

Οργάνωση & Αρχιτεκτονική Υπολογιστών

Κεφάλαιο 6.3

Οδηγοί Στερεάς Κατάστασης

- Τα τελευταία χρόνια είναι αυξανόμενη η χρήση οδηγών στερεάς κατάστασης οι οποίοι συμπληρώνουν ή και αντικαθιστούν τους οδηγούς σκληρών δίσκων.
- Ο όρος *στερεά κατάσταση* αναφέρεται στα ηλεκτρικά κυκλώματα που είναι κατασκευασμένα με ημιαγωγούς.
- Αυτοί που παράγοντα χρησιμοποιούν μνήμη flash υλοποιημένη με πύλες NAND.
- Καθώς το κόστος τους έχει μειωθεί ενώ η απόδοση και η πυκνότητα έχει αυξηθεί, οι SSD είναι ιδιαίτερα ανταγωνιστικοί.
- Πλεονεκτήματα (σε σύγκριση με τους HDD):
 - ✓ Υψηλής απόδοσης λειτουργίες E/E ανά δευτερόλεπτο
 - ✓ Διάρκεια (μικρότερη ευαισθησία σε κρούσεις/δονήσεις)

Οδηγοί Στερεάς Κατάστασης

- ✓ Μεγαλύτερη διάρκεια ζωής (χωρίς μηχανικές φθορές)
- ✓ Χαμηλότερη κατανάλωση ρεύματος
- ✓ Καλύτερες δυνατότητες εκτέλεσης (λιγότερος χώρος και μικρότερο κόστος ενέργειας)
- ✓ Μικρότεροι χρόνοι προσπέλασης και ρυθμοί επιβάρυνσης (είναι πάνω από 10 φορές ταχύτεροι από τους περιστρεφόμενους δίσκους)
- Οι HDD έχουν πολύ μικρό κόστος ανά bit και μεγάλη χωρητικότητα αλλά διαρκώς μειώνονται σε σύγκριση με τους SSD.
- Οργάνωση SSD
- Στο σύστημα τερματικού, το λειτουργικό σύστημα ενεργοποιεί το λογισμικό του συστήματος αρχείων για να προσπελάσει τα αρχεία στο δίσκο.

Σύστημα τερματικού

Λογισμικό λειτουργικού
συστήματος

Λογισμικό συστήματος αρχείων

Λογισμικό οδηγών Ε/Ε

Διασύνδεση



SSD

Διασύνδεση

Ελεγκτής

Διευθυνσιοδότηση

Απομονωτής δεδο-
μένων/κρυφή μνήμη

Διόρθωση
σφαλμάτων

Στοιχεία
μνήμης
flash

Στοιχεία
μνήμης
flash

Στοιχεία
μνήμης
flash

Στοιχεία
μνήμης
flash

Οδηγοί Στερεάς Κατάστασης

- Το σύστημα αρχείων ενεργοποιεί το λογισμικό οδηγού E/E.
- Αυτό παρέχει προσπέλαση στο συγκεκριμένο SSD.
- Αν είναι εσωτερικός η συνήθης διασύνδεση είναι PCIe.
- Για εξωτερικούς η κοινή διασύνδεση είναι USB.
- Η αρχιτεκτονική των SSD έχει τα στοιχεία:
 - Ελεγκτής (εκτέλεση του προγράμματος firmware)
 - Διευθυνσιοδότηση
 - Απομονωτής/κρυφή μνήμη δεδομένων
 - Διόρθωση σφαλμάτων
 - Στοιχεία μνήμης flash

Οδηγοί Στερεάς Κατάστασης

- Δύο πρακτικά ζητήματα
- 1^ο η απόδοση τείνει να μειώνεται καθώς χρησιμοποιείται
- 2^ο μετά από ένα πλήθος εγγραφών (π.χ. 100.000) καθίσταται μη χρησιμοποιήσιμη
- Τα αρχεία είναι αποθηκευμένα ως ένα σύνολο σελίδων, τυπικά 4 KB. Δεν είναι τυπικά αποθηκευμένες ως ένα συνεχές σύνολο σελίδων. Η μνήμη flash προσπελαύνεται κατά τμήματα τυπικά 512 KB έτσι ώστε να υπάρχουν 128 σελίδες ανά τμήμα. Κατά την εγγραφή πρέπει:
 - A.** Το συνολικό τμήμα πρέπει να διαβαστεί από τη μνήμη flash και να τοποθετηθεί σε ένα απομονωτή της RAM.
 - B.** Πριν γίνει εγγραφή του τμήματος πίσω στη flash, πρέπει να διαγραφεί όλο το τμήμα γιατί δεν είναι δυνατόν να διαγραφεί μία μόνο σελίδα της flash.

Οδηγοί Στερεάς Κατάστασης

- C. Ολόκληρο το τμήμα του απομονωτή μπορεί να γραφτεί τώρα πίσω στη μνήμη flash
- Στην αρχή όταν είναι άδειος οι σελίδες του αρχείου γράφονται συνεχόμενα.
- Με τα χρόνια και τον τρόπο λειτουργίας της ιδεατής μνήμης, τα αρχεία κατακερματίζονται και οι σελίδες διασπώνται σε πολλαπλά τμήματα. Έτσι η εγγραφή ενός νέου αρχείου γίνεται πιο αργή.
- Οι κατασκευαστές έχουν αναπτύξει μια ποικιλία τεχνικών για να αντισταθμίσουν αυτήν την ιδιότητα. Μια από αυτές είναι να παραμερίζεται οριοθετημένος ένας χώρος για λειτουργίες εγγραφής και να διαγράφονται μετά οι ανενεργές σελίδες για να αποκατακερματιστεί ο δίσκος.
- Άλλη τεχνική η εντολή TRIM

Οδηγοί Στερεάς Κατάστασης

- Οι τεχνικές επιμήκυνσης του χρόνου ζωής συμπεριλαμβάνουν την τοποθέτηση μιας κρυφής μνήμης ώστε να καθυστερούν και να ομαδοποιούνται οι λειτουργίες εγγραφής, τη χρήση αλγορίθμων wear-leveling και σύγχρονες τεχνικές διαχείρισης κατεστραμμένων τμημάτων.
- Επιπλέον οι κατασκευαστές χρησιμοποιούν διατάξεις RAID για να μειώσουν περαιτέρω την πιθανότητα απώλειας δεδομένων.
- Οι περισσότερες συσκευές έχουν επίσης τη δυνατότητα εκτίμησης του χρόνου ζωής που τους έχει απομείνει έτσι ώστε τα συστήματα να μπορούν να αναμένουν τη βλάβη και να λαμβάνουν προληπτικά μέτρα.

Οργάνωση & Αρχιτεκτονική Υπολογιστών

Κεφάλαιο 6.4

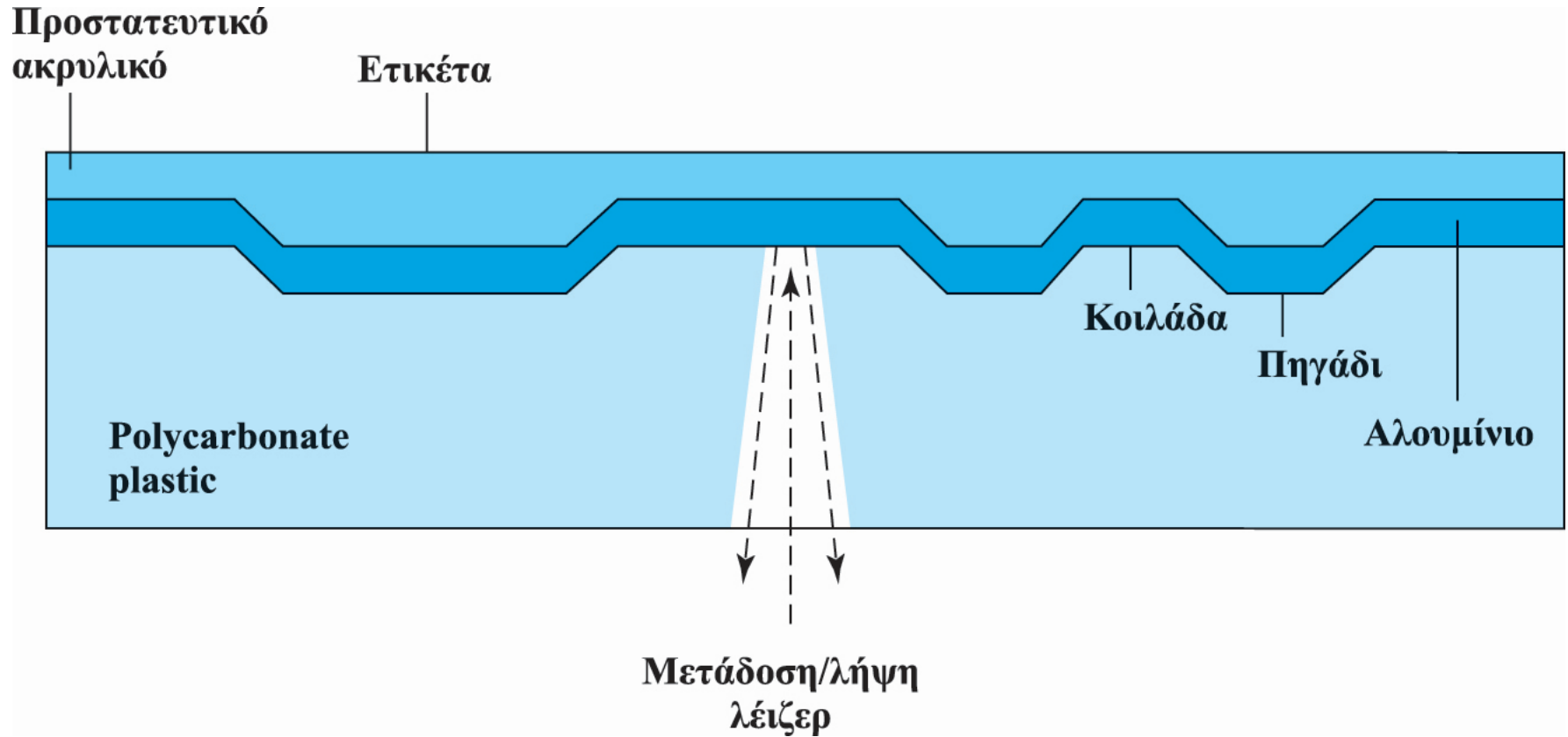
Οπτική Μνήμη

- Το 1983 εμφανίστηκε ο συμπαγής δίσκος (Compact Disk-CD)
- Μπορούσε να αποθηκεύσει πάνω από 60 λεπτά πληροφορίας ήχου σε μια πλευρά.
- Η τεράστια επιτυχία του επέτρεψε την ανάπτυξη της τεχνολογίας αποθήκευσης σε οπτικό δίσκο μικρού κόστους που αποτέλεσε επανάσταση στην αποθήκευση των δεδομένων των υπολογιστών

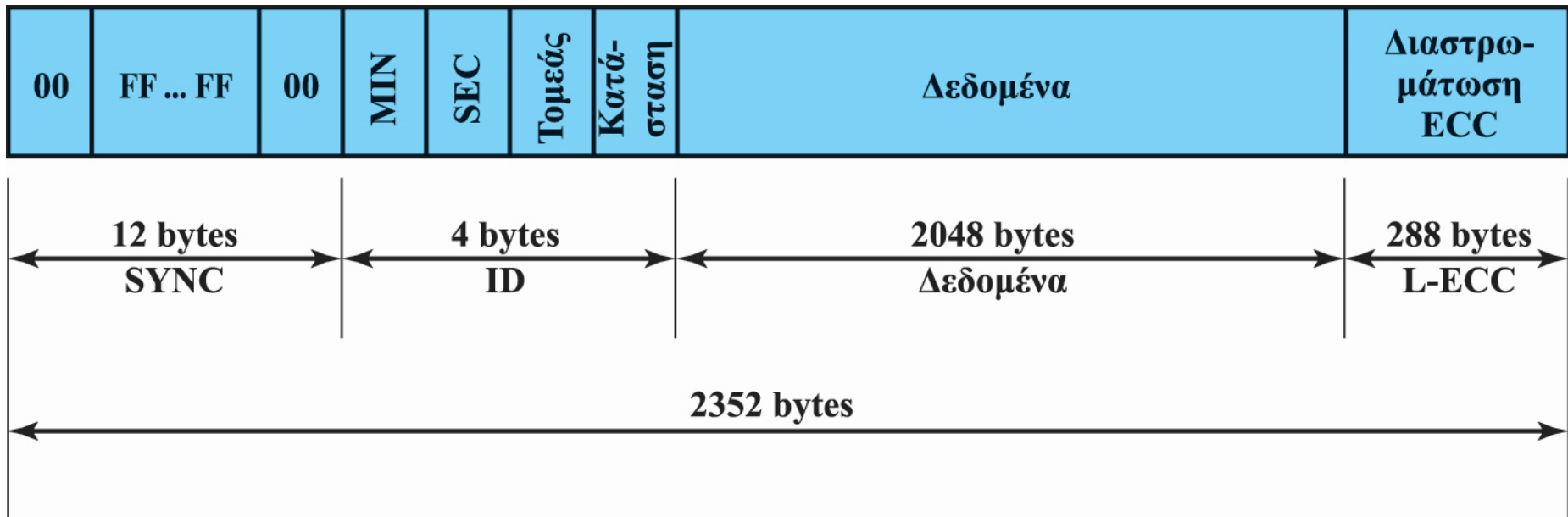
CD-ROM

- Εμφανίστηκε για audio
- 680Mbytes ή 70 λεπτά audio
- Πολυκαρβονική ρητίνη με επικάλυψη για υψηλή ανακλαστικότητα, συνήθως αλουμίνιο
- Τα δεδομένα αποθηκεύονται ως πηγάρδια (pits)
- Διαβάζονται με βάση το βαθμό ανάκλασης δέσμης Laser
- Σταθερή πυκνότητα δεδομένων
- Σταθερή γραμμική ταχύτητα (Constant Lineal Velocity-CLV). Η χωρητικότητα ενός ίχνους και η καθυστέρηση περιστροφής αυξάνονται για θέσεις που βρίσκονται κοντά στην περιφέρεια του δίσκου.

Λειτουργία CD & CD-ROM



CD-ROM Format



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

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

Τυχαία προσπέλαση στο CD-ROM

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

CD-ROM συν & πλην

- Μεγάλη χωρητικότητα (;)
 - Ευκολία στη μαζική παραγωγή
 - Αφαιρούμενο
 - Αξιόπιστο
-
- Ακριβό για λίγα αντίτυπα
 - Αργό (μέχρι και μισό δευτερόλεπτο μεγαλύτερος χρόνος προσπέλασης)
 - Read only

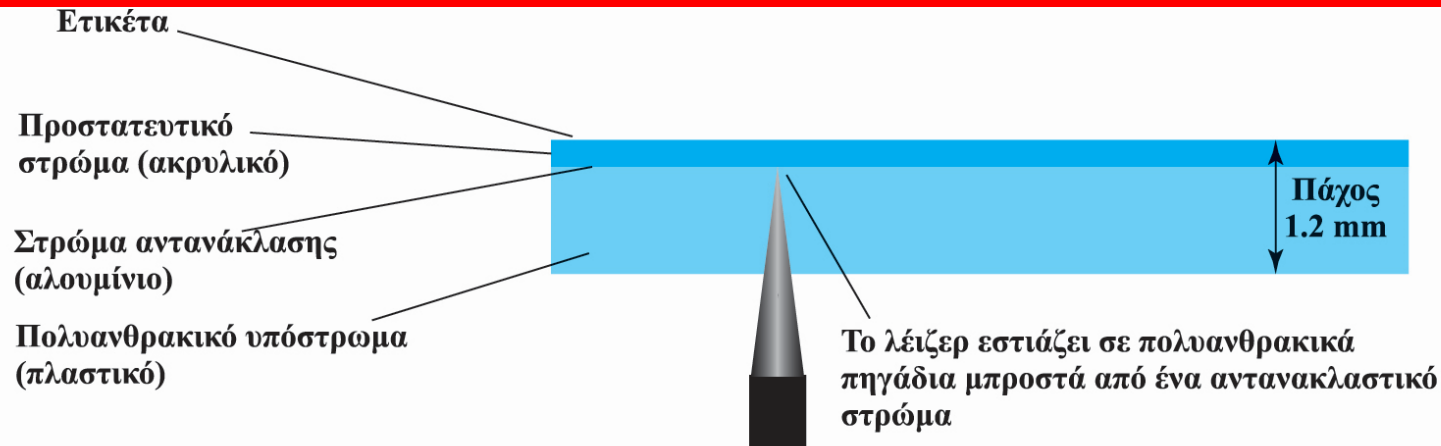
Άλλα οπτικά αποθηκευτικά μέσα

- CD-Recordable (CD-R)
 - Συμβατό με CD-ROM drives
 - Έχει χρωστική επιφάνεια για αλλαγή αντανάκλασης
- CD-RW
 - Διαγράφεται (έως 1.000.000 φορές)
 - Γίνεται ολοένα και φθηνότερο
 - Συμβατό με τα περισσότερα CD-ROM drive
 - Αλλαγής φάσης

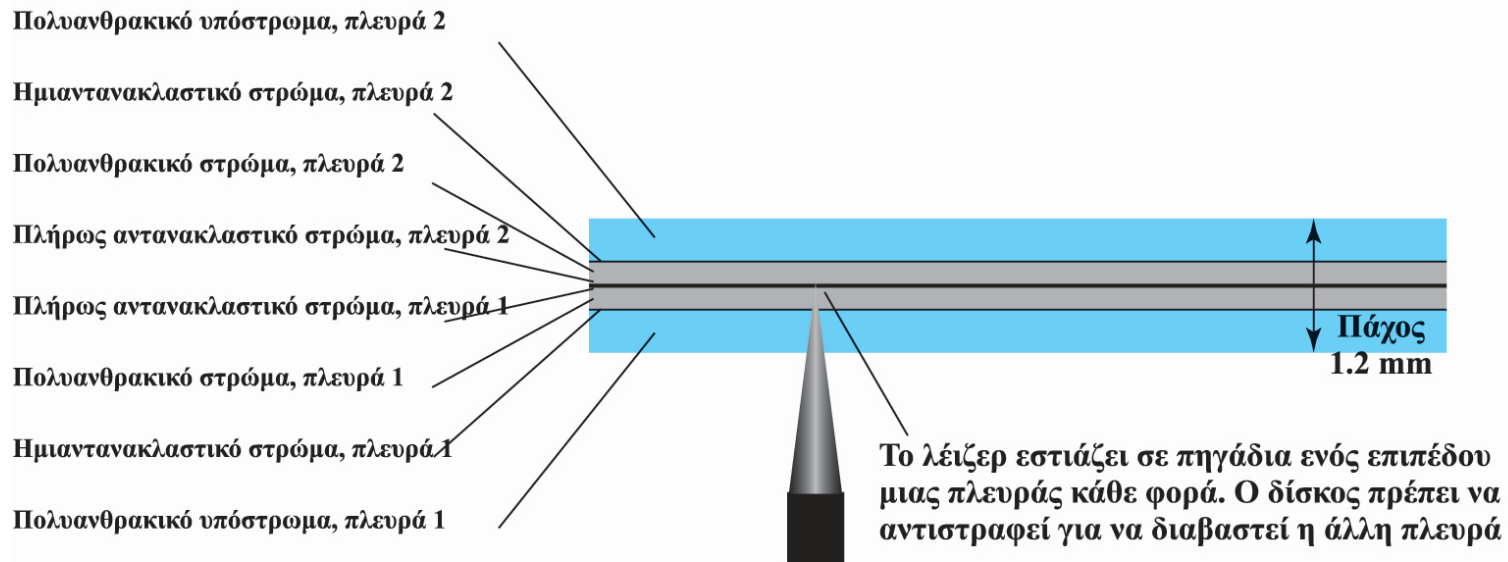
Ψηφιακός Ευπροσάρμοστος Δίσκος DVD

- Η βιομηχανία αντικατέστησε με αυτό το δίσκο τις βιντεοταινίες VHS καθώς και τα CD-ROM
- Ψηφιακό βίντεο που μπορεί να προσπελαστεί τυχαία
- 7 φορές μεγαλύτερη αποθήκευση δεδομένων (4.7G ανά επίπεδο)
- Τρεις βασικές διαφορές σε σχέση με το CD-ROM
 - 1) Τα bits τοποθετούνται σε πιο μικρή απόσταση. Απόσταση βρόγχου 0.74 μm αντί 1.6 μm ενώ ανάμεσα στα πηγάδια 0.4 μm αντί 0.834 μm
 - 2) Χρησιμοποιείται δεύτερο στρώμα πηγαδιών πάνω από το πρώτο. Ρυθμίζοντας τα λέιζερ των οδηγών είναι σε θέση να διαβάσουν τα στρώματα ανεξάρτητα.
 - 3) Το DVD-ROM είναι αμφίπλευρο και μπορεί να έχει συνολική χωρητικότητα 17 GB

CD and DVD



(α) Χωρητικότητα CD-ROM 682 MB

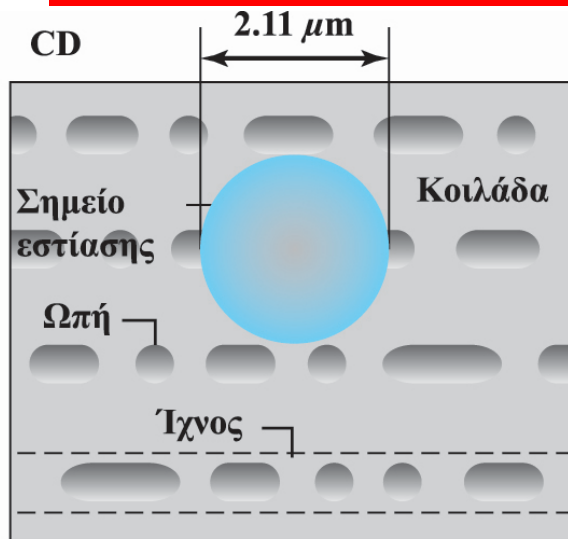


(β) DVD-ROM, διπλής όψης, δύο στρωμάτων, χωρητικότητας 17 GB

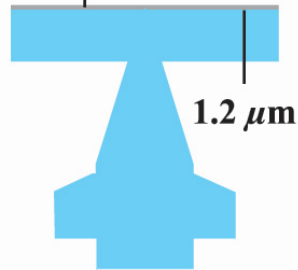
Οπτικοί Δίσκοι Υψηλής Ευκρίνειας

- Είναι σχεδιασμένοι για αποθήκευση βίντεο υψηλής ευκρίνειας και παρέχουν σημαντικά μεγαλύτερη χωρητικότητα αποθήκευσης σε σχέση με τα DVD.
- Χρησιμοποιώντας μια ακτίνα λέιζερ με μικρότερο μήκος κύματος (στην περιοχή μπλε-ιώδους), τα πηγάδια είναι πιο μικρά και έτσι επιτυγχάνεται η υψηλότερη πυκνότητα αποθήκευσης.
- Δύο μορφές δίσκων και τεχνολογιών **HD DVD & Blu-ray DVD**
- Επικράτησε το δεύτερο γιατί έχοντας μικρότερη απόσταση από το δίσκο το λέιζερ εστιάζει ακριβέστερα με μικρότερη παραμόρφωση, άρα μικρότερα πηγάδια.
- 25 GB ανά στρώμα σε σχέση με 15 GB του HD DVD
- BD-ROM, BD-R και BD-RE

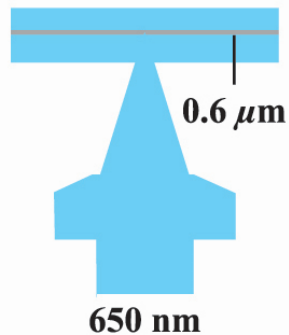
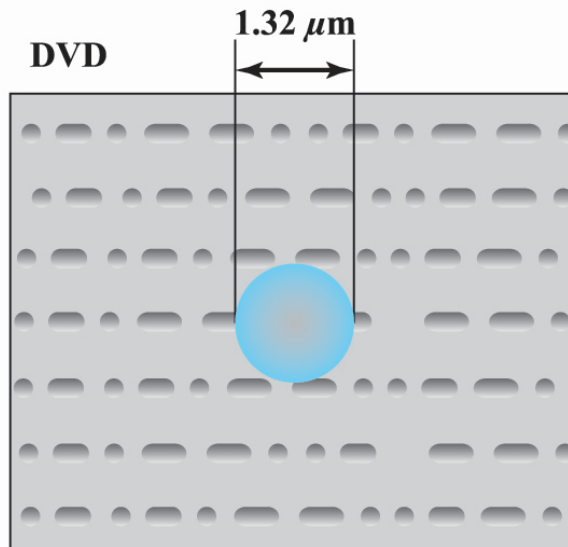
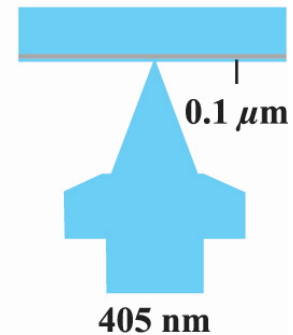
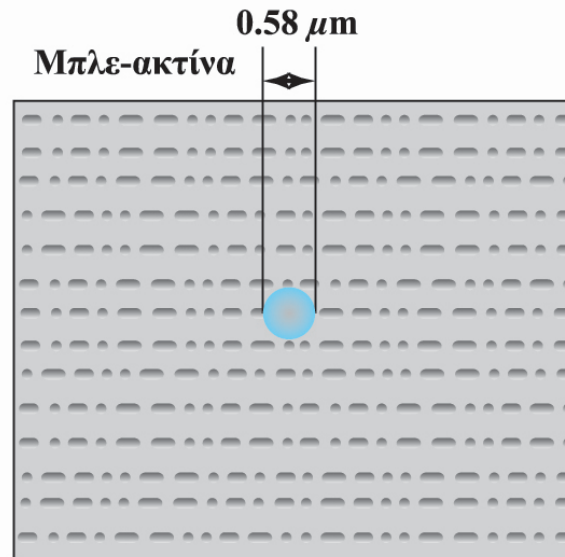
Οπτικοί Δίσκοι Υψηλής Ευκρίνειας



Στρώμα δεδομένων



Μήκος κύματος
μορφής Laser
= 780 nm



Οργάνωση & Αρχιτεκτονική Υπολογιστών

Κεφάλαιο 6.5

Μαγνητική Ταινία

- Χρησιμοποιούν τις ίδιες τεχνικές ανάγνωσης/εγγραφής με τους δίσκους
- Το μέσο είναι εύκαμπτη πολυεστερική ταινία το οποίο επικαλύπτεται από μαγνητικό υλικό.
- Το μαγνητικό υλικό είναι είτε μόρια καθαρού μετάλλου σε ειδικά μέσα συγκράτησης είτε λεπτά μεταλλικά στρώματα ατμοποιημένου μετάλλου.
- Πλάτος ταινίας 0,38-1,27 εκατοστά
- Τα δεδομένα είναι δομημένα ως παράλληλα ίχνη τα οποία διατρέχουν την ταινία κατά μήκος. Αρχικά 8 ίχνη και ένα ισοτιμίας. Αργότερα 18 και 36 (διπλή λέξη). Αυτή η εγγραφή αναφέρεται ως παράλληλη εγγραφή.
- Τα πιο σύγχρονα χρησιμοποιούν σειριακή (ακολουθιακή) εγγραφή

Μαγνητική Ταινία



(α) Ελικοειδή ανάγνωση / εγγραφή

Ίχνος 3	4	8	12	16	20
Ίχνος 2	3	7	11	15	19
Ίχνος 1	2	6	10	14	18
Ίχνος 0	1	5	9	13	17

← Κατεύθυνση κίνησης
ταινίας

(β) Διάταξη τμημάτων συστήματος το οποίο διαβάζει-γράφει 4 ίχνη ταυτόχρονα

Μαγνητική Ταινία

- Τα δεδομένα γράφονται και διαβάζονται σε συνεχόμενα μπλοκ (ονομάζονται φυσικές εγγραφές) όπως με τους μαγνητικούς δίσκους
- Η τυπική τεχνική εγγραφής αναφέρεται ως ελικοειδής εγγραφή. Στην τεχνική αυτή το πρώτο σύνολο από bits εγγράφεται κατά το συνολικό μήκος της ταινίας. Όταν η ταινία φτάσει στο τέλος, οι κεφαλές επανατοποθετούνται για να εγγράψουν ένα νέο ίχνος και η ταινία εγγράφεται ξανά στο συνολικό μήκος της αλλά κατά την αντίθετη κατεύθυνση μέχρι να γεμίσει η ταινία.
- Για να αυξηθεί η ταχύτητα η κεφαλή είναι σε θέση να διαβάσει και να γράψει σε γειτονικά ίχνη ταυτόχρονα (τυπικά 2 ως 8)
- Ο οδηγός ταινίας είναι συσκευή σειριακής προσπέλασης

Μαγνητική Ταινία

- Η πρώτη μορφή δευτερεύουσας μνήμης. Εξακολουθεί να χρησιμοποιείται ως το μικρότερου κόστους και χαμηλότερης ταχύτητας μέλος της ιεραρχίας της μνήμης.
- Backup και αρχείο

Οργάνωση και Αρχιτεκτονική Υπολογιστών

Κεφάλαιο 7

Είσοδος/Έξοδος

- Το τρίτο βασικό στοιχείο ενός συστήματος (μετά τον επεξεργαστή και των μονάδων μνήμης) είναι το σύνολο των μονάδων E/E.
- Κάθε μονάδα κάνει μια διεπαφή με το δίαυλο του συστήματος και ελέγχει μία ή περισσότερες περιφερειακές συσκευές
- Η μονάδα E/E δεν είναι απλώς μηχανικές συνδέσεις αλλά τα λογικά κυκλώματα που είναι απαραίτητα για την υλοποίηση μιας λειτουργίας επικοινωνίας ανάμεσα στην περιφερειακή συσκευή και τον δίαυλο.
- Γιατί δεν συνδέονται άμεσα με το δίαυλο;
- ❖ Μεγάλη ποικιλία περιφερειακών που χρησιμοποιούν διάφορες μεθόδους λειτουργίας

Είσοδος/Έξοδος

- ❖ Με διαφορετικούς ρυθμούς μεταφοράς δεδομένων που είναι συχνά πολύ μικρότερος από εκείνο της μνήμης ή του επεξεργαστή.
- ❖ Σε ορισμένες περιφερειακές συσκευές ο ρυθμός είναι πολύ μεγαλύτερος οπότε υπάρχει πάλι ανισορροπία.
- ❖ Χρησιμοποιούν διαφορετικές μορφές δεδομένων και μήκη λέξεων σε σχέση με τον υπολογιστή
- Αναγκαία η ύπαρξη μονάδας E/E. Εκτελεί δύο βασικές λειτουργίες:
 - 1) Διασύνδεση με τον επεξεργαστή και τη μνήμη μέσω του διαύλου
 - 2) Διασύνδεση με μία ή περισσότερες περιφερειακές συσκευές μέσω ειδικών συνδέσμων δεδομένων

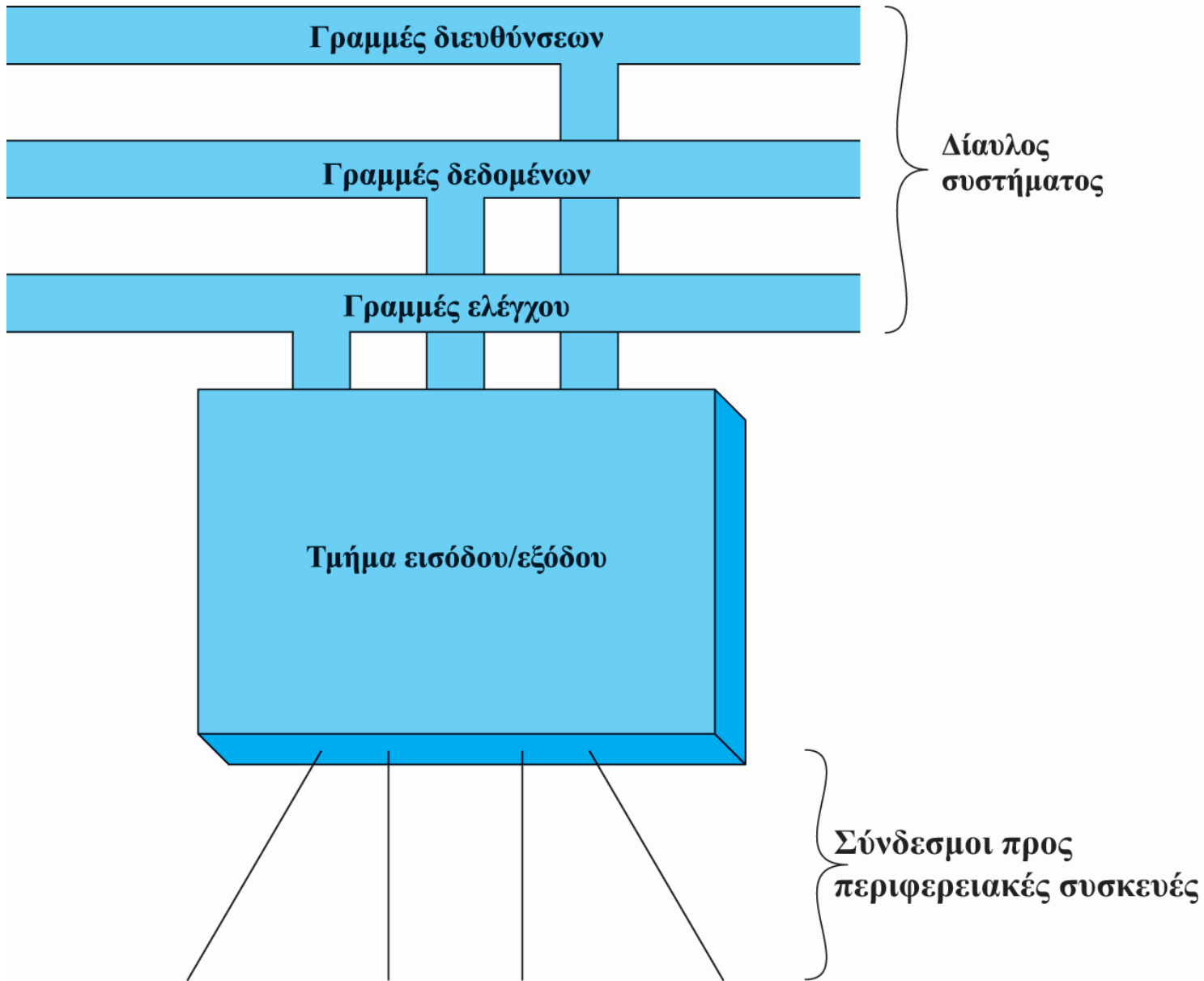
Οργάνωση και Αρχιτεκτονική Υπολογιστών

Κεφάλαιο 7.1

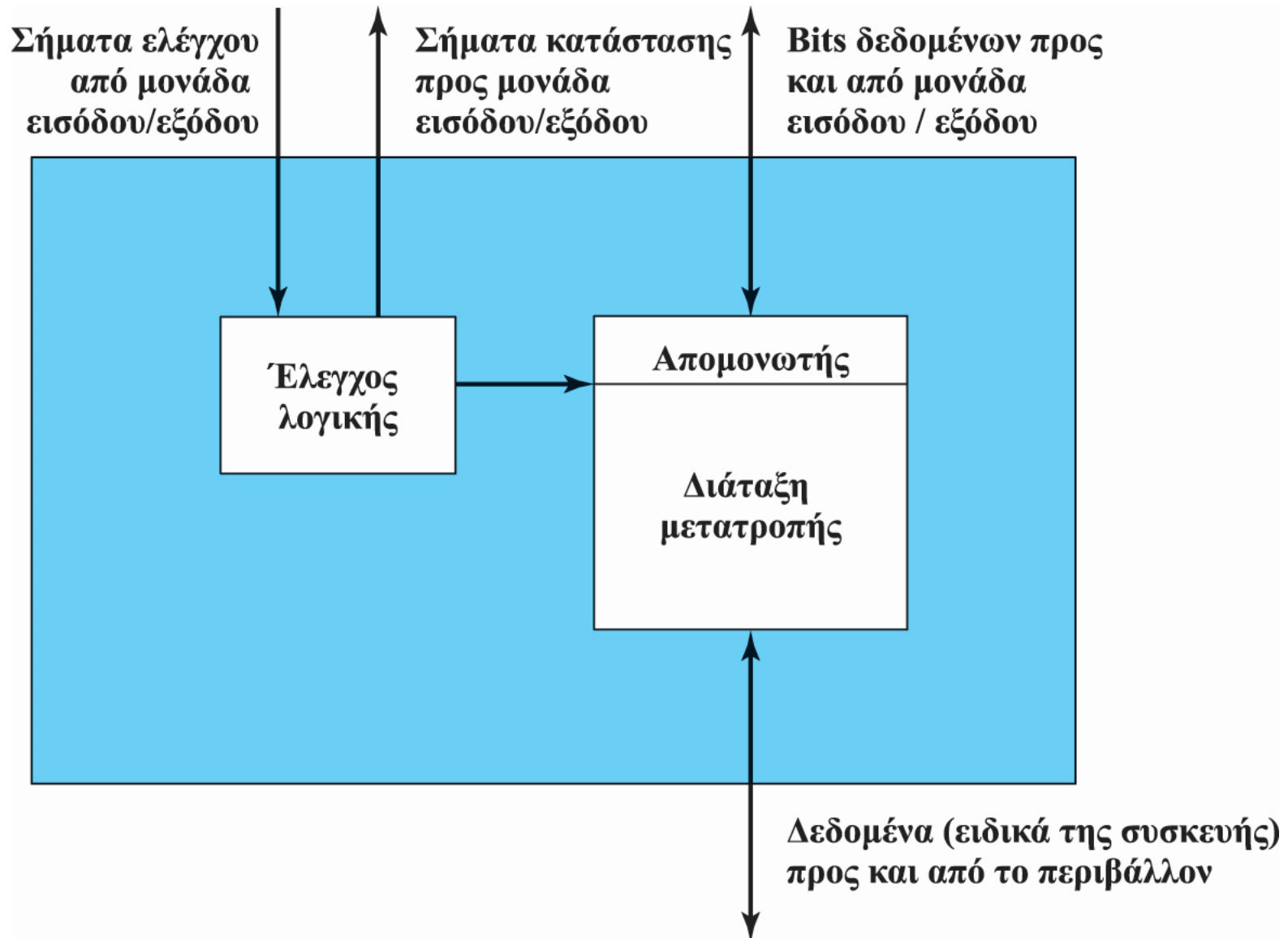
Εξωτερικές Συσκευές

- Μια εξωτερική συσκευή συνδέεται στον υπολογιστή μέσω ενός συνδέσμου προς μια μονάδα E/E.
- Ο σύνδεσμος χρησιμοποιείται για την ανταλλαγή πληροφοριών ελέγχου και κατάστασης αλλά και δεδομένων ανάμεσα στη μονάδα E/E και στην εξωτερική συσκευή η οποία αναφέρεται και ως περιφερειακή συσκευή ή περιφερειακό.
- Κατηγορίες εξωτερικών συσκευών:
 - Αναγνώσιμες από Ανθρώπους
 - Οθόνη, εκτυπωτής, πληκτρολόγιο
 - Αναγνώσιμες από μηχανές
 - Συστήματα μαγνητικών δίσκων, αισθητήρες
 - Επικοινωνία
 - Modem, Network Interface Card (NIC)

Γενικό Μοντέλο Μονάδας Ε/Ε



Διάγραμμα Εξωτερικής Συσκευής



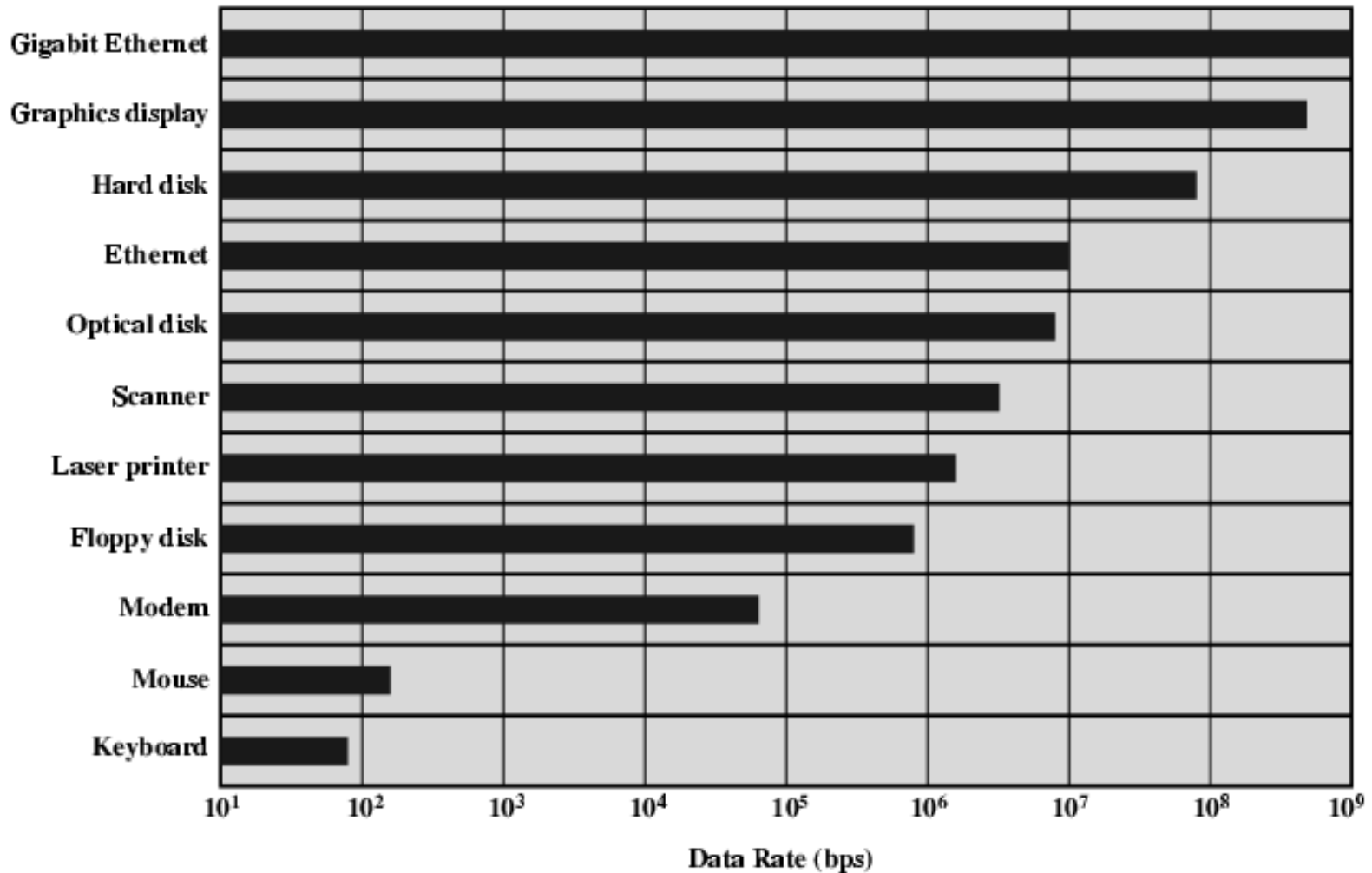
Εξωτερικές Συσκευές

- Η διεπαφή με τη μονάδα E/E έχει τη μορφή σημάτων ελέγχου, δεδομένων και κατάστασης.
- Τα *σήματα ελέγχου* καθορίζουν τη λειτουργία που θα εκτελέσει η συσκευή:
 - ☐ Αποστολή δεδομένων στη μονάδα E/E (ανάγνωση)
 - ☐ Να δεχθεί δεδομένα από τη μονάδα E/E (εγγραφή)
 - ☐ Να αναφέρει μια κατάσταση
 - ☐ Να εκτελέσει μια λειτουργία ελέγχου συγκεκριμένη για κάποια συσκευή (θέση της κεφαλής ενός δίσκου)
- Τα *δεδομένα* βρίσκονται στη μορφή ενός συνόλου από bits τα οποία θα σταλούν ή θα ληφθούν από τη μονάδα E/E
- Τα *σήματα κατάστασης* δείχνουν την κατάσταση της συσκευής (π.χ. Ready/Not Ready)

Εξωτερικές Συσκευές

- Η *λογική ελέγχου*, ελέγχει τη λειτουργία της σε απόκριση στις εντολές οι οποίες λαμβάνονται από τη μονάδα E/E
- Η *διάταξη μετατροπής* (transducer) μετατρέπει τα δεδομένα από ηλεκτρική σε άλλες μορφές ενέργειας (κατά την έξοδο) και από άλλες μορφές σε ηλεκτρική (κατά την είσοδο)
- Ο *απομονωτής* συνδέεται με τη διάταξη ώστε να αποθηκεύει προσωρινά τα δεδομένα τα οποία μεταφέρονται ανάμεσα στη μονάδα και το εξωτερικό περιβάλλον. Για σειριακές συσκευές το μέγεθος του απομονωτή είναι 8 ή 16 bits ενώ για συσκευές των οποίων η οργάνωση είναι σε τμήματα, είναι πολύ μεγαλύτεροι
- Η διεπαφή μεταξύ συσκευής και περιβάλλοντος δεν είναι στην ύλη του βιβλίου

Τυπικοί Ρυθμοί Μετάδοσης I/O Δεδομένων



Πληκτρολόγιο/Οθόνη

- Το σημαντικότερο μέσο διεπαφής ανάμεσα στον Η/Υ και τον χρήστη είναι η διάταξη πληκτρολογίου/οθόνης.
- Ο χρήστης εισάγει μέσω του πληκτρολογίου και αυτή η είσοδος μεταφέρεται στην Η/Υ και επίσης είναι δυνατόν να εμφανιστεί στην οθόνη. Η οθόνη εμφανίζει και δεδομένα που παρέχει ο Η/Υ.
- Μονάδα συναλλαγής είναι ο χαρακτήρας με κώδικα 7 ή 8 bits. Ο πιο συνηθισμένος είναι το Διεθνές Αλφάβητο Αναφοράς (International Reference Alphabet –IRA) με δυαδικό κωδικό μήκους 7 bits (128 χαρακτήρες).
- Είναι δύο μορφών, εκτυπώσιμοι και ελέγχου.
- Όταν ο χρήστης πατήσει ένα πλήκτρο, παράγεται ένα ηλεκτρικό σήμα, ερμηνεύεται από τη διάταξη μετατροπής και μεταφράζεται στο υπόδειγμα bit του IRA

Πληκτρολόγιο/Οθόνη

- Μετά μεταφέρεται στη μονάδα E/E του Η/Υ. Το κείμενο είναι δυνατόν να αποθηκευτεί με τον ίδιο κώδικα.
- Στην έξοδο, οι χαρακτήρες του κώδικα IRA μεταδίδονται σε εξωτερική συσκευή. Η διάταξη μετατροπής της συσκευής μεταφράζει τον κώδικα και στέλνει τα κατάλληλα σήματα στη συσκευή εξόδου είτε για να απεικονιστεί ο αντίστοιχος χαρακτήρας είτε να εκτελεστεί η λειτουργία ελέγχου που αντιστοιχεί.

Οδηγός Δίσκου

- Ένας οδηγός δίσκου περιέχει εκτός από τα κατάλληλα κυκλώματα που είναι απαραίτητα για τη συναλλαγή δεδομένων καθώς και σημάτων ελέγχου και κατάστασης με μια μονάδα E/E επιπρόσθετα τα ηλεκτρονικά κυκλώματα ελέγχου του μηχανισμού ανάγνωσης και εγγραφής του δίσκου
- Σε δίσκο με σταθερή κεφαλή, η διάταξη μετατροπής κάνει τη μετατροπή από τα μαγνητικά υποδείγματα στα bits που βρίσκονται στον απομονωτή της συσκευής.
- Σε δίσκο κινητής κεφαλής, θα πρέπει να προκαλεί την κίνηση του βραχίονα στη σωστή θέση του τομέα.

Οργάνωση και Αρχιτεκτονική Υπολογιστών

Κεφάλαιο 7.2

Λειτουργία Μονάδας Ε/Ε

- Οι βασικές λειτουργίες ή απαιτήσεις μιας μονάδας Ε/Ε:
 - ❖ Έλεγχος και χρονισμός
 - ❖ Επικοινωνία του επεξεργαστή
 - ❖ Επικοινωνία της συσκευής
 - ❖ Προσωρινή αποθήκευση δεδομένων
 - ❖ Ανίχνευση σφαλμάτων
- Ο επεξεργαστής είναι δυνατόν να επικοινωνεί με μία ή περισσότερες εξωτερικές συσκευές οποιαδήποτε στιγμή με απρόβλεπτα μοτίβα, ανάλογα με τις ανάγκες Ε/Ε του προγράμματος.
- Η μνήμη και ο δίαυλος θα πρέπει να μοιράζονται ανάμεσα σε ένα πλήθος δραστηριοτήτων συμπεριλαμβανομένης της Ε/Ε δεδομένων.

Λειτουργία Μονάδας Ε/Ε

- Η λειτουργία Ε/Ε συμπεριλαμβάνει μια απαίτηση **ελέγχου και χρονισμού**, ώστε να συντονίζεται η ροή της κυκλοφορίας ανάμεσα στους εσωτερικούς πόρους και τις εξωτερικές συσκευές.
- Ο έλεγχος της μεταφοράς δεδομένων από μια εξωτερική συσκευή στον επεξεργαστή (για παράδειγμα) περιλαμβάνει την ακολουθία βημάτων
 1. Ο επεξεργαστής απευθύνεται στη μονάδα Ε/Ε για να ελέγξει την κατάσταση της συσκευής
 2. Η μονάδα Ε/Ε επιστρέφει την κατάσταση
 3. Αν η συσκευή είναι λειτουργική και έτοιμη να μεταδώσει, ο επεξεργαστής ζητά τη μεταφορά δεδομένων

Λειτουργία Μονάδας Ε/Ε

4. Η μονάδα Ε/Ε λαμβάνει μια μονάδα δεδομένων από την εξωτερική συσκευή (π.χ. 16 bits)
5. Τα δεδομένα μεταφέρονται από τη μονάδα Ε/Ε στον επεξεργαστή
 - Σε σύστημα με ένα δίαυλο, καθεμιά από τις συναλλαγές περιλαμβάνει μία ή περισσότερες διαιτησίες του διαύλου
 - Η μονάδα Ε/Ε πρέπει να επικοινωνεί και με τον επεξεργαστή και με την εξωτερική συσκευή.
 - Η **επικοινωνία του επεξεργαστή** περιλαμβάνει:
 - a) Αποκωδικοποίηση εντολής
 - b) Δεδομένα
 - c) Αναφορά κατάστασης
 - d) Αναγνώριση διεύθυνσης

Λειτουργία Μονάδας E/E

- Η μονάδα E/E πραγματοποιεί την **επικοινωνία των συσκευών**. Αυτή περιλαμβάνει εντολές, πληροφορίες κατάστασης και δεδομένα.
- Σημαντική εργασία μιας μονάδας E/E είναι η **προσωρινή αποθήκευση δεδομένων**. Ο ρυθμός μεταφοράς των περιφερειακών συσκευών είναι αρκετές τάξεις χαμηλότερος σε σχέση με τη μνήμη και τον επεξεργαστή. Τα δεδομένα που έρχονται από τη μνήμη στη μονάδα E/E με μια γρήγορη ριπή. Τα δεδομένα αποθηκεύονται προσωρινά στη μονάδα E/E και μετά αποστέλλονται στην περιφερειακή συσκευή με το δικό της ρυθμός δεδομένων. Η μονάδα E/E πρέπει να λειτουργεί σε ένα ρυθμό ίδιο με εκείνο της μνήμης ή της συσκευής. Αν η συσκευή έχει μεγαλύτερο ρυθμό τότε η μονάδα πρέπει να εκτελέσει την ενδιάμεση αποθήκευση.

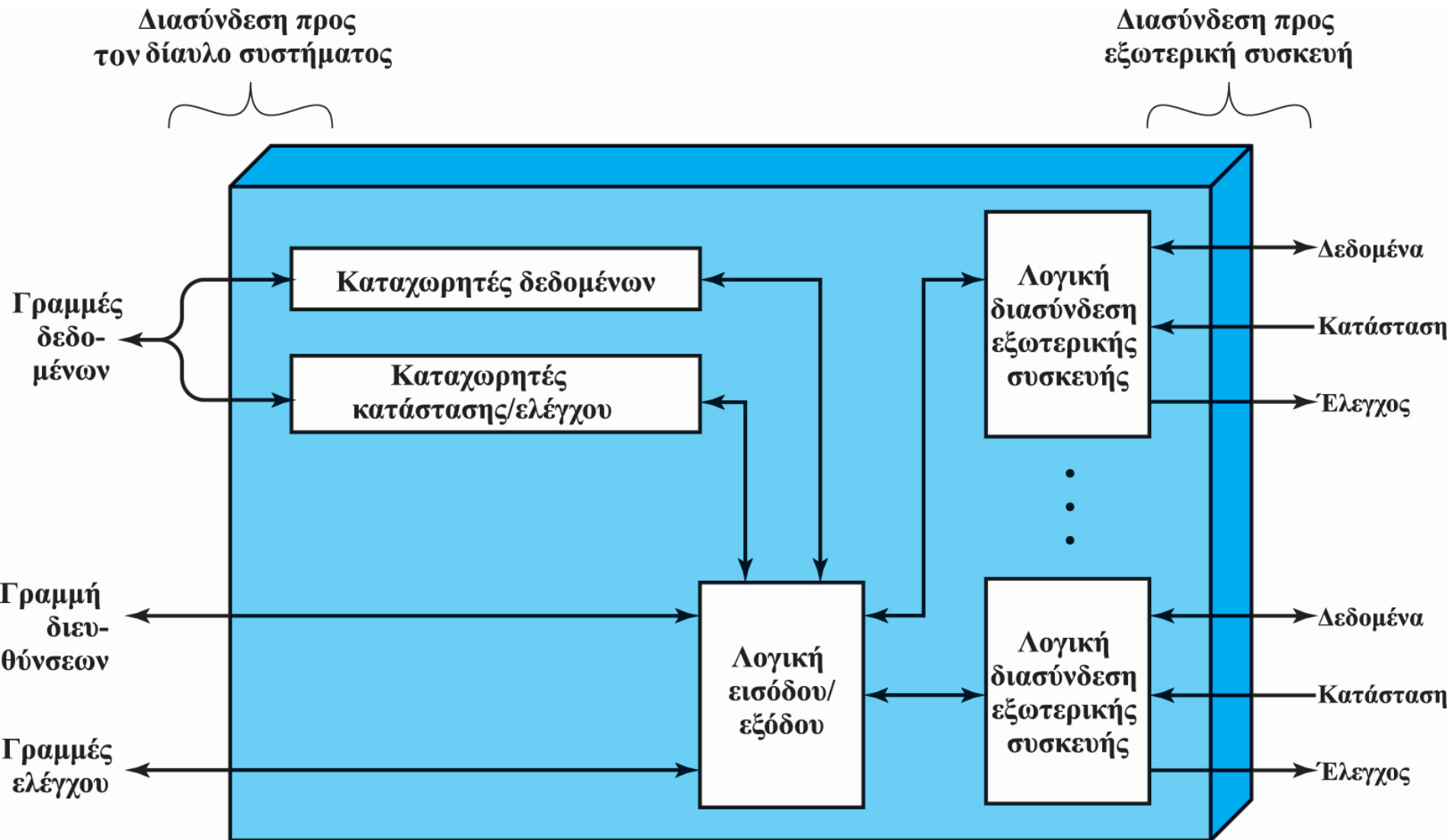
Λειτουργία Μονάδας Ε/Ε

- Μια μονάδα Ε/Ε είναι υπεύθυνη για την **ανίχνευση σφαλμάτων** και για τη μετέπειτα αναφορά τους στον επεξεργαστή. Μια κατηγορία είναι οι μηχανολογικές και ηλεκτρικές δυσλειτουργίες της συσκευής. Μια άλλη κατηγορία αποτελείται από τις ακούσιες αλλαγές στο υπόδειγμα των bits όπως αυτό μεταδίδεται από τη συσκευή προς τη μονάδα Ε/Ε. Χρησιμοποιείται κώδικας ανίχνευσης σφαλμάτων μετάδοσης. Π.χ. σε κάθε χαρακτήρα δεδομένων η χρήση ενός bit ισοτιμίας.

Δομή της μονάδας E/E

- Οι μονάδες E/E διαφέρουν σημαντικά όσον αφορά την πολυπλοκότητα και το πλήθος των εξωτερικών συσκευών που ελέγχουν.
- Γίνεται μια γενική περιγραφή βασισμένη στο Intel 82C55A
- Η μονάδα συνδέεται με το υπόλοιπο του Η/Υ μέσω ενός συνόλου από γραμμές σημάτων. Τα δεδομένα που μεταφέρονται προς και από τη μονάδα αποθηκεύονται προσωρινά σε έναν ή περισσότερους καταχωρητές δεδομένων.
- Υπάρχει ένας ή περισσότεροι καταχωρητές κατάστασης που δίνουν την πληροφορία της κατάστασης. Μπορεί να λειτουργήσει και ως καταχωρητής ελέγχου ώστε να δεχθεί λεπτομερείς πληροφορίες ελέγχου από τον επεξεργαστή.

Δομή της μονάδας Ε/Ε



Δομή της μονάδας E/E

- Ο επεξεργαστής χρησιμοποιεί τις γραμμές ελέγχου για να εκδίδει εντολές προς τη μονάδα E/E. Ορισμένες μπορεί να χρησιμοποιηθούν από τη μονάδα E/E (π.χ. για διαιτησία και σήματα κατάστασης).
- Η μονάδα πρέπει να είναι σε θέση να αναγνωρίζει και να παράγει διευθύνσεις οι οποίες σχετίζονται με τις συσκευές που ελέγχει. Κάθε μονάδα E/E έχει μοναδική διεύθυνση ή σύνολο διευθύνσεων (αν ελέγχει περισσότερες συσκευές)
- Η μονάδα E/E περιέχει επίσης τα λογικά κυκλώματα τα οποία είναι ειδικά για τη διεπαφή με κάθε συσκευή που ελέγχει.

Δομή της μονάδας E/E

- Μια μονάδα E/E λειτουργεί με σκοπό να επιτρέπει στον επεξεργαστή να βλέπει μια μεγάλη ποικιλία από συσκευές με απλό τρόπο.
- Η μονάδα E/E πιθανόν να αποκρύπτει τις λεπτομέρειες (χρονισμού, μορφής, ηλεκτρομηχανικές) μιας εξωτερικής συσκευής, έτσι ώστε ο επεξεργαστής να είναι σε θέση να λειτουργήσει με όρους απλών εντολών ανάγνωσης/εγγραφής και ίσως εντολών ανοίγματος/κλεισίματος αρχείων.
- Μια μονάδα E/E που αναλαμβάνει λεπτομερή επεξεργασία, παρουσιάζοντας μια διεπαφή υψηλού επιπέδου στον επεξεργαστή αναφέρεται ως **κανάλι E/E** ή **επεξεργαστής E/E**.

Δομή της μονάδας E/E

- Μια μονάδα E/E που είναι «πρωτόγονη» και απαιτεί λεπτομερή έλεγχο, αναφέρεται ως **ελεγκτής E/E** ή **ελεγκτής συσκευής**.
- Οι *ελεγκτές E/E* χρησιμοποιούνται κυρίως στους μικροϋπολογιστές, ενώ τα *κανάλια E/E* χρησιμοποιούνται κυρίως στα μεγάλα υπολογιστικά συστήματα.
- Γενικά αναφερόμαστε με τον όρο **μονάδα E/E** όταν δεν προκύπτει σύγχυση ενώ με τους ειδικούς όρους όταν είναι αναγκαίο

Οργάνωση και Αρχιτεκτονική Υπολογιστών

Κεφάλαιο 7.3

Τεχνικές για τις Λειτουργίες Ε/Ε

- Προγραμματιζόμενη Ε/Ε
- Ε/Ε οδηγούμενη με διακοπές
- Άμεση Προσπέλαση Μνήμης (Direct Memory Access - DMA)

Τεχνικές για τις Λειτουργίες E/E

- Με την προγραμματιζόμενη E/E τα δεδομένα ανταλλάσσονται μεταξύ του επεξεργαστή και της μονάδας E/E
- Ο επεξεργαστής εκτελεί ένα πρόγραμμα που δίνει άμεσο έλεγχο στη λειτουργία E/E που περιλαμβάνει:
 - Ανίχνευση της κατάστασης της συσκευής
 - Αποστολή μιας εντολής ανάγνωσης ή εγγραφής
 - Μεταφορά των δεδομένων
- Όταν ο επεξεργαστής εκδίδει μια εντολή προς τη μονάδα E/E θα πρέπει να περιμένει μέχρι να ολοκληρωθεί η λειτουργία
- Αν είναι ταχύτερος ο επεξεργαστής από τη μονάδα E/E, τότε σπαταλιέται πολύτιμος χρόνος του επεξεργαστή.

Τεχνικές για τις Λειτουργίες E/E

- Με την οδηγούμενη από διακοπές E/E, ο επεξεργαστής συνεχίζει να εκτελεί άλλες εντολές και διακόπτεται από τη μονάδα E/E όταν η τελευταία έχει ολοκληρώσει την εργασία της.
- Και στις δύο τεχνικές, ο επεξεργαστής είναι υπεύθυνος για την εξαγωγή των δεδομένων από την κεντρική μνήμη (για λειτουργίες εξόδου) και για την αποθήκευση των δεδομένων στην κύρια μνήμη (για λειτουργίες εισόδου).
- Η εναλλακτική λύση είναι γνωστή ως άμεση προσπέλαση μνήμης. Η μονάδα E/E και η κύρια μνήμη ανταλλάσσουν τα δεδομένα άμεσα μεταξύ τους χωρίς να εμπλέκεται ο επεξεργαστής

Τεχνικές για τις Λειτουργίες Ε/Ε

	Χωρίς διακοπές	Με χρήση διακοπών
Μεταφορά Ε/Ε προς τη μνήμη μέσω επεξεργαστή	Προγραμ/μενη Ε/Ε	Ε/Ε οδηγούμενη από διακοπές
Άμεση μεταφορά Ε/Ε προς τη μνήμη		Άμεση προσπάθεια μνήμης

Προγραμματιζόμενη E/E

- Όταν ο επεξεργαστής συναντά μια εντολή E/E (ενώ εκτελεί ένα πρόγραμμα) εκτελεί την εντολή εκδίδοντας μια εντολή προς την κατάλληλη μονάδα E/E.
- Σε αυτή την τεχνική η μονάδα E/E θα εκτελέσει την λειτουργία που ζητήθηκε από τον επεξεργαστή και θα θέσει τις κατάλληλες τιμές των bits στον καταχωρητή κατάστασης E/E. Η μονάδα δεν θα κάνει καμία ενέργεια για να ειδοποιήσει τον επεξεργαστή.
- Είναι ευθύνη του επεξεργαστή να ελέγχει περιοδικά την κατάσταση της μονάδας E/E έως ότου διαπιστώσει ότι η λειτουργία της ολοκληρώθηκε.

Προγραμματιζόμενη E/E

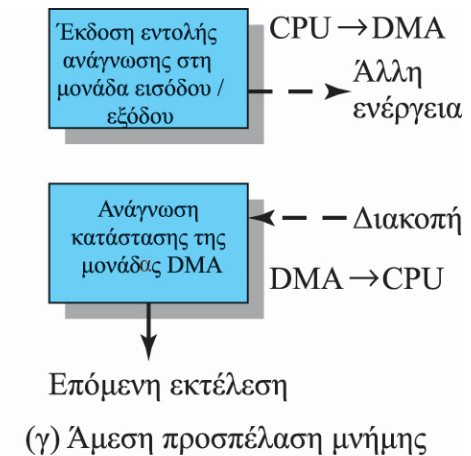
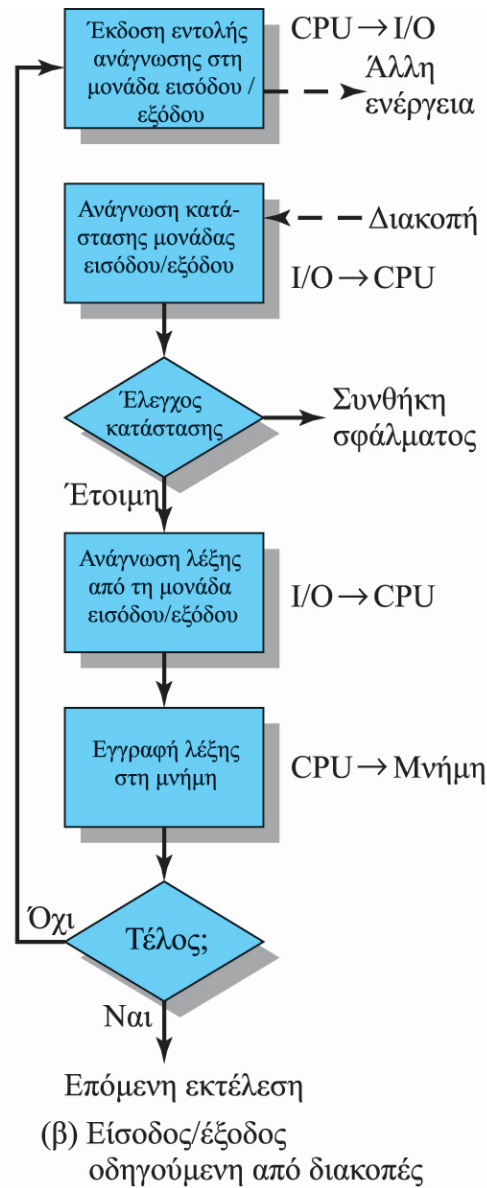
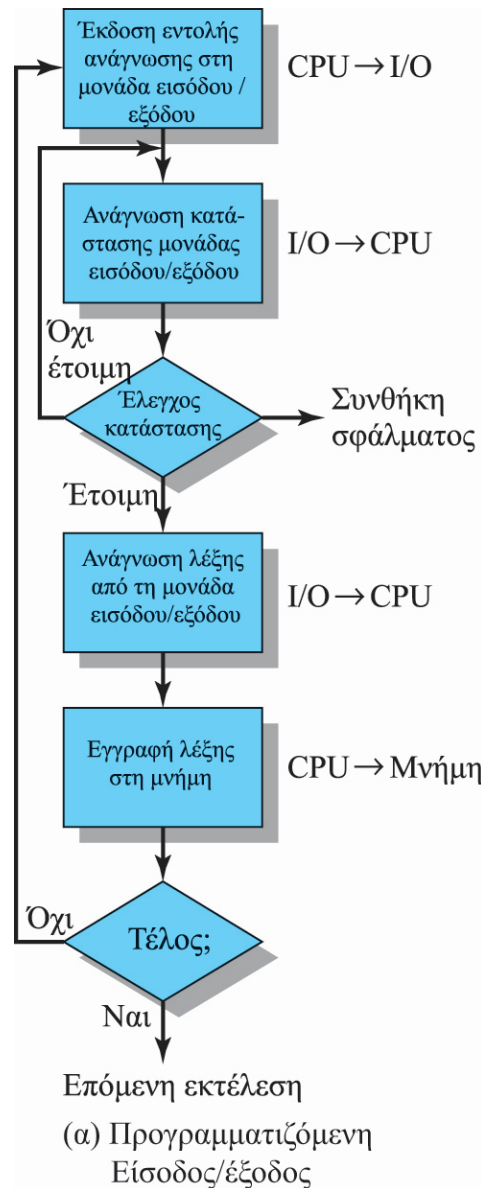
- Για να εκτελεστεί μια λειτουργία E/E ο επεξεργαστής εκδίδει κάποιες εντολές E/E. Αυτές περιλαμβάνουν τη διεύθυνση (τη συγκεκριμένη μονάδα E/E και την εξωτερική συσκευή) και μια εντολή E/E. Υπάρχουν 4 τύποι εντολών που πιθανά θα λάβει μια μονάδα E/E:
 - 1) Ελέγχου: Χρησιμοποιείται για την ενεργοποίηση μιας περιφερειακής συσκευής και να της δώσει την εντολή σχετικά με την ενέργεια που πρέπει να κάνει (π.χ. επανατύλιξη ή μετακίνηση προς τα μπρος στην επόμενη εγγραφή)
 - 2) Δοκιμής: Χρησιμοποιείται για να δοκιμαστούν οι διάφορες συνθήκες κατάστασης οι οποίες σχετίζονται με μια μονάδα E/E και τις περιφερειακές συσκευές που ελέγχει. Ο επεξεργαστής θέλει να μάθει αν είναι ενεργή και διαθέσιμη ή αν η πρόσφατη λειτουργία E/E έχει ->

Προγραμματιζόμενη E/E

-> ολοκληρωθεί και αν υπήρξαν σφάλματα.

- 3) Ανάγνωσης: Αναγκάζει τη μονάδα E/E να λάβει ένα αντικείμενο δεδομένων από την περιφερειακή συσκευή και να τοποθετήσει σε έναν ενδιάμεσο απομονωτή. Μετά ο επεξεργαστής είναι δυνατόν να το λάβει ζητώντας από τη μονάδα E/E να το τοποθετήσει στο δίαυλο δεδομένων
- 4) Εγγραφής: Αναγκάζει τη μονάδα E/E να λάβει ένα αντικείμενο δεδομένων (byte ή λέξη) από το δίαυλο δεδομένων και να το μεταδώσει προς την περιφερειακή συσκευή.
- Ο επεξεργαστής με αυτή την τεχνική παραμένει σε έναν κύκλο ελέγχου κατάστασης έως ότου η λέξη είναι διαθέσιμη στον καταχωρητή δεδομένων της μονάδας E/E. Χρονοβόρα διαδικασία που κρατά τον επεξεργαστή.

Σύγκριση Τεχνικών για τις Λειτουργίες Ε/Ε



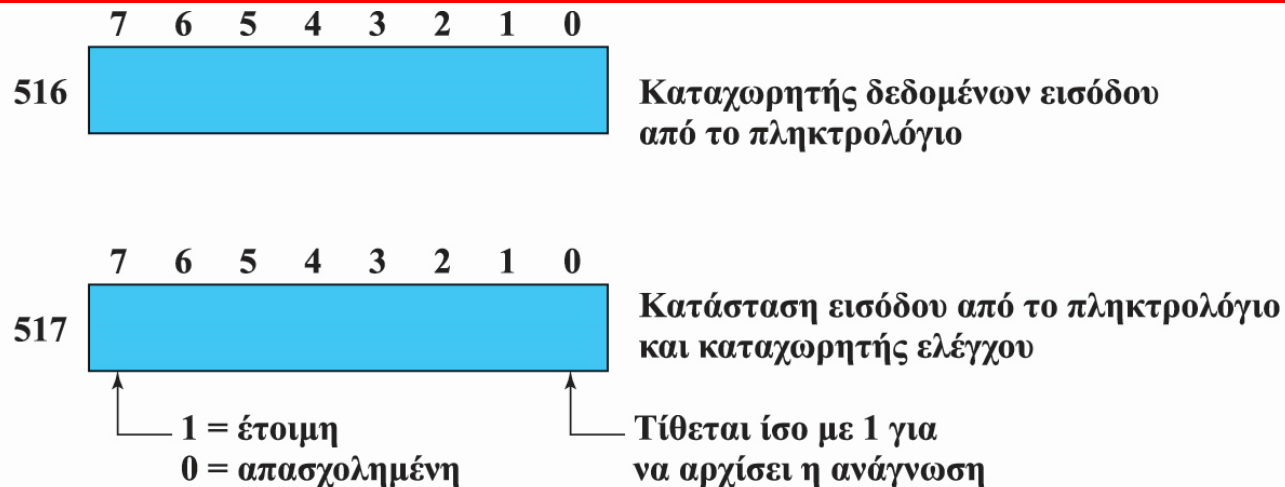
Προγραμματιζόμενη Ε/Ε

- Υπάρχει στενή σχέση ανάμεσα στις εντολές Ε/Ε τις οποίες προσκομίζει ο επεξεργαστής από τη μνήμη και τις εντολές Ε/Ε τις οποίες εκδίδει ο επεξεργαστής προς μια μονάδα Ε/Ε, ώστε αυτή να τις εκτελέσει. Υπάρχει σχέση μία προς μία.
- Η μορφή της εντολής συχνά εξαρτάται από τον τρόπο με τον οποίο διευθυνσιοδοτούνται οι εξωτερικές συσκευές.
- Υπάρχουν πολλές συσκευές Ε/Ε που συνδέονται μέσω μονάδων Ε/Ε, κάθε συσκευή λαμβάνει μοναδικό αναγνωριστικό ή διεύθυνση. Αυτή περιλαμβάνεται στις εντολές που εκδίδει ο επεξεργαστής. Άρα κάθε μονάδα Ε/Ε θα πρέπει να ερμηνεύει τις γραμμές διεύθυνσης ώστε να διαπιστώσει αν η εντολή απευθύνεται σε αυτή.

Προγραμματιζόμενη E/E

- Υπάρχουν δύο δυνατές μορφές διευθυνσιοδότησης όταν μοιράζονται έναν κοινό δίαυλο ο επεξεργαστής, η μνήμη και η μονάδα E/E:
- **Με απεικόνιση στη μνήμη:** Υπάρχει ένας χώρος διευθύνσεων για τις θέσεις μνήμης και τις συσκευές E/E. Ο επεξεργαστής διαχειρίζεται *τους καταχωρητές κατάστασης και δεδομένων των μονάδων E/E ως θέσεις μνήμης*. Χρησιμοποιεί τις ίδιες εντολές για την προσπέλαση τόσο της μνήμης όσο και των συσκευών E/E. Ο δίαυλος χρειάζεται μία μόνο γραμμή ανάγνωσης και μία εγγραφής.
- **Απομονωμένη E/E:** Ο δίαυλος είναι εξοπλισμένος με γραμμές εντολών ανάγνωσης/εγγραφής αλλά και εισόδου/εξόδου. Η γραμμή εντολής προσδιορίζει αν η διεύθυνση αναφέρεται στη μνήμη ή σε συσκευή E/E.

Προγραμματιζόμενη Ε/Ε



Διεύθυνση	Εντολή	Παράγοντας	Σχόλιο
200	Φόρτωση AC Αποθήκευση AC	"1" 517	Φόρτωση συσσωρευτή Αρχικοποίηση ανάγνωσης πληκτρολογίου
202	Φόρτωση AC Διακλάδωση αν ένδειξη = 0	517 202	Λήψη byte κατάστασης Εκτέλεση βρόχου μέχρι η συσκευή να είναι έτοιμη για λειτουργία
	Φόρτωση AC	516	Φόρτωση byte δεδομένων

(α) Είσοδος/έξοδος απεικόνισης στη μνήμη

Διεύθυνση	Εντολή	Παράγοντας	Σχόλιο
200	Φόρτωση I/O	5	Αρχικοποίηση ανάγνωσης πληκτρολογίου
201	Έλεγχος I/O Διακλάδωση όχι έτοιμη Είσοδος	5 201 5	Έλεγχος ολοκλήρωσης Εκτέλεση βρόχου ως τον τερματισμό Φόρτωση byte δεδομένων

(β) Απομονωμένη είσοδος/έξοδος

Προγραμματιζόμενη E/E

- Το πλήρες εύρος των διευθύνσεων είναι δυνατόν να διατίθεται και στις δύο. Επειδή *ο χώρος διευθύνσεων για την E/E είναι απομονωμένος από εκείνο της μνήμης*, αναφέρεται ως απομονωμένη E/E
- Όταν η μνήμη μοιράζεται είναι δυνατόν ο επεξεργαστής να εκτελεί βρόγχους χωρίς περιεχόμενο έως ότου ένα δεδομένο είναι διαθέσιμο από τη μονάδα E/E.
- Στην απομονωμένη, οι θύρες E/E είναι προσπελάσιμες μόνο από ειδικές εντολές οι οποίες ενεργοποιούν τις γραμμές εντολών E/E του διαύλου.
- Γενικά υπάρχει ένα μεγάλο σύνολο διαφορετικών εντολών αναφοράς στη μνήμη. Διαδεδομένες είναι και οι δύο τεχνικές, που έχουν όμως πλεονεκτήματα και μειονεκτήματα σε κάθε περίπτωση.