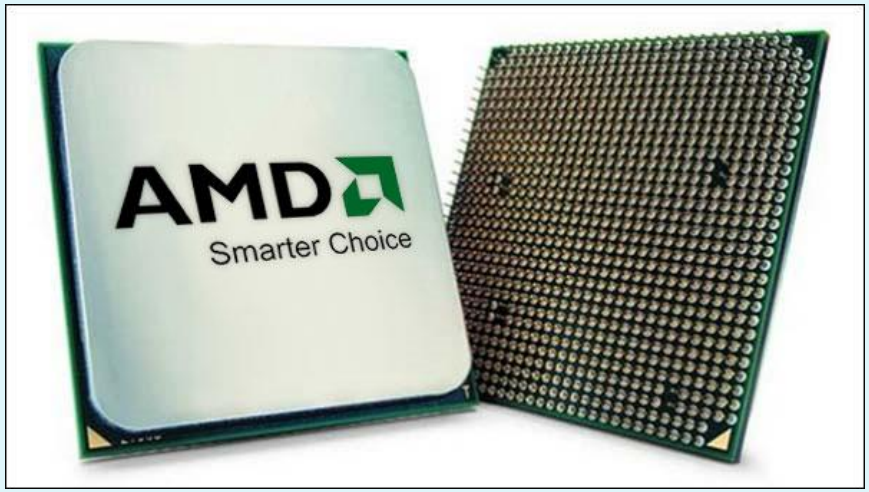
ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

CPU

Η Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας (Central Processing Unit – CPU) ή απλούστερα επεξεργαστής

Αποτελεί το μέρος του υλικού που εκτελεί τις εντολές ενός προγράμματος υπολογιστή χρησιμοποιώντας βασικές αριθμητικές και λογικές πράξεις καθώς και λειτουργίες εισόδου-εξόδου.





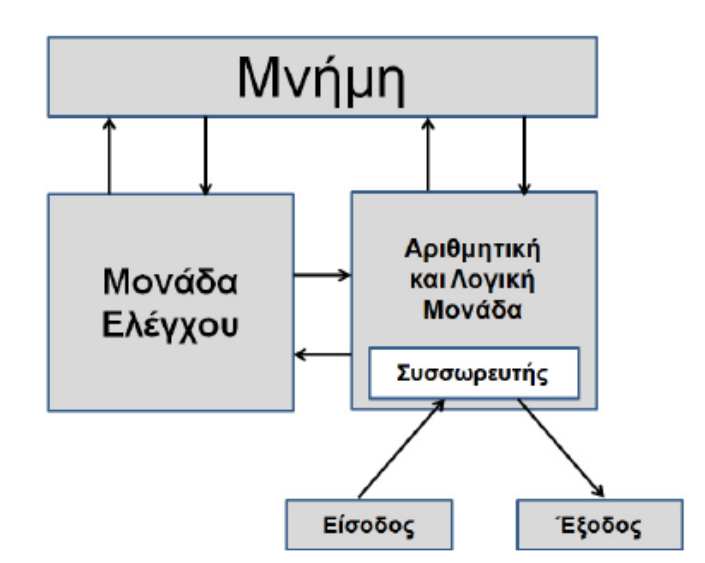





intel

Τρία βασικά στοιχεία, σύμφωνα με την αρχιτεκτονική φον Νόιμαν

- Την Αριθμητική και Λογική Μονάδα (Arithmetic and Logic Unit – ALU), όπου εκτελούνται οι βασικές μαθηματικές πράξεις (πρόσθεση, αφαίρεση, πολλαπλασιασμός, διαίρεση) και πράξεις λογικής (σύζευξη, διάζευξη, άρνηση, συγκρίσεις).
- Τη Μονάδα Ελέγχου, η οποία κατευθύνει τη λειτουργία του επεξεργαστή. Η μονάδα αυτή διαβάζει, ερμηνεύει τις εντολές του προγράμματος και καθορίζει τη σειρά επεξεργασίας των δεδομένων. Επίσης, ελέγχει την επικοινωνία και τον συντονισμό μεταξύ των συσκευών εισόδου/εξόδου.
- Τους Καταχωρητές (Registers), μικρά κύτταρα μνήμης στο εσωτερικό του επεξεργαστή που χρησιμοποιούνται για την προσωρινή αποθήκευση των δεδομένων κατά την επεξεργασία τους.



ΚΕΝΤΡΙΚΗ ΜΟΝΑΔΑ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑΣ

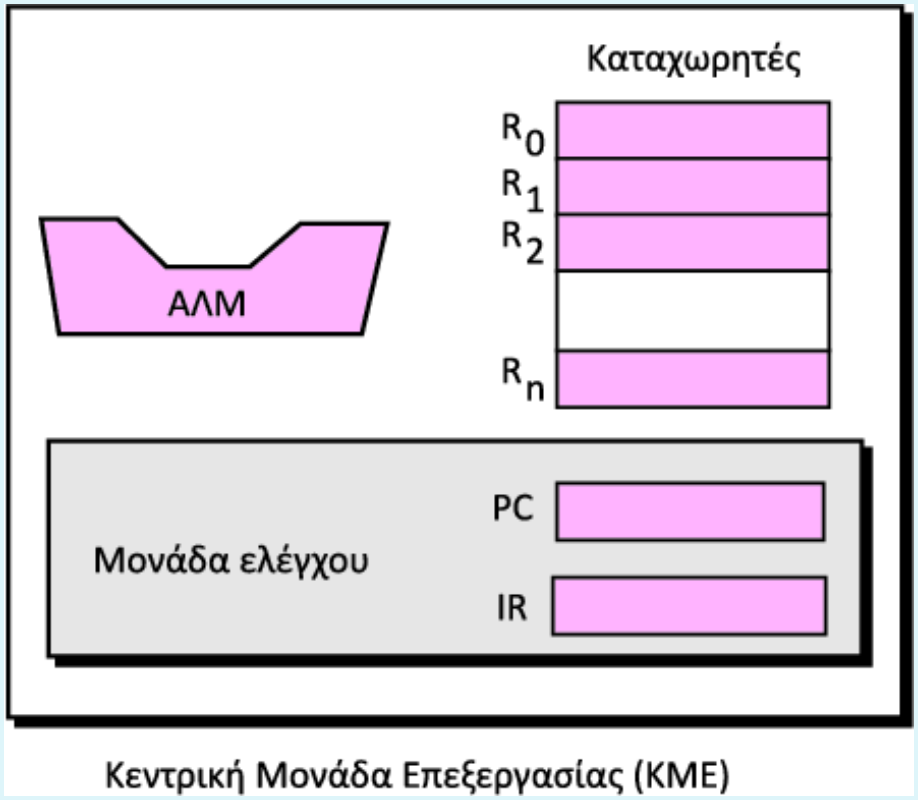
Η **κεντρική μονάδα επεξεργασίας** ή ΚΜΕ (central processing unit, CPU) εκτελεί λειτουργίες στα δεδομένα.

Στις περισσότερες αρχιτεκτονικές αποτελείται από τρία τμήματα:

- μια **αριθμητική και λογική μονάδα (ΑΛΜ)**,
- μια **μονάδα ελέγχου** και
- ένα σύνολο **καταχωρητών**, δηλαδή θέσεις γρήγορης αποθήκευσης

Η αριθμητική και λογική μονάδα (ΑΛΜ)

Η **αριθμητική και λογική μονάδα** ή **ΑΛΜ (arithmetic logic unit - ALU)** εκτελεί αριθμητικές και λογικές πράξεις, και πράξεις μετατόπισης στα δεδομένα



Η μονάδα ελέγχου

- Το τρίτο μέρος της ΚΜΕ είναι η **μονάδα ελέγχου**
- Η μονάδα ελέγχου ελέγχει τη λειτουργία του κάθε υποσυστήματος
- Ο έλεγχος πραγματοποιείται μέσω σημάτων που στέλνονται από τη μονάδα ελέγχου στα άλλα υποσυστήματα

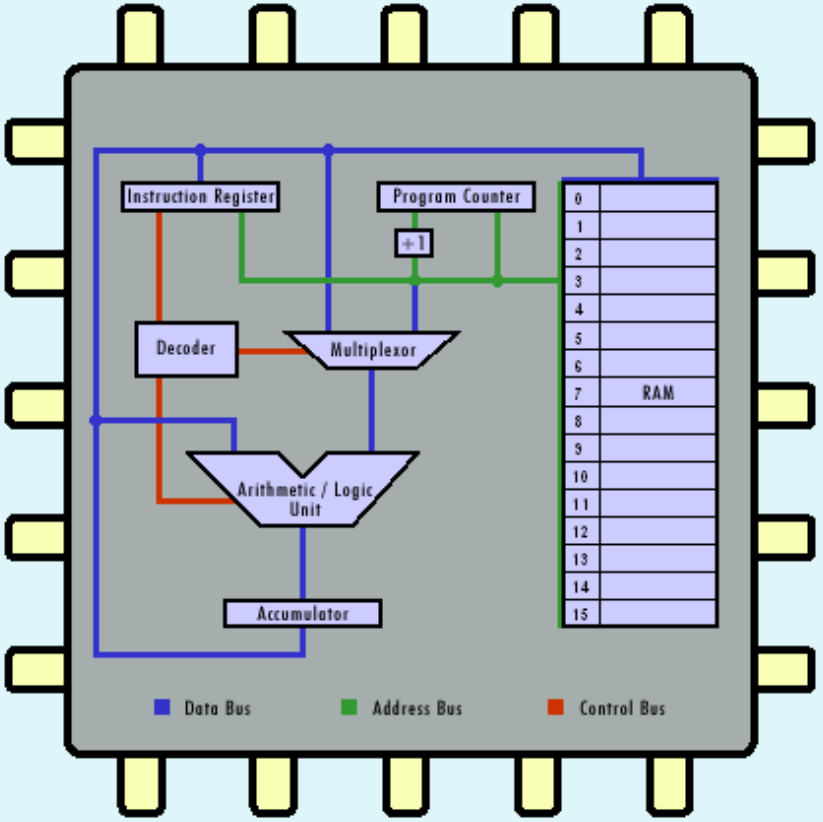
Καταχωρητές

- Οι **καταχωρητές** είναι αυτόνομες θέσεις γρήγορης αποθήκευσης στις οποίες διατηρούνται δεδομένα προσωρινά
- Για να είναι εφικτή η λειτουργία της ΚΜΕ απαιτούνται πολλοί καταχωρητές
- Ορισμένοι από αυτούς παρουσιάζονται στην εικόνα της προηγούμενης διαφάνειας

- ❑ **Καταχωρητές δεδομένων**
- ❑ **Καταχωρητές εντολών**
- ❑ **Μετρητής προγράμματος**

Μερικοί καταχωρητές έχουν ειδική λειτουργία όπως:

- Μετρητής Προγράμματος (Program Counter),
- Καταχωρητής Εντολής (Instruction Register)
- Συσσωρευτής (Accumulator),



Τα χαρακτηριστικά που μας βοηθούν να καταλάβουμε τις δυνατότητες της ΚΜΕ είναι τα παρακάτω:

- η συχνότητα του ρολογιού.
- η **Αρχιτεκτονική Συνόλου Εντολών (Instruction Set Architecture – ISA)**,
- το μέγεθος λέξης (word size).

Συχνότητα του ρολογιού

- Ένα **εσωτερικό ρολόι** που ρυθμίζει την εκτέλεση των εντολών αλλά και τον συγχρονισμό με τα υπόλοιπα μέρη του υπολογιστή.
- Ένας τυπικός επεξεργαστής σήμερα διαθέτει συχνότητα ρολογιού μεταξύ **2 και 5 GHz**.
- Συγκεκριμένα:
  - Βασικοί επεξεργαστές: 2,0–3,5 GHz.
  - Επεξεργαστές μεσαίας κατηγορίας: 3,0–4,5 GHz.
  - Επεξεργαστές υψηλών επιδόσεων: 4,0–5,5 GHz, ενώ ορισμένα μοντέλα φτάνουν περίπου τα 6 GHz σε λειτουργία Turbo.

Αρχιτεκτονική συνόλου εντολών

- Περιλαμβάνει τις εντολές και τους τύπους δεδομένων που υποστηρίζονται από τον επεξεργαστή όπως επίσης τους καταχωρητές, την αρχιτεκτονική μνήμης και τρόπους διευθυνσιοδότησης.
- Υπάρχουν δύο βασικές προσεγγίσεις, η αρχιτεκτονική **CISC και η αρχιτεκτονική RISC.**

Η αρχιτεκτονική CISC διαθέτει ένα πολύπλοκο σύνολο εντολών, πολλές από τις οποίες είναι εξειδικευμένες.

Η αρχιτεκτονική RISC διαθέτει ένα περιορισμένο σύνολο εντολών, το οποίο περιέχει εκείνες τις εντολές που χρησιμοποιούνται συχνότερα σε προγράμματα.
Οι ασυνήθιστες εργασίες υλοποιούνται ως υπορουτίνες,

Υπολογιστές Περιορισμένου Συνόλου Εντολών (RISC)

- Η αρχιτεκτονική RISC διαθέτει ένα περιορισμένο σύνολο εντολών, το οποίο περιέχει εκείνες τις εντολές που χρησιμοποιούνται συχνότερα σε προγράμματα.
- Οι ασυνήθιστες εργασίες υλοποιούνται ως υπορουτίνες,
- Οι υπολογιστές περιορισμένου συνόλου εντολών (RISC), αρχικά υλοποιήθηκαν σε μεγάλη κλίμακα στη διάρκεια μιας περιόδου που τα υποσυστήματα μνήμης μεγάλωναν με γρήγορους ρυθμούς και θυσιάζουν την πυκνότητα κώδικα με σκοπό την απλοποίηση των κυκλωμάτων τους, ώστε να μπορούν να έχουν μεγαλύτερη συχνότητα και περισσότερους καταχωρητές και άρα να είναι πιο γρήγοροι.
- Οι εντολές RISC συχνά εκτελούν μόνο μια λειτουργία, όπως η πρόσθεση καταχωρητών ή η φόρτωση δεδομένων από μια θέση μνήμης σε έναν καταχωρητή ενώ συνήθως χρησιμοποιούν σταθερό μέγεθος εντολής, σε αντίθεση με ένα τυπικό σύνολο εντολών CISC που μπορεί να έχει εντολές μικρότερες από αυτό το σταθερό μήκος.
- Ο χειρισμός εντολών σταθερού μήκους είναι πιο εύκολος σε σχέση με τις εντολές μεταβλητού μήκους για διάφορους λόγους (για παράδειγμα δεν χρειάζεται να ελεγχθεί αν η εντολή χωράει σε μια γραμμή της κρυφής μνήμης ή αν ευθυγραμμίζεται με το όριο μια σελίδας εικονικής μνήμης), με αποτέλεσμα να είναι πιο εύκολο να βελτιστοποιηθεί για μεγαλύτερη ταχύτητα εκτέλεσης.
- Όμως, επειδή οι υπολογιστές RISC συνήθως χρειάζονται περισσότερες και μεγαλύτερες εντολές για να υλοποιήσουν μια λειτουργία, κάνουν λιγότερο καλή χρήση της διαμεταγωγής του διαύλου και των κρυφών μνημών.

Υπολογιστές Μικρού Συνόλου Εντολών (MISC)

- Οι **υπολογιστές μικρού συνόλου εντολών (MISC)** είναι μηχανές στοίβας (stack machines), όπου υπάρχουν λίγες εντολές (16-64), με αποτέλεσμα πολλές εντολές να μπορούν να χωρέσουν σε μια λέξη μηχανής.
- Αυτοί οι επεξεργαστές χρειάζονται λιγότερο πυρίτιο για την υλοποίησή τους και για αυτό μπορούν να υλοποιηθούν σε μορφή FPGA ή πολυπύρηνων (multi-core) επεξεργαστών.
- Η πυκνότητα κώδικα μοιάζει με αυτήν των RISC και η αυξημένη πυκνότητα εντολών εξισορροπείται από το γεγονός ότι χρειάζονται περισσότερες εντολές για μια λειτουργία.
- Ο υπολογιστής μικρού συνόλου εντολών (Minimal Instruction Set Computer, MISC) είναι μια αρχιτεκτονική μικροεπεξεργαστών με πολύ μικρό αριθμό βασικών λειτουργιών και αντίστοιχων μνημονικών εντολών (opcodes).

Μέγεθος λέξης

- Μια λέξη αποτελείται από ένα συγκεκριμένο πλήθος ψηφίων 0 και 1 (bit) το οποίο δηλώνει το **μέγεθός της**
- Το μέγεθος αυτό επηρεάζει τη γενικότερη λειτουργία του υπολογιστή.
  - Για παράδειγμα, το μέγεθος των περισσότερων καταχωρητών ενός επεξεργαστή είναι ίδιο με το μέγεθος της λέξης.
  - η μέγιστη ποσότητα δεδομένων που μπορεί να μεταφερθεί από και προς τη μνήμη σε μία λειτουργία είναι ίση με το μέγεθος της λέξης
- Οι σύγχρονοι προσωπικοί υπολογιστές χρησιμοποιούν μέγεθος λέξης 64 bit.

Λειτουργία

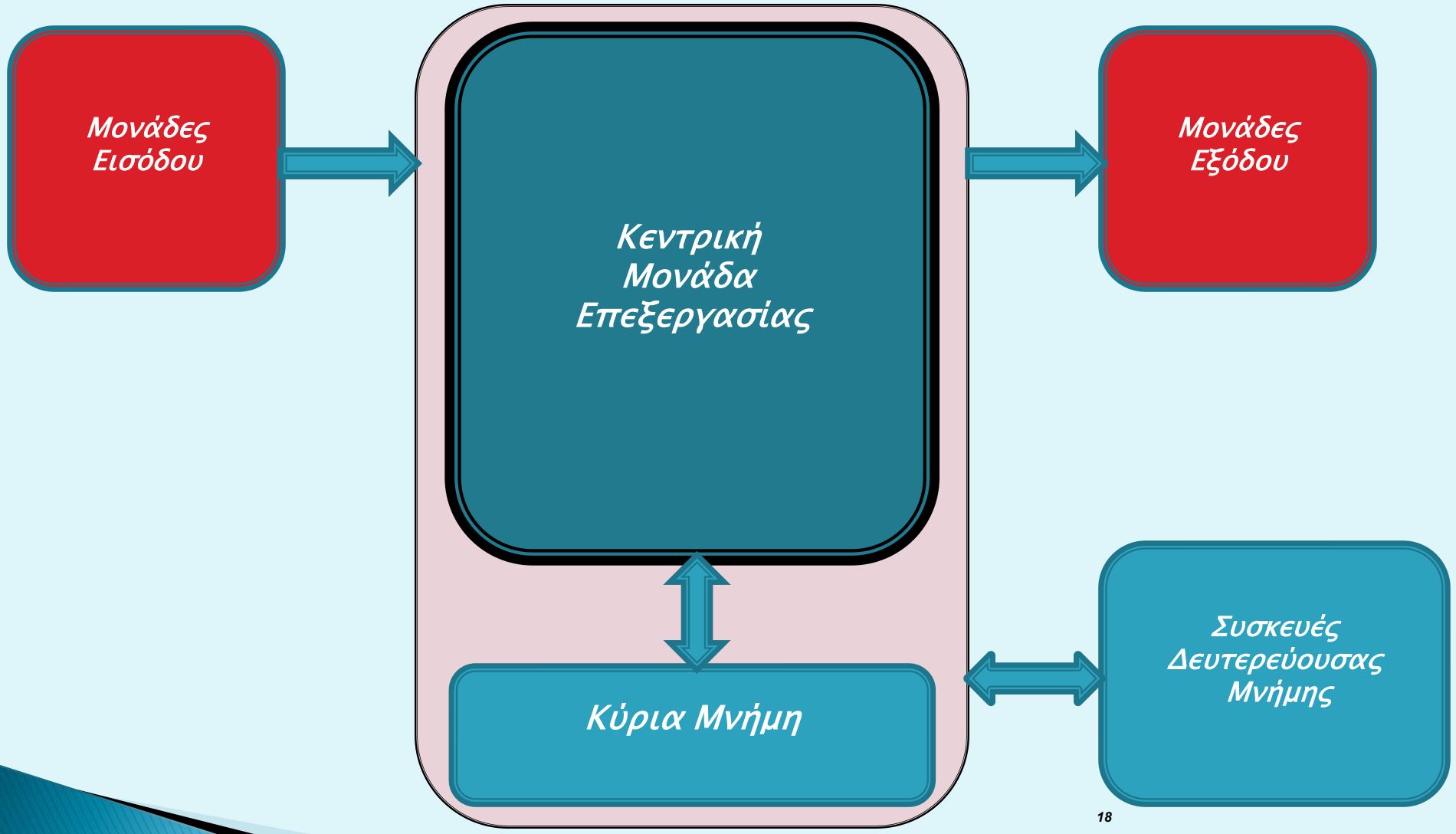
- Φάση ανάκλησης
- Φάση αποκωδικοποίησης
- Φάση εκτέλεσης
- Φάση αποθήκευσης



Επιδόσεις

- Ο ρυθμός εκτέλεσης εντολών σε μία ΚΜΕ είναι διαφορετικός από τη συχνότητα του ρολογιού και εξαρτάται από την εντολή που εκτελείται
- Ένας σύγχρονος επεξεργαστής μπορεί να εκτελεί πολλαπλές ανεξάρτητες εντολές ταυτόχρονα
- Ένας «αργός» επεξεργαστής, όσον αφορά στον χρονισμό του ρολογιού του, μπορεί να αποδίδει εξίσου καλά με έναν επεξεργαστή που διαθέτει υψηλότερη συχνότητα ρολογιού

Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας



Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας

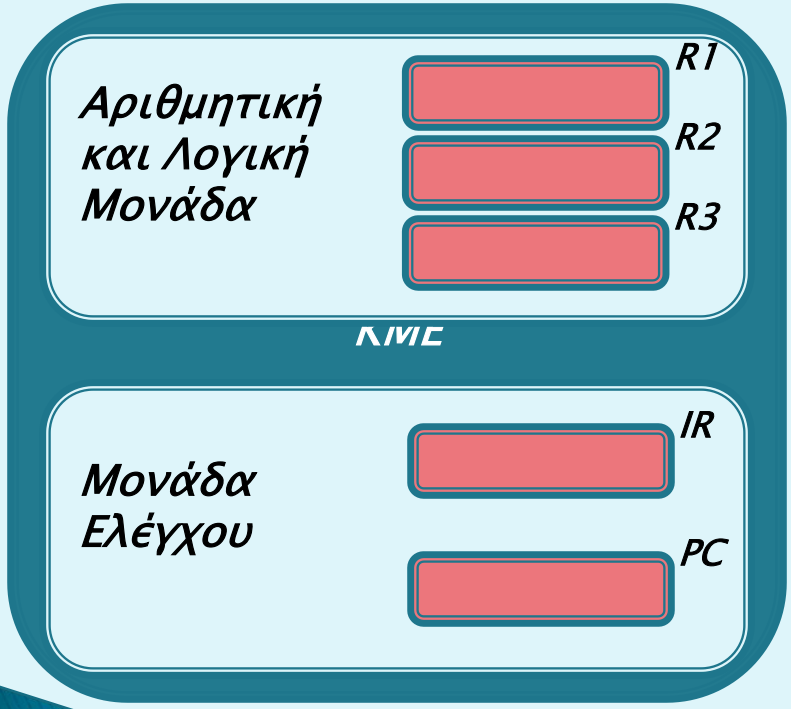
Η Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας -ΚΜΕ (Central Processing Unit – CPU) είναι ο «εγκέφαλος» του υπολογιστή

1. **Ελέγχει και Συντονίζει όλες τις λειτουργίες** που εκτελούνται στον Υπολογιστή.
2. **Ελέγχει και Επικοινωνεί** με όλες τις άλλες Μονάδες του Υπολογιστή
3. **Εκτελεί όλες τις Αριθμητικές και Λογικές πράξεις** και κάνει όλους Υπολογισμούς

Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας

Η ΚΜΕ αποτελείται από δύο Υπό-Μονάδες:

- Την ***Αριθμητική και Λογική Μονάδα*** (*ΑΛΜ, Arithmetic and Logic Unit, ALU*)
- Τη ***Μονάδα Ελέγχου*** (*ΜΕ, Control Unit, CU*)



Καθεμιά τους περιέχει ένα μικρό πλήθος από **Καταχωρητές**!

ΑΛΜ: *R1, R2, R3*

ΜΕ: **IR** *(Instruction Register, Καταχωρητής Εντολής),*

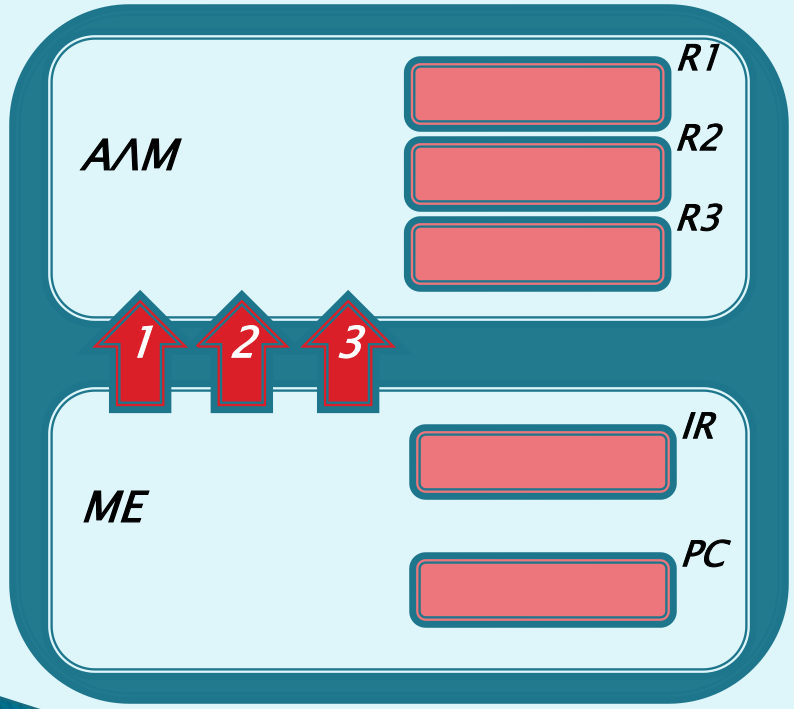
PC *(Program Counter Μετρητής Προγράμματος)*

Καταχωρητής *(Register): Τύπος πολύ μικρής αλλά* ***πάρα πολύ γρήγορης μνήμης*** *που βρίσκεται μέσα στην ΚΜΕ.*

ΚΜΕ: Αριθμητική και Λογική μονάδα

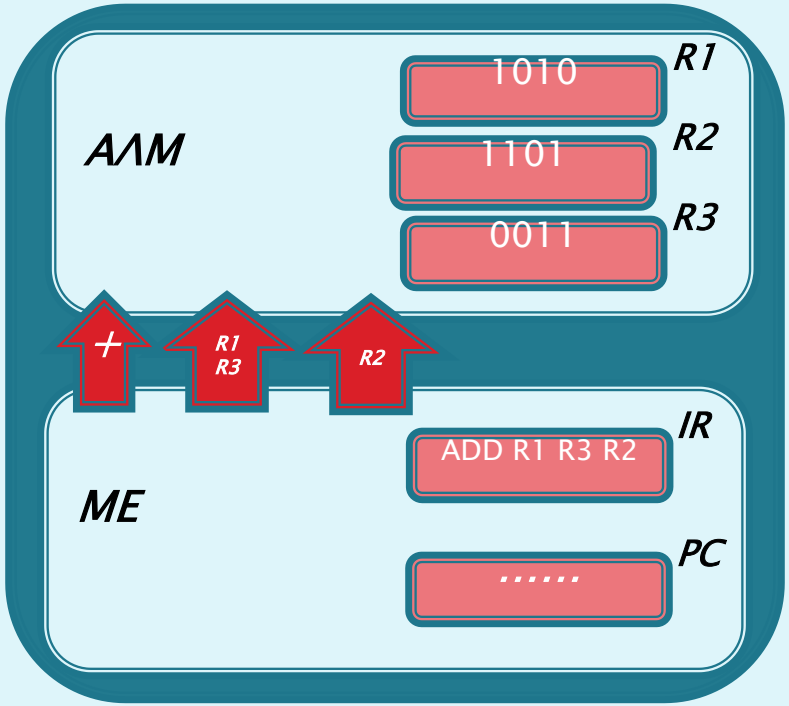
Η ΑΛΜ εκτελεί κάθε **Αριθμητική πράξη** (+, −, ÷, x) ή **Λογική πράξη** (AND, OR, NOT, …) που απαιτείται.

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

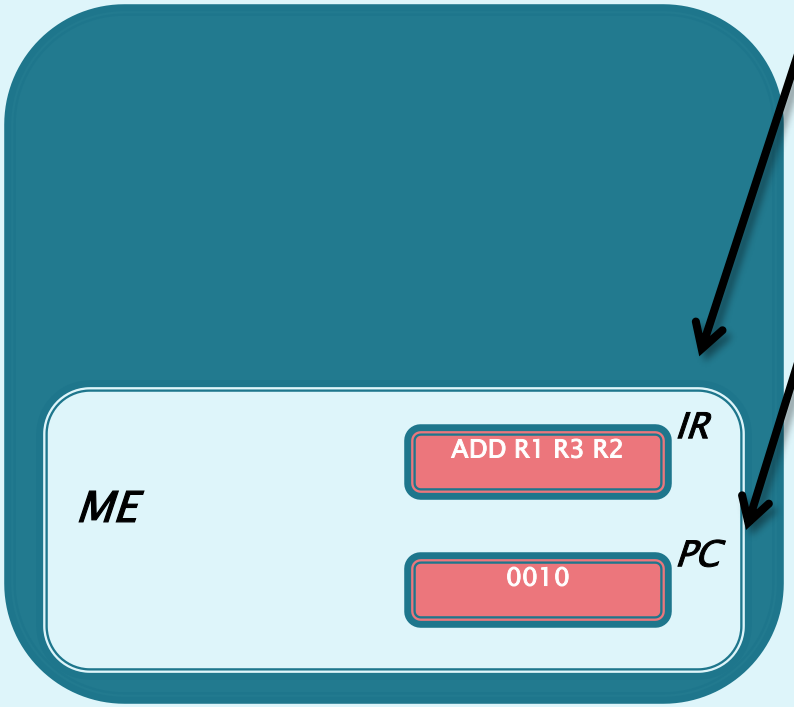


Παράδειγμα:

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

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

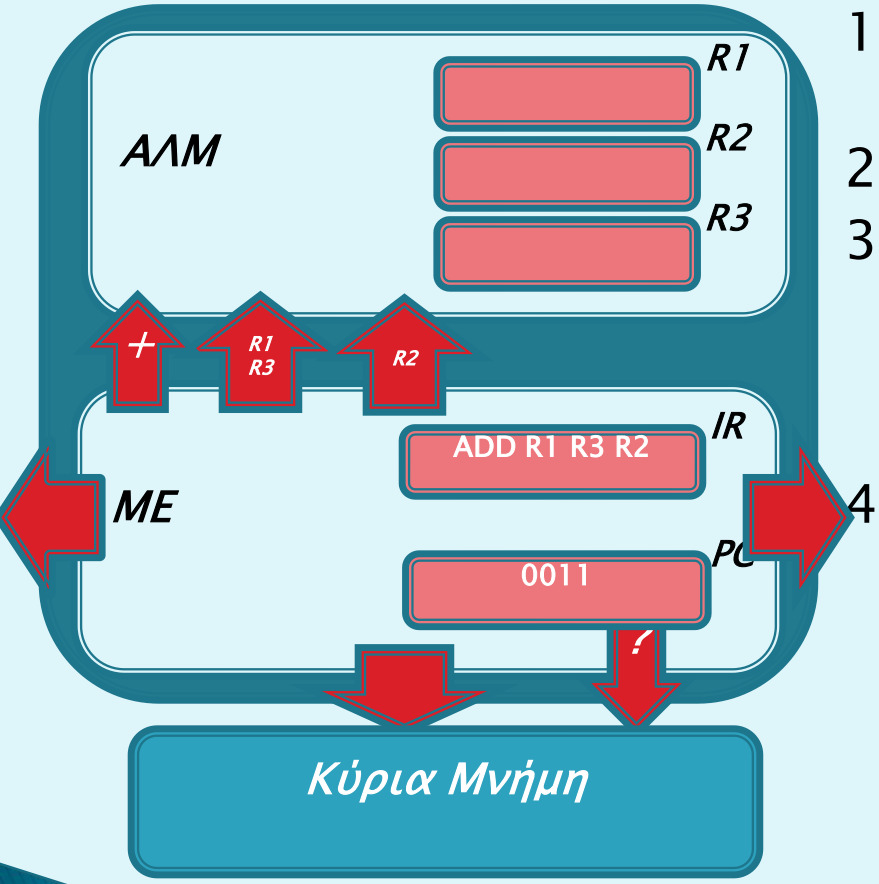


Τον **Καταχωρητή Εντολής** (Instruction Register, IR), που περιέχει την **εντολή που εκτελείται αυτή τη στιγμή.**

Τον **Μετρητή Προγράμματος** (Program Counter, PC), που **περιέχει τη διεύθυνση** (στην Κύρια Μνήμη) **της εντολής που θα εκτελεστεί αμέσως μετά.**

ΚΜΕ: Μονάδα Ελέγχου

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



1. Η ΜΕ ζητάει από τη Κύρια Μνήμη την εντολή που «λέει» ο PC.
2. Η εντολή καταφθάνει στον IR.
3. Η ΜΕ στέλνει στην ΑΛΜ, οδηγίες για το τι πρέπει να κάνει, από πού θα πάρει τα δεδομένα και που να αποθηκεύσει το αποτέλεσμα.
4. Επικοινωνεί με τις Μονάδες Εισόδου (π.χ., αν χρειάζεται ο χρήστης να δώσει Δεδομένα), τις Μονάδες Εξόδου (π.χ., αν χρειάζεται να εκτυπωθεί κάτι στην οθόνη) και την Κύρια Μνήμη (π.χ., αν χρειάζεται να αποθηκευτούν τα αποτελέσματα της πράξης)
5. Η ΜΕ αυξάνει τον PC κατά 1