

CPU_s



- Απόδοση της CPU.
- Κατανάλωση ισχύος της CPU.

Στοιχεία της απόδοσης της CPU



- Κύκλος χρόνου.
- Διοχέτευση (pipeline) της CPU.
- Σύστημα μνήμης.

Διοχέτευση



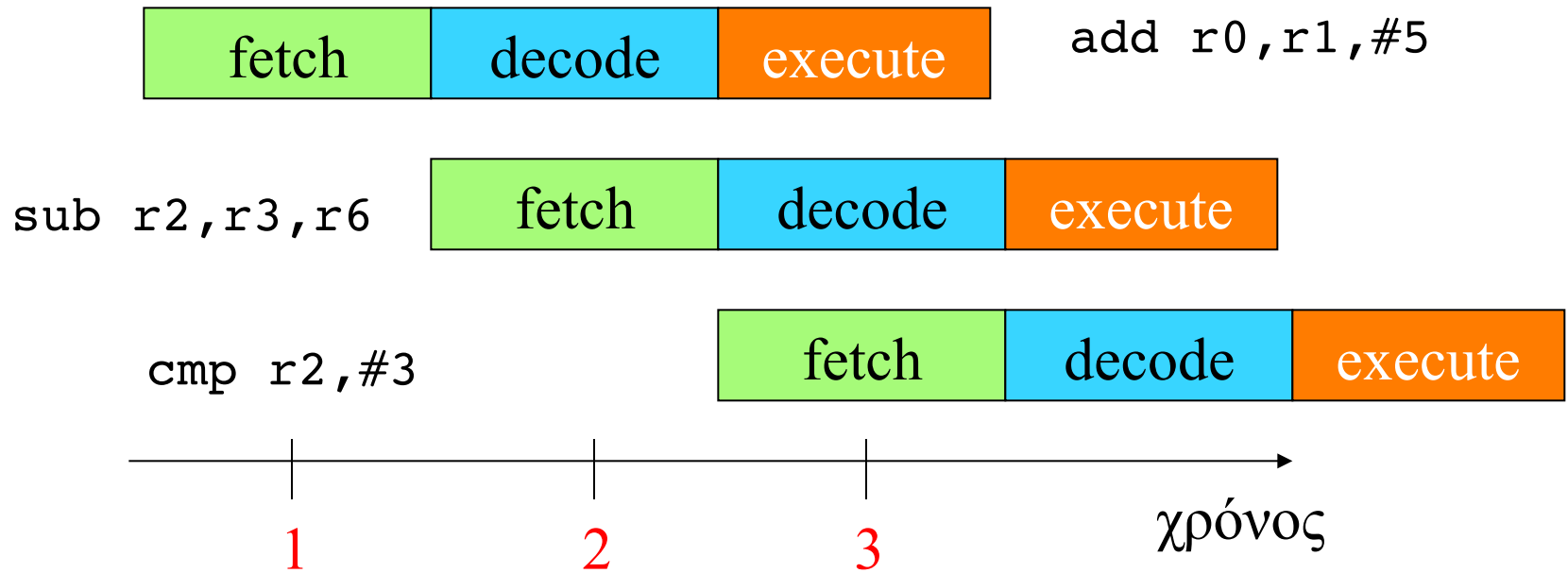
- Διάφορες εντολές εκτελούνται ταυτόχρονα στα διαφορετικά στάδια της ολοκλήρωσης.
- Οι διάφοροι όροι μπορούν να προκαλέσουν τη **διοχέτευση φυσαλίδων (pipeline bubbles)** που μειώνουν τη χρησιμότητα:
 - διακλαδώσεις
 - καθυστερήσεις μνήμης συστήματος
 - κτλ.

Δομές διοχέτευσης



- Και ο ARM και ο SHARC έχουν 3 στάδια σωλήνωσης:
 - **ευρύτητα-fetch** εντολή από τη μνήμη
 - **αποκωδικοποίηση-decode** κωδικός λειτουργίας και τελεστές
 - **εκτέλεση-execute**

Εκτέλεση διοχέτευσης στον ARM



Μέτρα απόδοσης



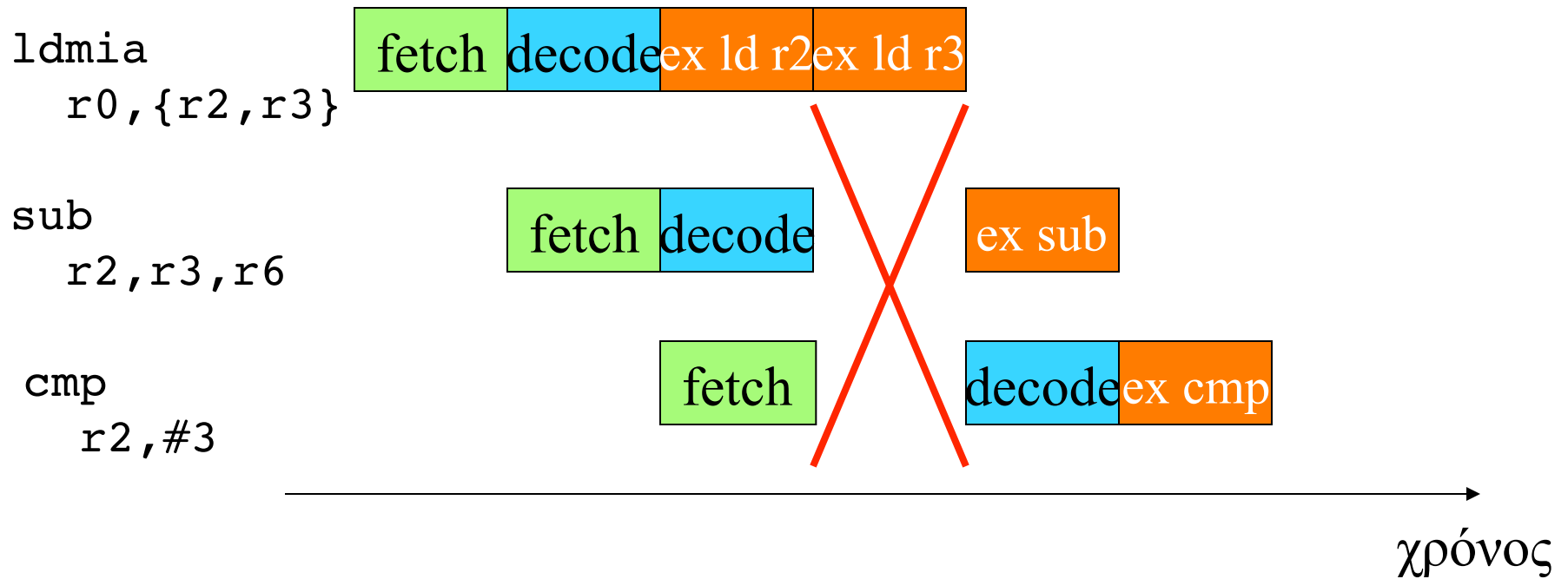
- **latency**: ο χρόνος που χρειάζεται μια εντολή για να ξεπεράσει τη διοχέτευση
- **ρυθμοαπόδοση- throughput**: ο αριθμός των εντολών που εκτελούνται ανά χρονικό διάστημα
- Η διοχέτευση αυξάνει το throughput χωρίς να μειώνει το latency.

Διακοπή διοχέτευσης



- Εάν κάθε βήμα δεν μπορεί να ολοκληρωθεί στον ίδιο χρόνο, η διοχέτευση διακόπτεται.
- Οι φυσαλίδες που εμφανίζονται από τη διακοπή, αυξάνουν το latency, μειώνουν το throughput.

Εντολή του πολλαπλών κύκλων LDMIA του ARM

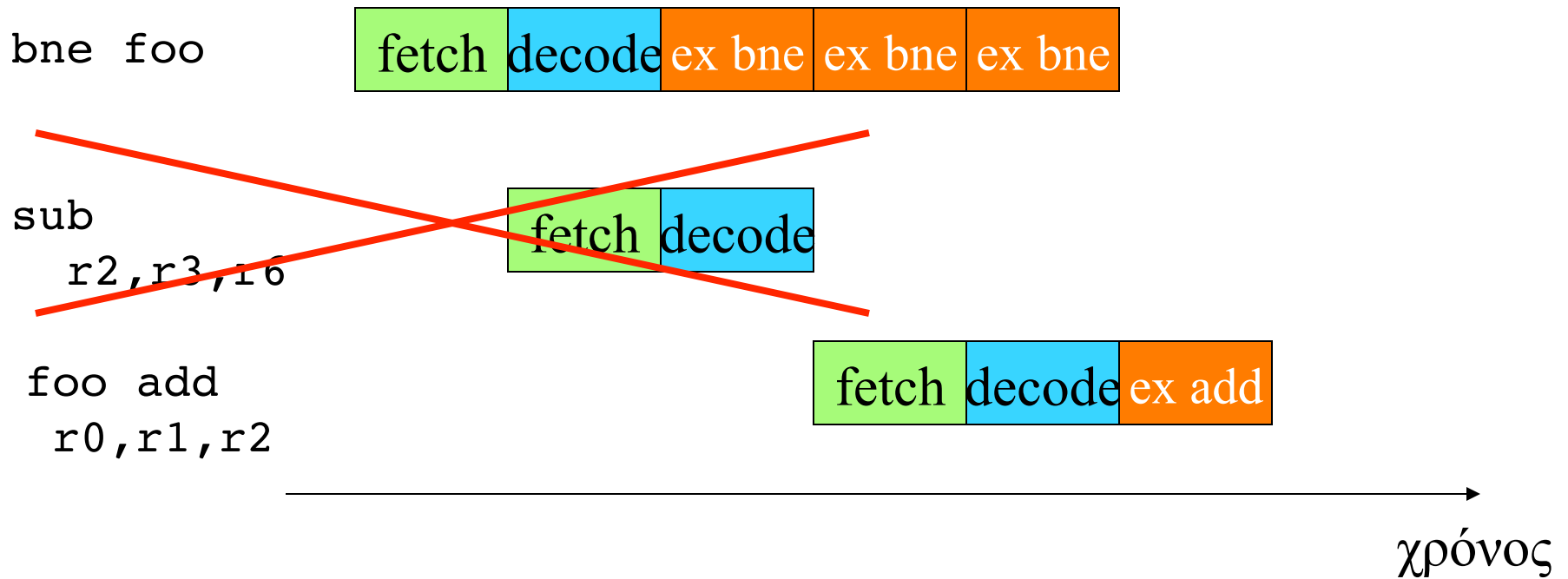


Έλεγχος διακοπών



- Οι διακλαδώσεις συχνά παράγουν διακοπές (branch penalty).
 - Ο χρόνος διακοπής μπορεί να εξαρτάται από το εάν λειτουργούν οι διακλαδώσεις.
- Μπορεί να πρέπει να συμπιέσει τις εντολές που άρχισαν ήδη να εκτελούνται.
- Δεν ξέρετε τι θα προκύψει μέχρι να αξιολογηθεί η κατάσταση.

Διοχετευμένη διακλάδωση του ARM



Καθυστερημένη διακλάδωση

- Για να αυξήσει την αποδοτικότητα διοχέτευσης, ο καθυστερημένος μηχανισμός διακλάδωσης απαιτεί η εντολές μετά τη διακλάδωση που πάντα εκτελείται, εάν η διακλάδωση εκτελείται ή όχι.
- Ο SHARC υποστηρίζει καθυστερημένες και μη καθυστερημένες διακλαδώσεις.
 - Διευκρινίζεται από bit στην εντολή διακλάδωσης.
 - 2 εντολές καθυστέρησης διακλάδωσης.

Παράδειγμα: κωδικός χρονοπρογραμματισμού στον SHARC

L1=5 ;

DM(I0 , M1)=R1 ;

L8=8 ;

DM(I8 , M9)=R2 ;

- Η CPU δε μπορεί να χρησιμοποιεί το DAG σε κύκλο αμέσως μετά τη φόρτωση του DAG καταχωρητή.
- Η CPU εκτελεί NOP μεταξύ του ορισμού του καταχωρητή και του DM.

Επαναπρογραμματισμένος κωδικός του SHARC

L1=5;

L8=8;

DM(I0, M1)=R1;

DM(I8, M9)=R2;

- Αποφεύγει δυο κύκλους NOP.

Παράδειγμα: χρόνος εκτέλεσης του ARM

- Καθορίζει το χρόνο εκτέλεσης του φίλτρου FIR:

```
for (i=0; i<N; i++)  
    f = f + c[i]*x[i];
```

- Μόνο η διακλάδωση στη δοκιμή βρόχων μπορεί να πάρει περισσότερους από έναν κύκλους.
 - Ο βρόγχος BLT χρειάζεται ένα κύκλο στην καλύτερη περίπτωση, 3 στη χειρότερη.

Εκτέλεση υπερβάθμωσης



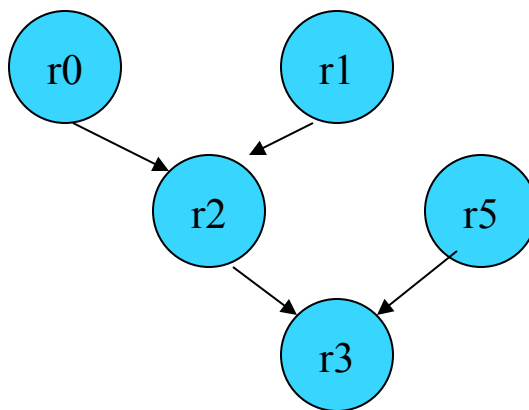
- Ο επεξεργαστής υπερθάμβωσης μπορεί να εκτελέσει διάφορες εντολές ανά κύκλο.
 - Χρησιμοποιεί πολλαπλές διοχετευμένες διαδρομές δεδομένων.
- Τα προγράμματα εκτελούνται γρηγορότερα, αλλά είναι πιο δύσκολο να καθοριστεί το πόσο γρηγορότερα.

Ανεξαρτησία δεδομένων

- Ο χρόνος εκτέλεσης εξαρτάται από τους τελεστές, όχι μόνο από τον κώδικα λειτουργίας.
- Η υπερθάμβωση της CPU ελέγχει δυναμικά την ανεξαρτησία των δεδομένων:

ανεξαρτησία δεδομένων

add r2,r0,r1
add r3,r2,r5



Απόδοση συστημάτων μνήμης



- Οι μνήμες cache εισάγουν τον καθορισμό στο χρόνο εκτέλεσης.
 - Εξαρτάται από τη διαταγή εκτέλεσης.
- Η μνήμη cache δεν έχει κυρώσεις: προσθέτει χρόνο λόγω έλλειψης μνήμης cache.
- Διάφοροι λόγοι για κάποια έλλειψη: υποχρεωτική, σύγκρουση, ικανότητα.

Κατανάλωση ισχύος της CPU

- Οι περισσότερες μοντέρνες CPU είναι σχεδιασμένες με συστήματα ελέγχου κατανάλωσης ισχύος μέχρι κάποιο βαθμό.
- Ισχύς vs. ενέργεια:
 - Η θερμότητα εξαρτάται από την κατανάλωση ισχύος.
 - Η «ζωή» της μπαταρίας εξαρτάται από την κατανάλωση ενέργειας.

Κατανάλωση ισχύς στον CMOS



- **Πτώσεις τάσης- Voltage drops** : κατανάλωση ισχύος ανάλογη με V^2 .
- **Επιλογή- Toggling**: περισσότερη δραστηριότητα σημαίνει περισσότερη ισχύς.
- **Διαρροή- Leakage**: βασικά χαρακτηριστικά κυκλώματος. Μπορούν να περιοριστούν εάν αποσυνδέσουμε την ισχύ.

Στρατηγικές λιγότερης κατανάλωσης ισχύος (power- saving)



- Μείωση της τάσης παροχής ηλεκτρικού ρεύματος.
- Εκτέλεση σε χαμηλότερη συχνότητα ρολογιού.
- Θέτει εκτός λειτουργίας τις λειτουργικές μονάδες με τα σήματα ελέγχου όταν δεν είναι σε λειτουργία.
- Αποσυνδέει τα μέρη από την παροχή ηλεκτρικού ρεύματος όταν δεν είναι σε λειτουργία.

Μορφές ισχύος



- **Στατική διαχείριση ισχύος**: δεν εξαρτάται από τη δραστηριότητα της CPU.
 - Παράδειγμα: τρόπος ενεργοποίησης του χρήστη για ελαχιστοποίηση ισχύος.
- **Δυναμική διαχείριση ισχύος** : βασίζεται στη δραστηριότητα της CPU.
 - Παράδειγμα: τίθενται εκτός λειτουργίας όλες οι λειτουργικές μονάδες.

Εφαρμογή: ενεργειακά χαρακτηριστικά γνωρίσματα του PowerPC 603



- Παρέχει doze, nap, sleep modes.
- Δυναμικά διοικητικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα ισχύος:
 - Χρήσεις στατική λογική.
 - Μπορεί να διακόψει τις αχρησιμοποίητες μονάδες εκτέλεσης.
 - Η μνήμη cache οργανώνεται στις υποσειρές για να ελαχιστοποιήσει το ποσό ενεργών στοιχείων κυκλώματος.

Δραστηριότητα του PowerPC 603

- Το ποσοστό των μονάδων χρόνου είναι idle για προδιαγραφές του ακέραιου/δεκαδικού αριθμού:

μονάδα	Specint92	Specfp92
D μνήμη cache	29%	28%
I μνήμη cache	29%	17%
φόρτωση/αποθήκευση	35%	17%
σταθερό σημείο	38%	76%
μεταβλητό σημείο	99%	30%
καταχωρητής		
συστήματος	89%	97%

Κόστος ελαχιστοποίησης ισχύος



- Η κατάσταση ελαχιστοποίησης ισχύος «κοστίζει» σε:
 - χρόνο
 - ενέργεια
- Πρέπει να καθορίσει εάν αξίζει η κατάσταση αυτή.
- Μπορεί να μοντελοποιήσει την κατάσταση της ισχύος της CPU με την μηχανή καταστάσεως ισχύος.

Εφαρμογή: ελαχιστοποίηση ενέργειας στον StrongARM SA-1100

- Ο επεξεργαστής παίρνει δύο προμήθειες:
 - Ο VDD εφοδιάζεται κυρίως με 3.3V.
 - Ο VDDX με 1.5V.
- Τρεις καταστάσεις ισχύος:
 - Εκτέλεση(run): κανονική λειτουργία.
 - Idle: σταματάει το ρολόι της CPU, με τη λογική ότι τροφοδοτείται ακόμα.
 - Ύπνος(sleep): αποκλείει το μεγαλύτερο μέρος της δραστηριότητας του chip. 3 βήματα, το καθένα περίπου 30 μ s. Η αφύπνιση διαρκεί > 10 ms.

Μηχανή καταστάσεων ισχύος SA-1100

