

# CD ΠΡΟΤΥΠΑ

---

- «Κόκκινο Βιβλίο»: Philips, Sony, 1980
  - Καθιέρωση CD-Audio
  - Πρώτο από μια σειρά standards
  - Βασικές αρχές για το CD
  - Φυσικές διαστάσεις
  - Εγγραφή δεδομένων σε ένα ρεύμα (από μέσα προς έξω)
  - Παρουσίαση δεδομένων στην κεφαλή (CLV)
  - Διαίρεση δεδομένων
  - Βασική μονάδα πληροφορίας: frame
  - Frame: 588 bits

# CD ΠΡΟΤΥΠΑ

---

- «Κόκκινο Βιβλίο»: Philips, Sony, 1980 (συνέχεια)
  - Frame: 24 audio bytes (192 bits), 1 byte ελέγχου, 388 bits κώδικας ανίχνευσης και διόρθωσης λαθών
  - Sector: 98 frames (2352 audio bytes)
  - Sectors χωρίζονται σε tracks (μέγιστο 99)
  - Περιοχή προγράμματος: επιφάνεια tracks
  - Εισαγωγή: lead-in
  - Έξοδος: lead-out
  - Θέση, περιεχόμενο tracks: TOC (μετά το lead-in)

# CD ΠΡΟΤΥΠΑ

---

- «Κίτρινο Βιβλίο»: Philips, Sony, 1984
  - Όχι μόνο φορέας ήχου, αλλά και δεδομένων υπολογιστή
  - Αναπροσαρμογές στο πρώτο standard
  - Βασική μονάδα πρόσβασης: sector
  - Κώδικας ανίχνευσης και διόρθωσης λαθών (EDC/ECC) σε κάθε sector
  - Sector: 12 bytes συγχρονισμού, 4 bytes επικεφαλίδα, 2048 bytes data, 280 bytes EDC/ECC (φορμάρισμα σε mode 1)

# CD ΠΡΟΤΥΠΑ

---

- «Κίτρινο Βιβλίο»: Philips, Sony, 1984 (συνέχεια)
  - Στο mode 2 καταργείται EDC/ECC όπου δε χρειάζεται (ήχος / εικόνα) χάρη των δεδομένων
  - Mixed mode CDs: πληροφορία και σε mode 1 και σε mode 2
  - Δεδομένα και ήχος γράφονται σε χωριστά tracks
  - CD-ROM σε mode 1: ως 340,000 sectors (ως 680MB)

## CD ΠΡΟΤΥΠΑ

---

- High Sierra (ISO 9660): Philips, Sony, Microsoft 1985
  - Καθιέρωση κοινού format για δίσκο CD-ROM
  - Κάθε χρήστης με οποιοδήποτε drive και τον κατάλληλο οδηγό λογισμικού έχει πρόσβαση σε κάθε συμβατό δίσκο
  - Αποτέλεσμα: κάθε δίσκος αναγνωρίζεται (ασχέτως άλλων προβλημάτων)

# CD ΠΡΟΤΥΠΑ

---

- «Πράσινο Βιβλίο»:
  - Αρχικά CD-ROM για πληροφορία κειμένου
  - Δεν προβλεπόταν χειρισμός εικόνων και ήχου με συμπίεση
  - Απαιτούνταν σχεδιασμός προσαρμοστών γραφικών αναλόγως των εφαρμογών
  - Το Πράσινο Βιβλίο έλυσε τα προβλήματα εισάγοντας το CD-I

# CD ΠΡΟΤΥΠΑ

---

- «Πορτοκαλί Βιβλίο»:
  - Ανάπτυξη Photo-CD για αποθήκευση στατικών φωτογραφικών εικόνων σε διάφορες αναλύσεις
  - Εικόνες σε συμπιεσμένη μορφή (Kodak Image PAC) (Form 1, Mode 2 Πράσινου Βιβλίου)
  - Πρόσβαση: Photo-CD players, CD-I players, CD-ROM/ΧΑ drives (απαιτείται και κατάλληλο λογισμικό στα δύο τελευταία)
  - Photo-CD: δίσκος εγγράψιμος (μια φορά)

## CD ΠΡΟΤΥΠΑ

---

- «Πορτοκαλί Βιβλίο»: (συνέχεια)
  - Πρόβλημα: πίνακας περιεχομένων (TOC) γράφεται την πρώτη φορά
  - Λύση δίνεται στο Πορτοκαλί Βιβλίο



# CD-DA

---

- Δειγματοληψία:

- Μετατροπή αναλογικού σήματος σε ψηφιακό
- Θεώρημα Nyquist: συχνότητα δειγματοληψίας μεγαλύτερη ή ίση διπλάσιου μέγιστης συχνότητας:

$$f_s \geq 2f \text{ ή } T_s \leq T/2$$

- Αρχικά εφαρμογή ιδανικού βαθυπερατού φίλτρου στο αναλογικό σήμα για να γίνει συχνότητα αποκοπής το μισό της  $f_s$
- Το σήμα εξόδου πάλι διέλευση από το φίλτρο για αναπαραγωγή του αναλογικού

# CD-DA

---

- Δειγματοληψία: (συνέχεια)
  - Χωρίς φιλτράρισμα έχω πρόβλημα **aliasing** (λανθασμένη απόκριση συστήματος με μορφή παραμόρφωσης)
  - Οριακά ( $f_s=2f$ ) μόνο δύο δείγματα σήματος (ελάχιστη απαίτηση αναπαράστασης αναλογικού)
  - Για σήματα με συχνότητα μεγαλύτερη από  $f_s/2$  έχω διαμόρφωση του σήματος εισόδου

# CD-DA

---

- Κβαντοποίηση:
  - Αναπαράσταση δειγμάτων με ορισμένο πλήθος bits
  - Αντιστοίχιση διακριτής τιμής σε συνεχή τιμή πλάτους
  - Δειγματοληψία και κβαντοποίηση: ψηφιοποίηση
  - Αναλόγως σταθμών κβαντοποίησης έχω ορισμένο format ήχου
  - Περισσότερα bits → Ακριβέστερη κβαντοποίηση

# CD-DA

---

- Κβαντοποίηση: (συνέχεια)
  - Όσο περισσότερες στάθμες τόσο μικρότερο σφάλμα
  - Λόγος σήματος προς σφάλμα:  $S/E \approx 6.02 \cdot n + 1.76$  σε dB όπου  $n$  το πλήθος bits
  - Για 16 bit σύστημα έχω  $S/E = 98$  dB
  - Χρήση μεθόδου dither για ασθενή σήματα (πρόσθεση αναλογικού θορύβου χαμηλής στάθμης στο αρχικό σήμα)

# CD-DA

---

- Προδιαγραφές:
  - Χρόνος αναπαραγωγής: 74 min 33 sec
  - Φορά αναπαραγωγής: αντίθετη δεικτών ρολογιού
  - Ταχύτητα περιστροφής: 1.2-1.4 m/sec (CLV)
  - Απόσταση ανίχνευσης: 1.6  $\mu\text{m}$
  - Διάμετρος: 120 mm
  - Πάχος: 1.2 mm
  - Διάμετρος τρύπας κέντρου: 15 mm
  - Περιοχή εγγραφής: 46 mm – 117 mm

# CD-DA

---

- Προδιαγραφές: (συνέχεια)
  - Περιοχή σήματος: 50 mm – 116 mm
  - Υλικό: κάθε αποδεκτό μέσο με δείκτη διάθλασης 1.55
  - Ελάχιστο μήκος κοιλότητας: 0.833  $\mu\text{m}$  (1.2 m/sec) – 0.972  $\mu\text{m}$  (1.4 m/sec)
  - Μέγιστο μήκος κοιλότητας: 3.05  $\mu\text{m}$  (1.2 m/sec) – 3.56  $\mu\text{m}$  (1.4 m/sec)
  - Βάθος κοιλότητας:  $\sim 0.11 \mu\text{m}$
  - Πλάτος κοιλότητας:  $\sim 0.5 \mu\text{m}$

# CD-DA

---

- Προδιαγραφές: (συνέχεια)
  - Βασικό μήκος κύματος: 780 nm
  - Εστιακό βάθος: 2  $\mu$ m
  - Αριθμός καναλιών: 2 κανάλια (4 δυνατά κανάλια εγγραφής)
  - Κβαντοποίηση: 16 bit γραμμική
  - Συγχρονισμός κβαντοποίησης: ταυτόχρονη για όλα τα κανάλια
  - Συχνότητα δειγματοληψίας: 44.1 kHz
  - Ρυθμός μετάδοσης καναλιού: 4.3218 Mb/sec

# CD-DA

---

- Προδιαγραφές: (συνέχεια)
  - Ρυθμός μετάδοσης δεδομένων: 2.0338 Mb/sec
  - Λόγος δεδομένων ανά κανάλι: 8:17
  - Κώδικας διόρθωσης λαθών: Cross Interleave Reed-Solomon Code (με 25% πλεονασμό)
  - Σύστημα διαμόρφωσης: 8-σε-14 διαμόρφωση (EFM)



# CD-DA

---

- **CD player:**
  - Επεξεργαστής δεδομένων ήχου (αναπαραγωγή ήχου)
  - Σύστημα ελέγχου (περιβάλλον χρήστη, εστίαση φακών, μοτέρ άξονα, αυτόματη ανίχνευση)
- **Τρεις γενιές CD players:**
  - Πρώτη γενιά: μετατροπείς ψηφιακού-σε-αναλογικό (DAC) πολλών bits με φίλτρα ανασύνθεσης
  - Δεύτερη γενιά: ίδιο DAC, ψηφιακά φίλτρα υπερδειγματοληψίας
  - Τρίτη γενιά: σημερινά CD players, DAC λίγων bits

## CD-DA

---

- Πρώτοι DAC στα 14 bit: αργότερα 16, 18 και σήμερα 20 bits
- Σφάλμα μετατροπεία: ακρίβεια MSB λέξης (λάθος έως και μισό πλάτους δείγματος)
- Μέθοδος ανασύνθεσης: φίλτρο «brickwall» (απότομη αποκοπή, κέρδος σχεδόν μονάδα)
- Πρόβλημα: μεγάλη μη-γραμμικότητα και καθυστέρηση ομάδας υψηλών συχνοτήτων
- Άλλη μέθοδος: ψηφιακό φίλτρο υπερδειγματοληψίας πριν τον DAC και ομαλό αναλογικό φίλτρο (αποκοπή 12 dB/οκτάβα και -3dB στα 30-40 kHz)

## CD-DA

---

- Το CD-DA υπάρχει περίπου δύο δεκαετίες (και μάλλον για πολύ ακόμα)
- Περιθώρια ανάπτυξης του format
- Αναλογικό σήμα μόνο ως είσοδος από μικρόφωνο ή έξοδος σε ηχεία (ενδιάμεσα στάδια ψηφιακό)

# CD-ROM

---

- Κύρια χρησιμότητα δίσκου CD: αποθήκευση δεδομένων
- Χωρητικότητα φτάνει τα 650-700 MB
- Δεν είναι δυνατή η επέμβαση, διόρθωση, προσθήκη, διαγραφή ή αλλαγή περιεχομένου (μόνο ανάγνωση)
- Για κάτι τέτοιο απαιτείται CD-R και αντίστοιχος recorder
- Αποθήκευση στο εσωτερικό και όχι στην επιφάνεια

# CD-ROM

---

- Προδιαγραφές στο «Κίτρινο Βιβλίο»
- Για συμβατότητα με CD-DA οπές τυπώνονται σε μεγάλη σπείρα
- Επιτρέπεται η τυχαία πρόσβαση σε κάποιο σημείο του CD-ROM
- High Sierra (1988): sectors οργανώνονται σε logical records και τα records σε αρχεία
- Ένα σύνολο αρχείων είναι ένα volume
- Sectors (ή blocks) αποτελούνται από 2352 bytes

# CD-ROM

---

- Αρχή τομέα δηλώνεται με 12 bytes συγχρονισμού και 4 bytes header
- Υπόλοιπα 2336 bytes για δεδομένα
- Είδη sectors:
  - Mode 0: 2336 bytes κενά (τιμή 0)
  - Mode 1: 2048 bytes για data, 4 bytes EDC και 276 bytes ECC (8 bytes κενά)
  - Mode 2: 2336 bytes για data

# CD-ROM

---

- Ταχύτητα περιστροφής: διαφορετική στο εσωτερικό σε σχέση με το εξωτερικό (λόγω CLV)
- Όχι στροφές/λεπτό αλλά KB/sec (σταθερό)
- Ταχύτητα CD players: 150 KB/sec («μονή»)
- CD-ROM drives: διπλή (x2 – 300 KB/sec), τετραπλή (x4 – 600 KB/sec), εξαπλή (x6 – 900 KB/sec, οκταπλή (x8 – 1200 KB/sec) κ.ο.κ.
- Μεγάλες ταχύτητες απαραίτητες για εφαρμογές πολυμέσων
- CD-ROM drives παίζουν CD-Audio δίσκους

## CD-R

---

- Οπτικό μέσο μιας εγγραφής
- Διαβάζεται από CD audio player και CD-ROM drive
- Διάρκεια ζωής δεδομένων: 50 χρόνια
- Ίδια ποιότητα ήχου με CD-Audio
- Δύο είδη recorders: αυτόνομα και CD-R recorders για υπολογιστές



# CD-R

---

- **Αυτόνομο σύστημα:**
  - φορέας CD
  - πηγή παραγωγής laser
  - Μικροεπεξεργαστής
  - είσοδοι-έξοδοι ψηφιακού-αναλογικού ήχου
  - οθόνη ενδείξεων
  - ρυθμιστικά και μετρητές ήχου και επιπέδων εγγραφής
  - γράφεται μόνο ήχος

# CD-R

---

- CD-R recorders για υπολογιστές:
  - φθηνότερα
  - γράφουν δεδομένα όσο και ήχο
  - δίσκοι από 18 ως 80 λεπτά (700 MB)
  - σύνδεση με υπολογιστή με SCSI ή μέσω ελεύθερης θύρας επέκτασης
  - συνοδεύεται από software
  - ελάχιστες απαιτήσεις: 16 bit 44.1 kHz κάρτα ήχου, σκληρός δίσκος 1GB, μνήμη 16MB, επεξεργαστής 486 DX2-66

# CD-R

---

- Δεύτερο μέρος «Πορτοκαλί Βιβλίου» δίνει προδιαγραφές
- Ύπαρξη χρυσής επίστρωσης στην άνω πλευρά και μπλε επιφάνειας (εγγραφής) στην κάτω (φαίνεται πράσινη)
- Επίπεδα:
  - Πλαστική προστατευτική επίστρωση
  - Ανακλαστική χρυσή επίστρωση
  - Χρωματισμένη επίστρωση εγγραφής
  - Πλαστικό υπόστρωμα

# CD-R

---

- Πλαστικό υπόστρωμα χαραγμένο σε σπειροειδή μορφή (καθοδηγεί laser)
- Laser λιώνει τη βαφή και το πλαστικό γεμίζει τις τρύπες (δημιουργούνται κοιλότητες)
- Κατά την ανάγνωση το laser ανακλάται από τη χρυσή επίστρωση και ανιχνεύει τις μεταβάσεις
- CD-R έχει δύο παραπάνω περιοχές δεδομένων:
  - program calibration area (PCA) για καθορισμό βέλτιστης ισχύος laser (4-8mW)
  - program memory area (PMA) για προσωρινή αποθήκευση (λίστα κομματιών, χρόνοι έναρξης, χρόνος προγράμματος)

## CD-R

---

- Sessions λέγονται οι ενότητες των tracks σε αντιστοιχία με τα CD-Audio
- Single session ή Disk-at-Once: δίσκος εγγράφεται χωρίς διακοπή, αδύνατη περαιτέρω προσθήκη
- Track-at-Once: εγγράφονται ένα ή μερικά tracks τη φορά (έως 99)
- Multisession: διαφορετικά sessions στον ίδιο δίσκο σε διαφορετικές στιγμές
- Για κάθε session σπαταλούνται επιπλέον 13 MB και μόνο το πρώτο παίζεται σε CD audio player.

## CD-R

---

- Μπορεί να γίνει αρχικά προσομοίωση εγγραφής για έλεγχο πιθανών λαθών
- Χρειάζονται 700 MB ελεύθερα στο σκληρό δίσκο για την προσομοίωση
- Τέλος καθορίζεται η ταχύτητα εγγραφής (2x, 4x, 6x,...)

# PHOTO-CD

---

- Σύστημα για ψηφιοποίηση, και αποθήκευση ασπρόμαυρων ή έγχρωμων αρνητικών ή διαφανειών.
- Kodak (1992)
- Αποθήκευση περίπου 100 εικόνων υψηλής ποιότητας
- Δημιουργείται είτε κατά την εμφάνιση του φιλμ είτε από μια συλλογή διαφανειών ή αρνητικών
- Μπορούν να προστεθούν εικόνες εκ των υστέρων (multisession)
- Διαβάζεται από CD-ROM drives
- Χαμηλό κόστος scans
- Πολλαπλές αναλύσεις
- Υψηλής ποιότητας εικόνες (έως 4096x6144)

# PHOTO-CD

---

- Υποστηρίζεται από όλες τις πλατφόρμες λειτουργικών συστημάτων
- Μπορούν να το χειριστούν εφαρμογές όπως: Adobe Photoshop, Photostyler, Pagemaker, Corel Draw, Microsoft Powerpoint, Word, Micrografx Picture Publisher, Quark Xpress
- Εκτυπώσεις απευθείας από τον υπολογιστή
- Master disks: περιέχει όλες τις αναλύσεις μέχρι και 2048x3072
- Catalog disks: μέχρι 512x768 (περισσότερες εικόνες)
- Professional disks: προαιρετικά 4096x6144, υποστηρίζει σαρώσεις και από άλλα format εκτός του 35mm (μόνο 25 εικόνες)



# PHOTO-CD

---

- Μέχρι 100 φωτογραφίες από φιλμ 35mm (ή 4 φιλμ των 24 στάσεων)
- Αποθήκευση με μετρική κωδικοποίηση χρώματος *Photo YCC* σε πολλά επίπεδα ανάλυσης (αρχεία IMAGE PAC)
- Χρωματικές συνιστώσες αποθηκεύονται σε χαμηλότερη ανάλυση
- Εικόνες αναλύσεων έως τη βασική αποθηκεύονται χωρίς συμπίεση
- Εικόνες ψηλότερων αναλύσεων αποθηκεύονται ως υπόλοιπα (διαφορές τιμών αντίστοιχων pixels σε διαδοχικές αναλύσεις, κωδικοποίηση Huffman)

# PHOTO-CD

---

- Πέντε επίπεδα ανάλυσης:
  - 4096x6144 pixels (μόνο για Photo CD Pro)
  - 2048x3072 pixels
  - 1024x1536 pixels (HDTV)
  - 512x768 pixels (TV, base resolution)
  - 256x384 pixels (thumbnail)
  - 128x192 pixels (small thumbnail)

# PHOTO-CD

---

- Photo CD portfolio II disk: αποθήκευση και κειμένου και ήχου (προεκτυπώσεις, παρουσιάσεις, αρχειοθετήσεις, πολυμέσα)
- Αρχεία όχι απαραίτητα από φιλμ αλλά και από κάμερες ή scanners
- Όχι απαραίτητα όλες οι αναλύσεις (υψηλότερη 512x768 pixels)
- Χωράει περίπου 700 εικόνες, μια ώρα ψηφιακού ήχου ή συνδυασμούς

## CD-i

---

- Για αλληλεπιδραστικές εφαρμογές πολυμέσων
- Πρωτόκολλο της Philips
- Κάθε δίσκος CD-i παίζει σε κάθε συσκευή CD-i και κάθε τηλεόραση
- Ψηφιοποιημένη πληροφορία ήχου, video, δεδομένων
- Προσαρμογή μεγέθους αποθήκευσης (ανάλογα με εφαρμογή)

## CD-i

---

- Δύο φυσικά formats:
  - **Form I:** ανίχνευση λαθών και κώδικας διόρθωσης (κείμενο, δεδομένα, εικόνα υψηλής συμπίεσης)
  - **Form II:** χωρίς ανίχνευση λαθών και κώδικα διόρθωσης (ήχος, εικόνα πραγματικού χρόνου)
- Σύστημα CD-i διαβάζει CD-ROM, CD-i, CD-Audio

## CD-i

---

- Αλληλεπίδραση: διακοπή ροής, επιστροφή, αναζήτηση πληροφορίας, αλλαγή γλώσσας
- Ένα CD-i player είναι συμβατό με CD-DA, CD-Graphics, Photo-CD, και CD-ROM XA.
- Χωρητικότητα 650MB (ποιότητα, μέγεθος πληροφορίας)

## CD-i

---

- Τέσσερα επίπεδα ποιότητας ήχου:
  - **CD-Digital Audio:** ένα κανάλι stereo, 16bit PCM, περισσότερο από 60min stereo ήχο, ποιότητα CD
  - **Hi-Fi Music Mode (Level A):** δύο κανάλια stereo ή τέσσερα mono, ποιότητα βινυλίου, δύο ώρες stereo χωρίς θόρυβο
  - **Mid-Fi Music Mode (Level B):** τέσσερα stereo ή οκτώ mono, ποιότητα FM, 25% χώρου για CD audio
  - **Speech Mode (Level C):** οκτώ κανάλια stereo ή δεκαέξι mono, ποιότητα AM, για φωνή και ήχο υπόβαθρου, 12.5% σε σχέση με CD audio

## CD-i

---

- Μέγιστο 70 λεπτά/κανάλι (π.χ. Level C έως 1120 λεπτά)
- CD-i ιδανικό για πολυγλωσσικές εφαρμογές
- Δύο επίπεδα ανάλυσης: Normal, High
- Normal: 384x280 pixels, όμοια με οικιακής τηλεόρασης
- High: 768x560 pixels, όμοια με monitors και ψηφιακή τηλεόραση
- 325kbits/εικόνα (non-interlacing) ή 650kbits/εικόνα (interlacing)
- Συμπίεση στα 108kbits/εικόνα, χωρίς αλλοίωση



## CD-i

---

- Πληροφορία video (mode 1):
  - Τέσσερα επίπεδα (φωτογραφίες, γραφικά, animation, μίξεις γραφικών)
  - Πλήθος εικόνων full-screen ανάλογα με ποιότητα
  - Ελάχιστο 6000 full-color, full-screen εικόνες
- Πληροφορία video (mode 2):
  - Αποθήκευση 72 λεπτών full-screen, full-motion, S-VHS video, Level B stereo (full motion video)
- Πληροφορία video (mode 3):
  - Τέσσερις οπτικές περιοχές, πλήθος ειδικών εφέ

# CD-i

---

- Επέκταση CD-i standard (1990): full motion video, μέτρια ποιότητα mono ήχου
- Αργότερα βελτίωση ποιότητας εικόνας και υψηλής ποιότητας stereo ήχος
- Philips, Sony, Matsushita: υιοθέτηση MPEG για επέκταση CD-i
- Ειδική κάρτα video για FMV από CD-i player (όχι για τα πιο νέα)
- Απαραίτητος ο συγχρονισμός (ταυτόχρονη μετάδοση εικόνων ή κειμένου με ήχο)
- Συγχώνευση πληροφορίας καναλιών σε ενιαίο ρεύμα (CD-RTOS, CD-Run Time Operating System)

# CD-ROM XA

---

- CD-ROM XA (eXtended Architecture): Philips, Sony, Microsoft (1988)
- Ενδιάμεσο στάδιο μεταξύ Κίτρινου (CD-ROM) και Πράσινου (CD-i) Βιβλίου
- Δυνατότητα ανάγνωσης και απεικόνισης δεδομένων, γραφικών, βίντεο και ήχου ταυτόχρονα
- Καθορίζονται 256 color modes
- Ήχος σε συμπιεσμένη μορφή (ADPCM)
- Δομικά συμβατό με ISO 9660 (High Sierra)

# CD-ROM ΧΑ

---

- Δομή sector όπως mode 2 Κίτρινου Βιβλίου
- **Mode 2/Form 1:** ο τομέας διαθέτει πεδίο EDC και ECC
- **Mode 2/Form 2:** ο τομέας διαθέτει πεδίο EDC αλλά όχι ECC
- Μορφές συνυπάρχουν σε ίδιο δίσκο (sectors σε form 1 είτε σε form 2)
- Πληροφορία για ταυτότητα στο subheader
- 16/1 συμπίεση σε σχέση με Κόκκινο Βιβλίο (ως 20 ώρες mono ήχου)

# DVD

---

- DVD: απόγονος CD-Audio, CD-ROM, VHS, laserdisc
- Έως περίπου 25 φορές μεγαλύτερη χωρητικότητα από CD (4.7GB ως 17GB)
- 9 φορές μεγαλύτερη ταχύτητα (1X)
- Υψηλής ποιότητας video, καλύτερης πιστότητας ήχο σε σχέση με CD-Audio
- Απλό DVD: 2 ώρες video
- Διπλής όψης, διπλής επίστρωσης: 8 ώρες

# DVD

---

- 8 κανάλια surround ήχου
- 8 tracks γλωσσών
- 32 tracks υποτίτλων
- πολλαπλές γωνίες λήψης
- δυνατότητα εγγραφής (DVD±R, ±RW)
- αποθηκευτικό μέσο τόσο ήχου/video, όσο και δεδομένων υπολογιστή
- Προβολή video πλήρους οθόνης, κίνησης, ποιότητας

# DVD

---

- DVD vs VHS: ανώτερη ποιότητα ήχου και video, στιγμιαία αναζήτηση, ανθεκτικότητα
- DVD vs DV: καλύτερη συμπίεση (MPEG-2), DV μόνο για παραγωγή video
- DVD vs laserdisc: περισσότερος χρόνος αναπαραγωγής, tracks υποτίτλων, περισσότερα tracks ήχου
- DVD player παίζει CD-Audio (και MP3, VCD, SVCD, CD-R, σε PC και CD-ROM)
- DVD δίσκος ήχου: θα έχει καλύτερη ποιότητα, μεγαλύτερη διάρκεια, θα παίζει CD-ROM

# DVD

---

- DVD δεύτερης γενιάς (εγγράψιμα): interactive χαρακτηριστικά
- Εφαρμογές: διασκέδαση (π.χ. παιχνίδια, HDTV), μόρφωση (π.χ. εγκυκλοπαίδειες, αλληλεπιδραστικά βιβλία), Internet
- Τιμές DVD players προσεγγίζουν παλιές τιμές CD players
- Περιορισμός DVD μελλοντικά σε φύλαξη λογισμικού, αρχειοθέτηση, συλλογές ταινιών (συγχώνευση Internet, cable TV, τηλεφωνίας, δορυφόρων)