

Τεχνολογία Ήχου

Διάλεξη 09: «Ψηφιακά Συστήματα Ήχου»

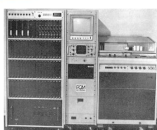
Φλώρος Ανδρέας
Επικ. Καθηγητής

Εισαγωγή: Ψηφιακά ηχητικά συστήματα

- Πρώτη εμφάνιση στα τέλη της δεκαετίας του '60
 - Βασική λειτουργία: αναπαραγωγή ήχου
 - Ικανοποιητική ποιότητα αναπαραγωγής
 - Η.Π.Α. – Πανεπιστήμιο Utah (T.G. Stookham)
 - Ιαπωνία (NHK)
 - Ευρώπη (Philips)
- Εμπορική διάθεση από τα μέσα του '70
 - Επαγγελματικές εφαρμογές
 - Οικιακές εφαρμογές
- Επανάσταση ψηφιακής τεχνολογίας του σήμερα
 - CD/DVD/SACD-players, DSPs, PCs, mp3/wma players



Εισαγωγή: ψηφιακά ηχητικά συστήματα (συν.)



Prototype Nippon Columbia PCM recording system
(2-ch, N=13-bit, $f_s=47.25$ KHz)



CD/DVD Players
(7.1-ch, N=24bit, $f_s=192$ kHz)



Portable audio devices
Wireless digital audio networking



Πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα ψηφιακών συστημάτων

- Πλεονεκτήματα ψηφιακών συστημάτων
 - Υψηλότερη τιμή σχέσης SNR
 - Αυξημένη δυναμική περιοχή λειτουργίας
 - Μικρές γραμμικές/μη-γραμμικές παραμορφώσεις
 - Εύκολη αποθήκευση/μετάδοση και επικοινωνία συσκευών
 - Ευκολία στον τρόπο χρήσης
 - Μικρό μέγεθος - φορητότητα
 - Χαμηλό κόστος παραγωγής
 - Αυξημένη δυνατότητα επεξεργασίας στο ψηφιακό πεδίο
- Μειονεκτήματα ψηφιακών συστημάτων
 - Μετατροπή αναλογικών σημάτων σε ψηφιακά και αντίστροφα
 - Παραμορφώσεις κατά την επεξεργασία



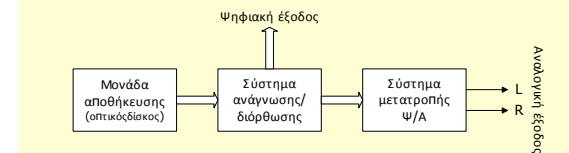
Κατηγορίες ψηφιακών υποσυστημάτων ήχου

- Υποσυστήματα εγγραφής και αναπαραγωγής του ήχου
- Υποσυστήματα κωδικοποίησης και μετάδοσης
 - PCM/mp3 codecs, DAB, Wireless audio
- Υποσυστήματα αποθήκευσης ηχητικών δεδομένων
 - DAT, HD, CD, DVD κ.ά.
- Ψηφιακοί επεξεργαστές ήχου (audio processors)
 - DSPs
- Υποσυστήματα λογισμικού επεξεργασίας και διαχείρισης ήχου
 - Software DSPs, Digital JukeBoxes, κ.ά.



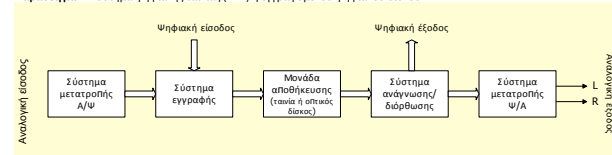
Παραδείγματα ψηφιακών συστημάτων ήχου

Παράδειγμα 1: Σύστημα ψηφιακού οπτικού δίσκου



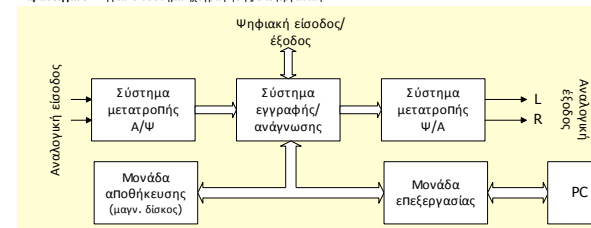
Παραδείγματα ψηφιακών συστημάτων ήχου (συν.)

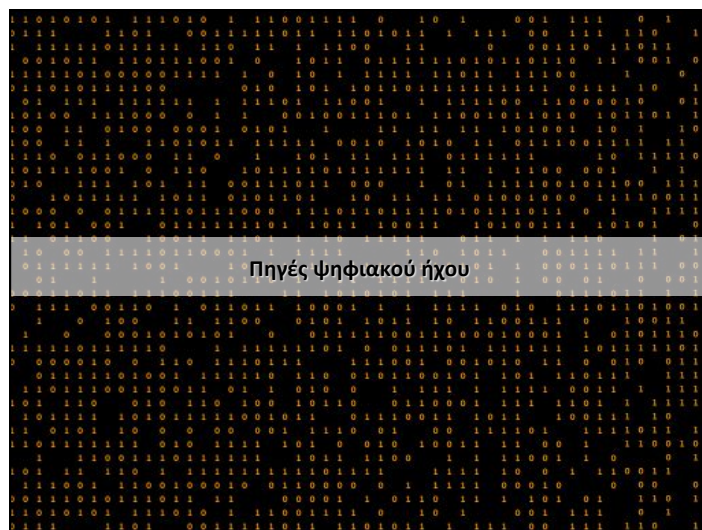
Παράδειγμα 2: Σύστημα ψηφιακής ταινίας (DAT) ή εγγραφόμενου ψηφιακού δίσκου



Παραδείγματα ψηφιακών συστημάτων ήχου (συν.)

Παράδειγμα 3: Ψηφιακό σύστημα ηχογράφησης/επεξεργασίας





Οι πηγές ψηφιακού ήχου που θα εξετάσουμε

- Digital Audio Tape (DAT)
- Digital Compact Cassette (dcc)
- MiniDisc
- Οι οπτικοί δίσκοι θα είναι αντικείμενο επόμενου μαθήματος



Digital Audio Tape (DAT)

- Παρουσιάστηκε από την Sony το 1987
- Μαγνητική εγγραφή ψηφιακού ήχου σε 4mm ταινία
- Κασέτα μικρού μεγέθους (73 mm × 54 mm × 10.5 mm)
- Χαρακτηριστικά ψηφιακού ήχου
 - Συχνότητα δειγματοληψίας: 48, 44.1 και 32kHz
 - Ευκρίνεια κβαντισμού: 16bit
 - Κάποιοι κατασκευαστές υποστήριξαν 96kHz / 24bit (εκτός τυποποίησης)
- Ταινίες διάρκειας από 15 έως 180 λεπτά
 - Μήκος 60 μέτρα για 120 λεπτά

DAT
Digital Audio Tape



Digital Audio Tape (DAT)



Digital compact cassette

- Παρουσιάστηκε από την Philips και Matsushita το 1992
 - ως απόγονος της απλής (αναλογικής) συμπαγούς κασέτας
- Βασικός ανταγωνιστής το MiniDisc
 - Δεν εδραιώθηκαν ποτέ στην αγορά
 - Το DAT είχε ήδη σχεδόν αποτύχει
- Χρήση συμπίεσης (PASC)
 - Συχνότητα δειγματοληψίας 32, 44.1 και 48kHz
- Θεωρητική διάρκεια εγγραφής 120 λεπτά
- Copy protection
 - Original / Copy bit

DIGITAL
dcc
COMPACT CASSETTE



Digital compact cassette



Minidisc

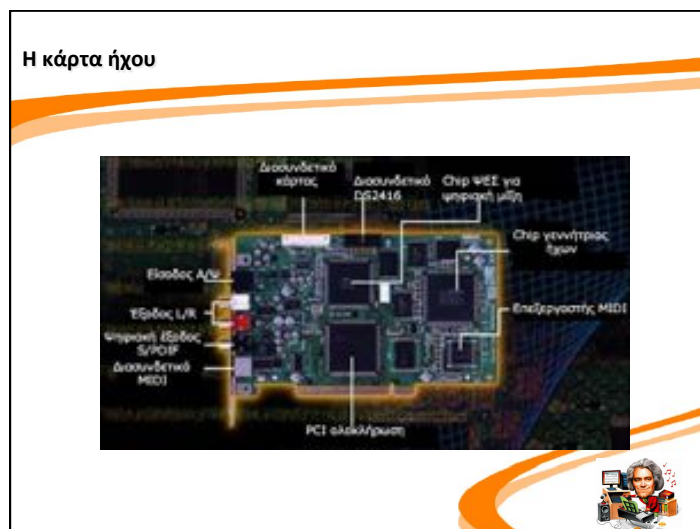
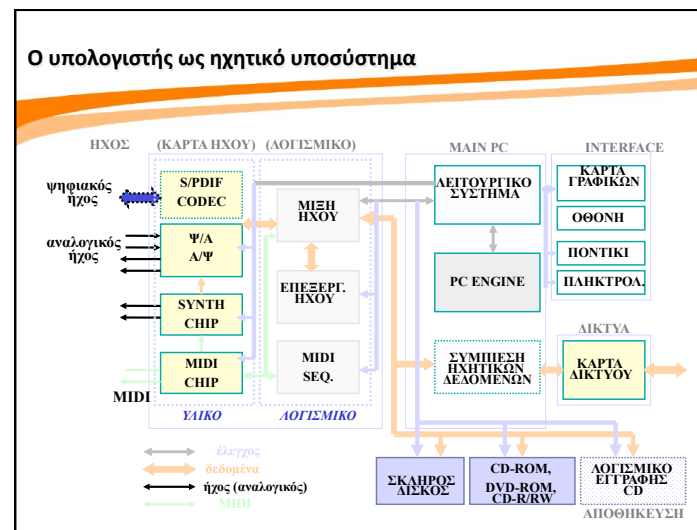
- Παρουσιάστηκε το 1992 από την Sony
- Μαγνητο-οπτική εγγραφή διάρκειας 74 ή 80 λεπτών
- Συμπίεση ηχητικών δεδομένων τύπου ATRAC
 - Αργότερα υποστήριξη και PCM ασυμπίεστου ήχου
 - Συμπίεση 5:1 σε σχέση με το CD
- Η υποστήριξη και διάθεση players σταμάτησε τον Μάρτιο του 2013
- Copy protection το ίδιο με το dcc/DAT

Mini
Disc

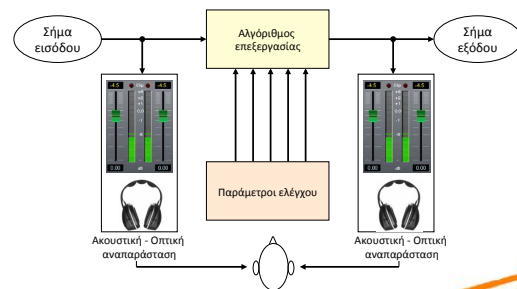


Minidisc





Γενική μορφή συστημάτων ψηφιακής επεξεργασίας



Υλοποίηση επεξεργασίας σε υλικό

- Digital Signal Processors (DSPs)
 - Κατάλληλη αρχιτεκτονική και εντολές για επεξεργασία ψηφιακών σημάτων σε πραγματικό χρόνο
 - Harvard αρχιτεκτονική
 - Διαφορετικός δίαυλος εντολών και δεδομένων
- Complex Instruction Set Computer (CISC) επεξεργαστές
 - Μεγάλο πλήθος εντολών
 - Αρχιτεκτονική von Neumann
 - Κοινός δίαυλος για εντολές και δεδομένα
- Reduced Instruction Set Computer (RISC) επεξεργαστές
 - Περιορισμένο πλήθος εντολών (συνήθως <50)
 - Συνήθως, επεξεργασία μιας εντολής σε έναν κύκλο
 - Αρχιτεκτονική von Neumann/Harvard

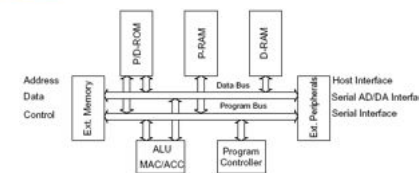


Κριτήρια επιλογής υλικού

- Υποστηριζόμενοι αριθμητικοί τελεστές
- Σύνολο εντολών
- Fixed/floating point αριθμητική
- Μέγεθος λέξης των δεδομένων (16bit, 32bit)
- Υποστήριξη παραλληλισμού
 - Π.χ. ύπαρξη δύο Multiply & Accumulate μονάδων
- Διαχείριση μνήμης
- Ταχύτητα (MIPS, MOPS κ.λ.π.)
 - Η επεξεργασία (σύνολο εντολών) πρέπει να ολοκληρώνεται εντός
 - T_s (για επεξεργασία σε επίπεδο δείγματος)
 - NT_s (για επεξεργασία σε επίπεδο τμήματος μήκους N δειγμάτων)
- Πρόσθετα κριτήρια επιλογής
 - Κατανάλωση ενέργειας
 - Κόστος
 - Μέγεθος διαθέσιμης μνήμης
 - Απαιτούμενος χρόνος ανάπτυξης (Time-to-Market)
 - Ευκολία ανάπτυξης



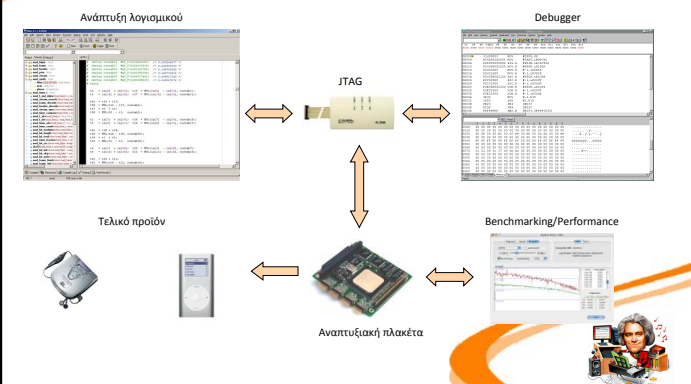
Βασική δομή υλικού



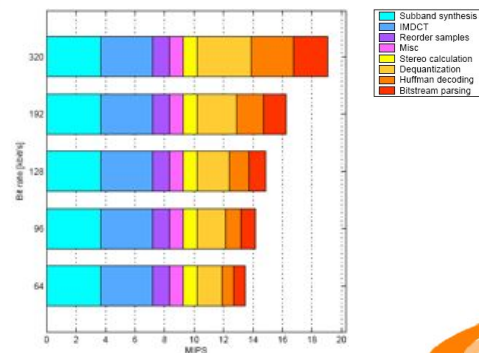
type	on-chip D-RAM	on-chip P-RAM	on-chip ROM	type	external memory	on-chip peripherals
ADSP-2100	-	1k	-	ADSP-2100	32k (P), 16k (D)	-
ADSP-210x	1k	2k	-	ADSP-2101/2	16k (P), 16k (D)	2S
DSP56156	2k	2k	64 (P)	ADSP-2111	16k (P), 15k (D)	2S, 1P
DSP5600x	2x256	512	2x256 (D)	DSP56156	64k (P), 64k (D)	2S, 1P
TI 320C1x	256	-	4k (P)	DSP5600x	64k (P), 128k (D)	2S, 1P
TI 320C25	288	-	4k	TI 320C1x	4k	-
TI 320C26	-	256 (P/D)	4k (P/D)	TI 320C25/26	64k (P), 64k (D)	1S
TI 320C50/51	1k	9k/1k (D/P)	2k (P)/8k (P)	TI 320C50/51	64k (P), 64k (D)	2S



Μεθοδολογία ανάπτυξης αλγορίθμων σε υλικό



Παράδειγμα: Υλοποίηση mp3 decoder σε RISC



Υλοποίηση επεξεργασίας σε λογισμικό

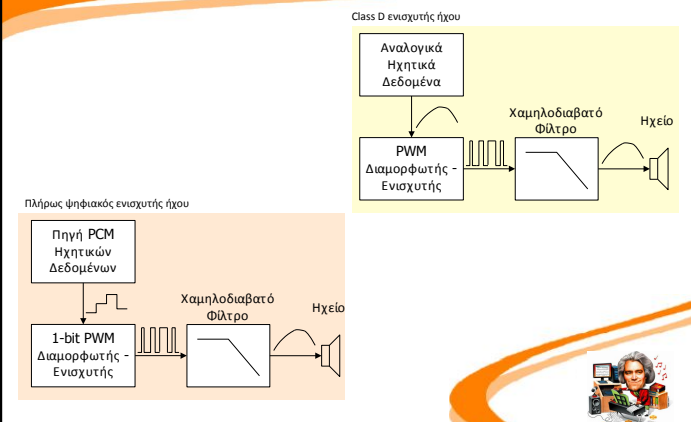
- Διαθέσιμα είτε σε αυτόνομη εφαρμογή (application), είτε ως plug-ins
 - VST effects (Steinberg's Virtual Studio Technology)
 - VAMP
- Πλεονέκτημα η εκτέλεση σε επεξεργαστές γενικού σκοπού υψηλών ταχυτήτων



Συστήματα ψηφιακών ενισχυτών ήχου

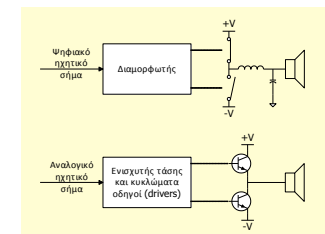


Ψηφιακοί ενισχυτές ηχητικών σημάτων



Ψηφιακοί ενισχυτές ηχητικών σημάτων (συν.)

- Η συχνότητα αλλαγής κατάστασης των διακοπτικών στοιχείων (f_s) καθορίζει την απόδοση του ενισχυτή
 - Μεγάλη συχνότητα $\rightarrow$ μικρή απόδοση
- Η Σίγμα Δέλτα έχει $f_s = f_p \sim 2.8\text{MHz}$
- Η PWM έχει $f_s = 176.4\text{kHz}$ και $f_p \sim 90\text{MHz}$
- Οι PWM ενισχυτές έχουν απόδοση της τάξης του 90%
 - Μικρό μέγεθος
 - Απουσία ψικτρών
 - Μικρό βάρος
 - Μεγάλη ισχύς
 - Υψηλές επεξεργαστικές απαιτήσεις



Υλοποιήσεις ψηφιακών ενισχυτών ήχου



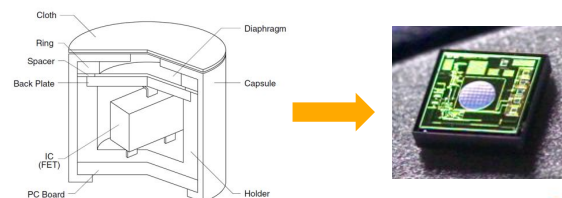
Συστήματα ψηφιακών ακουστικών μετατροπών

Ψηφιακά μικρόφωνα

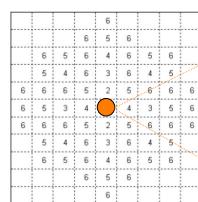


MEMS Ψηφιακά μικρόφωνα

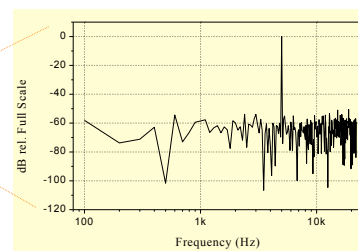
- Τα επιμέρους υποσυστήματα ενός τυπικού πυκνωτικού μικροφώνου ολοκληρώνονται σε ένα CMOS chip



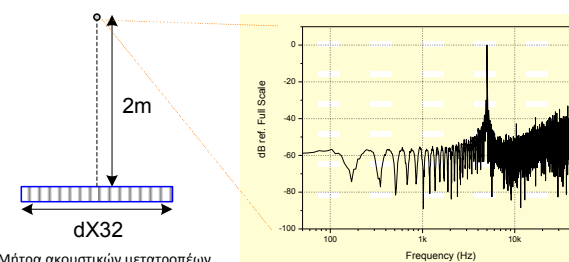
Ψηφιακοί μεγάφωνα - ηχεία



Μήτρα ακουστικών μετατροπών
(PCM, N=6bit - 64 μετατροπές)

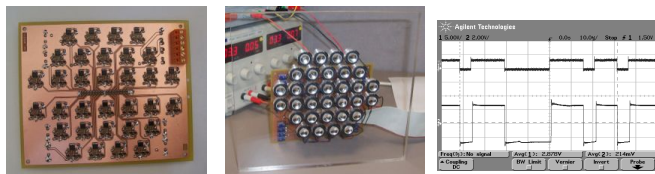


Ψηφιακά μεγάφωνα - ηχεία (συν.)



Μήτρα ακουστικών μετατροπών
(Σ/Δ, N=1bit - 32 μετατροπές)

Ψηφιακά μεγάφωνα – ηχεία (συν.)



Η πλήρως ψηφιακή ηχητική αλυσίδα

