

Οργάνωση και Λειτουργία Υπολογιστικών Συστημάτων

Υλικό (hardware) και λογισμικό (software) των Η/Υ

Υλικό (hardware) είναι το σύνολο των συσκευών και των εξαρτημάτων (πλακέτες με ολοκληρωμένα κυκλώματα, μονάδες δίσκων, συστήματα απεικόνισης, πληκτρολόγια, mouse, κλπ), που απαρτίζουν τον Η/Υ.

Λογισμικό (software) είναι το σύνολο των προγραμμάτων με τα οποία οργανώνεται η λειτουργία του Η/Υ, ώστε να καθίσταται ευχερέστερη η χρήση του και να εκτελεί τις επιθυμητές εργασίες. Το λογισμικό διακρίνεται σε **λογισμικό συστήματος** και **λογισμικό εφαρμογών**.

Λογισμικό Συστήματος και Λογισμικό Εφαρμογών

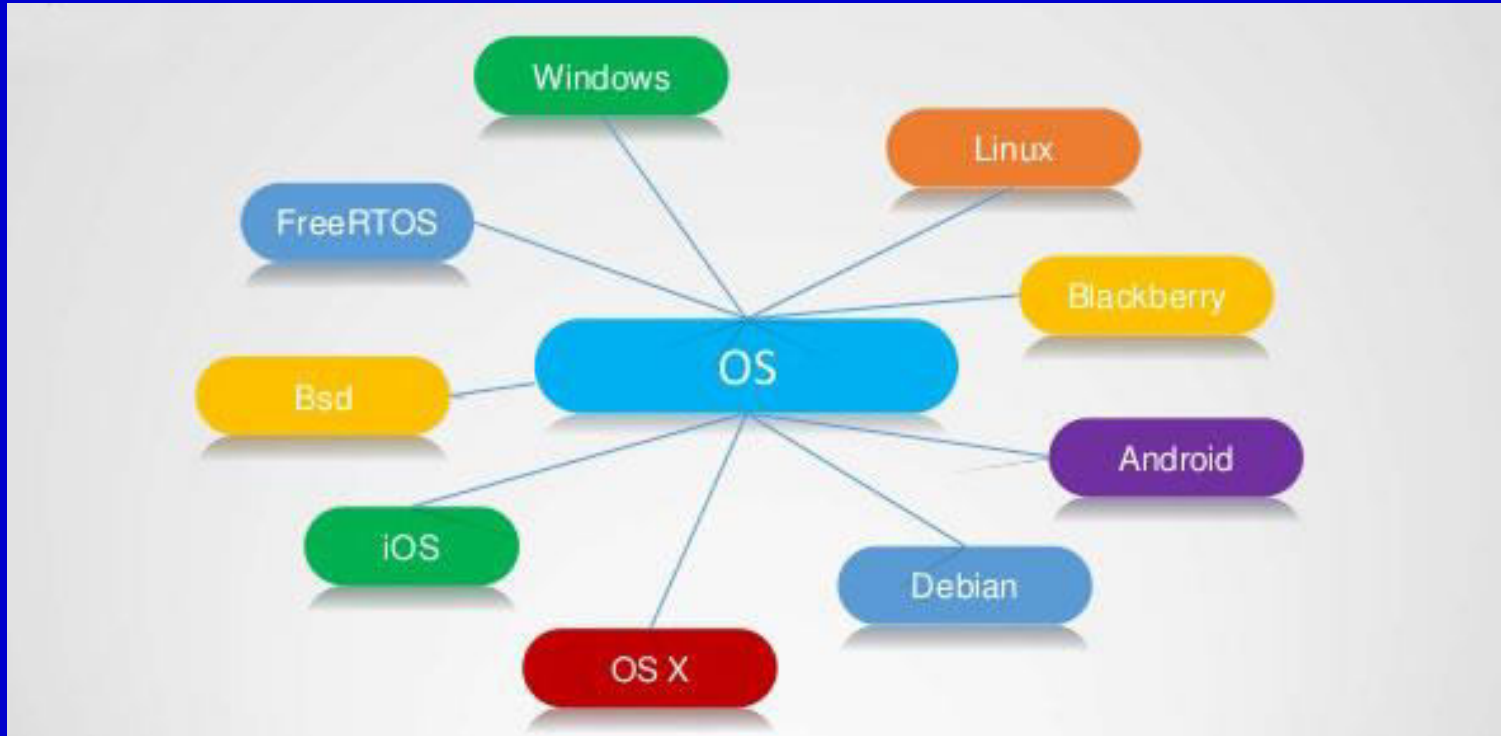
Το **λογισμικό συστήματος** (*system software*) αποτελείται από το λειτουργικό σύστημα (operating system) και τα βοηθητικά προγράμματα (utility programs) όπως editors, library routines, compilers, κλπ.

Λογισμικό εφαρμογών (*application software*) είναι το λογισμικό που έχει σχεδιασθεί ώστε να βοηθάει τον χρήστη να εκτελεί μεμονωμένες ή πολλές σχετικές μεταξύ τους εξειδικευμένες εργασίες. Παραδείγματα λογισμικού εφαρμογών είναι τα λογιστικά φύλα, το λογισμικό εφαρμογών γραφείου, το λογισμικό γραφικών και πολυμέσων, κλπ.

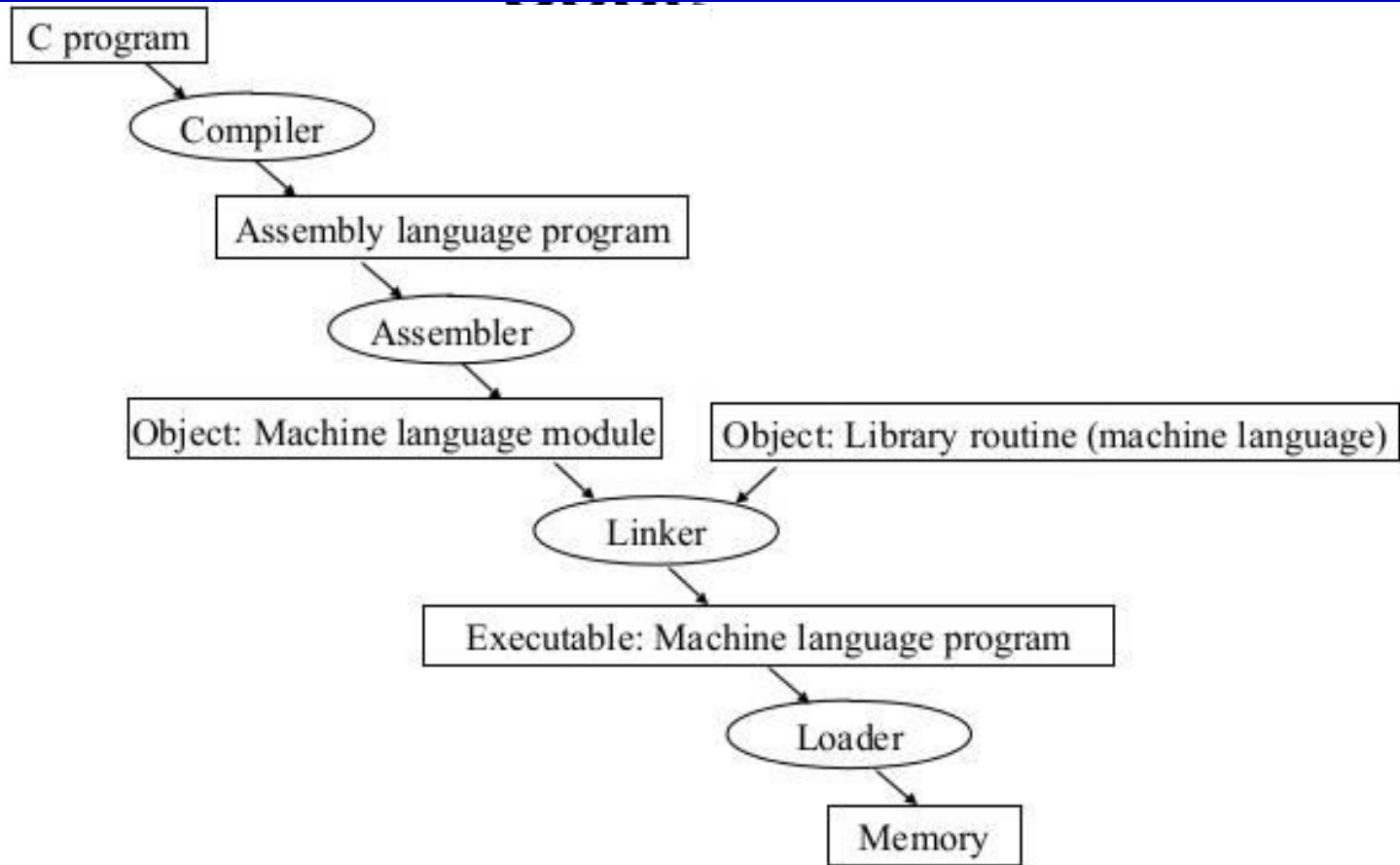
Λειτουργικό σύστημα υπολογιστικών συστημάτων

- **Λειτουργικό σύστημα (*operating system*)** είναι το μέρος εκείνο του λογισμικού συστήματος το οποίο είναι υπεύθυνο για την καλύτερη κατανομή των εργασιών, την αποδοτικότερη εκμετάλλευση του υλικού του υπολογιστή, καθώς και για την ευχερέστερη χρησιμοποίησή του. Το λειτουργικό σύστημα προσθέτει στο υπολογιστικό σύστημα επιπλέον δυνατότητες και λειτουργίες. Για λειτουργίες όπως η είσοδος/έξοδος δεδομένων ή η διαχείριση μνήμης το λειτουργικό σύστημα λειτουργεί σαν ενδιάμεσο μεταξύ του υλικού και του λογισμικού των εφαρμογών, τα οποία όταν εκτελούνται πολλές φορές καλούν το λειτουργικό σύστημα ή διακόπτονται από αυτό.
- Παραδείγματα *διαδεδομένων σύγχρονων λειτουργικών συστημάτων* είναι τα Microsoft Windows X, Mac OS X, Unix, Linux, Android,

Δημοφιλή λειτουργικά συστήματα



Διαδικασία ανάπτυξης και εκτέλεσης προγραμμάτων



Κατηγορίες υπολογιστών

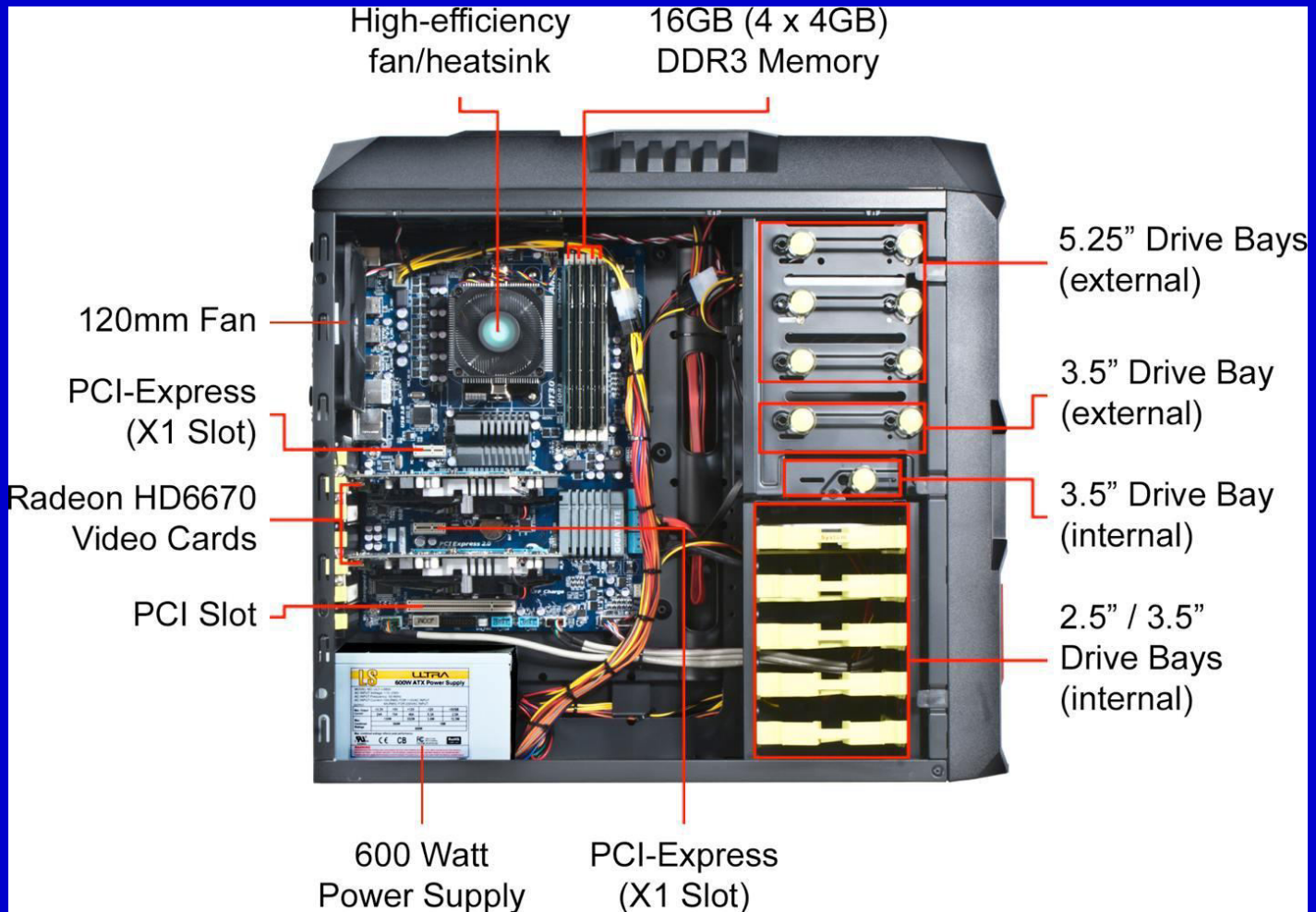
Τύπος	Παράδειγμα Εφαρμογής
Αναλώσιμος Υπολογιστής Ενσωματωμένος Υπολογιστής	Ευχετήριες Κάρτες Ωρολόγια, αυτοκίνητα, Οικιακές συσκευές
Υπολογιστής Παιγνιδιών Smartphones, tablets	Videogames Mobile phone, Applications Internet Access
PC (desktops, laptops) Workstation Server Mainframe	Applications, Internet Access CAD/CAM, Graphics Networks Επεξεργασία τραπεζιτικών δεδομένων
Υπερυπολογιστές	Εκτέλεση προγραμμάτων μακροχρόνιας πρόγνωσης καιρού

Προσωπικοί υπολογιστές

Οι *προσωπικοί υπολογιστές* είναι γενικού σκοπού υπολογιστές των οποίων το μέγεθος, οι δυνατότητες και η τιμή απόκτησης τους καθιστούν ιδανικούς για ιδιωτική χρήση. Τα προγράμματα εφαρμογών για τους προσωπικούς υπολογιστές περιλαμβάνουν επεξεργαστές κειμένου, λογιστικά φύλα, βάσεις δεδομένων, web browsers, e-mail clients, προγράμματα αναπαραγωγής πολυμέσων, παιχνίδια, κλπ.

Οι προσωπικοί υπολογιστές σήμερα συνδέονται στο Internet και σε τοπικά δίκτυα είτε με καλωδιακή, είτε με ασύρματη σύνδεση. Ανάλογα διακρίνονται σε desktop, laptop.

Δομή Προσωπικού Υπολογιστή



Υπολογιστές τύπου workstation

- Τα *workstations* είναι σχετικά υψηλής απόδοσης Η/Υ που προορίζονται κύρια για την αποδοτική εκτέλεση λογισμικού τεχνικών και επιστημονικών εφαρμογών. Είναι σχεδιασμένοι ώστε να χρησιμοποιούνται από έναν χρήστη. Ιστορικά τα *workstations* είναι υψηλότερης απόδοσης όσον αφορά τον επεξεργαστή(ές) και την κυρία μνήμη από τους προσωπικούς υπολογιστές. Προσφέρονται επίσης με μία μεγάλη και υψηλής ευκρίνειας οθόνη, ισχυρό ελεγκτή γραφικών και λειτουργικό σύστημα με εξελιγμένο graphics user interface (GUI).
- Στα δίκτυα, ο όρος *workstation* αναφέρεται σε κάθε τερματικό υπολογιστή συνδεδεμένο σε αυτά.

Workstation



Servers

Στους υπολογιστές ο όρος *server* αναφέρεται

- . Σε ένα πρόγραμμα που κατά την εκτέλεσή του εξυπηρετεί τις ανάγκες ή της αιτήσεις εξυπηρέτησης άλλων προγραμμάτων που ονομάζονται *clients* και τα οποία τρέχουν σε άλλους υπολογιστές (ή και στον ίδιο). Παραδείγματα *server* προγραμμάτων είναι *web servers*, *database servers*, *file servers*, *mail servers*, *print servers*, *application servers*,
- . Σε έναν υπολογιστή συνδεδεμένο στο δίκτυο και αφιερωμένο στην εκτέλεση ενός ή περισσότερων από τα πιο πάνω προγράμματα.

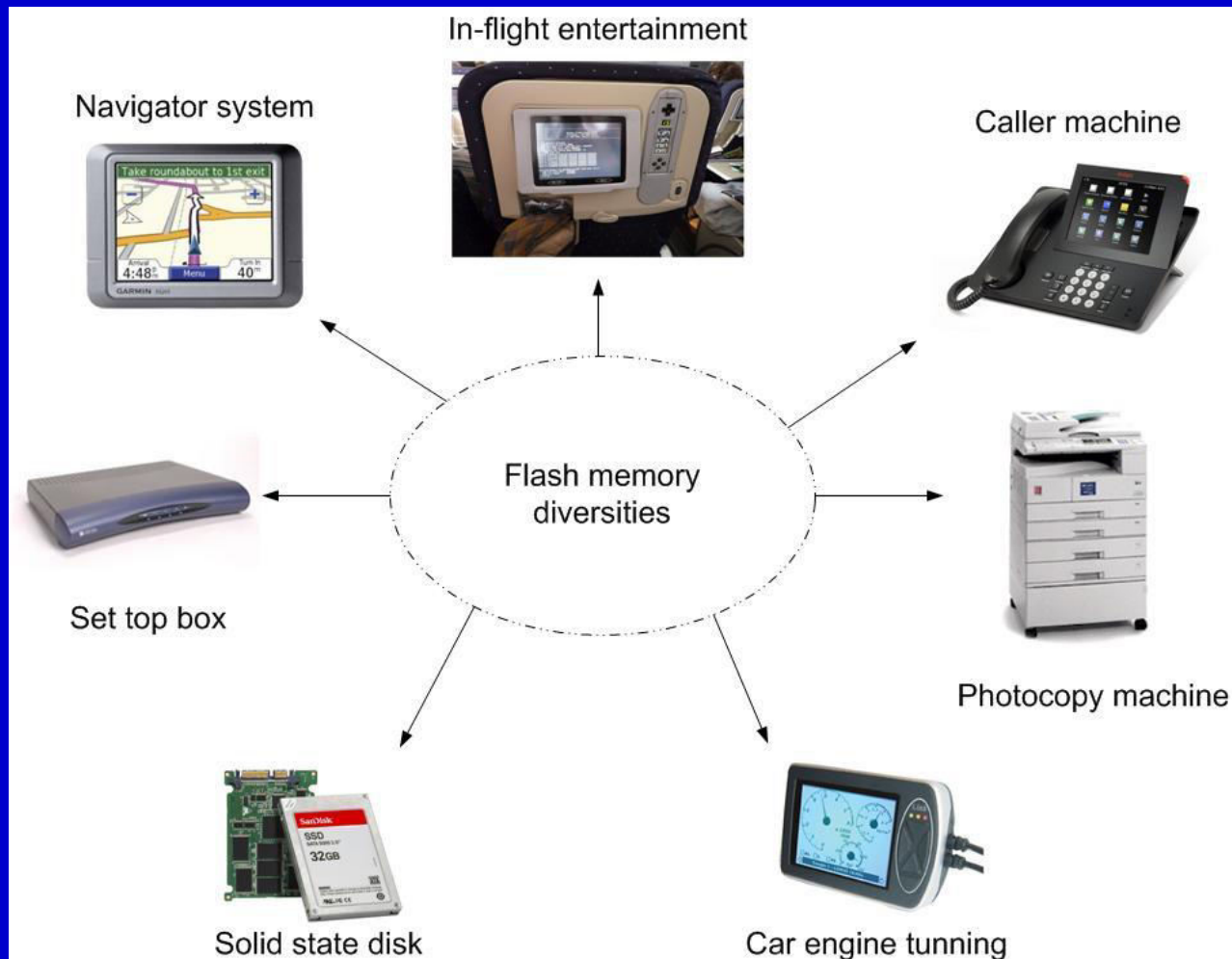
Rack mount server



Embedded systems

Ενσωματωμένο σύστημα (embedded system) είναι ένα υπολογιστικό σύστημα σχεδιασμένο να εκτελεί μία ή περισσότερες εξειδικευμένες λειτουργίες συχνά με περιορισμούς πραγματικού χρόνου. Το ενσωματωμένο υπολογιστικό σύστημα είναι εξάρτημα μιας αυτόνομης συσκευής που περιλαμβάνει και άλλα κυκλώματα και μηχανικά μέρη. Αντίθετα, ένα υπολογιστικό σύστημα γενικού σκοπού, σχεδιάζεται ώστε να είναι ευέλικτο και να καλύπτει μια ευρεία περιοχή αναγκών των τελικών χρηστών. Τα ενσωματωμένα υπολογιστικά συστήματα περιλαμβάνουν μία ή περισσότερες μονάδες επεξεργασίας που ανάλογα είναι μικροελεγκτές ή επεξεργαστές ψηφιακών σημάτων.

Συσκευές που διαθέτουν ενσωματωμένο υπολογιστικό σύστημα



Βασικές μονάδες των Η/Υ

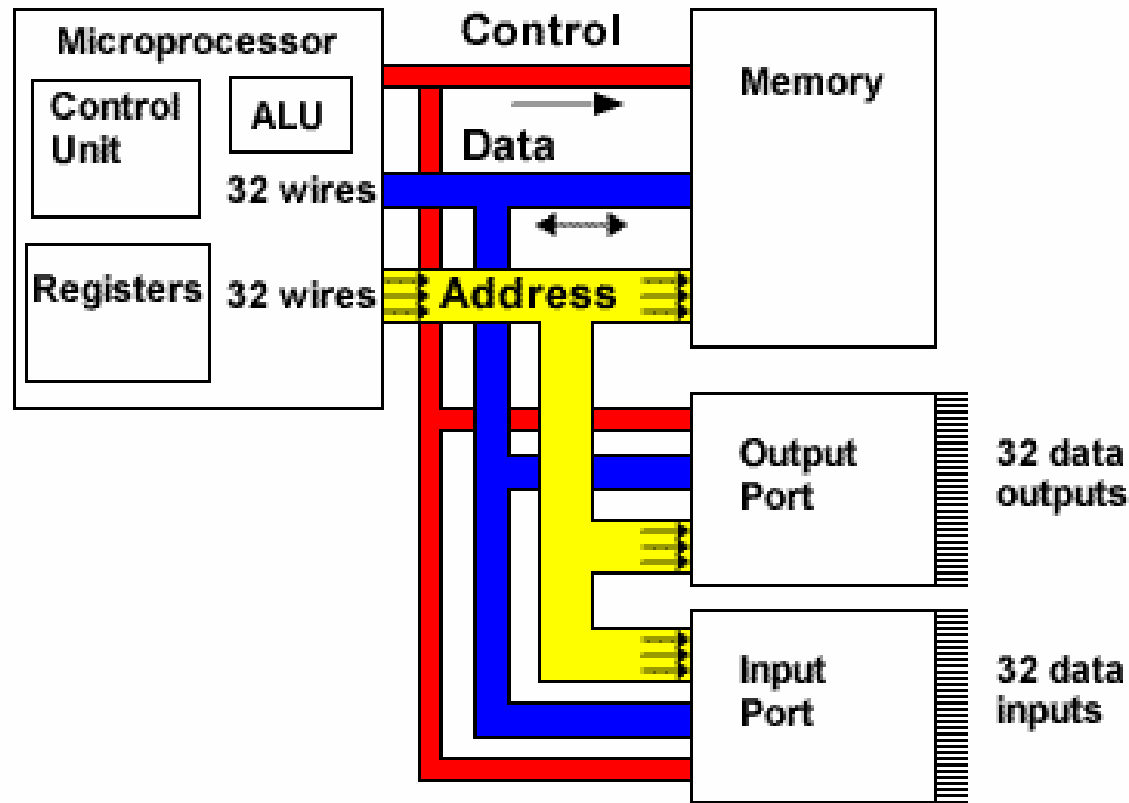
Central Processing Unit (CPU). Η μονάδα αυτή κάνει την επεξεργασία των δεδομένων και ταυτόχρονα ελέγχει την λειτουργία ολόκληρου του υπολογιστή. Ουσιαστικά ανακαλεί από την κύρια μνήμη εντολές σε γλώσσα μηχανής (σειρές από 0 και 1) και τις εκτελεί. Συχνά αναφέρεται και σαν *επεξεργαστής (processor)*.

Main memory (Κύρια μνήμη). Είναι μνήμη άμεσα προσπελάσιμη από την CPU. Σε αυτήν αποθηκεύονται υπό μορφή σειρών από 0, 1 οι εντολές σε γλώσσα και τα δεδομένα των προγραμμάτων τα οποία εκτελούνται από την CPU.

Μονάδες Input/Output (I/O). Μεταφέρουν δεδομένα μεταξύ του υπολογιστή και εξωτερικών συσκευών.

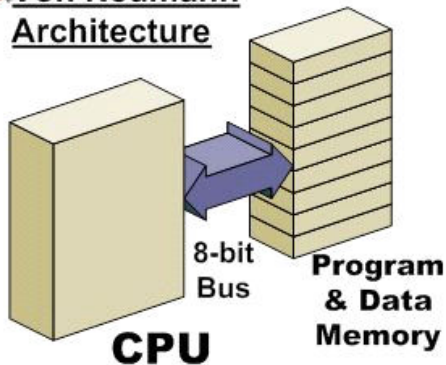
Μηχανισμός διασύνδεσης. Μηχανισμός που εξασφαλίζει την επικοινωνία μεταξύ της CPU, της κύριας μνήμης και των μονάδων I/O.

Δομή απλού υπολογιστικού συστήματος





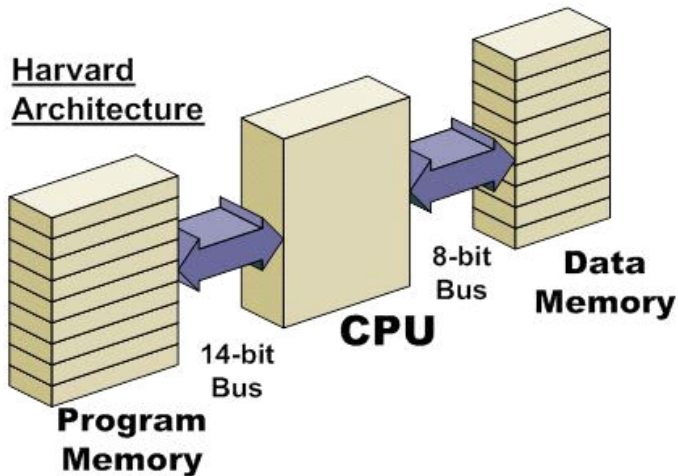
Von Neumann Architecture



- **Von Neumann Architecture:**

- Fetches instructions and data from a single memory space
- Limits operating bandwidth

Harvard Architecture



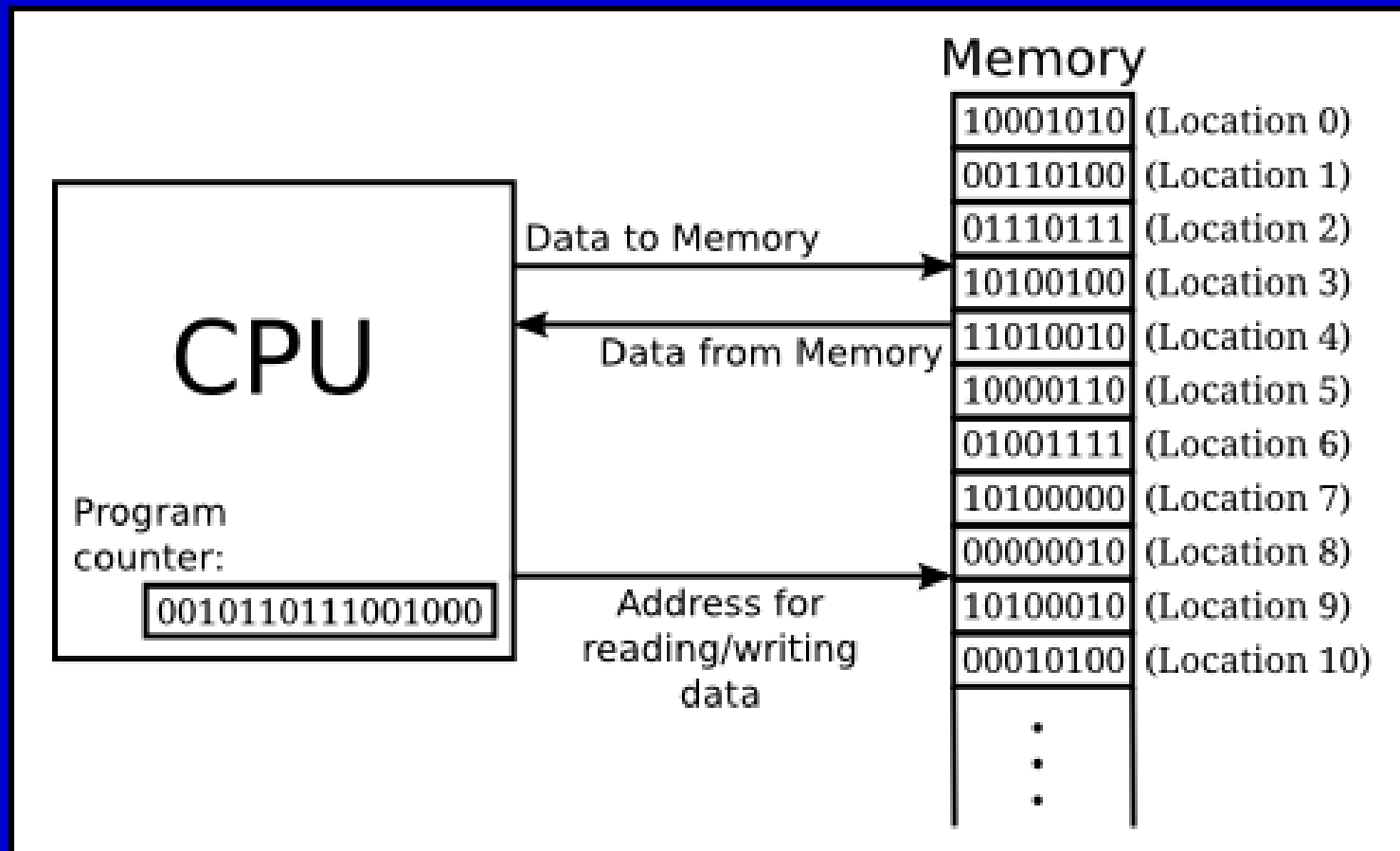
- **Harvard Architecture:**

- Uses two separate memory spaces for program instructions and data
- Improved operating bandwidth
- Allows for different bus widths

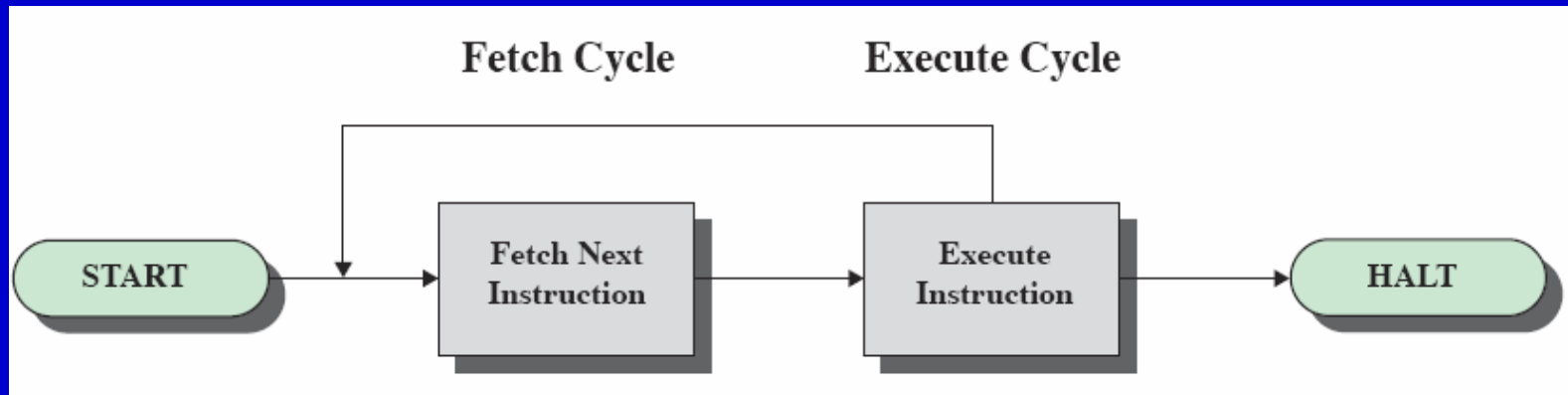
Κύρια λειτουργία της CPU

Η κύρια λειτουργία της CPU είναι να ανακαλεί από την κύρια μνήμη ακολουθίες εντολών σε γλώσσας μηχανής (προγράμματα) και να τις εκτελεί. Οι εντολές γλώσσας μηχανής είναι κατάλληλες σειρές από 0 και 1. Κάθε εντολή προσδιορίζει την λειτουργία που θα εκτελεστεί από την CPU, καθώς και τα δεδομένα που θα χρησιμοποιηθούν. Προσδιορίζει επίσης άμεσα ή έμμεσα και την επόμενη εντολή που θα εκτελεστεί. Για την επικοινωνία με τις άλλες μονάδες του Η/Υ οι CPU διαθέτουν δίαυλο δεδομένων, δίαυλο διευθύνσεων, καθώς και γραμμές ελέγχου.

Λειτουργία της CPU



Instruction cycle



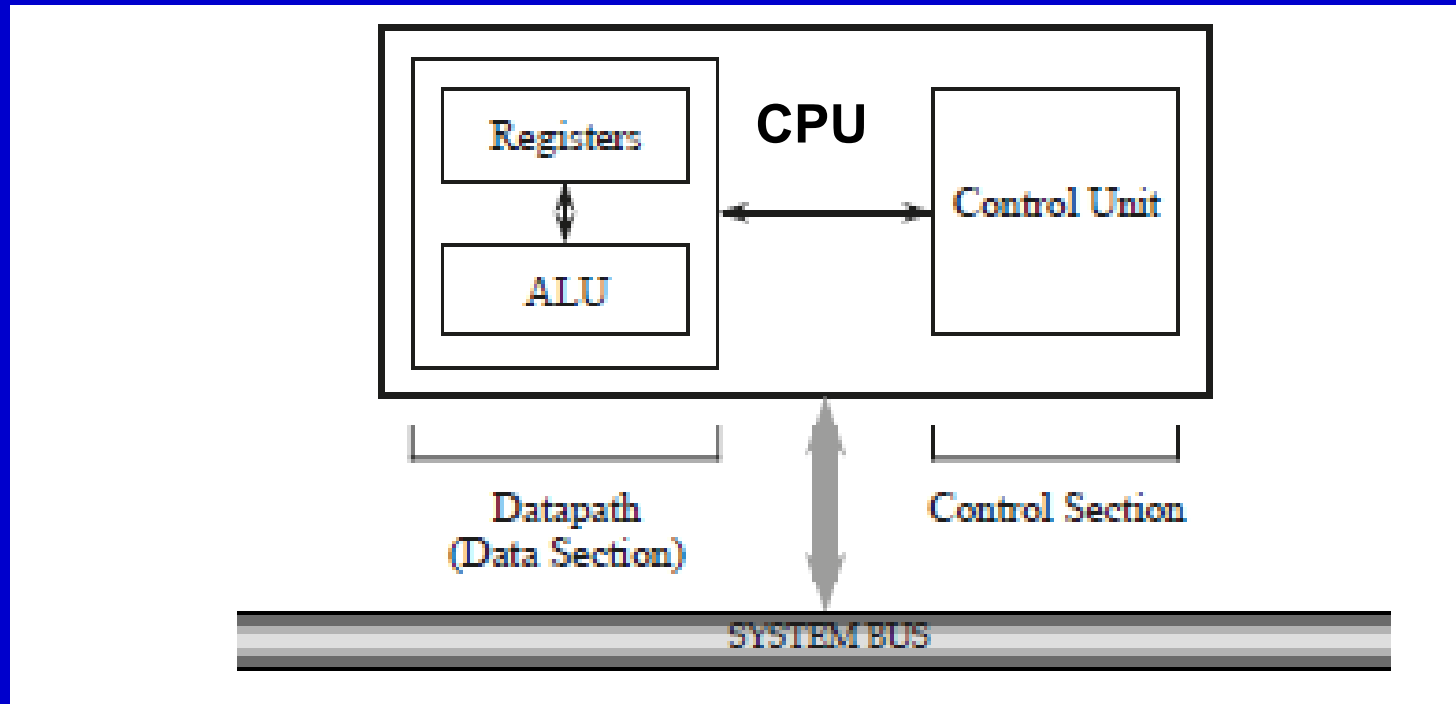
Βασικές υπομονάδες μιας κεντρικής μονάδας επεξεργασίας

Η κεντρική μονάδα επεξεργασίας (CPU) αποτελείται από το *datapath* και την μονάδα ελέγχου.

Το *datapath* αποτελείται από την αριθμητική λογική μονάδα (ALU), καταχωρητές, μονάδα επεξεργασίας αριθμών κινητής υποδιαστολής (floating point units ή FPU) και πολλές φορές την δικιά τους μονάδα ελέγχου που είναι διαφορετική από την κύρια μονάδα ελέγχου της CPU.

Η *control unit* (μονάδα ελέγχου) είναι σύνθετη μονάδα που με βάση τις εντολές γλώσσας μηχανής των προγραμμάτων που εκτελούνται ελέγχει την λειτουργία της CPU αλλά και ολόκληρου του υπολογιστή.

Control Unit and Datapath

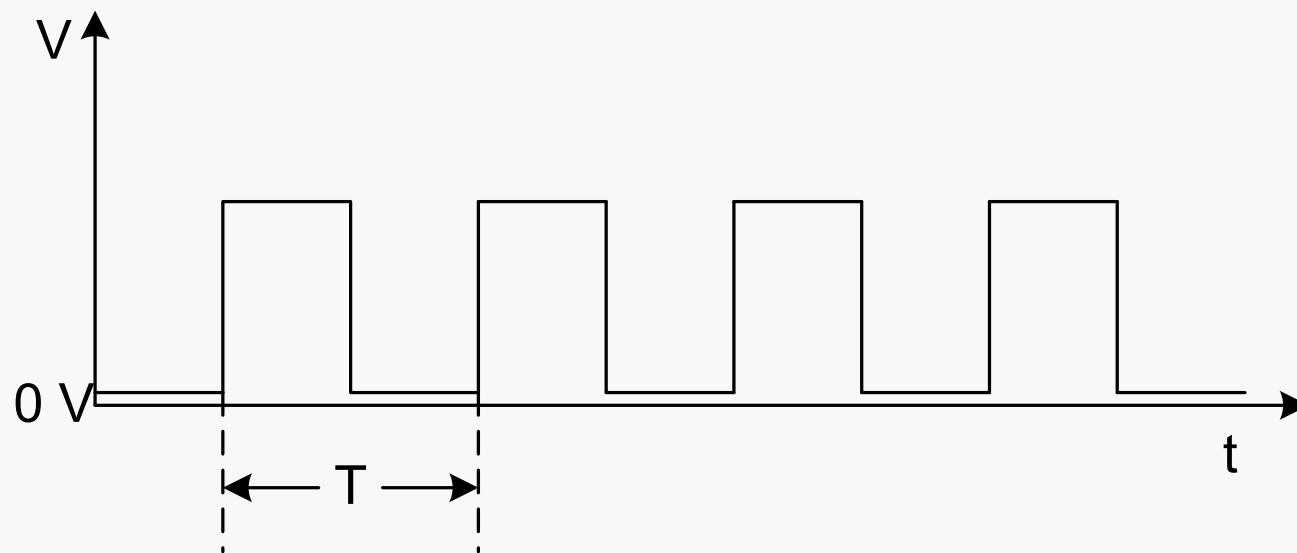


Συχνότητα και κύκλος ωρολογίου των CPU

Η CPU είναι ένα ψηφιακό ηλεκτρονικό κύκλωμα η λειτουργία του οποίου βασίζεται σε ρολόι που παράγει τετραγωνικούς παλμούς η *συχνότητα* των οποίων (δηλαδή ο αριθμός των παλμών ανά δευτερόλεπτο) καθορίζεται από έναν *κρύσταλλο χαλαζία* (Quartz).

Ο όρος *κύκλος ωρολογίου* αναφέρεται στον χρόνο που διαρκεί μία πλήρης εναλλαγή του σήματος ωρολογίου, δηλαδή στην περίοδο των ωρολογιακών παλμών. Για παράδειγμα μία CPU 200 MHz έχει ένα ρολόι που στέλνει $200 \times 10^6 = 200000000$ παλμούς το δευτερόλεπτο.

Ωρολογιακοί παλμοί



Για την μέτρηση της συχνότητας του ωρολογίου χρησιμοποιούνται μονάδες όπως KHz, MHz, GHz. Αναφέρατε την σχέση των μονάδων αυτών με το Hz.

$$1 \text{ KHz} = 10^3 \text{ Hz}$$

$$1 \text{ MHz} = 10^6 \text{ Hz}$$

$$1 \text{ GHz} = 10^9 \text{ Hz}$$

Κατά τη μέτρηση των χρόνων εκτέλεσης στοιχειωδών λειτουργιών των Η/Υ χρησιμοποιούνται μονάδες όπως ms, μ s, ns, ps. Αναφέρατε την σχέση των μονάδων αυτών με το second.

$$1 \text{ ms} = 10^{-3} \text{ sec (millisecond)}$$

$$1 \mu\text{s} = 10^{-6} \text{ sec (microsecond)}$$

$$1 \text{ ns} = 10^{-9} \text{ sec (nanosecond)}$$

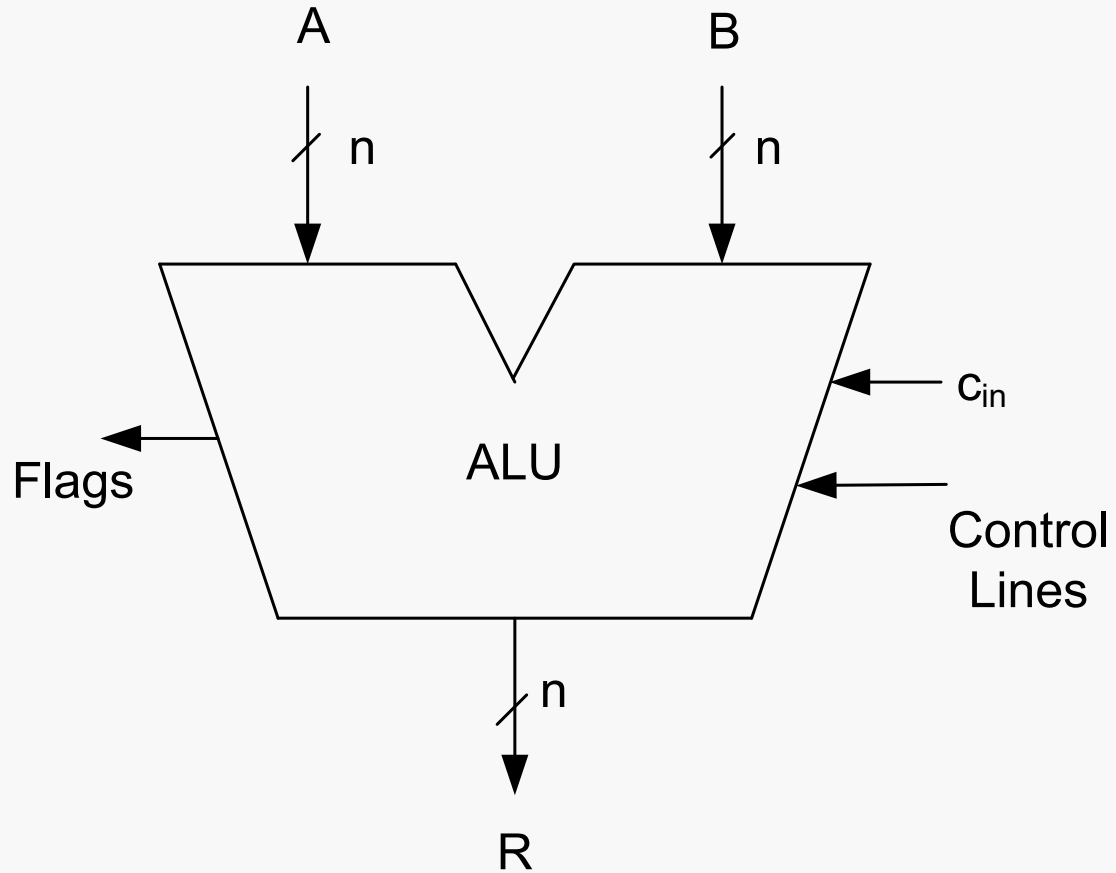
$$1 \text{ ps} = 10^{-12} \text{ sec (picosecond)} \quad (\text{sec: second})$$

ALU

Αριθμητική Λογική Μονάδα (Arithmetic Logic Unit, ή ALU) είναι ένα ψηφιακό κύκλωμα που εκτελεί αριθμητικές και λογικές πράξεις σε δυαδικά δεδομένα που τοποθετούνται στις εισόδους της. Το είδος της λειτουργίας που εκτελεί η ALU καθορίζεται από γραμμές ελέγχου (control lines). Τα δεδομένα τοποθετούνται στις εισόδους A, B, ενώ το αποτέλεσμα εξέρχεται στις εξόδους R.

Στις ALU υπάρχουν ειδικές έξοδοι (flags) που η τιμή τους προσδιορίζει χαρακτηριστικά του αποτελέσματος (μηδενική τιμή, υπερχείλιση, κρατούμενο εξόδου, τιμή ψηφίου προσημού, ...).

n-bit ALU



ALU flags

- S**–Sign flag. Γίνεται 1 εάν το αποτέλεσμα σε παράσταση συμπληρώματος του 2 είναι αρνητικός αριθμός.
- Z**–Zero flag. Γίνεται 1 εάν το αποτέλεσμα της πράξης στην έξοδο R είναι 0.
- V**–Overflow flag. Γίνεται 1 όταν το αποτέλεσμα για πράξη σε αριθμούς σε παράσταση συμπληρώματος του 2 δεν μπορεί να εκφραστεί με τον αριθμό ψηφίων του R .
- C**–Carry flag. Γίνεται 1 όταν το αποτέλεσμα πράξης σε με μη προσημασμένους αριθμούς δεν μπορεί να εκφραστεί με τον αριθμό ψηφίων της εξόδου R .

Overflow

Στα συστήματα συμπληρωμάτων υπάρχει *υπερχείλιση* (*overflow*) όταν το αποτέλεσμα της πρόσθεσης δεν μπορεί να παρασταθεί με το επιλεγμένο μήκος λέξης. Είναι προφανές ότι υπερχείλιση δεν μπορεί να υπάρξει στην πρόσθεση ετεροσήμων αριθμών. Υπερχείλιση σε μία πρόσθεση υπάρχει όταν οι προσθετέοι είναι ομόσημοι και το πρόσημο του αθροίσματος είναι διαφορετικό από αυτό των προσθετέων. Στην συνέχεια δίδονται παραδείγματα πρόσθεσης αριθμών που είναι σε σύστημα συμπληρώματος του 2 και κατά την πρόσθεσή τους γίνεται υπερχείλιση.

Overflow

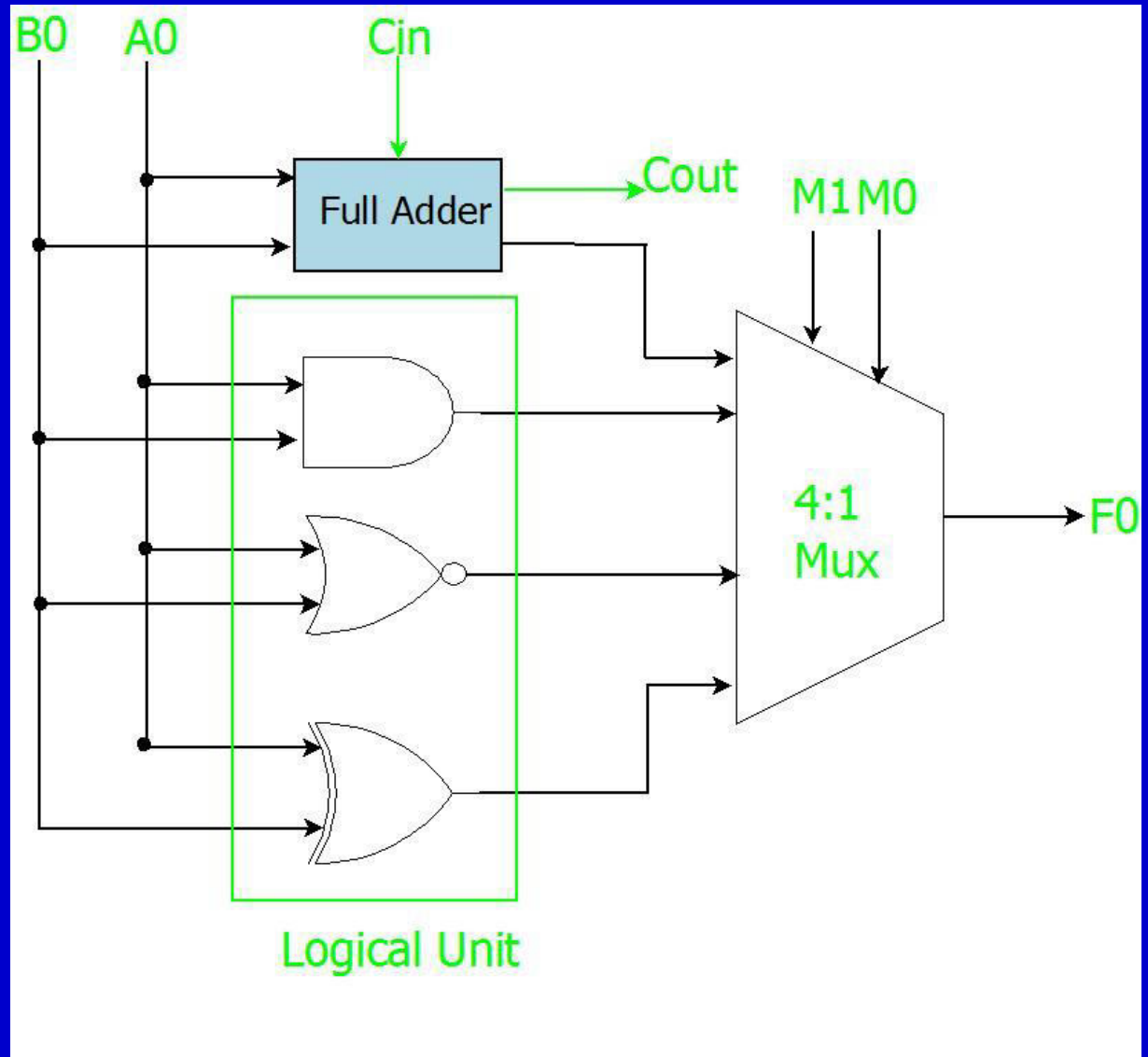
$$\begin{array}{r} -3 \\ + -6 \\ \hline -9 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1101 \\ +1010 \\ \hline 1) 0111 = +7 \end{array}$$

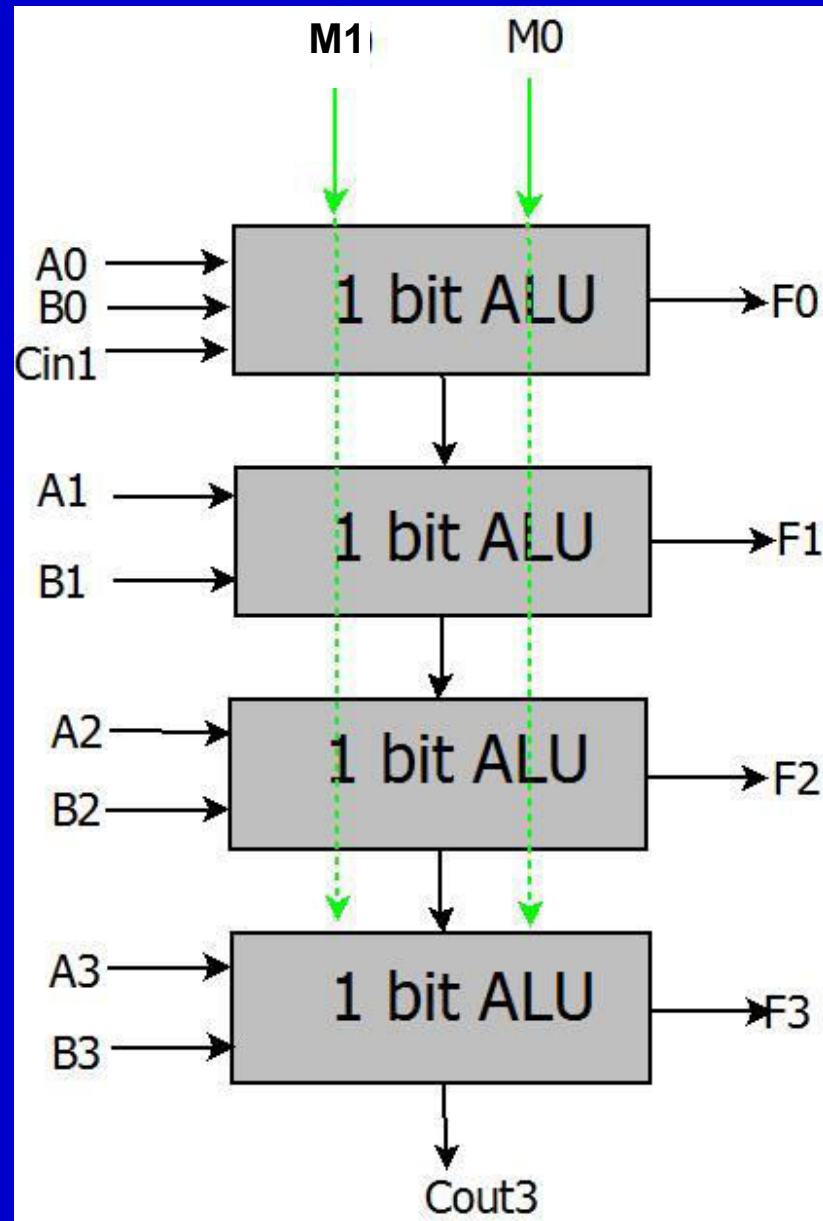
$$\begin{array}{r} +5 \\ +6 \\ \hline +11 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 0101 \\ +0110 \\ \hline 1011 = -5 \end{array}$$

1 bit ALU design

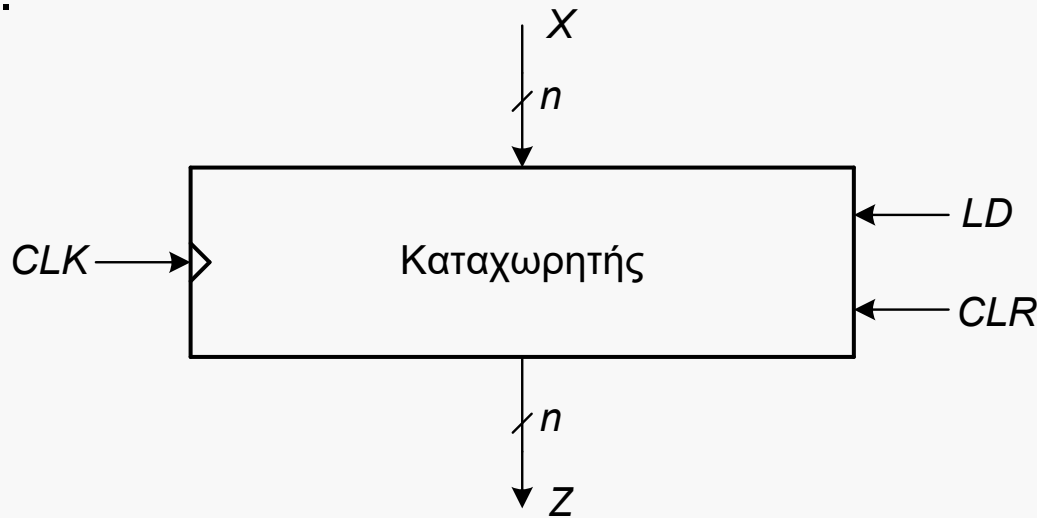


4-bit ALU design



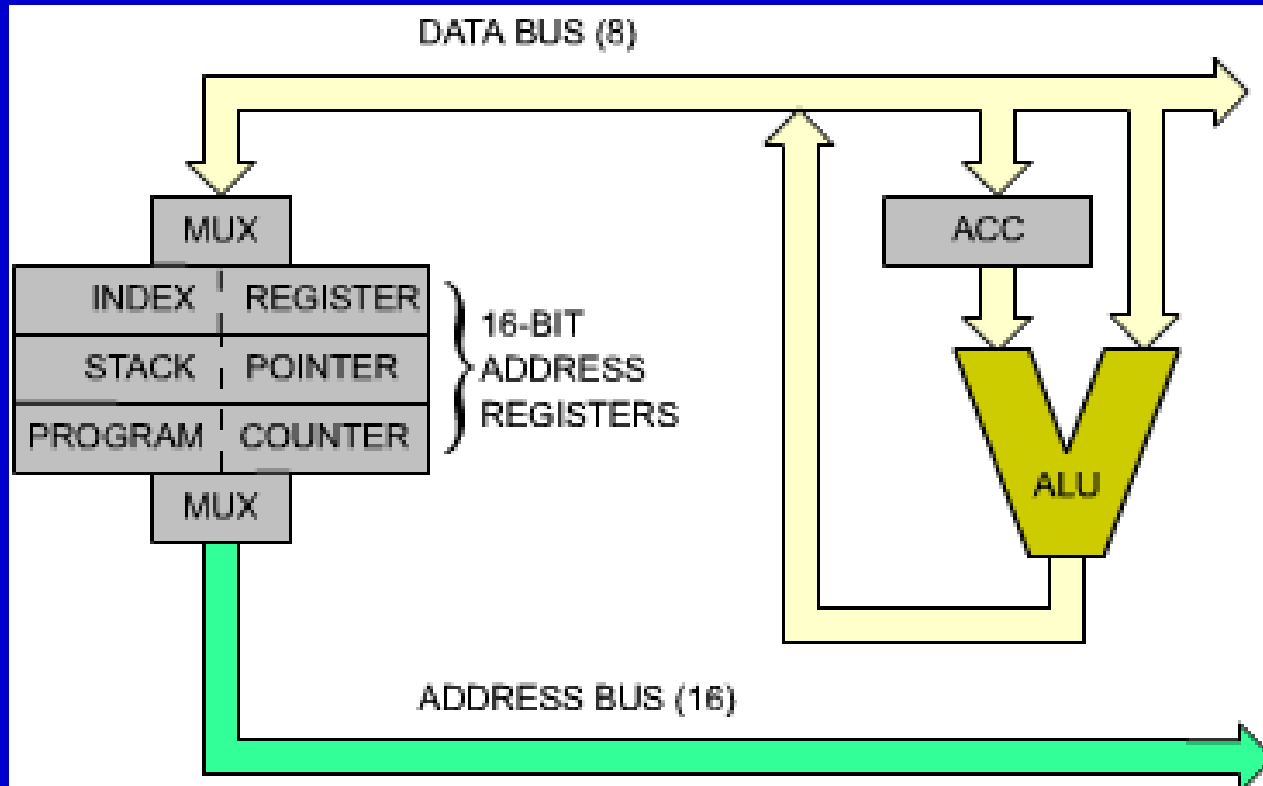
Καταχωρητής

Καταχωρητής (*register*) είναι ένα σύνολο από φλιπ-φλοπ με κοινό σήμα ωρολογίου στα οποία αποθηκεύονται δυαδικές πληροφορίες.



X , Z είναι αντίστοιχα οι είσοδοι και οι έξοδοι δεδομένων. CLK είναι η είσοδος του ωρολογίου, LD είναι η είσοδος η οποία όταν ενεργοποιείται γίνεται φόρτωση δεδομένων από τις εισόδους X και CLR είναι η (ασύγχρονη) είσοδος μηδενισμού.

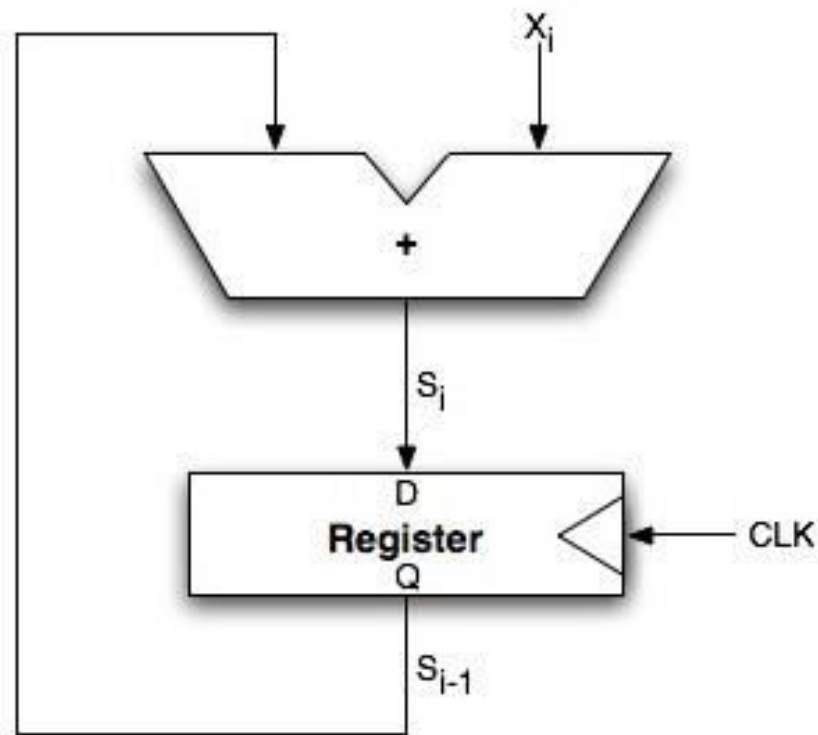
Accumulator και pointer registers επεξεργαστή



Accumulator

Ο συσσωρευτής (*accumulator*), συμβολικά **AC** (ή **ACC**), είναι ο κύριος καταχωρητής σε πολλές αρχιτεκτονικές υπολογιστών. Σε αυτόν τοποθετείται το ένα από τα δεδομένα μιας αριθμητικής ή λογικής πράξεως που εκτελεί η ALU και καταλήγει το αποτέλεσμα (π.χ. $AC \leftarrow AC + X$).

Accumulator

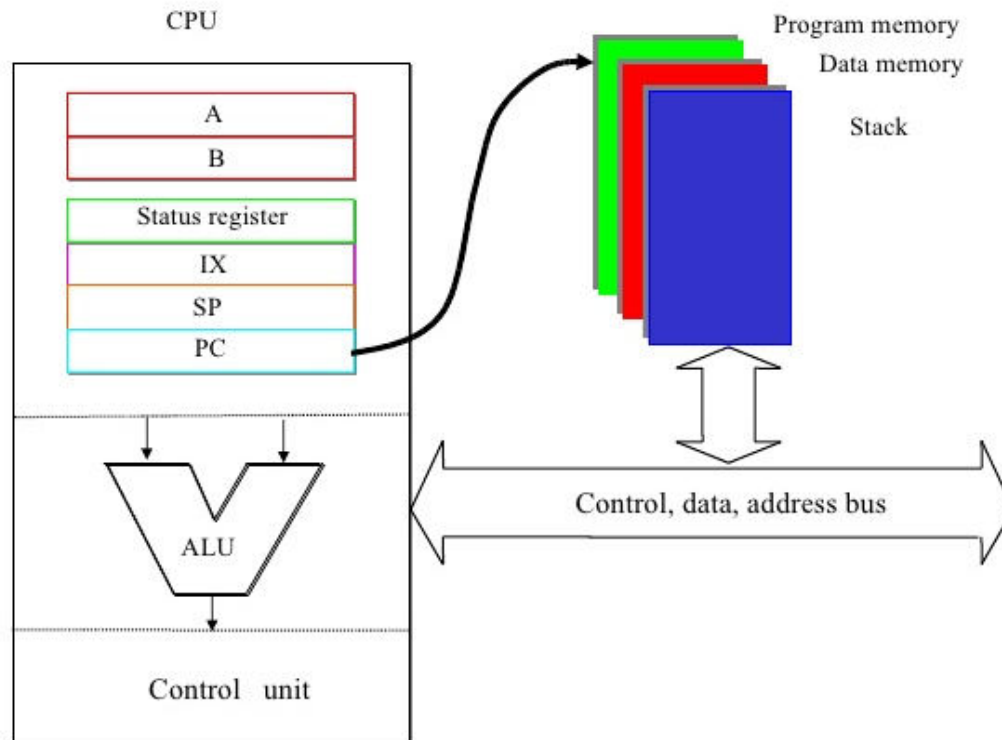


Ο *Program Counter* (PC) είναι ένας καταχωρητής που προσδιορίζει την διεύθυνση της επόμενης εντολής στην μνήμη που θα εκτελεσθεί.

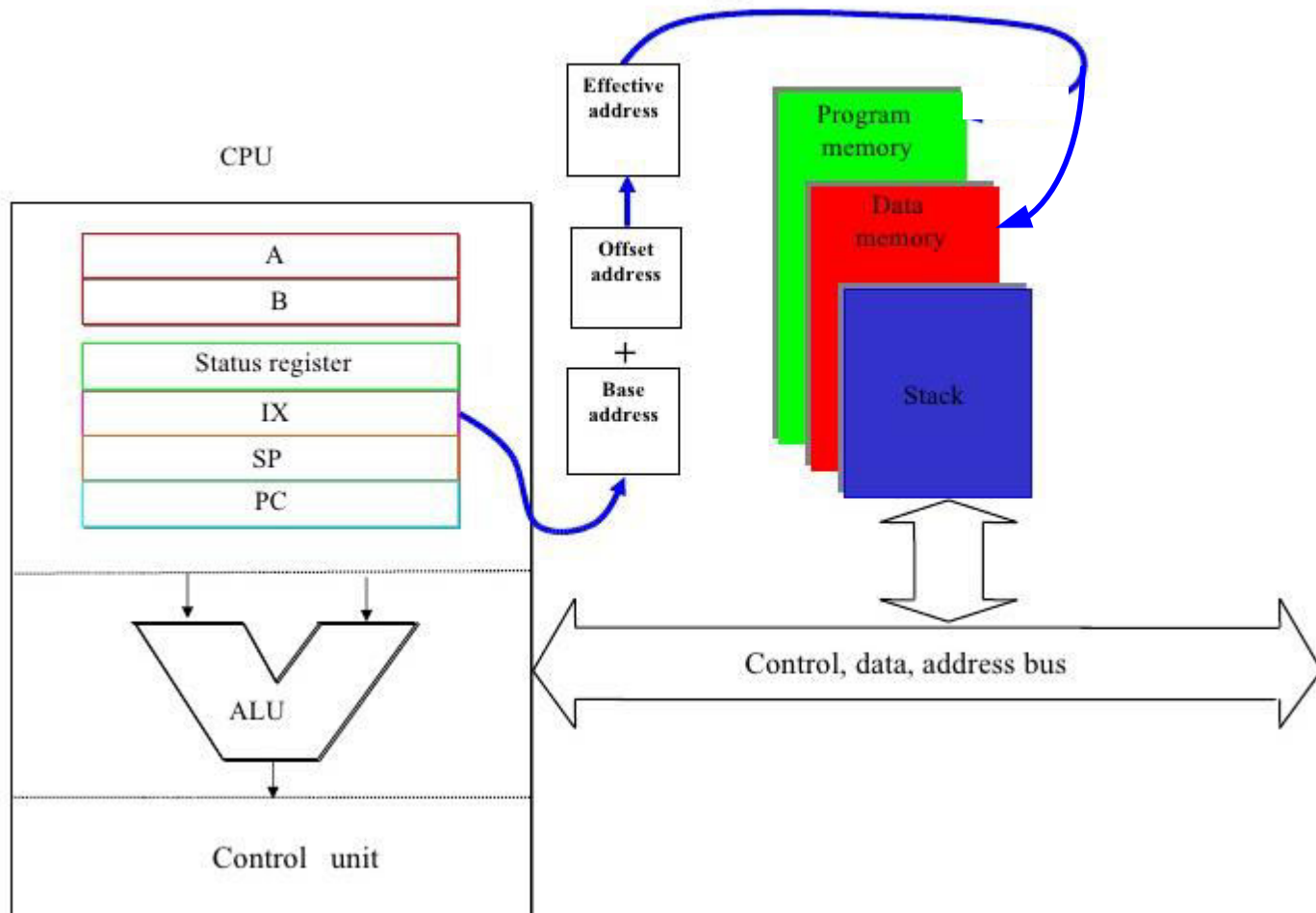
Οι *index register* (IX, IY) είναι καταχωρητές που χρησιμοποιούνται για να τροποποιούν τις διευθύνσεις των operand κατά την διάρκεια της εκτέλεσης ενός προγράμματος ώστε να εκτελούνται *vector/array operations*.

Ο *stack pointer* (SP) είναι ένας καταχωρητής που αποθηκεύει την διεύθυνση της κορυφής της μνήμης *stack*. Η μνήμη *stack* λειτουργεί σαν μνήμη *last-in/first-out* (LIFO).

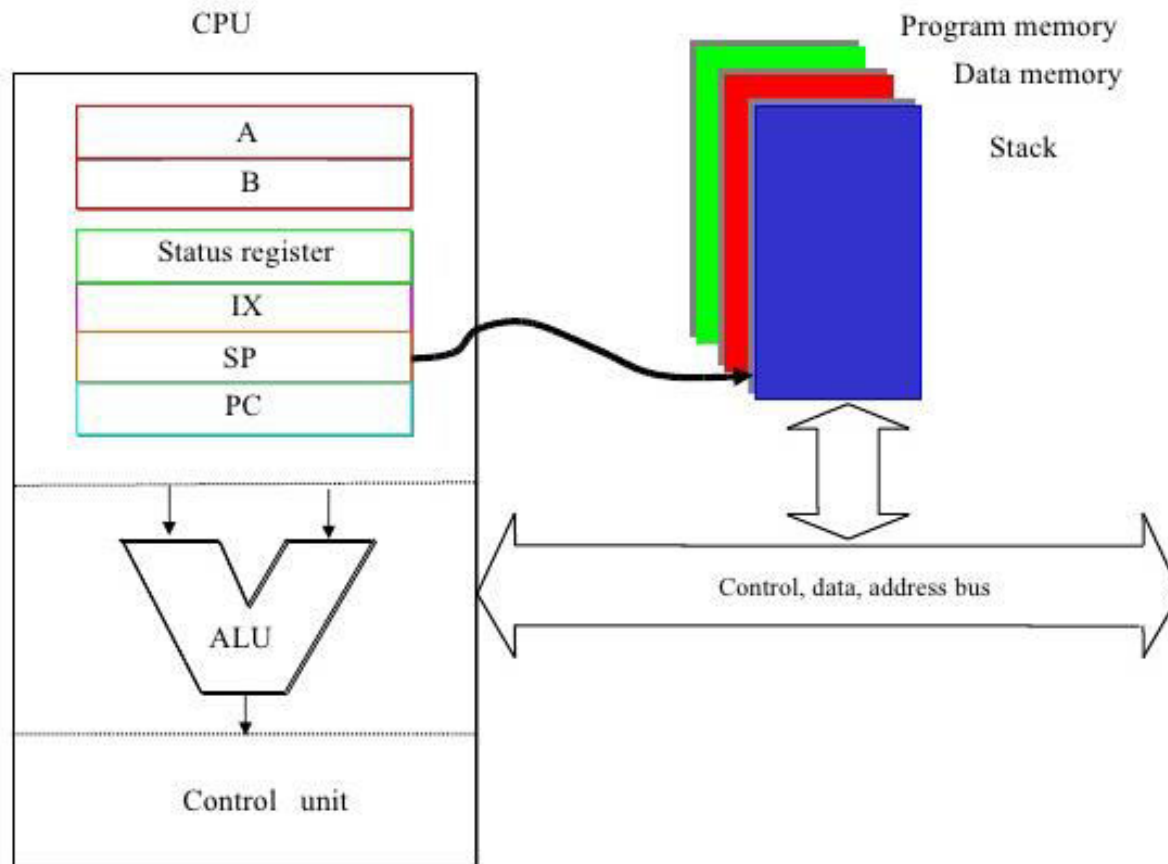
Program counter (PC)



Index register



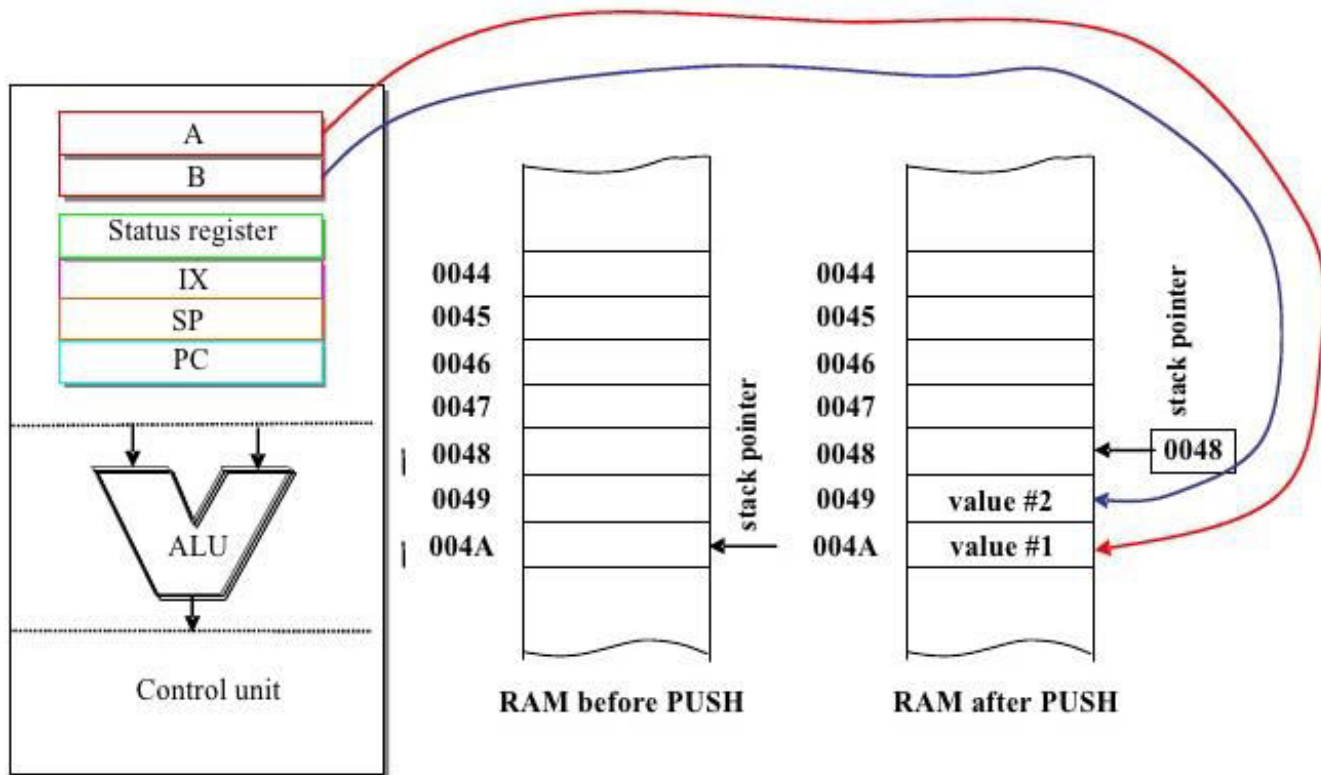
Stack pointer



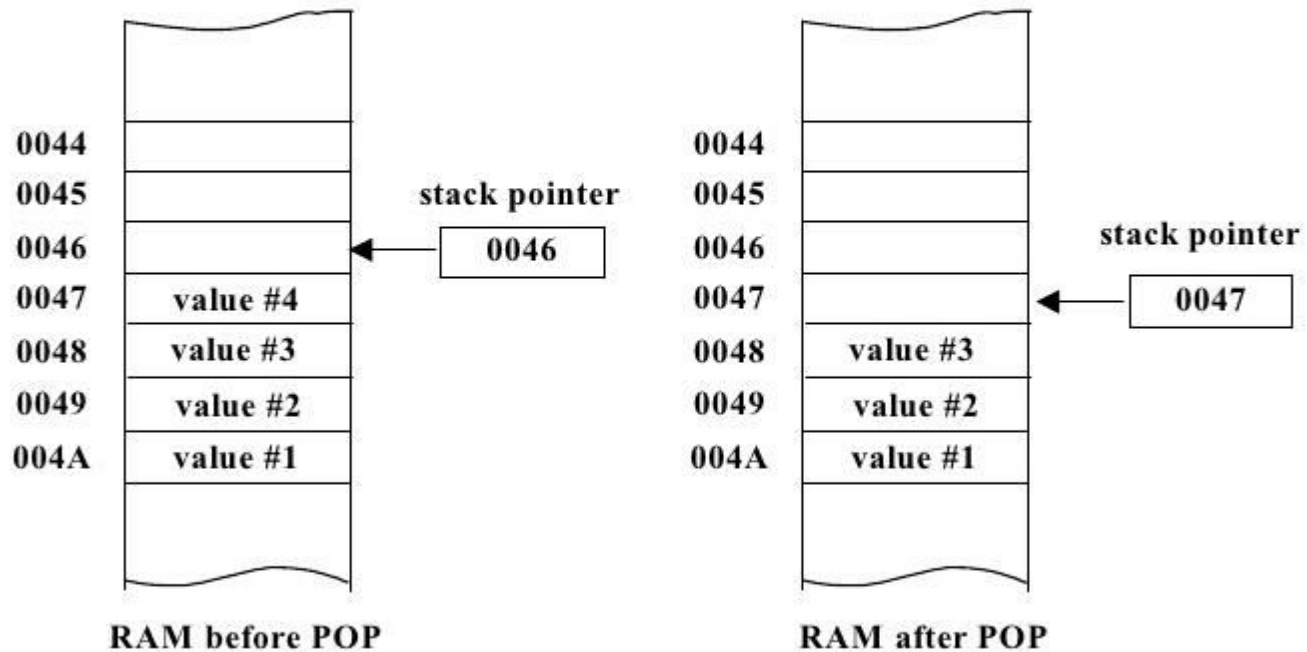
Stack pointer (SP)

- An area of RAM used for temporary storage of data/return address is called stack
- SP is a register within CPU that points to the next free location on the stack
- Each time a byte is put onto stack, SP is decremented
- Each time a byte is retrieved from stack, SP is incremented
- example

Stack pointer



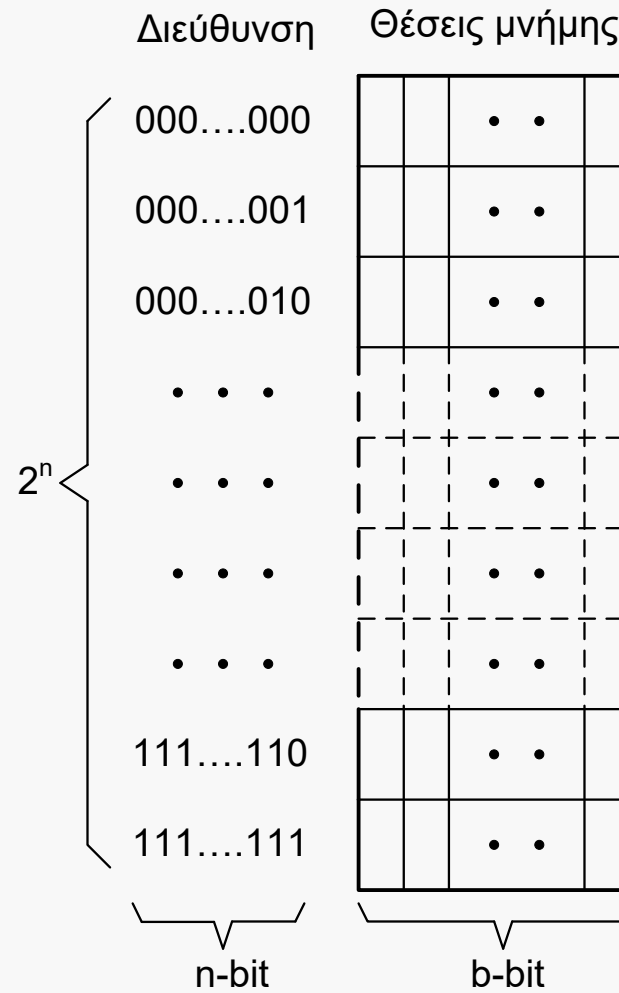
Stack pointer



Κύρια μνήμη

Η κύρια μνήμη (*main memory*) μπορεί να θεωρηθεί ότι αποτελείται από διαδοχικές θέσεις στις οποίες αποθηκεύονται πληροφορίες οι οποίες είναι συνδυασμοί δυαδικών ψηφίων. Η κάθε θέση της κυρίας μνήμης προσδιορίζεται από έναν αριθμό που καλείται φυσική διεύθυνση αυτής και μπορεί να προσπελασθεί άμεσα από την CPU. Στην συνέχεια δίδεται η λογική οργάνωση μιας μνήμης $2^n \times b$ -bit. Οι διευθύνσεις είναι των n bit, δηλαδή η μνήμη έχει 2^n θέσεις, ενώ οι θέσεις είναι των b bit.

Λογική οργάνωση κύριας μνήμης



Η χωρητικότητα των μνημών μετρείται σε:

Kbyte ή KB, $1 \text{ KB} = 2^{10} \text{ byte} = 1024 \text{ byte}$,

Mbyte ή MB, $1 \text{ MB} = 2^{20} \text{ byte}$,

Gbyte ή GB, $1 \text{ GB} = 2^{30} \text{ byte}$,

Tbyte ή TB, $1 \text{ TB} = 2^{40} \text{ byte}$.

Ή αντίστοιχα σε:

Kbit ή Kb, $1 \text{ Kb} = 2^{10} \text{ bit} = 1024 \text{ bit}$,

Mbit ή Mb, $1 \text{ Mb} = 2^{20} \text{ bit}$,

Gbit ή Gb, $1 \text{ Gb} = 2^{30} \text{ bit}$,

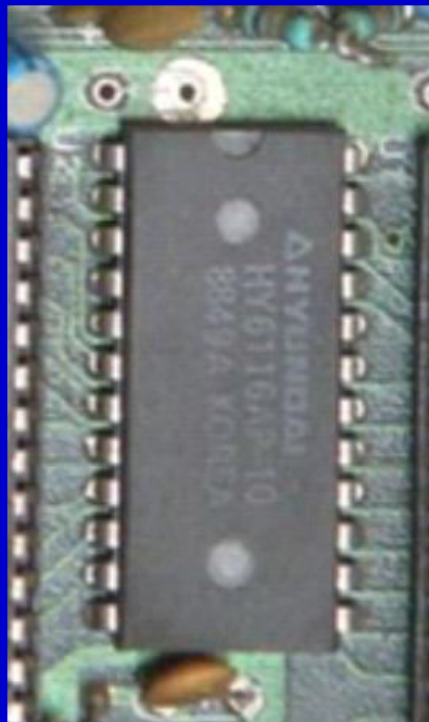
Tbit ή Tb, $1 \text{ Tb} = 2^{40} \text{ bit}$.

Ημιαγωγικές μνήμες

Οι μνήμες τυχαίας προσπέλασης (*Random Access Memories* ή RAM), είναι ημιαγωγικές μνήμες στις οποίες γίνεται ανάγνωση ή εγγραφή δεδομένων στις διάφορες θέσεις μνήμης. Οι μνήμες αυτές χάνουν το περιεχόμενό τους όταν διακοπεί η τροφοδοσία τους. Διακρίνονται σε στατικές (static) ή SRAM και δυναμικές (dynamic) ή DRAM.

Οι μνήμες μόνο για ανάγνωση (*Read Only Memories*, ή ROM) είναι ημιαγωγικές μνήμες στις οποίες μπορεί να γίνει μόνο ανάγνωση δεδομένων από τις διάφορες θέσεις τους. Οι μνήμες αυτές δεν χάνουν το περιεχόμενό τους όταν διακοπεί η τροφοδοσία τους. Η εγγραφή των δεδομένων στις μνήμες ROM γίνεται με ειδικό τρόπο ανάλογα με τον τύπο τους.

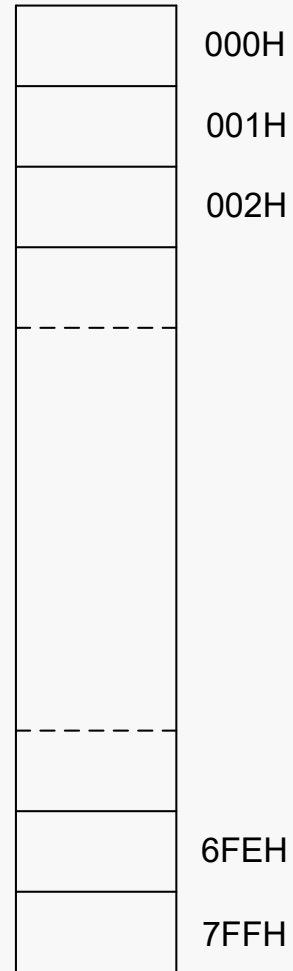
SRAM 6116



A ₇	□	1	24	□	V _{CC}
A ₆	□	2	23	□	A ₈
A ₅	□	3	22	□	A ₉
A ₄	□	4	21	□	\overline{WE}
A ₃	□	5	20	□	\overline{OE}
A ₂	□	6	19	□	A ₁₀
A ₁	□	7	18	□	\overline{CE}
A ₀	□	8	17	□	I/O ₇
I/O ₀	□	9	16	□	I/O ₆
I/O ₁	□	10	15	□	I/O ₅
I/O ₂	□	11	14	□	I/O ₄
GND	□	12	13	□	I/O ₃

Διευθύνσεις της μνήμης SRAM 6116

SRAM
6116



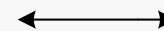
000H

001H

002H

6FEH

7FFH



8 bit

EPROM 2732A



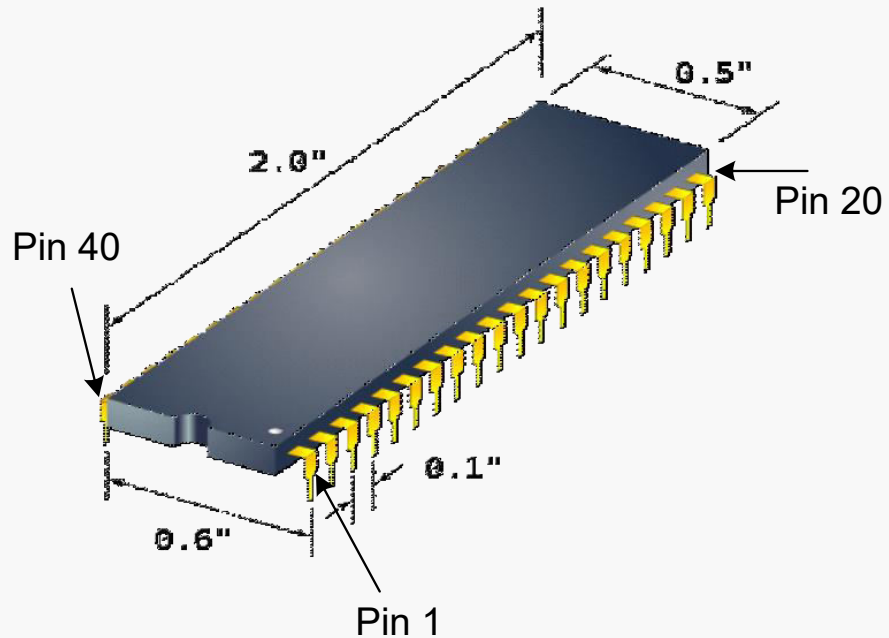
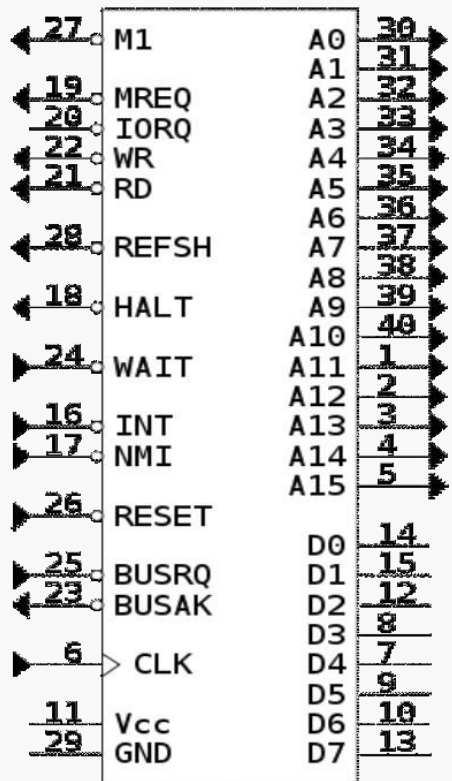
A7	1	24	VCC
A6	2	23	A8
A5	3	22	A9
A4	4	21	A11
A3	5	20	/OE VPP
A2	6	19	A10
A1	7	18	/CE
A0	8	17	D7
D0	9	16	D6
D1	10	15	D5
D2	11	14	D4
GND	12	13	D3

Microprocessor

A *microprocessor* incorporates the functions of a computer's central processing unit (CPU) on a single integrated circuit (IC), or at most a few integrated circuits. The microprocessor is a multipurpose, clock driven, register based, programmable electronic device which accepts digital or binary data as input, processes it according to instructions stored in its memory, and provides results as output.

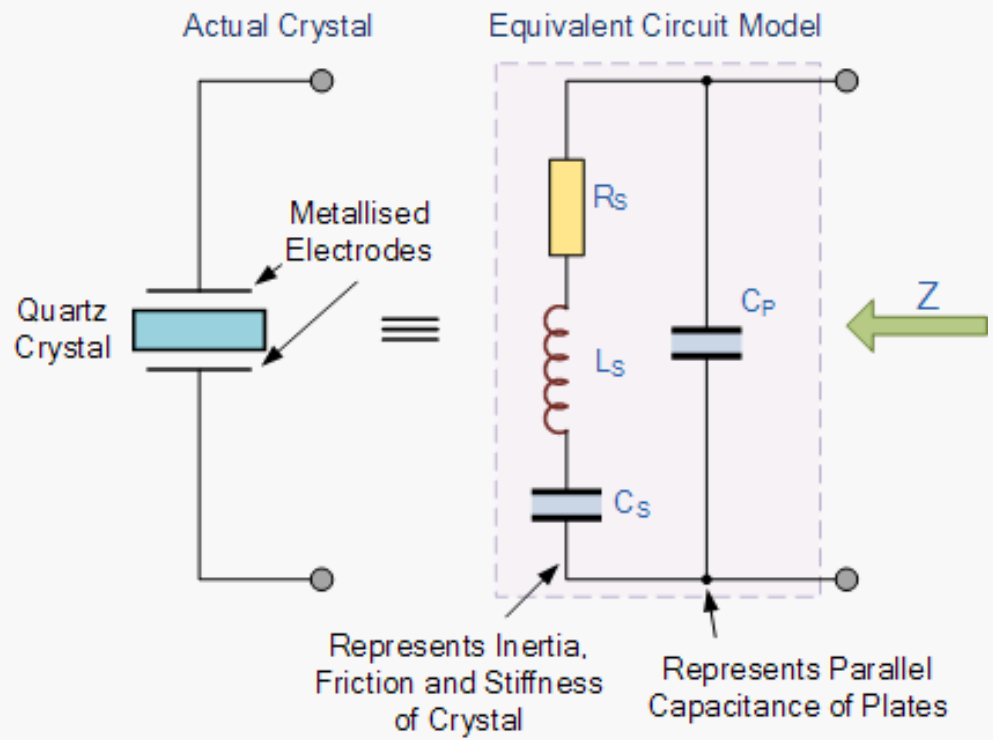
Microprocessors contain both combinational logic and sequential digital logic. Microprocessors operate on numbers and symbols represented in the binary numeral system.

Μικροεπεξεργαστής Z80

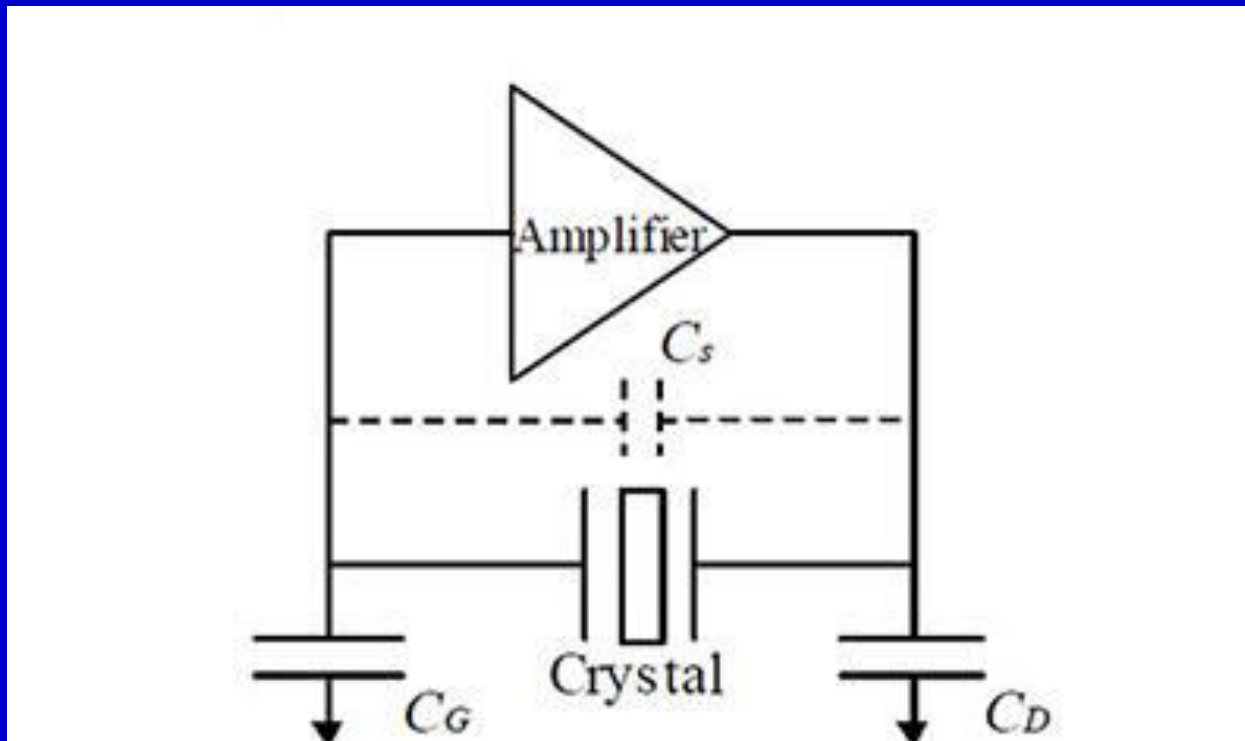


Κρύσταλλος χαλαζία

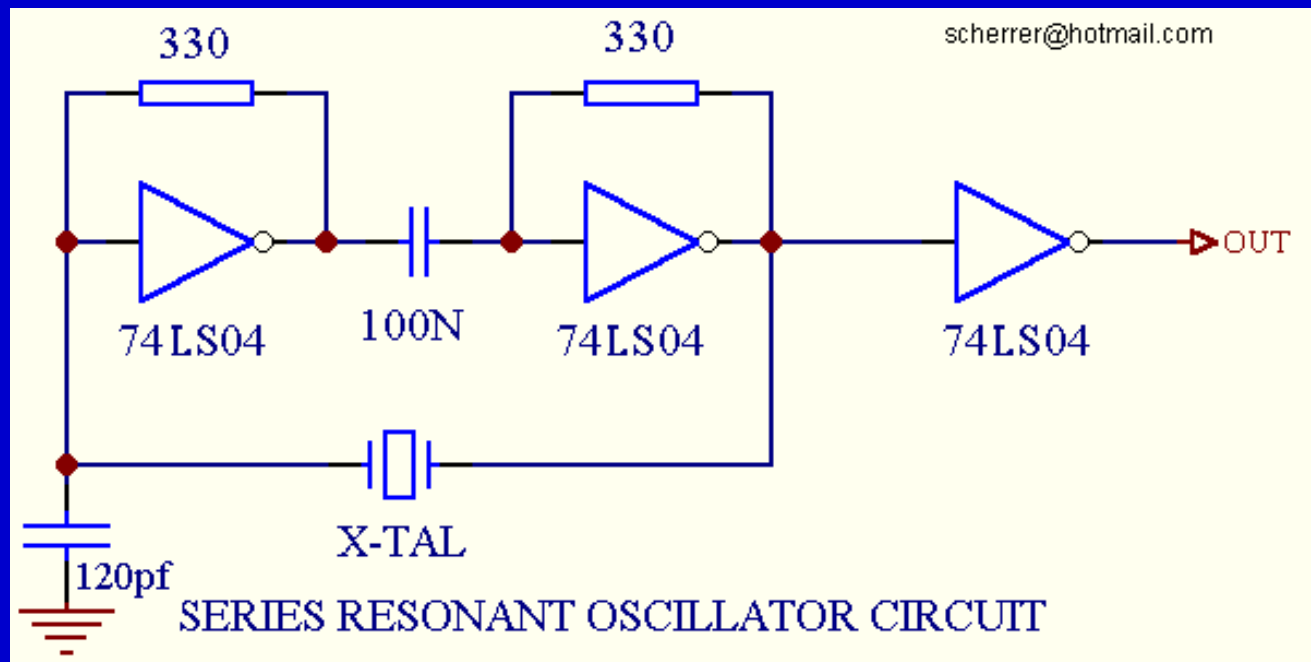
Σύμβολο και ισοδύναμο κύκλωμα



Αρχή ταλαντωτή βασισμένου σε κρύσταλλο



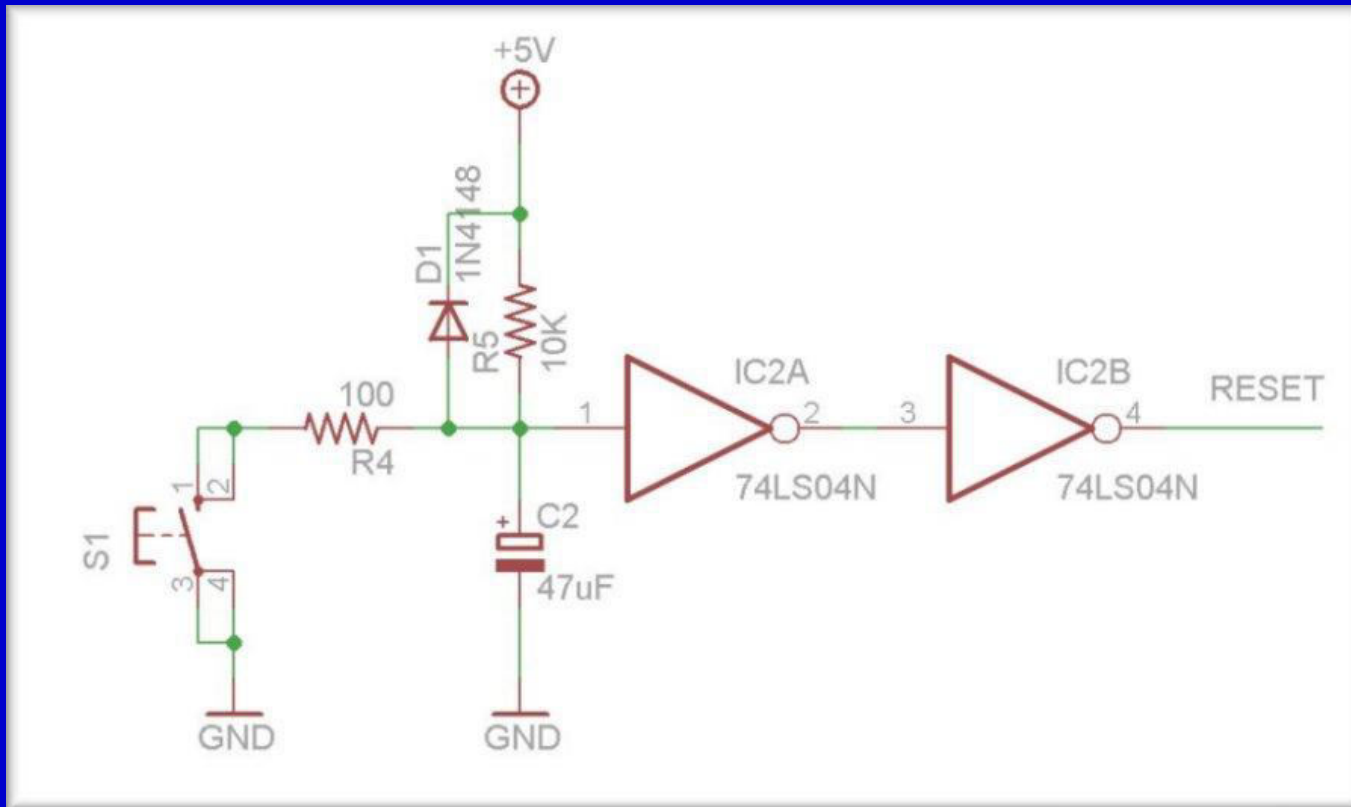
Κύκλωμα ωρολογίου του Z80



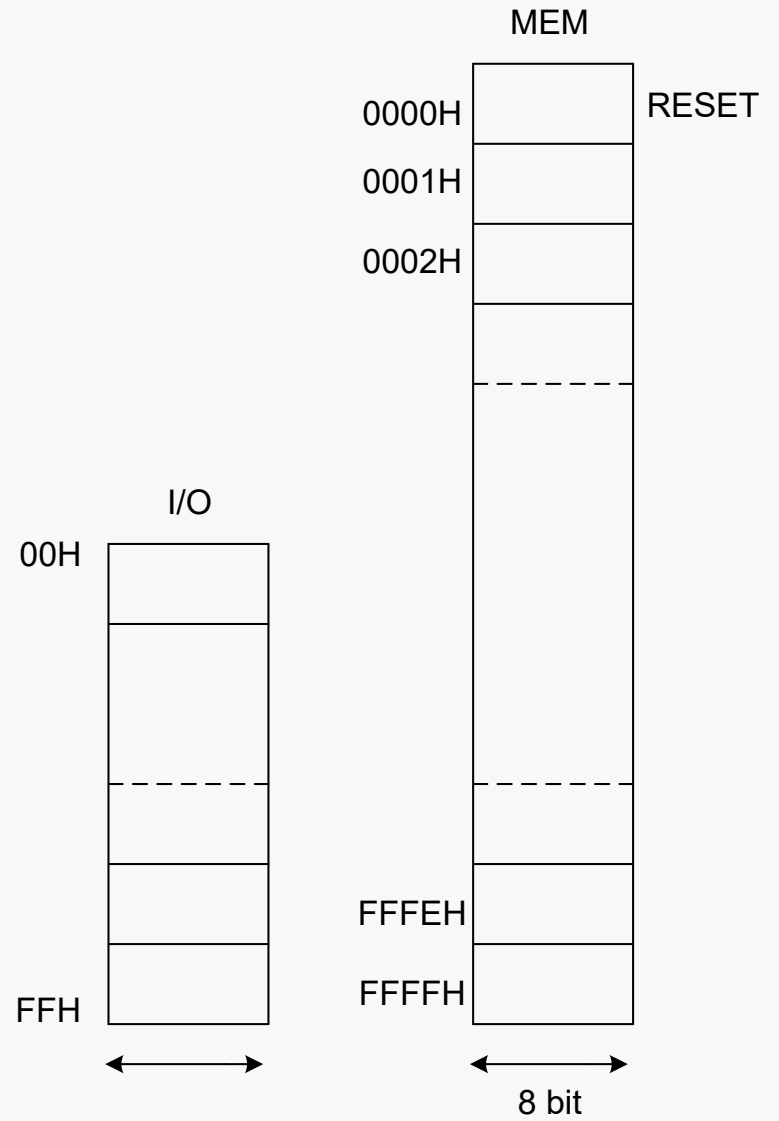
Σήμα RESET του Z80

Για την αρχικοποίηση του μE Z80 χρησιμοποιείται το σήμα RESET του οποίου η ενεργοποίηση **μηδενίζει τον PC (PC=0000H)** και το interrupt enable flip-flop. Το σήμα RESET για να προκαλέσει αρχικοποίηση του Z80 πρέπει να παραμείνει στο 0 για τρεις κύκλους του ωρολογίου. Για την παραγωγή του χρησιμοποιείται ειδικό κύκλωμα.

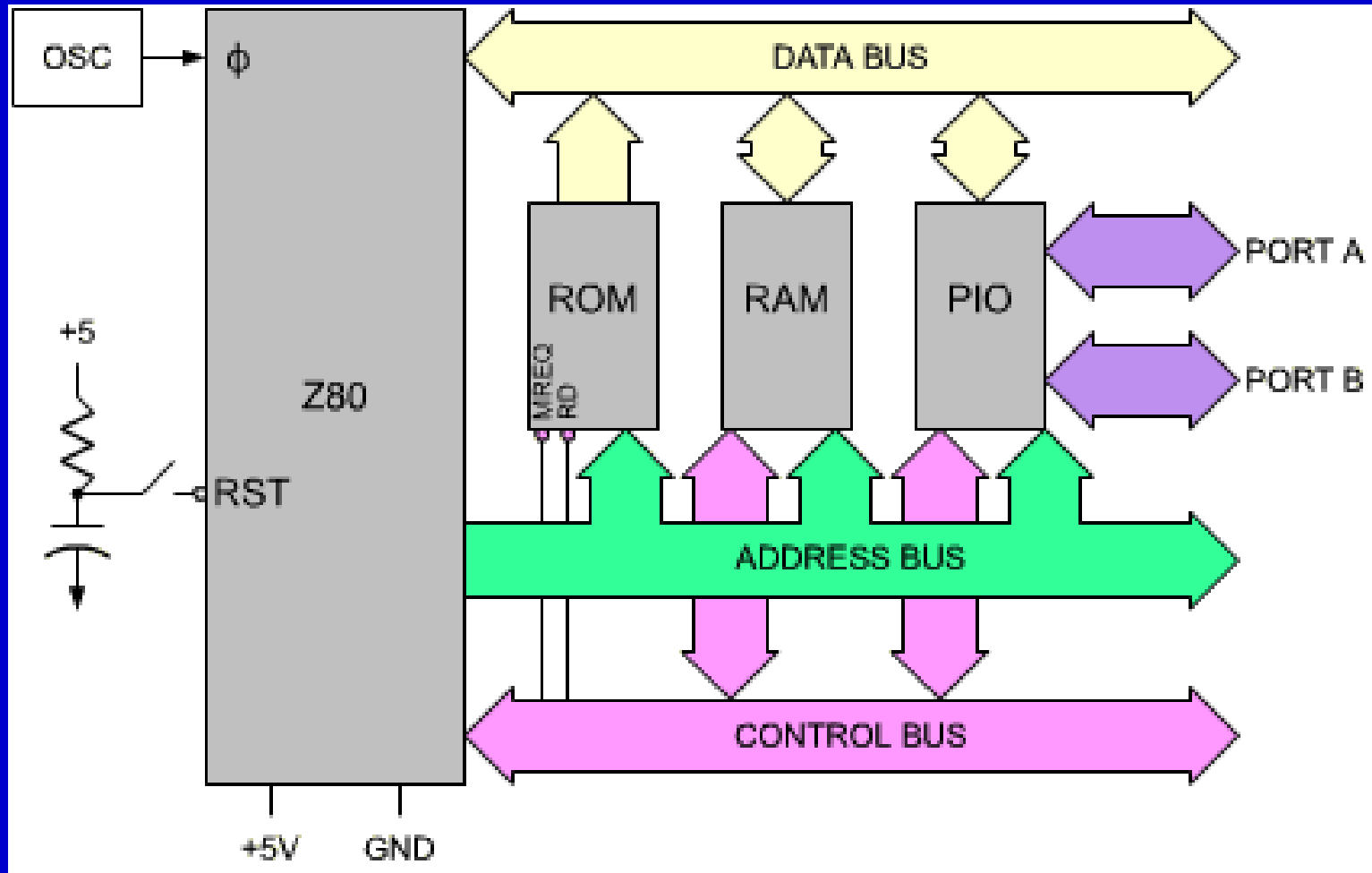
Κύκλωμα Reset του Z80



Χάρτης μνήμης και I/O του Z80



Αρχιτεκτονική συστήματος βασισμένου στον Z80



Hardware interrupts

Τα *hardware interrupts* (σήματα διακοπής) είναι σήματα ελέγχου των CPU των οποίων η ενεργοποίηση διακόπτει την εκτέλεση του προγράμματος που εκτελείται εκείνη την στιγμή και προκαλεί την εκτέλεση ενός "interrupt service" προγράμματος. Μετά το πέρας του interrupt service προγράμματος η CPU συνεχίζει την εκτέλεση του προγράμματος του οποίου η εκτέλεση διακόπηκε από το interrupt.

Συνήθως τα σήματα διακοπής προέρχονται από μονάδες I/O.

Σήμα Interrupt του Z80

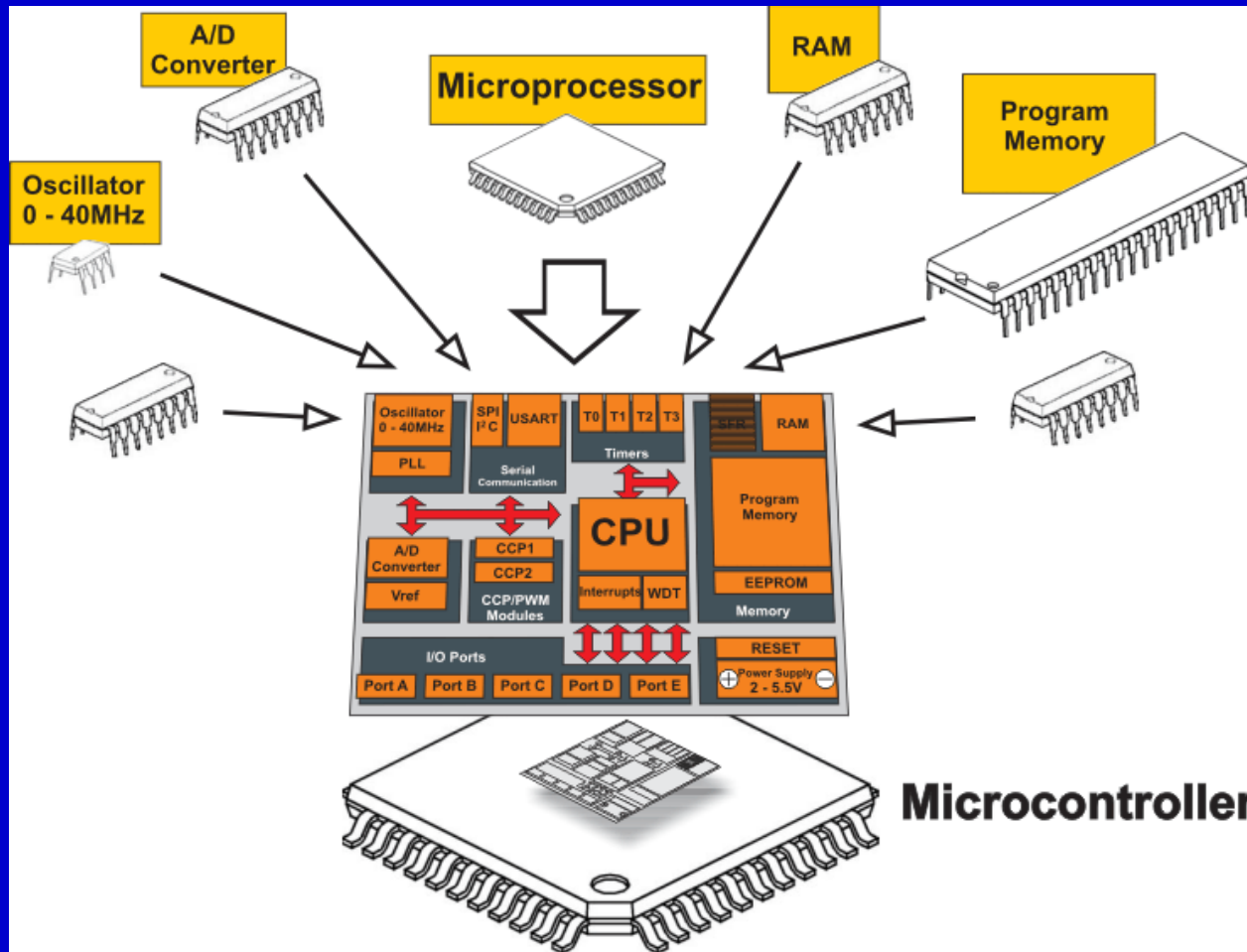
Ο Z80 αναγνωρίζει εάν είναι ενεργοποιημένο (γίνει 0) το σήμα διακοπής INT στο τέλος της εκτέλεσης κάθε εντολής. Ο Z80 προγραμματίζεται ώστε να αποκρίνεται στο σήμα διακοπής με τρεις διαφορετικούς τρόπους (mode 0, mode 1, mode 2).

Σε **mode 1** στο τέλος της εκτέλεσης κάποιας εντολής όταν το σήμα διακοπής είναι ενεργοποιημένο δεν εκτελείται η επόμενη εντολή αλλά η εντολή που βρίσκεται στην διεύθυνση 0038H ($PC \leftarrow 0038H$), ενώ ο PC αποθηκεύεται στην κορυφή της μνήμης stack και η τιμή του SP μειώνεται κατά 2.

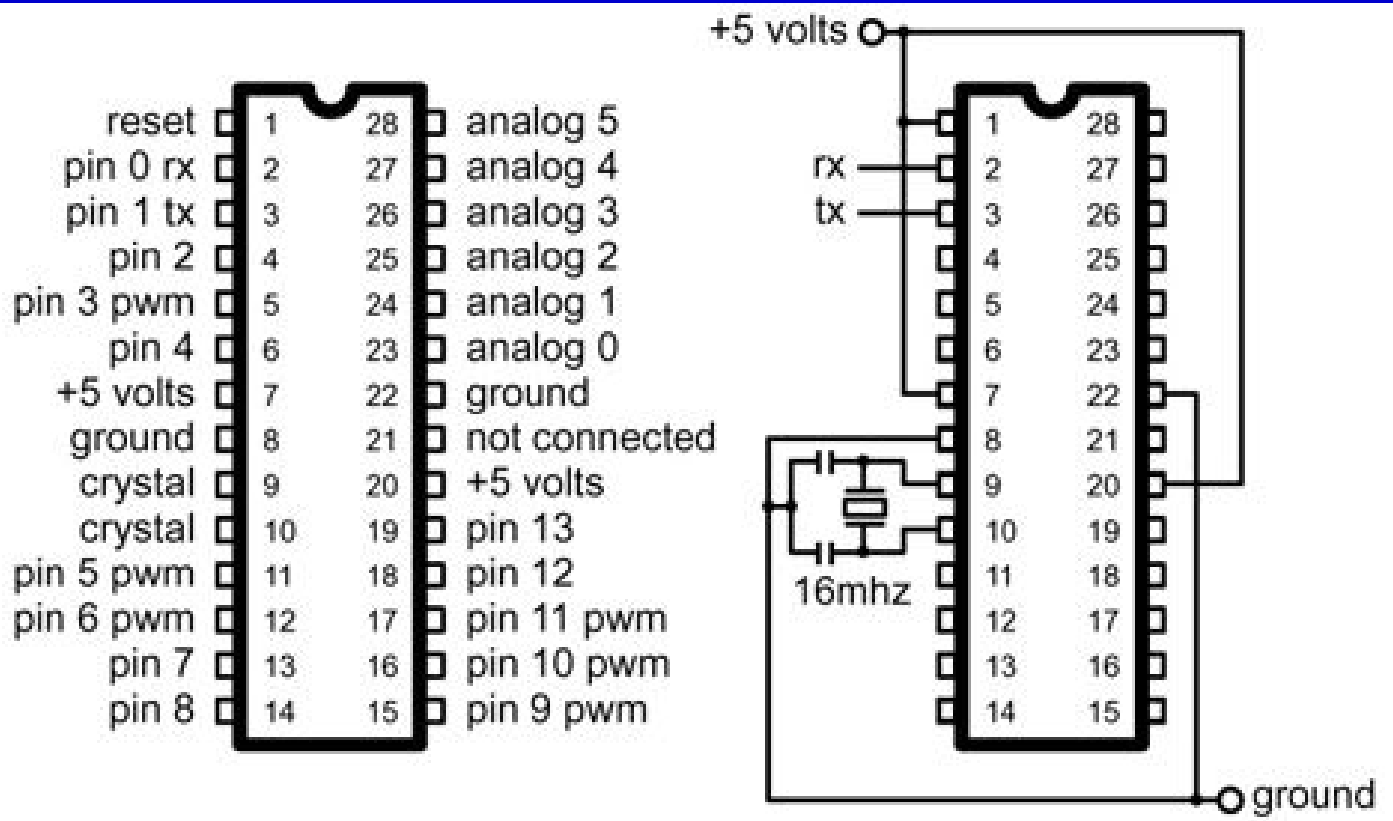
Μικροελεγκτές

A *microcontroller* (or MCU, short for *microcontroller unit*) is a small computer on a single integrated circuit (SoC) containing a processor core, memory, and programmable input/output peripherals. Microcontrollers are designed for embedded applications, in contrast to the microprocessors used in personal computers or other general purpose applications consisting of various discrete chips.

Microcontroller



Μικροελεγκτής AVR



2.1. Μία CPU έχει δίαυλο δεδομένων εύρους 8 bit και δίαυλο διευθύνσεων εύρους 16 bit. Ποιο θα είναι το μέγιστο μέγεθος (σε KByte ή MByte) της κύριας μνήμης που μπορεί να διαθέτει ένα υπολογιστικό σύστημα βασισμένο σε αυτή.

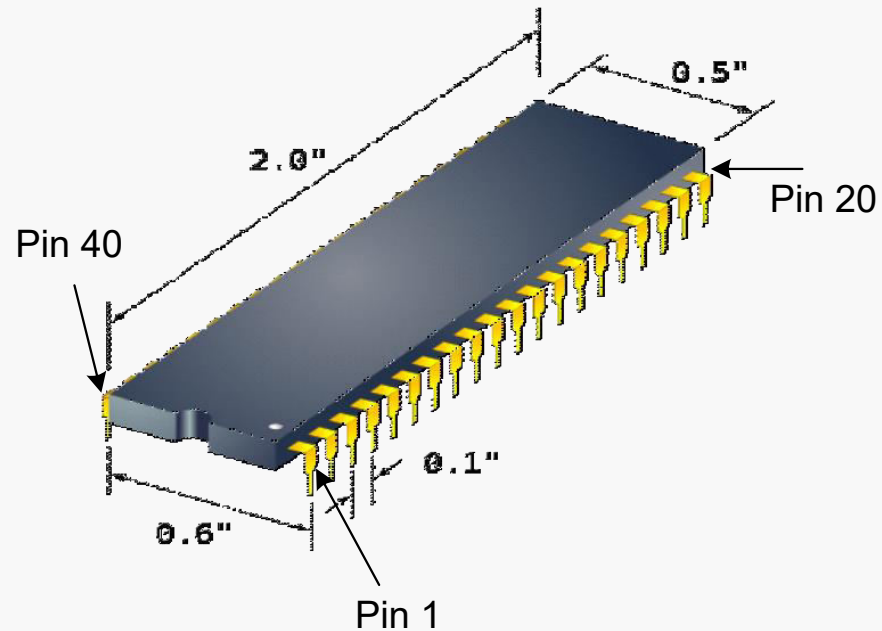
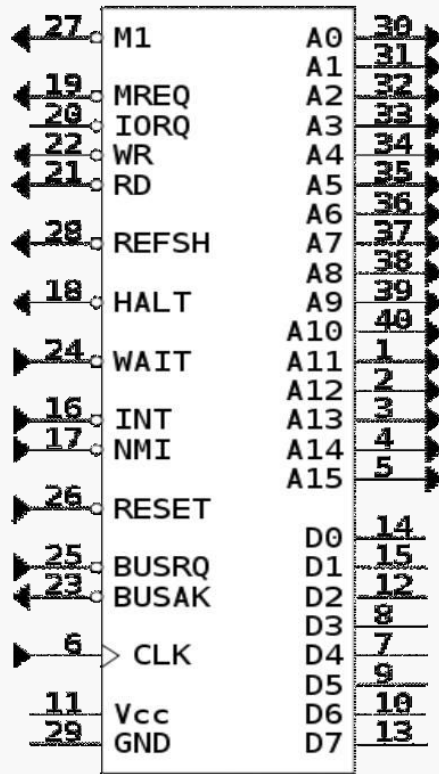
2.2 Μία CPU έχει δίαυλο δεδομένων εύρους 8 bit και δίαυλο διευθύνσεων εύρους 24 bit. Ποιο θα είναι το μέγιστο μέγεθος (σε KByte ή MByte) της κύριας μνήμης που μπορεί να διαθέτει ένα υπολογιστικό σύστημα βασισμένο σε αυτήν.

2.3. Μία CPU έχει συχνότητα ωρολογίου $f=10$ MHz. Ποια είναι η διάρκεια του κύκλου του ωρολογίου της.

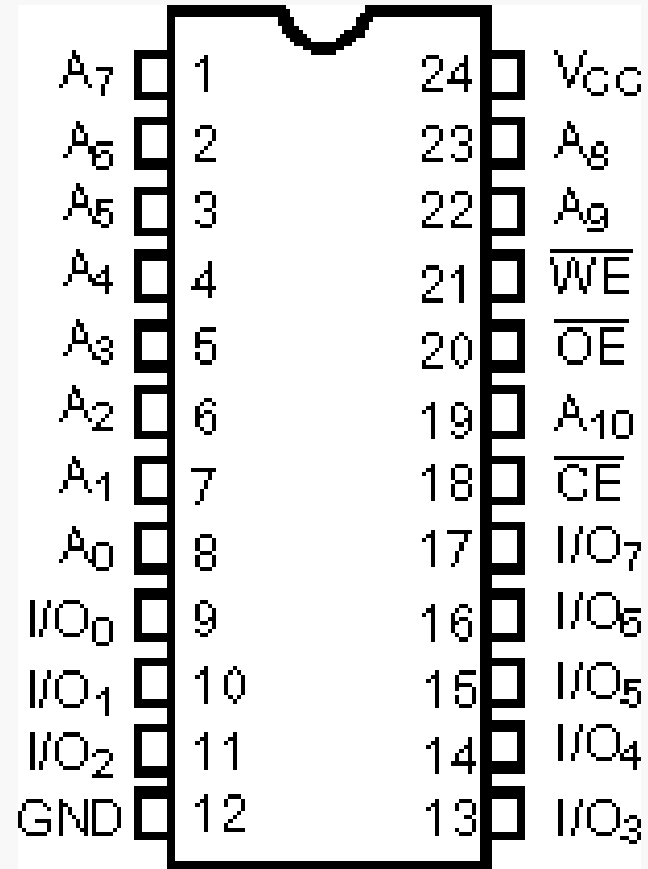
$$T=1/f=1/10\text{MHz}=1/10^7\text{Hz}=(1/10^7)\text{sec}=(100/10^9)\text{sec}=
=100\times 10^{-9}\text{ sec}=100\text{ ns}$$

2.4. Μία CPU έχει συχνότητα ωρολογίου 10 MHz και σε κάθε κύκλο εκτελείται μία εντολή γλώσσας μηχανής. Πόσο θα διαρκέσει η εκτέλεση ενός προγράμματος που απαιτεί την εκτέλεση 1000 εντολών γλώσσας μηχανής.

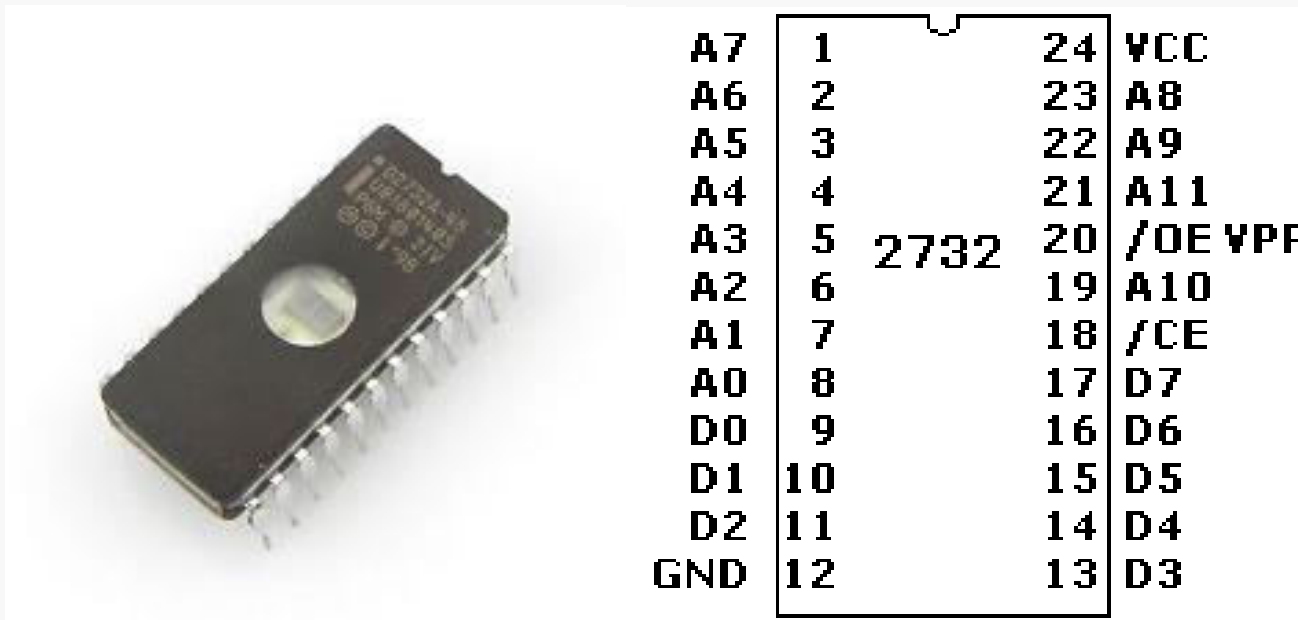
2.5. Στον επεξεργαστή που δίδεται στην συνέχεια υπολογίστε το μέγεθος της κύριας μνήμης που μπορεί να προσπελάσει. (A0→A15 γραμμές διευθύνσεων, D0→D7 γραμμές δεδομένων).



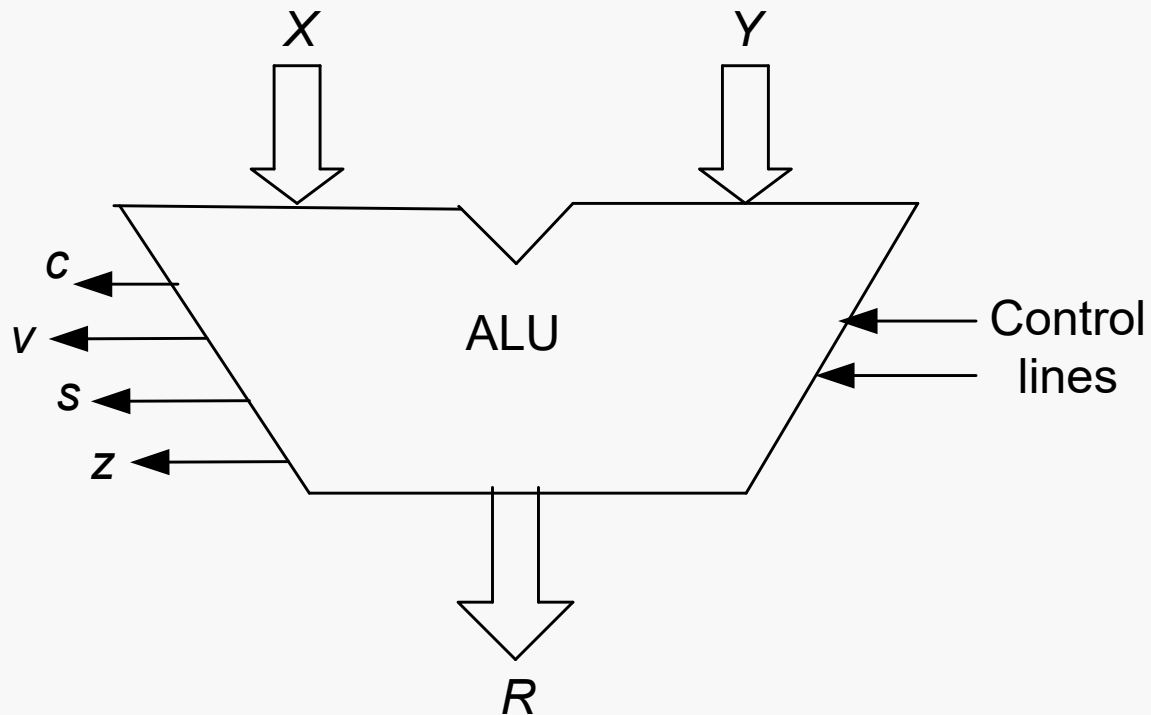
2.6. Υπολογίστε το μέγεθος της μνήμης SRAM που δίδεται στην συνέχεια.



2.7. Υπολογίστε το μέγεθος της μνήμης EPROM που δίδεται στην συνέχεια.



2.8. Έστω η αριθμητική/λογική μονάδα των 8-bit που δίνεται στην συνέχεια.

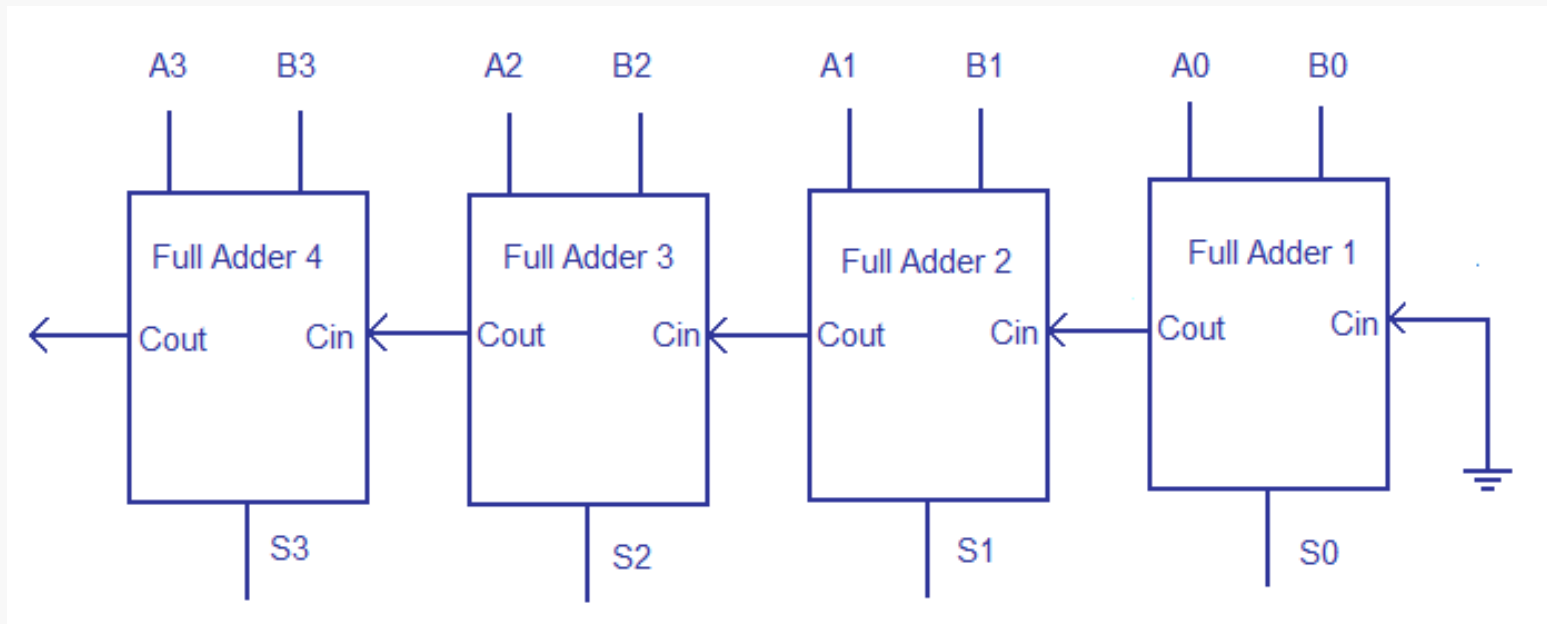


ALU flags

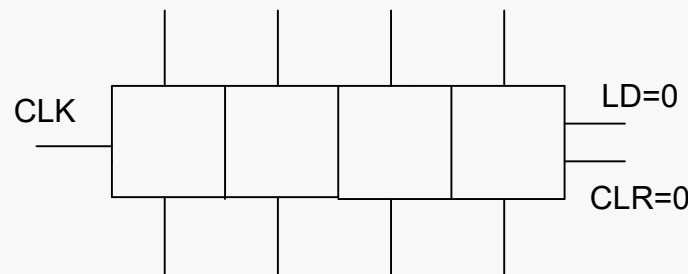
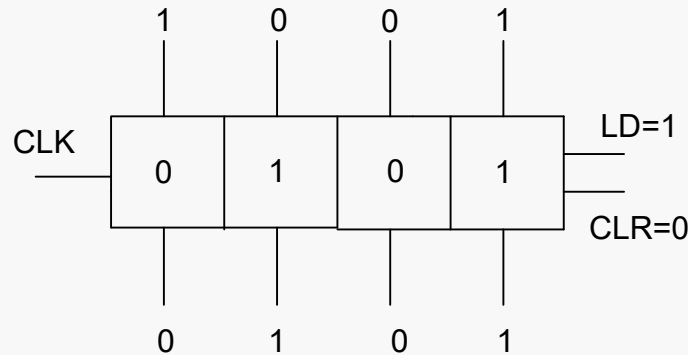
- S**–Sign flag. Γίνεται 1 εάν το αποτέλεσμα σε παράσταση συμπληρώματος του 2 είναι αρνητικός αριθμός.
- Z**–Zero flag. Γίνεται 1 εάν το αποτέλεσμα της πράξης στην έξοδο R είναι 0.
- V**–Overflow flag. Γίνεται 1 όταν το αποτέλεσμα για πράξη σε αριθμούς σε παράσταση συμπληρώματος του 2 δεν μπορεί να εκφραστεί με τον αριθμό ψηφίων του R .
- C**–Carry flag. Γίνεται 1 όταν το αποτέλεσμα πράξης σε με μη προσημασμένους αριθμούς δεν μπορεί να εκφραστεί με τον αριθμό ψηφίων της εξόδου R .

- α) Στην είσοδο X τοποθετείται ο αριθμός 01111111 και στην είσοδο Y ο αριθμός 00000010. Στην αριθμητική λογική μονάδα δίδονται τα κατάλληλα σήματα ελέγχου (control signals) ώστε να κάνει αριθμητική πρόσθεση. Να υπολογισθεί ή έξοδος R και οι έξοδοι C (carry), V (overflow), S (sign), Z (zero) της αριθμητικής/λογικής μονάδας.
- β) Στην είσοδο X τοποθετείται ο αριθμός 01001100 και στην είσοδο Y ο αριθμός 11001110. Στην αριθμητική λογική μονάδα δίδονται τα κατάλληλα σήματα ελέγχου (control signals) ώστε να κάνει λογική πρόσθεση (OR) μεταξύ των εισόδων. Να υπολογισθεί ή έξοδος R .

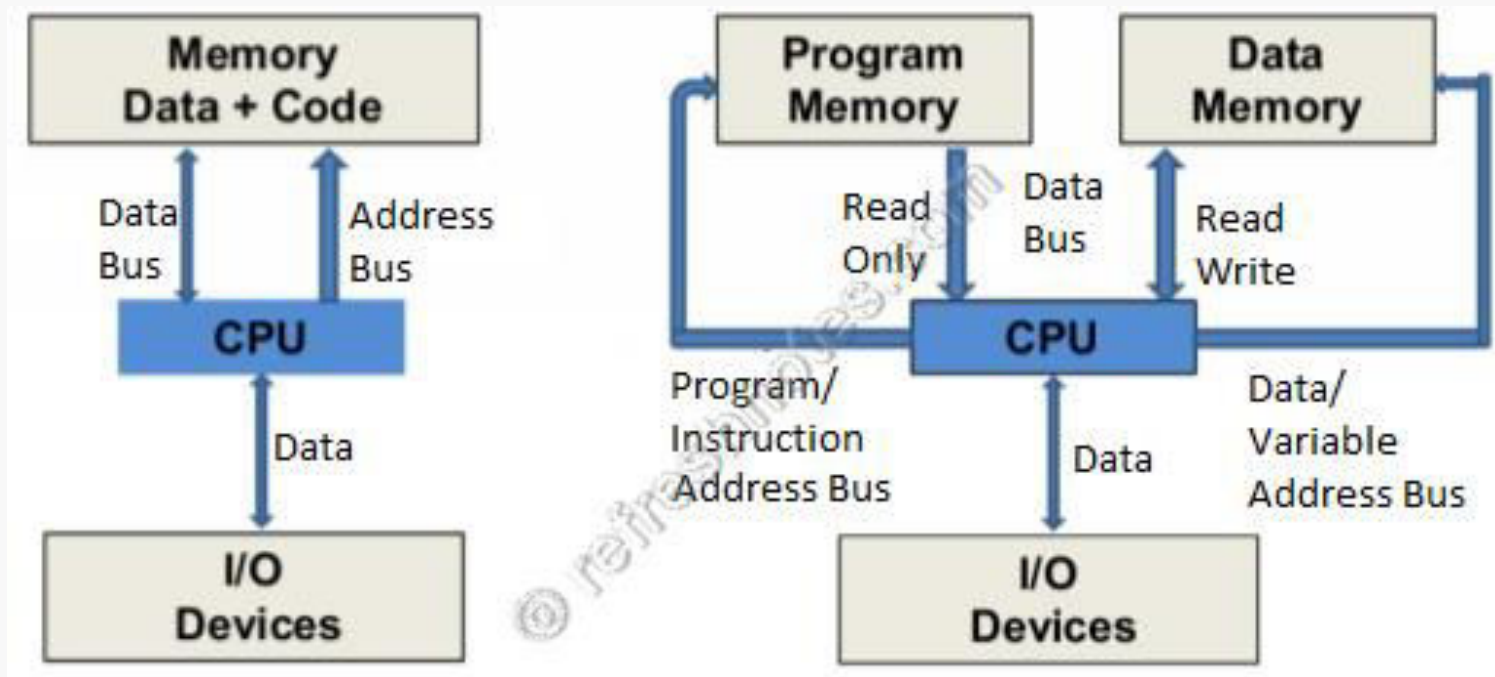
2.9. Στον προσθετή των που δίδεται στην συνέχεια κάντε τις ανάλογες προσθήκες για να έχει ένδειξη μηδενικής τιμής και υπερχείλισης στο αποτέλεσμα όταν θεωρούμε ότι οι αριθμοί είναι σε συμπλήρωμα του 2. Σημειώστε το bit προσήμου.



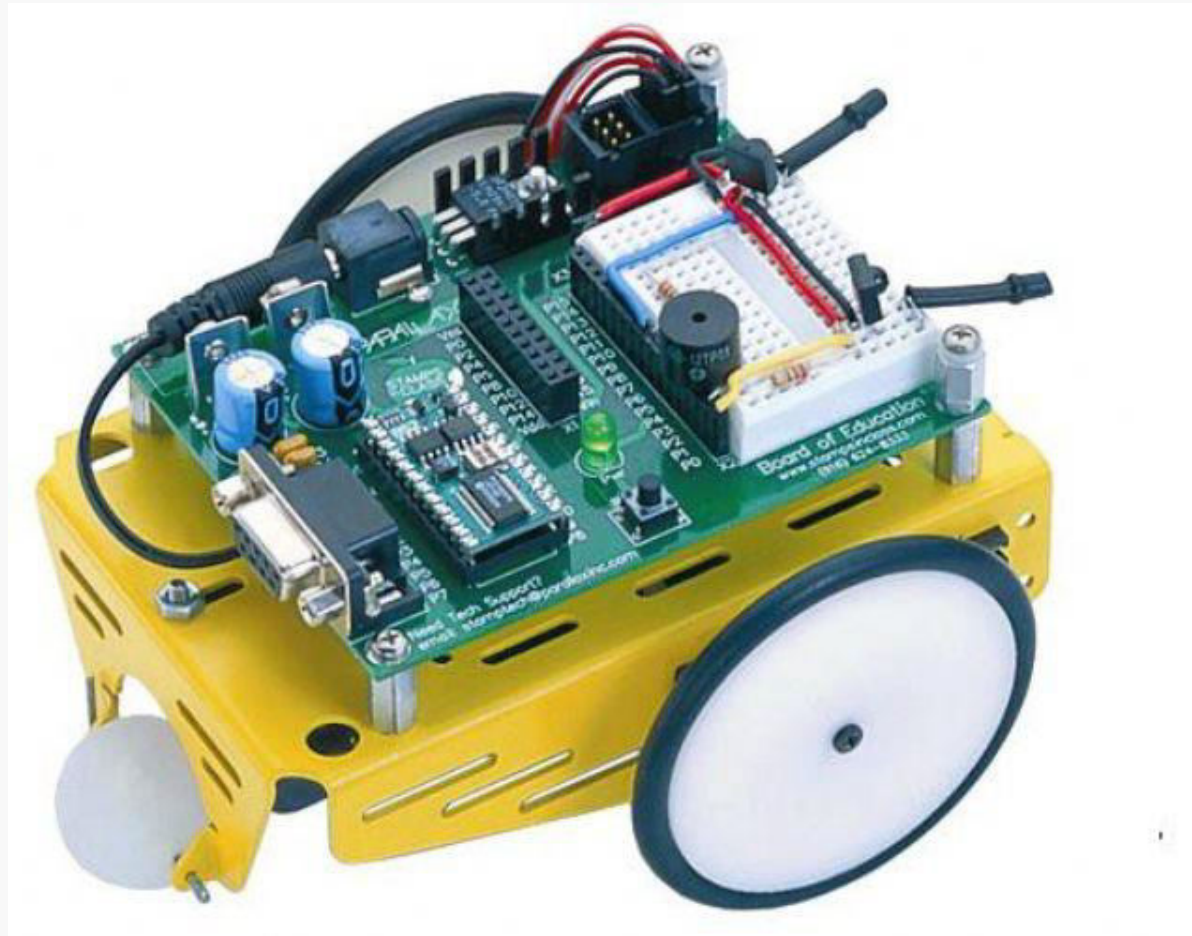
2.10. Στον καταχωρητή των 4-bit που δίδεται στην συνέχεια η είσοδος $LD=1$ και η είσοδος $CLR=0$. Αναφέρατε το περιεχόμενο του καταχωρητή και την έξοδό του μετά την εφαρμογή ενός παλμού ωρολογίου στην είσοδο CLK και στην συνέχεια μηδενισμό της εισόδου LD .



2.11 Από τις αρχιτεκτονικές CPU που περιγράφονται στην συνέχεια ποια είναι von Neumann και ποια Harvard.



2.12. Στο όχημα που δίδεται στην συνέχεια εντοπίστε το ενσωματωμένο υπολογιστικό σύστημα.



2.13. Σε έναν επεξεργαστή με αρχιτεκτονική συσσωρευτή εκτελείται η εντολή ADD A, [0x0100]. Ο συσσωρευτής A περιέχει τον αριθμό 0x3A και η θέση μνήμης 0x100 τον αριθμό 0x4B. Πιο είναι το περιεχόμενο του συσσωρευτή A μετά την εκτέλεση της εντολής.

2.14. Σε έναν επεξεργαστή με αρχιτεκτονική συσσωρευτή εκτελείται η εντολή ADD A, (IX)]. Ο συσσωρευτής A περιέχει τον αριθμό 0x3A, ο Index register IX τον αριθμό 0x100 η θέση μνήμης 0x0100 τον αριθμό 0x4B θέση μνήμης 0x0101 τον αριθμό 0x41. Πιο είναι το περιεχόμενο του συσσωρευτή A μετά την εκτέλεση της εντολής.