



Ελληνική Δημοκρατία
Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό
Ίδρυμα Ηπείρου

Αρχιτεκτονική υπολογιστών

Ενότητα 12 : Δομή και Λειτουργία της CPU_{2/2}

Φώτης Βαρζιώτης



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ

Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής Τ.Ε

Αρχιτεκτονική υπολογιστών

Ενότητα 12 : Δομή και Λειτουργία της CPU_{2/2}

Φώτης Βαρζιώτης
Καθηγητής Εφαρμογών
Άρτα, 2015



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης





Άδειες Χρήσης

- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό υπόκειται σε άδειες χρήσης Creative Commons.
- Για εκπαιδευτικό υλικό, όπως εικόνες, που υπόκειται σε άλλου τύπου άδειας χρήσης, η άδεια χρήσης αναφέρεται ρητώς.





Χρηματοδότηση

- Το έργο υλοποιείται στο πλαίσιο του Επιχειρησιακού Προγράμματος «**Εκπαίδευση και Δια Βίου Μάθηση**» και συγχρηματοδοτείται από την Ευρωπαϊκή Ένωση (Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο) και από εθνικούς πόρους.
- Το έργο «**Ανοικτά Ακαδημαϊκά Μαθήματα στο ΤΕΙ Ηπείρου**» έχει χρηματοδοτήσει μόνο τη αναδιαμόρφωση του εκπαιδευτικού υλικού.
- Το παρόν εκπαιδευτικό υλικό έχει αναπτυχθεί στα πλαίσια του εκπαιδευτικού έργου του διδάσκοντα.



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης





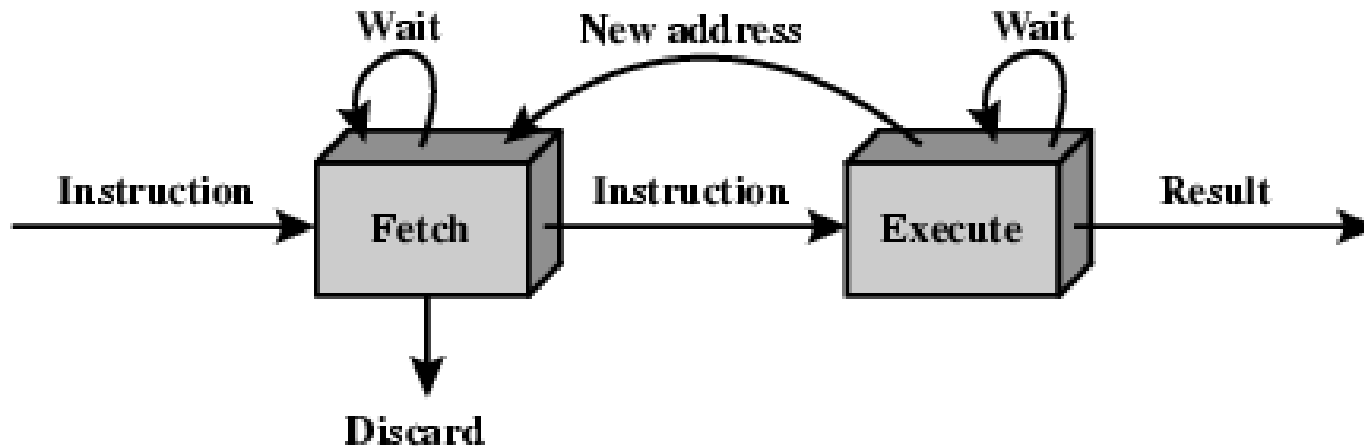
Στρατηγική Σωλήνωσης

- Προσκόμιση εντολής
- Αποκωδικοποίηση εντολής
- Υπολογισμός τελεστών (π.χ. ενεργός διεύθυνση)
- Προσκόμιση τελεστών
- Εκτέλεση εντολής
- Έγγραφή αποτελεσμάτων
- Επικάλυψη των παραπάνω σταδίων

Σωλήνωση εντολής με δύο στάδια



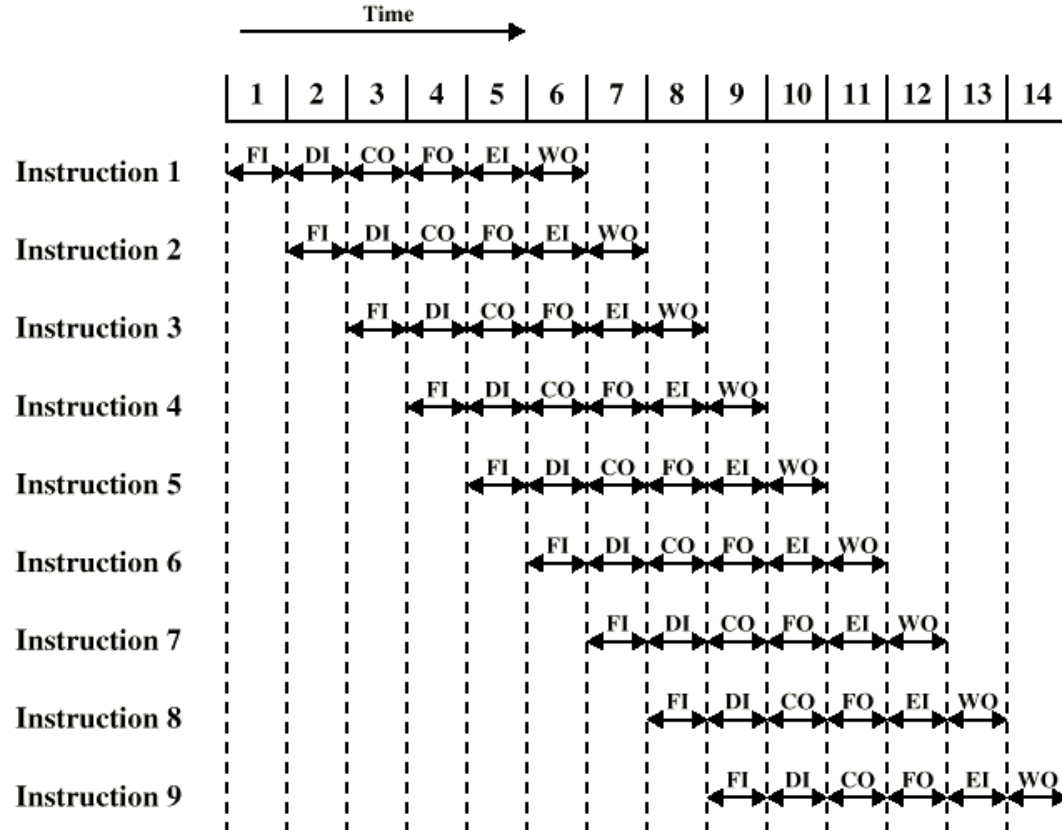
(a) Simplified view



(b) Expanded view

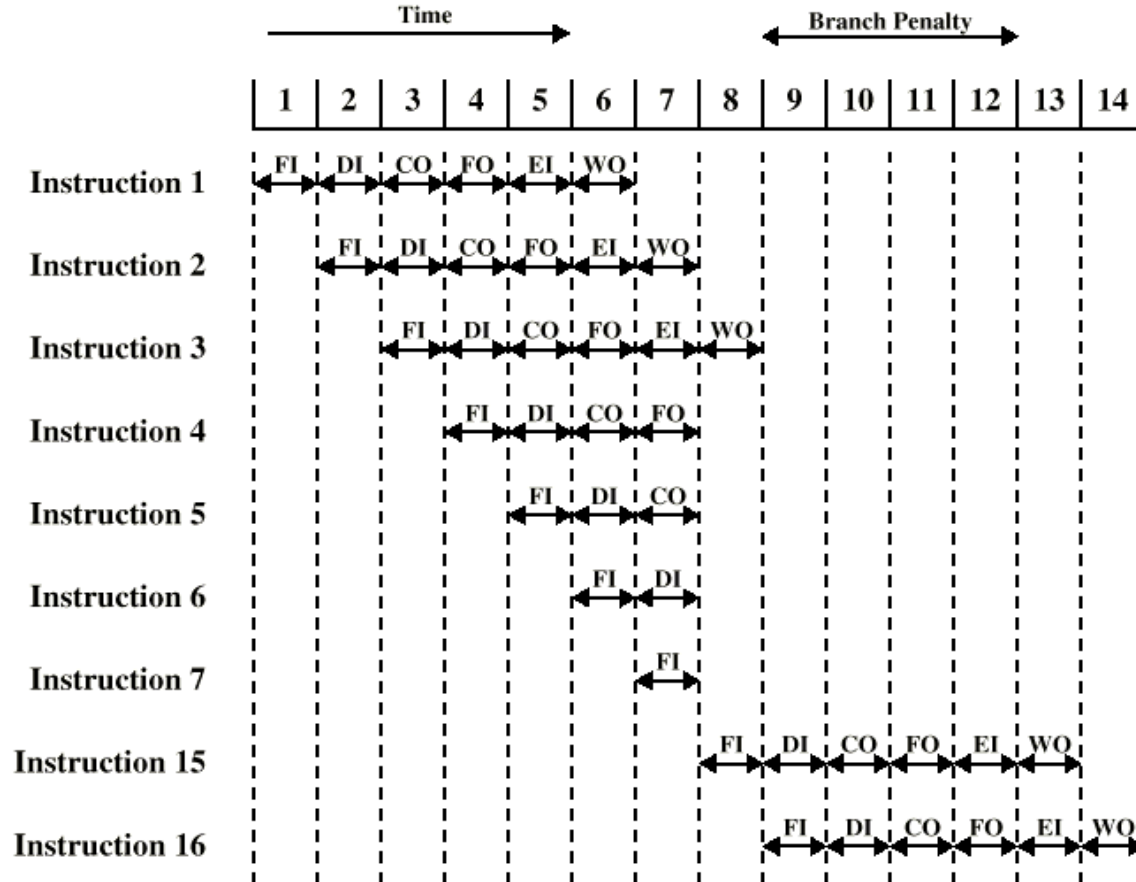


Χρονισμός στη Σωλήνωση



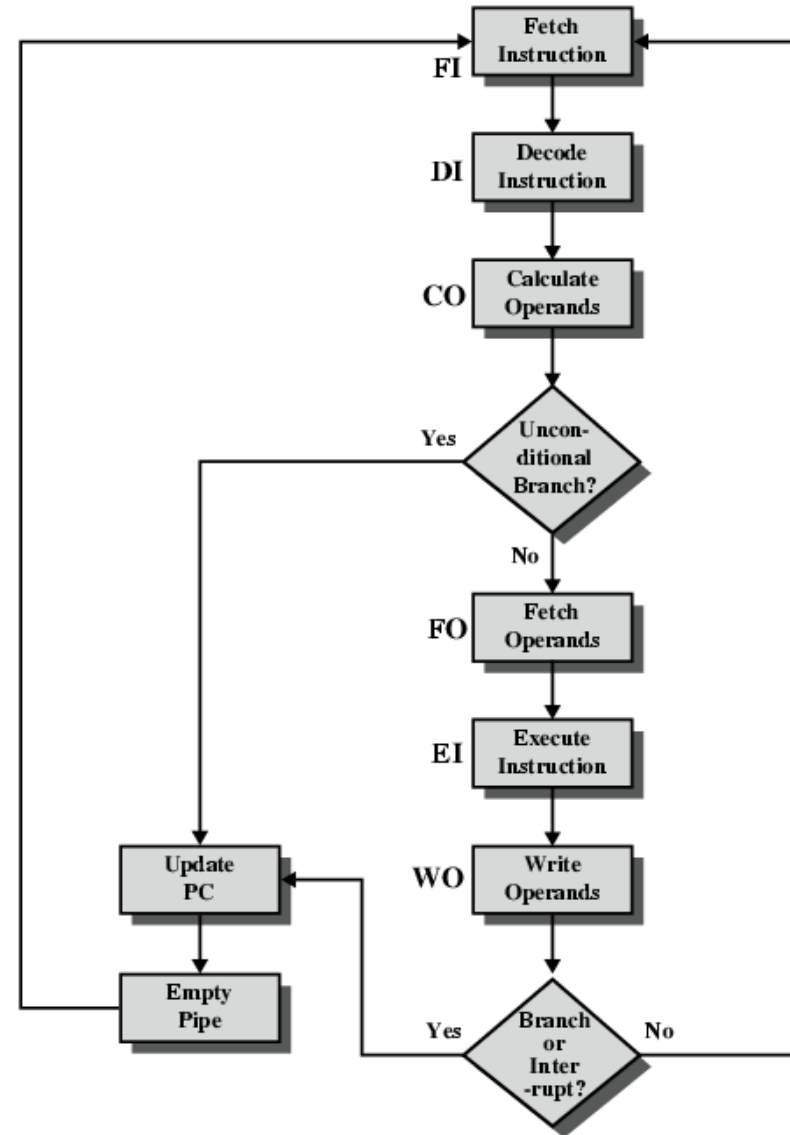


Διακλάδωση στη σωλήνωση



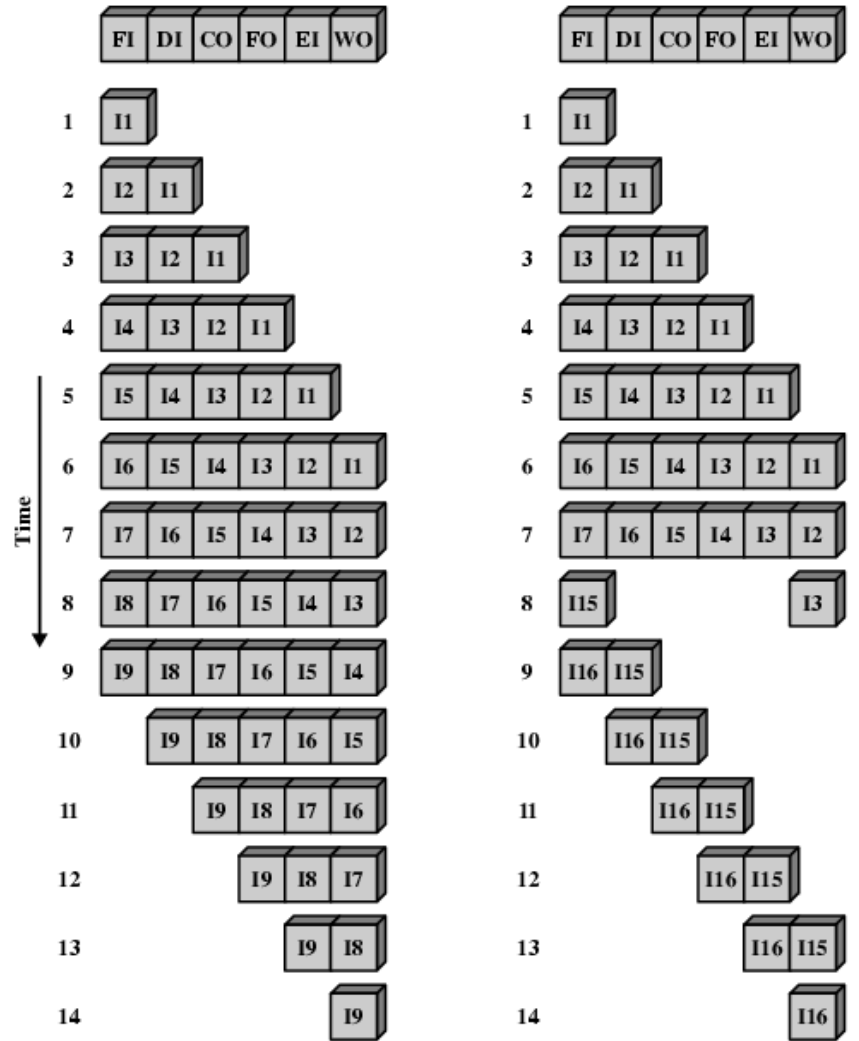


Σωλήνωση εντολής με έξι στάδια





Εναλλακτική Απεικόνιση Σωλήνωσης

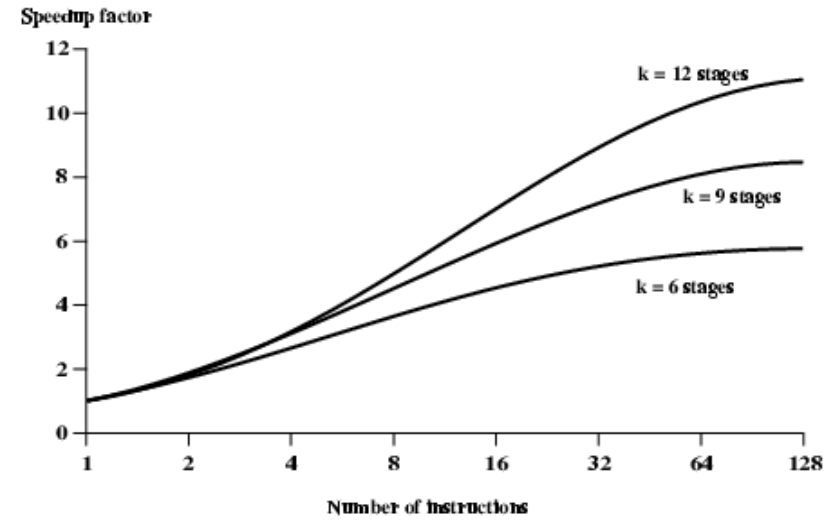


(a) No branches

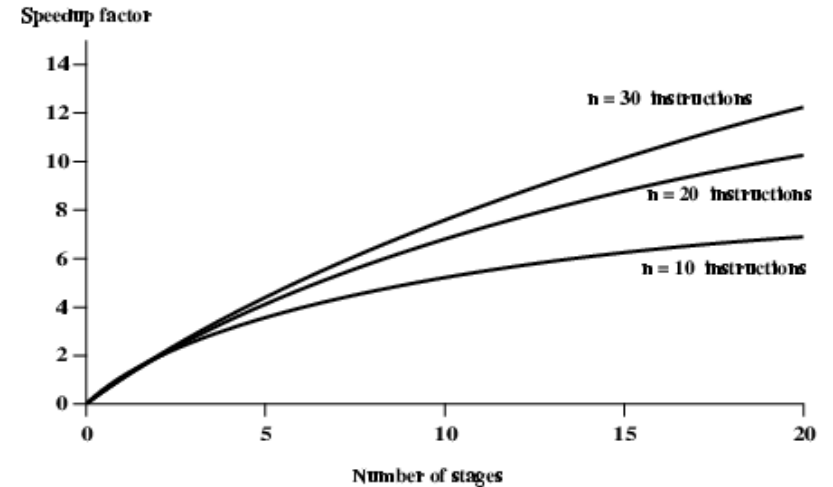
(b) With conditional branch



Βελτίωση στην απόδοση με Σωλήνωση



(a)



(b)



Χειρισμός διακλαδώσεων

- Πολλές συνεχείς ροές
- Προ – προσαγωγή στόχου διακλάδωσης
- Προσωρινή μνήμη βρόχου
- Πρόβλεψη διακλάδωσης
- Καθυστερημένη διακλάδωση



Πολλές συνεχείς ροές

- Διαθέτουμε δύο σωληνώσεις
- Προ – προσαγωγή κάθε διακλάδωσης σε ξεχωριστή Σωλήνωση
- Χρήση κατάλληλης σωλήνωσης
- Οδηγεί σε καθυστερήσεις διεκδίκησης για δίαυλο και καταχωρητές
- Πολλαπλές διακλαδώσεις απαιτούν την δημιουργία νέων συνεχών ροών



Προ – προσαγωγή στόχου διακλάδωσης

- Ο στόχος της διακλάδωσης προ – προσάγεται μαζί με τις εντολές που ακολουθούν την διακλάδωση
- Ο στόχος διατηρείται μέχρι να εκτελεστεί η διακλάδωση
- Χρησιμοποιείται από τον IBM 360/91

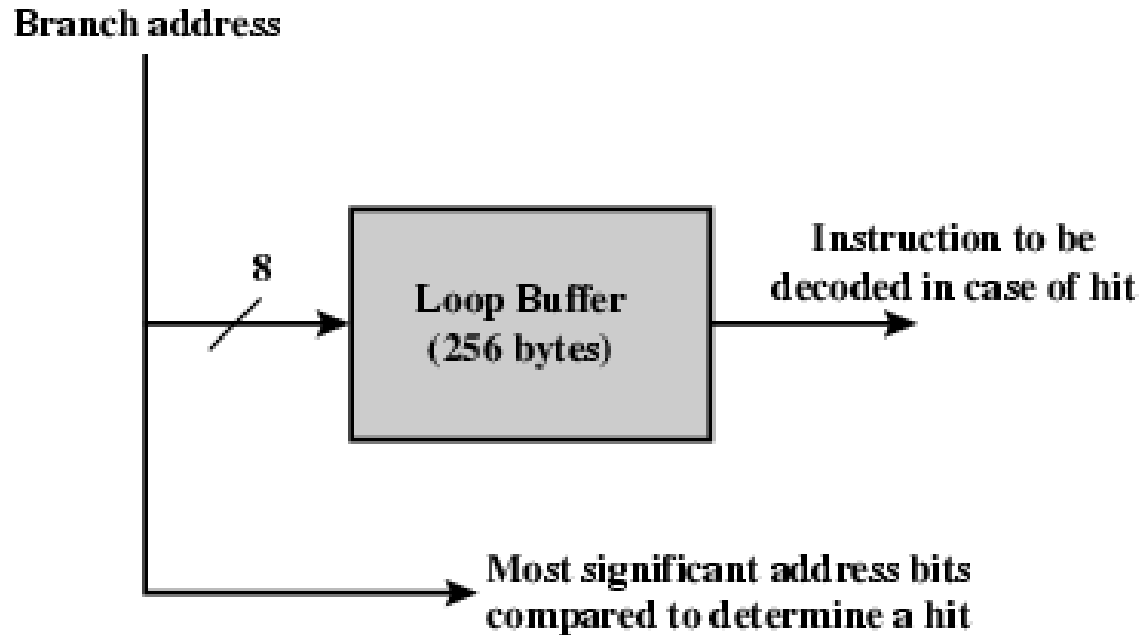


Προσωρινή μνήμη βρόχου

- Πολύ γρήγορη μνήμη
- Συντηρείται από το στάδιο προσκόμισης της σωλήνωσης
- Γίνεται έλεγχος της προσωρινής μνήμης πριν την προσαγωγή εντολών από την μνήμη
- Πολύ καλή τεχνική για μικρούς βρόχους ή υπερπηδήσεις
- Όπως η cache
- Χρησιμοποιείται από τον CRAY-1



Διάγραμμα προσωρινής μνήμης βρόχου





Πρόβλεψη διακλάδωσης_{1/3}

- Πρόβλεψη: δεν γίνεται ποτέ
 - Θεωρεί ότι δεν θα συμβεί υπερπήδηση
 - Πάντα προσκομίζει την επόμενη εντολή
 - 68020 & VAX 11/780
 - Ο VAX δεν θα προχωρούσε σε προ – προσαγωγή μετά από διακλάδωση αν προέκυπτε σφάλμα σελίδας (O/S v CPU design)
- Πρόβλεψη: Γίνεται πάντοτε
 - Θεωρεί ότι θα συμβεί υπερπήδηση
 - Πάντα προσκομίζει την εντολή στόχο



Πρόβλεψη διακλάδωση_{2/3}

- Πρόβλεψη: με τον Opcode
 - Μερικές εντολές είναι περισσότερο πιθανό να προκαλέσουν υπερπήδηση από κάποιες άλλες
 - Μπορεί να έχει ως 75% επιτυχία
- Πραγματοποίηση/ μη πραγματοποίηση μεταγωγής
 - Βασίζεται στο ιστορικό
 - Καλή τεχνική για βρόχους

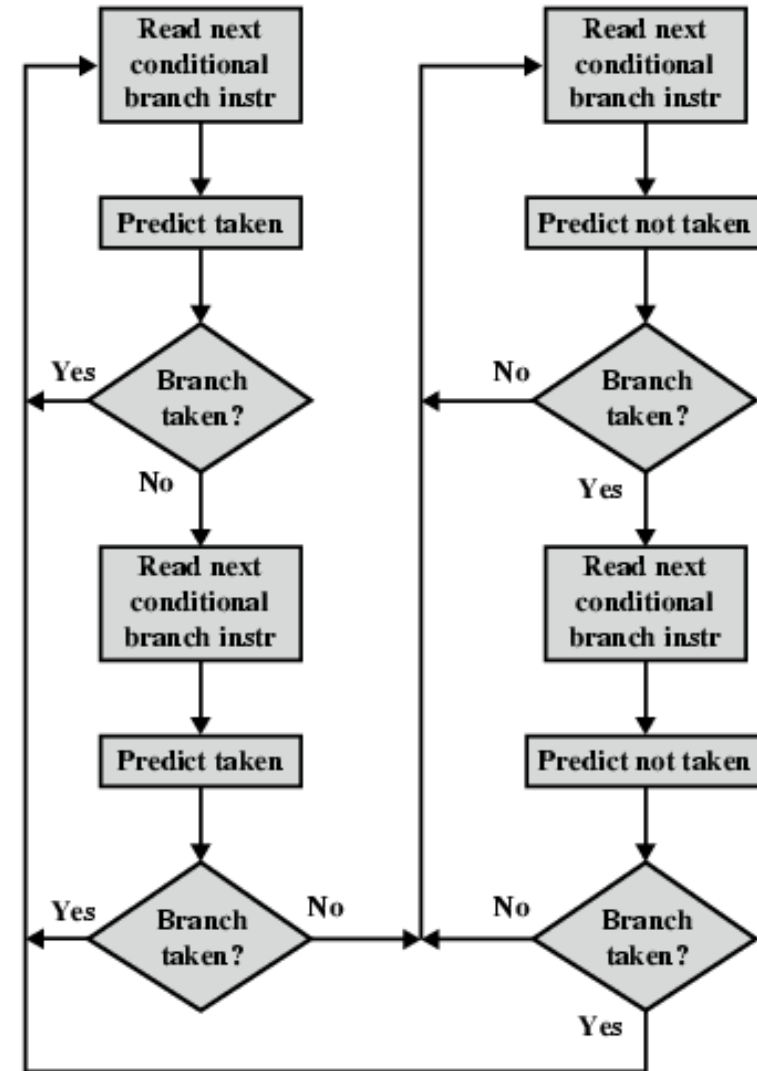


Πρόβλεψη διακλάδωσης_{3/3}

- Καθυστερημένη διακλάδωση
 - Δεν εκτελείται η διακλάδωση όσο δεν είναι απαραίτητο
 - Επαναδιάταξη εντολών

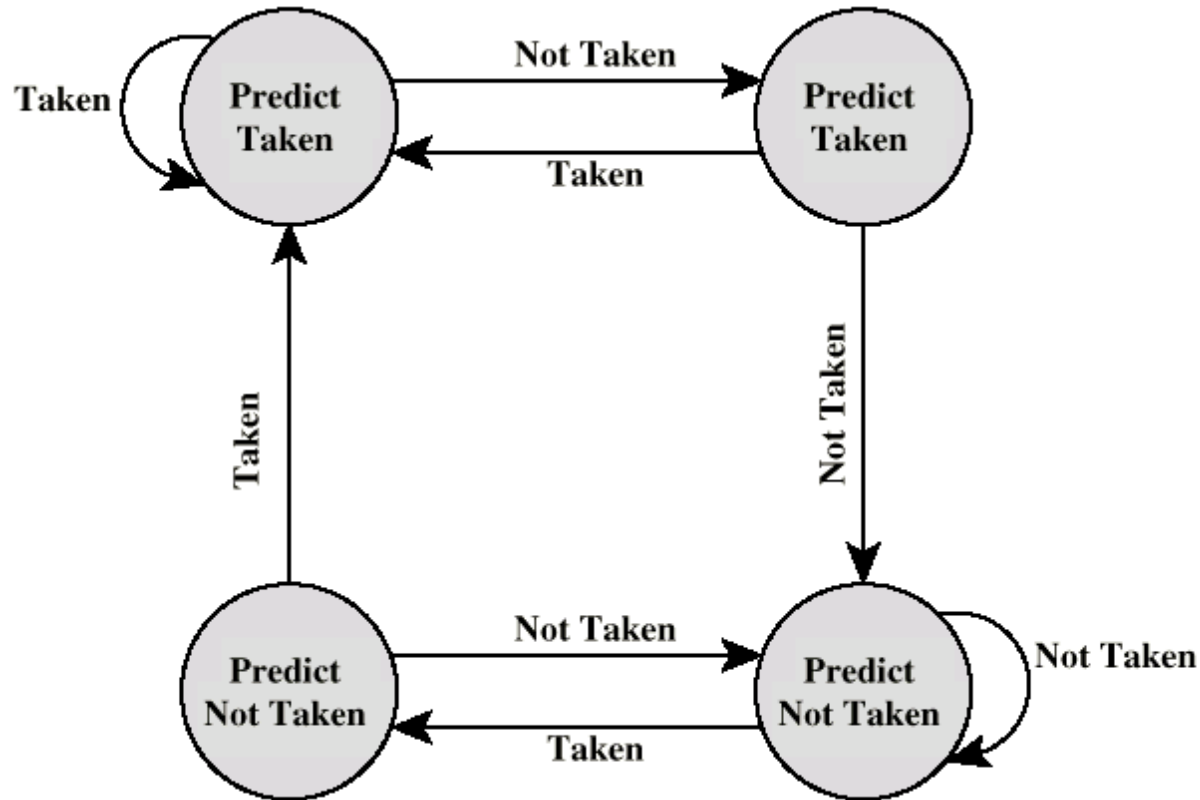


Γράφημα ροής για την πρόβλεψη διακλάδωσης



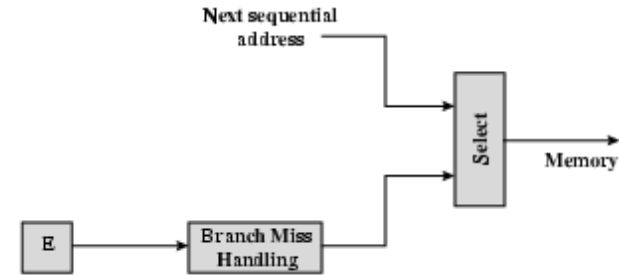


Διάγραμμα κατάστασης για πρόβλεψη διακλάδωσης

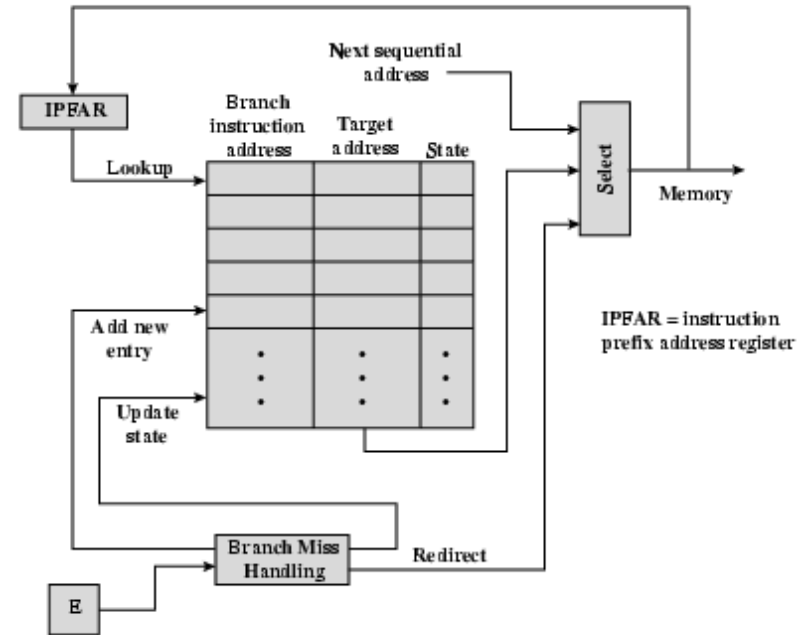




Χειρισμός διακλαδώσεων



(a) Predict never taken strategy



(b) Branch history table strategy

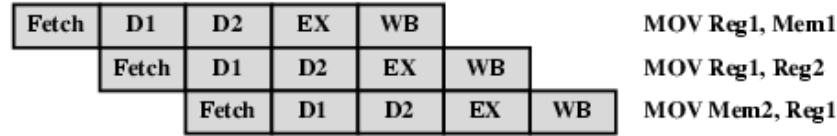


Intel 80486 Pipelining

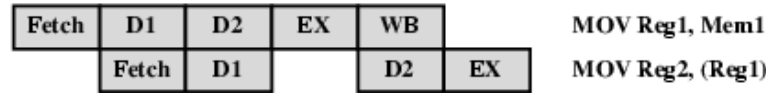
- **Προσκόμιση**
 - Από cache ή εξωτερική μνήμη
 - Εισαγωγή σε ένα από τις δύο 6-byte προσωρινές μνήμες προ - προσαγωγής
 - Γέμισε την προσωρινή αποθήκευση με νέα δεδομένα μόλις τα προηγούμενα χρησιμοποιηθούν
 - Ένας μέσος όρος 5 εντολών προσκομίζεται σε κάθε φόρτωση
 - Ανεξάρτητα από τα άλλα στάδια ο χώρος προσωρινής αποθήκευσης διατηρείται πάντα «γεμάτος»
- **Αποκωδικοποίηση πρώτου σταδίου – D1**
 - Πληροφορία Opcode & address-mode
 - Στα πρώτα τρία bytes της εντολής
 - Μπορεί με τα παραπάνω να κατευθύνει το στάδιο D2 για να πάρει το υπόλοιπο της εντολής
- **Αποκωδικοποίηση δεύτερου σταδίου – D2**
 - Ανάλυση του opcode σε σήματα ελέγχου
 - Υπολογισμός περίπλοκων τρόπων διευθυνσιοδότησης
- **Εκτέλεση**
 - ALU λειτουργίες, αναφορές στην cache, ενημέρωση καταχωρητών
- **Εγγραφή**
 - Ενημέρωση καταχωρητών και σημαίων
 - Αποστολή των αποτελεσμάτων στην cache & στον δίαυλο διεπαφής με τους καταχωρητές εγγραφής



80486 Instruction Pipeline Examples



(a) No Data Load Delay in the Pipeline



(b) Pointer Load Delay



(c) Branch Instruction Timing



Καταχωρητές στον Pentium 4

(a) Integer Unit

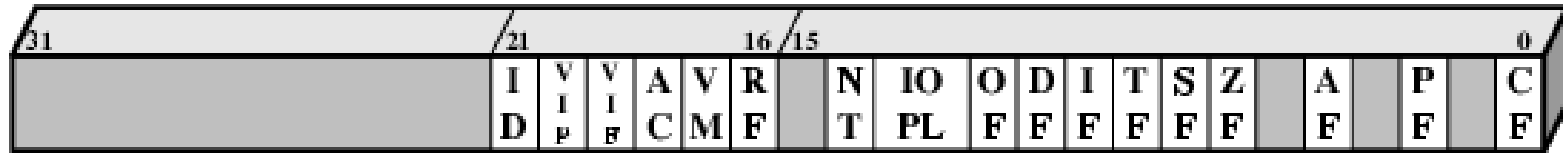
Type	Number	Length (bits)	Purpose
General	8	32	General-purpose user registers
Segment	6	16	Contain segment selectors
Flags	1	32	Status and control bits
Instruction Pointer	1	32	Instruction pointer

(b) Floating-Point Unit

Type	Number	Length (bits)	Purpose
Numeric	8	80	Hold floating-point numbers
Control	1	16	Control bits
Status	1	16	Status bits
Tag Word	1	16	Specifies contents of numeric registers
Instruction Pointer	1	48	Points to instruction interrupted by exception
Data Pointer	1	48	Points to operand interrupted by exception



EFLAGS Register



ID = Identification flag

VIP = Virtual interrupt pending

VIF = Virtual interrupt flag

AC = Alignment check

VM = Virtual 8086 mode

RF = Resume flag

NT = Nested task flag

IOPL = I/O privilege level

OF = Overflow flag

DF = Direction flag

IF = Interrupt enable flag

TF = Trap flag

SF = Sign flag

ZF = Zero flag

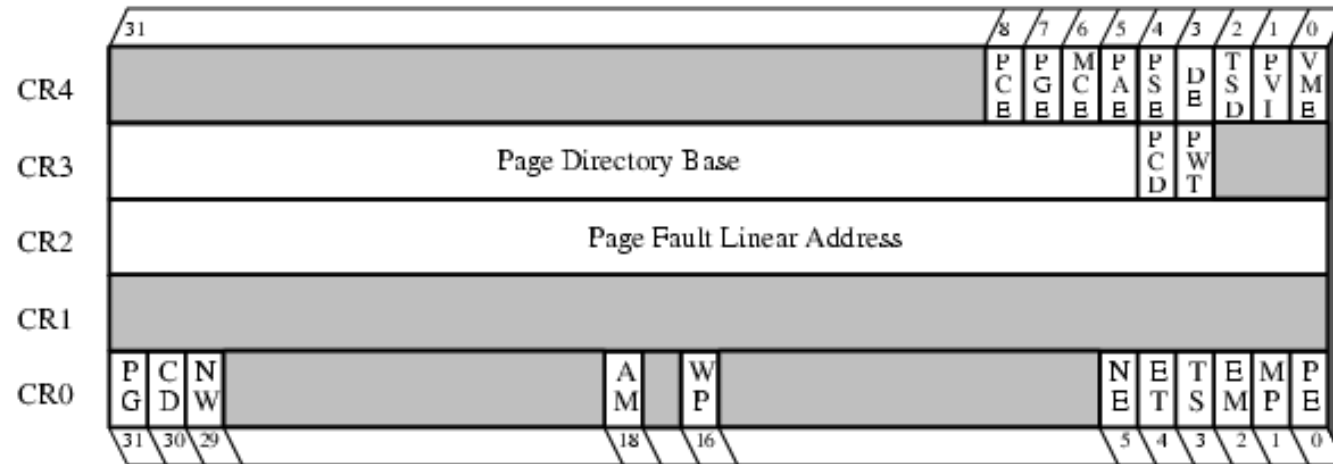
AF = Auxiliary carry flag

PF = Parity flag

CF = Carry flag



Control Registers



PCE = Performance Counter Enable

PGE = Page Global Enable

MCE = Machine Check Enable

PAE = Physical Address Extension

PSE = Page Size Extensions

DE = Debug Extensions

TSD = Time Stamp Disable

PVI = Protected Mode Virtual Interrupt

VME = Virtual 8086 Mode Extensions

PCD = Page-level Cache Disable

PWT = Page-level Writes Transparent

PG = Paging

CD = Cache Disable

NW = Not Write Through

AM = Alignment Mask

WP = Write Protect

NE = Numeric Error

ET = Extension Type

TS = Task Switched

EM = Emulation

MP = Monitor Coprocessor

PE = Protection Enable



Βιβλιογραφία

William Stallings. (2011). Αρχιτεκτονική & Οργάνωση Υπολογιστών. Εκδόσεις Τζιόλα.

Δημοσθένης Ε. Μπολανάκης. (2011). Αρχιτεκτονική Μικροϋπολογιστών: αρχές προγραμματισμού χαμηλού επιπέδου και εφαρμογές με το μικροελεγκτή M68HC908GP32, Εκδόσεις Σύγχρονη Παιδεία.

Tanenbaum Andrew S. (1995). Η Αρχιτεκτονική των Υπολογιστών μια δομημένη προσέγγιση Συγγραφέας Tanenbaum Andrew S. Εκδόσεις Κλειδάριθμος.

Luce T. (1991). Αρχιτεκτονική των Υπολογιστών. Εκδόσεις Τζιόλα.

Gilmore. (1999). Μικροεπεξεργαστές θεωρία και εφαρμογές. Εκδόσεις Τζιόλα.

Predko M. (2000). Προγραμματίζοντας τον Μικροελεγκτή PIC, Εκδόσεις Τζιόλα.

Μπεκάκος Μ.Π. (1994). Αρχιτεκτονική υπολογιστών & τεχνολογία παράλληλης επεξεργασίας, Εκδόσεις Σταμούλης.



Σημείωμα Αναφοράς

Copyright Τεχνολογικό Ίδρυμα Ηπείρου. Φώτης Βαρζιώτης.
Αρχιτεκτονική υπολογιστών.

Έκδοση: 1.0 Άρτα, 2015. Διαθέσιμο από τη δικτυακή
διεύθυνση:

<http://eclass.teiep.gr/OpenClass/courses/COMP115/>

Σημείωμα Αδειοδότησης

Το παρόν υλικό διατίθεται με τους όρους της άδειας χρήσης Creative Commons Αναφορά Δημιουργού-Μη Εμπορική Χρήση-Όχι Παράγωγα Έργα 4.0 Διεθνές [1] ή μεταγενέστερη. Εξαιρούνται τα αυτοτελή έργα τρίτων π.χ. φωτογραφίες, Διαγράμματα κ.λ.π., τα οποία εμπεριέχονται σε αυτό και τα οποία αναφέρονται μαζί με τους όρους χρήσης τους στο «Σημείωμα Χρήσης Έργων Τρίτων».



Ο δικαιούχος μπορεί να παρέχει στον αδειοδόχο ξεχωριστή άδεια να χρησιμοποιεί το έργο για εμπορική χρήση, εφόσον αυτό του ζητηθεί.

[1] <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.el>



Τέλος Ενότητας

Επεξεργασία: Ευάγγελος Καρβούνης
Άρτα, 2015



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



Τέλος Ενότητας

Δομή και Λειτουργία της CPU_{2/2}



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης

