

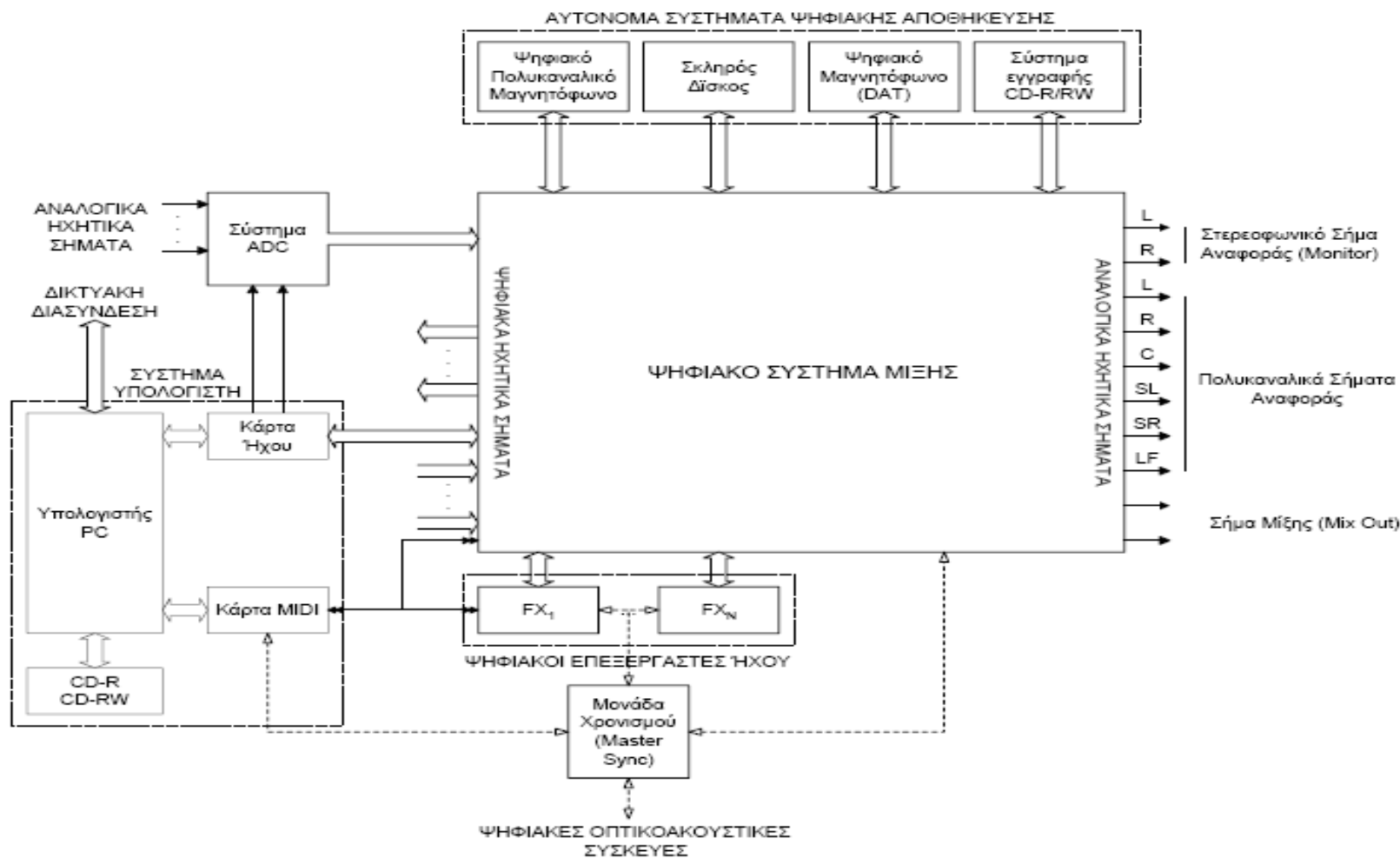
Επεξεργασία Ήχου Φωνής
5^η Διάλεξη

ΨΗΦΙΑΚΟ ΣΤΟΥΝΤΙΟ

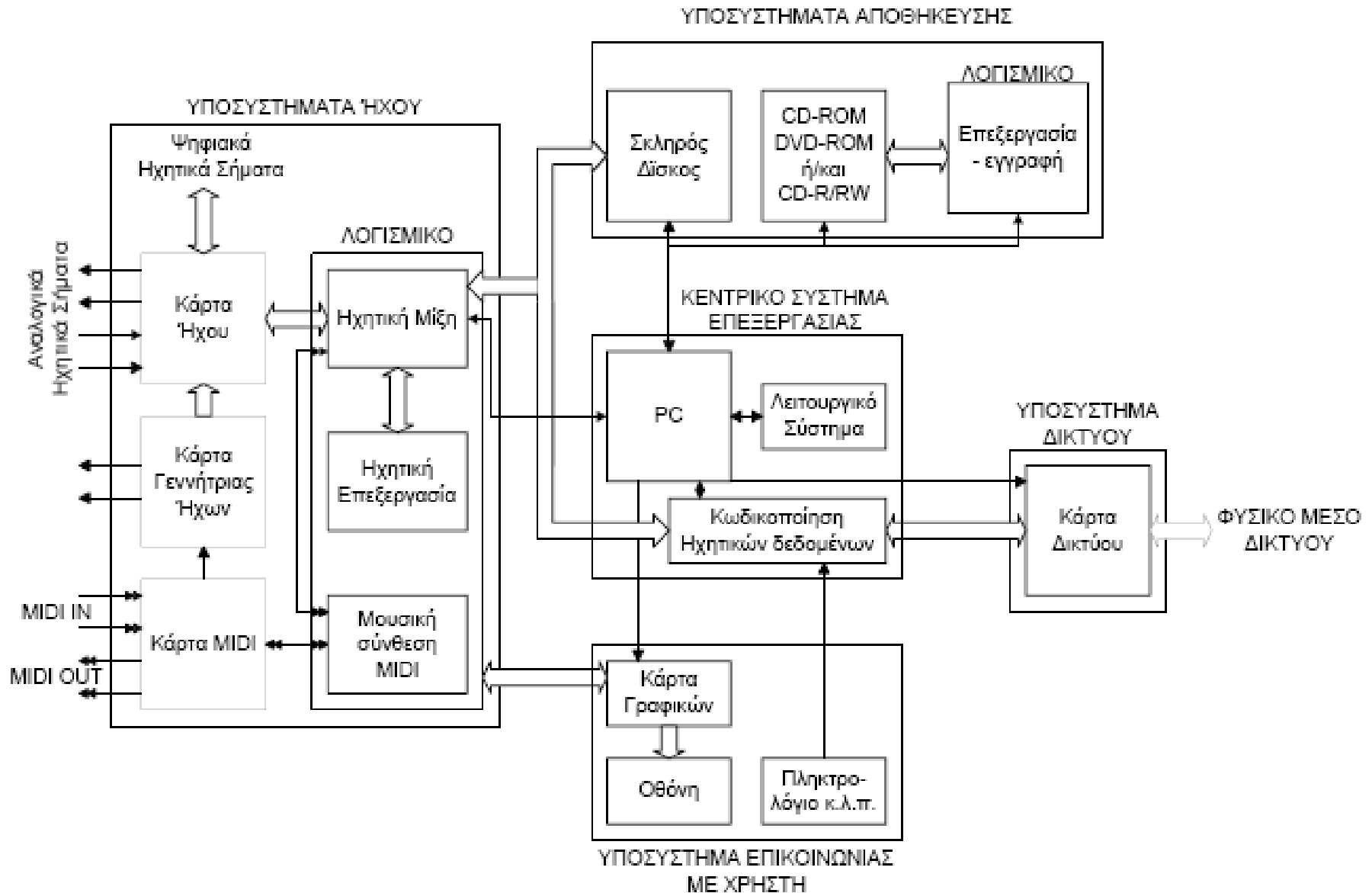
ΓΕΝΙΚΕΣ ΔΟΜΕΣ ΚΑΙ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ

- Θα ασχοληθούμε με τις τεχνικές και τεχνολογίες που επιτρέπουν την κωδικοποίηση επεξεργασία και διανομή στον τελικό χρήστη – ακροατή ηχητικών δεδομένων, οι οποίες βασίζονται σε μεθόδους Ψηφιακής Επεξεργασίας Σήματος.
- Υλοποίηση :
- Μέσω υλικού : (εξειδικευμένες συσκευές οι οποίες ελέγχονται από υπολογιστή και υλοποιούν τους αλγορίθμους Α/Ψ – Ψ/Α καθώς και Ψ.Ε.Σ.
- Μέσω λογισμικού : Υπολογιστή με Digital Audio Workstation – (D.A.W.), εξοπλισμένο με υποσυστήματα (κάρτες) ήχου, στον οποίο εκτελείται κατάλληλο λογισμικό.

Σύστημα Ψηφιακής Εγγραφής και Επεξεργασίας Βασισμένο σε Αυτόνομες Συσκευές



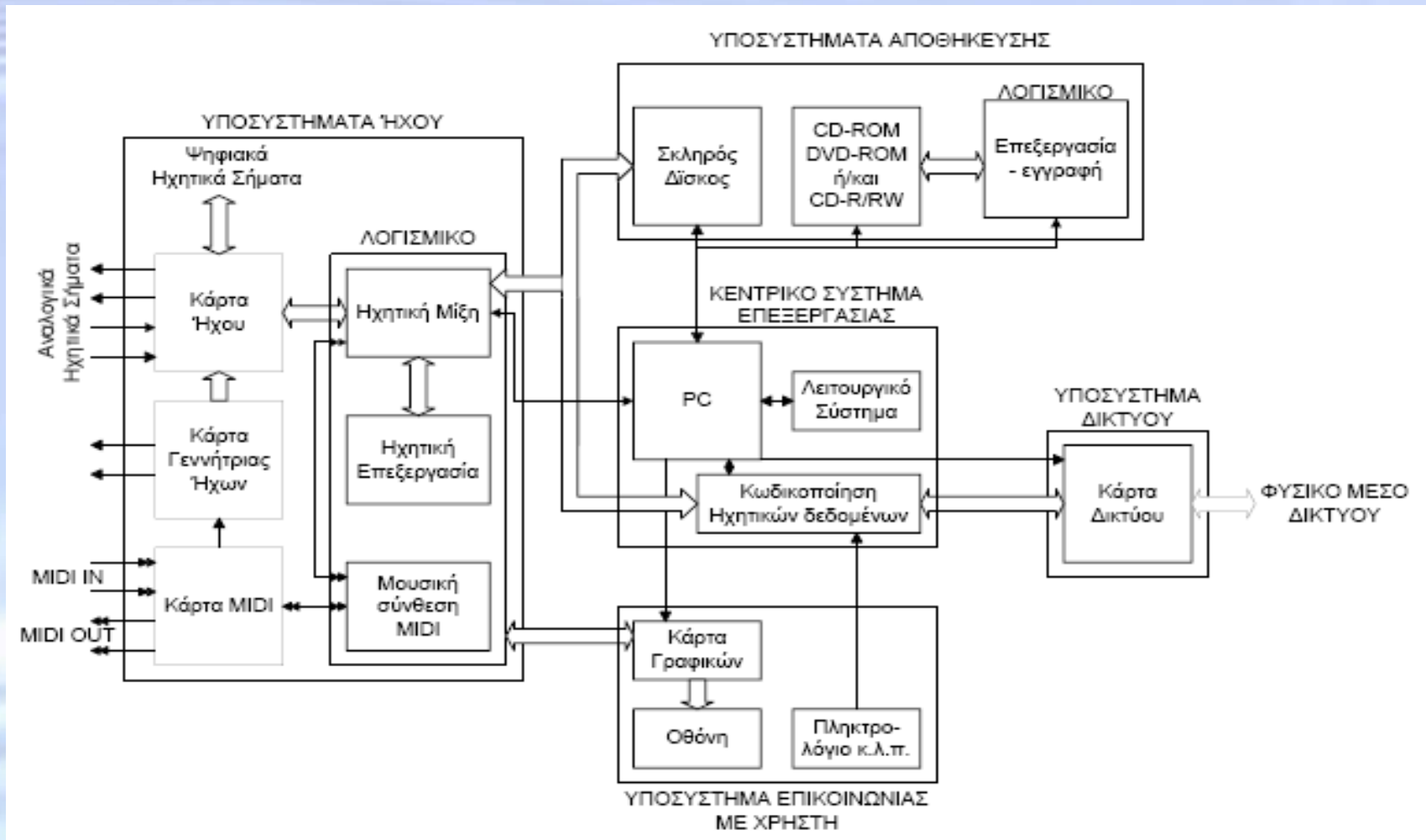
Σύστημα Ψηφιακής Εγγραφής και Επεξεργασίας Ήχου Βασισμένο σε Υπολογιστή



Ψηφιακή Κονσόλα Μίξης

- Η ψηφιακή κονσόλα είτε σαν λογισμικό είτε σαν ανεξάρτητη συσκευή εκτελεί τις ακόλουθες εργασίες:
 1. την άθροιση πολλαπλών ηχητικών καναλιών -σημάτων εισόδου, ή και άλλων σημάτων τα οποία είναι αποθηκευμένα σε τοπικό μέσο, σε συγκεκριμένο αριθμό καναλιών εξόδου.
 2. την προσθήκη κατάλληλου (χρονικά σταθερού ή μεταβλητού από τον μηχανικό ήχου) κέρδους στο κάθε κανάλι
 3. την προσθήκη κατάλληλης ηχητικής επεξεργασίας στο κάθε κανάλι (π.χ. φιλτράρισμα, τεχνητή αντήχηση, κ.λ.π.)
 4. τη διανομή των επεξεργασμένων ή μη ηχητικών καναλιών σε επιλεγμένες ομάδες ή μεμονωμένα κανάλια εξόδου

Ψηφιακή Κονσόλα Μίξης



- Η ουσιαστική διαφοροποίηση των παραπάνω λειτουργιών στις ψηφιακές κονσόλες σε σχέση με τις συμβατικές αναλογικές, βρίσκεται στο γεγονός ότι όλες οι παραπάνω επεξεργασίες εκτελούνται στο ψηφιακό πεδίο, για πλήρως ψηφιακά κανάλια και σήματα.

Ψηφιακή Vs Αναλογική Κονσόλα

- Οι ψηφιακές κονσόλες να εμφανίζουν τα εξής πλεονεκτήματα σε σχέση με αναλογικές:
 1. Επιτυγχάνεται ακριβέστερη επεξεργασία (π.χ. με ακρίβεια περιόδου δειγματοληψίας) ή/και υλοποιούνται επεξεργασίες που δεν μπορεί να πραγματοποιηθούν στο αναλογικό πεδίο
 2. Ο έλεγχος/αποθήκευση/ανάκληση των παραμέτρων όλων των παραπάνω επεξεργασιών μπορεί να γίνει επίσης ψηφιακά και με μεγάλη ακρίβεια
 3. Οι διαστάσεις της κονσόλας δεν είναι απαραίτητα εξαρτημένες από τον αριθμό των καναλιών εισόδου / εξόδου (αφού δεν απαιτείται διακριτό κύκλωμα για το κάθε κανάλι) και έτσι το μέγεθος της κονσόλας μπορεί να είναι μικρό και επίσης να παρουσιάζει βέλτιστα χαρακτηριστικά εργονομίας.

Σύγκριση Υλοποίησης της Ηχητικής Επεξεργασίας με Αναλογικά και Ψηφιακά Μέσα

Βαθμίδα	Τοπολογία/στοιχεία	
	Αναλογική Υλοποίηση	Ψηφιακή Υλοποίηση
Μεταβολή κέρδους	Τελεστικός ενισχυτής, μεταβλητό ποτενσιόμετρο	Πολλαπλασιαστής, ψηφιακό ποτενσιόμετρο
Αθροιση σημάτων	Τελεστικός ενισχυτής	Αθροιστής, καθυστέρηση / μνήμη RAM, πολυπλέκτης
Φίλτρο ισοστάθμισης	Τελεστικός ενισχυτής, μεταβλητά ποτενσιόμετρα, αντιστάσεις	Εξίσωση διαφοράς, πολλαπλασιαστής, ψηφιακό ποτενσιόμετρο, αθροιστής, καθυστέρηση / μνήμη RAM, πολυπλέκτης
Διακόπτης επιλογής σήματος	Διακόπτης πολλαπλών θέσεων	Ψηφιακός διακόπτης, απο-πολυπλέκτης

Ψηφιακοί Επεξεργαστές Ήχου

- Οι επεξεργαστές αυτοί υλοποιούνται είτε σε (hardware), είτε σε (software) και διαχωρίζονται στις εξής κύριες περιοχές εφαρμογών:
 1. Ισοσταθμιστές/φίλτρα (equalisers, filters): Ενισχύουν ή περιορίζουν επιλεκτικά φασματικές περιοχές του σήματος.
 2. Μετατροπείς δυναμικής περιοχής : υλοποιούν μη-γραμμικές σχέσεις εισόδου/εξόδου.
 3. Μονάδες προσθήκης καθυστέρησης, αντήχησης και σχετικών διαμορφώσεων (delay lines, reverberators, chorus/flanging processors): υλοποιούν ειδικές σχέσεις εξισώσεων διαφοράς που προσθέτουν καθυστερημένες χρονικά εκδοχές του αρχικού σήματος με αυτό. επεξεργασμένου σήματος.
 4. Τροποποίησης ακουστικού ειδώλου: υλοποιούν ειδικές σχέσεις μεταξύ των καναλιών του σήματος εισόδου ή και εξισώσεις διαφοράς για την περιγραφή ειδικών φίλτρων, τα οποία παράγουν την εντύπωση ότι η πηγή βρίσκεται σε συγκεκριμένη γωνία ως προς τον ακροατή.
 5. Μετατροπείς συχνότητας δειγματοληψίας: υλοποιούν κυρίως ψηφιακά χαμηλοδιαβατά φίλτρα ή/και τράπεζες φίλτρων (εξισώσεις διαφοράς).

Σταθμοί Εργασίας Ήχου

- Με την συνεχώς αυξανόμενη υπολογιστική ισχύ των προσωπικών υπολογιστών, είναι δυνατή η ηχογράφηση, αποθήκευση, επεξεργασία, διανομή και αναπαραγωγή των ηχητικών δεδομένων.
- Τα συνηθέστερα περιβάλλοντα στα οποία εγκαθίστανται τέτοιες εφαρμογές είναι και τα MsWindows MacOS, ενώ πέραν της αρχικής μετατροπής του σήματος από αναλογικό σε ψηφιακό (και το αντίστροφο), διεργασίες οι οποίες εκτελούνται από ειδική κάρτα ήχου, όλες οι υπόλοιπες επεξεργασίες μπορούν πλέον να υλοποιηθούν σε λογισμικό.
- Το Soundforge είναι ένας σταθμός εργασίας ήχου που βασίζεται σε λογισμικό.

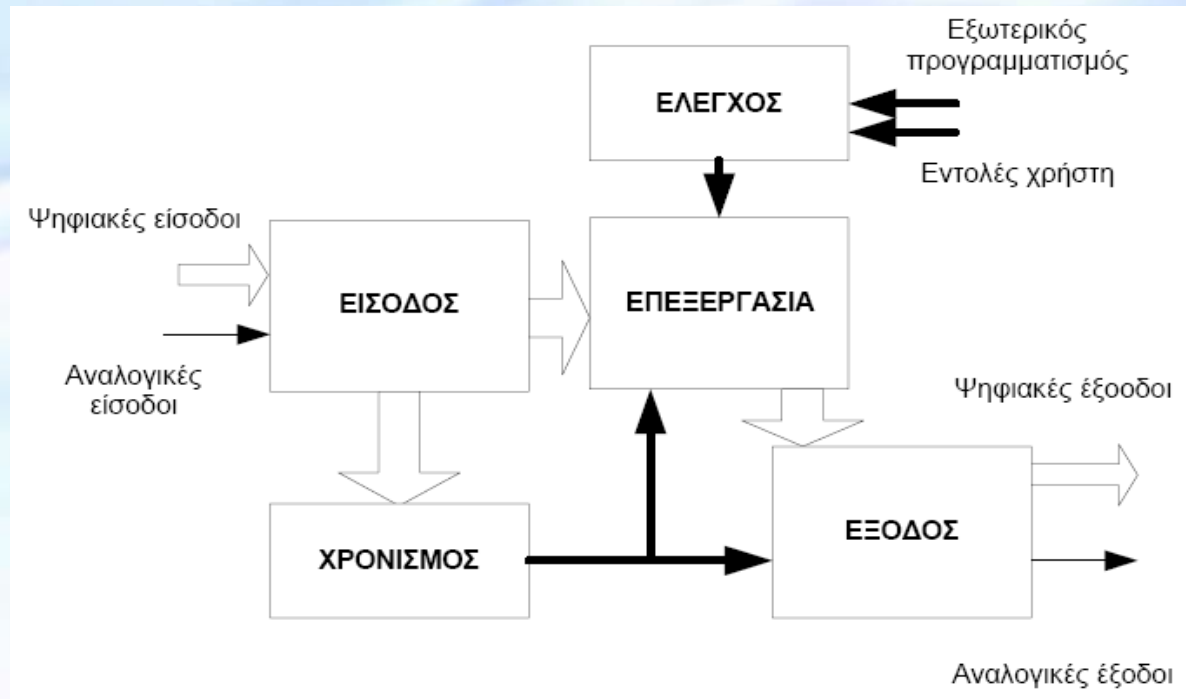
ΓΕΝΙΚΕΣ ΑΠΑΙΤΗΣΕΙΣ ΑΠΟ ΤΙΣ ΣΥΣΚΕΥΕΣ

- Για τη λειτουργία των παραπάνω σε «πραγματικό χρόνο», κύρια απαίτηση είναι η δυνατότητα της επεξεργασίας των ηχητικών δειγμάτων με την κατάλληλη ταχύτητα και αριθμητική ακρίβεια. Συγκεκριμένα, όλες οι παραπάνω διεργασίες να υλοποιούνται μέσα στα χρονικά όρια της μίας περιόδου δειγματοληψίας, ενώ η αριθμητική ακρίβεια των πράξεων θα εξαρτάται τόσο από την αριθμητική ακρίβεια των δειγμάτων.
- Οι βασικές σχέσεις που χρησιμοποιούνται για την υλοποίηση των παραπάνω εφαρμογών και οι γενικές υπολογιστικές τους απαιτήσεις δίνονται στον παρακάτω πίνακα

	Δομή αλγορίθμου	Υπολογιστική πολυπλοκότητα	Ειδικές απαιτήσεις σε υλικό (πέραν του επεξεργαστή ΨΕΣ)
ισοσταθμιστές/φίλτρα	εξίσωση διαφοράς	μέτρια	καμμία
μετατροπείς δυναμικής περιοχής	εξισώσεις τροποποίησης τιμής δείγματος εισόδου	χαμηλή	καμμία
μονάδες προσθήκης καθυστέρησης, αντήχησης και σχετικών διαμορφώσεων	εξισώσεις διαφοράς με αποθήκευση τιμών σε μνήμη	υψηλή	μνήμη RAM
μονάδες τροποποίησης ακουστικού ειδώλου	εξίσωση διαφοράς ή συνέλιξη (FFT)	χαμηλή έως υψηλή	καμμία
μετατροπείς συχνότητας δειγματοληψίας	εξίσωση διαφοράς ή συνέλιξη (FFT)	μέτρια έως υψηλή	ειδική δομή φίλτρου ή επεξεργαστής FFT
φίλτρα καταστολής παραμορφώσεων	εξίσωση διαφοράς ή συνέλιξη (FFT)	υψηλή	ειδική δομή φίλτρου ή επεξεργαστής FFT
μονάδες κωδικοποίησης/ αποκωδικοποίησης δεδομένων	μετασχηματισμοί FFT ή τράπεζες φίλτρων	υψηλή	επεξεργαστής FFT

ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕΘΟΔΩΝ - ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΣΕ ΥΛΙΚΟ

- Η πλέον συνήθης υλοποίηση σε υλικό των προηγούμενων διαδικασιών, βασίζεται στην χρήση μικροεπεξεργαστών ΨΕΣ ειδικού σκοπού (DSP chips). Τα βασικά υποσυστήματα μιας τέτοιας συσκευής είναι:
 1. Εισόδου/εξόδου και χρονισμού δεδομένων (αναλογικά ή και ψηφιακά),
 2. Κυρίως επεξεργασίας δεδομένων (βαθμίδα ΨΕΣ),
 3. Ελέγχου, αποθήκευσης παραμέτρων και επικοινωνίας με χρήστη ή και υπολογιστή.

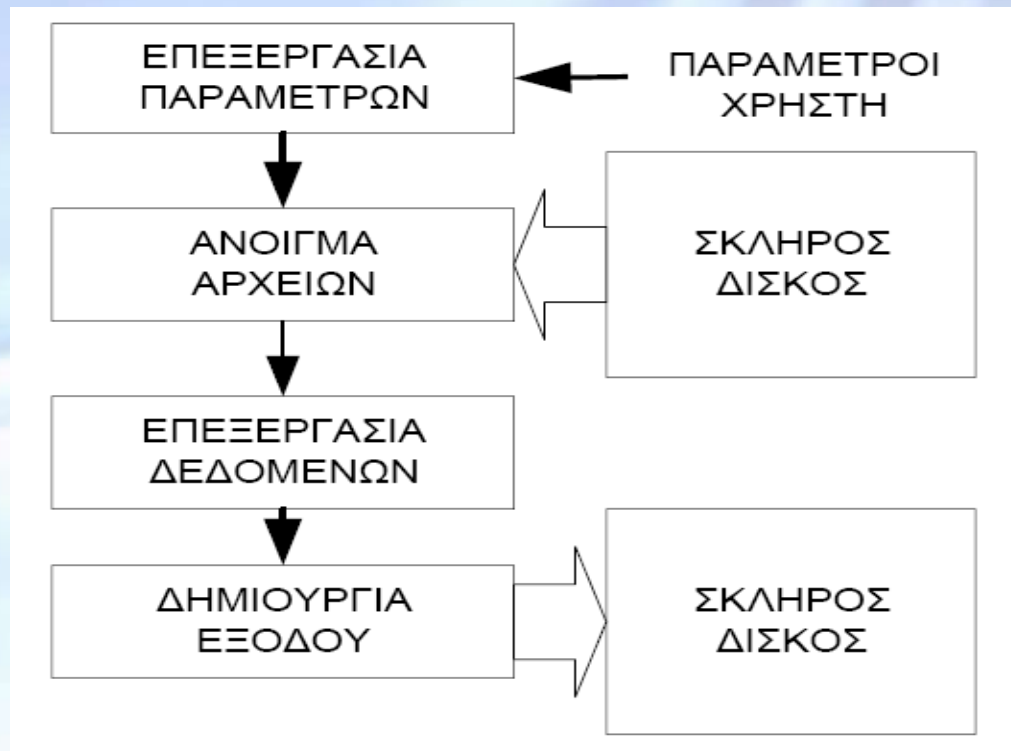


Υλοποίηση Μεθόδων και Συστημάτων σε Λογισμικό

- Η υλοποίηση αλγορίθμων και τεχνικών για την επεξεργασία ψηφιακών δεδομένων πλέον σε DAW χρησιμοποιούν τον επεξεργαστή του υπολογιστή και κανένα άλλο εξειδικευμένου υλικού πέραν της κάρτας ήχου.
1. Προγράμματα που λειτουργούν σε **μη-πραγματικό χρόνο**, όπου τα ψηφιακά ηχητικά δεδομένα τυγχάνουν επεξεργασίας και αποθηκεύονται για περαιτέρω αναπαραγωγή
 2. Προγράμματα που λειτουργούν σε **πραγματικό χρόνο**, όπου τα ψηφιακά ηχητικά δεδομένα τυγχάνουν επεξεργασίας με ταυτόχρονη και αδιάκοπη ηχητική αναπαραγωγή.

Προγράμματα μη Πραγματικού Χρόνου

- Έλεγχος και αναγνώριση αρχείων
- Ανάγνωση και επεξεργασία δεδομένων
- Δημιουργία αρχείου εξόδου



Προγράμματα Πραγματικού Χρόνου

