργικότητα του ανθρώπινου παράγοντα δεν μπορούν εύκολα να αντικατασταθούν από τεχνολογικά εργαλεία.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Λουτρίδης, Σ. Ι. (2018). *Ακουστική: Αρχές και εφαρμογές*. Εκδόσεις Τζιόλα.

Bacon, T. (2001). *The history of the American guitar: From 1833 to the present day*. Friedman/Fairfax Publishers.

Baker, J. (2024). Tube amps vs. modelers vs. amp sim plug ins. Jason Baker Mixing. Ανακτήθηκε 25 Μαΐου 2025, από <https://jasonbakermixing.com/how-to-record-metal/tube-amps-vs-modelers-vs-amp-sim-plugin>

Bartlett, B., & Bartlett, J. (2008). *Practical recording techniques: The step-by-step approach to professional audio recording* (5th ed.). Focal Press.

Clark, R. (2010). *Mixing, recording, and producing techniques of the pros* (2nd ed., M. Garvey, Ed.). Course Technology PTR.

Connaghan, T. (2023). What is a VST: The complete beginner's guide. Emastered Blog. <https://emastered.com/blog/what-is-a-vst>

Darr, J. (1965). *Electric guitar amplifier handbook*. H.W. Sams.

Dittmar, T. (2011). *Audio engineering 101: A beginner's guide to music production*. Focal Press.

Douglas, P. (2023). Guitar amp sims vs real amps – The complete guide. Home Music Creator. Ανακτήθηκε 25 Μαΐου 2025, από <https://homemusiccreator.com/guitar-amp-sims-vs-real-amps-the-complete-guide/>

Eales, A. (2022). Virtual guitar amps vs real rigs – Which sounds best? Headliner. Ανακτήθηκε 25 Μαΐου 2025, από <https://headlinerhub.com/virtual-guitar-amps-vs-real-rigs-which-sounds-best.html>

Eargle, J. M. (1996). *Music, sound, and technology*. Van Nostrand Reinhold.

Freeth, N. (1999). *The electric guitar*. Courage Books.

French, R. M. (2012). *Technology of the guitar*. Springer.

Grosse, D. (n.d.). DI recording and reamping: Take your time getting tone by miking your amp after the fact. *Recording: The Magazine for the Recording Musician*. Ανακτήθηκε 1 Ιουνίου 2025, από <https://www.recordingmag.com/resources/recording-info/mics-miking/di-recording-and-reamping/>

Guy, P. (2001). *Guitar handbook: A brief history of the guitar*.

H., J. (2021). Types of electric guitars – Body styles & shapes. *LedgerNote*. Ανακτήθηκε 10 Απριλίου 2025, από <https://ledgernote.com/columns/guitar-guru/types-of-electric-guitars/>

Huber, D. M., & Runstein, R. E. (2010). *Modern recording techniques* (7η έκδ.). Focal Press.

Hummel, Z. (2016). *Audio software (VST plugin) development with practical application* (Honors thesis).

Ingram, A. (2001). *A concise history of the electric guitar*. Mel Bay Publications.

iZotope. (n.d.). Neutron – Exciter module. Ανακτήθηκε 1 Ιουλίου 2025, από <https://www.izotope.com/en/products/neutron/features/exciter.html>

iZotope. (n.d.). Neutron – Sculptor module. Ανακτήθηκε 1 Ιουλίου 2025, από <https://www.izotope.com/en/products/neutron/features/sculptor.html>

Jenkins, M. (n.d.). A comprehensive guide to electric guitar pickups. The Music Gallery. Ανακτήθηκε 25 Μαρτίου 2025, από <https://musicgalleryinc.com/blogs/matts-blog/a-comprehensive-guide-to-understanding-electric-guitar-pickups>

Lavoie, A. (2024). The 10 best amp simulator plugins and pedals for guitar: Tested and approved. *LANDR Blog*. Ανακτήθηκε 24 Απριλίου 2025, από <https://blog.landr.com/best-amp-simulator-plugins-pedals-guitar/>

Matera, J. (2022). Mike Plotnikoff: How to record electric guitar. *Sound on Sound*. Ανακτήθηκε 18 Μαρτίου 2025, από <https://www.soundonsound.com/techniques/mike-plotnikoff-how-record-electric-guitars>

Musicland. (n.d.). Laney CUB12R – Ενισχυτής ηλεκτρικής κιθάρας. Ανακτήθηκε 15 Ιουνίου 2025, από <https://www.musicland.gr/combo-ilektrikis-kitharas/laney-cub12r-enischytis-ilektrikis-kitharas>

Musik Produktiv. (n.d.). Epiphone Les Paul Studio Ebony. Ανακτήθηκε 15 Ιουνίου 2025, από <https://www.musik-produktiv.com/gr/epiphone-les-paul-studio-ebony.html>

Native Instruments. (2023). Digital amp sims 101: Tips and tricks for music production. *Native Instruments Blog*. Ανακτήθηκε 24 Απριλίου 2025, από <https://blog.native-instruments.com/digital-amp-sims-101/>

Native Instruments. (2023). What is a VST plugin? *Native Instruments Blog*. <https://blog.native-instruments.com/vst-plugin/>

- Neumann. (n.d.). KM 184 (Series 180). Ανακτήθηκε 15 Ιουνίου 2025, από <https://www.neumann.com/en-us/products/microphones/km-184-series-180>
- Owsinski, B. (2023). *The recording engineer's handbook*. Bobby Owsinski Media Group.
- Pakarinen, J., & Yeh, D. T. (2009). A review of digital techniques for modeling vacuum-tube guitar amplifiers. *Computer Music Journal*, 33(2), 85–100.
- Pinksterboer, H. (2009). *Tipbook amplifiers and effects: The complete guide*. Hal Leonard.
- Sennheiser. (n.d.). e 845 – Super-cardioid dynamic vocal microphone. Ανακτήθηκε 25 Ιουνίου 2025, από <https://www.sennheiser.com/en-no/catalog/products/microphones/e-845/e-845-004515>
- Senior, M. (2007). Guitar amp: Recording pro techniques put to the test. *Sound on Sound*. Ανακτήθηκε 25 Απριλίου 2025, από <https://www.soundonsound.com/techniques/guitar-amp-recording-pro-techniques>
- Shure Inc. (n.d.). SM58® vocal microphone [Product page]. Ανακτήθηκε 25 Ιουνίου 2025, από <https://www.shure.com/en-US/products/microphones/sm58?variant=SM58-LC>
- Sigismondi, G., Vear, T., & Waller, R. (n.d.). *Microphone techniques for recording*. Shure Educational Publication.
- Sound on Sound. (n.d.). DAW software. *Sound on Sound Glossary*. Ανακτήθηκε 14 Ιουλίου 2025, από <https://www.soundonsound.com/glossary/daw-digital-audio-workstation>
- Steinberg. (n.d.). What is a DAW? Digital audio workstation explained. Steinberg Tutorials. Ανακτήθηκε 14 Ιουλίου 2025, από <https://www.steinberg.net/tutorials/what-is-a-daw/>
- Testa, D. M. (2023). *Guitar recording through amplifiers: A complete guide to mastery*. The Audio Pod. <https://www.theaudiopod.com/blog/hgsdsh3yywfxufn9nji2z7jlvhc4ve>
- Waring, D., Raymond, D., & Randall, T. (2001). *Make your own electric guitar and bass*. Sterling Publishing.
- White, P. (1996). Producing & recording electric guitar styles: Tips & tricks. *Sound on Sound*. Ανακτήθηκε 26 Απριλίου 2025, από <https://www.soundonsound.com/techniques/producing-recording-electric-guitar-styles>
- White, P. (2002). Recording electric guitar: From miked-up valve amps to physical modelling preamps. *Sound on Sound*. <https://www.soundonsound.com/techniques/recording-electric-guitar>