



Ελληνική Δημοκρατία
Τεχνολογικό Εκπαιδευτικό
Ίδρυμα Ηπείρου

Αρχιτεκτονική υπολογιστών

Ενότητα 2 : Η εξέλιξη και η απόδοση των υπολογιστών

Φώτης Βαρζιώτης



Ευρωπαϊκή Ένωση
Ευρωπαϊκό Κοινωνικό Ταμείο



ΥΠΟΥΡΓΕΙΟ ΠΑΙΔΕΙΑΣ & ΘΡΗΣΚΕΥΜΑΤΩΝ, ΠΟΛΙΤΙΣΜΟΥ & ΑΘΛΗΤΙΣΜΟΥ
ΕΙΔΙΚΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑ ΔΙΑΧΕΙΡΙΣΗΣ

Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης



Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής Τ.Ε

Αρχιτεκτονική υπολογιστών

Ενότητα 1 : Η εξέλιξη και η απόδοση των υπολογιστών

Φώτης Βαρζιώτης

Καθηγητής Εφαρμογών

Άρτα, 2015



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



ΕΥΡΩΠΑΪΚΟ ΚΟΙΝΩΝΙΚΟ ΤΑΜΕΙΟ



ENIAC - εισαγωγή

- Electronic Numerical Integrator And Computer
- Eckert and Mauchly
- University of Pennsylvania
- Ανάπτυξη πινάκων εμβέλειας και τροχιάς για νέα όπλα
- Η κατασκευή του ξεκίνησε το 1943
- Ολοκληρώθηκε το 1946
- Μετά το τέλος του πολέμου
- Χρησιμοποιήθηκε έως το 1955



ENIAC – Λεπτομέρειες

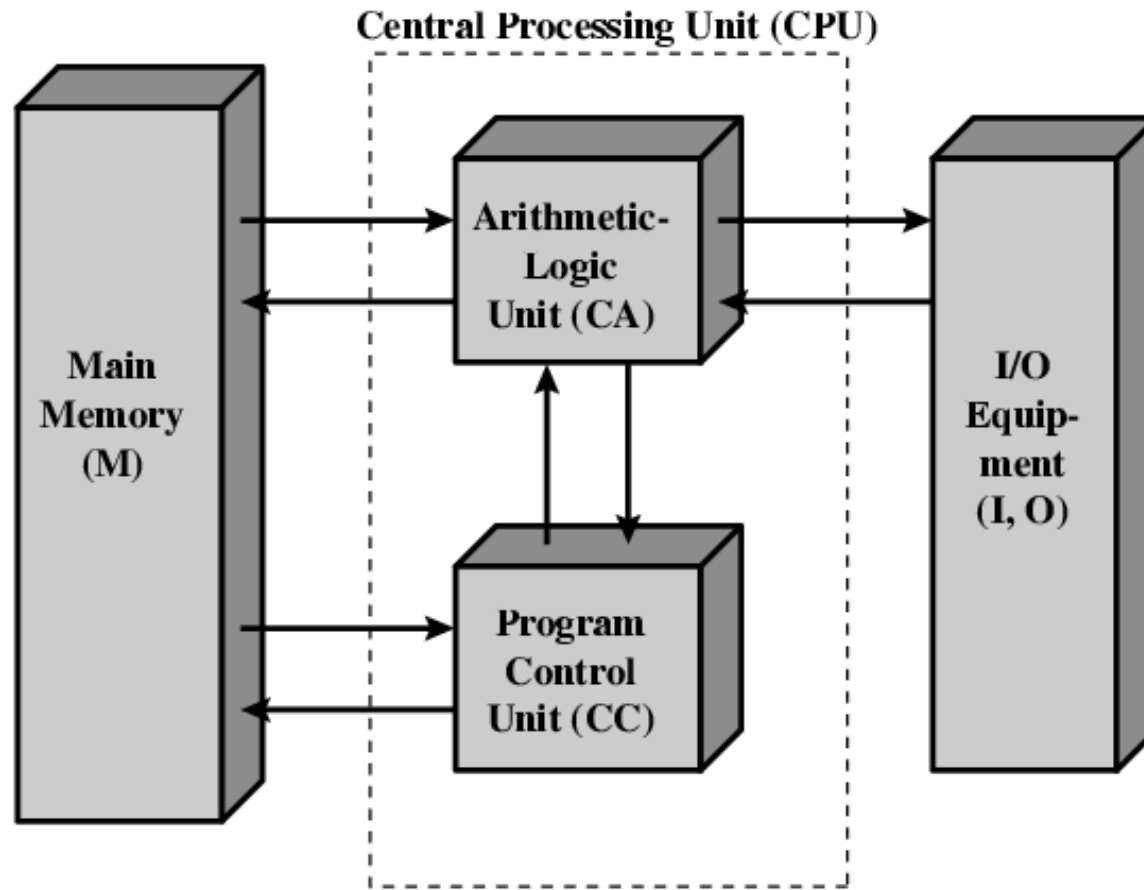
- Δεκαδικό (όχι δυαδικό)
- 20 αθροιστές των 10 ψηφίων
- Χειροκίνητος προγραμματισμός
- 18,000 λυχνίες κενού
- 30 τόνοι
- 140 τετραγωνικά μέτρα
- 140 kW ηλεκτρικής ισχύος
- 5,000 προσθέσεις / δευτερόλεπτο



von Neumann/Turing

- Έννοια του αποθηκευμένου προγράμματος
- Κύρια μνήμη για την αποθήκευση δεδομένων και εντολών
- ALU ικανή να χειρίζεται δυαδικά δεδομένα
- Μονάδα ελέγχου ικανή να ερμηνεύει τις εντολές που βρίσκονται στη μνήμη και να τις εκτελεί
- Εξοπλισμός εισόδου / εξόδου, ο οποίος λειτουργεί μέσω της μονάδας ελέγχου
- Princeton Institute for Advanced Studies (IAS)
- Ολοκληρώθηκε το 1952

Δομή του υπολογιστή von Neumann





IAS – Λεπτομέρειες_{1/2}

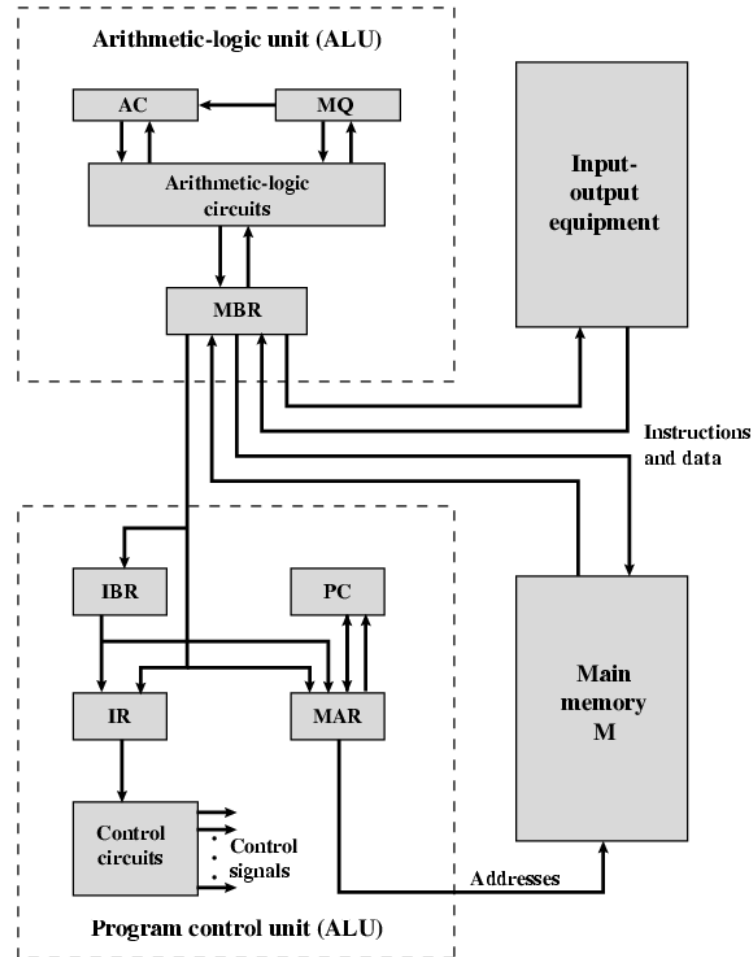
- 1000 x 40 bit λέξεις
 - Αριθμοί σε δυαδική μορφή (1 bit πρόσημο + 30 bit μέτρο)
 - 2 x 20 bit εντολές (Για κάθε εντολή: 8-bit Κώδικας πράξης + 12-bit διεύθυνση → Θέση μνήμης (0-999))
 - Καταχωρητής Αθροιστή
 - Καταχωρητής Δείκτη Πολλαπλασιαστή

IAS – Λεπτομέρειες_{2/2}

- Σετ καταχωρητών (για αποθήκευση πληροφορίας στη CPU)
 - Ενδιάμεσος καταχωρητής μνήμης
 - Καταχωρητής διεύθυνσης μνήμης
 - Καταχωρητής εντολών
 - Προσωρινός καταχωρητής εντολών
 - Απαριθμητής προγράμματος
 - Καταχωρητής Αθροιστή
 - Καταχωρητής Δείκτη Πολλαπλασιαστή



Λεπτομερής Δομή IAS





Οι εμπορικοί υπολογιστές

- 1947 - Eckert-Mauchly Computer Corporation
- UNIVAC I (Universal Automatic Computer)
- Χρήση: Υπηρεσία απογραφής για τους υπολογισμούς του 1950
- Έγινε μέρος της Sperry-Rand Corporation
- Τέλη της δεκαετίας το 1950 - UNIVAC II
 - Ταχύτερος
 - Μεγαλύτερη μνήμη



IBM

- Εξοπλισμός επεξεργασίας δεδομένων με χρήση διάτρητων καρτών
- 1953 - O 701
 - Ο πρώτος υπολογιστής της IBM με αποθηκευμένο πρόγραμμα
 - Επιστημονικές εφαρμογές
- 1955 – O 702
 - Εμπορικές εφαρμογές
- Οδήγησαν στη σειρά 700/7000 που καθιέρωσαν την IBM



Transistors

- Αντικατέστησαν τις λυχνίες κενού
- Μικρότερο
- Φθηνότερο
- Εκλύει λιγότερη θερμότητα κατά τη λειτουργία
- Εξάρτημα στερεάς κατάστασης
- Κατασκευάζεται από πυρίτιο
- Εφευρέθηκε το 1947 στα εργαστήρια Bell
- William Shockley et al.



Transistor Based Computers

- Υπολογιστές δεύτερης γενιάς
- Οι εταιρείες NCR & RCA κατασκεύασαν τους πρώτους υπολογιστές με transistors.
- Ακολούθησε η IBM με τη σειρά 7000
- DEC - 1957
 - Παρήγαγε τον PDP-1 (ο 1^{ος} μίνι υπολογιστής)



Microelectronics

- Κυριολεκτικά – “Μικρού μεγέθους ηλεκτρονικά κυκλώματα”
- Ένας υπολογιστής αποτελείται από πύλες, κύτταρα μνήμης και διασυνδέσεις
- Τα παραπάνω μπορούν να υλοποιηθούν μέσω της τεχνολογίας των ημιαγωγών
- Π.χ Φέτα Πυριτίου



Γενιές Υπολογιστών_{1/2}

- Λυχνίες κενού - 1946-1957
- Transistor - 1958-1964
- Small scale integration – 1965..
 - Έως 100 εξαρτήματα ανά chip
- Medium scale integration - ..1971
 - 100-3,000 εξαρτήματα ανά chip
- Large scale integration - 1971-1977
 - 3,000 - 100,000 εξαρτήματα ανά chip



Γενιές Υπολογιστών_{2/2}

- Very large scale integration - 1978 έως Σήμερα
 - 100,000 - 100,000,000 εξαρτήματα ανά chip
- Ultra large scale integration
 - Πάνω από 100,000,000 εξαρτήματα ανά chip



Moore's Law_{1/2}

- Ολοένα αυξανόμενη πυκνότητα ολοκλήρωση εξαρτημάτων σε ένα chip
- Gordon Moore – Συνιδρυτής της Intel
- Ο αριθμός των transistors πάνω σε ένα chip θα διπλασιάζεται κάθε χρόνο
- Από τη δεκαετία του 1970 ο ρυθμός ανάπτυξης έχει μειωθεί λίγο..
 - Ο αριθμός των transistors σε ένα chip διπλασιάζεται κάθε 18 μήνες
- Το κόστος ενός chip παρέμεινε ουσιαστικά αμετάβλητο

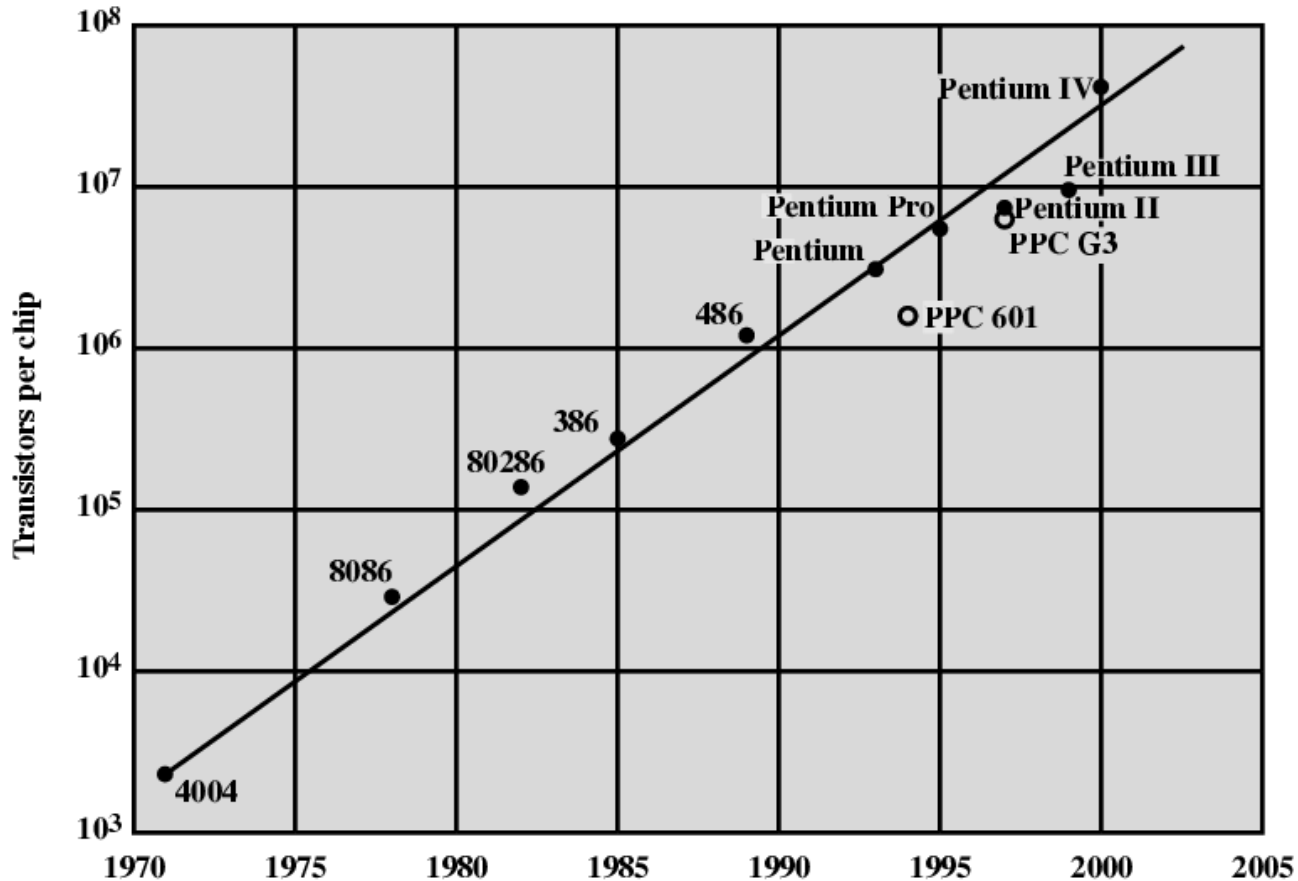


Moore's Law_{2/2}

- Μεγαλύτερη πυκνότητα ολοκλήρωσης → μικρότερο μήκος διαδρομής ηλεκτρικού σήματος → αυξημένη ταχύτητα λειτουργίας
- Μικρότερο μέγεθος υπολογιστή, μεγαλύτερη ευελιξία
- Σημαντική μείωση στις απαιτήσεις ισχύος και ψύξης
- Λιγότερες και πιο αξιόπιστες διασυνδέσεις



Ρυθμός αύξησης στην πυκνότητα ολοκλήρωσης της CPU





IBM 360 series_{1/2}

- 1964
- Αντικατέστησε (& ήταν ασύμβατος με) την σειρά 7000
- Η πρώτη οικογένεια συμβατών υπολογιστών
 - Παρόμοιο ή πανομοιότυπο σύνολο εντολών
 - Παρόμοιο ή πανομοιότυπο O/S
 - Αυξανόμενη ταχύτητα
 - Αυξανόμενος αριθμός θυρών I/O



IBM 360 series_{2/2}

- Αυξανόμενο μέγεθος μνήμης
- Αυξανόμενο κόστος
- Multiplexed switch structure



DEC PDP-8_{1/2}

- 1964
- Το πρώτο minicomputer (από τη φούστα mini!)
- Δεν απαιτούσε ένα κλιματιζόμενο δωμάτιο
- Αρκετά μικρό για να τοποθετηθεί σε πάγκο εργαστηρίου

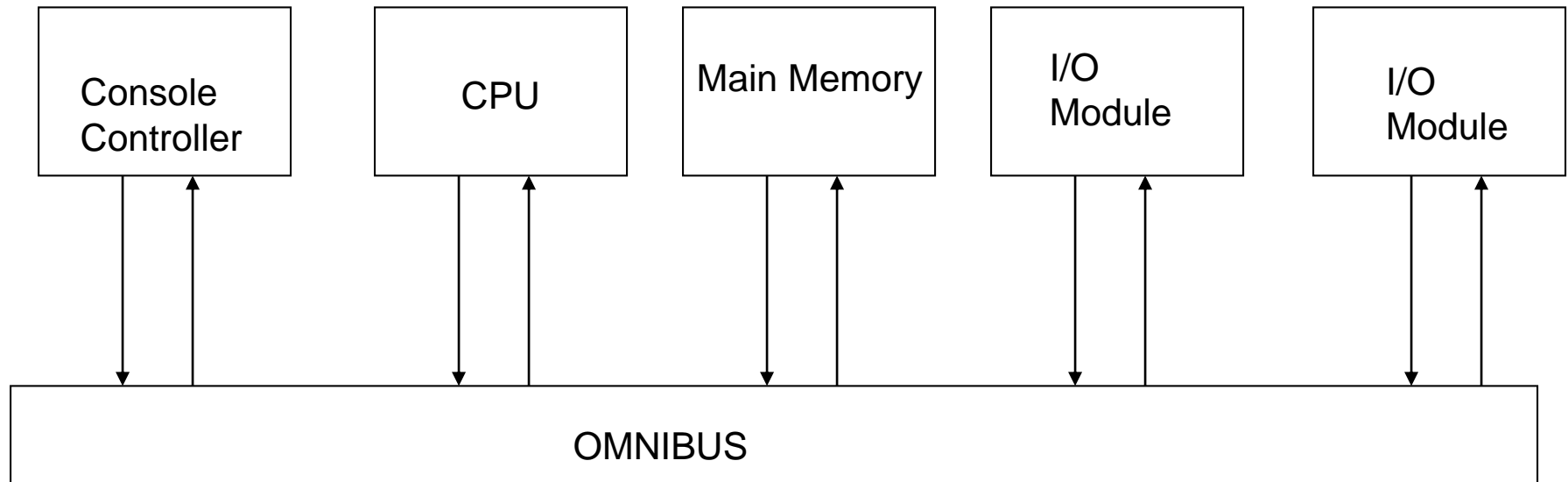


DEC PDP-8_{2/2}

- \$16,000
 - \$100k+ for IBM 360
- Embedded applications & OEM
- Δομή διαύλου



DEC - PDP-8 Bus Structure





Η μνήμη με ημιαγωγούς_{1/2}

- 1970
- Εταιρεία “Fairchild”
- Διαστάσεις ενός μαγνητικού πυρήνα
 - π.χ. αποθήκευση 1 bit σε ένα μαγνητικό πυρήνα
- Αποθηκεύει 256 bits

Η μνήμη με ημιαγωγούς_{2/2}

- Μη καταστροφική ανάγνωση
- Πολύ ταχύτερη
- Η χωρητικότητα διπλασιάζεται σχεδόν κάθε χρόνο



Intel_{1/2}

- 1971 - 4004
 - Ο πρώτος μικροεπεξεργαστής
 - Όλα τα εξαρτήματα μιας CPU τοποθετήθηκαν σε ένα chip
 - 4 bit



Intel_{2/2}

- Ακολούθησε το 1972 ο 8008
 - 8 bit
 - Ειδικού σκοπού
- 1974 - 8080
 - Ο πρώτος μικροεπεξεργαστής γενικής χρήσης της INTEL



Speeding it up

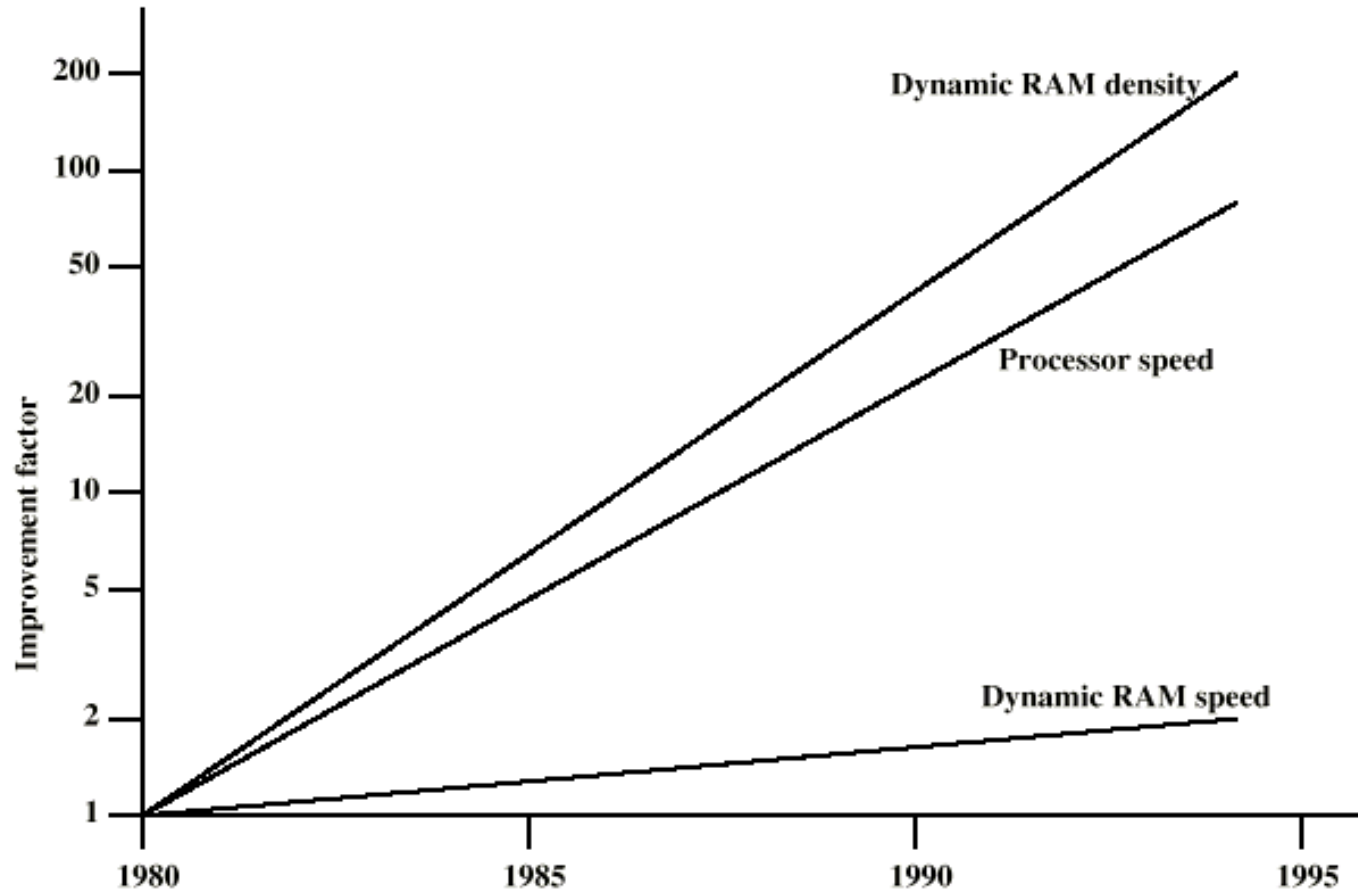
- Pipelining
- On board cache
- On board L1 & L2 cache
- Πρόβλεψη διακλάδωσης
- Ανάλυση ροής δεδομένων
- Εκτέλεση μέσω υπόθεσης



Ισορροπία στην απόδοση

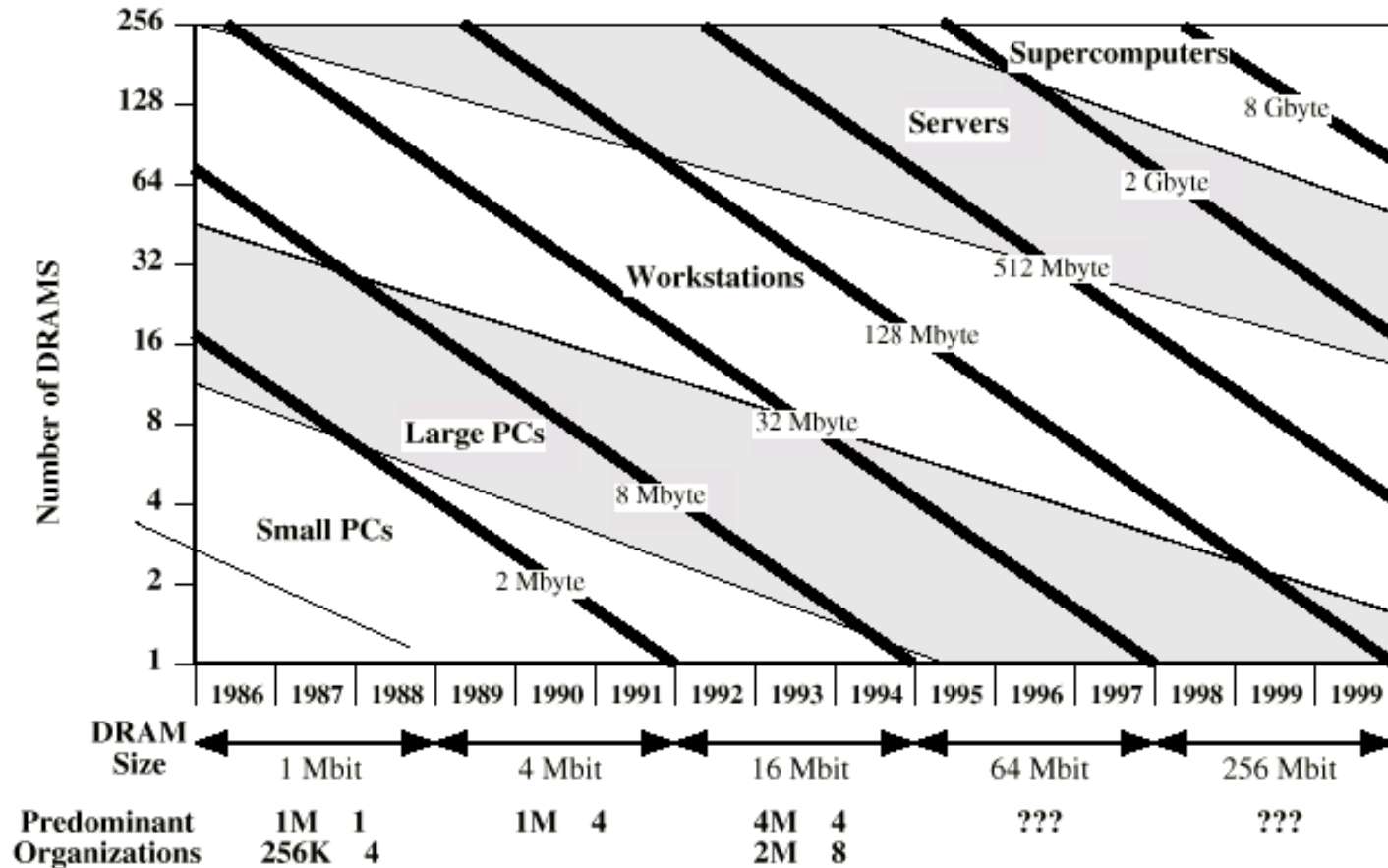
- Αυξανόμενες ταχύτητες επεξεργαστή
- Αυξημένη χωρητικότητα μνήμης
- Η ταχύτητα της μνήμης (ή και του διαύλου) υπολείπεται της ταχύτητας των επεξεργαστών

Χαρακτηριστικά DRAM και Επεξεργαστή





Χρήση της DRAM





Λύσεις_{1/2}

- Άυξηση του αριθμού bit που ανακτώνται κάθε φορά
 - Ευρύτερη DRAM παρά “βαθύτερη”
- Αλλαγή στις διεπαφές της DRAM (ενδιάμεσα στάδια)
 - Cache



Λύσεις_{2/2}

- Μείωση της συχνότητας πρόσβασης στη μνήμη
 - Πιο περίπλοκη cache και cache on chip
- Αύξηση του εύρους ζώνης λειτουργίας των διασυνδέσεων
 - Ταχύτεροι δίαυλοι
 - Ιεράρχηση διαύλων



Εξέλιξη έως τον Pentium_{1/6}

- 8080
 - 1^{ος} γενικής χρήσης μικροεπεξεργαστής
 - Δίαυλος 8 bit
 - Χρησιμοποιήθηκε στον πρώτο PC – Altair
- 8086
 - Αρκετά ισχυρότερος
 - 16 bit
 - Cache εντολών, prefetching περιορισμένου αριθμού εντολών
 - 8088 (εξωτερικός δίαυλος 8 bit) Χρησιμοποιήθηκε στον πρώτο IBM PC



Εξέλιξη έως τον Pentium_{2/6}

- 80286
 - Πρόσβαση σε μνήμη 16 Mbyte
 - Από 1Mb
- 80386
 - 32 bit
 - Υποστήριξη για multitasking



Εξέλιξη έως τον Pentium_{3/6}

- 80486
 - Εξελιγμένη cache and pipelining
 - built in maths co-processor
- Pentium
 - Superscalar οργάνωση
 - Παράλληλη εκτέλεση πολλών εντολών



Εξέλιξη έως τον Pentium_{4/6}

- Pentium Pro
 - Ενισχυμένη superscalar οργάνωση
 - Επιθετική χρήση της μετονομασίας καταχωρητών (ενίσχυση της παραλληλίας)
 - Προβλέψεις διακλάδωσης
 - Ανάλυση ροής δεδομένων
 - Εκτέλεση μέσω υπόθεσης



Εξέλιξη έως τον Pentium_{5/6}

- Pentium II
 - MMX technology
 - Επεξεργασία γραφικών, video & audio
- Pentium III
 - Επιπρόσθετες εντολές κινητής υποδιαστολής για 3D γραφικά
- Pentium 4
 - Και άλλες εντολές για την βελτίωση των γραφικών₄₃



Εξέλιξη έως τον Pentium_{6/6}

- Itanium
 - 64 bit
 - Κεφάλαιο 15
- Ιστοσελίδα της Intel για λεπτομερή αναφορά σε επεξεργαστές της



Πηγές Internet

- <http://www.intel.com/>
 - Search for the Intel Museum
- <http://www.ibm.com>
- <http://www.dec.com>
- Charles Babbage Institute
- PowerPC
- Intel Developer Home



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

Η εξέλιξη και η απόδοση των υπολογιστών



Με τη συγχρηματοδότηση της Ελλάδας και της Ευρωπαϊκής Ένωσης