



Ελληνική Δημοκρατία
Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό
Ίδρυμα Ηπείρου

Αρχιτεκτονική υπολογιστών

Ενότητα 6 : Εξωτερική Μνήμη

Φώτης Βαρζιώτης



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής Τ.Ε

Αρχιτεκτονική υπολογιστών

Ενότητα 6 : Εξωτερική Μνήμη

Φώτης Βαρζιώτης

Καθηγητής Εφαρμογών

Άρτα, 2015





Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.





Χρηματοδότηση

- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «**Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση**» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο ΤΕΙ Ηπείρου**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ
ΕΚΠΑΙΔΕΥΣΗ ΚΑΙ ΔΙΑ ΒΙΟΥ ΜΑΘΗΣΗ
επένδυση στην κοινωνία της γνώσης
ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



Μαγνητικός Δίσκος_{1/2}

- Κυκλικός Δίσκος – υπόστρωμα που επικαλύπτεται με μαγνητικό υλικό (οξειδίο σιδήρου...Σκουριά)
- Παλιότερα υπόστρωμα αλουμινίου
- Σήμερα υπόστρωμα υάλου
 - Βελτιωμένη ομοιομορφία στην επιφάνεια
 - Αυξάνει την αξιοπιστία του δίσκου



Μαγνητικός Δίσκος_{2/2}

- Μείωση επιφανειακών ελαττωμάτων
 - Μείωση σφαλμάτων read/write
- Μικρότερο διάκενο κεφαλής - δίσκου
- Βελτιωμένη ακαμψία
- Ανθεκτικότερο σε δονήσεις και γενικά βλάβες



Μηχανισμοί Ανάγνωσης/Εγγραφής

- Εγγραφή και ανάκτηση μέσω ενός αγώγιμου πηνίου που ονομάζεται κεφαλή
- Μπορεί να υπάρχει μια κεφαλή read/write ή δύο ξεχωριστές
- Μεταξύ read/write, η κεφαλή διατηρείται σταθερή, ο δίσκος περιστρέφεται
- Εγγραφή
 - Ρεύμα διαρρέει το πηνίο ώστε να επαχθεί μαγνητικό πεδίο
 - Στέλνονται παλμοί στην κεφαλή
 - Δημιουργούνται μαγνητικά μοτίβα στην επιφάνεια

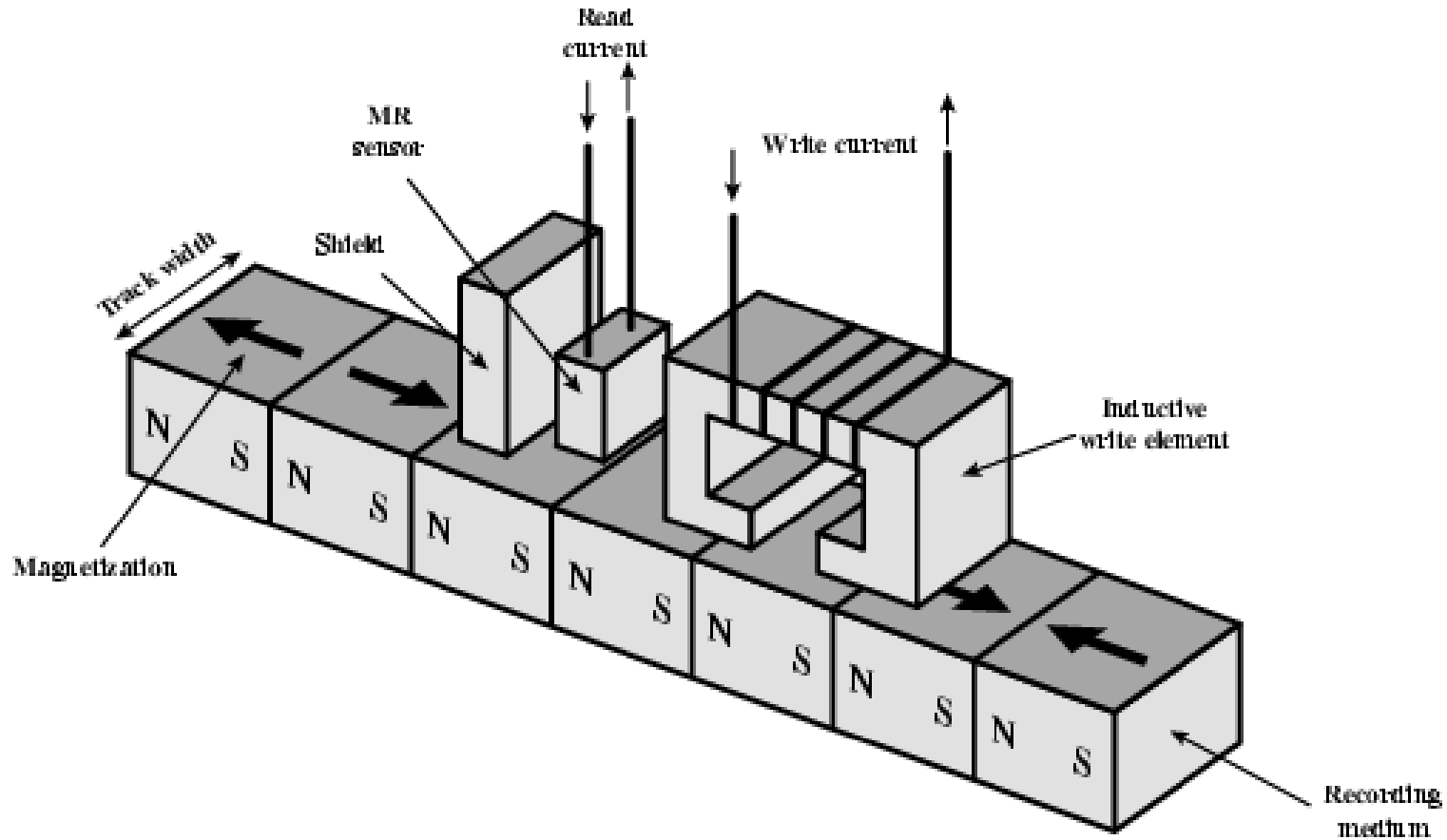


Μηχανισμοί Ανάγνωσης/Εγγραφής

- Ανάγνωση (Παραδοσιακά)
 - Το μαγνητικό πεδίο κινείται σε σχέση με το πηνίο – κεφαλή παράγοντας ρεύμα στο πηνίο
 - Μια κεφαλή για εγγραφή / ανάγνωση
- Ανάγνωση (Σύγχρονα Συστήματα)
 - Ξεχωριστή κεφαλή ανάγνωσης, κοντά στην κεφαλή εγγραφής
 - Μερικώς θωρακισμένος αισθητήρας μαγνητικής αντίστασης (MR)
 - Η ηλεκτρική αντίσταση εξαρτάται από την διεύθυνση του μαγνητικού πεδίου
 - Λειτουργία υψηλής συχνότητας
 - Μεγαλύτερη πυκνότητα αποθήκευσης και ταχύτητα



Ανάγνωση σε σύγχρονα συστήματα



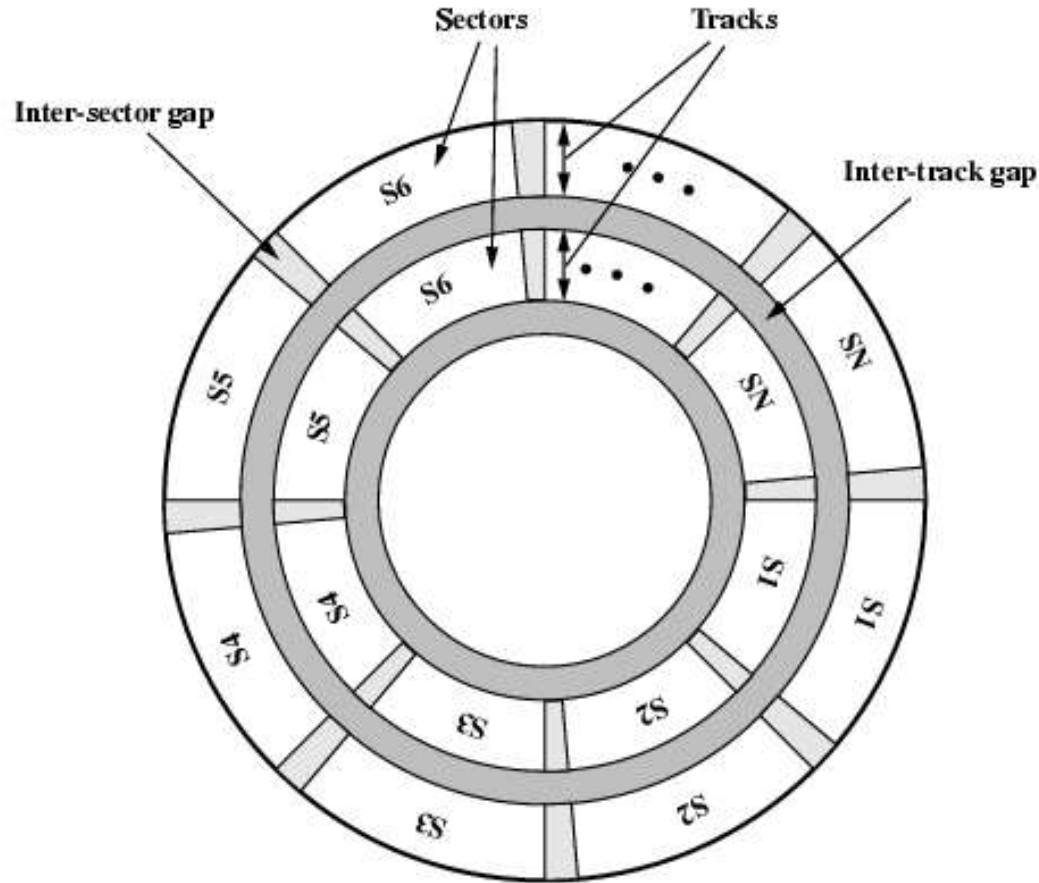


Οργάνωση και Μορφοποίηση Δεδομένων

- Ομόκεντροι κύκλοι ή ίχνη (tracks)
 - Διάκενο μεταξύ των ιχνών
 - Μείωση διάκενου => Αυξημένη χωρητικότητα
 - Ίσος αριθμός bits σε κάθε ίχνος
 - Constant angular velocity
- Α ίχνη διαιρούνται σε τομείς (sectors)
- Τα ελάχιστο μέγεθος ενός block είναι ένας τομέας
- Μπορεί να υπάρχουν περισσότεροι τομείς σε κάθε τμήμα



Φυσική Διάταξη Δεδομένων στον Δίσκο





Ταχύτητα Δίσκου_{1/2}

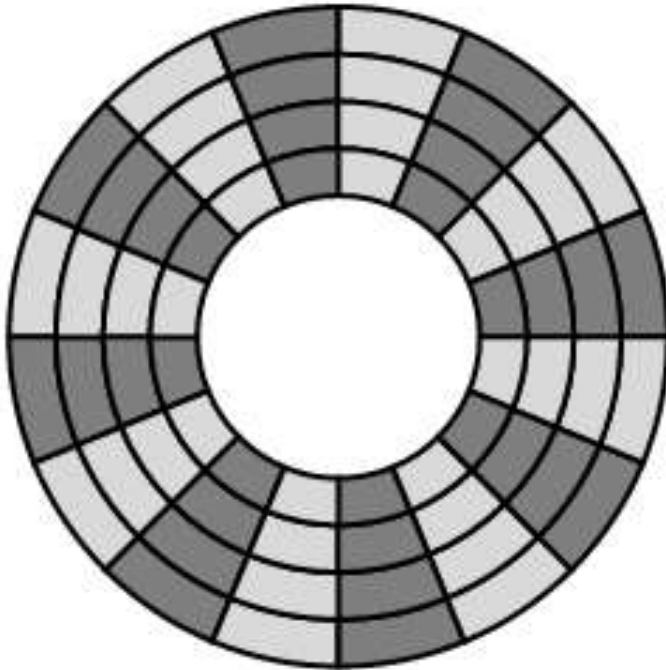
- Ένα bit κοντά στο κέντρο του περιστρεφόμενου δίσκου περνά από ένα σταθερό σημείο με μικρότερη ταχύτητα από ένα bit στο εξωτερικό μέρος του δίσκου
- Μεταβολή διαστήματος μεταξύ των bits σε διαφορετικά ίχνη
- Περιστροφή δίσκου με σταθερή γωνιακή ταχύτητα (CAV)
 - Δίνει τομείς σε σχήμα «πίτσας» και ομόκεντρα ίχνη
 - Κάθε ίχνος και τομέας μπορεί να διευθυνσιοδοτηθεί



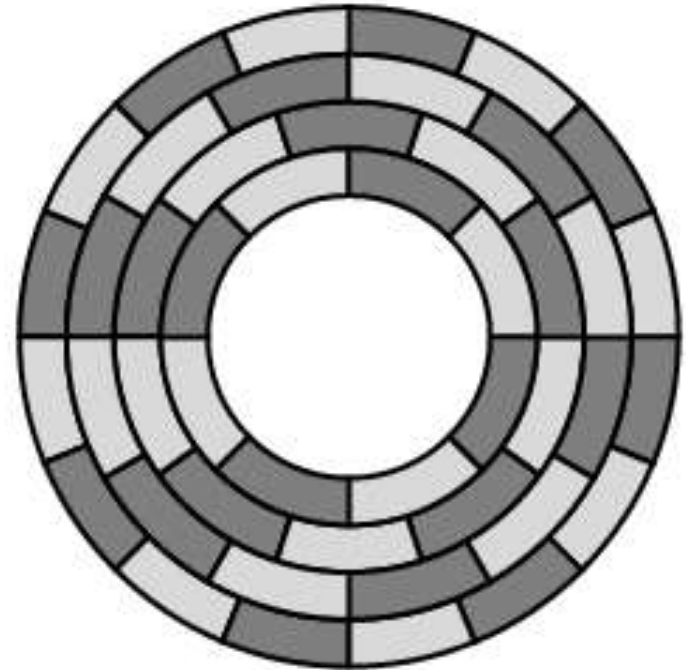
Ταχύτητα Δίσκου_{2/2}

- Μετακινούμε την κεφαλή στο καθορισμένο ίχνος και περιμένουμε το πέρασμα του επιθυμητού τομέα
- Σπατάλη χώρου στα εξώτερα ίχνη
 - Μικρή πυκνότητα δεδομένων
- Χρήση Ζωνών για αύξηση της χωρητικότητας
 - Κάθε ζώνη έχει καθορισμένο αριθμό bits ανά ίχνος
 - Περίπλοκη υλοποίηση

Σύγκριση Μεθόδων Οργάνωσης Δίσκων



(a) Constant angular velocity



(b) Multiple zoned recording

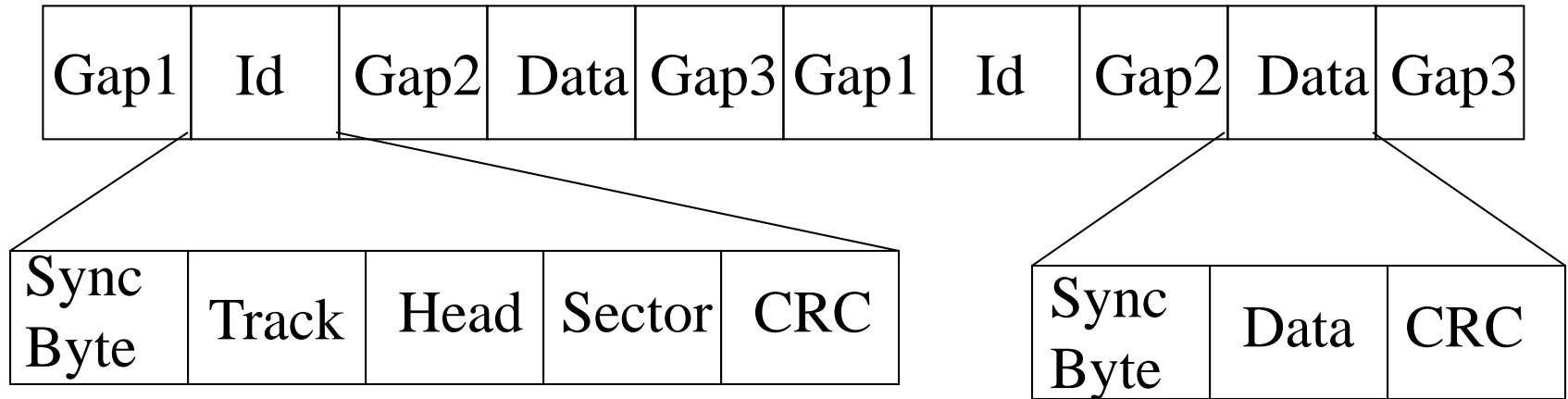


Εύρεση τομέων

- Ικανότητα καθορισμού αρχής ίχνους και τομέα
- Κατάλληλη μορφοποίηση δίσκου
 - Πρόσθετη πληροφορία μη ορατή στον χρήστη
 - Μαρκάρει ίχνη και τομείς



ST506 Μορφοποίηση (Παλιά!)



Χαρακτηριστικά Δίσκων

- Σταθερή (σπάνια) ή κινούμενη κεφαλή
- Αφαιρούμενος ή μη
- Αμφίπλευρος ή μονόπλευρος
- Ενός ή πολλαπλών δίσκων
- Μηχανισμός κεφαλής
 - Επαφής (Floppy)
 - Καθορισμένου διάκενου
 - Αεροδυναμική (Winchester)



Σταθερή / Κινούμενη Κεφαλή Δίσκου

- Σταθερή κεφαλή
 - Μια κεφαλή ανάγνωσης / εγγραφής ανά ίχνος
 - Οι κεφαλές τοποθετούνται σε κατάλληλο βραχίονα
- Κινούμενη κεφαλή
 - Μια κεφαλή ανάγνωσης / εγγραφής ανά πλευρά
 - Τοποθετούνται σε κινούμενο βραχίονα

Αφαιρούμενοι ή μη

- Αφαιρούμενος Δίσκος
 - Μπορεί να αφαιρεθεί από τον οδηγό και να αντικατασταθεί από άλλο δίσκο
 - Παρέχει απεριόριστη χωρητικότητα
 - Εύκολη μεταφορά δεδομένων μεταξύ συστημάτων
- Μη Αφαιρούμενος Δίσκος
 - Μόνιμα τοποθετημένος στον οδηγό

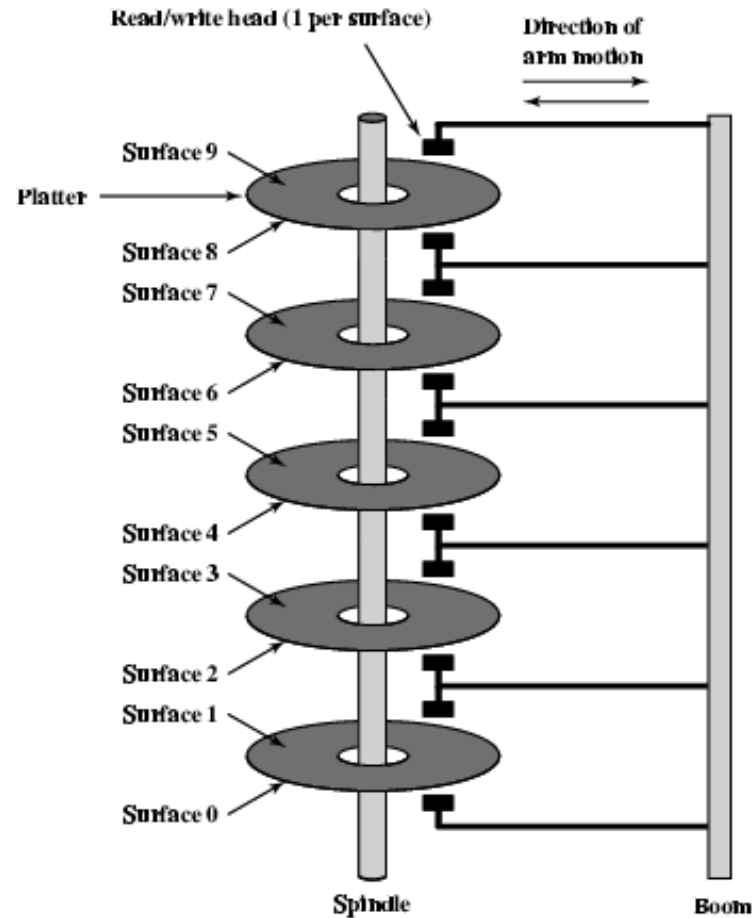


Πολλαπλοί δίσκοι_{1/2}

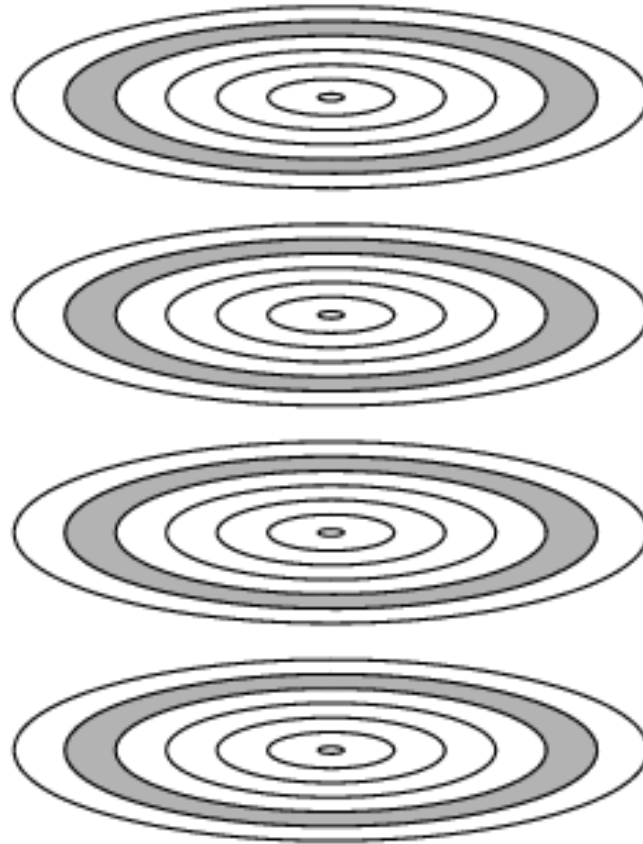
- Μια κεφαλή σε κάθε πλευρά
- Οι κεφαλές είναι συνδεδεμένες και ευθυγραμμισμένες
- Ευθυγραμμισμένα ίχνη σε κάθε δίσκο δημιουργούν κυλίνδρους
- Τα δεδομένα διατάσσονται ακολουθιακά ανά κύλινδρο
 - Λιγότερες μετακινήσεις κεφαλής
 - Αυξημένη ταχύτητα (ρυθμός μεταφοράς δεδομένων)



Πολλαπλοί δίσκοι_{2/2}



Κύλινδροι





Floppy Disk (Επαφής)

- 8", 5.25", 3.5"
- Μικρή χωρητικότητα
 - Έως 1.44Mbyte (2.88M σπάνια)
- Αργός
- Καθολικός
- Φθηνός
- Ξεπερασμένος..



Σκληρός Δίσκος Winchester_{1/2}

- Αναπτύχθηκε από την IBM στο Winchester (USA)
- Σφραγισμένη μονάδα
- Ενός ή περισσότερων δίσκων
- Αεροδυναμική κεφαλή που ίπταται πάνω από την επιφάνεια του δίσκου λόγω του ρεύματος αέρα που δημιουργεί η περιστροφή
- Πολύ μικρό διάκενο μεταξύ κεφαλής και δίσκου
- Εξελίσσεται σε όλο και πιο αξιόπιστο σύστημα



Σκληρός Δίσκος Winchester_{2/2}

- Καθολικός
- Φθηνός
- Η γρηγορότερη μονάδα αποθήκευσης
- Συνεχώς αυξανόμενη χωρητικότητα



Αφαιρούμενος σκληρός δίσκος

- ZIP
 - Φθηνό
 - κοινό
 - Μόνο 100M
- JAZ
 - Ακριβό
 - 1G
- L-120 (a: drive)
 - Ανάγνωση και 3.5" floppy

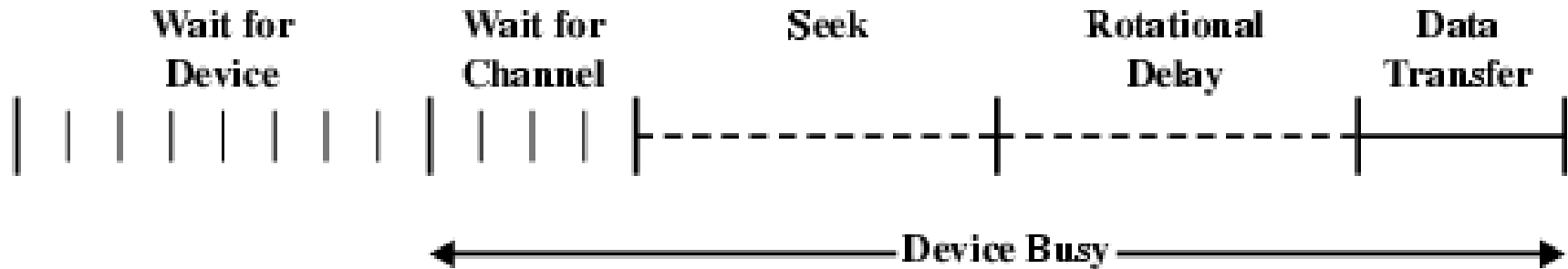


Ταχύτητα

- Χρόνος αναζήτησης
 - Μετακίνηση της κεφαλής στο επιθυμητό ίχνος
- Καθυστέρηση λόγω περιστροφής - latency
 - Αναμονή επιθυμητού τομέα
- Χρόνος Προσπέλασης = Αναμονή + Latency
- Χρόνος Μεταφοράς



Χρονισμός μιας μεταφοράς I/O του δίσκου





RAID_{1/2}

- Redundant Array of Independent Disks
- Redundant Array of Inexpensive Disks
- 6 επίπεδα κοινή χρήσης
- Δεν αποτελούν ιεραρχία
- Ένα σετ φυσικών δίσκων αντιμετωπίζεται ως ένας λογικός δίσκος από το O/S



RAID_{2/2}

- Τα δεδομένα κατανέμονται κατάλληλα στους φυσικούς δίσκους
- Μπορεί να χρησιμοποιείται πλεονάζουσα χωρητικότητα για την αποθήκευση πληροφορίας ισοτιμίας



RAID 0

- Δεν χρησιμοποιείται πλεονάζουσα πληροφορία
- Τα δεδομένα κατανέμονται στο σύνολο των δίσκων
- Κατανομή Round Robin
- Αυξάνεται η ταχύτητα
 - Πολλαπλές αιτήσεις δεδομένων που πιθανώς είναι τοποθετημένα σε διαφορετικούς φυσικούς δίσκους
 - Παράλληλη αναζήτηση στους δίσκους
 - Ένα σύνολο δεδομένων πιθανώς έχει κατανεμηθεί σε πολλούς δίσκους



RAID 1

- Δίσκοι καθρέπτες
- Τα δεδομένα κατανέμονται ανά ακολουθίες στους δίσκους
- 2 αντίγραφα της ίδιας ακολουθίας σε διαφορετικούς δίσκους
- Μπορεί να γίνει ανάγνωση και από τους δύο
- Εγγραφή και στους δύο
- Η ανάκτηση είναι απλή
 - Αλλαγή ελαττωματικού δίσκου & επανεγγραφή
 - Το σύστημα δεν τίθεται εκτός λειτουργίας
- Ακριβό



RAID 2

- Οι δίσκοι είναι συγχρονισμένοι
- Πολύ μικρές ακολουθίες
 - Συχνά σε επίπεδο byte/word
- Ο κώδικας διόρθωσης σφαλμάτων πρέπει να υπολογιστεί για τα απαιτούμενα bits που έχουν τοποθετηθεί σε κάθε δίσκο
- Απαιτεί μεγάλο αριθμό δίσκων ισοτιμίας για αποθήκευση του κώδικα Hamming
- Υπερβολικά μεγάλη πλεονάζουσα πληροφορία
 - Ακριβό
 - Δεν χρησιμοποιείται



RAID 3

- Παρόμοιο με το RAID 2
- Απαιτεί μόνο έναν πλεονάζων δίσκο, ανεξάρτητα από το μέγεθος της συστοιχίας
- Υπολογίζεται ένα bit ισοτιμίας για κάθε σύνολο bits
- Τα δεδομένα στον ελαττωματικό δίσκο μπορούν να ανακτηθούν από τα εναπομείναντα δεδομένα και την πληροφορία ισοτιμίας
- Μεγάλη ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων



RAID 4

- Κάθε δίσκος λειτουργεί ανεξάρτητα
- Καλό για εφαρμογές με μεγάλο αριθμό αιτήσεων I/O
- Μεγάλες ακολουθίες
- Υπολογίζει “Bit by bit” ισοτιμία για κάθε συνολική ακολουθία
- Η πληροφορία ισοτιμίας αποθηκεύεται στον δίσκο ισοτιμίας



RAID 5

- Παρόμοιο με RAID 4
- Ωστόσο η πληροφορία ισοτιμίας κατανέμεται σε όλους τους δίσκους
- Round robin κατανομή για την ακολουθία ισοτιμίας
- Λύνει το πρόβλημα συμφόρησης του δίσκου ισοτιμίας που εμφανίζεται στο RAID 4
- Χρησιμοποιείται συχνά σε εξυπηρετητές δικτύου

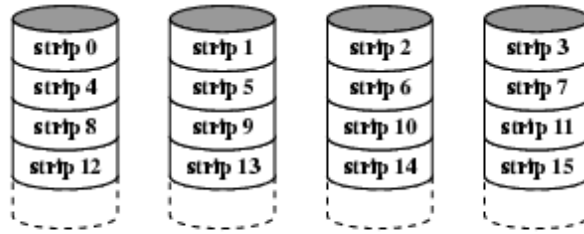


RAID 6

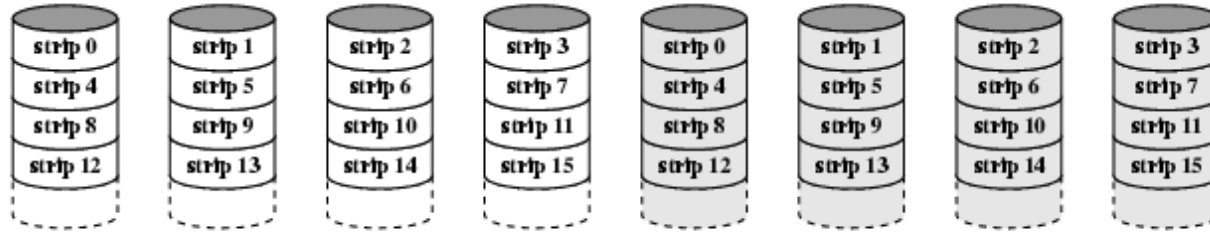
- Υπολογισμοί δύο ισοτιμιών
- Αποθηκεύονται σε ξεχωριστά blocks σε διαφορετικούς δίσκους
- Εάν ο χρήστης απαιτεί N δίσκους τότε χρειάζονται $N+2$
- Μεγάλη αξιοπιστία
 - Πρέπει να αποτύχουν τρεις δίσκοι για να χαθούν δεδομένα
 - Μειωμένη απόδοση εγγραφής



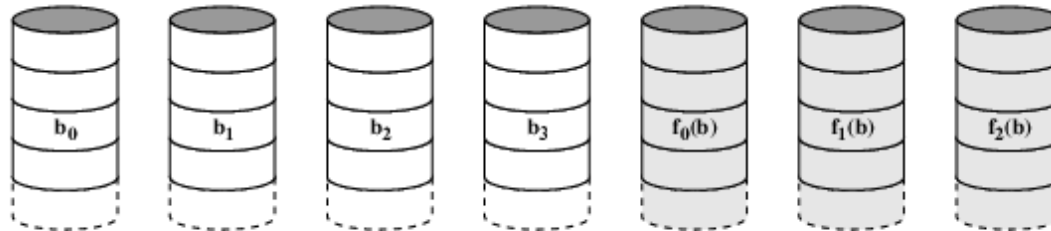
RAID 0, 1, 2



(a) RAID 0 (non-redundant)



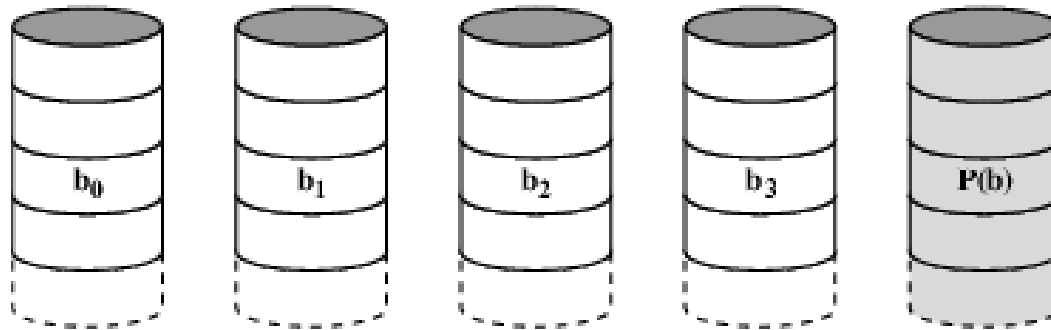
(b) RAID 1 (mirrored)



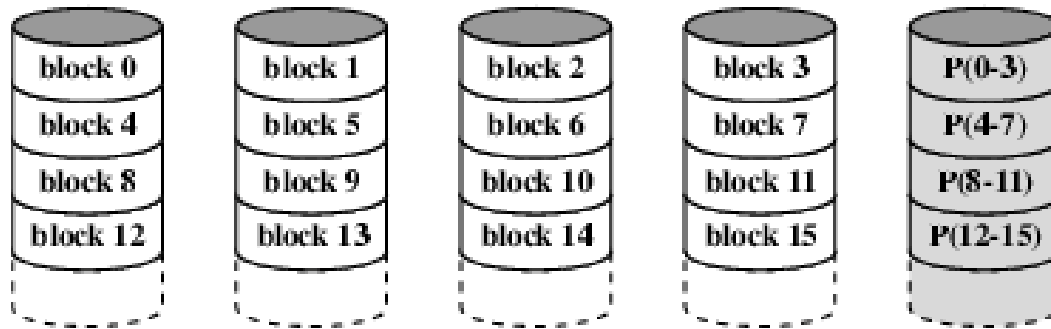
(c) RAID 2 (redundancy through Hamming code)



RAID 3 & 4



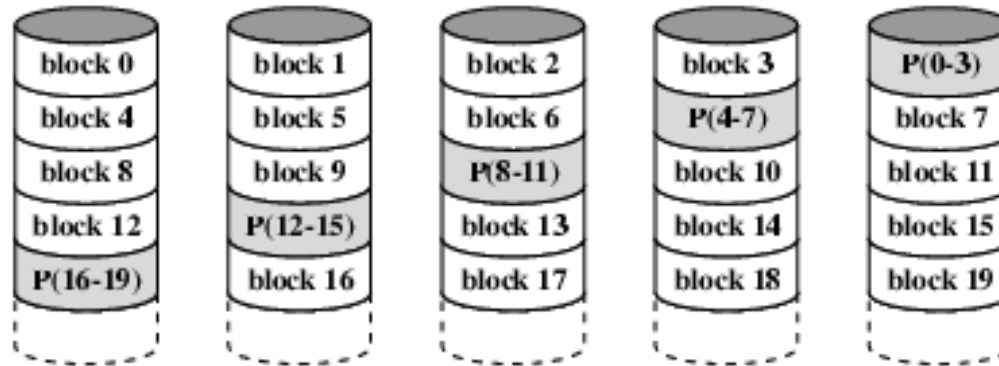
(d) RAID 3 (bit-interleaved parity)



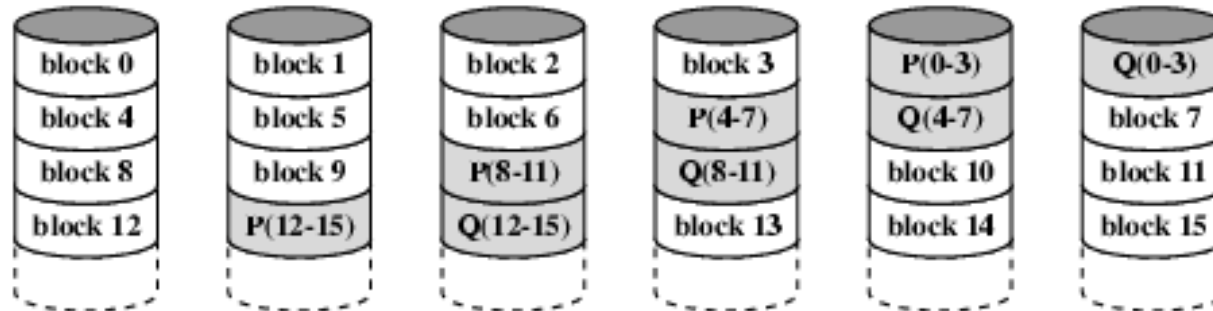
(e) RAID 4 (block-level parity)



RAID 5 & 6



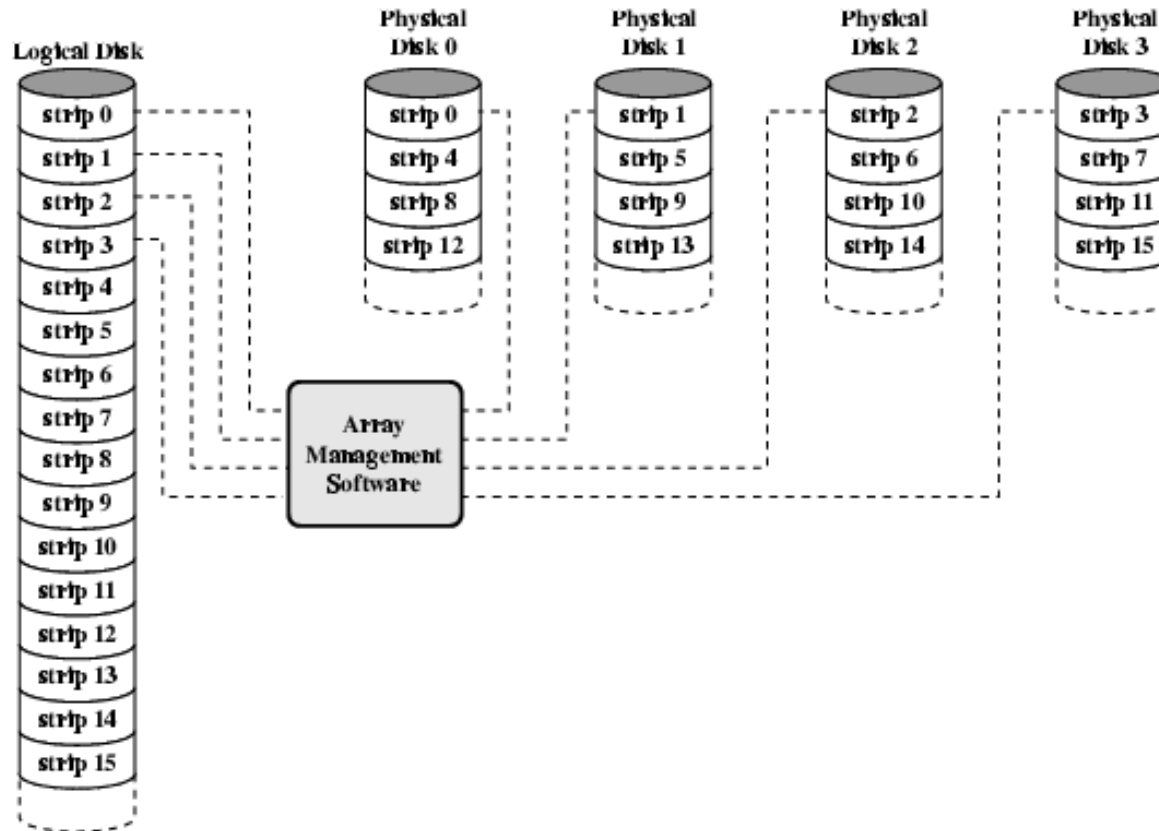
(f) RAID 5 (block-level distributed parity)



(g) RAID 6 (dual redundancy)



Χαρτογράφηση δεδομένων για RAID 0

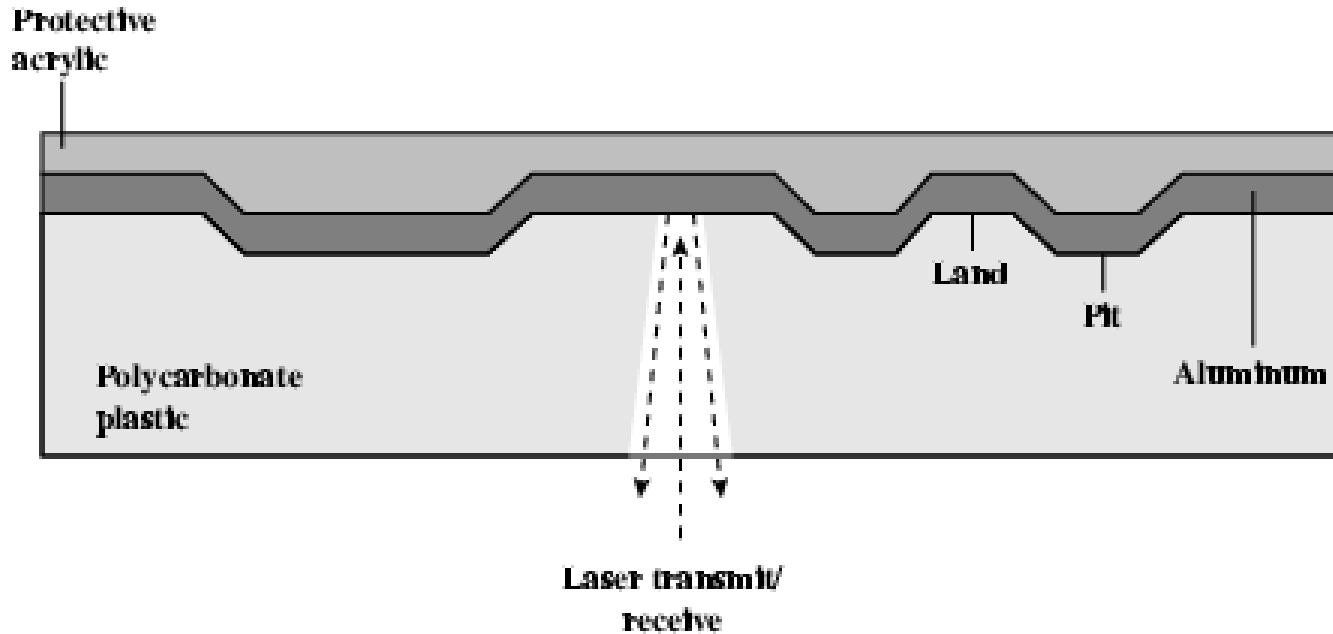




CD-ROM

- Εμφανίστηκε για audio
- 650Mbytes ή 70 λεπτά audio
- Πολυκαρβονική ρητίνη με επικάλυψη για υψηλή ανακλαστικότητα, συνήθως αλουμίνιο
- Τα δεδομένα αποθηκεύονται ως pits
- Διαβάζονται με βάση το βαθμό ανάκλασης δέσμης Laser
- Σταθερή πυκνότητα δεδομένων
- Σταθερή γραμμική ταχύτητα

Λειτουργία CD



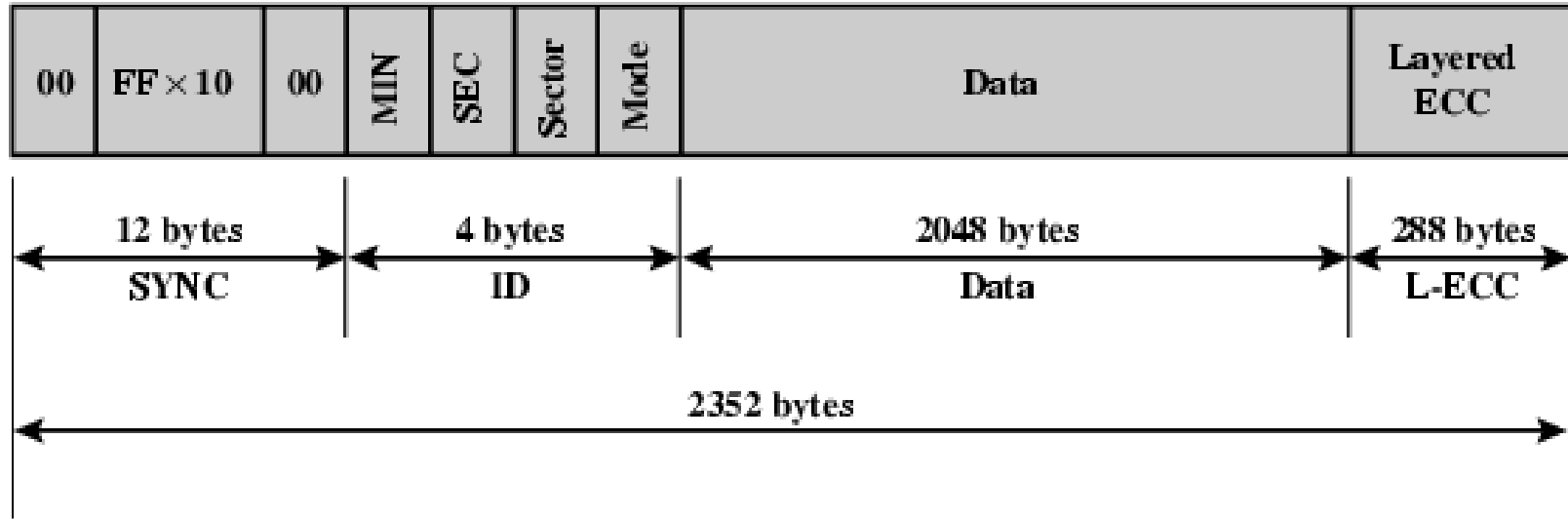


Ταχύτητα CD-ROM Drive

- Ταχύτητα Audio (απλή)
 - Σταθερή γραμμική ταχύτητα
 - 1.2 ms^{-1}
 - Το ίχνος (spiral) έχει μήκος 5.27km
 - Δίνει 4391 seconds = 73.2 minutes
- Μεγαλύτερες ταχύτητες δίνονται ως πολλαπλάσια
- e.g. 24x
- Η παραπάνω ταχύτητα είναι μέγιστο



CD-ROM Format



- Mode 0=blank data field
- Mode 1=2048 byte data+error correction
- Mode 2=2336 byte data



Τυχαία προσπέλαση στο CD-ROM

- Δύσκολο
- Μετακίνηση κεφαλής σε κοντινό σημείο
- Ρύθμιση σωστής ταχύτητας
- Ανάγνωση διεύθυνσης
- Εύρεση επιθυμητής περιοχής



CD-ROM συν & κατά

- Μεγάλη χωρητικότητα (;)
- Ευκολία στη μαζική παραγωγή
- Αφαιρούμενο
- Αξιόπιστο

- Ακριβό για λίγα αντίτυπα
- Αργό
- Read only



Άλλα οπτικά αποθηκευτικά μέσα

- CD-Recordable (CD-R)
 - Συμβατό με CD-ROM drives
- CD-RW
 - Διαγράφεται
 - Γίνεται ολοένα και φθηνότερο
 - Συμβατό με τα περισσότερα CD-ROM drive
 - Αλλαγής φάσης

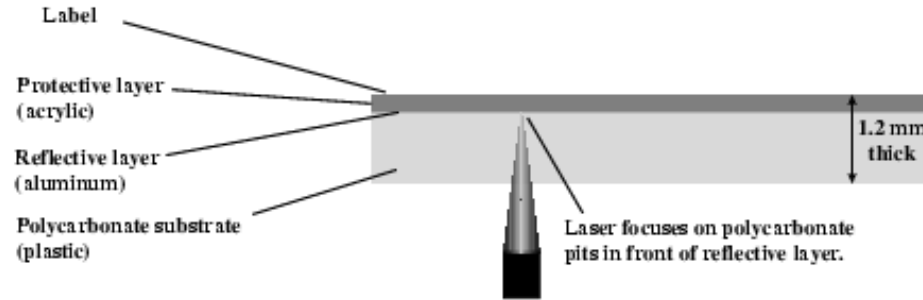


DVD - Τεχνολογία

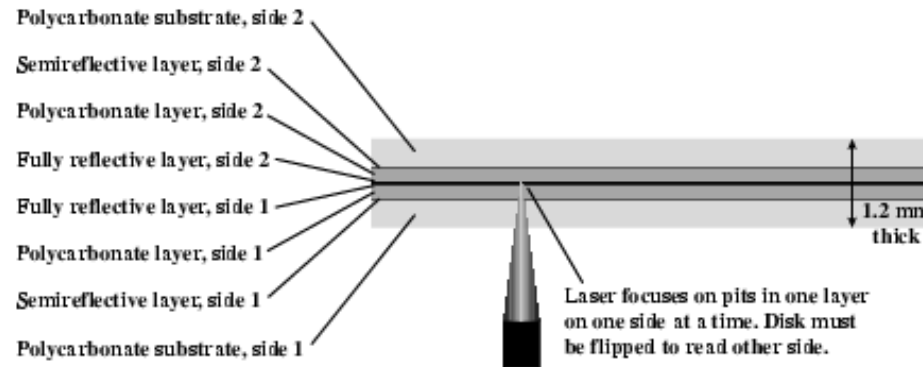
- Multi-layer
- Υψηλή χωρητικότητα (4.7G ανά επίπεδο)



CD and DVD



(a) CD-ROM - Capacity 682 MB



(b) DVD-ROM, double-sided, dual-layer - Capacity 17 GB



Magnetic Tape

- Ακολουθιακή πρόσβαση
- Αργή
- Πολύ φθηνή
- Backup και αρχείο



Digital Audio Tape (DAT)

- Περιστρεφόμενη κεφαλή
- Υψηλή χωρητικότητα
 - 4Gbyte uncompressed
 - 8Gbyte compressed
- Backup για PC/network servers



Βιβλιογραφία

William Stallings. (2011). Αρχιτεκτονική & Οργάνωση Υπολογιστών. Εκδόσεις Τζιόλα.

Δημοσθένης Ε. Μπολανάκης. (2011). Αρχιτεκτονική Μικροϋπολογιστών: αρχές προγραμματισμού χαμηλού επιπέδου και εφαρμογές με το μικροελεγκτή M68HC908GP32, Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία.

Tanenbaum Andrew S. (1995). Η Αρχιτεκτονική των Υπολογιστών μια δομημένη προσέγγιση Συγγραφέας Tanenbaum Andrew S. Εκδόσεις Κλειδάριθμος.

Luce T. (1991). Αρχιτεκτονική των Υπολογιστών. Εκδόσεις Τζιόλα.

Gilmore. (1999). Μικροεπεξεργαστές θεωρία και εφαρμογές. Εκδόσεις Τζιόλα.

Predko M. (2000). Προγραμματίζοντας τον Μικροελεγκτή PIC, Εκδόσεις Τζιόλα.

Μπεκάκος Μ.Π. (1994). Αρχιτεκτονική υπολογιστών & τεχνολογία παράλληλης επεξεργασίας, Εκδόσεις Σταμούλης.



Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Τεχνολογικό Ίδρυμα Ηπείρου. Φώτης Βαρζιώτης.
Αρχιτεκτονική υπολογιστών.

Έκδοση: 1.0 Άρτα, 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή
διεύθυνση:

<http://eclass.teiep.gr/OpenClass/courses/COMP115/>



Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά Δημιουργού-Μη Εμπορική Χρήση-Όχι Παράγωγα Έργα 4.0 Διεθνές [1] ή μεταγενέστερη. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, Διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.el>



Τέλος Ενότητας

Επεξεργασία: Ευάγγελος Καρβούνης
Άρτα, 2015



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Τέλος Ενότητας

Εξωτερική Μνήμη



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

