



ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΤΜΗΜΑ Η.Μ.Μ.Υ.

ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ ΚΑΙ

ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗΣ Η/Υ

Διπλωματική Εργασία

Εφαρμογες της Ηλεκτρονικής Τεχνολογίας στη
Μουσική.

Λασηθιωτάκης Αντώνιος

Εξεταστική Επιτροπή:

Καθηγητής Σταυρακάκης Γεώργιος (Επιβλέπων)

Καθηγητής Απόστολος Δόλλας

Επίκουρος Καθηγητής Πατέλης Δημήτριος

ΧΑΝΙΑ 2006

Ευχαριστώ για την πολύτιμη βοήθειά τους, τους καθηγητές

Σταυρακάκη Γεώργιο

Απόστολο Δόλλα

Πατέλη Δημήτριο

και τον κ. Χρήστο Χουσίδη, καθηγητή του Τμήματος

Μουσικής Τεχνολογίας & Ακουστικής

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Κεφάλαιο 1 – Εισαγωγή	8
1.1 Γενικά.....	8
1.2 Σκοπός της διπλωματικής.....	8
1.3 Υπολογιστές, Ηλεκτρονική Τεχνολογία και Μουσική	9
1.4 Τι δυνατότητες προσφέρει η Μουσική Τεχνολογία στη μουσική δημιουργία;	9
1.5 Το τέλος των διαχωρισμών.....	10
1.6 Μια νέα τεχνολογική επανάσταση στο κατώφλι της μουσικής.....	10
1.7 Ηχογράφηση και ηχητική επεξεργασία.....	13
1.8 Ψηφιακή επεξεργασία.....	15
1.9 Εντολές ψηφιακής επεξεργασίας σήματος.....	18
1.10α Επεξεργασίας λίστας αναπαραγωγής.....	19
1.10β Τρόποι μετάβασης στη λίστα αναπαραγωγής.....	19
Κεφάλαιο 2 – Μουσικά Προγράμματα.....	21
2.1 Μουσικό λογισμικό: Ιστορική Αναδρομή	21
2.2 Κατηγορίες Μουσικών Προγραμμάτων	21
2.2.1 Προγράμματα Εγγραφής Μουσικών Ακολουθιών	21
2.2.2 Προγράμματα Μουσικής Σημειογραφίας	22
2.2.3 Προγράμματα Ψηφιακής Εγγραφής, Επεξεργασίας και Αναπαραγωγής Ηχητικών Σημάτων.....	22
2.2.4 Μεμονωμένα ή οικουμενικά προγράμματα επεξεργασίας και ταξινόμησης των παραμέτρων ήχου ή άλλων μορφών πληροφόρησης ηλεκτρονικών οργάνων ή περιφερειακών (Editors & patch librarians).....	22
2.2.5 Προγράμματα Μουσικής Εκπαίδευσης	23
2.2.6 Προγράμματα Αλγοριθμικής	23
2.2.7 Προγράμματα Υποστήριξης Περιφερειακών.....	24
2.2.8 Προγράμματα σε μορφή Plug-in.....	24
2.2.9 Προγράμματα δημιουργίας Μουσικής με ανακυκλούμενα δείγματα.....	24
2.3 Προγράμματα Εγγραφής Μουσικών ακολουθιών.....	24
2.3.1 Βασικές Παραμέτροι των Προγραμμάτων.....	26
2.3.2 Τρόποι εγγραφής της MIDI πληροφόρησης	28
2.3.3 Midi και Audio Tracks.....	28
2.3.4 Οι Ακολουθίες.....	30

2.3.5 Τρόποι απεικόνισης της MIDI πληροφόρησης.....	31
2.3.6 Τρόποι απεικόνισης της AUDIO πληροφόρησης	31
2.3.7 Η επεξεργασία της πληροφόρησης	31
2.3.8 Επικοινωνία του προγράμματος με άλλα μουσικά προγράμματα και περιφερειακά.....	32
2.4 Προγράμματα Μουσικής Σημειογραφίας.....	33
2.4.1 Τρόποι αξιοποίησης των προγραμμάτων μουσικής σημειογραφίας.....	33
2.4.2 Τρόποι εισαγωγής της μουσικής σημειογραφίας.....	34
2.4.3 Αναπαραγωγή μέσω MIDI.....	36
2.4.4 Στίχοι. Κείμενα.....	36
2.4.5 Συγχροδίες.....	38
2.4.6 Η Επεξεργασία.....	38
2.4.7 Νέες εξελίξεις και νέα εργαλεία.....	38
2.5 Προγράμματα επεξεργασίας / ταξινόμησης ήχων.....	39
2.5.1 Τι κάνουν τα προγράμματα αυτά και που απευθύνονται.....	39
2.5.2 Κατηγορίες προγραμμάτων επεξεργασίας και ταξινόμησης ήχων.....	40
2.5.3 Βασικές λειτουργίες.....	42
2.5.4 Η επεξεργασία των ήχων.....	43
2.5.5 Η αρχειοθέτηση των προγραμμάτων - Ηχοθήκες.....	44
2.6 Ηλεκτρονικά όργανα σε μορφή λογισμικού.....	45
2.6.1 Κατηγορίες ηλεκτρονικών οργάνων σε μορφή λογισμικού.....	46
2.6.2 Πλεονεκτήματα των ηλεκτρονικών οργάνων σε υλική μορφή.....	47
2.6.3 Πλεονεκτήματα των ηλεκτρονικών οργάνων σε μορφή λογισμικού.....	48
2.7 Ψηφιακή Εγγραφή Ήχου και οι Νέες Ψηφιακές Τεχνολογίες.....	49
2.7.1 Βασικές έννοιες ψηφιακής τεχνολογίας.....	49
2.7.2 Ψηφιακά συστήματα εγγραφής ήχου.....	52
2.7.3 Είδη Audio Αρχείων - Τεχνικές συμπίεσης.....	61
2.7.4 Audio Drivers and Engines.....	67
Κεφάλαιο 3 – Το Πρωτόκολλο MIDI.....	72
3.1 MIDI : 1 ^η Ενότητα.....	72
3.1.1 Ιστορική Αναδρομή	72
3.1.2 Το διασυνδεδετικό MIDI.....	73
3.1.3 Πως λειτουργεί το διασυνδεδετικό MIDI.....	74
3.1.4 Οι θύρες επικοινωνίας που προβλέπει το διασυνδεδετικό MIDI για τη	

συνδεσμολογία των ηλεκτρονικών μουσικών οργάνων και περιφερειακών.....	75
3.1.5 Με ποιά ταχύτητα μεταδίδεται η MIDI πληροφόρηση.....	76
3.1.6 Πόσα μουσικά μηνύματα μπορούν να μεταδοθούν σε ένα δευτερόλεπτο μέσω MIDI.....	77
3.2 MIDI : 2η Ενότητα.....	77
3.2.1 Εισαγωγικά.....	77
3.2.2 Κατηγορίες MIDI μηνυμάτων.....	78
3.3 Ανατομία ενός MIDI μηνύματος.....	79
3.3.1 Η κατηγορία μηνυμάτων Channel Voice Message.....	81
3.3.2 Η κατηγορία μηνυμάτων Channel Mode Message.....	96
3.3.3 Η κατηγορία μηνυμάτων Συστήματος.....	98
3.4 Standard Midi Files.....	103
3.4.1 Τυποποίηση και ευελιξία.....	103
3.4.2 Προϋποθέσεις για την δημιουργία και αναγνώριση MIDI αρχείων.....	104
3.4.3 Τι είδους πληροφορίες περιέχονται σε ένα Standard MIDI FILE.....	104
3.4.4 Πόσες κατηγορίες αρχείων προβλέπουν οι προδιαγραφές Standard MIDI FILES.....	105
3.4.5 Μεταφορά μουσικών αρχείων ανάμεσα στις διαφορετικές πλατφόρμες υπολογιστών.....	106
3.4.6 Τα αρχεία MIDI και η χρήση τους με άλλες κατηγορίες προγραμμάτων..	106
3.4.7 Τα αρχεία MIDI και η σημασία τους στη Μουσική Εκπαίδευση.....	106
3.5 Πρωτόκολλα Επικοινωνίας.....	107
3.5.1 Πρωτόκολλο SCSI.....	107
3.5.2 Πρωτόκολλο USB.....	110
3.5.3 Πρωτόκολλο FireWire.....	113
3.6 Το Μουσικό Διαδίκτυο.....	114
3.6.1 Εισαγωγικά.....	115
3.6.2 MIDI & AUDIO στο Internet.....	115
3.6.3 Μεταφορά και ακρόαση των αρχείων AUDIO.....	116
3.6.4 Σχετικοί οργανισμοί στο Διαδίκτυο.....	116
3.6.5 Ερευνητικά Ιδρύματα - Ινστιτούτα.....	117
3.6.6 Portal Μουσικής Τεχνολογίας.....	118
3.6.7 Δικτυακά Λεξικά και Εγκυκλοπαίδειες.....	118
Κεφάλαιο 4 - Πειραματική διαδικασία - Πειραματικά αποτελέσματα.....	120

4.1 MIDI μια σειριακή ασύγχρονη σύνδεση.....	120
4.2 Ταχύτητα και πυκνότητα δεδομένων.....	121
4.3 Connectors.....	122
4.4 Οι θύρες επικοινωνίας που προβλέπει το διασυνδετικό MIDI για τη συνδεσμολογία των ηλεκτρονικών μουσικών οργάνων και περιφερειακών.....	123
4.5 Κριτήρια επιλογής της ταχύτητας που μεταδίδεται η MIDI πληροφόρηση.....	124
4.6 Πόσα μουσικά μηνύματα μπορούν να μεταδοθούν σε ένα δευτερόλεπτο μέσω MIDI.....	125
4.7 Οπτοηλεκτρονική απομόνωση.....	125
4.8 Μετατροπή Δεδομένων.....	127
4.9 Το Interrupt Buffer Σύστημα.....	129
4.10 Καθορισμός του ρυθμού αποστολής δεδομένων της γεννήτριά μας.....	131
4.11 Πειραματική διαδικασία.....	131
4.11.1 Διερεύνηση του μέγιστου ρυθμού αποστολής MIDI μηνυμάτων που μπορεί να δεχθεί μια συσκευή.....	131
4.11.2 Ένρεση μέγιστου αριθμού ορθής λειτουργίας midi συσκευών σε συνδεσμολογία daisy-chain.....	140
4.11.3 Δημιουργία Tester για την επαλήθευση των ορίων των midi συσκευών.....	152
Κεφάλαιο 5 - Ηλεκτρονική Τεχνολογία - Κοινωνία και Διανόηση.....	157
5.1 Εισαγωγή στη μουσική.....	157
5.2 Πρώιμη ιστορία της μουσικής	158
5.2.1 Εισαγωγή.....	158
5.2.2 Η Ευρωπαϊκή παράδοση.....	158
5.2.3 Η Αμερικανική ήπειρος.....	161
5.3 Μεσαιωνικές μουσικές μορφές	162
5.4 Η μουσική της Αναγέννησης και του Μπαρόκ.....	163
5.4.1 Εισαγωγή.....	163
5.4.2 Η Αναγέννηση.....	164
5.4.3 Η πρώιμη εποχή του Μπαρόκ.....	165
5.4.4 Η εποχή του ύστερου Μπαρόκ.....	167
5.5 Η κλασική εποχή.....	168
5.5.1 Εισαγωγή.....	168
5.5.2 Χαρακτηριστικά της κλασικής εποχής.....	168
5.6 Σύγχρονη κλασική εποχή.....	170

5.6.1 Χαρακτηριστικά της σύγχρονης κλασικής μουσικής.....	171
Βιβλιογραφία	173

Κεφάλαιο 1 - Εισαγωγή

1.1 Γενικά

Η ηλεκτρονική τεχνολογία, είτε με τον ένα είτε με τον άλλο τρόπο, επηρεάζει την ζωή μας άμεσα και καθημερινά. Η αξιοποίηση των δυνατοτήτων της από διαφορετικές τέχνες άλλαξε ριζικά τον τρόπο με τον οποίο τις προσεγγίζουμε.

Είναι γνωστό ότι η ηλεκτρονική τεχνολογία εδώ και αρκετά χρόνια παρέχει τις υπηρεσίες της και στην μουσική τέχνη. Από τις αρχές της προηγούμενης δεκαετίας, όταν σχεδιάστηκε το πρώτο μουσικό πρόγραμμα για ευρεία χρήση από τους μουσικούς έως σήμερα, η συνεργασία μουσικής και ηλεκτρονικών υπολογιστών επεκτάθηκε σε κάθε τομέα της μουσικής : Σύνθεση, ενορχήστρωση, αυτοσχεδιασμός, παραγωγή και εκπαίδευση. Δημιουργήθηκε έτσι ένας νέος τομέας με τον όρο Μουσική Τεχνολογία, ο οποίος αναφέρεται στη συνεργασία μεταξύ της ηλεκτρονικής τεχνολογίας και της μουσικής.

Σήμερα ο όρος Μουσική Τεχνολογία αντιπροσωπεύει όχι απλά μία εξειδίκευση της μουσικής αλλά έναν ειδικό κλάδο, ο οποίος μάλιστα αποτελεί αντικείμενο ειδικού ενδιαφέροντος στο νομοσχέδιο για τη μουσική εκπαίδευση.

1.2 Σκοπός της διπλωματικής

Σκοπό αυτής της διπλωματικής αποτέλεσαν:

1. Η ανάδειξη του ρόλου που έπαιξαν και παίζουν οι υπολογιστές στην εξέλιξη και διαμόρφωση πολλών τομέων της μουσικής βιομηχανίας και τέχνης.
2. Η μελέτη και ανάλυση μουσικών προγραμμάτων και μέθοδοι αξιολόγησής τους.
3. Η μελέτη του πρωτοκόλλου MIDI και η εφαρμογή του για την:
 - α. Διερεύνηση του μέγιστου ρυθμού αποστολής MIDI μηνυμάτων που μπορεί να δεχθεί μια συσκευή.
 - β. Πειραματική αξιολόγηση των ορίων των συσκευών που μπορούν να συνδεθούν σε συνδεσμολογία τύπου daisy-chain.

γ. Η δημιουργία συστήματος δοκιμής για την επαλήθευση των ορίων των συσκευών MIDI.

4. Ικανοποιητικός αριθμός μετρήσεων και σύγκριση MIDI συσκευών μεταξύ τους.

5. Η ανάδειξη της συμβολής της ηλεκτρονικής τεχνολογίας στο τρόπο προσέγγισης της μουσικής σύνθεσης, ηχογράφησης και παραγωγής.

1.3 Υπολογιστές, Ηλεκτρονική Τεχνολογία και Μουσική

Σήμερα πια δεν υπάρχει αμφιβολία για το σημαντικότερο ρόλο που έπαιξαν και παίζουν οι υπολογιστές στην εξέλιξη και διαμόρφωση πολλών τομέων της μουσικής βιομηχανίας και τέχνης. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα την δημιουργία της Μουσικής Τεχνολογίας, που αποτελεί ένα νέο κλάδο της επιστήμης, ένα κλάδο σπουδών της μουσικής, όπου μία γενιά σύγχρονων εργαλείων και τεχνικών έκφρασης δημιούργησαν το πάντρεμα της μουσικής τέχνης με την επιστήμη της πληροφορικής.

Από τη σύνθεση ή την επεξεργασία ενός ήχου μέχρι το τελικό στάδιο της παραγωγής ενός δίσκου, ο πανταχού παρών υπολογιστής μας εκπλήσσει διαρκώς με τη ικανότητά του να επεξεργάζεται τις κάθε είδους πληροφορίες με τις οποίες τον τροφοδοτούμε.

Πριν δέκα μόλις χρόνια οι μουσικοί που χρησιμοποιούσαν υπολογιστές μετριόντουσαν στα δάκτυλα ενός χεριού. Σήμερα, η πλειοψηφία των μουσικών τους θεωρεί αναπόσπαστο εργαλείο της δουλειάς τους και στηρίζεται στις δυνατότητές τους για να παραδώσει το σωστό έργο στο σωστό χρόνο.

1.4 Τι δυνατότητες προσφέρει η Μουσική Τεχνολογία στη μουσική δημιουργία ;

Στις αρχές της περασμένης δεκαετίας, τον καιρό που η χρήση της τεχνολογίας των υπολογιστών στη μουσική ήταν ακόμη στο πειραματικό στάδιο, ο Clarence Barlow, ένας από τους πρωτοπόρους της μουσικής πληροφορικής είχε προφητεύσει: « Να δείτε που σε 10-15 χρόνια, αυτό που θα σας κάνει εντύπωση, δεν θα είναι ότι ένας μουσικός δουλεύει με τη βοήθεια της σύγχρονης τεχνολογίας, αλλά το αντίθετο».

Και πράγματι η τεχνολογία αποτελεί πια αναπόσπαστο εργαλείο της μουσικής δημιουργίας. Όχι τόσο στην παραγωγή ιδεών, η οποία πάντα θα παραμένει προϊόν της μουσικής ευαισθησίας και του ταλέντου, όσο στην υλοποίηση και την ηχητική τους πραγμάτωση. Και, διαψεύδοντας τις διάφορες Κασσάνδρες, η τεχνολογία όχι μόνο δεν υποβάθμισε το επίπεδο της δημιουργίας, αλλά αντίθετα, με τη δυνατότητα άμεσης ακουστικής εντύπωσης και την εξοικονόμηση χρόνου, οδήγησε συχνά σε αποτελέσματα πολύ πιο επεξεργασμένα, πλούσια και εκλεπτυσμένα.

1.5 Το τέλος των διαχωρισμών

Ο συνδυασμός των υπολογιστών και της ψηφιακής τεχνολογίας κατήργησε όλους τους διαχωρισμούς που για δεκαετίες υπήρχαν στο χώρο της μουσικής δημιουργίας. Σήμερα, στην κορυφή των charts συνυπάρχουν τραγούδια που η παραγωγή τους άρχισε και ολοκληρώθηκε σε σπιτικά στούντιο και τραγούδια που ηχογραφήθηκαν στα ακριβότερα στούντιο του κόσμου. Αν μας ζητηθεί να αναγνωρίσουμε ποια είναι τα μεν και ποια τα δε, θα διαπιστώσουμε ότι κάτι τέτοιο είναι απλά αδύνατο. Ο σύγχρονος υπολογιστής παρέχει εργαλεία και δυνατότητες που μέχρι πρότεινος αποτελούσαν αποκλειστικό προνόμιο των επαγγελματιών και των εξαιρετικά πλουσίων. Σήμερα, για κάθε μία από τις συσκευές που αποτελούν αναπόσπαστο τμήμα του παραδοσιακού στούντιο, κυκλοφορεί το λογισμικό της ανάλογο. Το μαγνητόφωνο, ο μίκτης, οι επεξεργαστές σήματος και τα ηλεκτρονικά όργανα λειτουργούν πλέον μέσα στον υπολογιστή μας.

1.6 Μια νέα τεχνολογική επανάσταση στο κατώφλι της Μουσικής

Δίκαια θα χαρακτήριζε κανείς τους υπολογιστές σαν ένα από τα δημιουργικότερα εργαλεία της εποχής μας. Η ραγδαία εξάπλωση και αποδοχή τους τη δεκαετία που μας πέρασε, είχε σαν αποτέλεσμα, ν' αυξηθεί εντυπωσιακά η παραγωγικότητα των χρηστών τους. Σε τομείς που είναι τόσο διαφορετικοί μεταξύ τους όπως η αρχιτεκτονική με την ιατρική και η μουσική με την λογιστική, οι

ψηφιακοί αυτοί “χαμαιλέοντες” μπορούν να διεκπεραιώσουν με μεγάλη ευκολία μία μεγάλη γκάμα, διαφορετικών μεταξύ τους καθηκόντων. Η λέξη κλειδί στην κατανόηση αυτής της πανίσχυρης νέας τεχνολογίας είναι ο πανταχού παρών όρος “Digital”.

Στο μουσικό χώρο, η άνευ προηγουμένου αποδοχή της τεχνολογίας MIDI, συνέβαλε στην πολύπλευρη αξιοποίηση των δυνατοτήτων των υπολογιστών με τη χρήση ποικίλου λογισμικού (Sequencing, Notation Editing, Sample Editing, Sound Synthesis, κ.λπ.) και περιφερειακών (MIDI Interfaces, MIDI to SMPTE Converters, Thru Boxes, MIDI Patch Bays, Merge Boxes κ.λπ.).

Σήμερα, ένα βήμα πιο πέρα στην πρόοδο της τεχνολογίας, τα μουσικά συστήματα που είναι βασισμένα στη χρήση του υπολογιστή (Computer Based Systems), εκτελούν με αξιοθαύμαστη ακρίβεια μια νέα σειρά καθηκόντων όπως δειγματοληψία (Sampling), ψηφιακή ηχογράφηση σε σκληρό δίσκο (Hard Disk Recording), επεξεργασία σήματος (signal processing), μίξη (mixing) και διαχείριση MIDI πληροφόρησης (MIDI management).

Η αξεπέραστη ηχητική ποιότητα, οι διαρκώς αυξανόμενες δυνατότητες επεξεργασίας του ψηφιοποιημένου ήχου, η αυτοματοποίηση πολλών λειτουργιών και, η χωρίς ποιοτική απώλεια, δυνατότητα πολλών αντιγράφων, είναι μερικά από τα προτερήματα ενός – πλαισιωμένου με το κατάλληλο Software και Hardware – μουσικού συστήματος.

Αυτά τα πλεονεκτήματα, καθώς και άλλα, διαφοροποιούν την *τεχνολογία τυχαίας προσπέλασης (random access audio)* απ’ οποιαδήποτε άλλη, δίνοντας στον χρήστη ενός τέτοιου συστήματος εργαλεία, που τις δυνατότητες τους ούτε καν μπορούσε να φανταστεί πριν λίγο καιρό.

1. *Η Ταχύτητα προσπέλασης στα δεδομένα:* Χάρη στη τεχνολογία που επέτρεψε τη σχεδίαση συστημάτων τυχαίας προσπέλασης, η πρόσβαση στα δεδομένα που μας ενδιαφέρουν δεν γίνεται πια μέσω αυτών που προηγούνται ή έπονται, αλλά άμεσα. Έτσι, σε αντίθεση με τον τρόπο λειτουργίας ενός μαγνητοφώνου, ένα σύστημα τυχαίας προσπέλασης – μέσα από την άμεση προσπέλαση του στην πληροφόρηση – εξοικονομεί πολύτιμο χρόνο.

2. *Η εύκολη χρήση:* Οι σημερινοί προγραμματιστές εφαρμογών δίνουν τεράστιο βάρος στην ευκολία με την οποία ο χρήστης επικοινωνεί με το πρόγραμμα και τα περιφερειακά του συστήματος. Λαμβάνοντας υπόψη τους το πλήθος των διαφορετικών προσώπων που θα χρησιμοποιήσουν ένα τέτοιο σύστημα, επινοούν και

σχεδιάζουν εργαλεία που επιτρέπουν την προσέγγιση των λειτουργιών του από διαφορετικό πρίσμα, σύμφωνα πάντα με τις προτιμήσεις του χρήστη. Η γραφική απεικόνιση του ήχου, η πληθώρα τρόπων επεξεργασίας και αναπαραγωγής του, η εισαγωγή δεδομένων με περισσότερους του ενός τρόπους (το πληκτρολόγιο του υπολογιστή, το ποντίκι κ.α.) εξυπηρετούν αυτό το σκοπό.

3. *Η αύξηση της παραγωγικότητας:* Το καλοσχεδιασμένο User Interface, η μέσω επιλεγμένου λογισμικού και περιφερειακών δυνατότητα επέκτασης του συστήματος, η ταχύτητα προσπέλασης στα δεδομένα και οι χωρίς προηγούμενο δυνατότητες ηχητικής επεξεργασίας επιτυγχάνουν την παραγωγική διαδικασία και εξάγουν τη δημιουργικότητα.

4. *Η μείωση του κόστους παραγωγής:* Η αυξημένη υπολογιστική δύναμη των νέων μικροϋπολογιστών σε συνδυασμό με τη ραγδαία πτώση της τιμής της μνήμης ανά megabyte, μείωσε σημαντικά τον απαραίτητο, για την εκτέλεση πολύπλοκων υπολογισμών, χρόνο. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα τη μείωση του κόστους παραγωγής.

5. *Η απαράμιλλη ηχητική ποιότητα:* Συγκρίνοντας μια ψηφιακή με μία αναλογική εγγραφή, η πρώτη παρουσιάζει δύο σημαντικά πλεονεκτήματα:

α) Το δυναμικό εύρος μιας μουσικής εκτέλεσης προς ηχογράφηση αποτυπώνεται πιστότερα αν ηχογραφηθεί ψηφιακά. Το δυναμικό εύρος ενός καλού αναλογικού μαγνητοφώνου δεν ξεπερνά τα 65 db. Αντίθετα ένα ψηφιακό μαγνητόφωνο ή DAT φτάνει τα 96 db.

β) Ο θόρυβος (Tape Hiss) που χαρακτηρίζει κάθε αναλογική ηχογράφηση (από τις τυχαίες μεταβολές της θέσης των μαγνητοφωνημένων – κατά μήκος της ταινίας – σωματιδίων) απουσιάζει από την αντίστοιχη ψηφιακή.

6. *Η ψηφιακή επεξεργασία:* Η επεξεργασία των παραμέτρων ενός ήχου (αρμονικό περιεχόμενο, δυναμική κ.λπ.) γίνεται ψηφιακά με τη χρήση αλγορίθμων. Η πολυπλοκότητα τους στον τομέα της ηχητικής επεξεργασίας επιβάλλει τη χρήση πρόσθετης υπολογιστικής δύναμης, με τη μορφή συνεπεξεργαστή, που επιταχύνει την εκτέλεσή τους. Η άμεση ακρόαση και γραφική απεικόνιση του επεξεργασμένου ήχου και η δυνατότητα ανάκλησης μιας εντολής στην περίπτωση που το αποτέλεσμα δεν είναι το επιθυμητό, χαρακτηρίζουν τη μοναδική ευελιξία του συστήματος. Τέλος, η καθολική στον ψηφιακό χώρο επεξεργασία, πετυχαίνει την ελαχιστοποίηση της παρουσίας θορύβου ή παραμόρφωσης στο σύστημα.

7. *Η εφάμιλλη με το πρωτότυπο ηχητική ποιότητα των αντιγράφων:* Σε αντίθεση με τα προβλήματα που παρουσιάζει η αντιγραφή αναλογικών ταινιών (η

ηχητική τους ποιότητα επιδεινώνεται από αντίγραφο σε αντίγραφο), τα ψηφιακά αντίγραφα μέσω υπολογιστή δεν διαφέρουν ποιοτικά από το πρότυπο.

8. *Ανοιχτή επικοινωνία:* Ανάλογα με τους τρόπους επικοινωνίας που υιοθετεί ένα μουσικό σύστημα βασισμένο σε υπολογιστή, μπορεί να ενσωματωθεί στη λειτουργία του, απευθείας ή μέσω διασυνδεδετικού, μια μεγάλη γκάμα εξειδικευμένων σε διαφορετικούς τομείς ψηφιακών μηχανημάτων.

9. *Αυτοματοποίηση:* Η εξ' ολοκλήρου σε ψηφιακό επίπεδο λειτουργία ενός συστήματος επιτρέπει τη, σύμφωνα με τις οδηγίες του χρήστη, αυτοματοποίηση, αποθήκευση και ανάκληση μέρους ή όλων των λειτουργιών του από κάποιο αποθηκευτικό μέσο.

Οι μουσικές χρήσεις ενός computer based συστήματος ποικίλουν. Ανάμεσά τους ξεχωρίζουν οι ακόλουθες: MIDI Sequencing, επεξεργασία παρτιτούρας (Notation Editing), ψηφιακή επεξεργασία σήματος (Digital signal processing), ψηφιακή σύνθεση και παραγωγή του ήχου (digital synthesis and sound generation), ψηφιακή δειγματοληψία (Sampling), και απευθείας σε σκληρό δίσκο ηχογράφηση (Direct to Hard Disk Recording).

Αντίστοιχα, στο χώρο του βίντεο και του κινηματογράφου, ξεχωρίζουν ο συγχρονισμός ήχου και εικόνας, η σχεδίαση και επεξεργασία των ηχητικών εφφέ, η αντικατάσταση διαλόγων και η μουσική σύνθεση.

1.7 Ηχογράφηση και ηχητική επεξεργασία

Υπάρχουν πολλοί διαφορετικοί τομείς, στους οποίους μπορούμε να αξιοποιήσουμε τις δυνατότητες ενός μουσικού συστήματος τυχαίας προσπέλασης. Οι δέκα, που αναφέρονται στη συνέχεια, το αποδεικνύουν:

1. Επεξεργασία παλιών μονοφωνικών ή στερεοφωνικών master tapes που προορίζονται για επανέκδοση.

2. Επεξεργασία συναυλιακών master tapes.

3. DAT editing. Επιτυγχάνεται με τη χρήση του DAT I/O και αφορά τη μεταφορά των περιεχομένων μιας ταινίας DAT στο σκληρό δίσκο για περαιτέρω επεξεργασία.

4. Συνεργασία με πολυκάναλο μαγνητόφωνο μέσω SMPTE time code. Η μεταφορά των περιεχομένων ενός ή περισσοτέρων tracks μιας πολυκάναλης

εγγραφής στο σκληρό δίσκο με σκοπό την επεξεργασία και εκ των υστέρων την επαναφορά τους στο ίδιο ή σε διαφορετικό μέρος της ταινίας. Η τεχνική αυτή λειτουργεί πολύ καλά για την αντιγραφή και μεταφορά φωνητικών ή οργανικών συνόλων στις επαναλήψεις των κουπλέ ή ρεφραίν ενός τραγουδιού.

5. Mix playlist editing/Dance Mix/Cut down versions. Ο χρήστης επιλέγει την σειρά με την οποία τα περιεχόμενα στο δίσκο αρχεία ή μέρος αυτών θ' αναπαραχθούν προκειμένου να επιτευχθεί το επιθυμητό αποτέλεσμα. Έτσι η αλλαγή της δομής ενός τραγουδιού, διαφημιστικού ή διαλόγου, είναι θέμα λεπτών.

6. Χρονική συστολή και διαστολή (Time Compression και Expansion). Η αλλαγή της διάρκειας ενός αρχείου (Soundfile) επιτυγχάνεται χωρίς αυτό να επηρεάσει την τονικότητα του. Αυτή η άγνωστη στον αναλογικό κόσμο τεχνική είναι ιδιαίτερα χρήσιμη στο χώρο της διαφήμισης και του κινηματογράφου, όπου μπορεί να συμβούν πολλές αλλαγές την τελευταία στιγμή.

7. Επεξεργασία φωνής (Vocal Soundtrack Editing): Ηχογραφώντας το Track της φωνής, από το πολυκάναλο μαγνητόφωνο στο σκληρό δίσκο, μπορούμε να το καθαρίσουμε από κάθε ανεπιθύμητο θόρυβο που περιέχει. Το γύρισμα της σελίδας μιας παρτιτούρας, οι ομιλίες, τα μουρμουρητά στα κενά του τραγουδιού και η μέσω μικροφώνου, λόγω έντασης κατά την ακρόαση, εγγραφή της μίξης των ακουστικών του τραγουδιστή στην ταινία, μπορούν ν' αφαιρεθούν εύκολα και γρήγορα.

8. Σχεδιασμός και συγχρονισμός ηχητικών εφέ (Sound effects design & synchronization): Η μεταφορά και ταξινόμηση των ηχητικών εφέ (CD ROM sound libraries, custom made effects, ηχογράφηση ήχων του περιβάλλοντος κ.λπ.) στο σκληρό δίσκο με τη μορφή αρχείων επιτρέπει την επεξεργασία και το συγχρονισμό τους σε πολυκάναλη ταινία, βίντεο ή κινηματογραφική ταινία. Η αναπαραγωγή αποθηκευμένων στο δίσκο αρχείων και η ηχογράφηση νέων προγραμματίζεται με ακρίβεια μέσω SMPTE.

9. Επικοινωνία με όλα τα Samplers μέσω SCSI Interface: Η μεταφορά των επεξεργασμένων δειγμάτων από το Sound Designer II στο Sampler της επιλογής σας, για την περαιτέρω χρήση τους σε ένα MIDI σύστημα, μπορεί να γίνει – ανάλογα πάντα με το αρμονικό του περιεχομένου – σε διαφορετικό από το αρχικό Sample Rate, εξοικονομώντας έτσι πολύτιμη μνήμη. Με βασική συχνότητα δειγματοληψίας τα 44.1 KHz το Sound Tools υιοθετεί τα ακόλουθα Sampling Rates : 8, 16, 22.5, 28, 32, 44.1 και 48 KHz.

10. Fast Fourier Transform: Ιδιαίτερα χρήσιμη τεχνική ανάλυσης ενός ήχου στο σύνολο των ημιτονοειδών κυματομορφών που τον συνθέτουν και των αλλαγών που υπόκεινται στη διάρκεια του χρόνου. Στη γραφική αναπαράσταση, ο άξονας Y παριστάνει το δυναμικό εύρος, ο άξονας Ψ τη συχνότητα και ο άξονας Z τη χρονική διάρκεια του ήχου.

1.8 Ψηφιακή Επεξεργασία (Waveform Editing)

Η ψηφιακή επεξεργασία του ήχου διακρίνεται σε :

α) Destructive Editing: Η αμετάκλητη διαδικασία αναδιάταξης ή αλλαγής στις τιμές των δειγμάτων ενός αποθηκευμένου στο σκληρό δίσκο αρχείου. Η σαφής γνώση των μόνιμων αλλαγών που επιφέρει η χρήση τέτοιων εντολών κατά την επεξεργασία τέτοιου αρχείου και η δημιουργία αντιγράφων ασφαλείας, θεωρούνται αναγκαία προστασίας από δυσάρεστες εκπλήξεις.

β) Non Destructive Playlist Editing: Η με οποιαδήποτε σειρά επεξεργασία και αναπαραγωγή αρχείων ή μέρους αυτών δεν μεταβάλλει την αποθηκευμένη στο δίσκο πληροφορία.

Όπως ανέφερα και προηγουμένως, η γραφική απεικόνιση του ήχου αποτελεί ένα από τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα των computer based συστημάτων τυχαίας προσπέλασης. Λόγω της μεγάλης γκάμας των καθηκόντων, που μπορούμε να φέρουμε σε πέρας με ένα τέτοιο σύστημα, είναι απαραίτητη η δυνατότητα αναφοράς στο δυναμικό εύρος κατά τη διάρκεια ενός με περισσότερους του ενός τρόπους. Ο χρήστης επιλέγει σύμφωνα με τις ανάγκες του :

1. Με κλίμακα (%Scale): Παρουσίαση του δυναμικού εύρους ενός σημείου, περιοχής ή και ολόκληρου αρχείου (Soundfile), σαν επί τοις % ποσοστό του μέγιστου δυναμικού εύρους πριν από την παρουσία παραμόρφωσης.

2. Τιμή δείγματος (Sample Value): Η περιγραφή του δυναμικού εύρους ενός σημείου, περιοχής ή και ολόκληρου αρχείου (Soundfile) με τιμές που κινούνται από -32768 έως +32768. Το σύνολο των Bits (Binary Digits) μιας ψηφιακής λέξης καθορίζει τον αριθμό των ξεχωριστών τιμών που έχουμε στη διάθεσή μας, για να περιγράψουμε τις μεταβολές της τάσης σε κάθε κύκλο δειγματοληψίας. Ο αριθμός των δειγμάτων που παίρνουμε σε κάθε δευτερόλεπτο ορίζεται από τη συχνότητα δειγματοληψίας.

3. Χρόνος (Time): Η παρουσίαση της χρονικής διάρκειας ενός αρχείου (Soundfile) σε ώρες, λεπτά, δευτερόλεπτα και χιλιοστά του δευτερολέπτου.

4. Ώρες : Λεπτά : Δευτερόλεπτα : Μικροδευτέρα (Hr : Min : Sec : Msec): Η παρουσίαση της χρονικής διάρκειας ενός αρχείου (Soundfile) ώρες, λεπτά, δευτερόλεπτα και χιλιοστά του δευτερολέπτου.

5. Δεκαεξαδικοί αριθμοί (Hex Sample Numbers): Η παρουσίαση της χρονικής διάρκειας ενός αρχείου (Soundfile) σε δεκαεξαδικό κώδικα.

6. Κώδικας συγχρονισμού SMPTE (SMPTE Time Code): Η παρουσίαση της χρονικής διάρκειας ενός αρχείου (Soundfile) σε SMPTE format σύμφωνα με το επιλεγμένο από την εντολή Set current Time SMPTE format. Το Sound Tools υιοθετεί τα ακόλουθα SMPTE formats :

- α) 24 frame/sec (κινηματογράφος).
- β) 25 frame/sec (EBU για ασπρόμαυρο βίντεο).
- γ) 30 frame Drop frames/sec (έγχρωμο βίντεο)
- δ) 30 frames/sec (το αρχικό SMPTE format για ασπρόμαυρο βίντεο)

7. Πόδια και Καρέ (Feet and Frames): Η παρουσίαση της διάρκειας ενός αρχείου (Soundfile) σε πόδια και καρέ σύμφωνα με το επιλεγμένο από την εντολή Set current time FILM format. Ιδιαίτερα χρήσιμο σε κινηματογραφικές εφαρμογές.

8. Μέτρα και Κινήσεις (Bars and Beats): Η παρουσίαση της διάρκειας ενός αρχείου (Soundfile) σε μουσικά μέτρα και τις κινήσεις που τ' αποτελούν (beats), σύμφωνα με τη βασική μονάδα που προσδιορίζουμε με την εντολή Set Internal. Ιδιαίτερα χρήσιμο σε μουσική με σταθερό μέτρο.

Όσο καλό κι' αν είναι ένα σύστημα, αυτό που τελικά θα το ξεχωρίσει από τα ανταγωνιστικά του είναι οι δυνατότητες του στην επεξεργασία των δεδομένων. Από το πλήθος των εντολών επεξεργασίας που διαθέτει το Sound Tools θ' αναφερθούμε σ' αυτές που το διαφοροποιούν από τις δυνατότητες της αναλογικής τεχνολογίας :

α. Μатаιώνω (Undo): Με την εντολή Undo μπορείτε να αναιρέσετε την τελευταία εντολή επεξεργασίας που δώσατε στο αρχείο που επεξεργάζεστε.

β. Διαγραφή (Cut): Η δυνατότητα διαγραφής των περιεχομένων ενός αρχείου ή τμήματος αυτού. Οι πληροφορίες που διαγράφουμε από το αρχείο τοποθετούνται προσωρινά στο clipboard. Αν ο χρήστης αλλάξει γνώμη μπορεί να τις ανακαλέσει.

γ. Αντιγραφή (Copy): Τα περιεχόμενα ενός αρχείου ή μέρους αυτών αντιγράφονται και τοποθετούνται προσωρινά στο clipboard.

δ. Επικόλληση (Paste): Κόλληση των περιεχομένων του clipboard στο επιλεγμένο τμήμα ενός αρχείου.

ε. Απαλοιφή (Clear): Διαφέρει από την εντολή διαγραφής (Cut) στο ότι η επιλεγμένη προς κοπή περιοχή ενός αρχείου δεν τοποθετείται στο clipboard.

στ. Αντικαθιστώ (Replace): Ο χρήστης αντικαθιστά τα περιεχόμενα μίας επιλεγμένης περιοχής με αυτά του Clipboard. Στην περίπτωση που τα περιεχόμενα του Clipboard καταλαμβάνουν μεγαλύτερη έκταση από την επιλεγμένη περιοχή, η αντικατάσταση των περιεχομένων του αρχείου δεν θα συνεχιστεί πέρα από αυτή.

ζ. Αντιστροφή (Reverse): Αντιστροφή της σειράς των δειγμάτων μίας επιλεγμένης περιοχής (το τελευταίο παίρνει τη θέση του πρώτου, το προτελευταίο τη θέση του δεύτερου κ.λπ.). Αν π.χ. κατά την αναπαραγωγή της επιλεγμένης περιοχής ακούγονται οι νότες Ντο, Ρε, Μι, Φα, Σολ με την εντολή Reverse, θα αναπαραχθούν με την ακόλουθη σειρά : Σολ, Φα, Μι, Ρε, Ντο.

η. Μηδενισμός (Silence): Η εντολή Silence μηδενίζει τις τιμές των δειγμάτων μίας επιλεγμένης περιοχής του αρχείου, με αποτέλεσμα ν' απουσιάζει εντελώς ο ήχος κατά την αναπαραγωγή του.

θ. Περικόπτω (Trim): Επιλέγοντας από τα περιεχόμενα ενός αρχείου αυτά που μας ενδιαφέρουν, η εντολή Trim περικόπτει αυτά που προηγούνται ή έπονται των επιλεγμένων.

ι. Βαθμιαία αύξηση της έντασης (Fade in): Η γραμμική αύξηση της έντασης μιας επιλεγμένης περιοχής με τιμές, που αρχίζουν από το 0 και φτάνουν στο μέγιστο δυναμικό της εύρος.

κ. Βαθμιαία μείωση της έντασης (Fade out): Η γραμμική μείωση της έντασης μιας επιλεγμένης περιοχής με τιμές, που αρχίζουν από το μέγιστο δυναμικό εύρος και φτάνουν στο 0.

λ. Ομαλοποιώ (Normalize): Η εντολή Normalize κλιμακώνει το δυναμικό εύρος της επιλεγμένης περιοχής, αξιοποιώντας στο έπαρκο το δυναμικό εύρος του Sound Designer II. Χρήσιμη εντολή και ήχους των οποίων το δυναμικό εύρος κατά τη διάρκεια του δειγματισμού τους ήταν περιορισμένο.

μ. Αλλαγή κέρδους (Gain Change): Ποσοστιαία επί τοις εκατό ρύθμιση της δυναμικής μιας επιλεγμένης περιοχής.

ν. Εξομάλυνση (Smoothing): Η εντολή Smoothing αναλαμβάνει να εξομαλύνει τις τυχόν ακραίες αλλαγές της δυναμικής ενός αρχείου, που εμφανίζονται με τη χρήση των εντολών cut, paste, clear, replace, gain change, reverse κ.λπ.

ξ. Επιλογή όλων (Select All): Εντολή για την άμεση επιλογή του προς επεξεργασία αρχείου (Soundfile).

1.9 Εντολές Ψηφιακής Επεξεργασίας Σήματος (Digital Signal Processing Menu)

Οι εντολές ψηφιακής επεξεργασίας σήματος εκτελούνται με τη χρήση αλγορίθμων. Ο 560001 μικροεπεξεργαστής της Motorola επιταχύνει τον αναγκαίο για τους υπολογισμούς χρόνο.

α) Μίξη (Mix): Η δυνατότητα ψηφιακής μίξης μέχρι και 4 μονοφωνικών ή στερεοφωνικών αρχείων με δυνατότητα ελέγχου της δυναμικής του χρόνου έναρξης, και της θέσης τους στο χώρο (panning) για καθ' ένα ξεχωριστά.

β) Μετατροπή συχνότητας δειγματοληψίας (Sampling Rate Convert): Στην περίπτωση που κάποια από τα δειγματοποιημένα σε 44.1 KHz αρχεία έχουν περιορισμένο αρμονικό περιεχόμενο (π.χ. : δείγματα τυμπάνων), η χρήση της εντολής αυτής – σύμφωνα πάντα με τις οδηγίες του χρήστη – θα μετατρέψει τη συχνότητα δειγματοληψίας, εξοικονομώντας πολύτιμο αποθηκευτικό χώρο στο σκληρό δίσκο. (π.χ. : από 44.1 KHz σε 22.5 KHz).

γ) Γραφική ισοστάθμιση (Graphic EQ): Προγραμματιζόμενος γραφικός ισοσταθμιστής 7 περιοχών για κάθε κανάλι ενός στερεοφωνικού αρχείου ή 14 περιοχών στην περίπτωση ενός μονοφωνικού. Τόσο η κεντρική συχνότητα (center frequency) όσο και το εύρος συχνοτήτων (bandwidth) που επηρεάζονται, είναι πλήρως ρυθμιζόμενα.

Οι αλλαγές που επιφέρει η χρήση του ισοσταθμιστή σ' ένα αρχείο μπορούν να αποθηκευτούν :

1. Με τη μορφή ενός αρχείου.

2. Με τη μορφή ενός ξεχωριστού αρχείου, που περιέχει μόνο τις ρυθμίσεις του ισοσταθμιστή (EQ settings), αφήνοντας το πρωτότυπο αρχείο αναλλοίωτο.

δ) Χρονική συστολή και διαστολή (Time Compression and Expansion): Εντολή ιδιαίτερα χρήσιμη στο χώρο της διαφήμισης και του κινηματογράφου. Η αλλαγή της διάρκειας ενός αρχείου επιτυγχάνεται χωρίς αυτό να επηρεάζει την τονικότητά του.

1.10α Επεξεργασία Λίστας Αναπαραγωγής (Playlist Edit και Playlist Region Editing)

Η ευελιξία της τεχνολογίας τυχαίας προσπέλασης γίνεται ιδιαίτερα αισθητή κατά τη χρήση της λίστας αναπαραγωγής. Για να γίνει κατανοητή η χρησιμότητα αυτής, ας υποθέσουμε ότι στο σκληρό μας δίσκο υπάρχει αποθηκευμένο, υπό τη μορφή αρχείου, το τελικό master ενός τραγουδιού. Για κάποιο λόγο δεν μας αρέσει η υπάρχουσα δομή του κι' αποφασίζουμε να τη διορθώσουμε. Η διαδικασία που ακολουθούμε έχει ως εξής :

Κατά την ακρόαση σημειώνουμε τα διαφορετικά μέρη του τραγουδιού (εισαγωγή, κουπλέ, ρεφραίν, γέφυρα κ.λπ.). Κατόπιν δημιουργούμε μια λίστα αναπαραγωγής (Playlist) και της αναθέτουμε τις επιλεγμένες περιοχές, χρησιμοποιώντας τα ονόματα που δώσαμε στο “μαρκάρισμα”.(Μια “μαρκαρισμένη” περιοχή μπορεί να εμφανίζεται στη λίστα όσες φορές θέλουμε). Τώρα μπορούμε, αλλάζοντας απλώς τη σειρά των τμημάτων της λίστας, να δοκιμάσουμε όσες διαφορετικές μορφές της δομής του τραγουδιού θέλουμε. Το σύστημα, σύμφωνα με τα περιεχόμενα της λίστας, αναπαράγει τα μαρκαρισμένα τμήματα μ’ οποιαδήποτε σειρά, χωρίς να αλλοιώνει το πρωτότυπο αρχείο. Η όποια αλλαγή δομής και διάρκειας ενός τραγουδιού με τη χρήση αναλογικής τεχνολογίας, θα σήμαινε την εκ νέου ηχογράφιση του τραγουδιού στη ζητούμενη φόρμα με όλα τα έξοδα και τις χρονικές καθυστερήσεις, που αυτό συνεπάγεται.

1.10β Τρόποι Μετάβασης στη Λίστας Αναπαραγωγής (Playlist Transitions και Crossfade)

Οι εντολές που ακολουθούν, αφορούν τον τρόπο μετάβασης από ένα τμήμα της λίστας αναπαραγωγής στο επόμενο. Ο χρήστης καθορίζει τον τρόπο και τον χρόνο μετάβασης.

Splice Transition: Η μετάβαση από το ένα αρχείο της λίστας αναπαραγωγής στο επόμενο γίνεται άμεσα.

Linear Crossfade: Η μετάβαση από το ένα αρχείο της λίστας στο επόμενο γίνεται μειώνοντας γραμμικά την ένταση του πρώτου (Fade Out) και αυξάνοντας την

ένταση του δευτέρου (Fade In). Η διάρκεια της μετάβασης (Crossfade Time) ρυθμίζεται από το χρήστη.

Equal Power Crossfade: Στον καθορισμένο από το χρήστη χρόνο μετάβασης, το δυναμικό εύρος του πρώτου αρχείου μειώνεται κατά 3db ενώ παράλληλα, το δυναμικό εύρος του αρχείου που ακολουθεί αυξάνεται κατά 3db.

Slow In – Fast Out Crossfade: Στον καθορισμένο από το χρήστη χρόνο μετάβασης, το δυναμικό εύρος του πρώτου αρχείου μειώνεται γρήγορα, ενώ του δευτέρου αυξάνεται αργά .

Slow Out – Fast In Crossfade: Στον καθορισμένο από το χρήστη χρόνο μετάβασης, το δυναμικό εύρος του πρώτου αρχείου μειώνεται αργά, ενώ του δευτέρου αυξάνεται γρήγορα.

Overlap Transition: Το τέλος του πρώτου και η αρχή του δευτέρου αρχείου αλληλοκαλύπτονται καθ' όλη τη διάρκεια της μετάβασης.

Overlap Transition with limit: Ίδια με την προηγούμενη τεχνική, με τη διαφορά ότι το δυναμικό εύρος της αλληλοκαλυπτόμενης περιοχής περιορίζεται αυτόματα για ν' αποφευχθεί η παραμόρφωση.

Οι τεχνικές μετάβασης που προαναφέρθηκαν μπορούν, να προγραμματιστούν :

α) Κατά τη διάρκεια της ορισμένης από το χρήστη μετάβασης (Normal crossfade).

β) Πριν την ορισμένη από το χρήστη μετάβαση (Pre Crossfade).

γ) Μετά την ορισμένη από το χρήστη μετάβαση (Post crossfade).

Κεφάλαιο 2 - Μουσικά Προγράμματα

2.1 Μουσικό λογισμικό: Ιστορική αναδρομή

Η μουσική δημιουργία μέσω υπολογιστή οφείλει την ύπαρξη της στον Max Mathews. Η πρώτη μουσική εκτέλεση μέσω υπολογιστή έγινε το 1957 όταν ένας IBM 704 με το πρόγραμμα Music I του Max Mathews έπαιξε μια σύνθεση 17 δευτερολέπτων. Έκτοτε έγιναν πολλά και σημαντικά βήματα που αφορούσαν όμως μία κλειστή κοινότητα επιστημόνων ερευνητών και μουσικών. Τα πρώτα εμπορικά προγράμματα για το ευρύ κοινό άρχισαν να κυκλοφορούν πριν 19 περίπου χρόνια. Όταν το 1984 κυκλοφόρησε το Pro16, το πρώτο πρόγραμμα εγγραφής MIDI ακολουθιών της Steinberg, ο αδιαμφισβήτητος πρωταγωνιστής στο χώρο των υπολογιστών ήταν ο Commodore-64 με επεξεργαστή τον 6510, 64K RAM και 20K ROM. Έκτοτε πολλά άλλαξαν και σε αυτό συνέβαλε η αποδοχή και καθιέρωση του διασυνδεδετικού MIDI μεταξύ των κατασκευαστών.

Τα πρώτα μουσικά προγράμματα που κυκλοφόρησαν ήσαν αυτά της εγγραφής μουσικών ακολουθιών και της μουσικής σημειογραφίας. Στα χρόνια που ακολούθησαν πολλές νέες κατηγορίες προγραμμάτων ήρθαν να καλύψουν τις ολοένα και αυξανόμενες ανάγκες των μουσικών. Σήμερα περισσότερες από 200 εταιρίες ασχολούνται αποκλειστικά με την ανάπτυξη μουσικών προγραμμάτων και MIDI περιφερειακών, ενώ περισσότεροι από 450 διαφορετικοί τίτλοι καλύπτουν τις κάθε είδους μουσικές ανάγκες. Αναλογιζόμενοι τα όσα έγιναν και πόσο η πρόοδος της τεχνολογίας επηρέασε ή και διαμόρφωσε τη μουσική σκηνή, θα πρέπει να αναμένουμε ότι η ενηλικίωση του μουσικού λογισμικού θα σηματοδοτήσει την αρχή μιας νέας εξαιρετικά ενδιαφέρουσας εποχής.

2.2 Κατηγορίες μουσικών προγραμμάτων

2.2.1 Προγράμματα εγγραφής μουσικών ακολουθιών (Sequencing Software)

Τα προγράμματα αυτά επιτρέπουν την πολυκάναλη εγγραφή, επεξεργασία και αναπαραγωγή MIDI και Audio πληροφόρησης. Κορυφαία προγράμματα της κατηγορίας είναι το Digital Performer της Mark of the Unicorn (MOTU) και το Cubase VST της Steinberg.

2.2.2 Προγράμματα μουσικής σημειογραφίας (Notation Software)

Τα προγράμματα αυτά αναπτύχθηκαν σαν εναλλακτική λύση στον παραδοσιακό τρόπο γραφής της παρτιτούρας. Υιοθετούν διάφορους τρόπους για την εισαγωγή νοτών, συγχορδιών και μουσικών συμβόλων και επιτρέπουν την επεξεργασία και αναπαραγωγή τους. Οι δυνατότητες αυτές σε συνδυασμό με την επαγγελματική εμφάνιση στην εκτύπωση της παρτιτούρας κατατάσσουν τα προγράμματα αυτά ανάμεσα στα πιο διαδεδομένα. Από τα γνωστότερα προγράμματα είναι το Finale της Coda Music και το Sibelius της Sibelius Software.

2.2.3 Προγράμματα ψηφιακής εγγραφής, επεξεργασίας και αναπαραγωγής ηχητικών σημάτων (Digital Audio Editors)

Τα προγράμματα αυτά μέσω του κατάλληλου διασυνδεδετικού ήχου (Audio Interface) εξασφαλίζουν το αναγκαίο για την εγγραφή, επεξεργασία, σύνδεση και αναπαραγωγή στερεοφωνικού ή πολυκάναλου ήχου, περιβάλλον. Κορυφαία προγράμματα της κατηγορίας το Bias Peak της Bias και το Waveland της Steinberg.

2.2.4 Μεμονωμένα ή οικουμενικά προγράμματα επεξεργασίας και ταξινόμησης των παραμέτρων ήχου ή άλλων μορφών πληροφόρησης ηλεκτρονικών οργάνων ή περιφερειακών (Editors & patch librarians).

Τα προγράμματα αυτά αναπτύχθηκαν σαν αντιστάθμισμα στις δυσκολίες προγραμματισμού των ψηφιακών συνθετητών. Κάθε μοντέλο συνθετητή ή δειγματολήπτη χρειάζεται το δικό του πρόγραμμα που εξασφαλίζει στο χρήστη άμεση πρόσβαση στη ρύθμιση των τρόπων λειτουργίας του και την μεταβολή των

παραμέτρων ήχου. Η άμεση ηχητική απόκριση και η δυνατότητα αποθήκευσης απειριορίστων πρακτικά προγραμμάτων ήχου στον υπολογιστή, είναι δυο από τους λόγους που τα προγράμματα αυτά γνωρίζουν ολοένα ευρύτερη αποδοχή. Όταν η μείωση του κόστους των ηλεκτρονικών οργάνων επέτρεψε να εμπλουτιστούν τα συστήματα με νέα όργανα το αυξανόμενο κόστος αγοράς ενός ξεχωριστού για κάθε συνθετητή προγράμματος οδήγησε τους κατασκευαστές σε αναζήτηση πιο λειτουργικών λύσεων. Έτσι αναπτύχθηκαν προγράμματα που υπό τον γενικό τίτλο «Οικουμενικά προγράμματα επεξεργασίας και ταξινόμησης ήχων» εξασφάλιζαν στο χειριστή τους τα ακόλουθα:

- Τη δυνατότητα επεξεργασίας των προγραμμάτων ήχου πολλών διαφορετικών συνθετητών.
- Τη δυνατότητα αρχειοθέτησης και αναζήτησης προγραμμάτων ήχου ή άλλων παραμέτρων με κριτήρια όμοια εκείνων που συναντάμε στα προγράμματα διαχείρισης βάσεων δεδομένων.

Τα δημοφιλέστερα προγράμματα αυτής της κατηγορίας είναι το Unisyn της MOTU και το Galaxy της Opcode.

2.2.5 Προγράμματα μουσικής εκπαίδευσης (Education Software)

Χάριν των εξελιγμένων γραφικών και των ηχητικών τους δυνατοτήτων οι σύγχρονοι υπολογιστές αποτελούν ιδανικά εργαλεία για υγιή μουσική εκπαίδευση. Τα εκπαιδευτικά προγράμματα καλύπτουν τους τομείς της μουσικής θεωρίας και αρμονίας, της μουσικής εκτέλεσης, ιστορίας, μορφολογίας και ακουστικής εξάσκησης. Οι εταιρίες ARS NOVA, Music ACE, EarMaster και PlayPro Software είναι από τις γνωστότερες στον τομέα της ανάπτυξης εκπαιδευτικού λογισμικού.

2.2.6 Προγράμματα αλγοριθμικής (Algorithmic Composition)

Τα προγράμματα αυτά χρησιμοποιούνται για τη σύνθεση μουσικής με βάση μια σειρά κανόνων(αλγορίθμων). Η διαδικασία αυτή έχει τις ρίζες της στο έργο συνθετών όπως ο Schoenberg και ο Messaien και επιτρέπει σε ενέργειες του χρήστη όπως η κίνηση του ποντικιού ή το πάτημα ενός πλήκτρου να ορίζουν τον τρόπο

παραγωγής της μουσικής με βάση τους κανόνες που έχουν οριστεί. Από τα δημοφιλέστερα προγράμματα της κατηγορίας αυτής είναι το Max της Opcode.

2.2.7 Προγράμματα υποστήριξης περιφερειακών (Software for dedicated Hardware)

Η κατηγορία αυτή περιλαμβάνει προγράμματα που επιτρέπουν τον έλεγχο λειτουργίας μηχανημάτων όπως οι επεξεργαστές σήματος, οι ψηφιακές κονσόλες, τα MIDI διασυνδετικά, κ.α.

2.2.8 Προγράμματα σε μορφή Plug-in

Στην κατηγορία αυτή εντάσσονται εκατοντάδες προγράμματα που, φιλοξενούμενα στο περιβάλλον άλλων μουσικών εφαρμογών, επεκτείνουν τις δυνατότητες τους στους τομείς παραγωγής και επεξεργασίας ήχου και MIDI πληροφόρησης. Από τις γνωστότερες εταιρίες που παρασκευάζουν Plug-ins είναι η Waves, η Antares και η TC Works.

2.2.9 Προγράμματα δημιουργίας μουσικής με ανακυκλούμενα δείγματα (Sample Loop)

Ιδιαίτερα δημοφιλή τα τελευταία χρόνια και μέρος των προγραμμάτων εγγραφής των μουσικών ακολουθιών, τα προγράμματα αυτά επιτρέπουν τη μουσική δημιουργία μέσα από το σκεπτικό του μιξαρίσματος ήχων. Κορυφαίο πρόγραμμα το ACID Pro της Sonic Foundry. Επίσης αξιόλογα το Groovemaker της IK Multimedia και το Mixman Studio Pro της Mixman.

2.3 Προγράμματα εγγραφής μουσικών ακολουθιών (Sequencing Software)

Η δυνατότητα εγγραφής MIDI ή Audio ακολουθιών προσέφερε μια διαφορετική προσέγγιση στη μουσική σύνθεση, καθιστώντας δυνατή την προσχεδιασμένη ή αυτοσχεδιαστική εγγραφή και επεξεργασία μίας μουσικής εκτέλεσης. Ένα Sequencer αποτελεί την καρδιά του χώρου εργασίας ενός μουσικού.

Τα προγράμματα εγγραφής μουσικών ακολουθιών χωρίζονται σε δυο κατηγορίες:

α. Αυτά που περιορίζουν τη λειτουργία τους στη διαχείριση MIDI πληροφόρησης.

β. Αυτά που επιπροσθέτως επιτρέπουν και την εγγραφή, επεξεργασία και αναπαραγωγή ήχου (π.χ. ακουστικά όργανα, ανθρώπινη φωνή, ηλεκτρονικά όργανα κ.λπ.).

Σε ένα MIDI Sequencer γράφουμε, επεξεργαζόμαστε και αναπαράγουμε μουσική πληροφόρηση, την οποία δέχονται και/ ή μεταδίδουν τα ηλεκτρονικά μουσικά όργανα και περιφερειακά που υιοθετούν τη γλώσσα MIDI. Σε αντίθεση με τη διαδικασία εγγραφής και αποτύπωσης μιας μουσικής εκτέλεσης σε ταινία, στο MIDI Sequencer δεν γράφουμε τον ήχο της εκτέλεσης αλλά τις πληροφορίες που τη συνθέτουν. Η μετάφραση των παραμέτρων μιας εκτέλεσης σε πληροφόρηση γίνεται χάριν των προδιαγραφών του πρωτοκόλλου επικοινωνίας του διασυνδεδεμένου MIDI (π.χ. οι νότες που παίζονται, η θέση τους στο χρόνο, η διάρκεια τους, η δυναμική τους, κ.α.).

Τα προγράμματα εγγραφής μουσικών ακολουθιών αποτελούν σήμερα την ευρύτερα χρησιμοποιημένη κατηγορία μουσικών προγραμμάτων. Χρησιμοποιούνται σε κάθε χώρο εργασίας είτε αυτός είναι προσωπικός (MIDI Workstation), επαγγελματικός σε προσωπικό επίπεδο (MIDI Home Studio) ή επαγγελματικός σε μεγάλη κλίμακα (Professional Recording Studio) .

Οι επαγγελματίες ή ερασιτέχνες συνθέτες χρησιμοποιούν τα προγράμματα εγγραφής μουσικών ακολουθιών για την εγγραφή, επεξεργασία και ακρόαση των συνθέσεών τους.

Οι ηχολήπτες χρησιμοποιούν τα προγράμματα εγγραφής μουσικών ακολουθιών για τον εξ' αποστάσεως έλεγχο παραμέτρων ή λειτουργιών περιφερειακών ή μικτών που προγραμματίζονται μέσω MIDI. Χρησιμοποιούν επίσης audio Sequencers ολοένα και περισσότερο στην επεξεργασία σήματος (Signal Processing) και την αυτοματοποίηση των μίξεων με τη χρήση επιφανειών ελέγχου όπως η HUI της Mackie και η Houston της Steinberg.

2.3.1 Βασικές παράμετροι των προγραμμάτων

α. Η ακρίβεια απεικόνισης και επεξεργασίας της MIDI πληροφορίας (Data display Resolution)

Η εσωτερική ανάλυση κάθε προγράμματος έχει να κάνει με την ακρίβεια απεικόνισης της εισερχόμενης πληροφορίας. Σαν μονάδα ανάλυσης ορίζουμε τον αριθμό των παλμών που το πρόγραμμα χωρίζει τη ρυθμική αξία ενός τετάρτου και όσο μεγαλύτερος ο αριθμός τους τόσο ακριβέστερη η απεικόνιση και κατ' επέκταση η επεξεργασία της πληροφορίας. Στην ανάλυση οι κατασκευαστές εκτός του όρου Pulses Per Quarter Note (PPQN) αναφέρονται και με τις ονομασίες PPQ ή Ticks.

Τα πρώτα χρόνια η ανάλυση των προγραμμάτων εγγραφής μουσικών ακολουθιών κυμαινόταν από 24 ως 480 παλμούς ανά αξία τετάρτου με ενδιάμεσες αναλύσεις τους 48, 96, 192, 240 και 384 παλμούς. Σήμερα η ανάλυση των προγραμμάτων έχει αυξηθεί εντυπωσιακά. Υπάρχουν προγράμματα που χρησιμοποιούν ανάλυση 960 ή και 1024 παλμών ανά ρυθμική αξία τετάρτου και προγράμματα όπως το Performer της Mark of the Unicorn με εσωτερική ανάλυση 2 τρισεκατομμυρίων PPQ.

β. Η ακρίβεια μετάδοσης της εγγραφόμενης ή αναπαραγόμενης MIDI πληροφορίας

Η χρήση ενός πληκτροφόρου συνθετητή ή άλλου MIDI ελεγκτή εξασφαλίζει τη μετατροπή κάθε μουσικής μας εκτέλεσης στα προβλεπόμενα από το πρωτόκολλο MIDI μηνύματα. Τα μηνύματα αυτά που μέσω του MIDI διασυνδεδετικού φτάνουν στον υπολογιστή, αποθηκεύονται προσωρινά στη RAM σύμφωνα με το χρόνο άφιξής τους.

Πόσο ακριβής χρονικά είναι η εγγραφή ή αναπαραγωγή της MIDI πληροφορίας που διακινείται στο σύστημα;

Χάριν της διαδικασίας που ονομάζεται Time Stamping, ο χρόνος κάθε μηνύματος μαρκάρεται και συγκρίνεται είτε με το χρόνο του προηγούμενου

μηνύματος είτε με το χρόνο έναρξης της μουσικής ακολουθίας (Sequence) . Και σε αυτό τον τομέα έχουμε εντυπωσιακές εξελίξεις. Η Mark of the Unicorn, η Emagic και η Steinberg προτείνουν η κάθε μία τους ένα διαφορετικό πρωτόκολλο επικοινωνίας για χρήση με τα USB MIDI διασυνδετικά τους. Τα πρωτόκολλα τους MIDI Time Stamping (Motu), Active MIDI Transmission (Emagic) και Linear Time Base (Steinberg) εξασφαλίζουν στα προγράμματά τους Performer, Logic Audio και Cubase VST αντίστοιχα χρονική ακρίβεια στην εγγραφή ή αναπαραγωγή της MIDI πληροφόρησης της τάξεως ενός κλάσματος του χιλιοστού του δευτερολέπτου.

γ. Η εγγραφή Audio πληροφόρησης και η επιλογή της ανάλυσης και της συχνότητας δειγματοληψίας

Η εγγραφή και επεξεργασία ηχητικών σημάτων μέσω του προγράμματος προϋποθέτει τη πρότερη μετατροπή τους σε πληροφόρηση που φτάνει στον υπολογιστή και γράφεται στα audio tracks του προγράμματος μέσω ενός διασυνδετικού ήχου (audio interface). Η επιλογή της ανάλυσης (π.χ. 16bit ή 24bit) και συχνότητας δειγματοληψίας (π.χ. 44.1kHz ή 96kHz) ορίζονται από το χρήστη, είτε απευθείας στο audio διασυνδετικό, είτε μέσω του λογισμικού που το συνοδεύει και επιτρέπει τον έλεγχο του διασυνδετικού μέσω του υπολογιστή μας.

δ. Η δυνατότητα επιλεκτικού αποκλεισμού MIDI μηνυμάτων κατά την εγγραφή

Κάθε πρόγραμμα παρέχει στο χρήστη του τη δυνατότητα επιλεκτικού αποκλεισμού των MIDI μηνυμάτων που δεν επιθυμεί να εγγραφούν. Για να δώσουμε ένα παράδειγμα της χρησιμότητας του φίλτρου εισόδου (Input Filter), ας υποθέσουμε ότι ο πληκτροφόρος συνθετητής που χρησιμοποιούμε ,μεταξύ των άλλων μηνυμάτων που απαρτίζουν τη μουσική μας εκτέλεση, μεταδίδει το μήνυμα Channel Pressure.

Ας υποθέσουμε επίσης ότι ο αποδέκτης της πληροφόρησης δεν το αναγνωρίζει. Το φιλτράρισμά του ή το φιλτράρισμα όποιων άλλων μηνυμάτων επιλέξουμε για το λόγο αυτό, αποτρέπει την άσκοπη φόρτωση του έτσι και αλλιώς περιορισμένου εύρους ζώνης του πρωτοκόλλου MIDI (31250bits/sec). Εναλλακτική λύση στην από μεριάς του προγράμματος αδυναμία επιλεκτικού αποκλεισμού MIDI

μηνυμάτων αποτελεί η χρήση ενός πληκτροφόρου ή άλλου MIDI ελεγκτή με δυνατότητα αποκλεισμού της αποστολής επιλεγμένων μηνυμάτων.

2.3.2 Τρόποι εγγραφής της MIDI πληροφόρησης

α. Εγγραφή σε πραγματικό χρόνο (Real Time Recording)

Αφορά την εγγραφή μιας μουσικής εκτέλεσης σε πραγματικό χρόνο. Η εγγραφή γίνεται στο επιθυμητό tempo ή σε tempo βραδύτερο, αν αυτό εξυπηρετεί τον εκτελεστή. Η ανεξαρτητοποίηση του tempo εγγραφής από εκείνο της αναπαραγωγής επιτυγχάνεται επειδή δεν γράφουμε ήχο αλλά πληροφόρηση. Με άλλα λόγια, η μεταβολή της ταχύτητας αναπαραγωγής δεν μεταβάλλει την τονικότητα της μουσικής.

β. Πολυκάναλη MIDI και AUDIO εγγραφή σε πραγματικό χρόνο (Multi-Channel Record)

Τα σύγχρονα προγράμματα πρέπει να είναι σε θέση να γράφουν:

α. MIDI πληροφόρηση που μεταδίδεται σε περισσότερα από ένα MIDI κανάλια ταυτόχρονα. Η μετάδοσή της μπορεί να γίνεται μέσω ενός ή περισσότερων MIDI καλωδίων που φτάνουν στις θύρες του MIDI διασυνδεδετικού. Η δυνατότητα αυτή είναι χρήσιμη για την ταυτόχρονη εγγραφή των εκτελέσεων ενός MIDI μουσικού συνόλου, μίας MIDI κιθάρας, ή ενός συνθετητή που στέλνει πληροφόρηση σε δυο ή περισσότερα MIDI κανάλια ταυτόχρονα.

β. Ηχητικά σήματα που φτάνουν στις διαφορετικές εισόδους του Audio διασυνδεδετικού προκειμένου να μετατραπούν σε πληροφόρηση και να εγγραφούν στα audio tracks του προγράμματος. Και εδώ η δυνατότητα ταυτόχρονης εγγραφής δύο ή περισσότερων μουσικών ή ενός οργάνου με πολλά μικρόφωνα, όπως στην περίπτωση ενός σετ τύμπανων είναι σημαντική.

2.3.3 MIDI και Audio Tracks

Κατανοώντας την έννοια Track

Η εγγραφόμενη MIDI ή Audio πληροφορία αποθηκεύεται προσωρινά στη μνήμη του υπολογιστή. Ο όρος track, γνωστός από τους αναλογικούς εγγραφείς ταινίας, αναφέρεται στον αριθμό των ανεξάρτητων μεταξύ τους ιχνών που τα διάκενα της κεφαλής εγγραφής χωρίζουν την ενιαία επιφάνεια της μαγνητοταινίας. Η εξοικείωση των μουσικών με τον όρο συνηγόρησε για τη διατήρησή του και στο περιβάλλον των προγραμμάτων εγγραφής MIDI και audio ακολουθιών. Ο μουσικός βλέπει στην οθόνη μία σειρά από οριζόντιες στήλες (tracks) που κάθε μία τους παρουσιάζει εικονικά και μία διαφορετική θέση για την εγγραφή πληροφορίας.

Πόσα MIDI Tracks μπορεί να περιέχει μία ακολουθία (sequencer);

Ο μέγιστος αριθμός tracks που περιέχει μία ακολουθία καθορίζεται από τον κατασκευαστή του προγράμματος. Υπάρχουν προγράμματα που διαθέτουν ένα δεδομένο αριθμό tracks και άλλα στα οποία ο διαθέσιμος αριθμός tracks περιορίζεται μόνο από τη διαθέσιμη RAM. Όσα περισσότερα tracks έχουμε στη διάθεσή μας, τόσο πιο εύκολη γίνεται η εγγραφή και επεξεργασία της πληροφορίας.

Πόσα Audio Tracks μπορεί να περιέχει μία ακολουθία (sequencer);

Και εδώ θα συναντήσουμε προγράμματα με δεδομένο αριθμό audio tracks και άλλα που ο μέγιστος αριθμός καθορίζεται από ένα σύνολο παραγόντων που έχει να κάνει με τις δυνατότητες του επεξεργαστή του υπολογιστή, τη διαθέσιμη RAM, τις προδιαγραφές του σκληρού δίσκου και το πρωτόκολλο επικοινωνίας που χρησιμοποιούμε (SCSI, Fire Wire, EIDE κ.α.).

Σε πόσα MIDI κανάλια μπορούμε να απευθύνουμε την πληροφορία ενός track;

Αποτελεί σημαντική ευκολία η δυνατότητα της ανάθεσης αναπαραγωγής της πληροφορίας ενός track μέσω διαφορετικών MIDI καναλιών ή και θυρών, αν χρησιμοποιούμε πολυκαλωδιακό MIDI διασυνδετικό, σε περισσότερους του ενός αποδέκτες ταυτόχρονα. Η δυνατότητα αυτή επιτρέπει το συνδυασμό των ήχων

διαφορετικών τμημάτων ενός συνθετητή ή διαφορετικών συνθετητών για τη δημιουργία νέων σύνθετων ηχοχρωμάτων.

2.3.4 Οι Ακολουθίες (Sequencers)

Ανεξαρτήτως του σημείου από το οποίο θα ακούσουμε μία ακολουθία, το πρόγραμμα πρέπει να την αναπαράγει σωστά. Αυτό επιτυγχάνεται με τη στιγμιαία – πριν την αναπαραγωγή – ανάγνωση και μετάδοση των τιμών των MIDI μηνυμάτων που προηγούνται. (π. χ. Volume, Panning, Pressure, Patch Change, Pitch Bend, κ.α.).

Σύνδεση και αναπαραγωγή ακολουθιών που περιέχονται σε ένα αρχείο (Chunk Chaining)

Με την προϋπόθεση ότι το αρχείο μας (Sequence File) περιέχει περισσότερες από μία ακολουθίες, μπορούμε να επιλέξουμε ποιες από αυτές και με ποια σειρά θα αναπαραχθούν, όταν ενεργοποιήσουμε τη διαδικασία αναπαραγωγής. Η δυνατότητα αυτή είναι ιδιαίτερα χρήσιμη στις ζωντανές εμφανίσεις και συναυλίες όπου ο μουσικός είναι απασχολημένος με την εκτέλεση.

Πόσες ακολουθίες μπορεί να περιέχει ένα αρχείο;

Πολλά προγράμματα επιτρέπουν τη συνύπαρξη διαφορετικών ακολουθιών μέσα στο ίδιο αρχείο (Sequence File). Για το μουσικό οι ακολουθίες αυτές μπορεί να αντιπροσωπεύουν τα διαφορετικά τμήματα μίας σύνθεσης (εισαγωγή, κουπλέ, ρεφρέν κ.λ.π.) ή να αποτελούν ανεξάρτητες συνθέσεις. Για τις ακολουθίες που αποτελούν μέρος του ίδιου αρχείου, οι κατασκευαστές χρησιμοποιούν ονόματα όπως Patterns, Arrangements, Chunks ή Sub Sequences. Μερικά προγράμματα επιτρέπουν μόνο τη γραμμική σύνδεση και αναπαραγωγή των ακολουθιών αυτών, ενώ κάποια άλλα και την παράλληλη. Ο αριθμός των ακολουθιών που μπορεί να περιέχει ένα αρχείο καθορίζεται από τον κατασκευαστή του προγράμματος.

2.3.5 Τρόποι απεικόνισης της MIDI πληροφορίας

Η απεικόνιση της πληροφορίας που περιέχεται στα tracks γίνεται με τρεις τρόπους:

1. Αριθμητική απεικόνιση (Event Edit): Η πληροφορία εμφανίζεται υπό μορφή λίστας γεγονότων που απεικονίζει το μουσικό ή πραγματικό χρόνο κάθε γεγονότος , το είδος του (π. χ. μιας νότας, το μήνυμα ενός ελεγκτού κ.λπ.) και την τιμή του.

2. Γραφική απεικόνιση (Graphic Edit): Στον κάθετο άξονα του παραθύρου υπάρχει ένα κλαβιέ που χρησιμεύει στον προσδιορισμό του τονικού ύψους κάθε νότας. Στον οριζόντιο άξονα απεικονίζονται οι φθόγγοι. Το μήκος κάθε φθόγγου αντιπροσωπεύει τη διάρκεια του.

3. Η μουσική απεικόνιση της πληροφορίας (Notation Edit): Σε αυτό το παράθυρο η πληροφορία απεικονίζεται μουσικά σε ένα ή περισσότερα πεντάγραμμα.

4. Drum Editor: Το παράθυρο αυτό διευκολύνει την εισαγωγή και επεξεργασία ρυθμικών σχημάτων απεικονίζοντας τα σε ένα πλέγμα του οποίου την πυκνότητα ορίζουμε ανάλογα με τις ρυθμικές αξίες που χρησιμοποιούμε.

2.3.6 Τρόποι απεικόνισης της AUDIO πληροφορίας

Η απεικόνιση της Audio πληροφορίας που περιέχεται στα audio tracks γίνεται με τη γραφική αναπαράσταση του ηχητικού σήματος. Ο χρήστης μέσω αυτής της απεικόνισης μπορεί να επεξεργαστεί το πλάτος (ένταση) του σήματος ή να επέμβει πάνω στο πεδίο του γραφήματος, κόβοντας, κολλώντας ή μεταθέτοντας τμήματα της πληροφορίας.

2.3.7 Η επεξεργασία της πληροφορίας

Το πλήθος των εντολών και τρόπων επεξεργασίας της MIDI και AUDIO πληροφόρησης διαφέρει από πρόγραμμα σε πρόγραμμα και καθορίζεται από την αγορά στην οποία αυτό απευθύνεται. Τις εντολές επεξεργασίας μπορούμε να χωρίσουμε σε δύο μεγάλες κατηγορίες:

α. Αυτές των οποίων η χρήση επιφέρει τα ποθητά αποτελέσματα χωρίς να αλλοιώνει την πρωτότυπη, γραμμένη, στα tracks πληροφόρηση (Non Destructive Editing).

β. Αυτές των οποίων η χρήση μεταβάλλει την πρωτογενή πληροφόρηση (Destructive Editing).

2.3.8 Επικοινωνία του προγράμματος με άλλα μουσικά προγράμματα και περιφερειακά

Η δυνατότητα εσωτερικής συνεργασίας ενός Sequencer με άλλα προγράμματα καθορίζεται από τους κατασκευαστές και τις μεταξύ τους συνεργασίες. Η συνεργασία μπορεί να αφορά τα ακόλουθα:

α. Το άνοιγμα ενός εξειδικευμένου προγράμματος επεξεργασίας αρχείων ήχου για περαιτέρω επεξεργασία των ηχογραφήσεών μας (π.χ. μέσω του Digital Performer μπορεί να ανοίξει αρχεία που έχουν δημιουργηθεί με το πρόγραμμα Peak της Bias Inc.).

β. Τη δυνατότητα αποθήκευσης των μουσικών ακολουθιών και πιο συγκεκριμένα της MIDI πληροφόρησής τους στη φόρμα ενός προγράμματος μουσικής σημειογραφίας για άμεση επεξεργασία.

γ. Η μέσω του προγράμματος αποθήκευση αρχείων MIDI μουσικών ακολουθιών σε φόρμα Standard MIDI File, μας δίνει τη δυνατότητα μεταφοράς της πληροφόρησης τους σε μουσικά προγράμματα διαφόρων κατηγοριών.

δ. Με βάση τη plug-in φόρμα που υιοθετεί ένα πρόγραμμα, μπορούμε στο περιβάλλον του, να αξιοποιήσουμε πλήθος ηλεκτρονικών οργάνων και επεξεργασιών σήματος σε μορφή plug-in.

2.4 Προγράμματα Μουσικής Σημειογραφίας (Notation Software)

Όταν το 1989 το περιοδικό Keyboard, αναφερόταν στη μουσική σημειογραφία με τη χρήση υπολογιστή, στην αγορά κυκλοφορούσαν συνολικά έντεκα προγράμματα. Πέντε χρόνια αργότερα, σε ένα αντίστοιχο άρθρο με θέμα τις εξελίξεις στον τομέα αυτό, ο αριθμός των προγραμμάτων είχε τριπλασιαστεί. Τα προγράμματα μουσικής σημειογραφίας συναγωνίζονται σε πωλήσεις τα προγράμματα εγγραφής μουσικών ακολουθιών. Οι τρόποι εισαγωγής και επεξεργασίας της σημειογραφίας διαφέρουν από πρόγραμμα σε πρόγραμμα όπως επίσης και η ευκολία χρήσης τους ή ο χρόνος εκμάθησής τους.

2.4.1 Τρόποι αξιοποίησης των προγραμμάτων μουσικής σημειογραφίας

Οι εξελίξεις της πληροφορικής στον τομέα της μουσικής προτείνουν εναλλακτικές λύσεις απέναντι στον παραδοσιακό τρόπο εργασίας των συνθετών. Όλο και πιο συχνά, συναντάμε μουσικούς που αντικαθιστούν τα παραδοσιακά τους εργαλεία (πεντάγραμμο, γόμα και μολύβι) με προγράμματα μουσικής σημειογραφίας που τρέχουν σε διάφορες πλατφόρμες υπολογιστών.

Οι χώροι και τα πρόσωπα που χρησιμοποιούν αυτά τα προγράμματα είναι:

α. Τα προγράμματα μουσικής σημειογραφίας αποτελούν τη δεύτερη ευρύτερα διαδεδομένη κατηγορία, μουσικών προγραμμάτων. Θα τα συναντήσουμε σε κάθε χώρο εργασίας, είτε αυτός είναι προσωπικός (MIDI Workstation), επαγγελματικός σε προσωπικό επίπεδο (MIDI Home Studio) ή επαγγελματικός σε μεγάλη κλίμακα (Professional Recording Studio).

β. Όλοι οι διεθνείς εκδοτικοί οίκοι και η πλειοψηφία των μικρότερων σε μέγεθος εκδοτών μουσικών έργων, αξιοποιούν τα προγράμματα μουσικής σημειογραφίας για την προετοιμασία και επεξεργασία των εκδόσεών τους.

γ. Ολοένα και περισσότεροι συνθέτες γράφουν το έργο τους απευθείας στον υπολογιστή. Ανεξάρτητα του αν θέλουμε να γράψουμε έναν απλό οδηγό ή να συνθέσουμε για μικρό ή μεγάλο μουσικό σύνολο, χορωδία ορχήστρα δωματίου ή κουιντέτο jazz τα προγράμματα μουσικής σημειογραφίας μας παρέχουν τους τρόπους και τα μέσα.

δ. Οι επαγγελματίες αντιγραφείς χρησιμοποιούν προγράμματα μουσικής σημειογραφίας για τη μεταφορά, επεξεργασία και διανομή έργων χειρόγραφων ή σε ηλεκτρονική μορφή. Από τα ίδια αρχεία γίνονται οι εκτυπώσεις που μοιράζονται στην ορχήστρα.

ε. Οι καθηγητές χρησιμοποιούν τα προγράμματα μουσικής σημειογραφίας για τη διδασκαλία του μαθήματος της θεωρίας, και την προετοιμασία ασκήσεων ή παραδειγμάτων για τους σπουδαστές.

2.4.2 Τρόποι εισαγωγής της μουσικής σημειογραφίας

Βηματική εισαγωγή νοτών με τη χρήση ποντικιού (Step entry with mouse)

Η παλέτα του παραθύρου βηματικής εγγραφής, απεικονίζει γραφικά, τα σύμβολα των ρυθμικών αξιών και παύσεων. Ο χρήστης επιλέγει από την παλέτα μια αξία και την τοποθετεί στο σημείο που επιθυμεί στο πεντάγραμμο. Με τον τρόπο αυτό μπορεί να εισάγει μελωδίες, συγχορδίες, παύσεις και τα άλλα αναγκαία για τη γραφή της παρτιτούρας, μουσικά σύμβολα. Κάποια προγράμματα επιτρέπουν την επιλογή των αξιών από τα πλήκτρα του αριθμητικού πληκτρολογίου του υπολογιστή.

Βηματική εισαγωγή των δεδομένων με τη συνδυασμένη χρήση ενός MIDI κλαβιέ και του πληκτρολογίου του υπολογιστή (Step entry with MIDI keyboard)

Αυτός ο τρόπος εισαγωγής δεδομένων είναι γρήγορος και αποτελεσματικός. Η επιλογή των αξιών γίνεται από το πληκτρολόγιο ενώ το τονικό ύψος καθορίζεται από τις νότες ή τις συγχορδίες που παίζουμε στο MIDI κλαβιέ.

Βηματική εισαγωγή των δεδομένων με τη χρήση του πληκτρολογίου του υπολογιστή (Step entry with computer keyboard)

Αυτός ο τρόπος βασίζεται αποκλειστικά στη χρήση του πληκτρολογίου. Οι ρυθμικές αξίες επιλέγονται από το αριθμητικό πληκτρολόγιο του υπολογιστή και τονικό ύψος από τα γράμματα της αλφαβήτου. Ο εξοικειωμένος με τη μέθοδο αυτή χρήστης μπορεί να εισάγει τα δεδομένα του με ταχύτητα και ακρίβεια.

Η δυνατότητα αυτομάτου ελέγχου από μεριάς του προγράμματος εξασφαλίζεται με την προειδοποίηση « There are too many bears in a measure », σε περίπτωση που οι εισαχθείσες αξίες ξεπεράσουν τις απαιτούμενες για την ολοκλήρωση του μέτρου.

Εγγραφή σε πραγματικό χρόνο (Real Time Input)

Η δυνατότητα εγγραφής σε πραγματικό χρόνο αποτελεί κοινό χαρακτηριστικό όλων των προγραμμάτων εγγραφής μουσικών ακολουθιών όχι όμως και των προγραμμάτων μουσικής σημειογραφίας που ξεκίνησαν σαν γραφικά προγράμματα. Όσα προγράμματα παρέχουν τη δυνατότητα εγγραφής σε πραγματικό χρόνο διαφέρουν στον τρόπο και την ακρίβεια με την οποία μεταγράφουν και απεικονίζουν την πληροφόρηση (π.χ. κάποια προγράμματα αναγνωρίζουν στην εκτέλεση τη διαφορά μεταξύ ενός τρίηχου ογδών που ακολουθείται από ένα όγδοο και δύο δέκατα έκτα και την απεικονίζουν σωστά, ενώ άλλα, δεν την αναγνωρίζουν και μεταγράφουν την πληροφόρηση με λιγότερη επιτυχία) .

Πριν την εγγραφή πρέπει να ορίσουμε τις επιθυμητές παραμέτρους μεταγραφής της μουσικής εκτέλεσης (Transcription options). Το tempo της μουσικής καθορίζεται πριν την εγγραφή ή κατά τη διάρκειά της. Στην πρώτη περίπτωση ορίζουμε το tempo και στη συνέχεια το MIDI κανάλι και τον ήχο του αποδέκτη από τον οποίο θα ακούγονται οι κτύποι του μετρονόμου. Το tempo παραμένει σταθερό σε όλη τη διάρκεια της εγγραφής. Στη δεύτερη περίπτωση ορίζουμε το MIDI μήνυμα που το πρόγραμμα θα αναγνωρίζει σαν πηγή του μετρονόμου. Η συχνότητα αποστολής του μηνύματος αναφορικά με την αξία που έχουμε ορίσει (π.χ. τέταρτο ή όγδοο) θα ρυθμίζει και τις μεταβολές του tempo στη διάρκεια της εγγραφής.

2.4.3 Αναπαραγωγή (Play back) μέσω MIDI

Προϋποθέσεις

Η ακρόαση της παρτιτούρας απαιτεί:

- α. Την παρουσία ενός πολυηχοχρωματικού συνθετητή ή μιας κάρτας ήχου.
- β. Την ανάθεση της πληροφόρησης των πενταγράμμων σε διαφορετικά

MIDI κανάλια, έτσι ώστε να ακούμε διαφορετικά ηχοχρώματα.

Απαραίτητη προϋπόθεση για την ακρόαση είναι η συμβατότητα του προγράμματος με ένα MIDI λειτουργικό (π.χ. FreeMIDI ή OMS) και η συμβατότητα με το MIDI διασυνδεδετικό ή την κάρτα ήχου.

Αναπαραγωγή της πληροφόρησης (Real time playback)

Όλα σχεδόν τα προγράμματα μουσικής σημειογραφίας αναπαράγουν την πληροφόρηση που περιέχεται στα πεντάγραμματα, ανεξαρτήτως του τρόπου που εισήχθη (π.χ. βηματικά, σε πραγματικό χρόνο κ.α.). Κάθε πρόγραμμα διαθέτει το παράθυρο Playback στο οποίο εμφανίζονται τα απαραίτητα για την αναπαραγωγή εργαλεία. Επίσης πολλά προγράμματα διαθέτουν ειδικό παράθυρο επιλογής των ήχων (ηχοχρωμάτων) με τους οποίους θα αναπαραχθεί η μουσική που έχουμε εισάξει. Στο πρόγραμμα Finale λ.χ. αυτό το παράθυρο λέγεται Instrument List.

Η δυνατότητα εισαγωγής και αναπαραγωγής συγκεκριμένων μηνυμάτων (MIDI Data)

Η δυνατότητα αναπαραγωγής συγκεκριμένων MIDI μηνυμάτων εξαρτάται από τη φιλοσοφία σχεδιασμού που ακολουθεί ο κατασκευαστής. Όσα περισσότερα μηνύματα μπορούμε να προγραμματίσουμε, τόσο πιο ολοκληρωμένη ακουστικά είναι η αναπαραγωγή της σημειογραφίας. Ανάμεσα στα μηνύματα που υποβοηθούν την ακρόαση της μουσικής πληροφόρησης είναι αυτά που περιγράφουν τις εντάσεις των οργάνων, τη θέση τους στη στερεοφωνική εικόνα, την αίσθηση του χώρου, κ.α.

Σε πόσα MIDI κανάλια μπορεί το πρόγραμμα να μεταδώσει την πληροφόρηση κάθε πενταγράμμου (Number of MIDI channels per staff);

Ο αριθμός των αποδεκτών που θα χρησιμοποιήσετε για την ακρόαση της σύνθεσής σας, εξαρτάται εν' μέρει από τον αριθμό των καναλιών στα οποία θα αναθέσετε την πληροφόρηση κάθε πενταγράμμου. Μερικά προγράμματα την περιορίζουν σε ένα MIDI κανάλι, ενώ άλλα μπορούν να την στείλουν σε 2, 4, 8 ή και 16 κανάλια ταυτόχρονα.

Σε πόσα MIDI κανάλια μπορεί το πρόγραμμα να στείλει την κίνηση ανεξάρτητων φωνών στο πεντάγραμμο (Number of MIDI channels per voice) ;

Προχωρώντας ένα βήμα παραπέρα, κάποια προγράμματα επιτρέπουν την ανάθεση των ανεξάρτητων φωνών ενός πενταγράμμου σε διαφορετικά MIDI κανάλια. Αυτό επιτρέπει το συνδυασμό ηχοχρωμάτων και εξασφαλίζει αληθοφάνεια στο άκουσμα. Η πλειοψηφία των προγραμμάτων περιορίζει την ανάθεση κάθε φωνής σε ένα MIDI κανάλι ενώ λίγα μόνο προγράμματα επιτρέπουν την ανάθεση κάθε φωνής σε 2, 4 ή και περισσότερα MIDI κανάλια ταυτόχρονα.

2.4.4 Στίχοι (Lyrics). Κείμενα

Η πληκτρολόγηση των στίχων και η προσπάθεια χειροκίνητης ευθυγράμμισης τους με τις νότες είναι συχνά κουραστική. Αρκετά προγράμματα υιοθετούν κάποιο τρόπο αυτόματης στοίχισης των συλλαβών των στίχων με τις νότες. Ορισμένα επίσης προγράμματα επιτρέπουν την ευθυγραμμισμένη συνύπαρξη των κουπλέ ενός τραγουδιού. Η εισαγωγή των στίχων γίνεται:

- α. Με τη χρήση ενός ενσωματωμένου στο πρόγραμμα επεξεργαστή κειμένου.
- β. Με την εισαγωγή αρχείων κειμένου από πρόγραμμα επεξεργασίας κειμένου.

Η εισαγωγή κειμένου πολλές φορές είναι αναγκαία ειδικά όταν θέλουμε να γράψουμε ένα θεωρητικό βιβλίο μουσικής στο οποίο κείμενα και μουσική

συνυπάρχουν μέσα σε μία σελίδα. Το πρόγραμμα παρτιτούρας επομένως θα πρέπει να διαθέτει εκτεταμένων δυνατοτήτων επεξεργαστή κειμένου, έτσι ώστε να μπορούμε χωρίς περιορισμούς να φτιάξουμε κάποιο βιβλίο.

2.4.5 Συγχορδίες

Η εισαγωγή συγχορδιών πρέπει να γίνεται με αυτόματο τρόπο. Επίσης απαραίτητη είναι η δυνατότητα απεικόνισης των συγχορδιών με όλα τα συνηθισμένα σύμβολα που χρησιμοποιούν οι συνθέτες διεθνώς (Αμερικανικό-Αγγλικό Σύστημα, Λατινικό, Σύστημα βαθμίδων (solfege), Σύστημα απεικόνισης συγχορδιών σε κιθάρα (Fretboards), κ.λπ.)

Απαραίτητο είναι επίσης το να μπορούμε να δημιουργήσουμε σύμβολα συγχορδιών (π.χ. maj, min, sus, dim, κ.λπ.).

2.4.6 Η Επεξεργασία (Edit)

Δίνεται ιδιαίτερη βαρύτητα στις δυνατότητες επεξεργασίας των προγραμμάτων γιατί είναι σίγουρο ότι αργά ή γρήγορα θα χρειαστεί να γίνουν αλλαγές. Η ευελιξία που προσφέρουν οι διαφορετικοί τρόποι επεξεργασίας επιταχύνουν κατά πολύ την ολοκλήρωση της εργασίας μας.

Η δυνατότητα ταυτόχρονης επιλογής και επεξεργασίας διαφορετικών, μη γειτονικών μεταξύ τους περιοχών (Discontiguous editing), είναι αναγκαία προϋπόθεση που ευτυχώς μερικά προγράμματα παρέχουν. Τέλος χρειάζεται προσοχή στα προγράμματα που σας επιτρέπουν να επεξεργάζεστε μια σελίδα τη φορά.

2.4.7 Νέες εξελίξεις και νέα εργαλεία

Η Οπτική αναγνώριση μουσικών χαρακτήρων

Η εταιρία Musitek εδώ και μερικά χρόνια διαθέτει το πρόγραμμα MIDISCAN μέσω του οποίου σκαναρισμένα μουσικά κείμενα μετατρέπονται σε

τέτοια μορφή που είναι αναγνωρίσιμα τόσο από τα προγράμματα Μουσικής Σημειογραφίας, όσο και από προγράμματα Sequencers. Εξέλιξη του MIDISCAN αποτελεί το SmartScore της ίδιας εταιρίας.

Έτσι, σκανάροντας μία παρτιτούρα μπορούμε είτε να την ακούσουμε (MIDI File) είτε να την εισάγουμε π.χ. στο Finale για περαιτέρω επεξεργασία.

Περιορισμοί και προβλήματα υπάρχουν, αλλά με την εξέλιξη της τεχνολογίας θα ξεπεραστούν και θα γίνουν τα εργαλεία αυτά πιο εύχρηστα και παραγωγικά.

Η Ακουστική αναγνώριση ήχων και η μουσική τους ταξινόμηση (Εισαγωγή νοτών από Ακουστικά όργανα)

Η εταιρία Coda Music Technologies, κατασκευάστρια του προγράμματος Finale, προτείνει εδώ και λίγο καιρό στους χρήστες του το εργαλείο Autoscore. Μέσω της εντολής Microphone και με κατάλληλο εξοπλισμό μπορεί ο χρήστης να εισάγει νότες στο Finale παίζοντας μονοφωνικά κάποιο φυσικό όργανο ή τραγουδώντας.

2.5 Προγράμματα επεξεργασίας / ταξινόμησης ήχων (Editors Librarian)

2.5.1 Τι κάνουν τα προγράμματα αυτά και που απευθύνονται

Οι συνθετητές αποτελούν αναπόσπαστο τμήμα κάθε μουσικού συστήματος και η ποικιλία των μοντέλων τους και οι διαφορετικές μέθοδοι σύνθεσης & επεξεργασίας ήχου που χρησιμοποιούν, εξασφαλίζουν στο μουσικό μία εντυπωσιακή παλέτα ήχων που καλύπτει όλα τα γούστα και όλες τις απαιτήσεις. Η δυσκολία χειρισμού των συνθετητών στάθηκε για κάποιους προγραμματιστές που ανέπτυξαν εφαρμογές ικανές να διαχειρίζονται τις λειτουργίες τους μέσω του υπολογιστή.

Οι χώροι και τα πρόσωπα που τα χρησιμοποιούν είναι:

Θα συναντήσουμε τα προγράμματα επεξεργασίας και ταξινόμησης ήχου σε κάθε χώρο εργασίας είτε αυτός είναι προσωπικός (MIDI Workstation), επαγγελματικός σε προσωπικό επίπεδο (MIDI Home Studio) ή επαγγελματικός σε μεγάλη κλίμακα (Professional Recording Studio).

Στα επαγγελματικά στούντιο θα συναντήσουμε αξιόλογα σε μέγεθος και δυνατότητες μουσικά συστήματα των οποίων οι χειριστές χρησιμοποιούν προγράμματα για:

- α. Την επεξεργασία και ταξινόμηση των ήχων σε κατηγορίες
- β. Τον πειραματισμό και τη δημιουργία νέων ήχων.

Ολοένα και περισσότεροι συνθέτες, ενορχηστρωτές και παραγωγοί είναι κάτοχοι μουσικών συστημάτων. Τα συστήματα αυτά, εγκατεστημένα σε προσωπικούς χώρους αξιοποιούνται σε όλη τη διάρκεια μίας παραγωγής, εξοικονομώντας χρόνο και χρήμα σε αυτούς και τις εταιρίες με τις οποίες συνεργάζονται. Με τα προγράμματα εγγραφής μουσικών ακολουθιών επεξεργάζονται η μουσική φόρμα, η τονικότητα, το tempo και τα λοιπά στοιχεία μίας σύνθεσης. Οι ήχοι που ντύνουν το μουσικό θέμα επιλέγονται μετά από πολύ ψάξιμο και πειραματισμό και φυσικά επεξεργάζονται με το κατάλληλο πρόγραμμα επεξεργασίας και ταξινόμησης ήχων.

Η επιλογή των ήχων που θα ντύσουν ένα μουσικό θέμα θεωρείται μία από τις σημαντικότερες διαδικασίες κάθε παραγωγής. Πολύ συχνά ένα τραγούδι τραβά την προσοχή του κοινού ή ξεχωρίζει χάριν της κατάλληλης ενορχήστρωσης και της έξυπνης επιλογής των ήχων που το ντύνουν. Πολλοί επώνυμοι καλλιτέχνες χρησιμοποιούν μουσικούς που ειδικεύονται στον προγραμματισμό συνθετητών για να δημιουργήσουν τον αποκλειστικό για τις συνθέσεις τους ηχητικό κανβά.

2.5.2 Κατηγορίες προγραμμάτων επεξεργασίας και ταξινόμησης ήχων

Η γκάμα των προγραμμάτων που κυκλοφορούν στην αγορά καλύπτει μερικά ή ολοκληρωτικά το θέμα της επεξεργασίας και ταξινόμησης ήχων με τη χρήση υπολογιστή. Οι σημαντικότερες κατηγορίες είναι:

1. Προγράμματα ταξινόμησης ήχων (Patch Librarians)

Τα προγράμματα αυτά δέχονται και αποθηκεύουν αποκλειστικά μηνύματα που περιγράφουν τις τιμές των παραμέτρων ενός ή όλων των ήχων του συνθετητή. Η

αποστολή της πληροφόρησης από το συνθετητή στο πρόγραμμα γίνεται με δύο τρόπους.

α. Το πάτημα του κατάλληλου διακόπτη ή κουμπιού στο ταμπλό ελέγχου του συνθετητή (Bulk Dump).

β. Μέσω της ικανότητας του προγράμματος να ζητήσει και να λάβει την πληροφόρηση χωρίς άλλες από μεριάς μας ενέργειες.

Η αποθήκευση των ήχων που μεταφέρουμε από το συνθετητή στον υπολογιστή γίνεται σε δισκέτες, αφαιρούμενα μέσα ή το σκληρό δίσκο. Αντίστοιχα, μέσω του προγράμματος μπορούμε να στείλουμε πίσω στο συνθετητή όποιους ήχους θέλουμε.

Η χρήση προγραμμάτων ταξινόμησης ήχων συμφέρει οικονομικά και αυτό διαπιστώνεται συγκρίνοντας το κόστος μίας δισκέτας του υπολογιστή με αυτό μίας κάρτας RAM του συνθετητή (η δισκέτα χωράει εκατοντάδες προγράμματα, ενώ η κάρτα σπάνια περισσότερα από 100). Μερικοί κατασκευαστές για να κάνουν τα προγράμματα τους πιο ελκυστικά στον αγοραστή, χαρίζουν με την αγορά τους, εκατοντάδες ή και χιλιάδες ήχους για το συνθετητή ή τους συνθετητές που υποστηρίζουν.

2. Προγράμματα επεξεργασίας του ήχου του συνθετητή (Patch Editors)

Και αυτή η κατηγορία στηρίζει τη μεταφορά και επεξεργασία των ήχων στη χρήση αποκλειστικών μηνυμάτων. Αντίθετα από την προηγούμενη, δεν ασχολείται με την ταξινόμηση των ήχων αλλά την επεξεργασία τους. Αρκετοί κατασκευαστές, προβλέποντας την αύξηση των πωλήσεων των προγραμμάτων αυτών, προχώρησαν στην κατασκευή μονάδων παραγωγής ήχου ειδικών για χρήση με υπολογιστές. Η απεικόνιση των παραμέτρων του ήχου στην οθόνη του υπολογιστή διευκόλυνε την επεξεργασία του, ενώ ο περιορισμός του αριθμού των ποτενσιόμετρων και διακοπών της συσκευής μείωσε το κόστος της και αύξησε τις πωλήσεις.

3. Μεμονωμένα προγράμματα επεξεργασίας και ταξινόμησης ήχων (Specific Patch Editors/Librarians)

Η κατηγορία αυτή καλύπτει τις ανάγκες συγκεκριμένων συνθετητών. Συγκρίνοντας το κόστος τους με αυτό των προγραμμάτων οικουμενικής επεξεργασίας και διαχείρισης, θα διαπιστώσετε ότι η μικρή συνήθως διαφορά ευνοεί την αγορά ενός οικουμενικού προγράμματος.

4. Οικουμενικά προγράμματα επεξεργασίας /ταξινόμησης ήχων (Universal Patch editors/Librarians)

Τα προγράμματα οικουμενικής επεξεργασίας και ταξινόμησης ήχων υποστηρίζουν πλήθος συσκευών, κοστίζουν δε λιγότερο από την τιμή αγοράς δύο ή τριών μεμονωμένων προγραμμάτων (π.χ. το Unisyn της MOTU υποστηρίζει περισσότερους από 250 συνθετητές και περιφερειακά). Οι εταιρίες που αναπτύσσουν οικουμενικά προγράμματα διαθέτουν μόνιμο προσωπικό που ασχολείται με την εξέλιξή τους, ενώ σε τακτά διαστήματα η γκάμα των συσκευών που υποστηρίζουν επεκτείνεται με την προσθήκη των Profiles νέων μοντέλων.

Τα διαφορετικά είδη αρχείων

1. Patch Files: Με τον όρο Patch αναφερόμαστε στις παραμέτρους που συνθέτουν ένα πρόγραμμα ήχου ή άλλο είδος πληροφόρησης του συνθετητή (Drumset, Tuning table, κ.α).

2. Bank Files: Με τον όρο Bank αναφερόμαστε στο σύνολο των ήχων που περιέχονται στη μνήμη κάθε συσκευής.

3. Performance Files: Ο καλύτερος τρόπος για να αντιληφθούμε τον όρο Performance είναι να τον δούμε σαν μία φωτογραφία της κατάστασης των συσκευών που επικοινωνούν με το πρόγραμμα. Η δυνατότητα αποθήκευσης αυτού του αρχείου επιτρέπει την άμεση αποκατάσταση της εικόνας που είχε το σύστημά μας σε οποιαδήποτε δεδομένη στιγμή της εργασίας μας.

4. Library Files: Είδος αρχείου ικανό να αποθηκεύσει μεγάλο αριθμό προγραμμάτων του ιδίου τύπου πληροφόρησης (π.χ. ήχους, εφέ, Performance's, κ.α). Τα περιεχόμενα του αρχείου μπορούν να εξεταστούν με βάση την ονομασία τους, την ημερομηνία δημιουργίας τους ή άλλα κριτήρια που διευκολύνουν και επισπεύδουν τη διαδικασία αναζήτησής τους.

2.5.3 Βασικές λειτουργίες

Τα μεμονωμένα και οικουμενικά προγράμματα επεξεργασίας & ταξινόμησης ήχων στηρίζουν τη λειτουργία τους στην κατηγορία των μηνυμάτων

MIDI που φέρει το όνομα System Exclusive Messages (Αποκλειστικά μηνύματα του συστήματος).

Για να επικοινωνήσει το πρόγραμμα με μία συσκευή χρειάζεται πληροφορίες για την αρχιτεκτονική της και τον τρόπο λειτουργίας της. Οι πληροφορίες αυτές περιέχονται στα αρχεία (Profiles) που δημιουργούν οι προγραμματιστές της εφαρμογής με βάση τις πληροφορίες που τους παρέχουν οι κατασκευαστές.

Η επικοινωνία του υπολογιστή με ένα συνθετητή ή MIDI περιφερειακό χρειάζεται:

α. Το κυρίως πρόγραμμα.

β. Το αποκλειστικό για κάθε συσκευή αρχείο (Device Profile). Η άνευ προβλημάτων αμφίδρομη επικοινωνία του υπολογιστή με τα μηχανήματα εξαρτάται από τη σωστή συνεργασία των κατασκευαστών με τους προγραμματιστές του προγράμματος.

Κάθε Profile χωρίζεται σε επιμέρους τμήματα που είναι υπεύθυνα για την αποστολή και λήψη διαφορετικών ειδών πληροφόρησης (Modules). Κάθε Module αντιπροσωπεύει ένα διαφορετικό τμήμα της προσωρινής μνήμης κάθε συσκευής.

Ανακεφαλαιώνοντας μπορούμε να πούμε: Ένα πρόγραμμα ταξινόμησης & επεξεργασίας ήχων ή άλλων τύπων πληροφόρησης επιτρέπει τον εξ' αποστάσεως έλεγχο των συσκευών μας μέσω του υπολογιστή. Κάθε συσκευή (Device) επικοινωνεί με το κυρίως πρόγραμμα με τη χρήση ενός αποκλειστικού γι' αυτήν αρχείου που ονομάζεται (Profile). Κάθε Profile περιέχει επιμέρους τμήματα που ονομάζονται Module και χρησιμεύουν για την προσωρινή αποθήκευση και επεξεργασία των διαφορετικών ειδών πληροφόρησης που είναι σε θέση να λάβει ή να στείλει κάθε συσκευή.

γ. Τη σύνδεση των συσκευών στο MIDI διασυνδετικό. Η επικοινωνία των συσκευών με το πρόγραμμα απαιτεί τη σύνδεση τους στις εισόδους και εξόδους του διασυνδετικού.

2.5.4 Η επεξεργασία των ήχων

Η επεξεργασία των ήχων με τη χρήση υπολογιστή υπερέχει αυτής που γίνεται με τα μέσα κάθε συσκευής. Τα προβλήματα με την επεξεργασία του ήχου στα

ηλεκτρονικά όργανα είναι αρκετά. Οι μικρές σε μέγεθος οθόνες και οι διαφορετικοί τρόποι πρόσβασης στα επίπεδα της ιεραρχίας αποτελούν δύο μόνο από τους παράγοντες που αποξένωσαν τους μουσικούς από τη διαδικασία προγραμματισμού. Η χρήση ενός προγράμματος επεξεργασίας & ταξινόμησης ήχων εξασφαλίζει τα ακόλουθα πλεονεκτήματα:

1. Μας απαλλάσσει από την απομνημόνευση των χειρισμών που απαιτούνται για την εξασφάλιση της επικοινωνίας μέσω MIDI.
2. Μας απαλλάσσει από την απομνημόνευση των χειρισμών που απαιτεί η πρόσβαση στα διαφορετικά επίπεδα της ιεραρχίας κάθε συσκευής.
3. Εξαρτωμένου του μεγέθους της οθόνης του υπολογιστή, έχουμε άμεση πρόσβαση στην πλειοψηφία ή ακόμη και το σύνολο των παραμέτρων κάθε συσκευής.

2.5.5 Η αρχειοθέτηση των προγραμμάτων – Ηχοθήκες

Σε αντίθεση με την περιορισμένη χωρητικότητα των ενοτήτων, η χωρητικότητα των ηχοθηκών επιτρέπει την αποθήκευση εξαιρετικά μεγάλου αριθμού ήχων ή άλλων πληροφοριών. Κάθε ήχος που μεταφέρουμε σε μία ηχοθήκη ταξινομείται με βάση τα ακόλουθα: Όνομα, Ημερομηνία, σχόλια και λέξεις «κλειδιά». Χρησιμοποιώντας συγκεκριμένες λέξεις περιγράφουμε τα χαρακτηριστικά κάθε ήχου, προκειμένου να μπορούμε να τον εντοπίσουμε άμεσα όταν χρειαστεί.

Όταν αποθηκεύουμε ή επεξεργαζόμαστε έναν ήχο της ηχοθήκης (Library) εμφανίζεται στην οθόνη μας ένα παράθυρο στο οποίο μπορούμε να περιγράψουμε τα χαρακτηριστικά του ήχου και να εισάγουμε σχόλια (Keywords & Comments). Ο τρόπος περιγραφής των χαρακτηριστικών των ήχων προϋποθέτει από μεριάς μας κάποια μεθόδευση. Στην αρχή πρέπει να προσπαθήσουμε να διατηρήσουμε τα πράγματα όσο γίνεται πιο απλά. Δεν χρειάζεται να χρησιμοποιήσουμε περισσότερες από μία ή δύο λέξεις για την αρχική περιγραφή, ενώ στη συνέχεια μπορούμε να προχωρήσουμε και σε λεπτομέρειες. Η αξιοποίηση των λέξεων «κλειδιά» που παρέχει το πρόγραμμα ή δημιουργούμε, επιτρέπει την έρευνα και τον εντοπισμό ήχων που πληρούν τα ίδια κριτήρια ανάμεσα σε εκατοντάδες ή και χιλιάδες διαφορετικούς ήχους.

2.6 Ηλεκτρονικά Όργανα σε μορφή Λογισμικού

Μέχρι πριν λίγα χρόνια κανείς δεν μπορούσε να φανταστεί την ιδέα ενός υπολογιστή ικανού να παράγει ήχο από μόνος του. Ειδικά, αν ο ήχος αυτός ξεπερνούσε σε πολυπλοκότητα ένα απλό «μπιπ» ή κάποια οκτάμπιτα δείγματα. Όπως ήταν φυσικό θέματα όπως αυτά της ζωντανής μουσικής εκτέλεσης ή της πολυηχοχρωματικής αναπαραγωγής δεν συζητούντο καθόλου. Μέχρι πριν λίγα χρόνια αν θέλαμε να ακούσουμε μέσω του υπολογιστή κάτι που να θεωρείται αποδεκτό, μπορούσαμε να το πετύχουμε μόνο μέσω της προσθήκης περιφερειακών. Αυτός είναι εξάλλου και ο λόγος που δημιουργήθηκαν οι κάρτες ήχου που διαθέτουν τον αναγκαίο για την παραγωγή ήχου επεξεργαστή (Synth Chip), ενώ ο επεξεργαστής του υπολογιστή περιοριζόταν στην αποστολή των αναγκών για την παραγωγή ήχου MIDI μηνυμάτων.

Οι πρόσφατες εξελίξεις στο χώρο των μικροεπεξεργαστών άλλαξαν δραματικά το σκηνικό και επέτρεψαν τη δημιουργία ηλεκτρονικών οργάνων σε μορφή λογισμικού, ανοίγοντας νέους ορίζοντες στη δημιουργία και επεξεργασία ήχου μέσω υπολογιστή.

Για να χρησιμοποιήσουμε ένα ηλεκτρονικό όργανο σε μορφή λογισμικού χρειαζόμαστε έναν μετατροπέα ψηφιακού σήματος σε αναλογικό που θα στείλει τον ήχο από τον υπολογιστή στα ηχεία. Οι υπολογιστές Macintosh στην πλειοψηφία τους διαθέτουν ενσωματωμένους τους μετατροπείς, ενώ στα PC's χρειάζεται μία κάρτα ήχου.

Τα πλεονεκτήματα που απορρέουν από τη χρήση ηλεκτρονικών οργάνων σε μορφή λογισμικού είναι πολλά. Πρώτο από όλα, όχι όμως το μοναδικό, είναι το μικρό σε σύγκριση με τα άλλα, σε υλική μορφή όργανα, κόστος τους. Ένα ακόμη σημαντικό πλεονέκτημα είναι η δυνατότητα άμεσης αναβάθμισης των δυνατοτήτων τους όποτε αυτές γίνονται διαθέσιμες στους δικτυακούς τόπους των κατασκευαστών τους.

Η απεικόνιση των παραμέτρων ήχου σε μορφή ποτενσιόμετρων, διακοπών ή άλλων μέσων στην οθόνη μας, διευκολύνει τον σε πραγματικό ή μη χρόνο, έλεγχο τους με τη χρήση μηχανισμών μουσικής εκτέλεσης, MIDI μηνυμάτων, του ποντικιού κ.α. Πολλά ηλεκτρονικά όργανα σε μορφή λογισμικού ενσωματώνονται στο

περιβάλλον άλλων μουσικών προγραμμάτων, εξασφαλίζοντας στους χειριστές τους πρόσθετους τρόπους αυτοματοποίησης του τρόπου λειτουργίας τους.

Η ποιότητα ήχου των ηλεκτρονικών οργάνων σε μορφή λογισμικού είναι εξαιρετική. Ο βαθμός που θα την αξιοποιήσουμε, εξαρτάται από τις δυνατότητες της κάρτας ήχου (π.χ. τον αριθμό των αναλογικών/ ψηφιακών εξόδων, την ποιότητα των μετατροπέων, των φίλτρων, κ.α.).

Η αξιόπιστη λειτουργία των ηλεκτρονικών οργάνων σε μορφή λογισμικού προϋποθέτει την παρουσία ενός ισχυρότατου επεξεργαστή. Αν επιθυμούμε να εντάξουμε τα προγράμματα αυτά στο περιβάλλον άλλων προγραμμάτων, τότε απαιτούνται καλύτερες προδιαγραφές και ένα πλήθος ρυθμίσεων που αφορούν τη βελτιστοποίηση της λειτουργίας του λειτουργικού συστήματος.

2.6.1 Κατηγορίες ηλεκτρονικών οργάνων σε μορφή λογισμικού

Τα ηλεκτρονικά μουσικά όργανα σε μορφή λογισμικού χωρίζονται σε τέσσερις κατηγορίες. Η πρώτη αφορά προγράμματα που παρέχουν στο χειριστή τους τα μέσα συναρμολόγησης των δικών του συνθετητών. Αυτό επιτυγχάνεται με τη δημιουργία ξεχωριστών τμημάτων, που στη συνέχεια συνδέονται στην επιθυμητή σειρά για να παραχθεί ήχος. Οι εφαρμογές της κατηγορίας αυτής λειτουργούν αυτόνομα ή φιλοξενούνται σε μορφή Plug-in στο περιβάλλον άλλου μουσικού προγράμματος. Η επεξεργασία των παραμέτρων τους γίνεται με τη χρήση MIDI μηνυμάτων σε πραγματικό χρόνο. Άλλα χαρακτηριστικά που συναντάμε στα προγράμματα της κατηγορίας αυτής είναι οι δυνατότητες εγγραφής του σήματος εξόδου σε σκληρό δίσκο και η εγγραφή ακολουθιών για την ενεργοποίηση ήχων.

Στη δεύτερη κατηγορία ηλεκτρονικών οργάνων σε μορφή λογισμικού το πλαίσιο λειτουργίας είναι εκ των προτέρων δεδομένο. Στην οθόνη του υπολογιστή εμφανίζονται οι γνωστές γεννήτριες ήχου, τα φίλτρα, οι ταλαντωτές χαμηλής συχνότητας, οι περιβάλλουσες και τα άλλα τμήματα που συναντάμε στους αναλογικούς συνθετητές, τα χαρακτηριστικά των οποίων μιμείται η κατηγορία αυτή.

Η τρίτη κατηγορία περιλαμβάνει προγράμματα που παράγουν ήχο σε πραγματικό χρόνο, αξιοποιώντας γνωστές μεθόδους σύνθεσης ήχου. Η κατηγορία αυτή δεν δίνει ιδιαίτερη έμφαση στη μουσική εκτέλεση σε πραγματικό χρόνο αλλά

στη χρήση ποτενσιόμετρων, διακοπών και άλλων μέσων ελέγχου, για τη διαμόρφωση των παραμέτρων ήχου και την αυτοματοποίηση διαφόρων λειτουργιών.

Η τέταρτη κατηγορία περιλαμβάνει προγράμματα που λειτουργούν φιλοξενούμενα στο περιβάλλον άλλων μουσικών προγραμμάτων (Plug-ins). Χάριν των δυνατοτήτων των προγραμμάτων, στο περιβάλλον των οποίων τρέχουν τα Plug-in, πολλές λειτουργίες τους μπορούν να αυτοματοποιηθούν με τη χρήση MIDI ελεγκτών και να αποθηκευτούν σαν μέρος του αρχείου.

Τέλος ηλεκτρονικά όργανα σε μορφή λογισμικού συναντάμε ενσωματωμένα και σε λειτουργικά συστήματα υπολογιστών όπως αυτό της Apple (Quick Time Musical Instruments).

2.6.2 Πλεονεκτήματα των ηλεκτρονικών οργάνων σε υλική μορφή

1. Η σταθερότητα στη λειτουργία και απόδοση

Οι επιδόσεις των οργάνων σε μορφή λογισμικού εξαρτώνται από τη συνδυασμένη λειτουργία παραγόντων όπως η ισχύς του υπολογιστή μας, η επιλογή των κατάλληλων drivers, το μέγεθος της RAM, κ.α. Σε αντίθεση, τα όργανα σε υλική μορφή προσφέρουν την ίδια πάντα απόδοση και πολυφωνία, γιατί έχουν σχεδιαστεί για την εκτέλεση συγκεκριμένων λειτουργιών που αναλαμβάνει να εκτελεί ο επιλεγμένος από τον κατασκευαστή τους επεξεργαστής.

2. Η ευκολία διασύνδεσης

Και σε αυτόν τον τομέα τα όργανα σε υλική μορφή υπερέχουν. Τα όργανα σε μορφή λογισμικού είτε λειτουργούν αυτόνομα είτε σε μορφή plug-in χρειάζονται σειρά ρυθμίσεων για τη δρομολόγηση του σήματος εξόδου τους στα ηχεία μας, που έχουν να κάνουν με την επιλογή του κατάλληλου οδηγού audio, την επικοινωνία μέσω MIDI, την κάρτα ήχου ή το διασυνδεδετικό ήχου που χρησιμοποιούμε, κ.α. Στα όργανα σε υλική μορφή η σύνδεση των εξόδων ήχου στο μίκτη ή τα αυτοεπισχυρόμενα ηχεία και η σύνδεση με άλλα όργανα μέσω MIDI δεν χρειάζεται τίποτα περισσότερο από τα κατάλληλα καλώδια.

3. Ο μηδενικός ή αμελητέος λανθάνων χρόνος στην ακρόαση του ήχου

Όταν παίζουμε live ή γράφουμε ηλεκτρονικά όργανα σε μορφή λογισμικού ερχόμαστε συχνά αντιμέτωποι με το φαινόμενο της καθυστέρησης στην ακρόαση του σήματος. Αν και η χρήση ισχυρών επεξεργαστών και καλογραμμένων οδηγών audio σε συνδυασμό με τις κατάλληλες ρυθμίσεις στο πρόγραμμα οδηγούν στην ελαχιστοποίηση του φαινομένου του λανθάνοντος χρόνου, τα όργανα σε υλική μορφή είναι εκ κατασκευής απαλλαγμένα από το φαινόμενο αυτό.

4. Η μεταβολή των παραμέτρων με τη χρήση φυσικών ελεγκτών

Όσοι, με το ποντίκι ή με το πληκτρολόγιο προσπάθησαν να μεταβάλλουν τις παραμέτρους ήχου ενός οργάνου σε μορφή λογισμικού σε πραγματικό χρόνο, γνωρίζουν ότι κάτι τέτοιο δεν είναι βολικό. Αν και η χρήση μίας εξωτερικής επιφάνειας ελέγχου (control surface) διευκολύνει τη διαδικασία, οι χειροκίνητοι και ποδοκίνητοι ελεγκτές μουσικής εκτέλεσης, που τα όργανα σε υλική μορφή διαθέτουν, προσφέρουν άλλη αμεσότητα.

2.6.3 Πλεονεκτήματα των ηλεκτρονικών οργάνων σε μορφή λογισμικού

1. Η μεγαλύτερη επιφάνεια απεικόνισης των παραμέτρων

Ένα από τα χαρακτηριστικά μειονεκτήματα των ψηφιακών συνθετών ήταν ανέκαθεν οι μικροσκοπικές οθόνες τους που μέσα από τα μενού και τις επιμέρους σελίδες δυσχέραιναν και καθυστερούσαν την αναζήτηση των παραμέτρων. Στα ηλεκτρονικά όργανα σε μορφή λογισμικού η επιφάνεια της οθόνης του υπολογιστή μας επιτρέπει την απεικόνιση αν όχι όλων, τουλάχιστον των περισσότερων παραμέτρων, εξασφαλίζοντάς μας άμεση πρόσβαση. Επιπροσθέτως, η απεικόνιση και επεξεργασία των κυματομορφών ή των σχημάτων των περιβαλλουσών γίνεται ευκολότερα στην οθόνη του υπολογιστή από ό,τι σε αυτή των ηλεκτρονικών οργάνων, ιδίως δε, όταν αυτά βρίσκονται αναρτημένα σε rack.

2. Περισσότερη μνήμη RAM και αποθηκευτικός χώρος

Τα πλεονεκτήματα αυτά γίνονται πιο αισθητά στην περίπτωση των δειγματοληπτών. Ενώ οι δειγματολήπτες σε υλική μορφή χρειάζονται ξεχωριστή RAM, αποθηκευτικά μέσα, CD ROM, καλώδια, κ.α. οι σε μορφή λογισμικού

συνάδελφοί τους χρησιμοποιούν τα εγκατεστημένα στον υπολογιστή μας. Η RAM και τα αποθηκευτικά μέσα που προορίζονται για δειγματολήπτες κοστίζουν συχνά ακριβότερα από τα αντίστοιχα του υπολογιστή μας και είναι γνωστό ότι το μέγεθος της πρώτης και η χωρητικότητα της δεύτερης καθορίζουν το πλήθος το μήκος και την ποιότητα των δειγμάτων της ηχοθήκης μας. Ένα πρόσθετο πλεονέκτημα της τελευταίας γενιάς δειγματοληπτών σε μορφή λογισμικού είναι η απ'ευθείας ανάγνωση δειγμάτων από το σκληρό δίσκο, μεγέθους εκατοντάδων megabytes, ακόμα και αν δεν διαθέτει ο υπολογιστής την ανάλογη σε μέγεθος μνήμη Ram. Πρόσθετο ακόμα πλεονέκτημα αποτελεί και η δυνατότητα ανταλλαγής ή μεταφοράς αρχείων ήχου ή δειγμάτων μεταξύ ομοειδών ή διαφορετικών προγραμμάτων.

3. Μικρότερο κόστος

Από τη στιγμή που έχετε ήδη επενδύσει σε έναν ισχυρό υπολογιστή, η αγορά ηλεκτρονικών οργάνων σε μορφή λογισμικού κοστίζει ένα κλάσμα του κόστους αγοράς τους σε υλική μορφή. Παράλληλα, οι όποιες αναβαθμίσεις στις επιδόσεις του υπολογιστή, οφελούν άμεσα και την απόδοση των οργάνων σε μορφή λογισμικού. Ειδικότερα, στην περίπτωση των δειγματοληπτών σε μορφή λογισμικού το γεγονός ότι χρησιμοποιούμε το σκληρό δίσκο, τη RAM και το CD ROM του υπολογιστή, μας γλιτώνει από μεγάλο μέρος των εξόδων, μιας και θα αποτελούσαν τμήμα ενός δειγματολήπτη σε υλική μορφή.

2.7 Ψηφιακή Εγγραφή Ήχου και οι Νέες Ψηφιακές Τεχνολογίες

2.7.1 Βασικές έννοιες ψηφιακής τεχνολογίας

Οι ήχοι αποτελούν το βασικό υλικό, με το οποίο οι μουσικοί υλοποιούν τις ιδέες τους. Ένα ηχητικό κύμα μπορεί να προσδιοριστεί πλήρως από τη συχνότητα, την ένταση, το φάσμα συχνοτήτων και τη διάρκεια του. Η ψηφιακή αναπαράσταση ενός ήχου προϋποθέτει την πρότερη μετατροπή του στην ανάλογη με τις όποιες μεταβολές του στη διάρκεια του χρόνου, τάση (DC Voltage). Ο ρόλος ενός καλοσχεδιασμένου ψηφιακού συστήματος εντοπίζεται στην ικανότητα του να μεταφράζει πιστά ένα αναλογικό σήμα και να το αναπαριστά με μία αντίστοιχη ροή ξεχωρισμένων ψηφιολέξεων (bitstream).

Η θεωρία του Nyquist λέει ότι για να αναπαραστήσουμε με ακρίβεια το αρμονικό περιεχόμενο μίας κυματομορφής πρέπει να τη δειγματίσουμε με συχνότητα τουλάχιστον διπλάσια της υψηλότερης συχνότητας που περιέχει. Το πλήθος των δειγμάτων που παίρνουμε στη διάρκεια ενός δευτερολέπτου (π.χ. 44.100 δείγματα) ονομάζεται συχνότητα δειγματοληψίας (Sampling Rate) και ορίζει το εύρος των συχνοτήτων που με πιστότητα ένα σύστημα μπορεί να ηχογραφήσει και να αναπαράγει. Οι συχνότητες δειγματοληψίας που τα σύγχρονα ψηφιακά συστήματα χρησιμοποιούν είναι 44.1, 48, 96 και 192KHz.

Με τον όρο κβάντωση (Quantization) αναφερόμαστε στη διαδικασία μέτρησης του πλάτους του αναλογικού σήματος σε κάθε χρονική στιγμή. Όσα περισσότερα ψηφία χρησιμοποιούμε, τόσο περισσότερο ακριβής είναι η αναπαράσταση της δειγματιζόμενης κυματομορφής (Quantization Resolution). Το πλήθος των ψηφίων που ένα σύστημα χρησιμοποιεί για την αναπαράσταση του πλάτους κάθε δείγματος ορίζει και τη δυναμική περιοχή του συστήματος (τη διαφορά μεταξύ της υψηλότερης στάθμης και της στάθμης θορύβου σε db). Από τη στιγμή που ένα ψηφιακό σύστημα χρησιμοποιεί ένα δεδομένο αριθμό ψηφίων για την περιγραφή του πλάτους κάθε δείγματος, εμφανίζεται στη μέτρηση η πιθανότητα σφάλματος (Quantization Error).

Όσα περισσότερα ψηφία χρησιμοποιούμε τόσο μικρότερο γίνεται το σφάλμα που δεν μπορεί να είναι μεγαλύτερο του ημίσεως του μικρότερου διαστήματος κβαντισμού. Λόγω του κβαντισμού το αναλογικό σήμα που εμφανίζεται στην έξοδο ενός ψηφιακού συστήματος διαφέρει σε κάποιο βαθμό από αυτό που εμφανίστηκε στην είσοδό του. Τα λάθη κβάντωσης και πάντα σε συνάρτηση με τον αριθμό των ψηφίων που χρησιμοποιούμε μπορεί να γίνουν ακουστά με τη μορφή θορύβου και παραμόρφωσης. Ο βαθμός προσέγγισης (Signal to Error Ratio) αντιπροσωπεύει την ακρίβεια με την οποία ένα αναλογικό σήμα κωδικοποιείται σε ένα ψηφιακό σύστημα και είναι συναφής, όχι όμως πανομοιότυπος, με το λόγο σήματος προς θόρυβο ενός αναλογικού συστήματος (Signal to Noise Ratio). Ο βαθμός προσέγγισης υπολογίζεται ως ακολούθως: $S/E=6n$ (όπου n ο αριθμός των ψηφίων) $+1.8$ (db).

Σε ένα σύστημα 16bit το S/E ισούται με 97.8 db

Σε ένα σύστημα 20bit το S/E ισούται με 121.8 db

Σε ένα σύστημα 24bit το S/E ισούται με 145.8 db

Όταν αυξάνουμε τον αριθμό των ψηφίων (bit) που χρησιμοποιούμε για την περιγραφή του πλάτους κάθε δείγματος αυτό που αλλάζει δεν είναι η μέγιστη στάθμη που μπορούμε να ηχογραφήσουμε, αλλά η χαμηλότερη πριν το σήμα μας χαθεί στο επίπεδο θορύβου.

Η ακρίβεια της αναπαράστασης του πρωτότυπου αναλογικού σήματος καθορίζεται από παράγοντες όπως η ποιότητα των μετατροπέων σήματος από αναλογικό σε ψηφιακό και από ψηφιακό σε αναλογικό (A/D και D/A Converters), των φίλτρων και το σύνολο των ψηφίων που το σύστημα χρησιμοποιεί για την αναπαράσταση του δυναμικού εύρους (Binary Word Length). Από τα συστατικά μέρη ενός συστήματος ψηφιακής μετατροπής ήχου (Audio Digitization System) ο αναλογικός σε ψηφιακό μετατροπέα (A/D Converter) είναι το πλέον ζωτικό και ακριβό. Το κύκλωμα αυτό καλείται να προσδιορίσει την πλησιέστερη –με βάση την υιοθετούμενη ανάλυση-τιμή που αντιστοιχεί σε αυτήν του αναλογικού σήματος και να τη μετατρέψει σε μία αντίστοιχη δυαδική λέξη μήκους n bit.

Μετά την ψηφιοποίηση του σήματος και προκειμένου αυτό να μπορεί να γίνει ακουστό, ακολουθεί η μετατροπή του σε αναλογικό από το κύκλωμα του μετατροπέα ψηφιακού σήματος σε αναλογικό (D/A Converter).

Πότε είναι επιθυμητή η μετατροπή ηχητικών σημάτων σε ψηφιακή μορφή;

Η μετατροπή ηχητικών σημάτων σε ψηφιακή μορφή είναι επιθυμητή:

α. Σε όλες ανεξαιρέτως τις περιπτώσεις που θέλουμε να αξιοποιήσουμε τις δυνατότητες εγγραφής-επεξεργασίας και αναπαραγωγής ψηφιακού ήχου των προγραμμάτων μας.

β. Σε κάθε περίπτωση που, μετά την μετατροπή ενός ηχητικού σήματος σε ψηφιακό, επιθυμούμε τη διατήρησή του στη μορφή αυτή στα επόμενα στάδια της πορείας του (π.χ. από έναν ψηφιακό εγγραφέα ταινίας στον υπολογιστή και στη συνέχεια σε έναν επεξεργαστή σήματος).

Ψηφιακά μεγέθη

Ο ακόλουθος πίνακας απεικονίζει τα μεγέθη των ψηφιακών δεδομένων στη γλώσσα ψηφιακής τεχνολογίας.

ΜΕΓΕΘΗ ΧΩΡΗΤΙΚΟΤΗΤΑΣ

Bit	Value of 0 or 1
Nibble	4 bits
Byte	8 bits
KB (Kilobit)	1,024 byte
MB (Megabyte)	1,024 Kilobytes or 1,048,576 Bytes
GB (Gigabyte)	1,024 Megabytes or 1,073,741,824 Bytes
TB (Terabyte)	1,099,511,627,776 Bytes
PB (Petabyte)	1,000,000,000,000,000 bytes
EB (Exabyte)	1,152,921,504,606,846,976 bytes in decimal.
ZB (Zetabyte)	1,000,000,000,000,000,000,000 bytes
YB (Yottabyte)	1,000,000,000,000,000,000,000,000 bytes

2.7.2 Ψηφιακά συστήματα εγγραφής ήχου

Η διαδικασία εγγραφής σε ταινία είναι στενά συνδεδεμένη με τις μεταπολεμικές εξελίξεις στο χώρο της ηχογράφησης. Στην πολύχρονη ζωή τους τα αναλογικά μαγνητόφωνα και οι ταινίες γνώρισαν πολλές μεταμορφώσεις. Τα πρώτα μαγνητόφωνα έγραφαν σε σύρμα που στη συνέχεια αντικατέστησε η γνωστή μας ταινία. Με την πρόοδο της τεχνολογίας και τη βελτίωση των υλικών, έγινε δυνατή σταδιακά η εγγραφή όλο και περισσότερων καναλιών ήχου σε ταινίες πλάτους $\frac{1}{4}$ της ίντσας, $\frac{1}{2}$ της ίντσας, 1 ίντσας, 2 ιντσών κ.λπ. Σήμερα, λόγω του αισθητά χαμηλότερου κόστους, του μικρότερου όγκου, αλλά και πλήθος πλεονεκτημάτων σε ότι αφορά την ευκολία συντήρησης και τις δυνατότητες επεξεργασίας, ολοένα και περισσότεροι μουσικοί στρέφονται στην ψηφιακή τεχνολογία. Για την ψηφιακή εγγραφή χρησιμοποιούμε μέσα όπως ταινίες DAT, ταινίες S-VHS και Hi-8mm, σκληρούς δίσκους, αφαιρούμενους δίσκους, κ.α.

Κατηγορίες συστημάτων ψηφιακής εγγραφής

MiniDisk ministudios (MD), Modular Digital Multitrack tape systems (MDM), Modular Hard-Disk Recorders (M-HDR), Digital Audio Workstations (DAW).

A. Συστήματα ψηφιακής εγγραφής σε ταινία

1. Συστήματα εγγραφής σε MiniDisk (MD)

Υπάρχουν δυο κατηγορίες MiniDisk: Audio & Data. Το Audio MiniDisk αποτελεί τη σύγχρονη εκδοχή του γνωστού σε όλους μας κασετοφώνου, χρησιμοποιείται δε όλο και πιο συχνά στα μουσεία, τα σχολεία, τα θέατρα, τις αίθουσες εκδηλώσεων, τους ραδιοφωνικούς σταθμούς κ.α. Τα Data MiniDisk σχεδιάστηκε αρχικά σαν μέσον αποθήκευσης ψηφιακής πληροφόρησης σήμερα όμως χρησιμοποιείται και ως μέσον εγγραφής στα τετρακάναλα ministudios που κατασκευάζουν εταιρίες όπως η Tascam, η Sony και η Yamaha κ.α.

Η παρούσα γενιά των Ministudios χρησιμοποιεί Data Ministudios χωρητικότητας 140 Megabytes. Ο διαθέσιμος χρόνος εγγραφής καθορίζεται από τον αριθμό των καναλιών που γράφουμε και αναλογεί σε περίπου 148 λεπτά για ένα κανάλι σε 74 για δύο και σε 37 λεπτά για τέσσερα. Σύμφωνα με τους κατασκευαστές η τετρακάναλη εγγραφή απαιτεί τη χρήση ενός MD DATA Cartridge, ενώ στη στερεοφωνική μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε και ένα MD Audio Cartridge. Σαν μέσο το MiniDisk είναι γεροφτιαγμένο και αντέχει στους κραδασμούς, τη ζέστη, τη σκόνη και τη φθορά. Η τεχνική συμπίεσης της Sony επιτυγχάνει μεν τη συμπίεση 650 Megabytes δεδομένων στα 140 Megabytes του MiniDisk, διχάζει όμως την αγορά μιας και κατά τη γνώμη πολλών επαγγελματιών η ηχητική του ποιότητα είναι υποδυέστερη αυτής του αποδεκτού από το χώρο των στάνταρ (16bit, 44.1 khz audio). Η απουσία ψηφιακών εξόδων και τρόπου σύνδεσης των συστημάτων MiniDisk με υπολογιστές καθιστά αδύνατη τη δημιουργία αντιγράφων ασφαλείας της δουλειάς μας και περιορίζει τις χρήσεις τους. Τα συστήματα εγγραφής σε MiniDisk αντικαθιστούν τα τετρακάναλα κασετόφωνα του παρελθόντος και αποτελούν τη φθηνότερη λύση για την είσοδο μας στον κόσμο της ψηφιακής εγγραφής.

2. Modular Digital Multitrack Tape Systems (MDM)

Στη δεκαετία του 80 η πολυκάναλη ψηφιακή ήταν το αντικείμενο του πόθου πολλών μουσικών. Από τότε χρειάστηκε να περάσουν αρκετά χρόνια ωσότου η πρόοδος της τεχνολογίας μετατρέψει το όνειρο σε προσιτή για όλους μας πραγματικότητα. Η εμφάνιση του ADAT της Alesis το 1992 τάραξε τα νερά της μουσικής βιομηχανίας όσο λίγα προϊόντα.

Η οποιαδήποτε, αναμενόμενη άλλωστε, αντίδραση κάποιων ομάδων επαγγελματιών σαρώθηκε από την άμεση και οικουμενική αποδοχή του οκτακάναλου αυτού ψηφιακού εγγραφέα από μουσικούς, συνθέτες, ηχολήπτες και παραγωγούς σε όλο τον κόσμο. Σύντομα μετά την Alesis εμφανίστηκε η Tascam και στη συνέχεια ακολούθησαν η Fostex, η Panasonic και η Sony. Η ποιότητα ήχου, η προσιτή τιμή, η ευκολία χρήσης και οι άγνωστες στον αναλογικό κόσμο δυνατότητες επεξεργασίας ήσαν μερικά από τα χαρακτηριστικά που καθιέρωσαν τα συστήματα αυτά στην αγορά παρά τα οποία αρχικά προβλήματα. Η δυνατότητα των πολυκάναλων ψηφιακών εγγραφέων να συγχρονίζονται μέσω SMPTE και να αναγνωρίζουν τα μηνύματα MIDI Machine Control έκανε δυνατή, τη – μέσω κατάλληλων περιφερειακών – συνεργασία τους με προγράμματα εγγραφής MIDI και Audio ακολουθιών. Επιπλέον χάρη στα πρωτόκολλα ADAT Optical και TDIF οι δυο εταιρίες εξασφαλίζουν τη μέσω των εγγραφέων τους δυνατότητα ψηφιακής μεταφοράς 8 audio tracks τη φορά. Τόσο η Alesis όσο και η Tascam έδωσαν την άδεια χρήσης των πρωτοκόλλων τους σε τρίτους κατασκευαστές που τα αξιοποίησαν σε προϊόντα όπως οι κάρτες ήχου, τα audio διασυνδετικά, οι μετατροπείς ψηφιακών φορμά, κ.α. Στην περίπτωση του διασυνδετικού ADAT μέσω του οπτικού καλωδίου δεν μεταδίδονται πληροφορίες συγχρονισμού αλλά μόνο αυτές των ηχητικών σημάτων και του ρολογιού χρονισμού (Timing clock). Αν επιθυμούμε τη μεταφορά της ηχητικής πληροφόρησης με ακρίβεια δείγματος πρέπει επιπροσθέτως να χρησιμοποιήσουμε το ξεχωριστό καλώδιο συγχρονισμού. Χάριν των πολυκάναλων ψηφιακών εγγραφέων ταινίας οι προσωπικοί χώροι εργασίας αναβαθμίστηκαν σημαντικά γιατί, ενώ διατήρησαν την ευελιξία και τα άλλα τους πλεονεκτήματα, η ποιότητα ήχου τους άρχισε να πλησιάζει αυτή των πιο επαγγελματικών χώρων.

B. Τα συστήματα εγγραφής σε σκληρό δίσκο

Η εγγραφή σε σκληρό δίσκο ή άλλο αντίστοιχο αποθηκευτικό μέσον αποτελεί τον αντίποδα της ψηφιακής εγγραφής σε ταινία. Τα συστήματα εγγραφής σε σκληρό δίσκο χωρίζονται σε δύο κατηγορίες: Τα αυτόνομα (Modular Hard Disk

Recorders ή M-HDR) και εκείνα που στηρίζουν τη λειτουργία τους στη χρήση προσωπικού υπολογιστή (Digital Audio Workstation ή DAW).

1. Modular Hard Disk Recorders (M-HDR)

Τα συστήματα αυτά είναι αυτόνομα. Είναι ευκολόχρηστα, φθηνότερα από τα συστήματα που στηρίζουν τη λειτουργία τους στη χρήση υπολογιστή, διαθέτουν όμως περιορισμένη επεκτασιμότητα. Ο μικρός σχετικά όγκος τους διευκολύνει τη μεταφορά από το σπίτι στο στούντιο ή τις συναυλίες, περιορίζει όμως και το μέγεθος της οθόνης και των οργάνων χειρισμού. Η πλειοψηφία των αυτόνομων συστημάτων εγγραφής σε σκληρό δίσκο επικοινωνεί με άλλα συστήματα ή περιφερειακά μέσω SCSI. Από τους γνωστότερους κατασκευαστές είναι η AKAI, η Fostex, η Otari κ.α.

2. Digital Audio Workstation (DAW). Hard Disk Software Sequencers

Πρωτοεμφανίστηκαν στην αγορά στα τέλη της δεκαετίας του ογδόντα και εξασφάλιζαν την εγγραφή, επεξεργασία και αναπαραγωγή δύο καναλιών ήχου. Σήμερα τα συστήματα αυτά είναι πανίσχυρα και εξασφαλίζουν στο χειριστή τους τη δυνατότητα πολυκάναλης εγγραφής και επεξεργασίας ήχου. Η παρουσία του υπολογιστή εγγυάται τη μεγαλύτερη δυνατή ευελιξία, μιας και το σύστημα μπορεί να πλαισιωθεί με κάθε είδους προγράμματα, περιφερειακά και κάρτες επέκτασης. Το κόστος ενός τέτοιου συστήματος είναι απευθείας ανάλογο των δυνατοτήτων του και σίγουρα πιο ακριβό από όλα τα άλλα συστήματα. Σε αντίθεση με τα αυτόνομα συστήματα εγγραφής σε σκληρό δίσκο, τα συστήματα που χρησιμοποιούν υπολογιστή δεν προσφέρονται για μετακινήσεις. Εξαίρεση αποτελούν οι πανίσχυροι σύγχρονοι φορητοί υπολογιστές που, πλαισιωμένοι με τα κατάλληλα διασυνδετικά, αποτελούν το ιδανικό εργαλείο των μουσικών που μετακινούνται συχνά.

3. Συγκρίσεις συστημάτων ψηφιακής εγγραφής

Κάθε μουσική δραστηριότητα έχει τις δικές της προτεραιότητες και απαιτήσεις. Εξετάζοντας ποια συστήματα μας ταιριάζουν καλύτερα, πρέπει από τώρα να τονίσουμε ότι δεν υπάρχουν δεδομένοι κανόνες και ότι με το καθένα από αυτά μπορούμε να κάνουμε σχεδόν τα πάντα. Για παράδειγμα μπορούμε σε ένα αρχείο MIDI να εισάγουμε ένα αναλογικό όργανο, π.χ. τη φωνή μας. Μπορούμε επίσης να εισάγουμε στο σκληρό δίσκο ένα τραγούδι από ένα CD και να το επεξεργαστούμε

όπως εμείς θέλουμε. Μπορούμε να γράψουμε αναλογικά όργανα, να εισάγουμε εφέ, να κάνουμε τη μίξη και τέλος να κάψουμε ένα CD.

Μέχρι πρόσφατα η εγγραφή ήχου με τη χρήση πολυκάναλων ψηφιακών εγγραφέων ταινίας έδειχνε να υπερέχει αυτής της χρήσης υπολογιστών για τον ίδιο σκοπό. Τα σημαντικότερα πλεονεκτήματα ήσαν τα ακόλουθα:

α. Η εξοικείωση των μουσικών με τη φιλοσοφία εγγραφής σε ταινία και η πιστή μεταφορά του τρόπου διασύνδεσης χρήστη /μηχανής στα ψηφιακά συστήματα διευκόλυνε την αποδοχή και μετάβαση ηχοληπτών και μουσικών στα νέα αυτά συστήματα.

β. Η ευκολία χρήσης τους.

γ. Το χαμηλό κόστος και η αξιοπιστία της ταινίας ως μέσου εγγραφής.

δ. Η δυνατότητα επέκτασης του αρχικού συστήματος με την προσθήκη νέων εγγραφέων εξασφάλιζε ευελιξία, καθιστώντας δυνατό να αρχίσουμε με ένα εγγραφέα και εν καιρώ να επεκταθούμε με βάσει τις επαγγελματικές ανάγκες του καθενός. Η εναλλακτική λύση της ενοικίασης εγγραφέων αποτελεί μία διαδεδομένη, οικονομικά προσιτή λύση για εκείνους που χρησιμοποιούν τα συστήματα αυτά περιστασιακά.

ε. Η οικουμενική αποδοχή των συστημάτων ψηφιακής εγγραφής σε ταινία καθιέρωσε σαν στάνταρ εξοπλισμό των μικρών χώρων εργασίας και των στούντιο ηχογραφήσεων. Αυτό σημαίνει ότι μπορούμε να συνεργαστούμε με μουσικούς που διαθέτουν το ίδιο σύστημα ανταλλάσσοντας ταινίες ή και ολοκληρώνοντας τις διαφορετικές φάσεις της παραγωγής μας σε διαφορετικούς χώρους, ξεκινώντας από το σπίτι, συνεχίζοντας σε ένα κοντινό στούντιο και καταλήγοντας σε ένα επαγγελματικό, μεταφέροντας κάθε φορά τις ταινίες ή τα ψηφιακά τους αντίγραφα.

Hard Disk Software Sequencers.Συγκρίσεις με άλλα συστήματα

α. Η ηχογράφηση των βασικών Tracks

Οι απαιτήσεις μίας επαγγελματικής παραγωγής θέτουν νέες προτεραιότητες και αξιολογούν διαφορετικά τα όσα κάθε σύστημα προσφέρει. Οι περιορισμένες δυνατότητες ενός συστήματος MiniDisk το αποκλείουν από το συναγωνισμό για δύο κυρίως λόγους. Ο πρώτος έχει να κάνει με την υποδεέστερη σε σχέση με τα επαγγελματικά πρότυπα ποιότητα ήχου του και ο δεύτερος με τον περιορισμένο αριθμό tracks που διαθέτει. Στη διαδικασία επιλογής μεταξύ των άλλων συστημάτων το θέμα κόστους των μέσων εγγραφής αποτελεί σημαντικό κριτήριο σε αυτό το

στάδιο μίας παραγωγής. Τα διαθέσιμα μέσα εγγραφής είναι οι ταινίες και οι σκληροί ή αφαιρούμενοι δίσκοι. Το κόστος κάθε ταινίας (π.χ. 8 tracks για διάρκεια μίας ώρας) πρέπει να συγκριθεί με το κόστος ανά Megabyte για τα ίδια δεδομένα ενώ καλό θα είναι να συνυπολογίσουμε και το κόστος λήψης εφεδρικών αντιγράφων. Προς διευκόλυνση στον επόμενο πίνακα αναφέρονται τα προκύπτοντα κατά προσέγγιση μεγέθη αρχείων από τη μονοφωνική ή στερεοφωνική εγγραφή σημάτων ήχου στον υπολογιστή διάρκειας ενός λεπτού σε διαφορετικές αναλύσεις και συχνότητες δειγματοληψίας.

44.1 mono	44.1 stereo	88.2 mono	88.2 stereo
16-bit : 5.1 MB	16-bit : 10.2 MB	16-bit : 10.2 MB	16-bit : 20.4 MB
24-bit : 7.6 MB	24-bit : 15.2 MB	24-bit : 15.2 MB	24-bit : 30.4 MB
48 mono	48 stereo	96 mono	
16-bit : 5.5 MB	16-bit : 11.0 MB	24-bit : 16.6 MB	
	24-bit : 8.3 MB		

Πως υπολογίζουμε τον αποθηκευτικό χώρο που θα καταλάβουν στο σκληρό μας δίσκο ένα ή περισσότερα audio tracks με δεδομένη συχνότητα δειγματοληψίας και ανάλυση για διάρκεια x δευτερολέπτων:

Πολλαπλασιάζουμε τη συχνότητα δειγματοληψίας x τον αριθμό των bytes που ορίζει η ανάλυση x τον αριθμό των δευτερολέπτων. Για να βρούμε το μέγεθος του αρχείου σε MB διαιρούμε τον αριθμό των bytes που προκύπτουν δια του αριθμού 1.048.560 (ο αριθμός των bytes σε ένα MB). Π.χ για τον προσδιορισμό της χωρητικότητας που θα καταλάβει ένα μονοφωνικό track διάρκειας ενός λεπτού με συχνότητα δειγματοληψίας 96KHz και ανάλυση 24bit πολλαπλασιάζουμε: $96.000(\text{Sampling Rate}) \times 3(\text{τα } 24 \text{ bit της ανάλυσης ισούται με } 3 \text{ bytes}) \times 60 (\text{ο αριθμός των δευτερολέπτων σε διάρκεια ενός λεπτού}) \text{ δια } 1.048.560) = 16,479\text{MB}.$

β. Η ηχογράφηση πρόσθετων Tracks (Overdub)

Σε αυτή την περίπτωση τα συστήματα εγγραφής σε σκληρό δίσκο υπερέχουν:

1. Στα συστήματα εγγραφής σε ταινία απαιτείται χρόνος για τη μετάβαση από το ένα μέρος της ταινίας στο άλλο και η διάρκεια του είναι ευθέως ανάλογη της απόστασης που τα χωρίζει. Η αναμονή για τη μετάβαση της ταινίας σε συνδυασμό με τον αριθμό των επαναλήψεων που επιβάλλουν η ερμηνευτική δυσκολία της μουσικής ή η τεχνική κατάρτιση του ερμηνευτή λειτουργούν εις βάρος του αυθορμητισμού και κουράζουν. Σε αντίθεση, τα συστήματα εγγραφής σε σκληρό δίσκο προσφέρουν άμεση προσπέλαση σε οποιοδήποτε σημείο της μουσικής (Random Access).

2. Στα ψηφιακά συστήματα εγγραφής σε ταινία με κάθε νέα εγγραφή που κάνουμε σε ένα track σβήνουμε την προηγούμενη. Αν πάλι την κάνουμε σε άλλο track η διαδικασία ανάθεσης του σήματος εισόδου στο νέο track απαιτεί κάποιο, έστω και μικρό, χρόνο. Τα συστήματα εγγραφής σε σκληρό δίσκο επιτρέπουν πολλές εγγραφές στο ίδιο track (Virtual tracks) και μάλιστα μας επιτρέπουν να επιλέξουμε αν το νέο υλικό θα αντικαταστήσει αυτό της προηγούμενης εγγραφής ή απλά θα έχει προτεραιότητα στη διαδικασία αναπαραγωγής.

3. Χάριν των προηγούμενων δυνατοτήτων επεξεργασίας τα συστήματα εγγραφής σε σκληρό δίσκο είναι ιδανικά για θέματα όπως αυτό της συναρμολόγησης ενός τελικού track από τα περιεχόμενα πολλών άλλων ή της αντιγραφής και μεταφοράς ηχογραφημένων τμημάτων από ένα μέρος του τραγουδιού σε ένα ή περισσότερα άλλα. (π.χ. αν μας αρέσει η ερμηνεία του τραγουδιστή στο ρεφρέν μπορούμε να την χρησιμοποιήσουμε σε όλες του τις επαναλήψεις).

γ. Η μίξη

Μετά την ολοκλήρωση των εγγραφών ακολουθεί η μίξη. Ο μεγάλος αριθμός εγκατεστημένων συστημάτων ψηφιακής εγγραφής σε ταινία προσφέρει πλήθος επιλογών σε ό,τι αφορά το χώρο που θα επιλεγεί για τη μίξη της μουσικής. Η διαδικασία της μίξης έχει πολλές απαιτήσεις και όσο πιο ευέλικτα εργαλεία έχουμε στη διάθεσή μας τόσο καλύτερα θα μπορέσουμε να επεξεργαστούμε τις διαφορετικές πτυχές της μουσικής. Στη μίξη, τα συστήματα εγγραφής σε σκληρό δίσκο και μάλιστα εκείνα που στηρίζουν τη λειτουργία τους στη χρήση υπολογιστή, υπερέχουν σε δυνατότητες επεξεργασίας έναντι των άλλων.

Η χρήση συστημάτων εγγραφής σε σκληρό δίσκο προσφέρει στη μίξη τα ακόλουθα πλεονεκτήματα :

1. Τη διερεύνηση εναλλακτικών εκδοχών της μουσικής φόρμας χωρίς το φόβο αλλοίωσης του πρωτότυπου υλικού (Non Destructive Editing).

2. Τη γραφική-υπό μορφή κυματομορφής-απεικόνιση, της πληροφόρησης των tracks και τη δυνατότητα αφαίρεσης ανεπιθύμητων θορύβων ή κατάλοιπων προηγούμενων εγγραφών (Mouth Noises, Glitches, κ.λπ.).

3. Τη δυνατότητα επαναληπτικής χρήσης επιλεγμένων τμημάτων της μουσικής στα διαφορετικά μέρη της μουσικής φόρμας.

4. Τη δυνατότητα βελτιστοποίησης του δυναμικού εύρους και ομαλοποίησης των μεταβάσεων στα μέρη που έχετε επεξεργαστεί (Normalize & Crossfade).

5. Την επέκταση των δυνατοτήτων του συστήματος σε ό,τι αφορά την επεξεργασία σήματος με τη χρήση (Plug-In's).

6. Δυνατότητα εγγραφής όσων tracks θέλουμε (Virtual Tracks). Ο αριθμός των virtual tracks που μπορούμε να γράψουμε εξαρτάται από τη χωρητικότητα του σκληρού μας δίσκου και δεν πρέπει να συγχέεται με τον αριθμό των tracks που μπορούμε να αναπαράγουμε ταυτόχρονα.

7. Τη δυνατότητα συνεργασίας του προγράμματος με προγράμματα άλλων κατασκευαστών.

8. Την άμεση πρόσβαση στο σημείο που θέλουμε (Random Access).

9. Τη δυνατότητα ανάκλησης των εντολών μας (Undo).

10. Τη δυνατότητα αποθήκευσης διαφορετικών εκδοχών.

δ. mastering

Μετά την ολοκλήρωση των μίξεων ακολουθεί η διαδικασία του mastering. Οι όποιες τελικές επεμβάσεις στο τελικό master προϋποθέτουν τα άριστα εργαλεία και τίποτα δεν συγκρίνεται με τις δυνατότητες που προσφέρουν τα συστήματα εγγραφής και επεξεργασίας που στηρίζουν τη λειτουργία τους στη χρήση υπολογιστή.

Βασικές λειτουργίες των συστημάτων εγγραφής σε σκληρό δίσκο με ή χωρίς υπολογιστή

α. Εγγραφή & Αναπαραγωγή

Αν γνωρίζετε το χειρισμό του μηχανισμού κίνησης ενός κασετοφώνου ή CD player γνωρίζετε σε μεγάλο βαθμό τον τρόπο χειρισμού του μηχανισμού κίνησης των συστημάτων εγγραφής σε σκληρό δίσκο (Play, Record, Rewind, Fast Forward, Pause κ.λπ.). Αν το σύστημα είναι αυτόνομο, έχετε να κάνετε με ένα πραγματικό μηχανισμό

κίνησης αν δε στηρίζει τη λειτουργία του σε υπολογιστή με την προσομοίωσή του, σε γραφικό περιβάλλον. Σε αντίθεση με τα συστήματα εγγραφής σε ταινία, τα συστήματα εγγραφής σε σκληρό δίσκο εξασφαλίζουν την άμεση μετάβασή μας σε οποιοδήποτε τμήμα της πληροφόρησης (Random Access). Τα σύγχρονα συστήματα επιτρέπουν την ταυτόχρονη εγγραφή και αναπαραγωγή πολλών tracks.

Αυτό που ξεχωρίζει τα συστήματα εγγραφής σε σκληρό δίσκο από αυτά της ταινίας είναι η διαφοροποίηση του αριθμού των tracks που μπορούμε να αποθηκεύσουμε από αυτόν που μπορούμε να αναπαράγουμε ταυτόχρονα. Ο αριθμός των tracks που μπορούμε να αποθηκεύσουμε εξαρτάται από τη χωρητικότητα του/των δίσκων μας ενώ ο αριθμός αυτών που μπορούμε να αναπαράγουμε ταυτόχρονα από τις δυνατότητες του συστήματός μας (επεξεργαστής, προδιαγραφές σκληρού δίσκου, διαθέσιμη RAM, audio διασυνδετικό κ.α.).

β. Ψηφιακή επεξεργασία

Τα συστήματα εγγραφής σε σκληρό δίσκο ανοίγουν νέους ορίζοντες στον τομέα της επεξεργασίας. Όσοι γνώρισαν τα αναλογικά μαγνητόφωνα θα θυμούνται ότι η μεταβολή της μουσικής φόρμας χρειαζόταν το μαρκάρισμα της ταινίας με μολύβι και εν συνεχεία το κόψιμο και την επανακόλλησή της με την επιθυμητή σειρά. Η διαδικασία αυτή απαιτούσε πείρα και ατσάλινα νεύρα μιας και το οποιοδήποτε λάθος μπορούσε να αποβεί μοιραίο αλλά και ιδιαίτερα δαπανηρό αν αφορούσε την επεξεργασία ενός master tape. Οι ψηφιακοί εγγραφείς ταινίας και ιδιαίτερα τα συστήματα εγγραφής σε σκληρό δίσκο διευκολύνουν την επεξεργασία χάριν της δυνατότητας χρήσης των δεικτών (Pointers).

Οι δείκτες είναι τα σημεία αναφοράς που, σε μορφή λίστας, αναφέρονται στα διαφορετικά σημεία αποθήκευσης στο σκληρό δίσκο πληροφόρησης, που θέλουμε να μαρκάρουμε. Η λίστα των δεικτών (Playlist) ορίζει τη σειρά αναπαραγωγής των μαρκαρισμένων τμημάτων πληροφόρησης χωρίς να επηρεάζει το πρωτότυπο υλικό. Με αυτό τον τρόπο μπορούμε να δοκιμάσουμε κάθε είδους πιθανή εκδοχή σύνδεσης των τμημάτων μιας σύνδεσης.

Οι εντολές επεξεργασίας από την άλλη χωρίζονται σε αυτές των οποίων τα αποτελέσματα δεν επηρεάζουν το πρωτότυπο υλικό (Non Destructive Editing) και σε αυτές που το επηρεάζουν (Destructive Editing). Οι εντολές αντιγραφής ή κοπής για παράδειγμα δεν επηρεάζουν την πρωτότυπη πληροφόρηση αλλά τους δείκτες που

αναφέρονται σε αυτήν. Στον αντίποδα εντολές όπως αυτές που εμπίπτουν στην επεξεργασία του δυναμικού εύρους του ηχητικού σήματος (Compressing, Limiting και EQ) μεταβάλλουν το πρωτότυπο υλικό. Εξαρτωμένων των δυνατοτήτων κάθε συστήματος οι εντιλές επεξεργασίας εκτελούνται :

1. Σε πραγματικό χρόνο κατά τη διάρκεια αναπαραγωγής της πληροφορίας.
2. Σε μη πραγματικό χρόνο: Η αναπαραγωγή της πληροφορίας πρέπει να διακοπεί για όση ώρα ο επεξεργαστής επεξεργάζεται την πληροφορία.

2.7.3 Είδη Audio Αρχείων – Τεχνικές Συμπίεσης

Είδη Audio Αρχείων

Είναι πολλά και διαφορετικά τα είδη των αρχείων ήχου που συναντάμε στις διαφορετικές πλατφόρμες και φυσικά το διαδίκτυο. Πέραν της αναφοράς σε μερικά από τα βασικότερα, παραθέτονται παρακάτω και οι ονομασίες διαφόρων άλλων τύπων αρχείων ήχου.

AIFF and AIFF C, Amiga IFF (8SVX), Audio CD Tracks, AVR, DVI ADPCM, EPOC 32, GSM 6.10, IMA ADPCM, IRCAM, Amiga MOD, MPEG Audio, PARIS, PSION sound, Sound Blaster VOC, Sound Designer, Sound Designer II, SoundCap, SoundEdit, Sun Audio (AU) and NEXT, Studio Session Instrument, System 7 and «snd», Windows WAVE, Quick Time, κ.α.

Στο διαδίκτυο οι δημοφιλέστεροι τύποι αρχείων ήχου είναι: .au/uLaw/MuLaw, .aiff, .mp3, .ra(RealAudio), .wav

AIFF (Audio File Format)

Αυτό το είδος αρχείου αναπτύχθηκε από την Apple σε συνεργασία με διάφορες εταιρίες ανάπτυξης λογισμικού. Υποστηρίζει μη συμπίεμένο μονοφωνικό, στερεοφωνικό και πολυκάναλο ήχο σε διαφορετικές συχνότητες δειγματοληψίας και αναλύσεις περιλαμβανομένου και του CD standard (16bit/44.1KHz). Στο περιβάλλον Macintosh τα αρχεία Aiff υποστηρίζονται από επαγγελματικές audio εφαρμογές όπως το ProTools της Digidesign αλλά αλλά και Multimedia εφαρμογές όπως το Director της Micromedia. Στο περιβάλλον PC όλο και περισσότερα προγράμματα υποστηρίζουν τα αρχεία Aiff.

AIFF-C

Ένα είδος αρχείου της Apple που υποστηρίζει συμπιεσμένο και μη audio. Ένα αρχείο Aiff-C μπορεί να συμπιεστεί με την τεχνική MACE ή IMA/ADPCM με σχέσεις ως 6:1 με την ανάλογη απώλεια στην ποιότητα του ήχου.

AU

Αναπτύχθηκε από την Sun Microsystems. Αρκετές audio εφαρμογές σε περιβάλλον Mac & PC αναγνωρίζουν τα αρχεία αυτά που υποστηρίζουν μονοφωνικό και στερεοφωνικό ήχο με ανάλυση 8 ή 16 bits και συχνότητα δειγματοληψίας από 8 μέχρι 48 KHz. Για την συμπίεσή τους μπορούν να χρησιμοποιηθούν οι τεχνικές συμπίεσης ADPCM & μLaw.

Quick Time

Αποτελεί επέκταση του λογισμικού συστήματος της Apple. Με τη χρήση του μπορούμε να μεταφέρουμε όχι μόνο κινούμενη εικόνα αλλά και ήχο. Με το κατάλληλο λογισμικό μπορούμε να εισάγουμε αρχεία τύπου Aiff, SND & sound Edit στο Quick Time και να τα ακούσουμε. Τα αρχεία Quick Time υποστηρίζονται από πολλές Multimedia εφαρμογές και πολλά audio προγράμματα (Sound Edit, Deck II κ.α). Τέλος Quick Time Movies μπορούμε να παίζουμε και στα Windows με τη χρήση του Quick Time Movie Converter.

RealAudio

Το format αυτό αναπτύχθηκε από την Progressive Network και πρωτοπαρουσιάστηκε το 1995. Είναι ένα αποκλειστικό format σχεδιασμένο για την αναπαραγωγή audio μέσω του Internet σε πραγματικό χρόνο. Αν διαθέτουμε Plug-In RealAudio Player μπορούμε να ακούσουμε ή να μεταφέρουμε τα RealAudio αρχεία των Web εγκαταστάσεων σε πραγματικό χρόνο. Με το RealAudio μπορούμε να ακούσουμε ειδήσεις ή και ραδιόφωνο μέσω του Internet. Το RealAudio χρησιμοποιεί διαφόρους αλγορίθμους συμπίεσης για τη βελτιστοποίηση της ηχητικής απόδοσης με τη χρήση modem διαφορετικών ταχυτήτων.

WAV (Wave Audio Format)

Αποτελεί ένα από τα δημοφιλέστερα είδη αρχείων για την ανταλλαγή αρχείων Digital Audio στο περιβάλλον PC. Τα αρχεία WAV υποστηρίζουν μονοφωνικό ή πολυκάναλο ήχο με ανάλυση 8bit ή 16bit και διαφορετικές συχνότητες δειγματοληψίας περιλαμβανομένης και αυτής των 44.1KHz. Η συχνότερα χρησιμοποιούμενη μέθοδος για τη συμπίεση των αρχείων WAV είναι η IMA/ADPCM. Σε περιβάλλον Windows τα αρχεία WAV υποστηρίζονται από προγράμματα επεξεργασίας ήχου όπως το Wave Lab της Steinberg, το Sound Forge της Sonic Foundry αλλά και Multimedia εφαρμογές. Σε περιβάλλον Mac όλο και περισσότερα προγράμματα υποστηρίζουν τα αρχεία WAV (π.χ. SoudEdit της Macromedia, Peak κ.α.).

Τεχνικές συμπίεσης των αρχείων Audio

Προκειμένου να εξοικονομηθεί χώρος και να επιταχυνθεί η μεταφορά αρχείων audio χρησιμοποιούνται διάφορες τεχνικές συμπίεσης. Στην πλειοψηφία τους οι αλγόριθμοι συμπίεσης υποβαθμίζουν σε κάποιο βαθμό την ηχητική ποιότητα των αρχείων audio.

Οι ευρύτερα χρησιμοποιούμενες τεχνικές συμπίεσης για μεταφορά αρχείων audio στον υπολογιστή είναι οι ακόλουθες: 24-bit integer, 32-bit floating point, 32-bit integer, 64-bit floating point, μLaw 2:1, AU, IMA 4:1, MACE 3:1, MACE 6:1, MS ADPCM, QDesign Music 2, Qualcomm PureVoice, MPEG. Οι κυριότερες από αυτές αναλύονται στη συνέχεια.

α. MACE (Macintosh Audio Compression/ Expansion)

Ο αλγόριθμος αυτός περιλαμβάνεται στο λογισμικό συστήματος του Macintosh. Χρησιμοποιείται με Digital Audio Files 8bit και επιτρέπει τη συμπίεση τους με σχέσεις που κυμαίνονται από 3:1 ως 6:1. Η ταχύτητα συμπίεσης και αποσυμπίεσης των αρχείων είναι εξαιρετικά γρήγορη αλλά η ποιότητα ήχου μέτρια.

β. ADPCM (Adaptive Differential Pulse Code modulation)

Ο αλγόριθμος αυτός χρησιμοποιείται για τη συμπίεση/ αποσυμπίεση αρχείων 16bit. Η ποιότητα του ήχου παραμένει καλή και μετά τη συμπίεση. Η ταχύτητα συμπίεσης και αποσυμπίεσης των αρχείων είναι μέτρια. Η μέθοδος αυτή με σχέση συμπίεσης 1:4 είναι ιδιαίτερα διαδεδομένη στις εφαρμογές πολυμέσων.

γ. μLaw

Είναι ο αλγόριθμος που χρησιμοποιείται συχνότερα στο Internet. Υποστηρίζεται από όλες τις μεγάλες πλατφόρμες (Mac, Pc, κ.α.). Ο αλγόριθμος μLaw χρησιμοποιεί σχέση 2:1 για τη συμπίεση αρχείων 16bit σε 8bit. Η συχνότητα δειγματοληψίας που υποστηρίζει είναι 8Khz και η ποιότητα του ήχου πολύ μέτρια.

δ. MPEG (Moving Picture Expert Group)

Αφορά μία τεχνική συμπίεσης που τυποποιήθηκε το 1992 και χρησιμοποιείται σήμερα ευρέως για τη συμπίεση αρχείων Audio, Video & Animation. Η μέθοδος αυτή επιτυγχάνει τη δραστική μείωση του όγκου των αρχείων, χωρίς να προκαλεί σημαντικές απώλειες στην ποιότητα του ήχου, αποτελεί δε μία από τις πιο διαδεδομένες μορφές συμπίεσης στο internet. Κυκλοφορούν πολλές εφαρμογές για την αναπαραγωγή αρχείων audio που έχουν συμπιεστεί με MPEG (MPEG Player).

Ερωτήσεις και απαντήσεις για τα Audio αρχεία

Όπως τα πρώτα χρόνια του πρωτοκόλλου MIDI, έτσι και τώρα, στα του ψηφιακού ήχου θέματα, συναντά κανείς αρκετή σύγχυση. Η σωστή κατανόηση των βασικών αρχών και πλεονεκτημάτων της διαχείρισης ήχου σε ψηφιακή μορφή, επιβάλλει την αναφορά μας στα ζητήματα εκείνα που δείχνουν να αποτελούν τη πηγή της σύγχυσης μας.

Τα αντίγραφα των αρχείων ήχου στον υπολογιστή είναι πάντα τέλεια αντίγραφα ;

Πριν την εποχή του ψηφιακού ήχου τα αντίγραφα γίνονταν με αναλογικό τρόπο και αυτό είχε σαν αποτέλεσμα την υποβάθμιση της ποιότητας του πρωτογενούς σήματος με κάθε αντιγραφή. Η αντιγραφή ενός αρχείου ήχου στον υπολογιστή ακολουθεί τελείως διαφορετικό σκεπτικό από αυτό των αναλογικών αντιγράφων και αυτό δεν πρέπει να τα συγχέουμε. Όταν αντιγράψουμε ένα αρχείο στον υπολογιστή είτε αυτό είναι αρχείο ήχου, κειμένου, πρόγραμμα σε μορφή shareware, κ.λπ., το λειτουργικό σύστημα οφείλει να διασφαλίσει ότι κάθε ψηφιολέξη δεδομένων αντιγράφεται σωστά. Στη σπάνια περίπτωση που στη διάρκεια της αντιγραφής

διαπιστωθεί λάθος, ο υπολογιστής μας ενημερώνει άμεσα. Πρέπει λοιπόν να γνωρίζουμε ότι όταν αντιγράφουμε αρχεία ήχου από ένα σκληρό δίσκο σε έναν άλλο ή κάνουμε αντίγραφα σε ταινία ή CD τα αντίγραφα αυτά είναι πανομοιότυπα με το πρωτότυπο.

Όλες οι μέθοδοι συμπίεσης υποβαθμίζουν την ποιότητα ήχου ;

Η απάντηση είναι όχι. Φορμά όπως το διάσημο MP3 που άλλαξε την όψη της μουσικής βιομηχανίας αλλά και αρκετά άλλα, επιτυγχάνουν τη σε διαφορετικό βαθμό μείωση του μεγέθους των αρχείων εις βάρος της ποιότητας του ήχου. Οι διαφορετικοί αλγόριθμοι που χρησιμοποιούνται ξεχωρίζουν κατά την κωδικοποίηση και κρατούν τα τμήματα της πληροφόρησης που θεωρούν χρήσιμα ενώ αγνοούν τα άλλα. Τέτοια προγράμματα, σε αντίθεση με αυτά που θα αναφερθούν στη συνέχεια, επιτρέπουν την άμεση αναπαραγωγή συμπιεσμένων αρχείων ήχου. Υπάρχουν όμως και προγράμματα συμπίεσης όπως το Zap της Emagic και το TrackPac της Waves που, ενώ μειώνουν το μέγεθος των αρχείων ήχου αισθητά, δεν αλλοιώνουν την ποιότητα. Τα γενικής χρήσης προγράμματα συμπίεσης δεδομένων όπως το WinZip της WinZip Computing's για PC και το Stuffit της Aladdin Systems για Mac, μειώνουν το αρχικό μέγεθος περίπου στο ήμισυ, χωρίς να αλλοιώνουν την ποιότητα των αρχείων ήχου (στα προγράμματα αυτά τα αρχεία ήχου τυγχάνουν της ίδιας μεταχείρισης που τυγχάνουν τα αρχεία επεξεργασίας κειμένου, βάσης δεδομένων, κ.α.). Επομένως, πριν τη χρήση τους είναι απαραίτητη η αποσυμπίεσή τους.

Αν τα προϊόντα δυο κατασκευαστών χρησιμοποιούν την ίδια ανάλυση (π.χ. 24-bit) η ποιότητα ήχου τους θα είναι η ίδια ;

Όχι. Κάτι τέτοιο δεν ισχύει. Η αλήθεια είναι ότι ένα καλοσχεδιασμένο ψηφιακό σύστημα με ανάλυση 16-bit μπορεί να έχει καλύτερο ήχο από ένα φτωχά σχεδιασμένο σύστημα με ανάλυση 24-bit. Δυο από τους σημαντικότερους παράγοντες που επηρεάζουν την ποιότητα ήχου είναι η ποιότητα των μετατροπών ψηφιακού σήματος σε αναλογικό και αναλογικού σε ψηφιακό και η ποιότητα του κυκλώματος του ρολογιού (Clock-Circuit). Αυτό που πρέπει να θυμόμαστε είναι ότι η ποιότητα των αναλογικών τμημάτων των ψηφιακών συστημάτων παίζει καθοριστικό ρόλο για την ποιότητα της απόδοσής τους.

Τα ρολόγια των ψηφιακών συσκευών είναι όλα το ίδιο ακριβή;

Και εδώ η απάντηση είναι αρνητική. Ιδανικά θα έπρεπε η εγγραφή και αναπαραγωγή των δειγμάτων να γίνεται σε ακριβή χρονικά, ίσα μεταξύ τους, διαστήματα που καθορίζονται από κάθε παλμό του ρολογιού της ψηφιακής συσκευής (Word Clock). Για παράδειγμα ένα σύστημα στα 44.1KHz πρέπει να δειγματίζει το εισερχόμενο ηχητικό σήμα 44.100 φορές κάθε δευτερόλεπτο. Στην πραγματικότητα ο χρονισμός των ρολογιών των ψηφιακών συστημάτων δεν είναι πάντα ακριβής, με αποτέλεσμα κάθε παλμός να είναι λίγο πίσω ή λίγο μπροστά από το χρόνο που θεωρητικά θα έπρεπε να βρίσκεται. Η διαφορά ανάμεσα στον ιδανικό χρονισμό και αυτόν του ρολογιού κάθε συσκευής, είναι γνωστή με τον όρο jitter και προκαλεί την παραμόρφωση του σχήματος της κυματομορφής του ήχου που δειγματίζουμε. Όταν σε ένα ψηφιακό σύστημα γράφουμε μία αναλογική πηγή το jitter που είχαμε κατά την εγγραφή θα εμφανιστεί κατά την αναπαραγωγή και, ανάλογα με το μέγεθός του, τα αποτελέσματα της παραμόρφωσης θα είναι ακουστά. Κάθε ψηφιακή συσκευή σε κάποιο βαθμό-άλλες περισσότερο και άλλες λιγότερο-παράγουν jitter. Στην περίπτωση που το σήμα περνά από πολλές συσκευές (επεξεργαστές σήματος, μίκτες, κ.α.) τότε το αποτέλεσμα στην παραμόρφωση είναι αθροιστικό. Σε αντίθεση, όταν γράφουμε από μία ψηφιακή συσκευή σε μία άλλη και με την προϋπόθεση ότι η πληροφόρηση βρίσκεται σε ψηφιακή μορφή το jitter δεν γράφεται.

Τα ψηφιακά αντίγραφα είναι τέλεια αντίγραφα;

Όχι πάντα. Σε αντίθεση με την περίπτωση της αντιγραφής αρχείων στο περιβάλλον του υπολογιστή, όπου αν συμβεί κάποιο λάθος, μπορούμε να δοκιμάσουμε εκ νέου την αντιγραφή, στην αντιγραφή ήχου μεταξύ διαφορετικών συσκευών (π.χ. DAT, CD, ψηφιακό εγγραφέα ταινίας) αυτό δεν γίνεται, διότι δεν μπορούμε να διακόψουμε την εγγραφή στη μέση. Για τη διόρθωση των λαθών που συμβαίνουν κατά την αντιγραφή των ψηφίων 0 και 1 που αντιπροσωπεύουν τον ήχο, μεταξύ των συσκευών, γίνεται χρήση μεθόδων διόρθωσης σε πραγματικό χρόνο. Τις περισσότερες φορές και υπό κανονικές συνθήκες η διόρθωση είναι επιτυχής και δεν ακούμε καμιά διαφορά μεταξύ του πρωτότυπου και του αντιγράφου. Αν όμως η ταινία, για παράδειγμα, που χρησιμοποιούμε, δεν είναι σε άριστη κατάσταση ή οι κεφαλές του εγγραφέα δεν έχουν πρόσφατα καθαριστεί, μπορεί να υπάρξουν τόσα λάθη που οι αλγόριθμοι διόρθωσης δεν θα μπορούν να διορθώσουν με αποτέλεσμα την υποβάθμισή της ποιότητας του ήχου των αντιγράφων.

Άλλοι παράγοντες που μπορούν να επηρεάσουν την ποιότητα των αντιγράφων μας είναι η χρήση μη κατάλληλων ή ελαττωματικών καλωδίων και η λανθασμένη ρύθμιση της συχνότητας του word clock που πρέπει να είναι η ίδια σε όλες τις συσκευές.

2.7.4 Audio Drivers and Engines

Εισαγωγικά

Μπορεί τα προγράμματα οδήγησης να μην περιλαμβάνονται στα δημοφιλή προς συζήτηση θέματα της φιλολογίας περί υπολογιστών, κανείς όμως δεν μπορεί να αρνηθεί το σημαντικότερο ρόλο τους στο χειρισμό των περιφερειακών μονάδων κάθε συστήματος υπολογιστή.

Τα πρώτα προγράμματα εγγραφής και επεξεργασίας ήχου κυκλοφόρησαν στα μέσα της δεκαετίας του ογδόντα και επικοινωνούσαν στην πλειοψηφία τους, απευθείας με την κάρτα ήχου ή το ενσωματωμένο στη μητρική πλακέτα, audio τσιπ. Τα λειτουργικά συστήματα της εποχής επέτρεπαν τη χρήση ενός προγράμματος τη φορά και η απευθείας επικοινωνία δεν έδειχνε να παρουσιάζει πρόβλημα. Όταν λίγο αργότερα η αναβάθμισή τους κατέστησε δυνατή τη χρήση περισσότερων προγραμμάτων, η προσπάθεια μετάβασης από το ένα μουσικό πρόγραμμα στο άλλο, αποκάλυψε τα τρωτά σημεία της απευθείας επικοινωνίας. Προβλήματα όπως το πάγωμα των προγραμμάτων ή η κατάρρευση του λειτουργικού λύθηκαν με την ανάπτυξη προγραμμάτων οδήγησης (audio drivers) που ρόλο είχαν την απομόνωση του τμήματος παραγωγής ήχου (audio hardware) από το πρόγραμμα που απευθύνετο σε αυτό. Αντί της άμεσης επικοινωνίας, τα μουσικά προγράμματα επικοινωνούσαν με το λειτουργικό σύστημα, αυτό με τον οδηγό audio και ο οδηγός με τη σειρά του με το τμήμα παραγωγής ήχου.

Η απλούστερη κατηγορία οδηγών audio είναι εκείνη που οι δυνατότητές της περιορίζονται στην εξυπηρέτηση ενός προγράμματος τη φορά. Όπως είναι φυσικό την επικοινωνία με τον οδηγό εξασφαλίζει το πρόγραμμα που τη διεκδικεί πρώτο. Αν στη συνέχεια ένα άλλο πρόγραμμα προσπαθήσει να επικοινωνήσει μαζί του, λαμβάνει σήμα κατειλημμένου. Αυτό σημαίνει ότι για όση ώρα το πρώτο πρόγραμμα επικοινωνεί με τον οδηγό, το δεύτερο δεν θα μπορεί να γράψει ή να αναπαράγει ήχο.

Η αδυναμία πρόσβασης στον οδηγό audio επιβεβαιώνεται συχνά από ένα μήνυμα επί της οθόνης μας που αναφέρει ότι ο οδηγός δεν είναι διαθέσιμος γιατί χρησιμοποιείται από κάποιο άλλο πρόγραμμα.

Μία άλλη κατηγορία οδηγών που και αυτή εξυπηρετεί ένα πρόγραμμα τη φορά, επιτρέπει στο χρήστη να επικοινωνεί με τον οδηγό audio μέσα από το πρόγραμμα που επιλέγει να χρησιμοποιήσει. Αυτή η κατηγορία οδηγών, αν και για μία κατηγορία παιχνιδιών ή σερφάρισμα στο διαδίκτυο, κρίνεται ανεπαρκής για εργασία με μουσικά προγράμματα (αν για παράδειγμα και ενώ χρησιμοποιούμε ένα συνθετητή σε μορφή λογισμικού, επιλέξουμε ένα άλλο μουσικό πρόγραμμα, αυτό θα επικοινωνήσει με τον οδηγό, διακόπτοντας όμως απότομα τον ήχο του συνθετητή).

Μία πιο προχωρημένη γενιά οδηγών audio, που μέχρι πρόσφατα αποτελούσε μειοψηφία, είναι σήμερα σε θέση να εξυπηρετήσει πολλά προγράμματα που παίζουν και ηχογραφούν ταυτόχρονα.

Τα τελευταία χρόνια η Apple (MacOS) και η Microsoft (Windows) προχώρησαν στην υποστήριξη ήχου των λειτουργικών τους συστημάτων. Στο λειτουργικό σύστημα MacOS και πιο συγκεκριμένα στο περιβάλλον Classic MacOS έχουμε τον οδηγό Sound Manager, ενώ στο περιβάλλον MacOS X τον οδηγό CoreAudio. Στον αντίποδα, στο λειτουργικό σύστημα Windows έχουμε τον οδηγό Multi Media Extension driver και τον πιο πρόσφατο Windows Drive Model driver (Windows 98SE, ME, 2000, XP). Σήμερα το QuickTime και το DirectSound εξασφαλίζουν τη δυνατότητα αναπαραγωγής μέχρι 6 καναλιών ήχου και βίντεο. Από την άλλη, συστήματα που προορίζονται για μουσική σύνθεση και επεξεργασία, χρησιμοποιούν οδηγούς audio που στηρίζουν τη λειτουργία τους σε πιο εξελιγμένες, συχνά μη συμβατές μεταξύ τους τεχνολογίες.

Audio drivers στο MacOS. Η πρωτοπορία της Apple

Ο ήχος ανέκαθεν αποτελούσε τμήμα της εμπειρίας του να δουλεύει κανείς με υπολογιστή Apple Macintosh. Στα αρχικά μοντέλα δεν χρειαζόταν οδηγοί audio διότι όλα τους ανεξαιρέτως χρησιμοποιούσαν το ίδιο τσιπ ήχου (sound chip). Όταν αργότερα άρχισαν οι διαφοροποιήσεις, η Apple για τη διαχείριση του ενσωματωμένου ήχου, ανέπτυξε τον οδηγό Sound Manager. Η δυνατότητα 16-bit στερεοφωνικής εγγραφής και αναπαραγωγής ήχου αποτελεί μέρος του στάνταρ εξοπλισμού των Apple Macintosh από το 1993. Αρκετοί κατασκευαστές καρτών ήχου

αναπτύσσουν οδηγούς συμβατούς με το Sound Manager για τα προϊόντα τους. Επειδή ο αριθμός των καναλιών που εξυπηρετεί το Sound Manager περιορίζεται σε δυο, όταν οι εξελίξεις σηματοδότησαν την ανάγκη περισσότερων καναλιών, ορισμένοι κατασκευαστές ανέπτυξαν μηχανές ήχου (Audio Engines) που ήσαν σε θέση να εκτελούν περισσότερες και πιο σύνθετες λειτουργίες από τους οδηγούς audio (διαχείριση streaming audio από /προς το σκληρό δίσκο, επεξεργασία σήματος, αυτοματισμό, κ.α.).

Αν και αρχικά τα audio engines αναπτύχθηκαν για συγκεκριμένα hardware και software προϊόντα, σήμερα αρκετά εξ' αυτών είναι συμβατά και με προϊόντα άλλων κατασκευαστών.

Audio drivers στα Windows

Τόσο στο περιβάλλον DOS όσο και τις πρώτες εκδόσεις των Windows δεν υπήρχαν audio standards με αποτέλεσμα να πρέπει τα προγράμματα για κάθε μία κάρτα ήχου που υποστήριζαν να εξασφαλίζουν και τον αναγκαίο τρόπο επικοινωνίας.

1. O MME Driver

Το Windows Audio όπως είναι σήμερα γνωστό έκανε το ντεμπούτο του σαν μία προσθήκη της έκδοσης των Windows 3.0 με την ονομασία MultiMedia Extensions. Εκεί άρχισε τη ζωή του ο οδηγός WAV. Ο Multimedia driver των Windows παραμένει έως και σήμερα ευρύτατα διαδεδομένος. Όπως και το Sound Manager της Apple έτσι και ο WAV driver των Windows περιορίζει τον αριθμό των καναλιών σε δύο.

2. O DirectSound Driver

Σε μια προσπάθεια αναβάθμισης του MME η Microsoft εγκαινίασε το DirectSound υπό μορφή προσθήκης στα Windows 95. Το DirectSound αποτελεί τμήμα της τεχνολογίας DirectX τμήματα της οποίας είναι τα DirectDraw και Direct3D για γραφικά και τα DirectSound και DirectSound3D για ήχο. Το DirectSound σχεδιάστηκε ώστε να προσφέρει ένα τρόπο μίξης πολλών σημάτων ήχου σε μία στερεοφωνική έξοδο με μικρό λανθάνοντα χρόνο (latency) και αποτελεί αναπόσπαστο τμήμα όλων των εκδόσεων που ακολούθησαν τα Windows 95.

Η πλέον πρόσφατη έκδοση του DirectSound είναι το DirectSound 8. Το πακέτο DirectX περιλαμβάνει οδηγούς για video, game controllers και πολλές κάρτες ήχου. Την πλέον πρόσφατη έκδοση του DirectSound μπορείτε να κατεβάσετε από το δικτυακό τόπο της Microsoft στη διεύθυνση www.microsoft.com/directX. Το Direct 8 και η έκδοση των Windows ME προσθέτουν πολυκάναλη υποστήριξη για παιχνίδια που χρησιμοποιούν τέσσερα κανάλια και DVD playback (5.1 channel).

Οι πρώτες εκδόσεις του DirectSound έπαιζαν ήχο μόνο από την εφαρμογή που βρίσκονταν στο προσκήνιο ενώ οι πιο πρόσφατες μπορούν να μιξάρουν ήχο από πολλά προγράμματα μαζί. Η Microsoft, στην προσπάθειά της να ενοποιήσει τα ποικίλα είδη οδηγών που χρησιμοποιούνται στις διαφορετικές εκδόσεις των Windows, δημιούργησε την αρχιτεκτονική Windows Drive Model, ένα σύστημα αναπαραγωγής digital audio που αποτελεί τμήμα των Windows 98SE, Windows ME και Windows 2000. Οι δυνατότητες του WDM εκτείνονται πολύ πέρα αυτών που συναντάμε στους οδηγούς audio και περιλαμβάνουν την εξομείωση των λειτουργιών μίας κάρτας ήχου SoundBlaster Pro και έναν οδηγό για ηχεία USB. Σε ό,τι αφορά την αξιοποίηση του WDM σε μουσικές εφαρμογές ο μεταξύ 30 και 80ms λανθάνον χρόνος που προστίθεται στην τελική έξοδο ήχου, τον καθιστά προς το παρόν ακατάλληλο. Αρκετοί κατασκευαστές μουσικού λογισμικού και καρτών ήχου συνεργάζονται ήδη με την Microsoft σε αναζήτηση λύσης στο εγγύς μέλλον.

Σημείωση

Ο λανθάνον χρόνος (Latency) αναφέρεται στο χρονικό διάστημα των χιλιοστών του δευτερολέπτου που μεσολαβεί από τη στιγμή που το προς εγγραφή σήμα εμφανίζεται στην είσοδο της κάρτας ήχου έως ότου, μέσω του λειτουργικού συστήματος και του προγράμματος, οδηγηθεί στην έξοδό της. Πιο συγκεκριμένα, το ηχητικό σήμα φθάνει στην είσοδο ενός αυτόνομου ή ενσωματωμένου στην κάρτα διασυνδετικού, ταξιδεύει από τον αναλογικό σε ψηφιακό μετατροπέα και, ψηφιακά διαμέσου του διασυνδετικού στο δίαυλο (PCI, FireWire ή USB) και από εκεί στη μητρική κάρτα και το λειτουργικό σύστημα που φιλοξενεί τον οδηγό της κάρτας και το μουσικό πρόγραμμα. Από εκεί το σήμα θα ακολουθήσει την αντίθετη πορεία για να φτάσει στον μετατροπέα ψηφιακού σήματος σε αναλογικό από όπου και θα οδηγηθεί σαν αναλογικό σήμα στις εξόδους ήχου.

Αρκετοί κατασκευαστές για να παρακάμψουν τα όποια προβλήματα συνεπάγεται ο αυξημένος λανθάνον χρόνος παρέχουν εναλλακτικά τη δυνατότητα ακρόασης του σήματος εισόδου απευθείας μέσω του hardware της κάρτας. Μοναδικό μειονέκτημα της λύσης αυτής είναι ότι δεν μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε τα Plug-In εφέ του προγράμματος κατά την εγγραφή.

Κεφάλαιο 3 – Το Πρωτόκολλο MIDI

3.1 MIDI : 1^η Ενότητα

3.1.1 Ιστορική Αναδρομή

Στις αρχές της δεκαετίας του 80 σχεδόν όλοι πια οι συνθετητές στήριζαν τη λειτουργία τους στη χρήση μικροεπεξεργαστών και εκτελούσαν χρήσιμες λειτουργίες (π.χ. η σάρωση του κλαβιέ για να διαπιστωθεί ποιές νότες παίζονται, η αποστολή της πληροφορίας στο τμήμα παραγωγής ήχου κ.α.). Κάθε κατασκευαστής είχε το δικό του, αποκλειστικό τρόπο προγραμματισμού του μικροεπεξεργαστή που χρησιμοποιούσε στα προϊόντα του. Αυτό είχε σαν αποτέλεσμα τα προϊόντα διαφορετικών κατασκευαστών να μην συνεργάζονται μεταξύ τους. Αν με το Sequencer θέλαμε να χρησιμοποιήσουμε τον συνθετητή μίας άλλης εταιρίας, ήταν αδύνατο, διότι κάθε κατασκευαστής χρησιμοποιούσε διαφορετικές μεθόδους για την αποστολή και αποδοχή των μηνυμάτων ελέγχου.

Η αδυναμία επικοινωνίας μεταξύ των προϊόντων διαφορετικών κατασκευαστών είχε σαν αποτέλεσμα την επιβράδυνση των εξελίξεων και την απώλεια κερδών. Με αφορμή το αδιέξοδο αυτό, στελέχη πέντε εταιριών άρχισαν να εξετάζουν μία πραγματικά ριζοσπαστική ιδέα: Τι θα γινόταν αν όλοι οι μικροεπεξεργαστές μιλούσαν την ίδια γλώσσα; Θα μπορούσαμε να συνδέσουμε με ένα καλώδιο δύο διαφορετικούς συνθετητές και παίζοντας στο κλαβιέ του πρώτου, να αναγνωρίσει ο δεύτερος τα μεταδιδόμενα μηνύματα, έτσι ώστε η εκτέλεση να γινόταν στο δικό του κλαβιέ;

Αυτό που σήμερα θεωρείται το α των δυνατοτήτων της γλώσσας MIDI, ήταν τότε αρκετό για να σηματοδοτήσει την ουσιαστική διερεύνηση της δημιουργίας μίας κοινά αντιληπτής από τους μικροεπεξεργαστές, γλώσσας. Η συνεργασία των κατασκευαστών οδήγησε τελικά στη δημιουργία του πρωτοκόλλου επικοινωνίας του διασυνδεδετικού MIDI που συναντάται και με τις ακόλουθες ονομασίες: MIDI Language, MIDI Code, MIDI Protocol, MIDI Specification και MIDI Standard.

Πέρασαν 16 ολόκληρα χρόνια αφότου ο πρώτος MIDI συνθετητής έκανε την εμφάνισή του στην αγορά (Prophet 600 της Sequential Circuits). Τα αρχικά M. I. D. I. (Musical Instrument Digital Interface) αναφέρονται σε ένα ψηφιακό

διασυνδετικό που επιτρέπει την εξ' αποστάσεως επικοινωνία και τον έλεγχο ηλεκτρονικών μουσικών οργάνων, ανεξαρτήτως κατασκευαστή, με τη βοήθεια του υπολογιστή.

3.1.2 Το διασυνδετικό MIDI

Η ανάγκη επικοινωνίας των διαφόρων μουσικών ηλεκτρονικών οργάνων τόσο μεταξύ τους, όσο και μεταξύ αυτών και του υπολογιστή ή ακόμη και συστημάτων εγγραφής ή συγχρονισμού, ανέδειξε και τελειοποίησε το πρωτόκολλο MIDI. Βλέποντας τη βασική αιτία δημιουργίας του, μπορούμε να φανταστούμε και τους βασικούς νόμους λειτουργίας του.

Το MIDI δεν είναι τίποτα άλλο παρά ένας κώδικας, που σε συνδυασμό με το κατάλληλο υλικό μέρος, μπορεί να κάνει διάφορες συσκευές να υπακούουν στις μουσικές-εκφραστικές ανάγκες του μουσικού εκτελεστή και όχι μόνο. Οποιαδήποτε παράμετρος μίας μουσικής εκτέλεσης μπορεί να εκφραστεί μαθηματικά και να αναπαρασταθεί με έναν αριθμό.

Το διασυνδετικό MIDI αποτελείται από το πρωτόκολλο επικοινωνίας του (Software) και το υλικό μέρος (Hardware). Το πρώτο περιέχει το σύνολο των εντολών που χρειάζονται για τη λεπτομερή περιγραφή της διάρθρωσης μίας μουσικής εκτέλεσης (MIDI Language), ενώ το δεύτερο περιγράφει τα ηλεκτρικά χαρακτηριστικά των κυκλωμάτων που παράγουν και ερμηνεύουν τη MIDI πληροφόρηση και προσδιορίζει τον τύπο των συνδετών και το είδος των καλωδίων που πρέπει να χρησιμοποιηθούν.

Όταν οι δημιουργοί του διασυνδετικού MIDI κλήθηκαν να σχεδιάσουν το υλικό του μέρους, ήλθαν αντιμέτωποι με μία σειρά επιλογών ως προς τις προδιαγραφές του. Κοινός πόθος όλων ήταν το διασυνδετικό MIDI να υιοθετηθεί διεθνώς, λύνοντας έτσι μία σειρά προβλημάτων που είχαν δημιουργήσει αδιέξοδο στην αγορά. Όπως είναι γνωστό, δεν υπάρχει νόμος που να υποχρεώνει τους κατασκευαστές ηλεκτρονικών μουσικών οργάνων να συμμορφωθούν με τις προδιαγραφές του διασυνδετικού MIDI. Είναι στη διακριτική ευχέρεια κάθε κατασκευαστή το αν και σε ποιο βαθμό θα συμμορφωθεί με αυτές. Όταν τέθηκε θέμα επιλογής μεταξύ του σειριακού ή του παράλληλου τρόπου για τη μετάδοση της MIDI πληροφόρησης, οι δημιουργοί του διασυνδετικού επέλεξαν το σειριακό. Η σκέψη ότι η αποδοχή του

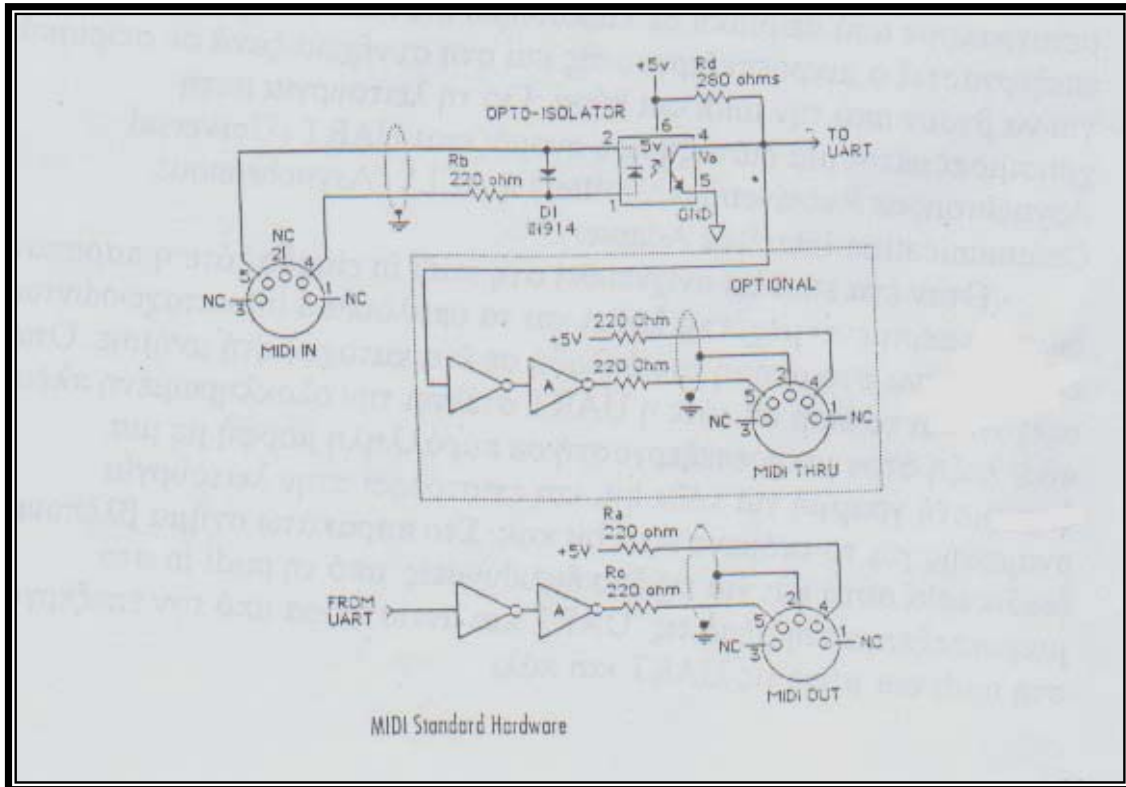
διασυνδετικού στα πρώτα του βήματα θα εξαρτάτο σε μεγάλο βαθμό από το κόστος κατασκευής του ήταν σωστή. Αυτό που στάθηκε η αφετηρία για την οικουμενική αργότερα αποδοχή του, ήταν η λόγω χαμηλού κατασκευαστικού κόστους ενσωμάτωσή του σε όλα σχεδόν τα ηλεκτρονικά μουσικά όργανα και περιφερειακά. Αν το διασυνδετικό MIDI υιοθετούσε την παράλληλη επικοινωνία θα ήταν μεν ταχύτερο αλλά το κόστος ενσωμάτωσής του θα ήταν από τρεις έως και δέκα φορές μεγαλύτερο, πράγμα που θα μπορούσε να αποτελέσει αφορμή για την άρνηση πολλών κατασκευαστών να το υιοθετήσουν.

3.1.3 Πώς λειτουργεί το διασυνδετικό MIDI

Το υλικό μέρος του στάνταρ αυτού διασυνδετικού εξασφαλίζει τη συμβατότητα μέσα στο μουσικό σύστημα. Το διασυνδετικό MIDI χρησιμοποιεί έναν τρόπο επικοινωνίας που είναι γνωστός ως ασύγχρονος (asynchronous communication). Σ' αυτόν τον τρόπο επικοινωνίας δεδομένων ο αποστολέας της πληροφορίας στέλνει την πληροφορία εν σειρά, απαιτώντας από τον αποδέκτη να συγχρονιστεί μαζί της μόλις την λάβει. Σε ένα ασύγχρονο διασυνδετικό το ρολοί του αποστολέα και του αποδέκτη της πληροφορίας πρέπει να λειτουργούν με την ίδια ακριβώς συχνότητα, προκειμένου να αποφύγουμε την απώλεια μέρους της πληροφορίας. Ένα ηλεκτρονικό κύκλωμα UART (Universal Asynchronous Receiver/ Transmitter) εξασφαλίζει το χρονισμό της σειριακής μετάδοσης και μετατρέπει την πληροφορία από παράλληλη μορφή που απαιτείται για την εσωτερική λειτουργία των περισσότερων μηχανημάτων (υπολογιστής, ηλεκτρονικά μουσικά όργανα, περιφερειακά κ.λπ.) σε σειριακή μορφή που απαιτεί η μετάδοσή της, και το αντίθετο.

Κατά την μετάδοση της πληροφορίας ο αποστολέας ανοίγει ή κλείνει την τάση για να αναπαραστήσει αντίστοιχα τα δυαδικά ψηφία 0 και 1. Επειδή η πληροφορία μπορεί να μεταδοθεί ανά πάσα στιγμή, ενώ μπορεί να μεσολαβήσουν μεγάλα κενά διαστήματα μεταξύ των μηνυμάτων, είναι αναγκαία η χρήση ενός δυαδικού ψηφίου αρχής και ενός δυαδικού ψηφίου τέλους, που θα σηματοδοτήσουν την αρχή και το τέλος κάθε ομάδας δεδομένων που μεταδίδεται. Έτσι, πριν από κάθε byte που μεταδίδεται προηγείται ένα bit και στο τέλος κάθε byte έπεται ένα bit. Όταν ο αποδέκτης της πληροφορίας λάβει το δυαδικό ψηφίο αρχής, ρυθμίζει τη φάση του

ρολογιού του ώστε να δεχθεί τα ψηφία κάθε ψηφιολέξης που ακολουθεί στα κανονικά χρονικά διαστήματα. Στο τέλος κάθε ψηφιολέξης ακολουθεί το δυαδικό ψηφίο τέλους. Για κάθε byte MIDI πληροφόρησης το κύκλωμα Uart μεταδίδει 10 bits.



Η βασική ηλεκτρονική σχεδίαση του MIDI κυκλώματος

3.1.4 Οι θύρες επικοινωνίας που προβλέπει το διασυνδεδετικό MIDI για τη συνδεσμολογία των ηλεκτρονικών μουσικών οργάνων και περιφερειακών

Το διασυνδεδετικό MIDI διαθέτει τριών ειδών συνδετές: Από το ηλεκτρονικό κύκλωμα UART του συνδέτη MIDI Out μεταδίδονται πληροφορίες, που παράγονται από τη μουσική εκτέλεση ενός συνθετητή. Στο κύκλωμα UART του συνδέτη MIDI In ένα μηχανήμα δέχεται την πληροφόρηση που μεταδίδουν άλλα όργανα ή περιφερειακά. Σε αντίθεση με τα καλώδια MIDI των οποίων τη θωράκιση συνδέουμε και από τις δύο μεριές του δεύτερου πόλου του πενταπολικού βύσματος DIN, ο δεύτερος πόλος του συνδετού MIDI In του διασυνδεδετικού MIDI δεν συνδέεται στη γείωση. Για την αποφυγή των προβλημάτων που θα μπορούσε να προκαλέσει οποιαδήποτε απευθείας ηλεκτρική επαφή μεταξύ των μηχανημάτων, παρεμβάλλεται

μεταξύ του συνδέτη MIDI In και του ηλεκτρονικού κυκλώματος UART ένας οπτικός μονωτής (Optoisolator). Ο οπτικός μονωτής αποτελείται από μία δίοδο φωτοεκπομπής (LED ή Light Emitting Diode) και ένα φωτοκύτταρο. Κάθε φορά που στο συνδέτη φτάνει ένα δυαδικό ψηφίο, η δίοδος φωτοεκπομπής ανάβει και το φωτοκύτταρο ανταποκρίνεται, στέλνοντας τάση στον αποδέκτη. Οι πληροφορίες που εμφανίζονται στο συνδέτη MIDI Thru αποτελούν ένα ακριβές αντίγραφο των πληροφοριών που εμφανίζονται στο ολοκληρωμένο κύκλωμα UART του συνδέτη MIDI In, επιτρέποντας έτσι την εν σειρά σύνδεση περισσότερων των δύο μηχανημάτων.

3.1.5 Με ποια ταχύτητα μεταδίδεται η MIDI πληροφόρηση

Επειδή σε ένα σειριακό διασυνδετικό η πληροφόρηση μεταφέρεται εν σειρά (το ένα ψηφίο ακολουθεί το άλλο) η επιλογή της ταχύτητας μετάδοσής της είναι εξαιρετικά σημαντική. Η επιλογή της ταχύτητας των 31.250 δυαδικών ψηφίων ανά δευτερόλεπτο (bits/sec) έγινε με βάση τα ακόλουθα κριτήρια :

α. Τον αριθμό των ψηφιολέξεων (bytes) που απαιτούνται για την εκπροσώπηση των μουσικών μηνυμάτων μέσω MIDI. Εδώ θα πρέπει να επισημάνουμε ότι οφείλεται στην ιδιότητα της μουσικής να περιγράφεται και αριθμητικά.

β. Τον όγκο των δεδομένων που σε σχέση με την επιλεγμένη ταχύτητα θα μπορούσαν να μεταδοθούν πριν το αντί αρχίζει να αντιλαμβάνεται καθυστερήσεις.

γ. Τις δυνατότητες και την ταχύτητα των διαφορετικών μικροεπεξεργαστών της εποχής και το κόστος των ηλεκτρονικών μουσικών οργάνων και περιφερειακών.

Οι προδιαγραφές του διασυνδετικού MIDI μιλούν για ένα μονοκατευθυντικό σειριακό διασυνδετικό, στο οποίο οι πληροφορίες μεταδίδονται με ταχύτητα 31.25 Kbaud. Η ταχύτητα αυτή των 31.250 bits/sec είναι αρκετά γρήγορη για ένα σειριακό διασυνδετικό και είναι βέβαια αναγκαία για τη σε πραγματικό χρόνο –ως προς την αντίληψή μας, μεταφορά των μουσικών πληροφοριών από το ένα όργανο στο άλλο. Μιάς και η μετάδοση των μηνυμάτων MIDI γίνεται εν σειρά, αυτό σημαίνει ότι ποτέ δύο γεγονότα δεν συμπίπτουν ταυτόχρονα αλλά με βάση την δεδομένη ταχύτητα μετάδοσης, θα απέχουν, χρονικά, υποχρεωτικά μεταξύ τους τουλάχιστον 0.6 χιλιοστά του δευτερολέπτου. Η πληροφόρηση μεταδίδεται πάντα με

κατεύθυνση από το μεταδότη στον αποδέκτη. Αυτό βέβαια δεν αποκλείει και τη δυνατότητα του αποδέκτη να λειτουργήσει σαν μεταδότης μηνυμάτων εφ' όσον η ροή των πληροφοριών γίνεται μέσω ξεχωριστών καλωδίων.

3.1.6 Πόσα μουσικά μηνύματα μπορούν να μεταδοθούν σε ένα δευτερόλεπτο μέσω MIDI

Τα μηνύματα του πρωτοκόλλου MIDI μεταδίδονται ανά ομάδες των 8 bits (byte) όπου πριν από κάθε byte προηγείται ένα bit που σηματοδοτεί την έναρξη του μηνύματος (Start bit) και έπειτα από κάθε byte έπεται ένα bit που δηλώνει το πέρας του μηνύματος (Stop bit). Αφού η συχνότητα μετάδοσης ανέρχεται σε 31.250 bits/sec και για κάθε byte πληροφόρησης μεταδίδονται 10 bits μπορούμε να υπολογίσουμε ότι στη διάρκεια ενός δευτερολέπτου μεταδίδονται 3.125 bytes. Μιάς και τα περισσότερα μηνύματα του πρωτοκόλλου αποτελούνται από δύο ή τρία bytes, υπολογίζεται ότι σε ένα δευτερόλεπτο μπορούν να μεταδοθούν περί τα 1000 με 1500 μουσικά μηνύματα. Εξαρτωμένου του πλήθους των αποδεκτών ενός μουσικού συστήματος, του τρόπου σύνδεσής τους αλλά και του είδους και της πυκνότητας των μεταδιδόμενων μηνυμάτων, μπορεί να σημειωθούν καθυστερήσεις. Το φαινόμενο αυτό, γνωστό με τον όρο MIDI Choke εμφανίζεται όταν η ταχύτητα μετάδοσης της πληροφόρησης δεν επαρκεί για την αποτελεσματική μετάδοση του πλήθους των διαφορετικών μηνυμάτων.

Σημείωση

Τα καλώδια MIDI δεν είναι ειδικά καλώδια αλλά καλώδια ισορροπημένης γραμμής (Balanced). Οι προδιαγραφές του διασυνδετικού MIDI αναφέρουν ότι το μήκος των καλωδίων δεν πρέπει να ξεπερνά τα 15 μέτρα. Οποιοδήποτε μήκος μικρότερο από 15 μέτρα δεν δημιουργεί κανένα πρόβλημα.

3.2 MIDI : 2^η Ενότητα

3.2.1 Εισαγωγικά

Όλοι οι σημερινοί συνθετητές μεταδίδουν και αναγνωρίζουν MIDI πληροφόρηση. Αυτό θεωρείται αναγκαία συνθήκη για την επικοινωνία τους με άλλα ηλεκτρονικά μουσικά όργανα, υπολογιστές, πολυεφέ κ.λπ. Η πλειοψηφία τους διαθέτει τους τρεις βασικούς συνδετές MIDI In, MIDI Out, MIDI Thru ενώ υπάρχουν και συνθετητές που διαθέτουν περισσότερους από ένα MIDI Out συνδετές. Για την επικοινωνία μας με τα διαφορετικά ηλεκτρονικά μουσικά όργανα και περιφερειακά ενός συστήματος, το πρωτόκολλο επικοινωνίας MIDI προβλέπει 16 ανεξάρτητες μεταξύ τους οδούς που είναι γνωστές ως MIDI κανάλια (MIDI Channels).

Υπενθυμίζουμε ότι οι σύγχρονοι συνθετητές μπορούν να επικοινωνήσουν σε 16 MIDI κανάλια.

Απαραίτητη προϋπόθεση για τη μέσω MIDI επικοινωνία δυο συνθετητών είναι ο συντονισμός του αποστολέα και του αποδέκτη στο ίδιο MIDI κανάλι. Για την αποστολή πληροφόρησης μπορούμε να επιλέξουμε οποιοδήποτε από τα 16 MIDI κανάλια. Οι πληκτροφόροι ελεγκτές (Mother Keyboards) μεταδίδουν πληροφόρηση σε δύο ή περισσότερα MIDI κανάλια ταυτόχρονα. Εξαρτωμένων των δυνατοτήτων του λειτουργικού συστήματος, η έκταση του κλαβιέ μπορεί να χωριστεί σε δύο ή περισσότερες ζώνες που κάθε μία τους στέλνει πληροφόρηση στο δικό της MIDI κανάλι.

3.2.2 Κατηγορίες MIDI Μηνυμάτων

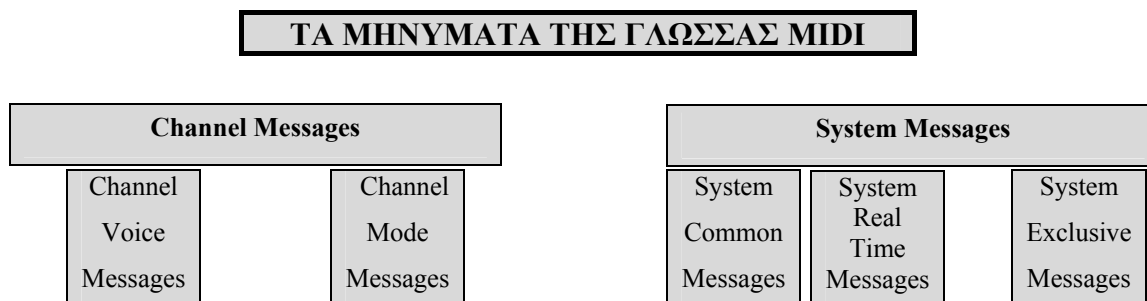
Χωρίζουμε τα μηνύματα της γλώσσας MIDI σε δύο βασικές κατηγορίες και η κάθε μία χωρίζεται με τη σειρά της σε μία ή περισσότερες άλλες κατηγορίες.

Η πρώτη κατηγορία περιλαμβάνει μηνύματα που απευθύνονται σε συγκεκριμένους αποδέκτες και φέρει τον τίτλο Channel Messages.

Τα μηνύματα της κατηγορίας Channel Messages χωρίζονται σε δύο επιμέρους υπο-κατηγορίες που φέρουν τα ονόματα Channel Voice Messages και Channel Mode Messages. Τα μηνύματα Channel Voice περιγράφουν τις αποχρώσεις μίας μουσικής εκτέλεσης και απευθύνονται στο τμήμα παραγωγής ήχου κάθε συνθετητή. Τα μηνύματα Channel Mode ορίζουν τον τρόπο απόκρισης του αποδέκτη στα εισερχόμενα μηνύματα.

Η δεύτερη κατηγορία περιλαμβάνει μηνύματα που απευθύνονται σε όλα ανεξαιρέτως τα ηλεκτρονικά μουσικά όργανα και περιφερειακά του συστήματος. Τα

μηνύματα αυτά ονομάζονται System Messages (Μηνύματα Συστήματος) και περιλαμβάνουν τις υπο-κατηγορίες System Common Messages, System Real Time Messages και System Exclusive Messages.



3.3 Ανατομία ενός MIDI μηνύματος

Πριν προχωρήσουμε στην εξέταση των MIDI μηνυμάτων ας υπενθυμίσουμε δύο σημαντικά στοιχεία:

α. Το πρωτόκολλο επικοινωνίας του διασυνδεδεμένου MIDI επιτρέπει την εξ αποστάσεως επικοινωνία των ηλεκτρονικών μουσικών οργάνων και περιφερειακών.

β. Τα εν σειρά μεταδιδόμενα από τον αποστολέα, στους αποδέκτες, μηνύματα, μεταφέρουν πληροφορίες για τη μουσική μας εκτέλεση. Πιο συγκεκριμένα τα μηνύματα αυτά (MIDI messages) περιγράφουν κινήσεις που κάνουμε εν ώρα μουσικής εκτέλεσης στον πληκτροφόρο συνθετή, ελεγκτή ή άλλον ελεγκτή (π.χ. Guitar Controller), που χρησιμοποιούμε για τη μουσική εκτέλεση (π.χ. το πάτημα και η πίεση των πλήκτρων, η κίνηση των χειροκίνητων μοχλών, το πάτημα των διακοπών, η κίνηση των συνδεδεμένων πεντάλ κ.α.). Η μετάδοσή τους γίνεται μέσω ενός MIDI καλωδίου που συνδέει τη θύρα MIDI Out του αποστολέα με τη θύρα MIDI In του αποδέκτη που αναπαράγει τα μεταδιδόμενα μηνύματα. Για να ερμηνευτούν σωστά από τον αποδέκτη τους τα μηνύματα MIDI, πρέπει να αποτελούνται από τον καθορισμένο από το πρωτόκολλο αριθμό ψηφιολέξεων (Bytes). Ο αριθμός των ψηφιολέξεων που συνθέτουν κάθε μήνυμα προσδιορίζεται από το είδος του μηνύματος. Ανεξαρτήτως του αριθμού των ψηφιολέξεων που συνθέτουν κάθε μήνυμα, διακρίνουμε σε αυτές δύο ξεχωριστούς ρόλους: Σε κάθε μήνυμα η πρώτη ψηφιολέξη παίζει το ρόλο του εντολέα που υπαγορεύει στον αποδέκτη του μηνύματος τι θα κάνει (Status Byte), ενώ οι ψηφιολέξεις που έπονται

(Data Bytes) περιγράφουν τον τρόπο με τον οποίο θα διεκπεραιωθούν τα όσα υπαγόρευε το Status Byte.

STATUS Byte

Χωρίζουμε ένα Status Byte σε τρία πεδία (Bit fields). Το πρώτο πεδίο αποτελείται από ένα ψηφίο (bit). Η τιμή του και προκειμένου η ψηφιολέξη να ερμηνευτεί από τον αποδέκτη της σαν εντολή πρέπει να έχει την δυαδική τιμή 1.

Το δεύτερο πεδίο αποτελείται από 3 δυαδικά ψηφία. Ο συνδυασμός τους επιτρέπει τον προσδιορισμό μίας από τις οκτώ εντολές που προβλέπει η κατηγορία Channel Voice Messages. ($2^3=8$).

Το τρίτο πεδίο ενός Status Byte αποτελείται από 4 ψηφία που προσδιορίζουν το MIDI κανάλι στο οποίο μεταδίδεται η πληροφορία. Τα τέσσερα αυτά ψηφία επιτρέπουν τον προσδιορισμό 16 διαφορετικών MIDI καναλιών. Αν και αναφερόμαστε στα MIDI κανάλια με τους αριθμούς από 1 έως 16, στην πραγματικότητα η δεκαδική αντιστοιχία των δυαδικών τιμών από 0000 έως 1111 είναι από 0 έως 15.

DATA Byte

Τα Data Bytes κάθε μηνύματος περιγράφουν τον τρόπο με τον οποίο ο αποδέκτης θα διεκπεραιώσει την εντολή που έλαβε μέσω του Status Byte. (Η εντολή και το κανάλι μετάδοσής της, προσδιορίζονται στο δεύτερο και τρίτο πεδίο του Status Byte που προηγείται των Data Bytes). Τα Data Bytes χωρίζονται σε δύο πεδία. Το πρώτο αποτελείται από ένα ψηφίο που έχει πάντα δυαδική τιμή 0. Το δεύτερο πεδίο αποτελείται από 7 ψηφία που επιτρέπουν τον προσδιορισμό 128 διαφορετικών τιμών (από 0 έως 127) και περιγράφουν την τιμή της εντολής που καθόρισε το Status Byte που προηγήθηκε (π.χ. ποια νότα παίχτηκε, ποιο πρόγραμμα του συνθετητή καλέσαμε από τη μνήμη κ.α.). Ο συνδυασμός ψηφιολέξεων (Status και Data Bytes) για τη μετάδοση μηνυμάτων του πρωτοκόλλου MIDI, λειτουργεί υπό την προϋπόθεση ότι ο αποδέκτης τους γνωρίζει τον αριθμό των Data Bytes που συνοδεύουν το Status Byte κάθε μηνύματος (εξαίρεση αποτελούν τα μηνύματα Συστήματος). Ο αποδέκτης της πληροφορίας, προτού ανταποκριθεί σε ένα μήνυμα, πρέπει να λάβει όλες τις ψηφιολέξεις που το αποτελούν.

3.3.1 Η κατηγορία μηνυμάτων Channel Voice Message

Η κατηγορία αυτή αποτελείται από τα ακόλουθα μηνύματα : Note Off, Note On, Polyphonic Pressure, Control Change, Monophonic Pressure και Pitch Bend. Το όγδοο μήνυμα που ονομάζεται System διαφοροποιείται από τα προηγούμενα επτά γιατί προσδιορίζει το μεταδιδόμενο ως μήνυμα συστήματος.(Όταν το δεύτερο πεδίο του status byte φέρει το δυαδικό ψηφίο 111, τότε η λειτουργία που προσδιορίζουν τα ψηφία του τρίτου πεδίου αλλάζει και αντί να προσδιορίζουν το MIDI κανάλι που μεταδίδεται η πληροφόρηση, προσδιορίζουν το μήνυμα συστήματος που θα μεταδοθεί).

1^α. Note On Message

Το συχνότερα συναντώμενο MIDI μήνυμα ονομάζεται Note On Message και δίνει εντολή στον αποδέκτη του να ακουστεί μία νότα. Αποτελείται από τρεις ψηφιολέξεις (bytes) των οποίων ο ρόλος έχει ως ακολούθως.

Το πρώτο byte είναι το Status byte και μεταφέρει σε έναν ή περισσότερους αποδέκτες συντονισμένους στο προσδιορισμένο από το τρίτο του πεδίο, MIDI κανάλι, την εντολή να παίξουν μία νότα. Το Status byte συνοδεύουν δύο Data bytes. Το πρώτο προσδιορίζει το τονικό ύψος της νότας που θα παιχτεί (το πρωτόκολλο MIDI προβλέπει έκταση 10.6 οκτάβων που αντιστοιχούν στις νότες από C-2 ως G8) και το δεύτερο περιγράφει την ταχύτητα (Attack Velocity) με την οποία το πλήκτρο κινήθηκε από τη θέση ισορροπίας στο τέλος της φυσικής του διαδρομής (τα κλαβιέ των συνθετητών διαθέτουν αισθητήρες που μετρούν τη διάρκεια ταξιδιού κάθε πλήκτρου από τη μία θέση στην άλλη).

1^β. Note Off Message

Το μήνυμα αυτό μεταδίδεται κάθε φορά που τραβάμε το χέρι μας από ένα πλήκτρο και αυτό επανέρχεται στην αρχική του θέση. Η αναγνώριση του μηνύματος Note Off έχει σαν αποτέλεσμα τη διακοπή του ήχου της νότας που ηχούσε, όση ώρα το πλήκτρο παρέμενε πατημένο. Η έστω και στιγμιαία αδυναμία του αποδέκτη να ανταποκριθεί στο μήνυμα Note Off μπορεί να καταστρέψει τη μουσική σας εκτέλεση. Αν ποτέ κάποιες νότες που παίζαμε συνέχισαν να ηχούν και μετά την απελευθέρωση

των πλήκτρων, τότε γνωρίσατε από κοντά το φόβο κάθε μουσικού που κάνει χρήση της τεχνολογίας MIDI σε ζωντανές εμφανίσεις.

Όπως το μήνυμα Note On έτσι και το Note Off αποτελείται από ένα Status byte και δύο Data bytes. Η εντολή Note Off προσδιορίζεται στο δεύτερο πεδίο του Status byte με τα δυαδικά ψηφία 000.

Running Status

Οι σχεδιαστές του πρωτοκόλλου MIDI στην προσπάθεια να μειώσουν τον όγκο της μεταδιδόμενης πληροφορίας, ανέπτυξαν το σκεπτικό του Running Status που έχει ως ακολούθως. Ο αποδέκτης της πληροφορίας τοποθετεί το Status Byte της πληροφορίας που λαμβάνει σε μία προσωρινή μνήμη που ονομάζεται Status Byte Buffer. Το Status Byte δεν σβήνεται με την εκτέλεση του μηνύματος αλλά παραμένει στην προσωρινή μνήμη μέχρι να αντικατασταθεί από κάποιο διαφορετικό Status Byte. Για όσο διάστημα το Status Byte παραμένει, τα καταφθάνοντα Data Bytes θεωρούνται ότι ανήκουν στην ίδια κατηγορία μηνύματος.

Π.χ. ας υποθέσουμε ότι παίζουμε μία τετράφωνη συγχορδία. Όταν η πληροφορία μεταδίδεται με τον κανονικό τρόπο, αποτελείται από 4 μηνύματα Note On και 4 μηνύματα Note Off που συνδέονται από 24 Bytes ή 192 bits. Η συγχορδία μεταδιδόμενη με το σκεπτικό του Running Status αποτελείται από 4 μηνύματα Note On και 4 μηνύματα Note Off εκ των οποίων μόνο το πρώτο Note On και το πρώτο Note Off μήνυμα φέρουν Status Bytes. Η πληροφορία που μεταδόθηκε με Running Status αποτελείται από λιγότερα συνολικά bits (144 bits ή 18 bytes). Κάθε ηλεκτρονικό μουσικό όργανο, που υιοθετεί το πρωτόκολλο MIDI, πρέπει να είναι σε θέση να αναγνωρίζει τόσο τον κανονικό τρόπο μετάδοσης όσο και αυτόν που χρησιμοποιεί το σκεπτικό του Running Status.

Η αξιοποίηση του Running Status αποβαίνει ιδιαίτερα οικονομική σε ό,τι αφορά τον όγκο της μεταδιδόμενης πληροφορίας στα μηνύματα Note On, AFTERTOUCH και τα μηνύματα της κατηγορίας CONTROL CHANGE.

1^η. Polyphonic Pressure

Το μήνυμα αυτό το συναντάμε και με την ονομασία Polyphonic Aftertouch. Λίγοι πληκτροφόροι συνθετητές και ελεγκτές το μεταδίδουν και εξ ίσου λίγοι πληκτροφόροι και μη- συνθετητές το αναγνωρίζουν. Οι λόγοι για τους οποίους δεν χρησιμοποιείται ευρέως, αφορούν την πυκνότητα της παραγόμενης πληροφορίας

και το κόστος κατασκευής του αναγκαίου μηχανισμού. Η μετάδοση του μηνύματος Polyphonic Pressure περιέχει μία ξεχωριστή τιμή για την πίεση που ασκήσαμε σε κάθε πλήκτρο και από μουσικής σκοπιάς επιτρέπει μεγαλύτερο έλεγχο στον τρόπο με τον οποίο ο ήχος του αποδέκτη ανταποκρίνεται στις λεπτομέρειες της μουσικής μας εκτέλεσης.

Το μήνυμα αυτό αποτελείται από ένα Status Byte και δύο Data Bytes. Το πρώτο Data Byte περιγράφει τη νότα της οποίας το πλήκτρο πατήθηκε και το δεύτερο την πίεση που ασκήθηκε.

1^ο. Control Change Messages

Εισαγωγή

Είναι προς τιμήν των προγραμματιστών της γλώσσας MIDI το γεγονός ότι προέβλεψαν την ανάγκη περαιτέρω ανάπτυξης της με την πάροδο του χρόνου. Σκοπός της ύπαρξης του πρωτοκόλλου MIDI είναι ο εξ αποστάσεως έλεγχος του τρόπου λειτουργίας και ηχητικής συμπεριφοράς των ηλεκτρονικών μουσικών οργάνων και περιφερειακών. Η δύναμη των μηνυμάτων ελέγχου εντοπίζεται στο γεγονός ότι επιτρέπουν τη σε πραγματικό χρόνο μεταβολή του ήχου ενός αποδέκτη, προσδίδοντας έτσι εκφραστικότητα στη μουσική εκτέλεση. Είναι σχεδόν αδύνατον να εκφραστούμε μουσικά μέσω MIDI, χωρίς να αξιοποιήσουμε σε κάποιο βαθμό τις δυνατότητες των μηνυμάτων ελέγχου (Control Messages). Η αξιοποίηση των μηνυμάτων ελέγχου, σε ό,τι αφορά το ρόλο των πληκτροφόρων ή μη ελεγκτών ως αποστολέων της πληροφόρησης, γίνεται με τη χρήση των μοχλών, ποτενσιόμετρων, πεντάλ και χειροκίνητων ή ποδοκίνητων διακοπών, που στέλνουν τα κατάλληλα μηνύματα ελέγχου. Αντίστοιχα, ο ρόλος των πάσης φύσεως ηλεκτρονικών μουσικών οργάνων και περιφερειακών ως αποδέκτες της πληροφόρησης είναι, να ελέγχουν τα μεταδιδόμενα μηνύματα και να ανταποκρίνονται σε αυτά υπό προϋποθέσεις.

Με εξαίρεση την κατηγορία Control Change τα άλλα μηνύματα της κατηγορίας Channel Voice εκτελούν μόνο τη λειτουργία που προσδιορίζεται από το όνομα τους (π.χ. Pitch Bend, Patch Change κ.λπ.). Η κατηγορία Control Change προβλέπει τη χρήση 128 διαφορετικών μηνυμάτων εκ των οποίων τα τελευταία 8 (120 έως 127) ανήκουν στη κατηγορία Channel Mode Message. Εξ αυτών η λειτουργία κάποιων έχει ήδη προσδιοριστεί από τον Σύνδεσμο Κατασκευαστών MIDI Οργάνων και Περιφερειακών (MMA: MIDI Manufacturers Association), ενώ η

λειτουργία κάποιων άλλων θα προσδιοριστεί μελλοντικά ανάλογα με τις ανάγκες που θα προκύψουν.

Ανάλυση των μηνυμάτων ελέγχου / Control Change Messages

Τα μηνύματα Control Change συνθέτονται από ένα Status Byte και δύο Data Bytes. Το πρώτο Data Byte προσδιορίζει τον αριθμό του ελεγκτή ή τον τρόπο λειτουργίας του συνθετητή (Mode Change) και το δεύτερο την ανάλογη της θέσης συνεχούς ροής τιμή (0-127) ή την κατάσταση λειτουργίας ενός ελεγκτή που λειτουργεί σαν διακόπτης (On/Off).

Το Status Byte προηγείται, ειδοποιώντας τον αποδέκτη ότι ακολουθεί ένα μήνυμα της κατηγορίας Control Change που μεταδίδεται στο MIDI κανάλι X. Ακολουθεί το πρώτο Data Byte που αναφέρεται στον ελεγκτή που αφορά η μεταδιδόμενη πληροφορία και στη συνέχεια ακολουθεί το δεύτερο Data Byte που μας ενημερώνει για την τιμή της εκείνη τη δεδομένη στιγμή. Τα μηνύματα αποστέλλονται μόνο όταν κουνάμε το μέσο ελέγχου (π.χ. ένα ποτενσιόμετρο) και με συχνότητα που αντιστοιχεί στη συχνότητα σάρωσης που ορίζει ο κατασκευαστής του αποστολέα (Keyboard Synthesizer ή MIDI Controller), για το συγκεκριμένο ελεγκτή. Στους ελεγκτές συνεχούς ροής το εύρος των τιμών που μεταδίδει η κίνηση του μέσου που χρησιμοποιούμε για την αποστολή της πληροφορίας (ποτενσιόμετρο, πεντάλ κ.λπ.), είναι γνωστό ως ανάλυση του ελέγχου (Controller Resolution). Η ανάλυση της πλειοψηφίας των ελεγκτών περιορίζεται στη χρήση ενός Data Byte (Low Resolution). Για αυτήν χρησιμοποιούνται τα 7 από τα 8 ψηφία του byte, με αποτέλεσμα η διαδρομή του μέσου να περιγράφεται από 128 ξεχωριστές τιμές ($2^7 = 128$). Το πρωτόκολλο MIDI προβλέπει και για τη χρήση ελεγκτών με μεγαλύτερη ανάλυση. Ο συνδυασμός δύο Data Bytes εξασφαλίζει τη δυνατότητα περιγραφής της κίνησης του μέσου με 16.384 διαφορετικές τιμές. Όταν ένας ελεγκτής συνεχούς ροής μεταδίδει πληροφορία σε υψηλή ανάλυση, χρησιμοποιεί δύο πλήρη μηνύματα το καθένα εκ των οποίων αποτελείται από ένα Status byte και δύο Data bytes.

Ελεγκτές συνεχούς ροής

Οι ελεγκτές #1 έως #63

Controller #0 : Bank Select

Ο πρώτος ελεγκτής συνεχούς ροής ονομάζεται Bank Select. Η λειτουργία του προσδιορίστηκε το 1990 και είναι γνωστός ως Controller #0. Η πρόοδος της τεχνολογίας στην κατασκευή συνθετητών και άλλων ηλεκτρονικών μουσικών οργάνων δημιούργησε νέες ανάγκες. Το πρωτόκολλο επικοινωνίας MIDI αποτελεί μία ζωντανή –συνεχώς εξελισσόμενη- γλώσσα και χάρη στην ανοιχτή του σχεδίαση επιτρέπει τη δημιουργία των μηνυμάτων εκείνων που θα εξασφαλίζουν τον εξ αποστάσεως έλεγχο των νέων δυνατοτήτων των ηλεκτρονικών μουσικών οργάνων και άλλων MIDI περιφερειακών.

Σε πόσες ενότητες προγραμμάτων μας δίνει πρόσβαση το μήνυμα Bank Select;

Η χρήση του μηνύματος Bank Select εξασφαλίζει την επιλογή της ενότητας (Bank) στην οποία βρίσκεται ο ήχος που θέλουμε. Στη συνέχεια η επιλογή του ήχου γίνεται με τη χρήση του μηνύματος Patch Change. Το μήνυμα Bank Select αποτελείται από δύο bytes που χρησιμοποιούν τους ελεγκτές 0 (Most Significant Byte) και 32 (Least Significant Byte). Η χρήση των 2 bytes (14 bit resolution) παρέχει πρόσβαση σε 16.384 ενότητες ήχου. Σε κάθε μία από αυτές μπορούμε να επιλέξουμε 128 διαφορετικούς ήχους με τη χρήση της εντολής Patch Change. Ο συνδυασμός των μηνυμάτων Bank Select και Program Change επιτρέπει την επιλογή ανάμεσα σε 2.097.152 διαφορετικούς ήχους ή προγράμματα. Π.χ. για να επιλέξουμε μέσω MIDI από το συνθετητή SC88 της Roland την παραλλαγή του ήχου El Piano 1 που ονομάζεται 60's E. Piano, πρέπει να στείλουμε από το Sequencer τα ακόλουθα μηνύματα :

α. Controller 0 = 24 (Ο αριθμός της παραλλαγής)

β. Controller 32 = 0

γ. Program Change Command = 4 (η θέση του ήχου El Piano 1 στην

εσωτερική μνήμη)

Controller #1: Modulation

Ο δεύτερος ελεγκτής συνεχούς ροής ονομάζεται Modulation. Το πρωτόκολλο MIDI προβλέπει τη χρήση της ρόδας τονικής διαμόρφωσης (Modulation Wheel) ή ενός μοχλού ελέγχου (Joystick) για την αποστολή της πληροφορίας που κατά συνθήκη ελέγχει το βαθμό τονικής διαμόρφωσης (Vibrato) του παραγόμενου από το συνθετητή ήχου. Εξαρτωμένων των δυνατοτήτων ενός αποδέκτη, η

πληροφόρηση του ελέγχου μπορεί να διαμορφώσει και άλλες παραμέτρους του παραγόμενου ήχου.

Controller #2: Breath

Ο τρίτος ελεγκτής συνεχούς ροής ονομάζεται Breath και σε αντίθεση με τη ρόδα τονικής ολίσθησης, δεν αποτελεί στάνταρ εξοπλισμό κάθε συνθετητή. Ο ελεγκτής αυτός κατασκευάστηκε αρχικά από την YAMAHA και αποτελείται από ένα επιστόμιο και μία ευαίσθητη στις μεταβολές της πίεσης, μεμβράνη. Όταν τοποθετήσουμε το επιστόμιο στο στόμα μας και φυσήξουμε, η ασκούμενη στη μεμβράνη πίεση παράγει την ανάλογη πληροφόρηση.

Controller #3

Ο πρώτος μη προσδιορισμένης λειτουργίας ελεγκτής. Η λειτουργία του τέταρτου κατά σειρά μηνύματος ελέγχου δεν έχει προς το παρόν προσδιοριστεί από τους αρμόδιους οργανισμούς.

Controller #4: Foot Pedal

Για την αποστολή της πληροφόρησης του πέμπτου κατά σειρά ελέγχου συνεχούς ροής το πρωτόκολλο MIDI προβλέπει τη χρήση ενός πεντάλ. Όλοι ανεξαιρέτως οι πληκτροφόροι συνθετητές και ελεγκτές διαθέτουν μία ή περισσότερες υποδοχές για τη σύνδεση ενός πεντάλ του οποίου η πληροφόρηση, σε άμεση σχέση με την κίνηση του ποδιού μας, διαμορφώνει την ένταση, το ηχόχρωμα ή όποια άλλη παράμετρο ορίσουμε.

Controller #5: Portamento Time

Ο έκτος κατά σειρά ελεγκτής δεν λειτουργεί αυτόνομα, αλλά προϋποθέτει την πρότερη ρύθμιση ενός άλλου ελεγκτού που ονομάζεται Portamento Control (Controller 65) και ο οποίος πρέπει να βρίσκεται στη θέση On. Η αποστολή της πληροφόρησης Portamento Time γίνεται συνήθως με τη χρήση ενός εκ των ποτενσιόμετρων του συνθετητή μας. Η θέση του ποτενσιόμετρου ορίζει το χρονικό διάστημα που απαιτεί η ομαλή και βαθμιαία τονική μετάβαση από μία νότα που παίζουμε σε μία άλλη.

Controller #6: Data Entry

Για τη μετάδοση του έβδομου ελεγκτού προβλέπεται η χρήση ενός ποτενσιόμετρου (Data Entry Slider). Η αποστολή της πληροφόρησης δεν μπορεί να γίνει από οποιοδήποτε ποτενσιόμετρο του συνθετητή μιας και η εκάστοτε – ανάλογη με τη θέση του ποτενσιόμετρου – τιμή, πρέπει να μεταδίδεται μέσω MIDI.

Controller #7: Volume

Για τη μετάδοση της πληροφόρησης του όγδοου ελέγχου συνεχούς ροής χρησιμοποιούμε συνήθως ένα πεντάλ ή ένα ποτενσιόμετρο. Η μετάδοση του μηνύματος Volume επιτρέπει τη διαμόρφωση της έντασης του ήχου του αποδέκτη του.

Controller #8: Balance

Η μετάδοση της πληροφόρησης αυτού του ελεγκτή γίνεται με τη χρήση ενός ποτενσιόμετρου. Η αποστελλόμενη πληροφόρηση ρυθμίζει τη σχέση έντασης των ήχων που συνθέτει το πρόγραμμα. Αν η τιμή του ελεγκτού είναι 0, τότε θα ακούγεται μόνο ο πρώτος ήχος. Αν η τιμή του ελεγκτού είναι 64 τότε και οι δύο ήχοι θα έχουν την ίδια ένταση. Αν η τιμή του ελεγκτού είναι 127 θα ακούγεται μόνο ο δεύτερος ήχος. Η χρήση του ελεγκτού Balance επιτρέπει επίσης τη μέσω MIDI διαμόρφωση της σχέσης μεταξύ του άμεσου και επιστρεφόμενου σήματος (Dry/Wet Signal) ενός επεξεργαστή σήματος.

Controller #9

Ο δεύτερος μη προσδιορισμένης λειτουργίας ελεγκτής.

Controller #10: Pan

Ο Controller αυτός που δεν είναι φυσικός Controller δίνει ένα μήνυμα το οποίο καθορίζει τη θέση ενός ήχου στη στερεοφωνική εικόνα. Προκύπτει από τη λέξη (Panoramic). Οι τιμές που παίρνει (στο Data – 2 Byte) είναι όπως είναι φυσικό από 0 έως 127 και μετακινούν τον ήχο αντίστοιχα από Αριστερά προς Δεξιά.

Controller #11: Expression

Το αρχικά προβλεπόμενο μέσο για τη μετάδοση της πληροφόρησης του είναι ένα πεντάλ. Η λειτουργία του είναι συνυφασμένη με τη λειτουργία του ελεγκτού

#7 μιας και το εύρος τιμών της πληροφόρησης που μεταδίδει, εξαρτάται από τη μέγιστη τιμή που έχουμε ορίσει μέσω του ελεγκτού Volume.

Ο ελεγκτής αυτός αποτελεί ένα ακόμη χρήσιμο εργαλείο για τον έλεγχο των δυναμικών μεταβολών μίας μουσικής ακολουθίας. Ας υποθέσουμε ότι έχουμε δύο Tracks και ότι θέλουμε να ορίσουμε τη μεταξύ τους σχέση έντασης για τη διάρκεια της ακολουθίας σε σχέση 2/3. Στο πρώτο Track εισάγουμε τον ελεγκτή Volume με τιμή 127 και στο δεύτερο με τιμή 84. Στη συνέχεια, και χωρίς να μεταβάλλουμε την ορισθείσα σχέση έντασης, θέλουμε να προγραμματίσουμε στο δεύτερο Track μία σειρά περαιτέρω μεταβολών της έντασης. Για την εγγραφή αυτών των μεταβολών θα χρησιμοποιήσουμε τον ελεγκτή Expression.

Controller #12: Effect Control 1

Όπως αφήνει να υπονοηθεί η ονομασία, ο ελεγκτής αυτός χρησιμοποιείται για τον εξ αποστάσεως – μέσω MIDI – έλεγχο των παραμέτρων ενός επεξεργαστή σήματος (Reverb, Delay, Equalizer κ.α.).

Controller #13: Effect Control 2

Για τον ελεγκτή ισχύουν τα όσα αναφέραμε για τον προηγούμενο.

Controller #14, #15

Δύο ακόμη μη προσδιορισμένης λειτουργίας ελεγκτές.

Controller #16, #17, #18, #19: General Purpose Controllers

Οι ελεγκτές αυτοί ονομάζονται ελεγκτές γενικής χρήσεως. Οι υπεύθυνοι για την ανάπτυξη του πρωτοκόλλου MIDI άφησαν την αξιοποίησή τους στη διακριτική μας ευχέρεια. Για την αποστολή της πληροφόρησής τους μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε οποιοδήποτε από τα μέσα ελέγχου που προαναφέρθηκαν, ενώ η ελεγχόμενη παράμετρος μπορεί να είναι οποιαδήποτε υπό την προϋπόθεση ότι ο αποστολέας τη μεταδίδει και ο αποδέκτης την αναγνωρίζει.

Controller #20 έως #31: Δώδεκα μη προσδιορισμένης χρήσης ελεγκτές

Controller #32 έως #63: Least Significant Byte for Controllers 0-31

Οι υπεύθυνοι για την εξέλιξη του πρωτοκόλλου MIDI οργανισμοί σχεδίασαν τους πρώτους εξήντα τέσσερις ελεγκτές έτσι ώστε να μπορούν να χρησιμοποιούνται και σε ζεύγη με σκοπό την παροχή υψηλότερης ανάλυσης. Έτσι οι ελεγκτές συνεχούς ροής που φέρουν τους αριθμούς #32-#63 επαναλαμβάνουν τις ίδιες ακριβώς λειτουργίες με τους ελεγκτές #0-έως #31. Όταν ένας ελεγκτής συνεχούς ροής μεταδίδει πληροφόρηση σε υψηλή ανάλυση, χρησιμοποιεί δύο πλήρη μηνύματα το καθένα εκ των οποίων αποτελείται από ένα Status Byte και δύο Data Bytes. Οι 128 πιθανές τιμές του δεύτερου Data Byte του πρώτου μηνύματος σε συνδυασμό με το αντίστοιχο Data Byte του δεύτερου μηνύματος μας προσφέρουν ανάλυση 16.384 διαφορετικών πιθανών τιμών.

Switch Controllers

Οι ελεγκτές #64 έως #69

Οι υπεύθυνοι όρισαν 6 ελεγκτές για την αποστολή μηνυμάτων μέσω χειροκίνητων ή ποδοκίνητων διακοπών. Σε αντίθεση με τους ελεγκτές συνεχούς ροής οι ελεγκτές που λειτουργούν σαν διακόπτες έχουν μόνο δύο πιθανές τιμές : 0=Κλειστοί ή 127=Ανοικτοί. Το πρωτόκολλο MIDI προβλέπει ότι ο αποδέκτης των μηνυμάτων των ελεγκτών #64 έως #69 θα ερμηνεύσει τις τιμές από 0 έως και 63 σαν κλειστό διακόπτη και τις τιμές από 64 έως και 127 σαν ανοικτό διακόπτη. Τα μηνύματα των ελεγκτών που λειτουργούν σαν διακόπτες, περιγράφονται από τρία bytes: Ένα Status byte και δύο Data bytes εκ των οποίων το πρώτο προσδιορίζει τον αριθμό του ελεγκτού και το δεύτερο την τιμή του.

Controller #64: Sustain (Damper ή Hold)

Το πάτημα του διακόπτη κατά τη διάρκεια της μουσικής εκτέλεσης, έχει σαν αποτέλεσμα τη διατήρηση του ήχου όσων φθόγγων ηχούσαν τη στιγμή που ο αποδέκτης έλαβε το μήνυμα. Η χρήση του μηνύματος Sustain επιτυγχάνει το ηχητικό αποτέλεσμα που θα είχαμε αν συνεχίζαμε να πατάμε τα πλήκτρα.

Controller #65 : Portamento On/Off

Η μετάδοση του μηνύματος στον αποδέκτη γίνεται με τη χρήση ενός εκ των διακοπών που βρίσκονται τοποθετημένοι στο ταμπλό του ελέγχου του συνθετητή. Εξαρτώμενης της αποστελλόμενης τιμής, η παράμετρος Portamento ανοίγει ή κλείνει (On ή Off). Όταν είναι ανοικτή (On) η τονική σύνδεση των φθόγγων που παίζουμε

γίνεται ομαλά και συνεχόμενα στο χρονικό διάστημα που ορίζει η τιμή του ελεγκτού συνεχούς ροής Portamento Time.

Controller #66: Sostenuto

Σε αντίθεση με το Damper pedal το sostenuto δεν παρατείνει τη διάρκεια όλων των νοτών που εκτελούνται αλλά μόνο αυτών που παίχτηκαν μετά την πίεση του pedal αυτού.

Controller #67: Soft Pedal

Το πάτημα του διακόπτη αυτού κατά την διάρκεια της εκτέλεσης, μεταβάλλει την ένταση ή και το ηχόχρωμα του παραγόμενου ήχου. Η ένταση πέφτει στο 1/3 της αρχικής και η συχνότητα αποκοπής του φίλτρου μετατοπίζεται χαμηλότερα με αποτέλεσμα ο ήχος να είναι πιο μουντός. Όταν αποδεσμεύουμε το διακόπτη, ο ήχος επανέρχεται στην προηγούμενη κατάσταση του.

Controller #68: Legato Footswitch

Το πάτημα του διακόπτη αυτού κατά τη διάρκεια της εκτέλεσης, θέτει τον αποδέκτη σε Legato mode. Σε αυτό τον τρόπο λειτουργίας ο αποδέκτης μπορεί να παίζει μία νότα τη φορά. Σε περίπτωση που κάποιες από τις νότες που παίζουμε επικαλύπτονται μερικά, η μεταξύ τους σύνδεση γίνεται απόλυτα ομαλά χωρίς να ακούγεται η ατάκα του ήχου.

Controller #69: Hold 2

Ο Controller αυτός διπλασιάζει τη λειτουργία του Sostenuto pedal όταν αυτή πρέπει να εφαρμοστεί για δύο νότες ταυτόχρονα.

Sound Controllers**Οι ελεγκτές #70 έως #79**

Οι ελεγκτές με αριθμούς από #70 ως #79 προσδιορίστηκαν πρόσφατα με σκοπό να μπορεί ο κατασκευαστής κάθε μοντέλου να παρέχει στο χειριστή του έναν απλό τρόπο διαμόρφωσης του ήχου σε πραγματικό χρόνο χωρίς την ανάγκη χρήσης αποκλειστικών μηνυμάτων (System Exclusive Messages). Για την ώρα έχει καθοριστεί η λειτουργία των 5 πρώτων ελεγκτών ήχου. Για τη μετάδοση της

πληροφόρησης αυτών των ελεγκτών μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε ποτενσιόμετρο ή πεντάλ.

Controller #70: Sound Variation

Το midi αυτό μήνυμα χρησιμοποιείται στις περιπτώσεις που ένας ήχος διαθέτει πάνω από μία χροιά όπως για παράδειγμα μία mute και μία unmute τρομπέτα ή ένα κανονικό και ένα pizzicato βιολί.

Controller #71: Timbre/Harmonic Content

Η αναγνώρισή του από τον αποδέκτη έχει σαν αποτέλεσμα τη μεταβολή του ηχοχρώματος.

Controller #72: Release Time

Η χρήση του ελεγκτού αυτού επιτρέπει την αύξηση ή μείωση της χρονικής διάρκειας του σταδίου απελευθέρωσης της περιβάλλουσας του ήχου.

Controller #73: Attack Time

Η χρήση αυτού του ελεγκτή επιτρέπει την αύξηση ή μείωση της χρονικής διάρκειας του σταδίου ανάκρουσης της περιβάλλουσας του ήχου (Envelope Attack Time).

Controller #74: Brightness

Η αναγνώριση του μηνύματος αυτού του ελεγκτή από τον αποδέκτη, κάνει τον ήχο του πιο λαμπερό.

Controller #75 έως #79: Μη προσδιορισμένοι

Οι ελεγκτές #80 έως #97

Controller #80 έως #83: General Purpose Controllers

Οι ελεγκτές αυτοί ονομάζονται γενικής χρήσεως ελεγκτές. Οι υπεύθυνοι για την ανάπτυξη του πρωτοκόλλου MIDI άφησαν τον προσδιορισμό της χρήσης τους στη διακριτική ευχέρεια κάθε μουσικού.

Controller #84: Portamento Control

Η αξιοποίηση του μηνύματος αυτού προϋποθέτει ότι έχετε ήδη στείλει στον αποδέκτη τα ακόλουθα μηνύματα :

α. Controller #65 (Portamento) : Για να τεθεί η παράμετρος σε λειτουργία (Portamento On) η μεταδιδόμενη τιμή πρέπει να είναι μεγαλύτερη από 63.

β. Controller #5 (Portamento time) : Η τιμή του ελεγκτού αυτού πρέπει να είναι μεγαλύτερη του 0.

Αφού ο αποδέκτης λάβει αυτά τα μηνύματα, η αποστολή του ελεγκτού #84 (Portamento Control) καθορίζει –ανάλογα με την τιμή- τον αριθμό της νότας από την οποία θα αρχίσει το Portamento.

Controller #85 έως #90: Μη προσδιορισμένοι

Controller #91 έως #95: Effect Depth (Εκταση βάθους)

Η χρήση οποιουδήποτε εξ αυτών των ελεγκτών επιτρέπει τον μέσω MIDI προσδιορισμό της σχέσης παρουσίας του επιλεγμένου ήχου και του σήματος του ενσωματωμένου εφφέ, στον τελικό ήχο. Με τη χρήση αυτών των ελεγκτών και εξαρτωμένων των δυνατοτήτων του επεξεργαστή σήματος του συνθετητή, μπορούμε να ορίσουμε, ξεχωριστά για κάθε παράμετρό του, το βαθμό παρουσίας της στο τελικό σήμα (Reverb, Chorus, Delay κ.λπ.).

Controller #96: Data Increment (Επιθυμητή Αυξητική Μεταβολή των Δεδομένων)

Η αποστολή του μηνύματος γίνεται με τη χρήση ενός διακόπτη που στους περισσότερους συνθετητές συναντάται με τις ενδείξεις +1, Yes ή Up. Το πάτημα του διακόπτη στέλνει την τιμή 127=On και επιστρέφει την αύξηση της τιμής, της επιλεγμένης στον αποδέκτη παραμέτρου, κατά μία μονάδα.

Controller #97: Data Decrement (Επιθυμητή Μειωτική Μεταβολή των Δεδομένων)

Η αποστολή του μηνύματος γίνεται με τη χρήση ενός διακόπτη που στους περισσότερους συνθετητές συναντάται με τις ενδείξεις -1, No ή Down. Το πάτημα του διακόπτη στέλνει την τιμή 0=No και επιστρέφει την μείωση της τιμής, της επιλεγμένης στον αποδέκτη παραμέτρου, κατά μία μονάδα.

Οι ελεγκτές #98 έως #101

Registered/Non Registered Parameters

Ο προσδιορισμός της λειτουργίας των τεσσάρων αυτών ελεγκτών, αύξησε εντυπωσιακά το διαθέσιμο αριθμό των ελεγκτών που μπορούμε να χρησιμοποιήσουμε για τη διαμόρφωση των παραμέτρων του ήχου των συνθετητών ή των προγραμμάτων των MIDI περιφερειακών.

Controller #98, #99: Non Registered Parameters – Μη καταχωρημένες παράμετροι

Οι ελεγκτές #98 και #99 αποτελούν το μέσο πρόσβασης του χρήστη στην επιλογή των μη καταχωρημένων στο πρωτόκολλο MIDI παραμέτρων.

Το πλήθος των μη καταχωρημένων παραμέτρων, που μπορούν να χρησιμοποιήσουν οι κατασκευαστές ανέρχεται σε 16.384.

Το μήνυμα επιλογής μιας παραμέτρου αποτελείται από τρία bytes και η αποστολή του μπορεί να γίνει μέσω ενός συνθετητή, ενός επεξεργαστή MIDI πληροφόρησης (MIDI data processor) ή ενός προγράμματος εγγραφής μουσικών ακολουθιών. Αφού γίνει η επιλογή της παραμέτρου, πρέπει να ακολουθήσει ο προσδιορισμός της τιμής της που, εξαρτωμένων των αναγκών μας, μπορεί να γίνει με τη χρήση των ελεγκτών συνεχούς ροής Data Entry (Controllers #6 και #38) ή των ελεγκτών Data Increment και Data Decrement.

Controller #100, #101: Registered Parameters – Καταχωρημένες παράμετροι

Οι παράμετροι στις οποίες μας δίνει πρόσβαση η αποστολή αυτών των δύο ελεγκτών προσδιορίζονται από τους αρμόδιους για την εξέλιξη του πρωτοκόλλου οργανισμούς. Η αποστολή του κατάλληλου μηνύματος στον αποδέκτη επιτρέπει τον ακριβή προσδιορισμό της επιλεγμένης παραμέτρου. Προς το παρόν έχουν προσδιοριστεί οι ακόλουθες:

Registered Parameter #0 = Pitch Bend Sensitivity.

Επιτρέπει τον προσδιορισμό του μουσικού διαστήματος που καλύπτει η κίνηση της ρόδας τονικής ολίσθησης.

Registered Parameter #1 = Fine Tuning.

Επιτρέπει τον προσδιορισμό του κουρδίσματος ενός αποδέκτη σε διαστήματα μικρότερα του ημιτονίου.

Registered Parameter #2 = Coarse Tuning.

Επιτρέπει τον προσδιορισμό του κουρδίσματος ενός αποδέκτη σε διαστήματα ημιτονίου.

Registered Parameter #3 = Tuning Program Select.

Επιτρέπει την επιλογή ενός εναλλακτικού τρόπου κουρδίσματος από τη μνήμη τυχαίας προσπέλασης του συνθετητή (RAM).

Registered Parameter #4 = Tuning Bank Select.

Επιτρέπει την επιλογή μίας ενότητας εναλλακτικών κουρδισμάτων και στη συνέχεια την επιλογή κάποιου συγκεκριμένου.

Οι ελεγκτές #102 έως #119: Μη προσδιορισμένοι**Οι ελεγκτές #120 έως #127**

Φυλάσσονται για τα επτά μηνύματα της κατηγορίας Channel Mode Messages.

Ο χειρισμός των μηνυμάτων Control Change μέσω των προγραμμάτων Sequencing

Τα προγράμματα εγγραφής μουσικών ακολουθιών επιτρέπουν την εισαγωγή και αποστολή του μηνύματος οποιουδήποτε ελεγκτή είτε αριθμητικά είτε γραφικά. Στην πρώτη περίπτωση καθορίζουμε τη θέση που θέλουμε να εισάγουμε την πληροφόρηση (μέτρο, κίνηση. Υποδιαίρεση) και στη συνέχεια καθορίζουμε το αποστέλλόμενο μήνυμα και την τιμή του.

Σε ό,τι αφορά τη γραφική εισαγωγή του μηνύματος, αυτό μπορεί να γίνει με την εισαγωγή ενός μεμονωμένου γεγονότος ή πλήθους γεγονότων. Τα σύγχρονα προγράμματα εγγραφής μουσικών ακολουθιών επιτρέπουν το γραφικό σχεδιασμό της μεταβολής των τιμών των ελεγκτών συνεχούς ροής και δίνουν στο χειριστή τους τις ακόλουθες δυνατότητες :

- α. Να εισάγει την πληροφόρηση οποιουδήποτε ελεγκτή (Create Continuous Data).
- β. Να τροποποιήσει τις τιμές οποιουδήποτε ελεγκτή (Change Continuous Data).
- γ. Να μετατρέψει το μήνυμα ενός ελεγκτού σε μήνυμα ενός άλλου (Reassign Continuous Data).

1^ε. Program Change Messages

Πριν την καθιέρωση της γλώσσας MIDI, η επιλογή των ήχων των συνθετητών ενός μουσικού συστήματος γινόταν χειροκίνητα στο ταμπλό ελέγχου κάθε συσκευής. Η εντολή αλλαγής προγράμματος (Program Change) του πρωτοκόλλου MIDI επέτρεψε την εξ αποστάσεως επιλογή των ήχων ενός συνθετητή. Το μήνυμα της εντολής αλλαγής προγράμματος αποτελείται από ένα Status Byte και ένα Data Byte που επιτρέπει την επιλογή 128 διαφορετικών προγραμμάτων (0-127).

Οι σύγχρονοι συνθετητές διαθέτουν συχνά περισσότερους από 128 ήχους. Η επιλογή τους γίνεται με τη χρήση του πρόσφατα ενταγμένου στο πρωτόκολλο μηνύματος Bank Select ή με τη δυνατότητα του λειτουργικού συστήματος κάποιων συνθετητών που είναι γνωστή με το όνομα Patch Map.

Το αποτέλεσμα της αποστολής μίας εντολής αλλαγής προγράμματος κατά τη διάρκεια της μουσικής εκτέλεσης ή της αναπαραγωγής μίας ακολουθίας (sequence), εξαρτάται από τις δυνατότητες του αποδέκτη της. Πιο συγκεκριμένα, η αντικατάσταση ενός ήχου από έναν άλλο μπορεί να γίνει :

α. Ομαλά: Η επιλογή του νέου ήχου δεν διακόπτει απότομα τον προηγούμενο ήχο που σβήνει ομαλά στο διάστημα που έχουμε ορίσει στο στάδιο απελευθέρωσης της περιβάλλουσας του τμήματος ενίσχυσης.

β. Απότομα: Ο νέος ήχος διακόπτει απότομα τον προηγούμενο ήχο. Το ηχητικό αποτέλεσμα της διακοπής είναι εμφανές και καθόλου μουσικό. Για να αποφύγουμε αυτό το πρόβλημα, μπορούμε να μειώσουμε το χρόνο απελευθέρωσης της περιβάλλουσας του πρώτου ήχου ή στην περίπτωση που χρησιμοποιούμε ένα Sequencer, να καθυστερήσουμε το χρόνο αποστολής της εντολής αλλαγής προγράμματος όσο γίνεται προκειμένου ο ήχος να σβήνει πριν επιλεγεί ο καινούργιος.

1^{ος}. Monophonic Pressure

Το μήνυμα αυτό περιγράφει την πίεση που ασκούν τα δάκτυλα του εκτελεστή στα πλήκτρα του κλαβιέ, αφού αυτά, φτάσουν στο τέλος της διαδρομής τους. Όταν πιέσουμε ένα πλήκτρο πέραν της φυσιολογικής του διαδρομής, η επαφή του με τον αισθητήρα ανιχνεύεται από το λειτουργικό σύστημα.

Το μήνυμα αυτό αποτελείται από ένα Status Byte και ένα Data Byte. Η τιμή του Data Byte περιγράφει την πίεση που ασκήθηκε στο πλήκτρο. Το εύρος των τιμών που προβλέπεται από τα 7 ψηφία που χρησιμοποιούνται για την περιγραφή του κυμαίνεται από 0 έως 127.

1^ς. Pitch Bend (Τονική Ολίσθηση)

Η δυνατότητα τονικής ολίσθησης δεν αποτελεί χαρακτηριστικό όλων των μουσικών οργάνων. Όργανα όπως το πιάνο, το βιμπράφωνο ή το ακορντεόν δεν δίνουν στους εκτελεστές τους τη δυνατότητα αξιοποίησης της τονικής ολίσθησης. Αντίθετα, άλλα μουσικά όργανα, όπως η κιθάρα, το σαξόφωνο, το βιολί και φυσικά η ανθρώπινη φωνή, αξιοποιούν την τονική ολίσθηση. Θα ήταν αδύνατον λοιπόν να θεωρήσουμε τους συνθετητές ολοκληρωμένα μουσικά όργανα αν δεν διέθεταν τη δυνατότητα τονικής ολίσθησης του παραγόμενου ήχου.

Η αποστολή του μηνύματος γίνεται με τη χρήση ενός μοχλού ή μίας ρόδας. Η εντολή προβλέπει την τονική ολίσθηση και προς τις δύο κατευθύνσεις. Χάριν της ύπαρξης ενός ελατηρίου, η ρόδα ή ο μοχλός παραμένουν σε μία θέση ισορροπίας ή έχουν την τάση να επιστρέψουν σε αυτήν, μόλις μετακινηθούν προς τη μία ή τη άλλη κατεύθυνση. Επειδή το πρωτόκολλο MIDI δεν προβλέπει την μετάδοση αρνητικών τιμών, η μικρότερη δυνατή τιμή είναι η μηδενική. Αντίστοιχα, η τιμή της θέσης ισορροπίας είναι η μέση δεκαδική τιμή 8.192.

Το μήνυμα τονικής ολίσθησης αποτελείται από τρία Bytes εκ των οποίων το πρώτο είναι το Status Byte και τα επόμενα δύο, Data Bytes. Όταν οι πιθανές τιμές των δύο Data Bytes συνδυάζονται, δημιουργούν ένα πλαίσιο 16.384 πιθανών τιμών που κυμαίνονται από 0 ως και 16.383, γεγονός που με τη σειρά του εξασφαλίζει ομαλότητα στο άκουσμα ακόμα και αν το μουσικό διάστημα της τονικής ολίσθησης είναι ακραίο.

3.3.2 Η κατηγορία μηνυμάτων Channel Mode Message

Στην κατηγορία αυτή υπάγονται τα επτά μηνύματα της υπο-κατηγορίας Control Change Message και ειδικά οι ελεγκτές 120-127.

Οι ελεγκτές #120 έως #127

Controller #120 : All Sounds Off

Το μήνυμα αυτό προσετέθη πρόσφατα στο πρωτόκολλο MIDI. Η αναγνώριση και η αποδοχή του από μεριάς του αποδέκτη, έχει σαν αποτέλεσμα την

άμεση διακοπή της παραγωγής ήχου και τον μηδενισμό της έντασης όλων των φωνών.

Controller #121: Reset All Controllers

Η αποστολή του μηνύματος αυτού απευθύνεται σε όσους αποδέκτες είναι συντονισμένοι στο MIDI κανάλι που μεταδίδει πληροφόρηση ο αποστολέας. Η εντολή Reset All Controllers προσδιορίζει επιπροσθέτως και την τιμή των μηνυμάτων Pitch Bend, Key Pressure, Channel Pressure, που δεν ανήκουν στην κατηγορία Control Change. Με την αναγνώριση του μηνύματος, οι τιμές των ελεγκτών είτε μηδενίζονται είτε επαναφέρονται στην προσδιορισμένοι από το πρωτόκολλο αρχική τιμή τους. Για τα μηνύματα των οποίων η πληροφόρηση μεταδίδεται με τη χρήση μοχλών, αρχική τιμή θεωρείται εκείνη που αντιπροσωπεύει τη θέση ισορροπίας.

Controller #122: Local Control

Το μήνυμα αυτό αφορά κυρίως τις MIDI διατάξεις που διαθέτουν ένα keyboard και μία γεννήτρια ήχου στην ίδια συσκευή. Στα όργανα αυτής της κατηγορίας όταν μία νότα παιχτεί από το keyboard η εντολή που παράγεται ακολουθεί ταυτόχρονα δύο διαδρομές. Στην πρώτη το midi μήνυμα οδηγείται στην γεννήτρια και αυτή με τη σειρά της παράγει τον ήχο. Συγχρόνως το μήνυμα οδηγείται και στην έξοδο midi OUT της συσκευής για πιθανή χρήση σε άλλες συσκευές. Το μήνυμα Local on/off έχει σαν σκοπό να ελέγχει το άνοιγμα ή το κλείσιμο της εσωτερικής (Local) αυτής δικτύωσης.

Όταν ένα όργανο είναι Local Off μπορεί κανείς να το φανταστεί σαν δύο διαφορετικές μονάδες α) το keyboard και β) την γεννήτρια ήχου. Σε αυτή την κατάσταση μπορεί να χρησιμοποιηθεί σαν midi controller για τον έλεγχο άλλων οργάνων ενώ η γεννήτρια ήχου μπορεί να χρησιμοποιηθεί για παραγωγή ήχων ελεγχόμενη από άλλες midi συσκευές.

Controller #123: All Notes Off

Στην ίδια φιλοσοφία το μήνυμα All Notes Off δίνει εντολή στη γεννήτρια να σταματήσει την παραγωγή όλων των ήχων στο ενδεδειγμένο κανάλι. Η εκπομπή ενός τέτοιου μηνύματος ισοδυναμεί με την εκπομπή 128 note off μηνυμάτων. Το μήνυμα αυτό χρησιμοποιείται σε ιδιαίτερες καταστάσεις για παράδειγμα όταν κάποιες νότες

“κολλήσουν” ή όταν πατάμε το stop σε ένα sequencer. Η χρήση του μηνύματος αυτού μπορεί να προκαλέσει προβλήματα γι’ αυτό η συχνή χρήση του δεν ενδείκνυται.

Controller #124 έως #127: MIDI Modes

Οι αρμόδιοι για τη δημιουργία και εξέλιξη του πρωτοκόλλου MIDI οργανισμοί προέβλεψαν 4 διαφορετικούς τρόπους ανταπόκρισης των αποδεκτών στην εισερχόμενη, στη θύρα MIDI In, πληροφόρηση. Οι τέσσερις τρόποι MIDI Modes είναι οι ακόλουθοι :

α. Omni On: Όταν ο αποδέκτης δέχεται πληροφόρηση σε Omni On Mode, ανταποκρίνεται στην εισερχόμενη πληροφόρηση ανεξαρτήτως του καναλιού MIDI στο οποίο αυτή διακινείται.

β. Omni Off: Όταν ο αποδέκτης δέχεται πληροφόρηση σε Omni Off Mode, ανταποκρίνεται μόνο στην πληροφόρηση που διακινείται στο εκ των προτέρων προσδιορισμένο κανάλι. Αν ο αποδέκτης διαθέτει την ικανότητα ταυτόχρονης αναπαραγωγής πολλών ηχοχρωμάτων, τότε είναι σε θέση να ανταποκριθεί ταυτόχρονα στην πληροφόρηση περισσότερων του ενός, προσδιορισμένων εκ των προτέρων, MIDI καναλιών.

γ. Poly On: Όταν ο αποδέκτης βρίσκεται σε Poly Mode, ανταποκρίνεται στην εισερχόμενη πληροφόρηση πολυφωνικά.

δ. Mono On: Όταν ο αποδέκτης βρίσκεται σε Mono Mode, ανταποκρίνεται στην εισερχόμενη πληροφόρηση παίζοντας μία νότα τη φορά.

Οι ελεγκτές που προαναφέραμε συνδυάζονται ως ακολούθως :

Mode 1: Omni On/ Poly

Mode 2: Omni On Mono

Mode 3: Omni Off/ Poly

Mode 4: Omni Off Mono

3.3.3 Η κατηγορία μηνυμάτων Συστήματος (System Message)

Τα μηνύματα αυτά απευθύνονται σε όλα ανεξαιρέτως τα ηλεκτρονικά μουσικά όργανα και MIDI περιφερειακά ενός συστήματος και χωρίζονται στις ακόλουθες κατηγορίες: System Common Messages, System Real Time Messages και System Exclusive Messages. Σε αντίθεση με τα μηνύματα Channel Voice, όπου τα

τέσσερα τελευταία ψηφία του Status Byte καθορίζουν τον αριθμό του MIDI καναλιού που θα μεταδοθεί το μήνυμα, τα τέσσερα τελευταία ψηφία του Status Byte ενός μηνύματος συστήματος καθορίζουν το είδος του μηνύματος (π.χ. Start, Continue, κ.α.).

3^α . System Common Messages

Η κατηγορία αυτή αποτελείται από επτά μηνύματα. Εξ αυτών ο ρόλος του τέταρτου και του πέμπτου δεν έχει προς το παρόν προσδιοριστεί. Τα υπόλοιπα μηνύματα είναι τα ακόλουθα:

3^α1. Midi Time code Quarter Frame

Ο κώδικας συγχρονισμού SMPTE Time Code χρησιμοποιείται ευρύτατα στο χώρο του κινηματογράφου, του βίντεο και του επαγγελματικού ήχου. Ο κώδικας SMPTE προσδιορίζει τη θέση μιας ταινίας audio ή βίντεο αναφορικά με το χρόνο. Ο χρόνος διαιρείται σε ώρες, λεπτά, δευτερόλεπτα, και υποδιαιρέσεις του δευτερολέπτου (frames). Ο κινηματογράφος υποδιαιρεί την διάρκεια ενός δευτερολέπτου σε 24 frames, το ευρωπαϊκό βίντεο σε 25, το ασπρόμαυρο αμερικάνικο βίντεο σε 30 και το έγχρωμο σε 29.97 (30 drop frame). Με τη χρήση του κώδικα SMPTE, μπορούμε να βρούμε την ακριβή θέση ενός τραγουδιού ή μίας εικόνας, εντοπίζοντας απλά το χρόνο SMPTE. Στον τομέα του επαγγελματικού ήχου για το συγχρονισμό των πολυκάναλων συστημάτων εγγραφής σε ταινία, των Sequencers και των βίντεο, χρησιμοποιείται το format των 30 frames/sec. Στο πρωτόκολλο MIDI, η περιγραφή της θέσης μίας ταινίας ήχου ή μίας βιντεοταινίας γίνεται και πάλι σε ώρες, λεπτά, δευτερόλεπτα και υποδιαιρέσεις του δευτερολέπτου (Frames) υπό τη μορφή πληροφόρησης με τη χρήση κώδικα MIDI Time Code.

Υπάρχουν δύο είδη MIDI Time Code μηνυμάτων. Το πρώτο ονομάζεται Full Message και χρειάζεται 10 bytes για την περιγραφή της θέσης σε ώρες, λεπτά, δευτερόλεπτα και frames. Λόγω του όγκου της πληροφόρησης που απαιτείται για τη διαρκή μετάδοση της θέσης μίας ταινίας μέσω MIDI, το πλήρες μήνυμα χρησιμοποιείται μόνο όταν πηγαίνουμε σε άλλη θέση της ταινίας (Rewind-Fast Forward). Το δεύτερο μήνυμα ονομάζεται Quarter Frame και χρησιμοποιείται όταν η ταινία κινείται με κανονική ταχύτητα. Το Status Byte κάθε Quarter Frame ακολουθείται από ένα Data Byte, που περιγράφει μερικά τη θέση της ταινίας. Χρειάζονται 8 Quarter Frame μηνύματα για την περιγραφή μίας θέσης σε ώρες,

λεπτά, δευτερόλεπτα και frames, η δε συχνότητα μετάδοσής τους είναι ίση με $\frac{1}{4}$ της διάρκειας ενός frame.

SMPTE to MIDI Converters

Η συγχρονισμένη λειτουργία των υπολογιστών και των μηχανημάτων ήχου και εικόνας χρειάζεται τον κατάλληλο εξοπλισμό. Πιο συγκεκριμένα, χρειάζεται ένας μετατροπέας του σήματος SMPTE σε MIDI πληροφόρηση. Ο μετατροπέας πρέπει να έχει τις δυνατότητες παραγωγής/ ανάγνωσης κώδικα SMPTE, καθώς και της μετάφρασης κώδικα SMPTE σε MIDI Time Code.

3^ο2. Song Position Pointer

Το μήνυμα αυτό αποτελείται από ένα Status Byte και δύο Data Bytes. Το χρησιμοποιούμε για να συγχρονίσουμε μέσω MIDI Sequencers και Drum Machines. Το μήνυμα Song Position Pointer δεν μεταδίδεται σε πραγματικό χρόνο αλλά μόνο όταν ο αποστολέας του ξεκινάει ή σταματάει. Όταν ένας αποδέκτης λάβει το μήνυμα Song Position Pointer συγχρονίζει τον εσωτερικό του μετρητή στη θέση που υποδεικνύει το μήνυμα. Τα δύο Data Bytes περιγράφουν τον αριθμό των αξιών των δεκάτων έκτων που παρήλθαν από την αρχή μίας μουσικής ακολουθίας ή τραγουδιού (Sequencer ή Song). Ο συνδυασμός της πληροφόρησής τους (14bit) επιτρέπει τη μέτρηση 16.384 δεκάτων έκτων ή 1024 μέτρα σε χρόνο 4/4. Με το μήνυμα Song Position Pointer εξασφαλίζουμε τη συγχρονισμένη λειτουργία του αποστολέα και των αποδεκτών από οποιοδήποτε σημείο μίας ακολουθίας ή ενός τραγουδιού και αν ξεκινήσουμε.

3^ο3. Song Select

Το μήνυμα αυτό αποτελείται από ένα Status Byte και ένα Data Byte. Με σκεπτικό όμοιο με εκείνο της εντολής αλλαγής προγράμματος, επιτρέπει την επιλογή ενός από 128 τραγούδια ή ακολουθίες που μπορεί να βρίσκονται αποθηκευμένα στη μνήμη ενός Sequencer ή Drum Machine. Προϋπόθεση για την εξ αποστάσεως επιλογή του τραγουδιού ή της ακολουθίας, είναι η αναγνώριση του μηνύματος Song Select από μεριάς του αποδέκτη.

3^ο4. Tune Request

Το μήνυμα αυτό αποτελείται από ένα Status Byte που δεν ακολουθείται από Data Bytes. Η χρήση του επιτρέπει το εξ αποστάσεως κούρδισμα των μονάδων παραγωγής ήχου των, ψηφιακά ελεγμένων, αναλογικών συνθετητών. Αν δεν έχετε παλιούς συνθετητές που να διαθέτουν κάποιο διακόπτη με την ονομασία Auto Tune ή κάτι σχετικό, τότε το μήνυμα αυτό δεν σας αφορά.

3⁵. End of system Exclusive

Το μήνυμα αυτό αποτελείται από ένα Status Byte που δεν ακολουθείται από Data Bytes και ενημερώνει τους αποδέκτες του ότι η μετάδοση ενός αποκλειστικού μηνύματος έφτασε στο τέλος της.

3^B . System Real Time Messages

Η κατηγορία αυτή αποτελείται από τα ακόλουθα 6 μηνύματα : Timing Clock, Start, Continue, Stop, Active Sensing, System Reset.

Τα μηνύματα αυτά επιτρέπουν τη συγχρονισμένη λειτουργία MIDI συσκευών όπως οι εγγραφείς μουσικών ακολουθιών και οι ρυθμομηχανές. Τα μηνύματα Real Time μπορούν να εισαχθούν στη ροή της μεταδιδόμενης MIDI πληροφόρησης σε οποιαδήποτε στιγμή, ενώ σε ένα μουσικό σύστημα μία και μοναδική συσκευή μπορεί να είναι ο αποστολέας (Master), ενώ οι άλλες υποχρεωτικά αποδέκτες (Slaves).

3^B1. Timing Clock

Τα μηνύματα αυτά παράγονται με συχνότητα 24 ανά ρυθμική αξία τετάρτου και χρησιμοποιούνται για το συγχρονισμό των αποδεκτών στο tempo του αποστολέα. Προκειμένου οι αποδέκτες των μηνυμάτων Timing Clock να ακολουθήσουν τις όποιες αυξομειώσεις του tempo του αποστολέα, τα εσωτερικά τους ρολόγια πρέπει να απενεργοποιηθούν.

3^B2. Start

Το μήνυμα αυτό παράγεται και μεταδίδεται, όταν στον αποστολέα (Master) των μηνυμάτων συγχρονισμού πατήσουμε Play. Το Start δίνει εντολή στους αποδέκτες (Slaves) να παίξουν από την αρχή της ακολουθίας ή του τραγουδιού στο tempo που προσδιορίζει το μήνυμα Timing Clock που ακολουθεί.

3^B3. Continue

Το μήνυμα Continue παράγεται και μεταδίδεται στους αποδέκτες, όταν στον αποστολέα των μηνυμάτων συγχρονισμού πατήσουμε Continue. Σε αντίθεση με το μήνυμα Start, οι αποδέκτες δεν αρχίζουν την αναπαραγωγή από την αρχή της ακολουθίας ή του τραγουδιού αλλά από το σημείο όπου βρισκόταν όταν έλαβαν το μήνυμα.

3^B4. Stop

Το μήνυμα αυτό παράγεται και μεταδίδεται όταν στον αποστολέα των μηνυμάτων συγχρονισμού πατήσουμε Stop. Το μήνυμα Stop δίνει την εντολή στους αποδέκτες του να σταματήσουν την αναπαραγωγή και να περιμένουν έως ότου λάβουν ένα μήνυμα Start ή Continue.

3^B5. Active Sensing

Το μήνυμα αυτό αφορά τους αποστολείς MIDI πληροφόρησης. Η υιοθέτησή του από τους κατασκευαστές είναι προαιρετική και η χρήση του σπάνια.

3^B6. System Reset

Και αυτό το μήνυμα χρησιμοποιείται σπάνια. Η αποστολή του δίνει εντολή στους αποδέκτες του να επαναφέρουν τις αρχικές ρυθμίσεις που προβλέπει ο κατασκευαστής τους, όταν ανάβουν.

3^Y . System Exclusive Messages

Στην κατηγορία αυτή περιλαμβάνονται τα ακόλουθα τέσσερα είδη μηνυμάτων:

3^Y1. Manufacturer Sysex Messages

Τα System Exclusive μηνύματα μπορούμε να πούμε ότι χωρίζονται σε αυτά που χρησιμοποιεί ο κατασκευαστής και σ' αυτά που διαμορφώνονται από το χρήστη. Τα πρώτα είναι αυτά που ονομάζουμε manufacturers messages.

Στα μηνύματα αυτά που είναι 'ιδιοκτησία' των κατασκευαστών το πρώτο data byte καθορίζει την εταιρεία. Αυτά τα bytes ονομάζονται και «manufacturers ID» ή «maker Identification» και εκδίδονται από τους δύο διεθνείς οργανισμούς MMA &

JMSC που σχετίζονται με το midi. Οι εταιρίες είναι υποχρεωμένες να εκδώσουν το format από τα μηνύματα αυτά μέσα σε χρόνο από την είσοδο της συσκευής στην αγορά.

Όπως και με όλα τα data bytes έτσι και το manufacturer's ID μπορεί να πάρει μέχρι και 128 τιμές που για τη σημερινή εποχή, που ολοένα και περισσότερες εταιρίες εντάσσονται στο χώρο της κατασκευής midi συσκευών, δεν είναι ικανοποιητικά μεγάλος αριθμός. Έτσι ορίστηκε ένας τρόπος για την αύξηση των ID κωδικών σε 16.384 με τη χρήση δύο data bytes(14 bits) για την κωδικοποίηση.

3^ο2. Universal Non Commercial Sysex Messages

Αυτή η κατηγορία αποκλειστικών μηνυμάτων δεν χρησιμοποιείται για προϊόντα που κυκλοφορούν στο εμπόριο αλλά μόνο στον τομέα της έρευνας και από εκπαιδευτικά ιδρύματα.

3^ο3. Non Real Time Universal Sysex Messages (Sample Standard & Tuning Standard)

Σε αντίθεση με το σκεπτικό των μηνυμάτων Manufacturer System Exclusive Messages που επιτρέπουν την επικοινωνία και ανταλλαγή αποκλειστικών μηνυμάτων μόνο μεταξύ των μοντέλων κάθε κατασκευαστή, που χρησιμοποιούν το ίδιο λειτουργικό σύστημα, τα αποκλειστικά μηνύματα Non Real Time Universal Sysex Messages επιτρέπουν την επικοινωνία και ανταλλαγή δειγμάτων (Samples) μεταξύ διαφορετικών μοντέλων δειγματοληπτών, ανεξαρτήτως κατασκευαστού.

3^ο4. Real Time Universal Sysex Messages (MIDI Time Code, MIDI Machine Control, MIDI Show Control)

Αυτή η κατηγορία αποκλειστικών μηνυμάτων προσετέθη στο πρωτόκολλο MIDI σταδιακά αρχής γενομένης το 1987 με τον κώδικα MIDI Time Code και εμπλουτίστηκε στη συνέχεια με τα υπόλοιπα μηνύματα. Ο κώδικας MIDI Time Code εκφράζει τον κώδικα SMPTE, χρησιμοποιώντας τη γλώσσα MIDI. Μέσω MIDI Machine Control μπορούμε να ελέγχουμε τις λειτουργίες του μηχανισμού κίνησης εγγραφών μέσω MIDI.

3.4 Standard Midi Files

3.4.1 Τυποποίηση και Ευελιξία

Πριν δέκα μόλις χρόνια η ιδέα ανταλλαγής αρχείων μεταξύ διαφορετικών μουσικών προγραμμάτων ή υπολογιστών δεν ήταν τίποτε περισσότερο από ένα ακόμη απραγματοποίητο όνειρο. Όπως συχνά συμβαίνει στην εποχή μας, οι ραγδαίες τεχνολογικές εξελίξεις επιτάχυναν την υλοποίηση των οραμάτων. Τον Ιούλιο του 1988 η υπεύθυνη για την εξέλιξη του πρωτοκόλλου MIDI επιτροπή, προχώρησε στον καθορισμό μίας σειράς προδιαγραφών που επέτρεψε την ανταλλαγή MIDI πληροφόρησης μεταξύ των προγραμμάτων εγγραφής μουσικών ακολουθιών. Με την ονομασία Standard MIDI FILES και με σκεπτικό όμοιο με εκείνο με το οποίο οι προδιαγραφές του πρότυπου συνόλου χαρακτήρων ASCII κατέστησαν δυνατή τη μεταφορά κειμένου στα προγράμματα, τα αρχεία MIDI, άνοιξαν το δρόμο της επικοινωνίας για μουσικά προγράμματα.

3.4.2 Προϋποθέσεις για τη δημιουργία και αναγνώριση MIDI αρχείων

Τα μουσικά προγράμματα αποθηκεύουν τα αρχεία που δημιουργούμε το καθένα με διαφορετικό σκεπτικό, το οποίο καθορίζεται από τους κατασκευαστές τους (Native Format). Η δυνατότητα μεταφοράς και αναγνώρισης αυτών των αρχείων μεταξύ των διαφορετικών προγραμμάτων εξασφαλίζεται με την προσθήκη κατάλληλων εντολών που επιτρέπουν:

α. Τη μετατροπή και αποθήκευση του μουσικού αρχείου τους από τη μορφή που προβλέπει κάθε κατασκευαστής (Native format), σε αυτή που καθορίζουν οι προδιαγραφές Standard MIDI FILES. (Export MIDI FILE)

β. Την εισαγωγή MIDI αρχείων και την ακόλουθη μετατροπή και αποθήκευσή τους στη μορφή, που κάθε κατασκευαστής ορίζει για το πρόγραμμά του. (Import MIDI FILE)

3.4.3 Τι είδους πληροφορίες περιέχονται σε ένα Standard MIDI FILE

Το πρώτο μέρος κάθε αρχείου MIDI ονομάζεται Header Chunk. Σε αυτό, πέραν του προσδιορισμού της ανάλυσης του αρχείου με βάση τις προδιαγραφές του προγράμματος που το δημιούργησε, περιέχονται διάφορες χρήσιμες πληροφορίες. Ένα MIDI FILE μπορεί να περιέχει οποιαδήποτε από τα μηνύματα που περιέχει το

πρωτόκολλο MIDI, περιλαμβανομένων και των μηνυμάτων System Exclusive. Κάθε ένα γεγονός του MIDI αρχείου κωδικοποιείται με τρόπο που περιγράφει τη χρονική του απόσταση από το προηγούμενο γεγονός, είτε με χτύπους και υποδιαιρέσεις, είτε με δευτερόλεπτα και υποδιαιρέσεις τους.

Ένα Standard MIDI FILE μπορεί, εκτός της MIDI πληροφόρησης, να περιέχει και άλλες πληροφορίες (Meta Events) σχετικές με το όνομα της μουσικής ακολουθίας, το μουσικό μέτρο, τον οπλισμό, τα ονόματα των Tracks, τους δείκτες, τους στίχους κ.α. Η ελευθερία που παρέχει το πρωτόκολλο MIDI στον τρόπο αποθήκευσής τους, δημιουργεί συχνά προβλήματα στην αναγνώριση και σωστή εισαγωγή τους στα διαφορετικά προγράμματα. Όσο περνά ο καιρός και η επικοινωνία μεταξύ των κατασκευαστών γίνεται καλύτερη και αυτά τα προβλήματα αναμένεται να ξεπεραστούν. Υπό μορφή MIDI αρχείου μπορούμε να αποθηκεύσουμε και Tempo Maps που περιγράφουν τις αλλαγές Tempo μίας μουσικής ακολουθίας. Τα MIDI αρχεία που περιέχουν Tempo Maps χρησιμοποιούνται συχνότατα για το συγχρονισμό ήχου και εικόνας σε κινηματογραφικές ή βίντεο εφαρμογές.

3.4.4 Πόσες κατηγορίες αρχείων προβλέπουν οι προδιαγραφές Standard MIDI FILES

Υπάρχουν τριών ειδών MIDI αρχεία. Το πρώτο ονομάζεται MIDI FILE Type 0 και κατά τη μετατροπή τοποθετεί όλη τη πληροφόρηση σε ένα Track, χωρίς να αλλάζει το MIDI κανάλι στο οποίο απευθύνεται κάθε γεγονός. Μπορεί αυτό το είδος αρχείου να περιορίζει την αναλυτική επεξεργασία της πληροφόρησης, είναι όμως χρήσιμο για την αναπαραγωγή ακολουθιών με τη χρήση φτηνών MIDI περιφερειακών που χρησιμοποιούνται σε εκπαιδευτικά ιδρύματα ή ζωντανές εμφανίσεις.

Το δεύτερο είδος MIDI αρχείου ονομάζεται MIDI FILE Type 1 και τοποθετεί την πληροφόρηση σε περισσότερα από ένα Tracks, κάθε ένα από τα οποία στέλνει την πληροφόρησή του σε ένα ή περισσότερα MIDI κανάλια. Η μετατροπή μίας μουσικής ακολουθίας σε αυτό το είδος αρχείου συνίσταται στην περίπτωση που θέλουμε να το μεταφέρουμε για επεξεργασία σε κάποιο άλλο πρόγραμμα.

Το τρίτο είδος MIDI αρχείου ονομάζεται MIDI FILE Type 2 και συναντάται εξαιρετικά σπάνια. Το αρχείο αυτό, όπως και το προηγούμενο, περιέχει ξεχωριστά

Tracks κάθε ένα από τα οποία μπορεί να μεταδώσει την πληροφορήσή του σε ένα ή περισσότερα MIDI κανάλια. Σε αυτό το είδος MIDI αρχείου κάθε Track μπορεί να αντιπροσωπεύει ένα Pattern ή μία υποακολουθία με διαφορετικό χρόνο έναρξης, MIDI κανάλια ή Tempo Map.

3.4.5 Μεταφορά μουσικών αρχείων ανάμεσα στις διαφορετικές πλατφόρμες υπολογιστών

Οι προδιαγραφές του πρωτοκόλλου MIDI προβλέπουν τη μεταφορά αρχείων MIDI μεταξύ διαφορετικών υπολογιστών. Αν και ένας Macintosh δεν μπορεί χωρίς το κατάλληλο πρόγραμμα να διαβάσει μία δισκέτα που έχει εγκατασταθεί σε ένα ATARI, εν τούτοις ένα MIDI αρχείο που έχει δημιουργηθεί στον Macintosh, μπορεί να μεταφερθεί σε ένα ATARI με τη χρήση ενός σειριακού καλωδίου ή ενός Modem. Μία πρόσφατη προσθήκη στο πρωτόκολλο επικοινωνίας MIDI απλοποιεί τη μεταφορά MIDI αρχείων μεταξύ διαφορετικών υπολογιστών, καθιστώντας δυνατή τη μεταφορά τους μέσω MIDI καλωδίων.

3.4.6 Τα αρχεία MIDI και η χρήση τους με άλλες κατηγορίες προγραμμάτων

Όπως για το πρωτόκολλο MIDI έτσι και για τα αρχεία MIDI επινοήθηκαν με τα χρόνια πολλές διαφορετικές χρήσεις. Ενώ το αρχικό σκεπτικό προέβλεπε την ανταλλαγή αρχείων μεταξύ των προγραμμάτων sequencing, στη συνέχεια αξιοποιήθηκε και σε άλλα προγράμματα. Τα προγράμματα αλγοριθμικής σύνθεσης για παράδειγμα, μπορούν να αποθηκεύσουν τα αποτελέσματα της επεξεργασίας τους σε μορφή MIDI αρχείου, το οποίο στη συνέχεια μπορεί να εισαχθεί σε ένα sequencing για μελέτη και περαιτέρω επεξεργασία και στη συνέχεια σε πρόγραμμα μουσικής σημειογραφίας για εκτύπωση. Τέλος, προγράμματα σχεδιασμένα για Audio Post Production ή προγράμματα που συνδυάζουν Audio και MIDI είναι σε θέση να εισάγουν ή να εξάγουν MIDI αρχεία.

3.4.7 Τα αρχεία MIDI και η σημασία τους στη μουσική εκπαίδευση

Το πλήθος των εφαρμογών του πρωτοκόλλου MIDI βρήκε το δρόμο του και στη μουσική εκπαίδευση. Τα MIDI αρχεία επέτρεψαν την επικοινωνία μουσικών αρχείων ανεξαρτήτως προγράμματος ή υπολογιστή. Αυτό προέτρεψε πολλές εταιρίες να στραφούν στον τομέα της εκπαίδευσης. Η δημιουργία μουσικού εκπαιδευτικού υλικού με σκοπό τη μελέτη και εμβάθυνση σε θέματα θεωρίας, αρμονίας και μουσικής εκτέλεσης, ξεπέρασε κάθε προσδοκία. Σήμερα την αγορά κατακλύζουν MIDI αρχεία για κάθε ανάγκη και κάθε γούστο. Ανάλογα με τις ανάγκες σας, μπορείτε να επιλέξετε εκείνο που θέλετε να εισάγετε στο πρόγραμμά σας, να το ακούσετε, να το μελετήσετε, να το επεξεργαστείτε ή να το τυπώσετε. Τα αρχεία MIDI σε συνδυασμό με τις προδιαγραφές General MIDI έθεσαν, από πλευράς μουσικής, τις βάσεις για την αλματώδη ανάπτυξη των πολυμέσων (Multimedia).

3.5 Πρωτόκολλα Επικοινωνίας

3.5.1 Πρωτόκολλο SCSI

Εισαγωγικά

Αν και λόγω των εξελίξεων τα νεότερα και πιο εύχρηστα πρωτόκολλα επικοινωνίας USB και FireWire επισκίασαν μερικώς την παντοδυναμία του πρωτοκόλλου SCSI, αυτό εξακολουθεί να παραμένει στην κορυφή των επιλογών μας για την εγγραφή, επεξεργασία και αναπαραγωγή σημάτων ήχου.

Το πρωτόκολλο επικοινωνίας SCSI ανεπτύχθη από έναν όμιλο εταιριών και εμφανίστηκε πρώτη φορά το 1986. Το πρωτόκολλο SCSI ορίζει τι μηχανικές, ηλεκτρικές και λειτουργικές προδιαγραφές για τη σύνδεση περιφερειακών συσκευών σε μικροϋπολογιστές. Η Apple Computers, η συμμετοχή της οποίας υπήρξε καθοριστική στο σχεδιασμό των παραμέτρων λειτουργίας του, ήταν η πρώτη που το ενσωμάτωσε στους υπολογιστές της. Ο πρώτος υπολογιστής που είχε την δυνατότητα άμεσης σύνδεσης με SCSI συσκευές ήταν το μοντέλο της Apple «Macintosh Plus» που κυκλοφόρησε το 1986.

Το πρωτόκολλο επικοινωνίας SCSI στη διάρκεια της ζωής του εμπλουτίστηκε με διάφορες παραλλαγές που διαφέρουν στο ρυθμό διαμεταγωγής των δεδομένων, το μέγιστο επιτρεπόμενο μήκος των καλωδίων σύνδεσης και τον αριθμό των συσκευών που μπορούν να συνδεθούν εν σειρά. Οι αρχικές προδιαγραφές του πρωτοκόλλου προέβλεπαν ρυθμό διαμεταγωγής δεδομένων ίσο με 5Megabytes/sec,

μέγιστο συνολικό μήκος καλωδίων τα 3 μέτρα και δυνατότητα σύνδεσης επτά περιφερειακών συσκευών. Οι προδιαγραφές Fast SCSI που ακολούθησαν, προέβλεπαν ρυθμό διαμεταγωγής 10MB/sec, χωρίς να μεταβάλλουν το μέγιστο συνολικό μήκος των καλωδίων ή τον αριθμό των συσκευών που μπορούν να συνδεθούν. Ακολούθησαν οι προδιαγραφές για Wide SCSI με ρυθμό διαμεταγωγής δεδομένων 20MB/sec, το ίδιο συνολικό μήκος καλωδίων και δυνατότητα σύνδεσης 15 περιφερειακών συσκευών. Το επόμενο βήμα στην εξέλιξη του πρωτοκόλλου αποτέλεσαν οι προδιαγραφές Ultra Wide SCSI με ρυθμό διαμεταγωγής δεδομένων 40MB/sec συνολικό μήκος καλωδίων 1.5 μέτρα και δυνατότητα σύνδεσης μέχρι 8 περιφερειακών. Ακολούθησαν οι προδιαγραφές Ultra2 Wide SCSI με ρυθμό διαμεταγωγής δεδομένων 80MB/sec, συνολικό μήκος καλωδίων τα 12 μέτρα και δυνατότητα σύνδεσης 15 περιφερειακών συσκευών. Η πλέον πρόσφατη και ταχύτερη παραλλαγή του πρωτοκόλλου SCSI είναι η Ultra 160/m με ρυθμό διαμεταγωγής δεδομένων 160MBps.

Στα σύγχρονα μουσικά συστήματα το πρωτόκολλο SCSI αξιοποιείται όχι μόνο στην εγγραφή και επεξεργασία σημάτων ήχου μέσω υπολογιστή, αλλά υιοθετείται και από ηλεκτρονικά όργανα όπως οι δειγματολήπτες ή οι σταθμοί εργασίας είτε εκ κατασκευής είτε μέσω προσθήκης ειδικής κάρτας επέκτασης. Στα νέα μοντέλα υπολογιστών Macintosh, όπως και όλα τα συμβατά Pc's η προσθήκη κάρτας (PCI) SCSI είναι απαραίτητη για την επικοινωνία συσκευών SCSI με τον υπολογιστή.

Κανόνες σύνδεσης συσκευών μέσω SCSI

Οι συσκευές SCSI συνδέονται σε σειρά (Daisy Chain Connection). Ο αριθμός των συσκευών που μπορούν να συνδεθούν εντός και εκτός υπολογιστή σε μία αλυσίδα SCSI καθορίζεται από τον αριθμό γραμμών μεταφοράς δεδομένων που προβλέπει η έκδοση του πρωτοκόλλου SCSI που χρησιμοποιούμε. Η αρχική του έκδοση προέβλεπε 9 γραμμές επέτρεπε όμως τη σύνδεση 8 συσκευών διότι η όγδοη γραμμή δεν ήταν διαθέσιμη στον τελικό χρήστη. Η έβδομη γραμμή μεταφοράς (ID7) καταλαμβάνεται από τον υπολογιστή [Ο ελεγκτής SCSI του υπολογιστή χειρίζεται τη μονάδα κεντρικής επεξεργασίας (CPU), τη μνήμη τυχαίας προσπέλασης (RAM) και τον οδηγό εύκαμπτου δίσκου (Internal Floppy Drive) σαν μία συσκευή SCSI με αριθμό αναγνώρισης 7]. Ο εσωτερικός σκληρός δίσκος χρησιμοποιεί τη γραμμή μεταφοράς δεδομένων με αριθμό αναγνώρισης 0 και έτσι απομένουν 6 διαθέσιμες

γραμμές που επιτρέπουν τη σύνδεση 6 ακόμα-εσωτερικών ή εξωτερικών συσκευών- με αριθμούς αναγνώρισης από 1 έως 6. (Με τη χρήση καρτών SCSI που αξιοποιούν νεότερες εκδόσεις των προδιαγραφών του πρωτοκόλλου μπορούμε να συνδέσουμε έως και 15 συσκευές).

Ο αριθμός αναγνώρισης των συσκευών

Η σωστή λειτουργία των συνδεδεμένων σε μία SCSI αλυσίδα συσκευών, προϋποθέτει και τον καθορισμό της γραμμής επικοινωνίας κάθε συσκευής με τον υπολογιστή. Ο καθορισμός μίας ξεχωριστής για κάθε συσκευή, γραμμής επικοινωνίας με τον υπολογιστή, είναι αναγκαίος για να μην απευθύνεται η πληροφόρηση σε λάθος συσκευές. Η επιλογή της γραμμής επικοινωνίας κάθε συσκευής με τον υπολογιστή γίνεται με τον ορισμό ενός ξεχωριστού –για κάθε συσκευή αριθμού- αναγνώρισης (ID Number), που ορίζεται από τον χρήστη χειροκίνητα –μέσω κάποιου επιλογέα- είτε μέσω λογισμικού. Για τη χειροκίνητη αλλαγή του αριθμού αναγνώρισης οι περισσότερες συσκευές διαθέτουν στο πίσω μέρος ένα μικρό επισκέψιμο από τον χρήστη, ταμπλό. Στο ταμπλό αυτό απεικονίζεται ο αριθμός αναγνώρισης της συσκευής και μπορούμε να τον αλλάξουμε, πατώντας κάποιο διακόπτη ή κουμπί. Ο αριθμός ταυτότητας απεικονίζεται με δεκαδικά ψηφία (π.χ. από 0 έως 7) ή μέσω ενός δυαδικού αριθμού που σχηματίζεται από τη θέση τριών διακοπών που λαμβάνουν τιμές 1 ή 0. Όταν και οι τρεις διακόπτες (Dip Switches) έχουν τιμή 0 σχηματίζεται ο αριθμός αναγνώρισης 0. Όταν έχουν τιμή 111 τότε σχηματίζεται ο αριθμός αναγνώρισης 7. Η φυσική σειρά σύνδεσης των συσκευών SCSI δεν πρέπει να συγχέεται με τον αριθμό ταυτότητας της συσκευής.

Midi & Scsi: Ομοιότητες και διαφορές

Οι ομοιότητες

α. Και τα δύο πρωτόκολλα χρησιμοποιούνται για τη μεταφορά ψηφιακής πληροφόρησης μεταξύ μηχανημάτων διαφορετικών κατασκευαστών.

β. Και τα δύο πρωτόκολλα χρησιμοποιούν κάποιο σύστημα για τη σωστή μεταφορά και αναγνώριση της διακινούμενης πληροφόρησης από τους αποδέκτες της. (Το πρωτόκολλο MIDI χρησιμοποιεί τα MIDI κανάλια και το πρωτόκολλο SCSI τους αριθμούς αναγνώρισης)

γ. Η σύνδεση οργάνων μέσω MIDI και συσκευών μέσω SCSI γίνεται εν σειρά (Daisy Chain).

Οι διαφορές

α. Το πρωτόκολλο του διασυνδεδετικού MIDI προβλέπει τη σειριακή μετάδοση των δεδομένων ενώ το πρωτόκολλο SCSI την παράλληλη μετάδοσή τους μέσω παράλληλων γραμμών.

β. Η ταχύτητα μετάδοσης της MIDI πληροφόρησης είναι 31.250 bits ανά δευτερόλεπτο και της μέσω SCSI καθορίζεται από τις προδιαγραφές της έκδοσης που χρησιμοποιούμε και μπορεί να φτάσει να είναι ως και 2500 φορές ταχύτερη της αντίστοιχης MIDI.

γ. Το πρωτόκολλο MIDI είναι μονοκατευθυντικό και δεν προβλέπει την από μεριάς του αποδέκτη απόκριση και βεβαίωση λήψης των μηνυμάτων που λαμβάνει. Το πρωτόκολλο SCSI προβλέπει την αμφίδρομη επικοινωνία αποστολέα και αποδέκτη που καθ' όλη την διάρκεια μετάδοσης της πληροφόρησης ανταλλάσσουν αιτήματα και βεβαιώσεις λήψεως.

δ. Το πρωτόκολλο MIDI χρησιμοποιείται για την περιγραφή των παραμέτρων μίας μουσικής εκτέλεσης ενώ το SCSI για τη μεταφορά προγραμμάτων υπολογιστών, αρχείων, κ.λπ.

3.5.2 Πρωτόκολλο USB**Εισαγωγικά**

Από τα μέσα της προηγούμενης δεκαετίας η βιομηχανία της πληροφορικής προχώρησε στην ανάπτυξη νέων προτύπων επικοινωνίας επιδιώκοντας ευκολότερη σύνδεση, ταχύτερη επικοινωνία, συμβατότητα ανεξαρτήτως πλατφόρμας και ποικιλία επιλογών.

Οι πρώτες φήμες για το βιομηχανικό πρότυπο Universal Serial Bus κυκλοφόρησαν την ίδια περίπου εποχή που και το πρότυπο IEEE 1394 υποσχόταν να ανατρέψει για τα καλά όλα όσα γνωρίζαμε σε θέματα διασύνδεσης. Η φημολογία έγινε γρήγορα πραγματικότητα και σήμερα τα βιομηχανικά αυτά πρότυπα αποτελούν στάνταρ εξοπλισμό κάθε σύγχρονου υπολογιστή.

Οι κατασκευαστές ηλεκτρονικών οργάνων και μουσικού λογισμικού εξέφραζαν το ενδιαφέρον τους για τα νέα πρότυπα από τις πρώτες κιόλας μέρες της ζωής τους. Μία σειρά κοινών πλεονεκτημάτων των προτύπων τους οδήγησε στην απόφαση να μην προχωρήσουν σε παράλληλη ανάπτυξη προϊόντων και για τα δύο, αλλά να δώσουν προτεραιότητα σε ένα εξ' αυτών. Με σημαντικότερα κοινά

πλεονεκτήματα αυτά της δυνατότητας χρήσης νέων προϊόντων ανεξαρτήτως πλατφόρμας (Cross-Platform Compatibility), της σύνδεσης και αποσύνδεσης τους εν ώρα λειτουργίας του υπολογιστή και της δυνατότητας σύνδεσης μεγάλου αριθμού συσκευών, την τελική απόφαση έμελλε να καθορίσει η εμπορική διάσταση των πραγμάτων.

Έτσι, παρόλο που η πλειοψηφία των επαγγελματιών της μουσικής βιομηχανίας και παραγωγής τάχθηκε υπέρ του πρότυπου IEEE 1394 οι κατασκευαστές προτίμησαν να ξεκινήσουν με το βραδύτερο αλλά αισθητά φθηνότερο, πρότυπο USB. Οι εξελίξεις δείχνουν να τους δικαιώνουν για αυτήν τους την απόφαση, όπως άλλωστε και για άλλες όπως αυτή στις αρχές τις δεκαετίας του 80 όταν προτίμησαν τη σειριακή έναντι της παράλληλης μορφής επικοινωνία για το νεοσύστατο τότε πρωτόκολλο MIDI.

Το πρότυπο USB εξασφαλίζει τις αναγκαίες για την μεταφορά MIDI και (ολίγων tracks) audio πληροφόρησης συνθήκες, ακόμα και όταν στον ομώνυμο δίαυλο συνδέουμε και άλλα περιφερειακά. Δεν προσφέρεται τόσο για πολυκάναλη εγγραφή και επεξεργασία ήχου. Το εύρος ζώνης που φτάνει τα 12 Mbps και αντιστοιχεί σε ρυθμό διαμεταγωγής 1.5 Megabytes/sec αρκεί για την μεταφορά έως δύο καναλιών ψηφιακού σε πραγματικό χρόνο. Βέβαια, αυτό αναμένεται να αλλάξει σύντομα, μιας και οι νέες –ήδη εγκεκριμένες- προδιαγραφές της έκδοσης 2.0 του πρωτοκόλλου USB αναμένεται να αυξήσουν το εύρος ζώνης στα 480 Mbps, γεγονός που θα το καταστήσει ιδιαίτερα ελκυστικό για την εγγραφή και επεξεργασία ψηφιακού ήχου.

Η Apple ήταν η πρώτη εταιρία υπολογιστών που υιοθέτησε τα πρότυπα USB και IEEE 1394, αντικαθιστώντας μία για πάντα τις σειριακές και παράλληλες θύρες που διέθεταν τα μοντέλα της από το 1986 και μετά. Οι πρώτοι χρήστες των υπολογιστών Apple που υιοθέτησαν τα νέα πρότυπα (iMac, iBook και Power Mac G4) βρέθηκαν να προηγούνται χρονικά της μουσικής αγοράς που δεν είχε ακόμα κυκλοφορήσει τα πρώτα της USB MIDI και Audio διασυνδετικά. Τη λύση στο πρόβλημα έσπευσαν να δώσουν εταιρίες όπως η Keyspan που με τα προϊόντα τους όπως το Keyspan «USB to Serial Adapter» έδωσαν στους χρήστες των μοντέλων αυτών τη δυνατότητα χρήσης των σειριακών τους MIDI διασυνδετικών.

Usb Midi διασυνδετικά

Η απουσία συμβατότητας επέβαλε στους κατασκευαστές των MIDI διασυνδετικών της προηγούμενης γενιάς να εξειδικεύουν τα προϊόντα τους για διαφορετικές πλατφόρμες. Σήμερα όλα ανεξαιρέτως τα USB MIDI διασυνδετικά συνδέονται στην ομώνυμη θύρα του υπολογιστή και είναι συμβατά με όλες τις πλατφόρμες, αρκεί να εγκαταστήσουμε το κατάλληλο πρόγραμμα υποστήριξης. Πολλά από τα νέα MIDI διασυνδετικά είναι μικροσκοπικά σε όγκο και εξαρτωμένου του πλήθους των λειτουργιών που εκτελούν τροφοδοτούνται με τάση μέσω του διαύλου USB (Bus Powered) είτε από σταθερή πηγή ρεύματος (AC). Η αύξηση του αριθμού των MIDI εισόδων/ εξόδων ή/ και του αριθμού των MIDI καναλιών σε ένα μουσικό σύστημα γίνεται πλέον εύκολα χάρη στον εντυπωσιακό αριθμό συσκευών που μπορούν να συνδεθούν στο δίαυλο USB (127 συσκευές). Ένα ακόμη πλεονέκτημα των σύγχρονων USB MIDI διασυνδετικών είναι η εντυπωσιακή ακρίβεια στην εγγραφή και αναπαραγωγή της πληροφόρησης που επιτυγχάνουν σε συνεργασία με συγκεκριμένα μουσικά προγράμματα (π.χ. η τεχνολογία MIDI Time Stamping της MOTU μέσω της συνεργασίας των διασυνδετικών της με το Performer, επιτυγχάνει ακρίβεια της τάξης ενός κλάσματος του χιλιοστού του δευτερολέπτου).

Usb Audio διασυνδετικά

Σε αντίθεση με τη MIDI πληροφόρηση τα ηχητικά σήματα έχουν αυξημένες απαιτήσεις σε ό,τι αφορά το εύρος ζώνης του διαύλου στον οποίο διακινούνται (Bandwidth). Αν και οι προδιαγραφές του πρότυπου USB επιτρέπουν τη διακίνηση μερικών, μη συμπίεσμένων με ποιότητα CD, σημάτων, η προσπάθεια αξιοποίησής τους μέσω των λειτουργικών συστημάτων και των προγραμμάτων υποστήριξης των συσκευών αποδείχτηκε αληθινή πρόκληση για τους προγραμματιστές. Την πρώτη ολοκληρωμένη υποστήριξη για USB Audio τη συναντάμε στα Windows στην έκδοση Windows 98, ενώ πρόσθετες βελτιώσεις έγιναν στη δεύτερη έκδοσή τους (Windows 98E). Από την πλευρά της Apple σημειώθηκαν πολλές καθυστερήσεις στην υποστήριξη USB Audio. Η πρώτη έκδοση του λειτουργικού MacOS που υποστήριζε USB Audio ήταν η έκδοση 9.04.

Τα πρώτα USB Audio διασυνδετικά κυκλοφόρησαν από την εταιρία Roland στα τέλη του 1998 και τις αρχές του 1999, ενώ η κατασκευή των πρώτων Cross-Platform Audio διασυνδετικών άρχισε τον Μάιο του 2000. Στα USB Audio διασυνδετικά που κυκλοφορούν θα συναντήσουμε μεγάλη ποικιλία στη στάθμη των σημάτων που δέχονται (Microphone, Instrument, Line), τις συχνότητες

δειγματοληψίας που υιοθετούν (44.1 KHz ή 48 KHz) και την ανάλυση που υποστηρίζουν (16bit, 20bit ή 24bit). Ποικιλία συναντάμε επίσης στον αριθμό και τους τύπους των συνδετών των αναλογικών (RCA, καρφί ¼ της ίντσας ή XLR) και ψηφιακών (S/PDIF Coaxial, S/PDIF Optical ή Optical) εισόδων/ εξόδων, την έξοδο ακουστικών, κ.α.

Άλλα περιφερειακά σε Usb

Την ευρύτατη αποδοχή του προτύπου επικοινωνίας USB αξιοποιούν σήμερα και οι κατασκευαστές ηλεκτρονικών οργάνων, φτιάχνοντας πληκτροφόρους ελεγκτές μουσικής εκτέλεσης και μονάδες παραγωγής ήχου (π.χ. Roland PC-300U Keyboard, Roland SC-8850 και SC-8820 Sound Canvas Synth Modules). Πρόσφατα η εταιρία Akai, ανακοίνωσε την επέκταση των τρόπων επικοινωνίας των δειγματοληπτών της S5000 και S6000 με υπολογιστή με την κατασκευή δύο νέων καρτών επέκτασης που υιοθετούν το πρότυπο USB. Ανάμεσα στα προϊόντα που αξιοποιούν το πρότυπο USB περιλαμβάνονται σταθμοί επεξεργασίας ηχητικών σημάτων όπως οι Tascam US-428 και Roland ED U-8 και εγγραφείς όπως το Portadisk της HNB που, συνδεδεμένο με τον υπολογιστή, εξασφαλίζει στο χειριστή του τη δυνατότητα επεξεργασίας των ηχογραφημένων σημάτων.

3.5.3 Πρωτόκολλο FireWire

Εισαγωγικά

Γνωστό και με την ονομασία IEEE-1394 το πρωτόκολλο αυτό προβλέπει την εν σειρά σύνδεση μέχρι 63 συσκευών και τη δυνατότητα σύνδεσης και αποσύνδεσής τους εν ώρα λειτουργίας του υπολογιστή. Οι θύρες FireWire αποτελούν στάνταρ εξοπλισμό όλων των μοντέλων Apple Macintosh από το G3 και ύστερα. Το ίδιο δεν συμβαίνει και στο χώρο των PC's. Όμως η διάδοση που γνώρισαν οι ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές και βιντεοκάμερες ώθησε κάποιους κατασκευαστές στο να περιλάβουν τη FireWire κάρτα στο στάνταρ εξοπλισμό των υπολογιστών που πωλούν.

Το λειτουργικό σύστημα της Apple (MacOS) υποστηρίζει το πρωτόκολλο FireWire από την έκδοση 8.6 και ύστερα, ενώ στην πλατφόρμα των PC's το

πρωτόκολλο υποστηρίζεται στις εκδόσεις των λειτουργικών Windows 98SE, ME, 2000 και XP. Αν και οι αρχικές προδιαγραφές του πρωτοκόλλου προέβλεπαν εύρος ζώνης από 100 ως 400 Mbps (Megabits/sec) οι μέχρι πρότινος επιδόσεις των δίσκων FireWire ήσαν για τεχνικούς λόγους υποδεέστερες αυτών, με αποτέλεσμα να μην τραβούν το ενδιαφέρον των μουσικών. Τα τελευταία μοντέλα υπολογιστών εκμεταλλεύονται πλέον πλήρως το εύρος ζώνης του πρωτοκόλλου FireWire και επιτυγχάνουν ρυθμούς διαμεταγωγής που φτάνουν έως τα 50 Megabytes/sec.

Τα χαρακτηριστικά αυτά καθιστούν όπως είναι φυσικό την προοπτική χρήσης δίσκων FireWire για την εγγραφή και επεξεργασία ψηφιακού ήχου ιδιαίτερα ελκυστική. Η νέα έκδοση του πρωτοκόλλου FireWire (IEEE1394b) προβλέπει ρυθμούς διαμεταγωγής που θα φτάσουν σταδιακά τα 3.2 Gigabits/sec με ενδιάμεσους σταθμούς τα 800 Mbps και τα 1.6 Gbps. Αυτό με τη σειρά του συνεπάγεται τη δυνατότητα μεταφοράς περισσότερων Megabytes/sec. Διάφοροι κατασκευαστές, βλέποντας τις δυνατότητες του πρωτοκόλλου FireWire σχεδίασαν και διαθέτουν στην αγορά περιφερειακά για το πρωτόκολλο αυτό. Ένα ακόμη από τα πλεονεκτήματα του πρωτοκόλλου FireWire είναι ότι το μήκος των καλωδίων μπορεί να φτάνει τα 10 μέτρα.

FireWire Audio Διασυνδετικά

Τα audio διασυνδετικά που αξιοποιούν το πρωτόκολλο FireWire έκαναν την εμφάνισή τους πρόσφατα. Είναι εξοπλισμένα με τμήμα προενίσχυσης για μικρόφωνα και σήματα ηλεκτρικών οργάνων και έχουν τη δυνατότητα και έχουν τη δυνατότητα να επικοινωνούν ψηφιακά μέσω διαφόρων πρωτοκόλλων. Υποστηρίζουν διάφορες συχνότητες δειγματοληψίας και αναλύσεις και προσφέρουν ικανοποιητικό αριθμό εισόδων/ εξόδων, αποτελώντας έτσι την αιχμή της τεχνολογίας στον τομέα αυτό.

Διασυνδετικά όπως το MOTU 828 και 896 είναι ζωντανά παραδείγματα του ότι αυτό το συμβατό και με τις δύο μεγάλες πλατφόρμες υπολογιστών πρωτόκολλο, αποτελεί την ιδανική λύση για την εγγραφή ήχου σε κάθε είδους υπολογιστή, με πρώτο του πλεονέκτημα την ταχύτητά του.

3.6 Το Μουσικό Διαδίκτυο (Internet)

3.6.1 Εισαγωγικά

Οι υπολογιστές αναλαμβάνουν ολοένα και μεγαλύτερο μέρος των ηχητικών δρώμενων στους χώρους των στούντιο. Ταυτόχρονα όμως αποτελούν και ένα ανοιχτό παράθυρο που μας φέρνει σε επικοινωνία με ό,τι έχει σχέση με τη μουσική και τις τεχνολογίες που την υποστηρίζουν. Το μέσο γι' αυτήν την επικοινωνία δεν είναι άλλο από το δημοφιλέστατο διαδίκτυο (Internet), η μουσική πλευρά του οποίου έχει σχεδόν ταυτιστεί με το MP3. Το MP3 λειτούργησε σαν μαγνήτης και κατάφερε να στρέψει το ενδιαφέρον ενός τεράστιου ποσοστού ανθρώπων προς το Internet, με μία δυναμική που θα τη ζήλευαν όλες οι διαφημιστικές καμπάνιες. Ταυτόχρονα, κατέστησε γνωστό ότι το διαδίκτυο (Internet) δεν είναι μόνο ατέλειωτες σελίδες με πληροφοριακό υλικό και νέα, αλλά ένα ανεξάντλητο δίκτυο μέσα από το οποίο είναι δυνατόν να μεταφερθούν κάθε είδους δεδομένα, συμπεριλαμβανομένων και των ηχητικών. Παράλληλα, παρέχει διέξοδο στην αγωνιώδη προσπάθεια των δημιουργών για προβολή, ενώ φέρνει κοντά όσους έχουν κοινά ενδιαφέροντα. Φυσικά, ο κύριος όγκος της πυραμίδας καταλαμβάνεται από τις παντός είδους πληροφορίες, οι οποίες όμως κατά κανόνα παρέχονται με εντυπωσιακό και αμφίδρομο τρόπο.

3.6.2 MIDI & AUDIO στο Internet

Η μουσική που διακινείται στο Internet χωρίζεται σε δυο μεγάλες κατηγορίες: Αρχεία MIDI και αρχεία Audio. Τα αρχεία MIDI είναι μικρά σε όγκο και μεταφέρονται γρήγορα στον υπολογιστή μας, ενώ μπορεί να ακούγονται και σε πραγματικό χρόνο κατά την διάρκεια της επίσκεψής μας σε μία σελίδα του Web. Η ποιότητα αναπαραγωγής των αρχείων MIDI εξαρτάται από τις προδιαγραφές της κάρτας ήχου ή των μονάδων ήχου που διαθέτουμε. Η ευρεία υιοθέτηση των προδιαγραφών General MIDI μας επιτρέπει να ακούσουμε τι είχε στο νου του ο συνθέτης του MIDI File, ανεξαρτήτως του κατασκευαστή της GM κάρτας ή συσκευής που χρησιμοποιούμε. Οι χρήστες Macintosh μπορούν να ακούσουν MIDI Files απευθείας από τον υπολογιστή με τη χρήση της επέκτασης Quick Time Instruments της Apple, το Cyber Synth της Invision Interactive ή το VSC3 της Edirol.

Και τα δύο είναι συμβατά με τις προδιαγραφές General MIDI. Η Microsoft από την μεριά της κατόπιν συμφωνίας με την Roland χρησιμοποιεί τον συνθέτη Sound Canvas υπό μορφή Software.

3.6.3 Μεταφορά και ακρόαση των αρχείων Audio

Υπάρχουν δύο τρόποι για τη μεταφορά και ακρόαση αρχείων audio στο World Wide Web. Ο πρώτος αφορά αρχεία τα οποία πρέπει να μεταφερθούν στον υπολογιστή μας πριν μπορέσουμε να τα ακούσουμε, ενώ ο δεύτερος αρχεία τα οποία μπορούμε να ακούσουμε ζωντανά ακόμα και κατά την διάρκεια της μεταφοράς τους (Streaming Audio).

3.6.4 Σχετικοί οργανισμοί στο Διαδίκτυο

Οι οργανισμοί, οι επίσημες ενώσεις, τα ινστιτούτα και τα ερευνητικά τμήματα των πανεπιστημιακών ιδρυμάτων είναι ό,τι πιο έγκυρο υπάρχει στο διαδίκτυο, αλλά και το γενικότερο σημείο αναφοράς. Από εκεί κινούνται τα νήματα των εξελίξεων, αφού στους χώρους αυτούς ορίζονται τα καινούργια πρωτόκολλα και οι προδιαγραφές, εκεί συντελείται και η πλειονότητα της επιμονής και χρονοβόρας θεωρητικής και πρακτικής έρευνας για κάθε καινοτομία, που ύστερα από χρόνια θα φτάσει στα χέρια μας.

AES (Audio Engineering Society) , www.aes.org

Παγκοσμίως κορυφαίος επαγγελματικός οργανισμός αφιερωμένος στην προώθηση και τη διάδοση της τεχνολογίας του ήχου, περισσότερο από πενήντα χρόνια.

NAMM (National Association of Music Merchants), www.namm.com

Η διάσημη ένωση των κατασκευαστών μουσικών οργάνων.

MMA (MIDI Manufacturers Association), www.midi.org

Ο οργανισμός των κατασκευαστών οργάνων MIDI, που είναι υπεύθυνος για τον καθορισμό των προδιαγραφών του πρωτοκόλλου MIDI και οποιουδήποτε σχετικού θέματος.

ICMA (International Computer Music Association), www.computermusic.org

Διεθνής ένωση ινστιτούτων και ανεξάρτητων προσωπικοτήτων που ειδικεύονται στις τεχνικές, δημιουργικές και εκτελεστικές πλευρές της μουσικής με υπολογιστές.

ΑΕΠΙ, www.aepi.gr

Στο δικτυακό τόπο της ΑΕΠΙ θα βρείτε μεταξύ άλλων πληροφορίες για τα πνευματικά δικαιώματα, τη μουσική στο διαδίκτυο, τα πολυμέσα, το Αρχείο Ελληνικής Μουσικής, κ.α.

3.6.5 Ερευνητικά Ιδρύματα – Ινστιτούτα

IRCAM (Insitut de Recherche et Coordination Acoustique/Musique), www.ircam.fr

Εκεί στεγάζεται το διάσημο γαλλικό ερευνητικό ινστιτούτο IRCAM. Η μοναδικότητα του είναι ότι ενοποιεί την υψηλού επιπέδου τεχνολογική έρευνα των τομέων των υπολογιστών με την ακουστική και τη μουσική. Ό,τι βλέπουμε σήμερα να υλοποιείται στους επαγγελματικούς χώρους, έχει κατά κανόνα γίνει πριν από αρκετά χρόνια στους χώρους του IRCAM.

CCRMA (Center for Computer Research in Music and Acoustics), <http://ccrma-www.stanford.edu>

Παράρτημα του Τμήματος Μουσικής του Πανεπιστημίου του Stanford, όπου θα βρείτε τόνους πληροφοριών και διατριβών για τον ήχο.

MTI Media Lab (Massachustetts Institute of Technology), www.media.mit.edu

Το MTI δεν χρειάζεται συστάσεις. Το Media Lab είναι το εκπαιδευτικό του πρόγραμμα για τις τέχνες και την τεχνολογία. Από εδώ είναι εύκολο να οδηγηθείτε

στο ερευνητικό τμήμα Machine Listening Group (<http://sound.media.mit.edu/index.html>), αλλά και να ενημερωθείτε μέσω του περιοδικού Computer Music Journal, το οποίο εκδίδεται από το MTI και αποτελεί το βιβλίο για ό,τι σχετίζεται με τη μουσική και τους υπολογιστές.

3.6.6 Portal Μουσικής Τεχνολογίας

Music Yellow Pages Online, *www.musicyellowpages.com*

Ο Χρυσός Οδηγός για τα θέματα που σχετίζονται με τη μουσική. Είναι δομημένος όπως ένας χρυσός οδηγός, αλλά ο όγκος των πληροφοριών που περιέχει ξεπερνά καθετί συμβατικό.

Μεγάλη Μουσική Βιβλιοθήκη της Ελλάδος, *www.mmb.org.gr*

Δικτυακός τόπος με πλούσιο υλικό, που καλύπτει, μεταξύ άλλων, την σχέση της μουσικής με την τεχνολογία, τα πολυμέσα και τα ηλεκτρονικά όργανα.

StudioGuru-The Pro Audio Resource, *www.studioguru.com*

Πραγματικός θησαυρός δεσμών σχετικών με τη δημιουργική και τεχνολογική πλευρά της μουσικής.

3.6.7 Δικτυακά Λεξικά και Εγκυκλοπαίδειες

Webomedia

Μία εγκυκλοπαίδεια για την τεχνολογία των υπολογιστών στο διαδίκτυο. Ο δικτυακός τόπος *<http://www.webomedia.com/>* είναι αφιερωμένος στην τεχνολογία των υπολογιστών. Σε αυτών θα βρείτε πληροφορίες για πλήθος τεχνολογικών όρων στις κάθε είδους σχετιζόμενες με τους υπολογιστές κατηγορίες θεμάτων όπως τα λειτουργικά συστήματα, τα περιφερειακά, τα πρωτόκολλα ψηφιακής επικοινωνίας, οι τύποι των συνδετών κ.α.

Connectivity Knowledge Platform : [*www.made-it .com/ckp.html*](http://www.made-it.com/ckp.html).

Εκτεταμένη αναφορά στους διαφορετικούς τύπους καλωδίων και συνδετών για υπολογιστές και ηχητικά συστήματα. Τεχνικής ορολογίας συνέχεια στους δικτυακούς τόπους: [*www.rane.com*](http://www.rane.com) – [*www.sweetwater.com*](http://www.sweetwater.com) – [*www.mackie.com*](http://www.mackie.com) .

Κεφάλαιο 4 – Πειραματική διαδικασία –Πειραματικά αποτελέσματα

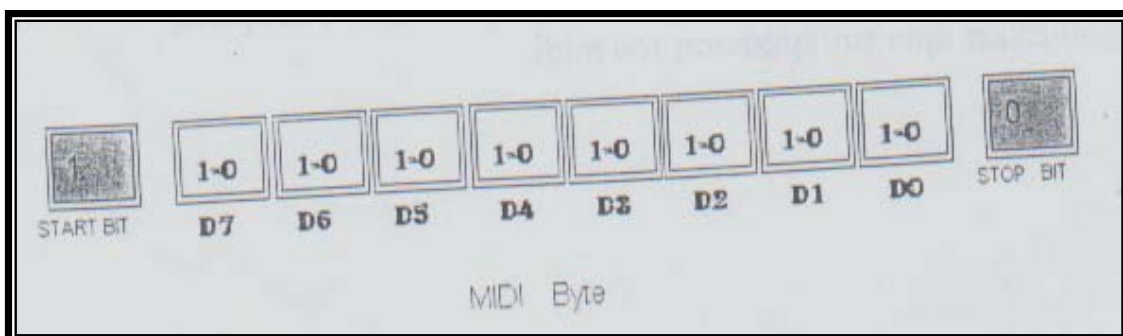
4.1 Midi μια σειριακή ασύγχρονη σύνδεση

Το πρωτόκολλο midi είναι ένα σειριακό ασύγχρονο πρωτόκολλο με ροή δεδομένων στην ταχύτητα των 31250 bits ανά δευτερόλεπτο (bps)[baud rate] . Είναι επίσης ένα δικατευθυντικό πρωτόκολλο που σημαίνει ότι για κάθε κατεύθυνση χρησιμοποιεί και μία ανεξάρτητη ξεχωριστή γραμμή. Η πληροφορία όπως είναι φυσικό μεταδίδεται σε δυαδική μορφή δηλαδή κωδικοποιημένη σε λέξεις αποτελούμενες από τα ψηφία 0 και 1. Όπως φαίνεται και στο παρακάτω σχήμα τα δεδομένα μεταδίδονται σε λέξεις (bytes) των οκτώ ψηφίων (bits) αριθμημένα από το D0 έως το D7. Κάθε byte περιλαμβάνει ένα start (λογικό 0) και ένα stop bit (λογικό 1).

Πρέπει εδώ να πούμε ότι ένα bit με τιμή 0 μεταδίδεται ουσιαστικά με ένα λογικό 1 και το αντίθετο.

Τα start & stop bit είναι απαραίτητα γιατί επιτρέπουν στη μονάδα υποδοχής να αναγνωρίζει την αρχή και το τέλος του byte καθώς αυτό έρχεται bit προς bit. Με άλλα λόγια αυτά τα bit είναι η αρχή και το τέλος του κάθε byte. Συνηθίζουμε να ονομάζουμε byte μια λέξη αποτελούμενη από 8 bit. Ωστόσο και η λέξη αυτή της midi πληροφορίας ονομάζεται byte αν και αποτελείται από 10 συνολικά bit.

Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται η μορφή που έχει το midi byte με τα start & stop bits.



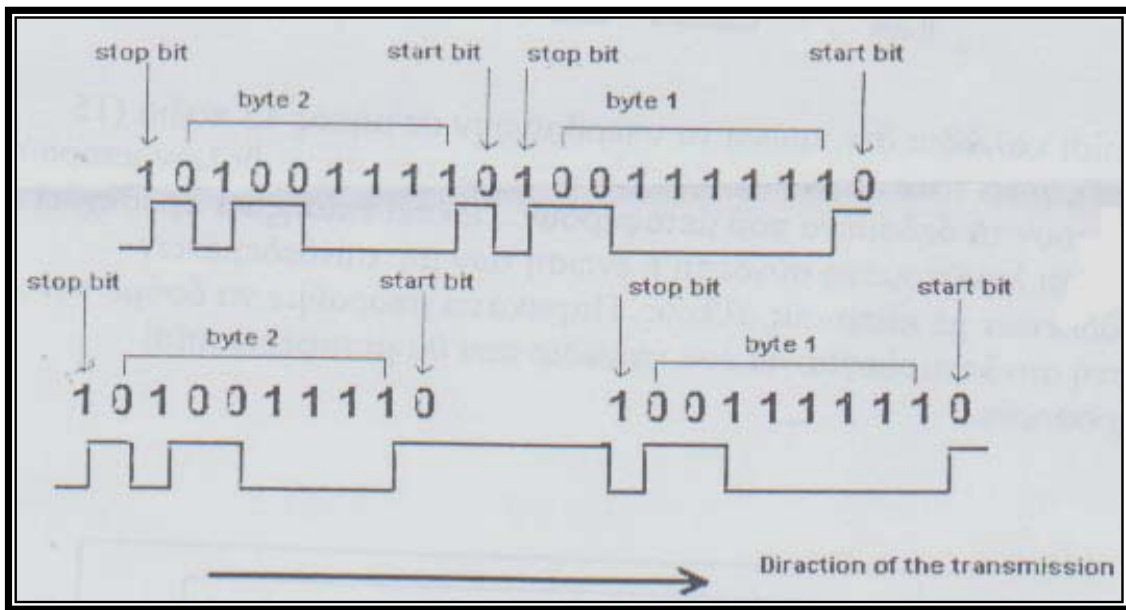
Όπως ειπώθηκε παραπάνω η ταχύτητα μετάδοσης δεδομένων είναι 31250 bps. Αυτό σημαίνει θεωρητικά ότι αφού στο 1 sec μεταδίδονται 31250 bits το ένα bit απαιτεί για τη μετάδοσή του 32 microsecond (μsec) και το ένα byte που στην ουσία αποτελείται από 10 bit απαιτεί για τη μετάδοσή του χρόνο $32 \times 10 = 320 \mu\text{sec}$.

4.2 Ταχύτητα και πυκνότητα δεδομένων

Όπως προαναφέρθηκε παραπάνω τα midi μηνύματα ταξιδεύουν με τη σταθερή ταχύτητα 31250 bps. Έτσι όταν ο δέκτης ανιχνεύσει ένα start bit περιμένει μέχρι το “λιγότερο σημαντικό”, “less significant bit” που είναι το D0, να φτάσει. Αυτό θα χρειαστεί χρόνο 320 μsec .

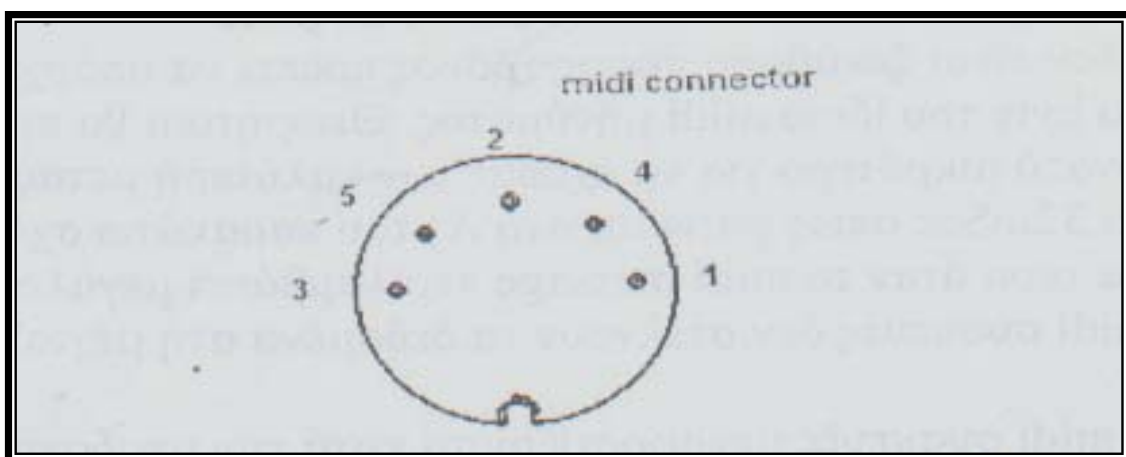
Ωστόσο δεν είναι ξεκάθαρο πόσος χρόνος πρέπει να υπάρχει ανάμεσα σε δύο byte του ίδιου midi μηνύματος. Θεωρητικά θα πρέπει να είναι όσο το δυνατό μικρότερο για να έχουμε την καλύτερη μεταφορά, δηλαδή να είναι 32 msec όπως φαίνεται στο Α) του παρακάτω σχήματος. Στην πράξη ιδιαίτερα όταν το midi message περιλαμβάνει μεγάλο αριθμό bytes πολλές midi συσκευές δεν στέλνουν τα δεδομένα στη μέγιστη ταχύτητα.

Κάποιες midi συσκευές υπερφορτίζονται κατά την υποδοχή των δεδομένων λόγω ανεπαρκούς μεγέθους του buffer που χρησιμοποιούν, αν εφαρμοστεί η μέγιστη πυκνότητα των δεδομένων. Στο παρακάτω σχήμα φαίνονται σχηματικά οι δύο περιπτώσεις Α) μέγιστη πυκνότητα δεδομένων, Β) μεγάλος χρόνος μεσολαβεί για τη μετάδοση του δεύτερου byte.



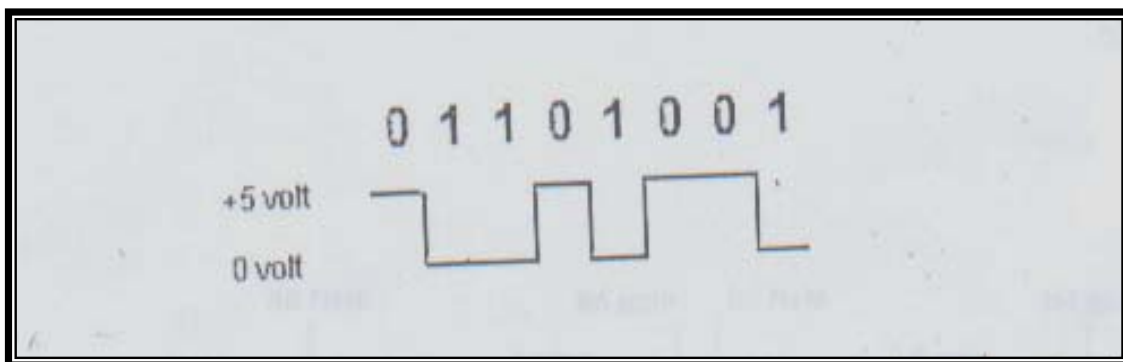
4.3 Connectors

Ο connector που χρησιμοποιείται για τις midi διασυνδέσεις είναι ένας connector που έχει 5 pin σε διάταξη 180°. Η μορφή του φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Οι ακροδέκτες 1 και 3 δεν χρησιμοποιούνται. Ο ακροδέκτης 2 στις θύρες midi out και midi thru , είναι αφιερωμένος στη γείωση (ground). Πρέπει να πούμε ότι

η midi in θύρα δεν έχει γείωση. Οι ακροδέκτες 4 και 5 δημιουργούν ένα βρόγχο ρεύματος έντασης 5mA. Μία τάση 5V αντιστοιχεί σε αποστολή ενός bit “0” ενώ μία τάση 0V σε ένα bit “1”. Στο παρακάτω σχήμα φαίνεται ο συσχετισμός των λογικών καταστάσεων, των τάσεων και της midi πληροφορίας.



4.4 Οι θύρες επικοινωνίας που προβλέπει το διασυνδεδετικό MIDI για τη συνδεσμολογία των ηλεκτρονικών μουσικών οργάνων και περιφερειακών

Το διασυνδεδετικό MIDI διαθέτει τριών ειδών συνδετές: Από το ηλεκτρονικό κύκλωμα UART του συνδέτη MIDI Out μεταδίδονται πληροφορίες, που παράγονται από τη μουσική εκτέλεση ενός συνθετητή. Στο κύκλωμα UART του συνδέτη MIDI In ένα μηχανήμα δέχεται την πληροφόρηση που μεταδίδουν άλλα όργανα ή περιφερειακά. Σε αντίθεση με τα καλώδια MIDI των οποίων τη θωράκιση συνδέουμε και από τις δύο μεριές του δεύτερου πόλου του πενταπολικού βύσματος DIN, ο δεύτερος πόλος του συνδετού MIDI In του διασυνδεδετικού MIDI δεν συνδέεται στη γείωση. Για την αποφυγή των προβλημάτων που θα μπορούσε να προκαλέσει οποιαδήποτε απευθείας ηλεκτρική επαφή μεταξύ των μηχανημάτων, παρεμβάλλεται μεταξύ του συνδέτη MIDI In και του ηλεκτρονικού κυκλώματος UART ένας οπτικός μονωτής (Optoisolator). Ο οπτικός μονωτής αποτελείται από μία δίοδο φωτοεκπομπής (LED ή Light Emitting Diode) και ένα φωτοκύτταρο. Κάθε φορά που στο συνδέτη φτάνει ένα δυαδικό ψηφίο, η δίοδος φωτοεκπομπής ανάβει και το

φωτοκύτταρο ανταποκρίνεται, στέλνοντας τάση στον αποδέκτη. Οι πληροφορίες που εμφανίζονται στο συνδέτη MIDI Thru αποτελούν ένα ακριβές αντίγραφο των πληροφοριών που εμφανίζονται στο ολοκληρωμένο κύκλωμα UART του συνδέτη MIDI In, επιτρέποντας έτσι την εν σειρά σύνδεση περισσότερων των δύο μηχανημάτων.

4.5 Κριτήρια επιλογής της ταχύτητα που μεταδίδεται η MIDI πληροφόρηση

Επειδή σε ένα σειριακό διασυνδετικό η πληροφόρηση μεταφέρεται εν σειρά (το ένα ψηφίο ακολουθεί το άλλο) η επιλογή της ταχύτητας μετάδοσής της είναι εξαιρετικά σημαντική. Η επιλογή της ταχύτητας των 31.250 δυαδικών ψηφίων ανά δευτερόλεπτο (bits/sec) έγινε με βάση τα ακόλουθα κριτήρια :

α. Των αριθμό των ψηφιολέξεων (bytes) που απαιτούνται για την εκπροσώπηση των μουσικών μηνυμάτων μέσω MIDI. Εδώ θα πρέπει να επισημάνουμε ότι οφείλεται στην ιδιότητα της μουσικής να περιγράφεται και αριθμητικά.

β. Τον όγκο των δεδομένων που σε σχέση με την επιλεγμένη ταχύτητα θα μπορούσαν να μεταδοθούν πριν το αντί αρχίζει να αντιλαμβάνεται καθυστερήσεις.

γ. Τις δυνατότητες και την ταχύτητα των διαφορετικών μικροεπεξεργαστών της εποχής και το κόστος των ηλεκτρονικών μουσικών οργάνων και περιφερειακών.

Οι προδιαγραφές του διασυνδετικού MIDI μιλούν για ένα μονοκατευθυντικό σειριακό διασυνδετικό, στο οποίο οι πληροφορίες μεταδίδονται με ταχύτητα 31.25 Kbaud. Η ταχύτητα αυτή των 31.250 bits/sec είναι αρκετά γρήγορη για ένα σειριακό διασυνδετικό και είναι βέβαια αναγκαία για τη σε πραγματικό χρόνο –ως προς την αντίληψή μας, μεταφορά των μουσικών πληροφοριών από το ένα όργανο στο άλλο. Μιάς και η μετάδοση των μηνυμάτων MIDI γίνεται εν σειρά, αυτό σημαίνει ότι ποτέ δύο γεγονότα δεν συμπίπτουν ταυτόχρονα αλλά με βάση την δεδομένη ταχύτητα μετάδοσης, θα απέχουν, χρονικά, υποχρεωτικά μεταξύ τους τουλάχιστον 0.6 χιλιοστά του δευτερολέπτου. Η πληροφόρηση μεταδίδεται πάντα με κατεύθυνση από το μεταδότη στον αποδέκτη. Αυτό βέβαια δεν αποκλείει και τη

δυνατότητα του αποδέκτη να λειτουργήσει σαν μεταδότης μηνυμάτων εφ' όσον η ροή των πληροφοριών γίνεται μέσω ξεχωριστών καλωδίων.

4.6 Πόσα μουσικά μηνύματα μπορούν να μεταδοθούν σε ένα δευτερόλεπτο μέσω MIDI

Τα μηνύματα του πρωτοκόλλου MIDI μεταδίδονται ανά ομάδες των 8 bits (byte) όπου πριν από κάθε byte προηγείται ένα bit που σηματοδοτεί την έναρξη του μηνύματος (Start bit) και έπειτα από κάθε byte έπεται ένα bit που δηλώνει το πέρας του μηνύματος (Stop bit). Αφού η συχνότητα μετάδοσης ανέρχεται σε 31.250 bits/sec και για κάθε byte πληροφόρησης μεταδίδονται 10 bits μπορούμε να υπολογίσουμε ότι στη διάρκεια ενός δευτερολέπτου μεταδίδονται 3.125 bytes. Μιάς και τα περισσότερα μηνύματα του πρωτοκόλλου αποτελούνται από δύο ή τρία bytes, υπολογίζεται ότι σε ένα δευτερόλεπτο μπορούν να μεταδοθούν περί τα 1000 με 1500 μουσικά μηνύματα. Εξαρτωμένου του πλήθους των αποδεκτών ενός μουσικού συστήματος, του τρόπου σύνδεσής τους αλλά και του είδους και της πυκνότητας των μεταδιδόμενων μηνυμάτων, μπορεί να σημειωθούν καθυστερήσεις. Το φαινόμενο αυτό, γνωστό με τον όρο MIDI Choke εμφανίζεται όταν η ταχύτητα μετάδοσης της πληροφόρησης δεν επαρκεί για την αποτελεσματική μετάδοση του πλήθους των διαφορετικών μηνυμάτων.

Σημείωση

Τα καλώδια MIDI δεν είναι ειδικά καλώδια αλλά καλώδια ισορροπημένης γραμμής (Balanced). Οι προδιαγραφές του διασυνδετικού MIDI αναφέρουν ότι το μήκος των καλωδίων δεν πρέπει να ξεπερνά τα 15 μέτρα. Οποιοδήποτε μήκος μικρότερο από 15 μέτρα δεν δημιουργεί κανένα πρόβλημα.

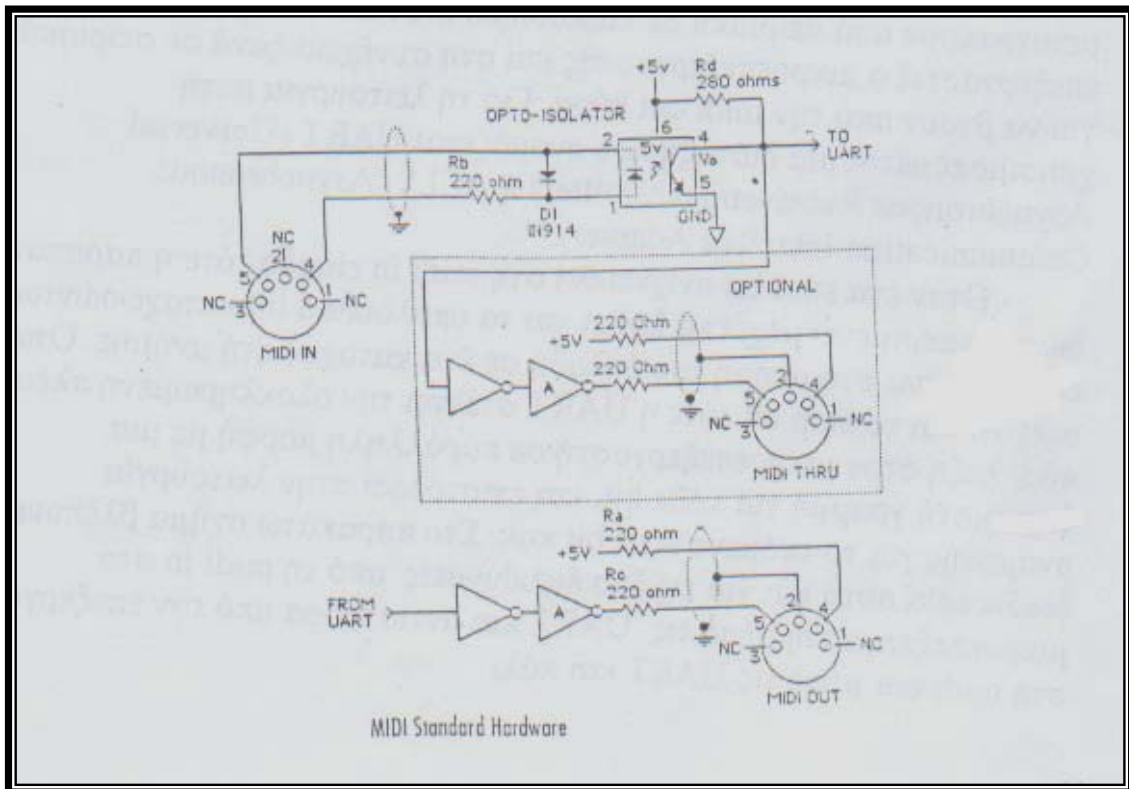
4.7 Οπτοηλεκτρονική απομόνωση

Για την αποφυγή ηλεκτρομαγνητικών παρεμβολών, την δημιουργία βρόγχων γείωσης και για την προστασία γενικά των κυκλωμάτων του midi interface

κάθε midi θύρα είναι εξοπλισμένη με μία οπτοηλεκτρική απομόνωση. Αυτό μπορεί να επιτευχθεί με τη χρήση μίας φωτοδιόδου LED που συνδέεται με το τέλος της γραμμής που μεταφέρει τη midi πληροφορία και η οποία φωτοβολεί όταν περνάει ρεύμα 5V, για bit “0”, ενώ δεν φωτοβολεί όταν δεν περνάει ρεύμα για bit “1”. Σε σταθερή απόσταση από τη δίοδο υπάρχει ένα Φώτο-transistor το οποίο ανάλογα άγει ή όχι και επιτρέπει τη διέλευση του ρεύματος. Αυτή η διάταξη ονομάζεται opto-coupler και συνήθως διατίθεται προκατασκευασμένη σε μία συσκευασία. Εξαιτίας της ηλεκτρικής απομόνωσης των κυκλωμάτων το ρίσκο αλληλεπίδρασης, μεταξύ των midi δεδομένων και των κυκλωμάτων των διαφόρων οργάνων και συσκευών είναι ανύπαρκτο.

Η καταλληλότητα ενός opto-coupler για το midi interface εξαρτάται από το λόγο μεταφοράς (transfer ratio) και από το χρόνο απόκρισης (response time). Όταν λέμε λόγω μεταφοράς εννοούμε την ένταση του ρεύματος εξόδου ως προς το ρεύμα εισόδου. Όπως γνωρίζουμε στη midi διασύνδεση έχουμε ρεύμα 5mA, αν στην έξοδο του opto-coupler πάρουμε 2.5mA, τότε έχουμε λόγο μεταφοράς 1:2. Για την περίπτωση του midi interface απαιτείται λόγος μεταφοράς τουλάχιστον 1:1. Ο χρόνος απόκρισης που απαιτείται αντίστοιχα είναι μικρότερος από 2μsec.

Παρακάτω βλέπουμε το ηλεκτρονικό κύκλωμα του δέκτη midi in, αλλά και το κύκλωμα midi out & midi thru.

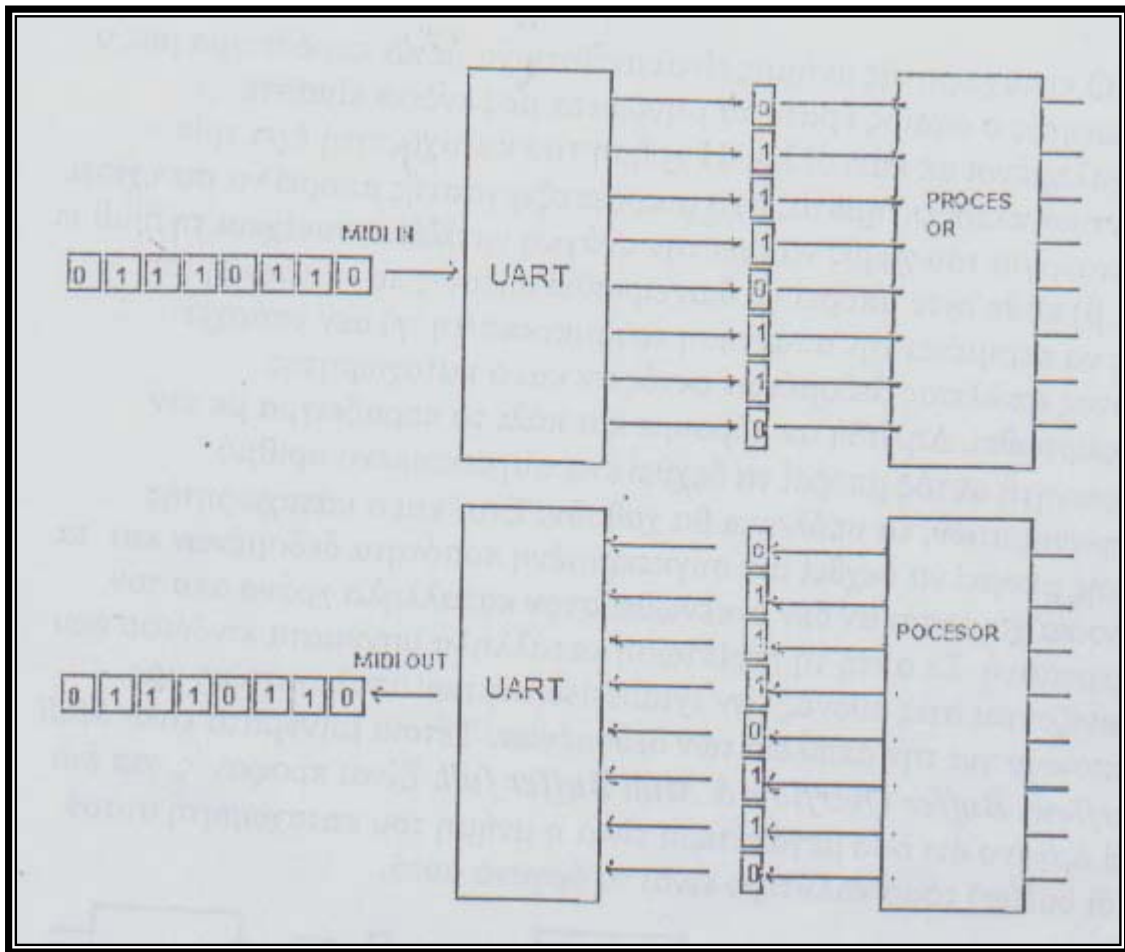


4.8 Μετατροπή Δεδομένων

Τα δεδομένα που εισέρχονται από μία midi in θύρα πρέπει να μετατραπούν από σειριακά σε παράλληλα έτσι ώστε να μπορεί να τα επεξεργαστεί ο μικροεπεξεργαστής και στη συνέχεια ξανά σε σειριακά για να βγουν από την midi out θύρα. Για τη λειτουργία αυτή χρησιμοποιείται μια διάταξη που ονομάζεται UART (Universal Asynchronous Receiver / Transmitter) ή ACIA (Asynchronous Communication Interface Adapter).

Όταν ένα start bit ανιχνευθεί στη midi in είσοδο τότε η παραπάνω διάταξη περιμένει μέχρι να λάβει και τα υπόλοιπα 8 bit καταχωρώντας τα ένα προς ένα στη μνήμη του δηλαδή σε ένα καταχωρητή μνήμης. Όταν αφιχθεί και το stop bit τότε η UART στέλνει την ολοκληρωμένη πλέον midi λέξη στον μικροεπεξεργαστή σε παράλληλη μορφή με μία ξεχωριστή γραμμή για κάθε bit, και επιστρέφει στη λειτουργία αναμονής για το επόμενο start bit κ.ο.κ.

Στο παρακάτω σχήμα βλέπουμε τη διαδικασία αυτή και για τις δύο διευθύνσεις από τη midi in στο μικροεπεξεργαστή μέσω της UART και αντίστροφα από τον επεξεργαστή στη midi out μέσω της UART και πάλι.

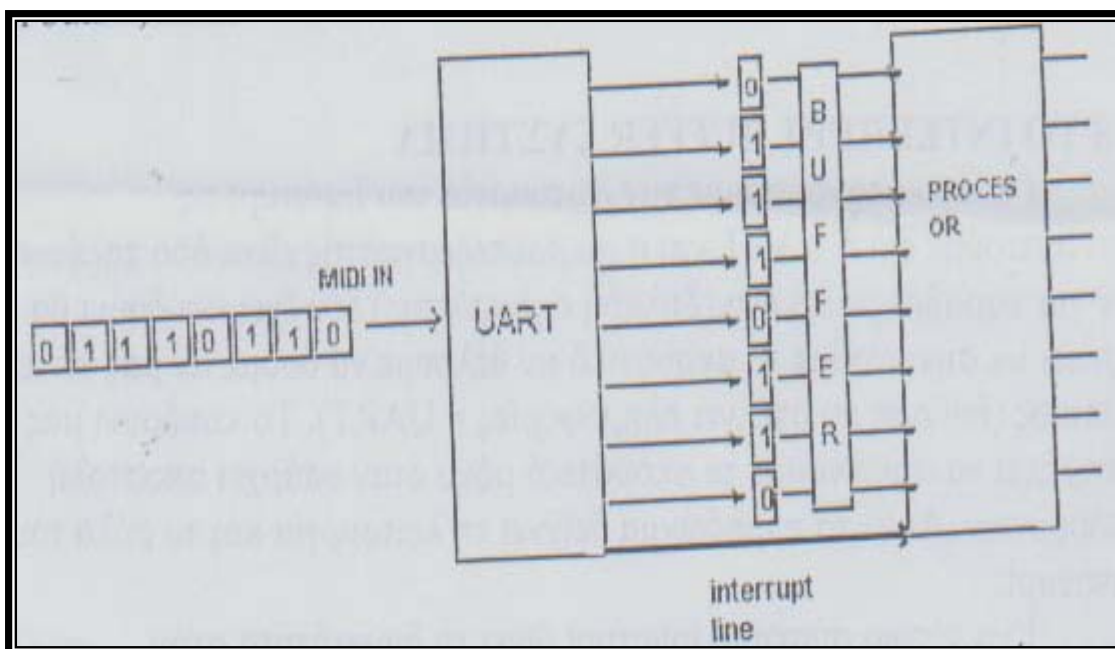


4.9 Το Interrupt Buffer Σύστημα

Ένα σύστημα interrupt δίνει τη δυνατότητα στον μικροεπεξεργαστή να εκτελεί διάφορες λειτουργίες την ώρα που περιμένει για midi πληροφορίες και τον προστατεύει από το να ξοδεύει χρόνο για αναμονή. Μόλις η UART δεχθεί midi data τότε το σύστημα μέσω μιας ειδικής γραμμής ειδοποιεί τον μικροεπεξεργαστή ότι η UART είναι έτοιμη να στείλει τα δεδομένα σ' αυτόν. Μόλις ο επεξεργαστής πάρει αυτό το σήμα διακόπτει οτιδήποτε εκτελεί και δίνει προτεραιότητα στην διαδικασία υποδοχής. Αν κριθεί απαραίτητο αποθηκεύει τα midi data σε ένα καταχωρητή μνήμης με σκοπό να τα διαχειριστεί στη συνέχεια.

Η χρήση του καταχωρητή έχει τρία σημαντικά πλεονεκτήματα : α) ο μικροεπεξεργαστής μπορεί να συνεχίσει τη λειτουργία του χωρίς να έχει την ανάγκη

να βλέπει συνέχεια τη midi in θύρα, β) κάθε byte μπορεί να διαχειρισθεί αμέσως μετά την άφιξή του χωρίς να περιμένει την απάντηση του μικροεπεξεργαστή, γ) δεν υπάρχει κίνδυνος απώλειας δεδομένων εκτός και αν ο καταχωρητής υπερφορτωθεί. Ο καταχωρητής δηλαδή μπορεί να δεχθεί μια συγκεκριμένη ποσότητα δεδομένων και τα υπόλοιπα χάνονται αν δεν εκκενωθεί στον κατάλληλο χρόνο από τον επεξεργαστή. Σε αυτή τη περίπτωση κατάλληλα μηνύματα κινδύνου που εμφανίζονται στις οθόνες των synthesizers ή των υπολογιστών, μας ειδοποιούν για την απώλεια των δεδομένων. Τέτοια μηνύματα είναι τα Midi Overflow, Buffer Overflow & Midi Buffer full. Είναι προφανές ότι για ένα όργανο ότι όσο μεγαλύτερη είναι η μνήμη του καταχωρητή αυτού (midi buffer) τόσο καλύτερο είναι το όργανο αυτό.



Όταν ο επεξεργαστής στέλνει δεδομένα η UART λειτουργεί με τον αντίστροφο ακριβός τρόπο. Μόλις πάρει τα δεδομένα από τον μικροεπεξεργαστή στέλνει ένα start bit και στη συνέχεια ένα-ένα τα bit σε σειριακή μορφή ξεκινώντας από το λιγότερο σημαντικό, και ολοκληρώνει την αποστολή προσθέτοντας στο τέλος και ένα stop bit. Στη συνέχεια ειδοποιεί τον μικροεπεξεργαστή ότι είναι έτοιμη να χειριστεί το επόμενο byte.

Στην προκειμένη περίπτωση για τον σκοπό του πειράματος μας κατασκευάστηκε μία θεωρητική και απλή γεννήτρια MIDI μηνύματος. Η γεννήτρια

αυτή με την βοήθεια ενός μικροεπεξεργαστή AT 90S8515, στέλνει δεδομένα σε μία έξοδο MIDI OUT. Για την κάλυψη του μέγιστου ρυθμού αποστολής δεδομένων (MIDI μηνυμάτων) από την γεννήτρια ο οποίος είναι ίσος στην περίπτωση μας με το Baud Rate(31250 bps) που ισχύει στα midi διαασυνδεδετικά, χρησιμοποιείται ένα εσωτερικό clock με ένα ταλαντωτή στα 1 MHz ή στα 500 kHz που αντίστοιχα διαιρείται με το 32 ή το 16 (1 MHz /32=31250, 500 kHz /16=31250).

4.10 Καθορισμός του ρυθμού αποστολής δεδομένων της γεννήτριάς μας

Η εσωτερική μονάδα ασύγχρονης σειριακής επικοινωνίας ή UART, είναι εφοδιασμένη με μια γεννήτρια ρυθμού μετάδοσης (baud rate generator), η οποία αποτελεί έναν διαιρέτη συχνότητας που τροφοδοτεί τους παλμούς του σήματος χρονισμού της μετάδοσης και λήψης δεδομένων, σύμφωνα με τη σχέση:

$$\text{Baud Rate} = F_{ck} / (16 * (UBRR + 1))$$

Με F_{ck} συμβολίζεται η συχνότητα χρονισμού του συστήματος (system clock). Στην θέση της μεταβλητής UBRR, τοποθετούνται τα δεδομένα του ενός καταχωρητή που καλείται καταχωρητής ρυθμού μετάδοσης της μονάδας.

4.11 Πειραματική Διαδικασία

4.11.1 Διερεύνηση του μέγιστου ρυθμού αποστολής MIDI μηνυμάτων που μπορεί να δεχθεί μια συσκευή

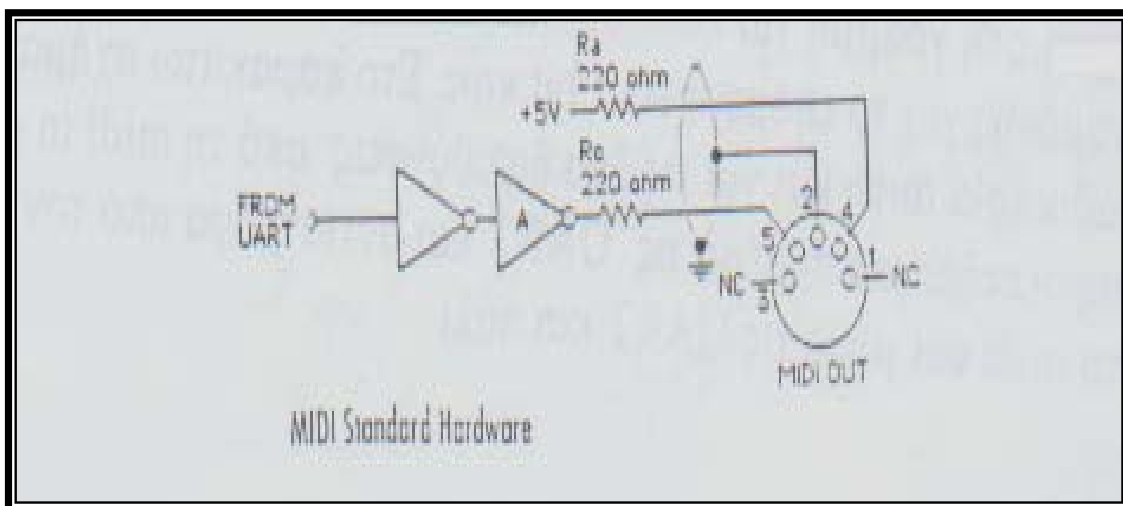
Προεργασία

Σκοπός αυτού του πειραματικού μέρους είναι το να διερευνήσουμε το μέγιστο ρυθμό αποστολής MIDI μηνυμάτων που μπορεί να δεχθεί μία συσκευή και να αποδείξουμε ότι αυτός δεν είναι σταθερός αλλά επηρεάζεται από την ποιότητα σχεδίασης της κάθε συσκευής.

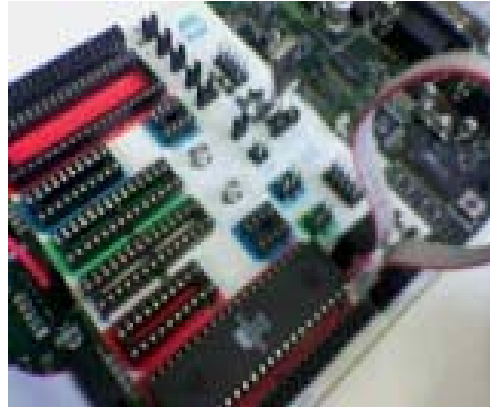
Μπορούμε δηλαδή να στείλουμε δεδομένα MIDI μηνύματα , καλύπτοντας όλο το εύρος του ρυθμου αποστολής ανά δευτερόλεπτο που μας δίνεται και να πάρουμε αποτελέσματα χωρίς καθυστέρηση και παραμόρφωση πληροφορίας ; Για το σκοπό αυτό έγιναν οι παρακάτω ενέργειες:

α. Κατασκευάστηκε μία θεωρητική και απλή γεννήτρια MIDI μηνύματος. Η γεννήτρια αυτή με την βοήθεια ενός μικροεπεξεργαστή AT 90S8515, στέλνει δεδομένα σε μία έξοδο MIDI OUT. Τα δεδομένα στην προκειμένη περίπτωση είναι ένα midi μήνυμα (για απλούστευση του πειράματος το midi μήνυμα είναι το ίδιο κάθε φορά) το οποίο στέλνεται συνεχώς στην έξοδο MIDI OUT και με τρόπο ώστε να μην μεσολαβεί καθυστέρηση μεταξύ των εκπεμπόμενων μηνυμάτων. (Το μήνυμα το οποίο στέλνεται από το μικροεπεξεργαστή είναι ένα Note On μήνυμα. Αποτελείται από ένα Status Byte και δύο Data Byte). Η διαδικασία έχει ως εξής:

Ο μικροεπεξεργαστής στέλνει τα δεδομένα στην UART σε παράλληλη μορφή. Στη συνέχεια η UART μετατρέπει τα δεδομένα από παράλληλα σε σειριακά τα οποία περνώντας από το κύκλωμα που φαίνεται παρακάτω οδηγούνται στην έξοδο MIDI OUT.



Το κύκλωμα κατασκευάστηκε σε ιδανικές συνθήκες. Δηλαδή οι καθυστερήσεις που μπορεί να προκαλέσουν οι συνδέσεις και τα καλώδια είναι μηδενικές. Το συνολικό κύκλωμα φαίνεται παρακάτω στις παρακάτω φωτογραφίες:



φωτο-κύκλωμα

β. Επόμενο βήμα αποτέλεσε ο προγραμματισμός του μικροεπεξεργαστή. Το πρόγραμμα δημιουργήθηκε σε περιβάλλον AVR STUDIO της ATMEL και φαίνεται παρακάτω:

```
.include "8515def.inc"
```

```
.def status =r16
```

```
.def data1 =r17
```

```
.def data2 =r18
```

```
.def delay =r19
```

```
.def delay2 =r20
```

```
.def temp =r21
```

```
.def delay3 =r22
```

```
reset:                ; προετοιμασία της UART για να στείλει  
                      ; δεδομένα με baudrate 31250 bps
```

```
ldi temp, 15
```

```
out UBRR, temp
```

```
ldi temp, 8          ; βάζουμε 1 στον Uart Control Reg στο Bit3
out UCR, temp        ;για να ενεργοποιήσουμε τον Tx
```

midiloop:

```
ldi status, $91
ldi data1, $1F
ldi data2, $7F
```

```
sbis $0b,5           ; ελέγχει αν είναι έτοιμη η UART
rjmp midiloop
```

```
out UDR,status       ; αποστολή του status και
Loop_status:         ; έλεγχος ολόκληρης της διαδικασίας
sbis $0b,5
rjmp Loop_status
```

```
out UDR,data1        ; αποστολή του data1 και
Loop_data1:          ; έλεγχος ολόκληρης της διαδικασίας
sbis $0b,5
rjmp Loop_data1
```

```
out UDR,data2        ; αποστολή του data2
```

;DLY:

```
;dec delay
;brne DLY
;dec delay2
;brne DLY
```

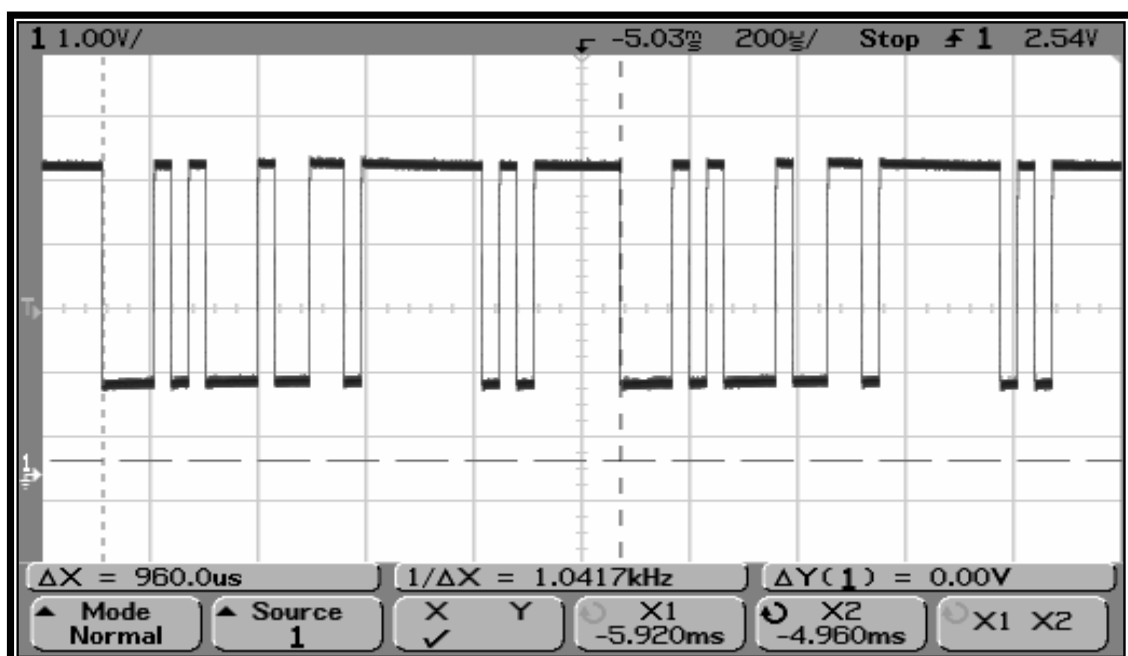
rjmp midiloop

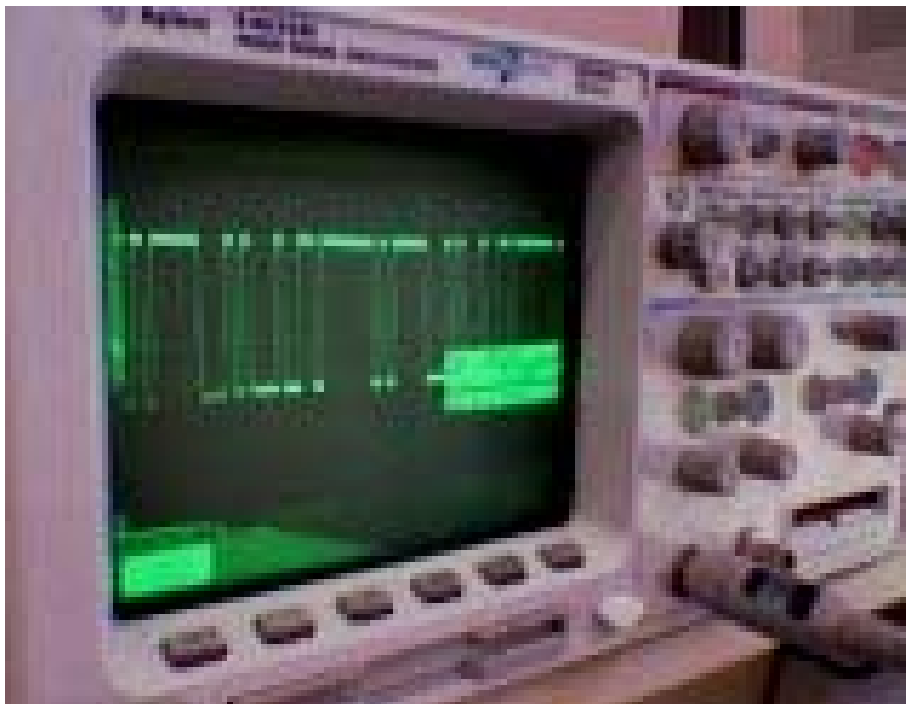
Με τη βοήθεια λοιπόν του παραπάνω κυκλώματος και κώδικα επιτυγχάνουμε την αποστολή δεδομένων-μηνυμάτων με το επιθυμητό BaudRate και χωρίς καθυστερήσεις μεταξύ των διαδοχικών μηνυμάτων.

Αποτελέσματα-Συμπεράσματα

Η έξοδος MIDI OUT του παραπάνω κυκλώματος οδηγήθηκε σε δύο συσκευές με τη βοήθεια των οποίων θα μπορούσαμε να επαληθεύσουμε αν τα αποτελέσματα που παίρνουμε είναι σωστά ή όχι. Αν και κατά πόσο η γεννήτρια μας στέλνει σωστά τα δεδομένα και στη συνέχεια αν υπάρχει καθυστέρηση μεταξύ των μηνυμάτων ή παραμόρφωση κατά τη μετάδοσή τους. Τα αποτελέσματα που πήραμε φαίνονται παρακάτω :

1. Η έξοδος MIDI OUT οδηγείται σε έναν ψηφιακό παλμογράφο. Ο ψηφιακός παλμογράφος ανήκει στην εταιρεία Agilent. Με τη βοήθεια του ψηφιακού παλμογράφου είναι εύκολο να πάρουμε τα αποτελέσματα της αποστολής των δεδομένων της γεννήτριας γραφικά. Με τις κατάλληλες ρυθμίσεις πήραμε την παρακάτω κυματομορφή :





φώτο-ψηφιακός παλμογράφος

Παρατηρώντας την παραπάνω κυματομορφή, συμπεραίνουμε αρχικά ότι η γεννήτριά μας λειτουργεί σωστά. Στέλνει δηλαδή το ένα μήνυμα μετά το άλλο όπως ακριβώς το έχουμε ορίσει με βάση και τον προγραμματισμό που κάναμε στο μικροεπεξεργαστή.

Επιπλέον παρατηρούμε ότι α) δεν υπάρχει καμία καθυστέρηση μεταξύ των Bytes ενός μηνύματος μιας και το Δx είναι ίσο με 960 μsec (όπου Δx είναι το μέγεθος που αντιπροσωπεύει τη χρονική απόσταση μεταξύ των δύο κάθετων διακεκομμένων γραμμών, της πρώτης που είναι τοποθετημένη στην αρχή της χρονικής διάρκειας ενός μηνύματος και της δεύτερης που είναι αντιστοίχως τοποθετημένη στο τέλος της χρονικής διάρκειας του ιδίου μηνύματος και β) ότι δεν υπάρχει καμία καθυστέρηση μεταξύ των διαδοχικών μηνυμάτων, εφόσον μόλις τελειώνει το ένα μήνυμα ξεκινάει αμέσως το άλλο χωρίς την παραμικρή καθυστέρηση. Αυτό φαίνεται καθαρά και στην παραπάνω κυματομορφή αφού η απόσταση στον οριζόντιο άξονα (άξονα του χρόνου) από το τέλος του ενός μηνύματος που σηματοδοτεί και την αρχή του επόμενου μέχρι το τέλος του επόμενου μηνύματος είναι πάντα 960 μsec , όσο δηλαδή χρειάζεται ένα

midi μήνυμα και κατ' επέκταση στην περίπτωση μας ένα Note On μήνυμα για να μεταδοθεί. Το Note On είναι ένα κλασσικό midi μήνυμα που αποτελείται από ένα Status Byte και δύο Data Bytes.

2. Η έξοδος MIDI OUT οδηγείται με το κατάλληλο διασυνδετικό midi καλώδιο σε έναν υπολογιστή. Με τη βοήθεια του υπολογιστή και του προγράμματος MIDI Monitor της Native Instruments που έχουμε εγκαταστήσει σ' αυτόν έχουμε την δυνατότητα να διαβάσουμε τα δεδομένα που φτάνουν στη θύρα MIDI OUT και όχι μόνο. Μπορούμε ακόμα να πάρουμε την πληροφορία η οποία αφορά τη χρονική στιγμή που φτάνουν τα δεδομένα. Τη χρονική στιγμή δηλαδή που φτάνουν τα μηνύματά μας στον υπολογιστή. Τα αποτελέσματα που πήραμε φαίνονται στον παρακάτω πίνακα:

* MIDI Monitor						
00056097	91	7F	1F	1	Note	on
00056098	91	7F	1F	1	Note	on
00056099	91	7F	1F	1	Note	on
0005609A	91	7F	1F	1	Note	on
0005609B	91	7F	1F	1	Note	on
0005609C	91	7F	1F	1	Note	on
0005609D	91	7F	1F	1	Note	on
0005609E	91	7F	1F	1	Note	on
0005609F	91	7F	1F	1	Note	on
000560A0	91	7F	1F	1	Note	on
000560A1	91	7F	1F	1	Note	on
000560A2	91	7F	1F	1	Note	on
000560A3	91	7F	1F	1	Note	on
000560A4	91	7F	1F	1	Note	on
000560A5	91	7F	1F	1	Note	on
000560A6	91	7F	1F	1	Note	on
000560A7	91	7F	1F	1	Note	on
000560A8	91	7F	1F	1	Note	on
000560A9	91	7F	1F	1	Note	on
000560AA	91	7F	1F	1	Note	on
000560AB	91	7F	1F	1	Note	on
000560AC	91	7F	1F	1	Note	on
000560AD	91	7F	1F	1	Note	on
000560AE	91	7F	1F	1	Note	on
000560AF	91	7F	1F	1	Note	on
000560B0	91	7F	1F	1	Note	on
000560B1	91	7F	1F	1	Note	on
000560B1	91	7F	1F	1	Note	on
000560B2	91	7F	1F	1	Note	on
000560B3	91	7F	1F	1	Note	on
000560B4	91	7F	1F	1	Note	on
000560B5	91	7F	1F	1	Note	on
000560B6	91	7F	1F	1	Note	on
000560B7	91	7F	1F	1	Note	on
000560B8	91	7F	1F	1	Note	on
000560B9	91	7F	1F	1	Note	on
000560BA	91	7F	1F	1	Note	on
000560BB	91	7F	1F	1	Note	on
000560BC	91	7F	1F	1	Note	on
000560BD	91	7F	1F	1	Note	on
000560BE	91	7F	1F	1	Note	on
000560BF	91	7F	1F	1	Note	on
000560C0	91	7F	1F	1	Note	on
000560C1	91	7F	1F	1	Note	on
000560C2	91	7F	1F	1	Note	on
000560C3	91	7F	1F	1	Note	on
000560C4	91	7F	1F	1	Note	on
000560C5	91	7F	1F	1	Note	on
000560C6	91	7F	1F	1	Note	on
000560C7	91	7F	1F	1	Note	on
000560C8	91	7F	1F	1	Note	on
000560C9	91	7F	1F	1	Note	on
000560CA	91	7F	1F	1	Note	on
000560CB	91	7F	1F	1	Note	on
000560CC	91	7F	1F	1	Note	on
έναρξη						
* MIDI Monitor wavras - [NOT						

Ο παραπάνω πίνακας δεν είναι τίποτα άλλο παρά ένα Midi Monitor, ένα Monitor στο οποίο μπορούμε να δούμε και να επαληθεύσουμε τα δεδομένα τα οποία φτάνουν σε μία MIDI OUT θύρα. Αποτελείται από έξι στήλες, κάθε μία για διαφορετικό σκοπό. Η 1^η στήλη καταγράφει τη χρονική στιγμή που φτάνει το κάθε μήνυμα στη MIDI OUT θύρα. Οι επόμενες 3 στήλες καταγράφουν τα τρία διαφορετικά μέρη από τα οποία αποτελείται ένα MIDI μήνυμα. Δηλαδή το Data2, το Data1 και το Status Byte σε δεκαεξαδική μορφή για κάθε μία αντίστοιχα. Η 5^η στήλη καταγράφει το κανάλι από το οποίο παίρνουμε το κάθε μήνυμα και τέλος η 6^η καταγράφει το είδος του μηνύματος το οποίο παίρνουμε. Όλες οι στήλες είναι το ίδιο σημαντικές με βάση τις πληροφορίες που μας δίνουν.

Αποκωδικοποιώντας τον παραπάνω πίνακα φτάνουμε σε συμπεράσματα ανάλογα με εκείνα της περίπτωσης του ψηφιακού παλμογράφου. Δεν υπάρχει δηλαδή καμία καθυστέρηση μεταξύ των διαδοχικών μηνυμάτων, καθώς επίσης και καμία παραμόρφωση στα δεδομένα των μηνυμάτων αυτών. Πάντα παίρνουμε ένα Note On μήνυμα. Σε αντίθετη περίπτωση, δηλαδή στην περίπτωση παραμόρφωσης κάποιων εκ των μηνυμάτων-δεδομένων, θα είχαμε παρεμβολή μηνυμάτων τύπου Midi Overflow, Buffer Overflow & Midi Buffer full, ή την ένδειξη error στην αντίστοιχη στήλη του midi monitor που θα υποδούλωναν την παραμόρφωση αυτή.

Με βάση και τα αποτελέσματα τα οποία πήραμε από αυτό το πείραμα καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι και πρακτικά μπορούν να χρησιμοποιηθούν τα midi διασυνδεδετικά στην περίπτωση που η αποστολή της πληροφορίας σε αυτά καλύπτει το μέγιστο (maximum) επιτρεπόμενο BaudRate. Και το σημαντικότερο είναι ότι αυτή η πληροφορία φτάνει στον προορισμό της χωρίς παραμόρφωση και καμία καθυστέρηση κάτι που ίσχυε μόνο θεωρητικά σύμφωνα και με τις υποδείξεις του κ. Χρήστου Χουσίδη, καθηγητή του τμήματος Μουσικής Τεχνολογίας & Ακουστικής .

Αυτό το συμπέρασμα αποτελεί σημαντικό γεγονός μιας και πολλές midi κατασκευές, είτε για το σκοπό μιας συναυλίας είτε για το σκοπό μιας ηχογράφησης δουλεύουν τις περισσότερες φορές γύρω από αυτό το όριο και αρκετές φορές πάνω σ' αυτό. Αυτό συμβαίνει γιατί πολλές εκτελέσεις κομματιών απαιτούν αρκετά πυκνή πληροφορία για την καλύτερη απόδοσή τους. Τέλος, με βάσει τα παραπάνω προκύπτει το εξής ερώτημα:

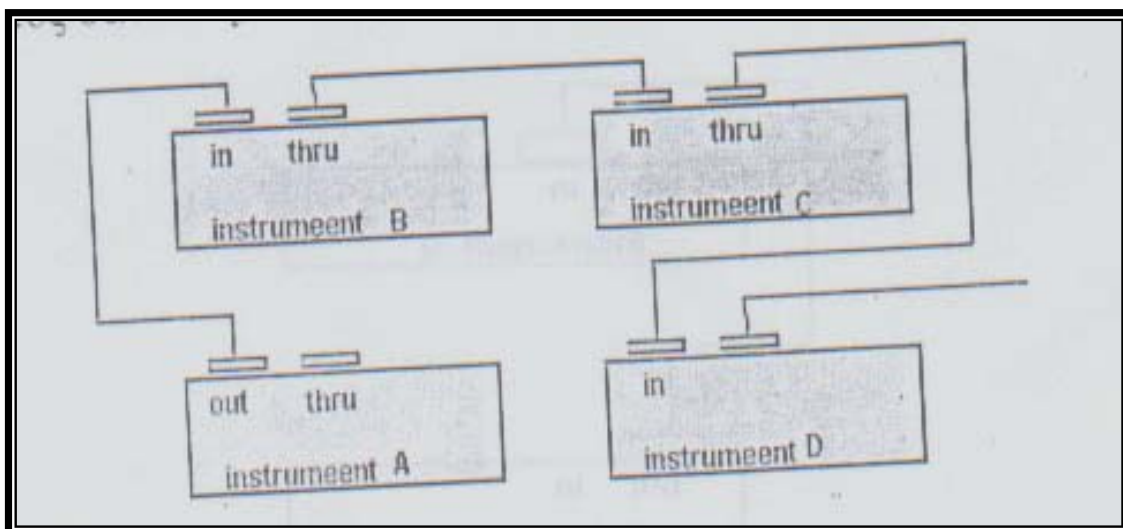
Πόσα μηνύματα Note On μπορούν να σταλούν το δευτερόλεπτο στο μέγιστο ρυθμό αποστολής των MIDI μηνυμάτων που μπορεί να δεχτεί μια ιδανική συσκευή και χωρίς να μεσολαβεί καθυστέρηση μεταξύ τους;

Τα μηνύματα αυτά, εφόσον καλύπτεται ο μέγιστος αριθμός αποστολής τους, προκύπτουν από ένα απλό υπολογισμό. Γνωρίζουμε ότι το κάθε μήνυμα Note On χρειάζεται 960μsec για να σταλεί αφού αποτελείται από τρία midi byte που το καθένα χρειάζεται 320μsec για να σταλεί. Άρα, εφόσον δεν υπάρχουν καθυστερήσεις μεταξύ των μηνυμάτων αυτό που μένει είναι να διαιρέσουμε το 1 sec με το 960μsec για να βρούμε πόσα μηνύματα στέλνονται ακριβώς. Από την πράξη της διαίρεσης προκύπτει ότι στέλνονται 1041 Note On μηνύματα το δευτερόλεπτο.

4.11.2 Ένρεση μέγιστου αριθμού ορθής λειτουργίας midi συσκευών σε συνδεσμολογία daisy-chain

Προεργασία

Σκοπός του δεύτερου μέρους του πειράματος αυτού είναι να διερευνηθεί το πλήθος των MIDI συσκευών οι οποίες μπορούν να συνδεθούν σε συνδεσμολογία daisy-chain και να δεχτούν τα δεδομένα της γεννήτριας του πρώτου μέρους του πειράματος χωρίς να υπάρξει κάποιο πρόβλημα σ' αυτές. Να καταφέρουν δηλαδή να λειτουργούν σωστά, έτσι ώστε να μεταφέρονται τα δεδομένα διαδοχικά από την μία στην άλλη χωρίς παραμόρφωση και χωρίς καθυστέρηση. Η συνδεσμολογία daisy-chain φαίνεται στο παρακάτω σχήμα.



Για το σκοπό αυτό έγιναν οι παρακάτω ενέργειες:

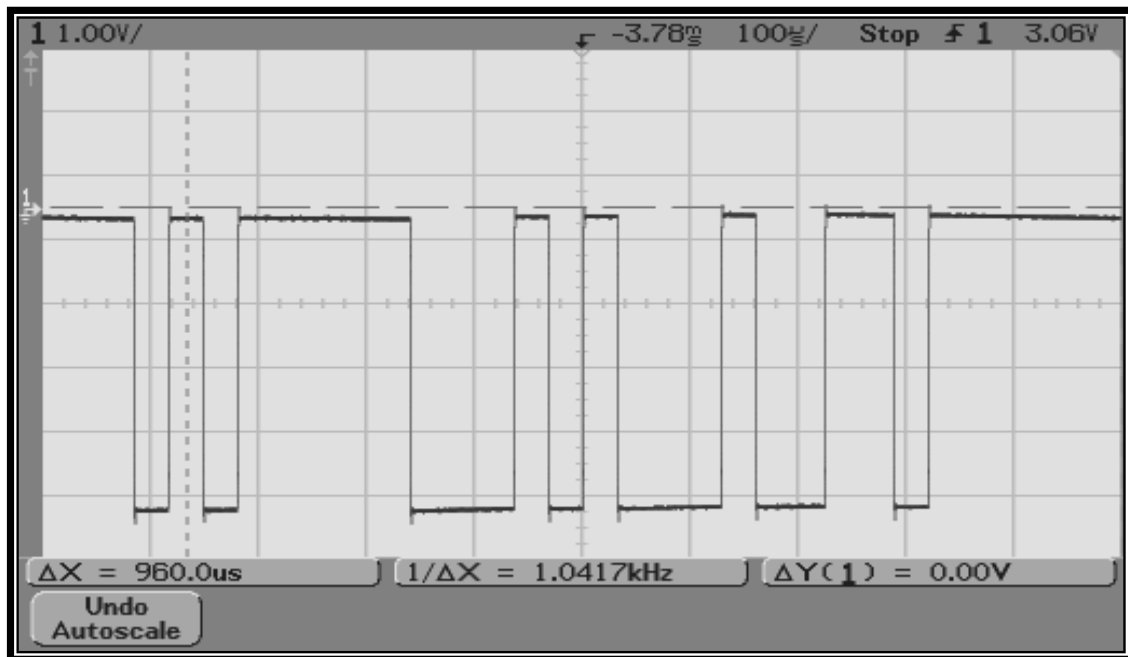
1. Για το σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν εννιά midi συσκευές (synthesizer) εκ των οποίων μία Roland SC-88Pro και οχτώ Yamaha MM-90R. Οι midi συσκευές συνδέθηκαν σε συνδεσμολογία daisy-chain κλιμακωτά. Δηλαδή αρχικά συνδέσαμε μία συσκευή από της οποίας το Monitor πήραμε τα απαραίτητα αποτελέσματα και στην συνέχεια στη σύνδεση αυτή προσθέταμε μία συσκευή κάθε φορά μέχρι να φτάσουμε στις εννιά σύνολο.

Η συνδεσμολογία είχε ως εξής:

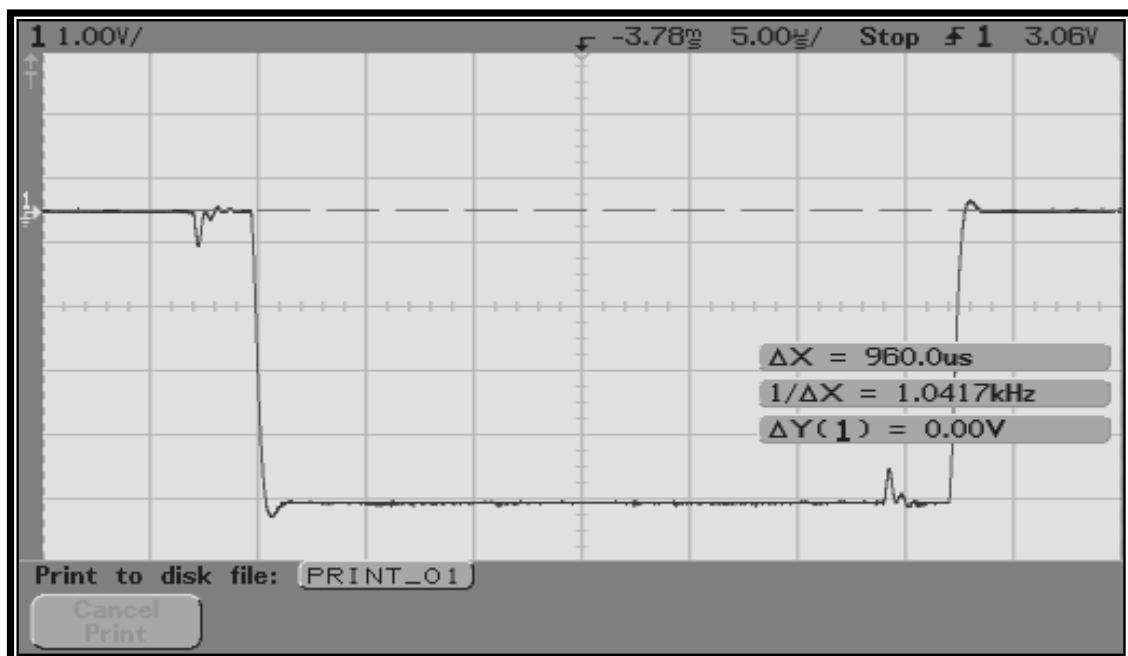
α) Το πρώτο synthesizer είχε σαν είσοδό του MIDI IN την έξοδο της γεννήτριας του πρώτου μέρους του πειράματος MIDI OUT από την οποία ουσιαστικά δεχόταν τα δεδομένα. β) την έξοδο MIDI OUT του τελευταίου κάθε φορά synthesizer οδηγούσαμε με τα κατάλληλα διασυνδετικά στον ψηφιακό παλμογράφο. Από την γραφική αναπαράσταση της πληροφορίας ,στον ψηφιακό παλμογράφο, ήταν εύκολο να βγάλουμε συμπεράσματα τα οποία είχαν σχέση με την παραμόρφωσή της. Τα αποτελέσματα τα οποία πήραμε αναφέρονται παρακάτω:

1^η περίπτωση: Χρησιμοποιήθηκε μία midi συσκευή, η Yamaha MM-90R συνδεμένη με την συνδεσμολογία που περιγράψαμε παραπάνω και ανοίγοντας τη γεννήτρια στο Monitor της διαβάσαμε το μήνυμα MIDI Buffer Full. Αυτό σημαίνει ότι ο Buffer της συσκευής γέμισε και δεν δουλεύει. Η κυματομορφή που πήραμε από το ψηφιακό παλμογράφο φαίνεται παρακάτω:

- Γενικό πλάνο κυματομορφής.



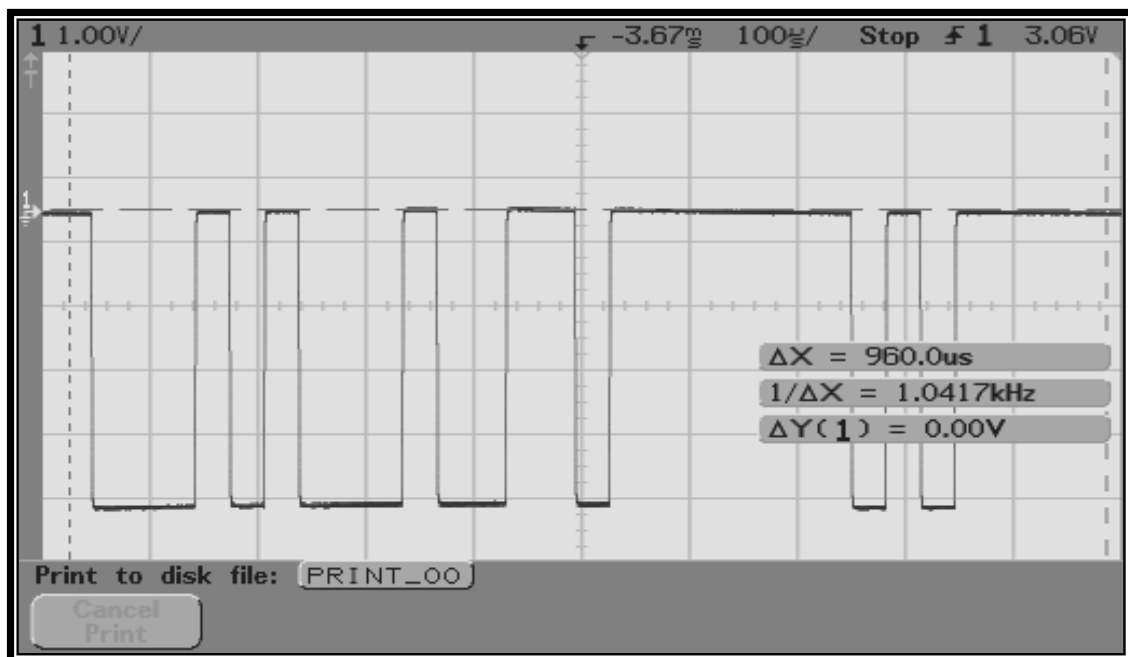
- Πλάνο με μεγαλύτερη ανάλυση κυματομορφής.



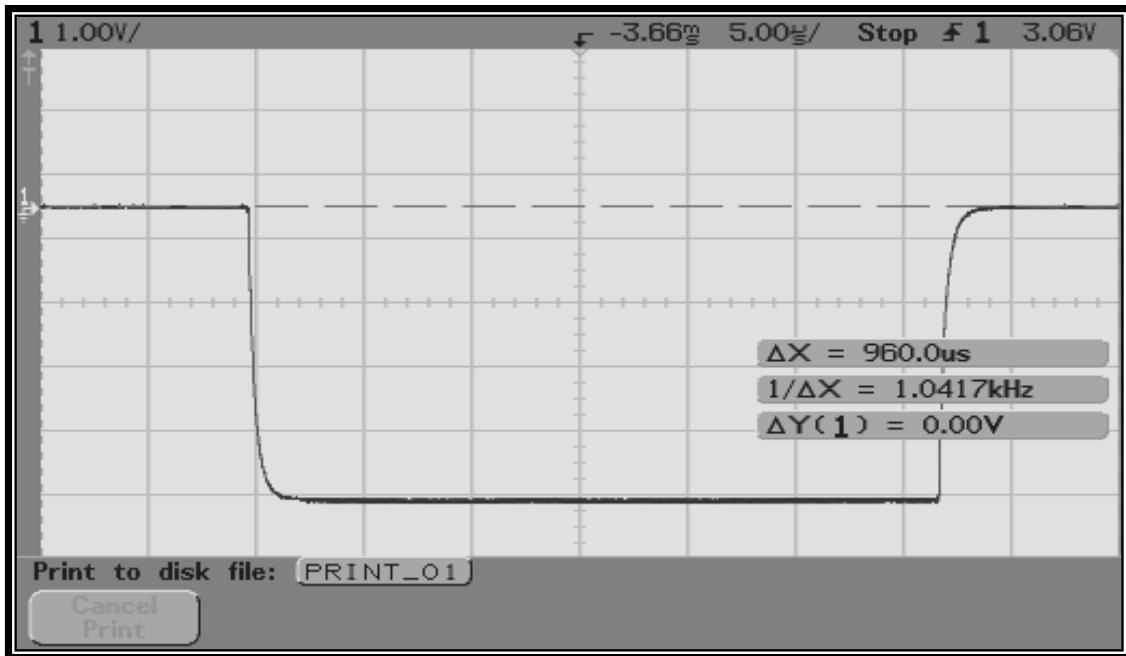
Παρατηρώντας τις παραπάνω κυματομορφές, διακρίνουμε ότι έχουμε στην περίπτωση της συσκευής αυτής παραμόρφωση της πληροφορίας και μία πολύ μικρή καθυστέρηση μεταξύ των μηνυμάτων.

2^η περίπτωση: Χρησιμοποιήθηκε και πάλι μία midi συσκευή αλλά αυτή τη φορά η Roland SC-88Pro στη συνδεσμολογία που αναφέραμε προηγουμένως. Το Monitor της μας έδειξε ότι η συσκευή δουλεύει μια χαρά, χωρίς κανένα πρόβλημα και η κυματομορφή που πήραμε από τον ψηφιακό παλμογράφο σ' αυτήν την περίπτωση φαίνεται παρακάτω:

- Γενικό πλάνο κυματομορφής.



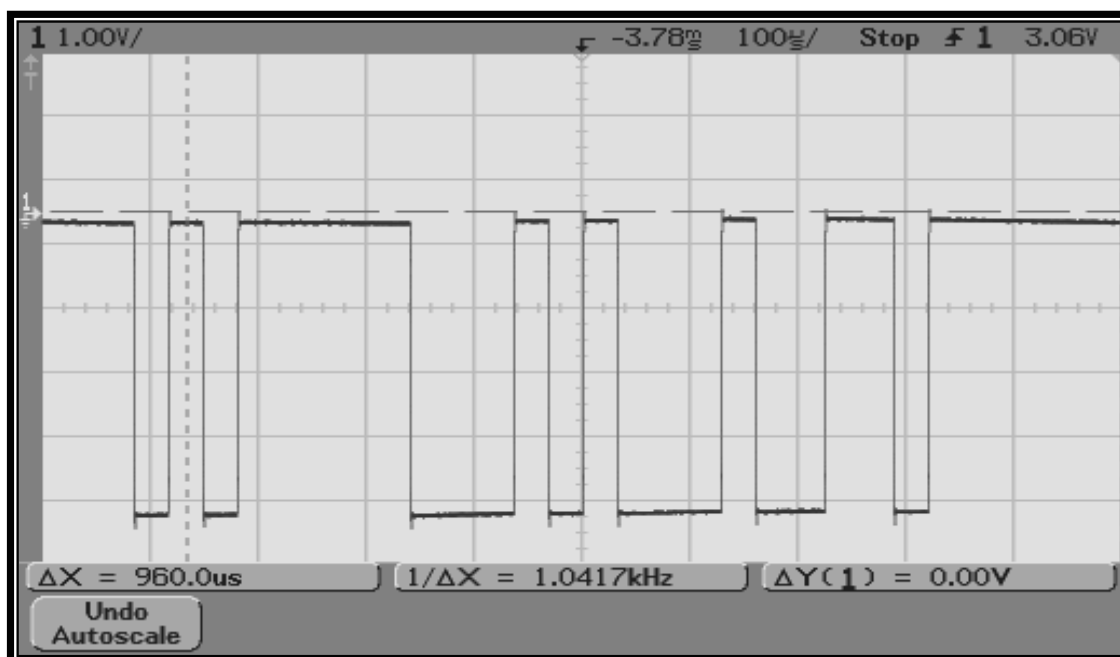
- Πλάνο με μεγαλύτερη ανάλυση κυματομορφής.



Παρατηρώντας τις παραπάνω κυματομορφές, διακρίνουμε ότι στην περίπτωση της συσκευής Roland SC-88Pro παρουσιάζεται μια μικρή παραμόρφωση της πληροφορίας και καμία καθυστέρηση μεταξύ των μηνυμάτων. Αυτό σημαίνει ότι με τουλάχιστον μία συσκευή το σύστημά μας δουλεύει τέλεια.

3^η περίπτωση: Χρησιμοποιήθηκαν δύο midi συσκευές, μία Roland SC-88Pro και μία Yamaha MM-90R σε συνδεσμολογία daisy-chain. Με την ενεργοποίηση του διακόπτη της γεννήτριας, η συσκευή Roland δούλεψε κανονικά ενώ στο Monitor της Yamaha παρουσιάστηκε και πάλι το μήνυμα MIDI Buffer Full. Η κυματομορφή που πήραμε στην έξοδο της δεύτερης κατά σειρά συσκευής φαίνεται παρακάτω:

- Γενικό πλάνο κυματομορφής



- Πλάνο με μεγαλύτερη ανάλυση κυματομορφής.



Παρατηρώντας τις παραπάνω κυματομορφές καταλήγουμε στο συμπέρασμα ότι και πάλι υπάρχει παραμόρφωση της πληροφορίας και μάλιστα λίγο μεγαλύτερη από εκείνη της 1^{ης} περίπτωσης.

4^η περίπτωση: Χρησιμοποιήθηκαν τρεις midi συσκευές εκ των οποίων μία Roland και δύο Yamaha σε συνδεσμολογία daisy-chain. Με την ενεργοποίηση του διακόπτη της γεννήτριας η συσκευή Roland δούλευε κανονικά ενώ στα Monitor των συσκευών της Yamaha παρουσιάστηκε το μήνυμα MIDI Buffer Full. Οι κυματομορφές που πήραμε από την έξοδο της τρίτης κατά σειρά συσκευής είναι ακριβώς οι ίδιες με αυτές της τρίτης περίπτωσης. Υπάρχει λοιπόν μία μικρή καθυστέρηση μεταξύ των μηνυμάτων και η παραμόρφωση της πληροφορίας παραμένει η ίδια.

5^η περίπτωση: Ομοίως με την 4^η περίπτωση όσο αναφορά τα αποτελέσματα με μόνη διαφορά ότι χρησιμοποιήθηκαν τέσσερις midi συσκευές.

6^η περίπτωση: Ομοίως με την 5^η περίπτωση. (χρησιμοποιήθηκαν πέντε συσκευές).

7^η περίπτωση: Ομοίως με την 6^η περίπτωση. (χρησιμοποιήθηκαν έξι συσκευές).

8^η περίπτωση: Ομοίως με την 7^η περίπτωση. (χρησιμοποιήθηκαν επτά συσκευές).

9^η περίπτωση: Ομοίως με την 8^η περίπτωση. (χρησιμοποιήθηκαν οχτώ συσκευές).

10^η περίπτωση: Τέλος στην περίπτωση αυτή χρησιμοποιήθηκαν εννιά συσκευές. Μία Roland midi συσκευή και οχτώ Yamaha σε συνδεσμολογία daisy-chain, όπως φαίνεται και στις παρακάτω φωτογραφίες :



φώτο-daisy-chain



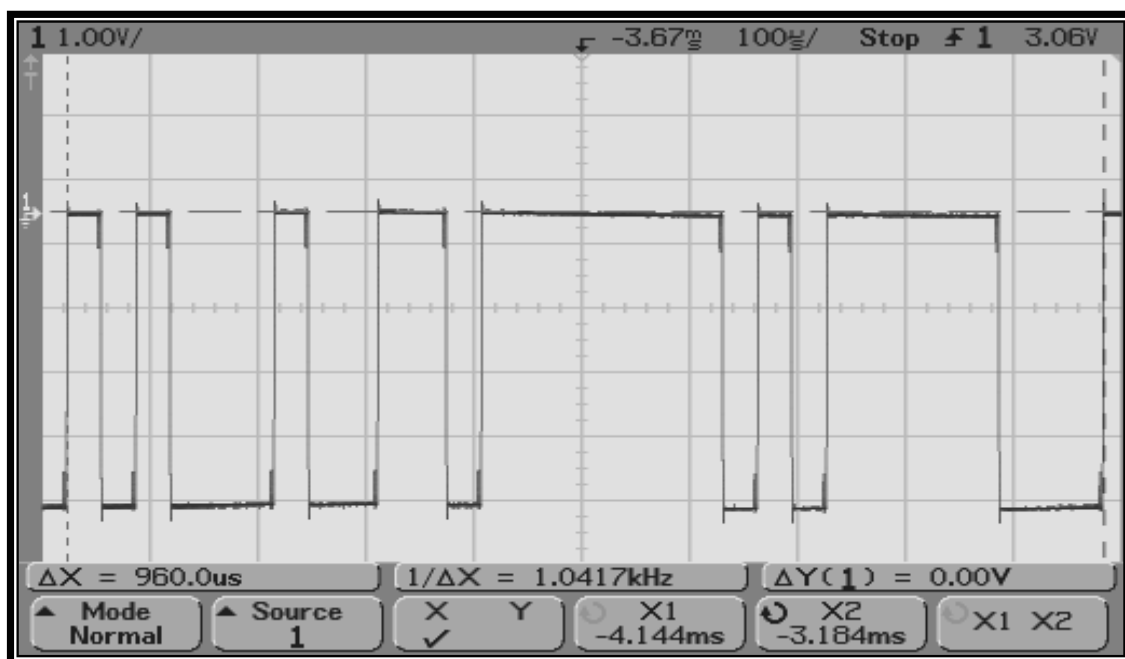
φωτο-daisy-chain



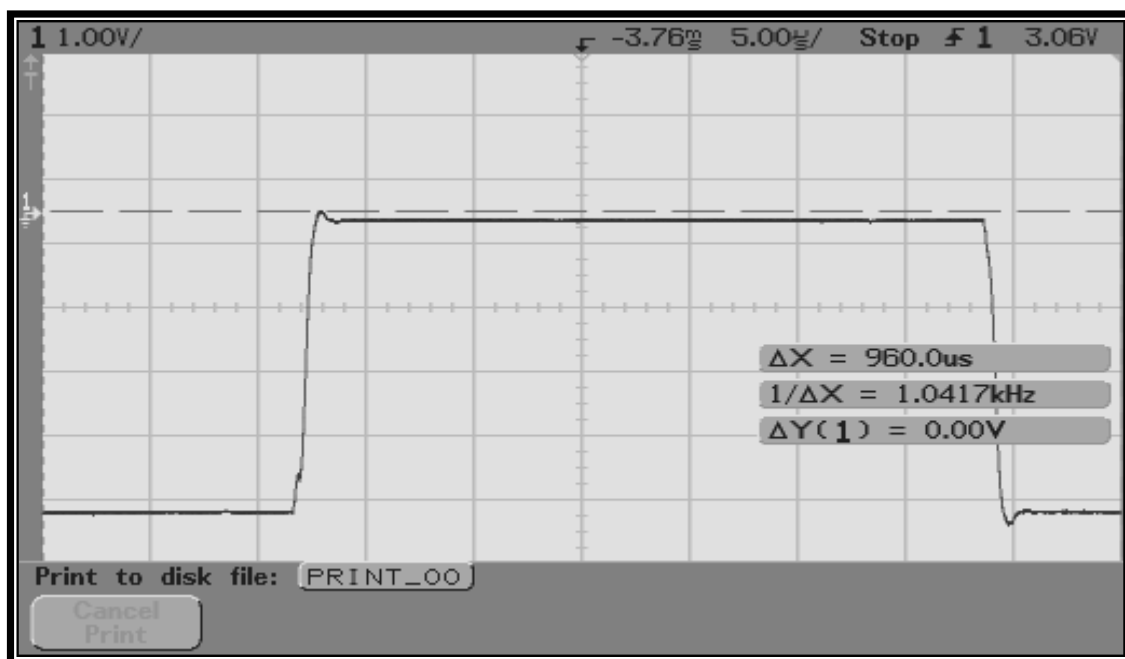
φωτο-daisy chain

Με την ενεργοποίηση του διακόπτη της γεννήτριας η συσκευή Roland δούλεψε και πάλι κανονικά ενώ στα Monitor των συσκευών της Yamaha παρουσιάστηκε το μήνυμα MIDI Buffer Full. Οι κυματομορφές που πήραμε από την έξοδο της ένατης κατά σειρά συσκευής φαίνονται παρακάτω:

- Γενικό πλάνο κυματομορφής.



- Πλάνο με μεγαλύτερη ανάλυση κυματομορφής.

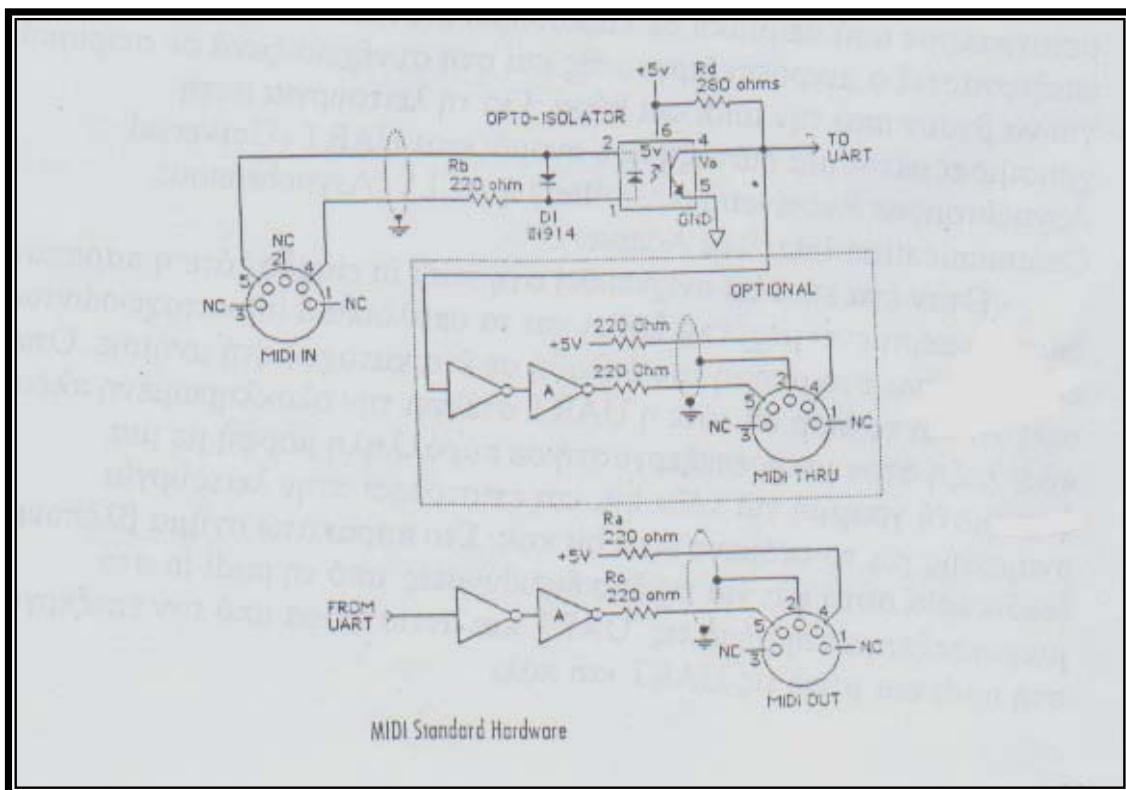


Είναι φανερό από τις παραπάνω κυματομορφές ότι η παραμόρφωση της πληροφορίας ακόμα και μετά από εννιά συσκευές έχει διατηρηθεί στα ίδια επίπεδα με αυτά της 3^{ης} περίπτωσης, καθώς επίσης ότι ούτε και σε αυτή την περίπτωση μεσολαβεί κάποια καθυστέρηση μεταξύ των μηνυμάτων ή των bytes ενός μηνύματος.

Αποτελέσματα-Συμπεράσματα

Από την παραπάνω προεργασία σ' αυτό το μέρος του πειράματος προκύπτουν τα παρακάτω συμπεράσματα τα οποία είναι άμεσα εξαρτώμενα των πειραματικών μας μετρήσεων:

1. Μπορεί το Buffer όπως είδαμε στις οκτώ από τις εννιά midi συσκευές που είναι συνδεδεμένες σε συνδεσμολογία daisy-chain να μην δουλεύει σύμφωνα με το MIDI μήνυμα που εμφανίζεται στα Monitor τους (MIDI Buffer Full) αλλά αυτό δεν σημαίνει ότι συνολικά οι συσκευές σταματούν να λειτουργούν. Το Interface της κάθε συσκευής δουλεύει κανονικά χωρίς το παραμικρό πρόβλημα μιας και η διακλάδωση



της θύρας THRU είναι πριν από την UART, όπως φαίνεται και στο σχήμα .

Παρατηρώντας το παραπάνω σχήμα, το οποίο απεικονίζει το Hardware των MIDI διασυνδετικών, καταλαβαίνουμε ότι η πληροφορία όντως στη διαδρομή της από την MIDI IN θύρα, της κάθε midi συσκευής, μέχρι τη MIDI THRU θύρα της και από κει στην MIDI IN θύρα της επόμενης midi συσκευής σε μία συνδεσμολογία daisy-chain δεν αντιμετωπίζει κανένα πρόβλημα έτσι ώστε να διακοπεί η μετάδοσή της και δεν προκαλεί κανένα πρόβλημα στη midi συσκευή την οποία διαπερνά. Το πρόβλημα σε αυτή την περίπτωση με την συγκεκριμένη ταχύτητα μετάδοσης των δεδομένων παρατηρείται ακριβώς μετά την UART και συγκεκριμένα στον Buffer που βρίσκεται μεταξύ της UART και του μικροεπεξεργαστή, ο οποίος υπερφορτώνεται και κάποια στιγμή γεμίζει.

Αρα αυτό που βγάζουμε ως συμπέρασμα από τα παραπάνω είναι ότι με την αύξηση του Buffer σε ορισμένες midi συσκευές, και συγκεκριμένα για το πείραμά μας στις midi Yamaha MM-90R, η συνδεσμολογία daisy-chain σε ταχύτητα που ανταποκρίνεται και καλύπτει ακριβώς το Baud Rate θα μπορούσε να επιφέρει όχι μόνο μεταφορά της πληροφορίας μέσω των θυρών THRU αλλά και απόδοσής της από τις αντίστοιχες midi συσκευές που συμμετέχουν σε αυτή.

2. Παρατήρηση: Κατά την διάρκεια αυτού του μέρους του πειράματος έγινε προσπάθεια να ακούσουμε την πληροφορία η οποία μεταφέρεται με μια τέτοια ταχύτητα, σε μέγιστη δηλαδή ταχύτητα για τα midi δεδομένα, από μία συσκευή η οποία δεν αντιμετώπιζε πρόβλημα με τον Buffer της αλλά το γεγονός αυτό ήταν αδύνατο και αναμενόμενο ταυτόχρονα. Αυτό το αποτέλεσμα σημαίνει δύο πράγματα:

α) Το ότι δεν μπορούσαμε να ακούσουμε μία τέτοιου είδους πληροφορία από τις midi συσκευές που διαθέταμε δεν σημαίνει σε καμία περίπτωση ότι μία πληροφορία η οποία μεταδίδεται με ταχύτητα 31250 bps δεν χρειάζεται κιόλας. Φυσικά και χρειάζεται μιας και υπάρχουν ειδικές midi συσκευές που με τις κατάλληλες διεργασίες επεξεργάζονται τέτοιου είδους πληροφορίες σε κατηγορίες που έχουν να κάνουν με τα εφφέ τα οποία δημιουργούνται σε ορισμένες εκτελέσεις πολύπλοκων κομματιών. (Με το πρωτόκολλο MIDI διακινούνται όχι μόνο μουσικές πληροφορίες εκτέλεσης αλλά και πληροφορίες ελέγχου (control change messages) αλλά και με τη χρήση των sequencers, που αξιοποιούν τα 16 κανάλια του midi, μεγάλος αριθμός μηνυμάτων ανά δευτερόλεπτο γενικά.)

β) Αν και δύσκολα αποδίδεται από κάποια midi συσκευή μια τέτοιου είδους πληροφορία δεν σημαίνει κιόλας ότι δεν μπορεί να παραχθεί. Από συγχρονισμένη

χρήση αρκετών MIDI Controllers κατά την εκτέλεση κάποιων κομματιών μπορεί πολύ εύκολα να παραχθεί και να δημιουργήσει τα παραπάνω προβλήματα.

3. Τέλος, με βάση τις παραπάνω πειραματικές μετρήσεις καταλήξαμε στο συμπέρασμα ότι διαφορετικές midi συσκευές προκαλούν διαφορετική παραμόρφωση στην πληροφορία που τις διαπερνά στην ταχύτητα των 31250 bps. Χαρακτηριστικά το midi synthesizer της Roland (SC-88Pro) δεν προκάλεσε καμία καθυστέρηση και παραμόρφωση που θεωρείται αμελητέα στην πληροφορία που δέχτηκε από την γεννήτρια του πρώτου μέρους του πειράματος αυτού και αυτό φαίνεται καθαρά στις κυματομορφές της 2^{ης} περίπτωσης που αναφέραμε παραπάνω. Αντίθετα το midi synthesizer της Yamaha (MU-90R) επέφερε και καθυστέρηση αλλά και παραμόρφωση που θεωρείται υπολογίσιμη στην ίδια ακριβώς πληροφορία και αυτό είναι ολοφάνερο στις κυματομορφές της 1^{ης} περίπτωσης που αναφέρθηκε παραπάνω.

4.11.3 Δημιουργία Tester για την επαλήθευση των ορίων των midi συσκευών

Προεργασία

Όπως παρακολουθήσαμε στο δεύτερο μέρος του πειράματος αυτού μία μόνο συσκευή δούλεψε κανονικά και οι υπόλοιπες έβγαλαν στα Monitor τους το μήνυμα MIDI Buffer Full. Για να καταφέρουμε λοιπόν να δουλέψουν τουλάχιστον και οι εννιά συσκευές κανονικά δύο λύσεις μπορούσαμε να ακολουθήσουμε. Ή να αυξήσουμε όλους τους Buffer των συσκευών, πράγμα αδύνατο ή να μεσολαβήσουμε καθυστέρηση μεταξύ των μηνυμάτων, γεγονός που αποτέλεσε και το σκοπό του τρίτου μέρους αυτού του πειράματος.

Ξεκινήσαμε λοιπόν να μεσολαβήσουμε καθυστέρηση μεταξύ των μηνυμάτων με σκοπό να μην εμφανίζεται στα Monitor των midi synthesizers το μήνυμα MIDI Buffer Full. Αυτό απευθείας υποδουλώνει την παρέμβαση μας και χρησιμοποίηση της ρουτίνας DLY (DELAY) η οποία παρέμενε μέχρι το προηγούμενο μέρος του πειράματός στα σχόλια του προγράμματος μας.

Το πρόγραμμά μας έχει τώρα ως εξής:

```
.include "8515def.inc"
```



```
.def status =r16  
.def data1 =r17  
.def data2 =r18  
.def delay =r19  
.def delay2 =r20  
.def temp =r21  
.def delay3 =r22
```

```
reset:                ; προετοιμασία της UART για να στείλει  
                      ; δεδομένα με baudrate 31250 bps
```

```
ldi temp, 15  
out UBRR, temp
```

```
ldi temp, 8           ; βάζουμε 1 στον Uart Control Reg στο Bit3  
out UCR, temp         ;για να ενεργοποιήσουμε τον Tx
```

```
midiloop:
```

```
ldi status, $91  
ldi data1, $1F  
ldi data2, $7F
```

```
sbis $0b,5            ; ελέγχει αν είναι έτοιμη η UART  
rjmp midiloop
```

```
out UDR,data2         ; αποστολή του status και  
Loop_status:          ; έλεγχος ολόκληρης της διαδικασίας  
sbis $0b,5
```

```
rjmp Loop_status
```

```

out UDR,data1      ; αποστολή του data1 και
Loop_data1:        ; έλεγχος ολόκληρης της διαδικασίας
sbis $0b,5
rjmp Loop_data1

out UDR,status     ; αποστολή του status

```

DLY:

```

dec delay
brne DLY
dec delay2
brne DLY

```

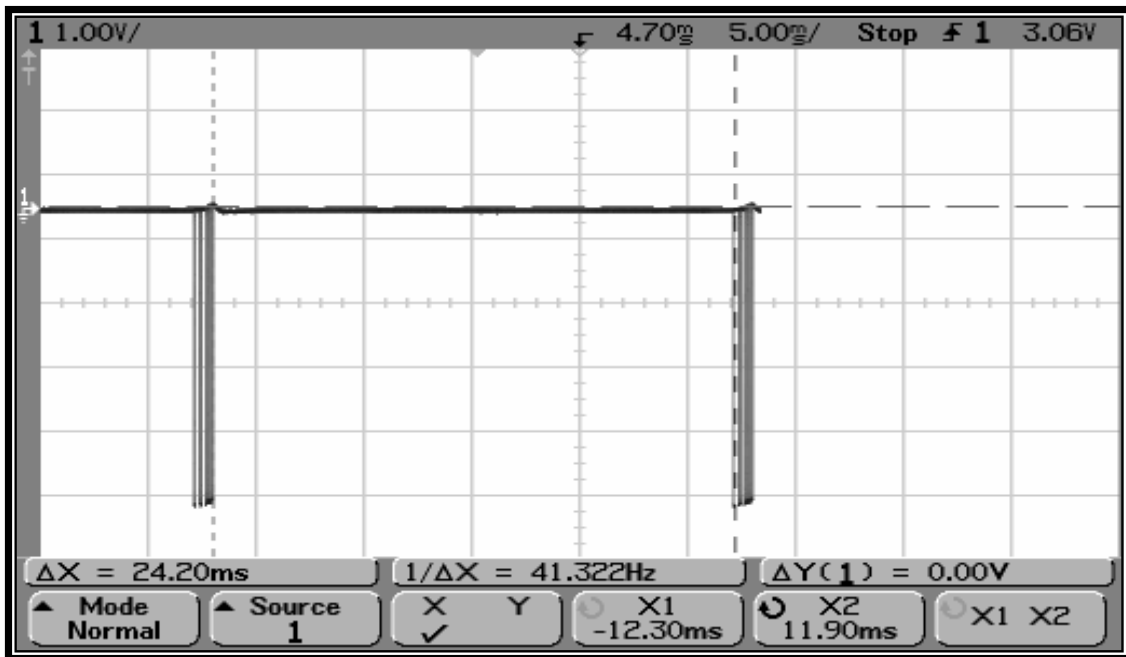
```

rjmp midiloop

```

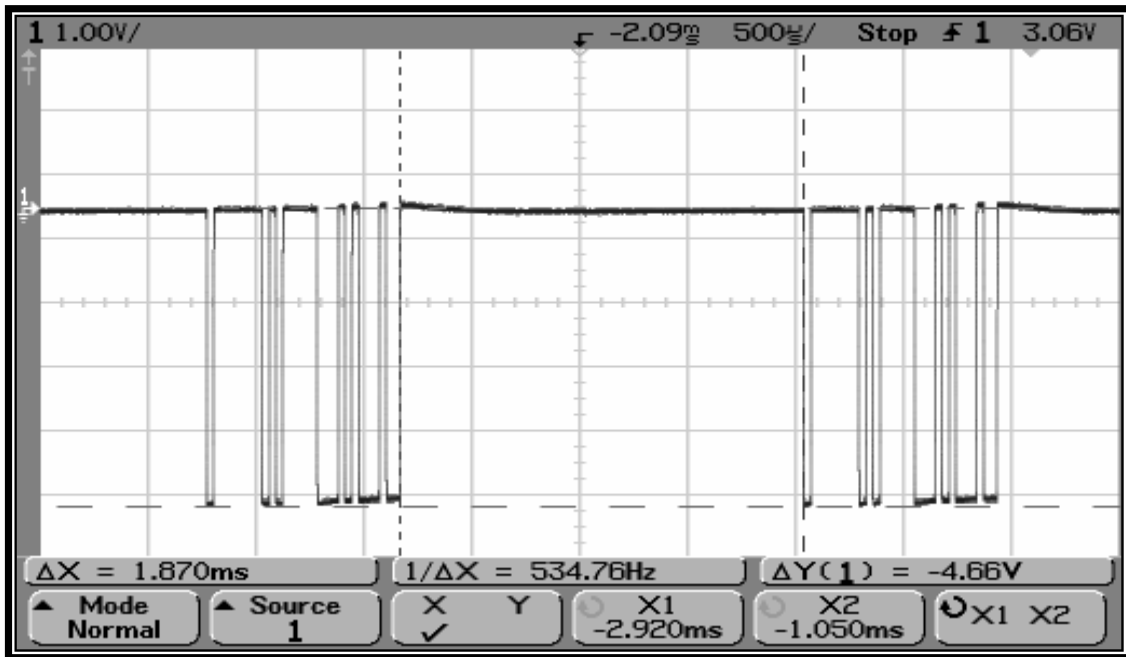
Δίνοντας με αυτό τον τρόπο τιμές στις μεταβλητές delay και delay2 θα πρέπει να προγραμματίζουμε κάθε φορά τον μικροεπεξεργαστή μας έτσι ώστε να στέλνει τα μηνύματα με διαφορετική καθυστέρηση μεταξύ τους ανά προγραμματισμό. Με αυτό τον τρόπο θα προσπαθήσουμε να πετύχουμε το στόχο μας, δηλαδή όλες οι συσκευές μας να δουλεύουν κανονικά.

Αρχικά τοποθετήσαμε τιμή μόνο στο delay2 → \$64, που αυτόματα σημαίνει για το delay κάθε φορά που ενεργοποιείται η ρουτίνα DLY θα παίρνει την τιμή delay → \$FF, εφόσον μειώνεται από το 0. Η επιλογή μας αυτή μας έδωσε μια καθυστέρηση αρκετά μεγάλη μεταξύ των μηνυμάτων της τάξης των 24.20ms όπως φαίνεται και στην παρακάτω κυματομορφή:



Με αυτή την τιμή στο delay2 κανένα από τα midi synthesizers μας δεν παρουσίασε πρόβλημα γεγονός που μας ώθησε στη διαδικασία να τοποθετήσουμε τιμές στα delay και delay2, με σκοπό να βρούμε τα όρια των μηχανημάτων αυτών.

Ύστερα από πολλές προσπάθειες οι τιμές delay2→ \$1A και delay→ \$73, αποτέλεσαν το όριο το οποίο ανταποκρίνεται στην ελάχιστη καθυστέρηση μεταξύ των μηνυμάτων και στο όριο το οποίο όλες οι midi συσκευές δούλευαν χωρίς κανένα πρόβλημα. Το όριο ασφαλείας αυτό μας έδωσε μία καθυστέρηση της τάξης των 1.870ms, όπως φαίνεται και στην παρακάτω κυματομορφή:



Από την καθυστέρηση αυτή θα πρέπει να αφαιρούμε πάντα 32ms τα οποία αντιστοιχούν στο τελευταίο stop bit κάθε μηνύματος το οποίο δεν να προσμετράτε στην αντίστοιχη καθυστέρηση. Άρα η πραγματική μας καθυστέρηση είναι $1870\text{ms} - 32\text{ms} = 1838\text{ms}$.

Αποτελέσματα-Συμπεράσματα

Με αφορμή το τρίτο μέρος του πειράματος αυτού οδηγηθήκαμε στη δημιουργία ενός TESTER που μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την εύρεση των ορίων των midi συσκευών από τους μουσικούς. Με την τοποθέτηση κουμπιών τα οποία θα καθορίζουν εξωτερικά τα delay και delay2 πράγμα αρκετά εύκολο, ο TESTER αυτός θα μπορούσε στο μέλλον να κυκλοφορήσει στο εμπόριο για την δουλειά που αναφέραμε παραπάνω. Η χρήση του θα ήταν πολύ εύκολη μιας και δεν θα χρειαζόταν καμία παρέμβαση των μουσικών στο κώδικα και στην πλακέτα που δημιουργήθηκε.

Κεφάλαιο 5 – Ηλεκτρονική Τεχνολογία – Κοινωνία και Διανόηση

5.1 Εισαγωγή στη μουσική

Μουσική είναι η τέχνη του αρμονικού συνδυασμού των ήχων και της έκφρασης των αισθημάτων και των ιδεών με τη βοήθεια αυτών. Ο όρος προέρχεται από τη λέξη «μούσα» (λατινικά: musica). Η δημιουργία της μουσικής είναι μια δραστηριότητα που ασκείται και απολαμβάνεται από όλους τους πολιτισμούς και τις κοινωνίες. Η μουσική αποτελεί αναπόσπαστο κομμάτι πολλών θρησκευτικών τελετών και δημόσιων ή ιδιωτικών εορτασμών και συνδέεται με όλες τις δραστηριότητες της ζωής του ανθρώπου.

Οι αντιδράσεις που προκαλούνται από τη μουσική είναι τόσο έντονες, ώστε οι παραδόσεις πολλών λαών της αποδίδουν υπερφυσικές διαστάσεις: στην ελληνική μυθολογία, για παράδειγμα, ο ήχος της μουσικής του Ορφέα κινούσε τα δέντρα και τους βράχους.

Η μουσική, είτε προέρχεται από την ανθρώπινη φωνή είτε από μουσικά όργανα, παράγεται από παλμούς. Οι άνθρωποι έχουν φωνητικές χορδές που πάλλονται για να παραγάγουν ήχο, αντίθετα, τα όργανα διαθέτουν τεντωμένες χορδές, παλλόμενα γλωσσίδια και τεντωμένα δέρματα. Το αρχικό και πιο ευπροσάρμοστο όργανο είναι η ανθρώπινη μορφή, αλλά πολύ γρήγορα εξελίχθηκαν τα ειδικά μουσικά όργανα. Η ανακάλυψη του κέρατος του τaráνδου, που χρονολογείται από το 20000π.Χ., αποδεικνύει ότι τα όργανα δημιουργήθηκαν πολλές χιλιάδες χρόνια πριν.

Τα μουσικά όργανα διαφέρουν μεταξύ τους ως προς την ποιότητα του ήχου ή την ηχητική χροιά, που προσδιορίζεται από τον αριθμό και την ένταση των αρμονικών (παράγωγων ήχων), οι οποίες είναι παρούσες όταν ακούγεται η βασική συχνότητα μιας νότας .

Οι αρμονικές είναι ψιλότεροι και πιο αδύναμοι φθόγγοι με συχνότητες που είναι απλά πολλαπλάσια των βασικών συχνοτήτων.

Κάποιες παραδόσεις ανέπτυξαν πολύπλοκους μουσικούς κανόνες, συχνά με ένα σύστημα παρασημαντικής για τη γραφή της μουσικής. Η παρασημαντική και η

σημειογραφία είναι ιδιαίτερα εξελιγμένες στην Ευρώπη, την Αμερική, την Κίνα, την Ιαπωνία και την Κορέα. Πολλές άλλες παραδόσεις στηρίζονται στην προφορική μετάδοση.

Η μουσική εξυπηρετούσε πάντα πρακτικούς σκοπούς: το νανούρισμα, για παράδειγμα, βοηθά ένα παιδί να κοιμηθεί κι ένας ύμνος ή ωδή εντείνει τη θρησκευτική μυσταγωγία. Παράλληλα, χρησιμοποιείται και ως μέσο ψυχαγωγίας. Η ενεργός συμμετοχή στην παραγωγή της, ωστόσο, παραμένει ο πυρήνας της κατανόησης και γνώσης της μουσικής.

5.2 Πρώιμη ιστορία της μουσικής

5.2.1 Εισαγωγή

Προερχόμενη από τους πολιτισμούς της Μεσοποταμίας και της Αιγύπτου, η ευρωπαϊκή παράδοση ακολούθησε ξεχωριστό δρόμο από αυτήν της Αμερικάνικης ηπείρου, ως την αποικιακή περίοδο. Η έρευνα των πρώιμων αυτών περιόδων βασίζεται κυρίως στην μελέτη των καλλιτεχνικών και λογοτεχνικών πηγών καθώς και των μουσικών οργάνων που έχουν διασωθεί.

5.2.2 Η ευρωπαϊκή παράδοση

Μεσοποταμία

Οι πολιτισμοί που άνθησαν στη Μεσοποταμία από το 3000 ως το 500 π.Χ. ανέπτυξαν μια πλούσια μουσική λατρευτική παράδοση, ιδιαίτερα στο άσμα ή τη μουσική απαγγελία των θρησκευτικών κειμένων. Πολλοί τομείς της μουσικής γνώσης θεωρούνταν ιερά μυστήρια και οι επαγγελματίες μουσικοί έχαιραν μεγάλης εκτίμησης και κοινωνικής καταξίωσης.

Τα σουμερικά πικτογράμματα του 2800 π.Χ. αναπαριστούν ένα τύπο τρίχορδης άρπας. Ανάμεσα στους θησαυρούς που ήρθαν στο φως στην Ουρ ήταν τα υπολείμματα ενός ασημένιου διπλού αυλού, τρεις άρπες και οκτώ λύρες. Ανάγλυφα της Νεο-ασσυριακής περιόδου αναπαριστούν ομάδες μουσικών που παίζουν διάφορα όργανα, όπως λαούτα, λύρες, άρπες, ντέφια, τύμπανα και αυλούς.

Οι Βαβυλώνιοι ανέπτυξαν και δίδαξαν τη μουσική θεωρία. Γνώριζαν τη σχέση μεταξύ του μήκους μιας χορδής και του τόνου που η νότα παράγει όταν

πάλλεται ή αγγίζεται. Έτσι είχαν τη δυνατότητα να διερευνήσουν τη σχέση μεταξύ αριθμητικών αναλογιών και μουσικών διαστημάτων. Οι έρευνες αυτές πιθανόν επηρέασαν τον Πυθαγόρα (6^{ος} αι. π.Χ.) και ήταν σημαντικές για την εξέλιξη της ύστερης μουσικής θεωρίας στη Δύση.

Αίγυπτος

Απεικονίσεις μουσικών, ανάμεσά τους και γυναικών, εμφανίζονται συχνά στους αρχαίους αιγυπτιακούς τάφους. Η μουσική και ο χορός, σημαντικά στοιχεία λατρείας στην αρχαία Αίγυπτο, ήταν αναπόσπαστα συνδεδεμένα με τις γιορτές και τις διάφορες κοσμικές τελετές. Ο αιγυπτιακός όρος για τη μουσική, *hy*, σήμαινε χαρά. Οι αυλικοί μουσικοί έχαιραν μεγάλης εκτίμησης λόγω της σχέσης τους με το βασιλέα. Έχουν βρεθεί διάφορα όργανα σε πολλούς τάφους, τα ονόματα των οποίων και καταγράφηκαν. Δείγματά τους που σώζονται, ορισμένα από τα οποία χρονολογούνται περί το 3000 π.Χ., περιλαμβάνουν άρπες, λύρες, λαούτα, σάλπιγγες και αυλούς.

Ελλάδα

Οι μουσικές αναπαραστάσεις στην ελληνική τέχνη μαρτυρούν ότι η μουσική ήταν παρούσα σε πολλούς τομείς της ζωής, τόσο σε τελετές όσο και διασκέδασεις. Τα πιο αγαπητά όργανα ήταν οι λύρες, όπως η κιθάρα και η μεγαλύτερη βάρβιτος, καθώς και ο αυλός. Τα κύμβαλα και τα κρόταλα και –σε καιρό πολέμου– διάφοροι τύποι κεράτων και σάλπιγγας χρησιμοποιούνταν επίσης. Το χορικό τραγούδι, που τραγουδούσαν άνδρες και γυναίκες μουσικοί, συχνά με συνοδεία οργάνων, είχε σημαντική θέση στους θρησκευτικούς εορτασμούς και στην ελληνική μουσική γενικά.

Αρχαία ελληνική μουσική

Οι μουσικολόγοι πιστεύουν ότι η σημερινή ευρωπαϊκή μουσική έχει προγόνους της την ετρουσκική και τη ρωσική και ότι η αρχαιοελληνική επηρέασε τις δύο πρώτες, αλλά έμεινε «μάλλον κοντύτερα στο ύφος και στο πνεύμα της Ανατολής».

Ορισμένοι, ωστόσο, κατακρίνουν τη ρωμαϊκή μουσική: θεωρούν ότι είναι πομπώδης, ότι στη θέση των αυθεντικών και θεωρητικών προβληματισμών της αρχαίας ελληνικής τέχνης μπήκαν η εκζήτηση και το κυνηγητό της δεξιοτεχνίας για διασκέδαση και ότι τη λεπτότητα του αυλού και της κιθάρας στα ελληνικά θέατρα τη διαδέχθηκε η εκκωφαντική ένταση χάλκινων πνευστών και κρουστών που παίζονται από πολυπρόσωπα σύνολα στις ρωμαϊκές αρένες. Άλλοι, πάλι, θεωρούν ότι η συνάφεια της ευρωπαϊκής μουσικής είναι αμεσότερη προς την ελληνική, που είχε αφιερώσει ότι καλύτερο υπήρχε στους αρχαίους ανατολικούς λαούς, πολύ περισσότερο όταν, κυρίως, οι αρχαίοι Έλληνες έθεσαν τις βάσεις της ακουστικής και της θεωρίας της τέχνης των ήχων και όταν γενικά στην αρχαία Ελλάδα πρέπει ν' αναζητηθούν οι ρίζες της σύγχρονης τέχνης, όσο και αν υπάρχουν αισθητικές διαφορές.

Οι αρχαίοι Έλληνες συνδύαζαν τη μουσική, ή διεύρυναν την έννοιά της, με την ποίηση και την όρχηση στον ειδικότερο όρο «αρμονική».

Οι αρχαίοι Έλληνες ξεκίνησαν από τη θεία προέλευση της μουσικής και τη θεοποίησαν ποικιλόμορφα, προπάντων όμως στο πρόσωπο του Απόλλωνα.

Η ελληνική μυθολογία όχι μόνο την προέλευση της μουσικής θεωρεί θεϊκή, αλλά και στην ίδια τη μουσική προσδίδει θεϊκές θαυματουργές ιδιότητες. Ο Ορφέας έσερνε πίσω του άγρια θηρία και σταματούσε τα ποτάμια, συγκίνησε τον Άδη και πήρε πίσω την Ευριδίκη. Ο Ζήθος και ο Αμφίων καλούσαν τις πέτρες και τα μάρμαρα από τα βουνά, που έρχονταν και κάθονταν το ένα πάνω στο άλλο, κι έτσι χτίστηκαν τα τείχη τη Θήβας. Ο Αρίων, όταν τον έριξαν στη θάλασσα, προσείλκυσε τα δελφίνια που τον πήραν και τον έβγαλαν στο Ταΐναρο. Η μουσική θεωρείτο δώρο των Μουσών.

Ετουρία

Η μουσική του πολιτισμού των Ετρούσκων, που άνθισε στην Κεντρική Ιταλία από τον 8^ο έως τον 1^ο αι. π.Χ., είναι γνωστή μόνο από τα έργα Ελλήνων και Ρωμαίων συγγραφέων και από την ετρουσκική τέχνη. Είναι προφανές ότι όλοι απολάμβαναν τη μουσική. Τα όργανα έμοιαζαν με αυτά των Ελλήνων, αλλά πιο συχνή ήταν η χρήση του διπλού αυλού και διαφόρων τύπων κεράτων ή τρομπετών. Η μουσική των Ετρούσκων ήταν κυρίως οργανική και λιγότερο φωνητική.

Ρώμη

Η ρωμαϊκή μουσική θεωρείται από πολλούς σχετικά μικρής σημασίας, ωστόσο κατείχε σημαντική θέση στη ρωμαϊκή κοινωνία. Πολλές θρησκευτικές τελετές απαιτούσαν κάποιο είδος μουσικής παράστασης και οι ίδιοι οι μουσικοί, παρόλο που προέρχονταν από χαμηλά κοινωνικά στρώματα, ήταν οργανωμένοι σε αναγνωρισμένα κοινωνικά σωματεία. Από τα τέλη του 1^{ου} αι. π.Χ. ως το 2^ο μ.Χ. αι., οι μουσικοί από την Ελλάδα, την Αίγυπτο και άλλα μέρη της αυτοκρατορίας επισκέπτονταν τη Ρώμη. Η λαϊκή ψυχαγωγία περιλάμβανε εμφανίσεις τραγουδιστών, οργανιστών και μουσικών του δρόμου. Σε αντίθεση με τους Έλληνες, ωστόσο, οι Ρωμαίοι συγγραφείς έδιναν μικρή σημασία στη μουσική ως εκπαιδευτικό μέσο ή στοιχείο κοινωνικής ανέλιξης.

5.2.3 Η Αμερικανική ήπειρος

Στην Αμερικανική ήπειρο η μουσική άνθισε από πολύ παλιά, αλλά τα στοιχεία για τη μουσική πριν την αποικιακή περίοδο είναι ελάχιστα. Εξαιρετικά κεραμικά όργανα είναι γνωστά από την Κεντρική και Νότια Αμερική. Άλλα κατασκευάζονταν από φθαρτά υλικά, όπως όστρακα και οστά. Πολλά μεταλλικά όργανα καταστράφηκαν από τους εισβολείς, που τα έλιωσαν για το μέταλλό τους. Τα έγχορδα όργανα ήταν άγνωστα, αλλά υπήρχαν διάφοροι τύποι πνευστών και κρουστών. Οι σαλπικτές των Μάγια και μια ορχήστρα 12 μουσικών απεικονίζονται σε διάφορες τοιχογραφίες (775 μ.Χ.) από το Μποναμπάκ. Η μουσική θα πρέπει να διακρινόταν σε ιερή και κοσμική, τα δε τύμπανα συνδέονταν με τις διάφορες θεότητες.

Οι αυτοκρατορίες των Αζτέκων και των Ίνκας, που άνθισαν στο Μεξικό και το Περού, αντίστοιχα το 15^ο και στις αρχές του 16^{ου} αι., είχαν συγκεκριμένη μουσική παράδοση. Οι Αζτέκοι μουσικοί εκπαιδεύονταν εντατικά. Η μουσική των Ίνκας, με εκτεταμένη χρήση των οργάνων, είχε ένα χαρακτηριστικό υψηλού τόνου ήχο. Οι Ίνκας κατασκεύαζαν κρουστά και πνευστά όργανα εξαιρετικής ποιότητας, καθώς και κεραμικά όργανα, όπως φλογέρες, σάλπιγγες και τύμπανα. Επίσης, στο Τσαβιν ντε

Χουαντάρ στο Περού κατασκευάστηκε ένα σύστημα γαλαριών για να δημιουργείται μουσική από τον ήχο των δύο ποταμών που διέρρεαν την περιοχή.

Η γηγενής βορειοαμερικανική μουσική παράδοση παρήγαγε ένα τεράστιο ρεπερτόριο τραγουδιών που σχετίζονταν με όλους τους τομείς της ζωής, αλλά η χρήση των οργάνων και η εκπαίδευση ήταν περιορισμένες.

5.3 Μεσαιωνικές μουσικές μορφές

Η επιρροή του χριστιανισμού στην ιστορία της δυτικής μουσικής υπήρξε μεγάλη και καθοριστική. Το Γρηγοριανό μέλος άσκησε εξαιρετική επίδραση στη μουσική της Δυτικής Ευρώπης ως την εποχή της Μεταρρύθμισης. Με τη μουσική εκπαίδευση αποκλειστικά στα χέρια της Εκκλησίας, δεν είναι περίεργο που το μεγαλύτερο μέρος της μουσικής που σώζεται από τους μεσαιωνικούς χρόνους είναι η φωνητική θρησκευτική μουσική χωρίς συνοδεία οργάνων.

Βυζαντινή μουσική

Η μουσική της Ορθόδοξης Ελληνικής Εκκλησίας, των Βαλκανίων και της Ρωσίας, που ονομάζεται έτσι, επειδή καλλιεργήθηκε στο Βυζάντιο, την περίοδο της ακμής του, αποτελεί σπουδαία περιοχή του μουσικού στερεώματος και περιλαμβάνει σπουδαίες παλιές συνθέσεις, που εκτελούνται και σήμερα. Είναι ιδιαίτερο είδος μελωδικών συνθέσεων, με ιδιότυπη τεχνοτροπία κι έχει τις βάσεις του στην αρχαία ελληνική μουσική, γιατί, όταν αυτή διαμορφώθηκε, μόνο η αρχαία ελληνική μουσική ήταν συγκροτημένη, με πλήρες σύστημα γραφής και θεωρίας.

Η κοσμική μουσική πριν το 14^ο αιώνα

Οι γνώσεις μας για τη μεσαιωνική κοσμική μουσική είναι πολύ περιορισμένες καθώς αυτή σπάνια γραφόταν. Θεωρείται, πάντως, πιθανό, παρά το μικρό αριθμό τραγουδιών που σώζονται, ότι υπήρχε σημαντική αλληλεπίδραση μεταξύ του θρησκευτικού μέλους και του κοσμικού τραγουδιού, καθώς και μεταξύ του τραγουδιού και του χορού, αλλά και μεταξύ της πολυφωνικής και της μονοφωνικής μουσικής.

Την εποχή εκείνη, όπως και σήμερα, η κοσμική μουσική αποτελείτο κυρίως από τραγούδια και χορευτικούς σκοπούς, τα περισσότερα από τα οποία έχουν χαθεί, καθώς μεταδίδονταν κυρίως προφορικά.

Τροβαδούροι και μενεστρέλοι

Το παλαιότερο ρεπερτόριο τραγουδιών, των οποίων οι σκοποί είναι δυνατόν να αποκρυπτογραφηθούν, είναι αυτό των τροβαδούρων, που ήκμασαν στη Νότια Γαλλία και τη Βόρεια Ισπανία από τον 11^ο αι. ως την εποχή που η πνευματική τους παραγωγή καταστράφηκε ολοσχερώς από την Δ΄ Σταυροφορία και τα επακόλουθά της (1209). Υπάρχουν περίπου 2.500 τραγούδια, αλλά οι μελωδίες που σώζονται αφορούν στο ένα δέκατο περίπου της συνολικής παραγωγής. Γραμμένα στη προβηγκιανή γλώσσα, είναι κυρίως ερωτικά τραγούδια, που δημιουργήθηκαν και εξελίχθηκαν αρχικά στις βασιλικές Αυλές, υμνώντας τον ιπποτικό έρωτα.

Η λέξη «τροβαδούρος» έχει συγκεκριμένο περιεχόμενο. Αντίθετα με τους μενεστρέλους και τους ζογκλέρ (θαυματοποιούς και αγύρτες), που ήταν μουσικοί διασκεδαστές χαμηλής κοινωνικής θέσης, οι τροβαδούροι ήταν ικανοί ποιητές-μουσικοί. Ένα άτομο κατώτερης καταγωγής θα έπρεπε να κερδίσει την προστασία ενός σημαντικού προστάτη.

Ο ονομαστός τροβαδούρος, για παράδειγμα, Μπερνάρ ντε Βενταντούρ (1130-1200) έχαιρε της προστασίας της Ελαιονώρας της Ακουιτανίας (1122-1204), συζύγου του βασιλιά της Αγγλίας Ερρίκου Ζ΄.

Η τέχνη των τροβαδούρων επηρέασε αυτή των τρουβέρων, των αντίστοιχων δηλαδή μουσικών της Βόρειας Γαλλίας, που έγραψαν στα γαλλικά κατά τη διάρκεια του 12^{ου} και 13^{ου} αι., καθώς και αυτή των Γερμανών συγχρόνων τους, των Minnesinger (λυρικών ποιητών), που άνθισε από το 12^ο ως το 14^ο αι.

Οι τροβαδούροι, που περιήρχοντο από πύργο σε πύργο στη Νότια Γαλλία τραγουδώντας σονέτα, ειδύλλια κ.λ.π., και οι τρουβέροι που ανέπτυξαν κυρίως την επική ποίηση, είναι κατ' ουσίαν αυτοί που δημιούργησαν την επική, λυρική και σατυρική ποίηση του Μεσαίωνα.

5.4 Η μουσική της Αναγέννησης και του Μπαρόκ

5.4.1 Εισαγωγή

Στη μουσική, όπως και στις άλλες τέχνες, η Αναγέννηση χαρακτηρίστηκε όχι μόνο από την αναβίωση του αρχαιοελληνικού, κυρίως, και του ρωμαϊκού πνεύματος, αλλά και από ένα καινοτόμο πνεύμα, στο οποίο συνέβαλαν κατά πολύ και οι ανακαλύψεις. Ο Φλαμανδός θεωρητικός Ιωάννης Τίνκτορις πίστευε ότι η μουσική, η τέχνη που κατά τον Πλάτωνα ήταν «η μεγαλύτερη όλων», είχε πλέον αποκτήσει τη δύναμη να αγγίζει τη ψυχή και το νου των ανθρώπων.

5.4.2 Η Αναγέννηση

Θρησκευτική φωνητική μουσική στη Βόρεια Ευρώπη

Ο Γιοχάνες Όκεγκεμ (1410-97) ήταν ο πρώτος μιας μακράς σειράς Γαλλοφλαμανδών συνθετών που κυριάρχησαν στην ευρωπαϊκή μουσική μέχρι τα μέσα του 16^{ου} αι. Γνωστός και ως «πρίγκιπας των μουσουργών», θεωρείτο ότι είχε πετύχει στο χώρο της μουσικής όσα είχε καταφέρει ο Ντονατέλο στη γλυπτική και ο Πυθαγόρας στα μαθηματικά. Όντας ο ίδιος ένας εξαιρετικός μαθηματικός, ο Όκεγκεμ έγραψε Λειτουργίες και μοτέτα με εξαιρετικά ρυθμική πολυπλοκότητα, επιδεικνύοντας παράλληλα τις μαθηματικές του ικανότητες.

Ο μαθητής του Όκεγκεμ, Ζοσκέν ντε Πρε (1440-1521), προσπαθούσε να συνδυάσει τη μουσική του με το ύφος των στίχων του. Επηρεασμένος από τα κείμενα των αρχαίων φιλοσόφων, που υποστήριζαν ότι η μουσική είχε τη δυνατότητα να εγείρει τα ανθρώπινα συναισθήματα και να χαλيناγωγεί τα πάθη, έδωσε μεγάλη σημασία στο λόγο και κατάφερε να απελευθερώσει τη μουσική από τις υπερβολές του σχολαστικισμού. Η εκφραστική δύναμη της μουσικής του Ζοσκέν ήταν τόση, ώστε έπεισε πολλούς συνθέτες σε ολόκληρη τη δυτική Ευρώπη ότι οι στίχοι και η μουσική θα πρέπει να έχουν στενότερη σχέση.

Η αναβίωση της αρχαίας φιλοσοφίας, εξάλλου, καλλιέργησε στους μουσουργούς την πεποίθηση ότι ένας συνθέτης μπορεί να προσδιορίσει τη συναισθηματική αντίδραση των ακροατών στη μουσική του, μέσω της επιλογής του τρόπου. Έτσι, όλες οι μελωδίες που γράφθηκαν κατά την Αναγέννηση ακολουθούν έναν από τους 12 διαφορετικούς τρόπους.

Γνωρίζοντας την ιστορία του Μεγάλου Αλεξάνδρου (356-323 π.Χ.), ο οποίος, όπως λεγόταν, όταν άκουγε ένα μουσικό κομμάτι γραμμένο με φρύγιο τρόπο,

ετοιμαζόταν για πόλεμο, οι συνθέτες της Αναγέννησης θεωρούσαν ότι και η δική τους μουσική μπορούσε να έχει τόσο θεαματικές επιδράσεις.

Θρησκευτική φωνητική μουσική στη Νότια Ευρώπη

Το μαδριγάλιο. Μέχρι τα τέλη του 15^{ου} αι. η μουσική αντιγραφόταν με το χέρι –μια δαπανηρή διαδικασία που μόνο οι εκκλησίες και οι Αυλές μπορούσαν να αντέξουν οικονομικά. Η τυπογραφία, που εισήχθη στην Ιταλία το 1501 από τον Οταβιανό ντε Πετρούτσι, μείωσε το κόστος της μουσικής και δημιούργησε μια αγορά στους κόλπους των εμπορικών τάξεων της Ευρώπης. Η νέα αυτή τάξη των ερασιτεχνών μουσικών γέννησε το πάθος για το μαδριγάλιο, ένα τύπο του ιταλικού τραγουδιού. Έτσι, για πρώτη φορά η ιταλική μουσική διαδραμάτισε κεντρικό ρόλο στην Ευρώπη. Το όνομα «μαδριγάλιο» προέρχεται από τη λέξη μάντρα και στην αρχή χαρακτήριζε ένα είδος βουκολικής ποίησης.

Ενόργανη μουσική. Σε αντίθεση με την αναγεννησιακή μουσική, που έδινε εξαιρετική σημασία στην ανάδειξη των λόγων μέσω της μουσικής, κατά το 16^ο αι., μεγάλος αριθμός συνθετών έγραψε μουσική χωρίς λόγια για βιολιά, λαούτο, κλαβερίνο και σύνολα δωματίου. Δημοφιλείς χοροί, όπως ο γερμανικός, η παβάνα και το γκαλιάρ, αποτελούσαν την πηγή πολλών οργανικών συνθέσεων. Κατατάσσοντάς τους σε ομάδες των δύο ή των τριών, οι συνθέτες έκαναν το πρώτο βήμα προς τη χορευτική σουίτα της εποχής του Μπαρόκ. Οι ισπανικές και αγγλικές σχολές των συνθετών του λαούτου και του κλαβιέ ειδικεύτηκαν στη μουσική παραλλαγή. Χρησιμοποιώντας ένα δημοφιλή σκοπό στην αρχή, τον εμπλούτιζαν με περισσότερα μουσικά στολίσια, που απαιτούσαν μεγάλη επιδεξιότητα από τον εκτελεστή.

5.4.3 Η πρόιμη εποχή του Μπαρόκ

Μέσω του μαδριγάλιου η μουσική πέρασε από την Αναγέννηση στο Μπαρόκ (ο όρος αρχικά απέδιδε τις υπερβολικές και πομπώδης διακοσμητικές τάσεις της ζωγραφικής και της αρχιτεκτονικής του 17^{ου} αι.). Τα έντονα χρωματικά μαδριγάλια του Κάρλο Τζεζουάλντο (1561-1613) και του Λουτζάρσκο Λουτζάρσκι

(1545-1607) προώθησαν τη μουσική και την έφθασαν στα όρια της πολυφωνίας χωρίς συνοδεία οργάνων. Για την περαιτέρω εξέλιξή της, όμως, ήταν απαραίτητη η εύρεση ενός νέου στιλ.

Ο Μοντεβέρντι και η φλωρεντινή καμεράτα. Την πατρότητα του νέου αυτού στιλ κατέχει επάξια ο μεγάλος Ιταλός συνθέτης Κλαούντιο Μοντεβέρντι (1567-1643). Πηγή έμπνευσής του ήταν η διαφωνία που είχε ξεσπάσει στη Φλωρεντία στα τέλη περίπου της δεκαετίας του 1570 και στις αρχές της δεκαετίας του 1590. Μέλη της Φλωρεντινής Καμεράτα, ενός κύκλου λογίων, μουσικών και ποιητών, πίστευαν ότι η μουσική της εποχής δεν ήταν τόσο αδρή όσο αυτή των αρχαίων Ελλήνων και των Ρωμαίων. Διάβαζαν για τα θαύματα που προκαλούσε η μουσική του Ορφέα, το τραγούδι του οποίου, κατά το μύθο, έκανε και τις πέτρες ακόμη να κλαίνε, και ομόφωνα κατέληξαν στο συμπέρασμα ότι η δύναμη πίσω από τα θαυμαστά αυτά αποτελέσματα ήταν η μονωδία, δηλαδή η μουσική που ήταν γραμμένη με μία μόνο μελωδία. Κατά την άποψή τους, η μονωδία, ως πιο ελεύθερο είδος, μπορούσε να εγείρει τα συναισθήματά του ακροατή, γιατί αυτή, σε αντίθεση με την πολυφωνία (που έπρεπε να ακολουθεί αυστηρούς κανόνες), ήταν σε θέση να ακολουθήσει τους φυσικούς κυματισμούς και τους ρυθμούς του λόγου.

Πρώιμη ιταλική όπερα. Ο πρόδρομος της όπερας είναι το ιντερμέδιο, μια δημοφιλής μουσική μορφή της Αναγέννησης που είχε μουσικά και δραματικά στοιχεία, τα οποία όμως δεν ήταν ποτέ συνδυασμένα μεταξύ τους. Η μονωδία αποτέλεσε το βασικό στοιχείο της όπερας, τη βάση του ρετσιτατίβο, το οποίο ήταν κάτι περισσότερο από μια εκφραστική απαγγελία και κάτι λιγότερο από μια ρυθμική μελωδία. Ο Τζιάκοπο Πέρι (1561-1633) ήταν ο πρώτος που χρησιμοποίησε το ρετσιτατίβο στην όπερα. Το θέμα του, ο μύθος του Ορφέα και της Ευριδίκης, ήταν και το θέμα της πρώτης όπερας του Μοντεβέρντι «Ορφέας», το αδιαμφισβήτητο αριστούργημα του Μοντεβέρντι, όπου σχεδόν υλοποιούνται τα ιδανικά της Φλωρεντινής Καμεράτα. Τα ρετσιτατίβο του Μοντεβέρντι κάνουν τον «Ορφέα» μια από τις λίγες πραγματικά δραματικές όπερες της εποχής του Μπαρόκ.

Ορχηστρική μουσική. Η όπερα συνέβαλε στην εξέλιξη της ορχηστρικής μουσικής. Εμπνευσμένος από το είδος της άριας, ο Μπιάγκο Μαρίνι (1587-1663) άρχισε να ερευνά τις τεχνικές δυνατότητες του βιολιού, του δημοφιλέστερου οργάνου

της εποχής του Μπαρόκ. Στο έργο του Μαρίνι, η θρησκευτική σονάτα της Αναγέννησης εξελίχθηκε σε εκκλησιαστική σονάτα.

5.4.4 Η εποχή του ύστερου Μπαρόκ

Η σχολή της Μπολόνια. Ο Κορέλι ανήκε στην πρωτοπόρο σχολή συνθετών της Μπολόνια. Οι καινοτομίες του στην ορχηστρική μουσική και τη μουσική δωματίου συμπίπτουν με τις βελτιώσεις του βιολιού από τον Αντόνιο Στραντιβάρι (1644-1737) και τη Σχολή της Κρεμόνα. Ο Κορέλι -που ήταν και ο ίδιος εξαιρετος βιολιστής- εμπλούτισε τη μουσική του με διπλές και τριπλές πιέσεις χορδών και γρήγορα περάσματα. Οι σονάτες του διακρίνονται σε δύο τύπους: τις εκκλησιαστικές και τις σονάτες δωματίου.

Παρόλο που ο συνδυασμός δυο διαφορετικών ομάδων οργάνων, ως ιδέα, επινοήθηκε από τον Γκαμπριέλι, ο Κορέλι ήταν ο πρώτος που την εφήρμοσε. Οι συνθέσεις του, τύπου σονάτας για βιολί σόλο ή για τρίο εγχόρδων, τον θέτουν στη πρώτη σειρά των Ιταλών καλλιτεχνών της περιόδου και αποτέλεσαν τη βάση για τη δημιουργία μιας νέας μουσικής μορφής, του κονσέρτου.

Ο Κορέλι ενέπνευσε το διάδοχό του Τζουζέπε Τορέλι (1658-1709), ο οποίος έδωσε περαιτέρω ώθηση στο κονσέρτο. Επίσης, έδωσε έμφαση στην αντίθεση μεταξύ των ορχηστρικών και σόλο ομάδων, ορίζοντάς τους διαφορετικά μουσικά θέματα: στην ορχήστρα έδωσε τα δυνατά κομμάτια, ενώ στα σόλο αυτά που απαιτούσαν δεξιοτεχνία.

Η Σχολή της Βενετίας. Όταν πέθανε ο Τορέλι, το κέντρο της σύνθεσης των κονσέρτων μεταφέρθηκε από την Μπολόνια στη Βενετία, όπου ο Αντόνιο Βιβάλντι (1678-1741) εργαζόταν ως μουσικός διευθυντής σ' ένα ορφανοτροφείο θηλέων. Ο Βιβάλντι είχε αναδείξει το σολίστα των κονσέρτων του για βιολί σε χαρακτήρα όπερας. Η προσέγγιση αυτή συχνά αναφέρεται και στους τίτλους των έργων του. Το έργο του «Αγώνας μεταξύ αρμονίας και επινόησης» περιλαμβάνει τέσσερα κονσέρτα που αντιπροσωπεύουν τις «Τέσσερις Εποχές» (1725), όπου ο σολίστας παίζει το ρόλο της κάθε εποχής με τη σειρά.

Η ιταλική επιρροή στη Γαλλία. Οι καινοτομίες των Ιταλών συνθετών όπερας για μια ακόμη φορά έφτασαν στη Γαλλία μέσω του έργου του μεγαλύτερου Γάλλου μουσικού των αρχών του 18^{ου} αι., του Ζαν-Φιλίπ Ραμό (1683-1764). Ο Ραμό προσέδωσε στη γαλλική όπερα, που είχε ένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό ύφος, τη δική της ακτινοβολία, ξεκινώντας με το έργο του «Ιππόλυτος και Αρικήα».

Γερμανική κυριαρχία. Οι Γερμανοί συνθέτες είναι αυτοί που συνέβαλαν περισσότερο από οποιονδήποτε άλλο στη διαμόρφωση της μουσικής του ύστερου Μπαρόκ. Στα επιτεύγματα των Γάλλων και Ιταλών συνθετών (το κονσέρτο και τη σονάτα), οι Γερμανοί συνθέτες προσέθεσαν τις πλούσιες αρμονίες και αντιστικτικές τεχνικές της δικής τους παράδοσης.

Η χρυσή αυτή εποχή της γερμανικής μουσικής ξεκίνησε με τους συνθέτες οργάνου Ντιτριχ Μπούξτεχούντε (1637-1707) και Γιόχαν Πάχελμπελ (1653-1706). Εργαζόμενοι στη Λουθηρανική Εκκλησία, αφιέρωσαν μεγάλο μέρος του χρόνου τους γράφοντας χορωδιακές συνθέσεις.

5.5 Η κλασική εποχή

5.5.1 Εισαγωγή

Όπως κάθε αυθαίρετη διαίρεση ή ορισμός, «κλασική εποχή» έχει τη χρησιμότητά του, αλλά δημιουργεί και προβλήματα. Σε ευρεία έννοια, η κλασική εποχή προήλθε από την πρώιμη εποχή του Μπαρόκ και άρχισε στη δεκαετία του 1740, όταν η Μαρία Θηρεσία ήταν αυτοκράτειρα της Αυστρίας, ο Φρειδερίκος ο Μέγας (1712-86) βρισκόταν στον πρωσικό θρόνο και ο Λουδοβίκος ΙΕ΄ (1710-74) ήταν βασιλιάς της Γαλλίας.

5.5.2 Χαρακτηριστικά της κλασικής εποχής

Κατά τη διάρκεια της εποχής αυτής, τα δημόσια κονσέρτα έγιναν πολύ δημοφιλή και μια νέα μεσαία τάξη άρχισε να πληρώνει συνδρομές για να ακούει τακτικά μουσική και να απολαμβάνει βραδιές που κάποτε ήταν αποκλειστικό προνόμιο των λίγων ευγενών. Αυτό είχε ως αποτέλεσμα το αυξανόμενο ενδιαφέρον των θιασαρχών για παραγωγή και ανέβασμα έργων. Οι εξελίξεις αυτές συνέβησαν σε

διαφορετικές περιόδους στις διάφορες ευρωπαϊκές χώρες. Έτσι είναι αδύνατο να δοθεί μια ακριβής χρονολογία του κλασικισμού που να ταιριάζει σε όλα τα κράτη. Κι ενώ πολλές χώρες της Ανατολικής Ευρώπης διατηρούσαν τις φεουδαλικές κοινωνίες τους μέχρι και το 18^ο αι., την ίδια εποχή στην Αγγλία υπήρχε ένα εδραιωμένο κοινοβουλευτικό σύστημα και, ως τα μέσα του 18^{ου} αι., η βιομηχανική επανάσταση ανέδειξε μια νέα μεσαία τάξη που άρχισε να ασκεί μεγάλη επιρροή.

Η μουσική άνθησε στις πλούσιες κυρίως χώρες, όπου οι λειτουργοί της ήταν υπό την προστασία και εργαζόταν ακόμη στις Αυλές των ευγενών ή βασιλικών μαικηνών στο Σάλτσμπουργκ, το Μανχάιμ, το Βερολίνο και σε εκείνη των Εστερχάζυ, στην Ουγγαρία. Έντονη μουσική δραστηριότητα παρατηρείται επίσης στις Αυλές του Γουστάβου Γ΄ της Σουηδίας, ωστόσο ανακόπηκε όταν ο βασιλιάς δολοφονήθηκε σ' ένα χορό μεταφισμένων, όπως και σ' εκείνον της Ισπανίας, όπου κάποιες γηγενείς μουσικές μορφές αναπτύχθηκαν κατά τη κυριαρχία της δυναστείας των Βουρβόνων. Τα κύρια κέντρα, ωστόσο, ήταν η Βιέννη, το Παρίσι, η Νάπολη, η Βενετία και το Λονδίνο. Καθώς οι πόλεις αυτές αυξανόταν σε δύναμη και πληθυσμό, προσείλκυαν τους μεγάλους συνθέτες της εποχής, κάποιοι από τους οποίους εργαζόταν σε ιδιωτικά κέντρα με τη προστασία ισχυρών μαικηνών.

Την περίοδο της κλασικής εποχής, η μουσική ζωή συνδέθηκε με την κοινωνία, αφού όλο και περισσότεροι επιθυμούσαν να μάθουν την ύψιστη αυτή τέχνη. Σημειώθηκε, επίσης, άνθηση στους εκδοτικούς οίκους που εξέδιδαν μουσικές παρτιτούρες για τη νέα ισχυρή μεσαία τάξη και οι οποίοι χρησιμοποιούσαν νέες τεχνικές χαλκογραφίας για την εκτύπωση πενταγράμμων και φθόγγων. Όλων των ειδών τα έργα άρχισαν να ανατίθενται στους μουσικούς, ενώ αναπτύχθηκε και μια πιο απλή, από τεχνικής άποψης, γραφή της μουσικής, οπότε και εκδιδόταν όλο και περισσότερα μουσικά έργα.

Ένα από τα πιο σημαντικά χαρακτηριστικά της κλασικής περιόδου ήταν η τάση των συνθετών να γράφουν όλες τις νότες που ήθελαν να παίξουν, αφήνοντας πολύ λιγότερο πεδίο για μουσικά στολίδια από τον εκτελεστή απ' ό,τι στην περίοδο του Μπαρόκ. Μια από τις σπουδαιότερες εξελίξεις της κλασικής εποχής που αποτέλεσε σταθμό στην ιστορία της μουσικής ήταν η συμφωνία και η ταυτόχρονη δημιουργία της συμφωνικής ορχήστρας. Επίσης είχαμε και τη εισαγωγή των πληκτροφόρων οργάνων.

Η συμφωνία και κατ' επέκταση η συμφωνική ορχήστρα αποτέλεσαν σταθμό στη μουσική μιας και ως γνωστό, οι παλαιότερες ορχήστρες ήταν απλώς ομάδες

μουσικών που συγκεντρώνονταν για να παίξουν μουσική. Στην Αναγέννηση, η ορχηστρική μουσική συνθετών, όπως του Μοντεβέρντι, γραφόταν για τα όργανα που υπήρχαν διαθέσιμα στις Αυλές των μαικηνών τους. Στα τέλη του 16^{ου} αι., ωστόσο, η γαλλική βασιλική ορχήστρα των 24 εγχόρδων και των 12 πνευστών (γνωστή ως «Τα 24 βιολιά του βασιλιά») σήμανε την αρχή της ορχήστρας Μπαρόκ.

Κατά την περίοδο του Μπαρόκ τα βιολιά πήραν τον πρώτο ρόλο, ενώ το κλαβεσιέν προοριζόταν για το μπάσο κοντίνουο, όπως στη μουσική του Μπάχ και του Χάιντελ.

Παρόλο που ο τομέας των εγχόρδων σταδιακά τυποποιείτο, η σύνθεση του συνόλου της ορχήστρας υπέστη πολλές ακόμα αλλαγές. Οι διάφοροι τομείς δεν είχαν σαφώς προσδιορισμένους ρόλους.

Κατά την διάρκεια του 18^{ου} αι., με την άνοδο της συμφωνίας, η ορχήστρα άρχισε να παίρνει τη σύγχρονη μορφή της. Παρόλο που και στην περίπτωση αυτή διακρίνονται, ο “προσωπικός παράγοντας” (εκτελεστές) και ο “εμπράγματος” (μουσικά όργανα με τεχνικές προδιαγραφές όπως, ένταση, χροιά, φάσμα), υπάρχει ένα είδος συντονισμού μεταξύ τους, το οποίο συνέβη για πρώτη φορά την περίοδο της κλασικής εποχής.

Δόθηκε μ’ αυτό το τρόπο η δυνατότητα:

α. Να καταγραφεί η μουσικής ως πληροφορία, καθώς επίσης και ο τρόπος επενέργειας και εμπλοκής των οργάνων (κρουστών, εγχόρδων, κ.ο.κ.). Η λεγόμενη ενορχήστρωση όπως συνηθίζεται να λέγεται με τις αντίστοιχες παρτιτούρες. Στις συμφωνίες της κλασικής περιόδου τα έγχορδα πήραν τη θέση του συνεχούς βάσιμου, που έπαψε να χρησιμοποιείται. Η συμφωνική ορχήστρα του Μότσαρτ και του Χάυντν, πιο σταθερή σε σύνθεση και χρήση, αποτελείτο από πρώτα και δεύτερα βιολιά, βιόλες, τσέλο και κοντραμπάσο, φλάουτα, όμποε, κλαρινέτα, φαγκότο, τρομπέτες, κόρνα και τύμπανα και ο τρόπος επενέργειας του καθενός εξαρτιόταν από το έργο που εκτελούταν.

β. Η ορχήστρα ελέγχεται πλέον από το διευθυντή ορχήστρας βάσει της καταγεγραμμένης πληροφορίας, που είναι υπεύθυνος για το τέμπο, τη δυναμική και την εκφραστική ερμηνεία της μουσικής, προσδίδοντας έτσι το ιδιαίτερο στίλ της κάθε ορχήστρας. Κεφαλή της ορχήστρας είναι ο πρώτος βιολιστής.

5.6 Σύγχρονη κλασική μουσική

5.6.1 Χαρακτηριστικά της σύγχρονης κλασικής μουσικής

Η μουσική είναι κατά κάποιο τρόπο ένας μικρόκοσμος της ζωής και τα προβλήματά της εξελίχης της τον 20ό και 21ό αι. συνδέονται με αυτά των ανθρωπίνων επιτευγμάτων εν γένει. Η πρόοδος έχει συχνά τη θετική αλλά και την αρνητική της πλευρά και έτσι πολλές από τις μεγαλύτερες ανακαλύψεις της μουσικής του 20ού και 21ού αι. προέκυψαν με σημαντικό κόστος για άλλους τομείς. Η βελτίωση στην επικοινωνία και την καταγραφή έδωσαν τη δυνατότητα στους συνθέτες να αφομοιώσουν μεγάλη ποικιλία επιρροών. Ωστόσο, η ευρύτητα και το πλήθος των ερεθισμάτων κατήργησαν την έννοια της συλλογικής γλώσσας της μουσικής, με πολλούς συνθέτες να συμβάλλουν σε μια γενική μουσική αλλαγή. Η έμφαση δόθηκε στο συνθέτη ως άτομο που σφυρηλατεί το δικό του προσωπικό στιλ με τα καινούργια τεχνολογικά επιτεύγματα. Όλα αυτά είχαν ως αποτέλεσμα να δοθεί η δυνατότητα:

- α. Καταγραφής, συστηματοποίησης, επεξεργασίας και αναπαραγωγής του ήχου, από αναλογικό σε ψηφιακό.
- β. Της λειτουργικής προσομοίωσης των μουσικών οργάνων και των ήχων τους,
- γ. Της δημιουργίας τεχνητών μουσικών οργάνων.
- δ. Της λειτουργικής προσομοίωσης της ορχήστρας μέσω της καταγεγραμμένης πληροφορίας, δηλαδή ψηφιακής ενορχήστρωσης με βάσει τις υπάρχουσες παρτιτούρες.
- ε. Και τέλος της απ' ευθείας ψηφιακής σύνθεσης.

Τα παραπάνω οδήγησαν στην αυτοματοποίηση της παραγωγής της μουσικής με βαθμιαία απόσπαση του ανθρώπου, ως φυσικής παρουσίας, από την άμεση διαδικασία παραγωγής ήχου. Όντως, αυτό μπορεί να οδηγήσει σε μηχανική αναπαραγωγή και σε αποξένωση, σε διάδοση και επιβολή κοινοτοπιών, σε λογοκλοπές και αυθαίρετες λαθροχειρίες. Τα παραπάνω είναι οι πιο πιθανές χρήσεις των τεχνολογικών δυνατοτήτων στην ανταγωνιστική κοινωνία της κυριαρχίας των εμπορευματικών και χρηματικών σχέσεων και της εμπορευματοποίησης-κεφαλαιοποίησης της τέχνης. Ωστόσο, η εισαγωγή αυτών των τεχνολογικών καινοτομιών δεν μπορεί να θεωρείται συλλήβδην αρνητική και επιζήμια για τον άνθρωπο και την καλλιτεχνική δημιουργία. Τουναντίον μάλιστα, εάν αυτές οι καινοτομίες χρησιμοποιηθούν δημιουργικά (ήδη από σήμερα, πολλώ μάλλον δε σε

μια κοινωνία με άλλου τύπου συγκρότηση και ανάπτυξη), μπορούν να βοηθήσουν τον μουσικό στην επικέντρωση της προσοχής του στην κατ' εξοχήν καλλιτεχνική δημιουργική πλευρά της σύνθεσης, μειώνοντας φερ' ειπείν την τεχνική εξάρτηση από την ανά πάσα στιγμή παρουσία της ορχήστρας στους πειραματισμούς ενορχήστρωσης, κ.ο.κ. (απαλλάσσοντας εν μέρει και από τις αντίστοιχες δαπάνες). Μπορούν να καταστήσουν πιο άμεσα προσπελάσιμη την ψηφιοποιημένη σύνθεση για την κοινότητα επιλογής του μουσικού (αλλά και για το ευρύτερο κοινό), άρα, μπορούν να συμβάλλουν σε μια άλλου τύπου καλλιτεχνική συλλογικότητα που δεν προϋποθέτει κατ' ανάγκη την χωροχρονική συνεύρεση των μελών της για την συν-δημιουργία.

Βιβλιογραφία

- [1] MIDI for the Professional by Paul D.Lehrman & Tim Tully. Amsco Publications
- [2] MIDI Systems & Control by Francis Rumsey. Focal Press
- [3] Music & MIDI by R .G. Rhoades . Educator MIDI Aids
- [4] The MIDI BOOK by Steve De Furia. Ferro Technologies
- [5] Λουκάς Χαδέλλης : Ήχος, Μουσική & Τεχνολογία
- [6] Rayleigh J. W. S : The theory of Sound
- [7] Jeans James : Science and Music
- [8] Μουσική και Τεχνολογία (Τόμος Α & Β), Αντώνης Πλέσσας, Σύγχρονη Μουσική
- [9] Τέχνη και Τεχνολογία, Αντώνης Πλέσσας, Σύγχρονη Μουσική
- [10] Εγκυκλοπαίδεια Grand Larousse : Άνθρωπος - Κοινωνία
- [11] Δημήτρης Πατέλης : Τέχνη & Τεχνολογία, Κείμενα προβληματισμού για την αντιφατική ενότητα είναι και συν-ειδέναι, νοείν, συν-αισθάναισθαι, και ποιείν, 2006
- [12] Σημειώσεις MIDI Πρωτόκολλο και Εφαρμογές, Χρήστος Χουσίδης

