

Εισαγωγή στην επιστήμη των υπολογιστών

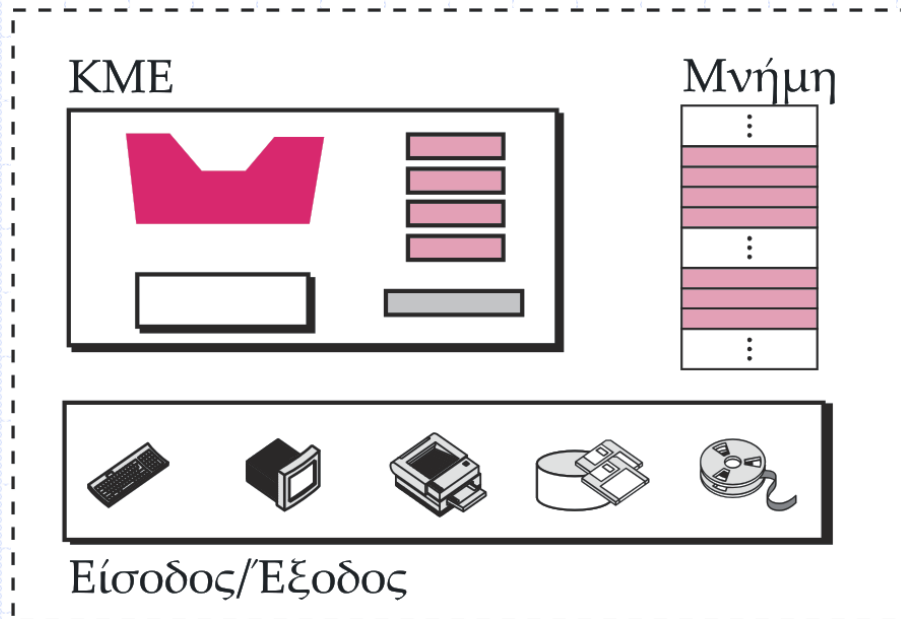
Υλικό Υπολογιστών

Κεφάλαιο 5ο

Οργάνωση υπολογιστών

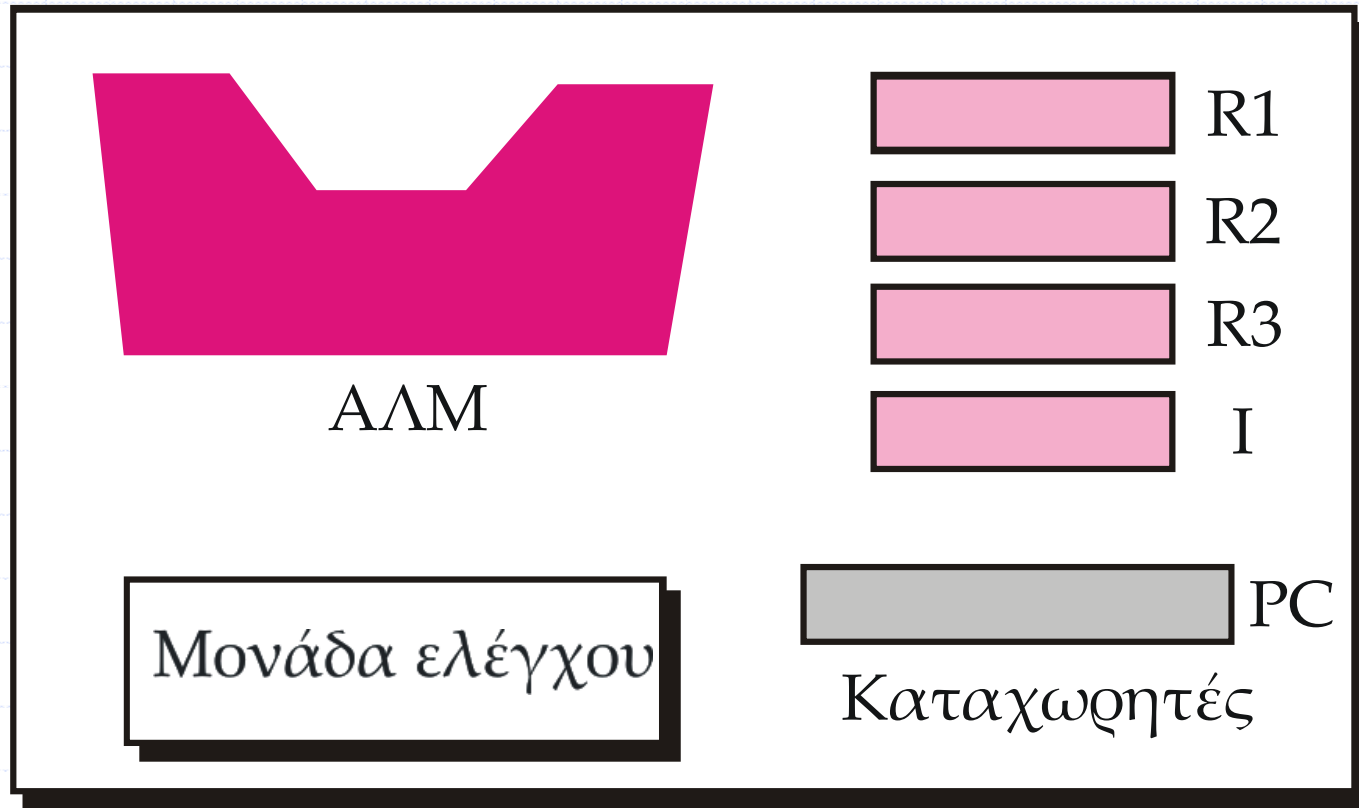
Οργάνωση υπολογιστών

- ◆ ΚΜΕ
- ◆ Κύρια Μνήμη
- ◆ Υποσύστημα εισόδου/εξόδου



Υλικό υπολογιστή

Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας (ΚΜΕ)



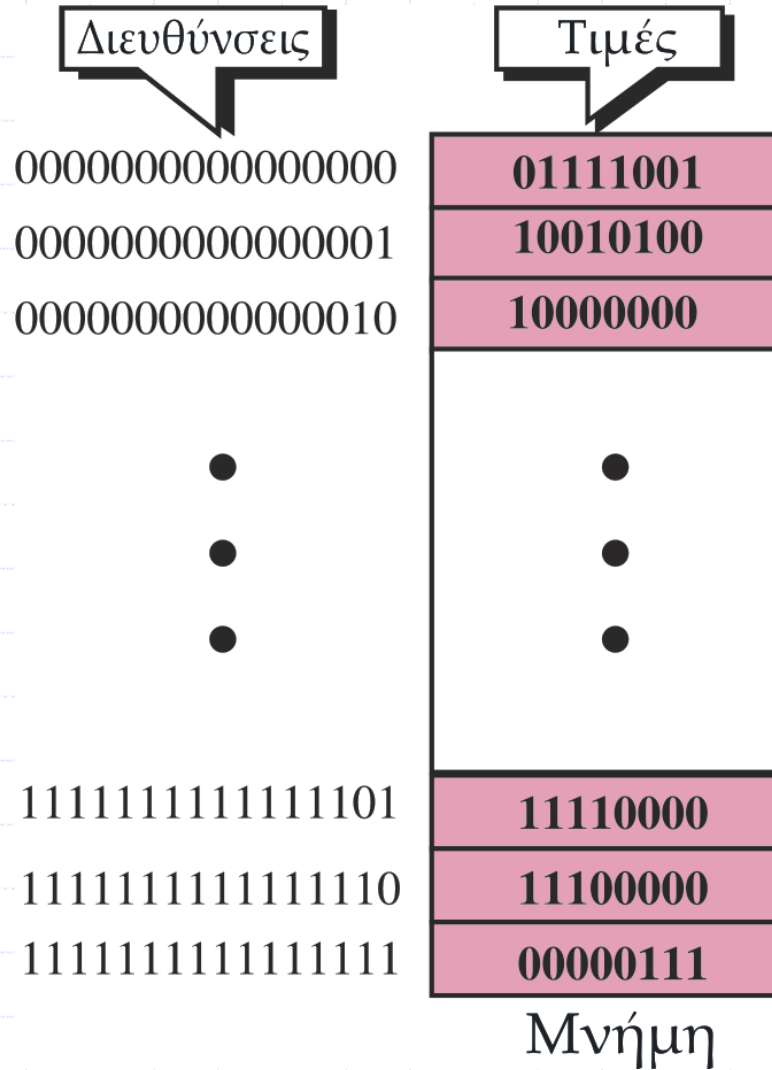
Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας (ΚΜΕ)

- ◆ **αριθμητική και λογική μονάδα ή ΑΛΜ**
(arithmetic logic unit, ALU)
 - εκτελεί αριθμητικές και λογικές πράξεις
- ◆ **καταχωρητές (registers)**
 - γρήγορες αυτόνομες θέσεις αποθήκευσης για την προσωρινή αποθήκευση δεδομένων
 - Δεδομένων, Εντολών, Μετρητής προγράμματος
- ◆ **μονάδα ελέγχου (control unit)**
 - μοιάζει με το τμήμα του ανθρώπινου εγκεφάλου που ελέγχει τη λειτουργία κάθε οργάνου του σώματος και ο έλεγχος αυτός επιτυγχάνεται μέσω διαύλων που είναι είτε ανοιχτοί είτε κλειστοί

Κύρια Μνήμη

- ❖ Η **κύρια μνήμη** (main memory) είναι μια συλλογή από θέσεις αποθήκευσης, κάθε μία από τις οποίες διαθέτει ένα μοναδικό αναγνωριστικό που ονομάζεται διεύθυνση.
- ❖ Τα δεδομένα μεταφέρονται από και προς τη μνήμη σε ομάδες από μπιτ οι οποίες ονομάζονται λέξεις (words). Μια λέξη μπορεί να είναι μια ομάδα των 8, 16, 32, ή μερικές φορές 64 μπιτ

Χώρος Διευθύνσεων



Χώρος Διευθύνσεων

- ◆ Ο συνολικός αριθμός των μοναδικά προσδιορίσιμων θέσεων στη μνήμη ονομάζεται **χώρος διευθύνσεων** (address space).
- ◆ Για παράδειγμα, μια μνήμη 64 κιλομπάιτ με μέγεθος λέξης 1 μπάιτ διαθέτει χώρο διευθύνσεων με εύρος από 0 έως 65.535.

Μονάδες Μνήμης

Μονάδα	Ακριβές πλήθος μπάιτ	Προσέγγιση
κιλομπάιτ (kilobyte)	2^{10} (1.024) μπάιτ	10^3 μπάιτ
μεγαμπάιτ (megabyte)	2^{20} (1.048.576) μπάιτ	10^6 μπάιτ
γκιγκαμπάιτ (gigabyte)	2^{30} (1.073.741.824) μπάιτ	10^9 μπάιτ
τεραμπάιτ (terabyte)	2^{40} μπάιτ	10^{12} μπάιτ
πεταμπάιτ (petabyte)	2^{50} μπάιτ	10^{15} μπάιτ
εξαμπάιτ (exabyte)	2^{60} μπάιτ	10^{18} μπάιτ

Οι διευθύνσεις ως σχήματα μπιτ

- ◆ Επειδή οι υπολογιστές λειτουργούν αποθηκεύοντας αριθμούς ως **σχήματα μπιτ**, οι διευθύνσεις αναπαρίστανται και αυτές με τον ίδιο τρόπο.
- ◆ Έτσι, αν ένας υπολογιστής έχει 64 κιλομπάιτ (2^{16}) μνήμης με μέγεθος λέξης 1 μπάιτ, τότε για τον προσδιορισμό μιας διεύθυνσης απαιτείται ένα σχήμα 16 μπιτ

Οι διευθύνσεις ως σχήματα μπιτ

- ❖ Οι διευθύνσεις μνήμης καθορίζονται με τη χρήση μη προσημασμένων δυαδικών ακεραίων (δεν υπάρχουν αρνητικές διευθύνσεις).
- ❖ Η πρώτη θέση αναφέρεται ως διεύθυνση 0000000000000000 (διεύθυνση 0), και η τελευταία θέση αναφέρεται ως διεύθυνση 1111111111111111 (διεύθυνση 65.535).
- ❖ Γενικά, αν ένας υπολογιστής διαθέτει N λέξεις μνήμης, για την αναφορά όλων των θέσεων μνήμης απαιτείται ένας μη προσημασμένος ακέραιος μεγέθους $\log_2 N$ μπιτ.

Οι διευθύνσεις ως σχήματα μπιτ

◆ Ένας υπολογιστής έχει 32 MB μνήμης. Πόσα μπιτ χρειάζονται για τη διευθυνσιοδότηση κάθε μπάιτ της μνήμης;

◆ Λύση

- Ο χώρος διευθύνσεων της μνήμης είναι 32 MB, δηλαδή 2^{25} ($2^5 \times 2^{20}$). Αυτό σημαίνει ότι για τη διευθυνσιοδότηση κάθε μπάιτ απαιτούνται $\log_2 2^{25}$, δηλαδή 25, μπιτ

Οι διευθύνσεις ως σχήματα μπιτ

◆ Ένας υπολογιστής έχει 128 MB μνήμης. Κάθε λέξη σε αυτόν τον υπολογιστή είναι 8 μπιτ. Πόσα μπιτ χρειάζονται για τη διευθυνσιοδότηση κάθε λέξης μνήμης;

◆ Λύση

- Ο χώρος διευθύνσεων της μνήμης είναι 128 MB, δηλαδή 2^{27} . Όμως, κάθε λέξη είναι 8 (2^3) μπιτ, άρα έχουμε 2^{24} λέξεις. Αυτό σημαίνει ότι για τη διευθυνσιοδότηση κάθε λέξης απαιτούνται $\log_2 2^{24}$, δηλαδή 24, μπιτ.

Τύποι Μνήμης



RAM



ROM

Τύποι Μνήμης

❖ RAM μνήμη τυχαίας προσπέλασης (Random Access Memory)

- μπορεί να αναγνωστεί και να εγγραφεί από το χρήστη
- είναι "πτητική", όταν διακόπτεται η τροφοδοσία του ρεύματος, οι πληροφορίες (πρόγραμμα ή δεδομένα) διαγράφονται

❖ ROM μνήμη μόνο για ανάγνωση (Read-Only Memory)

- ο χρήστης μπορεί να διαβάσει τη ROM αλλά όχι και να γράψει σε αυτή
- είναι μη πτητική
- χρησιμοποιείται για προγράμματα ή δεδομένα που δεν πρέπει να διαγραφούν ή να μεταβληθούν ακόμα και όταν ο υπολογιστής κλείνει

Τύποι Μνήμης RAM

◆ SRAM **στατική RAM** (Static RAM)

- χρησιμοποιεί για την αποθήκευση δεδομένων τις παραδοσιακές πύλες φλιπ-φλοπ
- διατηρεί την κατάσταση της (0 ή 1), δηλαδή τα δεδομένα διατηρούνται αποθηκευμένα όσο υπάρχει τροφοδοσία ρεύματος χωρίς να χρειάζονται ανανέωση.
- είναι γρήγορη αλλά ακριβή

Τύποι Μνήμης RAM

◆ DRAM **δυναμική RAM** (Dynamic RAM)

- χρησιμοποιεί πυκνωτές
- Αν ο πυκνωτής είναι φορτισμένος, η κατάσταση είναι 1, αν είναι αφόρτιστος, η κατάσταση είναι 0.
- Επειδή οι πυκνωτές χάνουν ένα μέρος του φορτίου τους με την πάροδο του χρόνου, οι θέσεις τα κελιά μνήμης χρειάζονται περιοδική ανανέωση.
- είναι αργές αλλά φτηνές.

Τύποι Μνήμης ROM

◆ Μια παραλλαγή της ROM είναι η **προγραμματιζόμενη μνήμη μόνο για ανάγνωση** (Programmable Read-Only Memory, ή **PROM**)

- Η μνήμη αυτού του τύπου είναι κενή όταν ο υπολογιστής βγαίνει από το εργοστάσιο, και χρησιμοποιείται για την αποθήκευση προγραμμάτων από το χρήστη μέσω ειδικού εξοπλισμού.
- Όταν τα προγράμματα αποθηκευτούν η μνήμη λειτουργεί ως ROM και δεν μπορεί να επανεγγραφεί

Τύποι Μνήμης ROM

- ◆ Μια παραλλαγή της PROM είναι η **διαγράψιμη προγραμματιζόμενη μνήμη μόνο για ανάγνωση** (Erasable Programmable Read-Only Memory, ή **EPROM**).
 - Μπορεί να προγραμματιστεί από το χρήστη, αλλά μπορεί και να διαγραφεί από μια ειδική συσκευή που εκπέμπει υπεριώδες φως.
 - Η διαγραφή της μνήμης EPROM απαιτεί τη φυσική εξαγωγή της από τον υπολογιστή και την επανατοποθέτησή της.

Τύποι Μνήμης ROM

◆ Η ηλεκτρονικά διαγράψιμη προγραμματιζόμενη μνήμη μόνο για ανάγνωση (Electronically Erasable Programmable Read-Only Memory, ή **EEPROM**) αποτελεί μια παραλλαγή της EPROM.

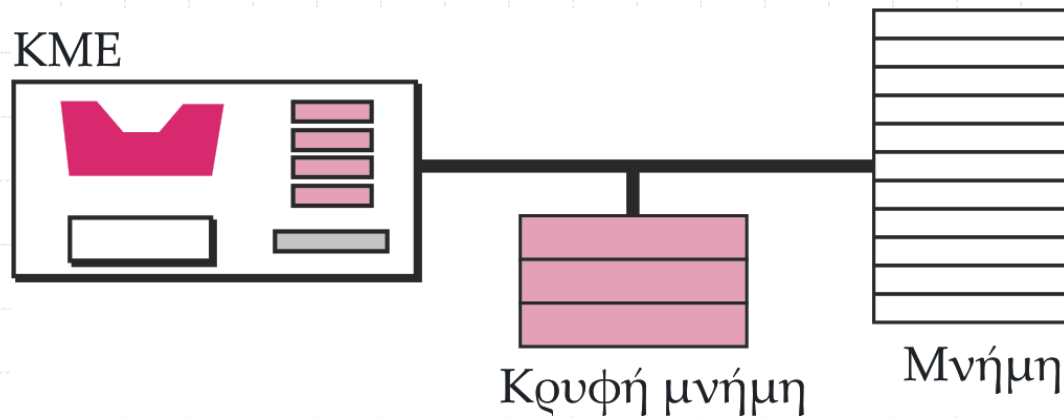
- Μπορεί να προγραμματιστεί και να διαγραφεί μέσω ηλεκτρονικών παλμών χωρίς να απαιτείται η αφαίρεσή της από τον υπολογιστή

Ιεραρχία της μνήμης



Κρυφή Μνήμη

- ◆ Είναι γρηγορότερη από την κύρια μνήμη αλλά πιο αργή από την ΚΜΕ και τους καταχωρητές της.
- ◆ Η κρυφή μνήμη, η οποία συνήθως έχει μικρό μέγεθος, μεσολαβεί μεταξύ της ΚΜΕ και της κύριας μνήμης



Κρυφή Μνήμη

- ◆ Η κρυφή μνήμη περιέχει συνεχώς ένα αντίγραφο κάποιου τμήματος της κύριας μνήμης. Όταν η ΚΜΕ πρέπει να προσπελάσει μια λέξη στην κύρια μνήμη, ακολουθείται η εξής διαδικασία:
 1. Η ΚΜΕ ελέγχει την κρυφή μνήμη.
 2. Αν βρει εκεί τη λέξη, την αντιγράφει, αν όχι, η ΚΜΕ προσπελάζει την κεντρική μνήμη και αντιγράφει το τμήμα της το οποίο ξεκινάει με την επιθυμητή λέξη. Το τμήμα αντικαθιστά τα προηγούμενα περιεχόμενα της κρυφής μνήμης.
 3. Η ΚΜΕ προσπελάζει την κρυφή μνήμη και αντιγράφει τη λέξη.

Είσοδος/Έξοδος

- ◆ το υποσύστημα επιτρέπει σε έναν υπολογιστή να επικοινωνεί με τον έξω κόσμο και να διατηρεί προγράμματα και δεδομένα ακόμα και όταν είναι κλειστός.
- ◆ Οι συσκευές εισόδου/εξόδου χωρίζονται σε δύο μεγάλες κατηγορίες:
 - στις μη αποθηκευτικές
 - στις αποθηκευτικές.

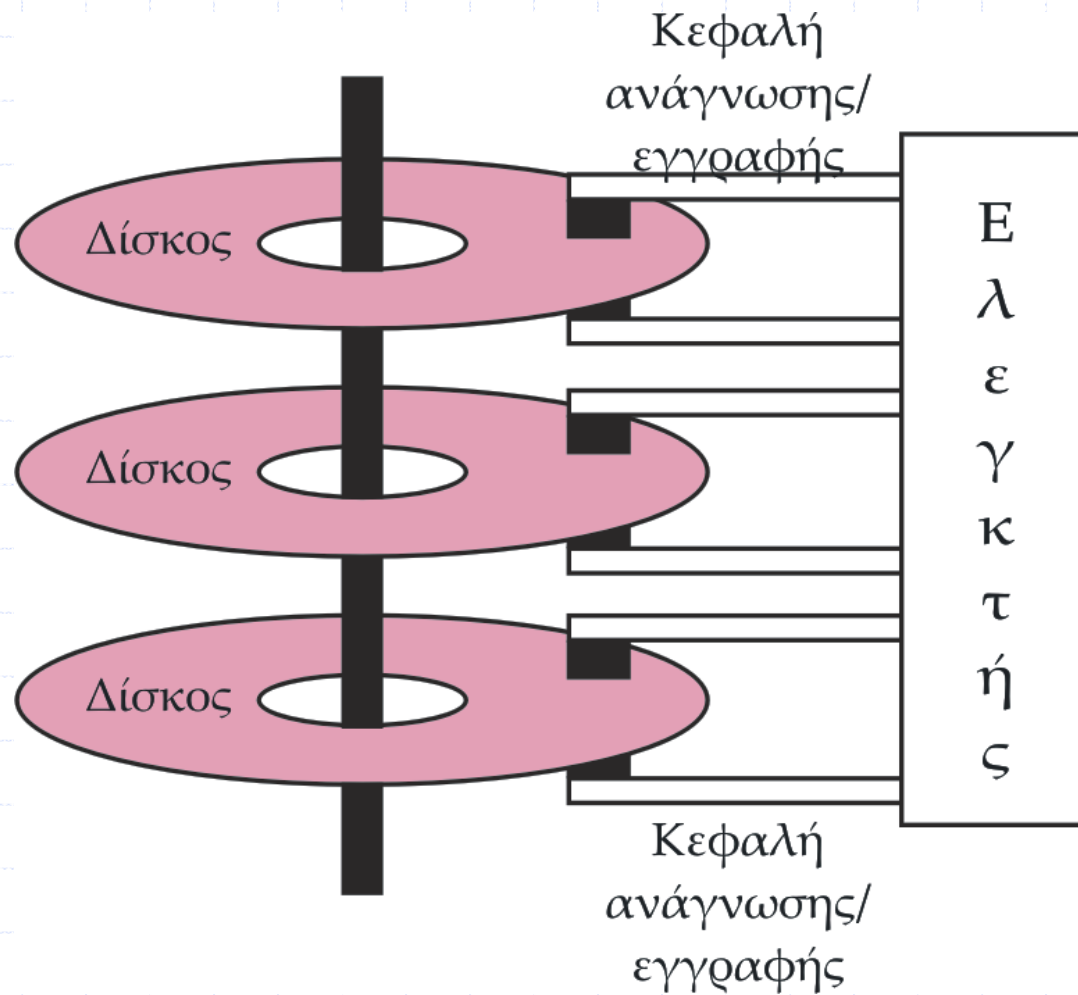
Μη αποθηκευτικές συσκευές

- ◆ Πληκτρολόγιο και οθόνη
- ◆ Εκτυπωτής

Αποθηκευτικές συσκευές

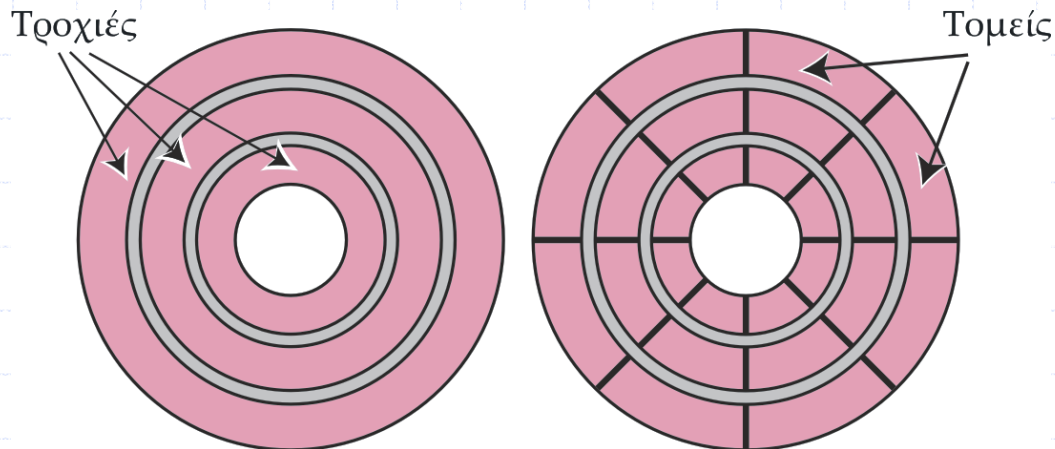
- ◆ Μαγνητικές
- ◆ Οπτικές

Μαγνητικός Δίσκος

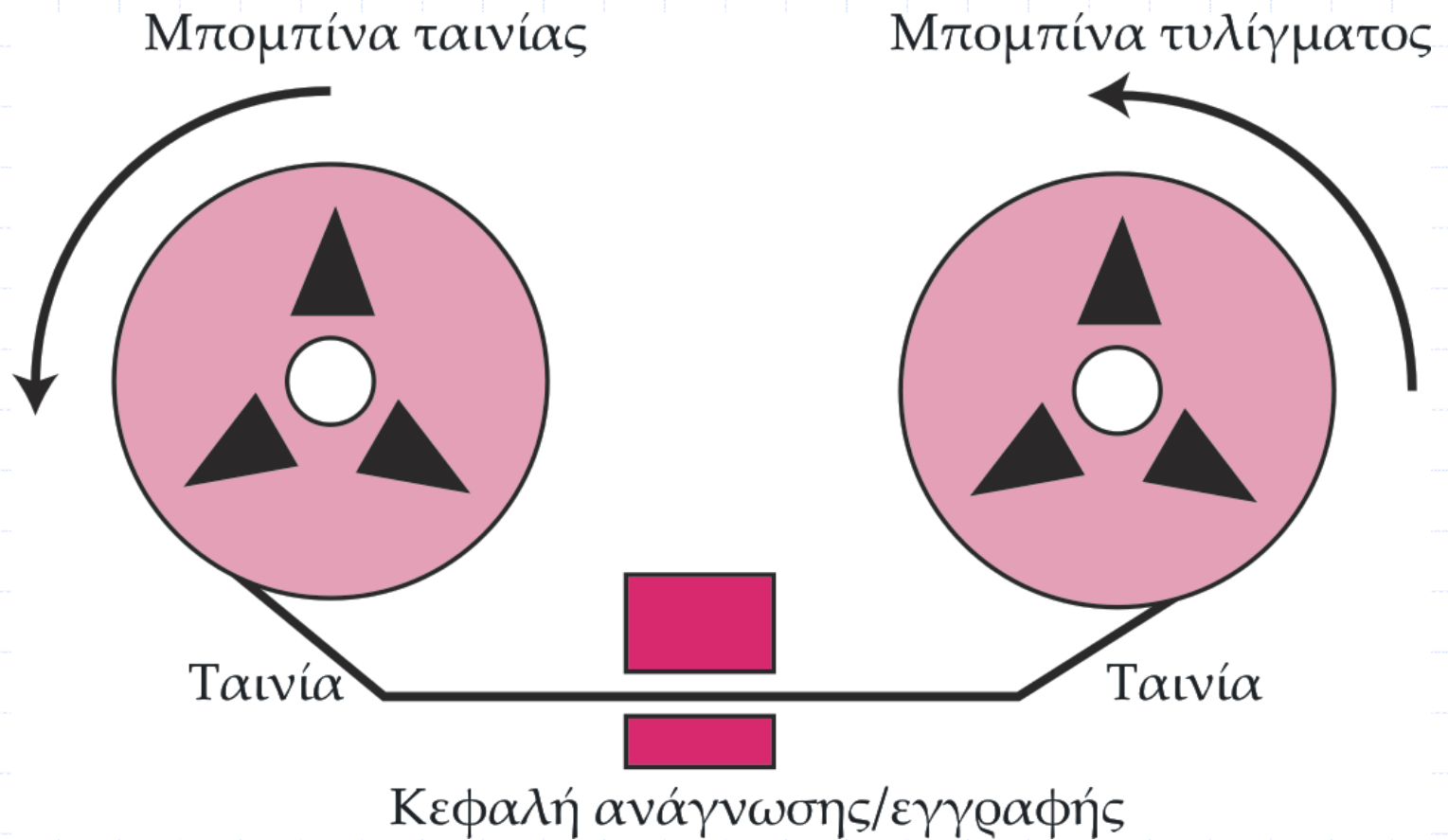


Μαγνητικός Δίσκος

- ◆ Οργάνωση Επιφανείας
- ◆ Προσπέλαση Δεδομένων
 - Τυχαία προσπέλαση
- ◆ Απόδοση
 - Ταχύτητα περιστροφής
 - Χρόνος αναζήτησης
 - Χρόνος μεταφοράς

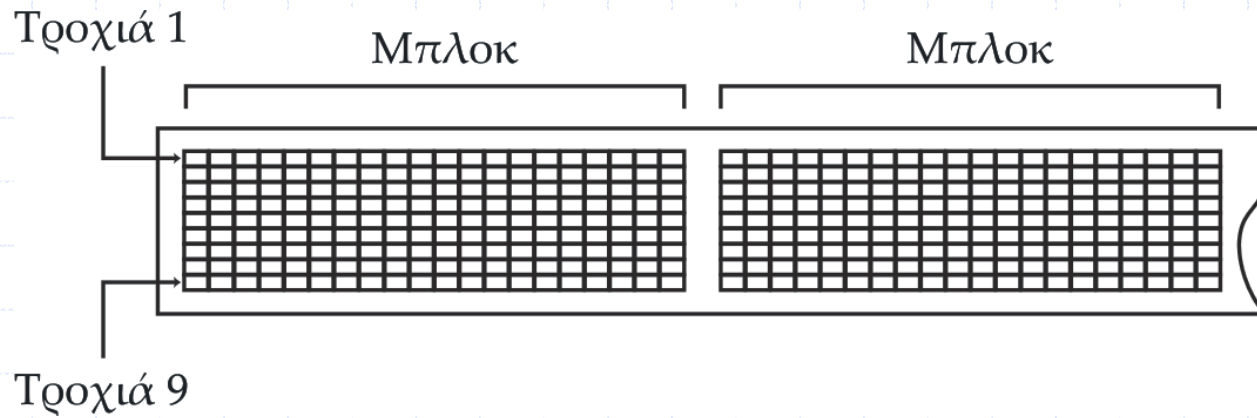


Μαγνητική Ταινία



Μαγνητική Ταινία

- ◆ Οργάνωση Επιφανείας
- ◆ Προσπέλαση Δεδομένων
 - Σειριακή προσπέλαση
- ◆ Απόδοση
 - Αργότερη αλλά φτηνότερη από μαγνητικό δίσκο



Οπτικές συσκευές αποθήκευσης

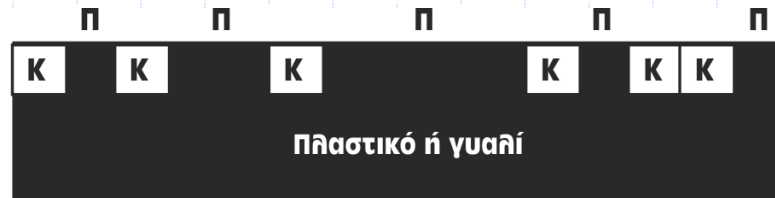
◆ CD-ROM

◆ CD-R

◆ CD-RW

◆ DVD

Δημιουργία και χρήση CD-ROM

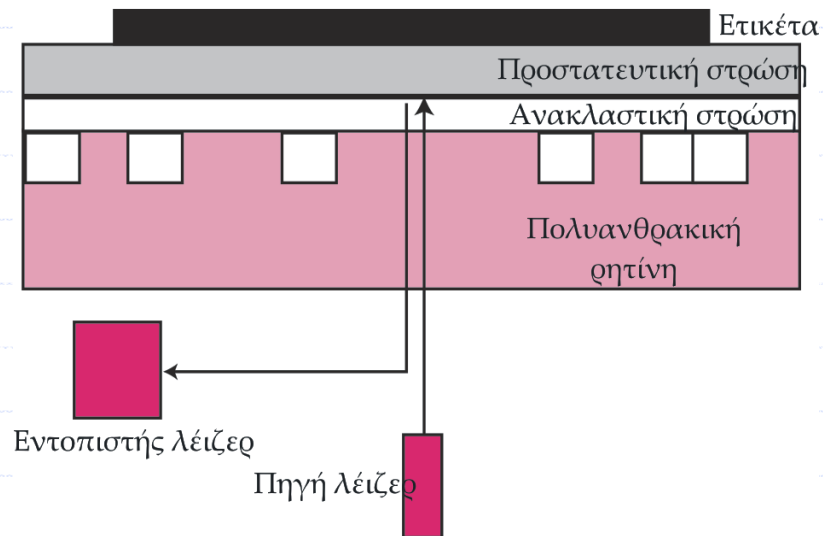


α. Πρωτότυπος δίσκος

Π=Πεδιάδα
Κ=Κοιλιάδα



β. Μήτρα



Ταχύτητες CD-ROM

Ταχύτητα	Ρυθμός ανάγνωσης δεδομένων	Προσέγγιση
1x	153.600 μπάιτ ανά δευτερόλεπτο	150 KB/δευτερόλεπτο
2x	307.200 ανά δευτερόλεπτο	300 KB/δευτερόλεπτο
4x	614.400 ανά δευτερόλεπτο	600 KB/δευτερόλεπτο
6x	921.600 ανά δευτερόλεπτο	900 KB/δευτερόλεπτο
8x	1.228.800 ανά δευτερόλεπτο	1,2 MB/δευτερόλεπτο
12x	1.843.200 ανά δευτερόλεπτο	1,8 MB/δευτερόλεπτο
16x	2.457.600 ανά δευτερόλεπτο	2,4 MB/δευτερόλεπτο
24x	3.688.400 ανά δευτερόλεπτο	3,6 MB/δευτερόλεπτο
32x	4.915.200 ανά δευτερόλεπτο	4,8 MB/δευτερόλεπτο
40x	6.144.400 ανά δευτερόλεπτο	6 MB/δευτερόλεπτο 32

Μορφή CD-ROM

 Μπάιτ (8 μπιτ)

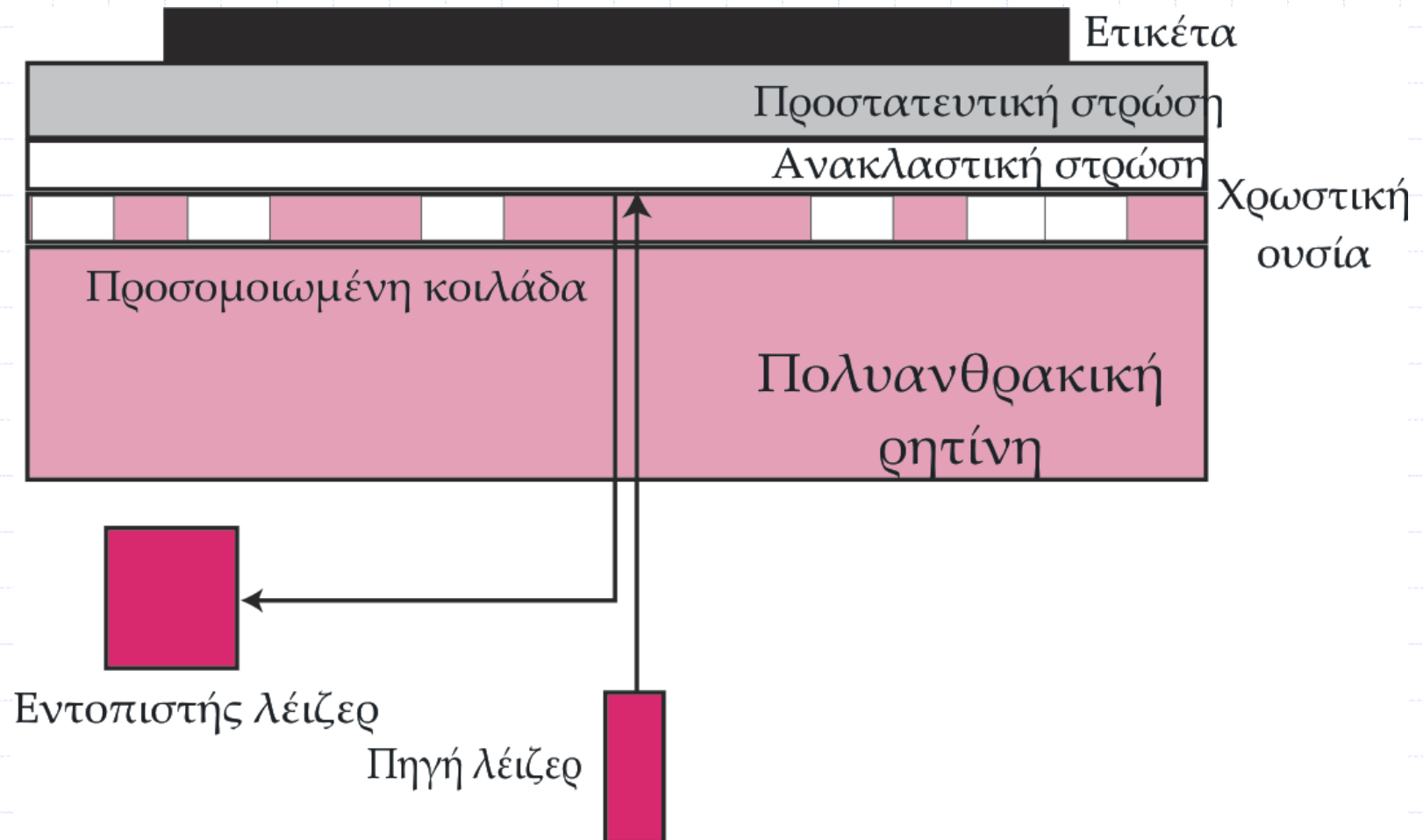
 Σύμβολο (14 μπιτ)

 Πλαίσιο (24 σύμβολα)

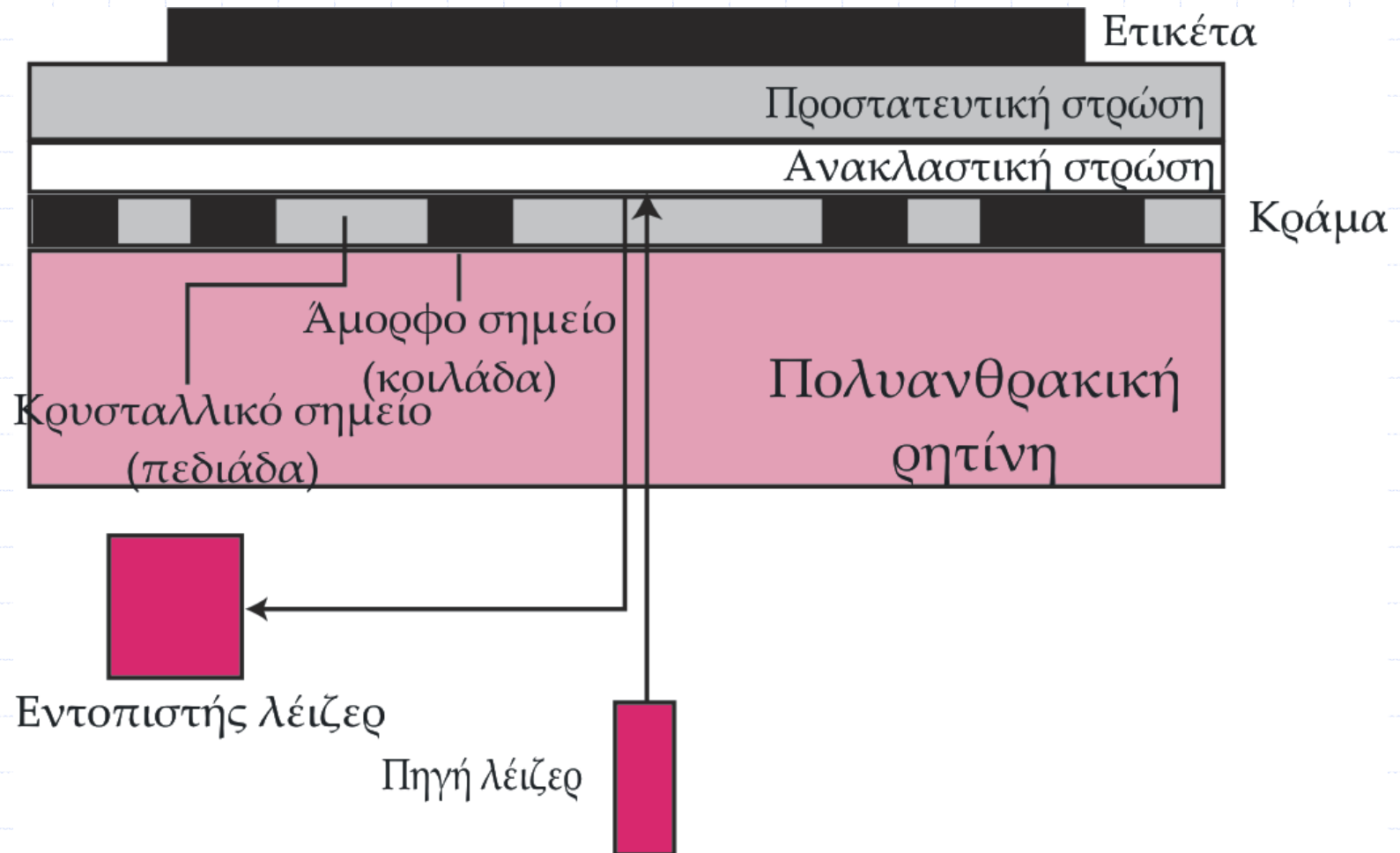


Τομέας (98 πλαίσια)

Δημιουργία CD-R



Δημιουργία CD-RW



DVD

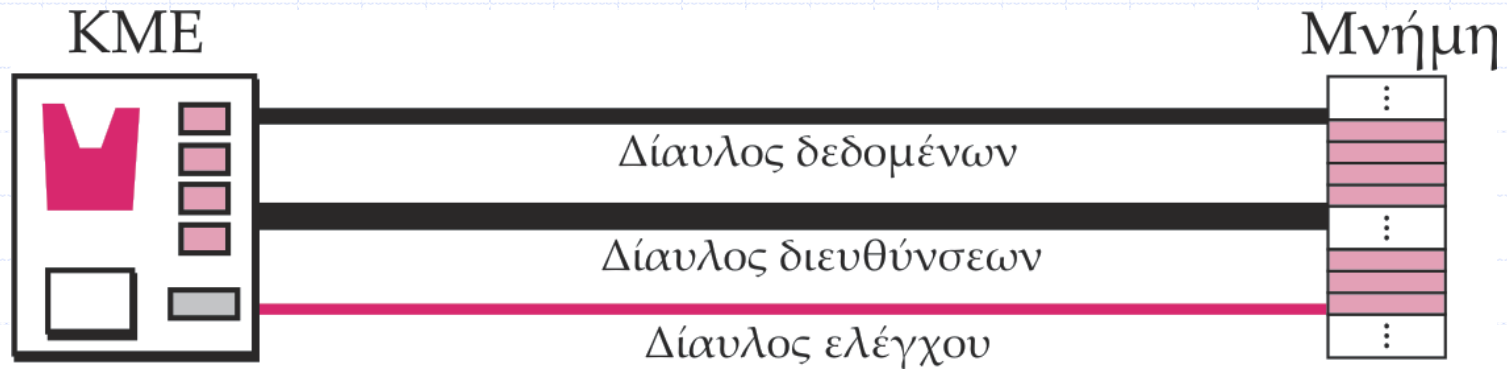
◆ Ο ψηφιακός πολυμορφικός δίσκος (Digital Versatile Disk, ή **DVD**) χρησιμοποιεί τεχνολογία παρόμοια με τα CD-ROM, με τις ακόλουθες όμως διαφορές:

- Οι κοιλάδες είναι μικρότερες, με διάμετρο 0,4 μικρά (εκατομμυριοστά του μέτρου) έναντι των 0,8 μικρών που χρησιμοποιούνταν στα CD.
- Οι τροχιές βρίσκονται πιο κοντά η μία στην άλλη.
- Η ακτίνα είναι κόκκινο λέιζερ αντί για υπέρυθρο.
- Τα DVD χρησιμοποιούν μία ή δύο στρώσεις εγγραφής, και μπορούν να είναι γραμμένα είτε στη μία είτε και στις δύο πλευρές τους

DVD

Είδος	Χωρητικότητα
μονής πλευράς, μονής στρώσης	4,7 GB
μονής πλευράς, διπλής στρώσης	8,5 GB
διπλής πλευράς, μονής στρώσης	9,4 GB
διπλής πλευράς, διπλής στρώσης	17 GB

Σύνδεση ΚΜΕ και Μνήμης



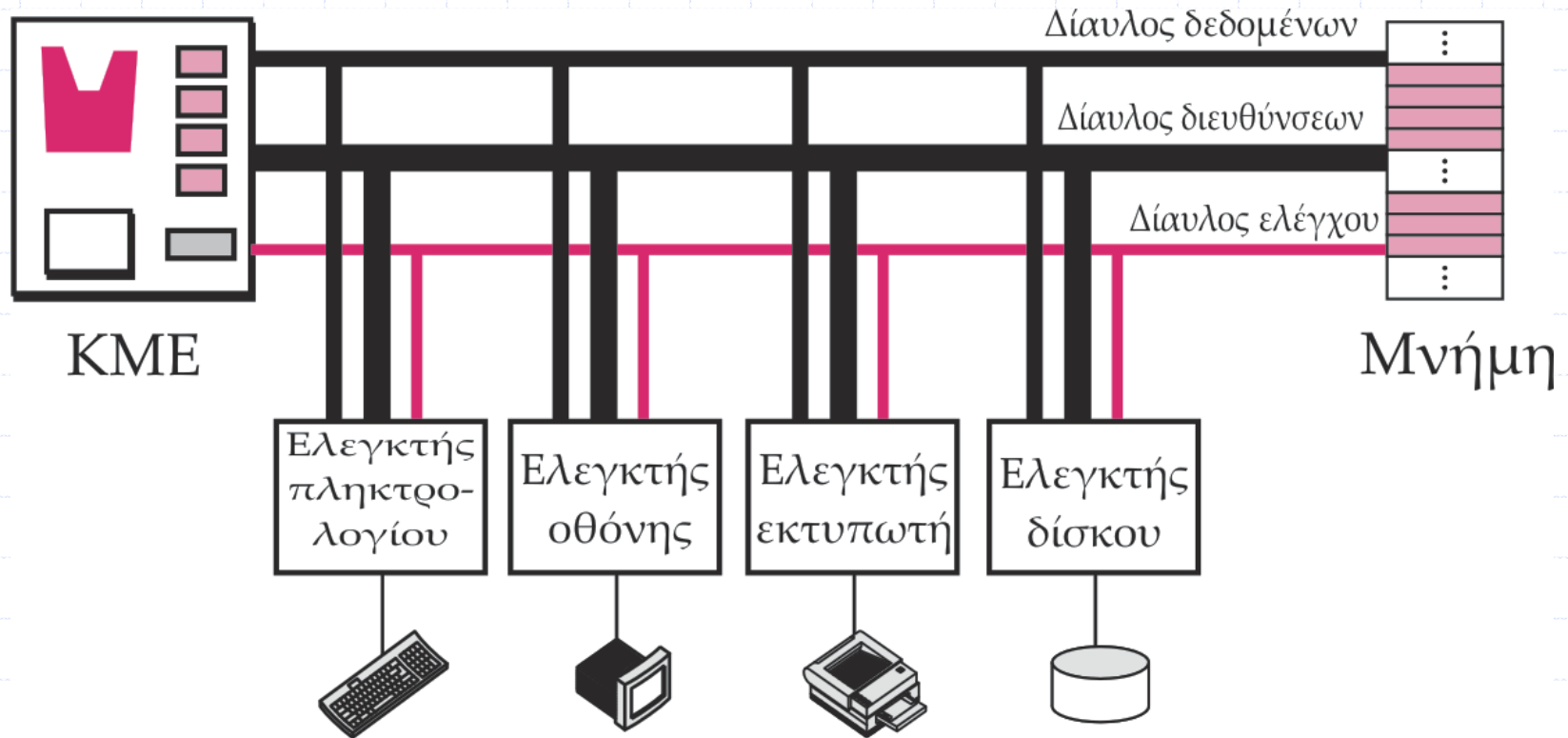
Σύνδεση ΚΜΕ και Μνήμης

- ◆ Ο **δίαυλος δεδομένων** (data bus) αποτελείται από πολλά καλώδια, καθένα από τα οποία μεταφέρει 1 μπιτ τη φορά. Ο αριθμός των καλωδίων εξαρτάται από το μέγεθος της λέξης. Αν σε κάποιον υπολογιστή η λέξη είναι 32 μπιτ (4 μπάιτ), απαιτείται δίαυλος δεδομένων με 32 καλώδια, έτσι ώστε και τα 32 μπιτ της λέξης να μπορούν να μεταφερθούν ταυτόχρονα.
- ◆ Ο **δίαυλος διευθύνσεων** (address bus) επιτρέπει την προσπέλαση μιας συγκεκριμένης λέξης στη μνήμη. Ο αριθμός των καλωδίων του διαύλου διευθύνσεων εξαρτάται από το χώρο διευθύνσεων της μνήμης. Αν η μνήμη διαθέτει $2^ν$ λέξεις, ο δίαυλος διευθύνσεων πρέπει να μεταφέρει ν μπιτ τη φορά. Συνεπώς, πρέπει να διαθέτει ν καλώδια.
- ◆ Ο **δίαυλος ελέγχου** (control bus) αναλαμβάνει την επικοινωνία μεταξύ της ΚΜΕ και της μνήμης. Για παράδειγμα, η ΚΜΕ πρέπει να στέλνει στη μνήμη κωδικούς ώστε να προσδιορίζει τις λειτουργίες ανάγνωσης ή τις λειτουργίες εγγραφής. Το πλήθος των καλωδίων του διαύλου ελέγχου εξαρτάται από το συνολικό αριθμό των διαταγών ελέγχου που χρειάζεται ένας υπολογιστής. Αν ένας υπολογιστής διαθέτει $2^μ$ ενέργειες ελέγχου, ο δίαυλος ελέγχου χρειάζεται μ καλώδια, επειδή για να εκφραστούν οι $2^μ$ διαφορετικές λειτουργίες απαιτούνται μ μπιτ.

Σύνδεση συσκευών E/E

- ❖ Οι συσκευές E/E δεν είναι δυνατό να συνδεθούν απευθείας στους διαύλους που συνδέουν την ΚΜΕ με τη μνήμη, επειδή η φύση των συσκευών αυτών είναι διαφορετική από τη φύση της ΚΜΕ και της μνήμης.
- ❖ Οι συσκευές E/E είναι ηλεκτρομηχανικές, μαγνητικές, ή οπτικές, ενώ η ΚΜΕ και η μνήμη είναι ηλεκτρονικές συσκευές
- ❖ Οι συσκευές E/E συνδέονται με τους διαύλους μέσω μιας συσκευής που ονομάζεται **ελεγκτής εισόδου/εξόδου** ή διασύνδεση (interface).

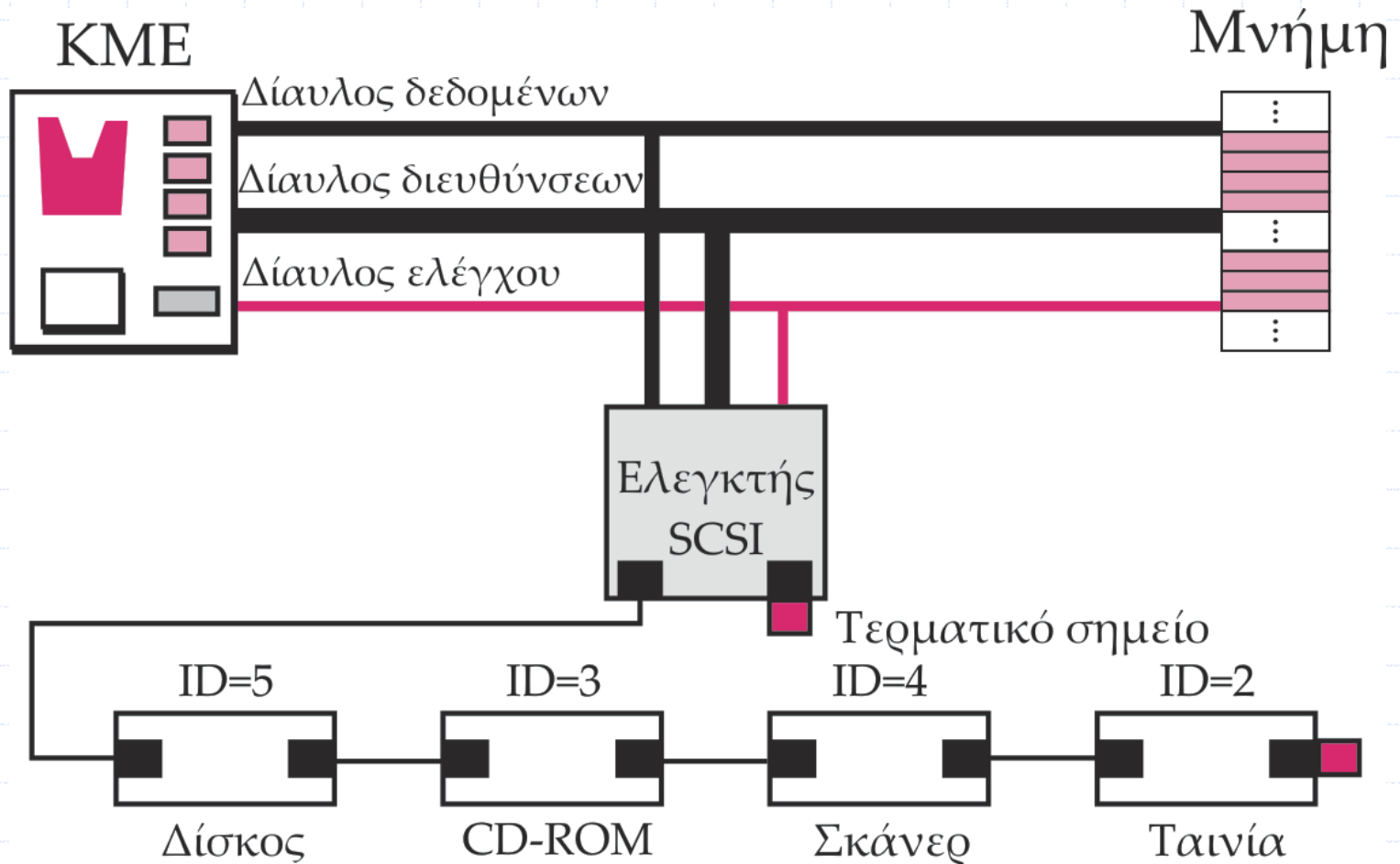
Σύνδεση συσκευών Ε/Ε



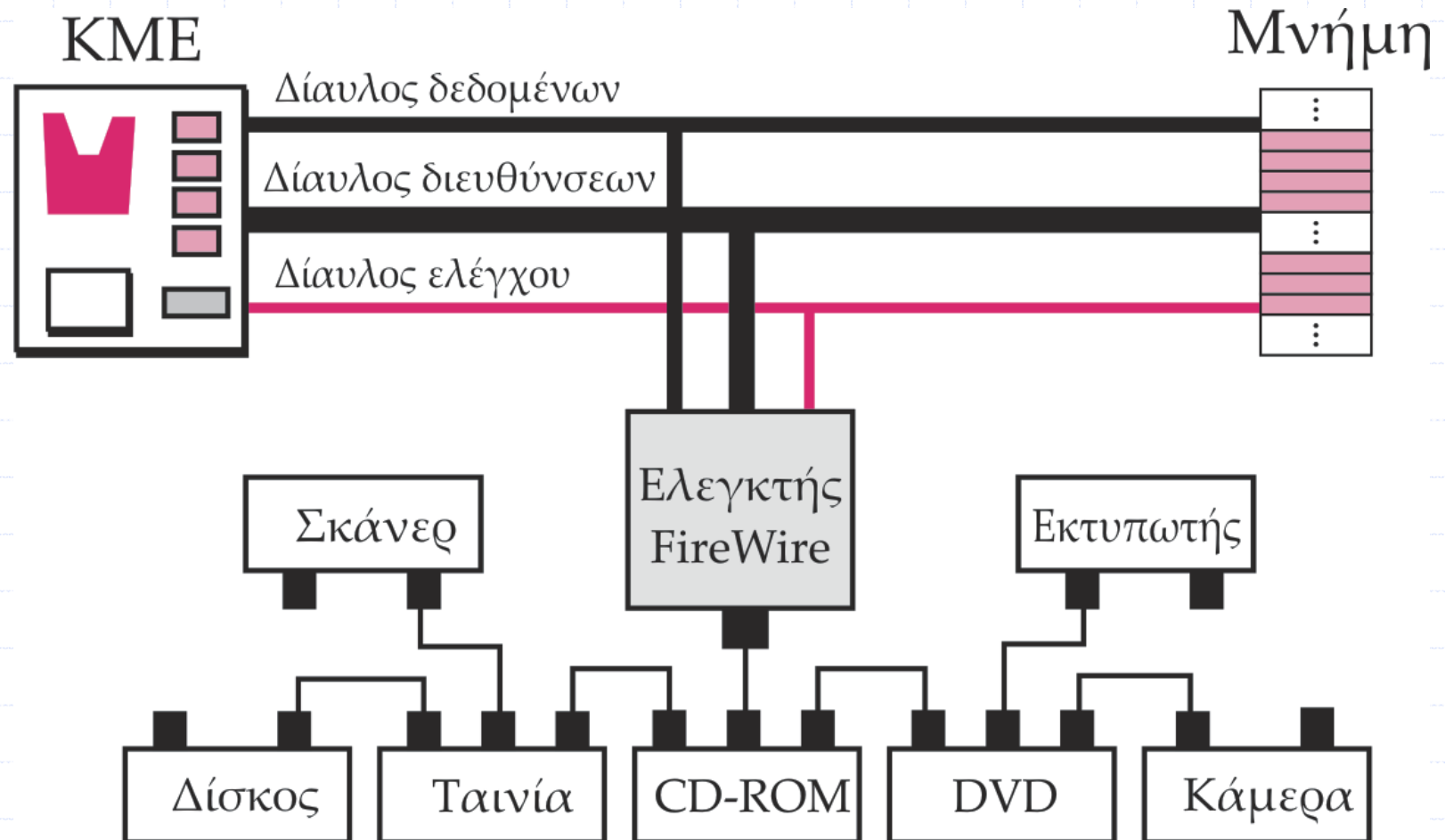
Ελεγκτές

- ❖ Οι ελεγκτές (ή διασυνδέσεις) εξομαλύνουν τις διαφορές μεταξύ των συσκευών E/E και της ΚΜΕ και της μνήμης.
- ❖ Ένας ελεγκτής μπορεί να είναι σειριακή ή παράλληλη συσκευή.
 - Οι σειριακοί ελεγκτές διαθέτουν μόνο μία σύνδεση καλωδίου με τη συσκευή, ενώ οι παράλληλοι έχουν πολλές συνδέσεις με τη συσκευή, ώστε να μπορούν να μεταφέρουν πολλά μπιτ ταυτόχρονα.

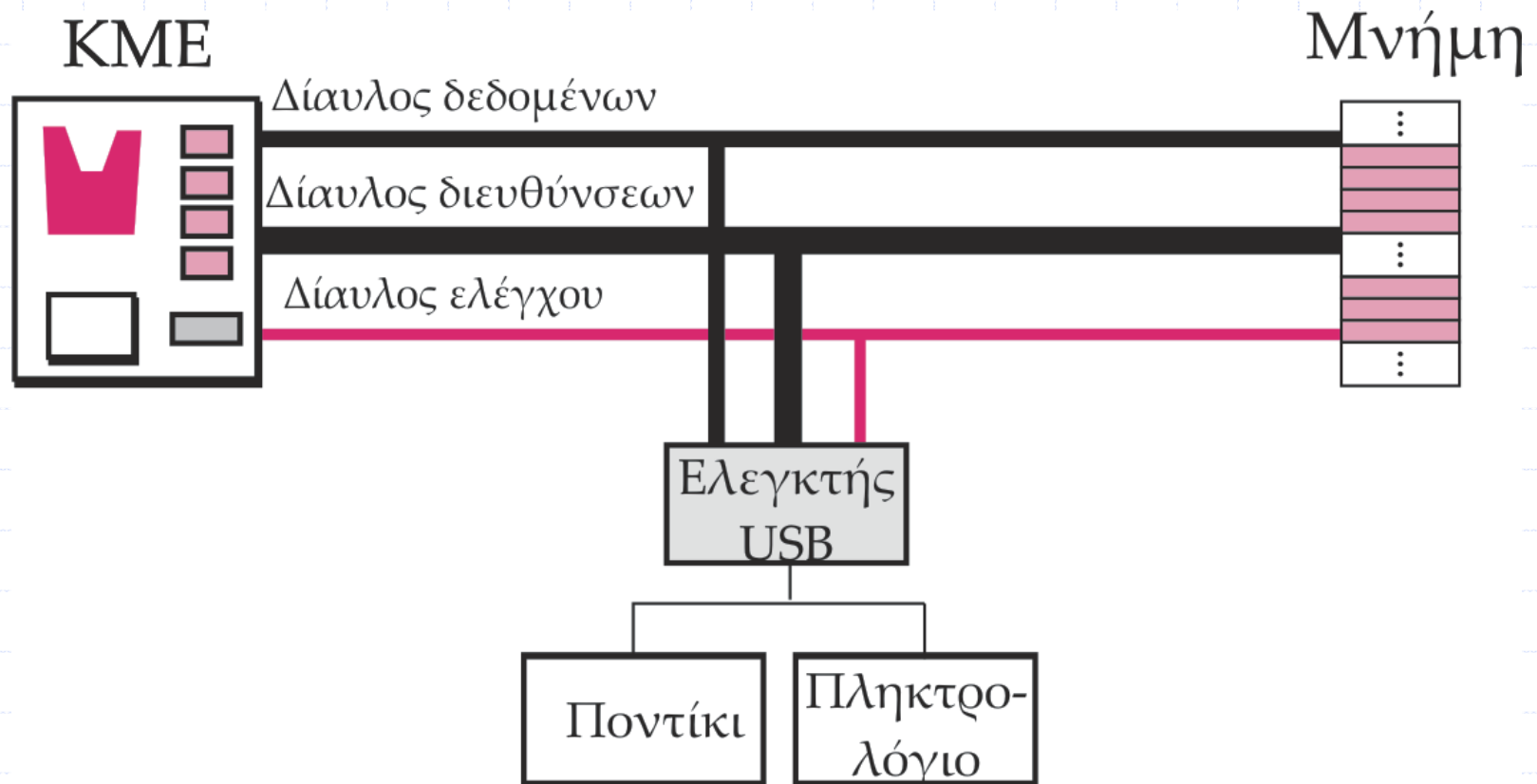
Ελεγκτής SCSI



Ελεγκτής FireWare

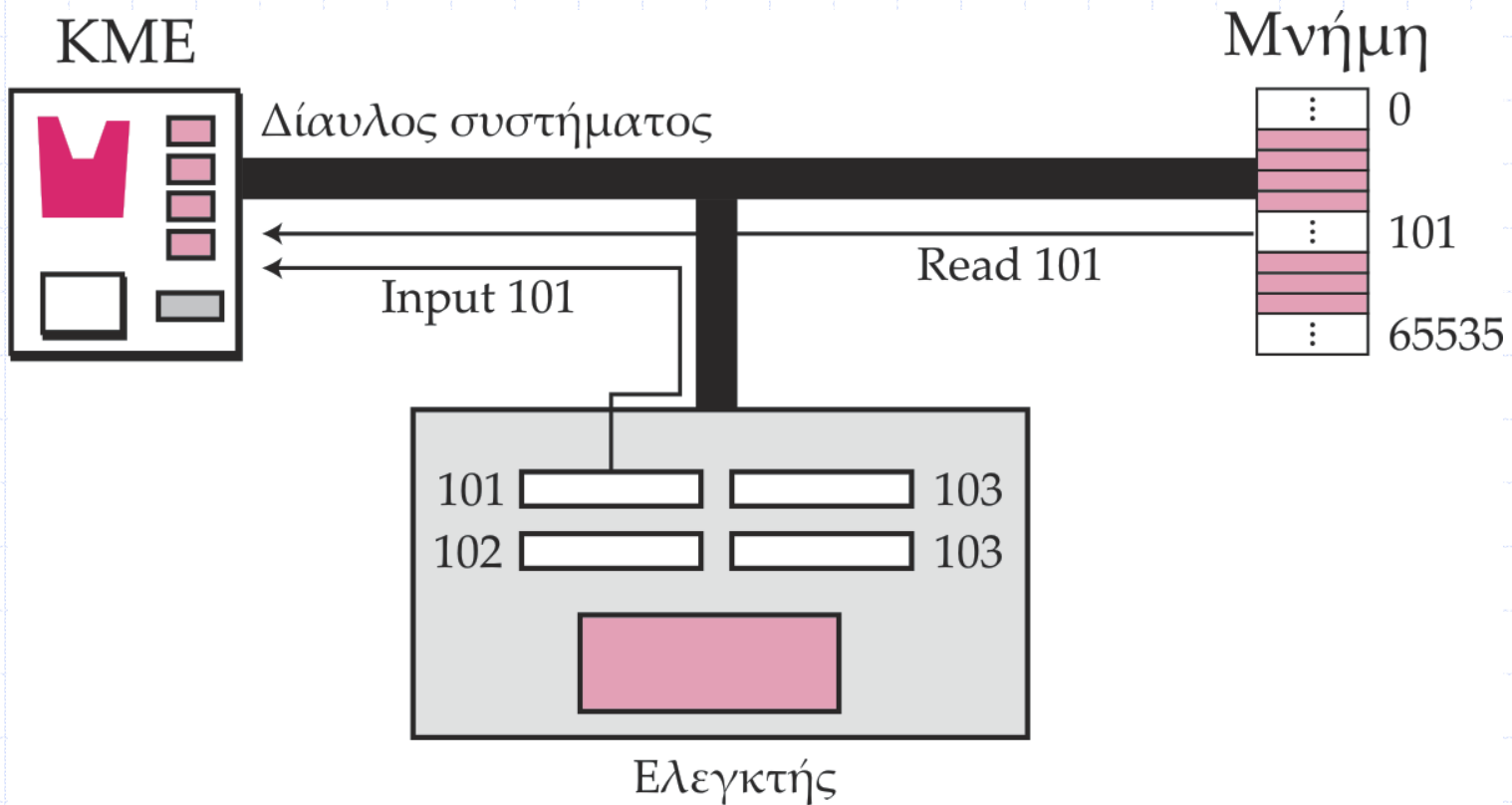


Ελεγκτής USB



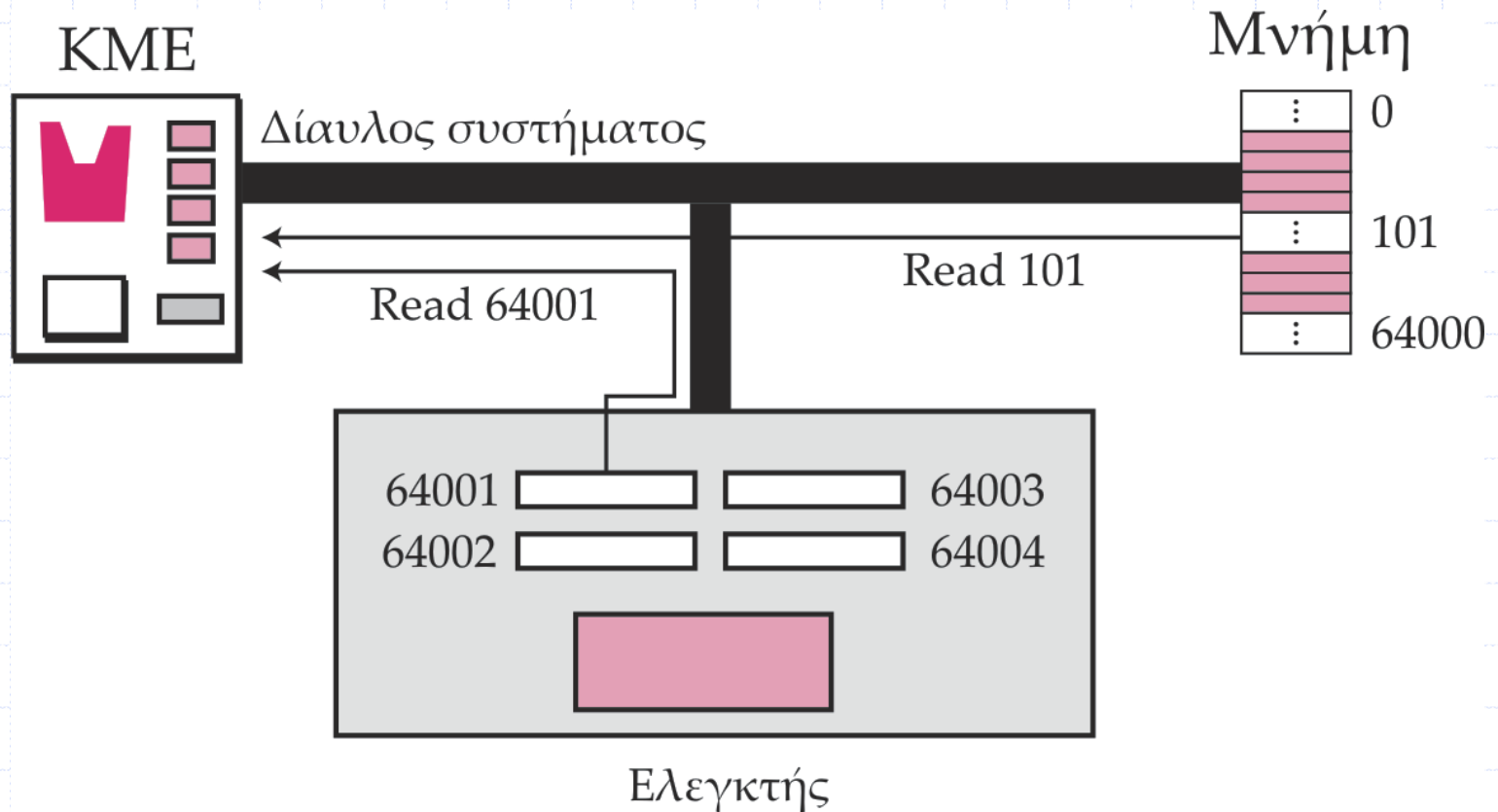
Διευθυνσιοδότηση Συσκευών Εισόδου/Εξόδου

◆ Απομονωμένη Ε/Ε



Διευθυνσιοδότηση Συσκευών Εισόδου/Εξόδου

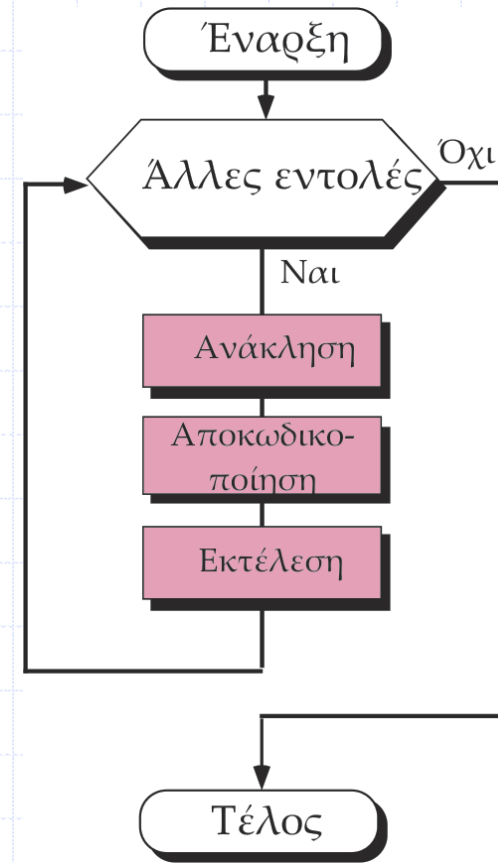
◆ Αντιστοιχισμένη στη μνήμη Ε/Ε



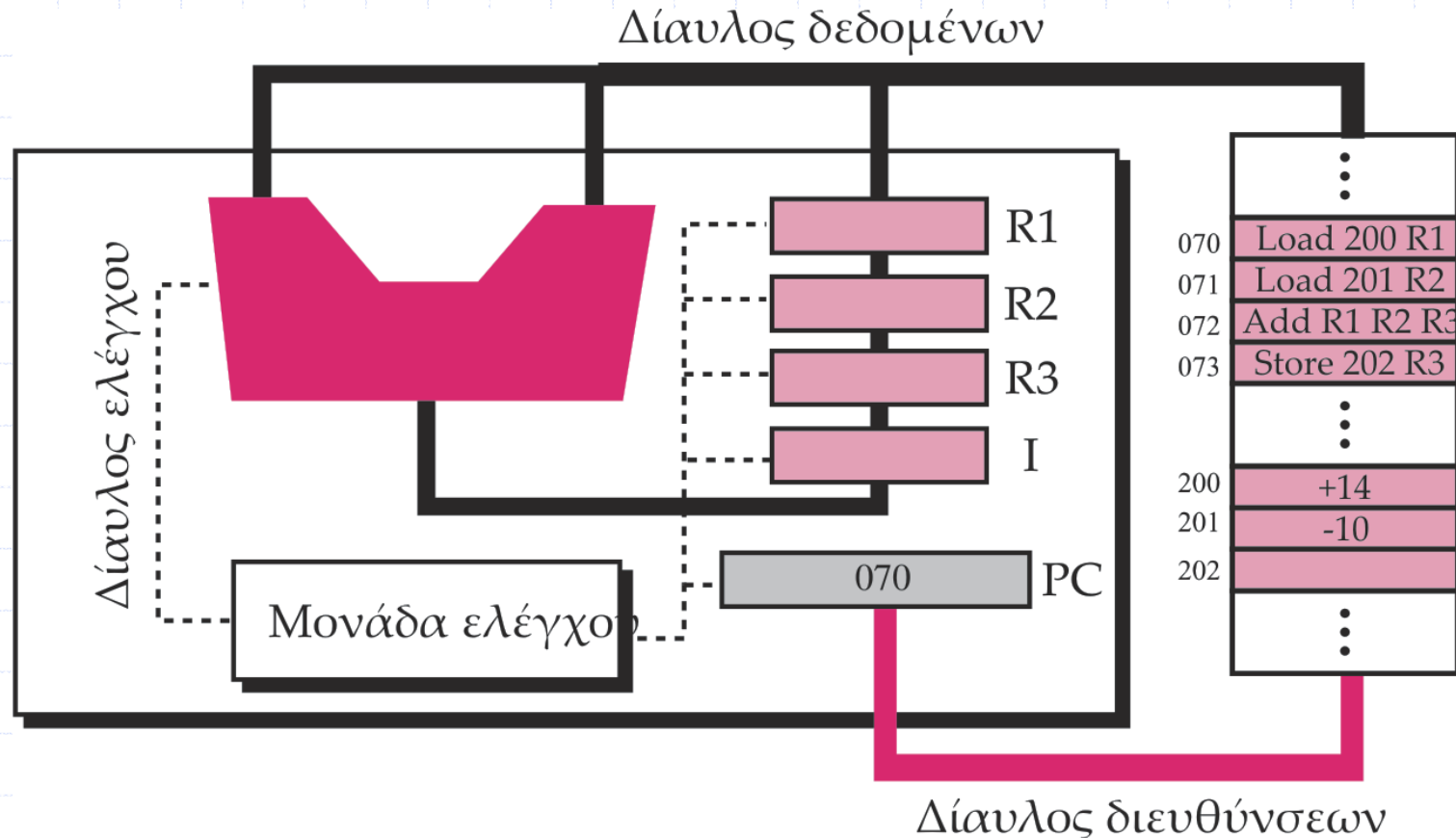
Εκτέλεση Προγραμμάτων

◆ Κύκλος Μηχανής

- Ανάκληση
- Αποκωδικοποίηση
- Εκτέλεση

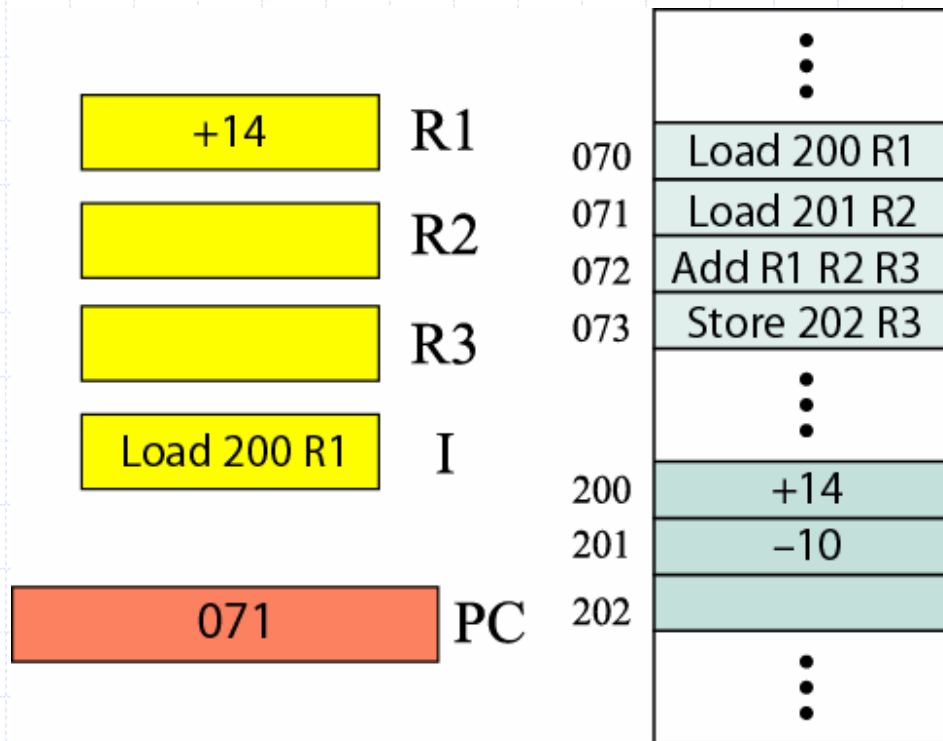


Πρόσθεση δύο ακεραίων



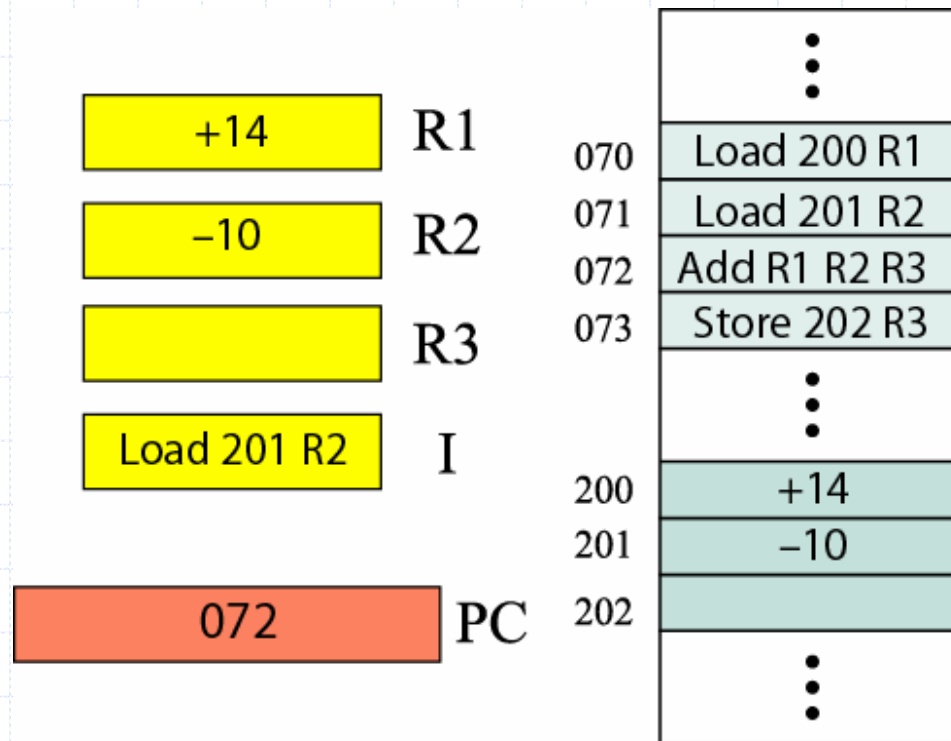
- ◆ Περιεχόμενα μνήμης και καταχωρητών πριν από κάθε κύκλο

Πρόσθεση δύο ακεραίων



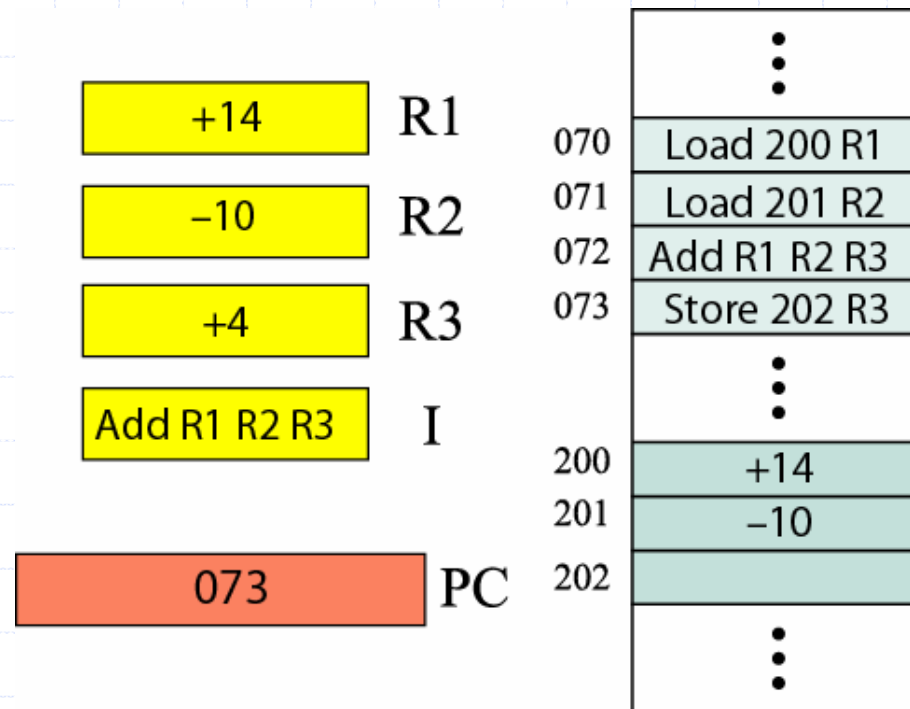
Μετά την πρώτη εντολή

Πρόσθεση δύο ακεραίων



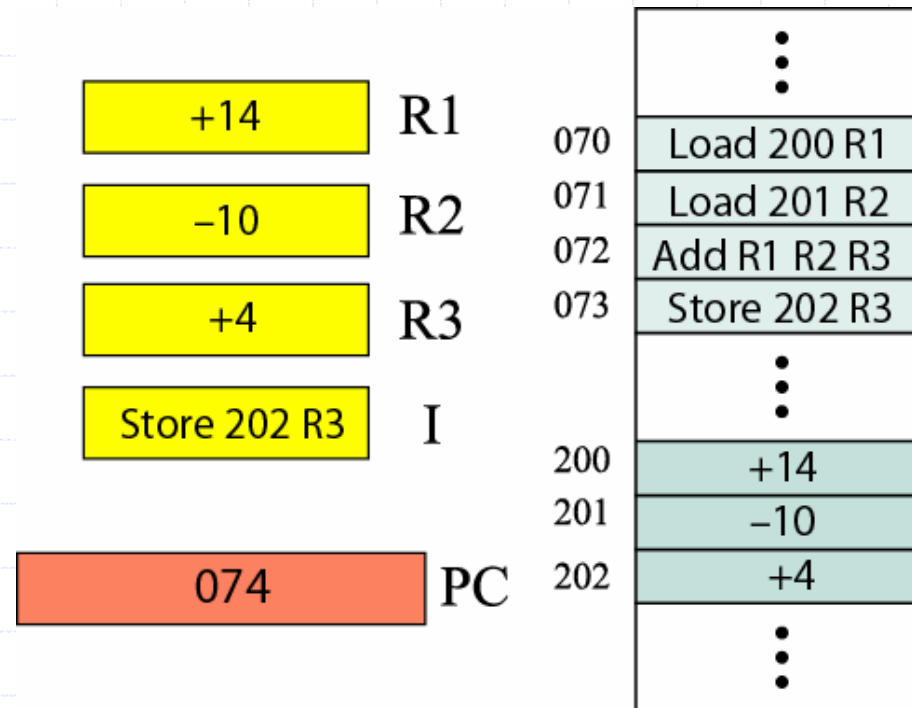
Μετά την δεύτερη εντολή

Πρόσθεση δύο ακεραίων



Μετά την τρίτη εντολή

Πρόσθεση δύο ακεραίων

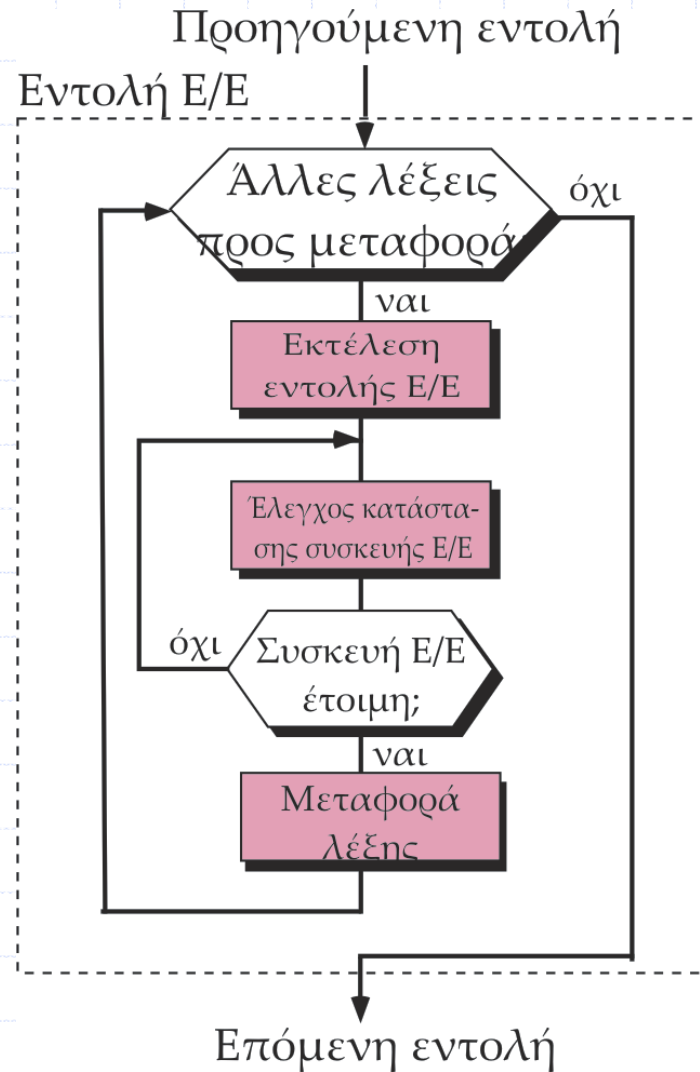


Μετά την τέταρτη εντολή

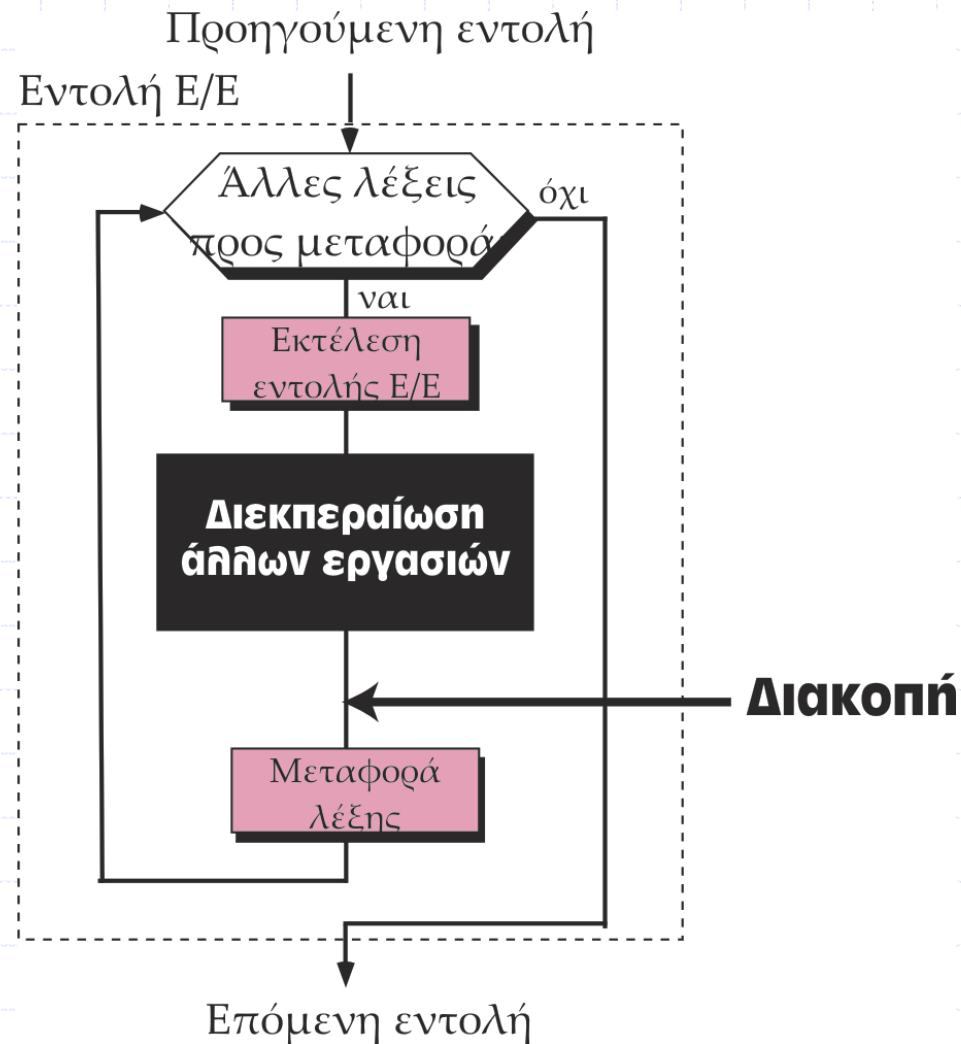
Εντολές Εισόδου/Εξόδου

- ❖ Ο υπολογιστής χρειάζεται εντολές για τη μεταφορά δεδομένων από τις συσκευές Ε/Ε προς την ΚΜΕ και τη μνήμη.
- ❖ Επειδή οι συσκευές εισόδου/εξόδου λειτουργούν σε πολύ μικρότερες ταχύτητες από την ΚΜΕ, η λειτουργία της ΚΜΕ πρέπει με κάποιον τρόπο να συγχρονίζεται με τη δική τους.
- ❖ Για το συγχρονισμό αυτόν έχουν αναπτυχθεί τρεις μέθοδοι:
 - η προγραμματισμένη Ε/Ε
 - η οδηγούμενη από διακοπές Ε/Ε
 - η άμεση προσπέλαση μνήμης (DMA).

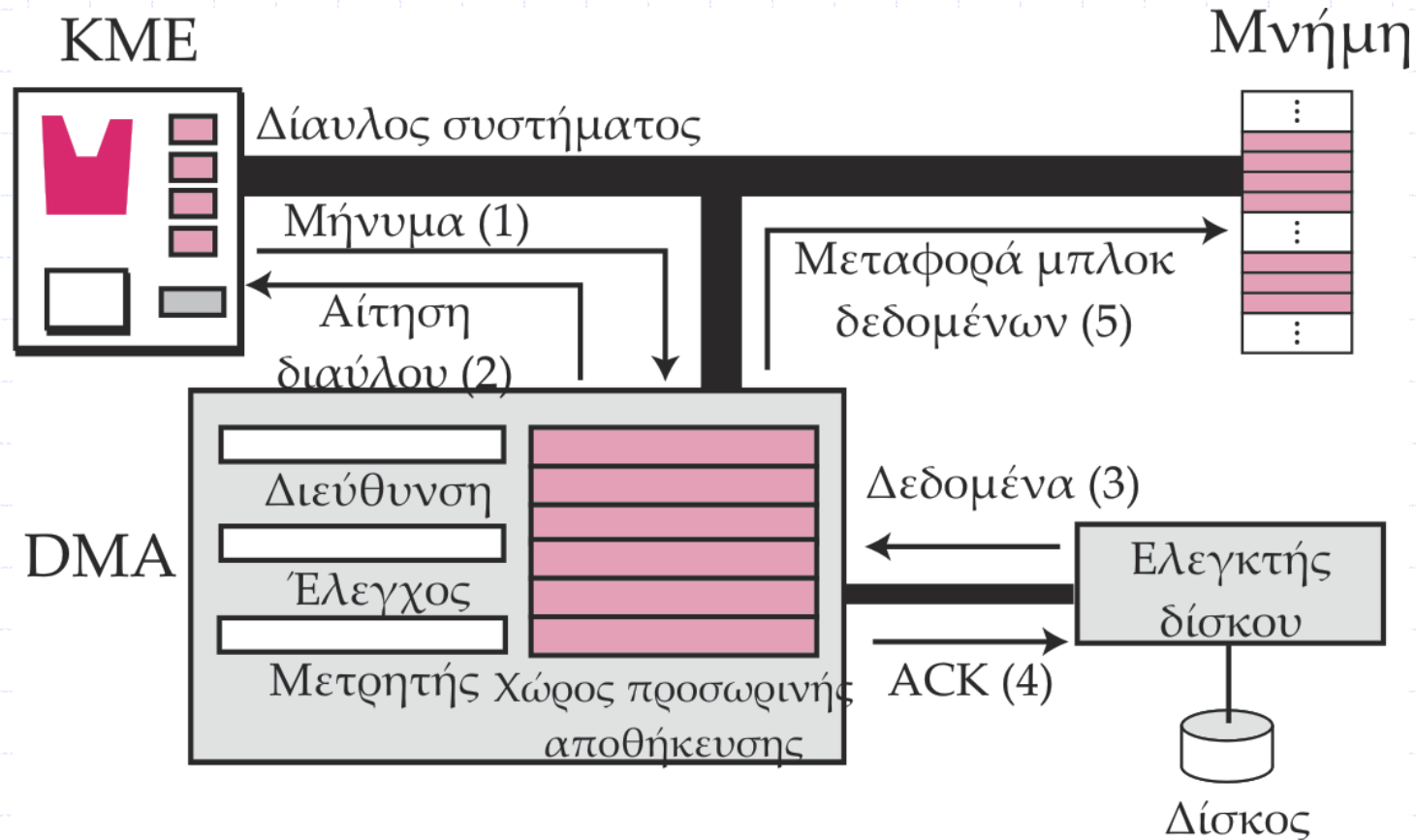
Προγραμματισμένη Ε/Ε



Οδηγούμενη από διακοπές E/E

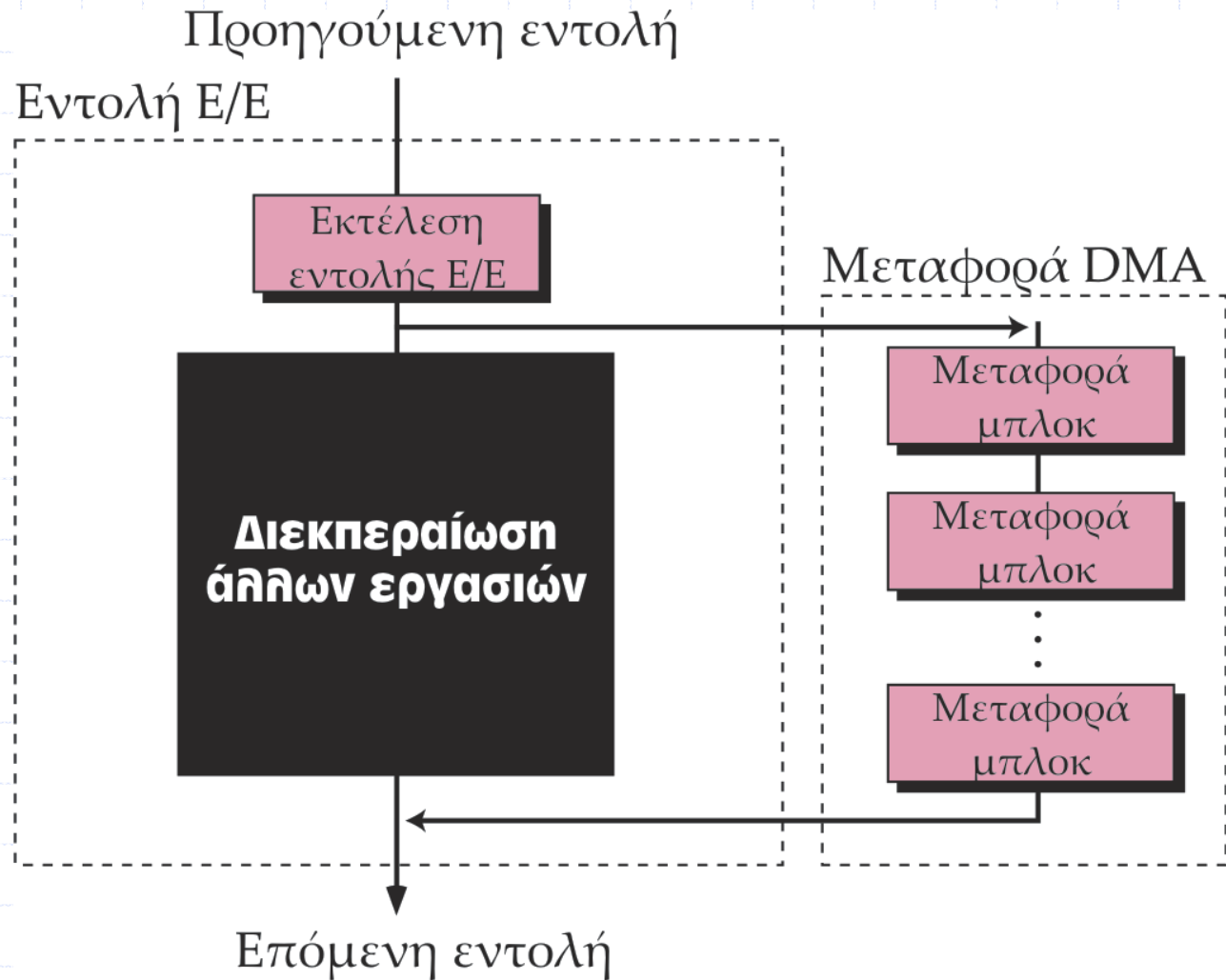


Άμεση προσπέλαση μνήμης (DMA).



Σύνδεση DMA στο γενικό δίαυλο

Άμεση προσπέλαση μνήμης (DMA).



Δύο διαφορετικές Αρχιτεκτονικές

◆ CISC (complex instruction set computer)

- Συμπεριλαμβάνονται σύνθετες εντολές
- Εύκολος προγραμματισμός
- Επιπλέον φόρτος
- Intel-Pentium

◆ RISC (reduced instruction set computer)

- Οι σύνθετες εντολές προσομοιώνονται με τη χρήση υποσυνόλου απλών εντολών
- Δύσκολος και χρονοβόρος προγραμματισμός
- Apple-PowerPC