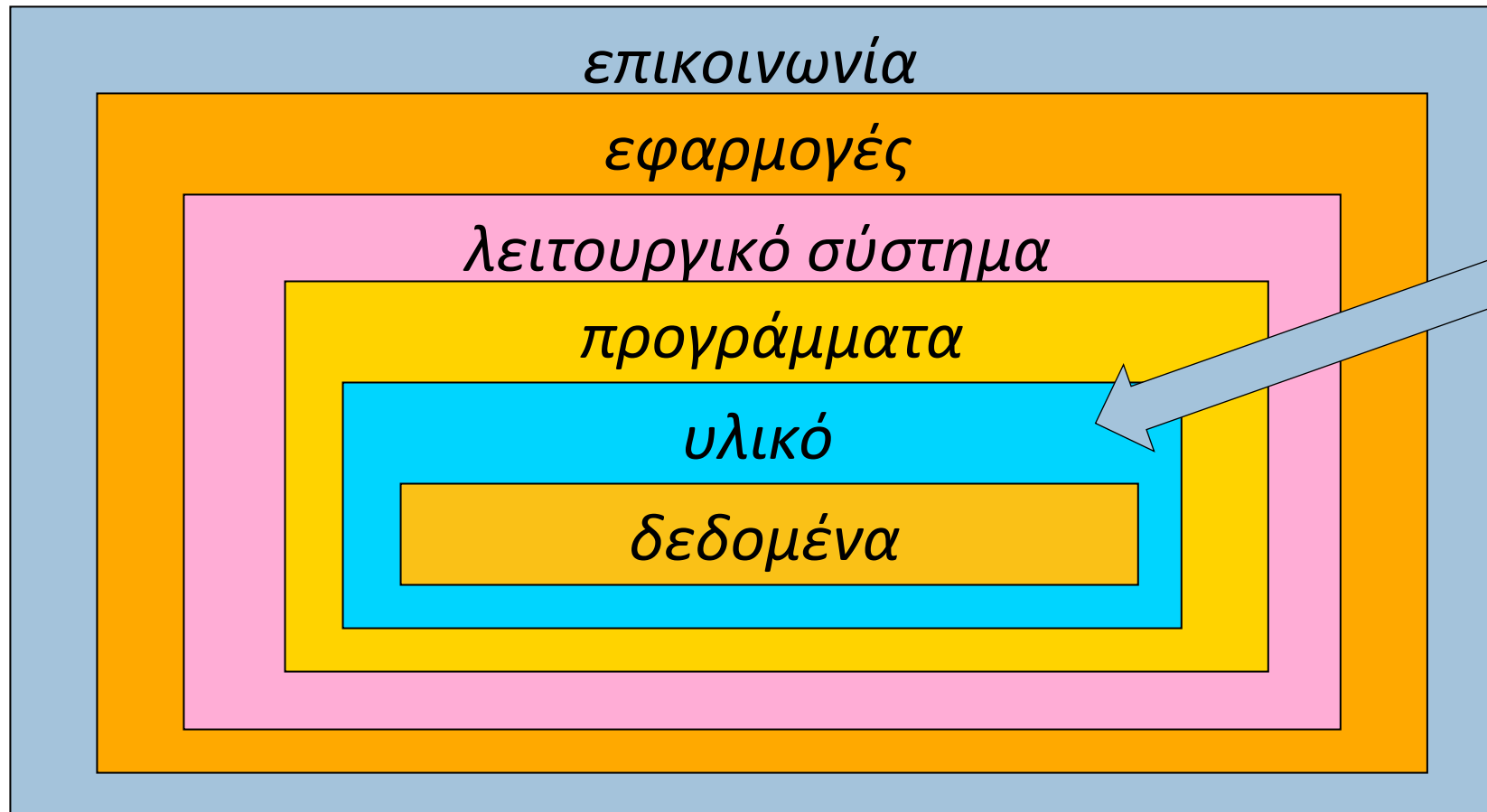


ΕΠΛ 003:
εισαγωγή Στην
επιστήμη της Πληροφορικής

Δομή του υπολογιστή

Υπολογιστικά συστήματα: Στρώματα

1



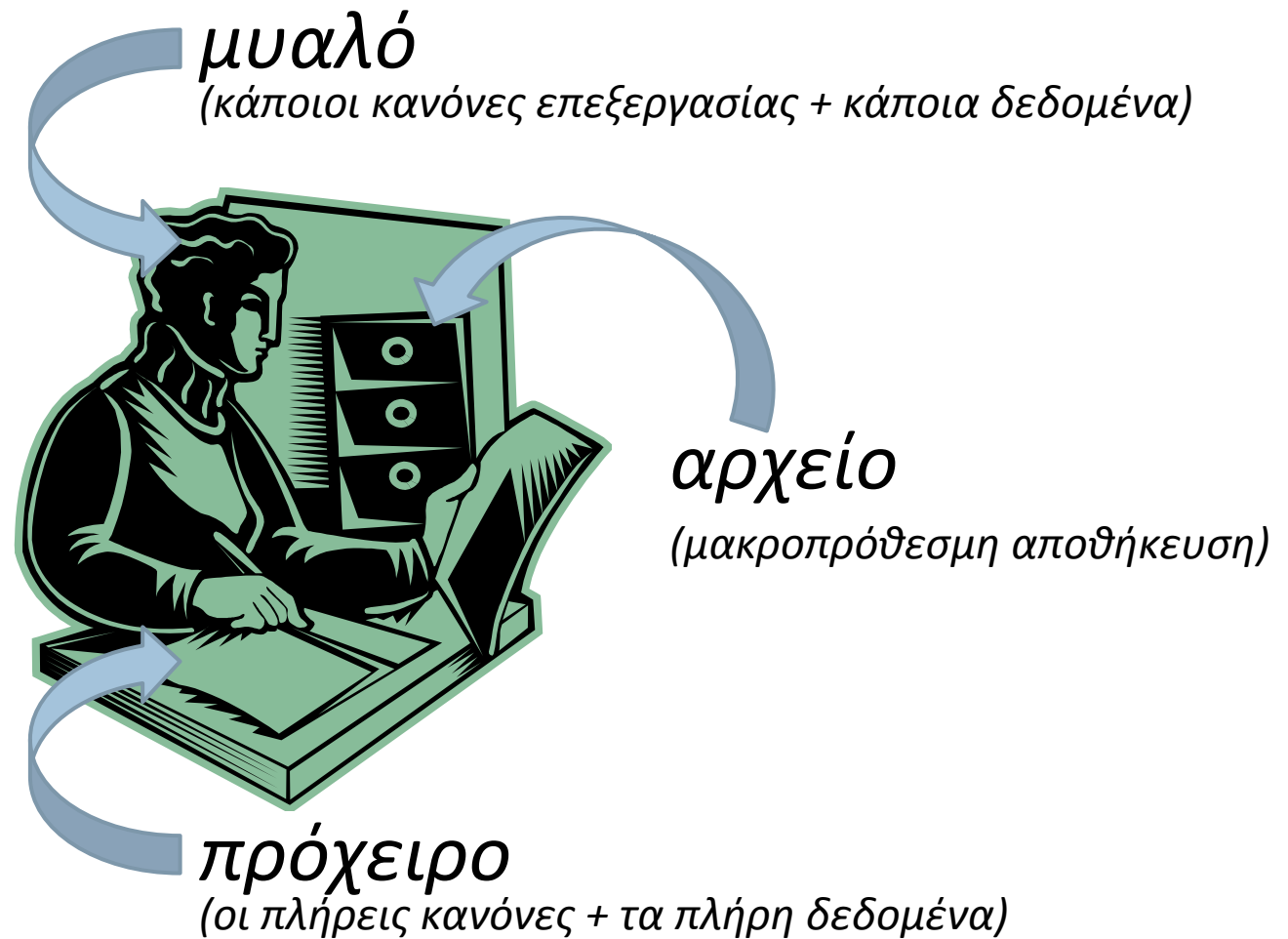
Στόχοι

2

- Να περιγράψουμε τα εξαρτήματα και τη λειτουργία μιας **μηχανής Eckert-von Neumann**.
- Να περιγράψουμε από τι αποτελείται και πώς λειτουργεί η **κεντρική μονάδα επεξεργασίας**.
- Να περιγράψουμε πώς οργανώνεται και πώς προσπελάζεται η **κύρια μνήμη** του Η/Υ.
- Να περιγράψουμε τα στάδια του **κύκλου μηχανής** τύπου «**φέρε-εκτέλεσε**».
- Να περιγράψουμε βασικά είδη και χαρακτηριστικά των συσκευών **δευτερεύουσας μνήμης**.
- Να περιγράψουμε τα βασικά είδη και χαρακτηριστικά των **συσκευών εισόδου** και των **συσκευών εξόδου**.

Αρχιτεκτονική Eckert-von Neumann

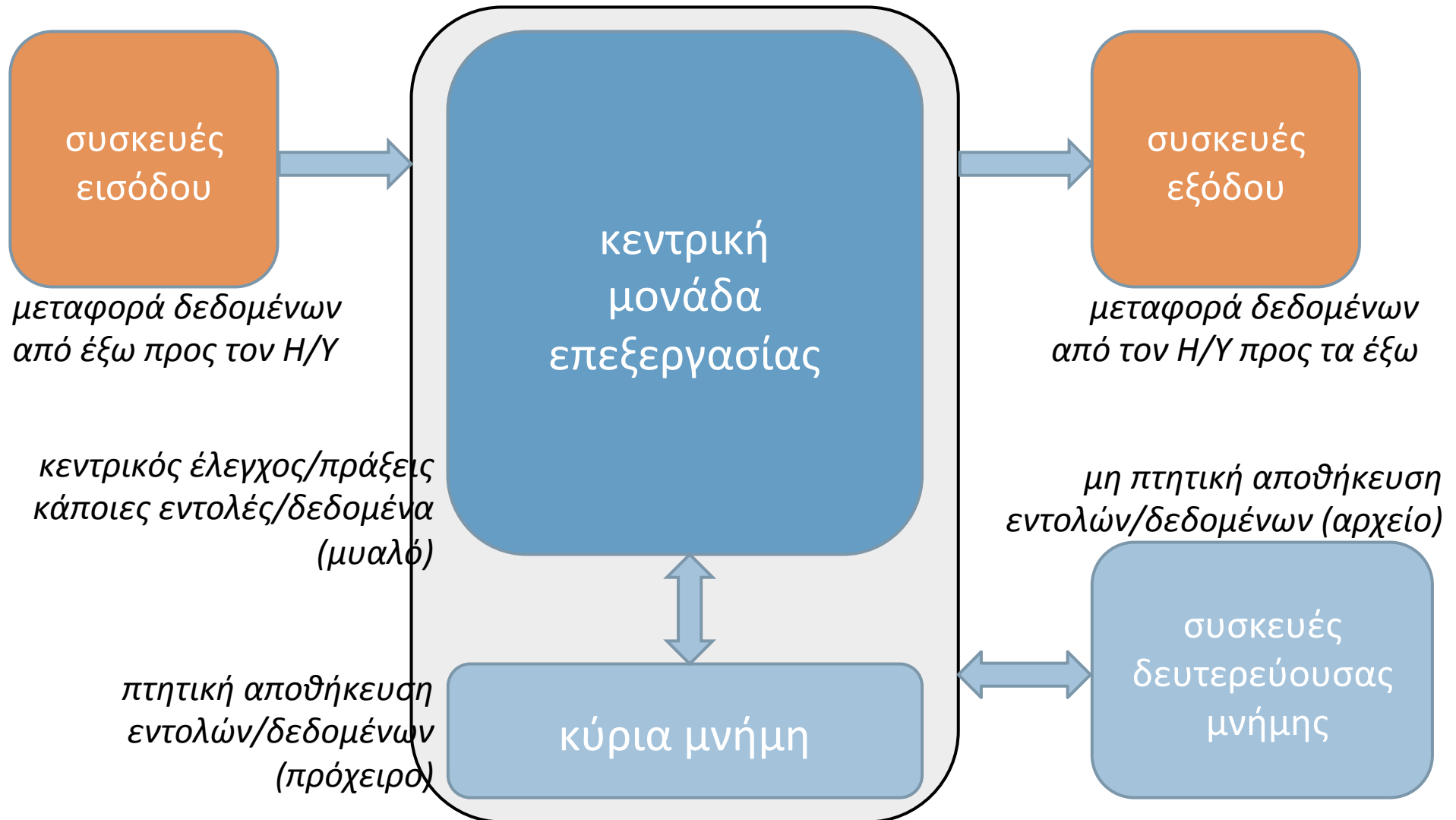
3



πώς λειτουργούμε όταν εκτελούμε μια συστηματική εργασία;

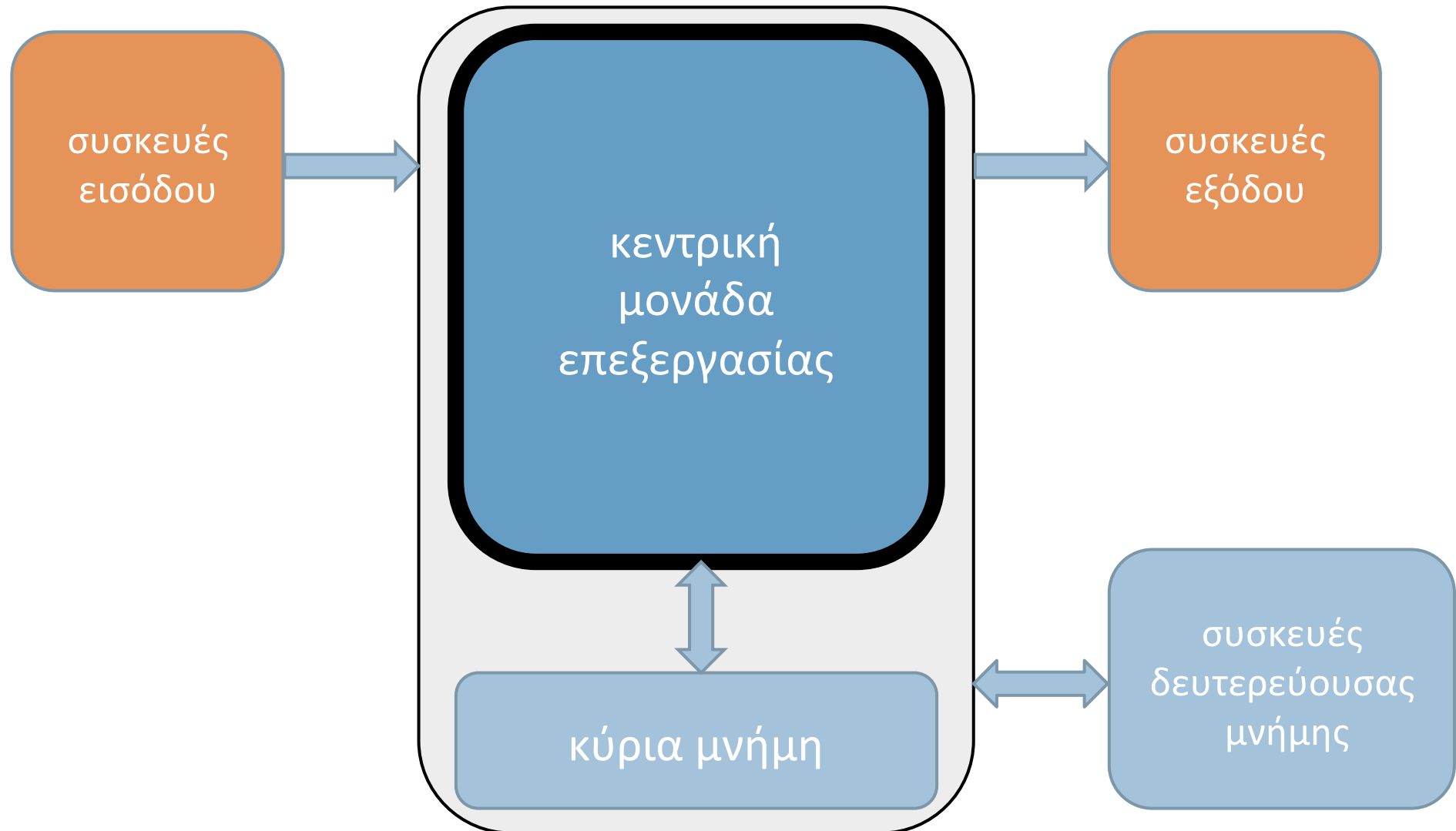
Αρχιτεκτονική Eckert-von Neumann

4



Κεντρική μονάδα επεξεργασίας

5



Κεντρική μονάδα επεξεργασίας

6

Η **κεντρική μονάδα επεξεργασίας** (*ΚΜΕ, central processing unit, CPU*) είναι η «καρδιά» του υπολογιστή.

1. *Καθοδηγεί τη λειτουργία του*: Καθορίζει ποια **εντολή** πρέπει να εκτελεστεί ανά πάσα στιγμή.
2. *Εκτελεί τις πράξεις στα δεδομένα*: Εκτελεί την κάθε εντολή στα κατάλληλα **δεδομένα**.

Ανά πάσα στιγμή, η είσοδός της είναι

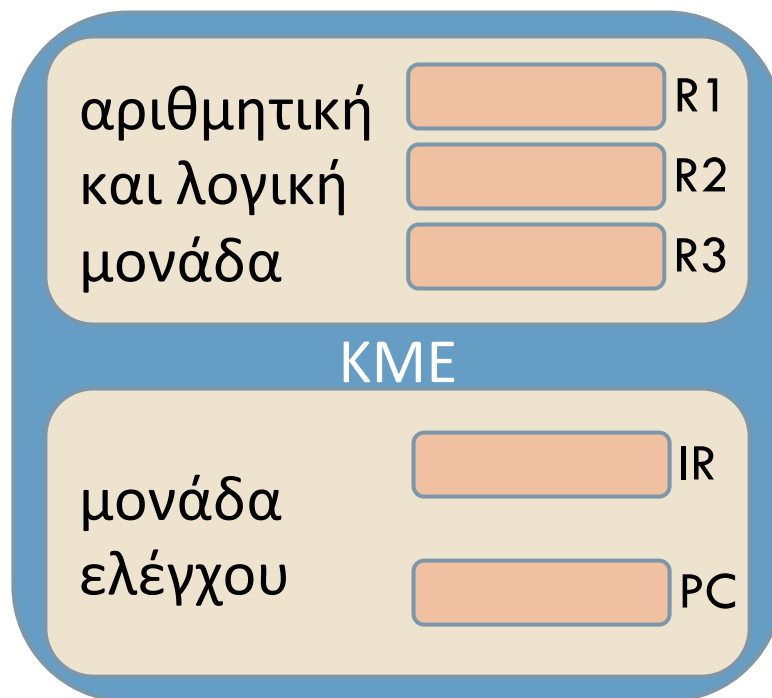
- η επόμενη **εντολή** που πρέπει να εκτελεστεί και
- τα **δεδομένα** στα οποία πρέπει να εκτελεστεί και η έξοδός της είναι
- τα **δεδομένα** που προέκυψαν.

Κεντρική μονάδα επεξεργασίας

7

Η ΚΜΕ αποτελείται από δύο υπο-μονάδες:

- τη **μονάδα ελέγχου** (ME, control unit)
- την **αριθμητική και λογική μονάδα** (ΑΛΜ, arithmetic and logic unit, ALU)



Καθεμιά τους περιέχει ένα μικρό πλήθος από:

καταχωρητές (registers)

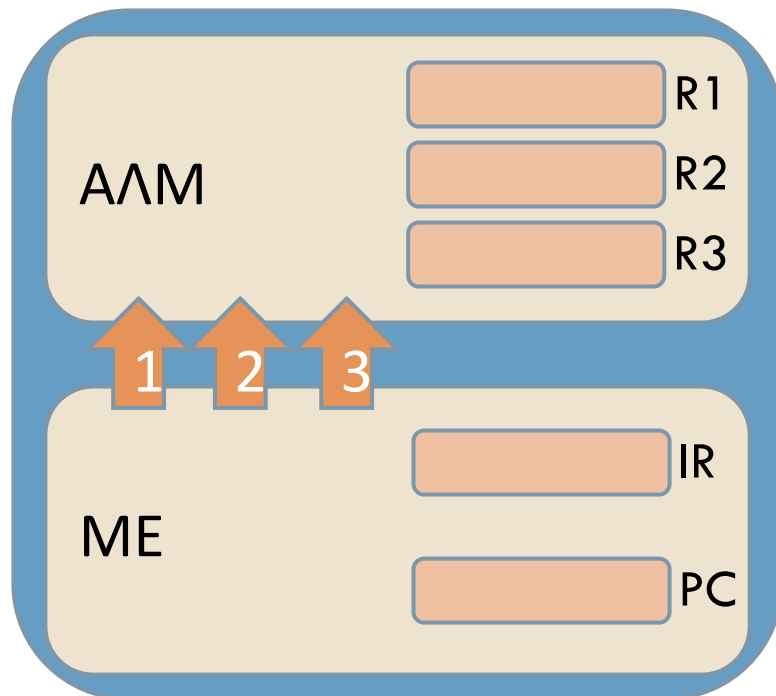
(Θέσεις όπου μπορεί να αποθηκεύεται και να προσπελάζεται ταχύτατα μικρός όγκος δεδομένων.)

ΚΜΕ: Αριθμητική και λογική μονάδα

8

Η ΑΛΜ εκτελεί κάθε αριθμητική πράξη (+, -, /, *) ή λογική πράξη (AND, OR, NOT, ...) που απαιτείται.

Όσα πρέπει να ξέρει κάθε φορά, της τα παρέχει η ΜΕ:

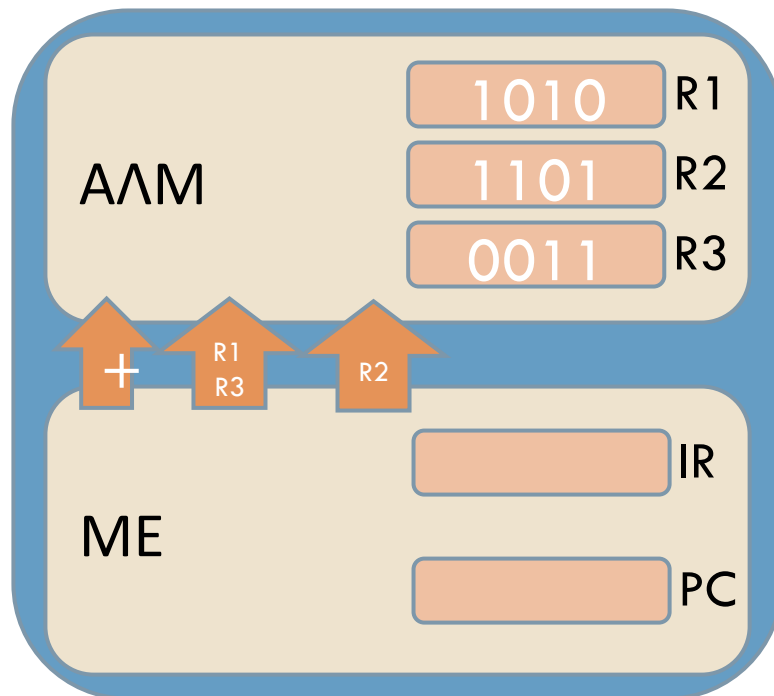


1. Ποια πράξη να εκτελέσει.
2. Από πού να πάρει τα δεδομένα.
3. Πού να αφήσει το αποτέλεσμα.

ΚΜΕ: Αριθμητική και λογική μονάδα

9

Η ΑΛΜ εκτελεί κάθε αριθμητική πράξη (+, -, /, *) ή λογική πράξη (AND, OR, NOT, ...) που απαιτείται.



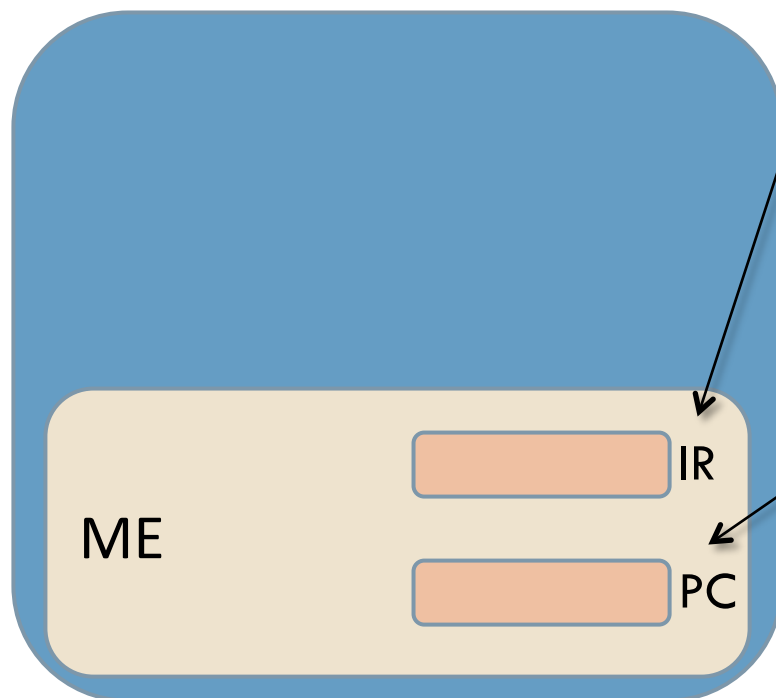
Παράδειγμα:

1. Ποια πράξη να εκτελέσει.
---πρόσθεση
2. Από πού να πάρει τα δεδομένα.
---από τους R1 και R3
3. Πού να αφήσει το αποτέλεσμα.
---στον R2

ΚΜΕ: Μονάδα ελέγχου

10

Η ΜΕ είναι το οργανωτικό κέντρο του Η/Υ. Περιέχει δύο καταχωρητές:



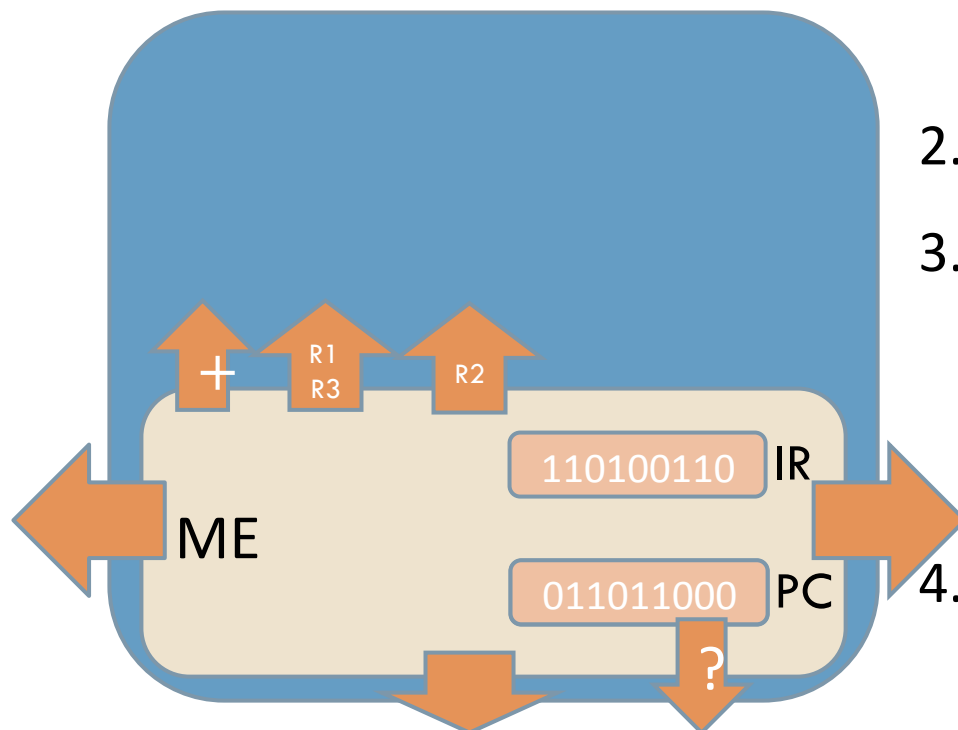
Τον **καταχωρητή εντολής** (*instruction register, IR*), που περιέχει την εντολή που εκτελείται αυτή τη στιγμή.

Τον **μετρητή προγράμματος** (*program counter, PC*), που περιέχει τη διεύθυνση (στη μνήμη) της εντολής που θα εκτελεστεί αμέσως μετά.

ΚΜΕ: Μονάδα ελέγχου

11

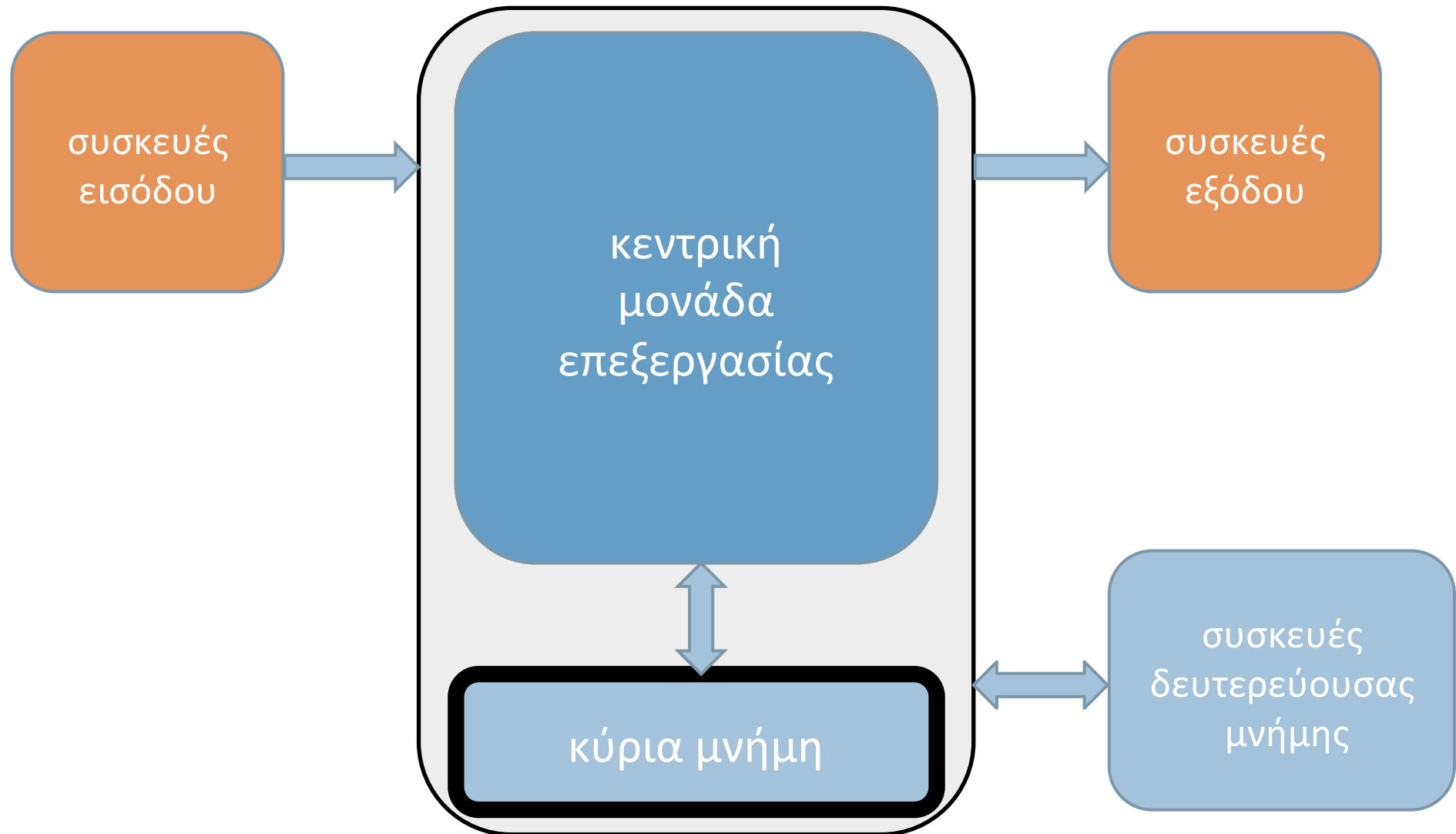
Η ΜΕ ορίζει ποιες πράξεις θα εκτελεστούν & συντονίζει τις άλλες μονάδες του Η/Υ ώστε να εκτελεστούν αυτές οι πράξεις. Σε κάθε βήμα:



1. Η ΜΕ ζητάει από τη μνήμη την εντολή που «λέει» ο ΡC.
2. Η εντολή καταφθάνει στον IR.
3. Η ΜΕ στέλνει (προς την ΑΛΜ, τη μνήμη, τις συσκευές Ε/Ε) τα σήματα που απαιτούνται για την εκτέλεση της εντολής.
4. Η ΜΕ αυξάνει τον ΡC κατά 1.

Κύρια μνήμη

12



Κύρια μνήμη

13

Η **κύρια μνήμη** είναι μια συλλογή θέσεων αποθήκευσης, που αποκαλούνται **λέξεις**.

00101101 01001111

11010101 01101011

10110101 01011000

10000000 10011010

01011110 10101100

10011100 11111111

01101100 10101101

10010010 01010110

000

001

010

011

100

101

110

111



Κάθε λέξη περιέχει μια ακολουθία μπιτ ίδιου μήκους (8, 16, 32, ή και 64 μπιτ).

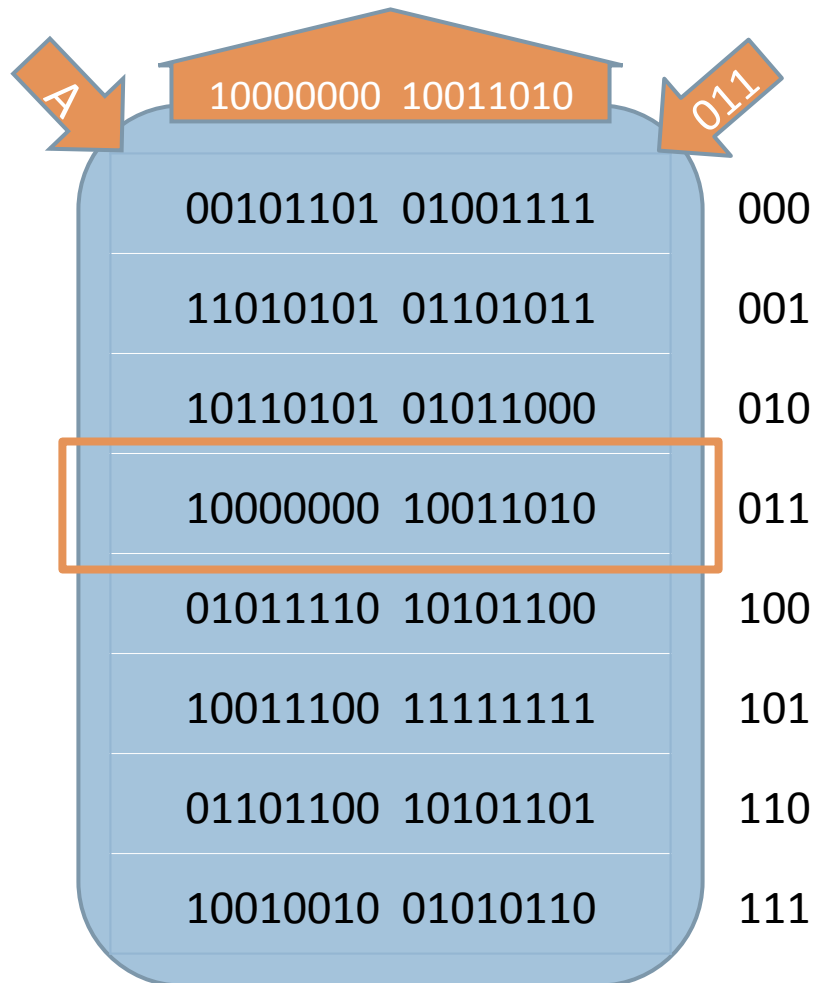
Κάθε λέξη έχει μια μοναδική διεύθυνση.

Οι διευθύνσεις επιτρέπουν την **ανάγνωση** και **εγγραφή** μεμονωμένων λέξεων.

διευθύνσεις

Κύρια μνήμη: Ανάγνωση

14



Κατά την ανάγνωση μιας λέξης:

Η ΚΜΕ αποστέλλει:

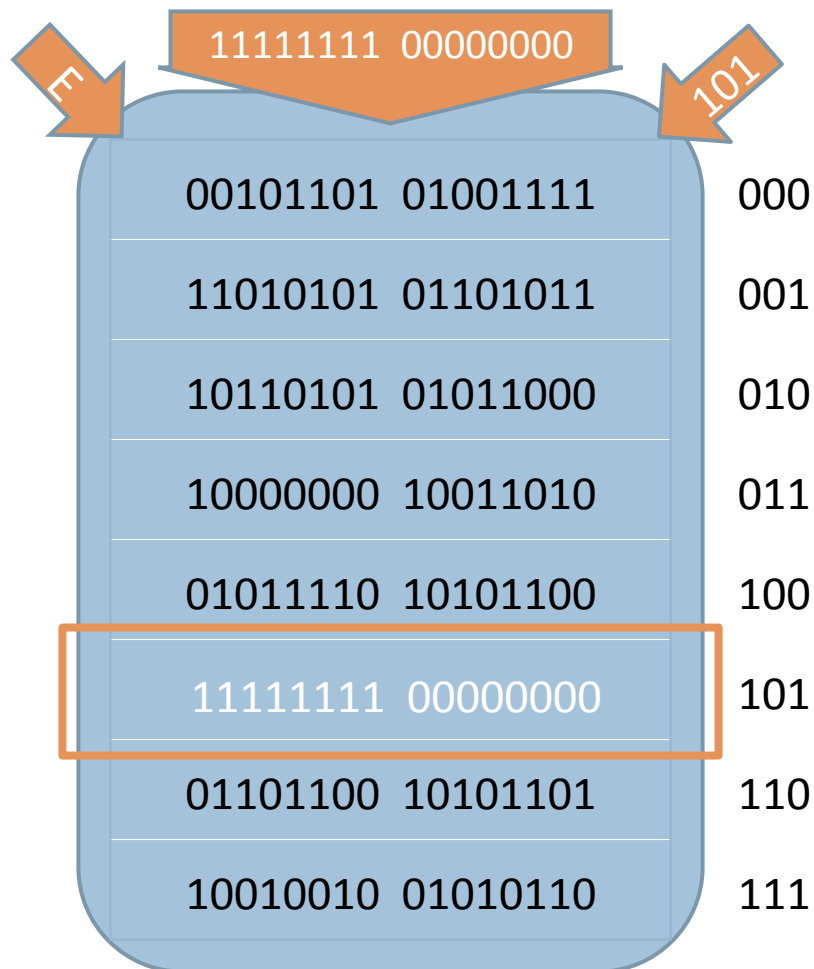
- τον κωδικό της πράξης της ανάγνωσης, και
- τη διεύθυνση της λέξης που θέλει να διαβάσει

Η μνήμη επιστρέφει:

- τα μπιτ της λέξης.

Κύρια μνήμη: Εγγραφή

15



Κατά την εγγραφή μιας λέξης:

Η ΚΜΕ αποστέλλει:

- τον κωδικό της πράξης της εγγραφής,
- τη διεύθυνση της λέξης όπου θέλει να γράψει, και
- τα μπιτ που θέλει να γράψει.

Η μνήμη εκτελεί την αλλαγή.

Κύρια μνήμη: Χωρητικότητα

16

Ερώτηση: Αν η κύρια μνήμη αποτελείται από **64** λέξεις των **16** μπιτ η καθεμιά, πόσα μπάιτ είναι το συνολικό της μέγεθος;

Απάντηση: 64 λέξεις
16 μπιτ/λέξη \Rightarrow 2 μπάιτ/λέξη
άρα συνολικά: 128 μπάιτ

Κύρια μνήμη: Χωρητικότητα

17

Ερώτηση: Αν η κύρια μνήμη έχει λέξεις των **16** μπιτ και διευθύνσεις των **8** μπιτ, πόσα μπάιτ είναι το συνολικό της μέγεθος;

Απάντηση: διευθύνσεις των 8 μπιτ \Rightarrow 256 λέξεις
 $\frac{16 \text{ μπιτ/λέξη}}{\phantom{16 \text{ μπιτ/λέξη}}} \Rightarrow 2 \text{ μπάιτ/λέξη}$

άρα συνολικά: 512 μπάιτ

Κύρια μνήμη: Χωρητικότητα

18

Μονάδα χωρητικότητας της μνήμης είναι το μπάιτ. Στα πολλαπλάσιά του αναφερόμαστε με τα προθήματα kilo-, mega-, κλπ., που όμως εδώ έχουν διαφορετικό νόημα:

μονάδα	πλήθος μπάιτ	προσέγγιση
1 kilobyte (KB)	$2^{10}=1.024$	10^3
1 megabyte (MB)	$2^{20}=1.048.576$	10^6
1 gigabyte (GB)	$2^{30}=1.073.741.824$	10^9
1 terabyte (TB)	2^{40}	10^{12}
1 petabyte (PB)	2^{50}	10^{15}
1 exabyte (EB)	2^{60}	10^{18}

Η βάση για τις δυνάμεις είναι το 2, όχι το 10.

Οι εκθέτες αυξάνουν κατά 10, όχι κατά 3.

Κύρια μνήμη: Χωρητικότητα

19

Ερώτηση: Αν η κύρια μνήμη έχει μέγεθος **64 KB** και λέξεις των **8** μπιτ, πόσα μπιτ χρειάζεται κάθε διεύθυνση;

Απάντηση: μέγεθος 64 KB $\Rightarrow 2^6 \times 2^{10} = 2^{16}$ μπάιτ
8 μπιτ/λέξη $\Rightarrow 1$ μπάιτ/λέξη
άρα : $\frac{2^{16} \text{ λέξεις}}{8 \text{ μπιτ/λέξη}}$
άρα: 16 μπιτ

(ώστε η κάθε λέξη να μπορεί να έχει την δική της διεύθυνση)

Κύρια μνήμη: Χωρητικότητα

20

Ερώτηση: Αν η κύρια μνήμη έχει μέγεθος **4 MB** και λέξεις των **32** μπιτ, πόσα μπιτ χρειάζεται κάθε διεύθυνση;

Απάντηση: μέγεθος 4 MB $\Rightarrow 2^2 \times 2^{20} = 2^{22}$ μπάιτ
32 μπιτ/λέξη $\Rightarrow 2^2$ μπάιτ/λέξη
άρα : $\frac{2^{22} \text{ λέξεις}}{2^2}$
άρα: 20 μπιτ

(ώστε η κάθε λέξη να μπορεί να έχει την δική της διεύθυνση)

Κύρια μνήμη: Χώρος διευθύνσεων

21

Γενικά, αν μια μνήμη περιέχει N λέξεις, οι διευθύνσεις πρέπει να έχουν μήκος $\log_2 N$ μπιτ. Ισοδύναμα, αν οι διευθύνσεις έχουν μήκος n μπιτ, η μνήμη έχει 2^n λέξεις.

Η διεύθυνση της πρώτης λέξης είναι η

000000000...0000

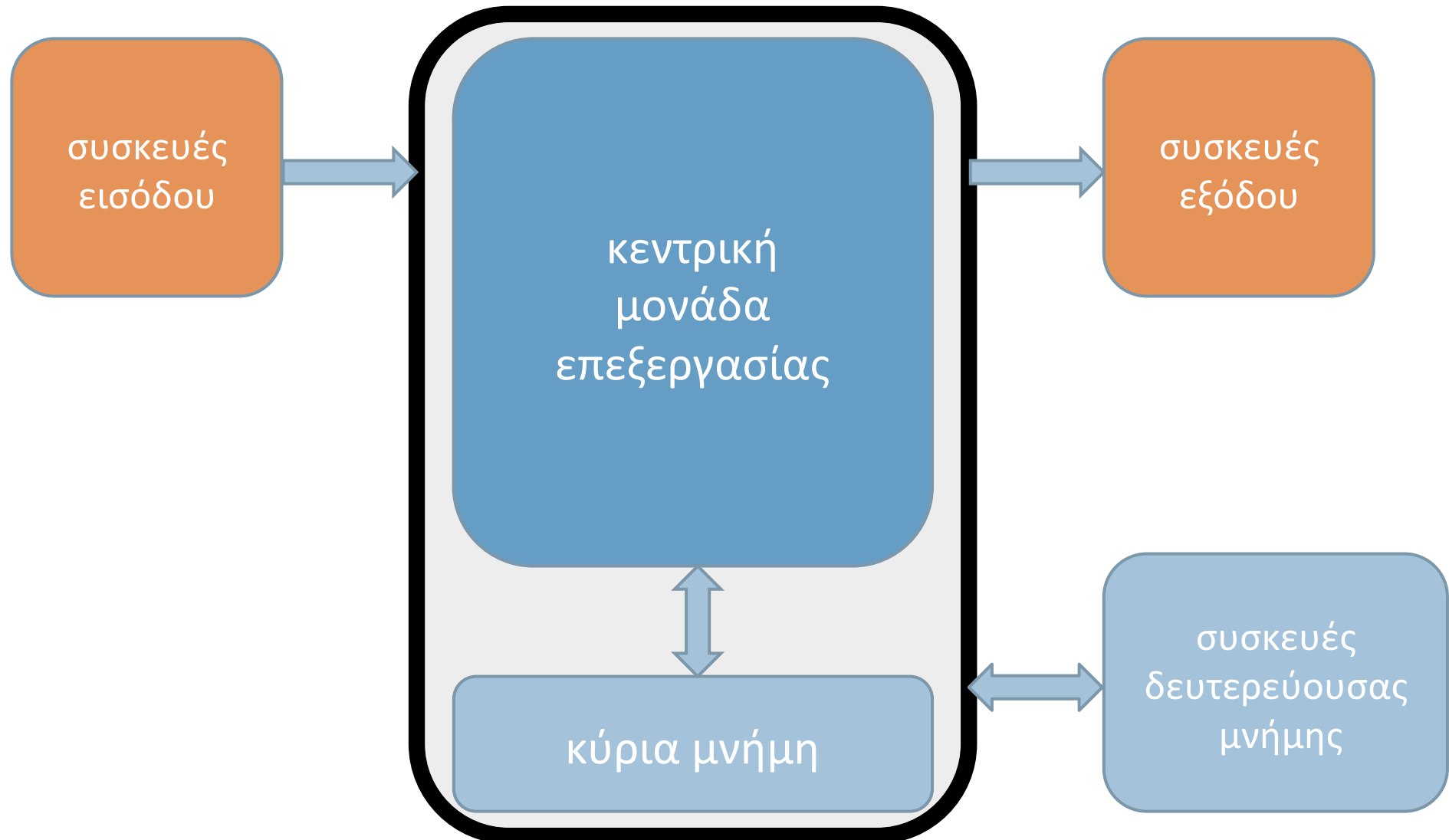
και η διεύθυνση της τελευταίας λέξης είναι η

111111111...1111

Το σύνολο όλων των διαφορετικών διευθύνσεων λέγεται **χώρος διευθύνσεων** (*address space*) και το πλήθος τους είναι το **μέγεθος** του χώρου διευθύνσεων.

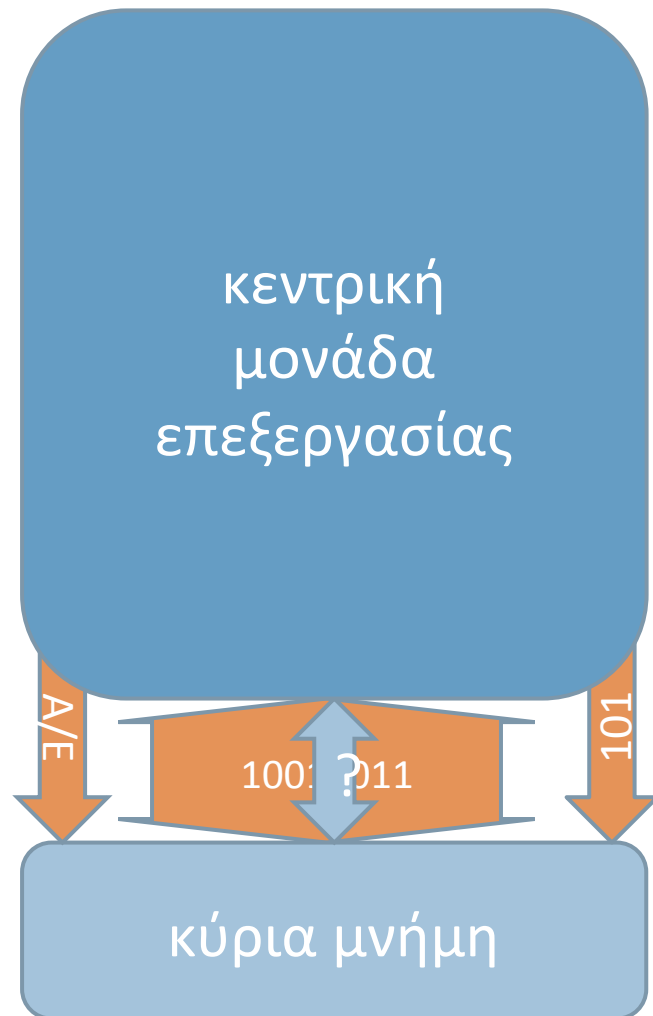
ΚΜΕ & κύρια μνήμη

22



Σύνδεση ΚΜΕ – κύριας μνήμης

23



Πώς ακριβώς συνδέονται η ΚΜΕ και η κύρια μνήμη μεταξύ τους;

Θυμηθείτε τι πρέπει να μπορούν να ανταλλάζουν:

1. τον κωδικό της πράξης (ανάγνωση ή εγγραφή)
2. την διεύθυνση της λέξης (που θα αναγνωσθεί ή θα εγγραφεί)
3. την λέξη (που αναγνώσθηκε ή που πρέπει να εγγραφεί)

Σύνδεση ΚΜΕ – κύριας μνήμης

24



Πώς ακριβώς συνδέονται η ΚΜΕ και η κύρια μνήμη μεταξύ τους;

Την ανταλλαγή αυτών των μηνυμάτων εκτελούν αντιστοίχως οι εξής τρεις ομάδες καλωδίων (κάθε καλώδιο μεταφέρει 1 μπιτ):

1. ο **δίαυλος ελέγχου** (*control bus*),
2. ο **δίαυλος διευθύνσεων** (*address bus*), και
3. ο **δίαυλος δεδομένων** (*data bus*).

Σύνδεση: Δίαυλος δεδομένων

25



Ερώτηση: Πόσα καλώδια αποτελούν τον δίαυλο δεδομένων;

Απάντηση: Όσα μπιτ περιέχει η κάθε λέξη της κύριας μνήμης.
(Όστε ο δίαυλος να μεταφέρει όλα τα μπιτ μιας λέξης ταυτόχρονα.)

Π.χ.: Αν κάθε λέξη της κύριας μνήμης έχει 16 μπιτ, ο δίαυλος δεδομένων περιέχει 16 καλώδια.

Σύνδεση: Δίαυλος διευθύνσεων

26



Ερώτηση: Πόσα καλώδια αποτελούν τον δίαυλο διευθύνσεων;

Απάντηση: Όσα μπιτ περιέχει κάθε διεύθυνση της μνήμης. (Όστε ο δίαυλος να μπορεί να μεταφέρει όλα τα μπιτ μιας διεύθυνσης ταυτόχρονα.)

Π.χ.: Αν κάθε διεύθυνση έχει 32 μπιτ, ο δίαυλος διευθύνσεων περιέχει 32 καλώδια.

Σύνδεση: Δίαυλος ελέγχου

27

```
graph TD; A[κεντρική μονάδα επεξεργασίας] --- B[κύρια μνήμη];
```

κεντρική
μονάδα
επεξεργασίας

κύρια μνήμη

Ερώτηση: Πόσα καλώδια αποτελούν τον δίαυλο ελέγχου;

Απάντηση: 1.

(Ένα καλώδιο είναι αρκετό για να μεταφέρει 1 μπιτ που δηλώνει αν η πράξη είναι ανάγνωση/εγγραφή: π.χ. 0=ανάγνωση, 1=εγγραφή)

Γενικότερα, αν η μνήμη επιτρέπει N πράξεις (αντί για μόνο 2), τότε χρειάζονται $\log_2 N$ καλώδια.

Σύνδεση: Σχέση με χωρητικότητα

28

Ερώτηση: Αν η κύρια μνήμη έχει μέγεθος **4 MB** και ο δίαυλος δεδομένων έχει **32** καλώδια, πόσα καλώδια έχει ο δίαυλος διευθύνσεων;

Απάντηση: Πόσα καλώδια στον δίαυλο δεδομένων = πόσα μπιτ σε κάθε λέξη μνήμης ---άρα 32 μπιτ/λέξη.

Πόσα καλώδια στον δίαυλο διευθύνσεων = πόσα μπιτ σε κάθε διεύθυνση ---άρα θέλουμε το μήκος διευθύνσεων.

Άρα: το πρόβλημα είναι ακριβώς αυτό της σελ. [20](#).

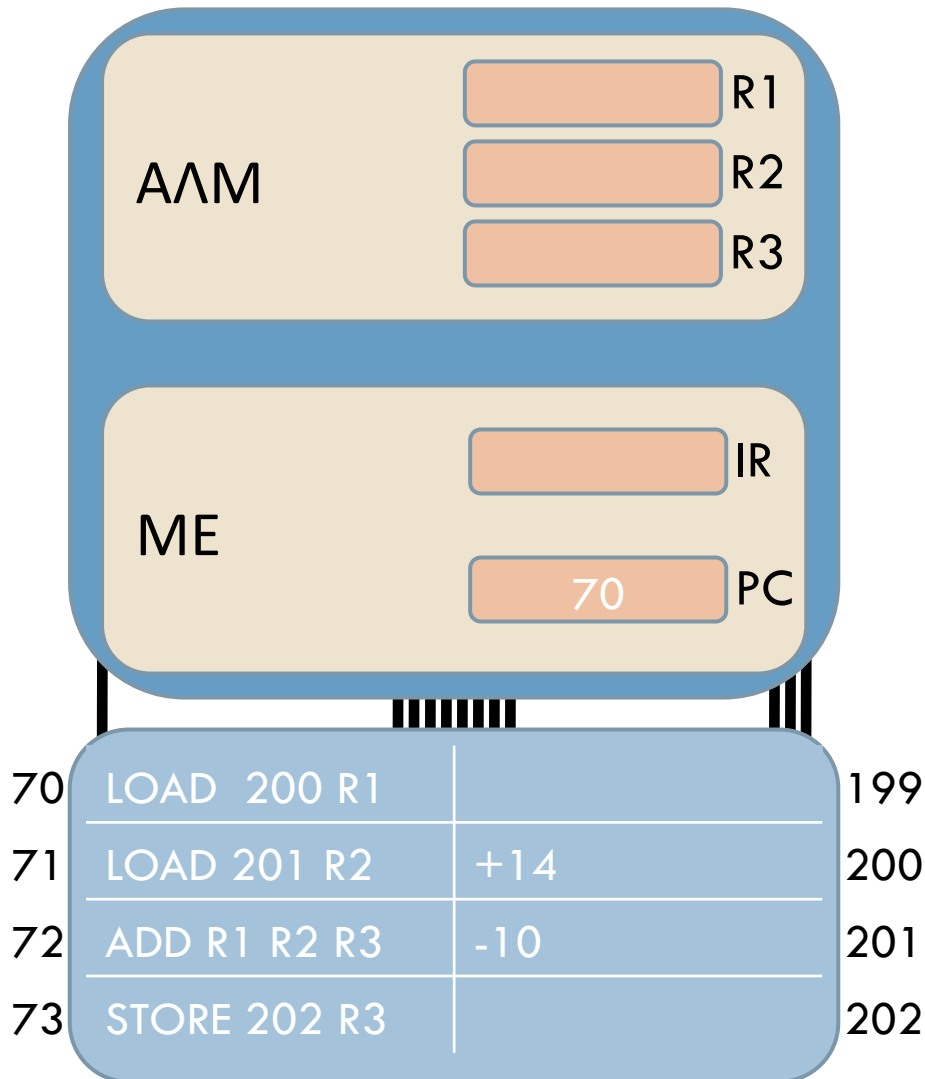
Ο κύκλος μηχανής

Για να εκτελέσουν ένα πρόγραμμα, η ΚΜΕ και η μνήμη επαναλαμβάνουν διαρκώς τον λεγόμενο **κύκλο μηχανής** (*machine cycle*), δηλαδή τα εξής δύο στάδια:

1. **«φέρε»**: η επόμενη προς εκτέλεση εντολή (όπως υποδεικνύει ο PC) μεταφέρεται από τη μνήμη στην ΜΕ.
2. **«εκτέλεσε»**: η ΜΕ στέλνει τα σήματα που απαιτούνται (στην μνήμη, την ΑΛΜ, τις συσκευές Ε/Ε) για την εκτέλεση αυτής της εντολής.

Ο κύκλος μηχανής: Παράδειγμα

30



Θεωρήστε το πρόγραμμα:

```
LOAD 200 R1
```

```
LOAD 201 R2
```

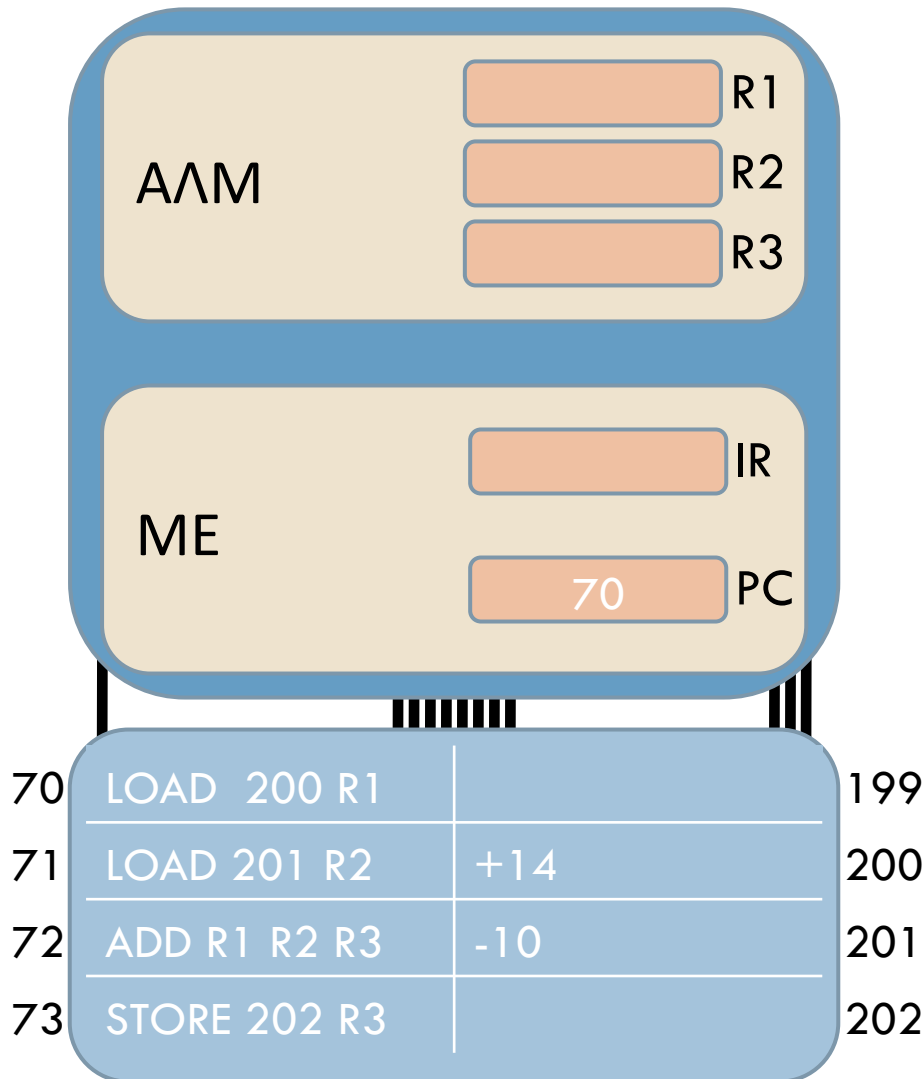
```
ADD R1 R2 R3
```

```
STORE 202 R3
```

Έστω ότι το πρόγραμμα αυτό (κωδικοποιημένο δυαδικά) περιέχεται στη μνήμη στις θέσεις με διευθύνσεις 70-73.

Ο κύκλος μηχανής: Παράδειγμα

31



Η σημασία των εντολών είναι:

αντέγραψε τη θέση 200 στον R1

αντέγραψε τη θέση 201 στον R2

αντέγραψε το R1+R2 στον R3

αντέγραψε τον R3 στη θέση 202

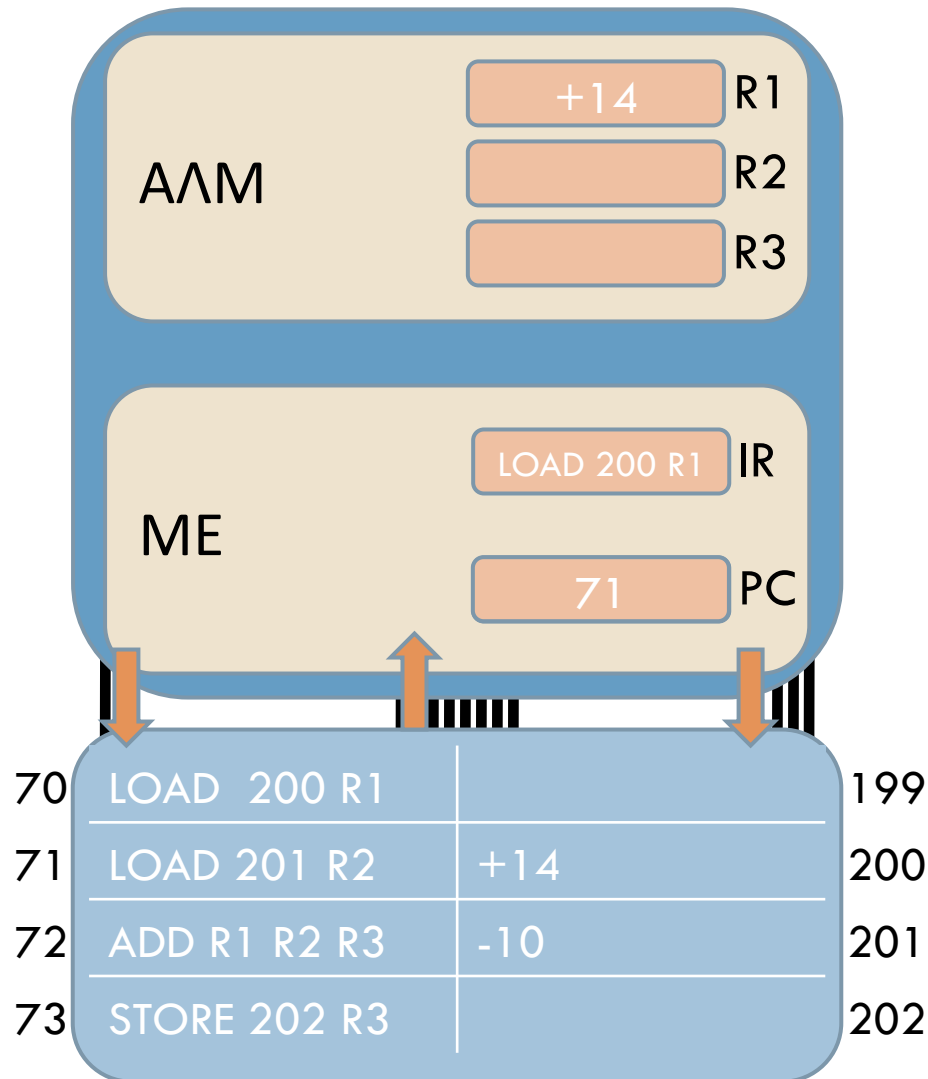
Άρα τι ζητάει ουσιαστικά αυτό το πρόγραμμα;

Να γράψουμε στη θέση 202 το άθροισμα των αριθμών από τις θέσεις 200 και 201.

Ας δούμε πώς ΚΜΕ και μνήμη θα συνεργαστούν για να εκτελέσουν αυτό το πρόγραμμα.

Ο κύκλος μηχανής: Παράδειγμα

32



Πρώτος κύκλος:

Η ΜΕ ζητάει από τη μνήμη τη θέση 70 για τον IR.

Η μνήμη απαντάει, και το περιεχόμενο φθάνει στον IR.

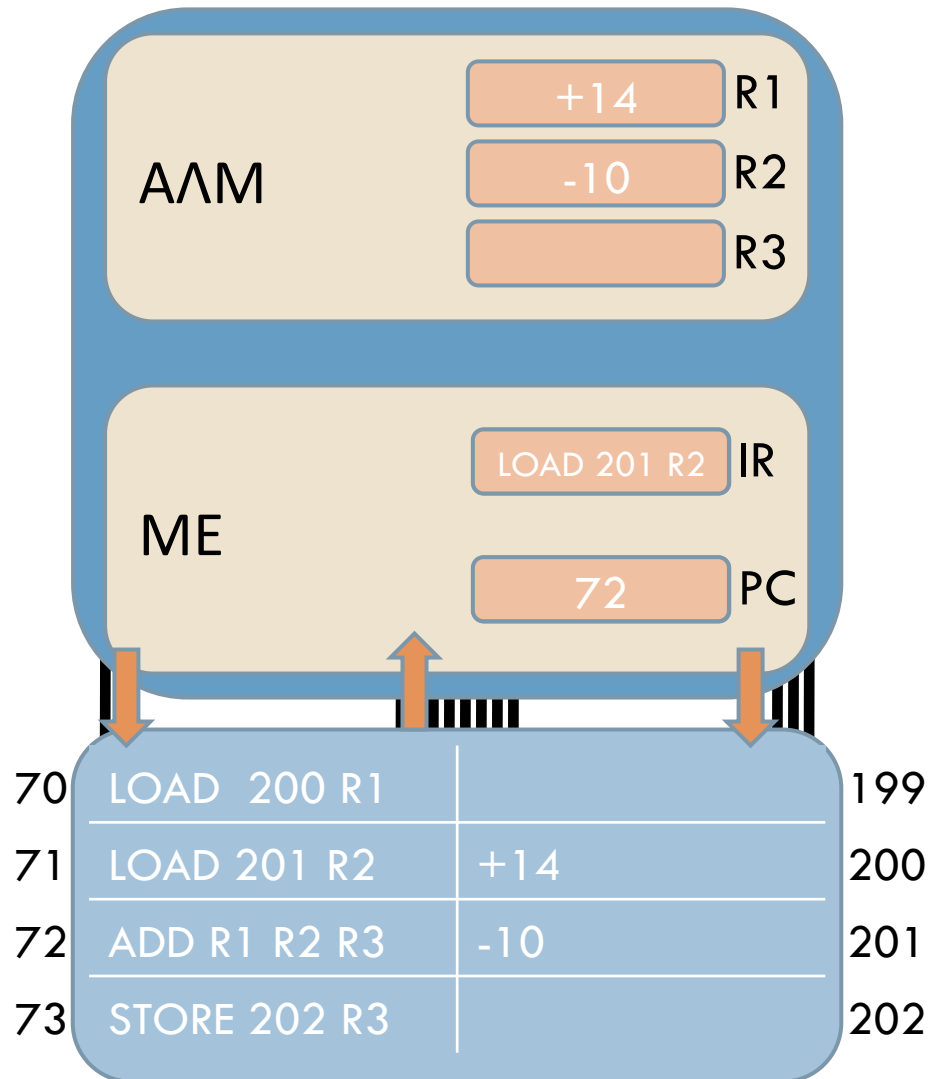
Η ΜΕ ερμηνεύει τον IR. Ζητάει από τη μνήμη τη θέση 200 για τον R1.

Η μνήμη απαντάει και το περιεχόμενο φθάνει στον R1.

Η ΜΕ αυξάνει τον PC κατά 1.

Ο κύκλος μηχανής: Παράδειγμα

33



Δεύτερος κύκλος:

Η ΜΕ ζητάει από τη μνήμη τη θέση 71 για τον IR.

Η μνήμη απαντάει, και το περιεχόμενο φθάνει στον IR.

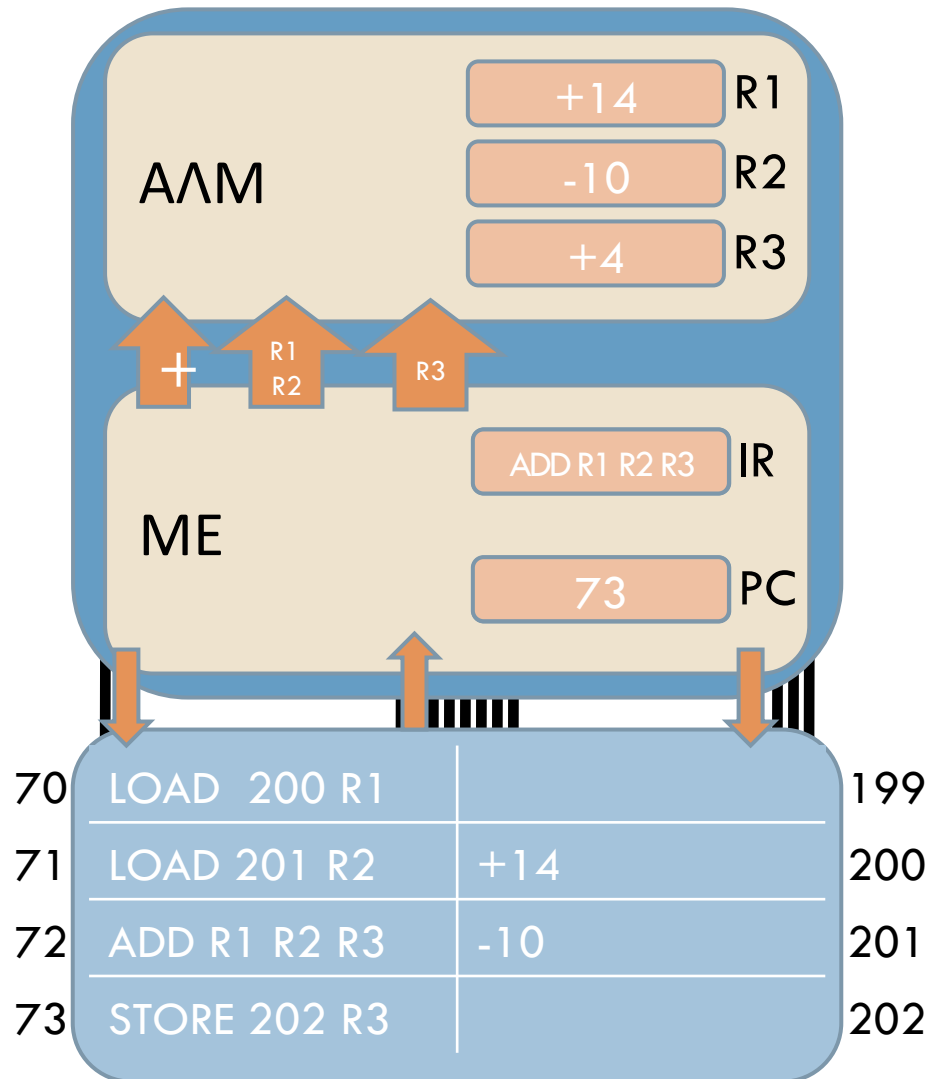
Η ΜΕ ερμηνεύει τον IR. Ζητάει από τη μνήμη τη θέση 201 για τον R2.

Η μνήμη απαντάει και το περιεχόμενο φθάνει στον R2.

Η ΜΕ αυξάνει τον PC κατά 1.

Ο κύκλος μηχανής: Παράδειγμα

34



Τρίτος κύκλος:

Η ΜΕ ζητάει από τη μνήμη τη θέση 72 για τον IR.

Η μνήμη απαντάει, και το περιεχόμενο φθάνει στον IR.

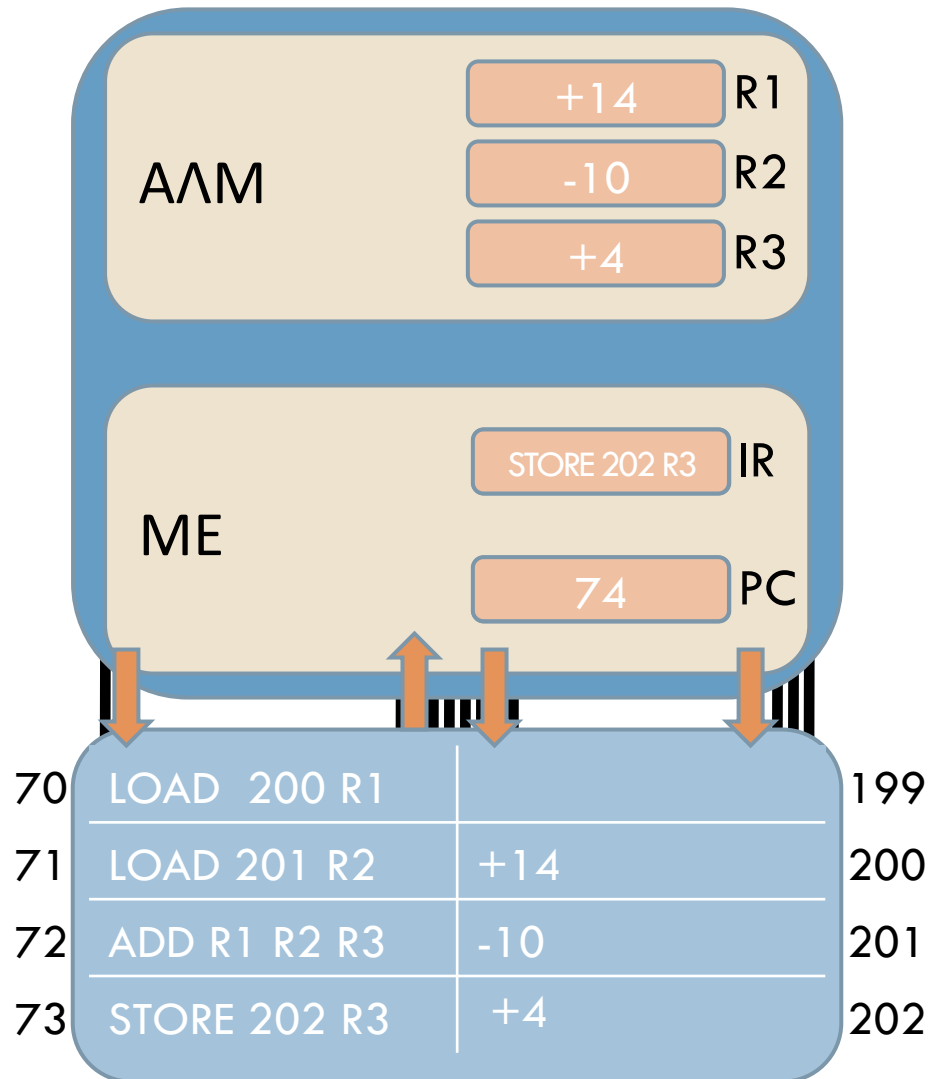
Η ΜΕ ερμηνεύει τον IR. Ζητάει από τη ΑΛΜ να προσθέσει τους R1, R2 και να βάλει το αποτέλεσμα στον R3.

Η ΑΛΜ εκτελεί την πράξη και βάζει το άθροισμα στον R3.

Η ΜΕ αυξάνει τον PC κατά 1.

Ο κύκλος μηχανής: Παράδειγμα

35



Τέταρτος κύκλος:

Η ΜΕ ζητάει από τη μνήμη τη θέση 73 για τον IR.

Η μνήμη απαντάει, και το περιεχόμενο φθάνει στον IR.

Η ΜΕ ερμηνεύει τον IR. Ζητάει από τη μνήμη να αντιγράψει τον R3 στη θέση 202.

Η μνήμη κάνει την αντιγραφή.

Η ΜΕ αυξάνει τον PC κατά 1.

Ξανά;

RAM και ROM: RAM

Η κύρια μνήμη αναφέρεται και ως **RAM** (*random-access memory, μνήμη τυχαίας προσπέλασης*), γιατί επιτρέπει να προσπελάζουμε τις λέξεις της με οποιαδήποτε σειρά. (Στη δευτερεύουσα μνήμη αυτό δεν ισχύει.)

Λέμε επίσης ότι είναι **πτητική**, γιατί τα περιεχόμενά της χάνονται όταν διακοπεί το ρεύμα. Επομένως χρησιμεύει μόνο για την προσωρινή αποθήκευση εντολών και δεδομένων, όσο υφίσταται η επεξεργασία. (Την μόνιμη αποθήκευση εξυπηρετεί η δευτερεύουσα μνήμη.)

RAM και ROM: ROM

37

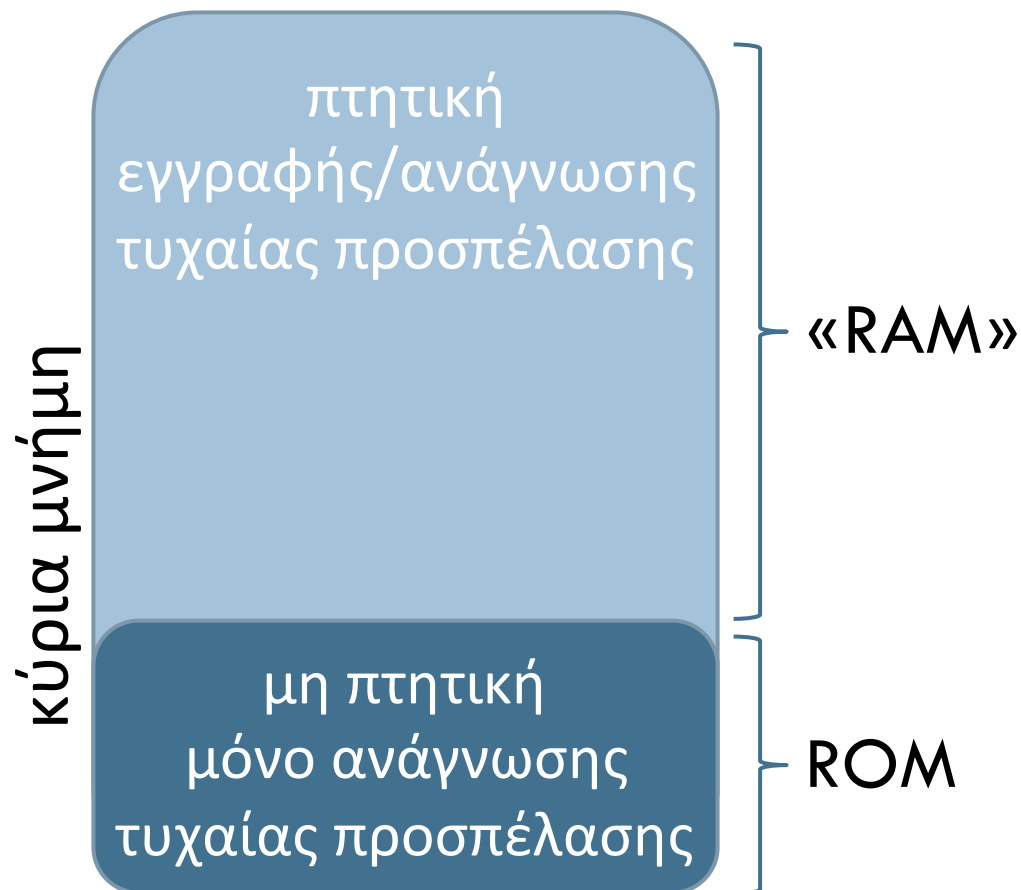
Όμως δεν είναι δυνατόν να είναι πτητική όλη η κύρια μνήμη. Σε κάποιο τμήμα της πρέπει οπωσδήποτε να είναι μη πτητική. Σε ποιο;

Στο τμήμα που περιέχει τις εντολές και τα δεδομένα που είναι απαραίτητα για την έναρξη του Η/Υ.

Σε αυτό το τμήμα, τα περιεχόμενα είναι μονίμως όπως ορίστηκαν από τον κατασκευαστή και ο Η/Υ χρειάζεται μόνο να τα διαβάσει, όχι να τα τροποποιεί. Έτσι, το συγκεκριμένο τμήμα της κύριας μνήμης αποκαλείται **ROM** (read-only memory, μνήμη μόνο ανάγνωσης).

RAM και ROM: Σύνοψη

38



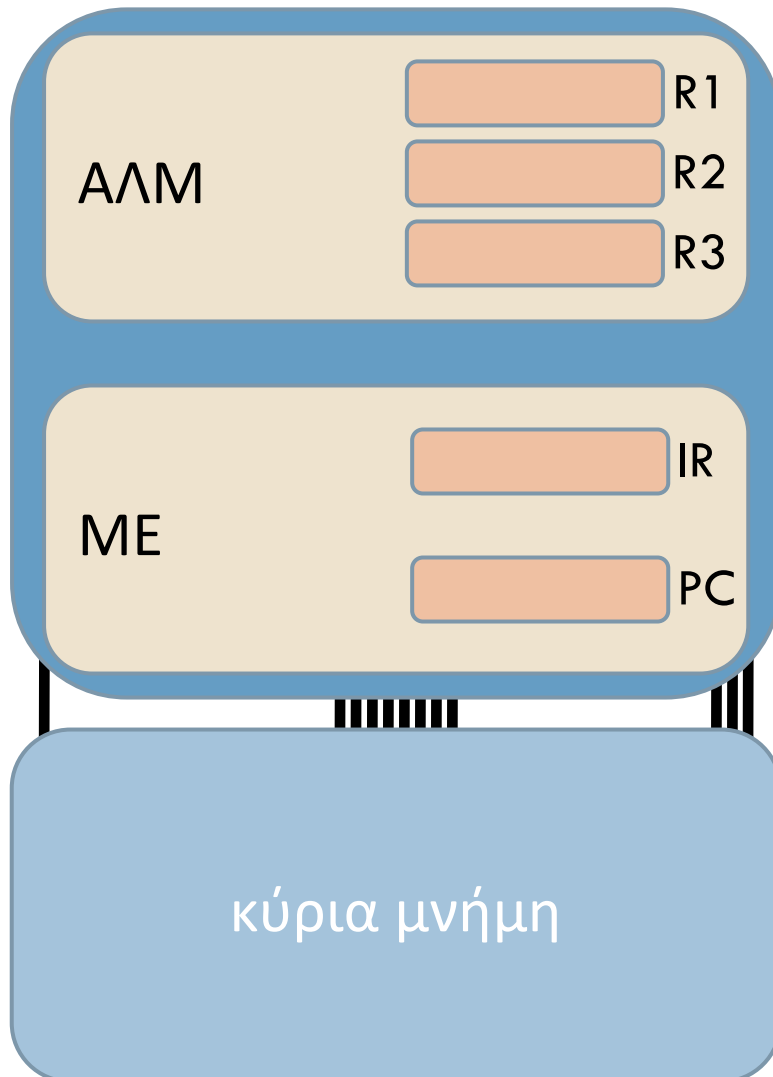
Η κύρια μνήμη είναι όλη τυχαίας προσπέλασης και παντού αναγνώσιμη.

Ένα τμήμα της είναι πτητικό, ένα άλλο όχι. Επιπλέον, το μη πτητικό τμήμα δεν επιτρέπει εγγραφές.

Συχνά, λέγοντας RAM εννοούμε (καταχρηστικά) μόνο το πτητικό τμήμα. Όμως η ROM είναι, φυσικά, και αυτή RAM.

Κρυφή μνήμη

39



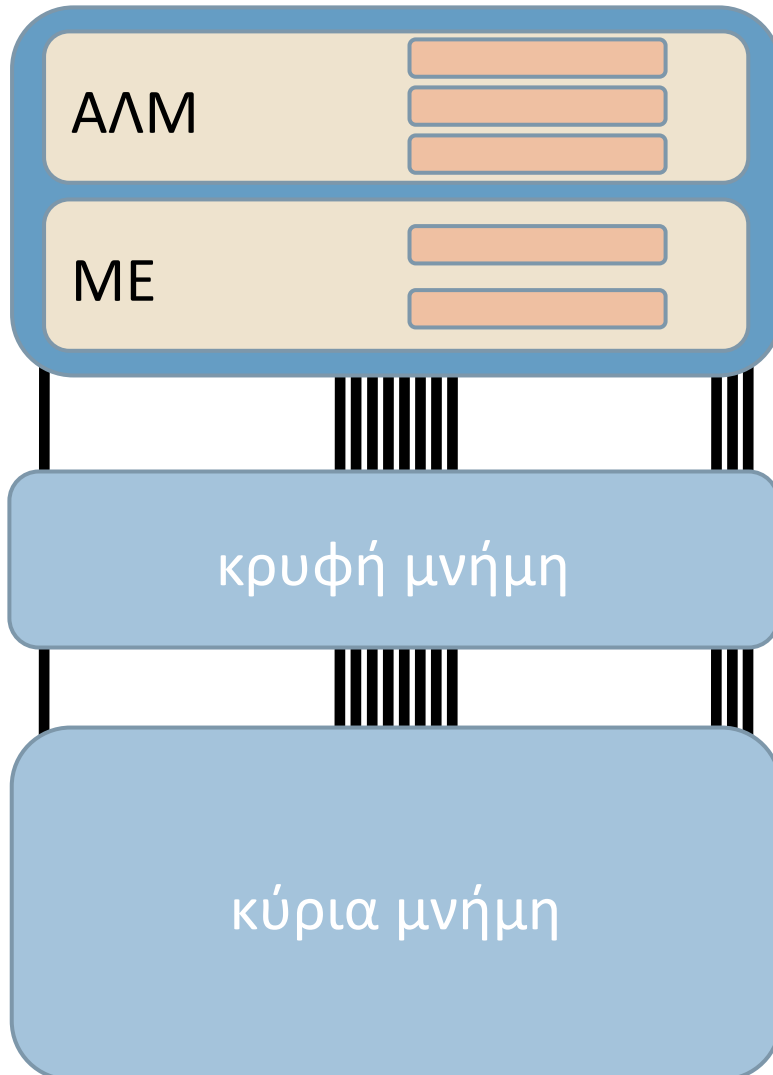
Μέχρι στιγμής οι χώροι αποθήκευσης που είδαμε είναι οι εξής:

- οι καταχωρητές:
 - ταχύτητα: πάρα πολύ μεγάλη
 - χώρος: πολύ μικρός

- η κύρια μνήμη:
 - ταχύτητα: μεγάλη
 - χώρος: μεγάλος

Κρυφή μνήμη

40

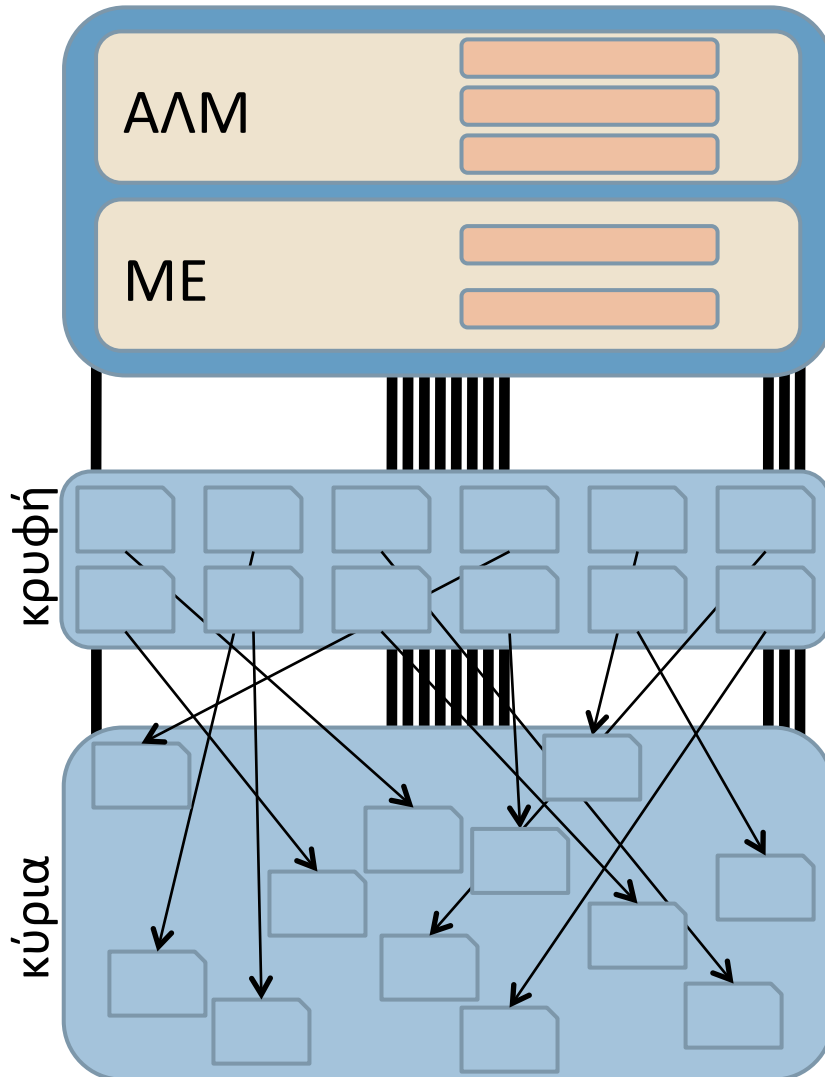


Συχνά προστίθεται και ένα ενδιάμεσο επίπεδο:

- οι καταχωρητές:
 - ταχύτητα: πάρα πολύ μεγάλη
 - χώρος: πολύ μικρός
- η κρυφή μνήμη:
 - ταχύτητα: πολύ μεγάλη
 - χώρος: μικρός
- η κύρια μνήμη:
 - ταχύτητα: μεγάλη
 - χώρος: μεγάλος

Κρυφή μνήμη

41



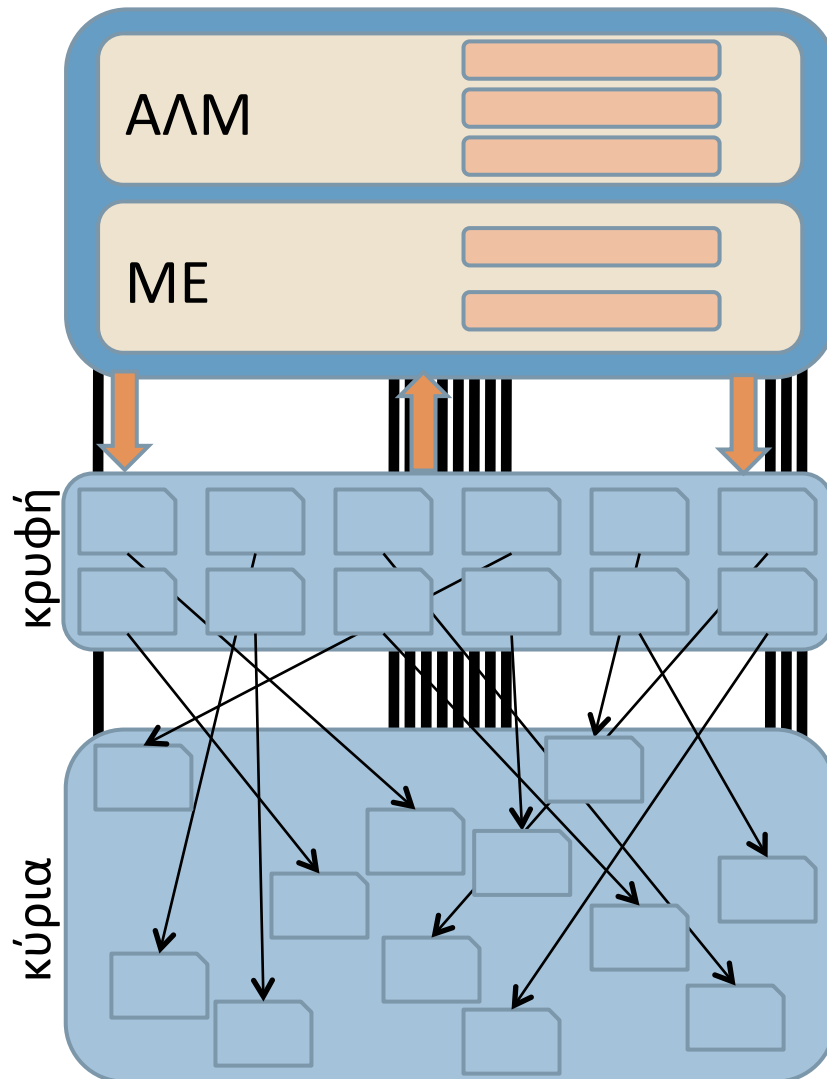
Η **κρυφή μνήμη** (*cache memory*) μεσολαβεί μεταξύ ΚΜΕ και κύριας μνήμης. Είναι ταχύτερη της κύριας μνήμης, αλλά βραδύτερη των καταχωρητών.

Ανά πάσα στιγμή περιέχει αντίγραφα θέσεων της κύριας μνήμης.

Η κύρια μνήμη προσπελάζεται μόνο όποτε η ζητούμενη θέση δεν βρίσκεται ήδη στην κρυφή.

Κρυφή μνήμη: Ανάγνωση

42



Κατά την ανάγνωση μιας λέξης:

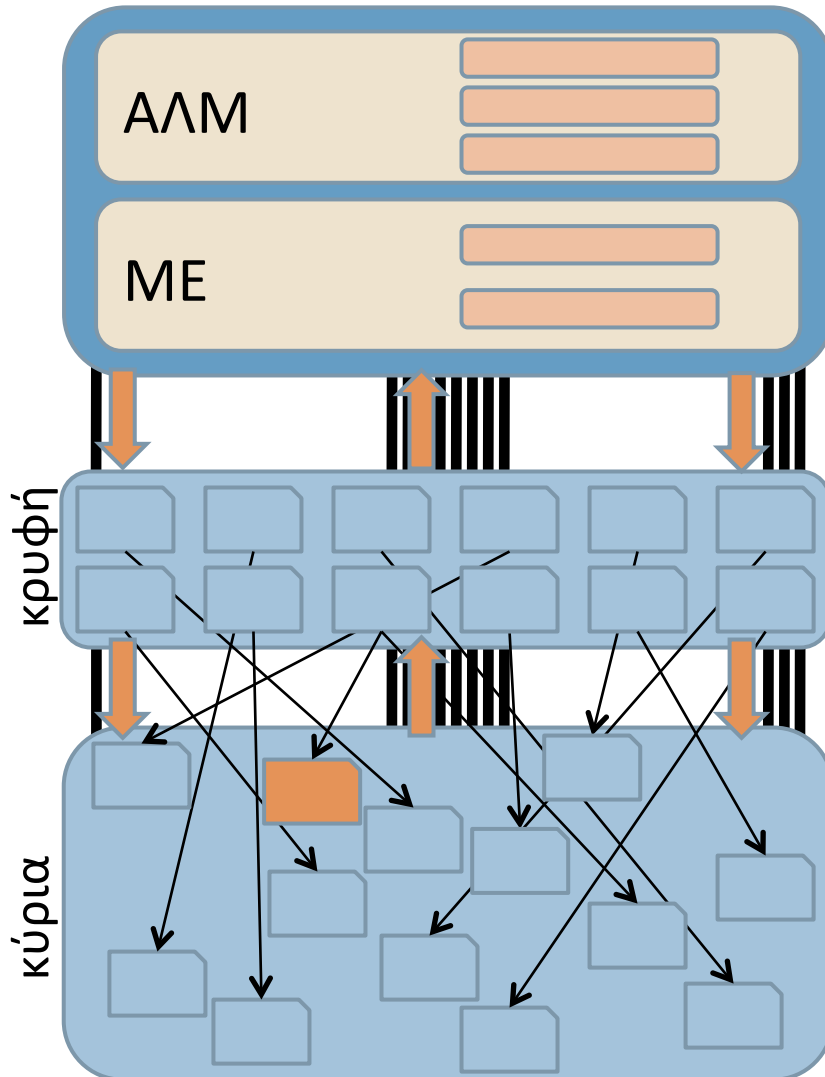
Η ΚΜΕ αναζητάει τη λέξη στην κρυφή μνήμη, όχι στην κύρια.

Αν η λέξη υπάρχει ήδη στην κρυφή μνήμη, επιστρέφεται.

Αν όχι...

Κρυφή μνήμη: Ανάγνωση

43



Κατά την ανάγνωση μιας λέξης:

Η ΚΜΕ αναζητάει τη λέξη στην κρυφή μνήμη, όχι στην κύρια.

Αν η λέξη υπάρχει ήδη στην κρυφή μνήμη, επιστρέφεται.

Αν όχι...

τότε ζητείται από την κύρια.

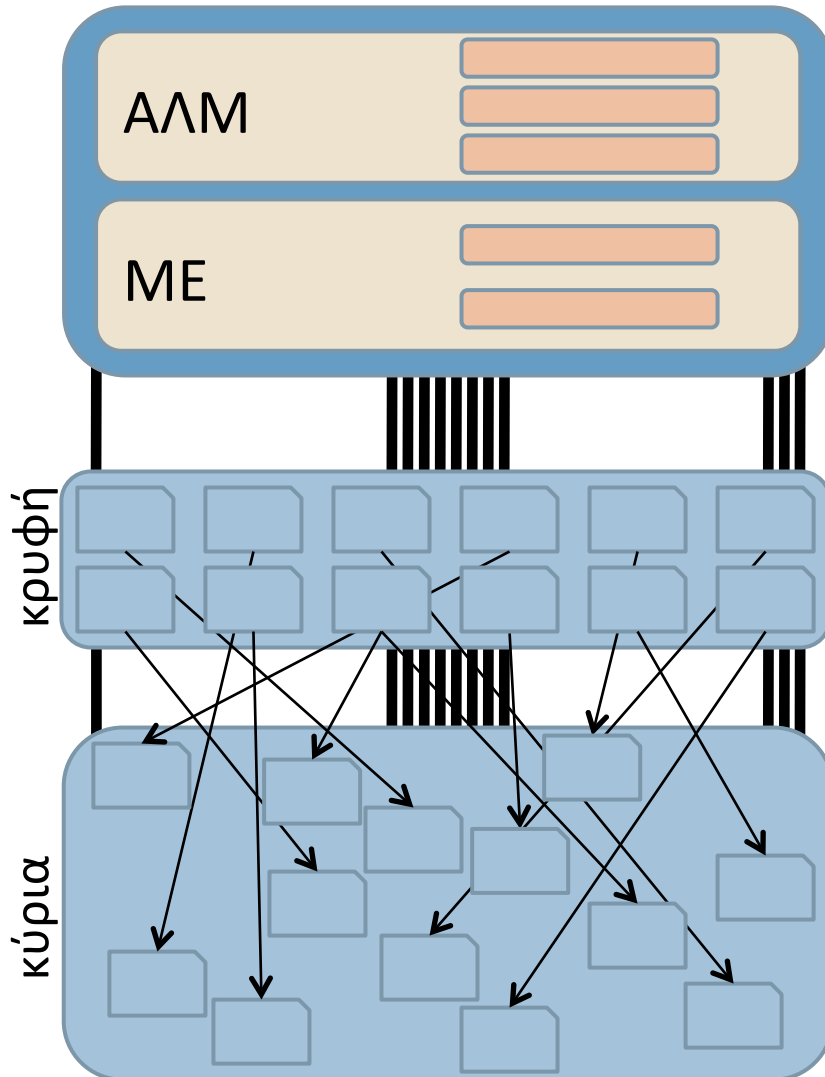
Η κύρια μνήμη την επιστρέφει.

Κάποια λέξη της κρυφής αντικαθίσταται από την νέα.

Η νέα λέξη επιστρέφεται.

Κρυφή μνήμη: Εγγραφή

44

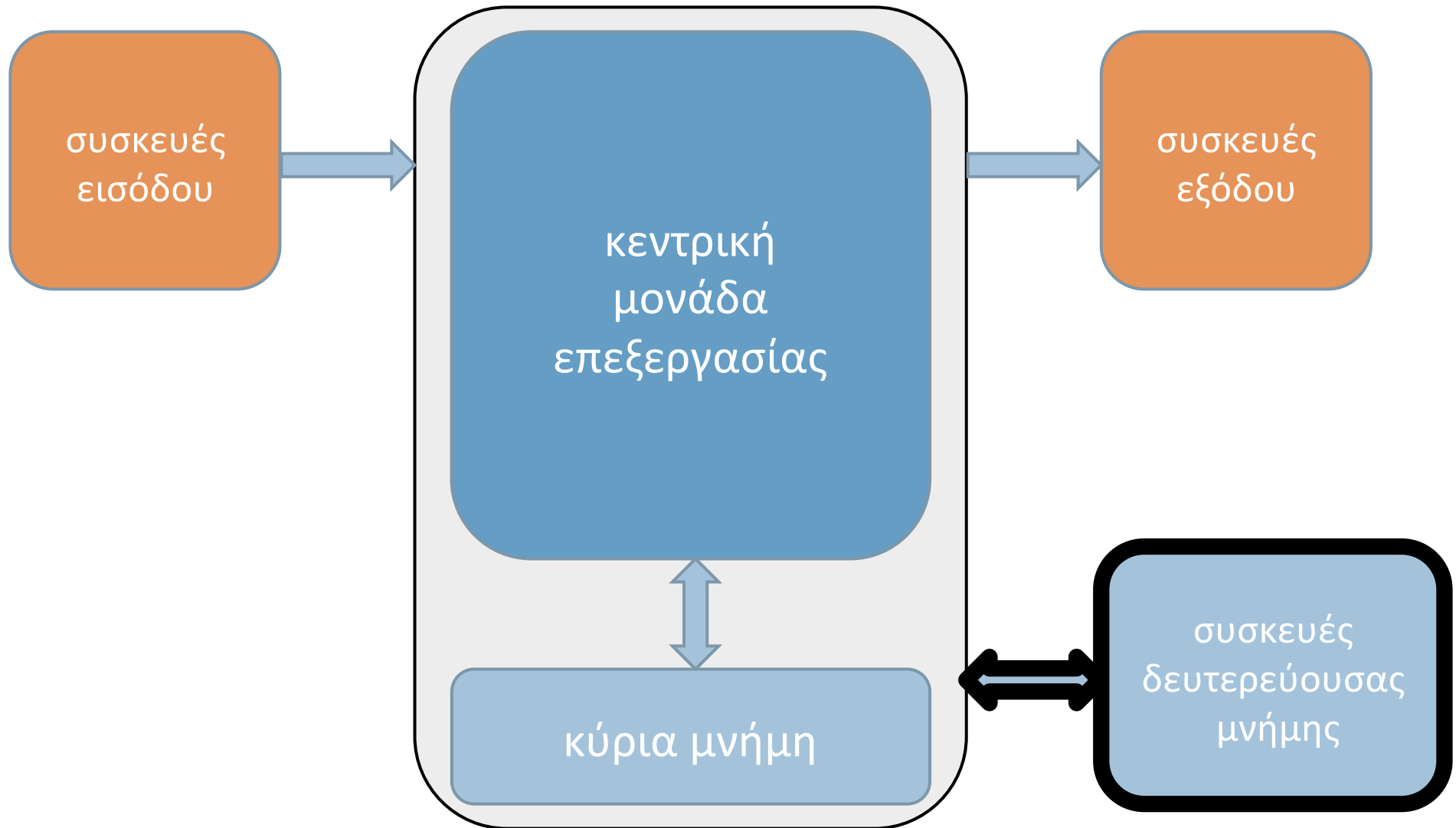


Κατά την εγγραφή λέξης, η διαδικασία είναι ελαφρώς πιο περίπλοκη.

Όμως η βασική ιδέα είναι η ίδια: η κύρια μνήμη πρέπει να προσπελάζεται μόνο εφόσον είναι απολύτως απαραίτητο.

Δευτερεύουσα μνήμη

45



Δευτερεύουσα μνήμη

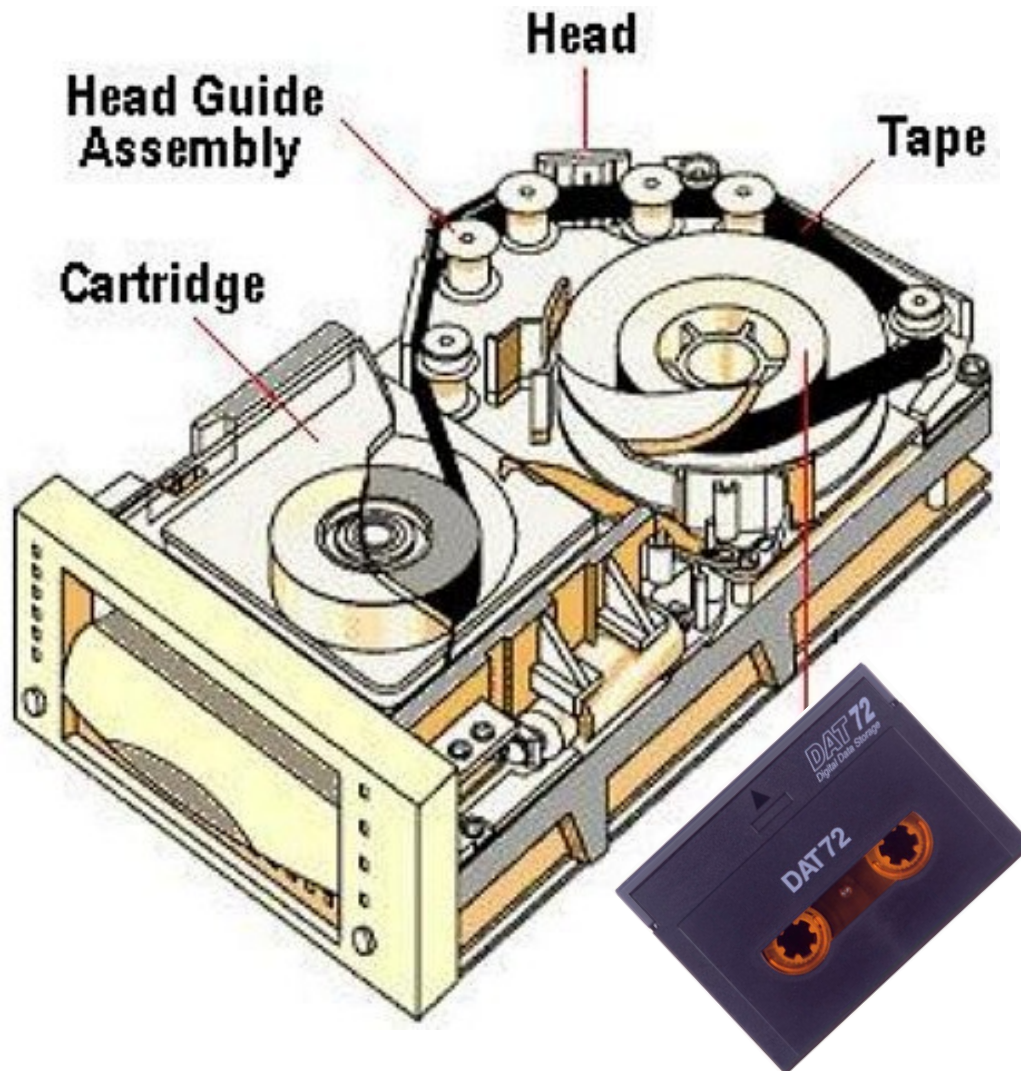
Η κύρια μνήμη είναι *περιορισμένη* και *πτητική* (στο εγγράψιμο τμήμα της).

Επομένως είναι σημαντικό να υπάρχουν και άλλες συσκευές αποθήκευσης, όπου εντολές και δεδομένα να μπορούν να διατηρούνται όσο ο υπολογιστής δεν λειτουργεί ή όσο αυτά δεν υφίστανται επεξεργασία.

Λέμε ότι οι συσκευές αυτές συνιστούν τη **δευτερεύουσα** ή **βοηθητική μνήμη** (secondary/auxiliary memory). Κάποιες από αυτές εγκαθίστανται στον Η/Υ κατά την αρχική του συναρμολόγηση. Άλλες μπορούν να εγκαθίστανται και να απεγκαθίστανται αργότερα κατά βούληση.

Δευτερεύουσα μνήμη: Μαγνητικές ταινίες

47



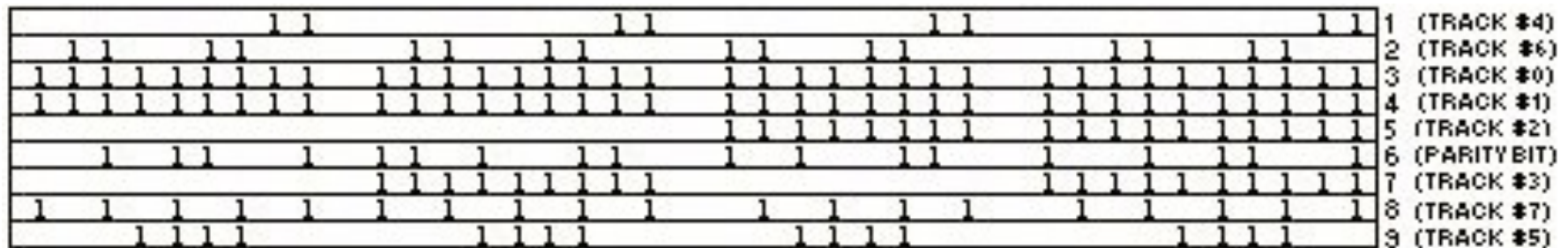
Στην **μαγνητική ταινία** (*magnetic tape*) τα μπιτ αναπαρίστανται πάνω σε μαγνητικό υλικό που καλύπτει την επιφάνεια μιας πλαστικής ταινίας.

Για την προσπέλαση ενός σημείου της επιφάνειας, η ταινία περιστρέφεται μέχρι το ζητούμενο σημείο να βρεθεί κάτω από την (σταθερή) κεφαλή εγγραφής / ανάγνωσης.

Δευτερεύουσα μνήμη: Μαγνητικές ταινίες

48

Η ταινία χωρίζεται σε 9 τροχιές (*tracks*). Σε κάθε τροχιά, κάθε θέση αναπαριστά 1 μπιτ.



Κάθε κατακόρυφη ομάδα 9 θέσεων αναπαριστά 1 μπάιτ:

- 8 θέσεις αναπαριστούν τα 8 μπιτ του μπάιτ, και
- η 9^η αναπαριστά ένα **μπιτ ισοτιμίας**.

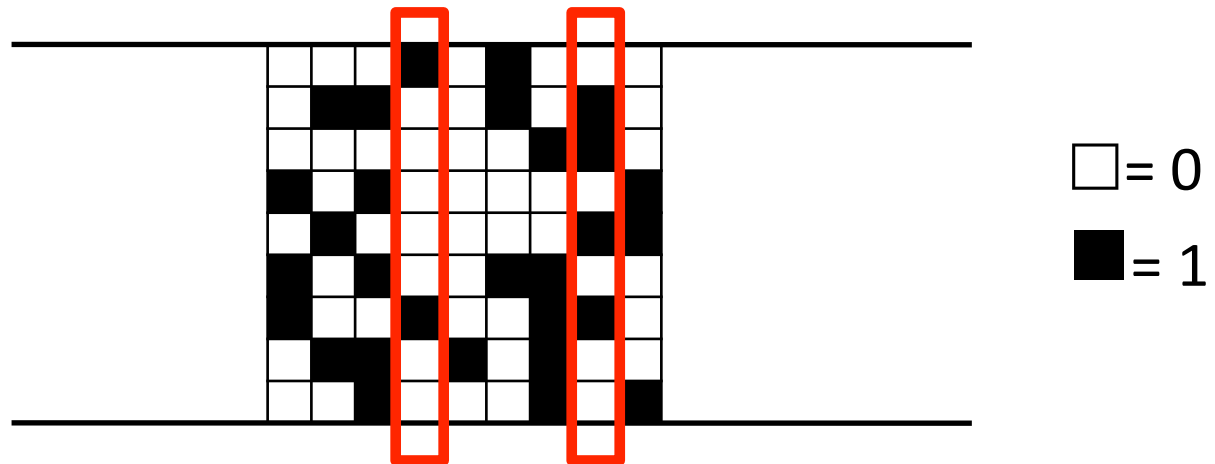
(Δηλαδή ένα μπιτ που είναι 0 ή 1 έτσι ώστε η ομάδα να έχει συνολικά περιττό πλήθος από 1. Έτσι, αν ένα εκ των 9 μπιτ αντιγραφεί λάθος, το καταλαβαίνουμε.)

Δευτερεύουσα μνήμη: Μαγνητικές ταινίες

49

Ερώτηση: Στο παρακάτω απόκομμα μαγνητικής ταινίας, κάποια μπάιτ έχουν αντιγραφεί λάθος. Ποια;

Απάντηση:



Κάθε στήλη με άρτιο πλήθος από 1 περιέχει σφάλμα. Διότι: Ξέρουμε ότι το μπιτ ισοτιμίας είχε επιλέξει την τιμή του έτσι ώστε το πλήθος των 1 στη στήλη να γίνει περιττό· όμως τώρα το πλήθος των 1 είναι άρτιο· άρα πρέπει να μεσολάβησε κάποιο σφάλμα.

Δευτερεύουσα μνήμη: Μαγνητικές ταινίες

50

Η μαγνητική ταινία ήταν η πρώτη συσκευή μαζικής βοηθητικής αποθήκευσης.

Βασικό μειονέκτημα: η μικρή ταχύτητα ανάκτησης των δεδομένων, λόγω της σειριακής προσπέλασής τους (πριν προσπελάσουμε ένα μπάιτ, πρέπει να διατρέξουμε όλα τα προηγούμενα).

Βασικό πλεονέκτημα: το μικρό κόστος.

Σήμερα χρησιμοποιείται κυρίως για την απόθήκευση αντιγράφων ασφαλείας (*backup*).



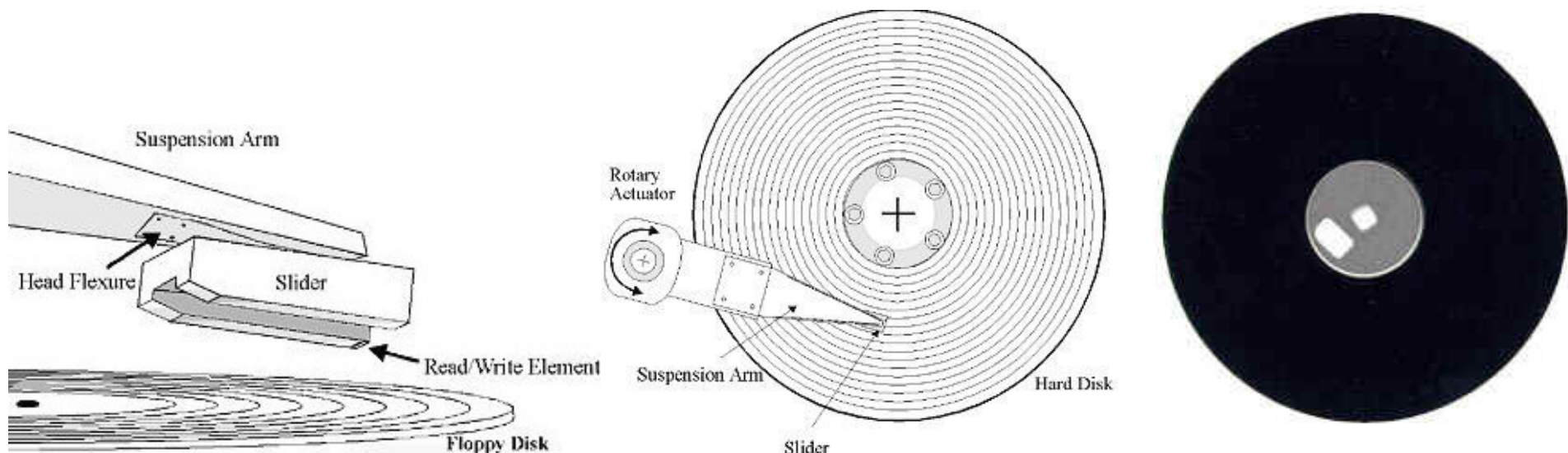
Δευτερεύουσα μνήμη: Μαγνητικοί δίσκοι

51

Στον **μαγνητικό δίσκο** (*magnetic disk*) η αρχή λειτουργίας είναι παρόμοια με αυτή των μαγνητικών ταινιών.

Τώρα το μαγνητικό υλικό καλύπτει έναν δίσκο. Και η προσπέλαση ενός σημείου της επιφάνειας απαιτεί:

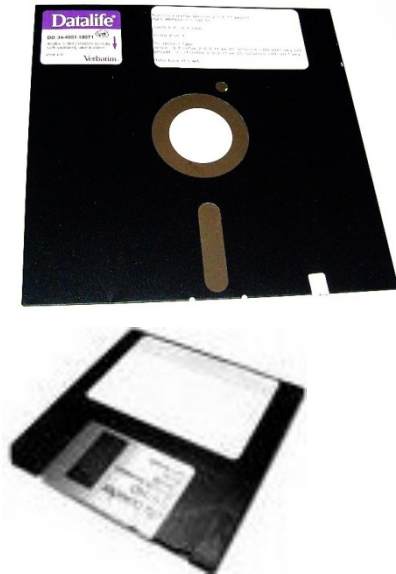
- να περιστραφεί ο δίσκος, αλλά και
- να μετατοπιστεί η κεφαλή.



Δευτερεύουσα μνήμη: Μαγνητικοί δίσκοι

52

Ένας **εύκαμπτος δίσκος (floppy disk)** περιέχει μόνο 1 μαγνητικό δίσκο, και είναι φορητός.



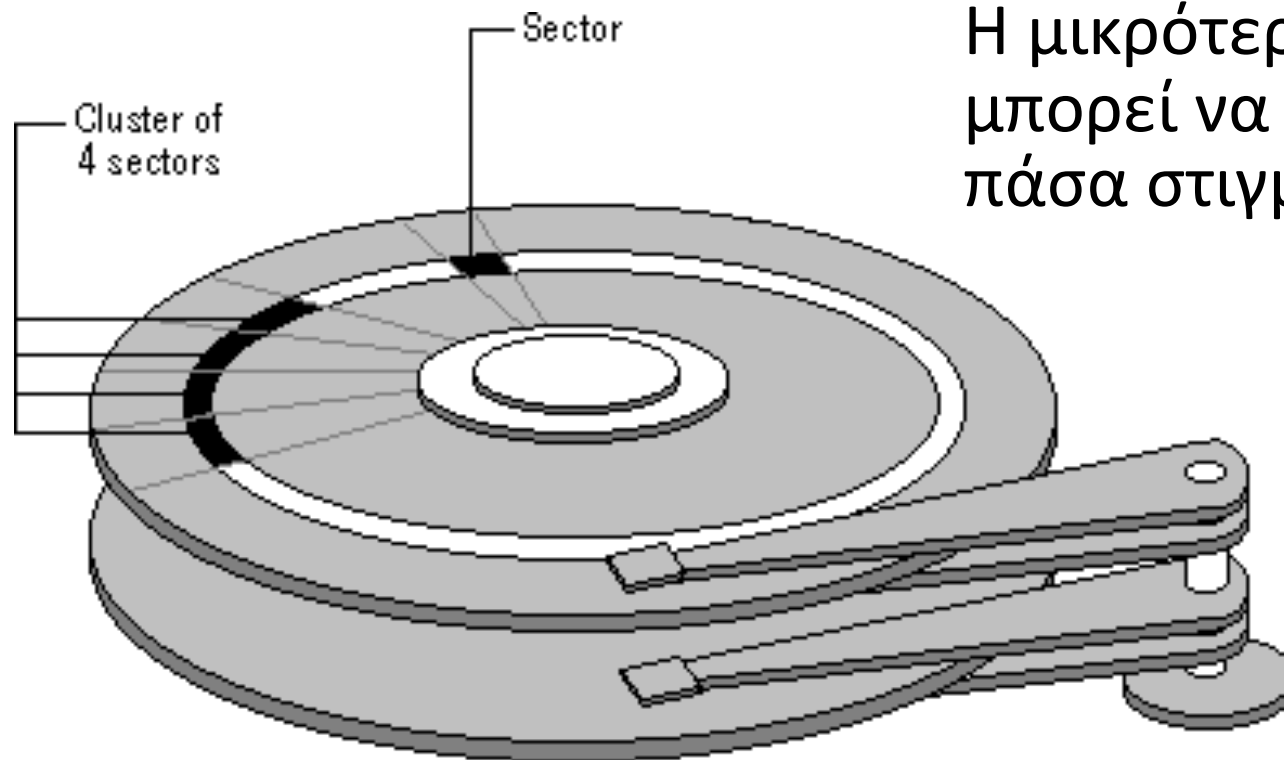
Ένας **σκληρός δίσκος (hard disk)** περιέχει πολλούς μαγνητικούς δίσκους, τον έναν επάνω στον άλλον.



Δευτερεύουσα μνήμη: Μαγνητικοί δίσκοι

53

Κάθε μαγνητικός δίσκος διαιρείται σε **τροχιές** (*tracks*) και κάθε τροχιά σε **τομείς** (*sectors*). Κάθε ομάδα αντίστοιχων τροχιών από διαφορετικούς δίσκους λέγεται **κύλινδρος** (*cylinder*).



Η μικρότερη ομάδα μπιτ που μπορεί να προσπελάζεται ανά πάσα στιγμή είναι ο τομέας.

Δευτερεύουσα μνήμη: Μαγνητικοί δίσκοι

54

Ερώτηση: Σκληρός δίσκος έχει **8** επιφάνειες, **1024** κύλινδρους, **64** τομείς ανά τροχιά, και **512** μπάιτ ανά τομέα. Ποια είναι η χωρητικότητά του;

Απάντηση:

512 μπάιτ/τομέα	⇒	2^9 μπάιτ/τομέα
64 τομείς/τροχιά	⇒	2^6 τομείς/τροχιά
1024 κύλινδροι	⇒	2^{10} τροχιές/επιφάνεια
<hr/>		
		2^{25} μπάιτ/επιφάνεια
8 επιφάνειες	⇒	2^3 επιφάνειες
<hr/>		
		2^{28} μπάιτ = 256 MB

Δευτερεύουσα μνήμη: Οπτικοί δίσκοι

55

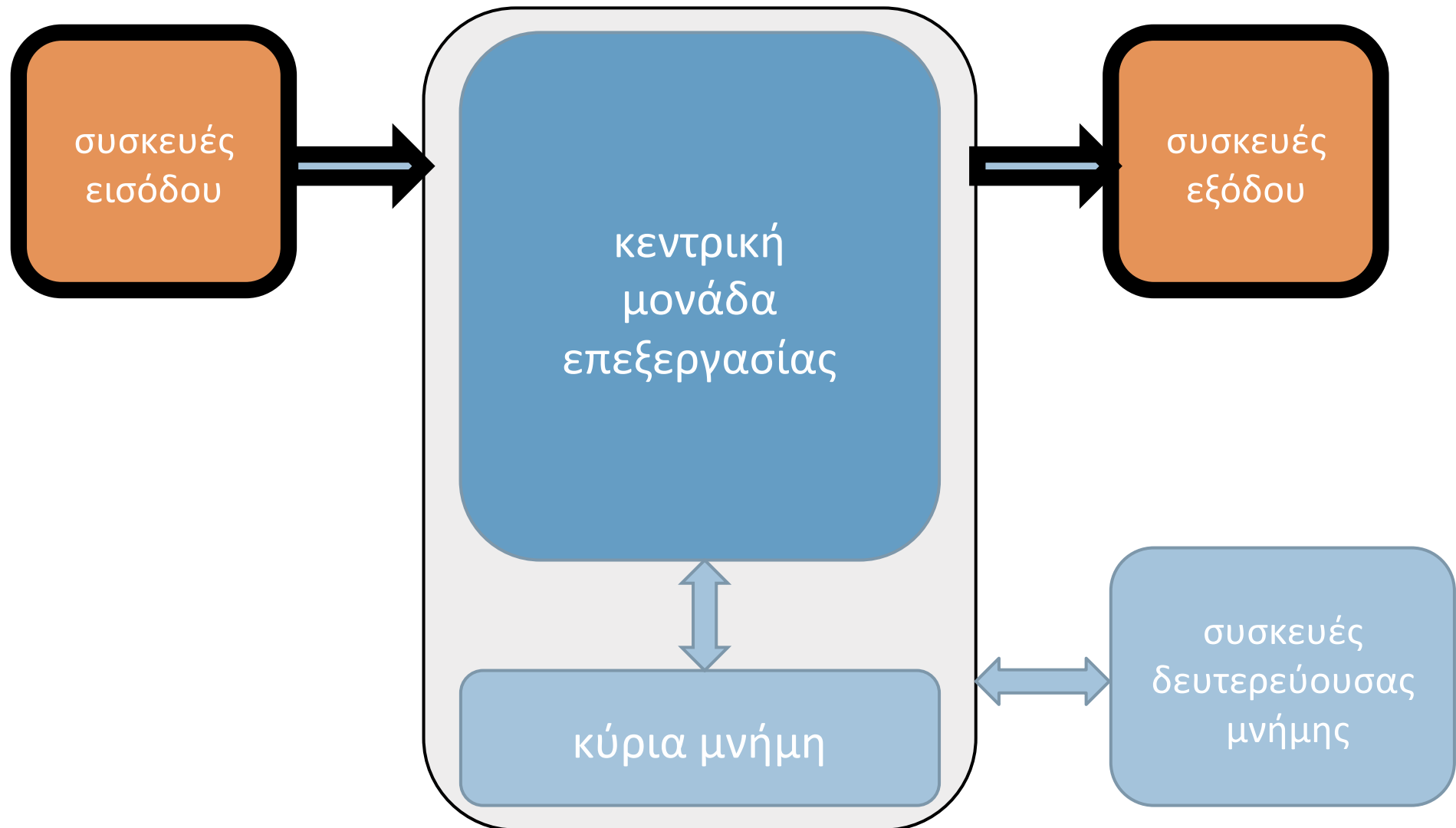
Στον **οπτικό δίσκο** (*optical disk*) τα μπιτ αναπαριστώνται μέσω των εσοχών και εξοχών της επιφάνειας του δίσκου. Η κεφαλή ανάγνωσης εκπέμπει δέσμη λέιζερ και ανιχνεύει τις διαφορές στην ανακλασμένη ακτίνα.



CD (compact disk), CD-ROM, CD-R (recordable), CD-RW (rewritable), DVD (digital versatile disk), DVD-ROM, DVD-R, DVD-RW,...

Συσκευές εισόδου και εξόδου

56



Συσκευές εισόδου

57



πληκτρολόγιο



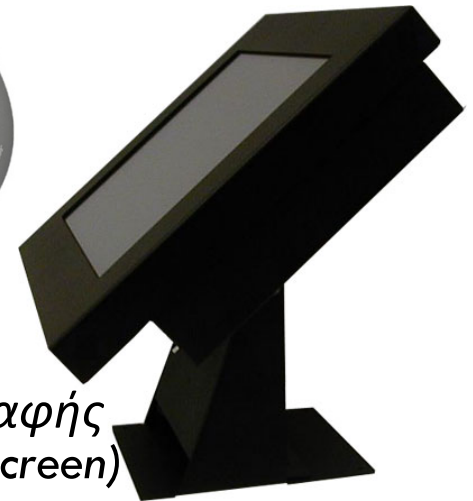
ποντίκι



χειριστήριο
(joystick)



ιχνόσφαιρα
(trackball)



οθόνη αφής
(touch screen)



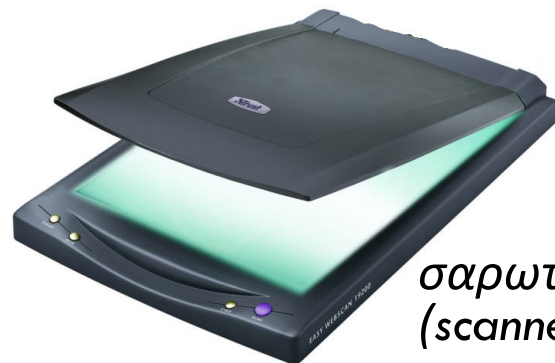
κάμερα
(webcam)



μικρόφωνο



πίνακας ψηφιοποίησης
(graphics tablet)



σαρωτής
(scanner)

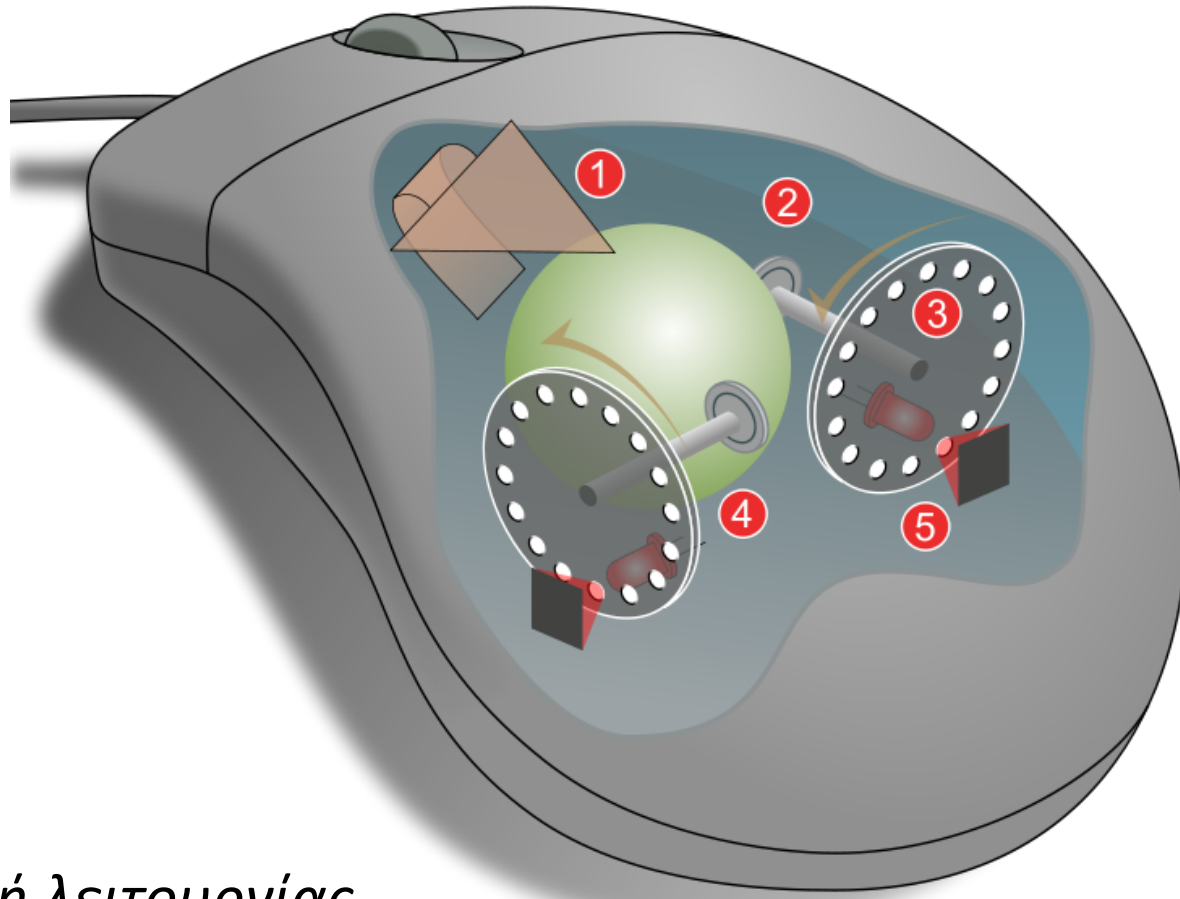
αναγνώστης
καρτών
(card reader)



αναγνώστης
ραβδοκώδικα
(barcode reader)

Πώς λειτουργεί το ποντίκι;

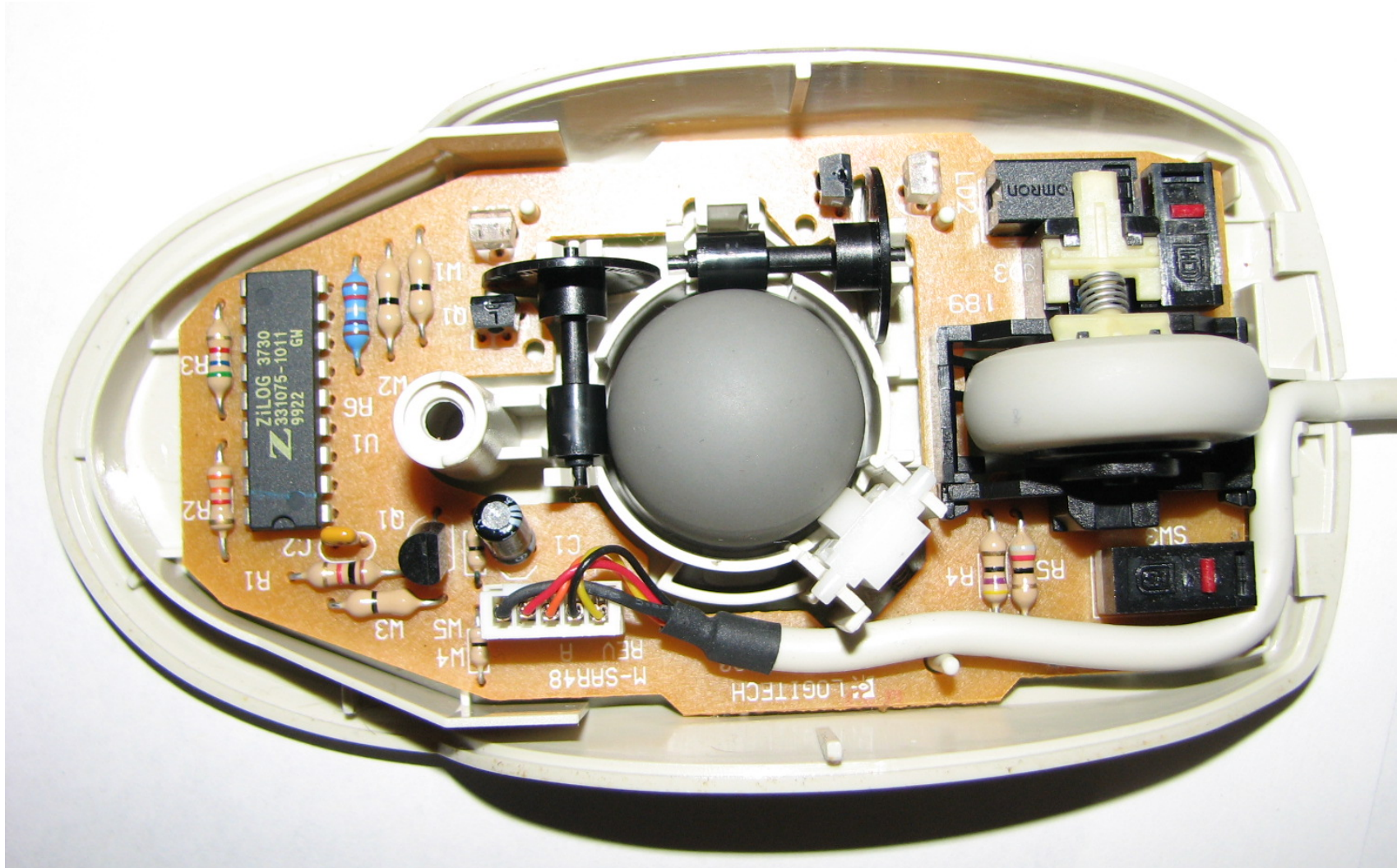
58



*Αρχή λειτουργίας
του μηχανικού ποντικιού.*

Πώς λειτουργεί το ποντίκι;

59



Πώς λειτουργεί το ποντίκι;

60

Το πρώτο ποντίκι.

*Εφεύρεση
του 1968
από τον
D. Engelbart.*

*Παρόμοιες
αρχές διέπουν
τη λειτουργία
και άλλων
καταδεικτικών
συσκευών
(ιχνόσφαιρα,
οπτικό ποντίκι,
χειριστήριο,
οθόνη αφής,
κ.λπ.).*



Συσκευές εξόδου

61



οθόνη



εκτυπωτής



ηχεία



σχεδιαστικό
(plotter)



προβολικό
(projector)



synthesizer

Οθόνες: Βασικές κατηγορίες

62

▣ **καθοδικών ακτίνων (cathod ray tube, CRT)**

- παλαιότερη τεχνολογία
- μεγάλο μέγεθος - βάρος
- μεγάλη κατανάλωση ενέργειας



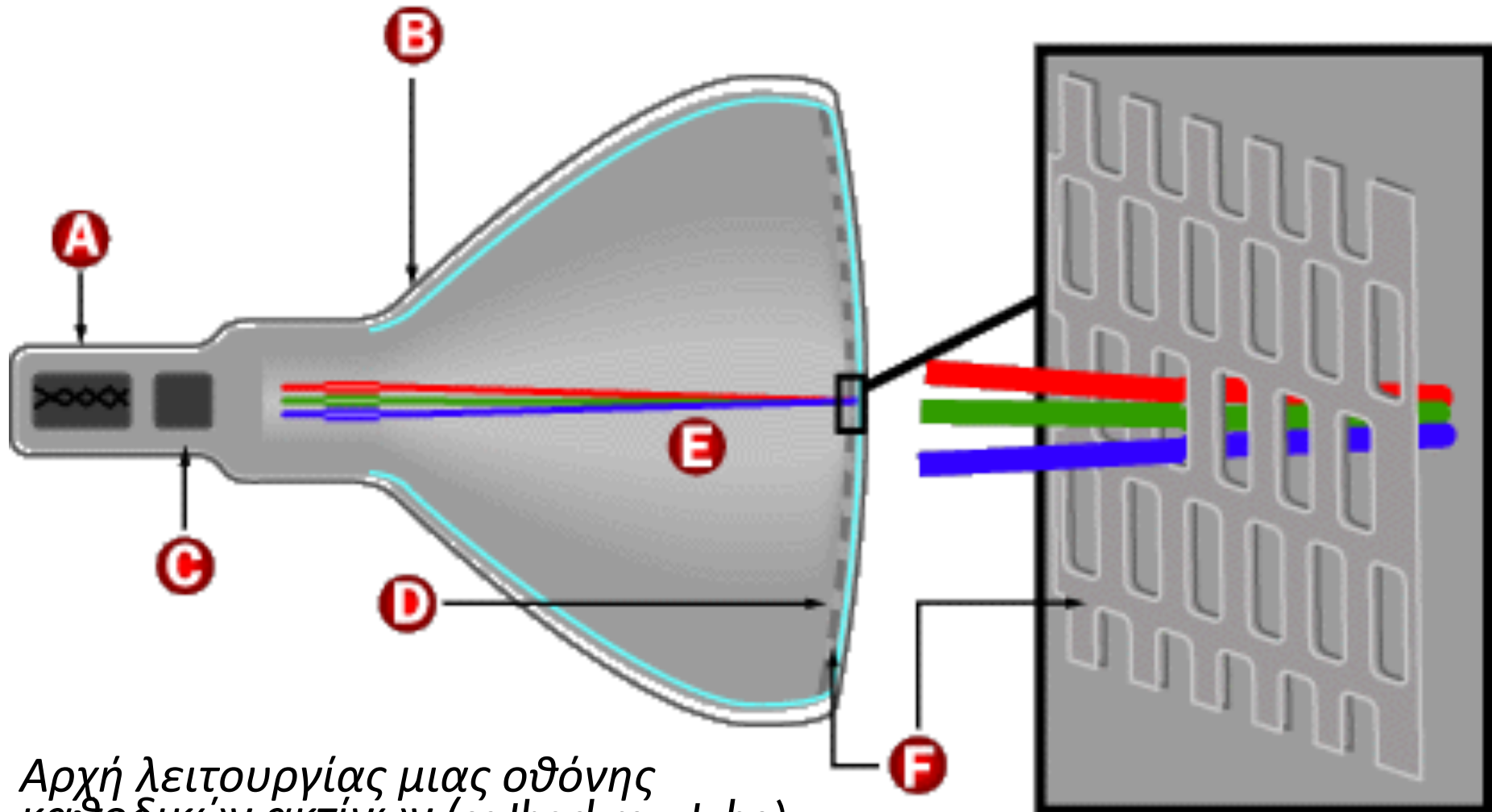
▣ **υγρών κρυστάλλων (Liquid Crystal Display, LCD)**

- αναβαθμισμένη ποιότητα εικόνας
- μικρό μέγεθος - βάρος
- υψηλότερο κόστος



Οθόνες: Μια αρχή λειτουργίας

63



Αρχή λειτουργίας μιας οθόνης
καθοδικών ακτίνων (cathod ray tube).

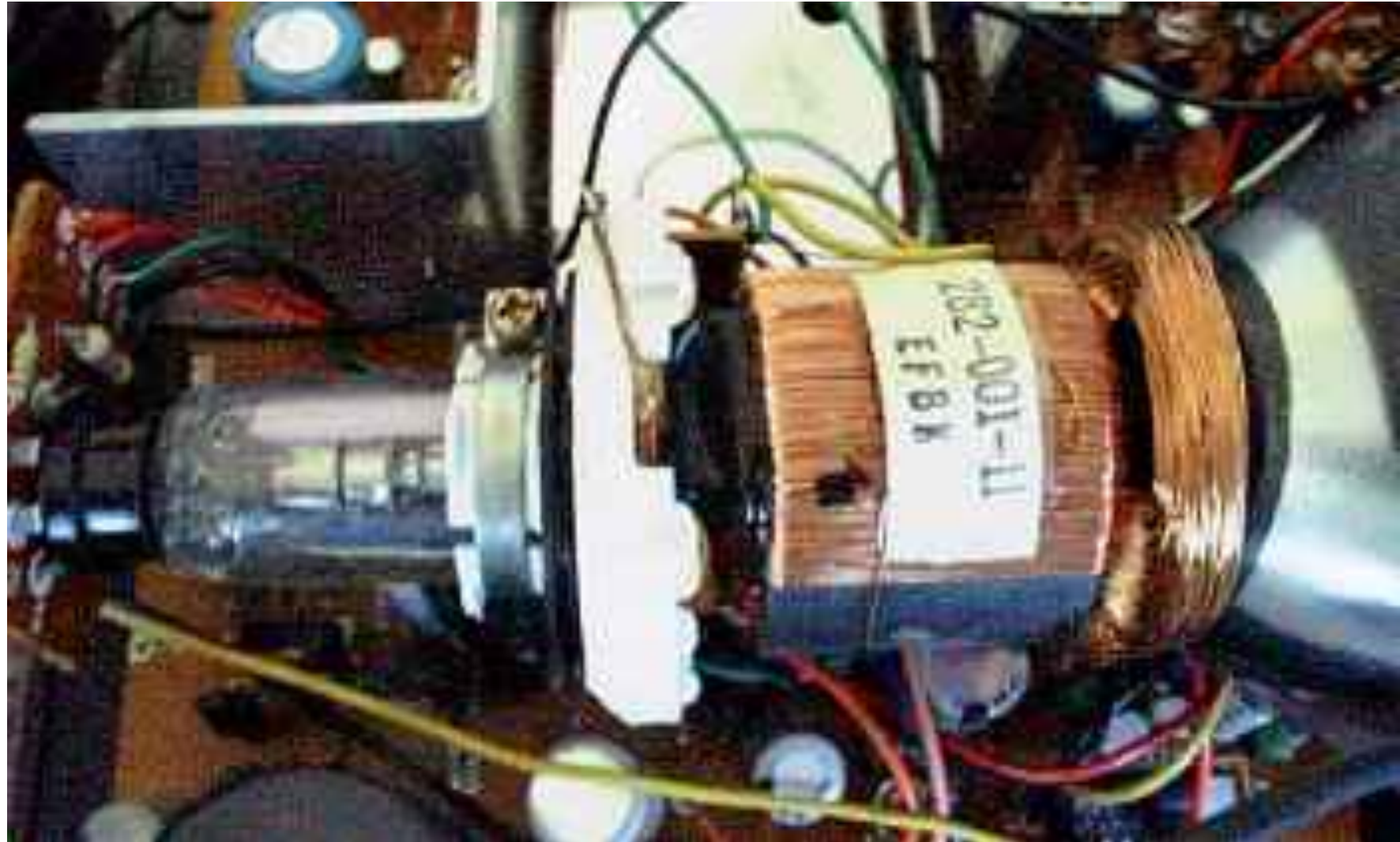
Οθόνες: Μια αρχή λειτουργίας

64



Οθόνες: Μια αρχή λειτουργίας

65



Οθόνες: Βασικά χαρακτηριστικά

- 1. Διάσταση.** Το μήκος της διαγωνίου, σε ίντσες: 15", 17 " κ.λπ. Μεγάλη διάσταση \Rightarrow ξεκούραστη εικόνα.
- 2. Ανάλυση.** Το πλήθος των πίξελ: 640x480, 800x600, κ.λπ. Μεγάλη ανάλυση \Rightarrow ευκρινής εικόνα.
- 3. Απόσταση κουκκίδων (pixel-pitch).** Η απόσταση μεταξύ γειτονικών κουκκίδων: 0,24mm, 0,20mm, κ.λπ. Μικρή απόσταση \Rightarrow ευκρινής εικόνα.
- 4. Συχνότητα ανανέωσης.** Πόσο συχνά ξαναπροβάλλεται η εικόνα: 72 Hz, 96 Hz, κ.λπ. Μεγάλη συχνότητα \Rightarrow ξεκούραστη εικόνα.
- 5. Βάθος χρώματος.** Πόσα μπιτ/πίξελ: 16, 24, κ.λπ. Μεγάλο βάθος \Rightarrow πολλά διαφορετικά χρώματα.
- 6. Ένταση της ακτινοβολίας.** Πόσο ισχυρή η ακτινοβολία. Υπάρχουν διάφορα πρότυπα: MPRII, TCO, ELF&VLF κλπ.

Εκτυπωτές: Βασικές κατηγορίες

67

- **Κρουστικοί (dot-matrix):**

Παλιά τεχνολογία, σαν της γραφομηχανής. Μελανοταινία μεταξύ κινούμενης κεφαλής και χαρτιού. Η κεφαλή είναι πίνακας ακίδων. Χαμηλό κόστος, χαμηλή ποιότητα.

- **Έκχυσης μελάνης (inkjet):**

Νεότερη τεχνολογία. Σταγόνες μελάνης ψεκάζονται προς το χαρτί από κινούμενη κεφαλή. Καλή ποιότητα, φθηνή αγορά, ακριβή συντήρηση.

- **Laser:**

Τεχνολογία παρόμοια με των φωτοτυπικών, με χρήση laser στο στάδιο της έκθεσης. Υψηλή ποιότητα, μεγάλη ταχύτητα, ακριβή αγορά, φθηνότερη εκτύπωση ανά σελίδα.



Στόχοι

- Να περιγράψουμε τα εξαρτήματα και τη λειτουργία μιας **μηχανής Eckert-von Neumann**.
- Να περιγράψουμε από τι αποτελείται και πώς λειτουργεί η **κεντρική μονάδα επεξεργασίας**.
- Να περιγράψουμε πώς οργανώνεται και πώς προσπελάζεται η **κύρια μνήμη** του Η/Υ.
- Να περιγράψουμε τα στάδια του **κύκλου μηχανής** τύπου «**φέρε-εκτέλεσε**».
- Να περιγράψουμε βασικά είδη και χαρακτηριστικά των συσκευών **δευτερεύουσας μνήμης**.
- Να περιγράψουμε τα βασικά είδη και χαρακτηριστικά των **συσκευών εισόδου** και των **συσκευών εξόδου**.