

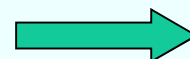
ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή στην Δομή, Οργάνωση, Λειτουργία και Αξιολόγηση Υπολογιστών

Υπολογιστής: Σύστημα επεξεργασίας πληροφοριών

προγράμματα
και δεδομένα



αποτελέσματα

Σύστημα Υπολογιστή

Σύστημα Υπολογιστή

```
graph TD; A[Σύστημα Υπολογιστή] --> B[Υλικό (hardware)]; A --> C[Λογισμικό (software)];
```

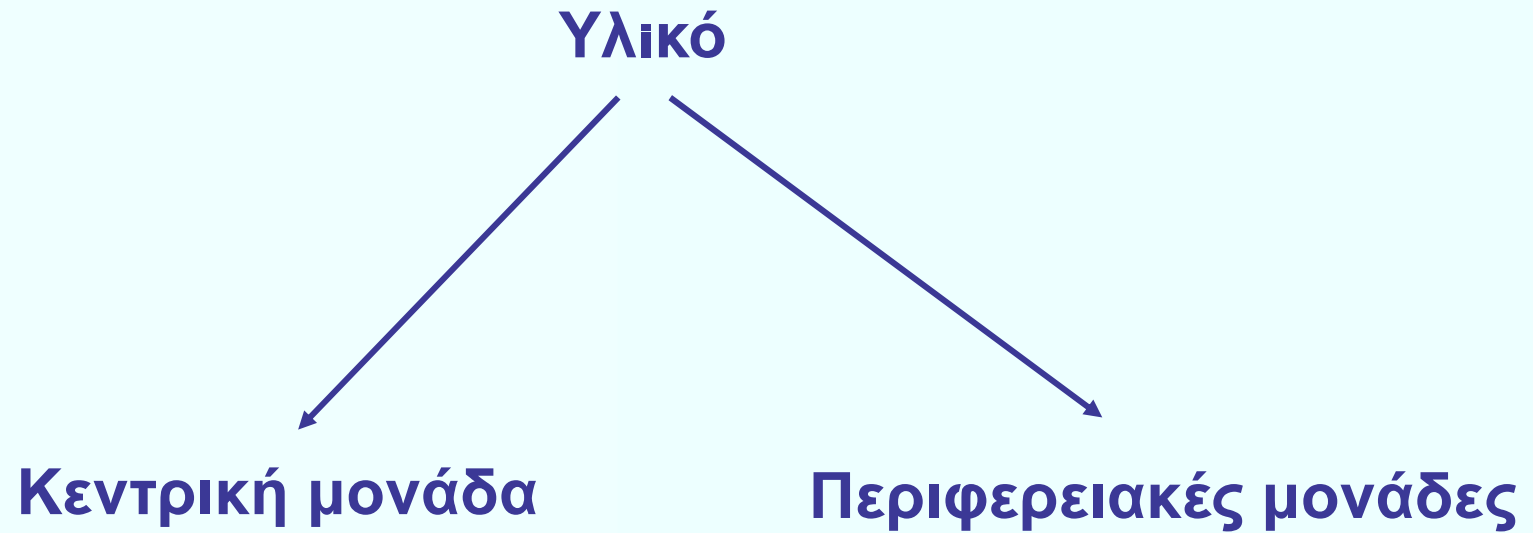
Υλικό (hardware)

Το σύνολο των συσκευών που αποτελούν το υπολογιστικό σύστημα

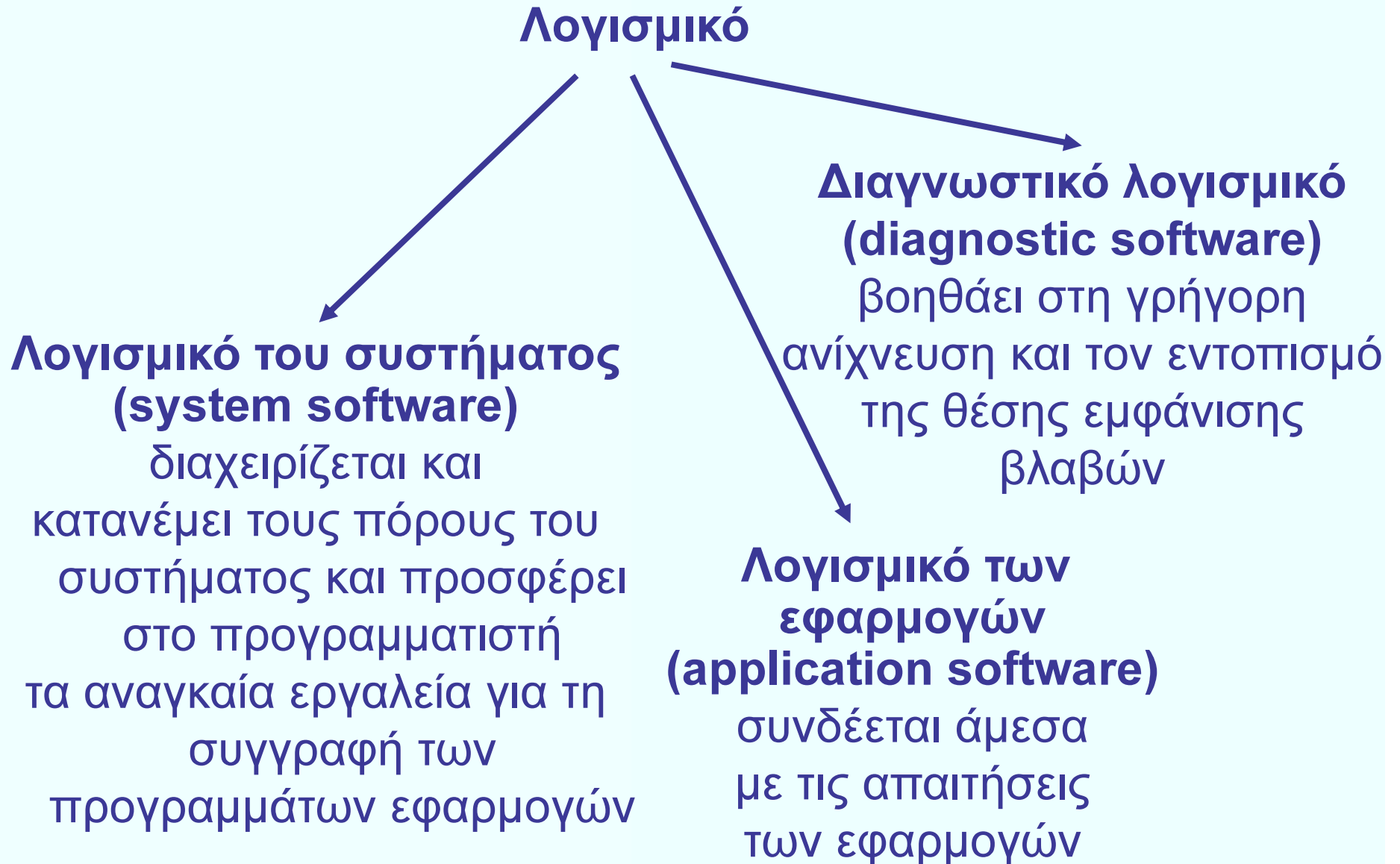
Λογισμικό (software)

Όλα τα προγράμματα που μπορούν να εκτελεστούν σ' ένα υπολογιστικό σύστημα

Υλικό



Λογισμικό των Υπολογιστών



Λογισμικό του συστήματος

1. Λειτουργικό σύστημα (Operating system)
2. Βοηθητικά προγράμματα (Utility programs)

Λογισμικό του συστήματος

1. Λειτουργικό σύστημα (Operating system)

Το λειτουργικό σύστημα είναι υπεύθυνο για τη καλύτερη κατανομή και εκμετάλλευση του υλικού όπως επίσης και για τη φιλικότερη εμφάνιση του υπολογιστή στο χρήστη

Λογισμικό του συστήματος

2. Βοηθητικά προγράμματα (Utility programs)

Από τα πιο γνωστά προγράμματα που ανήκουν στην κατηγορία αυτή είναι:

- » Προγράμματα που δίνουν την δυνατότητα στον χρήστη να δημιουργήσει νέα αρχεία ή να σβήσει ήδη υπάρχοντα, να αντιγράψει αρχεία από μία θέση σε κάποια άλλη θέση του συστήματος αρχείων κλπ. Ως παράδειγμα αναφέρουμε το πρόγραμμα "explorer" των WINDOWS.

Λογισμικό του συστήματος

2. Βοηθητικά προγράμματα (Utility programs)

- » Τα προγράμματα που βοηθάνε τον προγραμματιστή να γράψει, τροποποιήσει και αποθηκεύσει προγράμματα και δεδομένα χρησιμοποιώντας το πληκτρολόγιο και τη οθόνη (editors).

Λογισμικό του συστήματος

2. Βοηθητικά προγράμματα (Utility programs)

- » Τα προγράμματα βιβλιοθήκης (library routines). Εδώ περιλαμβάνονται προγράμματα ταξινόμησης των εγγραφών ενός αρχείου, υπολογισμού κλασσικών αριθμητικών συναρτήσεων κλπ.
- » Οι μεταφραστές (translators) και οι διερμηνείς (interpreters).

Λογισμικό Εφαρμογών

- Προγράμματα διαχείρισης βάσεων δεδομένων
- Λογιστικά φύλλα
- Εξομοιωτές
- Εφαρμογές πολυμέσων
- Προγράμματα σχεδίασης με την βοήθεια του υπολογιστή
- Δικτυακές εφαρμογές

Αρχιτεκτονική Υπολογιστή

Η αρχιτεκτονική σ' ένα επίπεδο μπορεί να οριστεί ως η λειτουργική εμφάνιση του συστήματος που βρίσκεται κάτω από αυτό το επίπεδο στο χρήστη που βρίσκεται πάνω από αυτό το επίπεδο

Λειτουργική Εμφάνιση

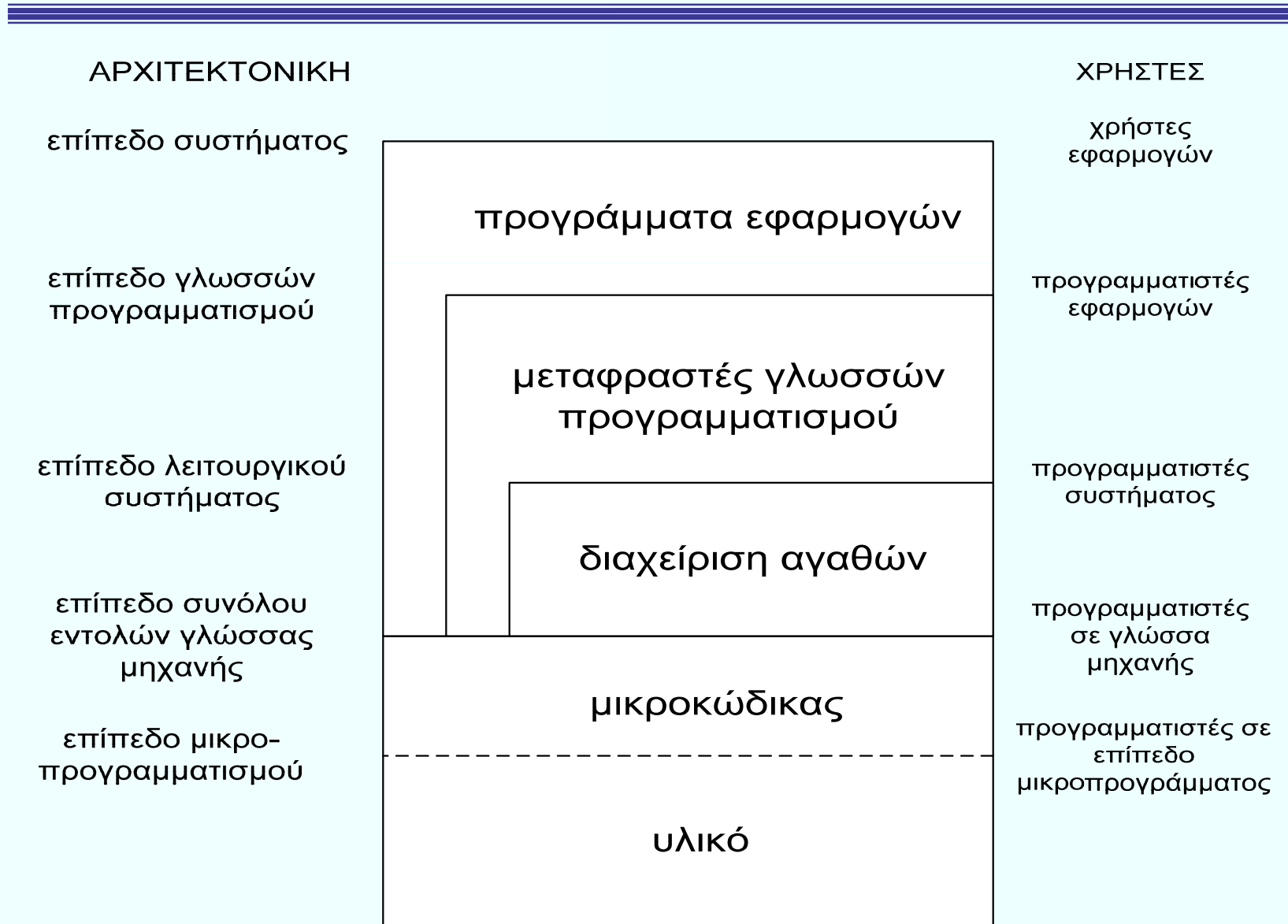
Λειτουργική εμφάνιση:

συμπεριφορά, ιδιότητες και δυνατότητες

Λειτουργική εμφάνιση = $f(\text{δομή, οργάνωση})$

Απόδοση = $f(\text{δομή, οργάνωση, υλοποίηση})$

Επίπεδα αρχιτεκτονικής υπολογιστών



Αρχιτεκτονική σε επίπεδο εντολών γλώσσας μηχανής

- Οργάνωση της κύριας μνήμης
- Καταχωρητές που είναι προσπελάσιμοι από τον προγραμματιστή σε επίπεδο γλώσσας μηχανής
- Διαθέσιμα είδη δεδομένων και δομών δεδομένων
- Τρόποι κωδικοποίησης και αναπαράστασης δεδομένων
- Σύνολο των εντολών και μορφή κάθε μιας
- Τρόποι καθορισμού διευθύνσεων (addressing modes).

Αρχιτεκτονική υπολογιστών

- Αρχιτεκτονική σε επίπεδο εντολών γλώσσας μηχανής
- Δομή
- Οργάνωση
- Υλοποίηση (implementation)
- Απόδοση (performance)

Οικογένεια ή σειρά υπολογιστών

Παράδειγμα:

αρχιτεκτονικές

IBM/4300,

Intel IA32

(IBM, Motorola, Apple)/PowerPC,

Hewlett-Packart/PA-RISC

Επέκταση αρχιτεκτονικής με συμβατό τρόπο
(backward compatibility)

Παράδειγμα:

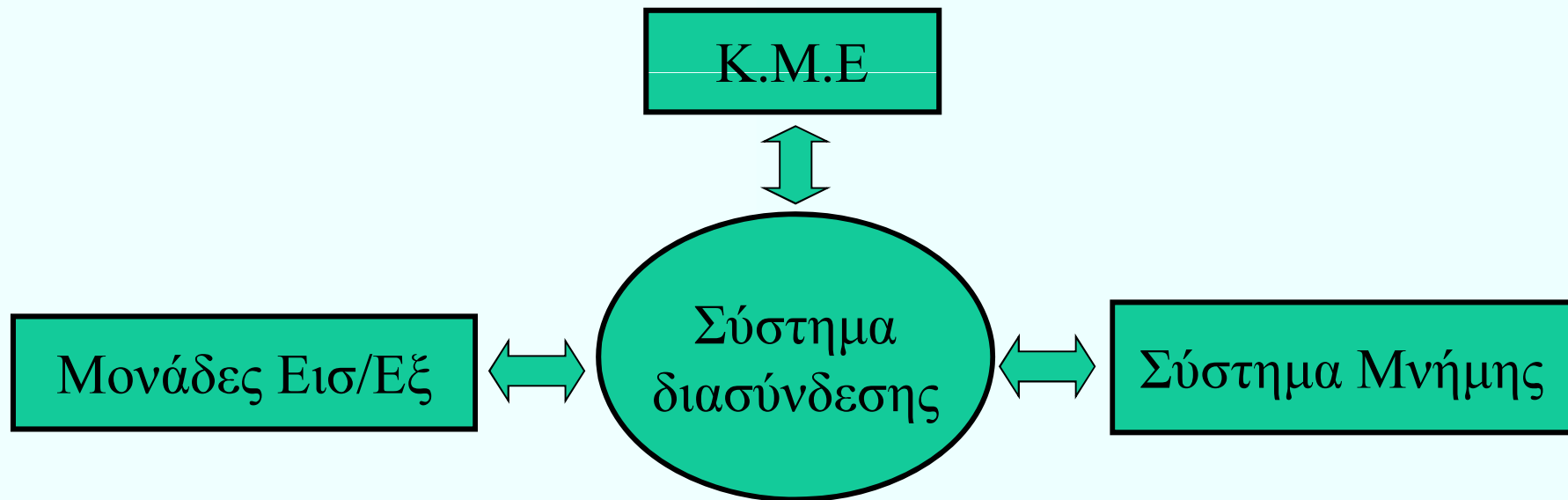
PA-2.0 της Hewlett-Packart που είναι μια

επέκταση της αρχιτεκτονικής PA-RISC

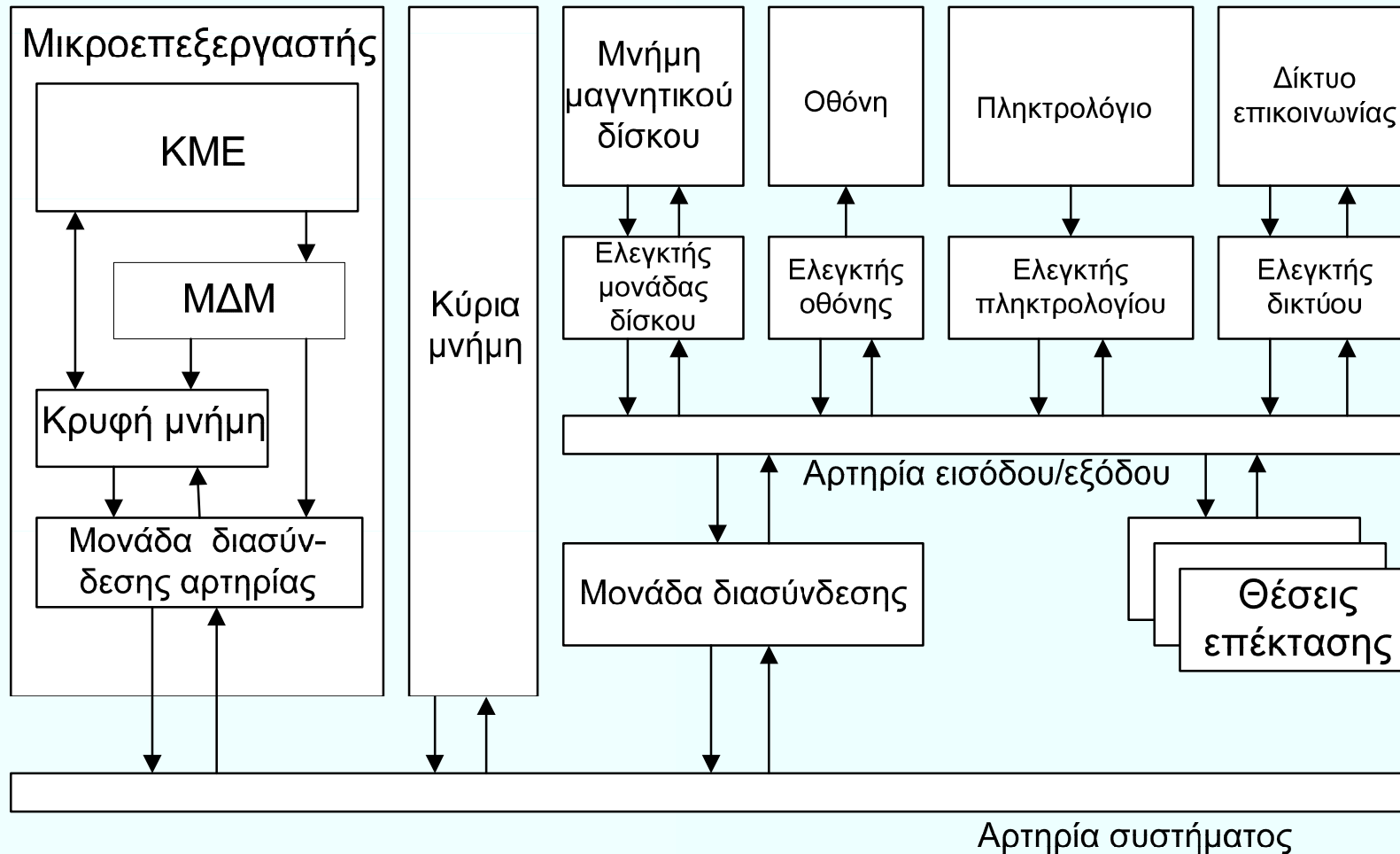
Η εξέλιξη των επεξεργαστών

- προς υπολογιστές χαμηλότερου κόστους
- προς υπολογιστές με βελτιωμένη λειτουργικότητα και απόδοση

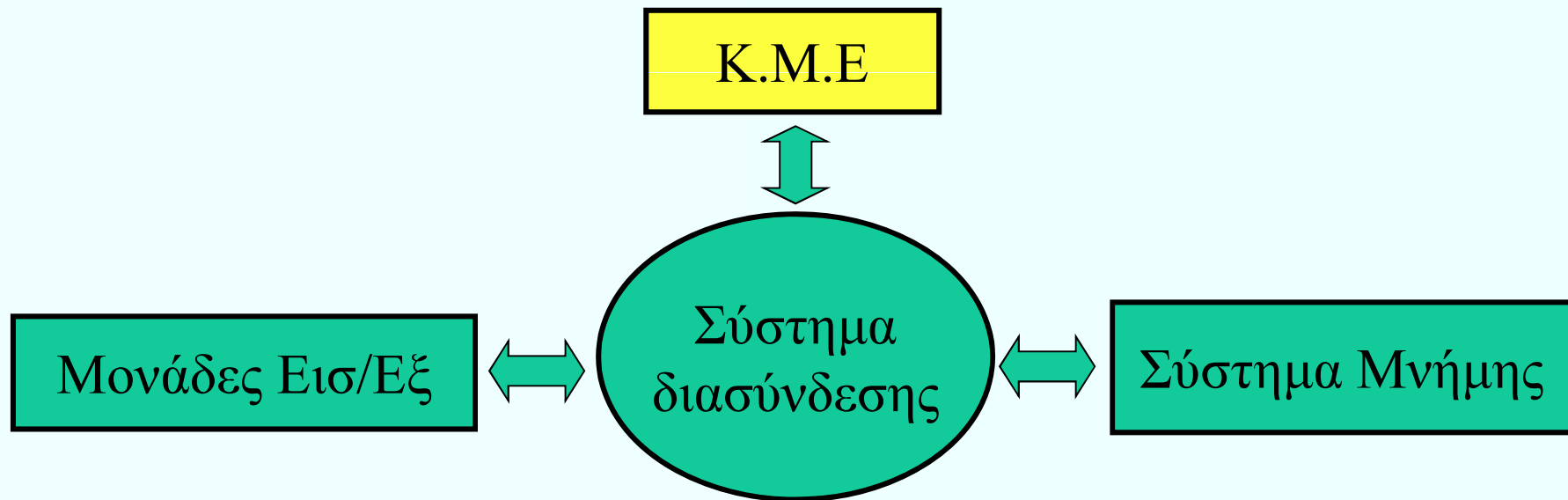
Δομή υπολογιστή



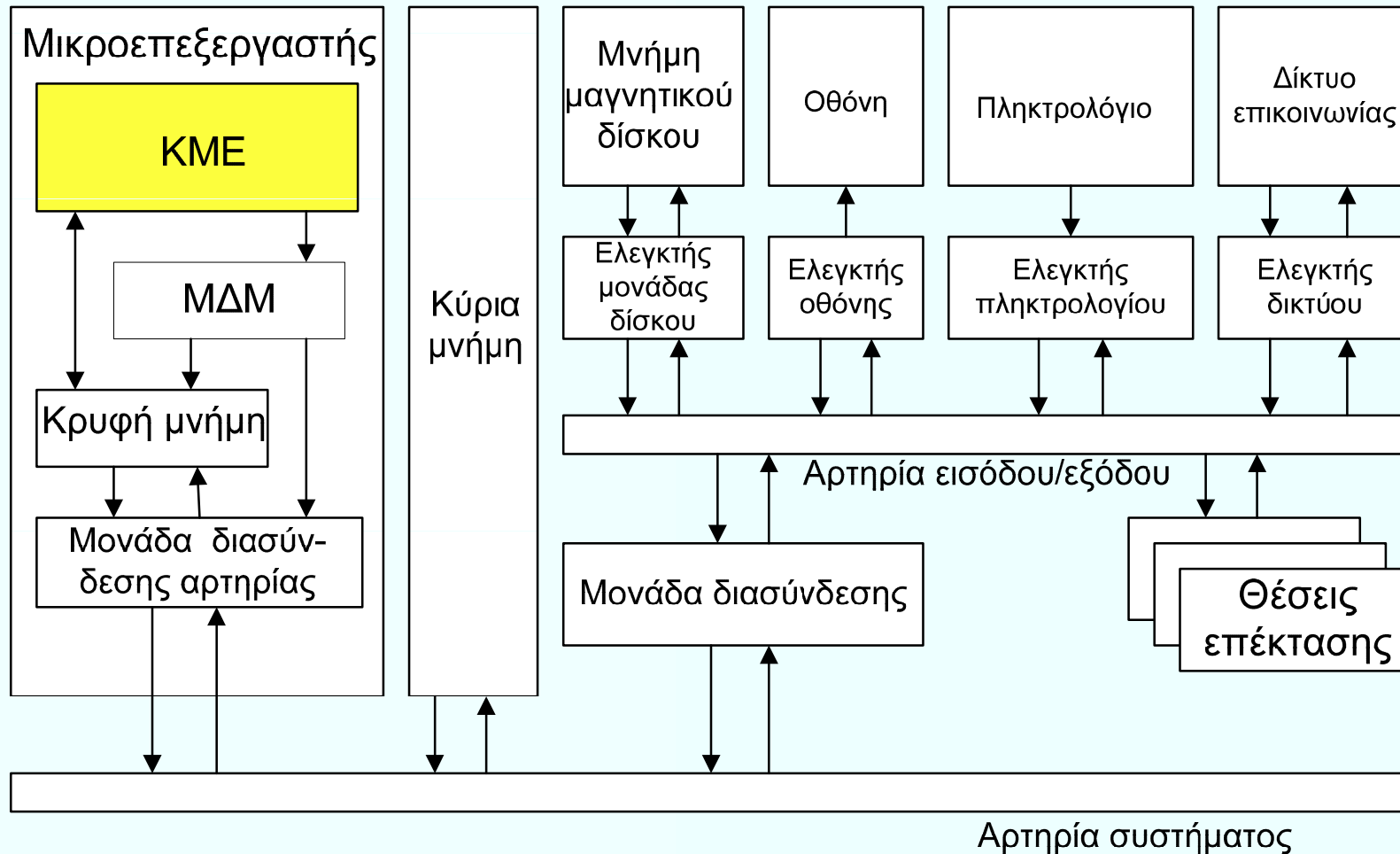
Η δομή ενός προσωπικού υπολογιστή με ένα πυρήνα



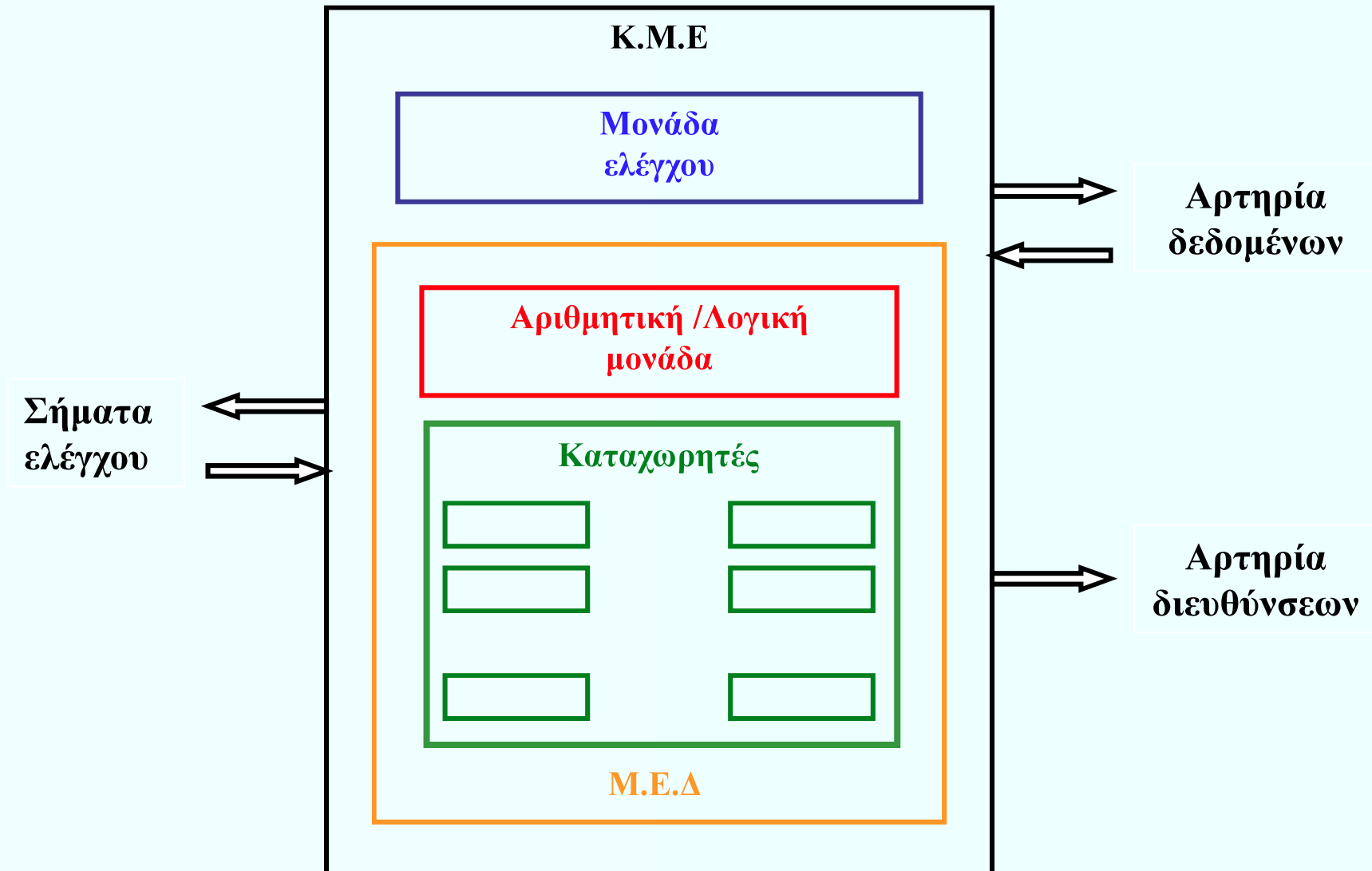
Δομή υπολογιστή



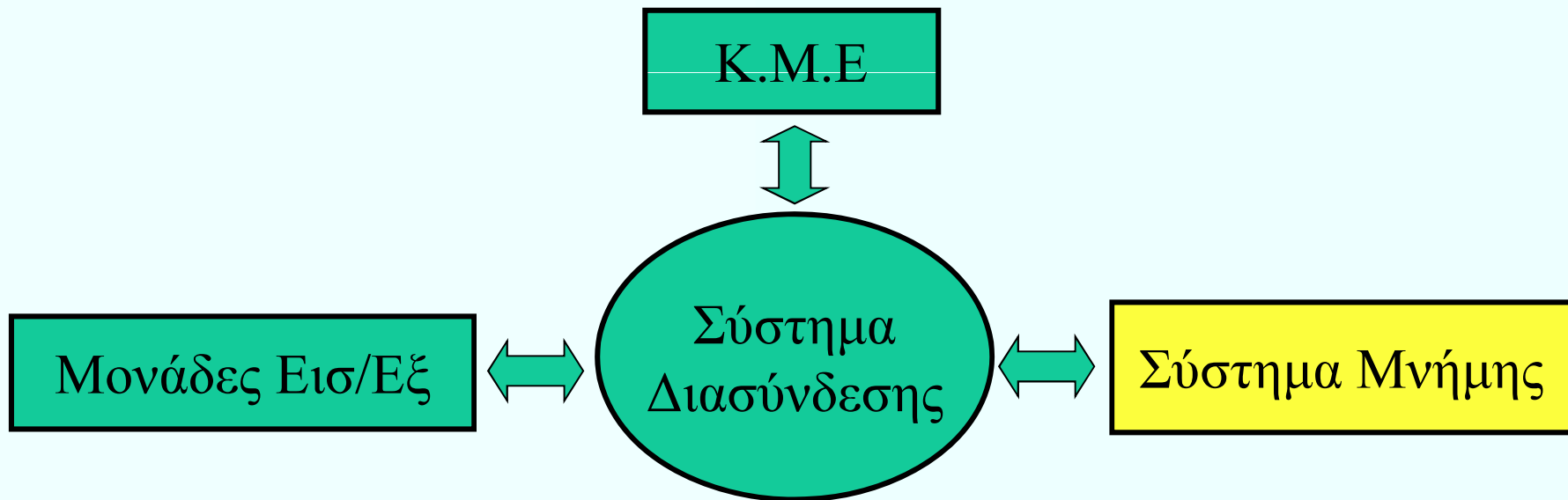
Η δομή ενός προσωπικού υπολογιστή



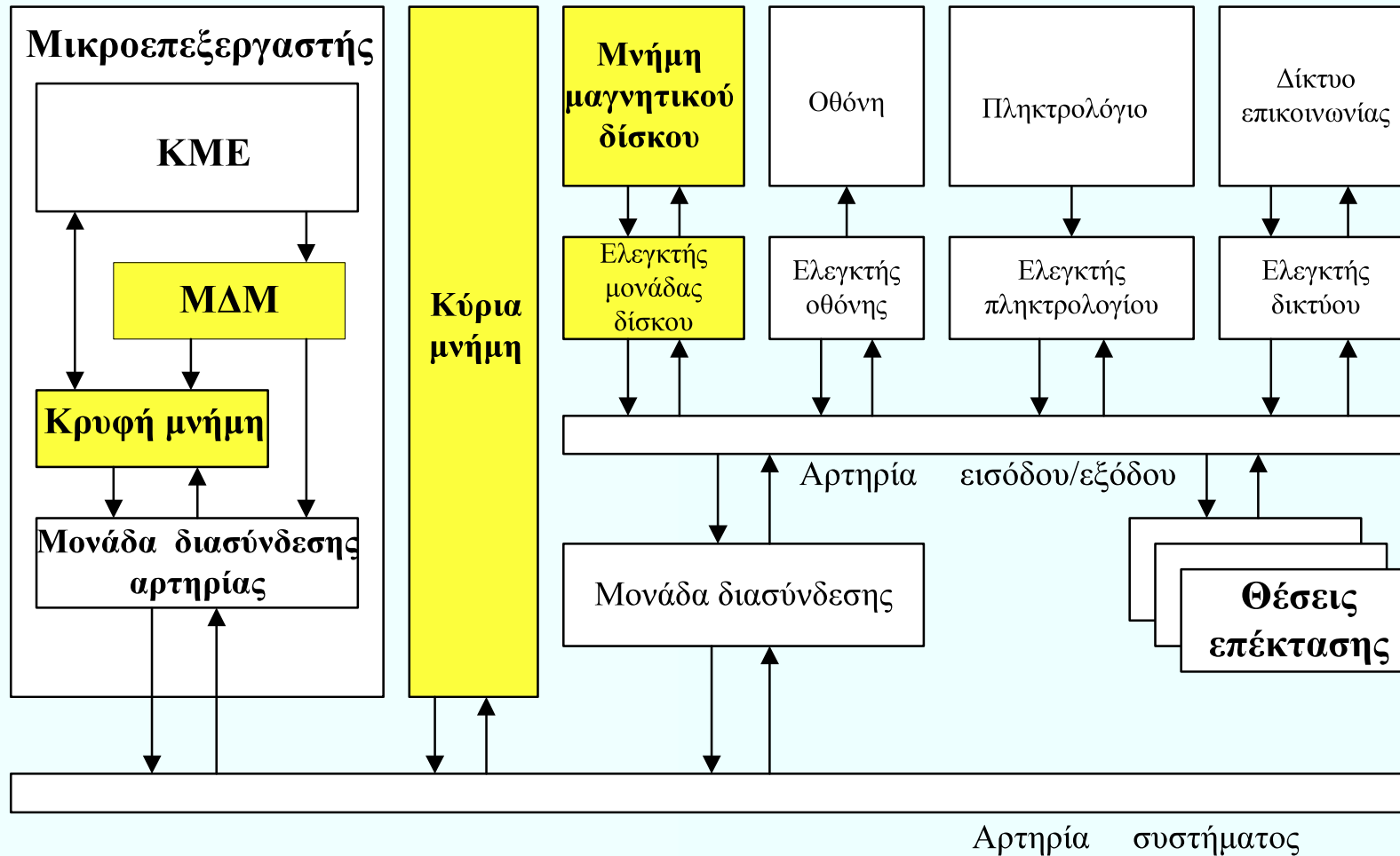
Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας



Δομή υπολογιστή



Η δομή ενός προσωπικού υπολογιστή



Χωρητικότητα καταχωρητών

Η χωρητικότητα των καταχωρητών μετριέται σε :

- δυαδικά ψηφία (bits) ή
- ψηφιολέξεις (bytes)

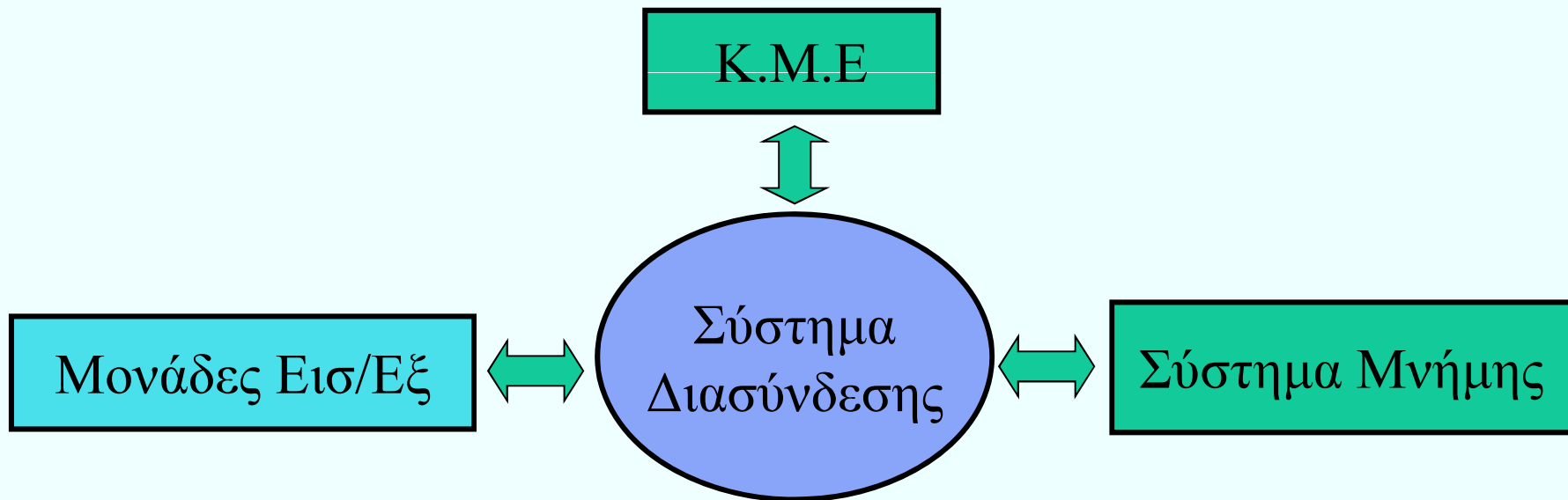
Χωρητικότητα μνημών

Η χωρητικότητα της κύριας, της κρυφής και της βοηθητικής μνήμης ενός υπολογιστή μετριέται σε:

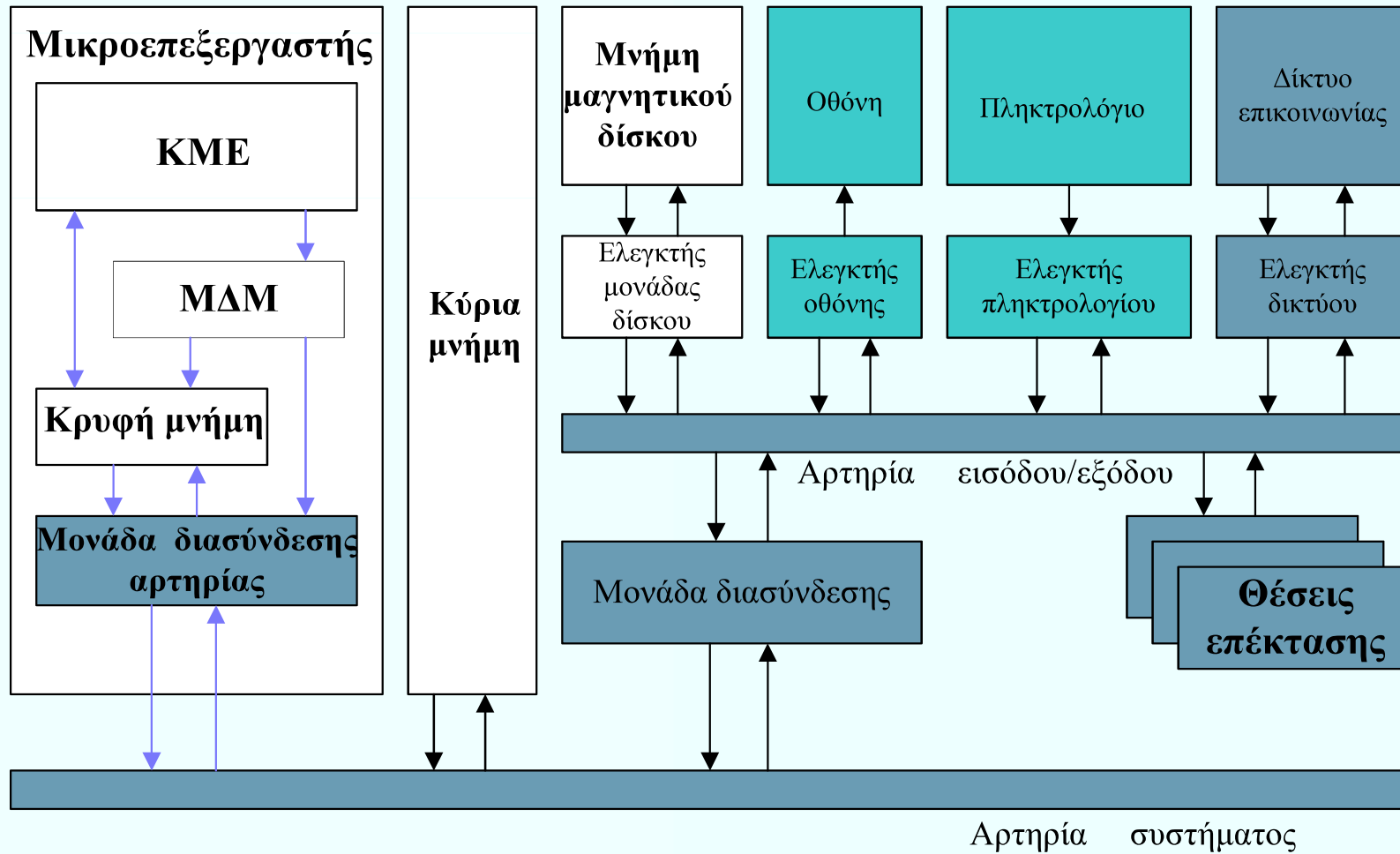
- Kbytes ή KB, $1 \text{ KB} = 2^{10} \text{ bytes} = 1024 \text{ bytes}$
- Mbytes ή MB, $1 \text{ MB} = 2^{20} \text{ bytes} = 1024 \text{ Kbytes}$
- Gbytes ή GB, $1 \text{ GB} = 2^{30} \text{ bytes} = 1024 \text{ Mbytes}$
- Tbytes ή TB, $1 \text{ TB} = 2^{40} \text{ bytes} = 1024 \text{ Gbytes}$

Λόγω του μεγέθους, η χωρητικότητα της κρυφής μνήμης μετράται συνήθως σε KB ή MB, της κύριας μνήμης σε GB και της βοηθητικής σε GB ή TB

Δομή υπολογιστή



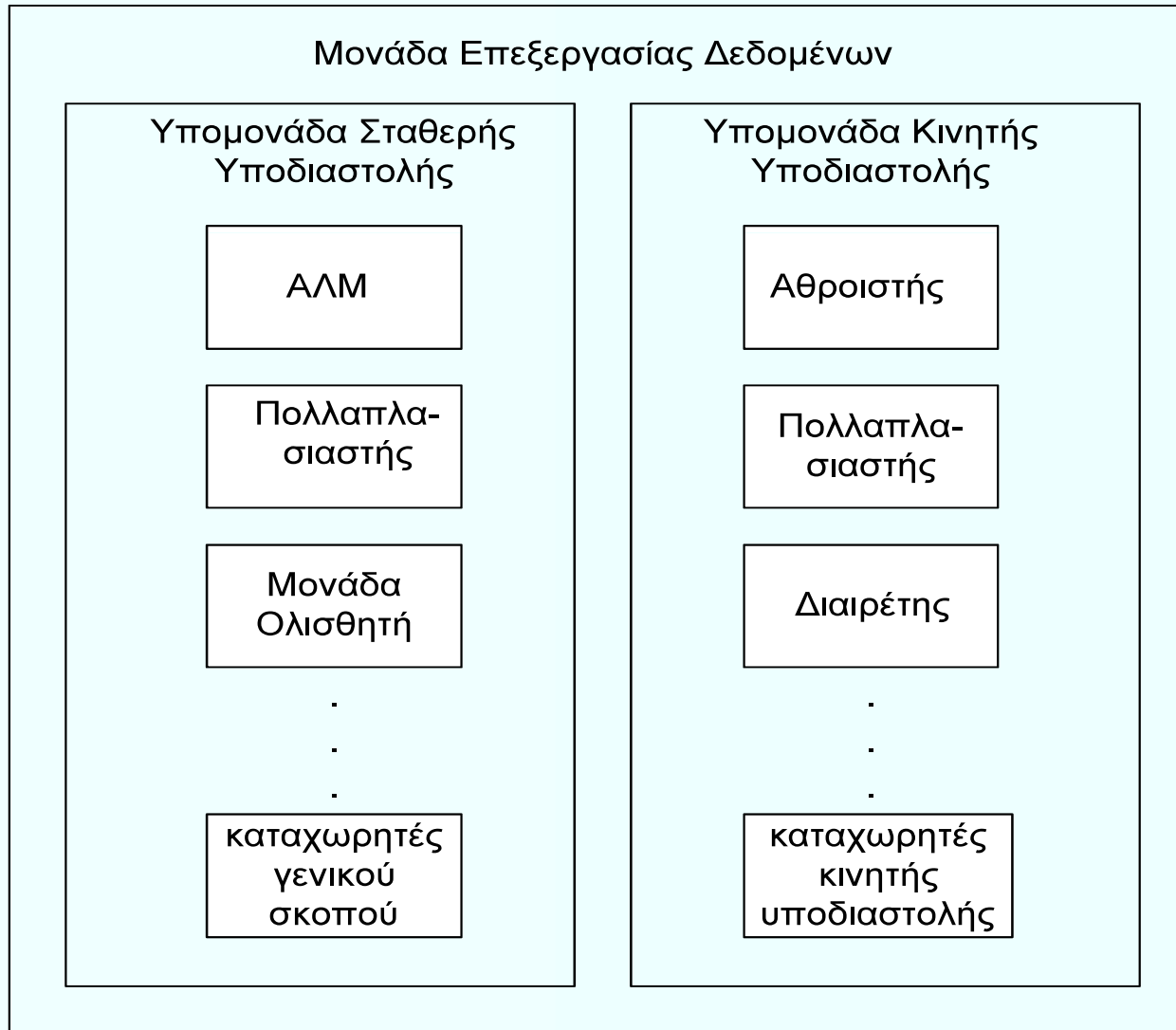
Η δομή ενός προσωπικού υπολογιστή



Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας

- Μονάδα Επεξεργασίας Δεδομένων
- Μονάδα Ελέγχου

Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας



Αριθμός καταχωρητών σε αντιπροσωπευτικές αρχιτεκτονικές

Αρχιτεκτονική	Εταιρεία	καταχωρητές γενικού σκοπού	καταχωρητές κινητής υποδιαστολής
IA32*	Intel	8 των 32 δυναδικών ψηφίων	8 των 80 δυναδικών ψηφίων
PowerPC υλοποίηση 32 δυναδ. ψηφίων	IBM, Motorola, Apple	32 των 32 δυναδικών ψηφίων	32 των 64 δυναδικών ψηφίων
υλοποίηση 64 δυναδ. ψηφίων		32 των 64 δυναδικών ψηφίων	32 των 64 δυναδικών ψηφίων
ARM**	ARM	15 των 32 δυναδικών ψηφίων***	-

Μονάδα ελέγχου

- Χρόνος κύκλου της ΚΜΕ (CPU cycle time)
- Συχνότητα λειτουργίας της ΚΜΕ (CPU clock rate)

Κύκλος εντολής

1. Φέρνει στην ΚΜΕ την εντολή που είναι αποθηκευμένη στη θέση μνήμης που δείχνει ο μετρητής προγράμματος
2. Αλλάζει το περιεχόμενο του μετρητή προγράμματος ώστε να δείχνει τη θέση μνήμης που περιέχει την επόμενη εντολή του προγράμματος
3. Αναλύει την εντολή και ελέγχει εάν η εντολή χρειάζεται δεδομένα από την μνήμη και εάν ναι προσδιορίζει την διεύθυνση που είναι αποθηκευμένα
4. Φέρνει τα δεδομένα σε κάποιους από τους καταχωρητές της
5. Εκτελεί την εντολή
6. Αποθηκεύει τα αποτελέσματα
7. Πηγαίνει στο βήμα 1 για να αρχίσει την εκτέλεση της επόμενης εντολής

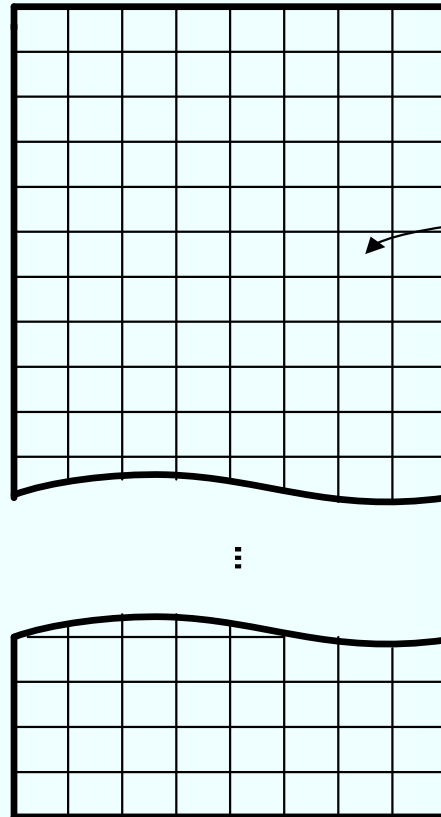
Σύστημα Μνήμης

- Καταχωρητές
- Κύρια μνήμη
- Βοηθητική μνήμη
- Κρυφή μνήμη

Φυσική οργάνωση μιας κύριας μνήμης

φυσικές
διευθύνσεις

0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
⋮
v-4
v-3
v-2
v-1



μία θέση μνήμης

ένα δυαδικό
ψηφίο

Η φυσική οργάνωση μίας κύριας μνήμης v θέσεων, με θέση μνήμης των 8 δυαδικών ψηφίων.

Χαρακτηριστικά κύριας μνήμης

- Κύριο χαρακτηριστικό της θέσης της κύριας μνήμης είναι ότι περιέχει την μικρότερη ποσότητα πληροφορίας που μπορεί να μεταφερθεί στην ΚΜΕ

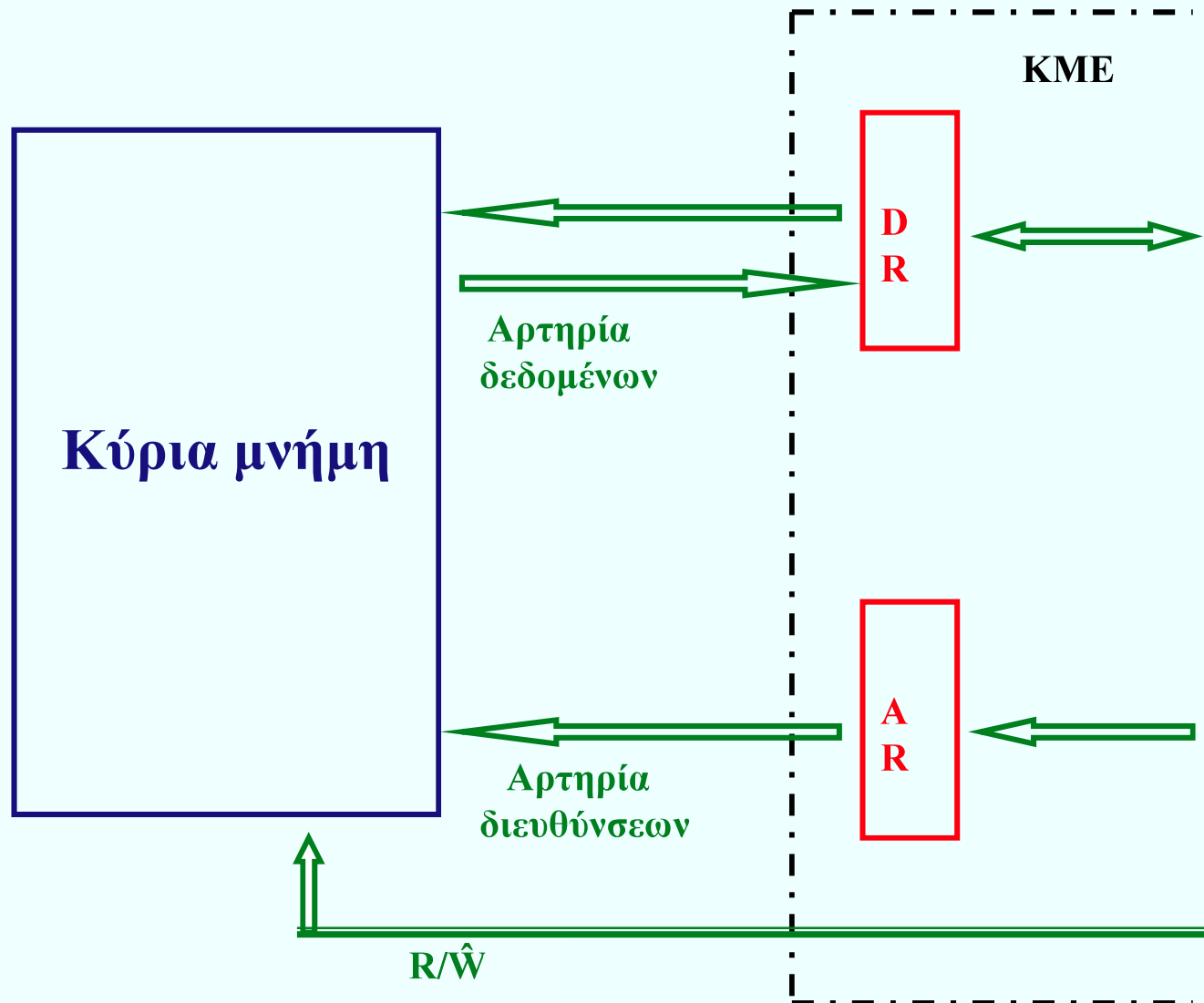
Βασικότερες ιδιότητες της κύριας μνήμης

- Οι θέσεις της μπορούν να προσπελαστούν άμεσα από την ΚΜΕ
- Οι θέσεις της μπορούν να προσπελαστούν με οποιαδήποτε σειρά
- Ο χρόνος προσπέλασης μίας θέσης είναι σταθερός και ανεξάρτητος από τη διεύθυνση της θέσης

Ταχύτητα Κύριας Μνήμης

- Χρόνος προσπέλασης (access time)
 - εξαρτάται από:
 - ✓ την τεχνολογία των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων με τα οποία υλοποιείται
 - ✓ το μέγεθος και
 - ✓ τον τρόπο σχεδιασμού της
- Χρόνος κύκλου (cycle time)
- Ρυθμός μεταφοράς δεδομένων (data transfer rate ή bandwidth)

Επικοινωνία κύριας μνήμης και ΚΜΕ



Υλοποίηση της κύριας μνήμης

- Random Access Memory, RAM
 - » Στατικές RAM, SRAM
 - » Δυναμικές RAM, DRAM
- Read Only Memory, ROM

Βοηθητική μνήμη

- Υλοποιείται με πολύ φθηνότερες διατάξεις
 - κόστος ανά δυαδικό ψηφίο
- Τρεις έως έξι τάξεις μεγέθους αργότερη από την κύρια μνήμη

DRAM access time: 40-80 ns

Μαγνητικός Δίσκος: 5-15 ms

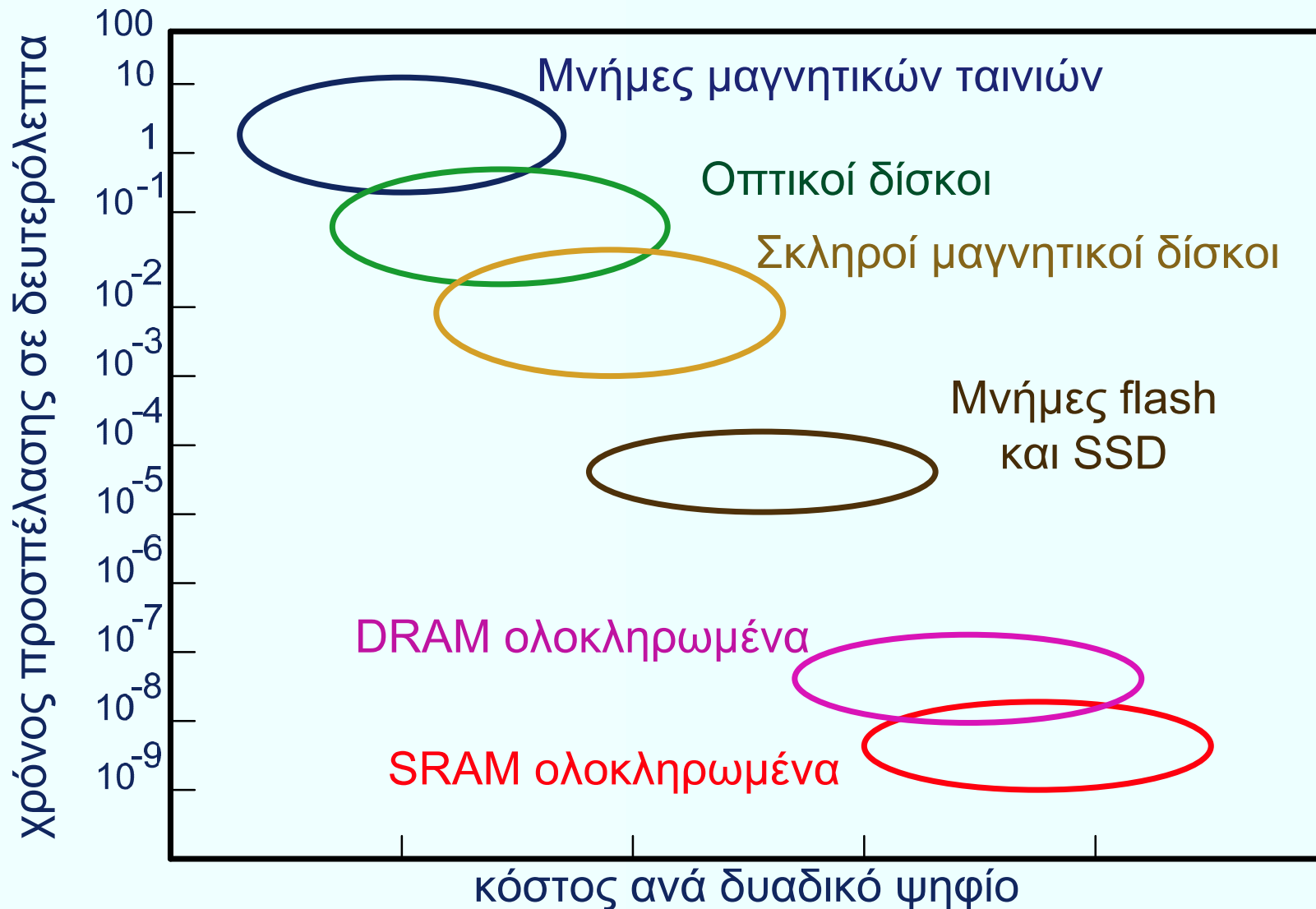
100.000 φορές πιο αργός

NAND Flash read page operation: 20 μ s

program page operation: 200 μ s

erase block operation: 2 ms

Κόστος μνημών ανάλογα με τον τύπο



Διατάξεις υλοποίησης βοηθητικής μνήμης

- Διατάξεις σειριακής προσπέλασης (serial access)
- Διατάξεις κατ' ευθείαν προσπέλασης (direct access)
- Άμεσης προσπέλασης σε επίπεδο σελίδας

Κρυφή Μνήμη

Η κρυφή μνήμη είναι σχετικά μία μικρής χωρητικότητας μνήμη που χρησιμοποιείται για την αποθήκευση πληροφορίας που αναμένεται ότι θα χρησιμοποιηθεί άμεσα ή με μεγάλη συχνότητα στο μέλλον

Η επιτυχία της κρυφής μνήμης βασίζεται στην τοπικότητα των αναφορών (principle of locality)

Κρυφή Μνήμη

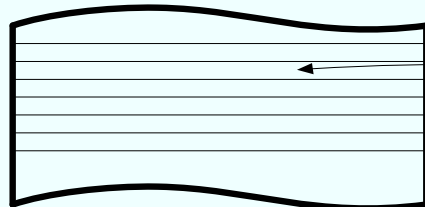
- Κρυφή μνήμη μεταξύ ΚΜΕ και κύριας μνήμης
- Κρυφή μνήμη μεταξύ κύριας μνήμης και μονάδας δίσκων

Υλοποίηση Κρυφής Μνήμης μεταξύ ΚΜΕ και Κύριας Μνήμης

- Υλοποίηση με SRAM
- Στο ίδιο ολοκληρωμένο με την ΚΜΕ
- Στη μητρική πλακέτα
- Στην κρυφή μνήμη υπάρχουν αντίγραφα μέρους της πληροφορίας που υπάρχει στην κύρια μνήμη

Μεταφορά πληροφορίας μεταξύ διαδοχικών επιπέδων μνήμης

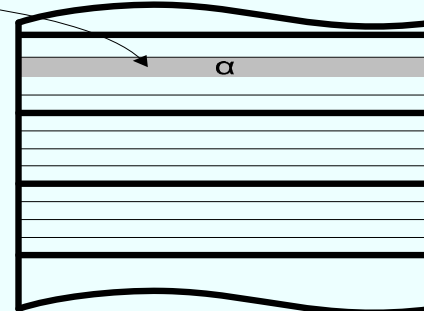
καταχωρητές της ΚΜΕ



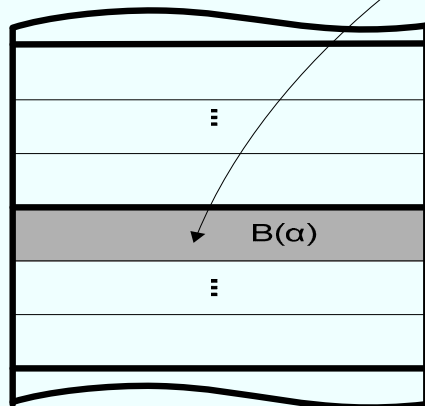
εντολή ή δεδομένα

μπλόκ

κρυφή μνήμη

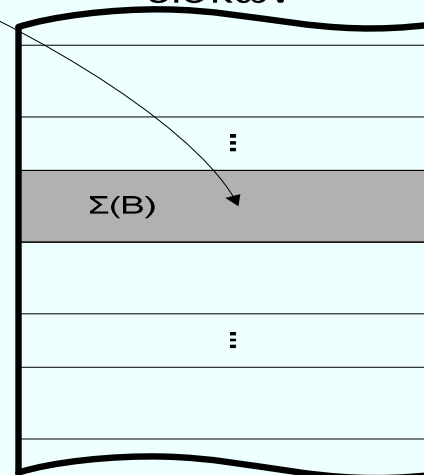


κύρια μνήμη



σελίδα

μνήμη μαγνητικών δίσκων



Ρυθμός επιτυχίας κρυφής μνήμης

Ο ρυθμός επιτυχίας εξαρτάται:

- χωρητικότητα της κρυφής μνήμης
- τον τρόπο οργάνωσής της
- το είδος του προγράμματος που εκτελείται

Κρυφή Μνήμη μεταξύ ΚΜΕ και Κύριας Μνήμης

- Ενοποιημένη κρυφή μνήμη (unified cache memory)
- Κρυφή μνήμη δεδομένων (data cache)
- Κρυφή μνήμη εντολών (instruction cache)
- Ένα, δύο ή και τρία επίπεδα κρυφής μνήμης

Κρυφή Μνήμη μεταξύ Κύριας Μνήμης και μονάδας μαγνητικών δίσκων

Που θα τοποθετηθεί η κρυφή μνήμη δίσκου;

Θέση κρυφής μνήμης:

- στη μονάδα του δίσκου (disk cache)
- στον ελεγκτή των μονάδων δίσκου
- στην κύρια μνήμη (κρυφή μνήμη αρχείων,
file cache)

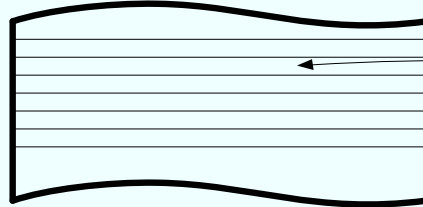
Ιδεατή Μνήμη (Virtual memory)

- λογικές διευθύνσεις (logical addresses)
- χώρος λογικών διευθύνσεων (logical address space)

Λογικές διευθύνσεις → MMU → φυσικές διευθύνσεις

Μεταφορά πληροφορίας μεταξύ διαδοχικών επιπέδων μνήμης

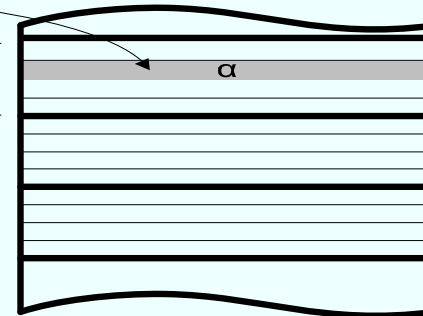
καταχωρητές της ΚΜΕ



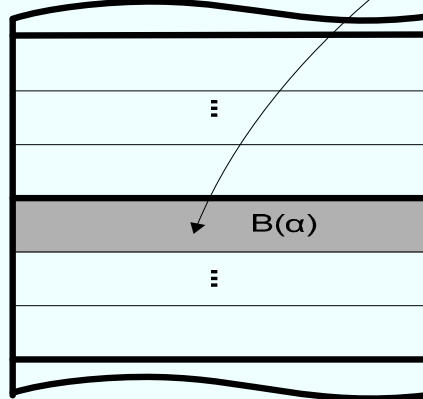
εντολή ή δεδομένα

μπλόκ

κρυφή μνήμη

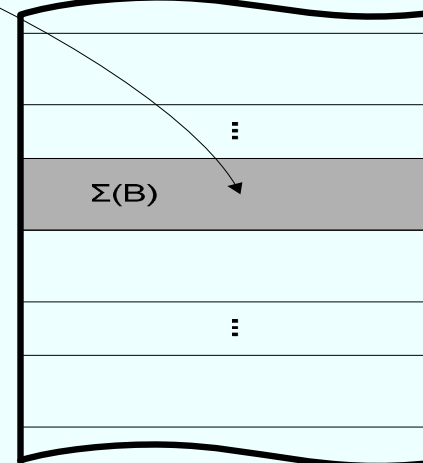


κύρια μνήμη



σελίδα

μνήμη μαγνητικών δίσκων



Μονάδες εισόδου/εξόδου

- Μονάδες εισόδου: π.χ. πληκτρολόγιο, μικρόφωνο, σαρωτής
- Μονάδες εξόδου: π.χ. οθόνη, εκτυπωτής, μεγάφωνο
- Μονάδες εισόδου/ εξόδου: π.χ. συνδυασμός οθόνης ποντικιού, συνδυασμός ελεγκτή δικτύου-δικτύου
- Μονάδες αποθήκευσης: π.χ. μαγνητικός δίσκος, μαγνητική ταινία
 - Επικοινωνία ανθρώπου υπολογιστή
 - Επικοινωνία υπολογιστή υπολογιστή
 - Επικοινωνία υπολογιστή με άλλα όργανα

Μονάδες εισόδου/εξόδου

- Τα λειτουργικά χαρακτηριστικά των διατάξεων εισόδου/εξόδου διαφέρουν σημαντικά μεταξύ τους
- Κοινό χαρακτηριστικό μικρή ταχύτητα προσπέλασης που διαφέρει σημαντικά από μονάδα σε μονάδα
 - » πληκτρολόγιο: 10 ψηφιολέξεις το δευτερόλεπτο
 - » τοπικό δίκτυο: 10×10^6 ψηφιολέξεις το δευτερόλεπτο