

# Οργάνωση Η/Υ

Γιώργος Δημητρίου

Μάθημα 5<sup>ο</sup> – Μικροπρογραμματισμός

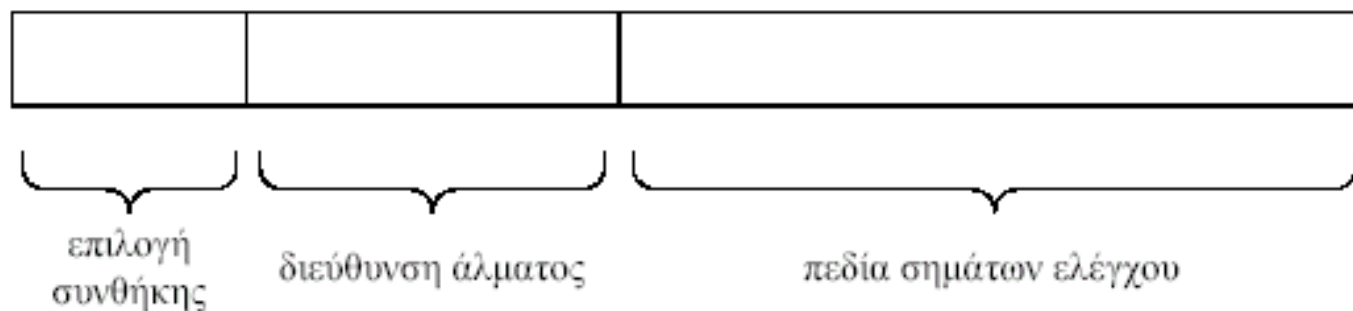
# Μικροπρογραμματισμένη Λογική

- Καλωδιωμένη λογική για πραγματικές αρχιτεκτονικές:
  - πάνω από 100 εντολές μηχανής
  - πολύπλοκες μέθοδοι διευθυνσιοδότησης
  - χιλιάδες καταστάσεις
- Τεχνική μικροπρογραμματισμού:
  - αντιστοίχιση ταυτόχρονων μικρολειτουργιών σε μια μικροεντολή
  - ενεργοποίηση με εκτέλεση προγράμματος

# Μικροπρόγραμμα

- Μορφότυπος μικροεντολών
  - Λέξη ελέγχου
    - κωδικοποίηση μικρολειτουργιών
- Αποθήκευση μικροεντολών
  - Μνήμη ελέγχου
- Εύρεση επόμενης μικροεντολής
  - Μετρητής μικροπρογράμματος (μPC)
    - άλματα με ή χωρίς συνθήκη

# Μικροεντολή



- Κωδικοποίηση συνθήκης για όλες τις μικροεντολές (και όλα τα άλματα).
- Η λέξη ελέγχου μπορεί να έχει μήκος ίσο με το συνολικό αριθμό σημάτων ελέγχου της ΜΕΔ.

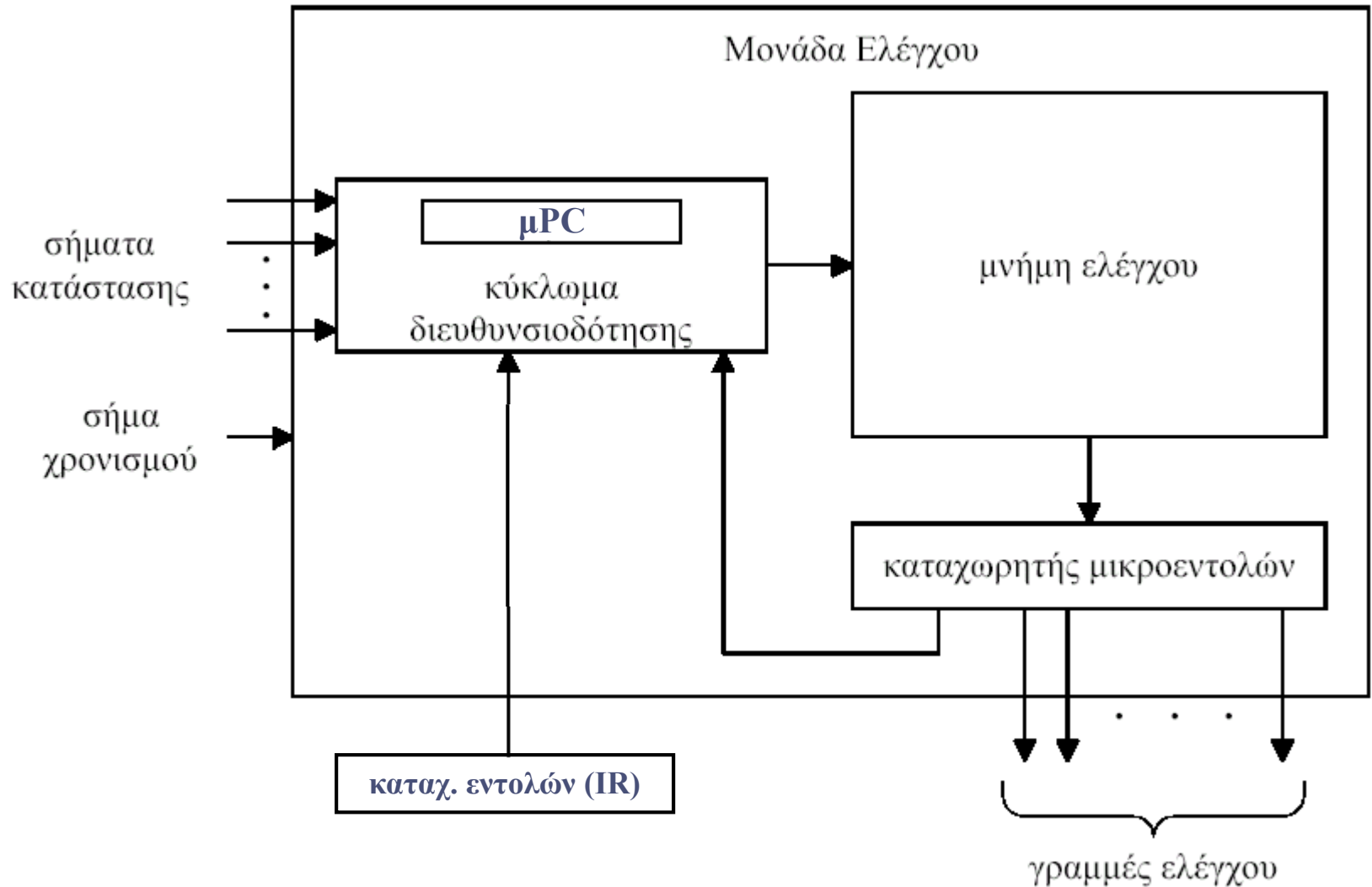
# Μνήμη Ελέγχου

- Αποθήκευση όλου του μικροκώδικα σε ένα επίπεδο μνήμης (ή δύο;)
- Κοινός μικροκώδικας για κοινές φάσεις του κύκλου εντολής
  - Διαχωρισμός ροής μικροπρογράμματος
- Μνήμη μόνο για ανάγνωση
  - Αλλά και επαναπρογραμματιζόμενη μνήμη ελέγχου.
- Ταχύτητα προσπέλασης

# Επόμενη Μικροεντολή

- $\mu PC = \mu PC + 1$ 
  - Φυσιολογική ροή μικροπρογράμματος
- Άμεσο άλμα
  - Συνήθως στο τέλος του κύκλου εντολής
- Άλμα με συνθήκη
  - Συνθήκη από υπομονάδα της ΜΕΔ
- Άλμα μέσω πίνακα διευθύνσεων
  - Η θέση στον πίνακα ορίζεται συνήθως από τον κωδικό λειτουργίας της εντολής

# Συνολική Δομή ΜΕ

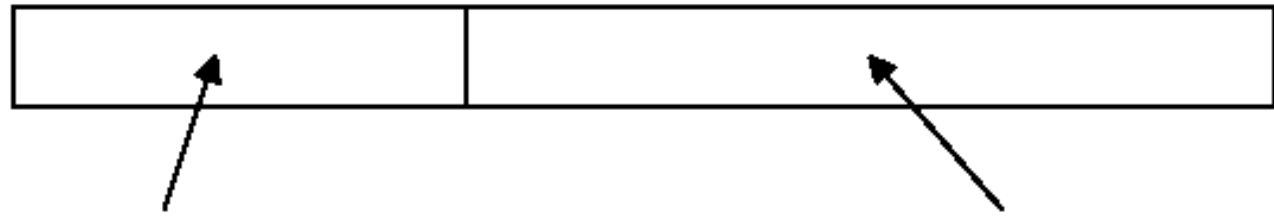


# Χωρητικότητα Μνήμης Ελέγχου

- Πολλαπλές μορφές μικροεντολής
  - Για παράδειγμα, μικροεντολές χωρίς άλμα μπορούν να μη χρησιμοποιούν το πεδίο διεύθυνσης άλματος.
- Νανοπρογραμματισμός
  - Η νανομνήμη χρησιμοποιείται για την ανάγνωση των λέξεων ελέγχου.
- Κωδικοποίηση σημάτων ελέγχου
  - Ανάγκη αποκωδικοποίησης



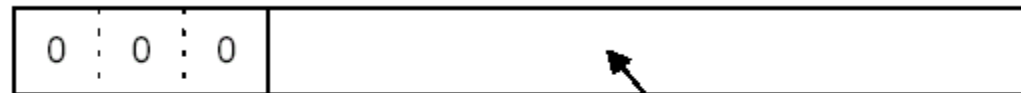
# Πολλαπλές Μορφές Μικροεντολής



πεδίο καθορισμού  
είδους μικροεντολής και  
επιλογής συνθήκης

πεδίο διεύθυνσης άλματος ή  
πεδίων σημάτων ελέγχου

## ■ Παράδειγμα:

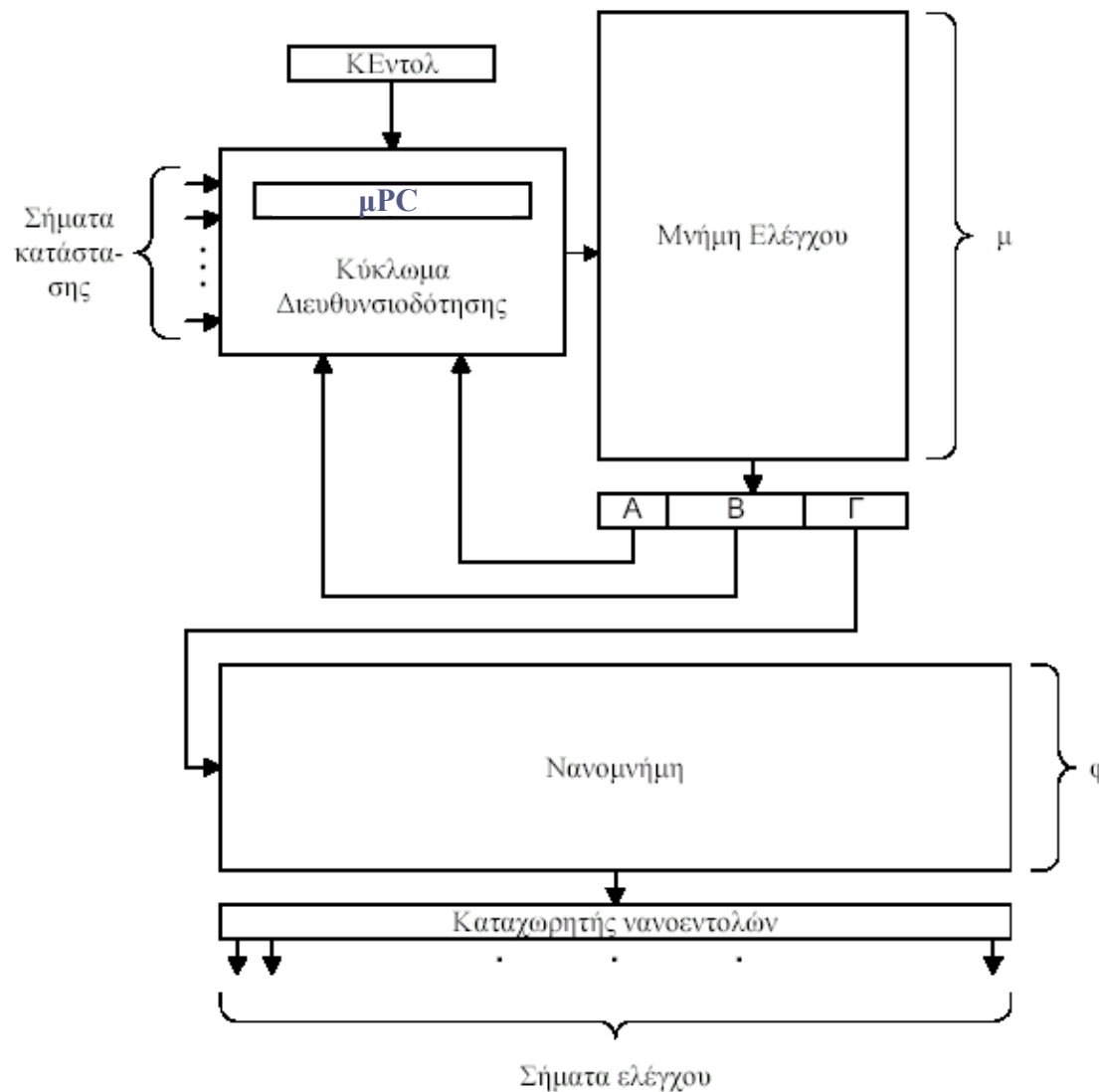


πεδία σημάτων ελέγχου



διεύθυνση άλματος

# Νανοπρογραμματισμός



# Κωδικοποίηση Σημάτων Ελέγχου

- *Οριζόντια* μικροεντολή: κάθε bit ενεργοποιεί ένα σήμα ελέγχου
- *Κάθετη* μικροεντολή: η λέξη ελέγχου κωδικοποιεί τα σήματα ελέγχου.
- Μπορούμε όμως να έχουμε πολλαπλά πεδία κωδικοποίησης:
  - Οι μικρολειτουργίες διαφορετικών πεδίων εκτελούνται ταυτόχρονα.
  - Οι μικρολειτουργίες διαφορετικών κωδικών ενός πεδίου δεν εκτελούνται ταυτόχρονα.

# Βέλτιστη Κωδικοποίηση

- Οικονομία μνήμης/υψηλότερη ταχύτητα
  - Μέγιστη δυνατή παράλληλη εκτέλεση μικρολειτουργιών
  - Ταχύτερη αποκωδικοποίηση για πιο αργές μικρολειτουργίες
- Διαμέριση μικρολειτουργιών
  - Οι μικρολειτουργίες κάθε ομάδας δεν εκτελούνται ποτέ ταυτόχρονα
- Κωδικοποίηση μικρολειτουργιών
  - Διαφορετική για κάθε ομάδα

# Εκτέλεση Μικροπρογράμματος

- Κάθε μικροεντολή εκτελείται σε έναν κύκλο μηχανής
- Μερική επικάλυψη του κύκλου μικροεντολής
  - Επικάλυψη ανάκλησης με εκτέλεση
- Πολυφασική εκτέλεση μικροεντολών
  - Διαφορετικός αριθμός φάσεων ανά μικροεντολή

# Παράδειγμα

- Μικροκώδικας εντολών MIPS lw, sw, add, sub, beq, j, jr :

Ετικέτα	Άλμα	ΑΛΜ	ΑΛΜ1	ΑΛΜ2	ΦΚ	MEM	PC=
Fetch:	seq	add	PC	4		readIR	ΑΛΜ
	disp	add	PC	$\text{προ}(\text{IR})_{\ll 2}$			
LW:	seq	add	A	$\text{προ}(\text{IR})$			
	seq					readDR	
	j Fetch				writeDR		
SW:	seq	add	A	$\text{προ}(\text{IR})$			
	j Fetch					write	
REGΑΛΜ:	seq	funct	A	B			
	j Fetch				writeC		
BEQ:	j Fetch	sub	A	B			$C(Z==1)$
J:	j Fetch						$(\text{PC} \parallel \text{IR})_{\ll 2}$
JR:	j Fetch						A

όπου REGΑΛΜ  $\equiv$  R-type, συμπεριλαμβανομένων των add και sub, με τη λειτουργία να προσδιορίζεται από τον κωδικό τελεστή (συμβολικά: “funct”). Ο μικροκώδικας υποθέτει ότι ο PC περιέχει διευθύνσεις σε επίπεδο *byte*.

# Γενικές Παρατηρήσεις

- 80x86: Συνδυασμός καλωδιωμένης και μικροπρογραμματισμένης λογικής
  - Η μικροπρογραμματισμένη λογική εφαρμόζεται σε πολύπλοκες εντολές και απλοποιεί έτσι τον έλεγχό τους
  - Οι απλές εντολές εκτελούνται πιο γρήγορα
- Εξομοίωση γλωσσών μηχανής μέσω μικροπρογραμματισμού
  - Ευελιξία προγραμματισμού, όμως χρειαζόμαστε και κώδικα συστήματος