



Άσκηση 1

«Δειγματοληψία και κβαντισμός»

Φλώρος Ανδρέας
Δρ. Ηλ/γος Μηχ/κός και Τεχνολογίας Υπολογιστών

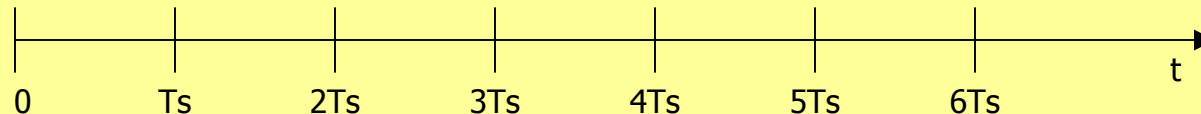


Σκοπός της άσκησης

- Η εφαρμογή των διαδικασιών δειγματοληψίας και κβαντισμού για τη δημιουργία ψηφιακών σημάτων
- Υπολογισμός και ακουστική εκτίμηση θορύβου κβαντισμού
- Επίδειξη της επίδρασης του φαινομένου της αναδίπλωσης
- Καθορισμός της εξάρτησης της απαιτούμενης χωρητικότητας σε συνάρτηση με τη συχνότητα δειγματοληψίας

Εφαρμογή δειγματοληψίας

- % Όρισε της παραμέτρους δειγματοληψίας
- `fs=44100;` % Η συχνότητα δειγματοληψίας f_s (σε Hz)
- `Ts=1/fs;` % Η περίοδος δειγματοληψίας T_s (σε sec)
- % Υπολογισμός των χρονικών σημείων δειγματοληψίας
- `Signal_duration=0.01;` % Η συνολική χρονική διάρκεια σε sec
- `t=[0:Ts:Signal_duration];` % Ορισμός σημείων δειγματοληψίας



Δημιουργία του σήματος διάκριτου χρόνου

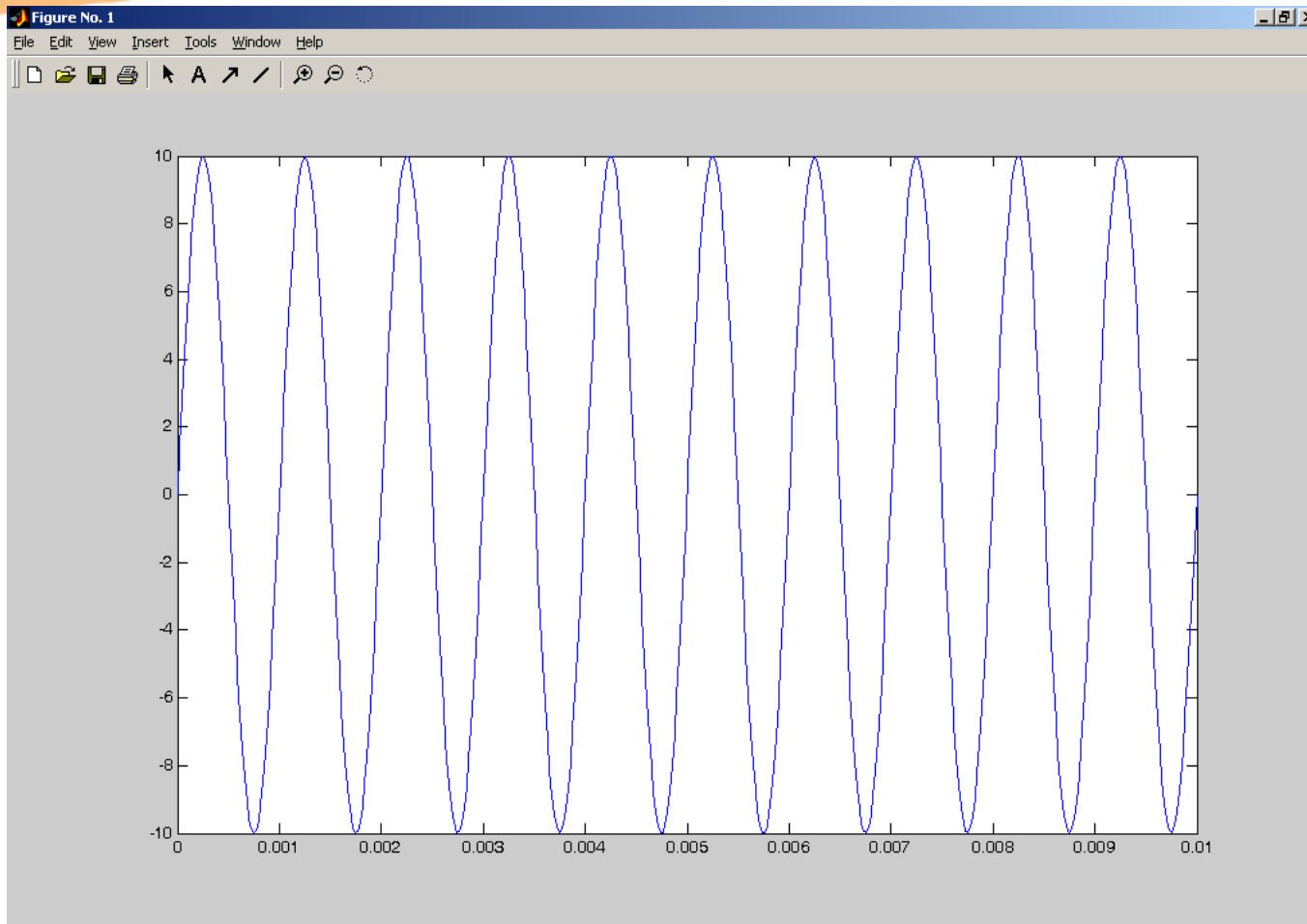
- % Ορισμός παραμέτρων του σήματος
- $A=10;$ % Το πλάτος
- $f=1000;$ % Η συχνότητα (σε Hz)

- % Δημιουργία του σήματος
- $x=A*\sin(2*\pi*f*t);$

- % Εκτύπωση της κυματομορφής
- $\text{plot}(t,x);$



Δημιουργία του σήματος διάκριτου χρόνου (συν.)

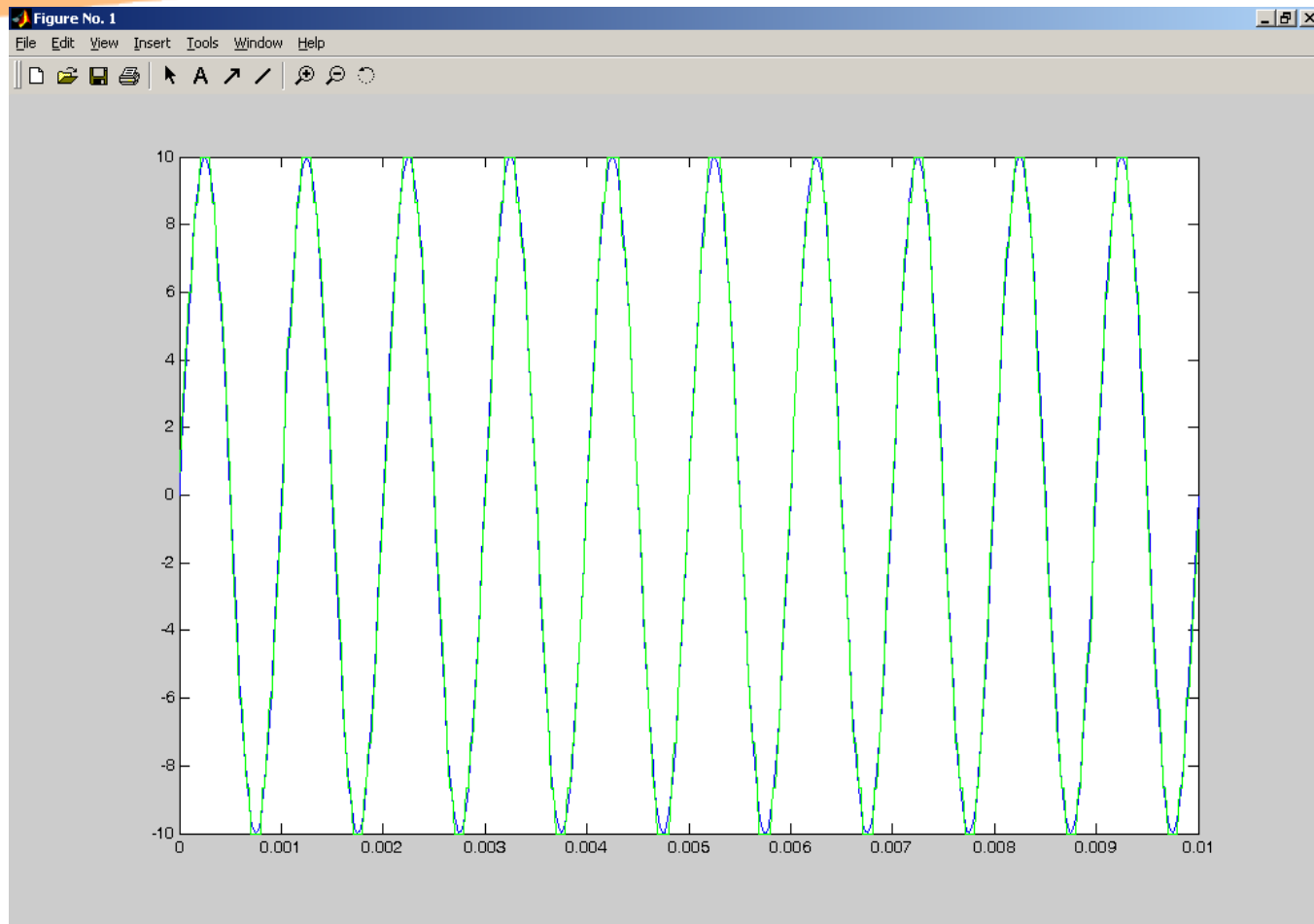


Εφαρμογή κβαντισμού

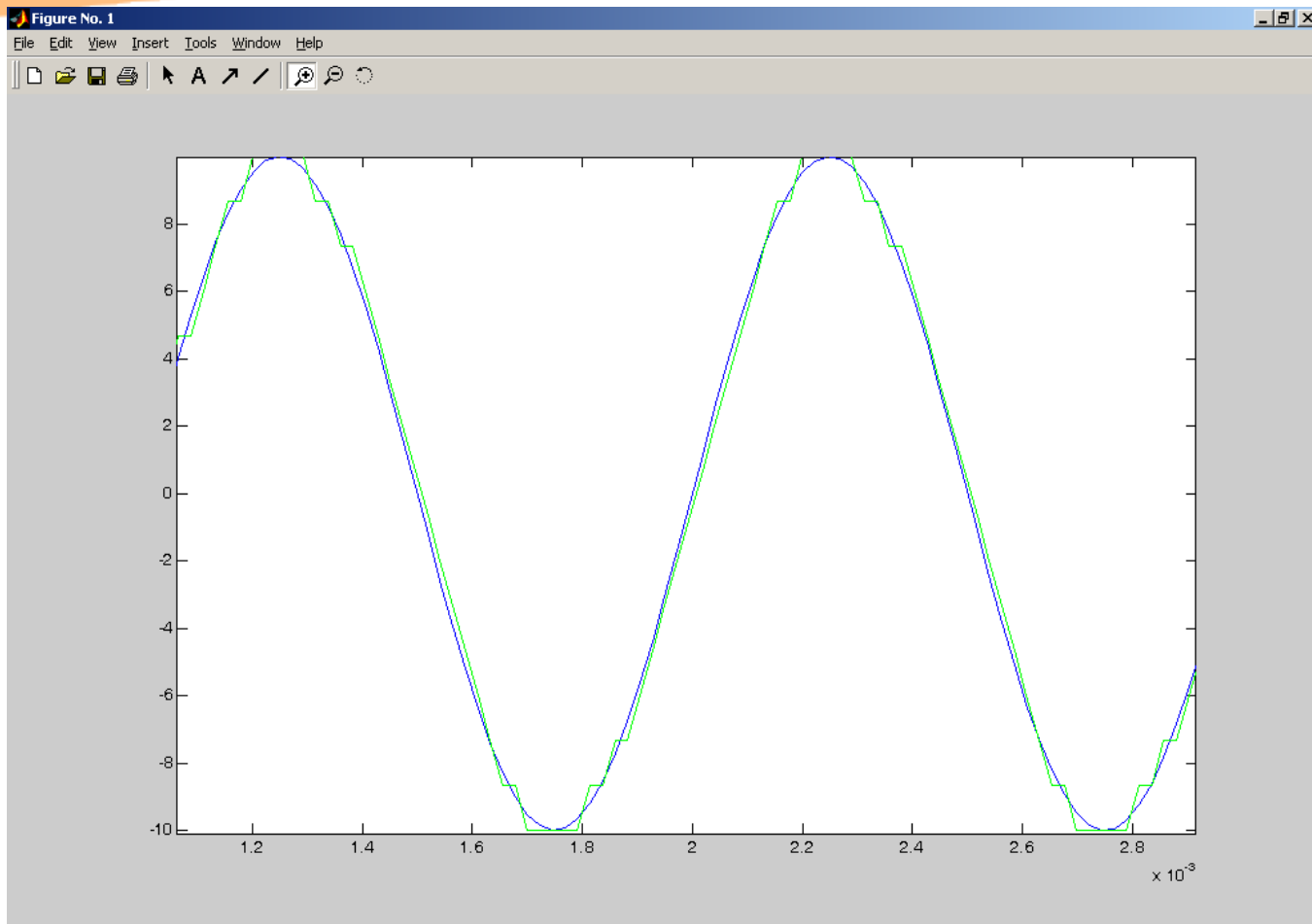
- % Ορισμός παραμέτρων κβαντιστή
- N=4; % Η ευκρίνεια κβαντισμού
- % Εφαρμογή κβαντισμού
- % Βήμα 1: Υπολογισμός βήματος κβαντισμού
- $D=(A-(-A))/(2^N-1);$
- % Βήμα 2: Η εξίσωση mid-riser κβαντιστή
- $x_q=D*\text{floor}(x/D)+D/2;$
- % Εκτύπωση της κυματομορφής πάνω στην προηγούμενη
- hold on
- `plot(t,xq,'g-');`



Εφαρμογή κβαντισμού (συν.)



Εφαρμογή κβαντισμού (συν.)

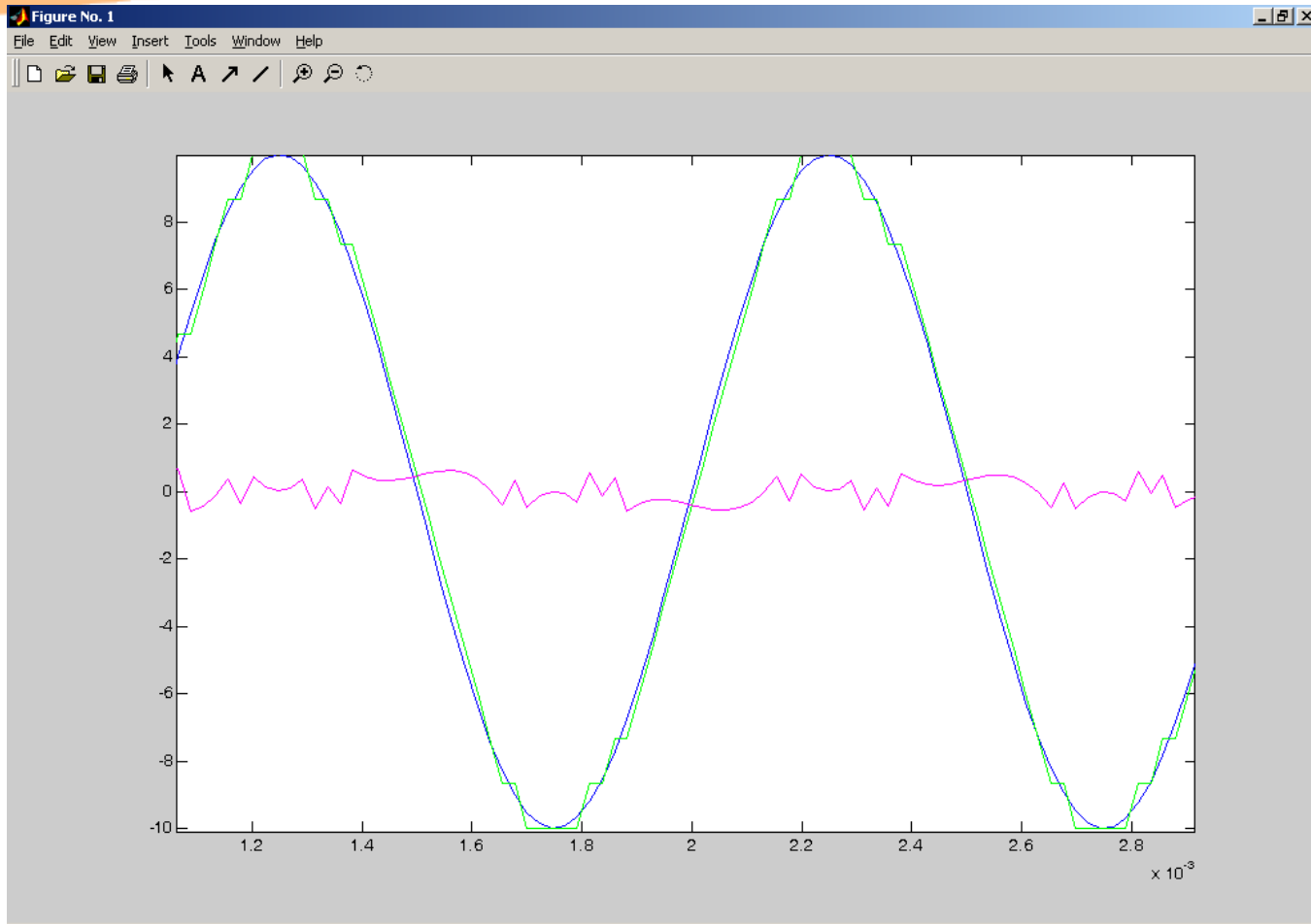


Υπολογισμός σφάλματος κβαντισμού

- % Υπολογισμός τιμής θορύβου
- `quantization_error=xq-x;`
- % Εκτύπωση θορύβου κβαντισμού
- `plot(t,quantization_error);`
- % Αναπαραγωγή ήχου
- `soundsc(xq, fs)`
- `Soundsc(quantization_error,fs)`



Υπολογισμός σφάλματος κβαντισμού (συν.)



Παραλλαγές της άσκησης

- Αυξήστε τη διάρκεια `Signal_duration` για μεγαλύτερη διάρκεια αναπαραγωγής
 - Π.χ. 10 δευτερόλεπτα
- Εφαρμόστε κβαντισμό για $N=8$
- Αλλαγή της συχνότητας του ημιτόνου
 - Π.χ. 5000Hz, 10000Hz
- Φαινόμενο αναδίπλωσης
 - Συχνότητα ημιτόνου 5000Hz
 - Συχνότητα δειγματοληψίας 8000Hz
- Χωρητικότητα και φαινόμενο δειγματοληψίας
 - Συχνότητα δειγματοληψίας 22050 και 44100
 - `size(xq)`: μας δίνει το μέγεθος ενός σήματος...





www.ionio.gr

Ιόνιο Πανεπιστήμιο

Τμήμα Τεχνών Ήχου και Εικόνας

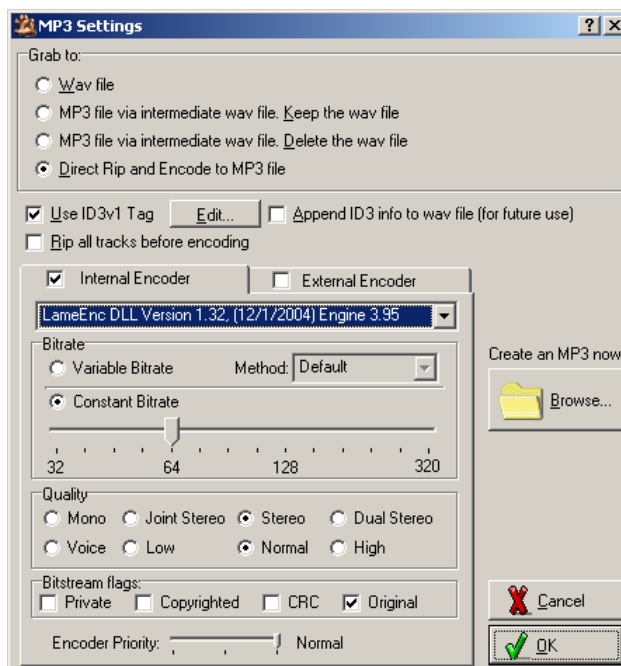
Μάθημα «Εισαγωγή στην ψηφιακή τεχνολογία»

Διδάσκων: Δρ. Μηχ. Φλώρος Ανδρέας

ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ (No 1)

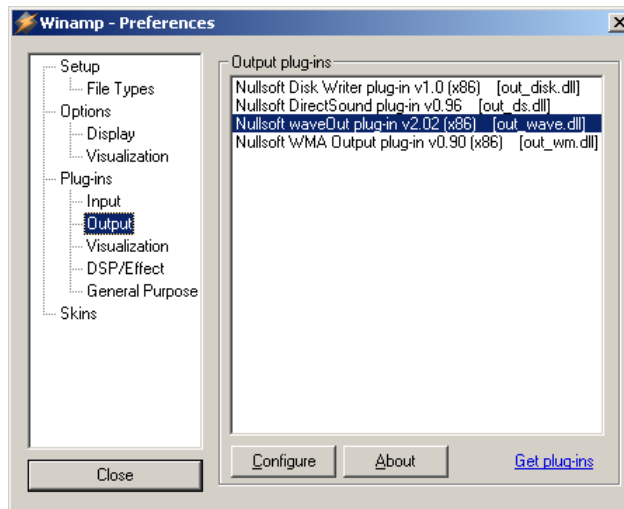
«Συμπίεση ηχητικών δεδομένων»

1. Χρησιμοποιώντας την εφαρμογή AudioGrabber (ή ισοδύναμη), μεταφέρετε ένα αρχείο από κάποιο μουσικό CD στον υπολογιστή υπό μορφή .wav. Το αρχείο αυτό περιέχει ηχητικά δεδομένα κωδικοποιημένα κατά PCM με συχνότητα δειγματοληψίας 44.1kHz και ευκρίνεια κβαντισμού ίση με 16bit. Ονομάστε το αρχείο που προέκυψε audio_PCM.wav.
2. Συμπίεστε το παραπάνω αρχείο σύμφωνα με το πρότυπο MPEG1 Layer III με ρυθμούς κωδικοποίησης από 320kbps έως και 64kbps. Χρησιμοποιήστε τον κωδικοποιητή LAME (εναλλακτικά τον Blade). Για δική σας διευκόλυνση χρησιμοποιείτε συστηματική ονοματολογία αρχείων, π.χ. ονομάστε audio_320.mp3 το αρχείο που αντιστοιχεί σε ρυθμό κωδικοποίησης 320kbps.



3. Αποκωδικοποιήστε όλα τα παραπάνω αρχεία και σώστε τα ηχητικά δεδομένα που προκύπτουν σε .wav αρχεία. Η αποκωδικοποίηση μπορεί να γίνει μέσω του προγράμματος winamp (ή ισοδύναμου) και θα έχει ως αποτέλεσμα την παραγωγή ηχητικών δεδομένων κωδικοποιημένων κατά PCM. Σημείωση: για την αποκωδικοποίηση και αποθήκευση των συμπιεσμένων mp3 αρχείων από την εφαρμογή winamp, θα πρέπει να επιλέξετε

Options->Preferences και στην ενότητα Plug-Ins/Output να επιλέξετε Nullsoft Disk Writer Plug-in.



4. Φορτώστε όλα τα παραπάνω .wav αρχεία (συμπεριλαμβανομένου του audio_PCM.wav που δημιουργήσατε στο Βήμα 1) στο περιβάλλον της MATLAB κάνοντας χρήση της διαταγής `[data_320, fs, N] = wavread('wavfile.wav')`, όπου `wavfile.wav` το όνομα το κάθε αρχείου. Η μεταβλητή `data_320` θα περιλαμβάνει τα ηχητικά δεδομένα που προέκυψαν από την αποκωδικοποίηση του συμπιεσμένου κατά mp3 αρχείου `audio_320.mp3`. Εφαρμόστε παρόμοια ονοματολογία για όλες τις υπόλοιπες περιπτώσεις.
5. Μετατρέψτε τα στερεοφωνικά δεδομένα σε μονοφωνικά με χρήση της διαταγής `data_320 = data_320(:,1);`
6. Υπολογίστε τη διαφορά των πρώτων `N` δειγμάτων όλων των δεδομένων από τα αρχικά PCM ηχητικά δεδομένα με χρήση της ακόλουθης διαταγής της MATLAB: `error_320 = data_320(1:N) - data_PCM(1:N);` Ακολουθείστε παρόμοια ονοματολογία για όλες τις περιπτώσεις ρυθμών κωδικοποίησης. *Σημείωση: Μπορείτε να χρησιμοποιήσετε ως τιμή της παραμέτρου `N` την 441000 (στην περίπτωση η παραπάνω διαφορά θα υπολογιστεί για τα πρώτα 441000 δείγματα των ηχητικών δεδομένων ή αλλιώς για τα πρώτα 10 δευτερόλεπτα).*
7. Αποθηκεύστε τα παραπάνω σήματα σφάλματος μεταξύ PCM και mp3 κωδικοποίησης υπό μορφή .wav αρχείων με χρήση της διαταγής `wavwrite(error_320, 44100, 'error_320.wav');`
8. Τέλος δημιουργήστε ένα CD-DA δίσκο με περιεχόμενα τα αρχεία τύπου .wav που προέκυψαν στο προηγούμενο βήμα.



Εισαγωγή στην ψηφιακή τεχνολογία

«Περιεχόμενο – διαδικασία μαθήματος και εισαγωγή»

Φλώρος Ανδρέας
Δρ. Ηλ/γος Μηχ/κός και Τεχνολογίας Υπολογιστών



Πληροφορίες για το μάθημα

- Διδάσκων
 - Φλώρος Ανδρέας (floros@ionio.gr)
 - Web site: TBD!
- Ωρολόγιο πρόγραμμα του μαθήματος
 - Ώρες διαλέξεων – θεωρίας: **Τρίτη 16:00 – 18:00**
 - Κάποιες από τις ώρες θα γίνουν και εργαστήρια
- Υλικό αναφοράς
 - «Πολυμέσα Θεωρία και Πράξη», Steinmetz Ralf
 - http://www.mgiurdas.gr/show_book.php?isbn=9605123304

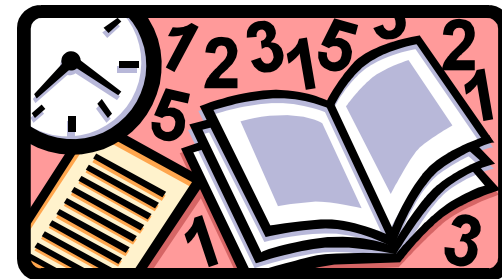


Digital
Technology



Πληροφορίες για το μάθημα (συν.)

- Διαλέξεις
 - Η θεωρία του μαθήματος
- Φροντιστήριο
 - Ασκήσεις – παραδείγματα
- Εργαστήριο
 - Πρακτικές εφαρμογές
- Εκπόνηση εργασίας
 - Ομάδες των δύο ατόμων
 - Συμμετοχή στη βαθμολογία: 30%



Πληροφορίες για το μάθημα (συν.)

- E-class
 - <http://195.251.111.53/eclass>
- Υπάρχει κάποιος που δεν γνωρίζει τη λειτουργία του;
- Εγγραφή χρηστών



Digital
Technology



Εισαγωγή στην Ψηφιακή Τεχνολογία



Στόχοι προγράμματος σπουδών

- Βασική ιδέα του πενταετούς προγράμματος σπουδών του ΤΤΗΕ
 - Η σύγχρονη εξειδίκευση στον οπτικοακουστικό χώρο και στα πολυμέσα πρέπει να στηρίζεται σε επαρκείς γνώσεις:
 - των οπτικοακουστικών τεχνικών
 - των σύγχρονων ψηφιακών μεθόδων επεξεργασίας του ήχου, της εικόνας και του συνδυασμού τους
 - της επιστημονικής θεμελίωσης του ρόλου των οπτικοακουστικών εφαρμογών στη σύγχρονη εξελισσόμενη κοινωνία

Πηγή

Ιστότοπος Ιονίου Πανεπιστημίου / ΤΤΗΕ (www.ionio.gr)



Στόχος του μαθήματος



«... η εισαγωγική παρουσίαση της σύγχρονης ψηφιακής τεχνολογίας, όπως αυτή συναντάται σήμερα....»

**Digital
Technology**



Στόχος του μαθήματος (συν.)

- Κατανόηση και επεξεργασία απλών τύπων δεδομένων
- Συνδιασμό δεδομένων σε μια πληθώρα μορφών
 - Βίντεο
 - Διαδραστικές εφαρμογές πολυμέσων
- Οργάνωση της ύλης
 - Εισαγωγή
 - Θεματική ενότητα 1: Τεχνολογία ψηφιακού ήχου
 - Θεματική ενότητα 2: Τεχνολογία ακίνητης και κινούμενης ψηφιακής εικόνας
 - Θεματική ενότητα 3: Συμπύεση ψηφιακών δεδομένων
 - Θεματική ενότητα 4: Συστήματα διανομής
 - Θεματική ενότητα 5: Ολοκληρωμένες ψηφιακές εφαρμογές



Τί άλλο εκτός από θεωρία;!!!

- Χρήση υπολογιστή
- Ψηφιακή επεξεργασία ήχου
- Ψηφιακή επεξεργασία εικόνας
- Συνδιασμός ήχου και εικόνας
- Δημιουργία ολοκληρωμένων ψηφιακών εφαρμογών



Εισαγωγή στην Ψηφιακή Τεχνολογία



Ψηφιακά συστήματα

- Τα συστήματα που χρησιμοποιεί ο άνθρωπος διακρίνονται σε
 - Αναλογικά
 - Χειρίζονται σήματα τα οποία μεταβάλλονται σε ένα συνεχές διάστημα τιμών
 - Ψηφιακά
 - Χειρίζονται σήματα τα οποία μπορούν να λάβουν ένα πεπερασμένο αριθμό τιμών



**Digital
Technology**

Ψηφιακά συστήματα (συν.)

- Αναλογικά συστήματα



- Ψηφιακά συστήματα



Εργασία για το σπίτι...

Task 1:

Κάντε μία λίστα των αναλογικών και ψηφιακών συστημάτων που λειτουργούν στο σπίτι σας...

*Digital
Technology*



Εφαρμογές ψηφιακών συστημάτων

- Επεξεργασία ψηφιακών δεδομένων
 - Ψηφιακοί επεξεργαστές
- Μετάδοση και διανομή δεδομένων / επικοινωνία
 - Ασύρματα δίκτυα
 - Ψηφιακά τηλεφωνικά κέντρα
- Αποθήκευση δεδομένων
 - Οπτικοί δίσκοι
 - USB flash δίσκοι



Πλεονεκτήματα ψηφιακής τεχνολογίας

- Μέγεθος
- Απόδοση
 - Λήψη
 - Εκτύπωση
 - Επεξεργασία
- Ποιότητα φωτογραφιών
 - Αντοχή στο χρόνο
- Κόστος
 - Απόκτησης
 - Χρήσης
- ...



Αναλογική μηχανή



Ψηφιακή μηχανή

Πλεονεκτήματα ψηφιακής τεχνολογίας (συν.)

- Ευέλικτοι τρόποι αποθήκευσης και διανομής δεδομένων
 - Μέθοδοι ψηφιακής συμπίεσης δεδομένων
- Μεγαλύτερη «αντοχή» των ψηφιακών δεδομένων στο χρόνο
- Μεγαλύτερη φορητότητα
 - Μικρό μέγεθος
 - Χαμηλή κατανάλωση
- Μικρότερο κόστος
 - Διαρκής εξέλιξη στον τομέα του υλικού (ICs)
 - Μαζικός προγραμματισμός υλικού



Πλεονεκτήματα ψηφιακής τεχνολογίας (συν.)

- Μεγαλύτερη ανοχή στο θόρυβο
- Δυνατότητα ολοκληρωμένης διαχείρισης της ψηφιακής πληροφορίας
 - Επεξεργαστές ειδικού σκοπού
 - Επεξεργαστές γενικού σκοπού
 - Προσωπικοί ψηφιακοί υπολογιστές



Εργασία για το σπίτι...

Task 2:

Σκεφτείτε και καταγράψτε τα πλεονεκτήματα (ίσως και μειονεκτήματα) των δίσκων βινυλίου και της τεχνολογίας mp3...

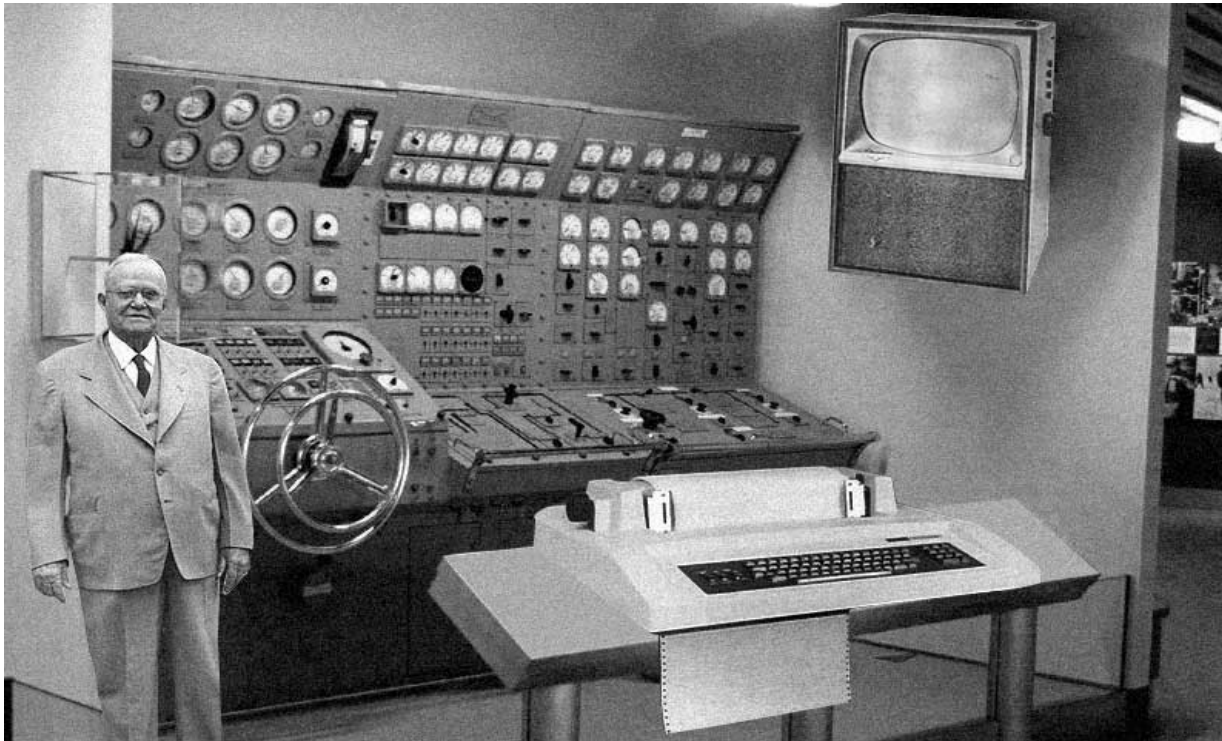
*Digital
Technology*



Ψηφιακοί υπολογιστές



Η εξέλιξη των υπολογιστικών συστημάτων

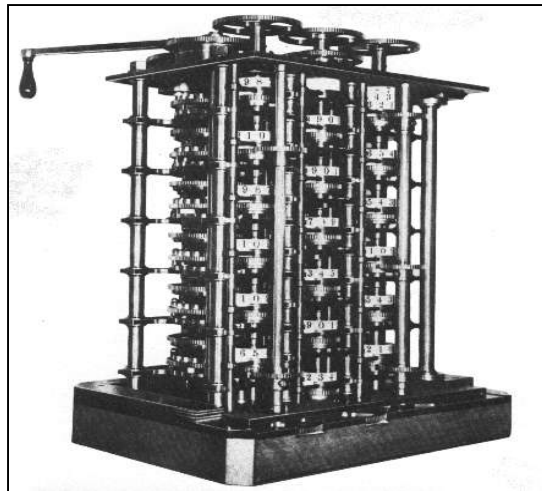


Scientists from the RAND Corporation have created this model to illustrate how a "home computer" could look like in the year 2004. However the needed technology will not be economically feasible for the average home. Also the scientists readily admit that the computer will require not yet invented technology to actually work, but 50 years from now scientific progress is expected to solve these problems. With teletype interface and the Fortran language, the computer will be easy to use and only

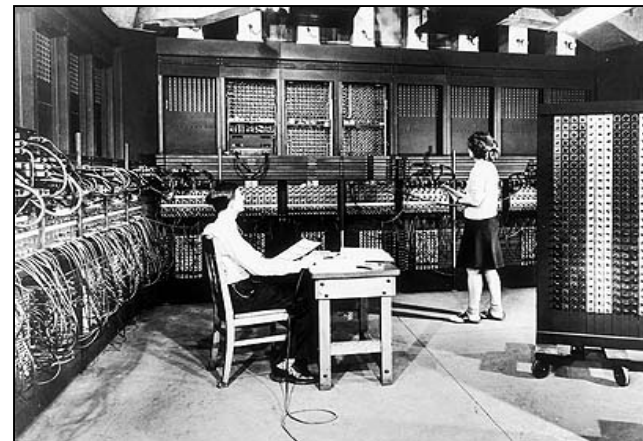
Digital
Technology



Η εξέλιξη των υπολογιστικών συστημάτων (συν.)



Difference Engine (Babbage, 1822)



ENIAC (Univ. of Pennsylvania, 1945)

Πρόσθετο υλικό

<http://www.old-computers.com>



Η εξέλιξη των υπολογιστικών συστημάτων (συν.)

- Whirlwind I: η πρώτη προγραμματιζόμενη μηχανή

MANUFACTURER	MIT
TYPE	Professional Computer
ORIGIN	U.S.A.
YEAR	April 1951
END OF PRODUCTION	1953
BUILT IN LANGUAGE	None
KEYBOARD	Flexowriter typewriting/word processing unit
CPU	Vacuum tubes
SPEED	20 KIPS initially, increased to 40 KIPS with core memory
COPROCESSOR	None
RAM	2K 16-bit words (Williams-Kilburn storage CRT initially, core, 1953)
VRAM	None
ROM	Boot loader on toggle panel
TEXT MODES	None
GRAPHIC MODES	256 x 256
COLORS	Monochrome
SOUND	Yes
SIZE / WEIGHT	Two stories / Several tons
I/O PORTS	None
BUILT IN MEDIA	Tape
OS	None
POWER SUPPLY	1 MW
PERIPHERALS	None
PRICE	\$708,909

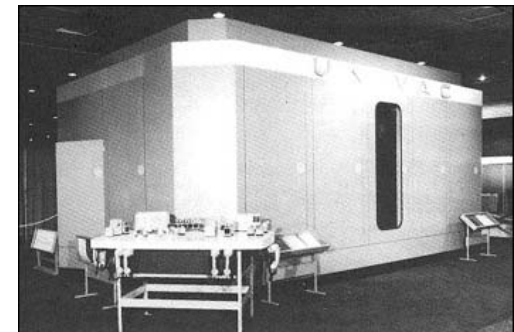


Digital
Technology



Η εξέλιξη των υπολογιστικών συστημάτων (συν.)

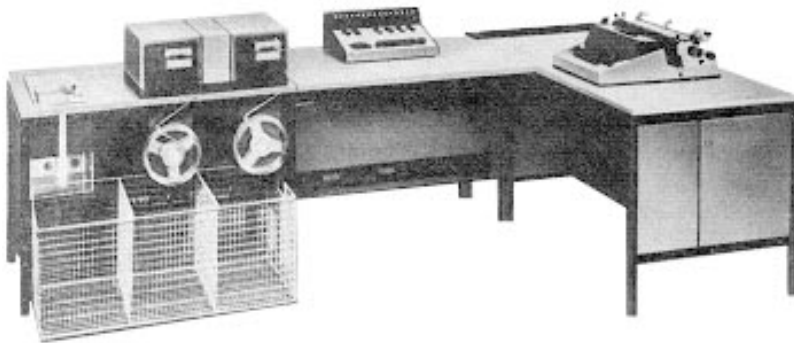
- Μηχανές πρώτης γενιάς (1951 – 1958)
 - Χρήση λυχνιών
 - Υψηλές θερμοκρασίες
 - Χαμηλή αξιοπιστία
- UNIVAC I: η πρώτη μηχανή μαζικής παραγωγής



NAME	Univac 1
MANUFACTURER	Remington Rand
TYPE	Professional Computer
ORIGIN	U.S.A.
YEAR	March 1951
END OF PRODUCTION	Unknown
BUILT IN LANGUAGE	None
KEYBOARD	Binary, control and ASCII keyboards
CPU	Vacuum tubes array
SPEED	1,905 operations per second
RAM	1000 words of 72 bits in delay lines
SIZE / WEIGHT	4,25 (W) x 2,45 (D) x 2,60 (H) meters, floor space: 943 cubic feet / 13.1 tons
BUILT IN MEDIA	Magnetic tapes
PRICE	\$750,000 FOB factory. High-speed line printer: \$185,000

Η εξέλιξη των υπολογιστικών συστημάτων (συν.)

- Μηχανές δεύτερης γενιάς (1959 – 1965)
 - Αντικατάσταση λυχνιών με τρανζίστορς
 - Υψηλότερες ταχύτητες
 - Μικρό μέγεθος
 - Αποδοτικότερη μνήμη
 - Γρήγορη είσοδος/έξοδος
 - Χρήση γλώσσας μηχανής και συμβολικής γλώσσας



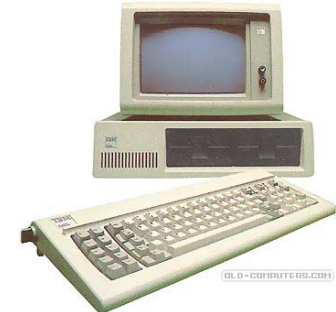
Η εξέλιξη των υπολογιστικών συστημάτων (συν.)

- Μηχανές τρίτης γενιάς (1965 – 1970)
 - Εισαγωγή ολοκληρωμένων κυκλωμάτων
 - Ορατά μόνο από μικροσκόπιο
 - Τεράστια αύξηση απόδοσης και ευχρηστίας
 - Ενσωμάτωση λειτουργικού συστήματος
 - Εκτέλεση πολλών προγραμμάτων ταυτόχρονα
 - Χρήση γλωσσών υψηλού επιπέδου



Η εξέλιξη των υπολογιστικών συστημάτων (συν.)

- Μηχανές τέταρτης γενιάς (1970 –)
 - Σμίκρυνση των ολοκληρωμένων λογικών κυκλωμάτων
 - Δημιουργία μικροεπεξεργαστή
 - Ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα περιέχει ολόκληρη την κεντρική μονάδα επεξεργασίας
 - Χρήση της ιδεατής μνήμης (virtual memory)
 - Εκτέλεση προγραμμάτων με υψηλές απαιτήσεις σε μνήμη
 - Εξελίξεις σε τεχνολογίες εισόδου εξόδου
 - CD-ROMs
 - Εκτυπωτές
 - Ανάλυση γραφικών



Η εξέλιξη των υπολογιστικών συστημάτων (συν.)

- Μηχανές πέμπτης γενιάς
 - Υψηλή κλίμακα ολοκλήρωσης
 - Υψηλές ταχύτητες
 - Συστήματα πολλαπλών επεξεργαστών
- Συστήματα με δυνατότητα σκέψης
 - Είσοδος/έξοδος η ανθρώπινη φωνή
 - Ακριβής εντοπισμός της ζητούμενης πληροφορίας
 - Δυνατότητα εκμάθησης και δημιουργίας συμπερασμάτων



Η εξέλιξη των υπολογιστικών συστημάτων (συν.)

Date	Computers on Internet	Web sites on Internet
2001	117,000,000	40,000,000
2000	84,000,000	10,000,000
1998	59,249,000	4,279,000
1996	12,881,000	300,000
1994	3,212,000	3,000
1992	992,000	50
1989	130,000	
1981	210	
1969	4	



Digital
Technology





Δομή ψηφιακών υπολογιστικών συστημάτων

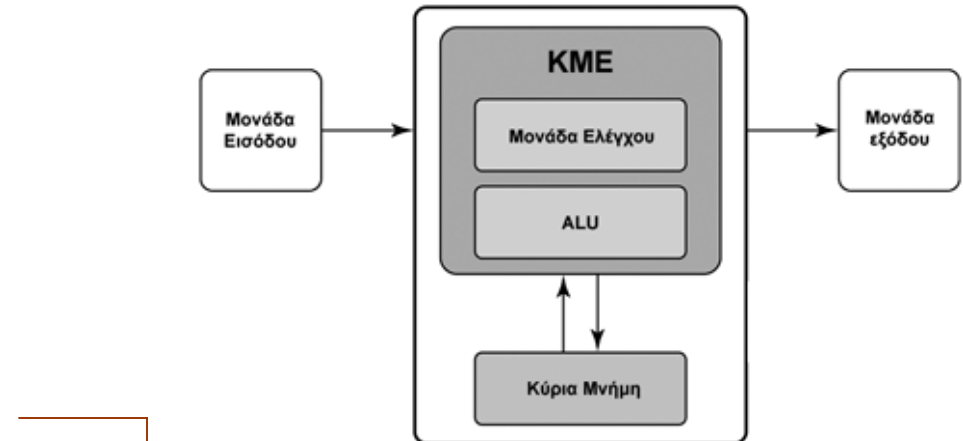


**Digital
Technology**

Τυπική δομή υπολογιστικών συστημάτων

- Μονάδα εισόδου
 - Input device
- Μονάδα εξόδου
 - Output device
- Κεντρική – κύρια μνήμη
 - Main memory
- Μονάδα ελέγχου
 - Control unit
- Αριθμητική – λογική μονάδα
 - Arithmetic – logical unit (ALU)

Μικροεπεξεργαστής



Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας (ΚΜΕ)

Digital
Technology



Η κεντρική μονάδα επεξεργασίας (ΚΜΕ)

- Αποτελεί την «καρδιά» του υπολογιστικού συστήματος
- Πολλές φορές χρησιμοποιείται ο όρος
 - «επεξεργαστής» είναι η εναλλακτική ονομασία της ΚΜΕ
 - «μικροεπεξεργαστής» είναι μια ΚΜΕ που έχει εξολοκλήρου υλοποιηθεί σε ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα (chip)
- Οι δυνατότητες ενός μικροεπεξεργαστή ποικίλουν ανάλογα με τον κατασκευαστή και τον τύπο του
 - Σε κάθε περίπτωση, η υπολογιστική ισχύς του μεγαλώνει με την πάροδο του χρόνου



Τύποι επεξεργαστών

- Επεξεργαστές τύπου
 - Complex Instruction Set Computer (CISC)
 - Οι πλέον διαδεδομένοι επεξεργαστές
 - π.χ. Pentium
 - Reduced Instruction Set Computer (RISC)
 - π.χ. ARM7TDMI
 - Μικρό ρεπερτόριο εντολών γλώσσας μηχανής
- Κάθε επεξεργαστής είναι μια πολύπλοκη κατασκευή που συνδιάζει
 - Μεγάλο αριθμό σημάτων εισόδου
 - Μεγάλο αριθμό σημάτων εξόδου
 - Μεγάλο αριθμό εσωτερικών καταστάσεων



Χαρακτηριστικά των επεξεργαστών

- Ταχύτητα
 - Μέτρηση σε
 - MHz – η ταχύτητα του ρολογιού του
 - MIPS - αναφέρεται κυρίως στην Αριθμητική – Λογική μονάδα
 - Καθορίζεται από το πλήθος των κύκλων ρολογιού που απαιτούνται για την ολοκλήρωση μιας εντολής
 - Εάν ένας επεξεργαστής, με ρολόι 40-MHz, εκτελεί σε κάθε 40 παλμούς του ωρολογίου του μία εντολή, τότε έχει ταχύτητα 1 MIPS
- Το μήκος της λέξης
 - Επεξεργαστές 32, 64 bit
- Το πλήθος των τρανζίστορ



Χαρακτηριστικά επεξεργαστών (συν.)

- Ενσωμάτωση μονάδας κινητής υποδιαστολής
 - Floating point unit
 - εξυπηρέτηση τεχνικών τρισδιάστατης απεικόνισης γραφικών
- Ενσωμάτωση μνήμης cache
 - μικρή σε χωρητικότητα μνήμη πολύ υψηλής ταχύτητας
 - Ίσως και πολλαπλών επιπέδων
 - προσωρινή αποθήκευση δεδομένων τα οποία πρόκειται να χρησιμοποιηθούν συχνά στους υπολογισμούς κατά την εκτέλεση ενός προγράμματος
- Ενσωμάτωση πολλαπλών πυρήνων
- Ταχύτητα διαύλου
- Τεχνολογία κατασκευής (micron)
 - Π.χ. 0.18 ή μικρότερες



Η οργάνωση της ALU

- Εκτέλεση βασικών αριθμητικών/λογικών πράξεων
 - Άλγεβρα Boole
- Εκτέλεση πολύπλοκων πράξεων
 - Υπολογισμός τετραγωνικής ρίζας
 - Υπολογισμός τριγωνομετρικών συναρτήσεων
- Ο χρήστης δεν αντιλαμβάνεται την πολυπλοκότητα της εκτέλεσης πράξεων από την ALU
 - Όλες οι πράξεις μετατρέπονται σε γλώσσα μηχανής



Η οργάνωση της ALU (συν.)

- Η ALU αποτελείται από
 - Καταχωρητές (registers) προσωρινής αποθήκευσης δεδομένων
 - Χρήση για εκτέλεση πράξεων
 - Ηλεκτρονικά κυκλώματα εκτέλεσης πράξεων
- Η ταχύτητα της ALU εξαρτάται κυρίως από την ταχύτητα των καταχωρητών της
- Κάθε καταχωρητής έχει τη δική του διεύθυνση
- Χρήση ειδικών καταχωρητών
 - Ειδικού σκοπού καταχωρητές
 - Π.χ. συσσωρευτών

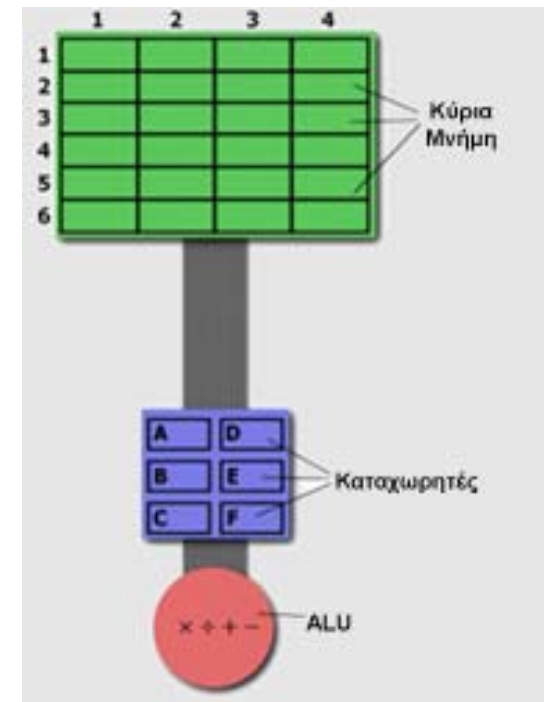
Η γλώσσα μηχανής

- Όλες οι εντολές προγραμμάτων μετατρέπονται σε γλώσσα μηχανής
- Εντολή σε γλώσσα μηχανής
 - Κώδικας της εντολής
 - Διαφορετικός από επεξεργαστή σε επεξεργαστή
 - Προσδιορίζει τον τύπο της επεξεργασίας που θα εκτελεστεί
 - Πεδίο διευθύνσεων
 - Περιέχει τις διευθύνσεις μνήμης ή των καταχωρητών με τα δεδομένα που θα χρησιμοποιηθούν
- Παράδειγμα
 - `ADD #K1,# K2`



Η γλώσσα μηχανής (συν.)

- Έστω υπολογιστικό σύστημα με 6 καταχωρητές
 - A, B, C, D, E, F
- Έστω ότι οι διευθύνσεις μνήμης είναι της μορφής (x,y)
 - x δηλώνει τον αριθμό της γραμμής και y τον αριθμό της στήλης
- Εάν a, b μεταβλητές προγράμματος με διευθύνσεις (2,3) και (5,2) αντίστοιχα
- Για την εκτέλεση της εντολής $a=a*b$, η γλώσσα μηχανής θα είναι η ενδεικτικά η εξής:
- LOAD A, 2:3
 - φορτώνει στον A το περιεχόμενο της διεύθυνσης μνήμης (2,3)
- LOAD B, 5:2
 - φορτώνει στον B το περιεχόμενο της διεύθυνσης μνήμης (5,2)
- PROD A, B
 - Πολλαπλασιάζει το περιεχόμενο των καταχωρητών A και B και σώζει το αποτέλεσμα στον πρώτο (τον A)
- STORE 2:3, A
 - Αποθηκεύει το περιεχόμενο του καταχωρητή A στη διεύθυνση μνήμης (2,3)



Η μονάδα ελέγχου

- Βασικές λειτουργίες
 - Εντοπισμός της επόμενης προς εκτέλεση εντολής και μεταφορά της στη μνήμη
 - Μεταφορά της εντολής από τη μνήμη στην ΚΜΕ
 - Μετατροπή της εντολής σε γλώσσα μηχανής
 - Επίβλεψη λειτουργιών για την εκτέλεση της εντολής
 - Συντονισμός συστημάτων με σήματα ελέγχου
 - Παρακολούθηση/συντονισμός της μεταφοράς δεδομένων από και προς τη μνήμη



Καταχωρητές της ΚΜΕ

- Βοηθούν στη λειτουργία της ALU και της μονάδας ελέγχου ως ολοκληρωμένη μονάδα
- Καταχωρητές ειδικής χρήσης
 - Instruction Register (IR)
 - Περιέχει την υπό εκτέλεση εντολή σε γλώσσα μηχανής
 - Program Counter (PC)
 - Περιέχει τη διεύθυνση μνήμης της επόμενης προς εκτέλεση εντολής
 - Memory Address Register (MAR)
 - Περιέχει τη διεύθυνση μνήμης από την οποία θα διαβαστεί κάποιο δεδομένο
 - Memory Data Register (MDR)
 - Περιέχει το στοιχείο που μόλις διαβάστηκε από τη θέση μνήμης με διεύθυνση που περιέχει ο MAR

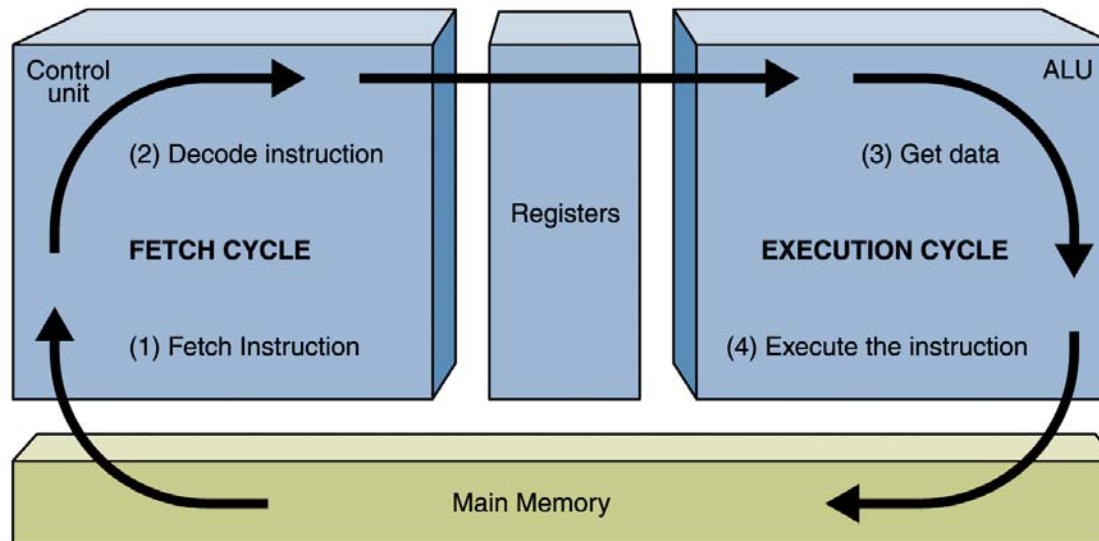


Καταχωρητές της ΚΜΕ (συν.)

- Παράδειγμα ανάκλησης επόμενης εντολής
 - Ανάγνωση PC
 - Μεταφορά περιεχομένου PC στον MAR
 - Δημιουργία σήματος ελέγχου
 - Π.χ. Ανάγνωση από μνήμη
 - Μεταφορά περιεχομένου MAR στον MDR από τη μνήμη
 - Μεταφορά περιεχομένου MDR στον IR
- Κύκλος ανάκλησης εντολής (fetch cycle)
- Κύκλος εκτέλεσης εντολής (execution cycle)

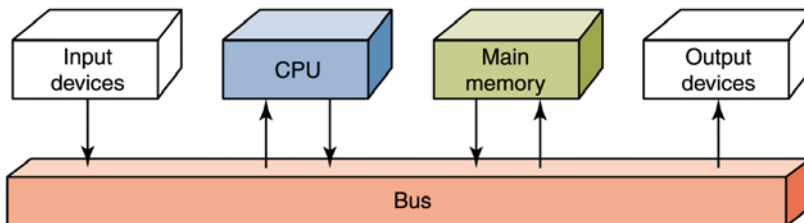


Καταχωρητές της ΚΜΕ (συν.)



Συνδέσεις μεταξύ των μονάδων

- Data bus (δίαυλος δεδομένων)
 - Μεταφέρει
 - Μια εντολή από τη μνήμη προς την ΚΜΕ για εκτέλεση
 - Δεδομένα από τη μνήμη προς την ΚΜΕ και αντίστροφα
 - Δεδομένα από τη μνήμη σε περιφεριακές συσκευές και αντίστροφα
- Address bus (δίαυλος διευθύνσεων)
 - Μεταφέρει τη διεύθυνση
 - Της εντολής που θα εκτελέσει η ΚΜΕ
 - Δεδομένων που θα μεταφερθούν από τη μνήμη και αντίστροφα
 - Της περιφεριακής συσκευής εισόδου/εξόδου για την μεταφορά δεδομένων εισόδου/εξόδου
- Γραμμές ελέγχου (Control bus)
 - Μεταφορά ειδικών σημάτων ελέγχου μεταξύ των μονάδων για εκτέλεση εντολών

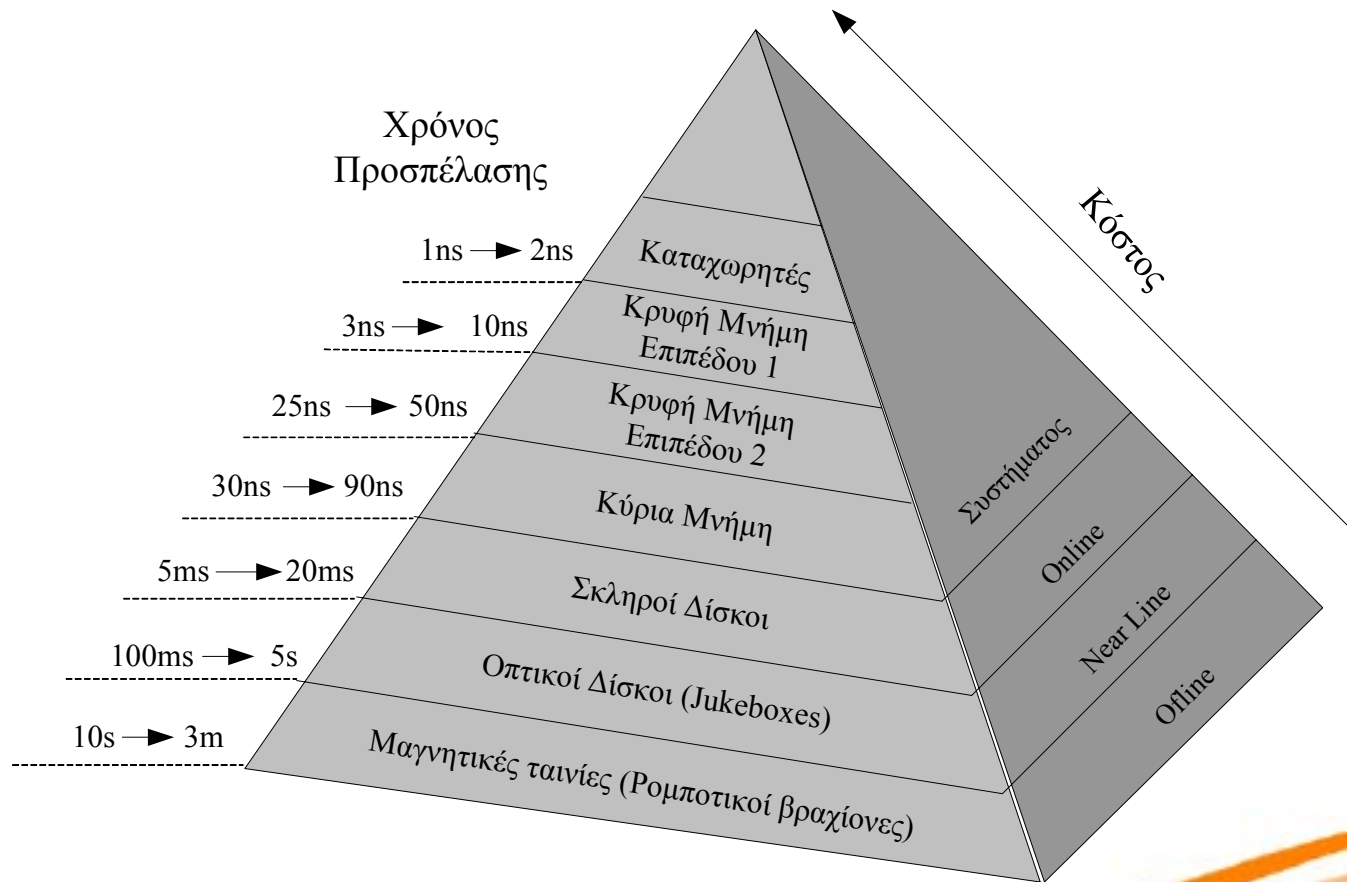


Η κεντρική μνήμη

- Αποτελεί πολύ σημαντικό υποσύστημα
 - Αποθηκεύει πληροφορίες, εντολές και δεδομένα
 - Προσπελαύνει πληροφορίες, εντολές και δεδομένα
 - Οποιοδήποτε δεδομένο πρόκειται να χρησιμοποιηθεί πρέπει να βρίσκεται στη μνήμη
- Βασική προϋπόθεση η ταχύτητα ανάγνωσης/προσπέλασης
 - Περιορισμός το υψηλό κόστος
 - Χρήση βοηθητικών μνημών και εναλλαγή με την κύρια μνήμη



Η ιεραρχία της μνήμης



Digital
Technology



The newest calculator:
16 bit, with hi-tech monitor,
including mouse ...



It is not worth it - in six
months it will cost you half as much



ΤΕΛΟΣ (για σήμερα...)

Digital
Technology





www.ionio.gr



Εισαγωγή στην ψηφιακή τεχνολογία

«Τεχνολογία ψηφιακού ήχου»

Φλώρος Ανδρέας
Δρ. Ηλ/γος Μηχ/κός και Τεχνολογίας Υπολογιστών



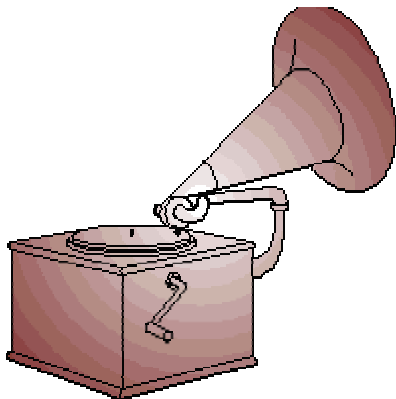
Προηγούμενο μάθημα: Εργασία για το σπίτι...

Task 1:

Κάντε μία λίστα των αναλογικών και ψηφιακών συστημάτων που λειτουργούν στο σπίτι σας...

Task 2:

Σκεφτείτε και καταγράψτε τα πλεονεκτήματα (ίσως και μειονεκτήματα) των δίσκων βινυλίου και της τεχνολογίας mp3...



Σύνδεση με το προηγούμενο μάθημα...

- Οργάνωση της ύλης
 - Εισαγωγή
 - **Θεματική ενότητα 1: Τεχνολογία ψηφιακού ήχου**
 - Θεματική ενότητα 2: Τεχνολογία ακίνητης και κινούμενης ψηφιακής εικόνας
 - Θεματική ενότητα 3: Συμπίεση ψηφιακών δεδομένων
 - Θεματική ενότητα 4: Συστήματα διανομής
 - Θεματική ενότητα 5: Ολοκληρωμένες ψηφιακές εφαρμογές

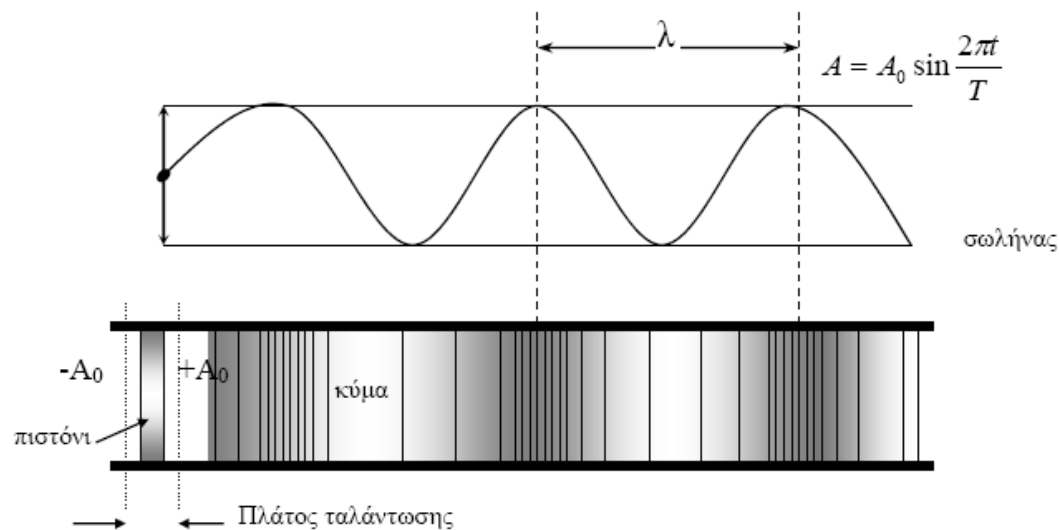


Τεχνολογία ψηφιακού ήχου



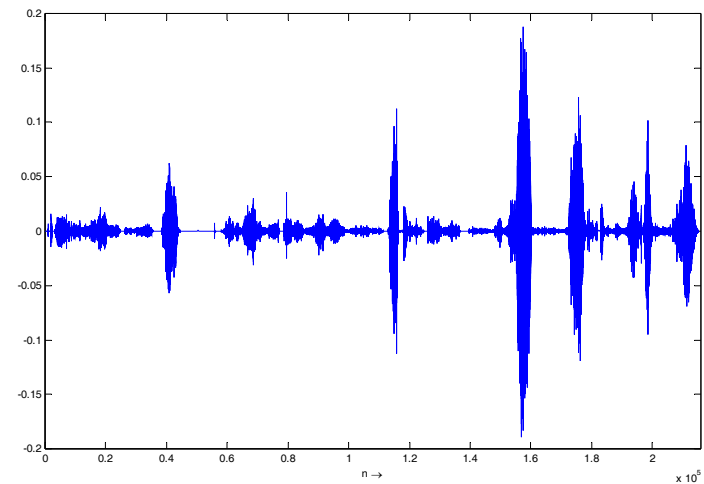
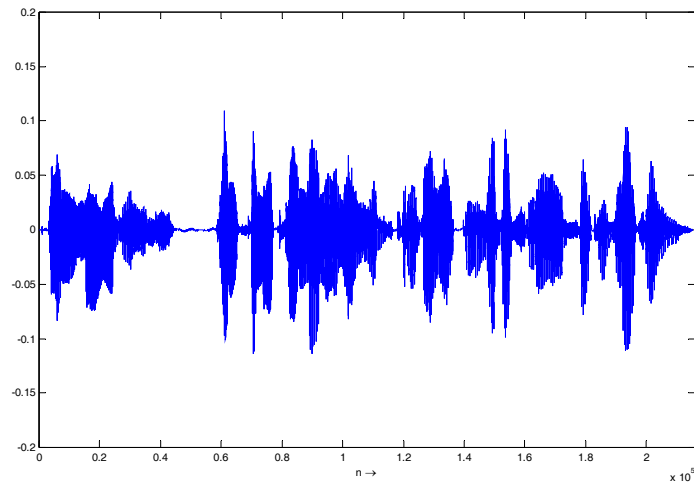
Τι είναι ο ήχος;

- Φυσικό φαινόμενο
 - Παράγεται από ταλάντωση κάποιου υλικού
 - Διαδίδεται με εναλλαγές της πίεσης στο μέσο μετάδοσης (π.χ. αέρα)
 - «Καταγράφεται» από το ανθρώπινο αυτί
- Παράδειγμα: ημιτονοειδής κίνηση ενός πιστονιού σε σωλήνα



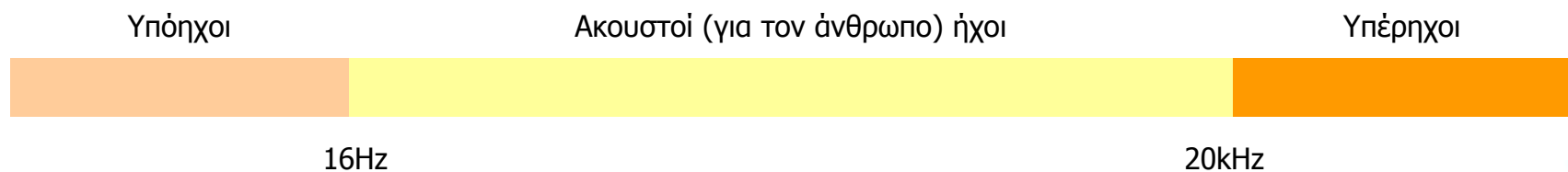
Χαρακτηριστικά του ήχου

- Πλάτος
 - Ισοδύναμο της «έντασης»

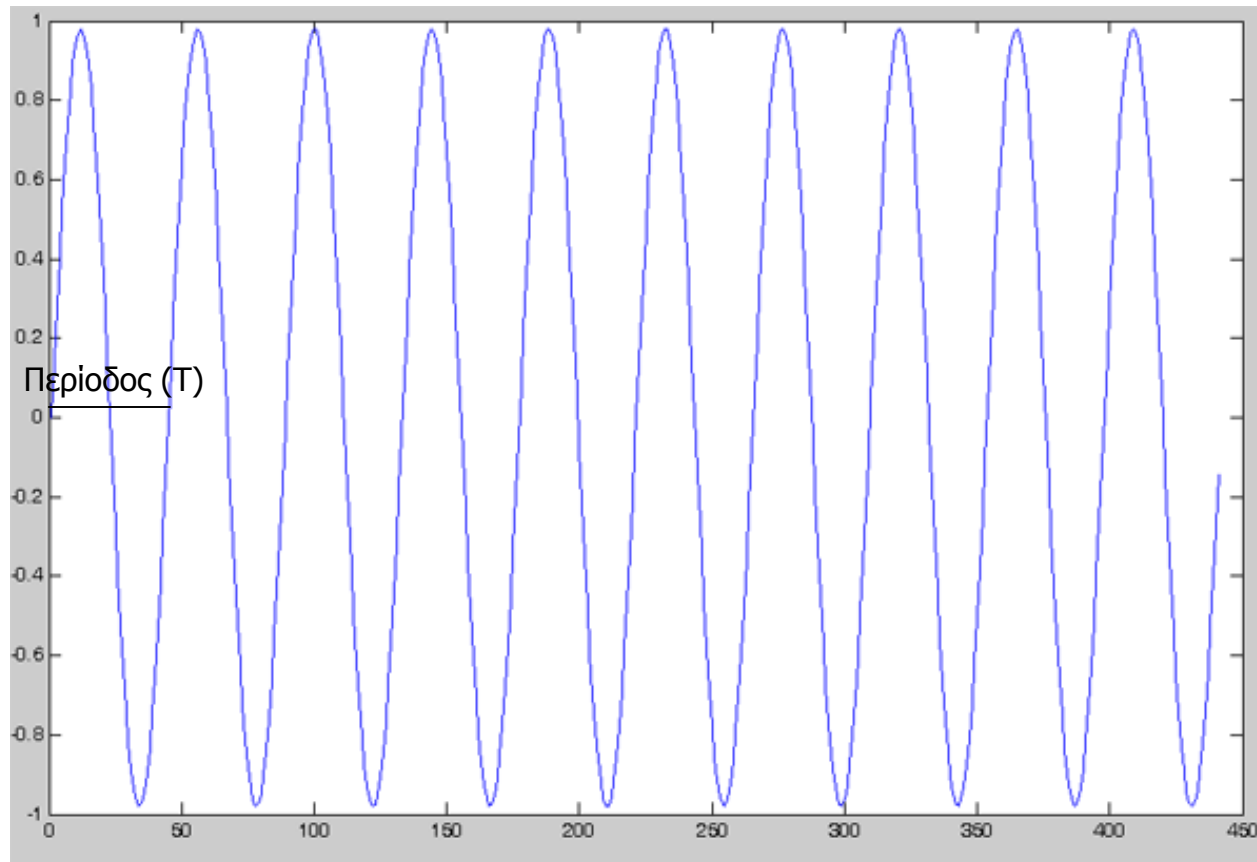


Χαρακτηριστικά του ήχου (συν.)

- Περίοδος (T): Το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί μεταξύ δύο ίδιων καταστάσεων της κίνησης
- Μήκος κύματος (λ): η απόσταση μεταξύ δύο μεγίστων (ή ελαχίστων) της πίεσης
- Συχνότητα (f): Ο αριθμός των επαναλήψεων μιας κατάστασης της κίνησης στην μονάδα του χρόνου



Περιοδικοί / μη περιοδικοί ήχοι



Demonstration

Δημιουργία και απεικόνιση κυματομορφών με λογισμικό



Αναλογικά/ψηφιακά σήματα

- Τα ψηφιακά ηχητικά συστήματα πρέπει να επικοινωνήσουν με τον «αναλογικό» ανθρώπινο κόσμο
 - Μετατροπή αναλογικών σημάτων σε ψηφιακά δεδομένα (π.χ. κατά την ηχογράφηση)
 - Μετατροπή ψηφιακών δεδομένων σε αναλογικό σήμα (π.χ. κατά την αναπαραγωγή)



Αναλογική/Ψηφιακή Μετατροπή

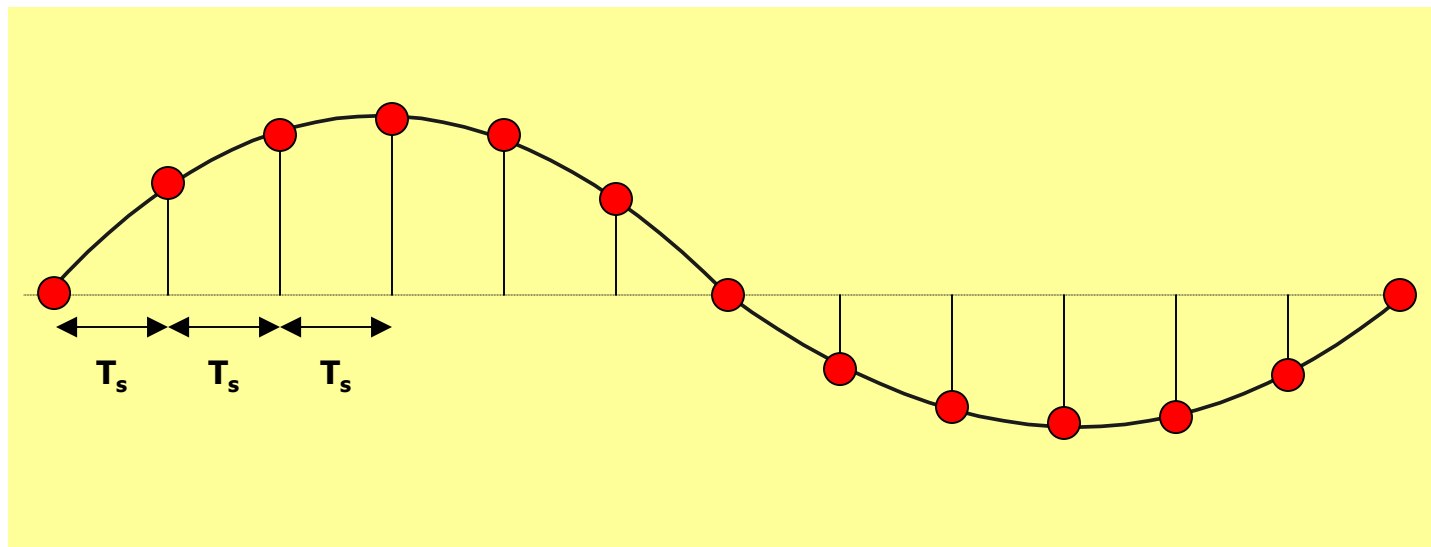
- Δειγματοληψία
 - Μετατροπή ενός χρονικά συνεχούς (αναλογικού) σήματος σε πεπερασμένο αριθμό διαδοχικών τιμών
- Κβαντισμός
 - Μετατροπή των διαδοχικών τιμών πλάτους σε διάκριτες τιμές



Στοιχεία δειγματοληψίας ηχητικών σημάτων



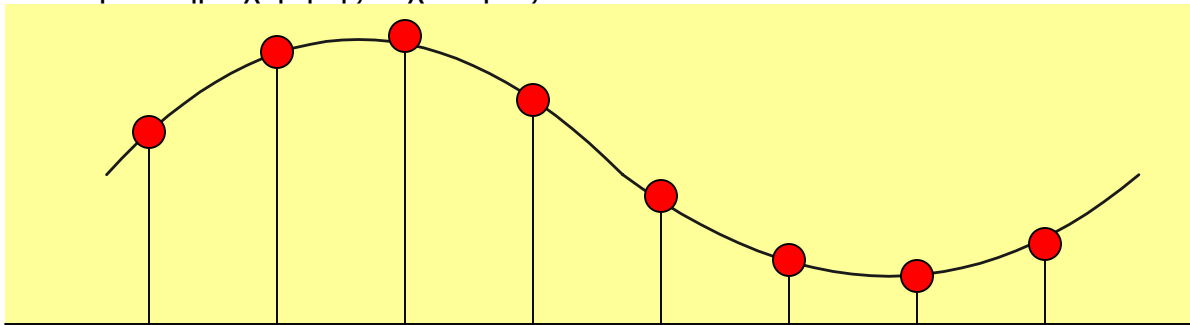
Δειγματοληψία ηχητικών σημάτων



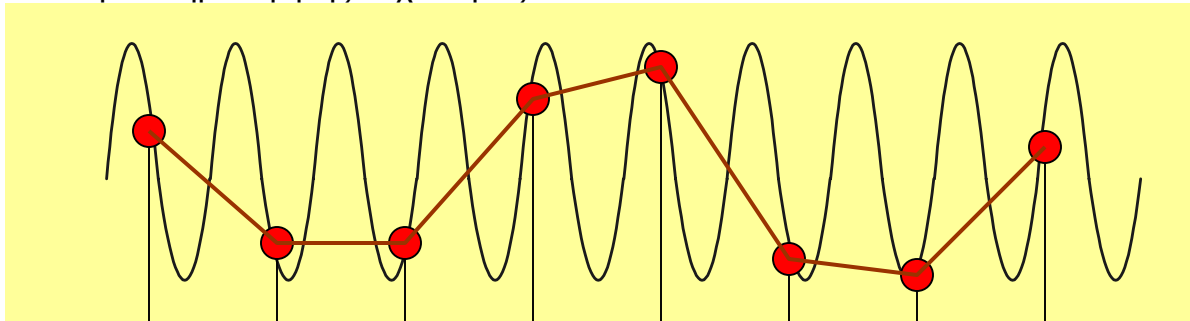
- Αρχικό αναλογικό σήμα $s_c(t)$
- Δείγματα διάκριτου χρόνου $s_d(nT_s)$
- T_s Περίοδος δειγματοληψίας

Ποιά η τιμή της περιόδου δειγματοληψίας;

Αναλογικό σήμα χαμηλής συχνότητας



Αναλογικό σήμα υψηλής συχνότητας



Θεώρημα του Nyquist

- Συχνότητα δειγματοληψίας $f_s = 1/T_s$
- Θεμελιώδης σχέση δειγματοληψίας

$$f_s > 2f_{\max}$$

όπου f_{\max} η μέγιστη συχνότητα του σήματος υπό μετατροπή

- Παράδειγμα: στο πρότυπο CD-DA
 - $f_{\max} = 22.05\text{kHz}$
 - $f_s = 44.1\text{kHz}$

Demonstration

44.1kHz

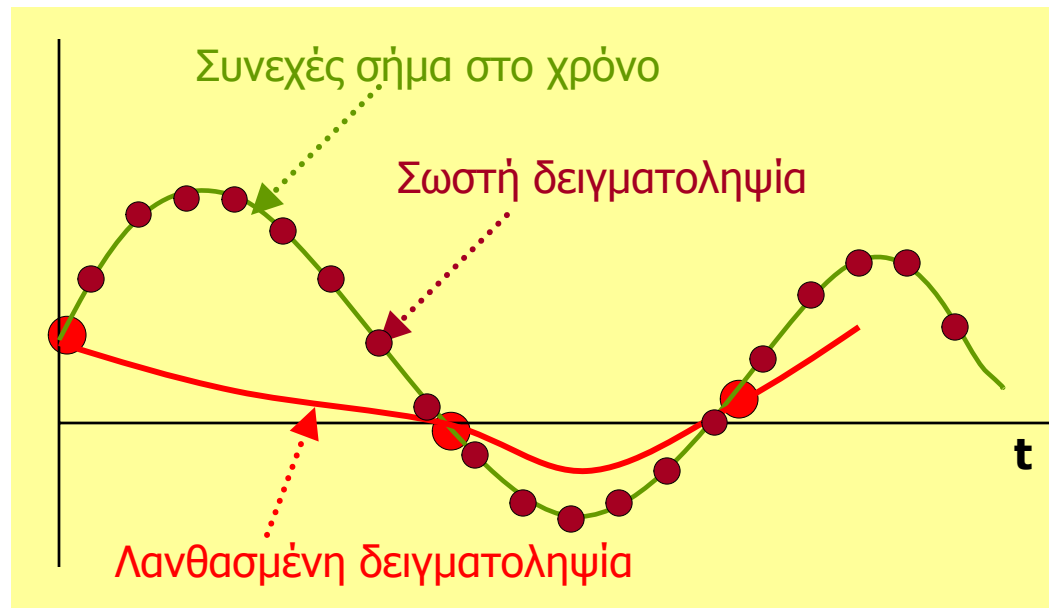
22.05kHz

11.025kHz

6kHz

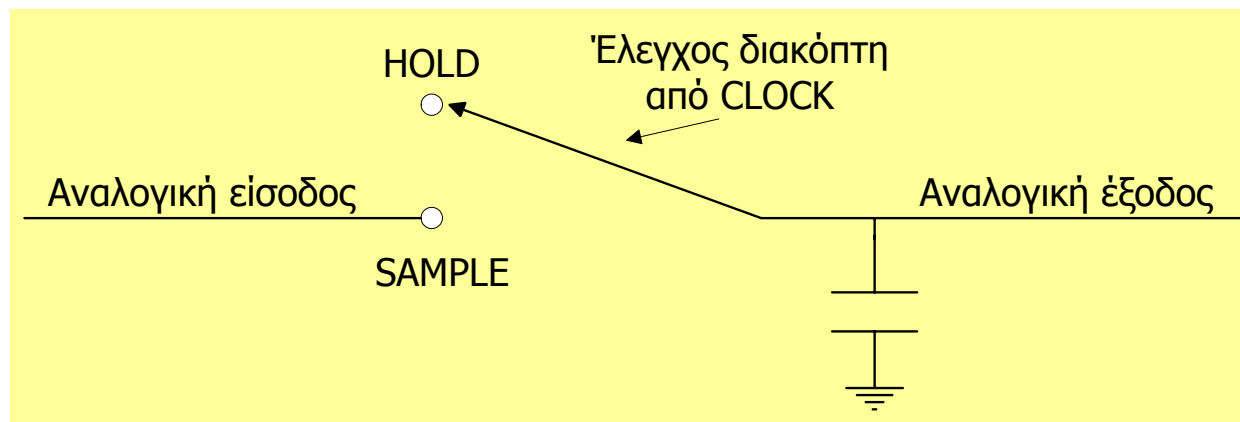


Το φαινόμενο της αναδίπλωσης (aliasing)



Υλοποίηση της δειγματοληψίας

- Βαθμίδα sample and hold



- Βασικές απαιτήσεις:
 - Ακριβές ρολόι (ακρίβεια $< 1\text{ns}$)
 - Αποφόρτιση πυκνωτή σε χρόνο μεγαλύτερο του T_s

Στοιχεία κβαντισμού ηχητικών σημάτων



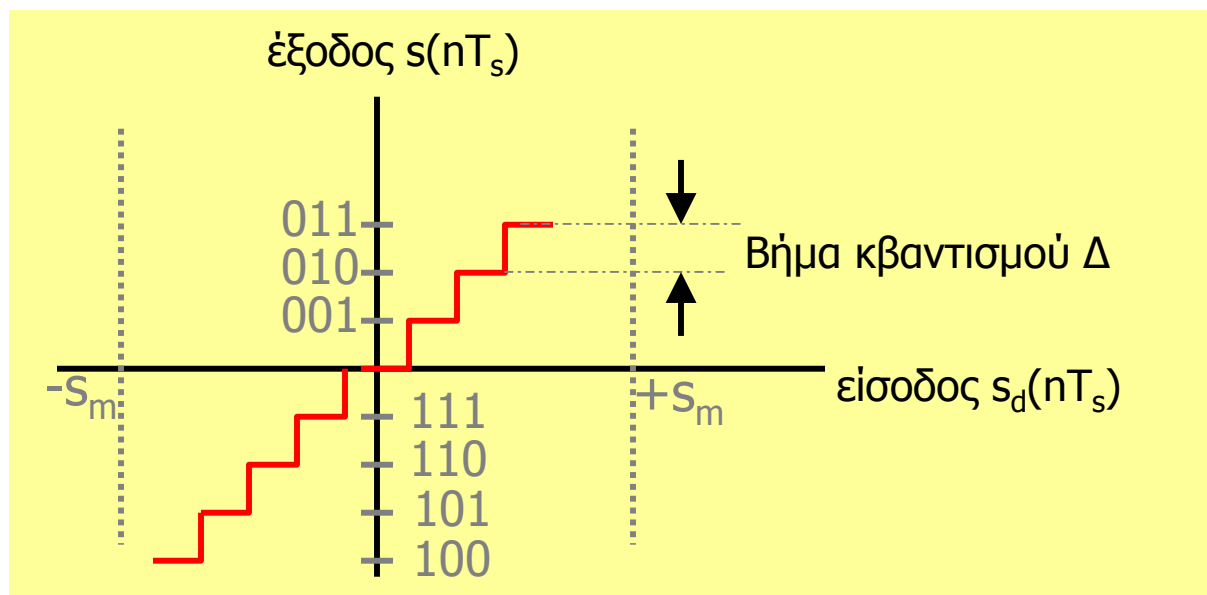
Κβαντισμός - Ορισμός

- Μετά τη δειγματοληψία, οι δυνατές τιμές πλάτους του σήματος $s_d(nT_s)$ είναι άπειρες
- Κβαντισμός: αντιστοίχιση των άπειρων τιμών πλάτους σε πεπερασμένο αριθμό σταθμών
 - Μη γραμμική διαδικασία

$$s(nT_s) = Q[s_d(nT_s)]$$

- Το πλήθος των σταθμών εξαρτάται από την τάξη του κβαντιστή
 - Ευκρίνεια κβαντισμού N (bit)

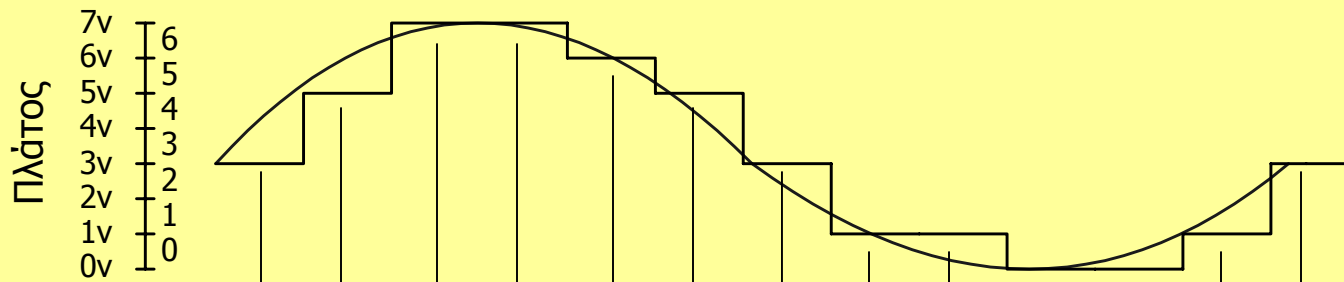
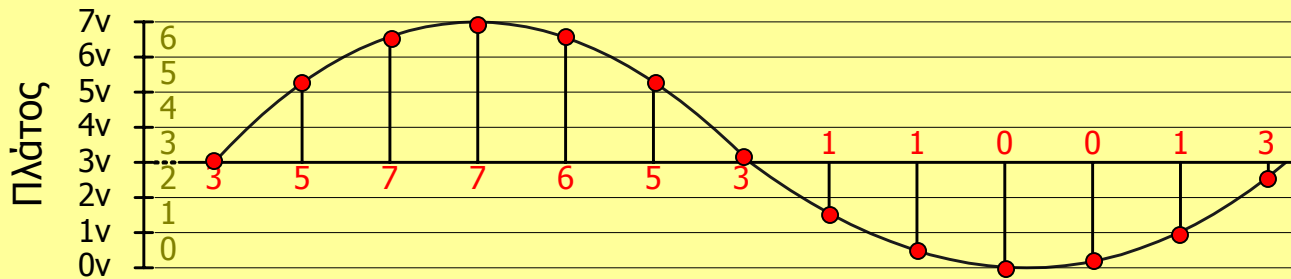
Υλοποίηση κβαντισμού



$$\Delta = \frac{S_{max} - S_{min}}{2^N - 1}$$

όπου S_{max} και S_{min} η μέγιστη και ελάχιστη τιμή πλάτους του σήματος

Γραφική αναπαράσταση κβαντισμού



3-bit αναπαράσταση (N=3)

011 101 111 111 110 101 011 001 001 000 000 001 011

Αναπαράσταση ψηφιακών σημάτων: το δυαδικό σύστημα

- Χρησιμοποιείται ευρύτατα σε ηλεκτρονικά συστήματα
 - Η αναπαράσταση δεκαδικού συστήματος (10 διαφορετικών καταστάσεων) στην ηλεκτρονική είναι πολύ δύσκολη
- Δύο ψηφία (**binary digits** – bits): «0» και «1»
 - «0»: απουσία ρεύματος
 - «1»: ροή ρεύματος
 - Διακόπτης ON/OFF
 - Μαγνητισμένο ή όχι μέσο εγγραφής
 - Λογικό «Αληθές» / «Ψευδές»



Το δυαδικό σύστημα

- Αναπαράσταση δυαδικού αριθμού
 - $b_{N-1} \dots b_4 b_3 b_2 b_1 b_0$
 - Π.χ. 10101110
- b_0, b_1, \dots, b_{N-1} τα bit της δυαδικής αναπαράστασης
 - b_0 : Least Significant Bit (LSB)
 - b_{N-1} : Most Significant Bit (MSB)
- Πόσα bit πρέπει να χρησιμοποιήσουμε;
 - Εξαρτάται από το πλήθος των διαφορετικών καταστάσεων που θέλουμε να αναπαραστήσουμε



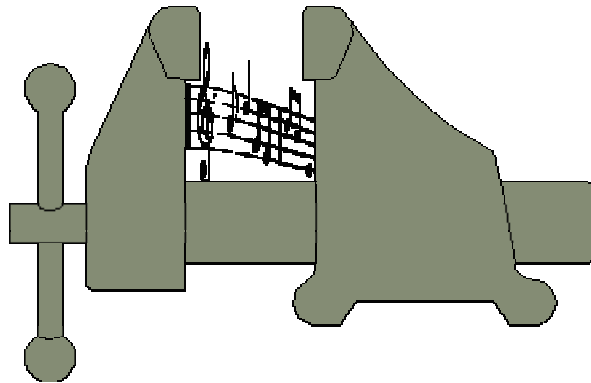
Παραδείγματα ψηφιακής αναπαράστασης

Δυαδικός	$=b_2x^2+b_1x^1+b_0x^0$	Δεκαδικός
000	$0x^2+0x^1+0x^0$	0
001	$0x^2+0x^1+1x^0$	1
010	$0x^2+1x^1+0x^0$	2
011	$0x^2+1x^1+1x^0$	3
100	$1x^2+0x^1+0x^0$	4
101	$1x^2+0x^1+1x^0$	5
110	$1x^2+1x^1+0x^0$	6
111	$1x^2+1x^1+1x^0$	7



Ερώτηση κρίσεως...

- Πόσες διαφορετικές καταστάσεις μπορούν να απεικονίσουν τα
 - 4bit
 - 8bit
 - 16bit
- Γενικός κανόνας
 - N bit $\rightarrow 2^N$ καταστάσεις
 - Αυτή είναι και η δυναμική περιοχή του ψηφιακού σήματος



Και η επιβεβαίωση του κανόνα...

Δυαδικός	Δεκαδικός
0000	0
0001	1
0010	2
0011	3
0100	4
0101	5
0110	6
0111	7
1000	8
1001	9
1010	10
1011	11
1100	12
1101	13
1110	14
1111	15



Η έννοια της δυναμικής περιοχής στην πράξη

- Για ημιτονοειδή σήματα, η θεωρητική δυναμική περιοχή του κβαντισμένου ηχητικού σήματος είναι:

Τάξη N (bits)	SNR (dB)
8	49.8
12	73.8
16	97.8
18	109.8
24	145.76

$$\text{SNR} = 6N + 1.76 \text{ (dB)}$$

Demonstration

16bit

8bit

4bit



Θεμελιώδεις έννοιες ψηφιακών σημάτων

- Nibble
 - Μία τετράδα από bits
- Byte
 - Μία οκτάδα από bits
- Word
 - 2 Bytes
 - Long word: 4 Bytes
- Πολλαπλάσια του bit/byte
 - 1Kbit = 1024bits (= 2^{10} bits)
 - 1KByte (1KB) = 1024Byte
 - 1MByte (1MB) = 1024KByte



Πολλαπλάσια μεγέθη δυαδικού συστήματος

	Byte	B	(= 8 bits)
Kilo	Kilobyte	KB	= 1024 Byte
Mega	Megabyte	MB	= 1024 Kilobyte
Giga	Gigabyte	GB	= 1024 Megabyte
Terra	Terrabyte	TB	= 1024 Gigabyte
Penta	Pentabyte	PB	= 1024 Terrabyte
Exa	Exabyte	EB	= 1024 Pentabyte
Zetta	Zettabyte	ZB	= 1024 Exabyte
Yota	Yotabyte	YB	= 1024 Zettabyte

Ροή ψηφιακών δεδομένων

- Ταχύτητα μετάδοσης ψηφιακών δεδομένων
 - Το πλήθος των bits που μεταδίδονται στη μονάδα του χρόνου
 - Π.χ. bits ανά δευτερόλεπτο
 - Η χρονική διάρκεια ενός bit
 - Π.χ. 1μsec -> 1.000.000bits το δευτερόλεπτο
- Μονάδα μέτρησης: bit per second (bps)
 - Kbps
 - Mbps
 - ...
- Παραδείγματα:
 - mp3: 128 – 320kbps
 - CD: 1.4Mbps



Ροή ψηφιακών δεδομένων (συν.)

- Η ροή των ψηφιακών δεδομένων προφανώς εξαρτάται
 - Από το ρυθμό (συχνότητα) δειγματοληψίας
 - Από το πλήθος των bit αναπαραστάσης
- Υψηλότερη ροή δεδομένων σημαίνει
 - Καλύτερη ηχητική ποιότητα
 - Μεγαλύτερος χώρος για αποθήκευση δεδομένων
 - Συμβιβασμός των παραπάνω με τεχνικές συμπίεσης

Demonstration

1.4Mbps

192kbps

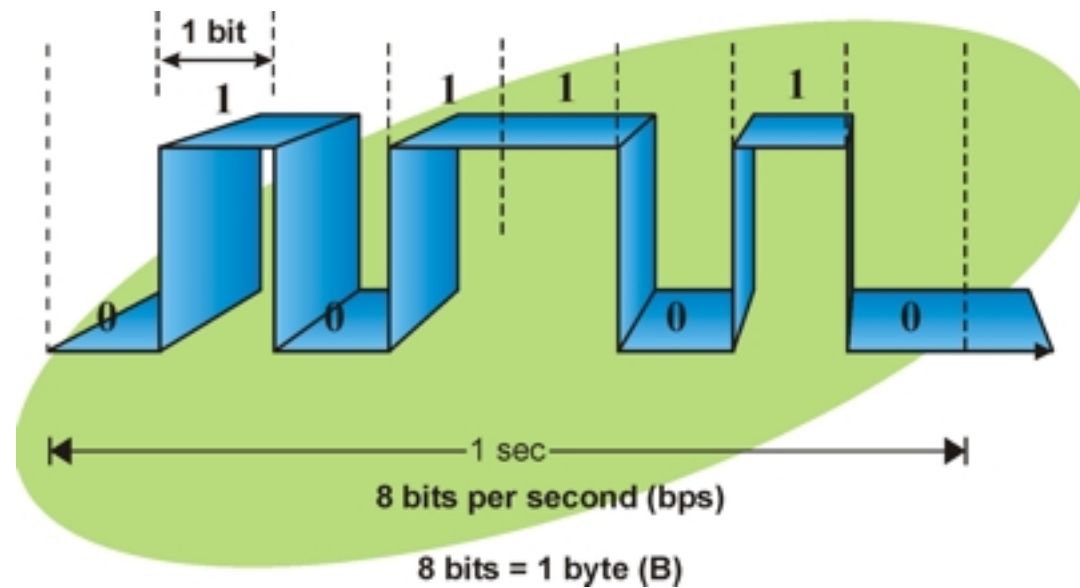
96kbps

48kbps



Συνοψίζοντας...

- Θεμελιώδεις έννοιες ψηφιακών σημάτων



Απορίες - Ερωτήσεις; 





ΤΕΛΟΣ (για σήμερα...)





www.ionio.gr



Εισαγωγή στην ψηφιακή τεχνολογία

«Κωδικοποίηση ψηφιακού ήχου»

Φλώρος Ανδρέας
Δρ. Ηλ/γος Μηχ/κός και Τεχνολογίας Υπολογιστών




Λίγα λόγια για το e-class

Ionio e-Class - Microsoft Internet Explorer

File Edit View Favorites Tools Help

← Back → Search Favorites Media

Address http://e-class.ionio.gr

 **Ιόνιο Πανεπιστήμιο** **e-Class**
Πλατφόρμα ασύγχρονης τηλεκαίδ

Ionio e-Class

Επιλογές

- Κατάλογος Μαθημάτων
- Εγγραφή Χρήστη
- Εγγραφή Καθηγητή
- Εγχειρίδια
- Ταυτότητα Πλατφόρμας
- Περιοχή Υποστήριξης
- Επικοινωνία

Όνομα χρήστη (username)

Συνθηματικό (password)

[Εγχάσατε το συνθηματικό σας;](#)

906 Επισκέψεις

Done Internet

Η πλατφόρμα **GUNet e-Class** ολοκληρωμένο Σύστημα Ηλεκτρονικών Μαθημάτων και ο πρόταση του Ακαδημαϊκού Διαδικτυακού Υποστήριξης της Υπηρεσίας Τηλεκαίδευσης. Έχει σχεδιαστεί με προσανατολισμό την ενίσχυση της διδασκαλίας και είναι προσαρμοσμένο στις ανάγκες της τριτοβάθμιας εκπαίδευσης. Υποστηρίζεται κεντρικά από το Ιόνιο Πανεπιστήμιο και διανέμεται ελεύθερα σε όλα τα Ιδρύματα της χώρας. Πληροφορίες για τη λειτουργία της πλατφόρμας μπορείτε στα διαθέσιμα εγχειρίδια.

Από το προηγούμενο μάθημα...

Task 1:

Υπολογίστε το ρυθμό μετάδοσης ενός CD player με δεδομένο ότι $N=16\text{bit}/\text{fs}=44.1\text{kHz}/2\text{ch}$

Task 2:

Ποιός ο ρυθμός μετάδοσης ηχητικών δεδομένων εάν $N=24\text{bit}/\text{fs}=96\text{kHz}/6\text{ch}$



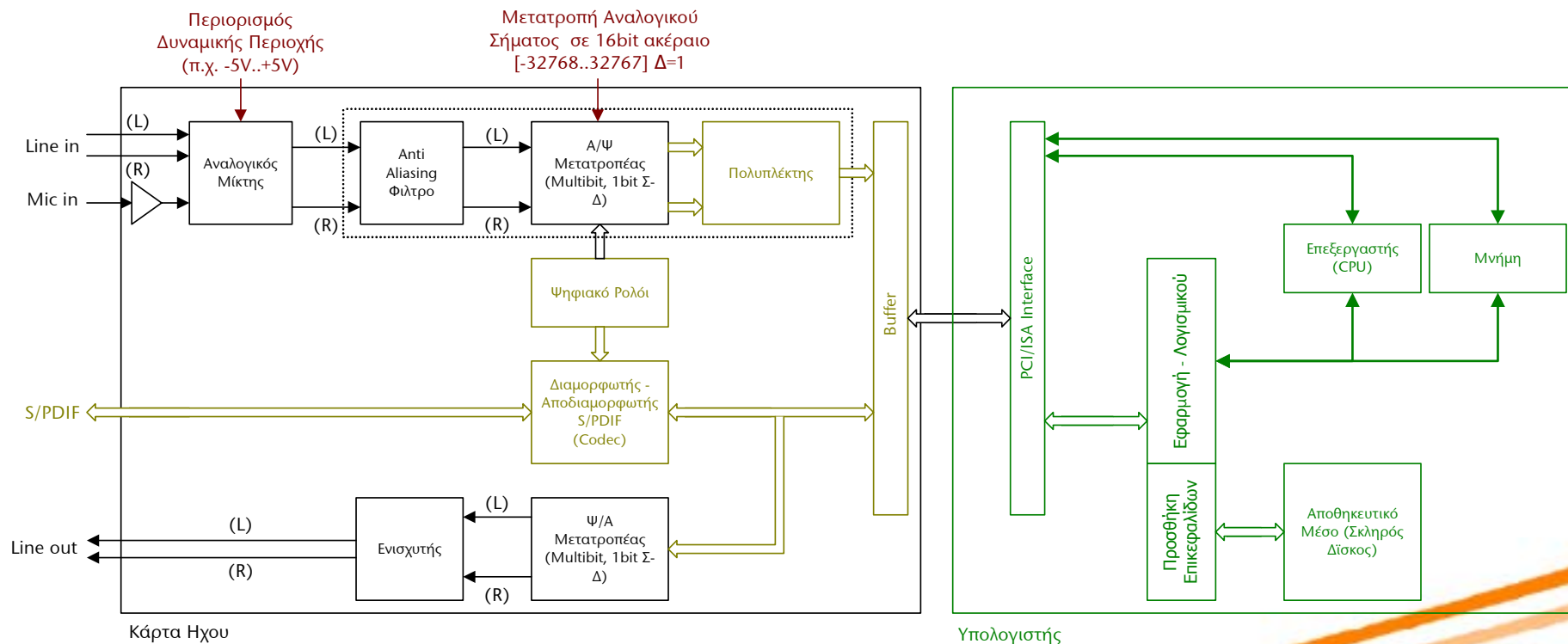
... και επέκταση της προηγούμενης εργασίας...

- Αυξήστε τη διάρκεια `Signal_duration` για μεγαλύτερη διάρκεια αναπαραγωγής
 - Π.χ. 10 δευτερόλεπτα
- Εφαρμόστε κβαντισμό για $N=8$
- Αλλαγή της συχνότητας του ημιτόνου
 - Π.χ. 5000Hz, 10000Hz
- Φαινόμενο αναδίπλωσης
 - Συχνότητα ημιτόνου 5000Hz
 - Συχνότητα δειγματοληψίας 8000Hz
- Χωρητικότητα και φαινόμενο δειγματοληψίας
 - Συχνότητα δειγματοληψίας 22050 και 44100
 - `size(xq)`: μας δίνει το μέγεθος ενός σήματος...

Τεχνικές κωδικοποίησης ψηφιακού ήχου



Παράδειγμα: Σύστημα κάρτας ήχου



Ψηφιακή κωδικοποίηση ήχου

- Στο πρότυπο CD, τα ηχητικά δεδομένα κωδικοποιούνται κατά PCM
 - Παλμοκωδική διαμόρφωση (Pulse Code Modulation)
 - Ανάλυση 16bit, συχνότητα δειγματοληψίας 44.1kHz
 - 2 κανάλια ήχου
 - Ρυθμός μετάδοσης δεδομένων = $2 \times 44100 \times 16 = 1411200 \text{bps}$
- Η PCM γρήγορα καθιερώθηκε σε ένα πλήθος εφαρμογών και συστημάτων
 - Επέκταση της τυποποίησης CD σε αρχεία υπολογιστή
 - Βελτιώσεις της τυποποίησης CD
 - Π.χ. DVD-Audio
 - Αύξηση συχνότητας δειγματοληψίας, ανάλυσης κβαντισμού
- Αύξηση του ρυθμού μετάδοσης δεδομένων
 - Αυξημένες απαιτήσεις επεξεργασίας και αποθήκευσης



Ψηφιακή κωδικοποίηση ήχου (συν.)

- Ανάπτυξη νέων μεθόδων κωδικοποίησης (εκτός της PCM)
 - Μέθοδοι συμπίεσης
 - Χρήση κυρίως σε εφαρμογές «δικτύωσης» και «αποθήκευσης»
 - MPEG1, 2, 4,
 - Dolby Digital, DTS
 - Κωδικοποιήσεις νέων τυποποιήσεων
 - Direct Stream Digital (DSD)
 - Κωδικοποιήσεις νέων ψηφιακών βαθμίδων
 - Pulse Width Modulation (PWM) για βαθμίδες ψηφιακών ενισχυτών
 - Multibit Σίγμα/Δέλτα κ.λ.π.

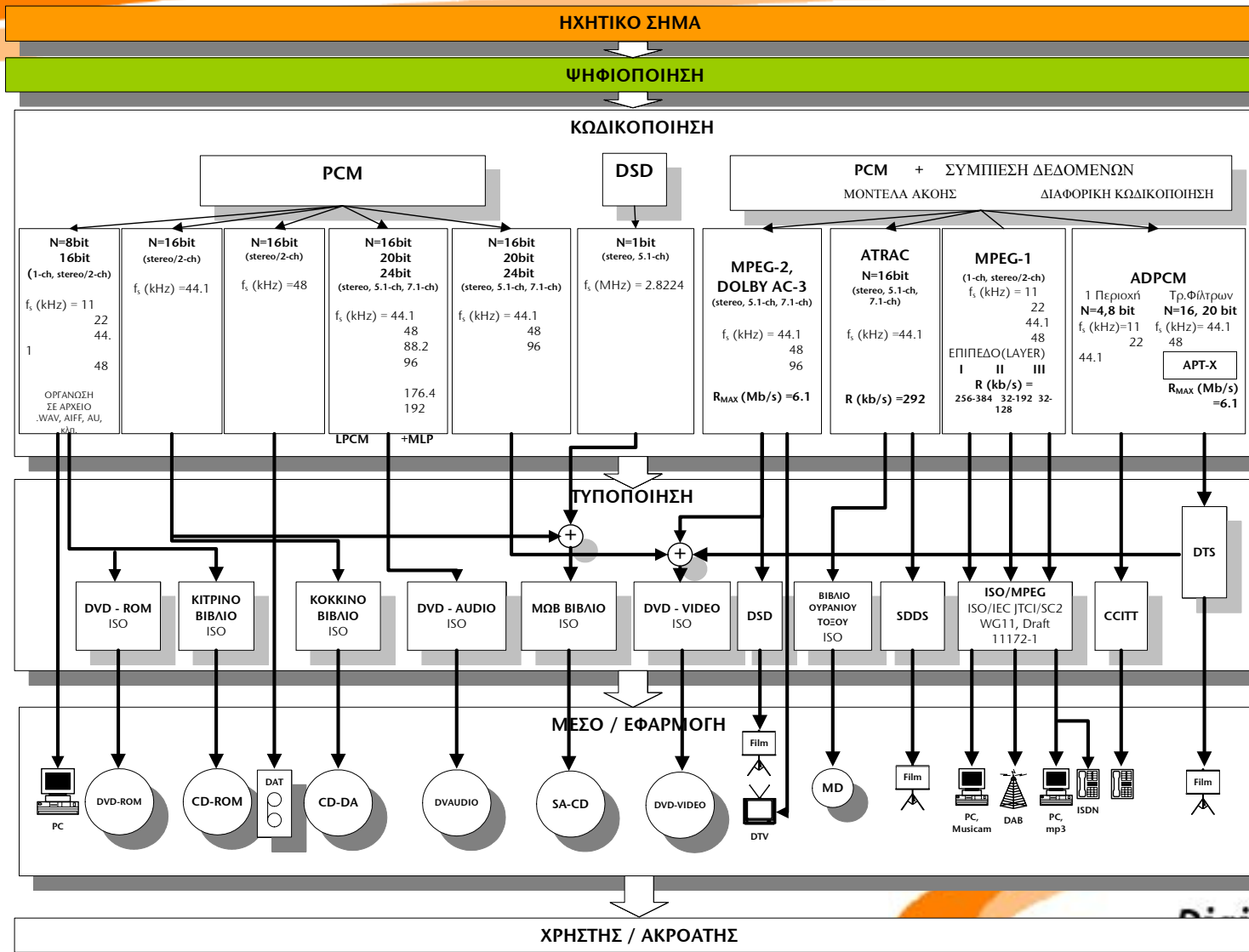


Σύγκριση PCM και DSD

Απαιτούμενη χωρητικότητα για αποθήκευση στερεοφωνικού σήματος διάρκειας 1 λεπτού

Μέσο αποθήκευσης	CD-DA $f_s=44.1\text{kHz}$ N=16bit	DVD-V $f_s=96\text{kHz}$ N=24bit	DVD-A $f_s=192\text{kHz}$ N=24bit	DSD $f_s=2.82\text{MHz}$ N=1bit
Χωρητικότητα	10.1Mbytes	33Mbytes	66Mbytes	40.4Mbytes

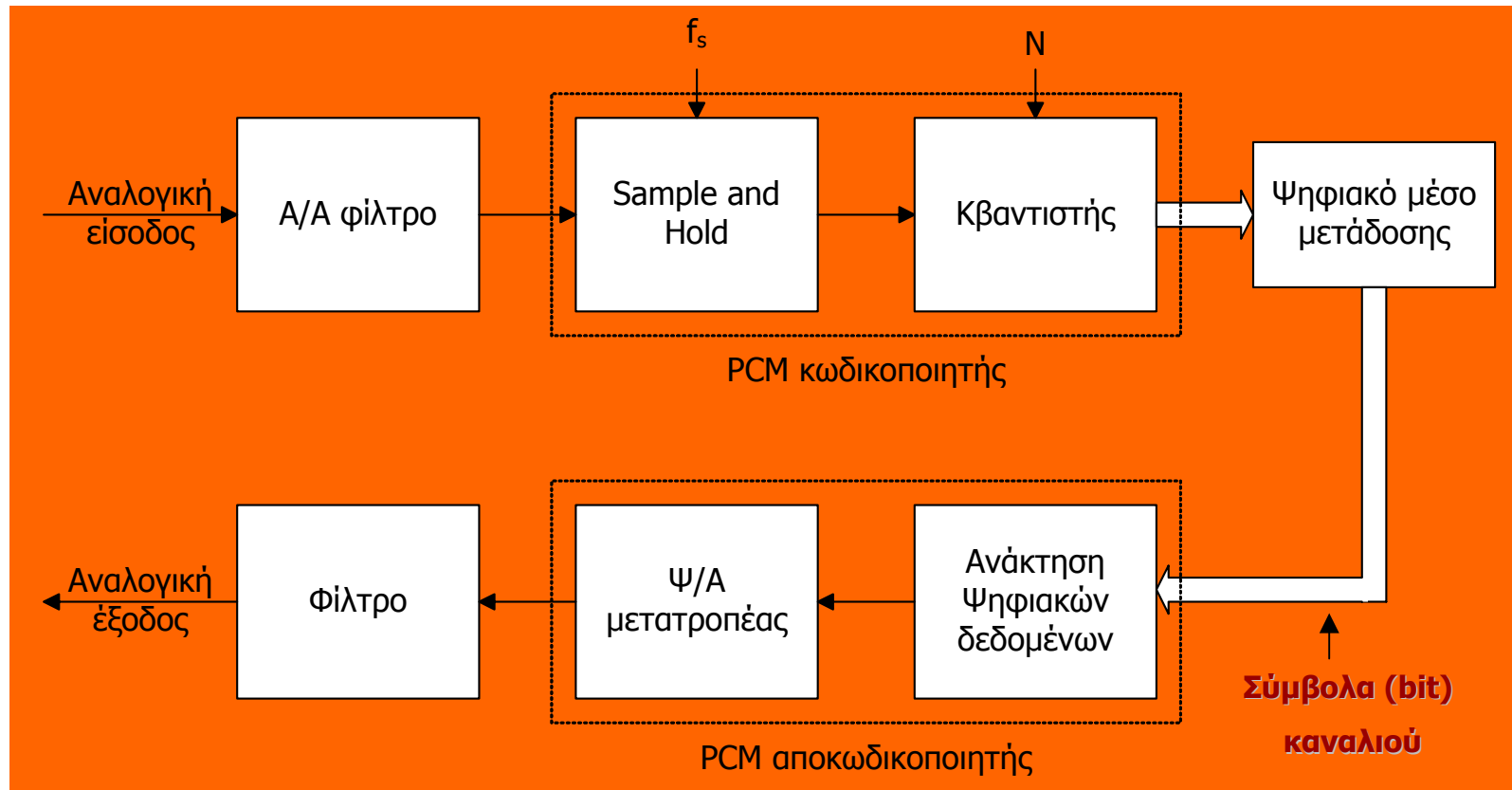
Διάγραμμα κωδικοποιήσεων ψηφιακού ήχου



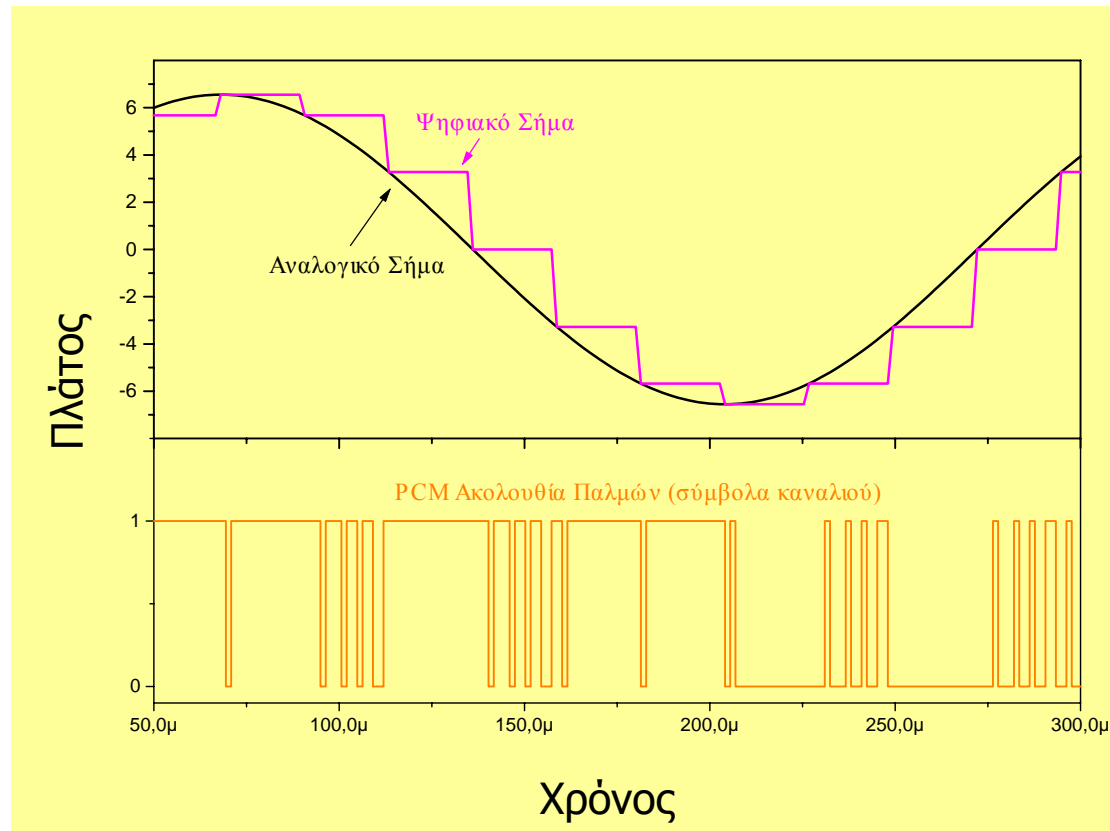
Η κωδικοποίηση PCM

- Παλμοκωδική διαμόρφωση (Pulse Code Modulation, PCM)
 - Η πλέον διαδεδομένη μορφή ψηφιακής κωδικοποίησης
 - Απλή υλοποίηση
 - Μικρή (σχεδόν μηδενική) καθυστέρηση στον κωδικοποιητή
 - Ιδιαίτερα ευαίσθητη σε σφάλματα μετάδοσης (bit error rate)
- Βασικές παράμετροι κωδικοποίησης
 - Συχνότητα δειγματοληψίας (f_s – Hz)
 - Αριθμός δειγμάτων ανά δευτερόλεπτο
 - Ευκρίνεια κβαντισμού (N - bit)
 - Αριθμός bit ανά δείγμα

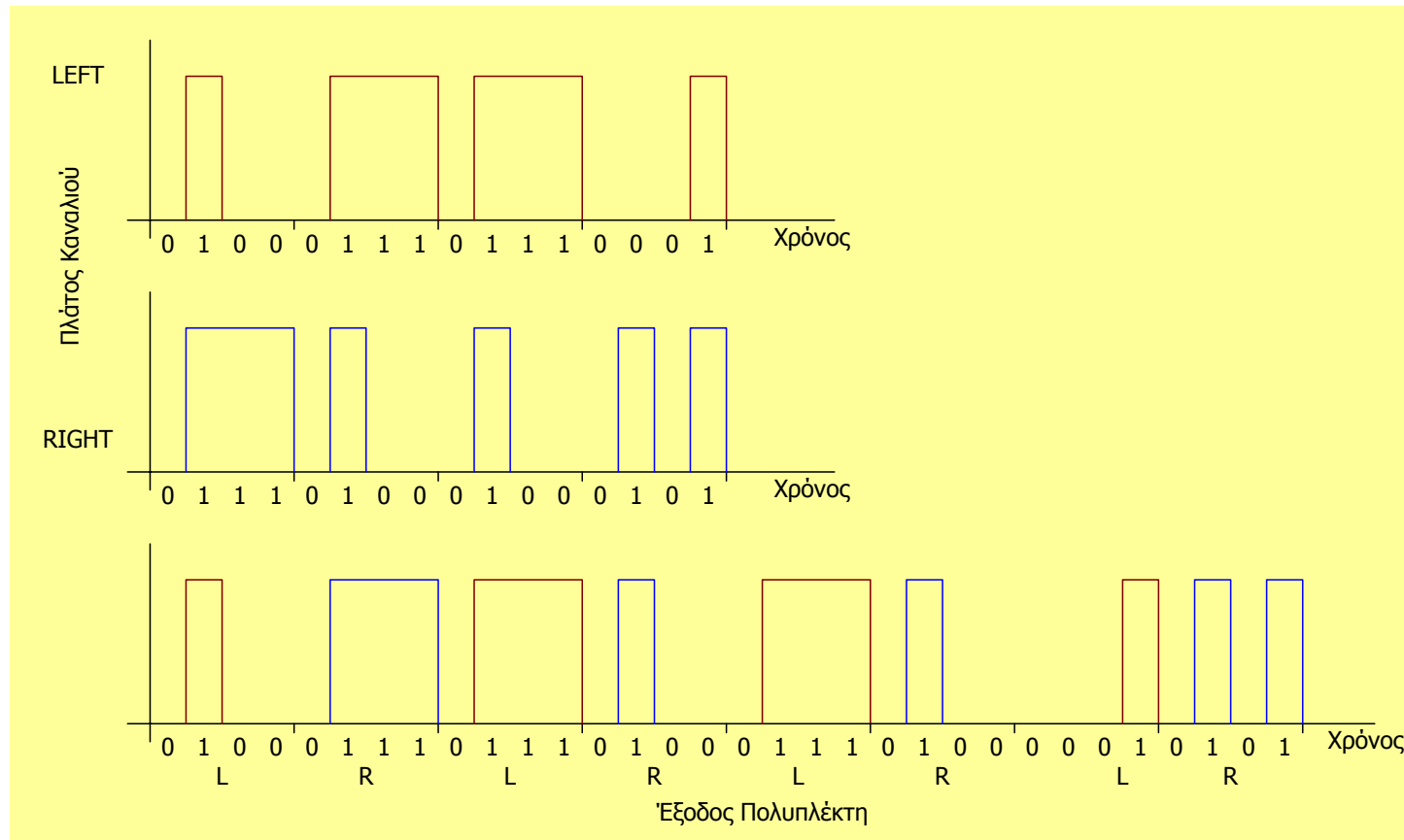
Η κωδικοποίηση PCM (συν.)



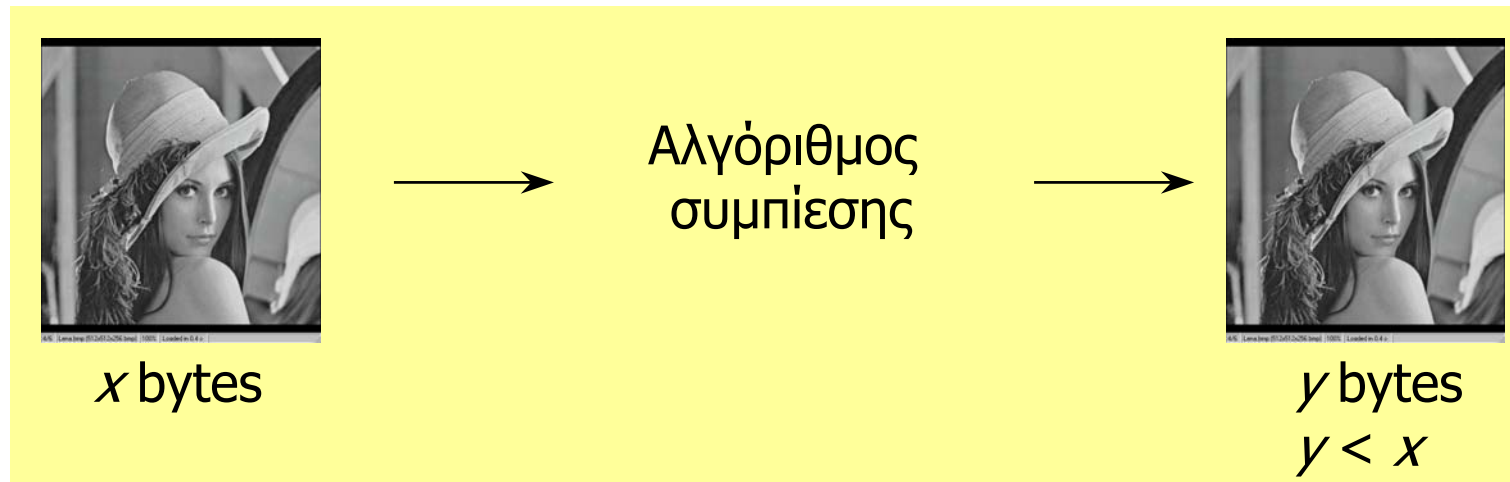
Παράδειγμα PCM κωδικοποίησης (συν.)



Πολύπλεξη PCM καναλιών



Τι είναι συμπίεση δεδομένων γενικά;



- Λόγος συμπίεσης $C = y/x$
 - Π.χ. Εάν $y=5\text{MB}$ και $x=10\text{MB}$, $C=2:1$
- Γιατί συμπίεση;
 - Μειωμένες απαιτήσεις αποθήκευσης και ταχύτητας μετάδοσης
- Απωλεστική (lossy) ή μη απωλεστική (lossless) συμπίεση;
 - Εξαρτάται από την εφαρμογή (audio/video, data, κ.λ.π.)

Τεχνικές απωλεστικής συμπίεσης ηχητικών δεδομένων

- Συνεχής εξέλιξη από τη δεκαετία του 1960
- Αφαίρεση πλεονασμού από τα δεδομένα
 - Πλεονασμός λόγω θεωρήματος Nyquist
- Μείωση της υποκειμενικά μη ακουστής πληροφορίας
 - Τι ακούμε πραγματικά;
- Τεχνικές στο πεδίο του χρόνου (time domain)
- Τεχνικές στο πεδίο της συχνότητας (frequency domain)
 - Υποκειμενικές κωδικοποιήσεις
 - Λόγος συμπίεσης μεγαλύτερος από 10:1



Τεχνικές υποκειμενικής κωδικοποίησης

- MPEG - 1
- Dolby AC-2 (1989)
 - Εφαρμογές καλωδιακής τηλεόρασης
 - Ρυθμοί 128-192kbps (εύρος ζώνης 20kHz)
 - Χαμηλή πολυπλοκότητα και καθυστέρηση (7-60msec)
- Dolby AC-3
 - Εφαρμογές: HDTV, DVD-Video
 - Υποστήριξη πολυκάναλου ήχου
 - Ρυθμοί 32-640kbps
- ATRAC
 - Minidisk
 - Ρυθμός 140kbps ανά κανάλι



Τεχνικές υποκειμενικής κωδικοποίησης (συν.)

- MPEG-2
 - Εξέλιξη του MPEG-1
 - Υποστήριξη πολυκάναλου ήχου
 - MPEG-2 Advanced Audio Coding (1997)
 - Κωδικοποίηση ενός καναλιού στα 64kbps
 - Κωδικοποίηση 5.1 καναλιών στα 320kbps
- MPEG-4
 - Πρότυπο συμπίεσης για πολυμεσικές εφαρμογές
 - Υψηλό κέρδος συμπίεσης / καθολική προσηλασιμότητα
 - Χρήση κωδικοποίησης MPEG-2 AAC για ηχητικά δεδομένα
- Windows Media Audio (WMA)
- RealAudio
- mp3 surround



Άσκηση...

Task 1:

Κωδικοποιήστε ένα μουσικό κομμάτι από CD σε mp3 με ρυθμό 320, 192, 128 και 96kbps

Task 2:

Υπολογίστε και ακούστε τη διαφορά (σφάλμα συμπίεσης)



Απορίες - Ερωτήσεις; 

ΤΕΛΟΣ (για σήμερα...)



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΕΘΝΙΚΗΣ ΠΑΙΔΕΙΑΣ ΚΑΙ ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ ΕΠΕΑΕΚ



ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ
ΣΥΓΧΡΗΜΑΤΟΔΟΤΗΣΗ
ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

ΠΑΙΔΕΙΑ ΜΠΡΟΣΤΑ
2^ο Επιχειρησιακό Πρόγραμμα
Εκπαίδευσης και Αρχικής
Επαγγελματικής Κατάρτισης



Digital
Technology





Εισαγωγή στην ψηφιακή τεχνολογία

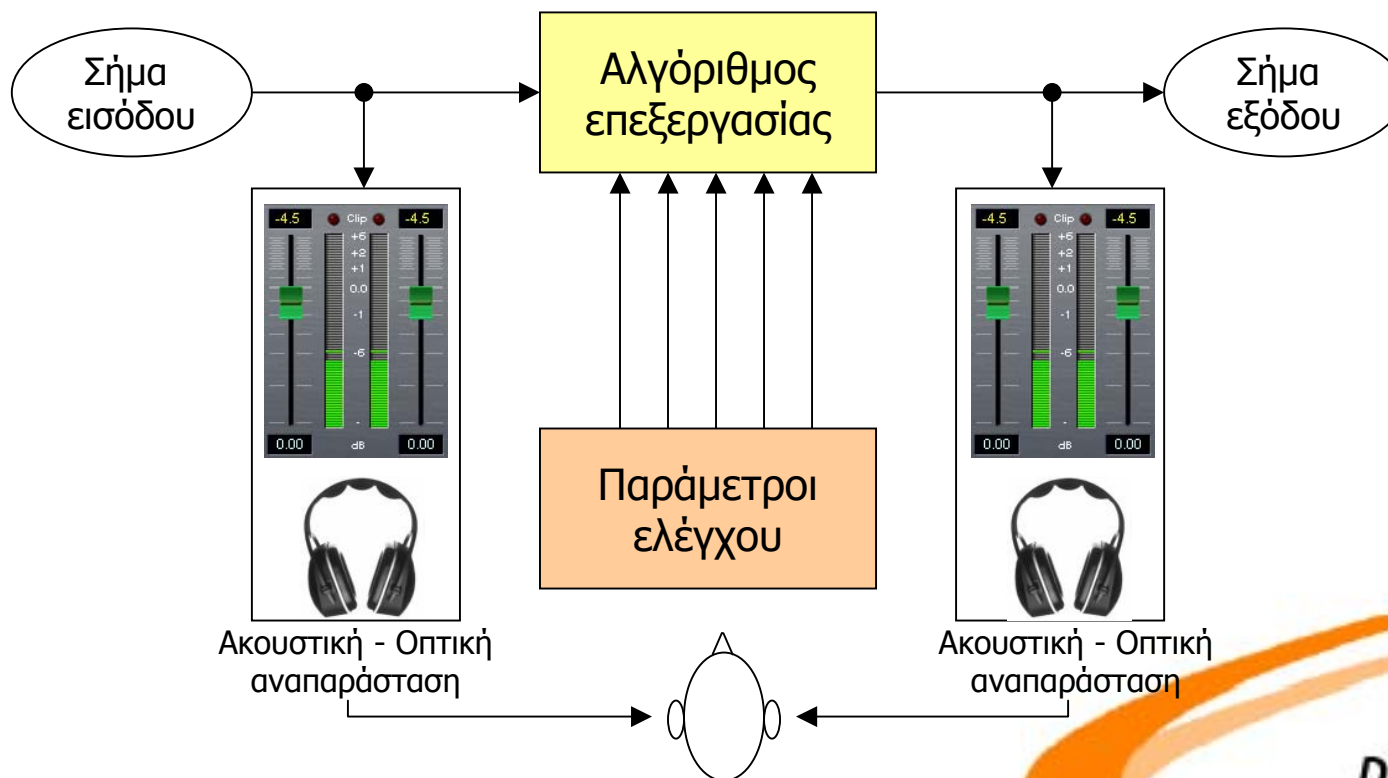
«Συστήματα ψηφιακής επεξεργασίας ήχου»

Φλώρος Ανδρέας
Δρ. Ηλ/γος Μηχ/κός και Τεχνολογίας Υπολογιστών



Αλγόριθμοι επεξεργασίας ηχητικού σήματος

- Η επεξεργασία του ψηφιακού σήματος υλοποιείται μέσω κατάλληλου αλγορίθμου



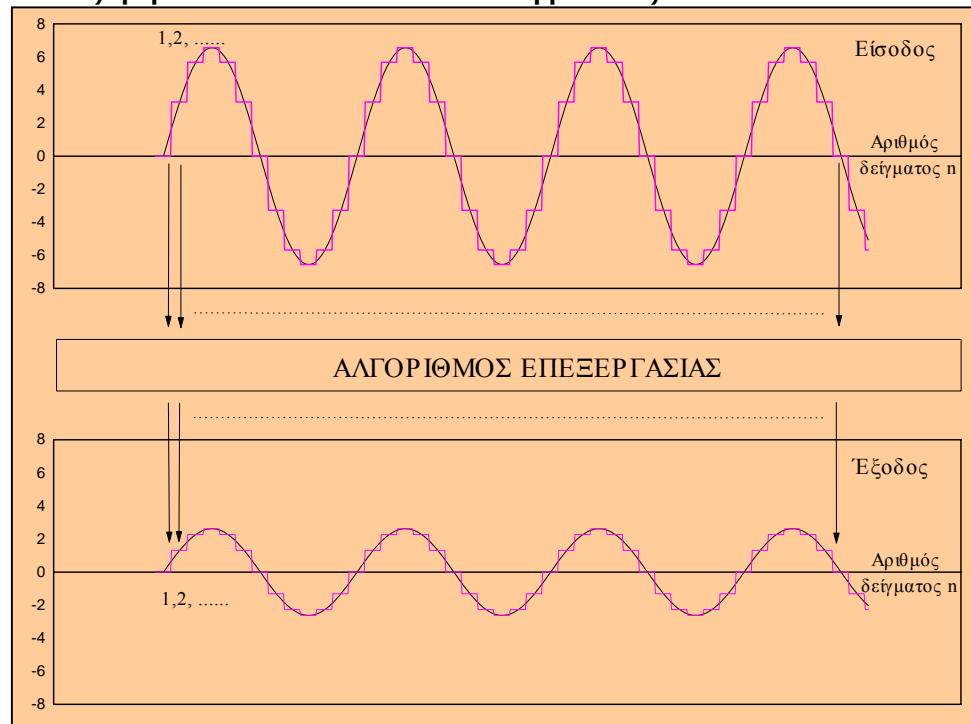
Κατηγορίες αλγορίθμων ψηφιακής επεξεργασίας

- Επεξεργασία σε επίπεδο
 - Δείγματος
 - Τμήματος (block)
- Υλοποίηση σε
 - Λογισμικό
 - Υλικό
- Προγραμματισμός αλγορίθμου επεξεργασίας
 - Σταθερού σημείου
 - Κινητής υποδιαστολής
- Ανάγκη για επεξεργασία σε πραγματικό χρόνο
 - $T_{exec} < T_s$ για επεξεργασία σε επίπεδο δείγματος
 - $T_{exec} < CT_s$ για επεξεργασία σε επίπεδο τμήματος



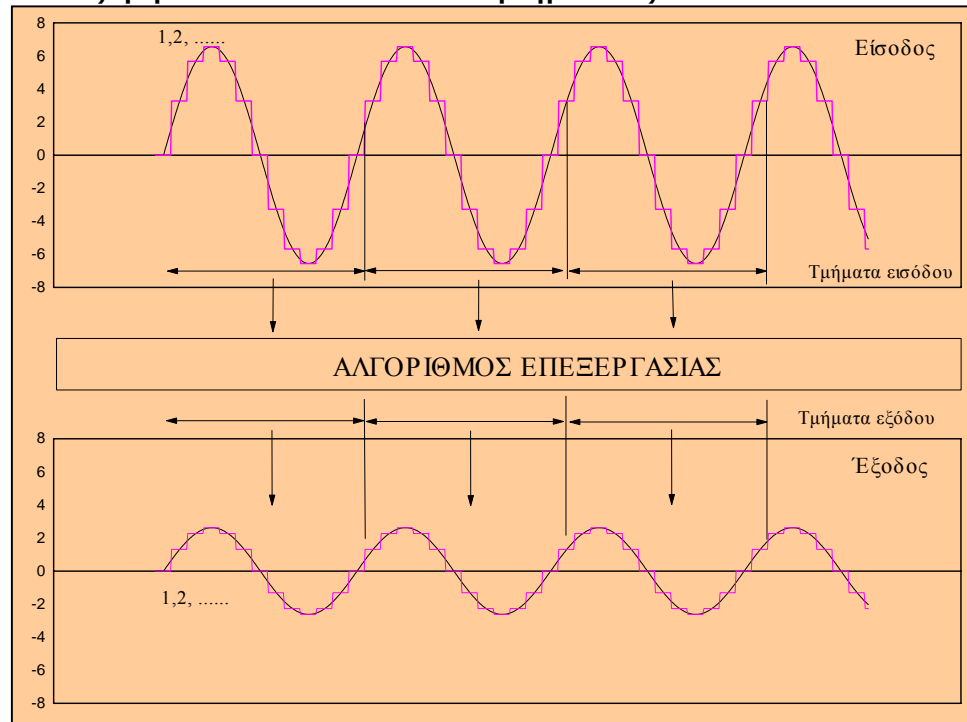
Παράδειγμα επεξεργασίας πραγματικού χρόνου

Επεξεργασία σε επίπεδο δείγματος



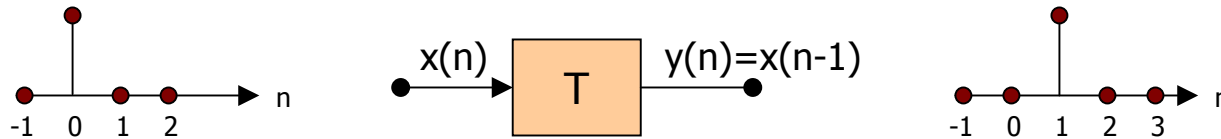
Παράδειγμα επεξεργασίας πραγματικού χρόνου

Επεξεργασία σε επίπεδο τμήματος



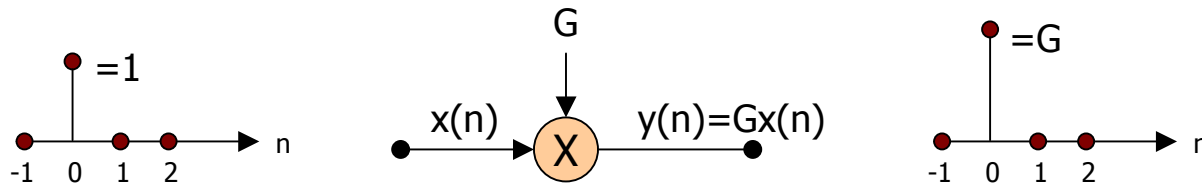
Περιγραφή αλγορίθμων επεξεργασίας σημάτων

- Γραφήματα ροής σήματος (Signal Flow Graphs)
 - Αναπαράσταση μαθηματικής σχέσης εισόδου – εξόδου με γραφικό τρόπο
- Αναπαράσταση καθυστέρησης ενός δείγματος
 - T η περίοδος δειγματοληψίας

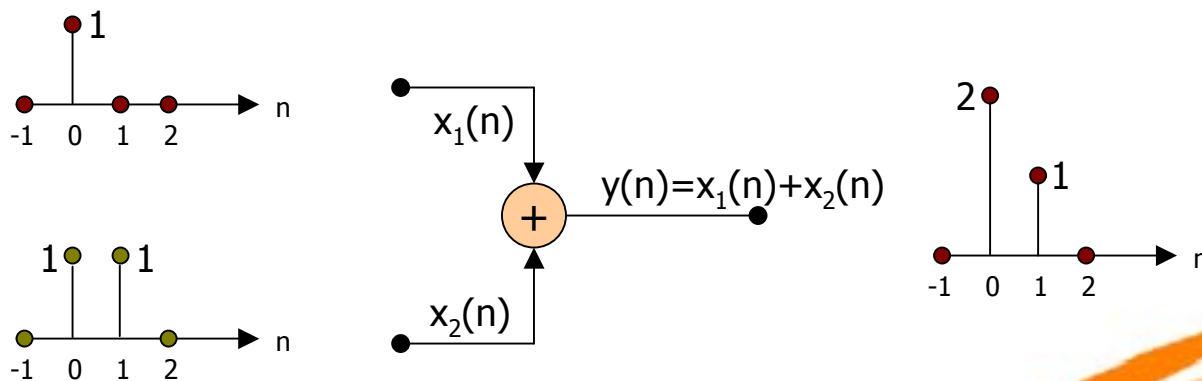


Περιγραφή αλγορίθμων επεξεργασίας σημάτων (συν.)

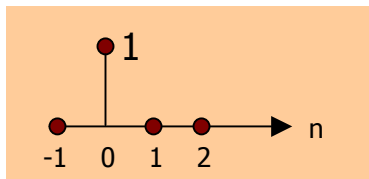
- Αναπαράσταση μεταβολής πλάτους ενός δείγματος
 - G : το κέρδος πλάτους



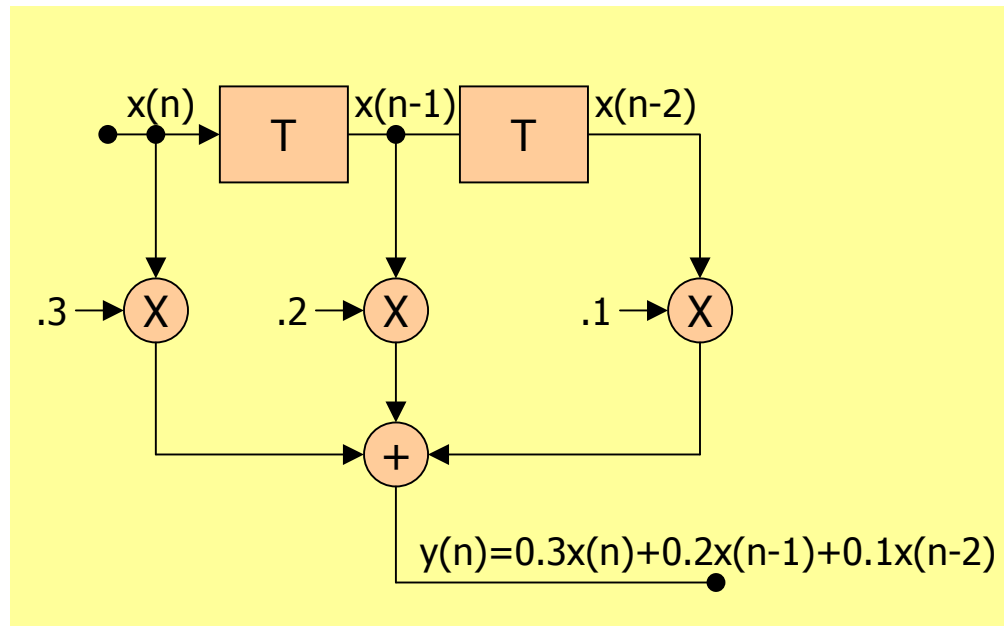
- Αναπαράσταση πρόσθεσης σημάτων



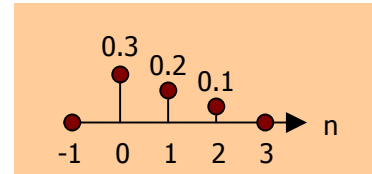
Παράδειγμα ψηφιακού συστήματος επεξεργασίας



Κρουστικό σήμα



Κρουστική απόκριση

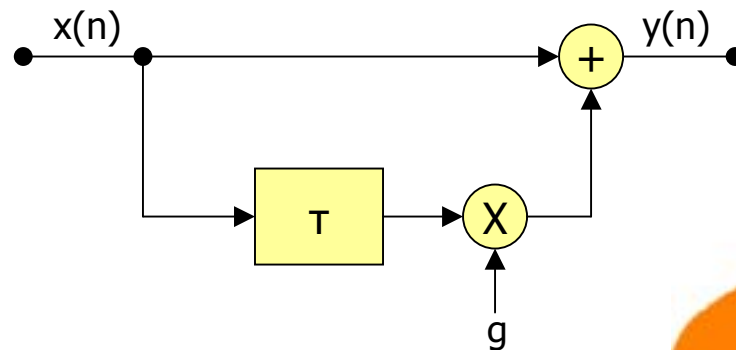


Εφαρμογές: Μονάδες καθυστέρησης

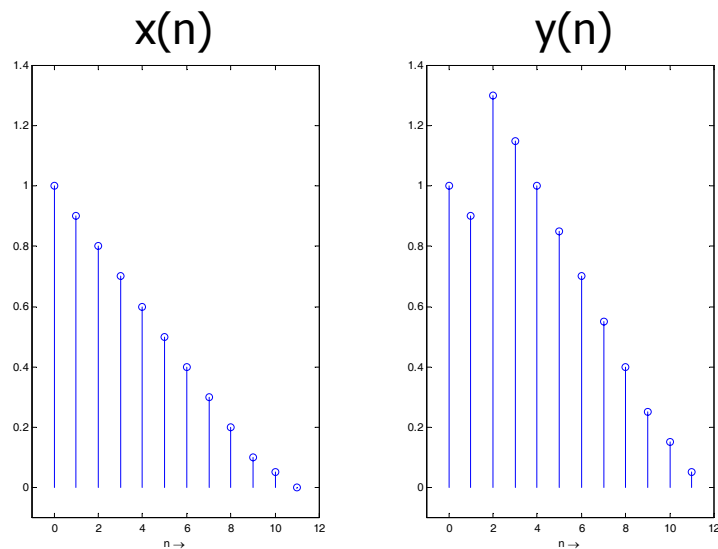
- Η μονάδα καθυστέρησης ορίζεται ως

$$y(n)=x(n)+gx(n-M)$$

- Παράμετροι της καθυστέρησης
 - g : σχετικό πλάτος του καθυστερημένου σήματος
 - M : την τιμή της καθυστέρησης ($=T/f_s$)

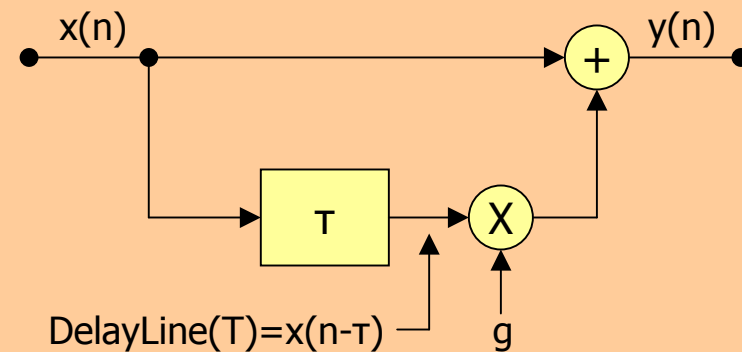


Εφαρμογές ψηφιακών φίλτρων: Μονάδες καθυστέρησης



$\tau=2, g=0.5$

```
DelayLine=zeros(T,1);  
for n=1:1:length(x)  
    y(n)=x(n)+g*DelayLine(T);  
    DelayLine=[x(n);DelayLine(1:T-1)];  
end
```



Demonstration

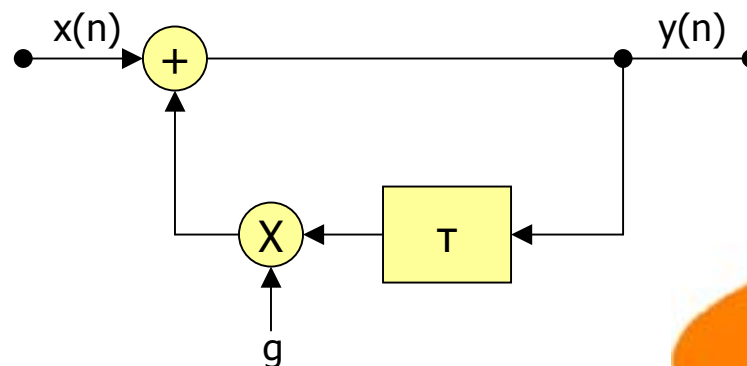
Drastiriotita1.m

Εφαρμογές ψηφιακών φίλτρων: Μονάδες καθυστέρησης

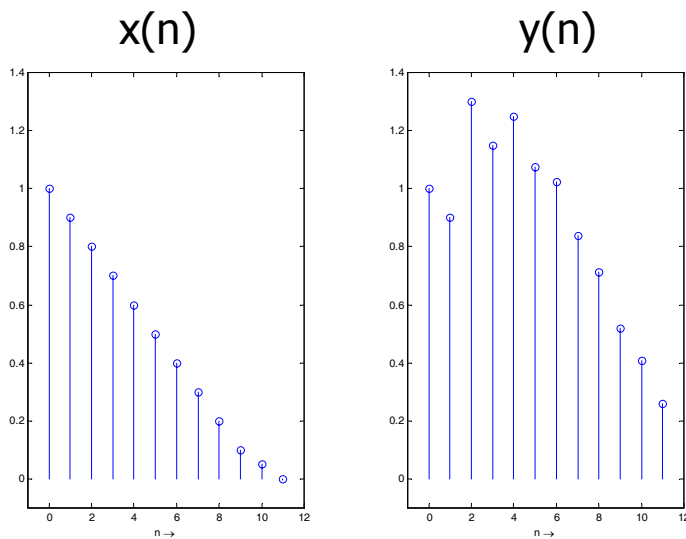
- Η μονάδα καθυστέρησης ορίζεται ως

$$y(n) = x(n) + gy(n-M)$$

- Παράμετροι της καθυστέρησης
 - g : σχετικό πλάτος του καθυστερημένου σήματος
 - M : την τιμή της καθυστέρησης ($=T/f_s$)

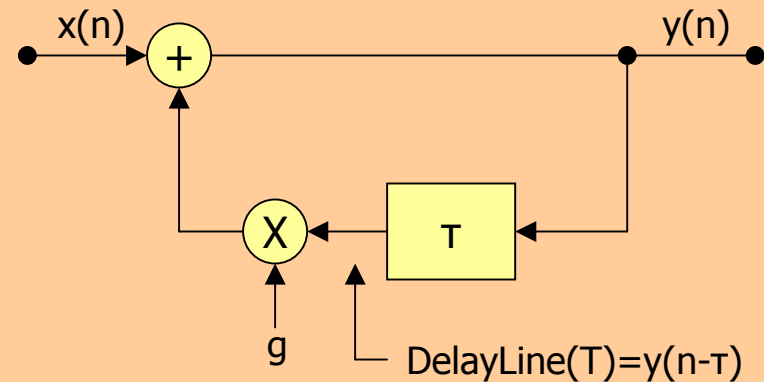


Εφαρμογές ψηφιακών φίλτρων: Μονάδες καθυστέρησης



$\tau=2, g=0.5$

```
DelayLine=zeros(T,1);  
for n=1:1:length(x)  
    y(n)=x(n)+g*DelayLine(T);  
    DelayLine=[y(n);DelayLine(1:T-1)];  
end
```



Demonstration

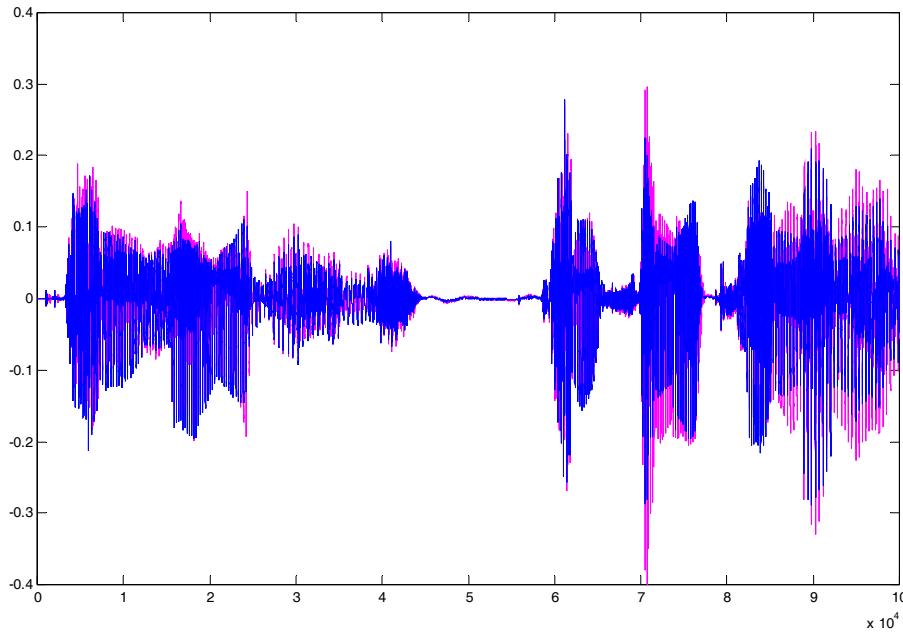
Drastiriotita1.m

Εφαρμογές ψηφιακών φίλτρων: Μονάδες καθυστέρησης

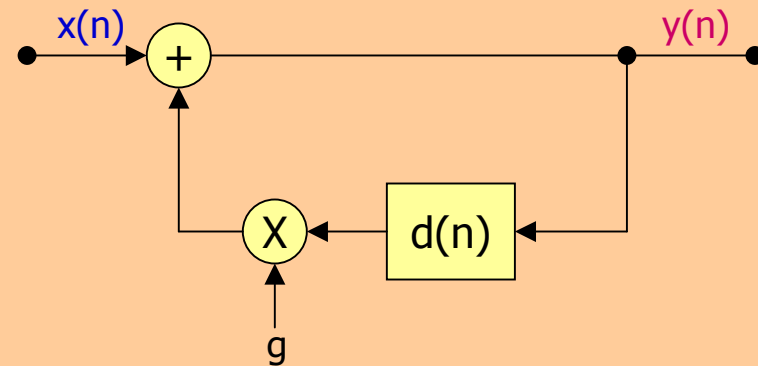
- Η κατάλληλη επιλογή της τιμής της καθυστέρησης τ/f_s μας δίνει μια ποικιλία από ψηφιακά συστήματα καθυστέρησης
 - $0 \leq \tau/f_s \leq 15\text{ms}$ και μεταβαλλόμενη ημιτονικά -> Flanging
 - $10 \leq \tau/f_s \leq 25\text{ms}$ και τυχαία μεταβαλλόμενη -> Chorus
 - $25 \leq \tau/f_s \leq 50\text{ms}$ (σταθερή) -> Slapback
 - $\tau/f_s > 50\text{ms}$ (σταθερή) -> Echo



Εφαρμογές ψηφιακών φίλτρων: Flanging



```
for n=1:T,  
    y(n)=x(n);  
end;  
for n=T+1:length(x),  
    d(n)=abs(round(T*cos(2*pi*n/(N-T-1))));  
    y(n)=x(n)+g*x(n-d(n));  
end;
```

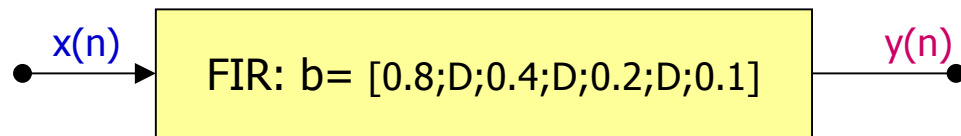


Demonstration

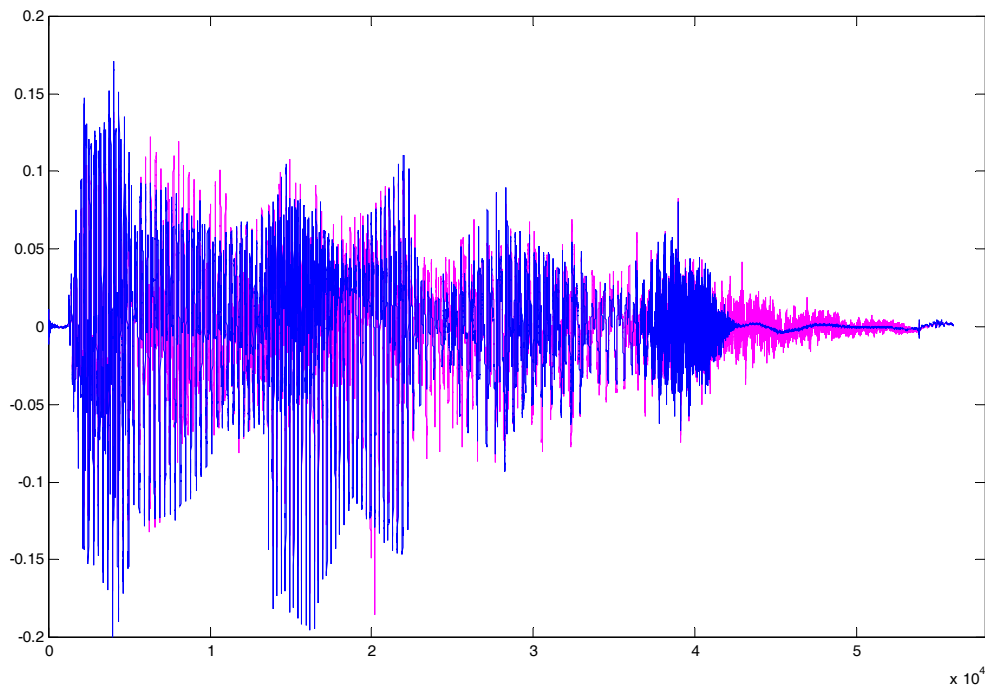
Αρχικό

Επεξεργασμένο

Εφαρμογές ψηφιακών φίλτρων: Μονάδες αντήχησης



```
D=zeros(2000,1);  
b=[0.8;D;0.4;D;0.2;D;0.1];  
y=filter(b,1,x);
```



Demonstration

Αρχικό

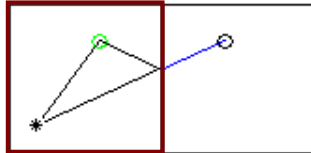
Επεξεργασμένο



Εφαρμογές ψηφιακών φίλτρων: Μονάδες αντήχησης

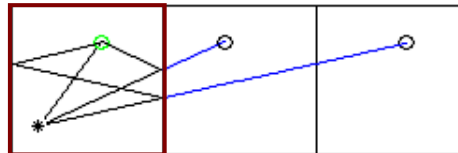
- Εκτίμηση της κρουστικής απόκρισης ενός χώρου
 - Μέθοδος των ειδώλων

Κάτοψη



Είδωλο 1^{ης} τάξης

Κάτοψη

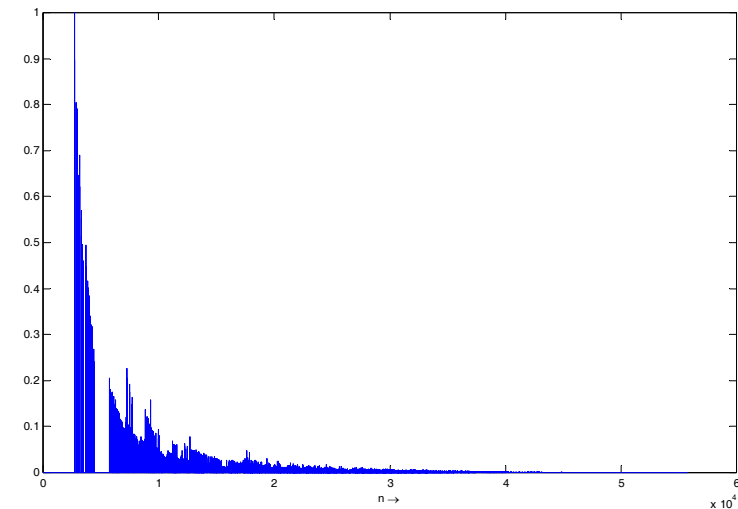


Είδωλο 2^{ης} τάξης

Αναπαράσταση ειδώλων (X-Y)

○	○	○	○	○
○	○	○	○	○
○	○	*	○	○
○	○	○	○	○
○	○	○	○	○

```
h=RoomImpulse(fs,mic,n,r,rm,src);
```



Demonstration

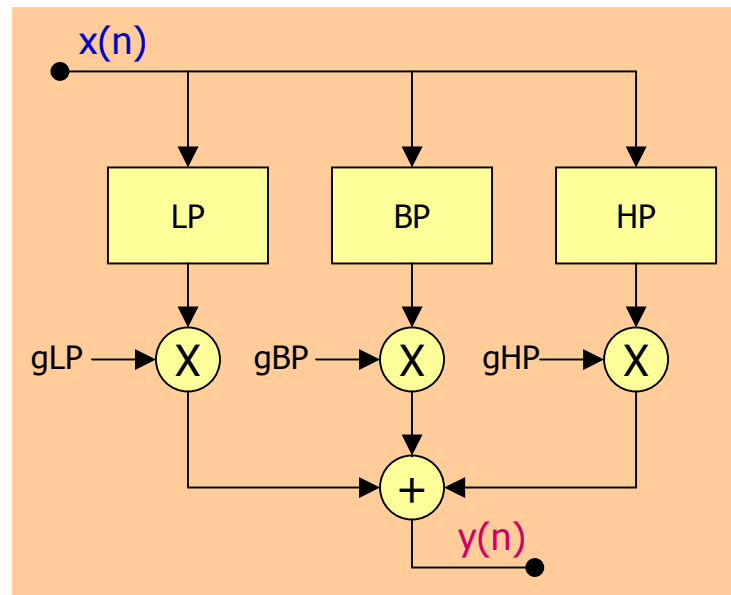
Αρχικό

Επεξεργασμένο



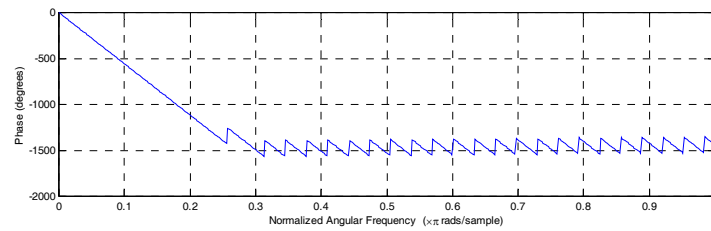
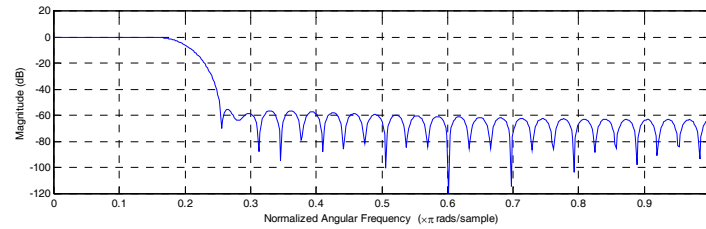
Εφαρμογές ψηφιακών φίλτρων: Ισοσταθμιστές

- Απλός ισοσταθμιστής τριών περιοχών

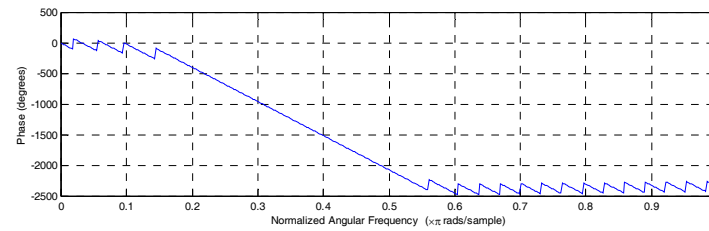
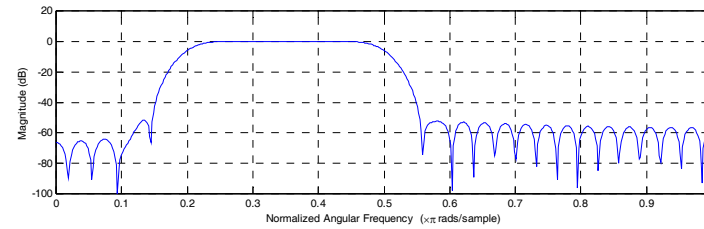


Εφαρμογές ψηφιακών φίλτρων: Ισοσταθμιστές (συν.)

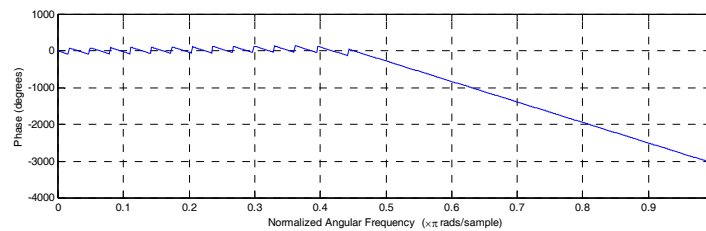
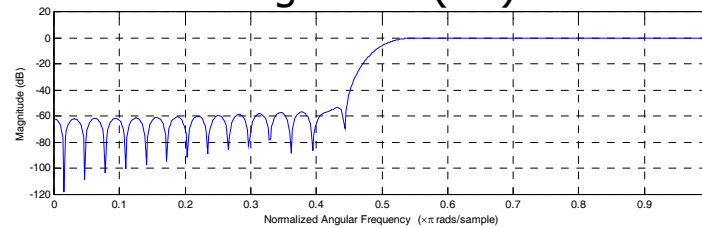
Low Pass (LP)



Band Pass (BP)

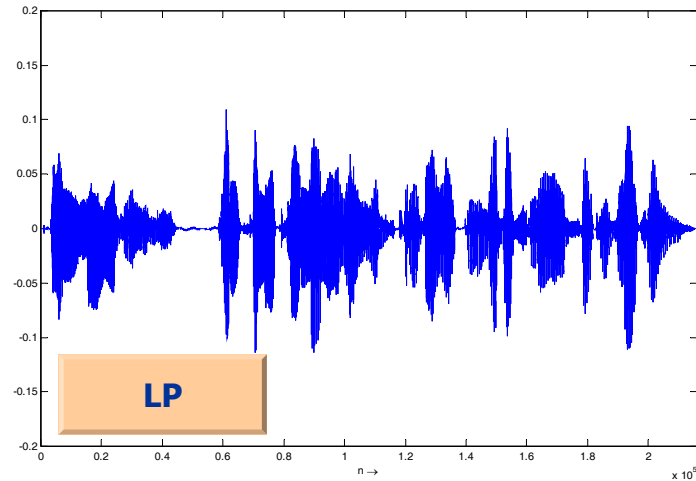


High Pass (HP)

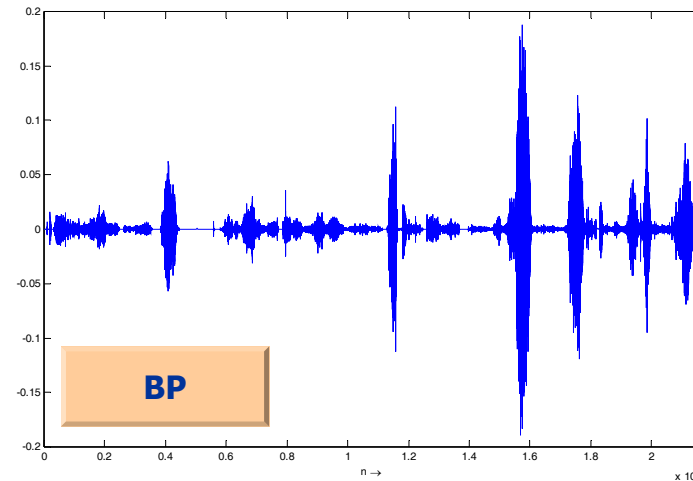


Εφαρμογές ψηφιακών φίλτρων: Ισοσταθμιστές (συν.)

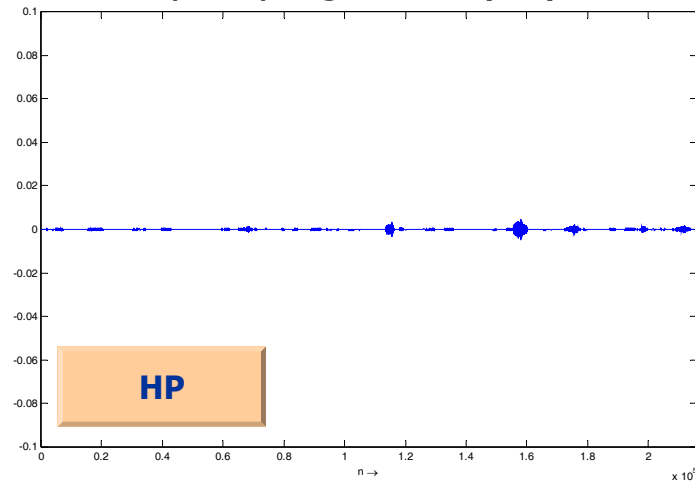
Έξοδος Low Pass (LP)



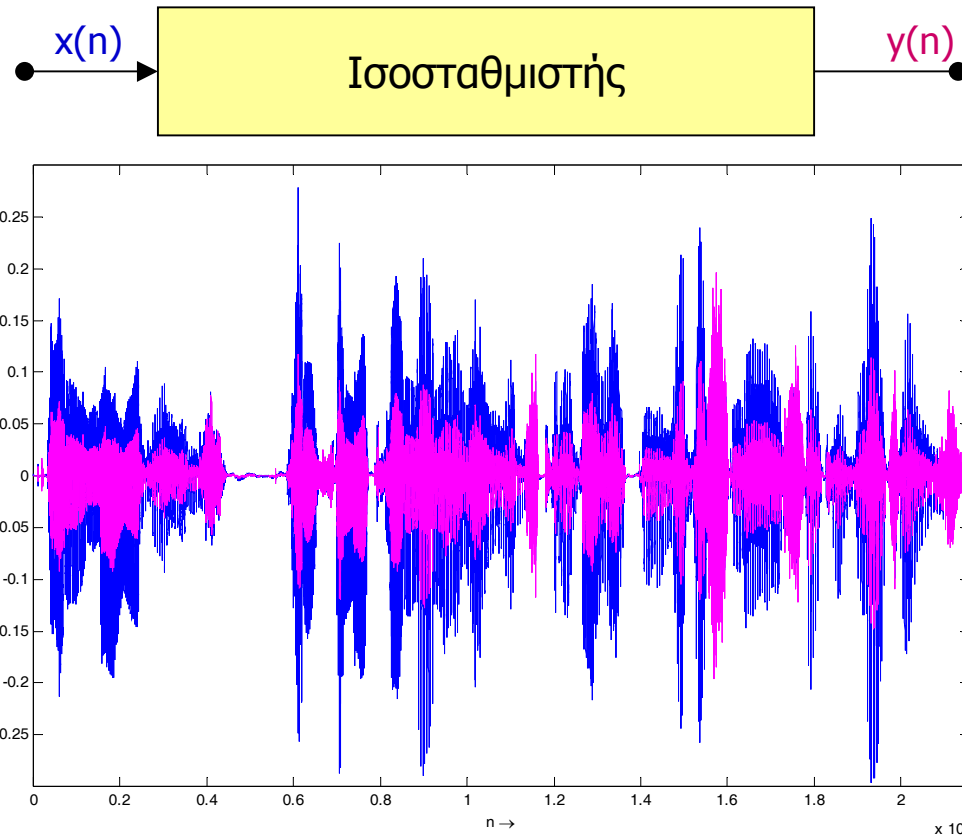
Έξοδος Band Pass (BP)



Έξοδος High Pass (HP)



Εφαρμογές ψηφιακών φίλτρων: Ισοσταθμιστές (συν.)



Demonstration

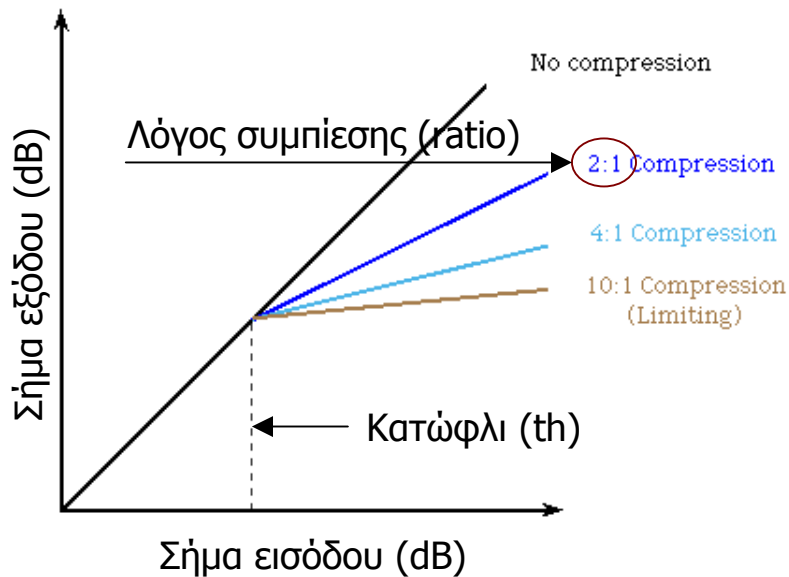
Αρχικό

Επεξεργασμένο

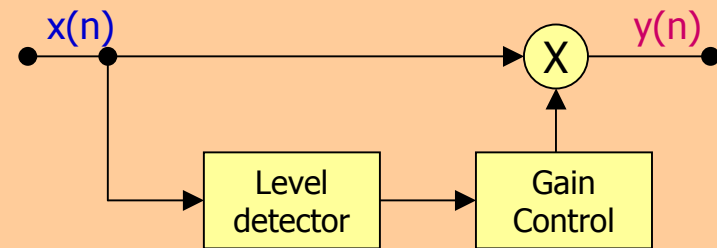


Επεξεργαστές δυναμικής περιοχής: Compressors

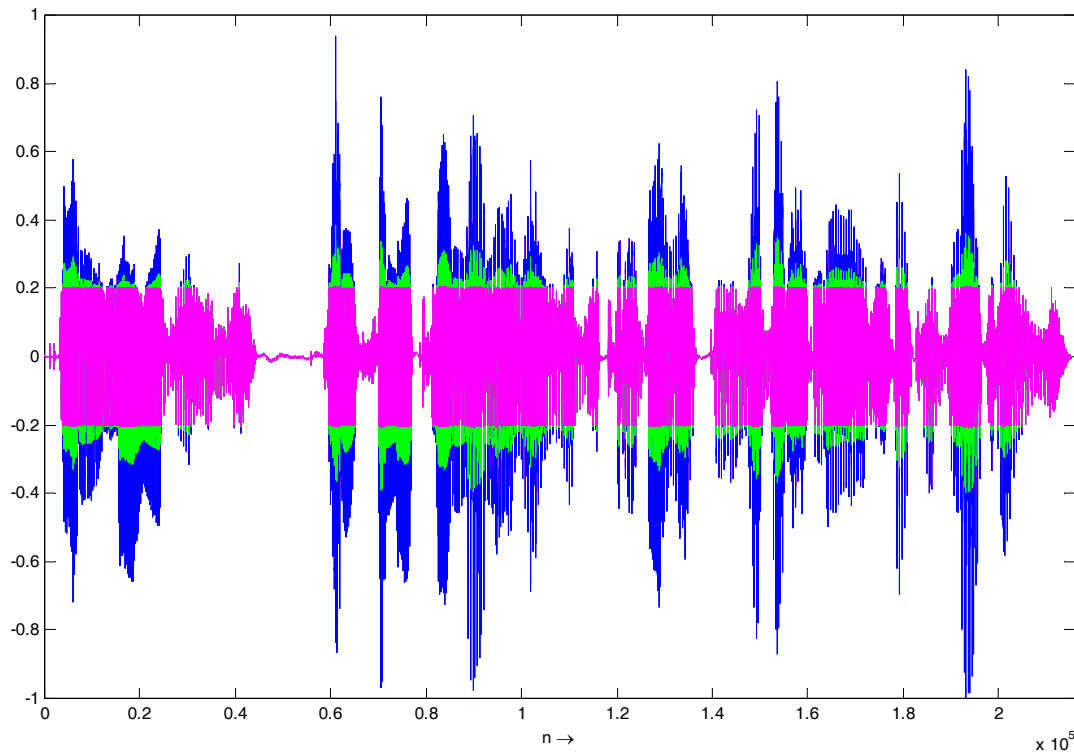
- Μείωση πλάτους μεγάλων τιμών του σήματος
 - Οι μικρές τιμές πλάτους δεν επηρεάζονται



```
idx = find(abs(x)>th);  
y(idx) = ((abs(x(idx))-th)/ratio+th);  
y(idx) = y(idx).*sign(x(idx));
```



Επεξεργαστές δυναμικής περιοχής: Compressors (συν.)



$x(n)$

$y(n)$ (th=0.2, ratio=4)

$y(n)$ (th=0.2, ratio=100)

↓
Limiter

Demonstration

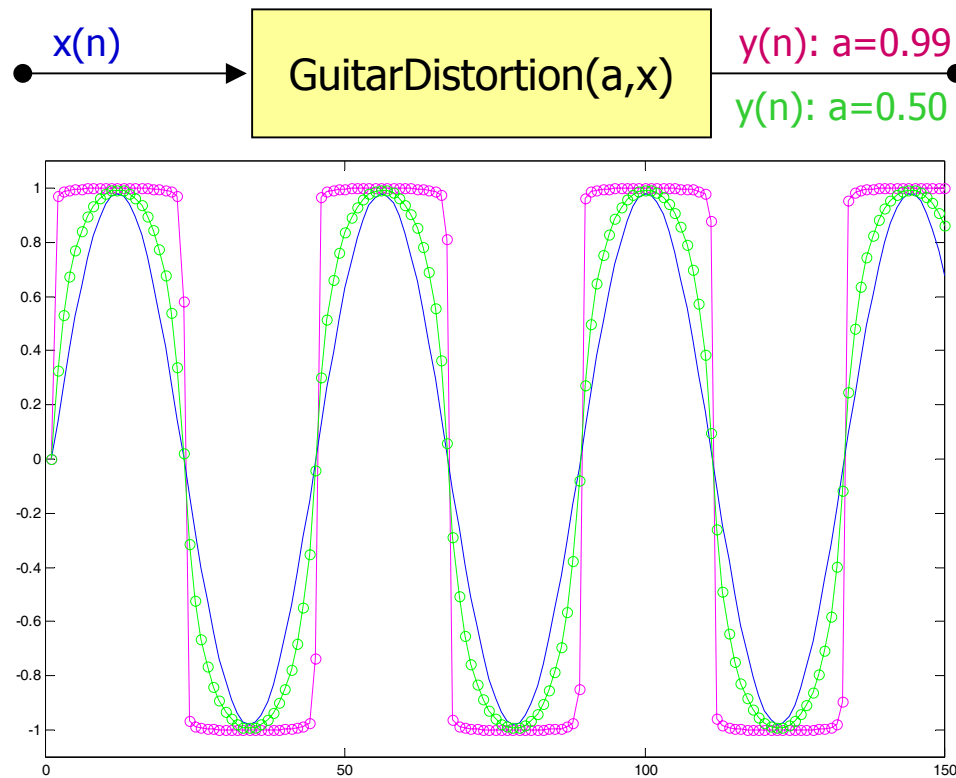
Αρχικό

Επεξεργασμένο

Επεξεργασμένο



Εφέ παραμόρφωσης κιθάρας



$$k = 2*a/(1-a);$$
$$x = (1+k)*(x)./(1+k*abs(x));$$

Demonstration

Αρχικό

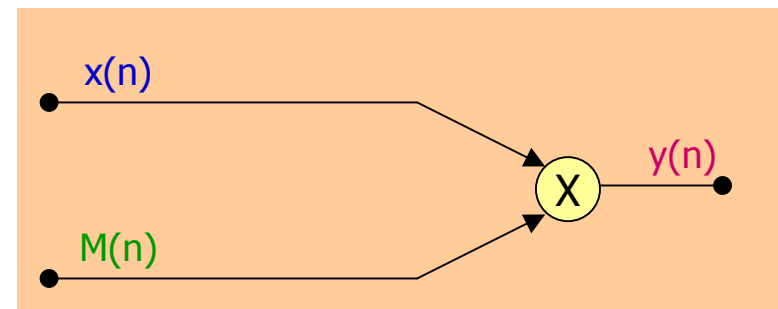
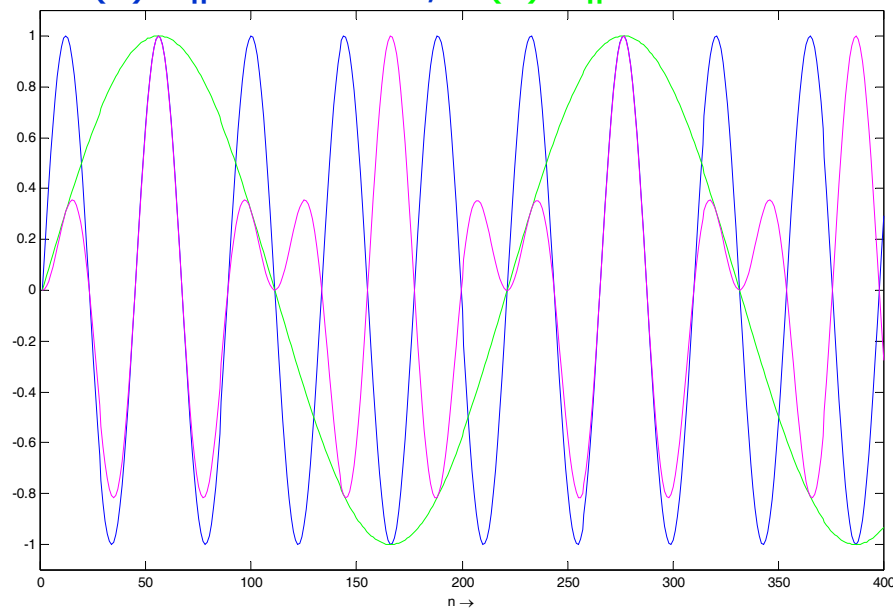
Επεξεργασμένο

Επεξεργασμένο



Ring Modulator

$x(n)$: ημίτονο 1kHz, $M(n)$: ημίτονο 200Hz



Demonstration

Αρχικό

100Hz

200Hz



ΤΕΛΟΣ (για σήμερα...)





Εισαγωγή στην ψηφιακή τεχνολογία

«Συστήματα ψηφιακής εικόνας και γραφικών»

Φλώρος Ανδρέας
Δρ. Ηλ/γος Μηχ/κός και Τεχνολογίας Υπολογιστών



Τι είναι «Εικόνα»;

- Η προβολή ενός αντικειμένου που βρίσκεται στο χώρο στο δισδιάστατο επίπεδο
 - Μπορεί να απεικονίζει μια δισδιάστατη ή τρισδιάστατη σκηνή



Αναπαράσταση ψηφιακών εικόνων

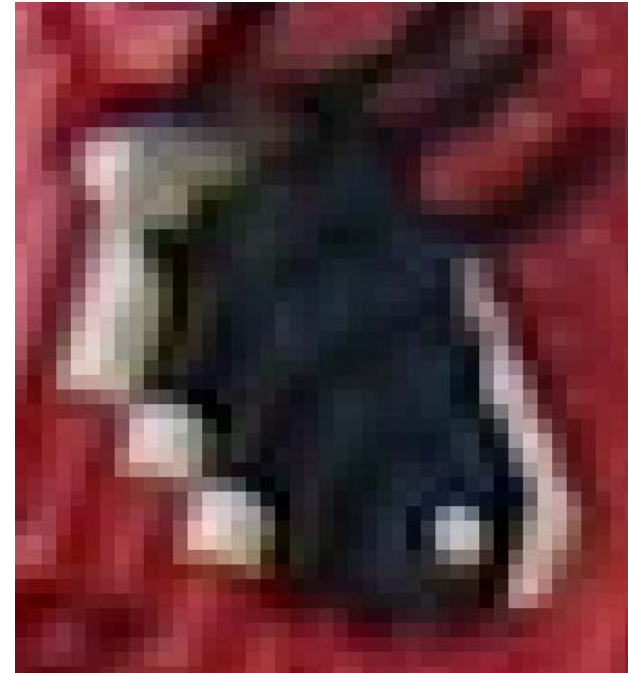


Δομή της ψηφιακής εικόνας

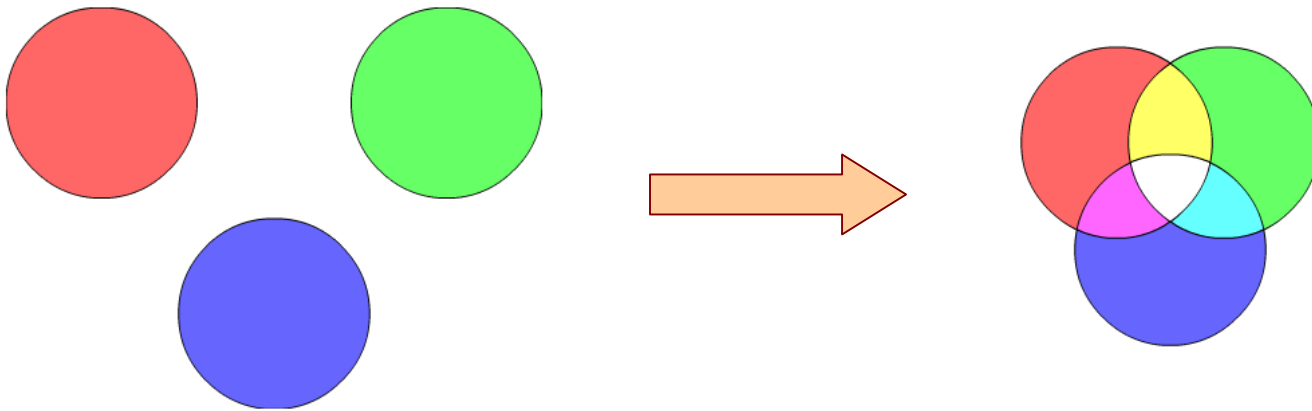


Η έννοια του pixel

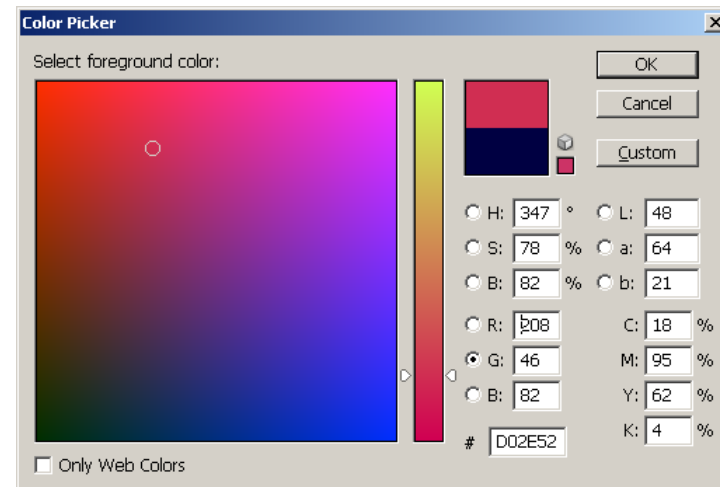
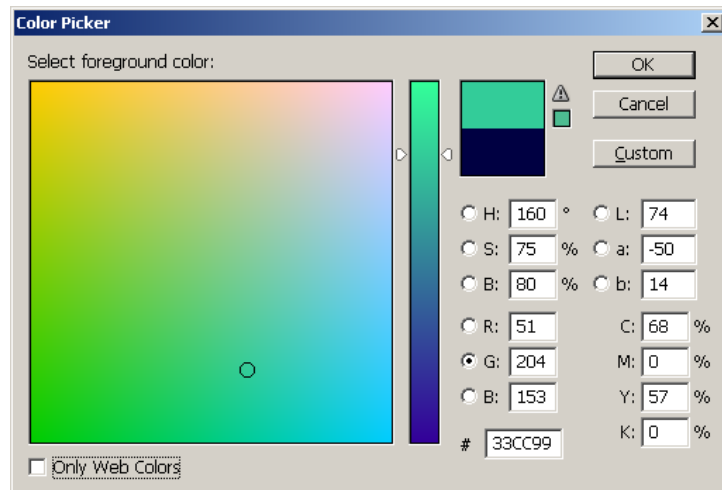
- Picture Element -> Pixel
- Κάθε pixel έχει ένα συγκεκριμένο χρώμα
 - Μία κβαντισμένη τιμή
- Το κάθε χρώμα αναπαράγεται ως ο συνδιασμός τριών βασικών χρωμάτων
 - Red (R)
 - Green (G)
 - Blue (B)



Η έννοια του pixel (συν.)



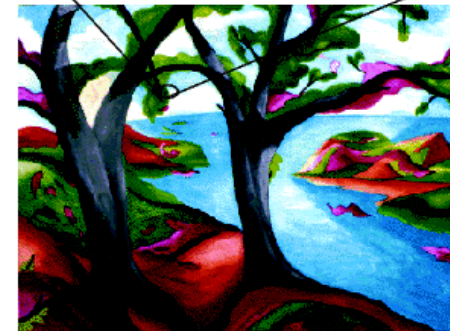
Η έννοια του pixel (συν.)



Εικόνες τύπου RGB

- Παράδειγμα
 - Έστω ότι κάθε βασικό χρώμα αναπαρίσταται από χρώμα 8bit
 - Τότε συνολικά το κάθε pixel είναι 24 bit
 - 24-bit χρώμα
 - Μια ασυμπίεστη εικόνα 640x480 θα έχει συνολικό μέγεθος
 - $640 \times 480 \times 24 = 460800 \text{ bits}$

	0.2235	0.1294	Blue	0.4196				
	0.5804	0.2902	0.0627	0.2902	0.2902	0.4824		
	0.5804	0.0627	0.0627	0.0627	0.2235	0.2588		
	0.5176	0.1922	0.0627	Green	0.1922	0.2588	0.2588	
	0.5176	0.1294	0.1608	0.1294	0.1294	0.2588	0.2588	
	0.5176	0.1608	0.0627	0.1608	0.1922	0.2588	0.2588	
	0.5490	0.2235	0.5490	Red	0.7412	0.7765	0.7765	902
	0.5490	0.3882	0.5176	0.5804	0.5804	0.7765	0.7765	196
	0.490	0.2588	0.2902	0.2588	0.2235	0.4824	0.2235	
	0.2235	0.1608	0.2588	0.2588	0.1608	0.2588		
	0.2588	0.1608	0.2588	0.2588	0.2588	0.2588		



Εικόνες Indexed

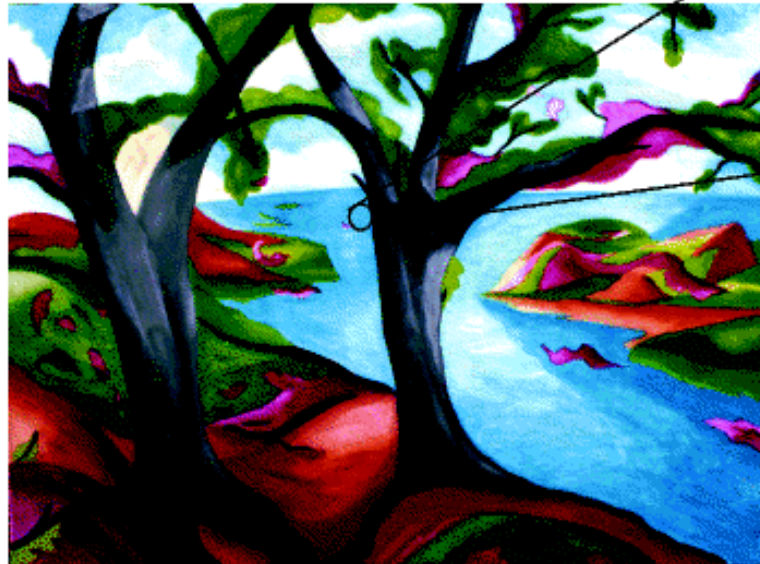
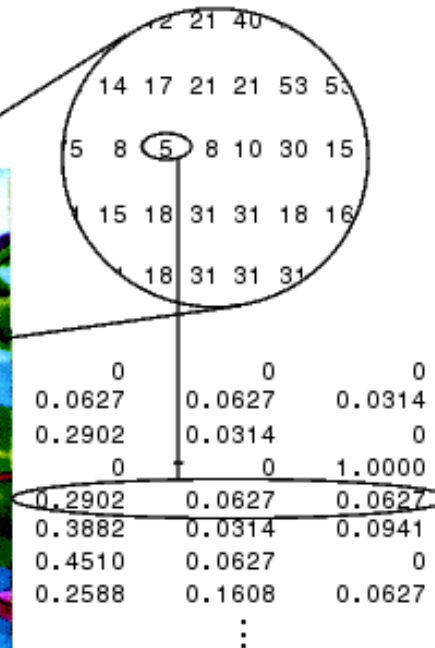
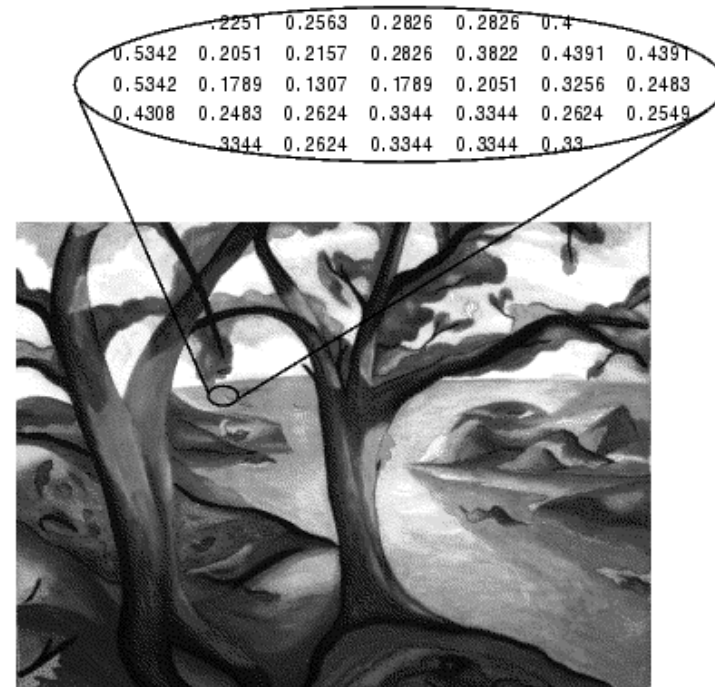


Image Courtesy of Susan Cohen



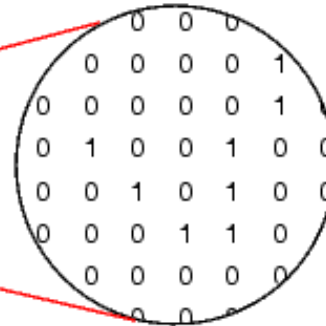
Εικόνα έντασης

- Intensity image
 - Gray scale
 - $I(r,c,)$ η συνάρτηση έντασης
- Τιμές έντασης ανάλογα με τον κβαντισμό
 - 256, 65535 κ.ο.κ.
 - Το «0» αντιστοιχεί στο μαύρο
 - Η μέγιστη τιμή αντιστοιχεί στο λευκό

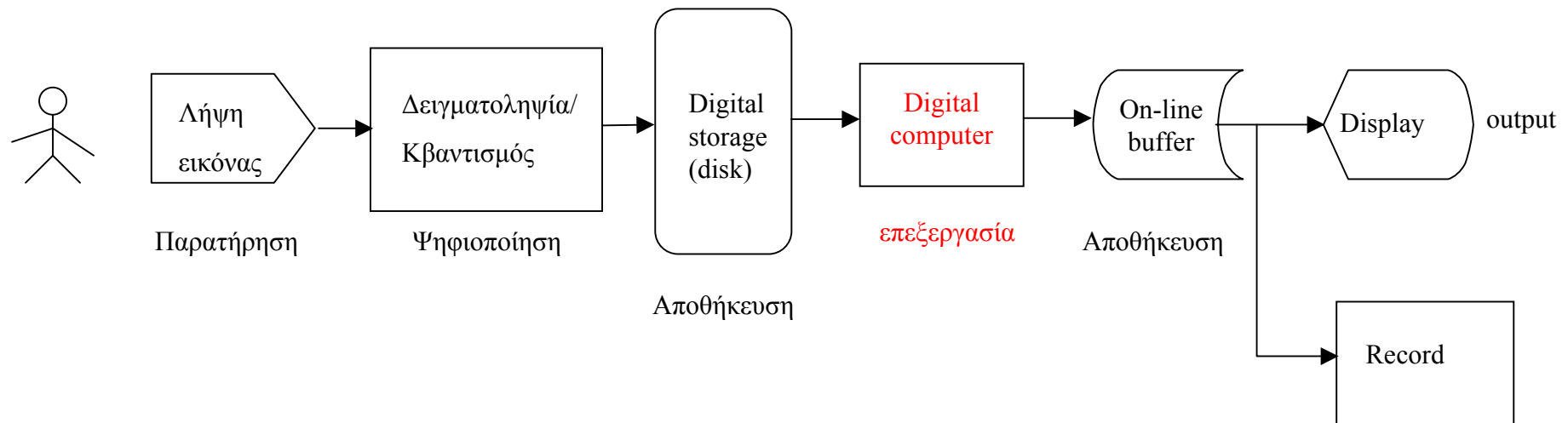


Διαδική εικόνα

- Binary image

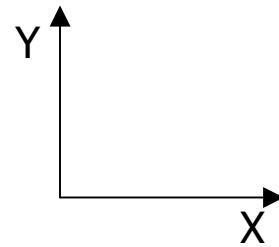


Μετατροπή από αναλογικό σε ψηφιακό



Δειγματοληψία

256x256



64x64



Δειγματοληψία (συν.)

$256 \times 256 =$
65.536 pixels



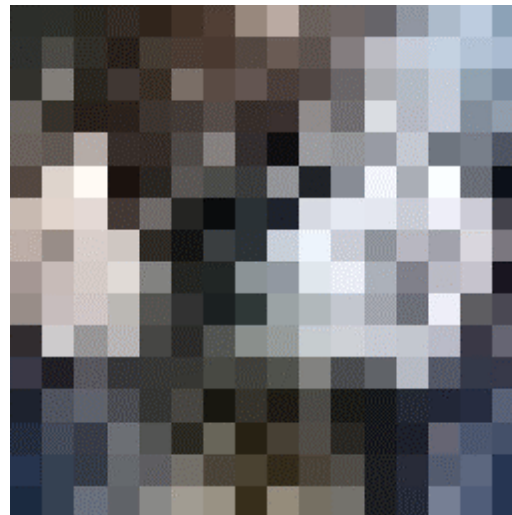
$128 \times 128 =$
16.384 pixels



$64 \times 64 =$
4.096 pixels

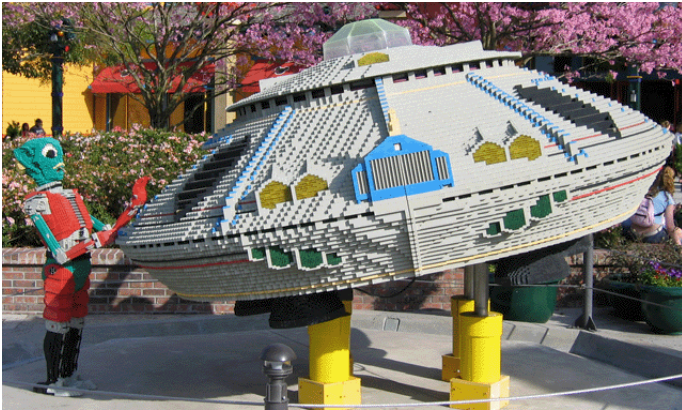


$16 \times 16 =$
256 pixels

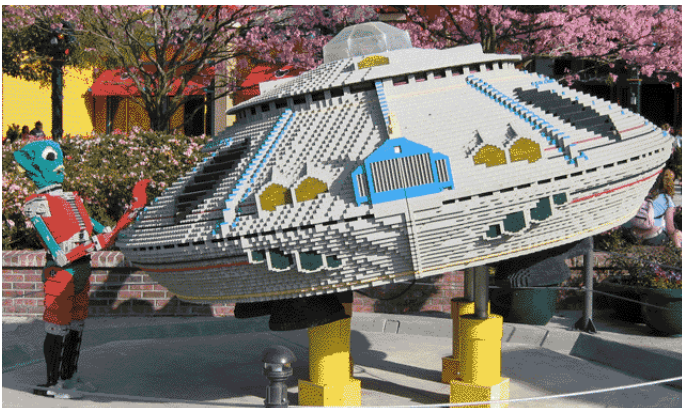


Κβαντισμός

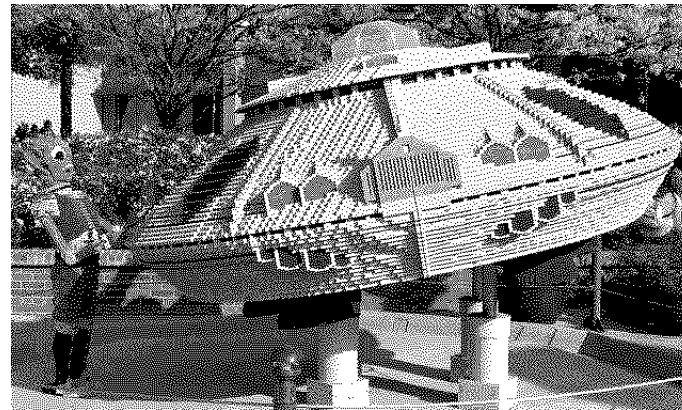
256 στάθμες



32 στάθμες



3 στάθμες



Κβαντισμός (συν.)



24 bit color



16 bit color



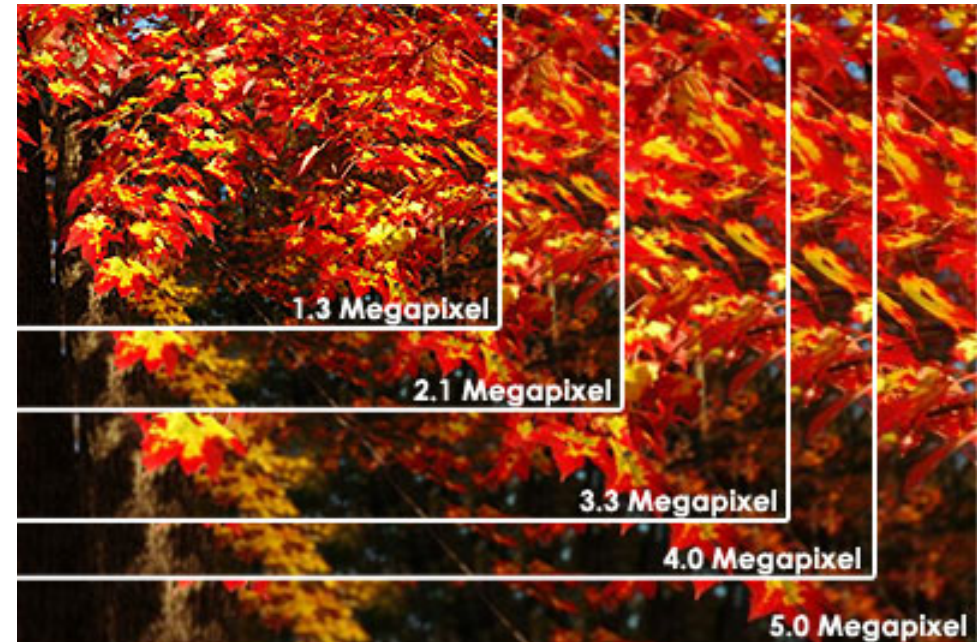
8 bit color



4 bit color

Η έννοια της ανάλυσης/ευκρίνειας

- Όσο περισσότερα pixels, τόσο μεγαλύτερη λεπτομέρεια...
- Τυπικές αναλύσεις
 - **640x480**, ιδανική για το web
 - **1216x912**, Megapixel cameras
 - **1600x1200**, εκτύπωση φωτογραφικής ποιότητας μέχρι 4x5"
 - **2240x1680**, 4Megapixel camera, εκτύπωση μέχρι 16x20"
 - **4064x2704**, 11.1Megapixel camera, εκτύπωση μέχρι 13.5x9"
- Η ποιότητα του φιλμ συγκρίνεται με ανάλυση της τάξης των 20Megapixel



Η έννοια της ανάλυσης/ευκρίνειας (συν.)

- VGA 0.3 Megapixels = 640×480
- SVGA 0.5 Megapixels = 800×600
- XGA 0.8 Megapixels = 1024×768 (αναφέρεται και ως XVGA)
- SXGA 1.3 Megapixels = 1280×1024
- UXGA 1.9 Megapixels = 1600×1200
- QXGA 3.1 Megapixels = 2048×1536
- QSXGA 5.2 Megapixels = 2560×2048



Συστήματα ψηφιοποίησης εικόνων



Σαρωτές (scanners)



©2001 HowStuffWorks

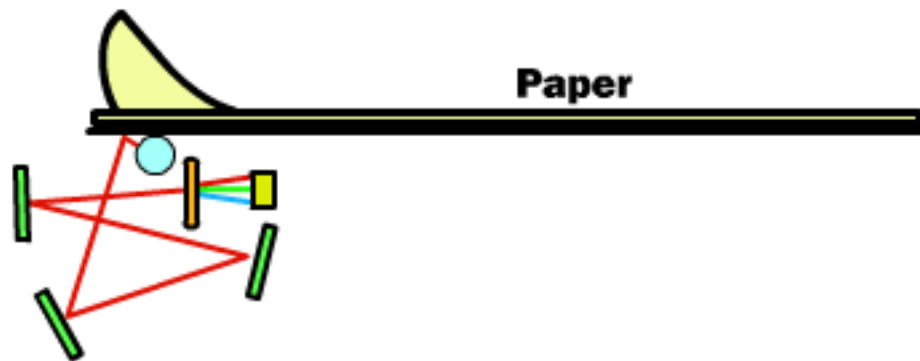
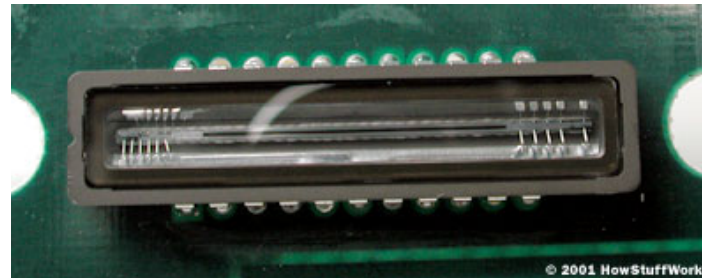


Digital
Technology



Σαρωτές (συν.)

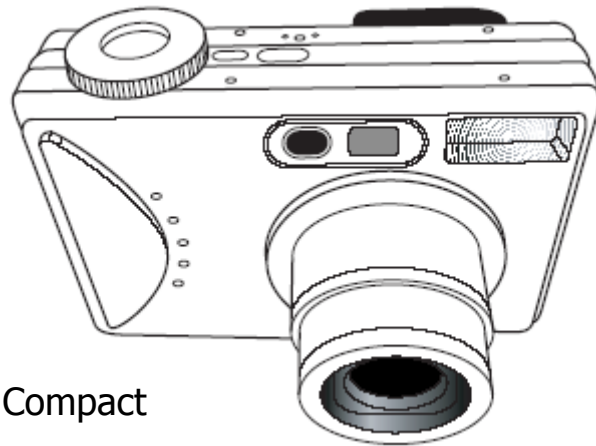
- Χρήση αισθητήρα CCD



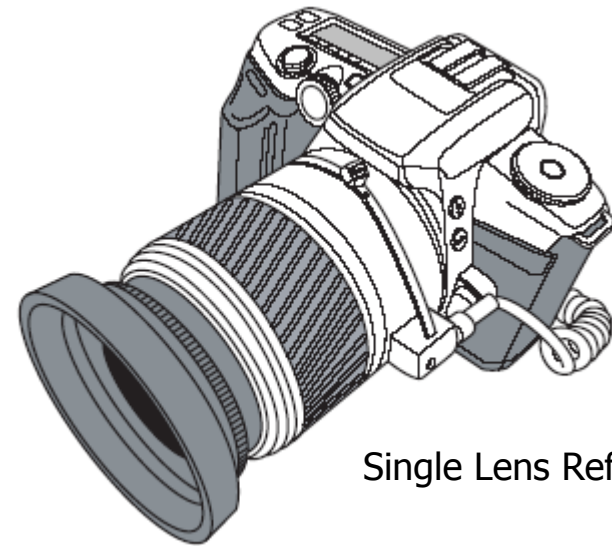
- Light
- Mirrors
- Lens
- Sensor
- Light Path

Ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές

- Αποθήκευση φωτογραφιών σε ψηφιακή μνήμη



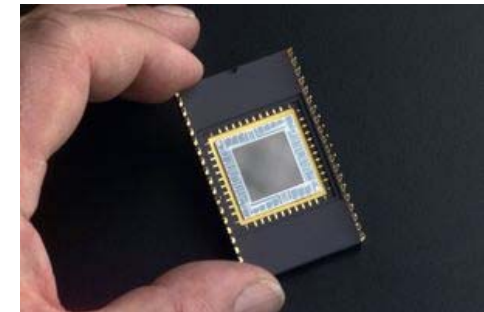
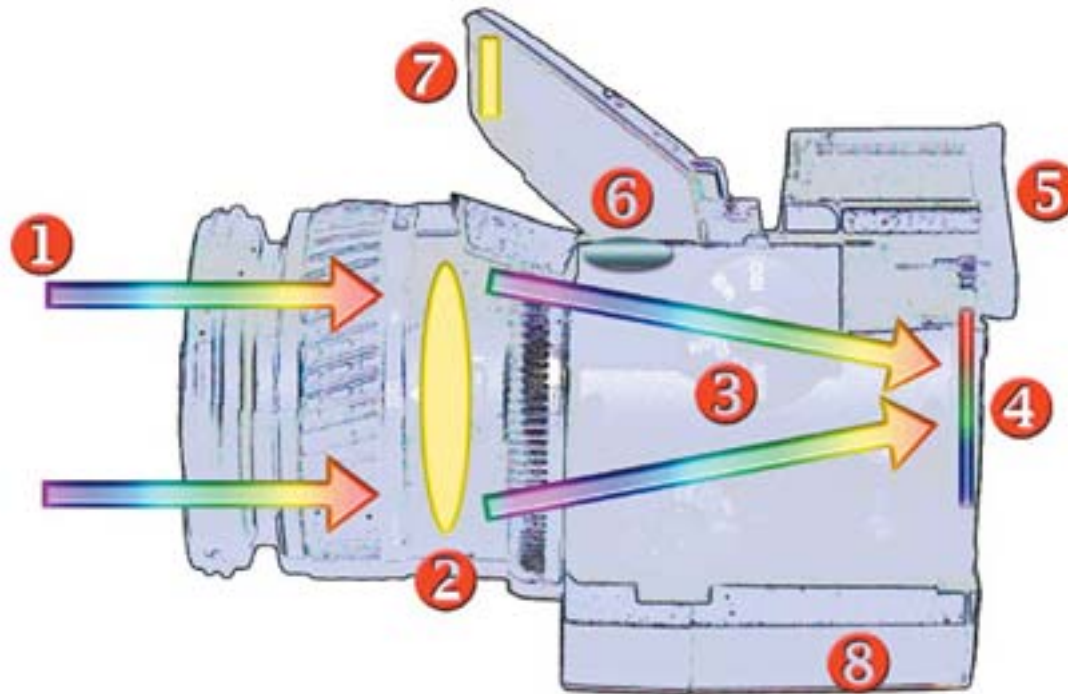
Compact



Single Lens Reflex (SLR)

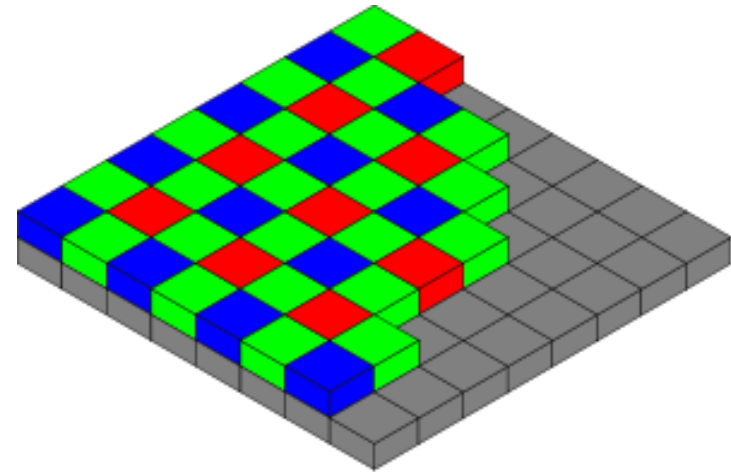
Ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές (συν.)

- Χρήσης αισθητήρα για μετατροπή εικόνας σε ψηφιακό σήμα
 - Charge coupled device (CCD)



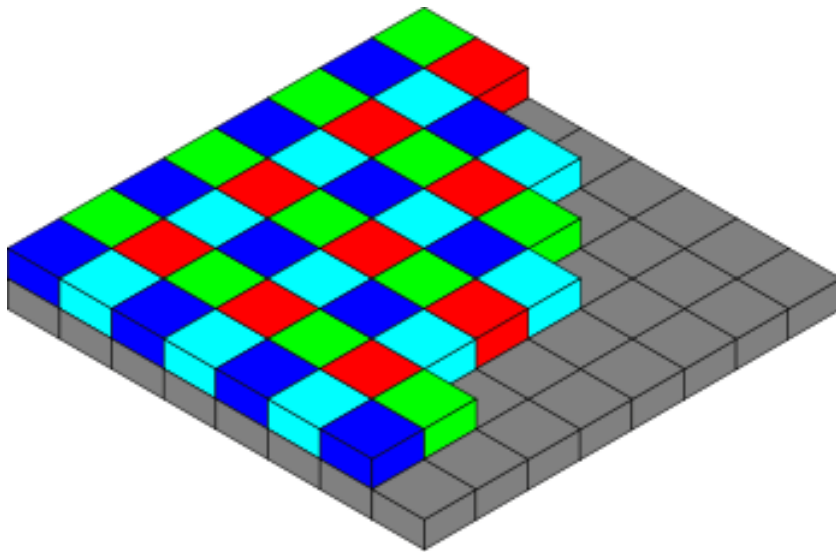
Ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές (συν.)

- Χρήση φίλτρου για το διαχωρισμό των χρωμάτων
 - Π.χ. Bayer filter
- Το πράσινο χρώμα ανά pixel είναι διπλάσιο των υπολοίπων
 - Λόγω υψηλότερης ευαισθησίας ματιού
- Η έξοδος από κάθε pixel του αισθητήρα αποθηκεύεται ως ψηφιακή τιμή σε μνήμη



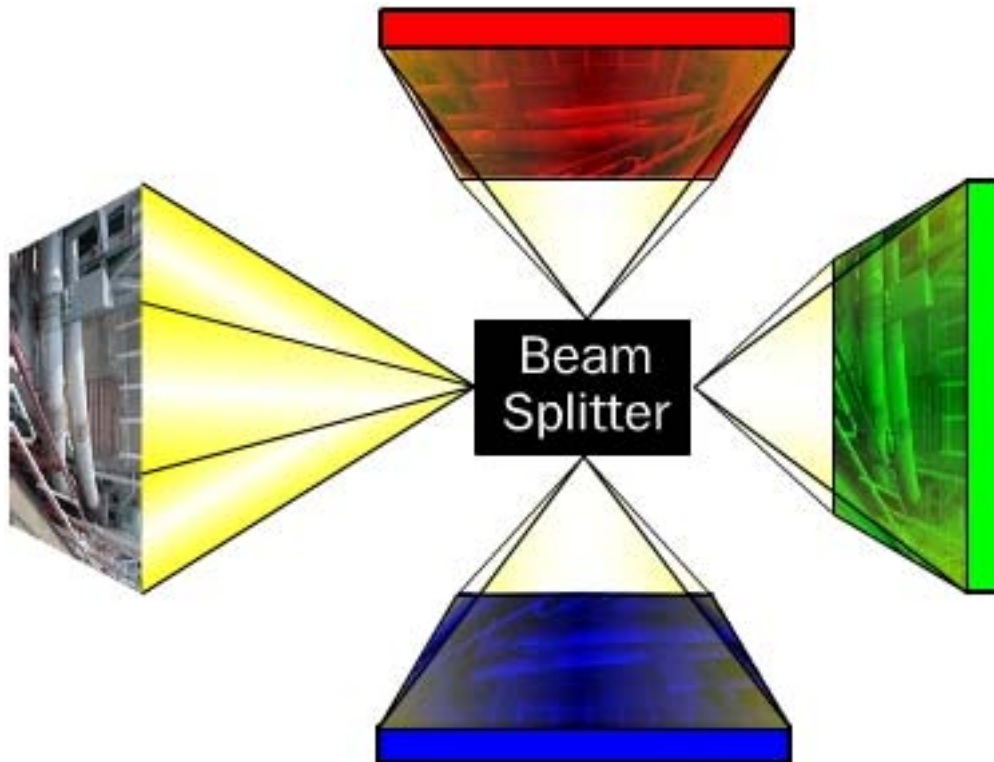
Ψηφιακές φωτογραφικές μηχανές (συν.)

- Εναλλακτικά χρήση RGBE φίλτρου
 - E->Emerald (cyan)



Μηχανές τριπλού αισθητήρα

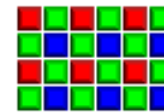
- Χρήση Beam Splitter για ανακατεύθυνση φωτός
 - Υψηλό κόστος



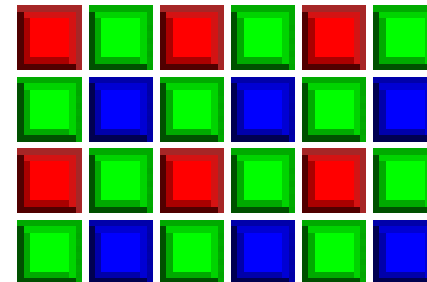
Μέγεθος αισθητήρα

- Μεγάλος αισθητήρας
 - Μεγάλο μέγεθος pixels
 - Υψηλότερες τιμές φωτός
 - Καλύτερο SNR
- Οι μηχανές SLR έχουν μεγαλύτερο αισθητήρα

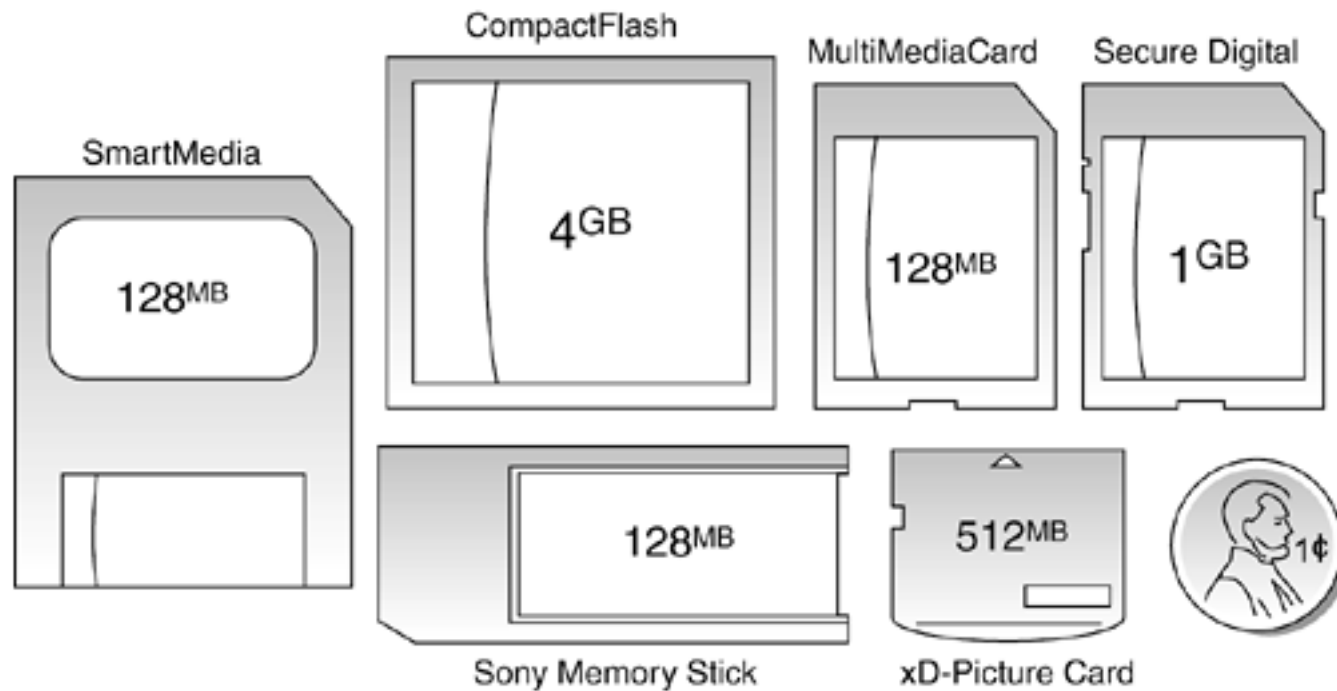
Compact



SLR



Κατηγορίες ψηφιακών μνημών



Βασικά χαρακτηριστικά ψηφιακών μηχανών

- LCD οθόνη
- Δυνατότητες διασύνδεσης
 - USB, Firewire, PictBridge
- Ανάλυση αισθητήρα
- Προγράμματα λήψης
 - Υποστήριξη video
- Υποστήριξη EXIF προτύπου
- Αυτόματη χειροκίνητη εστίαση
- Ευαισθησία μετατροπέα
- Τύπος φακού (φακών)
-



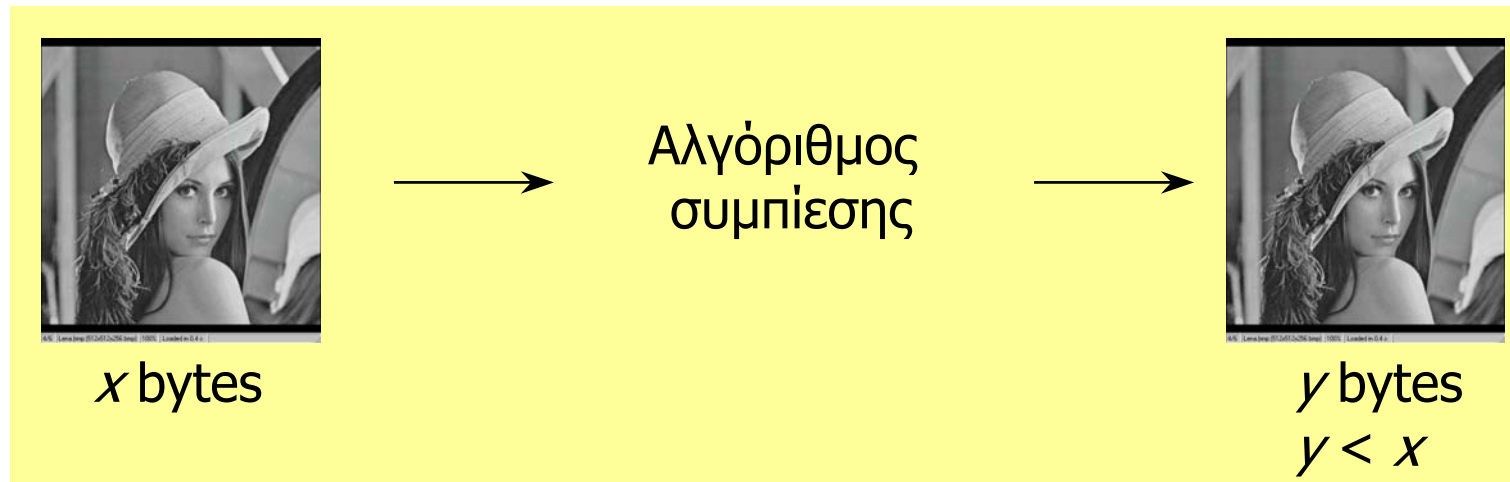
Επεξεργασία ψηφιακής εικόνας



Γιατί επεξεργασίας εικόνας;

- Κωδικοποίηση / συμπίεση
 - Coding / compression
- Βελτίωση, αποκατάσταση, ανακατασκευή
 - Enhancement, restoration, reconstruction
- Ανάλυση, ανίχνευση, αναγνώριση, κατανόηση
- Visualization

Συμπίεση δεδομένων εικόνας



- Λόγος συμπίεσης $C = y/x$
 - Π.χ. Εάν $y=5\text{MB}$ και $x=10\text{MB}$, $C=2:1$
- Γιατί συμπίεση;
 - Μειωμένες απαιτήσεις αποθήκευσης και ταχύτητας μετάδοσης
- Απωλεστική (lossy) ή μη απωλεστική (lossless) συμπίεση;
 - Εξαρτάται από την εφαρμογή (audio/video, data, κ.λ.π.)

Τύποι αρχείων εικόνας

ΟΝΟΜΑ Μορφοποίησης	Επέκταση αρχείου	Πλεονεκτήματα	Μειονεκτήματα	Συνηθισμένη Χρήση
TIFF (Tagged Image File)	*.tif	Ασυμπίεστη πληροφορία χωρίς απώλειες. Μεταφερσιμότητα ανάμεσα σε διάφορες πλατφόρμες υλικού και λογισμικού	Μεγάλο μέγεθος αρχείου Δύσκολο στην αποθήκευση	Αρχειοθέτηση ψηφιακών εικόνων με όλη την αρχική πληροφορία διαθέσιμη
GIF (CompuServe Graphics Interface Format)	*.gif	Μικρό μέγεθος, εύκολη αποθήκευση και μεταφορά, δυνατότητα διαφάνειας	Περιορισμός χρωμάτων στα 256	Εικόνες grayscale, εικόνες με διαφάνεια ή εικόνες με λίγα χρώματα
JPEG (Joint Photo graphics Expert Group)	*.jpg	Προσφέρει «πραγματικό χρώμα» (16,8 Μ) και δυνατότητα καθορισμού του βαθμού συμπίεσης	Απωλεστική συμπίεση	Παρουσίαση εικόνων συνεχούς τόνου (πχ. φωτογραφίες) στο Web
PCX (PC Paintbrush Format)	*.pcx	Ασυμπίεστη πληροφορία καλή ποιότητα εικόνας.	Μεγάλο μέγεθος αρχείου	Στο λογισμικό Paintbrush
BMP (Standard Windows Bitmap)	*.bmp	Αποδίδει καλά σε εφαρμογές των Windows και του OS/2	Απώλεια πληροφορίας, δύσκολο στη διαπλα-τορμική μεταφορά του	Σε εφαρμογές των Windows και του OS/2
PSD (PhotoShop images)	*.psd	Διατηρεί πλήθος πληροφοριών (πχ. channels, layers, paths) για την ολοκληρωμένη επεξεργασία της εικόνας.	Συμβατό μόνον με συγκεκριμένες εφαρμογές Δεν χρησιμοποιείται στο Web	Ενδιάμεση φόρμα αποθήκευσης για παραπέρα επεξεργασία της εικόνας.

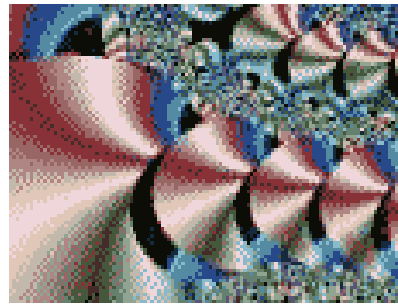


GIF και JPEG

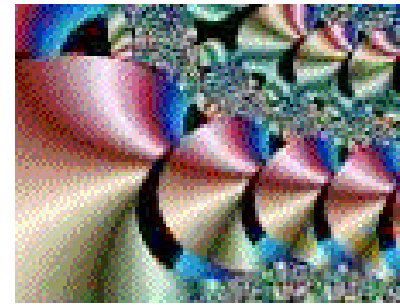
Εικόνα με **115 x 87 pixels**



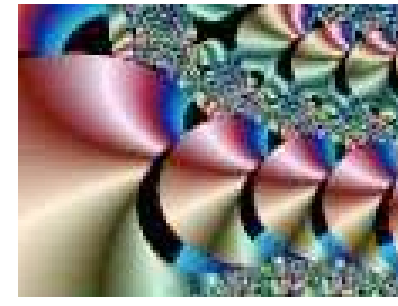
2 χρώματα
1 bit
GIF
1,329 bytes



16 χρώματα
4 bit
GIF
4,407 bytes



256 χρώματα
8 bit
GIF
8,822 bytes



16,777,216 χρώματα
24 bit
JPEG
4,321 bytes

↑
Μέγιστο
όριο GIF

Το πρότυπο GIF

- Αναπτύχθηκε από την CompuServe
 - διευκόλυνση της ανταλλαγής εικόνων μέσω δικτύου.
- Υποστηρίζει συμπίεση εικόνας που βασίζεται στο αλγόριθμο LZW
 - Lempel-Ziv-Welch
 - Διανυσματική τεχνική συμπίεσης χωρίς απώλειες
- Λόγος συμπίεσης 4:1
- Περιορίζεται σε εικόνες βάθους χρώματος των 8bits (256 χρώματα).

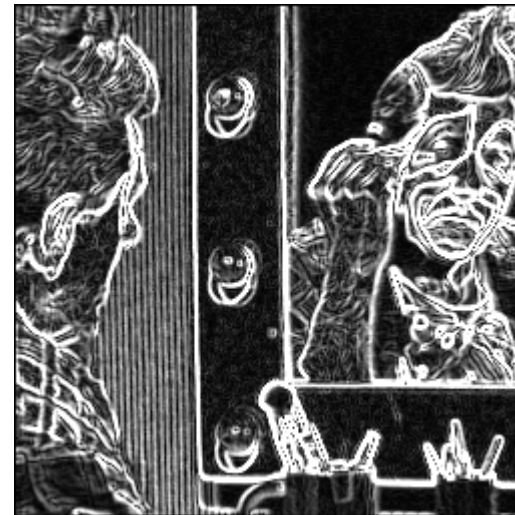
Το πρότυπο GIF (συν.)

- Προτερήματα:
 - λειτουργεί χωρίς απώλειες για εικόνες βάθους 8 bits
 - είναι ιδανικός για εικόνες με πολλές ακμές και γωνίες όπως γραμμικά σχέδια.
 - χρησιμοποιείται ευρέως και ελεύθερα
- Μειονεκτήματα:
 - δεν είναι κατάλληλο για εικόνες με πολλά χρώματα
 - οι λόγοι συμπίεσης είναι μικροί και δεν μπορούν να ανταλλαχθούν με ποιότητα εικόνας
 - δεν μπορεί να χρησιμοποιηθεί για κινούμενη εικόνα
 - δεν είναι ανεξάρτητος από την ανάλυση της εικόνας

Το πρότυπο JPEG

- Σχεδιάστηκε από την ομάδα Joint Photographic Expert Group σε συνεργασία με την Διεθνή Ένωση Τηλεπικοινωνιών (ITU-TS)
- Μπορεί να δώσει διαφορετικό αποτέλεσμα ανάλογα με τις απαιτήσεις που έχουμε για την ποιότητα της εικόνας και το λόγο συμπίεσης
 - 10:1 έως 20:1 – υψηλή ποιότητα
 - 30:1 έως 50:1 – μέτρια ποιότητα
 - 60:1 έως 100:1 – κακή ποιότητα
- Πετυχαίνει συμπίεση του αρχικού μεγέθους ακόμη και μικρότερο του ενός δέκατου χωρίς ορατές απώλειες στην ποιότητα της εικόνας.
- Βασίζεται στη
 - Μείωση της χρωματικής πληροφορίας
 - Συμπίεση των πληροφοριών φωτεινότητας και απόχρωσης

Βελτίωση της ποιότητας



Digital
Technology



Αποκατάσταση εικόνας

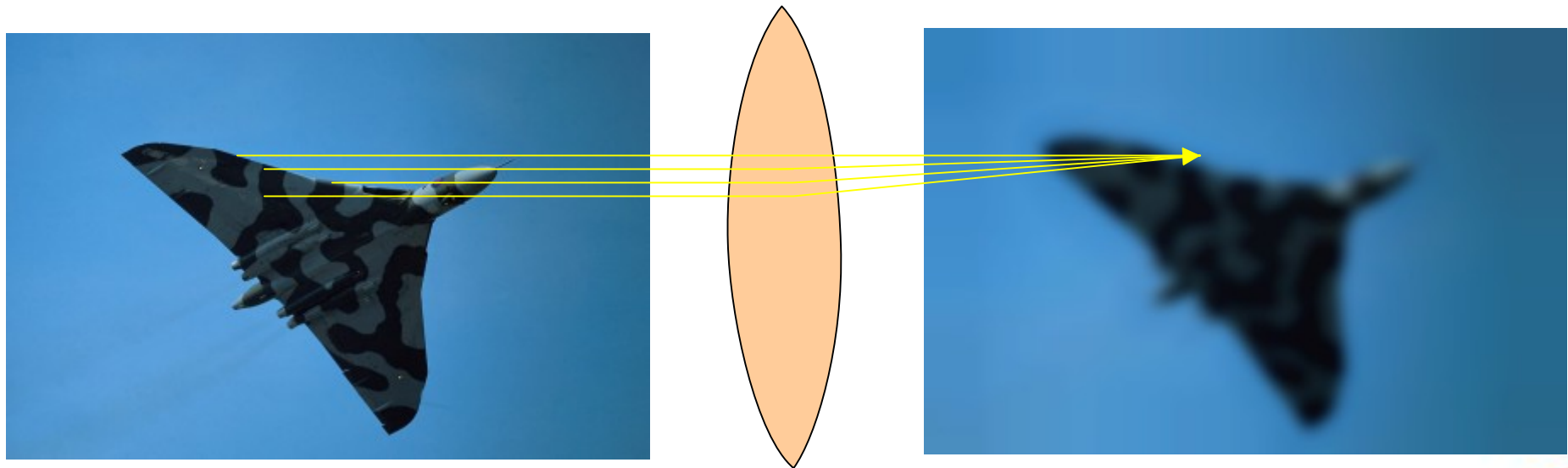


Είδη παραμόρφωσης

- Θάμπωμα
 - Σχετική κίνηση μεταξύ κάμερας και αντικειμένου
 - Κακή εστίαση του φακού
- Τυχαίος θόρυβος
 - Φιλμ
 - Θερμικός

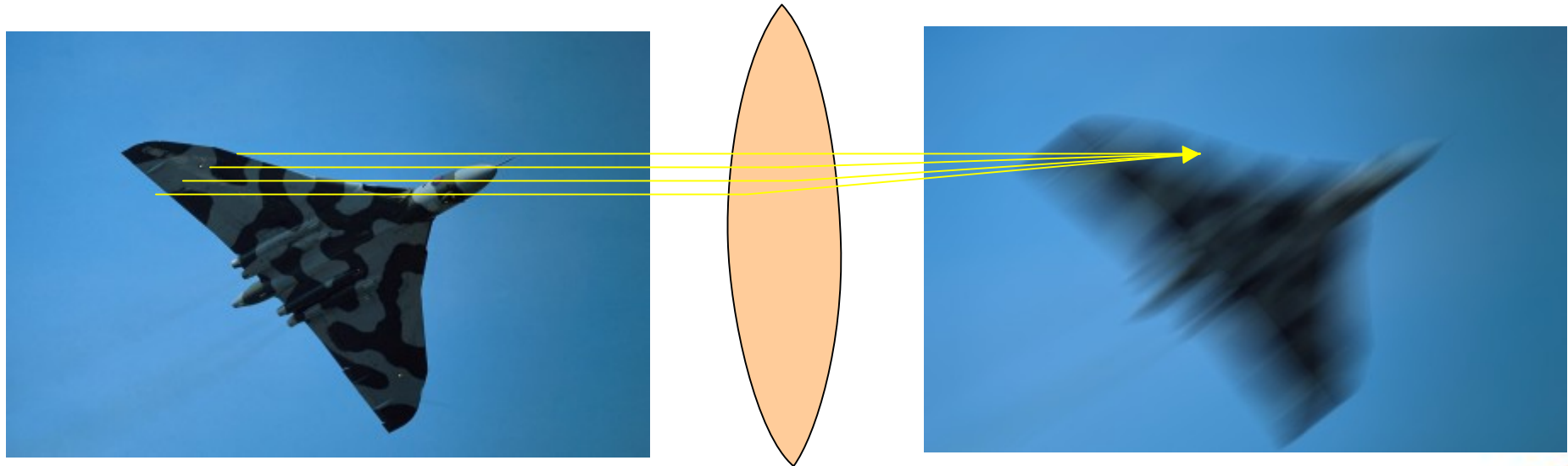


Λανθασμένη εστίαση



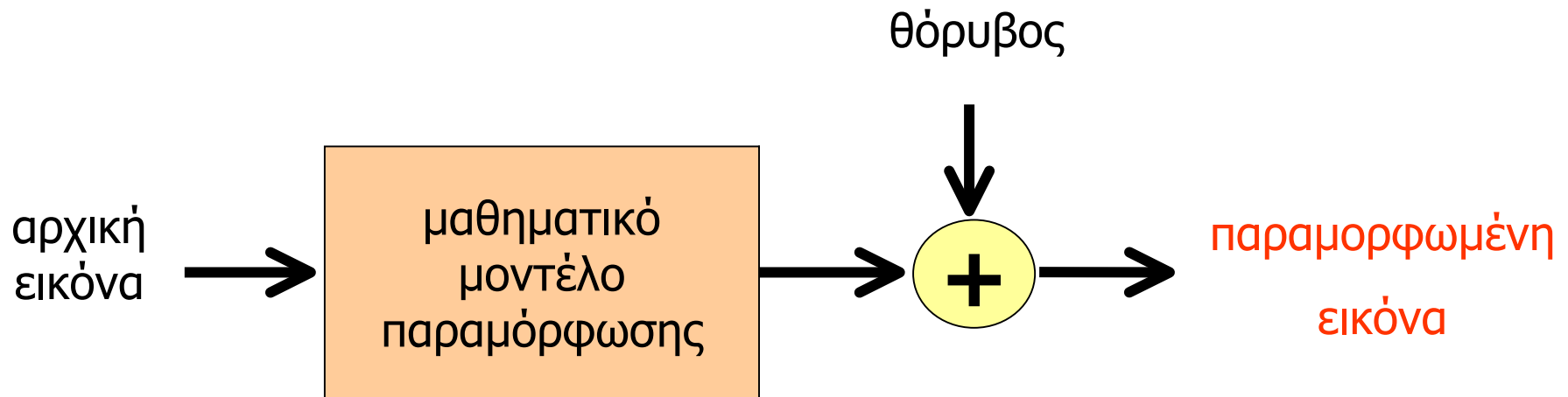
Φακός κάμερας

Παραμόρφωση λόγω κίνησης



Φακός κάμερας

Μοντέλο παραμόρφωσης



Ανάκτηση πληροφορίας



Digital
Technology



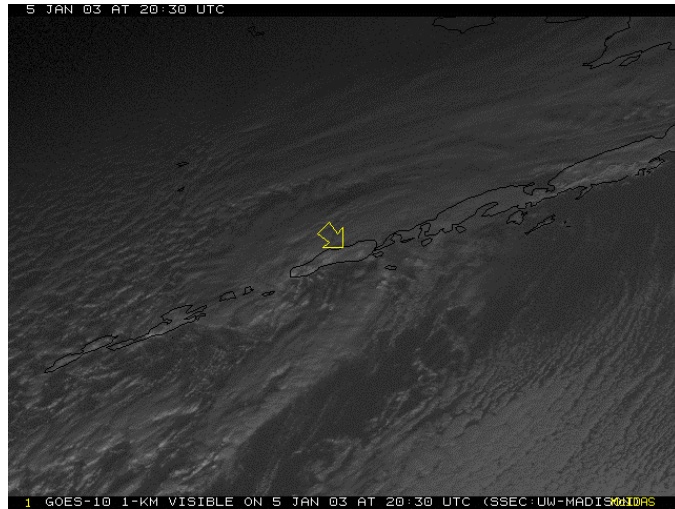
Ανάκτηση πληροφορίας (συν.)

**Βαθμός
προόδου**



Technology

Σύγχρονες εφαρμογές



ΤΕΛΟΣ (για σήμερα...)





www.ionio.gr



Εισαγωγή στην ψηφιακή τεχνολογία

«Συστήματα αποθήκευσης ψηφιακού υλικού»

Φλώρος Ανδρέας
Δρ. Ηλ/γος Μηχ/κός και Τεχνολογίας Υπολογιστών



Συστήματα Οπτικών Δίσκων



Σύντομη ιστορική αναδρομή

- 1938 PCM (Alec Reeves)
- 1970-74 Laser Disk (PHILIPS)
- 1980-81 CD-Audio (SONY-PHILIPS)
- 1985 CD-ROM
- 1986 CD-I (PHILIPS)
- 1989 CD-ROM eXtended Architecture (XA)
- 1990 CD Write Once (WO) ή CD-R
- 1990 PhotoCD
- 1994 CD-I Bridge
- 1996 DVD-Video/DVD-ROM
- 1997 SA-CD
- 1998 DVD-Audio/ DVD-RW/DVD-RAM
- 2004 DVDPlus/HD DVD

LaserDisc™

COMPACT
disc
DIGITAL AUDIO

DVD

SA
SUPER AUDIO CD

DVD
AUDIO

**Digital
Technology**

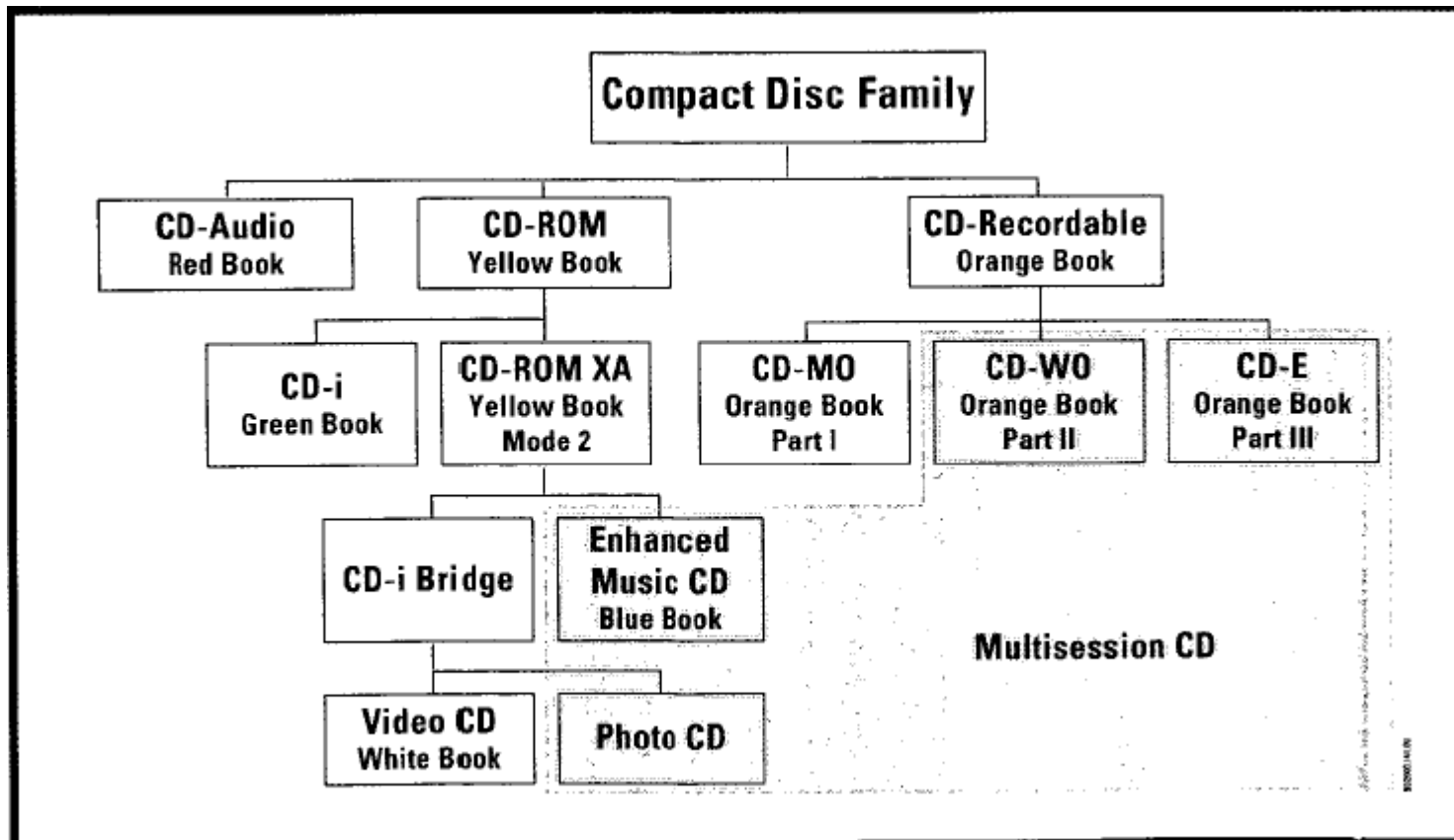


Πλεονεκτήματα οπτικών δίσκων

- Υψηλή χωρητικότητα
- Δυνατότητα ταυτόχρονης αποθήκευσης πολυμεσικής πληροφορίας
 - Κείμενο
 - ήχος
 - Εικόνα
 - video
- Μεγάλη διάρκεια ζωής και σταθερότητα
- Οπτική ανάγνωση (μη εμφάνιση φθοράς κατά την αναπαραγωγή)
- Μικρό μέγεθος / μεταφερσιμότητα
- Χαμηλό κόστος
- Σημαντική, συνεχώς αυξανόμενη βάση οδηγών ανάγνωσης

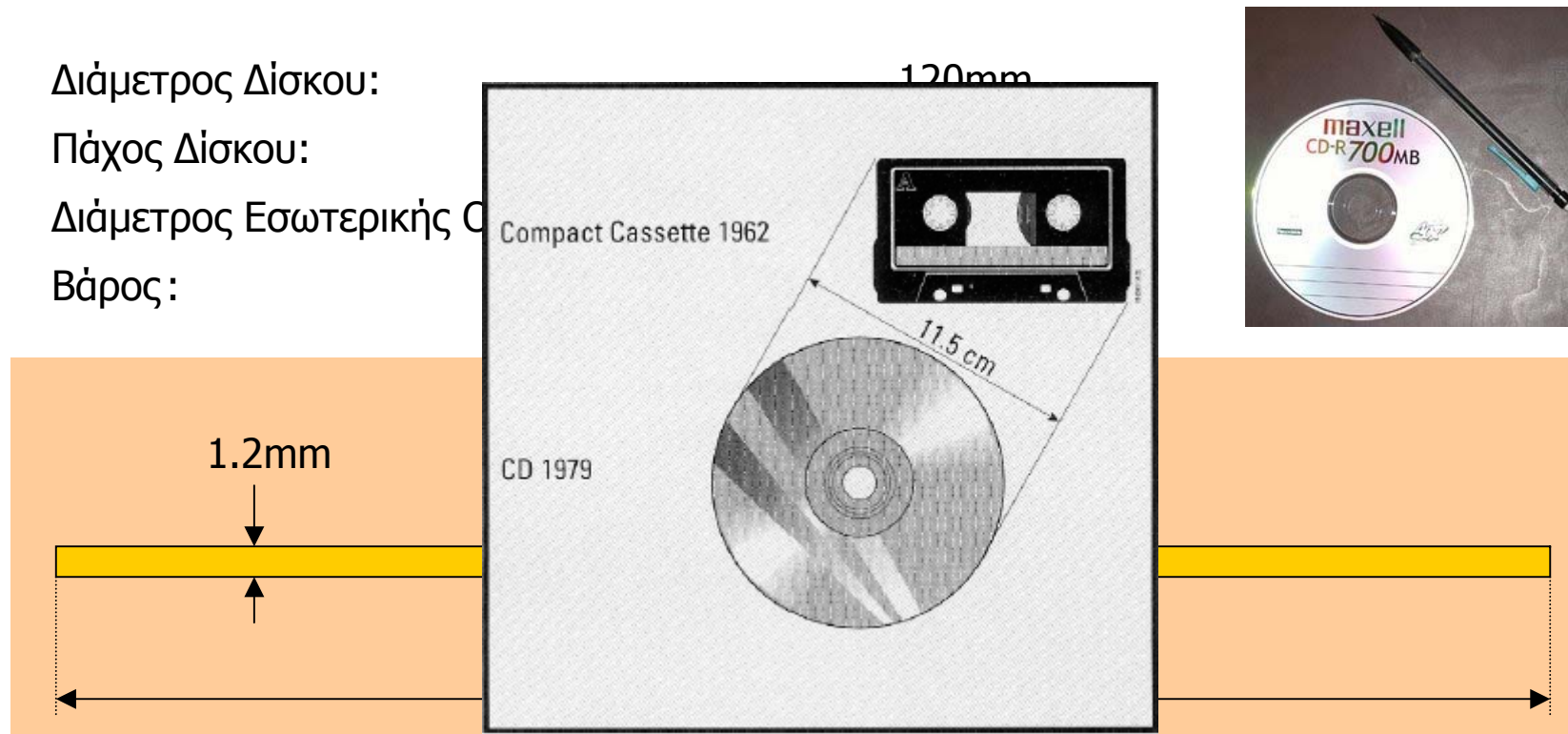


Οικογένεια οπτικών δίσκων τύπου CD



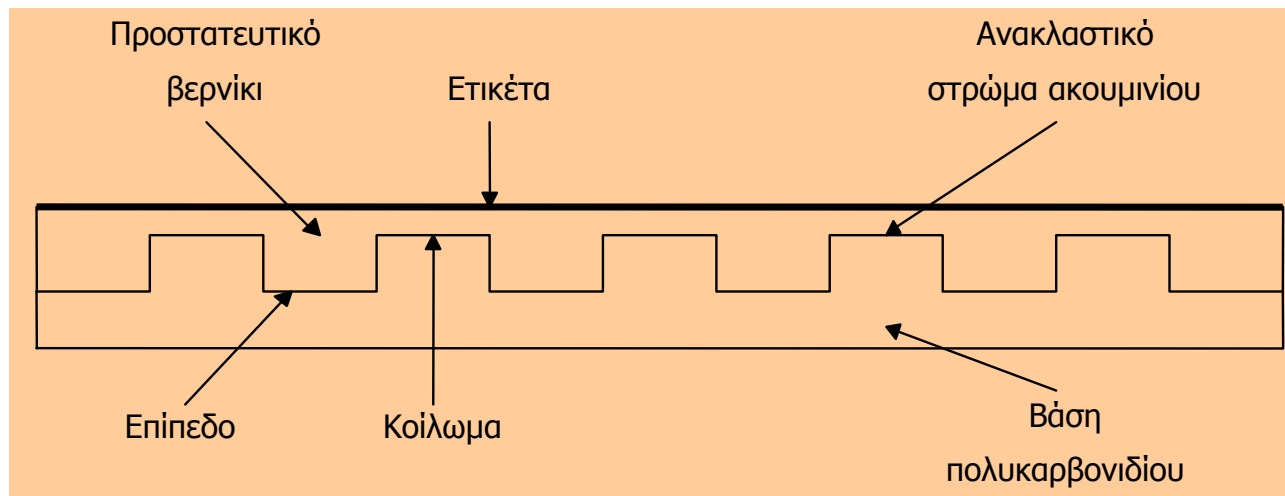
Φυσικά χαρακτηριστικά οπτικών δίσκων τύπου CD

- Διάμετρος Δίσκου:
- Πάχος Δίσκου:
- Διάμετρος Εσωτερικής Οπής:
- Βάρος:



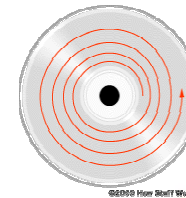
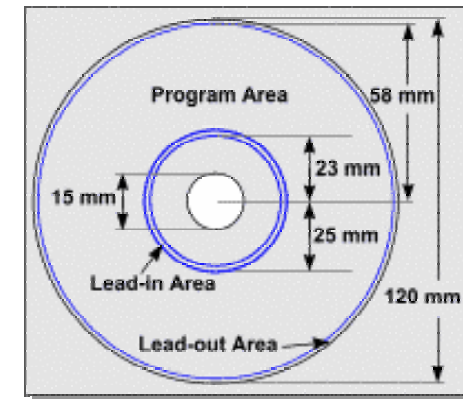
Δομή οπτικών δίσκων τύπου CD

- Τρία στρώματα διαφορετικών υλικών
 - Βάση: εξασφαλίζει την ανθεκτικότητα
 - Ανακλαστικό υλικό: αποθήκευση δεδομένων (πάχος ~ 100 nm)
 - Βερνίκι και ετικέτα



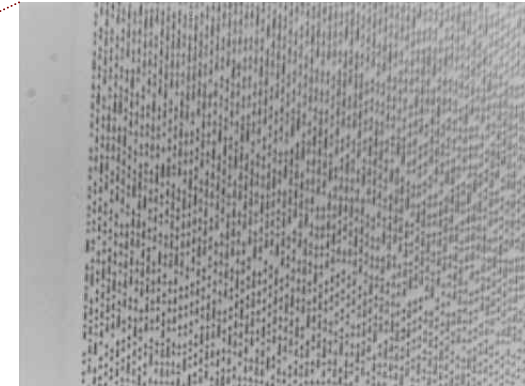
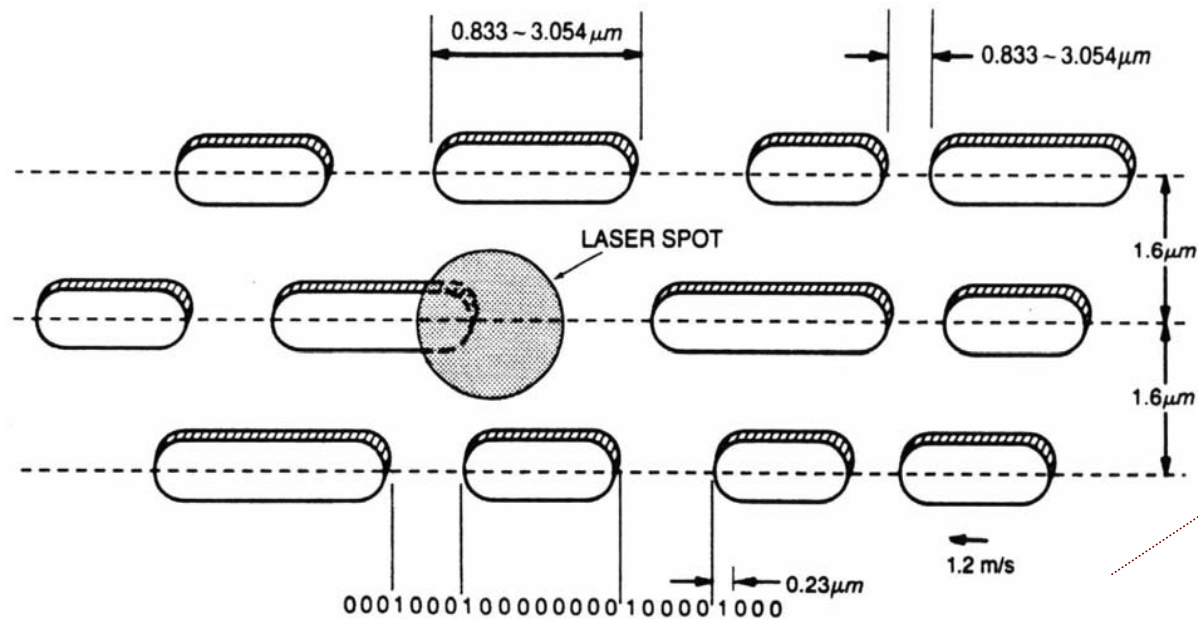
Εγγραφή δεδομένων σε οπτικούς δίσκους τύπου CD

- Εγγραφή δεδομένων υπό μορφή εναλλασόμενων κοιλωμάτων (pits) κι επιπέδων (lands)
- Ελάχιστη ακτίνα εγγραφής 23mm
- Μέγιστη ακτίνα εγγραφής 58mm
- Περιοχές lead-in και lead-out 2.5mm
- “Υψος” κοιλώματος 0.16μm
- Σπειροειδής τροχιά εγγραφής από το κέντρο του δίσκου προς την περιφέρεια
 - βήμα σπειροειδούς τροχιάς 1.6μm
 - Συνολικό μήκος τροχιάς 5378m
- Χρήση EFM (Eight to Fourteen Modulation) διαμόρφωσης
 - πριν την εγγραφή



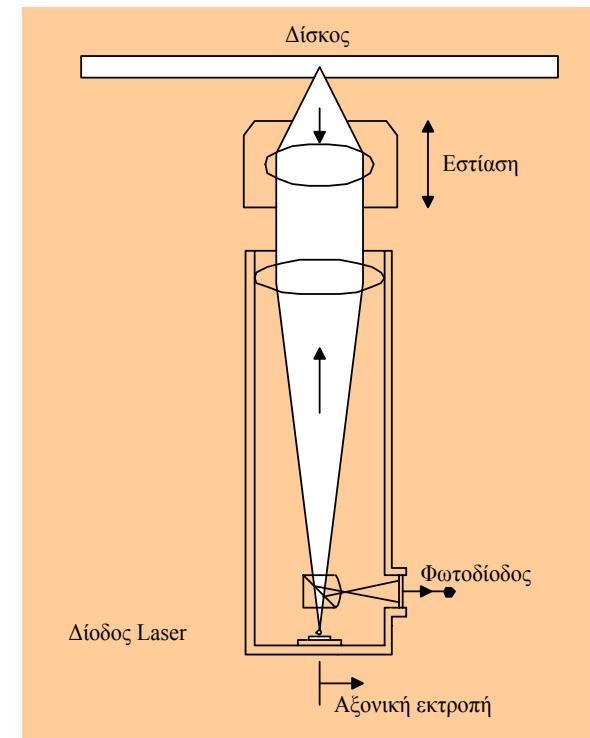
Ανάγνωση δεδομένων οπτικών δίσκων τύπου CD

- Σταθερή γραμμική ταχύτητα ανάγνωσης
 - $CLV=1.2\text{m/sec}$

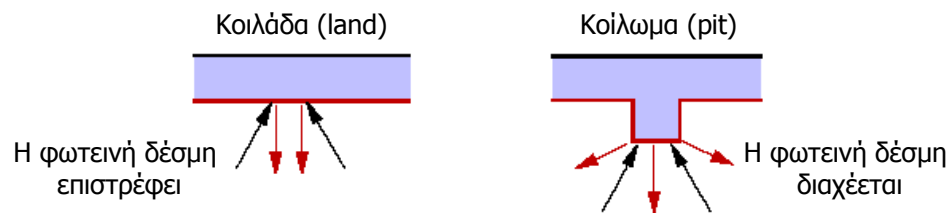


Σύστημα οπτικής ανάγνωσης

- Δίοδος Laser: εκπέμπει φως (μήκος κύματος 780nm)
- Φωτοδίοδος: ελέγχει την ένταση της ανακλώμενης από το δίσκο φωτεινής ακτίνας
- Όταν η ακτίνα Laser μεταβαίνει σε κοίλωμα (pit), διαχέεται και η ποσότητα φωτός στη φωτοδίοδο μειώνεται (Λογικό «1»)
- Υψηλή παρουσία φωτός στη φωτοδίοδο ισοδυναμεί με λογικό «0»
- Κύκλωμα χρονισμού υπεύθυνο για την καταμέτρηση των λογικών «0»

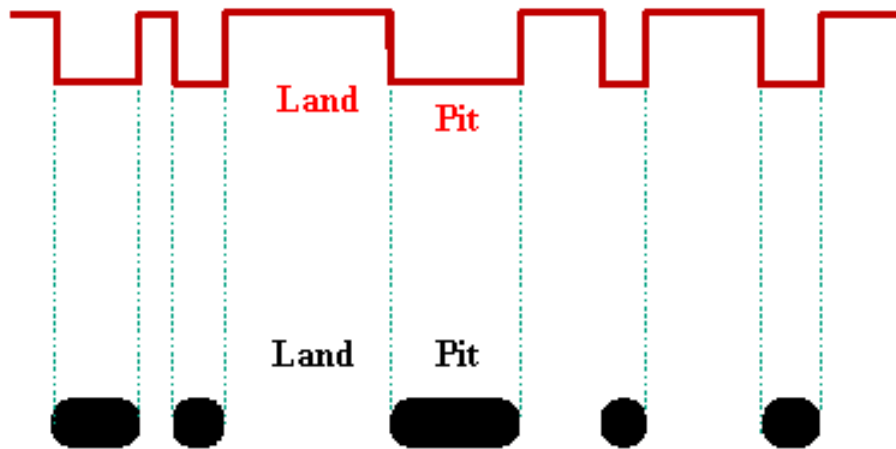


Σύστημα οπτικής ανάγνωσης (συν.)

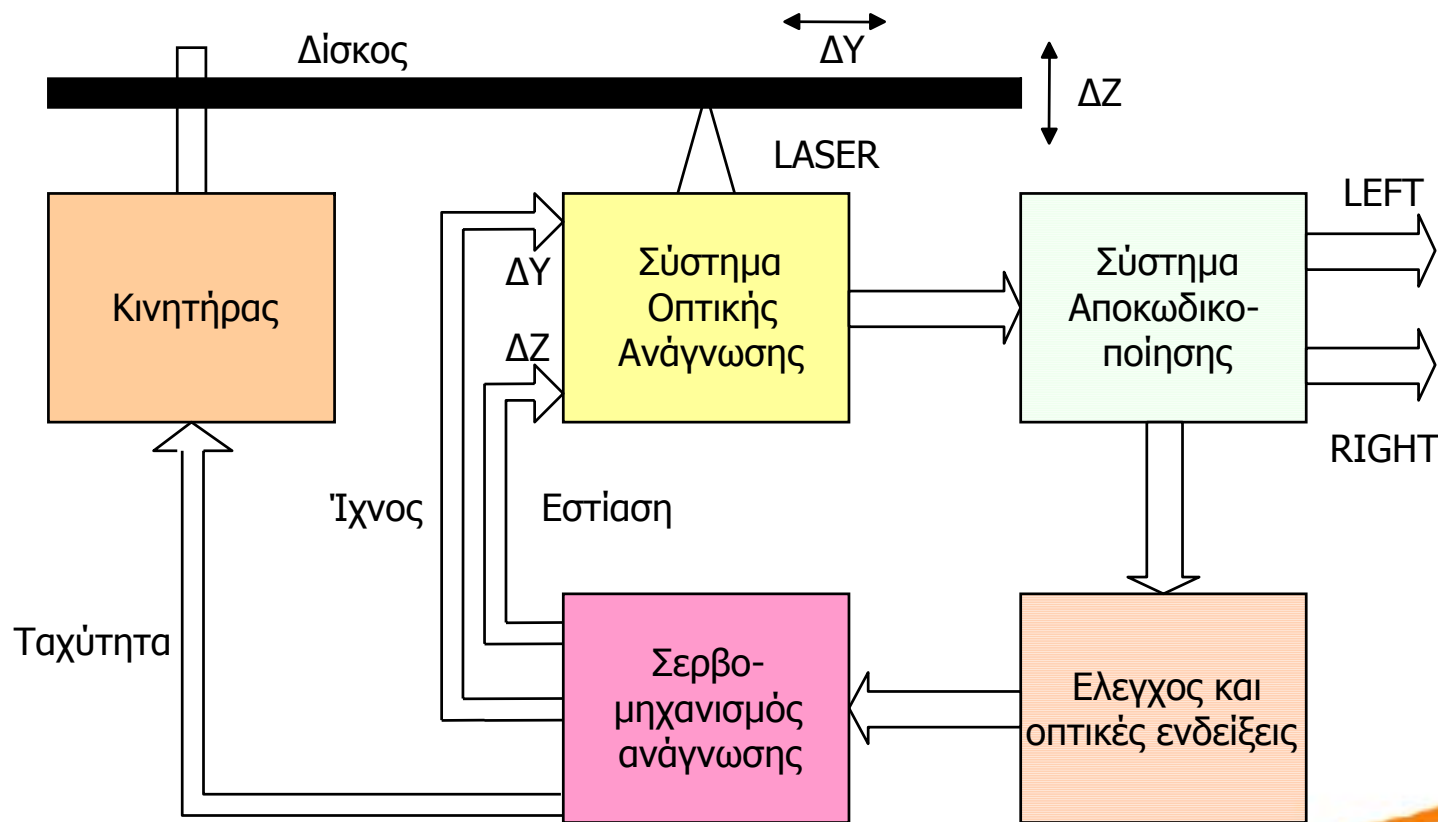


001001001010000000010000010000101000001001000

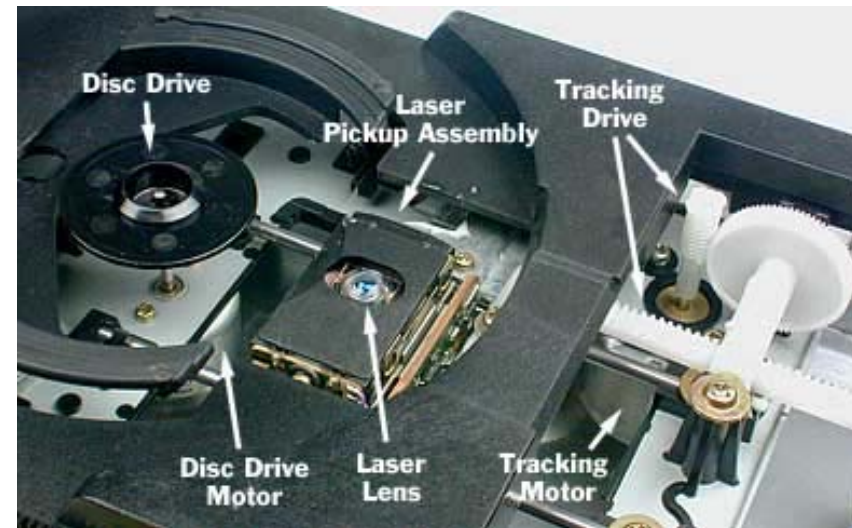
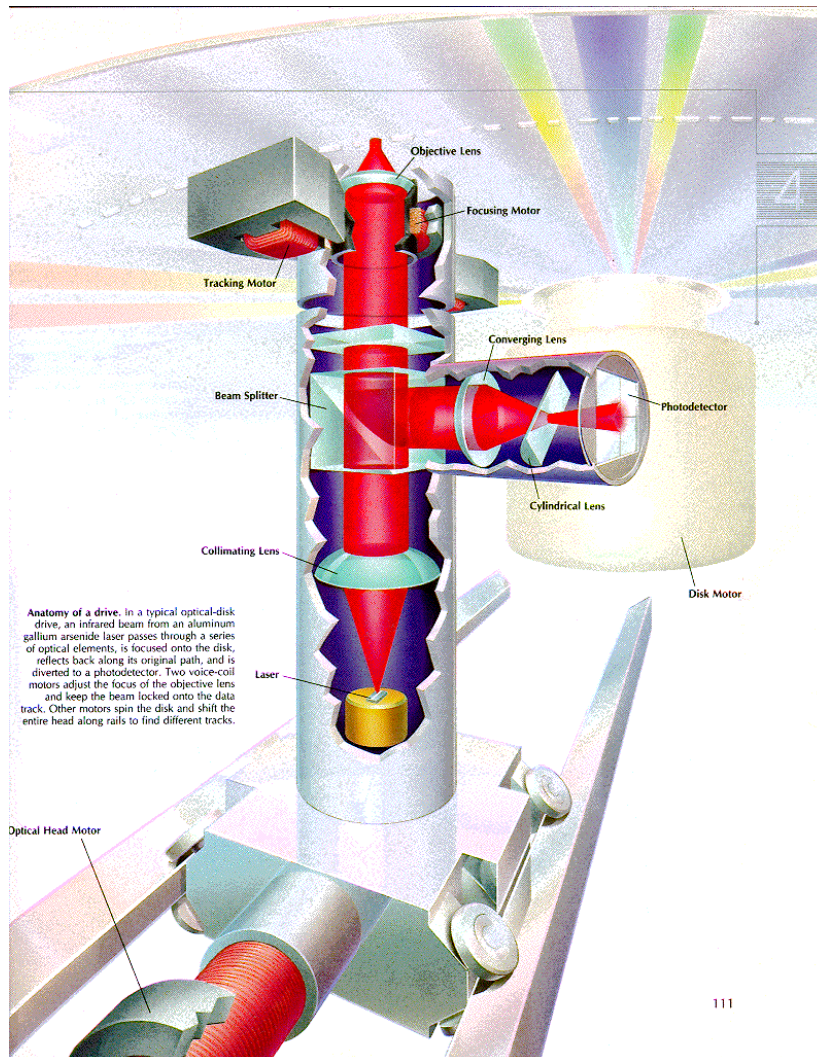
Λογικά «1» αντιστοιχούν μόνο στις μεταβάσεις



Σύστημα οπτικής ανάγνωσης (συν.)



Σύστημα οπτικής ανάγνωσης (συν.)



Πρότυπα Οπτικών Δίσκων



Οργάνωση δεδομένων στο πρότυπο CD-DA

- Πρότυπο Red Book
- Αποθήκευση ηχητικών δεδομένων
- Μέγιστη διάρκεια αναπαραγωγής 74λεπτά
 - 746,93MB
- Υποστήριξη στερεοφωνικών ηχητικών εγγραφών
- Η αποθηκευόμενη ηχητική πληροφορία είναι ψηφιακή
 - $F_s=44.1\text{kHz}$, 16bit
- Υψηλή ποιότητα αναπαραγωγής

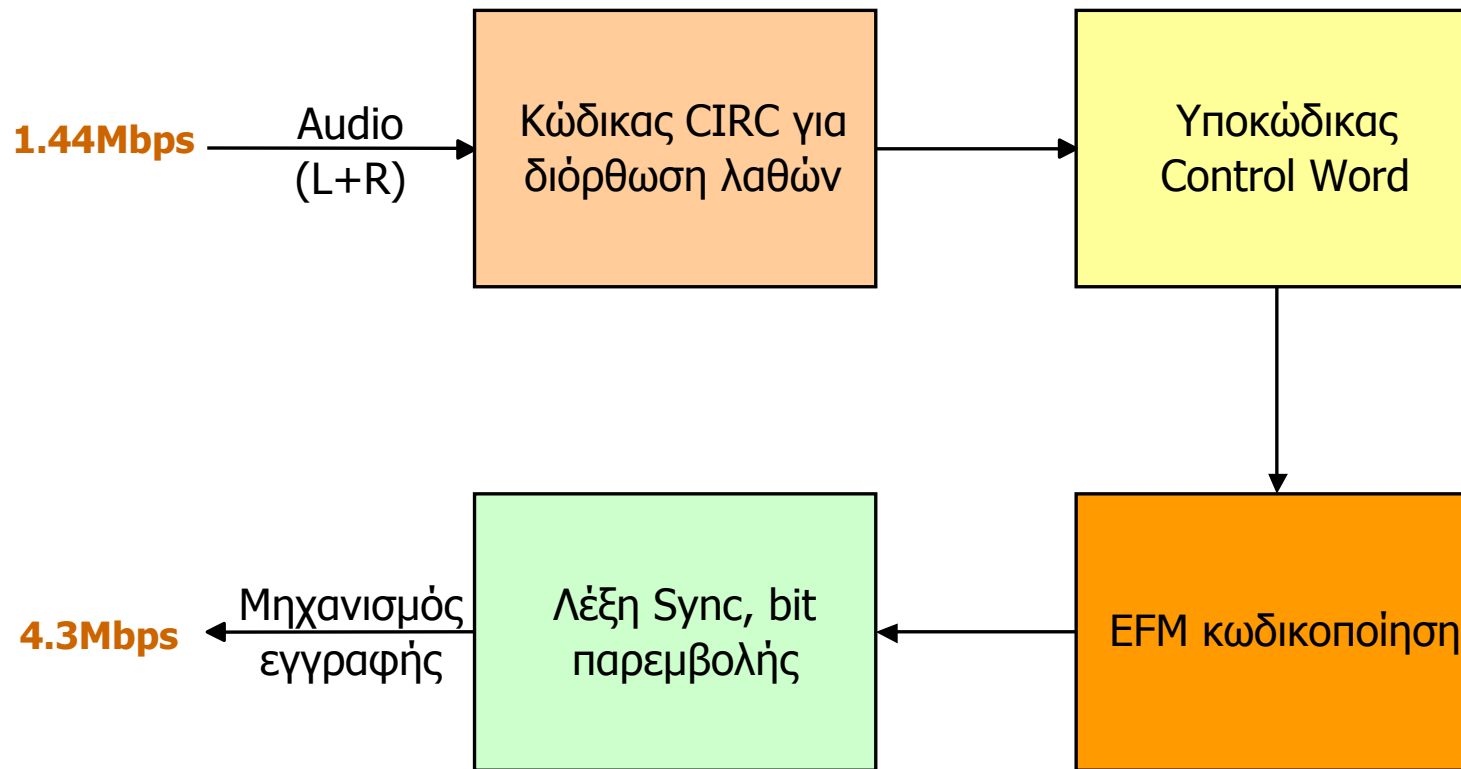


COMPACT
disc
DIGITAL AUDIO

Digital
Technology

A small graphic of a CD and a speaker, located at the bottom right of the slide.

Οργάνωση δεδομένων στο πρότυπο CD-DA (συν.)

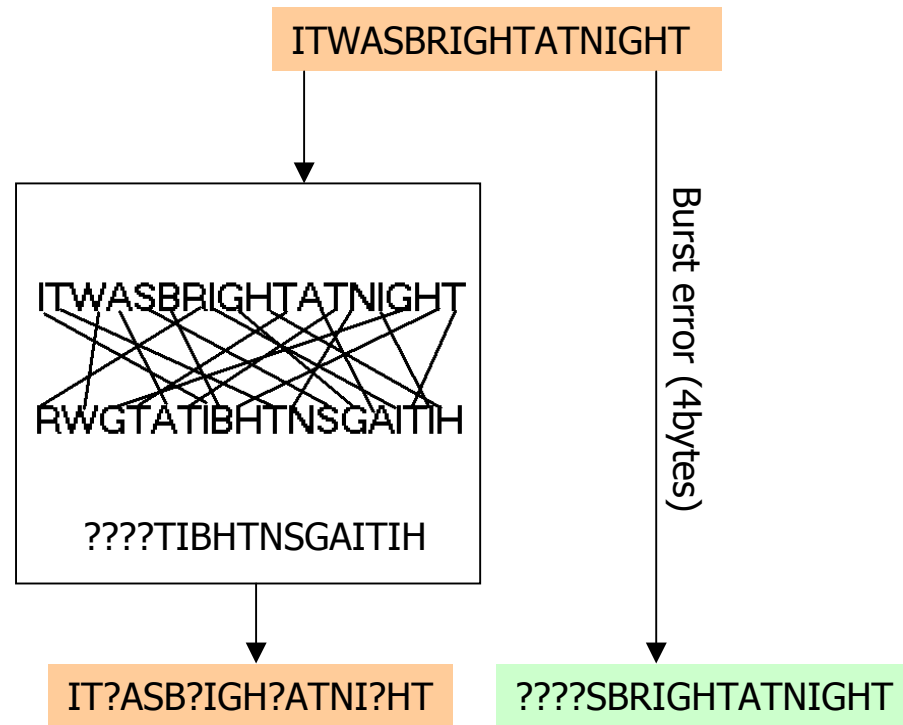


Κώδικας διόρθωσης λαθών

- Τα συστήματα Ο.Δ. παρουσιάζουν σφάλματα:
 - συστάδας (σκόνη, γδάρσιμο, μικροφουσαλίδες υλικού)
 - χρονισμού (jitter)
- Αντιμετώπιση με
 - Προσθήκη διορθωτικών κωδίκων
 - ανίχνευση λαθών
 - διόρθωση λαθών
 - παρεμβολή δείγματος
 - Σίγαση
 - Ανακάτεμα (interleaving) των δεδομένων

Κώδικας διόρθωσης λαθών (συν.)

- Κώδικας CIRC
 - Cross Interleaved Reed-Solomon Code
- Υλοποίηση μέσω
 - προσθήκης bit ισοτιμίας
 - 4 byte ισοτιμίας ανά 24 byte δεδομένων
 - διαπλοκών δεδομένων σε δύο επίπεδα
 - αποφυγή σφαλμάτων συστάδας
 - δυνατότητα παρεμβολής δειγμάτων
 - R-S κυκλικοί κώδικες
- Αποτέλεσμα: πολύ χαμηλός ρυθμός εμφάνισης ακουστών σφαλμάτων



Υποκώδικας Control Word

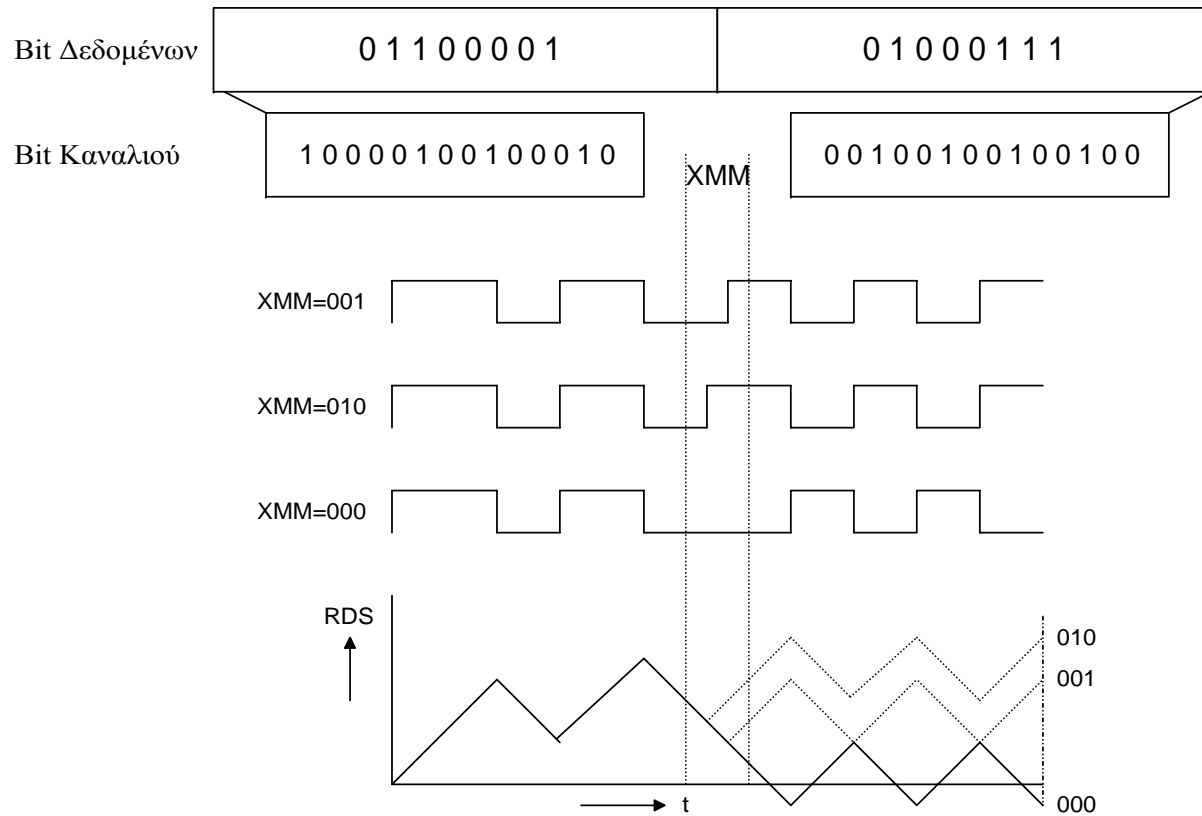
- 1 byte: P, Q, R, S, T, U, V, W
 - Στο CD-Audio μόνο τα P, Q χρησιμοποιούνται
 - P: αρχή μουσικού κομματιού, σήμανση περιοχών lead-in και lead-out του δίσκου
 - Q: υλοποίηση R-S κωδίκων διόρθωσης λαθών, έλεγχος μονάδας ανάγνωσης, αρίθμηση μουσικών κομματιών
 - Δευτερεύουσες λειτουργίες που πρακτικά δεν υλοποιούνται
 - χρήση των bit R - W στο CD+Graphics (CD+G) για συγχρονισμό δεδομένων ήχου και εικόνας (πρόγονος CD-Extra)



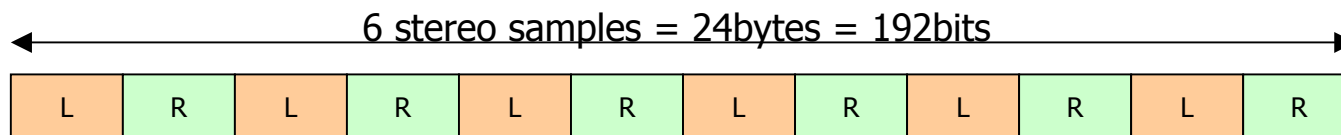
EFM κωδικοποίηση

- Eight-to-Fourteen Modulation
- 8 bit δεδομένων αντιστοιχίζονται σε 14 bit καναλιού μέσω πίνακα μετασχηματισμού
- Μεταξύ δύο λογικών «1» υπάρχουν
 - κατ' ελάχιστο $d=2$ λογικά «0»
 - αποφυγή λαθών λόγω χαμηλοσυχνοτικού περιεχομένου
 - κατά μέγιστο $k=10$ λογικά «0»
 - μη απώλεια χρονισμού
- Προσθήκη 3 bit παρεμβολής (XMM) μεταξύ διαδοχικών 14άδων
 - μη παραβίαση συνθηκών d, k
- Τελικός μετασχηματισμός από 8 σε 17 bit

EFM κωδικοποίηση (συν.)



Οργάνωση δεδομένων καναλιού



↓

24 data bytes = 192 bits = 336 EFM bits
4 Q parity bytes = 32 bits = 56 EFM bits
4 P parity bytes = 32 bits = 56 EFM bits
1 subcode byte = 8 bits = 14 EFM bits
1 sync word = 24 bits (no EFM)
34 * 3 merge bits = 102 bits

Total: 588 bits

Παράδειγμα υπολογισμού χωρητικότητας/διάρκειας

Track length of program area: 5378 meters

Channel bit length: 277.662 nm/bit (at 1.2 m/s)

Channel Bit capacity of program area = 5378 meters / 277.662 nm/bit
= 19,368,867,000 bits

Data capacity of program area = 19,368,867,000 bits / 588 bits/frame
= 32,940,250 frames

then 32,940,250 frames * 24 data bytes/frame
= 790,566,000 bytes (754 megabytes)

and 33,018,983 frames * 6/44,100 sec/frame
= 4482 seconds (74 minutes 42 seconds)



Το πρότυπο CD-ROM

- Πρότυπο Yellow Book
 - 1985, Sony/Philips
- Προσφερόμενη χωρητικότητα μέχρι 800MB
- Βασική διαφορά από το CD-DA
 - Πρόσθετο επίπεδο ανίχνευσης και προστασίας από σφάλματα
- Το πρότυπο διακρίνεται σε δύο «μέρη»
 - Mode 1: Αναφέρεται σε δεδομένα υπολογιστή
 - Mode 2: Αναφέρεται σε δεδομένα ήχου, εικόνας και video

Το πρότυπο CD-ROM (συν.)

- Η υλοποίηση του προτύπου εξαρτάται από την υπολογιστική πλατφόρμα
 - Οργάνωση δεδομένων κατά
 - ISO 9660 για MS-DOS / Windows
 - High-Sierra standard
 - Hierarchical Filing System (HFS) για υπολογιστές MAC
- Χρήση αρχικής μήτρας για μαζική αναπαραγωγή

Άλλα πρότυπα οπτικών δίσκων

- CD-R (CD-Recordable)
 - Πρότυπο Orange Book
 - Μέρος I – CD Magneto optic
 - Μέρος II – CD Write Once (CD-WO)
- Photo CD
 - Αναπτύχθηκε από την Kodak
 - Στόχος η αποθήκευση εικόνων από σάρωση film 35mm, σύμφωνα με το Μέρος II του Orange Book
- CD-I (CD-Interactive)
 - Ολοκληρωμένη πλατφόρμα παρουσίασης πολυμεσικών εφαρμογών
 - Τυποποιεί πρόσθετα χαρακτηριστικά αλληλεπίδρασης



Άλλα πρότυπα οπτικών δίσκων (συν.)

- CD-ROM XA
 - 1986, Philips – Microsoft – Sony
 - Υποστηρίζει ταυτόχρονα κείμενο, ήχο και video μη πλήρους οθόνης
 - Το 1991 ενσωματώθηκε στο Yellow Book
- DVD (Digital Video Disk)
 - ... ή Digital Versatile Disk
 - Χωρητικότητα 4.5GB
 - Χρήση πολλαπλών επιπέδων και πλευρών
 - Μέγιστη χωρητικότητα 4*4.5GB
 - Αποθήκευση video, ήχου, δεδομένων
 - DVD-Video
 - DVD-Audio
 - DVD-ROM



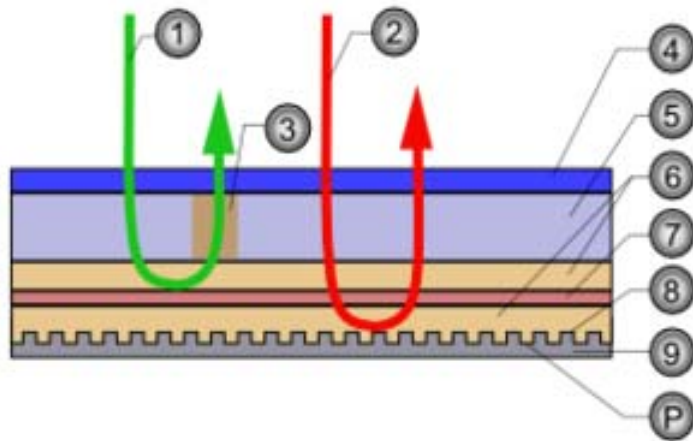
Άλλα πρότυπα οπτικών δίσκων (συν.)

- Blu-ray Disc
 - Τυποποίηση από την Blu-ray disc association
 - Χρήση ακτίνας laser blue-violet (405nm)
 - Προσφερόμενη χωρητικότητα
 - 25GB (single layer)
 - 50GB (double layer)
 - Υποστήριξη High Density Video
- High Density DVD (HD DVD)
 - ... ή High Definition DVD (DVD Forum, Toshiba)
 - Προσφερόμενη χωρητικότητα
 - 15GB (single layer)
 - ...
 - 51GB (triple layer)



... και τα πρότυπα του μέλλοντος

- Holographic Versatile Disc (HVD)
 - Σε στάδιο έρευνας
 - Χωρητικότητα έως 3.9 Terabytes
 - Ολογραφική τεχνική εγγραφής
 - Χρήση δύο δεσμών laser (red, blue-green)



Holographic Versatile Disc structure

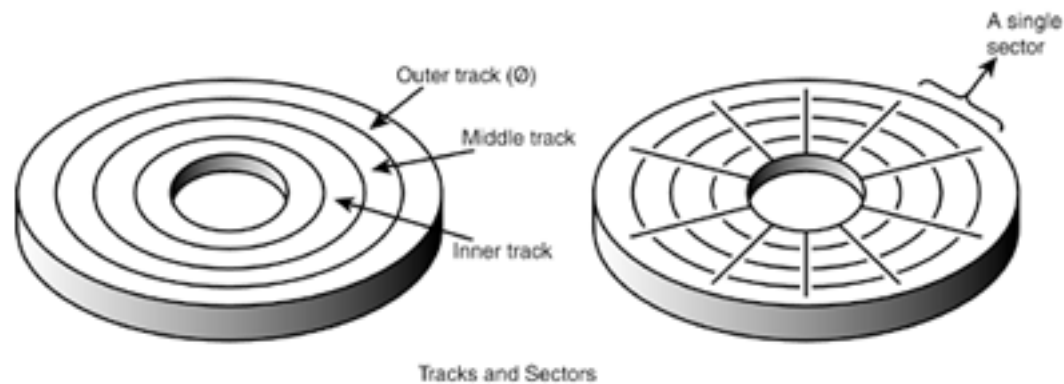
1. Green writing/reading laser (532 nm)
2. Red positioning/addressing laser (650 nm)
3. Hologram (data)
4. Polycarbon layer
5. Photopolymeric layer (data-containing layer)
6. Distance layers
7. Dichroic layer (reflecting green light)
8. Aluminium reflective layer (reflecting red light)
9. Transparent base
- P. PIT

Συστήματα μαγνητικών δίσκων



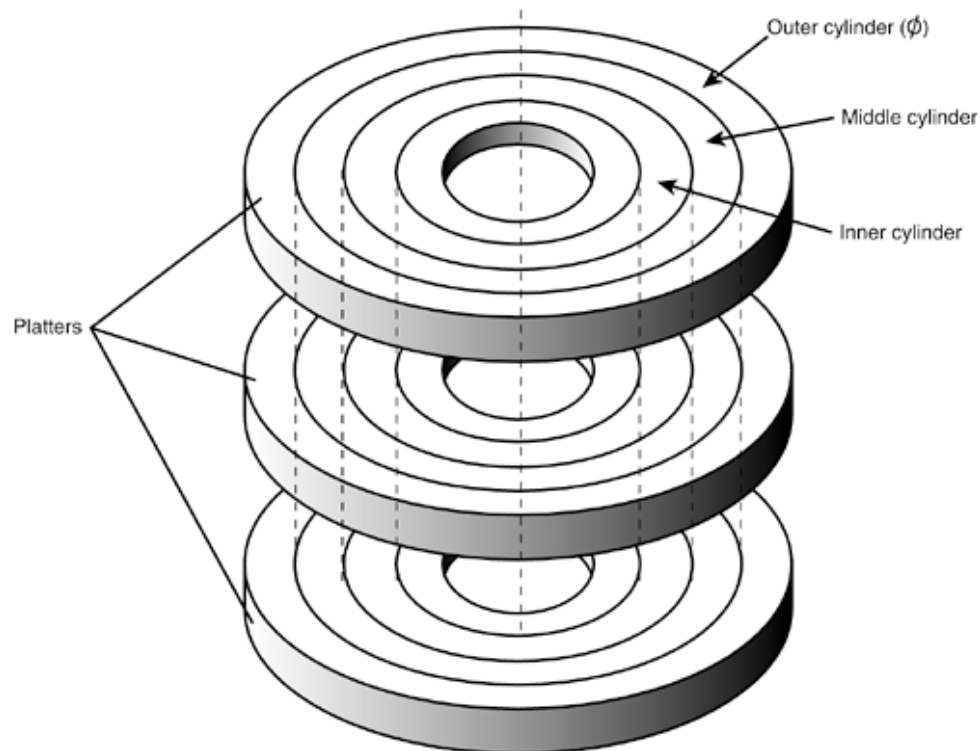
Βασική δομή μαγνητικών δίσκων

- Ύπαρξη πολλών platters δύο όψεων
- Οργάνωση σε tracks και sectors
 - Κάθε sector έχει μέγεθος συνήθως 512bytes

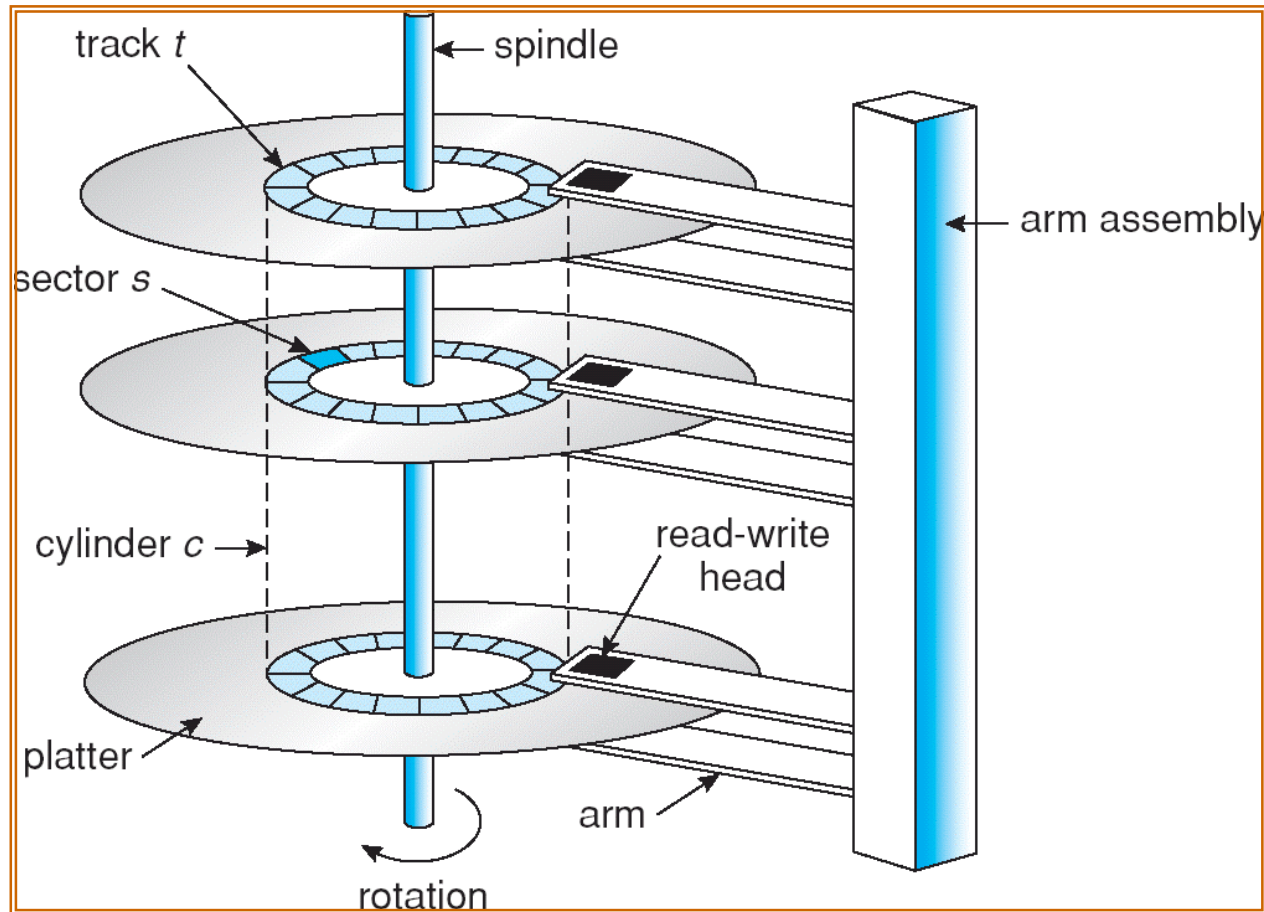


Βασική δομή μαγνητικών δίσκων (συν.)

- Μια ομάδα από tracks αποτελεί νοητούς κυλίνδρους
- Ανάγνωση με χρήση συστήματος κεφαλών

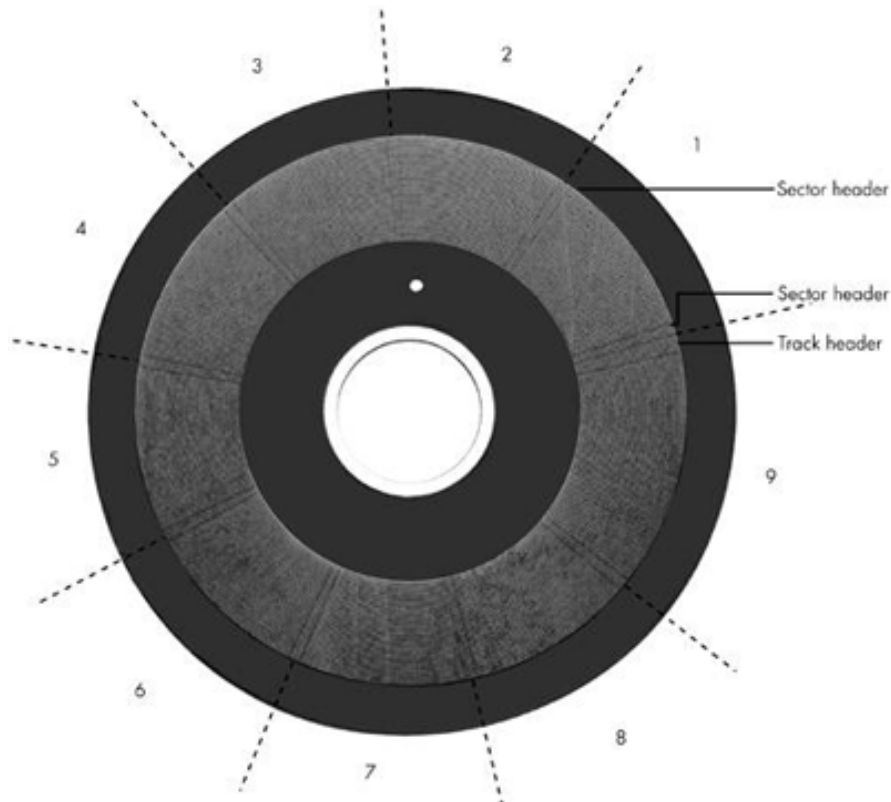


Βασική δομή μαγνητικών δίσκων (συν.)



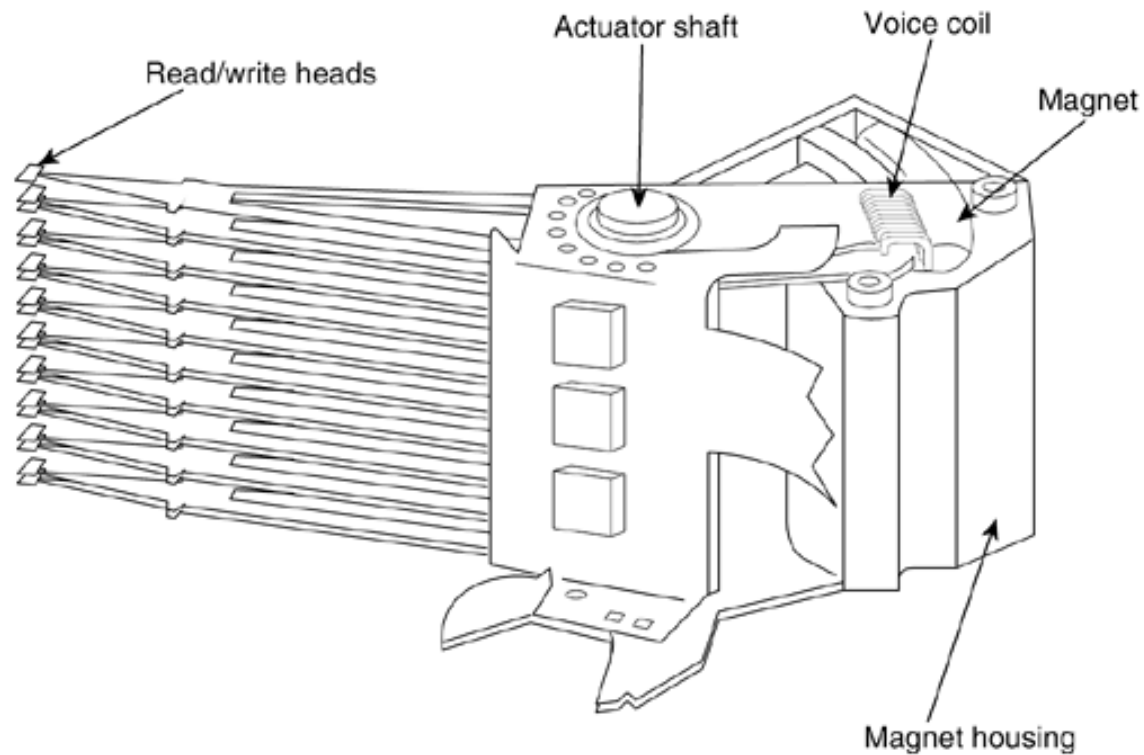
Βασική δομή μαγνητικών δίσκων (συν.)

- Παράδειγμα: εύκαμπτος δίσκος 360kByte
 - 40 tracks
 - 9 sector per track

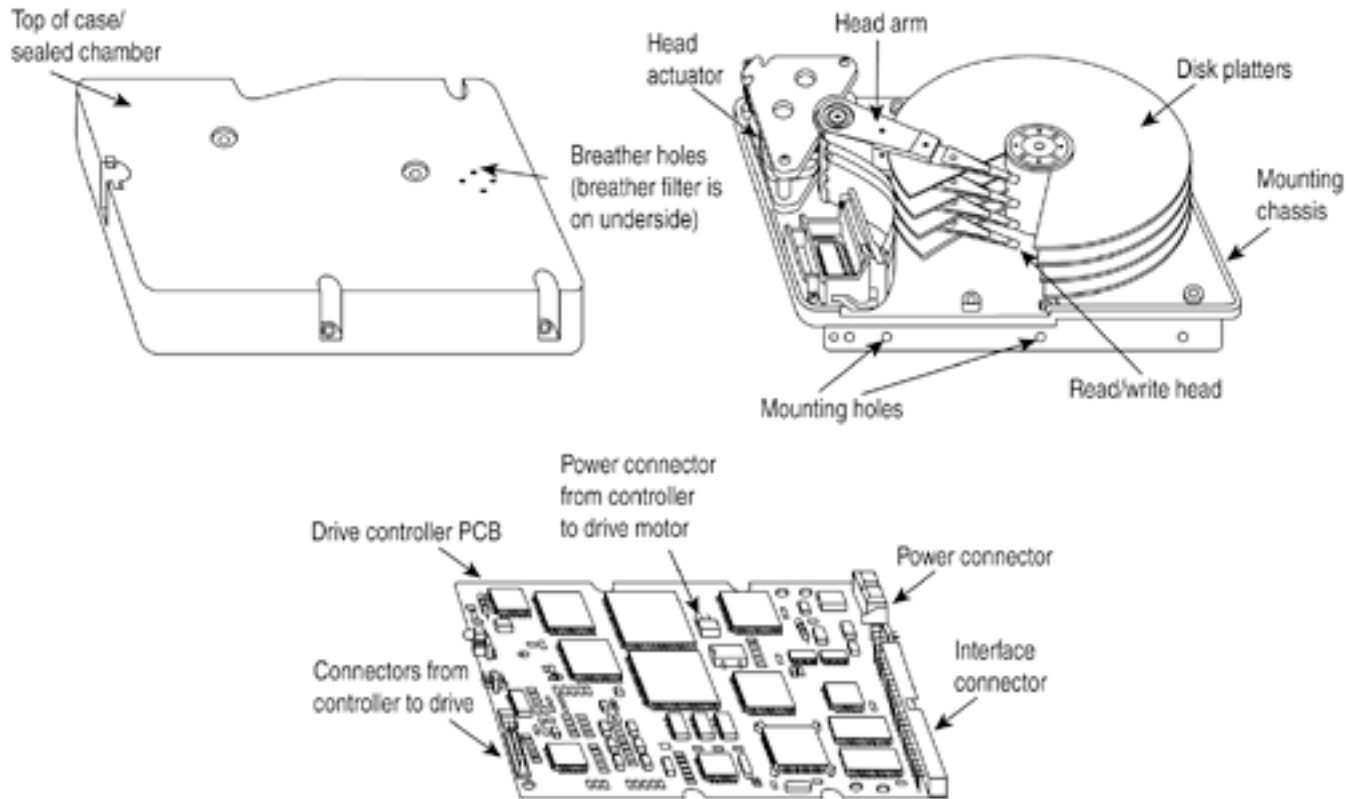


Υποσύστημα ανάγνωσης / εγγραφής

- Σύστημα κεφαλών ανάγνωσης/εγγραφής



Ολοκληρωμένο σύστημα σκληρού δίσκου



Κατηγορίες δίσκων



1.0"



1.8"



2.5"



3.5"

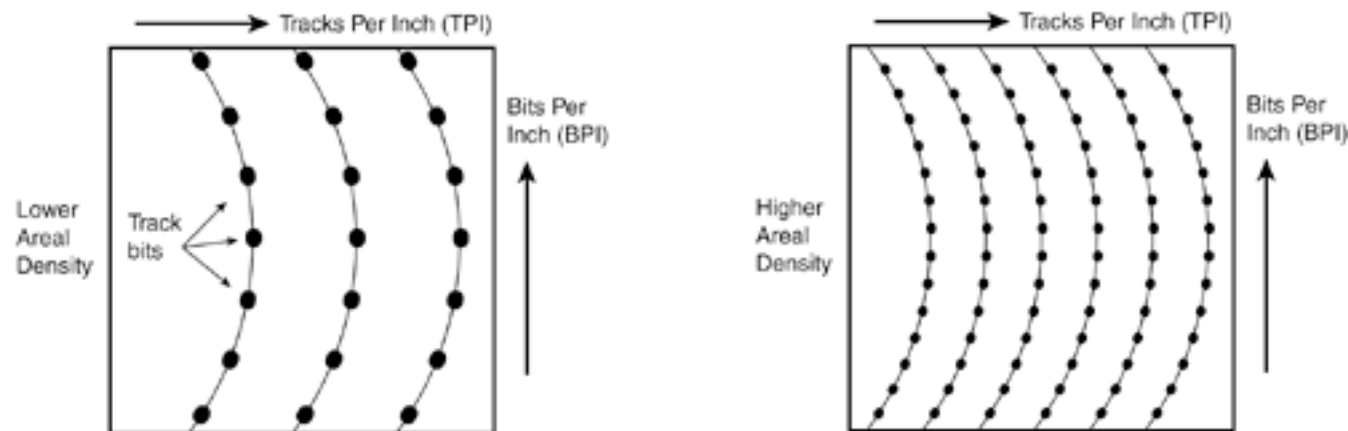


0.85"



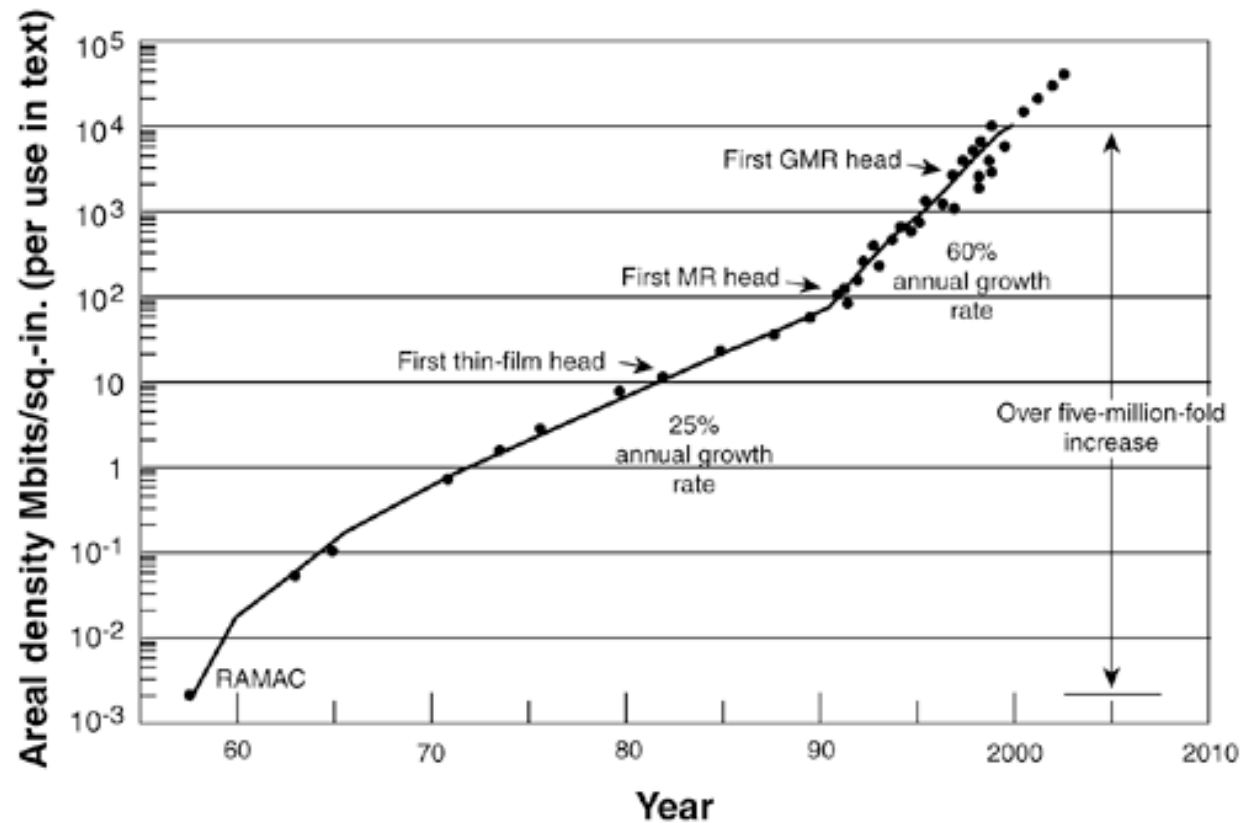
Αποθήκευση δεδομένων σε μαγνητικούς δίσκους

- Έννοια της επιφανειακής πυκνότητας
 - Areal density (bit/sq. inch)



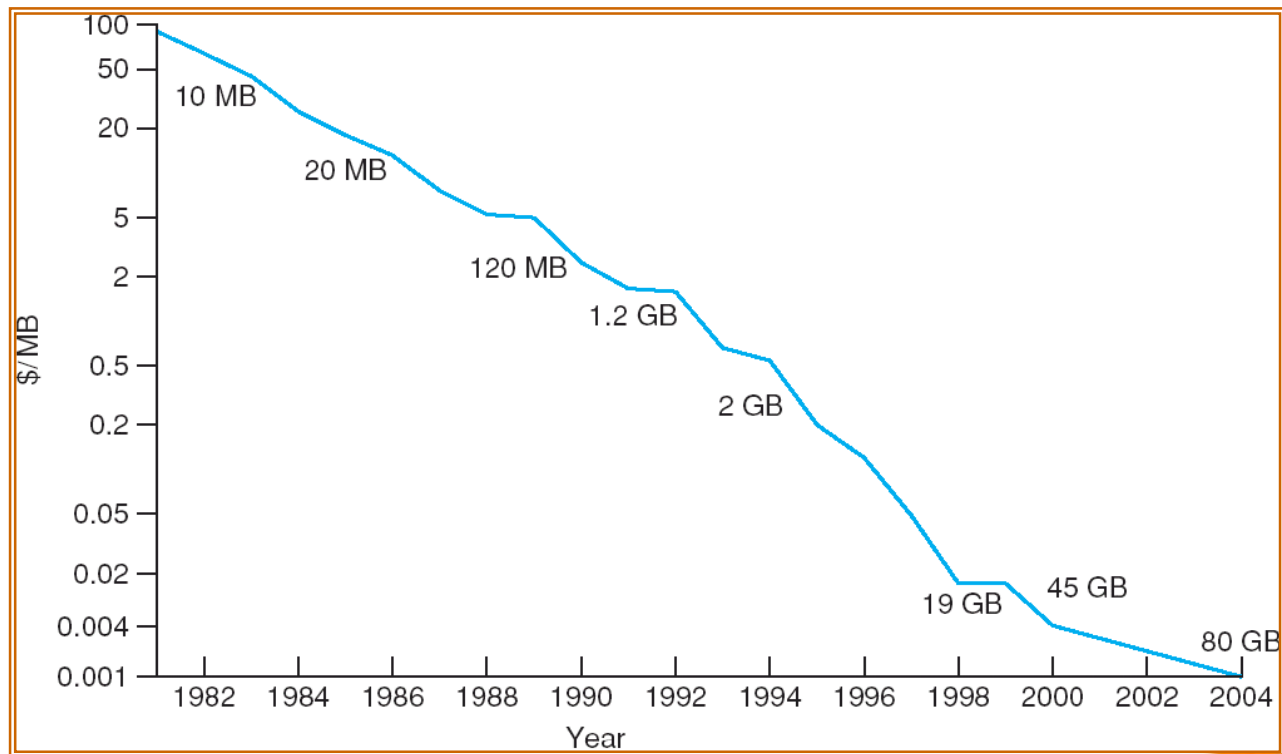
- Οι σύγχρονοι δίσκοι έχουν επιφανειακή πυκνότητα 70Gbit/sq. inch
 - 600GB σε 3.5in δίσκους

Αποθήκευση δεδομένων σε μαγνητικούς δίσκους (συν.)



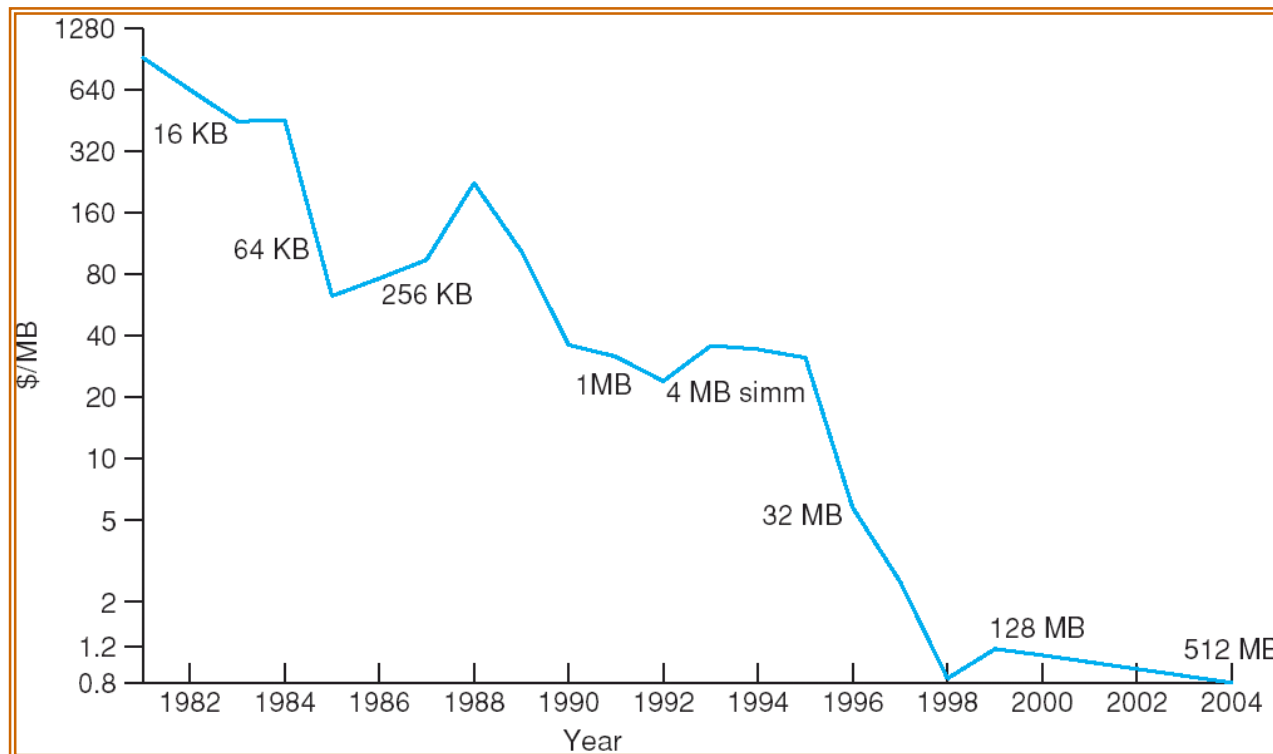
Κόστος αποθήκευσης

- Κόστος αποθήκευσης σε μαγνητικούς δίσκους (1982-2004)



Κόστος αποθήκευσης (συν.)

- ... Και η αντιπαράθεση με το κόστος απόκτησης μνήμης RAM



Παράρτημα: μονάδες μέτρησης χωρητικότητας

	Byte	B	(= 8 Bits)
Kilo	Kilobyte	KB	= 1024 Byte
Mega	Megabyte	MB	= 1024 Kilobyte
Giga	Gigabyte	GB	= 1024 Megabyte
Terra	Terrabyte	TB	= 1024 Gigabyte
Penta	Pentabyte	PB	= 1024 Terrabyte
Exa	Exabyte	EB	= 1024 Pentabyte
Zetta	Zettabyte	ZB	= 1024 Exabyte
Yota	Yotabyte	YB	= 1024 Zettabyte

ΤΕΛΟΣ (για σήμερα...)





www.ionio.gr