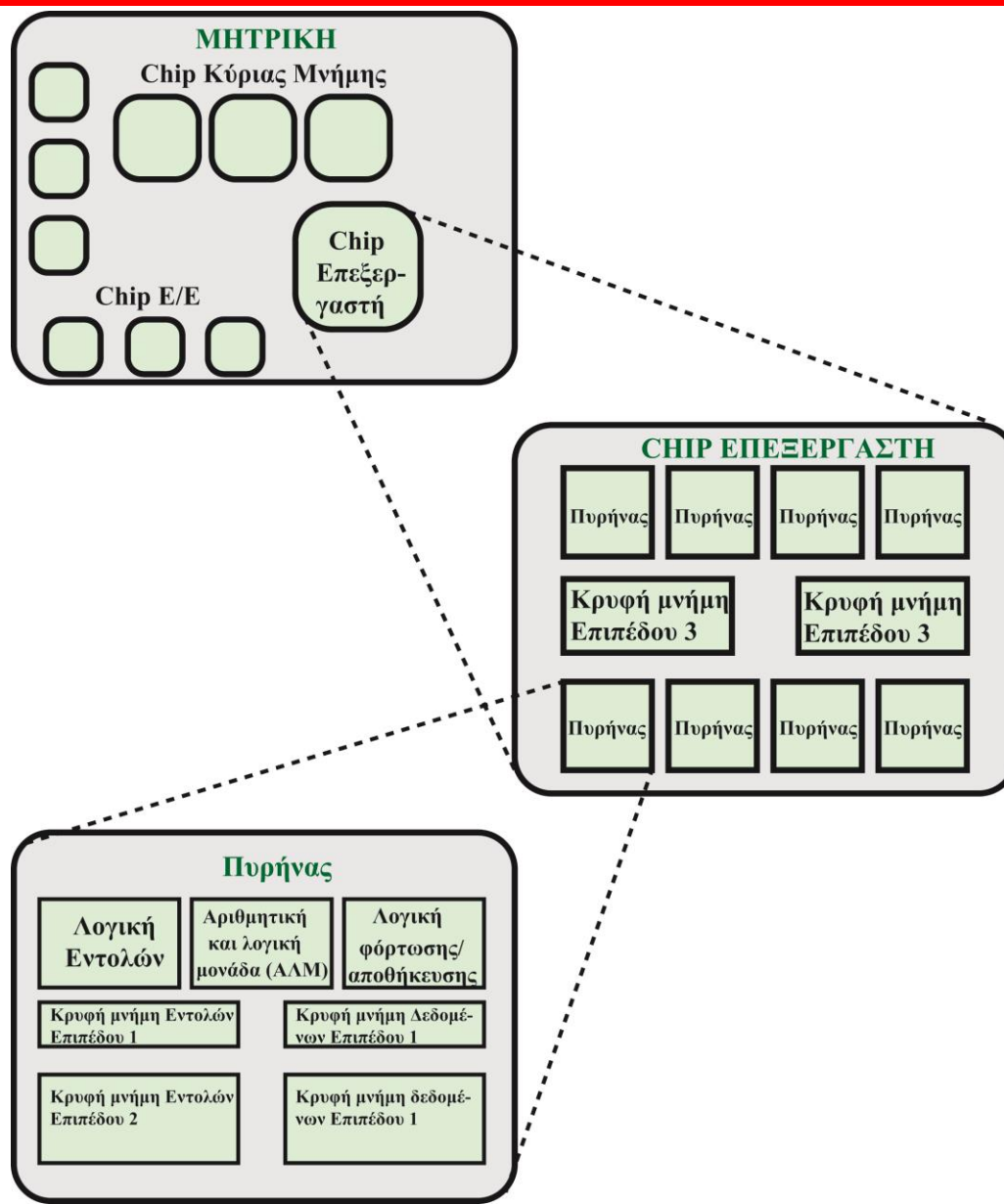


Οργάνωση και Αρχιτεκτονική Υπολογιστών

Κεφάλαιο 1.2 (συνέχεια)

Δομή πολυπύρηνων υπολογιστών

- **Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας (CPU):** Είναι η μονάδα που προσκομίζει και εκτελεί τις εντολές. Αποτελείται από 1 ALU, 1 CU και καταχωρητές. Σε ένα σύστημα με μια μονάδα επεξεργασίας αναφέρεται ως *επεξεργαστής*.
- **Πυρήνας:** Μια ξεχωριστή μονάδα επεξεργασίας σε ένα chip επεξεργαστή. Ένας πυρήνας μπορεί να είναι ίδιος σε λειτουργικότητα με μία CPU που υπάρχει σε ένα σύστημα μίας CPU. Άλλες ειδικές μονάδες επεξεργασίας αναφέρονται ως πυρήνας.
- **Επεξεργαστής:** Είναι ένα φυσικό κομμάτι πυριτίου, το οποίο περιέχει ένα ή περισσότερα chip. Είναι το στοιχείο του υπολογιστή που ερμηνεύει και εκτελεί τις εντολές. Αν ένας επεξεργαστής περιέχει πολλούς πυρήνες αναφέρεται ως **πολυπύρηνος**.

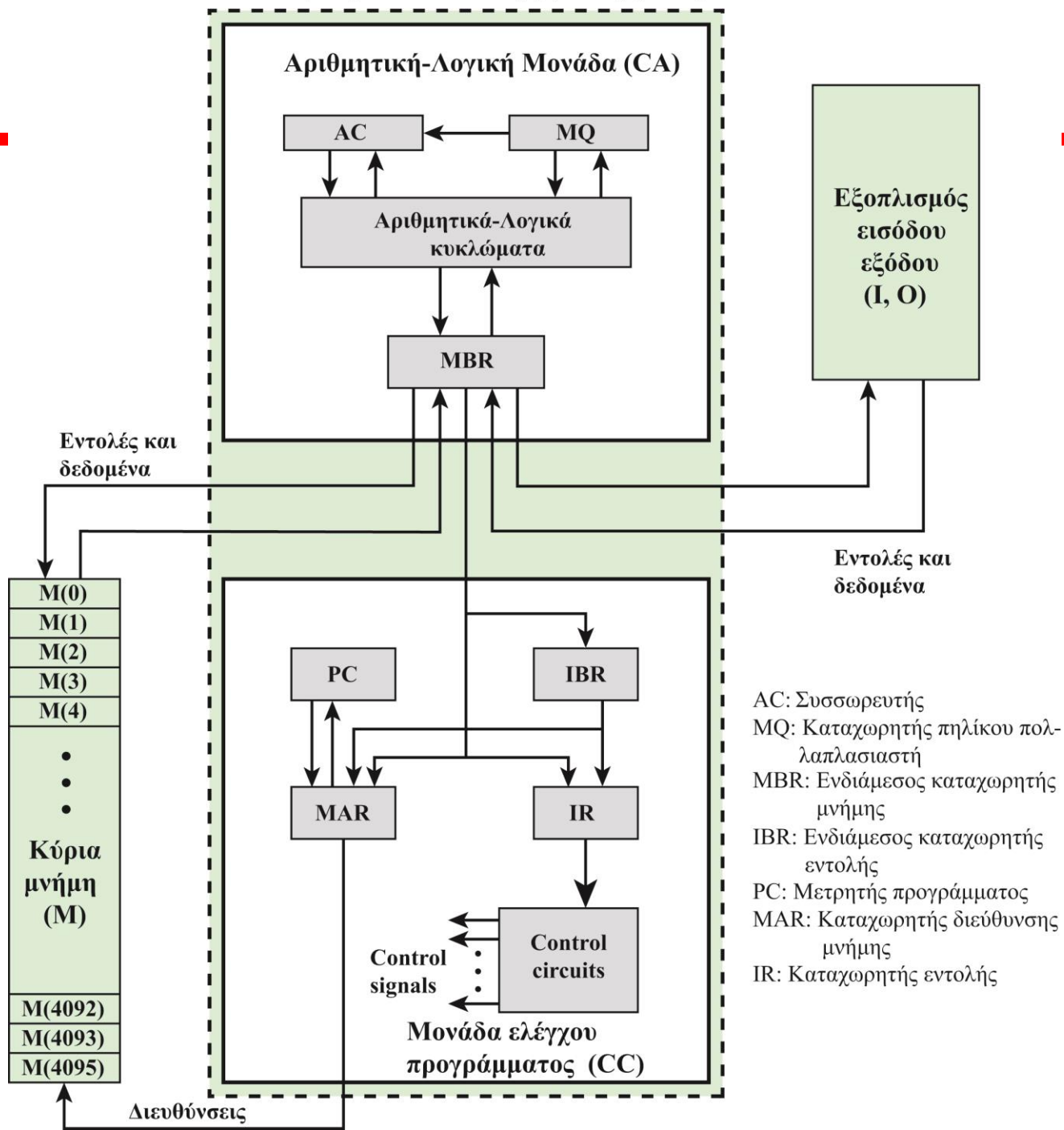


Η πρώτη γενιά: Λυχνίες Κενού

Τα κύρια υποσυστήματα αυτού του υπολογιστή είναι:

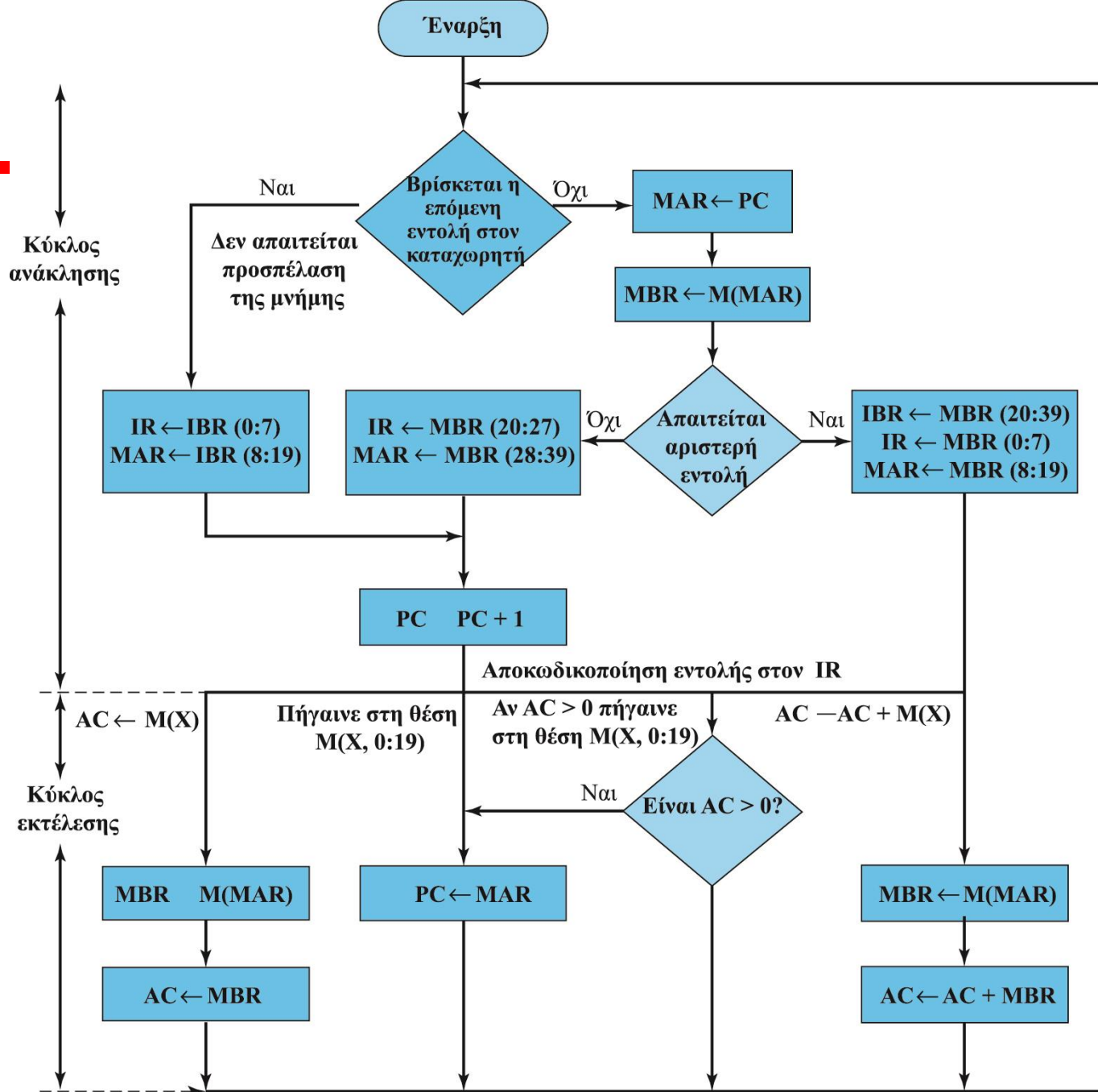
- Κύρια μνήμη για την αποθήκευση δεδομένων και εντολών
- ALU ικανή να χειρίζεται δυαδικά δεδομένα
- Μονάδα ελέγχου ικανή να ερμηνεύει τις εντολές που βρίσκονται στη μνήμη και να τις εκτελεί
- Εξοπλισμός εισόδου / εξόδου, ο οποίος λειτουργεί μέσω της μονάδας ελέγχου

Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας (CPU)



IAS - Λεπτομέρειες

- 1000 x 40 bit λέξεις
 - Αριθμοί σε δυαδική μορφή (1 bit πρόσημο + 39 bit τιμή)
 - 2 x 20 bit εντολές (Για κάθε εντολή: 8-bit Κώδικας λειτουργίας + 12-bit διεύθυνση → Θέση μνήμης 0-999)
- Σετ καταχωρητών (για αποθήκευση πληροφορίας στη CPU)
 - Ενδιάμεσος καταχωρητής μνήμης (MBR)
 - Καταχωρητής διεύθυνσης μνήμης (MAR)
 - Καταχωρητής εντολής (IR)
 - Ενδιάμεσος καταχωρητής εντολής (IBR)
 - Μετρητής προγράμματος (PC)
 - Καταχωρητής Συσσωρευτής (AC)
 - Καταχωρητής για Πηλίκιο Πολλαπλασιαστή (MQ)



$M(X)$ = περιεχόμενα της θέσης μνήμης της οποίας η διεύθυνση είναι X

$(i:j)$ = bits από i ως j

Εκτέλεση κύκλου εντολής (1)

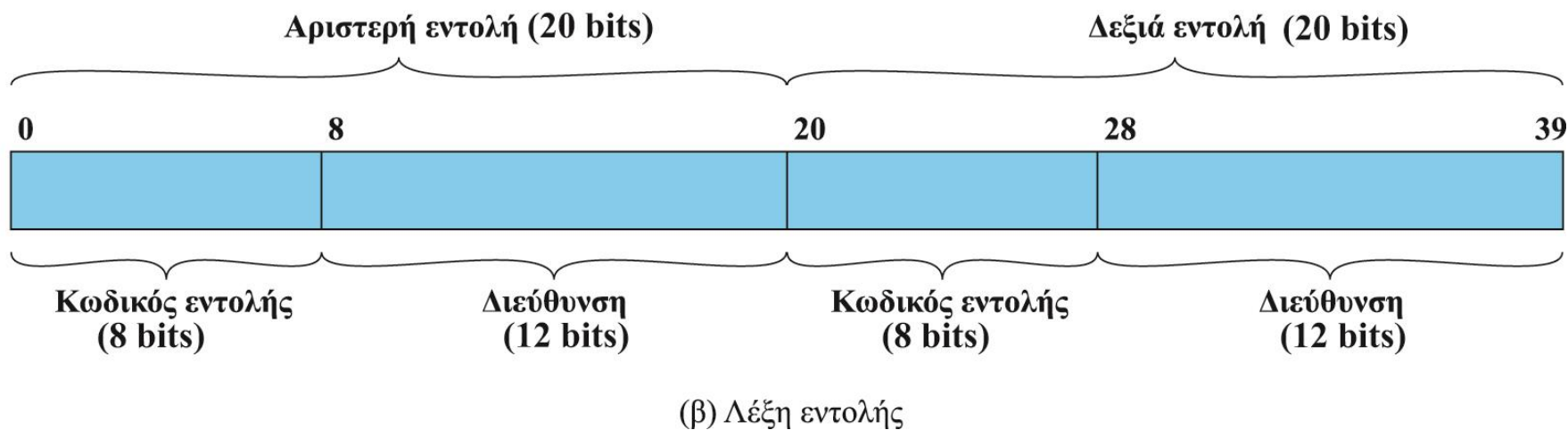
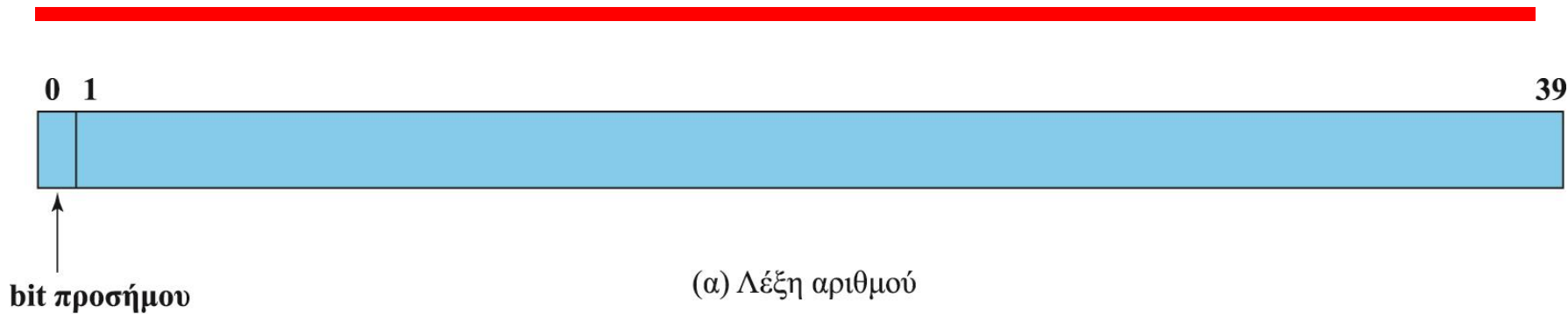
- Ο υπολογιστής IAS λειτουργεί εκτελώντας επαναληπτικά ένα κύκλο εντολής.
- Ο κάθε κύκλος αποτελείται από δυο επί μέρους κύκλους.
- Στον κύκλο ανάκλησης (**Fetch Cycle**), ο κωδικός λειτουργίας της επόμενης εντολής φορτώνεται στον IR και το τμήμα διεύθυνσης φορτώνεται στον MBR
- Η εντολή αυτή μπορεί να ληφθεί από τον IBR ή από την μνήμη φορτώνοντας μια λέξη στον MBR και έπειτα διαδοχικά στους IBR, IR και MAR.
- Η εμμεσότητα υφίσταται επειδή οι λειτουργίες αυτές ελέγχονται από κυκλώματα και χρησιμοποιούνται συγκεκριμένα μονοπάτια δεδομένων.
- Όταν ο κωδικός εντολής φτάσει στον καταχωρητή IR τότε ξεκινάει ο κύκλος εκτέλεσης (**Execute Cycle**).
- Τα κυκλώματα ελέγχου διερμηνεύουν τον κωδικό εντολής και εκτελούν την εντολή.

Εκτέλεση κύκλου εντολής (2)

- Εκτέλεση σημαίνει αποστολή καταλλήλων σημάτων είτε για μετακίνηση δεδομένων είτε για εκτέλεση πράξης από την αριθμητική/λογική μονάδα.
- Ο IAS διαθέτει 21 εντολές που ομαδοποιούνται:
- Εντολές μεταφοράς δεδομένων : Μετακίνηση δεδομένων ανάμεσα στη μνήμη και καταχωρητές της ALU ή ανάμεσα σε καταχωρητές της ALU.
- Εντολές διακλάδωσης χωρίς συνθήκη : Η μονάδα ελέγχου εκτελεί τις εντολές σειριακά από τη μνήμη. Η ακολουθία αυτή μπορεί να μεταβληθεί με εντολή διακλάδωσης.
- Εντολές διακλάδωσης με συνθήκη : Η διακλάδωση είναι δυνατόν να υλοποιηθεί με βάση μια συνθήκη.
- Αριθμητικές Εντολές : Αριθμητικές πράξεις που εκτελεί η αριθμητική και λογική μονάδα.

Εκτέλεση κύκλου εντολής (3)

- Εντολές αλλαγής διεύθυνσης : Επιτρέπει τον υπολογισμό των διευθύνσεων στην αριθμητική και λογική μονάδα. Οι διευθύνσεις εισάγονται σε εντολές μεταφοράς για αποθήκευση δεδομένων σε θέσεις μνήμης.
- Μορφή εντολής : Τα πρώτα 8 ψηφία είναι ο κωδικός εντολής δηλ. προσδιορίζει πια από τις 21 διαθέσιμες εντολές θα εκτελεστεί.
- Το τμήμα της διεύθυνσης (υπόλοιπα 12 ψηφία – bits) προσδιορίζει πια από τις 1000 θέσεις μνήμης πρόκειται να εμπλακεί στην εκτέλεση.



		Symbolic	
Instruction Type	Opcode	Representation	Description
Data transfer	00001010	LOAD MQ	Transfer contents of register MQ to the accumulator AC
	00001001	LOAD MQ,M(X)	Transfer contents of memory location X to MQ
	00100001	STOR M(X)	Transfer contents of accumulator to memory location X
	00000001	LOAD M(X)	Transfer M(X) to the accumulator
	00000010	LOAD -M(X)	Transfer -M(X) to the accumulator
	00000011	LOAD M(X)	Transfer absolute value of M(X) to the accumulator
	00000100	LOAD - M(X)	Transfer - M(X) to the accumulator
Unconditional branch	00001101	JUMP M(X,0:19)	Take next instruction from left half of M(X)
	00001110	JUMP M(X,20:39)	Take next instruction from right half of M(X)
Conditional branch	00001111	JUMP+ M(X,0:19)	If number in the accumulator is nonnegative, take next instruction from left half of M(X)
		<i>JU MP + M(X ,20: 39)</i>	<i>If number in the accumulator is nonnegative, take next instruction from right half of M(X)</i>
Arithmetic	00000101	ADD M(X)	Add M(X) to AC; put the result in AC
	00000111	ADD M(X)	Add M(X) to AC; put the result in AC
	00000110	SUB M(X)	Subtract M(X) from AC; put the result in AC
	00001000	SUB M(X)	Subtract M(X) from AC; put the remainder in AC
	00001011	MUL M(X)	Multiply M(X) by MQ; put most significant bits of result in AC, put least significant bits in MQ
	00001100	DIV M(X)	Divide AC by M(X); put the quotient in MQ and the remainder in AC
	00010100	LSH	Multiply accumulator by 2; i.e., shift left one bit position
	00010101	RSH	Divide accumulator by 2; i.e., shift right one position
Address modify	00010010	STOR M(X,8:19)	Replace left address field at M(X) by 12 rightmost bits of AC
	00010011	STOR M(X,28:39)	Replace right address field at M(X) by 12 rightmost bits of AC

Η δεύτερη γενιά: 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
- Στα τέλη της δεκαετίας του '50 εμφανίστηκαν στο εμπόριο Η/Υ οι οποίοι ήταν πλήρως αποτελούμενοι από τρανζίστορ

Γενιές Υπολογιστών

- 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 - 1972-1977
 - 3.000 – 100.000 εξαρτήματα ανά chip
- Very large scale integration - 1978-1991
 - 100.000 – 100.000.000 εξαρτήματα ανά chip
- Ultra large scale integration – 1991 έως Σήμερα
 - Πάνω από 100.000.000 εξαρτήματα ανά chip

Γενιές Υπολογιστών

Γενιά	Κατά προσέγγιση Χρονολογίες	Τεχνολογία	Τυπική Ταχύτητα (πράξεις ανά δευτερόλεπτο)
1	1946-1957	Λυχνία κενού	40.000
2	1958-1964	Τρανζίστορ	200.000
3	1965-1971	Ολοκλήρωση μικρής και μεσαίας κλίμακας	1.000.000
4	1972-1977	Ολοκλήρωση μεγάλης κλίμακας	10.000.000
5	1978-1991	Ολοκλήρωση πολύ μεγάλης κλίμακας	100.000.000
6	1991-	Ολοκλήρωση υπερβολικά μεγάλης κλίμακας	>1.000.000.000

Η δεύτερη γενιά: Transistors

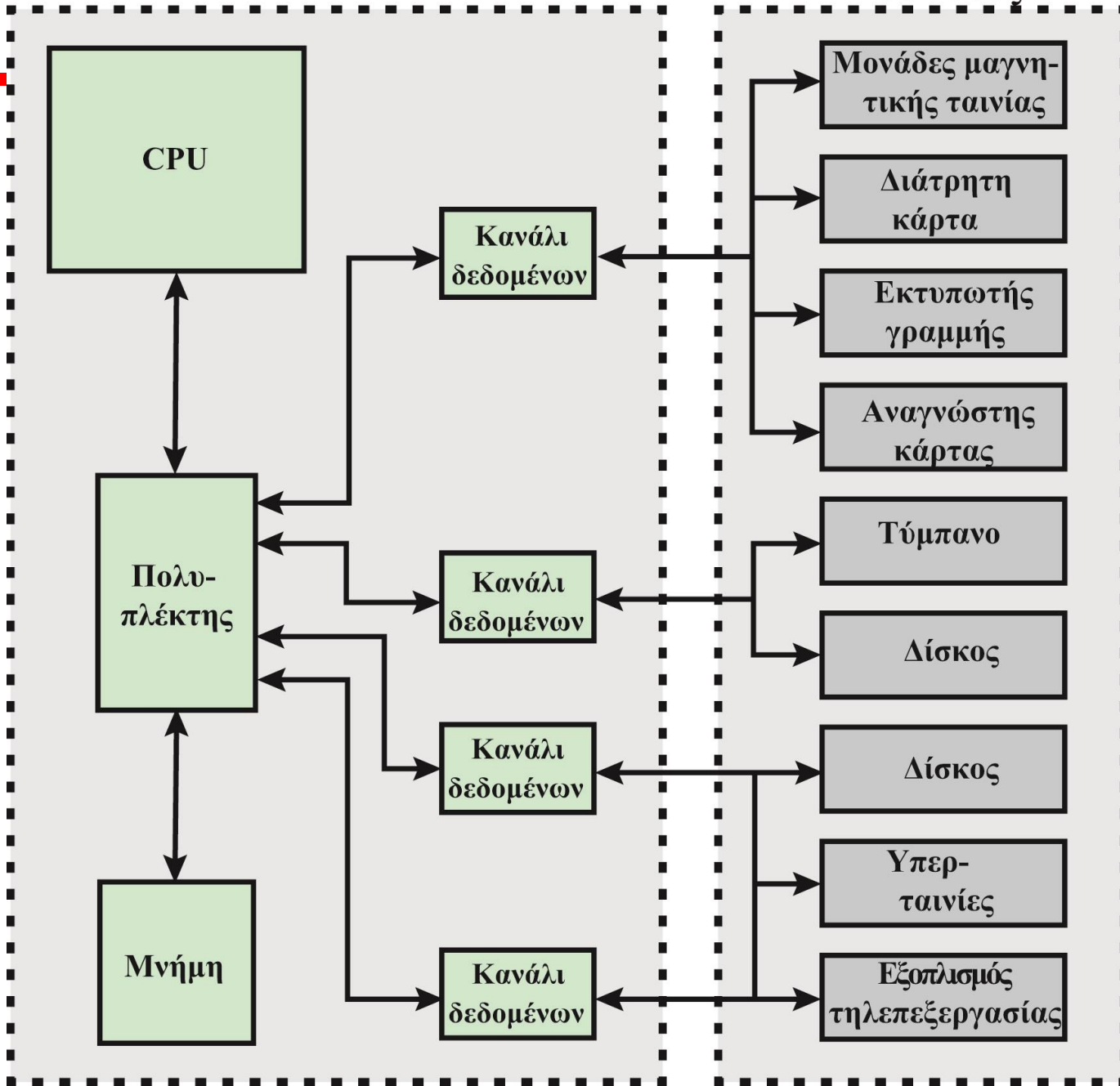
- Οι εταιρείες NCR & RCA κατασκεύασαν τους πρώτους υπολογιστές με transistors.
- Ακολούθησε η IBM με τη σειρά 7000
- DEC – 1957. Παρήγαγε τον PDP-1 (ο 1^{ος} μίνι υπολογιστής) . Ήταν η αφετηρία της χρήσης μικροϋπολογιστή, σημαντικός στην Τρίτη γενιά.
- Η δεύτερη γενιά έγινε μάρτυρας της εισαγωγής πιο πολύπλοκων αριθμητικών και λογικών μονάδων, μονάδων ελέγχου, της χρήσης γλωσσών προγραμματισμού υψηλού επιπέδου καθώς και παροχής λογισμικού συστήματος (το οποίο παρείχε την δυνατότητα φόρτωσης προγραμμάτων, μετακίνησης δεδομένων σε περιφερειακές συσκευές, ενώ παρείχε βιβλιοθήκες εκτέλεσης των συνηθισμένων πράξεων).

IBM

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

Υπολογιστής IBM 7094

Περιφερειακές Συσκευές



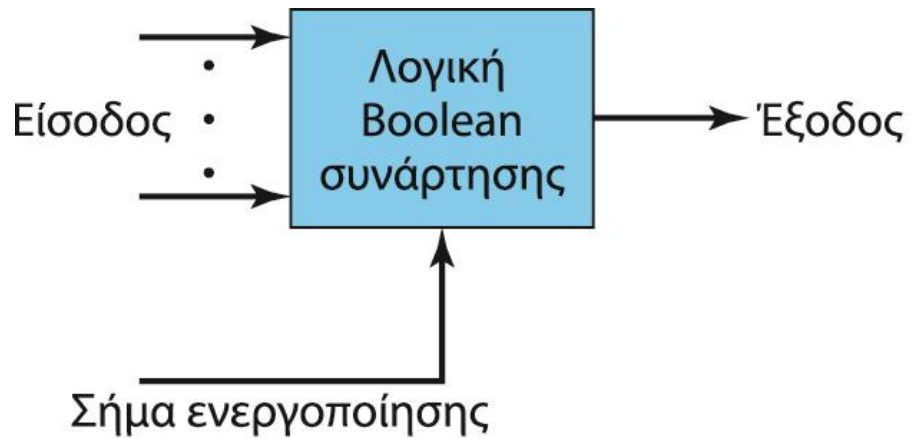
Η τρίτη γενιά: Ολοκληρωμένα Κυκλώματα

- Στη δεύτερη γενιά υπολογιστών, ο ηλεκτρονικός εξοπλισμός αποτελείτο από διακριτά στοιχεία, τρανζίστορς, αντιστάσεις, πυκνωτές κτλ.
- Ήταν συγκολλημένα και καλωδιωμένα σε πλακέτες που εγκαθίσταντο και συνδέονταν σε υπολογιστές.
- Η διαδικασία κατασκευής και εν γένει η τεχνολογία πολύ ακριβή και δύσκολη και προβληματική για την αναδυόμενη βιομηχανία υπολογιστών.
- Οι υπολογιστές β γενιάς έφτασε να έχουν εκατοντάδες χιλιάδες τρανζίστορ.
- Το 1958 επινοήθηκαν τα ολοκληρωμένα κυκλώματα (IC), επανάσταση στην ηλεκτρονική και απαρχή της μικροηλεκτρονικής.
- Τα IC ορίζουν την τρίτη γενιά υπολογιστών.

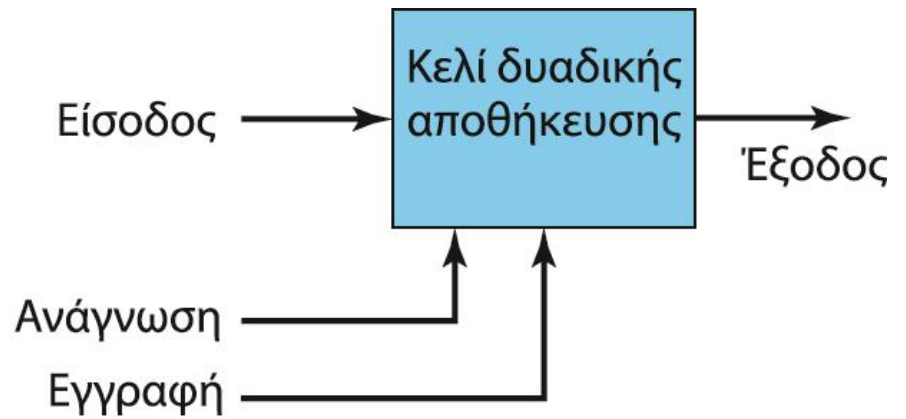
Μικροηλεκτρονική (1)

- Κυριολεκτικά – “Μικρού μεγέθους ηλεκτρονικά κυκλώματα”.
- Υπάρχει σταθερή και επίμονη τάση για μείωση του μεγέθους των ψηφιακών ηλεκτρονικών κυκλωμάτων.
- Ένας υπολογιστής πρέπει να εκτελεί τις λειτουργίες της αποθήκευσης, διακίνησης, επεξεργασίας και ελέγχου.
- Μόνο δύο βασικοί τύποι στοιχείων είναι απαραίτητοι:
 - Η **πύλη** είναι μια μονάδα που εκτελεί μια απλή Boolean λογική πράξη.
 - Το **κελί μνήμης** είναι μια μονάδα που αποθηκεύει 1 bit
- Ένας υπολογιστής μπορεί να κατασκευαστεί διασυνδέοντας μεγάλο πλήθος από αυτές τις βασικές μονάδες.

Βασικά ψηφιακά στοιχεία



(α) Πύλη



(β) Κελί μνήμης

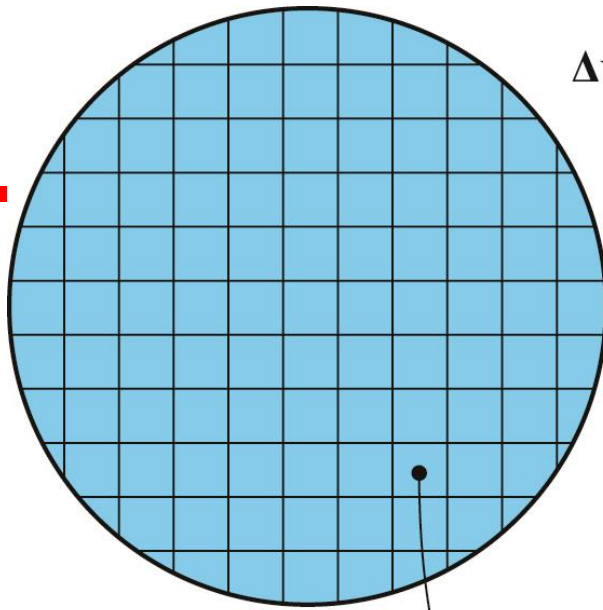
Μικροηλεκτρονική (2)

- Τα παραπάνω μπορούν να συσχετιστούν με τις τέσσερις βασικές λειτουργίες ως εξής :
- Αποθήκευση δεδομένων : Κελιά μνήμης
- Επεξεργασία δεδομένων : Πύλες
- Διακίνηση δεδομένων : Μονοπάτια ανάμεσα στα στοιχεία χρησιμοποιούνται για μεταφορά δεδομένων μέσω πυλών.
- Έλεγχος : Μονοπάτια ανάμεσα στα στοιχεία μπορούν να μεταφέρουν σήματα ελέγχου.
- Πύλες και κελιά μνήμης κατασκευάζονται από απλά ψηφιακά ηλεκτρονικά στοιχεία.

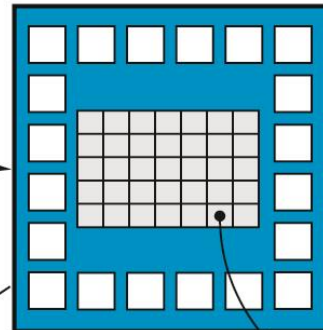
Μικροηλεκτρονική (3)

- Η κατασκευή ενός ολόκληρου κυκλώματος μέσα σ' ένα μικρό κομμάτι πυριτίου αντί της συνένωσης σε ένα κύκλωμα διακριτών στοιχείων τα οποία είναι κατασκευασμένα από διαφορετικά κομμάτια πυριτίου είναι εφικτή και απλή.
- Ένα λεπτό δισκίο πυριτίου διαιρείται σε πίνακα περιοχών που κάθε μία είναι λίγα mm². Το ίδιο υπόδειγμα κυκλώματος κατασκευάζεται σε κάθε περιοχή και το δισκίο διαχωρίζεται σε chip.
- Κάθε chip αποτελείται από πολλές πύλες και/ή κελιά μνήμης και από ένα πλήθος σημείων σύνδεσης E/E. Συσκευάζεται μέσα σε ένα περίβλημα που το προστατεύει και έχει ακροδέκτες (pins) για τη σύνδεση συσκευών εκτός chip.

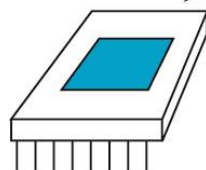
Δισκίο πυριτίου



Chip



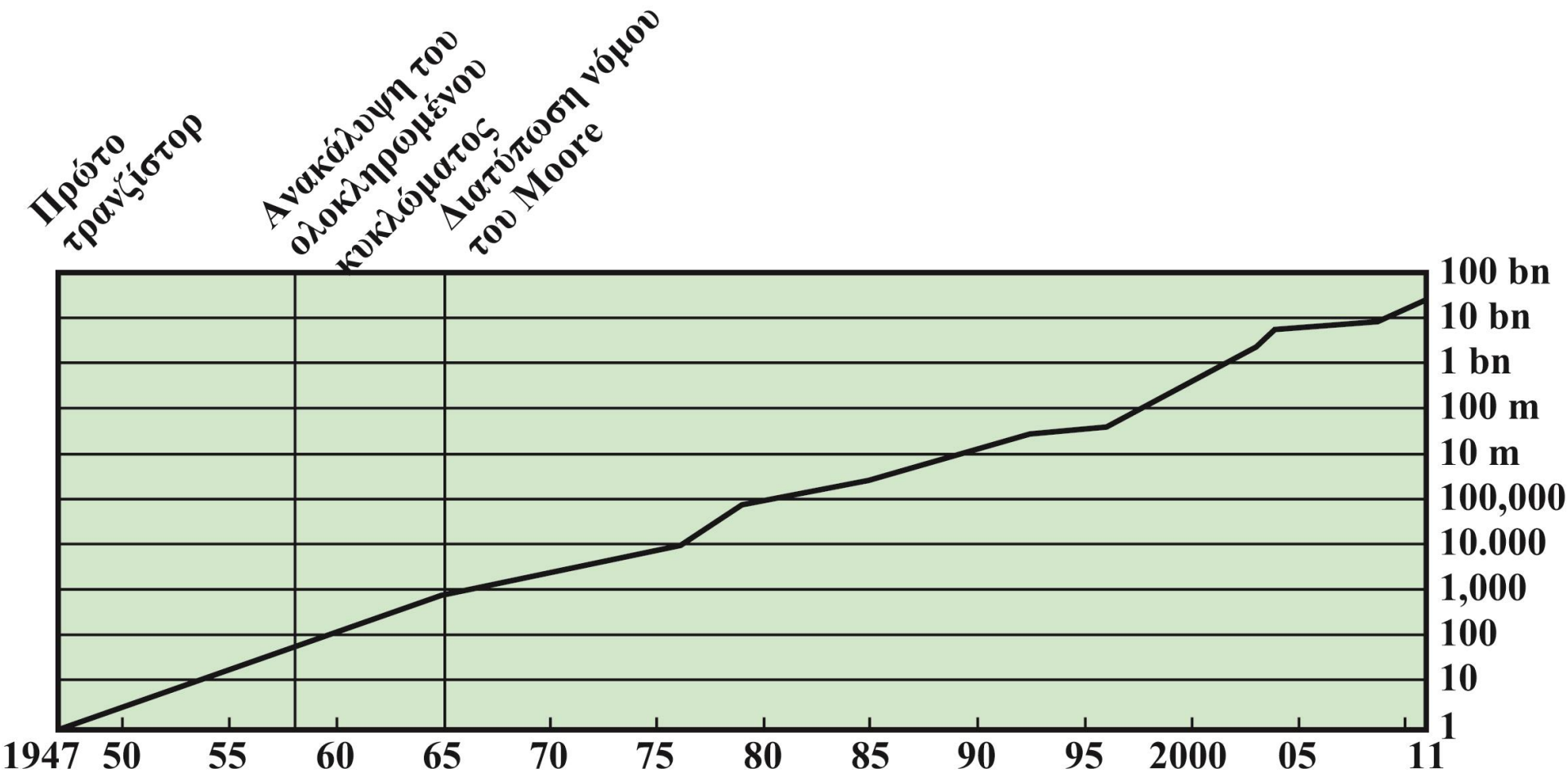
Θύρα



Πακεταρισμένο chip

Μικροηλεκτρονική (4)

- Πλήθος τσιπς μπορεί να συνδεθούν σε μια πλακέτα κυκλωμάτων για να παραχθούν μεγάλα και πολύπλοκα κυκλώματα.
- Στα πρώτα ολοκληρωμένα κυκλώματα ήταν δυνατόν να κατασκευαστούν και να τοποθετηθούν λίγες πύλες ή κελιά μνήμης μαζί σε ένα περίβλημα. Αναφέρονται ως ολοκλήρωση μικρής κλίμακας (SSI).
- Σιγά σιγά ο βαθμός ολοκλήρωσης μεγάλωσε και η πυκνότητα κυκλωμάτων πάνω στο τσιπ μεγάλωσε.
- Σήμερα είμαστε στην εποχή των ULSI.



Moore's Law

- Ολοένα αυξανόμενη πυκνότητα ολοκλήρωσης 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... *διπλασιάζεται κάθε 18 μήνες*
1. Το κόστος ενός chip παρέμεινε ουσιαστικά αμετάβλητο
 2. Μεγαλύτερη πυκνότητα ολοκλήρωσης → μικρότερο μήκος διαδρομής ηλεκτρικού σήματος → αυξημένη ταχύτητα λειτουργίας
 3. Μικρότερο μέγεθος υπολογιστή, μεγαλύτερη ευελιξία
 4. Σημαντική μείωση στις απαιτήσεις ισχύος και ψύξης
 5. Πιο αξιόπιστες διασυνδέσεις & λιγότερες ανάμεσα στα chip

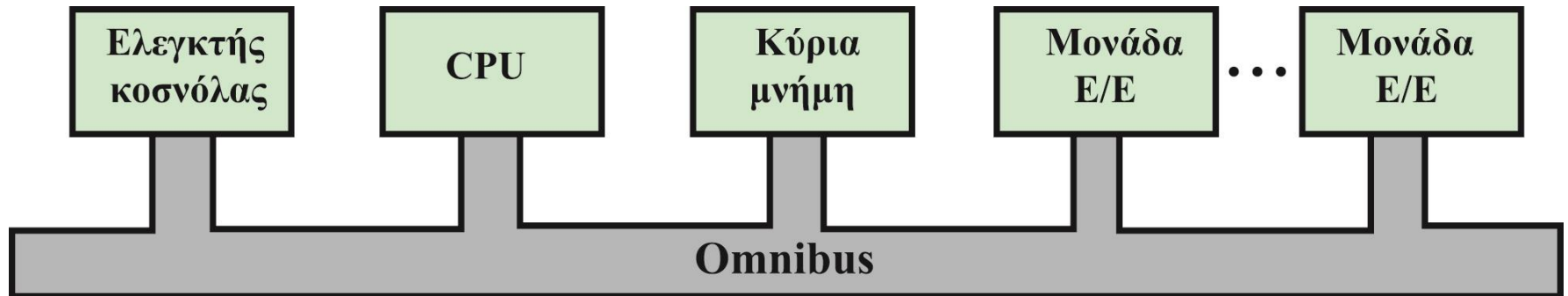
IBM 360 series

- 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
 - Αυξανόμενο μέγεθος μνήμης
 - Αυξανόμενο κόστος
- Multiplexed switch structure

DEC PDP-8

- 1964
- Το πρώτο minicomputer (από τη φούστα mini!)
- Δεν απαιτούσε ένα κλιματιζόμενο δωμάτιο
- Αρκετά μικρό για να τοποθετηθεί σε πάγκο εργαστηρίου
- \$16,000 έναντι 100άδες χιλιάδες \$ για IBM 360
- Ενσωμάτωση σε ένα μεγαλύτερο σύστημα & OEM(Original Equipment Manufacturers)
- Δομή διαύλου

DEC - PDP-8 Bus Structure



Επόμενες γενιές

- Μετά την τρίτη γενιά δεν υπάρχει τόσο μεγάλος βαθμός συμφωνίας ως προς τον καθορισμό γενεών υπολογιστών
- Υπήρξε ένα πλήθος γενεών με βάση τις εξελίξεις στην τεχνολογία ολοκληρωμένων κυκλωμάτων
- Με τη ραγδαία εξέλιξη της τεχνολογίας, τον μεγάλο αριθμό εισαγωγής νέων προϊόντων, τη σημασία του λογισμικού και των επικοινωνιών καθώς και του υλικού, η κατηγοριοποίηση ανά γενιά γίνεται λιγότερο σαφής
- Δύο από τις σημαντικότερες εξελίξεις των επόμενων γενεών:
 - Μνήμες ημιαγωγών
 - Μικροεπεξεργαστές

Μνήμες ημιαγωγών

- Οι εξελίξεις της μικροηλεκτρονικής στις αρχές του 1970, επέφεραν σημαντικές αλλαγές στην τεχνολογία των υπολογιστών που έχουν επίδραση ακόμη και σήμερα.
- Εταιρεία "Fairchild" παρήγαγε μνήμη ημιαγωγών σε αντικατάσταση μνήμες σιδηρομαγνητικών δακτυλίων.
- Το τσιπ έχει μέγεθος ενός πυρήνα και αποθηκεύει 256 bits
- Μη καταστροφική ανάγνωση
- Πολύ ταχύτερη όμως με κόστος μεγαλύτερο από εκείνο του πυρήνα.
- Το '74 το κόστος ανά bit μνήμης έπεσε και έτσι η τεχνολογία οδηγήθηκε σε μικρότερες και ταχύτερες μηχανές με πολύ μεγάλες μνήμες.

Μνήμες ημιαγωγών

- Από το '70 η μνήμη ημιαγωγών έχει περάσει 13 γενιές.
- 1K, 4K, 16K, 64K, 256K, 1M, 4M, 16M, 64M, 256M, 1G, 4G, 16G σ' ένα μόνο τσιπ.
- Κάθε γενιά επί 4 την προηγούμενη χωρητικότητα.
- Προβλέπουν τη μνήμη των 32 GB το 2023 (ή και νωρίτερα) με στόχο τα 64 GB.

Μικροεπεξεργαστές

- Η πυκνότητα στοιχείων στα τσιπς των επεξεργαστών συνέχισε ν' αυξάνει όπως στα τσιπς της μνήμης.
- 1971 - 4004 η INTEL
 - Ο πρώτος μικροεπεξεργαστής
 - Όλα τα εξαρτήματα μιας CPU τοποθετήθηκαν σε ένα chip
- 4 bit (αριθμοί προσθέτονται και πολλαπλασιάζονται)
Ακολούθησε το 1972 ο 8008
 - 8 bit
 - Ειδικού σκοπού

Μικροεπεξεργαστές

- 1974 - 8080
 - Ο πρώτος μικροεπεξεργαστής γενικού σκοπού της INTEL σχεδιάστηκε για να αποτελέσει την κεντρική μονάδα επεξεργασίας ενός μικροϋπολογιστή.
 - Είχε πλούσιο σύνολο εντολών, και μεγάλη δυνατότητα διευθυνσιοδότησης.

Οργάνωση και Αρχιτεκτονική Υπολογιστών

Κεφάλαιο 1.4

Η εξέλιξη της αρχιτεκτονικής Intel x86

- Οι σύγχρονοι προσφερόμενοι στην αγορά επεξεργαστές ανήκουν στην πλειονότητά τους στην σειρά x86 της εταιρείας Intel.
- Η εξέλιξη του πρωτοποριακού της επεξεργαστή αποτελεί σε γενικές γραμμές ένα καλό δείκτη της εξέλιξης της τεχνολογίας των υπολογιστών.
- Η οικογένεια x86 ενσωματώνει τις αρχές σύγχρονης σχεδίασης τις οποίες συναντούσαμε κάποτε στα μεγάλα υπολογιστικά συστήματα και αποτελεί ένα εξαιρετικό παράδειγμα σχεδίαση υπολογιστών CISC (Complex Instruction Set Computer).

Η εξέλιξη της αρχιτεκτονικής Intel x86

- Μια εναλλακτική προσέγγιση για τη σχεδίαση των επεξεργαστών είναι ο υπολογιστής μειωμένου συνόλου εντολών RISC (Reduced Instruction Set Computer).
- Η Intel ανέπτυξε επεξεργαστές, τον ένα μετά τον άλλο, κάθε 4 χρόνια και τελευταία, για λόγους ανταγωνισμού κάθε ένα ή δυο έτη.

Η εξέλιξη της αρχιτεκτονικής Intel x86

	4004	8008	8080	8086	8088
Introduced	1971	1972	1974	1978	1979
Clock speeds	108 kHz	108 kHz	2 MHz	5 MHz, 8 MHz, 10 MHz	5 MHz, 8 MHz
Bus width	4 bits	8 bits	8 bits	16 bits	8 bits
Number of transistors	2,300	3,500	6,000	29,000	29,000
Feature size (μm)	10	8	6	3	6
Addressable memory	640 Bytes	16 KB	64 KB	1 MB	1 MB

(a) 1970s Processors

Η εξέλιξη της αρχιτεκτονικής Intel x86

	80286	386TM DX	386TM SX	486TM DX CPU
Introduced	1982	1985	1988	1989
Clock speeds	6 MHz - 12.5 MHz	16 MHz - 33 MHz	16 MHz - 33 MHz	25 MHz - 50 MHz
Bus width	16 bits	32 bits	16 bits	32 bits
Number of transistors	134,000	275,000	275,000	1.2 million
Feature size (μm)	1.5	1	1	0.8 - 1
Addressable memory	16 MB	4 GB	16 MB	4 GB
Virtual memory	1 GB	64 TB	64 TB	64 TB
Cache	—	—	—	8 kB

(b) 1980s Processors

Η εξέλιξη της αρχιτεκτονικής Intel x86

	486TM SX	Pentium	Pentium Pro	Pentium II
Introduced	1991	1993	1995	1997
Clock speeds	16 MHz - 33 MHz	60 MHz - 166 MHz,	150 MHz - 200 MHz	200 MHz - 300 MHz
Bus width	32 bits	32 bits	64 bits	64 bits
Number of transistors	1.185 million	3.1 million	5.5 million	7.5 million
Feature size (μm)	1	0.8	0.6	0.35
Addressable memory	4 GB	4 GB	64 GB	64 GB
Virtual memory	64 TB	64 TB	64 TB	64 TB
Cache	8 kB	8 kB	512 kB L1 and 1 MB L2	512 kB L2

(c) 1990s Processors

Η εξέλιξη της αρχιτεκτονικής Intel x86

	Pentium III	Pentium 4	Core 2 Duo	Core i7 EE 4960X
Introduced	1999	2000	2006	2013
Clock speeds	450 - 660 MHz	1.3 - 1.8 GHz	1.06 - 1.2 GHz	4 GHz
Bus width	64 bits	64 bits	64 bits	64 bits
Number of transistors	9.5 million	42 million	167 million	1.86 billion
Feature size (nm)	250	180	65	22
Addressable memory	64 GB	64 GB	64 GB	64 GB
Virtual memory	64 TB	64 TB	64 TB	64 TB
Cache	512 kB L2	256 kB L2	2 MB L2	1.5 MB L2/15 MB L3
Number of cores	1	1	2	6

(d) Recent Processors

Η εξέλιξη της αρχιτεκτονικής Intel x86

- 8080
 - 1^{ος} γενικής χρήσης μικροεπεξεργαστής
 - 8 bit
 - Χρησιμοποιήθηκε στον πρώτο PC – Altair
- 8086
 - Αρκετά ισχυρότερος
 - 16 bit
 - Cache εντολών, prefetching περιορισμένου αριθμού εντολών
 - Ο 8088 (εξωτερικός δίαυλος 8 bit) Χρησιμοποιήθηκε στον πρώτο IBM PC
- 80286
 - Πρόσβαση σε μνήμη 16 Mbyte

Η εξέλιξη της αρχιτεκτονικής Intel x86

- 80386
 - 32 bit
 - Υποστήριξη για multitasking
- 80486
 - Εξελιγμένη cache and pipelining (διασωλήνωση)
 - built in maths co-processor
- Pentium
 - Superscalar οργάνωση (υπερβαθμωτή)
 - Παράλληλη εκτέλεση πολλών εντολών

Η εξέλιξη της αρχιτεκτονικής Intel x86

- Pentium Pro
 - Ενισχυμένη superscalar οργάνωση
 - Επιθετική χρήση της μετονομασίας καταχωρητών (ενίσχυση της παραλληλίας)
 - Προβλέψεις διακλάδωσης
 - Ανάλυση ροής δεδομένων
 - Εκτέλεση μέσω υπόθεσης
- Pentium II
 - MMX technology
 - Επεξεργασία γραφικών, video & audio
- Pentium III
 - Επιπρόσθετες εντολές κινητής υποδιαστολής για 3D γραφικά

Η εξέλιξη της αρχιτεκτονικής Intel x86

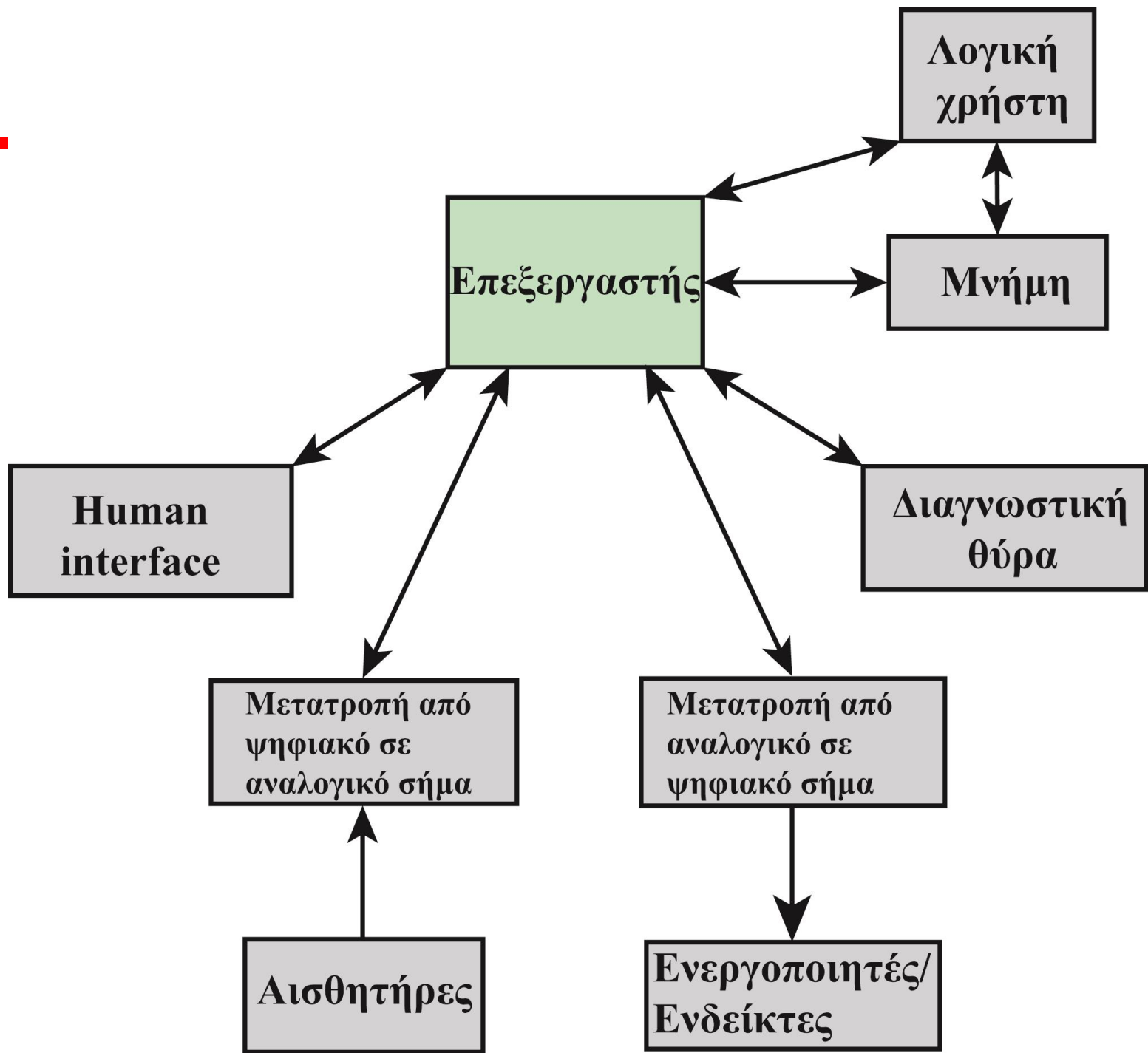
- Pentium IV
 - Και άλλες εντολές για την βελτίωση των γραφικών και πολυμέσων, κινητής υποδιαστολής κυρίως.
- Core, επεξεργαστής με διπλό πυρήνα πάνω στο ίδιο τσιπ
 - 64 bit
- Core 2 : Επεκτείνει την αρχιτεκτονική στα 64bits. Ο επεξεργαστής 2 Quad περιλαμβάνει τέσσερις επεξεργαστές σε ένα απλό τσιπ.
- Συγκριτικά στοιχεία : το 1978 ο επεξεργαστής 8086 είχε ταχύτητα ρολογιού 5MHz και 29000 τρανζίστορ. Το 2008, 30 χρόνια μετά, ο Core 2 Quad διαθέτει ρολόι με 4GHz, αύξηση κατά 600 και 820.000.000 τρανζίστορ. Σε μέγεθος, ο Core 2 Quad είναι λίγο πιο μεγάλος, ενώ το κόστος συγκρίσιμο με τον 8086.
- Ιστοσελίδα της Intel για λεπτομερή αναφορά σε επεξεργαστές της

Οργάνωση και Αρχιτεκτονική Υπολογιστών

Κεφάλαιο 1.5

Ενσωματωμένα Συστήματα (Embedded Systems)

- Ο όρος ενσωματωμένο σύστημα αναφέρεται στη χρήση των ηλεκτρονικών και του λογισμικού μέσα σ' ένα προϊόν.
- Ορισμός : Ένας συνδυασμός υλικού και λογισμικού επιπλέον μηχανικών και άλλων τμημάτων, σχεδιασμένος με σκοπό να εκτελεί μια συγκεκριμένη λειτουργία. Πχ σύστημα αντιμπλοκαρίσματος των φρένων αυτοκινήτου.
- Τα ενσωματωμένα συστήματα συνδέονται πολύ στενά με το περιβάλλον. Δημιουργούνται περιορισμοί πραγματικού χρόνου πχ ταχύτητες απόκρισης, ακρίβεια μετρήσεων, διάρκεια απαιτούμενων χρόνων που υπαγορεύουν τον χρονισμό των λειτουργιών του λογισμικού.



Ενσωματωμένα Συστήματα (Embedded Systems)

- Υπάρχει μια ποικιλία από διεπαφές που επιτρέπουν στο σύστημα να αλληλεπιδρά με το περιβάλλον.
- Με τη βοήθεια αισθητήρων και ενεργοποιητών συνεργάζονται με τον εξωτερικό κόσμο.
- Η ανθρώπινη διεπαφή μπορεί να είναι απλή αλλά και πολύ σύνθετη. Σε πολλές περιπτώσεις δεν υπάρχει ανθρώπινη αλληλεπίδραση.
- Η διαγνωστική θύρα πιθανόν να χρησιμοποιείται για τη διάγνωση ενός συστήματος που ελέγχεται και όχι για τον υπολογιστή.
- Είναι δυνατή η χρήση προγραμματιζόμενου υλικού (FPGA) ειδικού σκοπού, υλικού ειδικού για εφαρμογές, ακόμη και μη ψηφιακού υλικού ώστε να αυξηθεί η απόδοση ή η ασφάλεια.

Ενσωματωμένα Συστήματα (Embedded Systems)

- Το λογισμικό εκτελεί μια σταθερή λειτουργία και είναι συγκεκριμένο για κάποια εφαρμογή.
- Η αποτελεσματικότητα έχει τεράστια σημασία. Είναι βελτιστοποιημένα ως προς την ενέργεια, το μέγεθος του κώδικα, το χρόνο εκτέλεσης, το βάρος, τις διαστάσεις και το κόστος.
- Ομοιότητες με τα συστήματα γενικού σκοπού:
 - Η δυνατότητα ενημέρωσης, διόρθωσης σφαλμάτων, βελτίωσης της ασφάλειας και προσθήκη λειτουργικότητας είναι κοινά.
 - Νέα εξέλιξη οι πλατφόρμες ενσωματωμένων πλατφορμών για ποικιλία εφαρμογών.

Ο Όρος IoT

- Ο όρος Internet of Things (IoT) αναφέρεται στην επέκταση της διασύνδεσης ανάμεσα σε έξυπνες συσκευές από απλές συσκευές μέχρι λεπτούς αισθητήρες.
- Η ενσωμάτωση κινητών δεκτών μικρού εύρους σε πάρα πολλές συσκευές και αντικείμενα, επιτρέπει νέες μορφές επικοινωνίας ανάμεσα σε ανθρώπου και αντικείμενα αλλά και ανάμεσα στα ίδια. Τα αντικείμενα μεταδίδουν πληροφορίες αισθητήρων, επιδρούν στο περιβάλλον τους και μπορεί να μεταβληθούν για να δημιουργήσουν μια γενικότερη διαχείριση ενός μεγάλου συστήματος (π.χ. εργοστάσιο ή πόλη)
- Ο όρος οφείλεται στις βαθιά ενσωματωμένες συσκευές που έχουν χαμηλό εύρος ζώνης, επανάληψη συλλογής δεδομένων και χρησιμοποίησης δεδομένων.

Ο Όρος IoT

- Το διαδίκτυο έχει περάσει 4 γενιές ανάπτυξης σε σχέση με το IoT:
 1. Τεχνολογία Πληροφορίας (IT): συσκευές που αγοράζονται από ανθρώπους που ασχολούνται με την τεχνολογία και έχουν ενσύρματη σύνδεση
 2. Τεχνολογία Λειτουργιών (OT): συσκευές που αγοράζονται από ανθρώπους των επιχειρήσεων που ασχολούνται με την τεχνολογία λειτουργιών και έχουν κυρίως ενσύρματη σύνδεση
 3. Προσωπική Τεχνολογία: συσκευές που αγοράζονται από καταναλωτές χρησιμοποιώντας αποκλειστικά ασύρματη σύνδεση και συχνά πολλαπλές μορφές ασύρματων συνδέσεων

Ο Όρος IoT

4. Τεχνολογία αισθητήρων/ενεργοποιητών: συσκευές απλού σκοπού που αγοράζονται από ανθρώπους που ασχολούνται με την τεχνολογία της πληροφορίας και λειτουργιών οι οποίες χρησιμοποιούν αποκλειστικά ασύρματες συνδέσεις, απλής μορφής, ως μέρος μεγαλύτερων συστημάτων

Η τέταρτη γενιά είναι εκείνη που θεωρείται ως το IoT και σηματοδοτείται από τη χρήση δισεκατομμυρίων ενσωματωμένων συσκευών.

Ενσωματωμένα Λειτουργικά Συστήματα

Υπάρχουν δύο προσεγγίσεις:

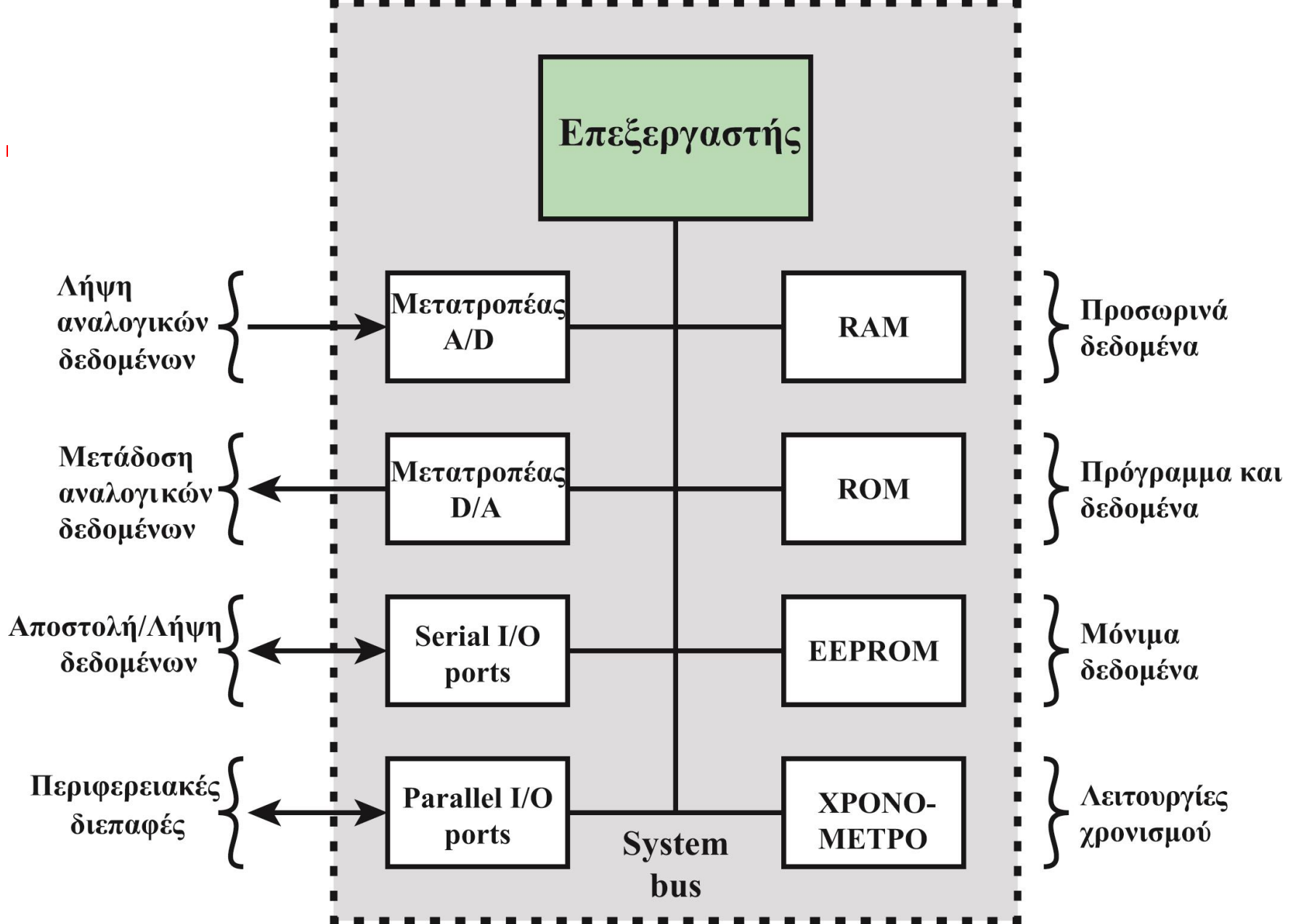
- Να πάρουμε ένα υπάρχον σύστημα και να το χρησιμοποιήσουμε στην ενσωματωμένη εφαρμογή (π.χ. Linux, Windows ή Mac)
- Να σχεδιάσουμε και να υλοποιήσουμε ένα λειτουργικό σύστημα με στόχο την αποκλειστική χρήση σε ενσωματωμένα συστήματα (π.χ. TinyOS)

Επεξεργαστές Εφαρμογών έναντι Αφιερωμένων Επεξεργαστών

- Οι επεξεργαστές εφαρμογών ορίζονται από τη δυνατότητα του επεξεργαστή να εκτελεί πολύπλοκα λειτουργικά συστήματα. Είναι γενικού σκοπού (π.χ. Smartphone)
- Τα περισσότερα ενσωματωμένα συστήματα χρησιμοποιούν αφιερωμένο επεξεργαστή για μία ή μικρού πλήθους εργασίες που απαιτεί η συσκευή. Μπορούν να σχεδιαστούν έτσι ώστε να μειώνεται το μέγεθος και το κόστος

Μικροεπεξεργαστές έναντι Μικροελεγκτών

- Καθώς αυξανόταν η πυκνότητα των τρανζίστορ στα chip των μικροεπεξεργαστών έγινε εφικτό να αυξηθεί η πολυπλοκότητα της αρχιτεκτονικής συνόλου εντολών και τελικά να προστεθεί μνήμη και περισσότεροι επεξεργαστές.
- Ένα chip μικροελεγκτή έχει διαφορετικό τρόπο χρησιμοποίησης της διαθέσιμης λογικής. Έχει ένα επεξεργαστή, μια ROM, μια RAM, ένα ρολόι και μια μονάδα ελέγχου E/E. Το τμήμα του επεξεργαστή έχει πολύ μικρότερη περιοχή πυριτίου και πολύ μεγαλύτερη αποτελεσματικότητα ενέργειας.



A/D: Από αναλογικό σε ψηφιακό

D/A: Από ψηφιακό σε αναλογικό

Μικροεπεξεργαστές έναντι Μικροελεγκτών

- Ένα απλό αυτοκίνητο χρησιμοποιεί ≥ 70 μικροελεγκτές
- Χρησιμοποιούνται ως αφιερωμένοι επεξεργαστές για την εκτέλεση συγκεκριμένων λειτουργιών (π.χ. διεργασίες αυτοματοποίησης). Είναι τμήματα της σύγχρονης βιομηχανικής τεχνολογίας και είναι λιγότερο δαπανηρά για την παραγωγή μηχανημάτων που μπορούν να διαχειριστούν πολύπλοκες λειτουργίες.
- Ποικίλουν σε μεγέθη και ισχύ επεξεργασίας. Από 4 έως 32 bits. Λειτουργούν τυπικά σε MHz.
- Δεν υπάρχει ανθρώπινη αλληλεπίδραση.
- Είναι προγραμματισμένος για μια συγκεκριμένη λειτουργία, ενσωματώνεται στη συσκευή και εκτελείται όπως και όταν χρειάζεται.

Ενσωματωμένα έναντι Βαθιά Ενσωματωμένων συστημάτων

- Ένα υποσύνολο των ενσωματωμένων συστημάτων και μάλιστα μεγάλο αναφέρεται ως βαθιά ενσωματωμένα συστήματα. Δεν υπάρχει επίσημος ορισμός.
- Ένα τέτοιο σύστημα έχει έναν επεξεργαστή του οποίου η συμπεριφορά είναι δύσκολο να παρατηρηθεί από τον προγραμματιστή. Χρησιμοποιεί μικροελεγκτή και όχι μικροεπεξεργαστή, δεν είναι προγραμματιζόμενο αφού έχει γραφτεί στην ROM και δεν έχει αλληλεπίδραση με το χρήστη.
- Είναι αφιερωμένες συσκευές απλού σκοπού που ανιχνεύουν κάτι στο περιβάλλον, εκτελούν ένα βασικό επίπεδο επεξεργασίας και μετά εκτελούν κάποια ενέργεια με τα αποτελέσματα.
- Έχουν τη δυνατότητα ασύρματης διασύνδεσης

Ενσωματωμένα έναντι Βαθιά Ενσωματωμένων συστημάτων

- Βρίσκονται σε δίκτυα αισθητήρων και γενικά δικτυακές διατάξεις που υπάρχουν σε μεγάλες περιοχές.
- Το IoT εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από αυτά τα συστήματα.
- Έχουν μεγάλους περιορισμούς πόρων όπως μέγεθος μνήμης και επεξεργαστή τον χρόνο και την κατανάλωση ισχύος.