

# Οργάνωση Η/Υ

Γιώργος Δημητρίου

Μάθημα 3<sup>ο</sup> – ΜΕΔ απλού κύκλου

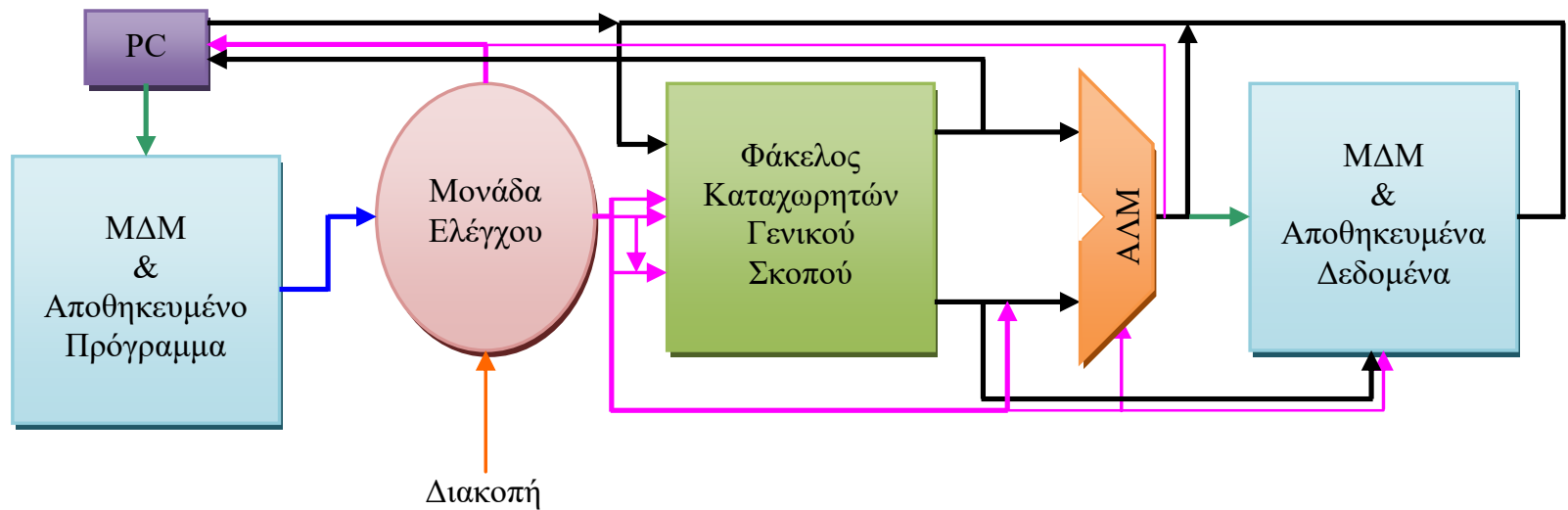
# Συνολική Δομή ΚΜΕ

- Μία ή περισσότερες μονάδες αριθμητικών και λογικών πράξεων
- Μονάδα ολίσθησης
- Φάκελος καταχωρητών γενικού σκοπού
- Κρυφή μνήμη (ενοποιημένη ή διαχωρισμένη) εντολών και δεδομένων
- Καταχωρητές ειδικού σκοπού
- Δρόμοι μεταφοράς πληροφορίας
- Μονάδα ελέγχου



# Επεξεργασία Δεδομένων

- Απλουστευμένη αρχιτεκτονική MIPS συνδυαστικής ΜΕΔ:



# Κύκλος Εντολής MIPS

1. Προσκόμισε την εντολή από τη θέση μνήμης που δείχνει ο PC.
2. Υπολόγισε τη νέα τιμή του PC.
3. Αποκωδικοποίησε την εντολή.
4. Διάβασε τα τελούμενα εισόδου από το φάκελο καταχωρητών (ΦΚ).
5. Εκτέλεσε την εντολή στην ΑΛΜ.
6. Προσπέλασε τη μνήμη δεδομένων.
7. Αποθήκευσε το αποτέλεσμα στο ΦΚ.

# Ανάκληση Εντολής

- Η ΜΔΜ εντολών (αποθηκευμένου προγράμματος) προσπελαύνει την αντίστοιχη κρυφή μνήμη για ανάγνωση.
  - Η τρέχουσα τιμή του PC χρησιμοποιείται ως διεύθυνση προσπέλασης.
- Η ΜΔΜ εντολών επιστρέφει στη ΜΕΔ μια λέξη εντολής.

# Υπολογισμός Νέας Τιμής PC

- Η τιμή του PC αυξάνεται κατά μία λέξη (ή 4 ψηφιολέξεις).
- Η αύξηση του PC μπορεί να ακυρωθεί από τη φάση εκτέλεσης, εάν εκτελείται εντολή άλματος.
- Η αύξηση του PC μπορεί ακόμη να ακυρωθεί από διακοπή ή ειδική περίπτωση.

# Αποκωδικοποίηση Εντολής

- Κωδικοποίηση των ψηφίων σε ομάδες. Έτσι στην αποκωδικοποίηση:
  - Κάποιες ομάδες ψηφίων (κατ' ευθείαν ή έμμεσης διευθυνσιοδότησης) κατευθύνονται προς το ΦΚ.
  - Μία ομάδα ψηφίων (άμεσης ή σχετικής διευθυνσιοδότησης) μπορεί να κατευθυνθεί προς την ΑΛΜ ή τον ΡC.
  - Ο κωδικός λειτουργίας αποκωδικοποιείται από τη Μονάδα Ελέγχου, για την παραγωγή σημάτων ελέγχου.

# Ανάγνωση Φακέλου Καταχωρητών

- Σε κάθε εντολή στέλνονται στο ΦΚ δύο αριθμοί καταχωρητών για ανάγνωση.
  - Πιθανά ο ίδιος αριθμός!
- Η ανάγνωση γίνεται πάντα, ακόμα κι αν η εντολή δεν έχει τελούμενα εισόδου!
- Τα δεδομένα που επιστρέφονται από το ΦΚ προωθούνται στην ΑΛΜ, στον PC ή στη ΜΔΜ δεδομένων για αποθήκευση.



# Εκτέλεση Εντολής στην ΑΛΜ

- Σε ορισμένες εντολές (πχ άλμα χωρίς συνθήκη) δε χρησιμοποιείται η ΑΛΜ.
- Για τις υπόλοιπες: η ακριβής λειτουργία της ΑΛΜ καθορίζεται από την αποκωδικοποίηση του κωδικού λειτουργίας και του κωδικού τελεστή της εντολής.
- Η έξοδος της ΑΛΜ μπορεί να είναι αποτέλεσμα της εντολής, ή να χρησιμοποιηθεί σαν έλεγχος εγγραφής του PC ή σα διεύθυνση προσπέλασης της μνήμης.

# Προσπέλαση Μνήμης Δεδομένων

- Η ΜΔΜ δεδομένων προσπελαίνει την αντίστοιχη κρυφή μνήμη, αν η εντολή είναι φόρτωσης ή αποθήκευσης.
  - Η τελική διεύθυνση προσπέλασης υπολογίστηκε στην ΑΛΜ στο προηγούμενο βήμα.
  - Σε φόρτωση, διαβάζεται από τη μνήμη μια λέξη δεδομένων, την οποία η ΜΔΜ επιστρέφει στη ΜΕΔ.
  - Σε αποθήκευση, εγγράφεται στη μνήμη μια λέξη δεδομένων, η οποία προέρχεται από το ΦΚ.

# Εγγραφή Φακέλου Καταχωρητών

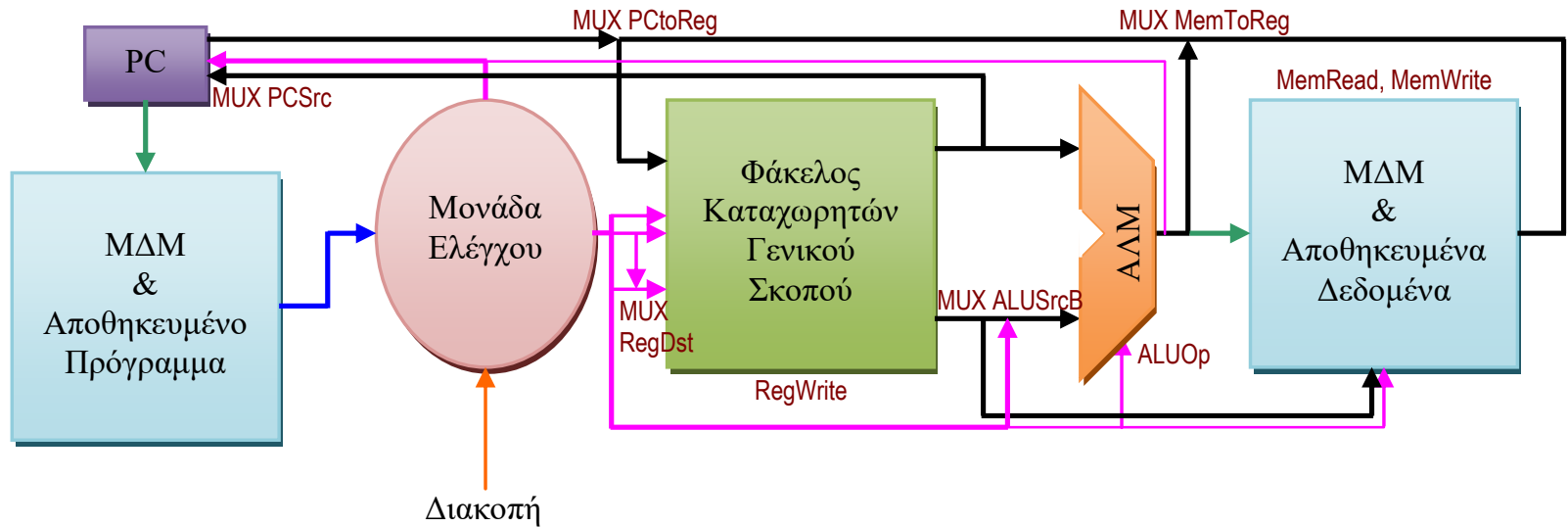
- Κάθε εντολή μπορεί να γράψει μέχρι έναν καταχωρητή.
  - Δεδομένα εγγραφής από την ΑΛΜ (αριθμητικές/λογικές εντολές)
  - Δεδομένα εγγραφής από τη μνήμη δεδομένων (εντολές φόρτωσης).

# Σύστημα Ελέγχου MIPS

- Αποκωδικοποίηση εντολής:
  - Αποστολή επιμέρους πεδίων στις κατάλληλες υπομονάδες επεξεργασίας.
  - Παραγωγή σημάτων ελέγχου για κάθε υπομονάδα επεξεργασίας.
- Υπομονάδα ελέγχου ALU:
  - Αποκωδικοποίηση πράξης.
- Υπομονάδα ελέγχου PC:
  - Εκτέλεση αλμάτων με ή χωρίς συνθήκη.
- Υπομονάδα ελέγχου ΜΔΜ.

# Επεξεργασία Δεδομένων

- Απλουστευμένη αρχιτεκτονική MIPS συνδυαστικής ΜΕΔ (με σήματα ελέγχου):



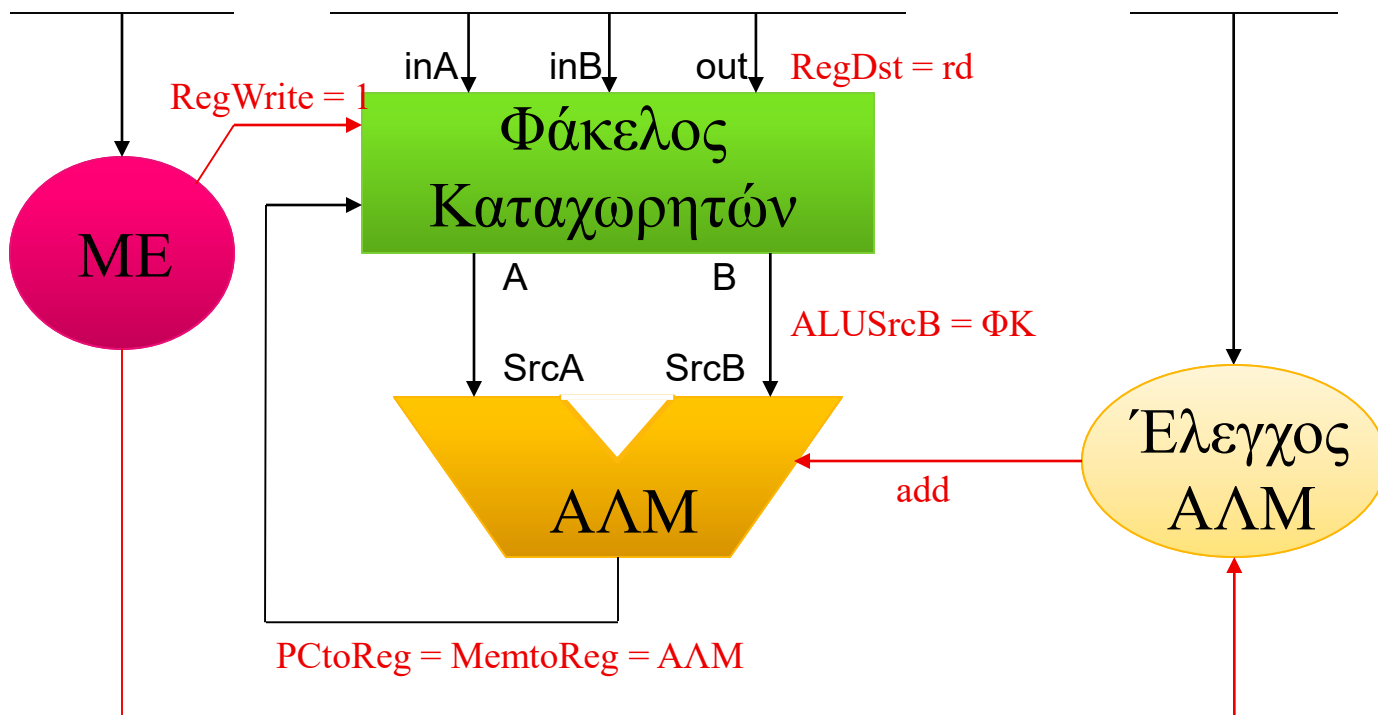
# Παραδείγματα

- Εντολές ΑΛΜ R-type
- Εντολές ΑΛΜ I-type
- Εντολές προσπέλασης μνήμης
- Εντολές διακλάδωσης
- Εντολές άλματος

# Έλεγχος Εντολής ΑΛΜ

*add \$8,\$17,\$18*

000000 10001 10010 01000 00000 100000

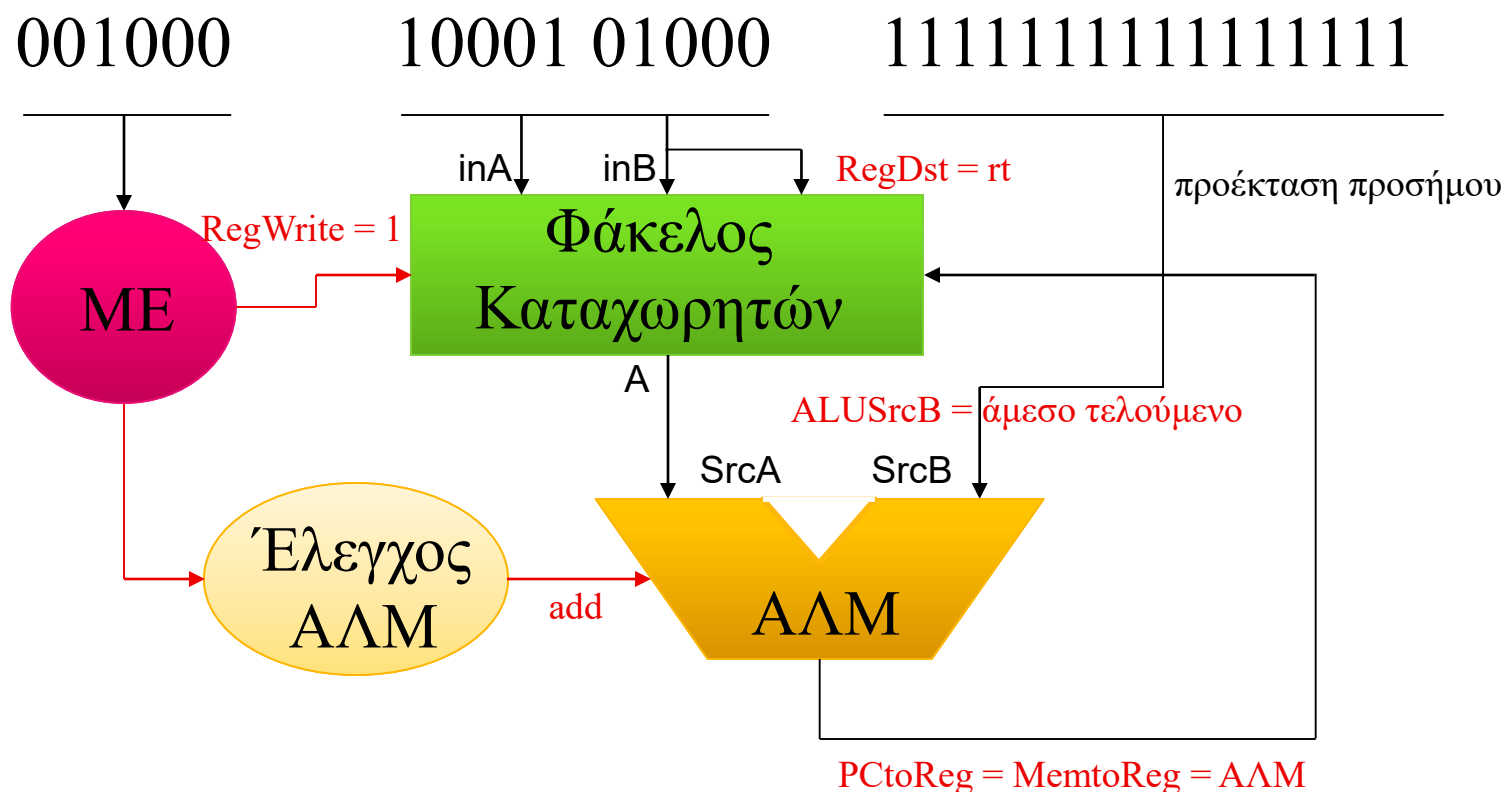


πράξη(ΑΛΜ) = κωδικός τελεστή

Οργάνωση Η/Υ

# Έλεγχος Εντολής ΑΛΜ

*addi \$8,\$17,-1*



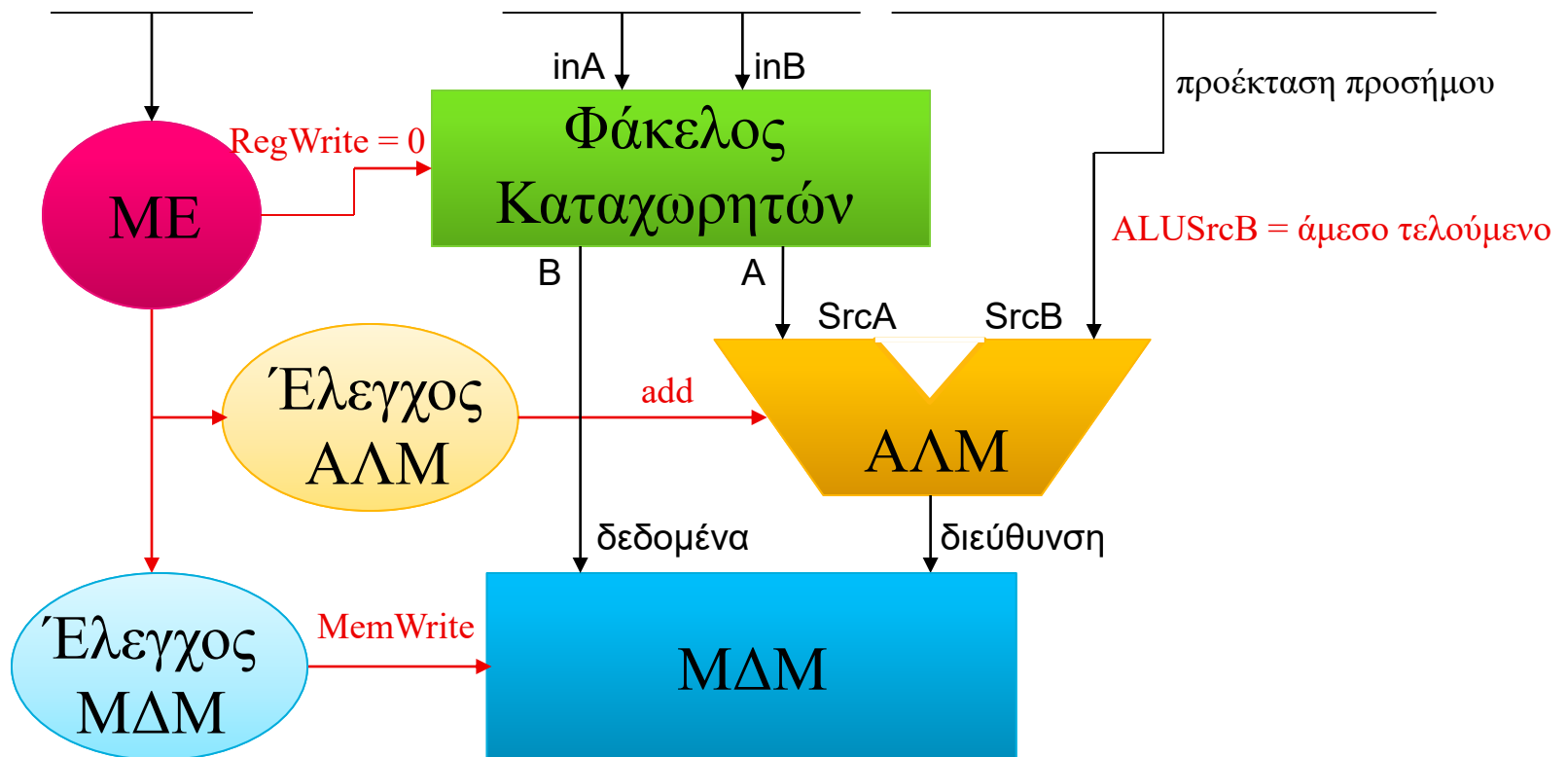


# Έλεγχος Εντολής Προσπέλασης Μνήμης

*sw \$8,164(\$29)*

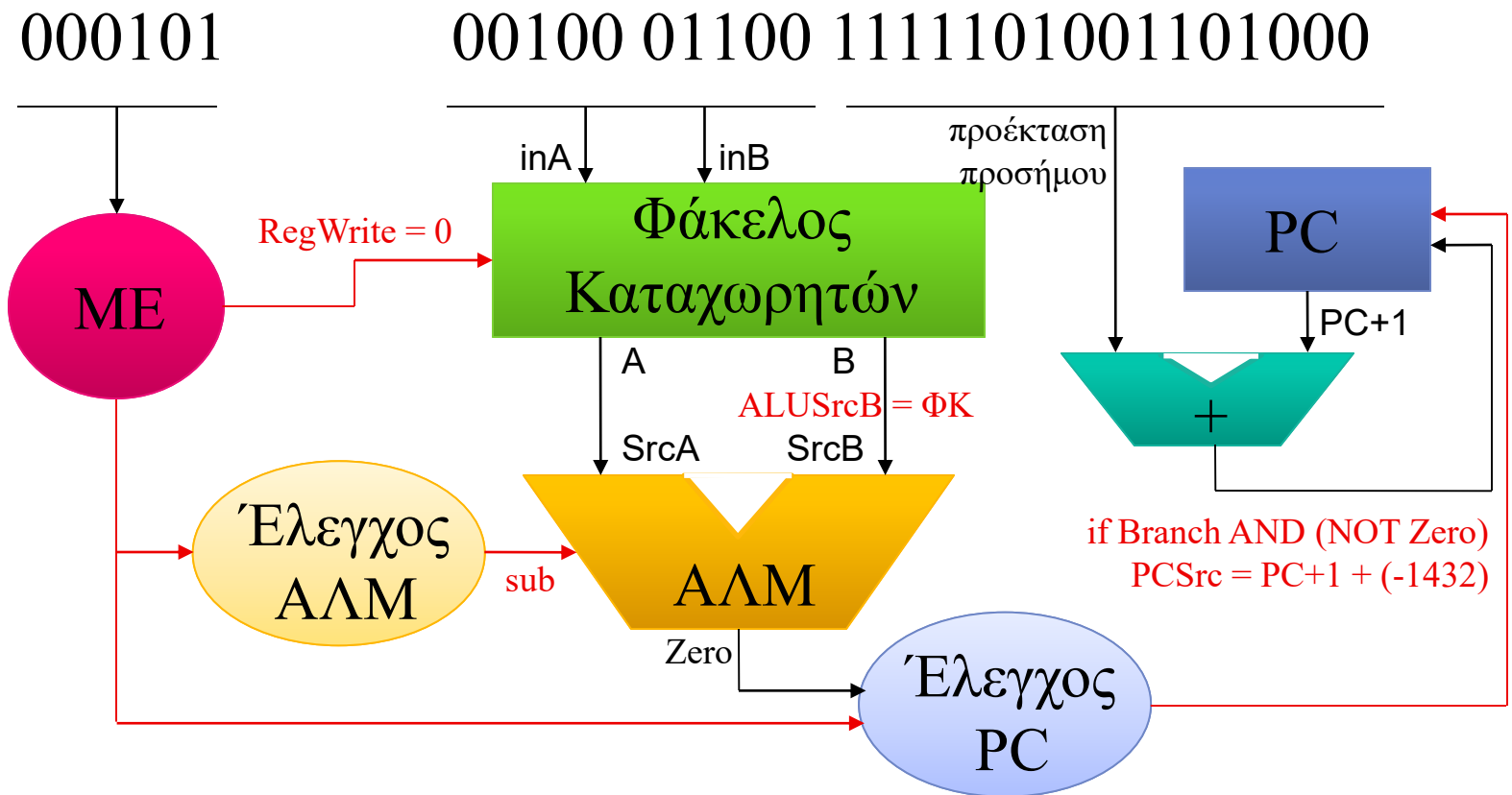
101011

11101 01000 0000000010100100



# Έλεγχος Εντολής Διακλάδωσης

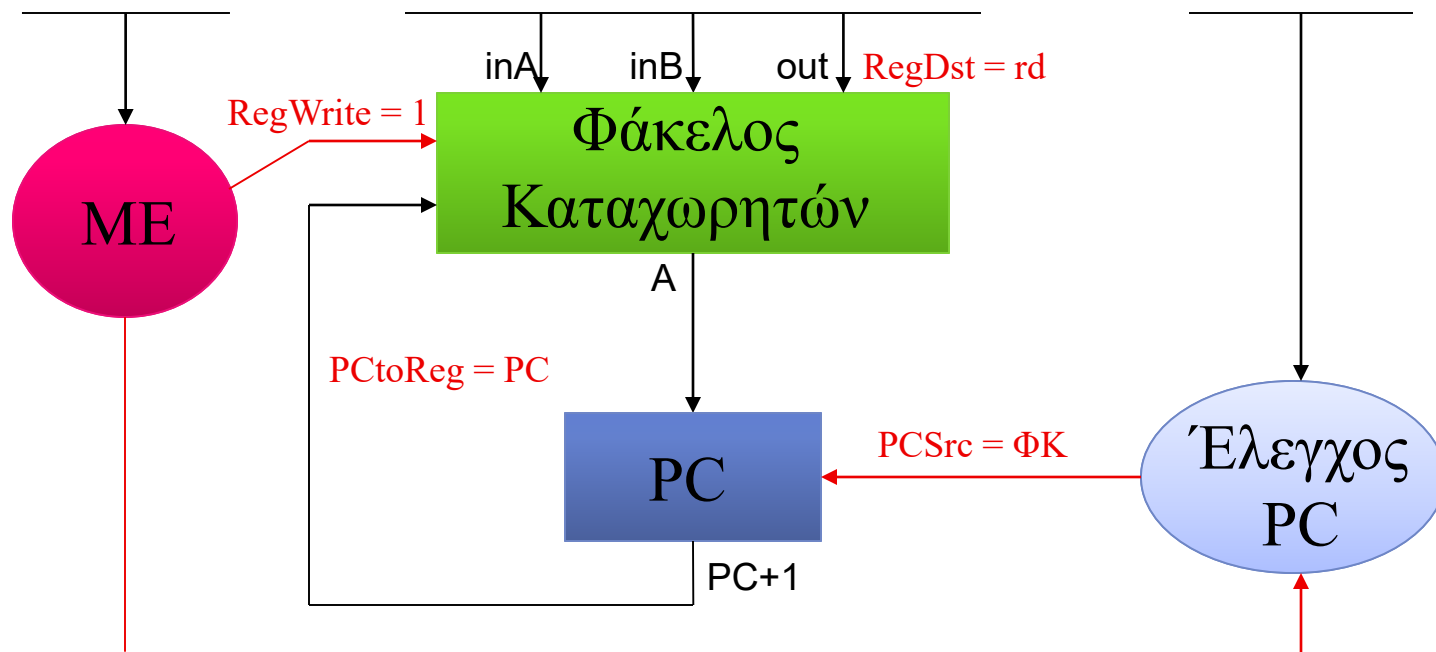
*bne \$4,\$12,-1432*



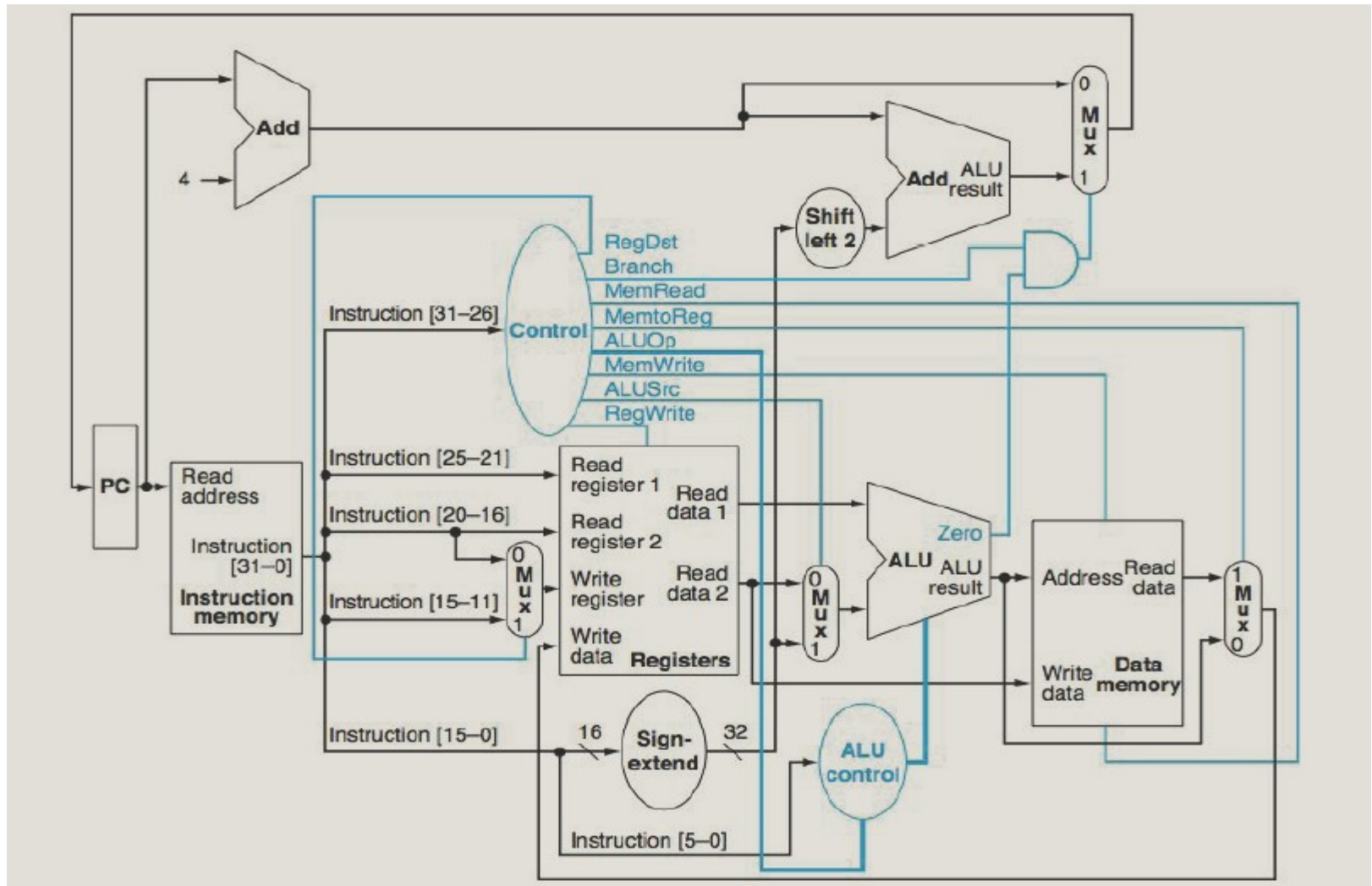
# Έλεγχος Εντολής Άλματος

*jalr \$12,\$31*

000000      01100 00000 11111 00000 010001



# Υλοποίηση Απλοποιημένου MIPS



Οργάνωση Η/Υ

# Σήματα Ελέγχου

- Υποστήριξη μικρού υποσυνόλου του συνόλου εντολών MIPS:
  - lw, sw, beq, add (R-format)

Instruction	RegDst	ALUSrc	Memto-Reg	Reg-Write	Mem-Read	Mem-Write	Branch	ALUOp1	ALUOp0
R-format	1	0	0	1	0	0	0	1	0
lw	0	1	1	1	1	0	0	0	0
sw	X	1	X	0	0	1	0	0	0
beq	X	0	X	0	0	0	1	0	1

RegDst: 0 (rt), 1 (rd)

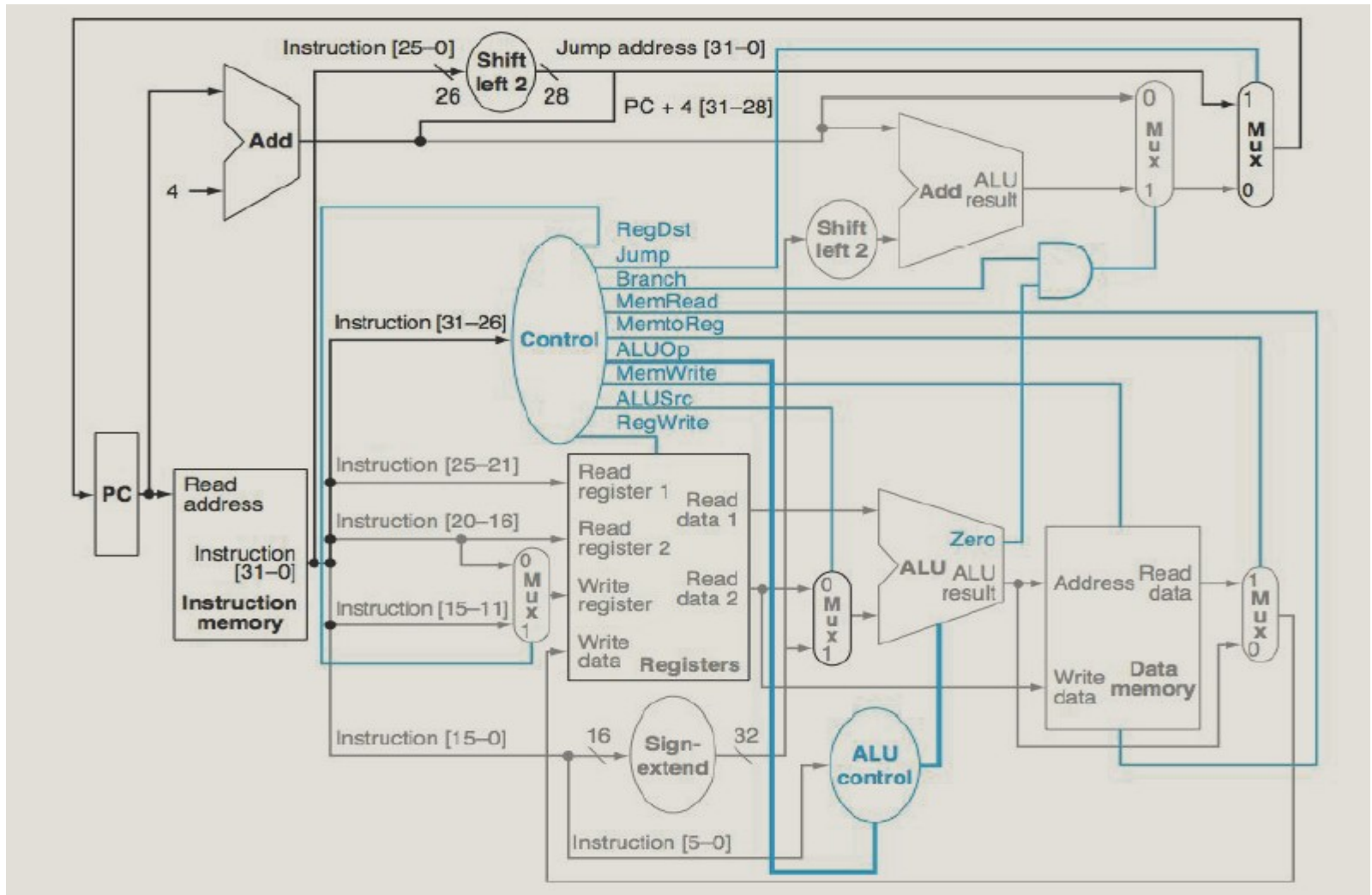
ALUSrc: 0 (ΦΚ), 1 (άμεσο τελούμενο)

MemtoReg: 0 (ΑΛΜ), 1 (ΜΔΜ)

ALUop: 00 (πρόσθεση), 01 (αφαίρεση), 10 (από κωδικό τελεστή)

X: αδιάφορες τιμές

# Προσθήκη Εντολής Άλματος (j)



# Προσθήκη Άλλων Εντολών

- Όμοια προστίθενται και οι πιο σύνθετες εντολές που είδαμε νωρίτερα:
  - Προσθήκη εντολών με άμεσο τελούμενο (I-format) με νέα αποκωδικοποίηση
  - Υποστήριξη bne με πιο σύνθετη υλοποίηση ελέγχου συνθήκης
  - Επέκταση του πολυπλέκτη Jump σε PCSrc για υποστήριξη και έμμεσων αλμάτων
  - Εισαγωγή πολυπλέκτη PCtoReg για υποστήριξη σύνδεσης στα άλματα

# Υλοποίηση Μονάδας Ελέγχου

- Με λογικό κύκλωμα:
  - παραγωγή σημάτων ελέγχου
  - ένας κύκλος μηχανής για κάθε κύκλο εντολής
  - ένας κύκλος μηχανής για κάθε φάση κύκλου εντολής
- Με μικροπρογραμματισμό:
  - κάθε σήμα ελέγχου ενεργοποιεί μια μικρο-λειτουργία
  - με το μικροπρογραμματισμό οι μικρολειτουργίες δεν είναι αποτέλεσμα τέτοιων σημάτων, αλλά εκτέλεσης ενός (μικρο)προγράμματος