

Εισαγωγή στους Η/Υ

Γιώργος Δημητρίου

Μάθημα 11-12: Σύνθετες Πράξεις

Μονάδες Πράξεων

- Αριθμητική/Λογική Μονάδα (ΑΛΜ - ALU):
 - Βασικές αριθμητικές πράξεις
 - Πρόσθεση/Αφαίρεση
 - Λογικές πράξεις
- Μονάδες πολύπλοκων αριθμητικών πράξεων σταθερής υποδιαστολής:
 - Πολλαπλασιασμός και διαίρεση
- Μονάδες αριθμητικών πράξεων κινητής υποδιαστολής
- Μονάδες σύνθετων πράξεων
- Μονάδα ολίσθησης

Πολλαπλασιασμός Ακεραίων

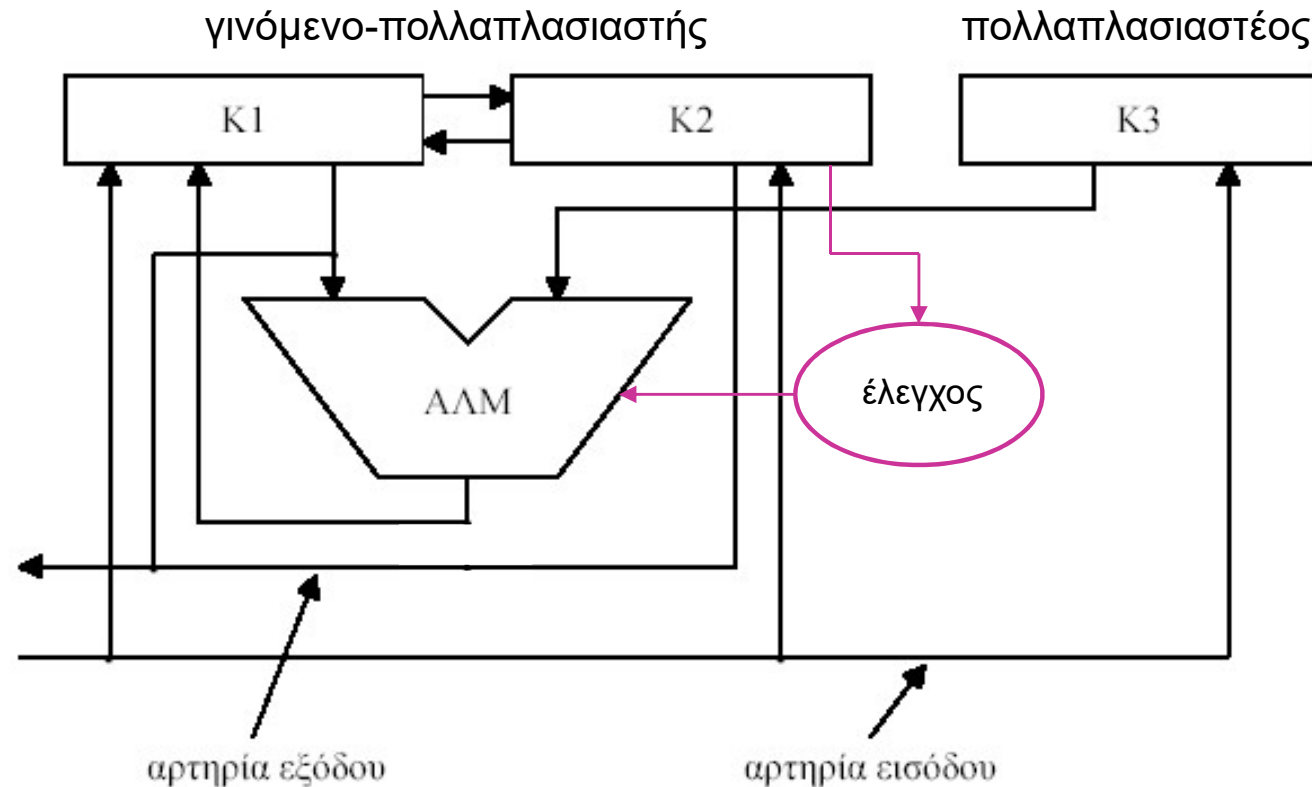
- Απλός αλγόριθμος:
 - Πολλαπλασίασε τα ψηφία του πολλαπλασιαστή, ένα-ένα από δεξιά προς τα αριστερά, με τον πολλαπλασιαστέο
 - Στοίχισε κάθε επόμενο μερικό γινόμενο κατά ένα ψηφίο αριστερότερα από το προηγούμενο, συμπληρώνοντας με μηδενικά
 - Πρόσθεσε τα στοιχισμένα μερικά γινόμενα, επαναληπτικά ή συνδυαστικά

Πολλαπλασιασμός Ακεραίων

- Μικρές βελτιώσεις της επαναληπτικής υλοποίησης:
 - Αντί της στοίχισης των μερικών γινομένων, απλά κάνε ολίσθηση κάθε φορά κατά ένα παραπάνω ψηφίο μερικού γινομένου προς τα αριστερά, ή ισοδύναμα, κατά ένα ψηφίο του αθροίσματος προς τα δεξιά
 - Αν το επόμενο ψηφίο πολλαπλασιαστή είναι 0, μην κάνεις πρόσθεση αν μπορείς να την αποφύγεις

Επαναληπτική Υλοποίηση

- Ένας αθροιστής, τρεις καταχωρητές



- Κ1/Κ2 υπολογίζει το γινόμενο
- Μη προσημασμένοι / Προσημασμένοι

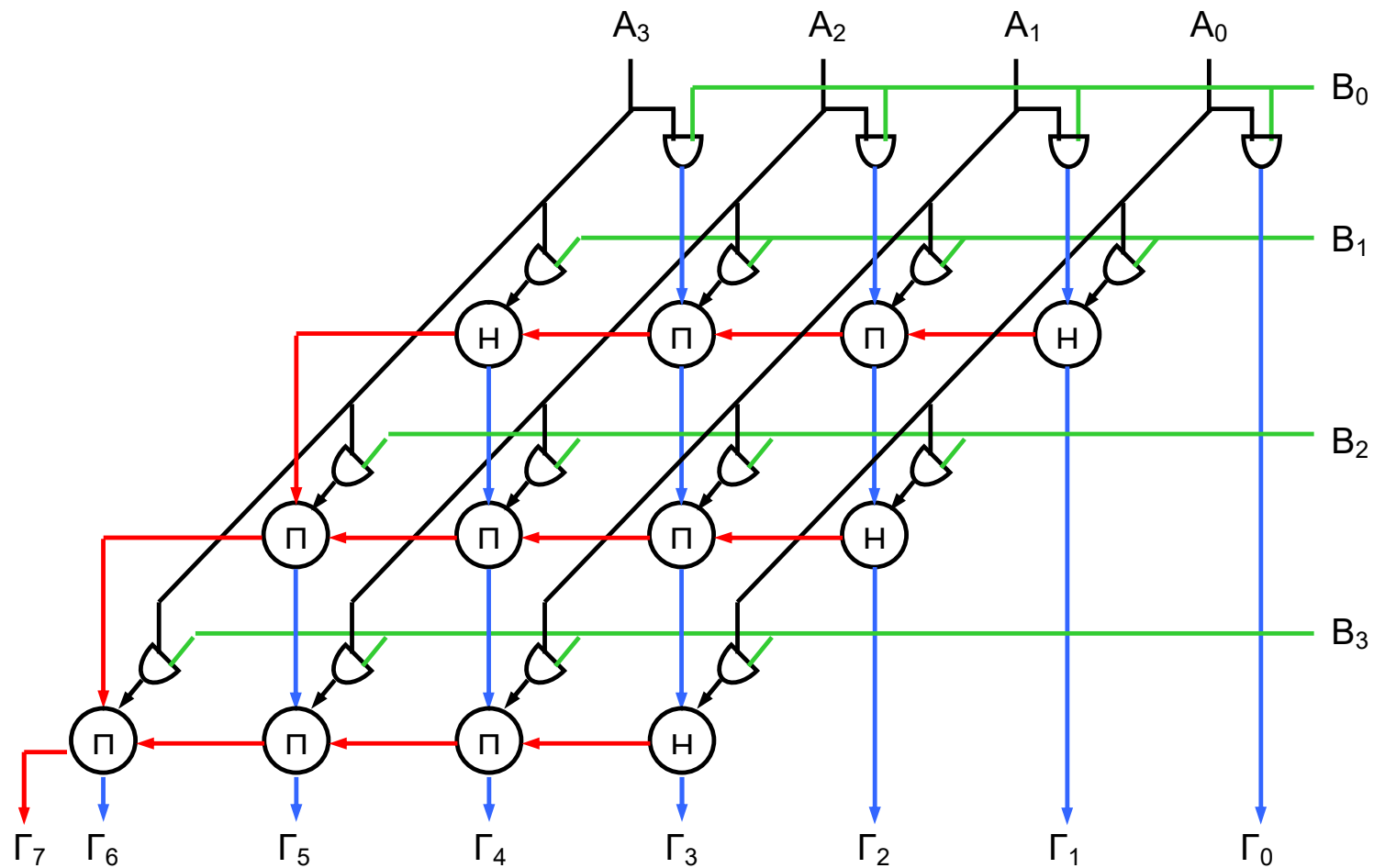
Εισαγωγή στους Η/Υ

Πολλαπλασιασμός Ακεραίων

- Μικρές βελτιώσεις της συνδυαστικής υλοποίησης:
 - Περιορίσει την πρόσθεση των στοιχισμένων μερικών γινομένων στο εύρος του πολλαπλασιαστή
 - Εκτέλεσε τους επιμέρους πολλαπλασιασμούς με πύλες AND

Συνδυαστική Υλοποίηση

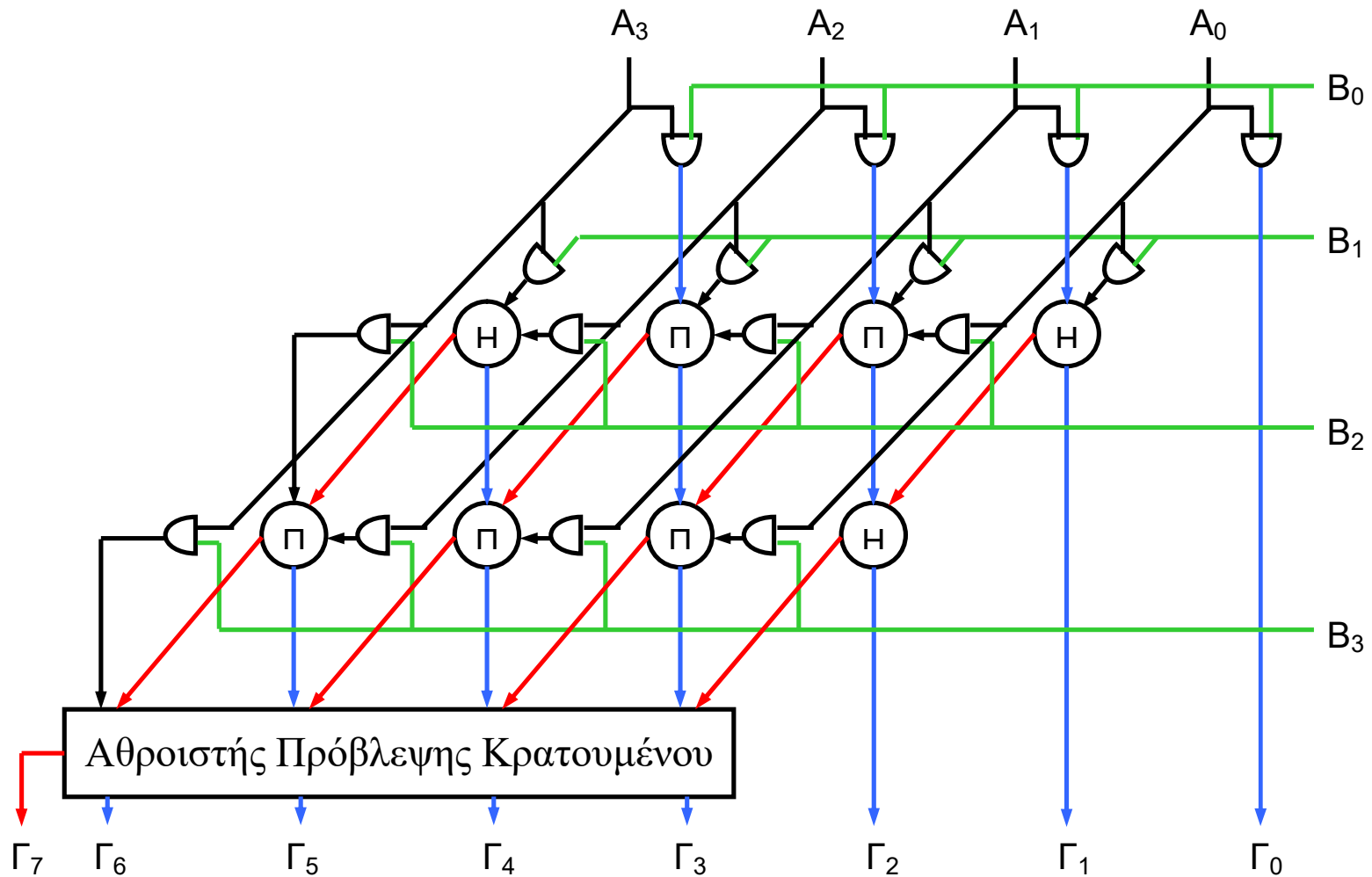
- Με διάδοση κρατουμένου:



Εισαγωγή στους Η/Υ

Συνδυαστική Υλοποίηση

- Με διατήρηση κρατουμένου:



Αθροιστής Πρόβλεψης Κρατουμένου

Εισαγωγή στους Η/Υ

Προσημασμένοι Αριθμοί

- Βρες τα μέτρα των δύο αριθμών, πολλαπλασιάσέ τα, και στο τέλος θέσε το γινόμενο στο σωστό πρόσημο
- Εναλλακτικά, υλοποίησε την πράξη για ολόκληρο το εύρος του γινομένου
 - Γιατί;
- Ή, χρησιμοποίησε τον αλγόριθμο Booth (που θα δούμε στη συνέχεια...)

Αλγόριθμος Booth

- Μετατροπή του πολλαπλασιαστή σε άθροισμα διαφορών δυνάμεων του 2
 - Πχ, αν ο 01110 είναι ο πολλαπλασιαστής, τον γράφουμε ως $10000 - 00010$, οπότε:
$$A * 01110 = A * 10000 - A * 00010 = A \ll 4 - A \ll 1$$
 - Αντί για 3 μερικά γινόμενα, τώρα έχουμε 2!
- Συμπέρασμα:
 - Τόσα μερικά γινόμενα όσες οι εναλλαγές 0-1-0
 - Έχουμε πάντα λιγότερες πράξεις; γιατί;
 - πώς θα μετατρέψουμε τον 01100111;
 - πώς θα μετατρέψουμε τον 01010101;

Αλγόριθμος Booth

- Ελέγχουμε ανά 2 τα bits του πολλαπλασιαστή από δεξιά
 - Όταν βρίσκουμε ζεύγος:
 - 00 ή 11, δεν κάνουμε τίποτα
 - 01, προσθέτουμε τον πολλαπλασιαστέο
 - 10, αφαιρούμε τον πολλαπλασιαστέο
 - Σε κάθε περίπτωση, ακολουθεί ολίσθηση στο μερικό γινόμενο ή στο άθροισμα
- Ευκολία για προσημασμένους αριθμούς σε παράσταση συμπληρώματος του 2
- Επέκταση για έλεγχο περισσότερων bits

Διαίρεση Ακεραίων

- Συμπληρωματική του πολλαπλασιασμού
 - ομοιότητα αλγορίθμου και υλικού για επαναληπτική μόνο υλοποίηση
 - συμπληρωματικές επιμέρους πράξεις
- Ο έλεγχος εξετάζει αν ο διαιρέτης “χωράει” στο μερικό υπόλοιπο
 - σύγκριση, είτε
 - αφαίρεση και μετά αναίρεση (ίσως;)
- Δύο αποτελέσματα: πηλίκο και υπόλοιπο
 - διαίρεση με το 0

Μονάδες Πράξεων

- Αριθμητική/Λογική Μονάδα (ΑΛΜ - ALU):
 - Βασικές αριθμητικές πράξεις
 - Πρόσθεση/Αφαίρεση
 - Λογικές πράξεις
- Μονάδες πολύπλοκων αριθμητικών πράξεων σταθερής υποδιαστολής:
 - Πολλαπλασιασμός και διαίρεση
- Μονάδες αριθμητικών πράξεων κινητής υποδιαστολής
- Μονάδες σύνθετων πράξεων
- Μονάδα ολίσθησης

Αριθμητική Κινητής Υποδιαστολής

- Αλγόριθμοι πράξεων σε λογισμικό, αν δεν υπάρχει η κατάλληλη μονάδα
- Το υλικό χρησιμοποιεί υπομονάδες σταθερής υποδιαστολής για πράξεις μεταξύ συντελεστών και εκθετών
- Καινούργιες λειτουργίες:
 - ευθυγράμμιση
 - κανονικοποίηση
 - στρογγυλοποίηση

Πράξεις Κινητής Υποδιαστολής

- Πρόσθεση/Αφαίρεση
 - ευθυγράμμιση τελούμενων
 - αποκανονικοποίηση του μικρότερου
 - πράξη συντελεστών
 - κανονικοποίηση/στρογγυλοποίηση
- Πολλαπλασιασμός/Διαίρεση
 - πρόσθεση/αφαίρεση εκθετών
 - αντίστοιχη αφαίρεση/πρόσθεση πόλωσης
 - πολλαπλασιασμός/διαίρεση συντελεστών
 - κανονικοποίηση/στρογγυλοποίηση

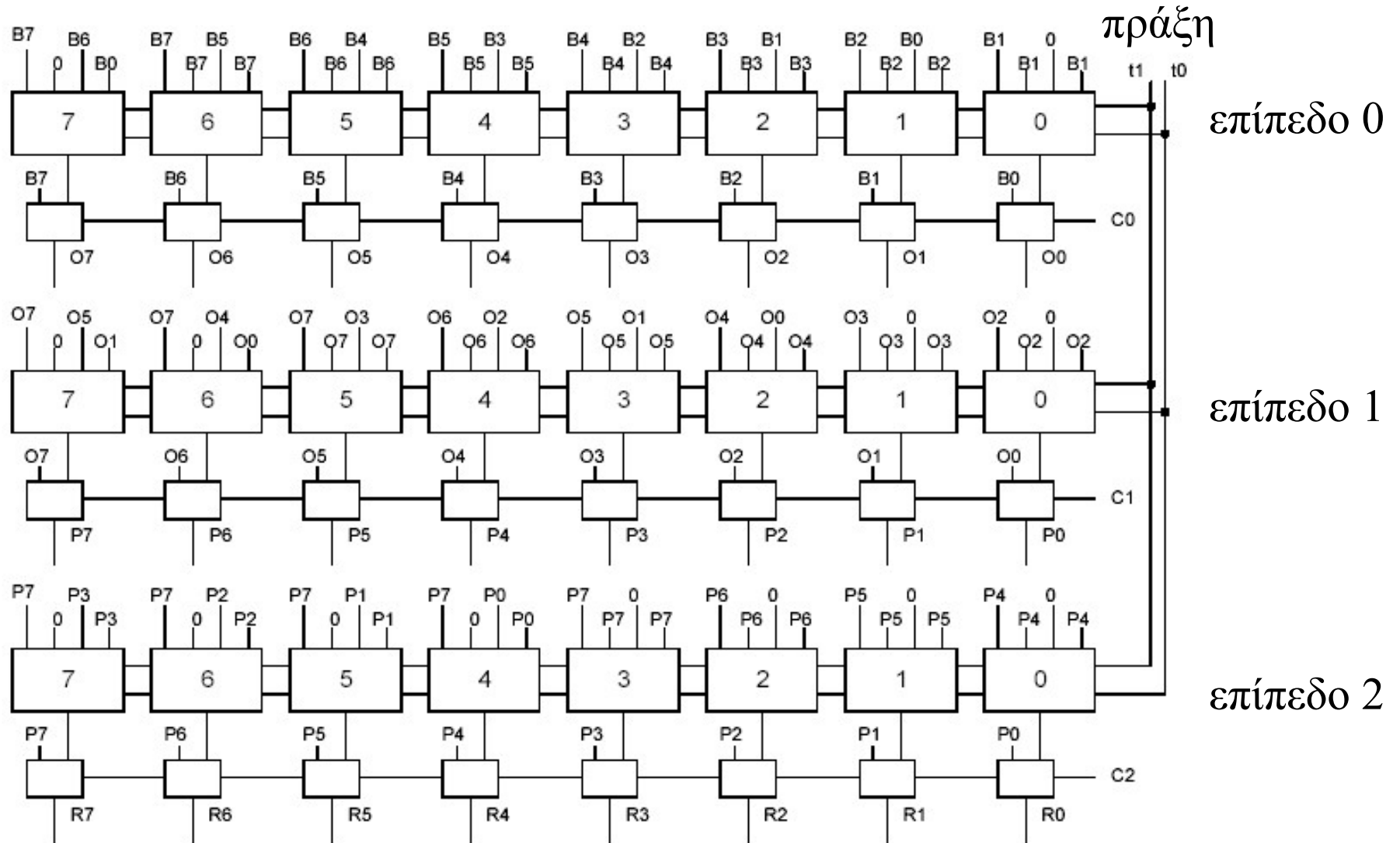
Μονάδες Πράξεων

- Αριθμητική/Λογική Μονάδα (ΑΛΜ - ALU):
 - Βασικές αριθμητικές πράξεις
 - Πρόσθεση/Αφαίρεση
 - Λογικές πράξεις
- Μονάδες πολύπλοκων αριθμητικών πράξεων σταθερής υποδιαστολής:
 - Πολλαπλασιασμός και διαίρεση
- Μονάδες αριθμητικών πράξεων κινητής υποδιαστολής
- Μονάδες σύνθετων πράξεων
- Μονάδα ολίσθησης

Μονάδες Πράξεων

- Αριθμητική/Λογική Μονάδα (ΑΛΜ - ALU):
 - Βασικές αριθμητικές πράξεις
 - Πρόσθεση/Αφαίρεση
 - Λογικές πράξεις
- Μονάδες πολύπλοκων αριθμητικών πράξεων σταθερής υποδιαστολής:
 - Πολλαπλασιασμός και διαίρεση
- Μονάδες αριθμητικών πράξεων κινητής υποδιαστολής
- Μονάδες σύνθετων πράξεων
- **Μονάδα ολίσθησης**

Υπομονάδα Ολίσθησης

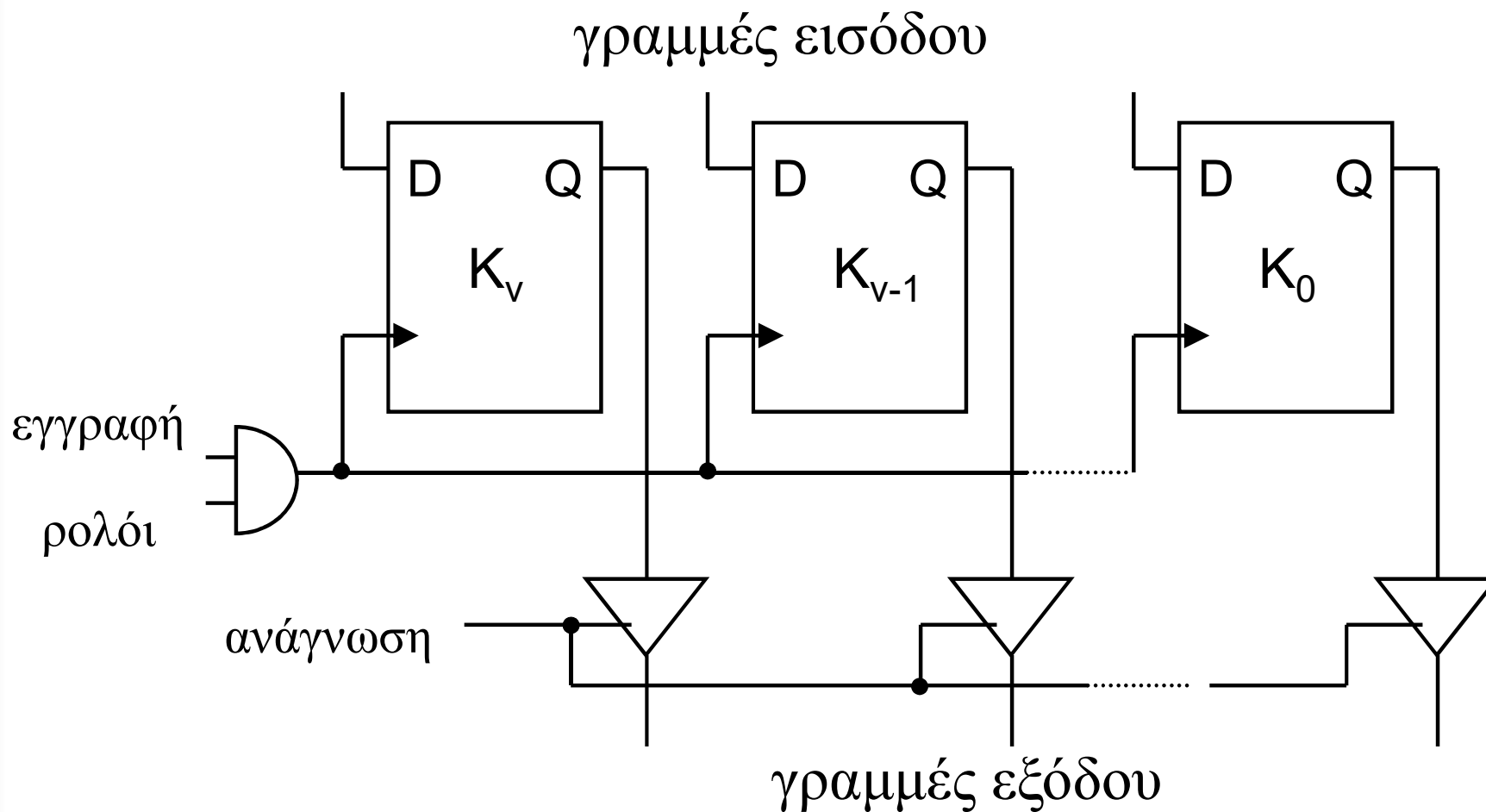


Προσωρινή Αποθήκευση

- Συσσωρευτής
 - Ουσιαστικά ένας καταχωρητής
- Στοίβα
 - Όμοια με ΦΚ, αλλά με απλούστερη προσπέλαση
- Φάκελος καταχωρητών
 - Η συνήθης δομή προσωρινής αποθήκευσης στους σύγχρονους επεξεργαστές
- Κρυφή μνήμη?

Καταχωρητές

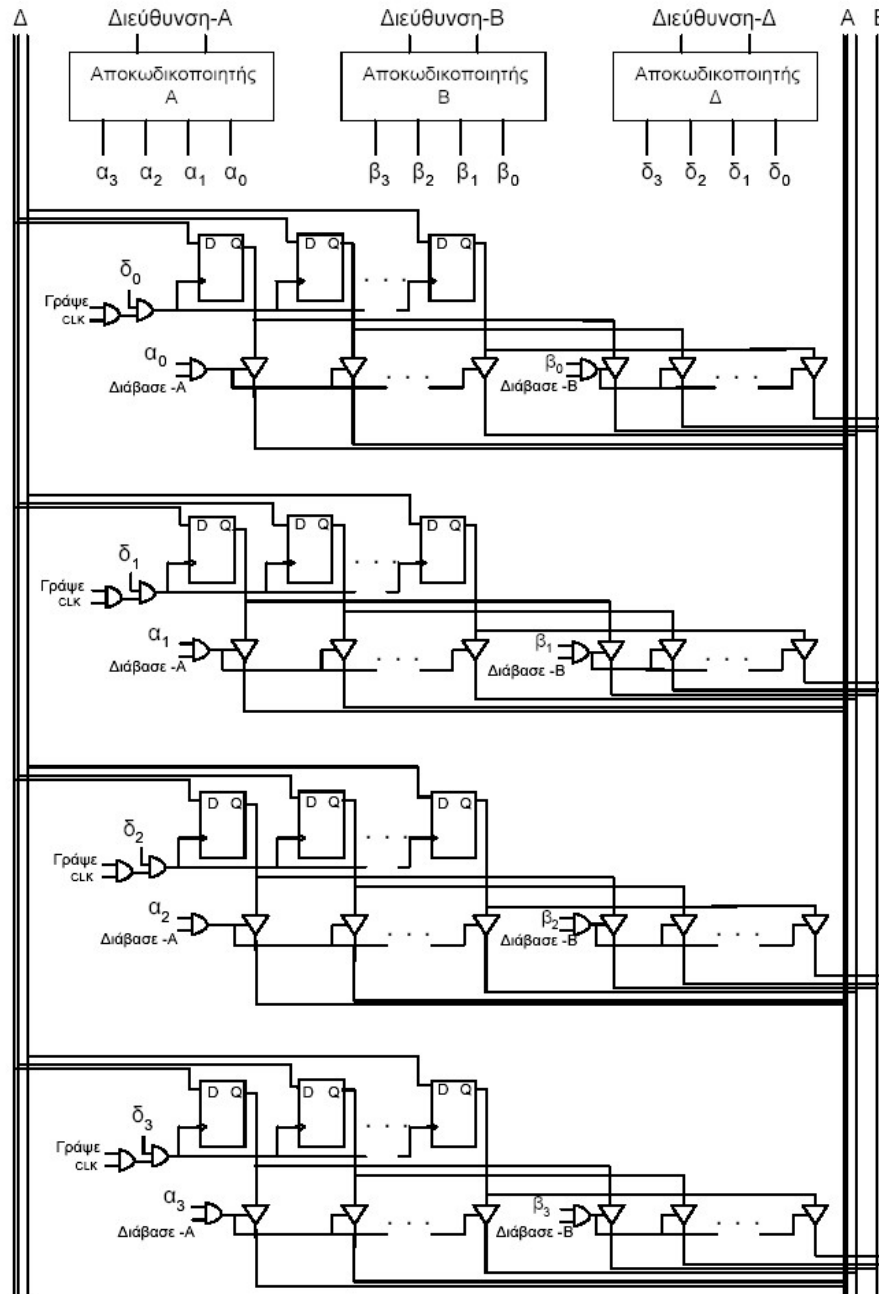
- Μια διάταξη από D flip-flops



Εισαγωγή στους Η/Υ

Φάκελος Καταχωρητών

1 θύρα
εγγραφής



2 θύρες
ανάγνωσης

Εισαγωγή στους Η/Υ