

Ιόνιο Πανεπιστήμιο – Τμήμα Πληροφορικής  
Εισαγωγή στην Επιστήμη των Υπολογιστών  
2023-24

# Οργάνωση Υπολογιστών (I)

(η «κεντρική» μονάδα επεξεργασίας)

<http://mixstef.github.io/courses/csintro/>

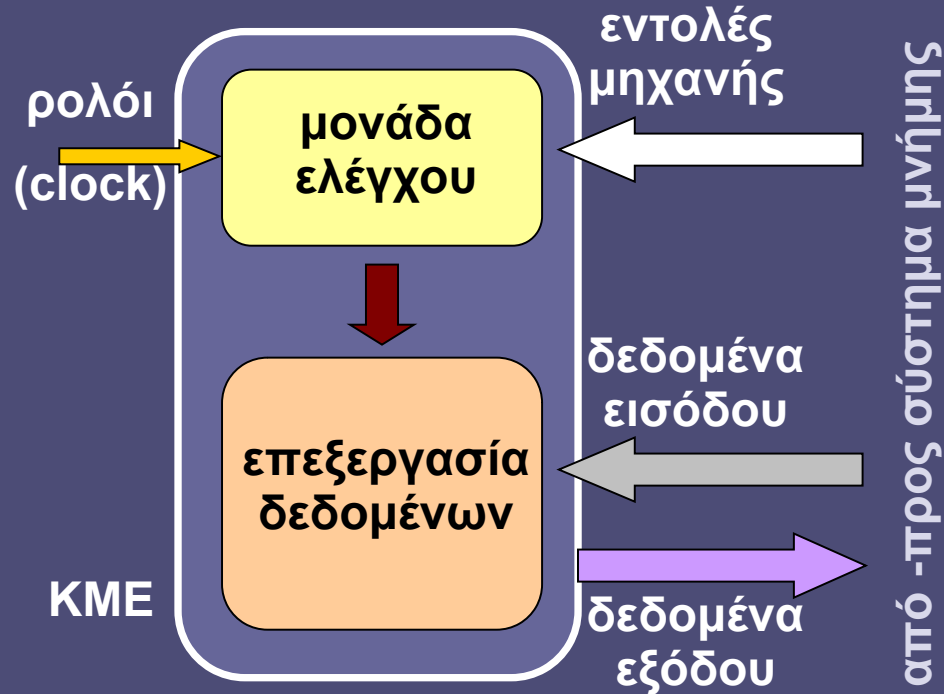
Μ.Στεφανιδάκης



# Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας (ΚΜΕ)

- **Central Processing Unit (CPU)**
  - Το υπολογιστικό τμήμα ενός «πυρήνα» (“core”)
  - Εκτέλεση πράξεων στα δεδομένα
- **Κύριες κατηγορίες πράξεων**
  - Αριθμητικές-λογικές πράξεις
  - Μεταφορές δεδομένων από-προς μνήμη/καταχωρητές
  - Συγκρίσεις και διακλάδωση υπό συνθήκη
- **Επιλογή επιθυμητής πράξης**
  - Εντολές μηχανής (σειρές από bits)
  - Πρόγραμμα: ακολουθία εντολών μηχανής

# Τα μέρη της ΚΜΕ (CPU)

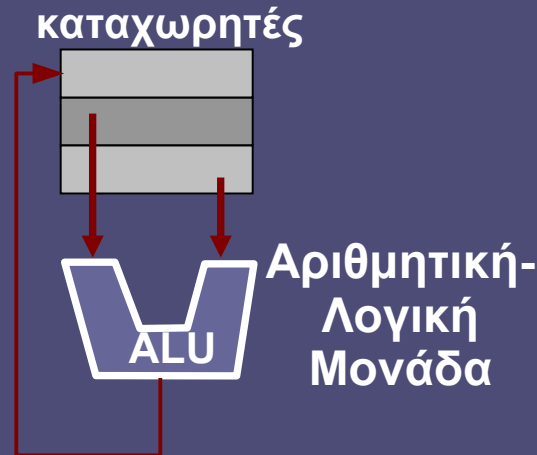


- Επεξεργασία δεδομένων
  - Καθοδήγηση από τη μονάδα ελέγχου
    - Βάσει του προγράμματος εκτέλεσης (εντολών)

# Επεξεργασία δεδομένων

- Ποιος εκτελεί τις πράξεις μεταξύ δεδομένων;
  - Αριθμητικές – λογικές μονάδες (ΑΛΜ)
    - Arithmetic – Logic Unit (ALU)
  - Διαφορετικές μονάδες για πράξεις ακεραίων και αριθμών κινητής υποδιαστολής
- Από πού προέρχονται τα δεδομένα εισόδου στις ΑΛΜ και πού αποθηκεύεται το αποτέλεσμα της πράξης;
  - Καταχωρητές
  - Μνήμη

# Καταχωρητές (registers)

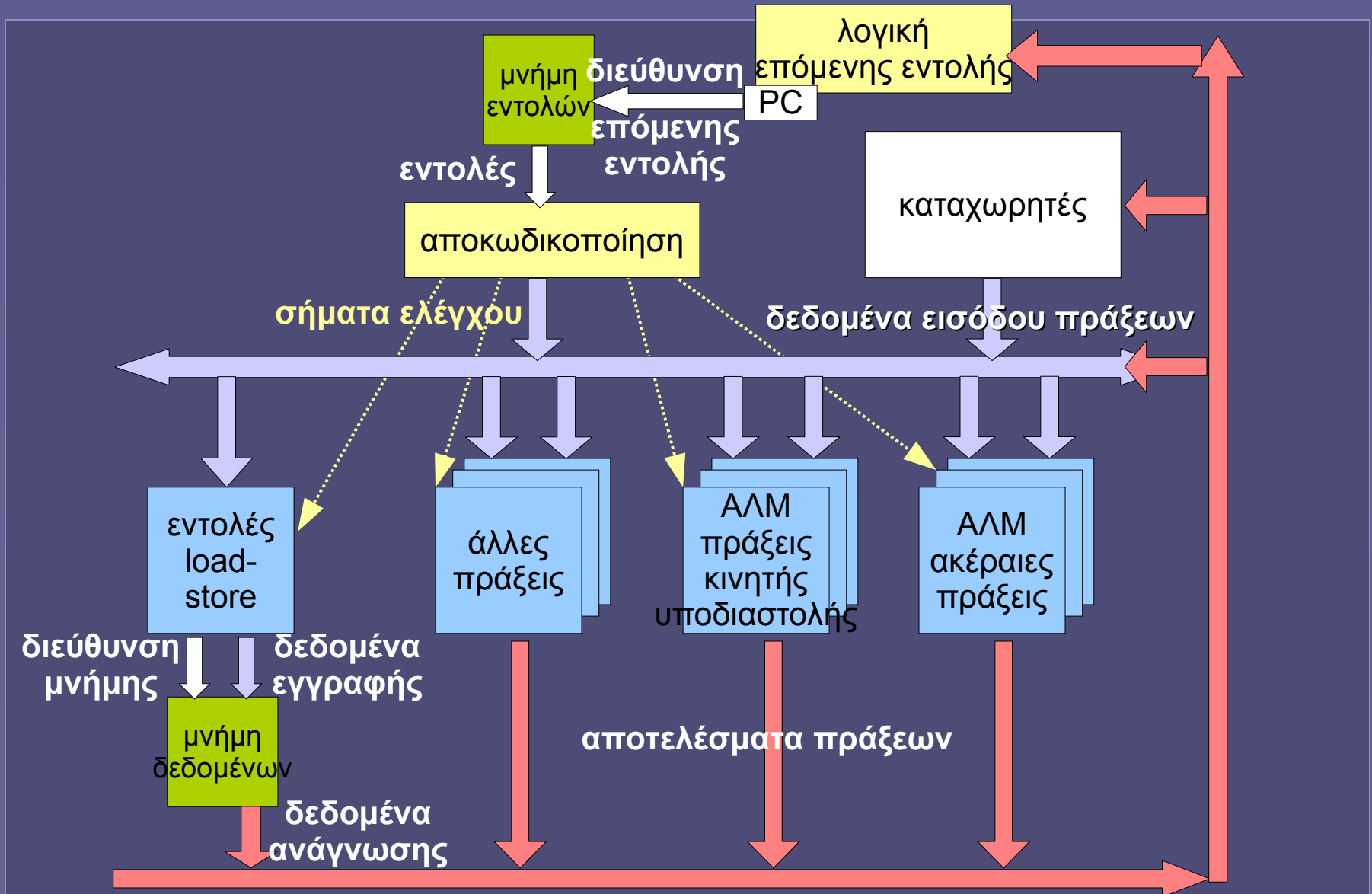


- Καταχωρητές
  - Αυτόνομες θέσεις αποθήκευσης μέσα στην ΚΜΕ
    - Μία “λέξη” δεδομένων
  - Γρήγορη προσπέλαση
  - Προσωρινή αποθήκευση δεδομένων
    - Δεδομένα εισόδου και εξόδου ΑΛΜ (ALU)
  - Καταχωρητές γενικού σκοπού (general purpose)

# Έλεγχος εκτέλεσης εντολών

- Ποια είναι η επόμενη προς εκτέλεση εντολή;
  - Μετρητής προγράμματος (Program Counter – PC ή Instruction Pointer – IP): καταχωρητής ειδικού σκοπού, περιέχει τη διεύθυνση στη μνήμη της επόμενης εντολής
  - Κατά την εκτέλεση της τρέχουσας εντολής αυξάνεται αυτόματα για να «δείχνει» στην επόμενη εντολή
  - Ειδική περίπτωση: διακλάδωση
    - Αν ισχύει κάποια συνθήκη, φόρτωση του PC με διαφορετική τιμή
    - Μεταφορά της ροής εκτέλεσης σε άλλο σημείο
    - Υλοποίηση δομών `if ... then ... else`

# Η σύγχρονη Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας



# Αρχιτεκτονική συνόλου εντολών

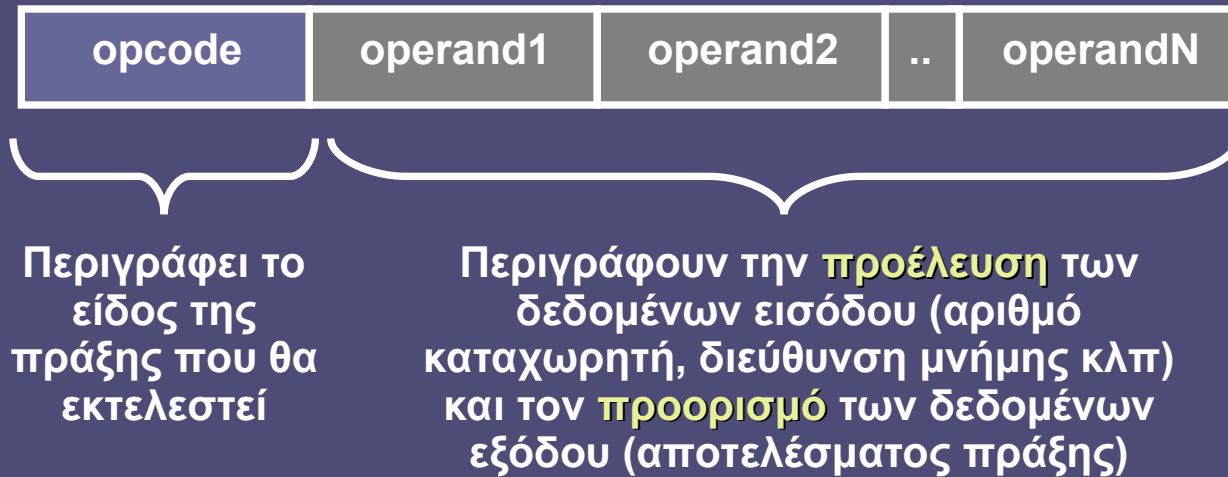
- Τι πρέπει να ξέρουμε για να προγραμματίσουμε έναν επεξεργαστή (instruction set architecture – ISA)
  - Ποιες είναι οι διαθέσιμες εντολές μηχανής
  - Τύποι και προέλευση δεδομένων
  - Ποιους καταχωρητές χρησιμοποιούμε
  - Ποιο το μοντέλο της διαθέσιμης μνήμης
    - Σήμερα: **επίπεδο μοντέλο**, ενιαίος χώρος μνήμης ανά πρόγραμμα, από τη διεύθυνση 0 έως τη μέγιστη δυνατή
  - Πώς αντιδρά ο επεξεργαστής σε εξωτερικές διακοπές και καταστάσεις σφάλματος



# Αρχιτεκτονικές συνόλου εντολών

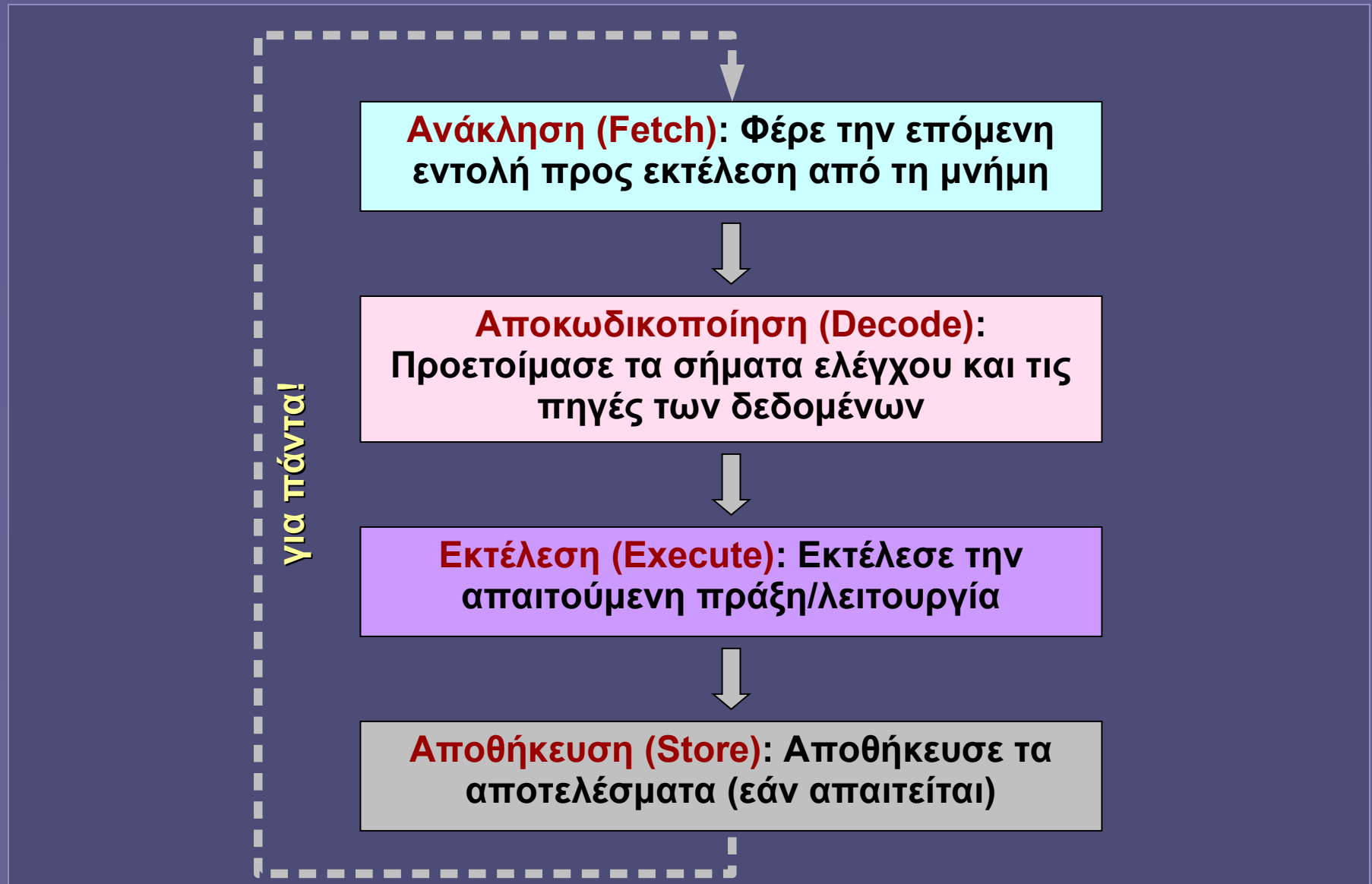
- **Υπολογιστές σύνθετου συνόλου εντολών**
  - Complex Instruction Set Computer (**CISC**)
  - Μεγάλο σετ εντολών (σύνθετες λειτουργίες)
  - Εύκολη συγγραφή προγραμμάτων
  - Πολύπλοκη ΚΜΕ
- **Υπολογιστές περιορισμένου σετ εντολών**
  - Reduced Instruction Set Computer (**RISC**)
  - Μικρό σύνολο απλών εντολών (απλές λειτουργίες)
  - Μεγαλύτερα προγράμματα
  - Απλούστερη ΚΜΕ
    - Μεγαλύτερη χρησιμοποίηση (παραλληλία)

# Τι περιγράφουν τα bits μιας εντολής μηχανής;

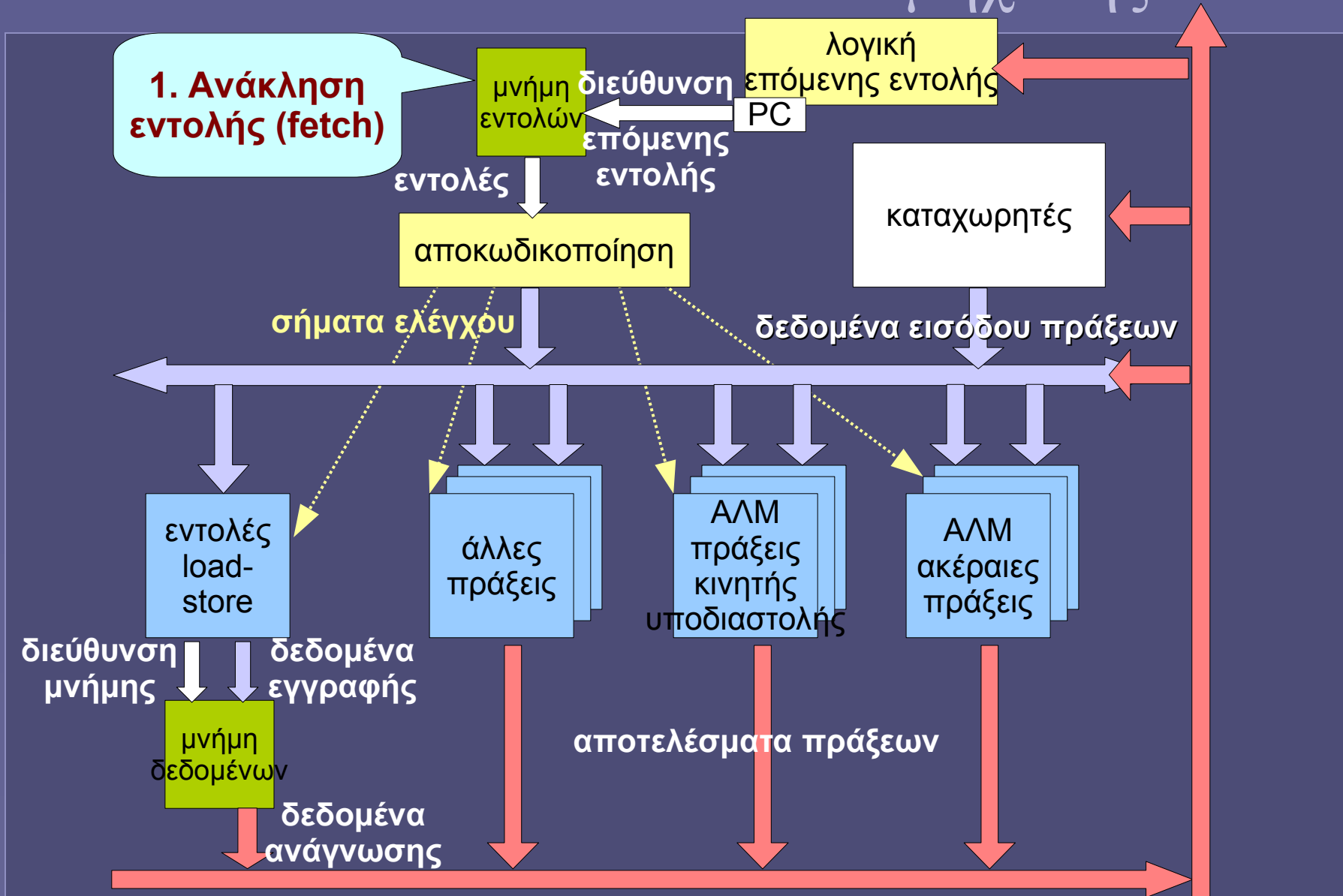


- Το είδος της πράξης προσδιορίζει
  - τον **τύπο**, των δεδομένων (π.χ. ακέραιοι ή δεκαδικοί)
  - την **προέλευση** των δεδομένων (π.χ. από καταχωρητή ή από τη μνήμη ή μια σταθερή τιμή)
  - και τον **αριθμό** των δεδομένων που συμμετέχουν στην πράξη

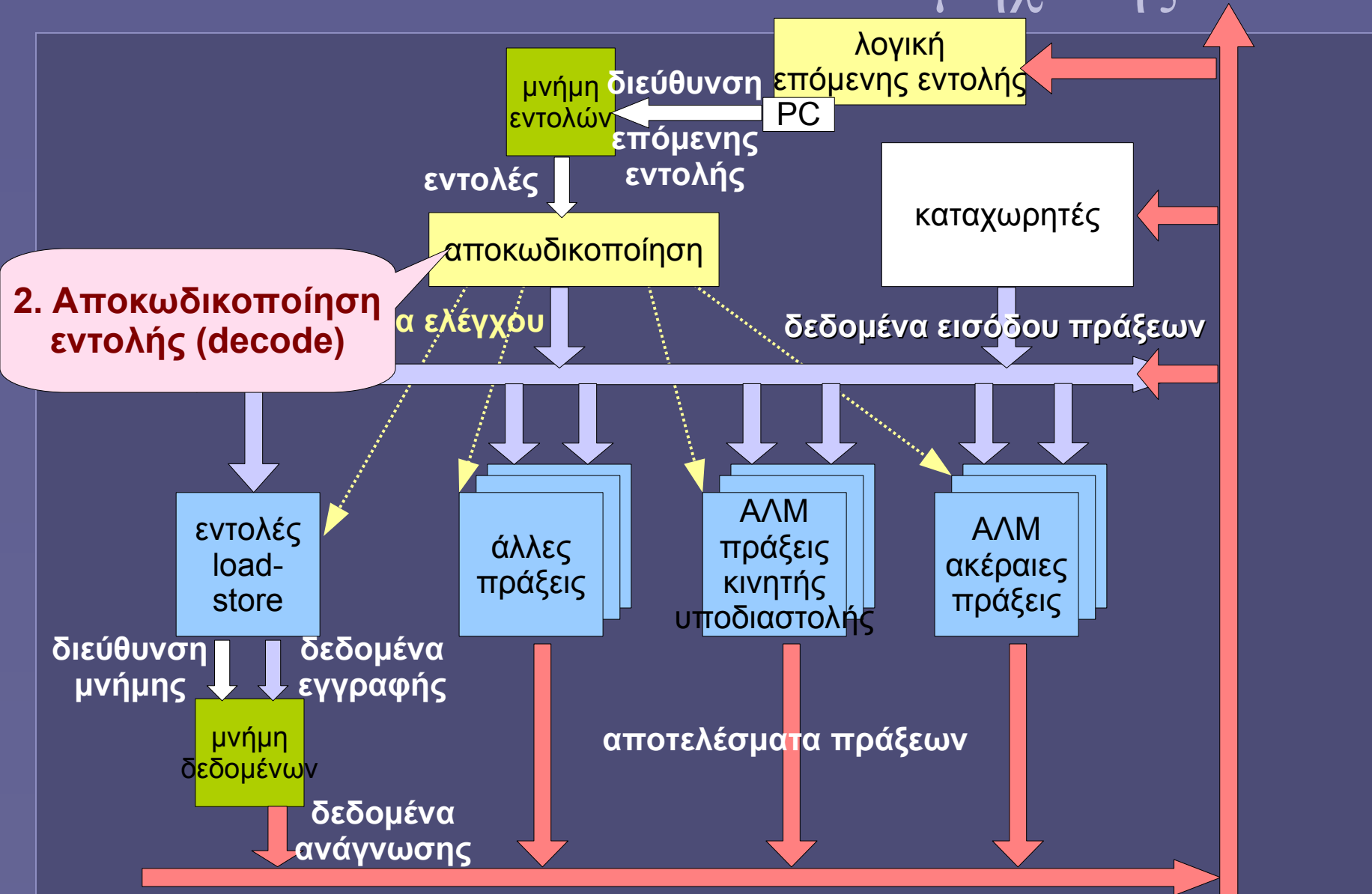
# Εκτέλεση εντολών: ο κύκλος μηχανής



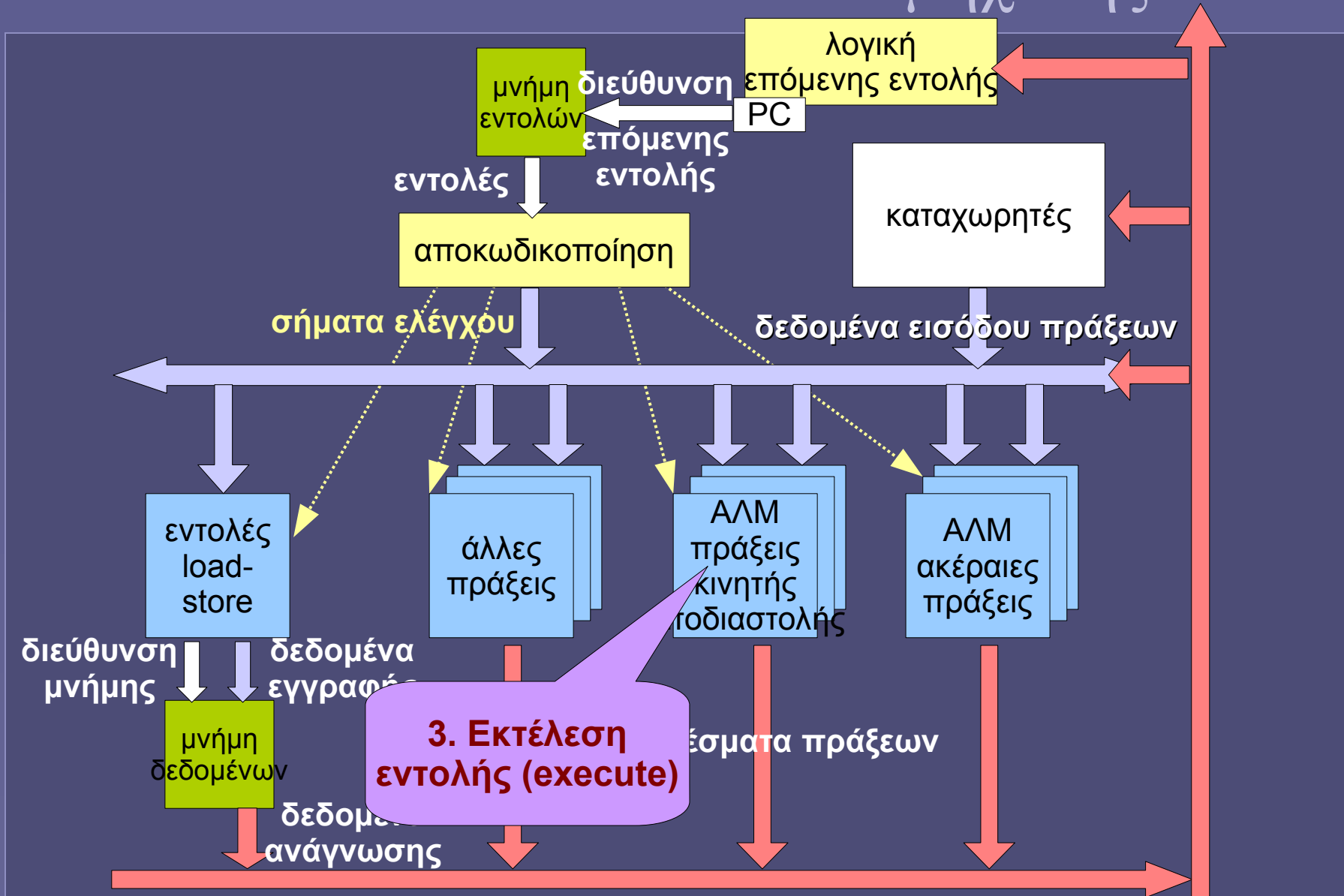
# Τα στάδια του κύκλου μηχανής



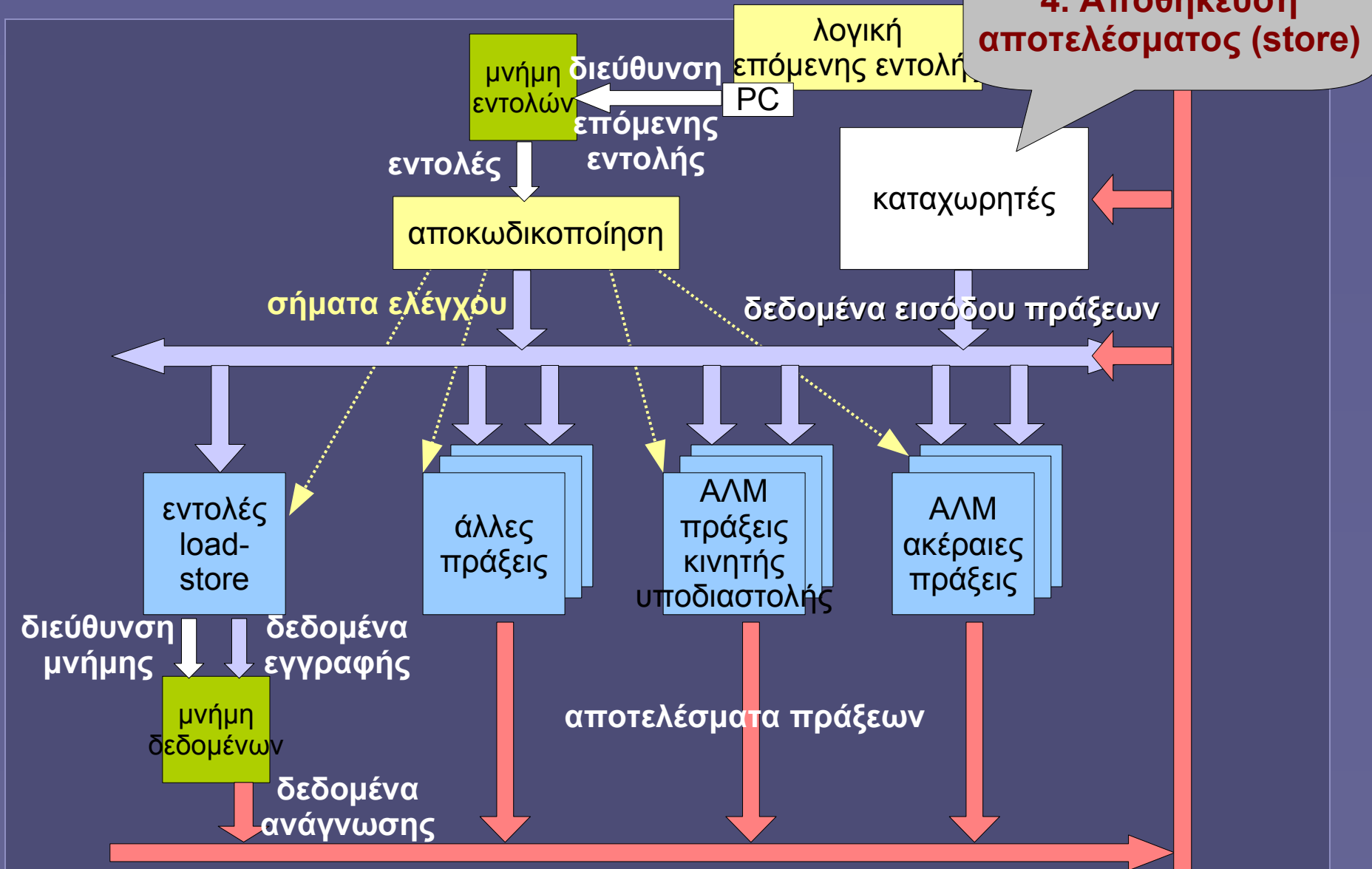
# Τα στάδια του κύκλου μηχανής



# Τα στάδια του κύκλου μηχανής



# Τα στάδια του κύκλου μη



# Διακοπές και Σφάλματα

- Ο κύκλος μηχανής επαναλαμβάνεται **ντετερμινιστικά** και **συνεχώς**
  - Είτε με την επόμενη εντολή είτε με την εντολή μετά από διακλάδωση
- Εκτός αν συμβεί **μια διακοπή** ή **ένα σφάλμα**
  - **Διακοπή (interrupt)**: προκαλείται από εξωτερική συσκευή, οδηγώντας έναν ακροδέκτη εισόδου του επεξεργαστή από 0 σε 1 (ή ανάποδα).
  - **Σφάλμα (exception)**: κατά την εκτέλεση μιας εντολής μηχανής, λόγω π.χ. διαίρεσης δια 0, προσπέλασης άκυρης διεύθυνσης μνήμης κ.ά.



# Αντίδραση σε διακοπές

- Διακόπτεται το εκτελούμενο πρόγραμμα
  - Αφού ολοκληρωθεί η τρέχουσα εντολή
- Αποθηκεύονται οι τιμές των καταχωρητών και ο Program Counter
  - Δηλαδή, η **κατάσταση του προγράμματος**
- Η εκτέλεση μεταβαίνει σε προκαθορισμένη για κάθε είδους διακοπή θέση μνήμης
  - Όπου το λειτουργικό σύστημα έχει τοποθετήσει μια διακλάδωση στη **ρουτίνα εξυπηρέτησης της διακοπής** (interrupt service routine – ISR)
- Με την ολοκλήρωση της ρουτίνας εξυπηρέτησης, η εκτέλεση επιστρέφει στο πρόγραμμα που διακόπηκε
  - Αφού αποκατασταθούν οι αποθηκευμένες τιμές των καταχωρητών