

Μελάς Χρήστος, BSc, MSc, Phd

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ *και* ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑ ΠΛΗΡΟΦΟΡΙΚΗΣ



Ηράκλειο Κρήτης, 2012

Πρόλογος

Οι σημειώσεις αυτές αποτελούν (προς το παρόν) απόσπασμα των παραδόσεων στα τμήματα του ΤΕΙ Κρήτης όπου διδάσκεται το θεωρητικό μάθημα «εισαγωγή στην πληροφορική και τους υπολογιστές». Απέχουν πολύ από το να αποτελούν ένα ολοκληρωμένο δοκίμιο, καθώς περιλαμβάνουν περιληπτικές αναφορές επιλεγμένων κεφαλαίων από την διδασκόμενη ύλη. Κατά συνέπεια θα πρέπει να χρησιμοποιούνται επικουρικά, ως συμπλήρωμα, και όχι ως αυτοτελής πηγή αναφοράς.

Χ. Μελάς, 2012

Γενέες υπολογιστών και ψηφιακά σήματα

1. Εισαγωγή

Είναι εντυπωσιακό ότι η ιστορία των σύγχρονων συστημάτων υπολογιστών είναι τόσο πολύ μικρή. Οι πρώτοι ηλεκτρονικοί υπολογιστές κατασκευάστηκαν γύρω στο 1945, ενώ ακολουθώντας μια ραγδαία πορεία εξέλιξης στα μόλις 60 περίπου χρόνια που μεσολάβησαν, έχουν ήδη γίνει το αναγκαίο και απαραίτητο εργαλείο σχεδόν κάθε ανθρώπινης δραστηριότητας.

Η ιδέα της κατασκευής και χρήσης συσκευών οι οποίες να μπορούν με κάποιο τρόπο να υποβοηθούν σε υπολογισμούς και στην εκτέλεση αριθμητικών πράξεων προέρχεται από τα αρχαία χρόνια. Ο Άβακας (500 π.Χ.) που αποτελείτο από σφαιρίδια (χάντρες) τα οποία κινούντο σε κατακόρυφο μεταλλικό άξονα (κάτι σαν το αριθμολόγιο) μπορεί να θεωρηθεί ως η πρώτη τέτοια κατασκευή. Έκτοτε, υπήρξαν πολλές άλλες κατασκευές κυρίως την περίοδο 1623 – 1900 με βασικό χαρακτηριστικό ότι ήταν μηχανικές μεταλλικές κατασκευές, χειροκίνητες ή ακόμα δούλευαν και με ατμό!

Η κατάσταση άλλαξε αποφασιστικά, με την χρήση του ηλεκτρικού ρεύματος στην κατασκευή των υπολογιστικών συστημάτων, περίπου στις αρχές της δεκαετία του 1940. Από τότε μπορούμε να πούμε ότι αρχίζει η κατασκευή των πρώτων ηλεκτρονικών υπολογιστικών μηχανών και καθιερώνεται η ονομασία «ηλεκτρονικοί υπολογιστές». Σε σχέση με τα προηγούμενα χρόνια, η εξέλιξη που ακολουθεί, είναι ραγδαία. Αξίζει να αναλογιστεί κάποιος, ότι από το 1945 περίπου μέχρι σήμερα, η χρήση των ηλεκτρονικών υπολογιστών έχει διεισδύσει σε κάθε τομέα ανθρώπινης δραστηριότητας, στις τραπεζικές συναλλαγές και το ηλεκτρονικό εμπόριο, στις επιστήμες και την έρευνα, στις επιχειρήσεις, στην Ιατρική, στην πρωτογενή και δευτερογενή παραγωγή, έχει καθιερωθεί ως το επικρατέστερο μέσο πρόσβασης και αναζήτησης πληροφοριών, ενώ αποτελεί το πλέον ταχύ και αξιόπιστο μέσο επικοινωνίας και ανταλλαγής κάθε μορφής στοιχείων (φωνής, εικόνας, δεδομένων μεγάλου όγκου).

Η τεράστια απήχηση που είχε η χρήση των ηλεκτρονικών υπολογιστών σε διαφορετικές κοινωνίες σε αυτό το λίγο χρονικό διάστημα των εξήντα περίπου ετών της σύγχρονης εξέλιξής τους, οδήγησε στην δημιουργία του παγκόσμιου δικτύου υπολογιστών, το γνωστό «διαδίκτυο» ή "Internet". Στα μέσα του 2012 απαριθμούνται περίπου 2.4 δισεκατομμύρια υπολογιστές συνδεδεμένοι στο Internet παγκοσμίως, ενώ στην Ελλάδα ο αριθμός των χρηστών του Internet στα τέλη του 2011 είναι περίπου 5 εκατομμύρια. Είναι επίσης χαρακτηριστικό,

ότι οι χρήστες του Internet αυξάνονται διαρκώς, τόσο σε παγκόσμια κλίμακα, όσο και στην Ελλάδα (βλ. πίνακα).

Οι χρήστες του Διαδικτύου στην Ευρωπαϊκή Ένωση¹

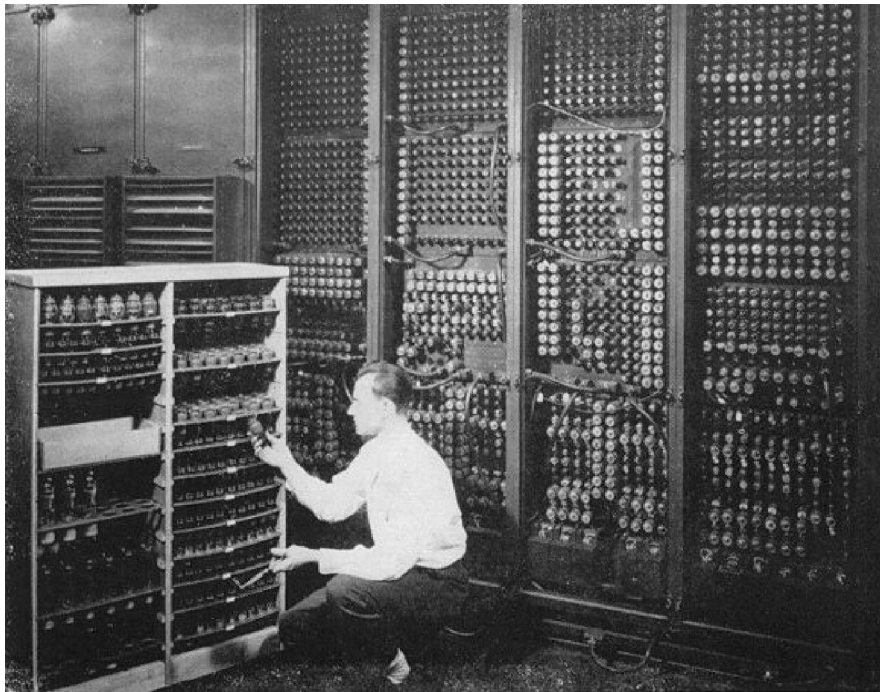
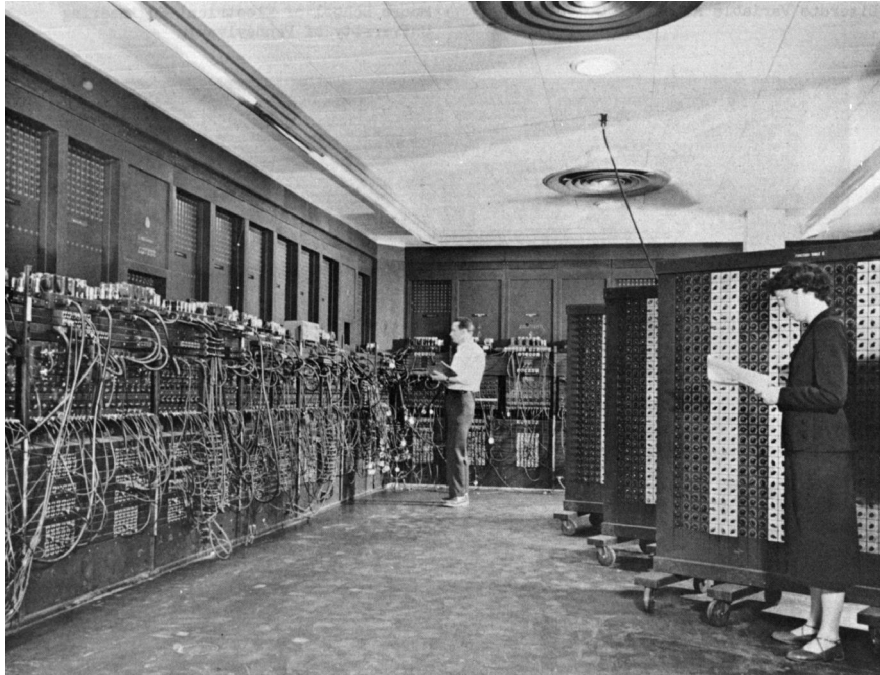
ΕΥΡΩΠΑΪΚΗ ΕΝΩΣΗ²	Πληθυσμός (2011 τεμ.)	Χρήστες του Internet, 31-Δεκ-11	Διείσδυση (Πληθυσμός%)	Χρήστες% Τραπέζι	Facebook 31-Δεκ-11
Αυστρία	8.217.280	6.143.600	74,8%	1,8%	2.682.080
Βέλγιο	10.431.477	8.489.901	81,4%	2,4%	4.444.500
Βουλγαρία	7.093.635	3.464.287	48,8%	1,0%	2.259.740
Κύπρος	1.120.489	584.863	52,2%	0,1%	553.860
Τσεχική Δημοκρατία	10.190.213	7.220.732	70,9%	2,0%	3.502.420
Δανία	5.529.888	4.923.824	89,0%	1,4%	2.835.120
Εσθονία	1.282.963	993.785	77,5%	0,3%	447.620
Φινλανδία	5.259.250	4.661.265	88,6%	1,3%	2.078.880
Γαλλία	62.102.719	50.290.226	77,2%	13,4%	23.544.460
Γερμανία	81.471.834	67.364.898	82,7%	19,2%	22.123.660
Ελλάδα	10.760.136	5.043.550	46,9%	1,5%	3.562.120
Ουγγαρία	9.973.062	6.516.627	65,3%	1,8%	3.751.300
Ιρλανδία	4.670.976	3.122.358	66,8%	0,9%	2.093.960
Ιταλία	61.016.804	35.800.000	58,7%	8,9%	20.889.260
Λετονία	2.204.708	1.540.859	69,9%	0,4%	319.300
Λιθουανία	3.535.547	2.103.471	59,5%	0,6%	983.440
Λουξεμβούργο	503.302	459.833	91,4%	0,1%	190.020
Μάλτα	408.333	262.404	64,3%	0,1%	191.940
Ολλανδία	16.847.007	15.071.191	89,5%	4,4%	5.759.840
Πολωνία	38.441.588	23.852.486	62,0%	6,6%	7.524.220
Πορτογαλία	10.760.305	5.455.217	50,7%	1,5%	4.174.000
Ρουμανία	21.904.551	8.578.484	39,2%	2,3%	4.161.340
Σλοβακία	5.477.038	4.337.686	79,2%	1,2%	1.889.160
Σλοβενία	2.000.092	1.420.776	71,0%	0,4%	670.660
Ισπανία	46.754.784	30.654.678	65,6%	8,6%	15.682.800
Σουηδία	9.088.728	8.441.718	92,9%	2,5%	4.519.780
Ηνωμένο Βασίλειο	62.698.362	52.731.209	84,1%	15,2%	30.470.400
Ευρωπαϊκή Ένωση	502.748.071	359.530.110	71,5%	100,0%	171.305.880

¹http://translate.googleusercontent.com/translate_c?depth=1&hl=el&langpair=en|el&rurl=translate.google.gr&u=http://www.internetworldstats.com/stats9.htm&usg=ALkJrhj1xx3AMXpwtThsHoeZV8-zdKxZRg#eu

² Οι στατιστικές της Ευρωπαϊκής Ένωσης Internet ενημερώθηκαν 31/12/2011. Ο πληθυσμός με βάση τα στοιχεία της Υπηρεσίας Απογραφής ΗΠΑ. Οι αριθμοί χρήσης προέρχονται από διάφορες πηγές, κυρίως από δεδομένα που δημοσίευσε η Nielsen Online , ITU , GfK , το Facebook και άλλες αξιόπιστες πηγές. Internet World Stats, Copyright © 2012, Miniwatts ομάδα Marketing.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ Ι: ΓΕΝΕΕΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ ΚΑΙ ΨΗΦΙΑΚΑ ΣΗΜΑΤΑ

Δεν είναι συνεπώς υπερβολή ο ισχυρισμός ότι, η τεράστια διείσδυση των υπολογιστών σε κάθε κοινωνία, έχει επιφέρει αλλαγές στην ίδια την πορεία της ανθρωπότητας.



Replacing a bad tube meant checking among ENIAC's 19,000 possibilities.

Ο ΠΡΩΤΟΣ ΣΥΓΧΡΟΝΟΣ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΗΣ (ENIAC, 1946): Μήκος : 25 m, Πλάτος: 1 m, Ύψος : 2.5 m
Περιείχε 18.000 ηλεκτρονικές λυχνίες, 10.000 πυκνωτές, 65.000 αντιστάσεις, 1.500 ηλεκτρονικούς διακόπτες. Κατανάλωνε 140 kw/h κάνοντας 5.000 προσθέσεις/sec, και 500 πολλαπλασιασμούς/sec ενώ μπορούσε να χρησιμοποιεί δεκαδικούς αριθμούς.

Οι πρώτες περιόδους των ετών κατασκευής ηλεκτρονικών υπολογιστών, ονομάζονται γενεές υπολογιστών και περιγράφονται από παρόμοια χαρακτηριστικά. Αξίζει να σημειωθεί ότι, με την πάροδο των ετών, παρατηρείται έντονα η τάση μείωσης της καταναλισκόμενης **ενέργειας** (η οποία ήταν τεράστια στα πρώτα συστήματα), μείωσης του **κόστους κατασκευής** όπως και του **όγκου** των υπολογιστών, ενώ ταυτόχρονα αυξάνεται εκθετικά η **ταχύτητα επεξεργασίας**, η **μνήμη** αποθήκευσης πληροφοριών και η **ακρίβεια** εκτέλεσης πράξεων.

2. Γενεές Η/Υ :

(α) Πρώτη Γενιά (1950-1959).

Είναι η περίοδος της τεχνολογίας των ηλεκτρονικών λυχνιών. Ογκώδη μηχανήματα, όχι πολύ αξιόπιστα, με μεγάλη κατανάλωση ενέργειας και ταχύτητα από 50.000 - 200.000 πράξεις στο δευτερόλεπτο.

Ο προγραμματισμός αρχικά γινόταν με κώδικα γραμμένο σε γλώσσα μηχανής (δηλ. εντολές γραμμένες με μορφή συνδυασμών ακολουθιών από το δυαδικό σύστημα), ενώ αργότερα χρησιμοποιήθηκε η γλώσσα assembly. Και πάλι όμως για κάθε τύπο υπολογιστή χρησιμοποιείται διαφορετική γλώσσα assembly).



(β) Δεύτερη Γενιά (1959-1963).

Είναι η περίοδος της τεχνολογίας των transistors. Οι σχετικές ταχύτητες τώρα είναι της κλάσης 200.000 - 1.000.000 πράξεις στο δευτερόλεπτο. Χρησιμοποιούνται οι πρώτες γλώσσες υψηλού επιπέδου, κυρίως FORTRAN. Κύριο χαρακτηριστικό είναι ότι τώρα η δομή μιας γλώσσας παραμένει περίπου ίδια ανεξάρτητα από τον τύπο του Η/Υ. Στην κύρια μνήμη χρησιμοποιούνται κυρίως μαγνητικοί πυρήνες.

(γ) Τρίτη Γενιά (1963-1970).

Είναι η περίοδος που χρησιμοποιούνται πλέον ολοκληρωμένα Κυκλώματα. Το κόστος κατασκευής ελαττώνεται σημαντικά, ώστε να αρχίζουν πλέον οι Η/Υ να γίνονται προσητοί σε περισσότερο κόσμο. Η ταχύτητα αυξάνει σημαντικά, ξεπερνώντας το όριο του 1.000.000 πράξεις στο δευτερόλεπτο. Οι μαγνητικοί πυρήνες πλέον δεν χρησιμοποιούνται στην δομή της κύριας μνήμης, και στη θέση του χρησιμοποιούνται ημιαγωγοί.

(δ) Τέταρτη Γενιά (1971-1985).

Είναι η περίοδος των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων υψηλής πυκνότητας (LSI και VLSI). Νέες τεχνικές στην κύρια μνήμη. Παράλληλα νέες γλώσσες προγραμματισμού εμφανίζονται διαρκώς. Το κόστος πέφτει σημαντικά, ώστε

πλέον να γίνει η "Πληροφορική Επανάσταση", και οι Η/Υ με την επιστήμη της Πληροφορικής να διεισδύσουν σε πολλούς τομείς της ανθρώπινης δραστηριότητας. Νέα ολοκληρωμένα κυκλώματα μπορεί να περιέχουν μέχρι 200.000 transistors.

(ε) Πέμπτη Γενιά (1986-...).

Η ταχύτητα θα φτάσει πολλές δεκάδες εκατομμύρια εντολές στο δευτερόλεπτο. Γίνεται παραγωγή ήχου, εικόνων, και επεξεργασία τους. Παράλληλα άλλοι κλάδοι αναπτύσσονται και διαχωρίζονται από την επιστήμη των Η/Υ όπως η Ρομποτική, Συστήματα αυτομάτου Ελέγχου, Τεχνητή Νοημοσύνη, κλπ.

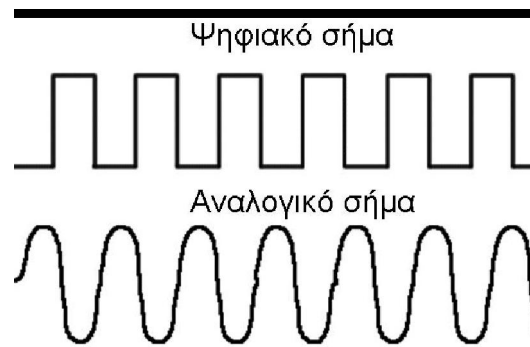
3. Αναλογικά και ψηφιακά σήματα.

Η απεικόνιση της ποσότητας μιας φυσικής κατάστασης πάνω σε μια κλίμακα λέγεται αναλογική αναπαράσταση, υπό την έννοια ότι το μέγεθος της φυσικής κατάστασης (πρότυπο μέγεθος) αποτυπώνεται με κάποιο τρόπο με το **ανάλογό** του μέγεθος (κλίμακα). Για παράδειγμα η ταχύτητα κίνησης ενός αυτοκινήτου (πρότυπο μέγεθος) αποτυπώνεται με αναλογικό τρόπο στο ταχύμετρο (αναλογική κλίμακα), η θερμοκρασία ενός σώματος όπως αποτυπώνεται στην κλίμακα μέτρησης ενός θερμομέτρου, η τάση και η ένταση του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέουν ένα κύκλωμα όπως μετρώνται με το βολτόμετρο και το αμπερόμετρο αντίστοιχα, κλπ. Η αναπαράσταση αναλογικών μεγεθών είναι συνεχής και κατά κανόνα ομαλή και ομοιόμορφη και με την έννοια αυτή, εξυπηρετεί την παρακολούθηση της εξέλιξης μεταβολής των τιμών που παίρνει το μετρούμενο μέγεθος σε σχέση με τον χρόνο ενώ σε θεωρητικό επίπεδο είναι ακριβής. Ωστόσο στην πράξη αυτό δεν είναι εφικτό, καθώς πάντοτε υπάρχει κάποια απώλεια λόγω σφαλμάτων των οργάνων μέτρησης κλπ. Μπορούμε να χαρακτηρίσουμε ένα μέγεθος με βάση τον τρόπο που παριστάνουμε την μεταβολή του στην εξέλιξη του χρόνου.

Αναλογικό σήμα είναι εκείνο το οποίο καθώς μεταβάλλεται στην εξέλιξη του χρόνου παίρνει όλες τις ενδιάμεσες τιμές, πιθανώς μεταξύ κάποιας μέγιστης και κάποιας ελάχιστης τιμής, με συνεχή και συνήθως ομαλό και ομοιόμορφο τρόπο.

Για την κωδικοποίηση, αναπαράσταση και μετάδοση πληροφοριών στα υπολογιστικά συστήματα, χρησιμοποιείται ηλεκτρικό ρεύμα με μορφή σημάτων ή παλμών. Η δυνατότητα δημιουργίας και αξιοποίησης ηλεκτρικών σημάτων ή παλμών με ασυνεχή τρόπο για την κωδικοποίηση και μετάδοση πληροφοριών, ήταν που επέδρασε καταλυτικά, στην κατασκευή των σύγχρονων υπολογιστικών συστημάτων.

Ψηφιακό σήμα είναι εκείνο το οποίο καθώς μεταβάλλεται στην εξέλιξη του χρόνου παίρνει μόνο δύο τιμές, μια μέγιστη και μια ελάχιστη, με ασυνεχή και συνήθως ομαλό και ομοιόμορφο τρόπο.



Τα ψηφιακά σήματα έδωσαν λύση στην δυνατότητα αναπαράστασης πληροφοριών λύνοντας ταυτόχρονα πολλά τεχνικά προβλήματα καθώς οι δύο τιμές στις οποίες βασίζονται μπορούν εύκολα να δημιουργηθούν στο εσωτερικό των υπολογιστών με αξιοποίηση μαγνητικών ή ηλεκτρικών διατάξεων. Για παράδειγμα ένα υλικό μπορεί να είναι μαγνητισμένο ή όχι (δύο καταστάσεις – δύο τιμές) ένας αγωγός μπορεί να διαρρέεται από ρεύμα ή όχι (δύο καταστάσεις – τιμές) κλπ. Επιπροσθέτως, διευκολύνεται η μελέτη τέτοιων σημάτων, καθώς αυτά μπορούν να μελετηθούν εύκολα με το δυαδικό σύστημα αρίθμησης.

Για να γίνει κατανοητή η αρχή κωδικοποίησης των ψηφιακών σημάτων, ας δούμε το ακόλουθο παράδειγμα.

Παράδειγμα ψηφιακής κωδικοποίησης

Ας υποθέσουμε ότι βρισκόμαστε στην οροφή ενός σπιτιού, και στο απέναντι σπίτι σε απόσταση τέτοια ώστε να έχουμε οπτική επαφή, αλλά να μην ακουγόμαστε, βρίσκεται ένας φίλος μας ο οποίος κρατά ένα αντικείμενο το οποίο πρέπει να τοποθετήσει σε μια συγκεκριμένη θέση για την οποία εμείς πρέπει να τον κατευθύνουμε. Είναι νύκτα, και το μόνο μέσον επικοινωνίας που έχουμε είναι ένας πολύ ισχυρός φακός. Οι οδηγίες που μπορούμε να του δώσουμε, είναι να κινηθεί με ένα βήμα «μπροστά», «πίσω», «αριστερά» ή «δεξιά», τις οποίες θα εκτελέσει αφού πρώτα καταγράψει. Κάνουμε την εξής συμφωνία : «Θα κοιτάς τότε σου ανάβω τον φακό και τότε όχι και θα μετράς με το ρολόι σου τα δευτερόλεπτα. Θα σου δώσω οδηγίες για ενάμιση λεπτό, ξεκινώντας στις 22:00:00'' και τελειώνοντας στις 22:01:30''. Κάθε ολοκληρωμένη οδηγία μου θα διαρκεί 10 δευτερόλεπτα, ενώ κάθε 5 δευτερόλεπτα θα έχεις απαραίτητα ένα σήμα (φακός αναμμένος ή σβηστός). Τι πρέπει να κάνουμε ?

Τα δύο σήματα που δίδονται κάθε 10 δευτερόλεπτα αποτελούν μία οδηγία. Για κάθε οδηγία, μπορώ να έχω δύο χρήσεις του φακού, να ανάβει ή να παραμένει σβηστός, συνεπώς τους εξής συνδυασμούς σημάτων : (φακός Αναμμένος Σβηστός): ΑΑ, ΑΣ, ΣΑ, ΣΣ. Συμφωνούμε επιπροσθέτως ότι για την ανάγκη επικοινωνίας μας θα ισχύει η εξής κωδικοποίηση : ΑΑ=βήμα μπροστά, ΑΣ=βήμα αριστερά, ΣΑ=βήμα δεξιά και ΣΣ=βήμα πίσω.

Τότε η επικοινωνία είναι πλήρως ορισμένη και μπορεί να έχει ως εξής :

Ωρα	Σήμα	Οδηγία
22:00:00	Αρχή επικοινωνίας	
22:00:05	A	1 ^η οδηγία
22:00:10	Σ	
22:00:15	A	2 ^η οδηγία
22:00:20	A	
22:00:25	Σ	3 ^η οδηγία
22:00:30	Σ	
22:00:35	Σ	4 ^η οδηγία
22:00:40	A	
22:00:45	Σ	5 ^η οδηγία
22:00:50	Σ	
22:00:55	Σ	6 ^η οδηγία
22:01:00	Σ	
22:01:05	A	7 ^η οδηγία
22:01:10	Σ	
22:01:15	A	8 ^η οδηγία
22:01:20	A	
22:01:25	Σ	9 ^η οδηγία
22:01:30	Σ	

Αφού κάθε 5 δευτερόλεπτα στέλνω ένα σήμα, και μία οδηγία αποτελείται από δύο σήματα, έχω στείλει τις εξής οδηγίες :

AΣ, ΑΑ, ΣΣ, ΣΑ, ΣΣ, ΣΣ, ΑΣ, ΑΑ, ΣΣ

Ερωτήσεις :

1. Πού θα έχει μετακινηθεί στο τέλος της επικοινωνίας ο φίλος μας ως προς την αρχική του θέση?
2. Αν υποθέσουμε ότι το μέτρο της ταχύτητας κίνησης του είναι σταθερό, η κίνησή του ως σήμα τι είδους μέγεθος είναι ?
3. Τι θα κάναμε αν έπρεπε να του δώσουμε περισσότερες διαφορετικές οδηγίες, πχ. μπροστά, πίσω, δεξιά, αριστερά, μεταβολή, 30° δεξιά, 30° αριστερά ?

Γίνεται εμφανές ότι ενώ στα αναλογικά σήματα η κωδικοποίηση της πληροφορίας βασίζεται σε παλμούς που δημιουργούνται από τις ενδιάμεσες τιμές ρεύματος, στα ψηφιακά σήματα η κωδικοποίηση βασίζεται σε παλμούς που δημιουργούνται από ακολουθίες δύο καταστάσεων, ενώ η αρχή και το τέλος κάθε ακολουθίας καθορίζεται χρονικά.

Συστήματα αρίθμησης

1. Εισαγωγή

Ο άνθρωπος από την αρχαιότητα χρησιμοποιούσε το δεκαδικό σύστημα αρίθμησης επειδή εμπειρικά του ήταν εύκολο να χρησιμοποιεί τα δέκα δάκτυλα των χεριών του για να μετρά. Στην ψηφιακή αναπαράσταση στοιχείων ωστόσο, το δεκαδικό σύστημα δεν εξυπηρετεί. Αντίθετα, χρησιμοποιούνται άλλα συστήματα αρίθμησης όπως το δυαδικό, το οκταδικό και το δεκαεξαδικό σύστημα αρίθμησης. Το δυαδικό σύστημα αρίθμησης εξυπηρετεί στην αναπαράσταση ψηφιακών πληροφοριών, επειδή έχει δύο μόνο ψηφία το 0 και το 1, τα οποία εύκολα αντιστοιχούμε στις δύο καταστάσεις που χειριζόμαστε σε ένα ψηφιακό σήμα, πχ. αντιστοιχούμε το 0 στην κατάσταση όπου ένας αγωγός «δεν διαρρέεται από ρεύμα» και το 1 στην κατάσταση όπου ο αγωγός «διαρρέεται από ρεύμα».

2. Σύστημα αρίθμησης με βάση β

Ορισμός : Λέμε σύστημα αρίθμησης με βάση «β» ένα σύστημα αρίθμησης το οποίο έχει ως μοναδικά ψηφία τους αριθμούς 0,1,2,3, ... β-1.

$$\Sigma_{(\beta)} = \{0, 1, 2, \dots (\beta-1)\}$$

Παρατήρηση : Η βάση του συστήματος δεν περιλαμβάνεται στα ψηφία του συστήματος. Για συστήματα με βάση μεγαλύτερη του δέκα, χρησιμοποιούμε τα σύμβολα A,B,C,D... κλπ. για να συμβολίσουμε τα ψηφία που θα έχουν τιμή μεγαλύτερη του 9, καθένα από τα οποία θεωρούμε ότι έχει τιμή κατά σειρά 10, 11, 12, 13 κλπ. ενώ οι αριθμοί σε ένα τέτοιο σύστημα θα είναι της μορφής A3D2 κ.ο.κ.

Έτσι για παράδειγμα το δυαδικό σύστημα έχει τα εξής στοιχεία:

$$\Delta = \{0, 1\}$$

Το οκταδικό σύστημα τα εξής στοιχεία:

$$O = \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7\}$$

Και το δεκαεξαδικό σύστημα τα εξής στοιχεία:

$$X = \{0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, A, B, C, D, E, F\}$$

Σημειώνουμε ότι κάθε αριθμός μπορεί να παρασταθεί σε οποιοδήποτε σύστημα αρίθμησης, και προφανώς ανεξάρτητα από τον τρόπο παράστασής του, διατηρεί την ίδια αριθμητική τιμή (αξία).

Για να γίνει κατανοητή η αναπαράσταση αριθμών και χαρακτήρων στη μνήμη ενός υπολογιστή, πρέπει να είμαστε εξοικειωμένοι με τις τέσσερις βασικές πράξεις (πρόσθεση, αφαίρεση, πολλαπλός και διαίρεση) στο δυαδικό, οκταδικό και δεκαεξαδικό σύστημα καθώς και οι μετατροπές αριθμών από το ένα σύστημα στο άλλο.

3. Μετατροπές αριθμών από ένα σύστημα σε άλλο.

3.1 Μετατροπή από οποιοδήποτε σύστημα στο δεκαδικό

Έστω ένας αριθμός

$$X_{(\beta)} = (a_{v-1} a_{v-2} \dots a_0.a_{-1} a_{-2} \dots a_{-\mu})_{(\beta)}$$

$$\text{όπου } a_i \in \{0, 1, 2, \dots, (\beta-1)\}$$

δηλ. ένας αριθμός X στο σύστημα με βάση β , τον οποίο γράφουμε με τα ψηφία του στο σύστημα με βάση β . (Πχ. ο αριθμός $355.43_{(10)}$ στο δεκαδικό). Το τελευταίο ψηφίο (το τελευταίο δεξιά) κατά τον τρόπο γραφής λέγεται «λιγότερο σημαντικό ψηφίο», ενώ το πρώτο ψηφίο κατά τον τρόπο γραφής (το πρώτο αριστερά) λέγεται «περισσότερο σημαντικό ψηφίο». Το τμήμα του αριθμού που βρίσκεται αριστερά από την υποδιαστολή (.) είναι το ακέραιο μέρος του αριθμού ($a_{v-1} a_{v-2} \dots a_0$), ενώ το τμήμα του αριθμού που βρίσκεται δεξιά από την υποδιαστολή είναι το δεκαδικό μέρος του αριθμού ($a_{-1} a_{-2} \dots a_{-\mu}$)

Η αριθμητική τιμή του αριθμού $X_{(\beta)}$ στο δεκαδικό συμβολίζεται με $\langle X_{(\beta)} \rangle$ και δίδεται από τον τύπο :

$$\langle X_{(\beta)} \rangle = \sum_{i=-\mu}^{v-1} a_i \beta^i = a$$

Όπου v το πλήθος των ψηφίων του ακεραίου μέρους του αριθμού και μ το πλήθος των ψηφίων του δεκαδικού μέρους του αριθμού, και β η βάση του συστήματος.

Για να βρούμε στο δεκαδικό σύστημα, την αριθμητική τιμή ενός αριθμού ο οποίος γράφεται πχ. ΚΛΜΝ.γτρ σε ένα σύστημα με βάση το β , εφαρμόζουμε τον ακόλουθο τύπο:

$$ΚΛΜΝ.γτρ_{(\beta)} = Κ*\beta^3 + Λ*\beta^2 + Μ*\beta^1 + Ν*\beta^0 + γ*\beta^{-1} + τ*\beta^{-2} + ρ*\beta^{-3}$$

Δηλαδή, σχηματίζουμε ένα άθροισμα από επιμέρους γινόμενα, όπου σε κάθε γινόμενο παίρνουμε το κάθε ψηφίο του αριθμού ξεκινώντας από το περισσότερο σημαντικό ψηφίο (το πλέον αριστερά) το οποίο πολλαπλασιάζουμε επί την βάση του συστήματος υψωμένη στην δύναμη της θέσης του ψηφίου μείον ένα (4° ψηφίο το K, υψώνουμε στην 3^{η} δύναμη) μέχρι να φτάσουμε στην υποδιαστολή. Μετά συνεχίζουμε με τα υπόλοιπα ψηφία, φροντίζοντας οι δυνάμεις τώρα να είναι αρνητικές, ξεκινώντας από το -1 μέχρι να φτάσουμε στο λιγότερο σημαντικό ψηφίο.

Παράδειγμα 1: Να βρεθεί η αξία του αριθμού 2435.32 στο δεκαδικό σύστημα, αν είναι αριθμός (α) του εξαδικού και (β) του οκταδικού συστήματος

Απάντηση:

$$(α) 2435.32_{(6)} = 2*6^3 + 4*6^2 + 3*6^1 + 5*6^0 + 3*6^{-1} + 2*6^{-2} =$$

$$2*216 + 4*36 + 3*6 + 5*1 + 3*(1/6) + 2*(1/6^2) = 599.556$$

Συνεπώς γράφουμε $2435.32_{(6)} = 599.556_{(10)}$

Αντίστοιχα

$$(β) 2435.32_{(8)} = 2*8^3 + 4*8^2 + 3*8^1 + 5*8^0 + 3*8^{-1} + 2*8^{-2} =$$

$$2*512 + 4*64 + 3*8 + 5*1 + 3*(1/8) + 2*(1/8^2) = 1309.406$$

Συνεπώς γράφουμε $2435.32_{(8)} = 1309.406_{(10)}$

Παράδειγμα 2: Να βρεθεί η αξία του αριθμού $1100111101_{(2)}$ στο δεκαδικό σύστημα.

Απάντηση:

$$1*2^0 + 0*2^1 + 1*2^2 + 1*2^3 + 1*2^4 + 1*2^5 + 0*2^6 + 0*2^7 + 1*2^8 + 1*2^9 =$$

$$1 + 0 + 4 + 8 + 16 + 32 + 0 + 0 + 256 + 512 = 829$$

Παράδειγμα 3: Σε ποια συστήματα αρίθμησης δεν μπορεί να ανήκει ο αριθμός 244544.524 ?

Απάντηση: Αφού το μεγαλύτερο ψηφίο του είναι το 5, δεν μπορεί να ανήκει στο δυαδικό, τριαδικό, τετραδικό, και πενταδικό σύστημα αρίθμησης.

Παράδειγμα 4: Να βρείτε στο δεκαδικό σύστημα, ποια είναι η αξία του μεγαλύτερου τριψήφιου αριθμού του τριαδικού συστήματος.

Απάντηση: Ο ζητούμενος αριθμός έχει τρία ψηφία, συνεπώς είναι της μορφής $\Psi\Psi\Psi_{(3)}$. Αφού η βάση του τριαδικού συστήματος είναι το 3, το μεγαλύτερο ψηφίο του είναι το 2, συνεπώς ο ζητούμενος αριθμός είναι ο $222_{(3)}$. Κάνουμε την μετατροπή στο δεκαδικό κατά τα γνωστά :

$$222_{(3)} = 2 \cdot 3^0 + 2 \cdot 3^1 + 2 \cdot 3^2 = 2 \cdot 1 + 2 \cdot 3 + 2 \cdot 9 = 2 + 6 + 18 = 26_{(10)}$$

Παράδειγμα 5: Να βρεθεί η αξία του αριθμού $F1B_{(16)}$ στο δεκαδικό.

Απάντηση:

$$F1B_{(16)} = F \cdot 16^2 + 1 \cdot 16^1 + B16^0 = 15 \cdot 256 + 1 \cdot 16 + 11 \cdot 16 = 3867^{(10)}$$

3.2 Μετατροπή από το δεκαδικό σε οποιοδήποτε σύστημα.

Η μετατροπή αριθμών από το δεκαδικό σε άλλα συστήματα γίνεται χωριστά για το ακέραιο και χωριστά για το δεκαδικό μέρος.

α) Μετατροπή ακεραίου μέρους : Εκτελούμε διαδοχικές ακέραιες³ διαιρέσεις του αριθμού που έχουμε να μετατρέψουμε με την βάση του συστήματος «στόχου», μέχρι να βρούμε πηλίκο μηδέν. Τότε ο ζητούμενος αριθμός σχηματίζεται αν γράψω τα **ακέραια υπόλοιπα των διαιρέσεων** με πρώτο σημαντικό ψηφίο το τελευταίο υπόλοιπο και ακολουθώντας τα άλλα μέχρι να φτάσω στο υπόλοιπο της πρώτης διαίρεσης.

Παράδειγμα 1: Να μετατραπεί ο αριθμός $47_{(10)}$ στο δυαδικό.

Απάντηση :

$$\begin{array}{r}
 47 \overline{) 2} \\
 \underline{1 \ 23} \\
 1 \ 11 \\
 \underline{1 \ 5} \\
 1 \ 2 \\
 \underline{0 \ 1} \\
 1 \ 0
 \end{array}$$

Ο ζητούμενος αριθμός προκύπτει αν πάρουμε τα ακέραια υπόλοιπα από το τελευταίο προς το πρώτο, δηλ.

$$47_{(10)} = 101111_{(2)}$$

Παράδειγμα 2: Να μετατραπεί ο αριθμός $47_{(10)}$ στο τετραδικό.

Απάντηση:

³ Ακέραια διαίρεση είναι η διαίρεση εκείνη στην οποία το πηλίκο είναι πάντα ακέραιος αριθμός, δηλ. δεν χρησιμοποιώ δεκαδικό αριθμό στο πηλίκο, αλλά κρατώ το υπόλοιπο σε νέα διαίρεση κ.ο.κ.

ΚΕΦΑΛΑΙΟ II : Συστήματα αρίθμησης

$$\begin{array}{r}
 47 \overline{) 4} \\
 \underline{3} \\
 11 \overline{) 4} \\
 \underline{8} \\
 3 \overline{) 2} \\
 \underline{2} \\
 2 \overline{) 0} \\
 \underline{0}
 \end{array}$$

Συνεπώς $47_{(10)} = 233_{(4)}$

β) Μετατροπή δεκαδικού μέρους: Εκτελούμε διαδοχικούς πολλαπλασιασμούς του δεκαδικού αριθμού με τη βάση του συστήματος «στόχου». Τότε ο ζητούμενος αριθμός σχηματίζεται αν γράψω το **ακέραιο μέρος των πηλίκων** των πολλαπλασιασμών με πρώτο σημαντικό ψηφίο το πηλίκο του πρώτου πολλ/μού. Η διαδικασία εδώ σταματά σε δύο περιπτώσεις : (α) Όταν κάποιος πολλ/μός δώσει κλασματικό μέρος μηδέν (οπότε λέμε ότι η μετατροπή έγινε δίχως σφάλμα) ή (β) Όταν θεωρήσουμε ότι έχουμε «ικανοποιητικό πλήθος» δεκαδικών ψηφίων. Συνεπώς η μετατροπή δεκαδικού μέρους αριθμού δεν δίνει πάντα ακριβές αποτέλεσμα και αυτό είναι πηγή σφαλμάτων, που όσο μικρό και να είναι δημιουργεί προβλήματα σε εμπορικές εφαρμογές.

Παράδειγμα 1: Να μετατραπεί ο αριθμός $0.125_{(10)}$ στο δυαδικό.

Απάντηση:

0.125	0.250	0.500	0.000
$\underline{2}$	$\underline{2}$	$\underline{2}$	$\underline{2}$
0.250	0.500	1.000	0.000
0	0	1	0

Το δεκαδικό μέρος συνεπώς είναι 0010, άρα $0.125_{(10)} = 0.0010_{(2)} = 0.001_{(2)}$

Για να μετατρέψουμε ένα μικτό αριθμό (δηλ. ένα αριθμό που έχει ακέραιο και δεκαδικό μέρος) ακολουθούμε την παραπάνω διαδικασία ξεχωριστά για το ακέραιο και ξεχωριστά για το δεκαδικό μέρος.

Παράδειγμα 2: Να μετατραπεί ο αριθμός $1376.251_{(10)}$ στο οκταδικό

Απάντηση: Μετατρέπουμε χωριστά το ακέραιο και χωριστά το δεκαδικό μέρος.

$$\begin{array}{r}
 1376 \overline{) 8} \\
 \underline{0} \\
 172 \overline{) 8} \\
 \underline{4} \\
 21 \overline{) 8} \\
 \underline{5} \\
 2 \overline{) 8} \\
 \underline{2} \\
 2 \overline{) 0} \\
 \underline{0}
 \end{array}$$

Άρα $1376_{(10)} = 2540_{(8)}$

$$\begin{array}{r}
 0.251 \\
 \underline{8} \\
 2.008 \\
 \mathbf{2}
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{r}
 2.008 \\
 \underline{8} \\
 0.064 \\
 \mathbf{0}
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{r}
 0.064 \\
 \underline{8} \\
 0.512 \\
 \mathbf{0}
 \end{array}
 \quad
 \begin{array}{r}
 0.512 \\
 \underline{8} \\
 4.096 \\
 \mathbf{4}
 \end{array}$$

Αν και δεν έχουμε καταλήξει σε μηδενικό πηλίκιο, θεωρώντας ότι έχουμε ικανοποιητική προσέγγιση με 4 δεκαδικά στοιχεία, σταματούμε τους πολ/μούς, οπότε:

$$0.251_{(10)} = 0.2004_{(8)}$$

$$\text{Και τελικώς } 1376.251_{(10)} = 2540.2004_{(8)}$$

3.3 Δυαδικό σύστημα:

Το δυαδικό σύστημα είναι το πλέον απλό. Οι αριθμοί όλοι σχηματίζονται από συνδυασμούς των ψηφίων 0 και 1. Οι αρχικοί αριθμοί του δυαδικού είναι στοιχειώδεις και καλό είναι να θυμάμαι ή να μπορώ να υπολογίζω εύκολα κάποιους από αυτούς.

1	1
2	10
3	11
4	100
5	101
6	110
7	111
8	1000
9	1001
10	1010
	K.O.K

3.4 Οκταδικό σύστημα:

Σύμφωνα με τον ορισμό του, το οκταδικό σύστημα μπορεί να περιέχει μόνο τα ψηφία : 0,1,2,3,4,5,6,και 7 ενώ κάθε αριθμός σχηματίζεται με συνδυασμούς των ψηφίων αυτών. Εκτός από τους γενικούς τρόπους μετατροπής αριθμών μεταξύ δεκαδικού και οποιουδήποτε άλλου συστήματος ήδη αναπτύξαμε, ειδικά για μετατροπή αριθμών μεταξύ δυαδικού και οκταδικού οι μετατροπές μπορούν να γίνουν εύκολα, λαμβάνοντας υπόψη ότι η βάση του οκταδικού είναι το $8=2^3$.

Μετατροπή από το δυαδικό στο οκταδικό : Χωρίζουμε σε τριάδες ψηφίων τον αριθμό, ξεκινώντας από την υποδιαστολή, προς το περισσότερο σημαντικό και στη συνέχεια επαναλαμβάνουμε προς το λιγότερο σημαντικό ψηφίο. Μπορούμε να συμπληρώσουμε με 0 κατάλληλα αν οι τελευταίες τριάδες δεν είναι συμπληρωμένες (αριστερά στο περισσότερο σημαντικό ψηφίο και δεξιά στο

λιγότερο σημαντικό ψηφίο). Τότε βασιζόμενοι στην απλή παράσταση των αρχικών δυαδικών αριθμών μπορούμε εύκολα να κάνουμε την μετατροπή.

Παράδειγμα 1: Να μετατραπεί στο οκταδικό ο αριθμός : $110111110.001_{(2)}$

Γράφουμε ως εξής τον αριθμό : 001-101-111-110.001. Εύκολα τώρα μπορούμε να βρούμε τον αντίστοιχο αριθμό κάθε τριάδας στο οκταδικό (αφού οι αριθμοί του οκταδικού ως μικρότερου συνόλου του δεκαδικού για τους πρώτους 8 αριθμούς –συμπεριλαμβανομένου του 0-είναι ίδιοι).

Έτσι από τον πίνακα της παραγράφου 3.3 έχουμε : $001=1, 101=5, 111=7, 110=6$, οπότε $110111110.001_{(2)} = 1576.1_{(8)}$

Παράδειγμα 2: Να μετατραπεί στο οκταδικό ο $10110010101101.1011_{(2)}$.

Απάντηση: Χωρίζουμε σε τριάδες και έχουμε :

$$\begin{array}{cccccccc} 010 & 110 & 010 & 101 & 101 & . & 101 & 100 \\ 2 & 6 & 2 & 5 & 5 & . & 5 & 4 \end{array}$$

$$\text{Συνεπώς } 10110010101101.1011_{(2)} = 26255.54_{(8)}$$

Μετατροπή από το οκταδικό στο δυαδικό : Εντελώς ανάλογα, γράφουμε κάθε ψηφίο του αριθμού που έχουμε στο οκταδικό, με το αντίστοιχό του στο δυαδικό ως πλήρη τριάδα (πχ. το 1 το γράφουμε 001 κλπ).

Παράδειγμα : Να μετατραπεί ο αριθμός $2563.23_{(8)}$ στο δυαδικό.

Απάντηση : Για κάθε ψηφίο του οκταδικού βρίσκουμε το αντίστοιχο (συμπληρωμένη τριάδα) του δυαδικού.

$$\begin{array}{cccccccc} 2 & 5 & 6 & 3 & . & 2 & 3 \\ 010 & 101 & 110 & 011 & . & 010 & 011 \end{array}$$

$$\text{Συνεπώς γράφουμε } 2563.23_{(8)} = 10101110011.010011_{(2)}$$

3.5 Δεκαεξαδικό σύστημα:

Το δεκαεξαδικό σύστημα περιέχει τα ψηφία : 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9,A,B,C,D,E και F, ενώ κάθε αριθμός σχηματίζεται με συνδυασμούς των ψηφίων αυτών. Εκτός από τους γενικούς τρόπους μετατροπής αριθμών μεταξύ δεκαδικού και οποιουδήποτε άλλου συστήματος ήδη αναπτύξαμε, ισχύει η ανάλογη λογική για μετατροπή αριθμών μεταξύ δυαδικού και δεκαεξαδικού, όπως στην περίπτωση μετατροπής αριθμών μεταξύ δυαδικού και οκταδικού, αρκεί να λάβουμε υπόψη ότι η βάση του δεκαεξαδικού είναι το $16=2^4$. Συνεπώς τώρα πρέπει να χωρίζουμε τα ψηφία κάθε αριθμού σε τετράδες, ενώ επιπροσθέτως πρέπει να έχουμε πρόχειρη την αντιστοιχία των ψηφίων του δεκαεξαδικού στο δυαδικό, η οποία εύκολα διαπιστώνουμε ότι είναι η εξής :

<u>Δεκαδικό</u>	<u>Δεκαεξαδικό</u>	<u>Δυαδικό</u>
0	0	0000
1	1	0001
2	2	0010
3	3	0011
4	4	0100
5	5	0101
6	6	0110
7	7	0111
8	8	1000
9	9	1001
10	A	1010
11	B	1011
12	C	1100
13	D	1101
14	E	1110
15	F	1111

Παράδειγμα: Να μετατραπεί ο αριθμός 56EDB.A7₍₁₆₎ στο δυαδικό σύστημα.

Απάντηση: Βρίσκουμε την αντίστοιχη τετράδα από τον παραπάνω πίνακα ως εξής:

5	6	E	D	B	.	A	9
0101	0110	1110	1101	1011	.	1010	1001

Συνεπώς λέμε ότι: 56EDB.A7₍₁₆₎ = 1010110111011011011.10101001₍₂₎

Από τα παραπάνω γίνεται φανερό ότι μπορούν να βρεθούν διάφοροι τρόποι αναπαράστασης και κωδικοποίησης αριθμών ανάλογα με το (α) πόσες θέσεις διαθέτουμε και (β) πώς οργανώνουμε κάθε ακολουθία από 0 και 1 στις θέσεις αυτές. Για παράδειγμα, ας υποθέσουμε ότι έχουμε την ακολουθία 00100110. Τότε αυτή μπορεί να θεωρηθεί ως :

- (α) Ένας αριθμός, αναπαράσταση του αριθμού 38₍₂₎
- (β) Θεωρώντας δύο τετράδες ψηφίων, αναπαράσταση του αριθμού 26₍₁₆₎ κλπ.

Με παρόμοια λογική γίνεται και η κωδικοποίηση χαρακτήρων και μάλιστα με τρόπο ώστε να μην υπάρχει σύγχυση πότε πρόκειται για αναπαράσταση αριθμού και πότε πρόκειται για αναπαράσταση χαρακτήρα.

3.6 Πράξεις στα συστήματα αρίθμησης

Οι βασικές πράξεις στα διάφορα συστήματα αρίθμησης γίνονται ακριβώς όπως και στο δεκαδικό σύστημα. Ωστόσο χρειάζεται προσοχή στην **υπέρβαση** (κρατούμενα) όπου απαιτείται διαφορετικός χειρισμός ανάλογα με τη βάση του συστήματος. Πχ. η πρόσθεση του 7 και του 6 στο δεκαδικό γίνεται γράφοντας 3 και κρατώντας το 1, ενώ η ίδια πράξη πχ. στο εννεαδικό σύστημα γίνεται γράφοντας το 4 και κρατώντας το 1 (αφού το άθροισμα 13 αποτελείται από μία βάση $\beta=9$ και 4 μονάδες).

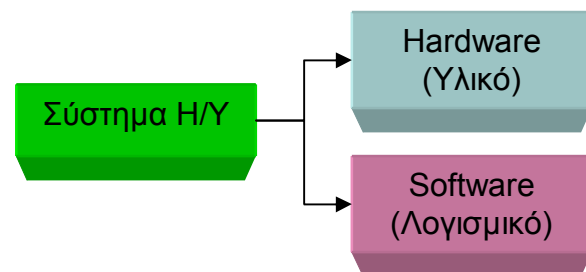
Συστήματα Ηλεκτρονικών Υπολογιστών

1. Σύστημα Η/Υ

Σύστημα Η/Υ θα λέμε το σύνολο του **Hardware** (υλικού) και **Software** (λογισμικού) τα οποία χρειάζονται για να έχουμε ένα ολοκληρωμένο Η/Υ που να μπορεί να λειτουργεί και να χρησιμοποιηθεί.

Ως hardware νοείται ως το σύνολο των μηχανικών, ηλεκτρικών και ηλεκτρολογικών τμημάτων του συστήματος, δηλαδή όλα τα υλικά μέρη και τα εξαρτήματα από τα οποία απαρτίζεται το σύστημα (πχ. οθόνη, πληκτρολόγιο, επεξεργαστής, καλωδιώσεις κλπ).

Ως software νοείται το σύνολο των προγραμμάτων, οδηγιών και δεδομένων με τα οποία εφοδιάζεται το σύστημα ώστε να λειτουργήσει. Το software είναι εκείνο που καθορίζει τον τρόπο λειτουργίας του συστήματος.



Λειτουργικά, το hardware περιλαμβάνει τις μονάδες ανταλλαγής πληροφοριών (εισόδου & εξόδου πληροφοριών), τις μονάδες επεξεργασίας πληροφοριών και τις μονάδες αποθήκευσης πληροφοριών.

Αντίστοιχα, το software περιλαμβάνει το λειτουργικό σύστημα (Operating System), ή εν γένει το λογισμικό συστήματος, τις γλώσσες προγραμματισμού (programming languages), τις εφαρμογές (applications) και τα δεδομένα (data).

2. Κατηγορίες Υπολογιστικών Συστημάτων.

Πολλές είναι οι κατηγοριοποιήσεις των υπολογιστικών συστημάτων, ανάλογα με το κριτήριο ταξινόμησης. Κριτήρια ταξινόμησης μπορεί να είναι η επεξεργαστική ισχύς, η τεχνολογία αναπαράστασης των πληροφοριών, ο σκοπός χρήσης, κ.α.

2.1 Ταξινόμηση με βάση την επεξεργαστική ισχύ:

Μέχρι τα τέλη της δεκαετίας του 1980, περίοδος κατά την οποία επικρατούσαν τα κεντρικοποιημένα συστήματα⁴, τα υπολογιστικά συστήματα διακρινόταν ανάλογα με την επεξεργαστική ισχύ τους σε τρεις κυρίως κατηγορίες, τους μεγάλους υπολογιστές (Main Frame), τους μεσαίους υπολογιστές (Mini) και τους μικρούς υπολογιστές (Micro). Οι τελευταίοι έγιναν γνωστοί και ως «προσωπικοί υπολογιστές» (PCs, Personal Computers) καθώς λόγω μικρού μεγέθους και του προσιτού κόστους μπορούσαν να χρησιμοποιούνται ως αυτοτελή συστήματα σε περιβάλλον γραφείου. Παράλληλα η ανάπτυξη προγραμμάτων γενικής χρήσης (πχ. κειμενογράφων κλπ.) όπως και προγραμμάτων κατάλληλων για μικρές επιχειρήσεις, (πχ. προγράμματα εμπορικής διαχείρισης, αυτοματισμών κλπ.) συνέβαλλαν στην ταχύτερη διάδοσή των micro υπολογιστών, εξυπηρετώντας και διευκολύνοντας την καθημερινότητα του μέσου ανθρώπου. Ωστόσο, η ταξινόμηση αυτή έχει ήδη ξεπεραστεί από τις αρχές του 2000 καθώς τα όρια των κατηγοριών αυτών λόγω της εξέλιξης τόσο της τεχνολογίας είναι πλέον ασαφή, ενώ παράλληλα η φιλοσοφία των κεντρικοποιημένων συστημάτων άρχισε να χάνει έδαφος.

Με την ευρεία χρήση των μικροϋπολογιστών, και την παράλληλη ανάπτυξη και διάδοση πλήθους εφαρμογών που έκαναν τους μικροϋπολογιστές ένα εύχρηστο καθημερινό εργαλείο δουλειάς, το τοπίο άρχισε να αλλάζει ταχύτατα. Οι υπολογιστές άρχισαν να διεισδύουν παντού, και να γίνονται ένα καθημερινό εργαλείο δουλειάς. Σήμερα οι προσωπικοί υπολογιστές έχουν ήδη επεξεργαστική ισχύ, και δυνατότητα αποθήκευσης πληροφοριών, υπερπολλαπλάσιες από εκείνες των προκατόχων τους.

Το θέμα της διαχείρισης αλλά και της διαρκούς βελτίωσης της επεξεργαστικής ισχύος και της αποθηκευτικής δυνατότητας των υπολογιστικών συστημάτων απασχόλησαν ιδιαίτερα τόσο τις επιχειρήσεις, όσο και την επιστημονική κοινότητα. Έτσι από τα κεντρικοποιημένα συστήματα, περάσαμε στα δίκτυα υπολογιστών, τα οποία αντικατέστησαν την λογική των κεντρικοποιημένων συστημάτων, στα καταναμημένα συστήματα και στο Cloud Computing, (υπολογιστικό νέφος) το οποίο εμφανίστηκε στις αρχές του 2010.

Ως **Cloud Computing** εννοείται χρήση υπολογιστικών πόρων (hardware και software) οι οποίοι παρέχονται ως υπηρεσία μέσω δικτύου (τυπικά του Internet). Το Cloud Computing προϋποθέτει την εμπιστευτική διαχείριση και επεξεργασία δεδομένων και λογισμικού του χρήστη μέσω απομακρυσμένων υπηρεσιών, δηλ. αναφέρεται στην χρήση υπολογιστικής ισχύος, αποθηκευτικών μέσων αλλά και υπηρεσιών που νοούνται ως ένα «σύννεφο» γεωγραφικά απόμακρων δικτύων. Αντί να έχει πχ. κάποια επιχείρηση τα δικά της υπολογιστικά συστήματα, οργανωμένα σε τοπικό δίκτυο, ή να συντηρεί δικό της υπολογιστικό κέντρο, με servers, αποθηκευτικά μέσα, εξειδικευμένο προσωπικό για την υποστήριξη και συντήρηση των συστημάτων αυτών, θα μπορεί να

⁴ Δηλ. η επεξεργασία και αποθήκευση δεδομένων γίνονται σε ένα «κεντρικό» υπολογιστή, ενώ οι διάφοροι χρήστες συνδέονται με τον υπολογιστή αυτό μέσω τερματικών σταθμών που αποτελούντο από οθόνη και πληκτρολόγιο. Μεταγενέστερα, με τα συστήματα Client-Server τμήμα της επεξεργασίας γινόταν στους τερματικούς σταθμούς.

μισθώνει από κάποια κέντρα την χρήση συγκεκριμένων προγραμμάτων, κατάλληλων για τις ανάγκες της και να κάνει χρήση μέσω δικτύου. Αν και υπάρχουν ζητήματα ως προς τα θέματα ασφάλειας και απορρήτου στην διαχείριση των δεδομένων, η λογική του cloud computing φαίνεται ως καινοτόμα ιδέα, και εκτιμάται ότι θα κατακτήσει έδαφος μεταξύ επιχειρήσεων. Τα σημαντικότερα οφέλη από το Cloud Computing είναι ότι σε μεγάλα κέντρα δεδομένων προσφέρεται μεγαλύτερη οικονομία κλίμακας, φθηνότερη υπολογιστική ισχύς και ευελιξία τρόπων πληρωμής υπό την έννοια ότι πληρώνεται η υπηρεσία που χρησιμοποιείται και μόνο, δίχως να χρειάζεται η προμήθεια και συντήρηση ολόκληρων υπολογιστικών συστημάτων, ενώ σημαντική είναι και η μείωση στην κατανάλωση ενέργειας. Λαμβάνοντας επιπροσθέτως υπόψη τον σχετικά σύντομο χρόνο απαξίωσης του hardware, το μεγάλο κόστος του εξειδικευμένου προσωπικού υποστήριξης, όπως και τις μεταβολές των επιχειρησιακών απαιτήσεων των επιχειρήσεων, που συνεπάγονται διαρκείς αλλαγές στις εφαρμογές, το Cloud Computing μπορεί να συμβάλλει σημαντικά στον περιορισμό του λειτουργικού κόστους των επιχειρήσεων. Το ανάλογο του Cloud Computing θα μπορούσε να γίνει περισσότερο κατανοητό με το παράδειγμα του ηλεκτρικού ρεύματος, όπου δεν χρειάζεται να διαθέτει κάποιος την πηγή (γεννήτρια) ηλεκτρικής ενέργειας, αλλά από ένα δίκτυο διανομής κάνει όση χρήση ενέργειας απαιτείται για τις ανάγκες του.

2.2 Ταξινόμηση με βάση τον τρόπο αναπαράστασης των πληροφοριών:

Με βάση τον τρόπο αναπαράστασης και αποθήκευσης των πληροφοριών σε ένα υπολογιστικό σύστημα, διακρίνονται οι εξής κατηγορίες :

1. **Αναλογικοί Η/Υ** : Παριστάνουν τα στοιχεία με βάση διαφορετικές ενδιάμεσες τιμές ρεύματος μεταξύ μίας μέγιστης και μίας ελάχιστης τιμής, βασίζονται δηλ. στην μεταβολή της τάσης ή της έντασης του ηλεκτρικού ρεύματος. Η τεχνολογία αυτή χρησιμοποιήθηκε στα πρώτα υπολογιστικά συστήματα, και τείνει να εκλείψει.
2. **Ψηφιακοί Η/Υ** : Παριστάνουν κάθε στοιχείο ως ακολουθίες ψηφιακών ηλεκτρικών σημάτων. Ένα ψηφιακό σήμα βασίζεται σε δύο επιτρεπτές τιμές ρεύματος, που για λόγους ευκολίας παριστάνουμε με τις τιμές 0 και 1. Το 0 πχ. αντιστοιχεί στην κατάσταση «ο αγωγός σε μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή δεν διαρρέεται από ρεύμα» ενώ το 1 αντιστοιχεί στην κατάσταση «ο αγωγός σε μια συγκεκριμένη χρονική στιγμή διαρρέεται από ρεύμα». Το δυαδικό σύστημα αρίθμησης το οποίο περιλαμβάνει μόνο τα δύο αυτά στοιχεία (δηλ. το 0 και το 1) προσφέρεται για την αναπαράσταση, κατανόηση και μελέτη των ψηφιακών σημάτων και κατ'επέκταση την ψηφιακή αναπαράσταση στοιχείων. Στην κατηγορία αυτή ανήκει η συντριπτική πλειοψηφία των σύγχρονων συστημάτων.
3. **Υβριδικοί Η/Υ** : Είναι συστήματα «μικτής τεχνολογίας» στα οποία κάποια τμήματα του συστήματος λειτουργούν με ψηφιακά σήματα ενώ

κάποια άλλα με αναλογικά σήματα. Αυτό γίνεται, προκειμένου να συνδυαστούν τα πλεονεκτήματα και των δύο πρώτων τύπων συστημάτων.

2.3 Ταξινόμηση με βάση τον σκοπό χρήσης.

Ανάλογα με τον σκοπό χρήσης τα υπολογιστικά συστήματα διακρίνονται σε εξειδικευμένης χρήσης ή γενικής χρήσης. Τα συστήματα γενικής χρήσης είναι υπολογιστές που μπορούν να δεχθούν διάφορα προγράμματα για να καλύψουν πχ. τις ανάγκες αυτοματοποίησης γραφείου, καταστημάτων, επιχειρήσεων, κλπ. έχουν μεγάλες δυνατότητες επικοινωνίας με άλλα συστήματα ή ανοικτή αρχιτεκτονική ώστε να δέχονται επεκτάσεις κλπ. Τα συστήματα εξειδικευμένης χρήσης είναι υπολογιστές κλειστής αρχιτεκτονικής που είναι δηλ. κατασκευασμένοι για μία συγκεκριμένη χρήση. Τέτοια συστήματα πχ. είναι τα ρομποτικά συστήματα.

3. Δυαδικά ψηφία και μονάδες μέτρησης μνήμης.

Για να μετρήσουμε την ποσότητα των δεδομένων ή των πληροφοριών που διακινούνται, αποθηκεύονται ή εν γένει επεξεργαζόμαστε σε ένα υπολογιστικό σύστημα, χρησιμοποιείται ως βασική μονάδα η έννοια του δυαδικού ψηφίου ή **bit** (**b**inary **d**igit). Το ένα bit αντιπροσωπεύει ένα από τα δύο δυαδικά ψηφία, το 0 ή το 1, ενώ μια σειρά (συνδυασμός) από 8 bits ονομάζεται **byte** και χρησιμοποιείται συνήθως⁵ για την αναπαράσταση ενός χαρακτήρα (πχ. γραμμάτων αριθμών, συμβόλων κλπ). Με bits, bytes και τα πολλαπλάσιά τους, μετράται συνεπώς και η χωρητικότητα της μνήμης κάθε υπολογιστικού συστήματος, που ως μονάδα μέτρησης ορίζεται ως εξής:

Ορισμός : Ένα bit είναι η ελάχιστη μονάδα μνήμης που απαιτείται για να αποθηκευτεί ένα δυαδικό ψηφίο⁶ στην μνήμη ενός υπολογιστή.

Πολλαπλάσια του 1 bit τα οποία χρησιμοποιούνται στην πράξη για να εκφράσουμε την χωρητικότητα κάποιου μέσου αποθήκευσης πληροφοριών είναι :

a) 1 Byte	= 8 bits	(μπάιτ = 1 χαρακτήρας)
b) 1 Kbyte (KB)	= 2 ¹⁰ bytes = 1024 bytes	(κιλομπάιτ)
c) 1 Mbyte (MB)	= 2 ¹⁰ Kb = 2 ²⁰ bytes	(μεγαμπάιτ)
d) 1 Gbyte (GB)	= 2 ¹⁰ Mb = 2 ³⁰ bytes	(γιγαμπάιτ)
e) 1 Tbyte (TB)	= 2 ¹⁰ Gb = 2 ⁴⁰ bytes	(τεραμπάιτ)
f) 1 Pbyte (PB)	= 2 ¹⁰ Tb = 2 ⁵⁰ bytes	(πενταππάιτ)
g) 1 Ebyte (EB)	= 2 ¹⁰ Eb = 2 ⁶⁰ bytes	(εξαμπάιτ)

⁵ Αργότερα θα εξηγήσουμε ότι, για την αναπαράσταση χαρακτήρων στην κύρια μνήμη ενός υπολογιστικού συστήματος, ως byte μπορεί να θεωρείται και μια σειρά από πολλαπλάσια οκτάδων bits. Στα αποθηκευτικά μέσα ωστόσο, για την αναπαράσταση ενός χαρακτήρα χρησιμοποιείται το ένα byte, αποτελούμενο από 8 bits.

⁶ Εμφανώς πρόκειται για «φραστικό συμβολισμό». Στην μνήμη του υπολογιστή δεν αποθηκεύονται δυαδικά ψηφία. Τα δυαδικά ψηφία εξυπηρετούν τον συμβολισμό των δύο καταστάσεων (1=παρνα ρεύμα, 0=δεν περνά ρεύμα) που με χρήση της τεχνολογίας μπορούμε και αποτυπώνουμε σε κάθε στοιχειώδη ποσότητα μνήμης.

Παρατήρηση :

Τα προθέματα μονάδων (K) Kilo, (M) Mega, (G) Giga κλπ. στην ψηφιακή αναπαράσταση, χρησιμοποιούνται «καταχρηστικά» με τα ίδια ονόματα και σύμβολα που χρησιμοποιούνται στην γενική φυσική. Όμως, όπως στην πληροφορική αντιπροσωπεύουν δυνάμεις του **δύο**, και όχι όπως στην Φυσική δυνάμεις του **δέκα** όπου όπως είναι γνωστό π.χ. 1 Kilo= 10^3 κλπ.

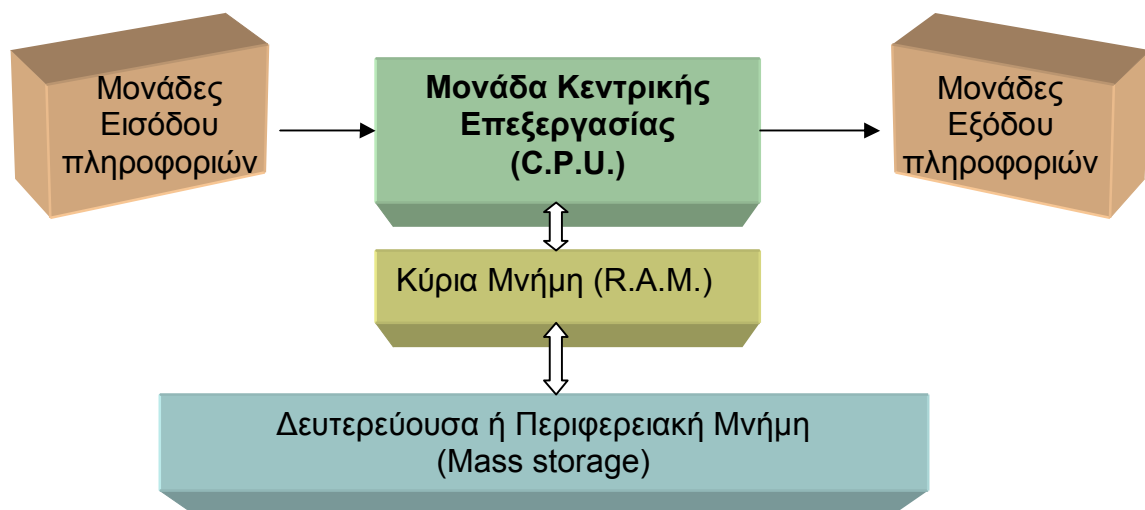
Για ευκολία και με λίγο λάθος, προκειμένου να έχουμε μια εκτίμηση της τάξης μεγέθους δίχως να κάνουμε πράξεις, μπορούμε **όποτε δεν απαιτείται ακρίβεια** να σκεπτόμαστε το αντίστοιχο μέγεθος από την φυσική. Έτσι π.χ. το ένα Mb μπορούμε να πούμε ότι εκφράζει τάξη μεγέθους (δηλ. περίπου) ενός εκατομμυρίου χαρακτήρων, το ένα Tb εκφράζει τάξη μεγέθους ενός τρισεκατομμυρίου χαρακτήρων κοκ. Αν απαιτείται ακρίβεια ωστόσο, θα ξέρουμε ότι $1 \text{ Gb} = 2^{30} \text{ bytes} = 1024 \times 1024 \times 1024 \text{ bytes} = 1.073.741.824 \text{ bytes}$ κλπ.

4. Hardware (Υλικό)

Για την σχεδίαση και αναπαράσταση των τμημάτων του hardware των υπολογιστικών συστημάτων, με βάση τα λειτουργικά τους χαρακτηριστικά χρησιμοποιείται η αρχιτεκτονική Von Neumann.

4.1 Η αρχιτεκτονική Von Neumann

Το υλικό ενός συστήματος αποτελείται από τα παρακάτω στοιχειώδη μέρη :



4.2 Μονάδες εισόδου:

Διαβάζουν τα δεδομένα σε μια καθορισμένη μορφή, τα μετατρέπουν (κωδικοποιούν) σε ηλεκτρικούς παλμούς, και τα μεταδίδουν στην CPU.

Συνηθισμένες μονάδες εισόδου πληροφοριών είναι :

1. Αναγνώστης καρτών (Card reader)
2. Αναγνώστης διάτρητης χαρτοταινίας (punched paper tape)
3. Αναγνώστης μικροφίλμ για υπολογιστή. (φωτογρ. μέθοδος)
4. Οθόνη
5. Οδηγός μαγνητικής ταινίας (Magnetic tape drive)
6. Οδηγός μαγνητικού δίσκου (Disk Drive)
7. Οδηγός CD-ROM και οδηγός DVD-ROM
8. Ποντίκι (mouse)
9. Πληκτρολόγιο
10. Τερματικό (Terminal)
11. Οπτικός αναγνώστης (scanner)
12. Μικρόφωνο
13. Ψηφιακή κάμερα
14. Ιχνόσφαιρα (trackball)
15. Χειριστήρια λαβή (joystick)

Τα τεχνικά χαρακτηριστικά των πλέον αντιπροσωπευτικών μονάδων εισόδου έχουν ως εξής :

Η οθόνη αφής (touch screen) είναι ταυτόχρονα συσκευή εισόδου και εξόδου πληροφοριών, καθώς επιτρέπει στον χρήστη να δίδει εντολές στον υπολογιστή, πατώντας σε διάφορα σημεία της επιφάνειας της οθόνης. Η οθόνη αφής μετατρέπει σε ηλεκτρικούς παλμούς κάθε αντίδραση του χρήστη, που αντιστοιχούν σε προκαθορισμένες σε εντολές εισόδου, ενώ ταυτόχρονα η οθόνη λειτουργεί ως κοινή συσκευή εξόδου. Τα υπόλοιπα τεχνικά χαρακτηριστικά των οθονών αφής είναι τα ίδια όπως σε κάθε τύπο οθόνης (βλ. παρακάτω, συσκευές εξόδου πληροφοριών).

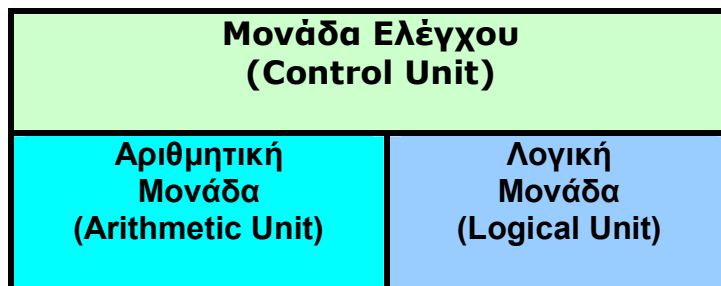
4.3 Μονάδα Κεντρικής Επεξεργασίας (CPU):

Είναι ο «εγκέφαλος» του συστήματος και συχνά λέγεται και «επεξεργαστής». Επεξεργάζεται τις πληροφορίες που έχουν κωδικοποιηθεί με μορφή ηλεκτρικών σημάτων ακολουθώντας τις «οδηγίες» που της δίνει το λογισμικό. Ελέγχει όλες τις λειτουργίες του συστήματος και παρέχει στοιχειώδη (προσωρινή) μνήμη κατά τη φάση λειτουργίας. Κατευθύνεται πλήρως από το λογισμικό ως προς τον έλεγχο και τον τρόπο λειτουργίας της. Το αποτέλεσμα

της επεξεργασίας των ηλεκτρικών παλμών που γίνεται στην Μονάδα Κεντρικής Επεξεργασίας, προωθείται στις μονάδες εξόδου ή στις μονάδες δευτερεύουσας μνήμης.

Κατασκευαστικά η CPU σε ένα μικροϋπολογιστή για παράδειγμα, είναι ένα ειδικό ηλεκτρονικό ολοκληρωμένο κύκλωμα υψηλής πυκνότητας, με μέγεθος μερικών τετραγωνικών εκατοστών, που ενσωματώνει λειτουργίες μερικών εκατομμυρίων ημιαγωγών (τρανζίστορς).

Λειτουργικά, η Μονάδα Κεντρικής Επεξεργασίας, αποτελείται από την Μονάδα Ελέγχου, την Αριθμητική Μονάδα και την Λογική Μονάδα.



Μονάδα ελέγχου (CU) : Είναι η μονάδα της CPU που ελέγχει όλες τις λειτουργίες του Η/Υ. Ένα ειδικό πρόγραμμα που λέγεται "εποπτεύον" πρόγραμμα (supervisor) είναι υπεύθυνο για τον έλεγχο των λειτουργιών του συστήματος.

Αριθμητική - λογική μονάδα (ALU) : Είναι το τμήμα της CPU όπου εκτελούνται όλες οι γνωστές αριθμητικές και λογικές πράξεις. Πχ. προσθέσεις, αφαιρέσεις, συγκρίσεις κλπ.

4.3.1 Λειτουργίες της Μονάδας Κεντρικής Επεξεργασίας:

Η Μονάδα Κεντρικής Επεξεργασίας, κάνει τις ακόλουθες λειτουργίες :

- | | | |
|--|---|-------------|
| <ol style="list-style-type: none"> 1) Λειτουργίες εισόδου 2) Μεταφοράς δεδομένων 3) Εκτέλεσης αριθμητικών πράξεων 4) Εκτέλεση λογικών πράξεων 5) Λειτουργίες εξόδου | } | Επεξεργασία |
|--|---|-------------|

Λειτουργίες εισόδου : Κατά τις λειτουργίες εισόδου πληροφοριών, δύο πράγματα συμβαίνουν: Ανάγνωση των δεδομένων από ένα μέσο εισόδου, και μετάδοση των δεδομένων από το μέσο σε μια περιοχή εισόδου της CPU.

Διαδικασίες επεξεργασίας : Κατά τις διαδικασίες επεξεργασίας, συμβαίνουν τα εξής: Μεταφορά δεδομένων, αριθμητικές και λογικές πράξεις. Αυτές είναι και οι μόνες λειτουργίες που μπορεί να εκτελέσει ένας Η/Υ.

Λειτουργίες εξόδου : Κατά τις λειτουργίες εξόδου πληροφοριών, επεξεργασμένες πληροφορίες μεταδίδονται από μια περιοχή εξόδου της CPU σε κάποιο μέσο εξόδου, και καταγράφονται ή παρουσιάζονται από το μέσο εξόδου.

Κάθε πρόγραμμα μέσα στη CPU, ενεργεί ως εξής :

1. Παρέχει οδηγίες "εισόδου" καθορίζοντας τον τρόπο πού θα διαβαστούν τα δεδομένα, από πού θα διαβαστούν, με ποιά μορφή, πόσα κλπ.
2. Παρέχει οδηγίες που θα εφαρμοστούν στα δεδομένα εισόδου και θα τύχουν επεξεργασίας, δηλ. παρέχει τον τρόπο επεξεργασίας των δεδομένων, ώστε αυτά να μετατραπούν σε δεδομένα εξόδου.
3. Παρέχει οδηγίες εξόδου των δεδομένων, δηλ με ποιά μορφή θα εμφανιστούν, η θα αποταμιευτούν, σε ποιο μέσο (Πχ. στην οθόνη, τον εκτυπωτή) κλπ.

4.4 Μονάδες εξόδου:

Μετατρέπουν (αποκωδικοποιούν) τους ηλεκτρικούς παλμούς που λαμβάνουν από την Μονάδα Κεντρικής Επεξεργασίας σε δεδομένα και τα παρουσιάζουν στον χρήστη με την κατάλληλη κατανοητή μορφή.

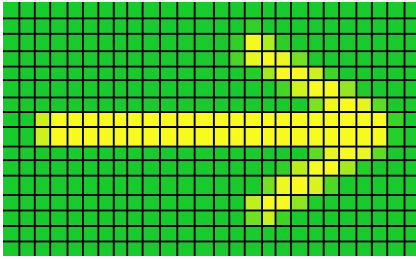
Συνηθισμένες μονάδες εξόδου πληροφοριών είναι :

1. Διατρητική μηχανή καρτών.
2. Οθόνη
3. Εκτυπωτής.
4. Οδηγός μαγνητικής ταινίας.
5. Οδηγός μαγνητικού δίσκου.
6. Διατρητική μηχανή χαρτοταινίας.
7. Τερματικό.
8. Plotter.

4.4.1 Οθόνη

Η γενική αρχή αναπαράστασης χαρακτήρων και σχημάτων στην οθόνη βασίζεται στα pixels (picture elements) ή εικονοστοιχεία. Ένα pixel είναι το πιο μικρό ανεξάρτητο στοιχείο μιάς οθόνης στο οποίο μπορούμε να απευθυνθούμε.

Η επιφάνεια αναπαράστασης της οθόνης αποτελείται από ένα πίνακα (πλέγμα) από χιλιάδες ή και εκατομμύρια pixels. Όσο περισσότερα pixels έχει μια οθόνη, τόσο καλλίτερη εικόνα παράγει. Στις έγχρωμες οθόνες κάθε pixel



26

16

μπορεί να έχει ένα μόνο χρώμα σε κάθε χρονική στιγμή. Ωστόσο το συνολικό οπτικό αποτέλεσμα στην επιφάνεια της οθόνης προκύπτει από την ταυτόχρονη προβολή πολλών διαφορετικών επιπέδων σκίασης και αποχρώσεων γειτονικών pixels. Το πλήθος των διαφορετικών χρωμάτων (αποχρώσεων) που μπορεί να εμφανίσει ένα pixel είναι ανάλογο με το πλήθος των bits που χρησιμοποιούνται κατασκευαστικά στο pixel

αυτό. Έτσι πχ. ένα pixel με 8 bits, μπορεί να εμφανίσει $2^8 = 256$ χρώματα. Όσο περισσότερα bits αντιστοιχούν σε κάθε bit, τόσο περισσότερο «απαλό» και ευκρινές είναι το οπτικό αποτέλεσμα στα όρια του περιγράμματος ή της αλλαγής χρώματος κάθε εικόνας. Οθόνες που χρησιμοποιούν για παράδειγμα pixels με 32 bit βάθος χρώματος, έχουν ιδιαίτερα καλό οπτικό αποτέλεσμα και δεν είναι εφικτό να γίνει ο διαχωρισμός των χρωμάτων με γυμνό μάτι στα όρια του περιγράμματος ενός σχήματος. Το πλήθος pixels μιάς οθόνης συνήθως μετριέται με το γινόμενο των pixels κατά τον οριζόντιο και κατακόρυφο άξονα της οθόνης. Έτσι πχ. λέμε ότι μια οθόνη έχει $640 \times 480 = 307.200$ pixels ή 0,3 Megapixels. Για την

4.4.1.2 Τύποι οθόνης :

Υπάρχουν διάφοροι τύποι οθόνης. Ανάλογα με τον τύπο της επιφάνειας προβολής, χωρίζονται σε δύο κατηγορίες :

- α) Οθόνες καθοδικού σωλήνα (CRT – Cathode Ray Tube) και
- β) Επίπεδες Οθόνες (flat screens).

Οι επίπεδες οθόνες, διακρίνονται σε :

- α) Οθόνες υγρών κρυστάλλων (Liquid crystal display) και
- β) Οθόνες πλάσματος (plasma panel)
- γ) Οθόνες ηλεκτροφθορισμού (electroluminescent panel).

4.4.1.3 Τεχνικά χαρακτηριστικά οθονών

Κύρια τεχνικά χαρακτηριστικά των οθονών είναι :

- **Τεχνολογία κατασκευής.** Δηλαδή αν είναι CRT, LCD κλπ.
- **Μέγεθος.** Μετριέται με βάση το μέγεθος μιας διαγωνίου, και εκφράζεται σε ίντσες (inch). Για εφαρμογές γραφείου συνηθίζεται πλέον η χρήση οθονών 17', ενώ για επεξεργασία γραφικών μεγαλύτερα μεγέθη.
- **Ανάλυση της εικόνας (resolution).** Εκφράζει τον μέγιστο αριθμό pixels που μπορεί να απεικονίσει η οθόνη και μετριέται σε dpi (dots per inch). Μετριέται ως γινόμενο δύο διαστάσεων (οριζόντια X κατακόρυφη). Για παράδειγμα η ανάλυση 1280X1024 pixels δηλώνει 1280 pixels ως προς την οριζόντια διάταξη και 1024 pixels ως προς την κατακόρυφη διάσταση.
- **Συχνότητα ανανέωσης.** Αντιπροσωπεύει τον ρυθμό με τον οποίο ενεργοποιούνται και απενεργοποιούνται τα pixels και εκφράζεται σε

μεγάκυκλους (MHz). Καλό οπτικό αποτέλεσμα υπάρχει αν η συχνότητα ανανέωσης είναι σε τιμές άνω των 70-75 MHz.

- **Απόσταση pixels.** Όσο η απόσταση μεταξύ των pixels είναι μικρότερη, τόσο η καλύτερο οπτικό αποτέλεσμα (ευκρίνεια) επιτυγχάνεται. Η απόσταση αυτή είναι της τάξης μερικών δεκάτων του χιλιοστού του μέτρου.
- **Βάθος χρώματος (color depth).** Εκφράζει το πλήθος των διαφορετικών χρωμάτων (αποχρώσεων) που μπορούν να παρασταθούν με κάθε pixel. Ειδικότερα για την προβολή των χρωμάτων, μια συνηθισμένη τεχνική είναι να παράγονται από τα τρία βασικά χρώματα Κόκκινο-Πράσινο-Μπλέ (R-G-B, Red-Green-Blue). Σε κάθε bit της οθόνης διατίθενται συνολικά 24 bit, 8 bits δηλαδή για κάθε βασικό χρώμα. Έτσι, κάθε bit μπορεί να δημιουργήσει $2^8=256$ αποχρώσεις καθενός από τα τρία βασικά χρώματα R-G-B σε κάθε pixel, δηλαδή κάθε pixel συνολικά μπορεί να δημιουργήσει $256 \times 256 \times 256 = 16.777.216$ (περίπου 16,5 Mb) συνδυασμούς αποχρώσεων των τριών βασικών χρωμάτων.
- **Εκπεμπόμενη ακτινοβολία.** Οι πρώτες οθόνες που κατασκευάστηκαν όπως και οι οθόνες CRT είχαν το μειονέκτημα της εκπομπής βλαπτικής ακτινοβολίας για τον άνθρωπο (το ίδιο ισχύει και για τις συσκευές τηλεόρασης). Τα τελευταία χρόνια έχουν θεσπιστεί πρότυπα χαμηλής εκπομπής ακτινοβολίας, ενώ έχει καθιερωθεί η υποχρεωτική αναγραφή, συμμόρφωση και πιστοποίηση με κάποιο πρότυπο. Συνηθισμένα πρότυπα χαμηλής εκπομπής ακτινοβολίας είναι τα TCO 92/95/99, MPRII, ELF&VLF.
- **Προβλεπόμενος χρόνος ζωής.** Κάθε οθόνη ανάλογα με τον τύπο τεχνολογίας της έχει κάποια προβλεπόμενη διάρκεια ζωής. Οθόνες τεχνολογίας CRT έχουν συνήθως 20.000 ώρες χρόνο ζωής, οθόνες υγρών κρυστάλλων όπως και οθόνες πλάσματος έχουν περίπου 50.000 ώρες χρόνο ζωής κλπ.

4.4.2. Εκτυπωτές

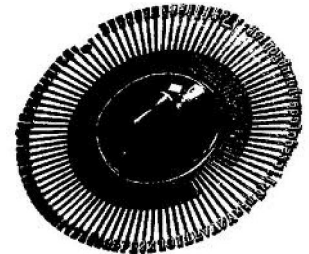
Οι εκτυπωτές χρησιμοποιούνται για την αποτύπωση πληροφοριών σε χαρτί, διαφάνειες, ταινίες και άλλα μέσα. Ανάλογα με την μέθοδο εκτύπωσης διακρίνονται σε κρουστικούς εκτυπωτές, και εκτυπωτές συνεχούς γραφής. Συνηθισμένη μονάδα σύγκρισης για τους κρουστικούς εκτυπωτές είναι η ταχύτητα εκτύπωσης που μετριέται σε cps (characters per second δηλ. χαρακτήρες ανά δευτερόλεπτο) ή cpl (characters per line – χαρακτήρες ανά γραμμή) κ.α. Για τους εκτυπωτές συνεχούς γραφής, συνηθισμένη μονάδα σύγκρισης είναι η ποιότητα εκτύπωσης που μετριέται σε dps (dots per inch – κουκίδες ανά τετραγωνική ίντσα) και η ταχύτητα εκτύπωσης που μετριέται σε ppm (pages per minute – σελίδες ανά λεπτό). Ένα άλλο χαρακτηριστικό των εκτυπωτών είναι το μέγεθος και το είδος του υλικού στο οποίο μπορούν να εκτυπώσουν (πχ. χαρτί A4, A3, φάκελοι, διαφάνειες, ύφασμα κλπ) καθώς και η δυνατότητα έγχρωμων εκτυπώσεων.

4.4.2.1 Κρουστικοί εκτυπωτές (impact printers)

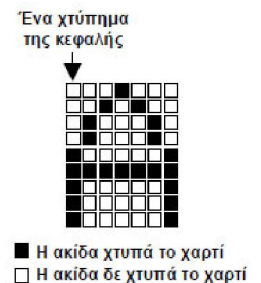
Υπάρχουν δύο τύποι κρουστικών εκτυπωτών:

α) Εκτυπωτές μαργαρίτας: Πρόκειται για παλαιού τύπου εκτυπωτές, που δεν χρησιμοποιούνται πλέον. Οι εκτυπωτές αυτοί, δούλευαν περίπου όπως οι γραφομηχανές, δηλ. διέθεταν μία κεφαλή (μαργαρίτα) με ανάγλυφο το αποτύπωμα κάθε γράμματος. Η κεφαλή ενεργοποιείτο από τον υπολογιστή, και κτυπούσε κάθε φορά με το επιθυμητό γράμμα πάνω σε μια μελανοταινία, πίσω από τον οποία τοποθετείτο το χαρτί, το οποίο προωθείτο από ένα κύλινδρο. Σε κάθε κτύπημα της μελανοταινίας αποτυπωνόταν το ίχνος του αντίστοιχου χαρακτήρα πάνω στο χαρτί.

Οι εκτυπωτές αυτοί ήταν θορυβώδεις, είχαν κατά κανόνα μέτρια ταχύτητα, αλλά είχαν εξαιρετική ποιότητα εκτύπωσης. Το μεγάλο τους μειονέκτημα ήταν ότι μπορούσαν να εκτυπώσουν μόνο τους προκαθορισμένους χαρακτήρες που υπήρχαν πάνω στην μαργαρίτα από τον κατασκευαστή, δίχως δυνατότητες διαφορετικών χαρακτηριστικών, όπως πχ. έντονα γράμματα, πλάγια, άλλες γραμματοσειρές, χρώματα κλπ.



β) Κρουστικοί εκτυπωτές πίνακα (dot matrix printers): Στους κρουστικούς εκτυπωτές υπάρχει μία κεφαλή, η οποία διαθέτει ένα πίνακα από ανεξάρτητες ακίδες, τοποθετημένες η μία πολύ κοντά στην άλλη, οι οποίες μπορούν να κινηθούν ανεξάρτητα ως έμβολα (συνήθως 9, 18 ή 24 ακίδων). Για να εκτυπωθεί ένας χαρακτήρας, ενεργοποιούνται οι κατάλληλες ακίδες, οι οποίες σχηματίζουν το περίγραμμα του επιθυμητού χαρακτήρα. Κάθε ακίδα, κτυπά με δύναμη πάνω στην μελανοταινία, οπότε το ίχνος της ακίδας να αποτυπώνεται πάνω στο χαρτί. Οι εκτυπωτές αυτού του τύπου κυριάρχησαν πολλά χρόνια στην αγορά, καθώς έχουν προσιτό κόστος αγοράς, και φθηνά αναλώσιμα, λειτουργούν με ειδικού τύπου συνεχόμενο χαρτί, ενώ το μεγαλύτερο τους πλεονέκτημα είναι ότι λόγω του κτυπήματος των ακίδων πάνω στο χαρτί, έχουν ευρύτατη εφαρμογή σε λογιστικές εφαρμογές, ή όπου είναι απαραίτητη η ταυτόχρονη έκδοση πολλών αντιγράφων. Στην περίπτωση αυτή τροφοδοτούνται με ειδικό χαρτί το οποίο αποτελείται από τα απαραίτητα φύλλα 2, 3 ή και 4, ενώ στην πίσω όψη κάθε φύλλου υπάρχει επένδυση με καρμπόν, για την αποτύπωση των χαρακτήρων στο επόμενο φύλλο κ.ο.κ.

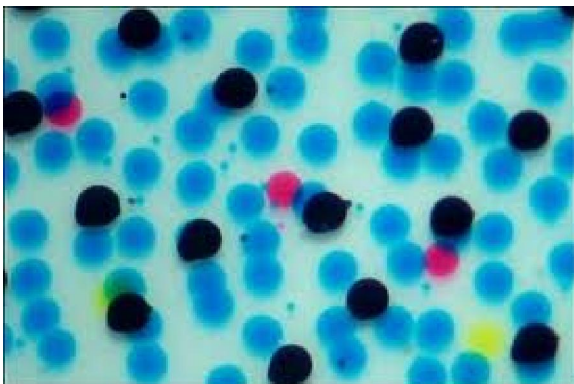


Το σημαντικό μειονέκτημα είναι το επίπεδο θορύβου, και η χαμηλή ποιότητα εκτύπωσης, καθώς κάθε χαρακτήρας δεν έχει συνεχόμενη υφή αφού σχηματίζεται από ένα πλήθος κουκίδων. Σε ορισμένους από αυτούς υπάρχουν μικροβελτιώσεις της ποιότητας εκτύπωσης (πχ. με διπλό κτύπημα κάθε ακίδας είτε στην ίδια θέση, είτε με πολύ ελαφρά μετατόπιση της ακίδας ώστε να «γεμίζουν» τα ενδιάμεσα κενά μεταξύ δύο κτυπημάτων) ωστόσο αυτές οι τεχνικές επιβαρύνουν την ταχύτητα εκτύπωσης, ενώ η ποιότητα εκτύπωσης δεν έφτασε ποτέ την ποιότητα της συνεχόμενης γραφής. Τέλος, επειδή και η κατηγορία αυτή χρησιμοποιεί μελανοταινία, η έγχρωμη εκτύπωση δεν είναι εφικτή. Κάποιοι εκτυπωτές ωστόσο μπορούν να δεχθούν δίχρωμες μελανοταινίες (μαύρο – κόκκινο).

4.4.2.2 Μη κρουστικοί εκτυπωτές (non impact printers)

Στην κατηγορία αυτή ανήκουν οι εκτυπωτές Ink Jet (έγχυσης μελάνης), οι εκτυπωτές Laser. Μεταξύ άλλων, ένα βασικό πλεονέκτημα της κατηγορίας αυτής είναι η δυνατότητα έγχρωμων εκτυπώσεων. Το έγχρωμο αποτέλεσμα δημιουργείται με την ίδια περίπου λογική που γίνεται στις οθόνες. Ειδικές κεφαλές ελευθερώνουν μελάνι από βασικά χρώματα πάνω στο χαρτί, σε πάρα πολύ μικρές ποσότητες. Το συνολικό οπτικό αποτέλεσμα σε ένα σημείο του χαρτιού προκύπτει από την εγγύτητα των θέσεων γειτονικών διαφορετικών αποχρώσεων.

α) Εκτυπωτές έγχυσης μελάνης (Ink Jet). Στην κεφαλή αυτών των εκτυπωτών υπάρχουν ειδικά ακροφύσια (μικροσωληνώσεις περίπου 30 μm δηλ. σε μέγεθος τρίχας), τα οποία ελευθερώνουν την μελάνη πάνω στην επιφάνεια του χαρτιού, παράγοντας με αυτό τον τρόπο την εκτύπωση. Η μελάνη, τοποθετείται στον εκτυπωτή σε ειδικά φιαλίδια, που μπορεί να είναι τέσσερα ή περισσότερα (στο εμπόριο υπάρχουν εκτυπωτές με οκτώ διαφορετικά φιαλίδια μελάνης), για το μαύρο και τα βασικά χρώματα σύνθεσης (CMY, κυανό – ματζέντα – κίτρινο). Η δημιουργία μιας μεγάλης ποικιλίας χρωμάτων και αποχρώσεων γίνεται συνδυάζοντας τα τρία αυτά βασικά χρώματα με διάφορες τεχνικές. Πχ. μια κουκίδα ματζέντα και μια κουκίδα κίτρινο παράγουν κόκκινο, μια κουκίδα ματζέντα και δυο κουκίδες κίτρινου δημιουργούν το πορτοκαλί χρώμα κλπ. Σημειώνεται ότι τα βασικά χρώματα δεν αναμειγνύονται (όπως πχ. κάνει ένας ζωγράφος) για να παράγουν το επιθυμητό χρώμα και μετά εκτυπώνεται το τελικό χρώμα, αλλά εκτυπώνονται σε μικρές κουκίδες πολύ κοντά, ώστε η συνολική εικόνα να δημιουργεί την αίσθηση του τελικού χρώματος. Με τον τρόπο αυτό παράγονται εκατομμύρια χρώματα και αποχρώσεις.



Το χαρτί προωθείται από ένα μηχανισμό σε μία κατεύθυνση, ενώ η κεφαλή κινείται μπροστά – πίσω και κάθετα ως προς την διεύθυνση κίνησης του χαρτιού, συνεπώς το χαρτί εκτυπώνεται σε οριζόντιες «λωρίδες». Αν και υπάρχουν δύο διαφορετικές τεχνολογίες λειτουργίας (θερμική τεχνολογία και πιεζοηλεκτρική τεχνολογία) οι βασικές αρχές λειτουργίας είναι παρόμοιες. Τα βασικά χαρακτηριστικά των εκτυπωτών αυτών είναι ότι έχουν πολύ καλή

ποιότητας εκτύπωσης, συνεχείς γραμμές, εκτυπώνουν έγχρωμα, πάρα πολύ φθηνό κόστος αγοράς αλλά ακριβά αναλώσιμα, ενώ έχουν αθόρυβη λειτουργία.

β) Εκτυπωτές Laser. Σε αντίθεση με τους εκτυπωτές Ink Jet, στους εκτυπωτές Laser η προς εκτύπωση σελίδα πρώτα σχηματίζεται εξ' ολοκλήρου στην μνήμη του εκτυπωτή, και στην συνέχεια εκτυπώνεται στο χαρτί. Για τον ίδιο λόγο, έχει επικρατήσει μονάδα μέτρησης της ταχύτητας των εκτυπωτών αυτών να είναι ppm (pages per minute – σελίδες ανά λεπτό). Αφού σχηματιστεί η εικόνα της σελίδας στην μνήμη του εκτυπωτή, δημιουργείται μία δέσμη ακτίνας laser η οποία κατευθύνεται στην επιφάνεια ενός ειδικού φωτοευαίσθητου τυμπάνου (drum), φορτίζοντας ηλεκτροστατικά συγκεκριμένα σημεία, τα οποία στο σύνολό τους αντιστοιχούν στο αποτύπωμα της προς εκτύπωση εικόνας πάνω στο τύμπανο. Καθώς το τύμπανο περιστρέφεται γύρω από ένα δοχείο με γραφίτη (tonner) κόκκοι γραφίτη προσκολλώνται στις θετικά ηλεκτροφορτισμένες περιοχές. Το τύμπανο περιστρεφόμενο εναποθέτει τον γραφίτη πάνω στο χαρτί, το οποίο προωθείται άμεσα σε δύο κυλίνδρους όπου πιέζεται σε πολύ μεγάλη θερμοκρασία, ώστε να αποξηραθεί ο γραφίτης, αποτυπώνοντας πάνω στο χαρτί το προς εκτύπωση αποτέλεσμα. Η ίδια τεχνική χρησιμοποιείται και στα φωτοτυπικά μηχανήματα. Οι εκτυπωτές Laser έχουν πολύ υψηλή ποιότητα εκτύπωσης, ικανοποιητική ταχύτητα εκτύπωσης, φθηνότερα μελάνια από τους inkjet εκτυπωτές, αλλά περισσότερα αναλώσιμα, και μηχανικά μέρη που απαιτούν αντικατάσταση κατά διαστήματα. Πχ. το τύμπανο (drum) πρέπει να αντικαθίσταται ανά ορισμένες ώρες λειτουργίας, παραγωγής ή χρονικού διαστήματος καθώς χάνει με τον καιρό ή την χρήση την αξιοπιστία λειτουργίας του. Συνεπώς συνολικά είναι ακριβό μέσον εκτύπωσης, τόσο ως προς το κόστος αγοράς όσο και ως προς το κόστος προμήθειας όσο και ως προς το κόστος συντήρησης και αναλωσίμων. Η χρήση τους για τους λόγους αυτούς, προορίζεται εκεί που απαιτείται πολύ μεγάλη παραγωγή εκτυπώσεων. Ως προς την παραγωγή χρωμάτων, ισχύουν ανάλογες αρχές –αν και υλοποιούνται με διαφορετική τεχνολογία- όπως και στους Inkjet εκτυπωτές.

4.4.3. Σχεδιογράφος (Plotter).

5. Μνήμη (memory).

Ένα από τα πλέον σημαντικά θέματα που έπρεπε να αντιμετωπιστεί στην κατασκευή ηλεκτρονικών υπολογιστών ήταν το θέμα της αναπαράστασης και διατήρησης αριθμών ή αλφαβητικών χαρακτήρων ή συμβόλων (ας λέμε πληροφοριών εφεξής) στο εσωτερικό ενός υπολογιστή. Το θέμα της διατήρησης πληροφοριών στο εσωτερικό ενός υπολογιστή, ανάγεται σε δύο τρία επιμέρους ζητήματα (α) με ποιες ηλεκτρικές ή άλλες διατάξεις και με τι κωδικοποίηση μπορεί (α.1) να αποτυπωθεί ένα στοιχείο σε κάποιο τμήμα του υπολογιστή και

(α.2) να διατηρηθεί εκεί και (β) με ποιες ηλεκτρικές διατάξεις είναι εφικτό αφού καταγραφεί στη συνέχεια (β.1) να διαβαστεί, δηλαδή να αποκωδικοποιηθεί αυτό το στοιχείο και (β.2) να παρουσιαστεί σε κάποιο μέσον με κατανοητό τρόπο και (γ) με ποιες ηλεκτρικές διατάξεις και τρόπο είναι εφικτό να αλλάξουμε ή να διαγράψουμε αυτό το στοιχείο στην θέση όπου είναι καταγραμμένο. Για τον σκοπό αυτό χρησιμοποιήθηκαν διάφορες τεχνολογίες και κωδικοποιήσεις, οι βασικές αρχές όμως και οι μηχανισμοί κωδικοποίησης και αναπαράστασης πληροφοριών παραμένουν ίδια.

Μνήμη είναι τον σύστημα όπου καταγράφονται και διατηρούνται οι πληροφορίες σε ένα υπολογιστή. Συνολικά η οργάνωση της μνήμης σε ένα υπολογιστή είναι αποτέλεσμα συνδυασμού διαφόρων επιμέρους τύπων μνημών. Έτσι αρχικά σε ένα υπολογιστή διακρίνουμε την **κύρια μνήμη** (main memory) που είναι η πιο γρήγορη μνήμη σε ένα υπολογιστή και την **περιφερειακή μνήμη** (mass memory). Κατά κανόνα στην κύρια μνήμη γίνεται επεξεργασία των πληροφοριών, ενώ στην περιφερειακή μνήμη γίνεται αποθήκευση των πληροφοριών. Ο λόγος για τον οποίο διατηρούνται μέχρι σήμερα διαφορετικοί τύποι μνήμης είναι ότι δεν έχει βρεθεί ένας τύπος μνήμης που να συνδυάζει χαμηλό κόστος με μεγάλη ταχύτητα λειτουργίας η οποία απαιτείται κατά την φάση επεξεργασίας των πληροφοριών. Η διαρκής απαίτηση για ολοένα και μεγαλύτερη ταχύτερη επεξεργασίας και ταυτόχρονα για αποθήκευση διαρκώς μεγαλύτερου όγκου πληροφοριών είναι η αιτία για την οποία διατηρείται αυτή η ενδιάμεση στρατηγική. Έτσι, υπάρχουν μνήμες μεγάλων ταχυτήτων αλλά υψηλού κόστους ή μνήμες αρκετά φθηνές αλλά όχι αρκετά γρήγορες. Για την δρομολόγηση των πληροφοριών στις διάφορες μονάδες του υπολογιστή, τον «συγχρονισμό» και την εξομάλυνση των διαφορετικών ταχυτήτων λειτουργίας μεταξύ των διαφορετικών τύπων μνήμης, αλλά και μεταξύ της μνήμης και των άλλων μονάδων του υπολογιστή χρησιμοποιούνται ενδιάμεσες μνήμες όπως είναι οι καταχωρητές (registers) οι buffers, (I/O channels) κλπ.

5.1 Κύρια Μνήμη (main memory).

Η Κύρια Μνήμη είναι ο πιο γρήγορος τύπος μνήμης σε ένα υπολογιστή, είναι άμεσα συνδεδεμένη με τον επεξεργαστή και εντάσσεται στις άμεσα συνεργαζόμενες μονάδες με την Μονάδα Κεντρικής Επεξεργασίας (CPU) καθώς χρησιμοποιείται κατά κανόνα για την διατήρηση των πληροφοριών⁷ κατά την φάση επεξεργασίας⁸ τους ενώ έχει υψηλό κόστος. Το πιο σημαντικό χαρακτηριστικό της κύριας μνήμης είναι ότι λόγω τεχνολογίας κατασκευής και οργάνωσης, κάθε πληροφορία που αποθηκεύεται σε αυτήν έχει ίδιο χρόνο προσπέλασης, ανεξάρτητα από την θέση στην οποία είναι αποθηκευμένη.

Στην κύρια μνήμη ανήκουν δύο επιμέρους τύποι μνήμης, η μνήμη τυχαίας προσπέλασης που είναι διαγράψιμη μνήμη και η μνήμη μόνο ανάγνωσης που είναι μη διαγράψιμη μνήμη. Η διαγράψιμη μνήμη έχει επικρατήσει να λέγεται RAM, ενώ στην κατηγορία μνημών μόνο ανάγνωσης, εντάσσονται τρεις τύποι μνήμης, οι μνήμες ROM, PROM και EPROM. Κατά κανόνα, η διαγράψιμη μνήμη είναι πιο γρήγορη από τις μη διαγράψιμες μνήμες,

⁷ Προγράμματα, δεδομένα, οδηγίες δρομολόγησης κλπ.

⁸ Σε ένα επιμέρους τύπο της κύριας μνήμης (μνήμη ROM) δεν γίνεται επεξεργασία, αλλά αποθήκευση μη προσβάσιμων στον χρήστη πληροφοριών που χρησιμεύουν στο ξεκίνημα του υπολογιστή (bootstrap procedure).

ενώ και οι δύο αυτοί τύποι μνήμης είναι ηλεκτρονικού τύπου. Και στις μνήμες τύπου ROM, PROM και EPROM ισχύει ότι οι καταχωρημένες πληροφορίες έχουν ίδιο χρόνο προσπέλασης.

5.1.1 Μνήμη τυχαίας προσπέλασης (Random Access Memory – RAM).

Η μνήμη RAM όπως είναι ευρύτερα γνωστή, είναι **πηγτικού τύπου (volatile memory)** δηλαδή στην μνήμη αυτή οι πληροφορίες δεν «αποθηκεύονται» αλλά διατηρούνται προσωρινά με μορφή ηλεκτρικών παλμών κατά τη διάρκεια λειτουργίας του συστήματος, βασίζεται δηλαδή στην παρουσία ηλεκτρικού ρεύματος. Μόλις παύσει η παροχή ηλεκτρικού ρεύματος, τα περιεχόμενα της μνήμης αυτής χάνονται. Στην κύρια μνήμη μεταφέρονται και εκτελούνται οι εντολές που αφορούν την γενικότερη λειτουργία του υπολογιστή, οι εντολές του προγράμματος που εκτελείται, καθώς και τμηματικά δεδομένα εισόδου και εξόδου του εκτελούμενου προγράμματος. Συνεπώς οποιαδήποτε λειτουργία του υπολογιστή ενεργοποιείται στην μνήμη RAM. Δηλαδή, οποιοδήποτε πρόγραμμα πρώτα φορτώνεται στην μνήμη RAM όπου και διατηρείται όσο εκτελείται, ενώ κάθε πληροφορία φορτώνεται πρώτα στην RAM όπου γίνεται η επεξεργασία της από το πρόγραμμα που έχει φορτωθεί επίσης στην μνήμη RAM.

Υπάρχουν δύο τύποι μνήμης RAM⁹, η **στατική (SRAM)** και η **δυναμική (DRAM)**. Οι πληροφορίες στις μνήμες SRAM διατηρούνται δίχως άλλη διαδικασία μέχρι να αντικατασταθούν από άλλες πληροφορίες, ενώ οι πληροφορίες που γράφονται στις μνήμες DRAM ξαναγράφονται περιοδικά προκειμένου να διατηρηθούν (ανανεώνονται). Η επανεγγραφή των πληροφοριών στην μνήμη DRAM διαρκεί ελάχιστο χρόνο, και γίνεται αυτόματα. Ανάμεσα σε δύο μνήμες SRAM και DRAM με ίδια χωρητικότητα, η μνήμη SRAM είναι πιο γρήγορη αλλά και πιο ακριβή. Και οι δύο αυτοί τύποι μνήμης χρησιμοποιούνται ως επί το πλείστον σε μικροϋπολογιστές, όπου επειδή απαιτείται όσο το δυνατόν μεγαλύτερη χωρητικότητα κύριας μνήμης, επιλέγεται στις περισσότερες περιπτώσεις κύρια μνήμη τύπου DRAM.

5.1.2. Μνήμη ROM (Read Only Memory)

Όπως είδαμε, οι πληροφορίες που τοποθετούνται στην μνήμη RAM χάνονται μετά την παύση της λειτουργίας του υπολογιστή. Συνεπώς απαιτείται κάποιος μηχανισμός ώστε με το ξεκίνημα του υπολογιστή να δίδονται οι βασικές οδηγίες ενεργοποίησης και αρχικής λειτουργίας. Για τον σκοπό αυτό, χρησιμοποιούνται οι μνήμες τύπου ROM (**read only memories, δηλαδή «μνήμες μόνο ανάγνωσης»**) που είναι ειδικού τύπου μνήμες που έχουν κατασκευαστεί με τέτοια τεχνολογία ώστε οι οδηγίες που καταχωρούνται εκεί διατηρούνται¹⁰ και μετά την παύση της λειτουργίας του συστήματος, δηλαδή οι μνήμες τύπου ROM είναι **μη πτητικές μνήμες (non volatile memories)**. Οι πληροφορίες στις μνήμες ROM καταχωρούνται άπαξ κατά την εργοστασιακή κατασκευή τους και διατηρούνται εκεί μόνιμα, συνεπώς δεν γίνεται να

⁹ Αναφέρεται στις μνήμες ολοκληρωμένων κυκλωμάτων υψηλής πυκνότητας (LSI)

¹⁰ Δεν πρέπει να συγχέονται οι μνήμες τύπου ROM που είναι ηλεκτρονικού τύπου (microchips), τμήμα της κύριας μνήμης, με τα μέσα αποθήκευσης όπως π.χ. ο δίσκος, το CD-ROM κλπ. που είναι μαγνητικής τεχνολογίας ή τεχνολογίας laser κλπ. Ο τρόπος αποτύπωσης της ψηφιακής πληροφορίας, γίνεται με «κάψιμο» ή όχι των θέσεων μνήμης.

διαγραφούν. Με τον τρόπο αυτό η προστασία των κρίσιμων πληροφοριών και οδηγιών που απαιτούνται για την έναρξη του υπολογιστή είναι εξασφαλισμένες, συνεπώς διασφαλίζεται η **μονιμότητα** και η **ασφάλεια** των πληροφοριών

5.1.3 Μνήμες PROM (Programmable ROM).

Επειδή όπως είδαμε η μνήμη ROM δεν διαγράφεται, καθώς οι πληροφορίες καταχωρούνται κατά την παραγωγή του τσίπ, αν διαπιστωθεί κάποιο λάθος ή αν απαιτηθεί κάποια αλλαγή, βελτίωση, κλπ. ώστε να εξασφαλίζεται συμβατότητα με υπολογιστικά συστήματα που κατασκευάζονται σε κάποιο μεταγενέστερο χρόνο από ότι η κατασκευή της μνήμης ολόκληρη η παραγωγή αχρηστεύεται. Έτσι έχουν κατασκευαστεί μνήμες PROM (**προγραμματιζόμενες μνήμες μόνο ανάγνωσης**) στις οποίες το περιεχόμενο καταχωρείται άπαξ, αλλά μετά την κατασκευή του τσίπ, με ειδικό εξοπλισμό. Οι μνήμες PROM κατασκευάζονται κενές, ενώ η διαδικασία εγγραφής των πληροφοριών γίνεται σε δεύτερο χρόνο. Έτσι σε περίπτωση διαπίστωσης λάθους, καταστρέφεται μόνο μία παρτίδα και όχι ολόκληρη η παραγωγή, ενώ κάθε παραγόμενη παρτίδα μπορεί να διατηρείται κενή και να εγγράφεται όταν θα χρειαστεί, συνεπώς δίνεται η δυνατότητα να χρησιμοποιούνται διαφορετικές πληροφορίες, κατάλληλα επικαιροποιημένες κάθε φορά στις πιο πρόσφατες κατασκευαστικές απαιτήσεις υπολογιστικών συστημάτων ώστε να εξασφαλίζεται η συμβατότητα.

5.1.3.Μνήμες EPROM (Erasable PROM)

Η εξέλιξη της τεχνολογίας έδωσε την δυνατότητα κατασκευής ενός διαφορετικού τύπου μνήμης, που συνδυάζει την ασφάλεια και μονιμότητα των πληροφοριών με την δυνατότητα πολλαπλής εγγραφής. Οι μνήμες EPROM («διαγράψιμες προγραμματιζόμενες μόνο ανάγνωσης») αν υψηλότερου κόστους από τις απλές μνήμες ROM και PROM κατασκευάζονται από μικροτσίπ στα οποία υπάρχει η δυνατότητα εγγραφής και διαγραφής των πληροφοριών κατ' επανάληψη, ώστε το μικροτσίπ να μην είναι μιάς χρήσεως. Οι μνήμες αυτές εγγράφονται με ειδικό εξοπλισμό (συνήθως με χρήση υπεριώδους ακτινοβολίας), και όχι από τον χρήστη του υπολογιστή, ώστε να εξασφαλίζεται η απαιτούμενη ασφάλεια των πληροφοριών. Κατά κανόνα, μνήμες τύπου ROM έχουν τα μικρά υπολογιστικά συστήματα.

5.1 Χαρακτηριστικά της κύριας μνήμης:

Τα βασικά χαρακτηριστικά της κύριας μνήμης είναι :

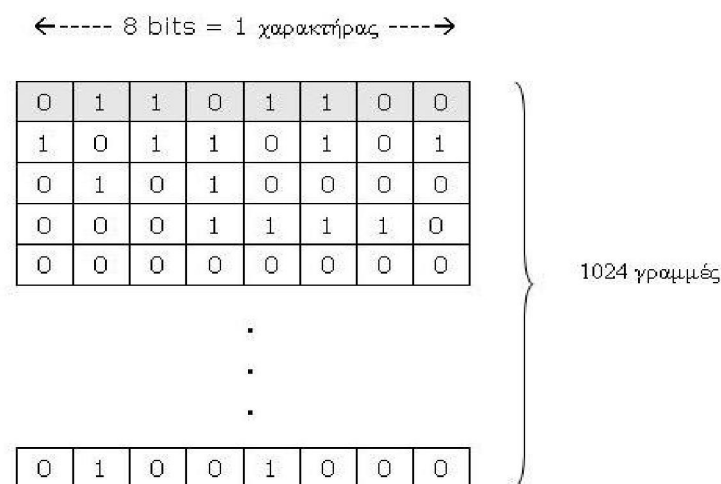
1. Το μήκος της θέσης μνήμης ή «λέξη μνήμης»
2. Χωρητικότητα
3. Ταχύτητα λειτουργίας
4. Τεχνολογία κατασκευής

5.2 Μήκος θέσης ή λέξη μνήμης:

Για την ανάγκη κατανόησης της αναπαράστασης πληροφοριών, μπορούμε να φανταστούμε την κύρια μνήμη ως ένα πίνακα με γραμμές και στήλες, όπου η τομή κάθε γραμμής και στήλης, αντιστοιχεί στην ελάχιστη ποσότητα μνήμης,

δηλαδή σε ένα bit. Θεωρούμε ένα τέτοιο πίνακα ο οποίος διαθέτει συνολικά 1024 γραμμές ($1024=2^{10}$) ενώ κάθε γραμμή έχει οκτώ (2^3) bits δηλ. ένα Byte. Αν χρησιμοποιήσουμε τα 8 bits (δηλ. 1 byte) κάθε γραμμής για να παραστήσουμε ένα χαρακτήρα, η οκτάδα «0-1-1-0-1-1-0-0» θα μπορούσε να είναι η κωδικοποίηση κάποιου χαρακτήρα στη συγκεκριμένη μνήμη.

Επειδή με 8 bits μπορούμε να δημιουργήσουμε κατά μέγιστο $2^8 = 256$ διαφορετικούς συνδυασμούς, με 8 bits μπορούμε να έχουμε μέχρι 256 διαφορετικούς χαρακτήρες. Άρα σε μια τέτοια μνήμη, θα μπορούσαμε να αποθηκεύσουμε το πολύ 1024 χαρακτήρες, ή bytes, από ένα σύνολο 256 διαφορετικών χαρακτήρων. Η κάθε γραμμή του πίνακα αυτού λέγεται «**λέξη μνήμης**» και αντιπροσωπεύει μία «**θέση αποθήκευσης**».



Λέξη μνήμης (memory word): Το μέγιστο πλήθος bits στα οποία μπορεί να απευθυνθεί η CPU με μία ενέργεια λέγεται λέξη μνήμης (ή θέση μνήμης). Είναι ένα συγκεκριμένο πλήθος από bits τα οποία χρησιμοποιούνται για την αναπαράσταση πληροφοριών στην κύρια μνήμη ενός υπολογιστή. Ανάλογα με την τεχνολογία και την οργάνωση της μνήμης του υπολογιστή, κάθε λέξη μνήμης μπορεί να αποτελείται από 8 ή 16 ή 32 ή 64 bits κλπ. (Συχνά, όταν δεν υπάρχει κίνδυνος σύγχυσης, πχ. όταν αναφερόμαστε σε ένα συγκεκριμένο υπολογιστικό σύστημα, η λέξη μνήμης ονομάζεται για ευκολία και byte ανεξάρτητα αν έχει πχ. 64 bits, παρότι έχει επικρατήσει η παραδοχή ότι ένα byte=8 bits¹¹). Η μεταφορά δεδομένων από και προς την κύρια μνήμη γίνεται πάντοτε ανά λέξη ενώ κάθε χαρακτήρας αποθηκεύεται σε μία λέξη της μνήμης.

Διεύθυνση μνήμης (memory address): Σε κάθε λέξη μνήμης εκχωρείται ένας μοναδικός ακέραιος αριθμός που χρησιμεύει για να προσδιορίζεται η συγκεκριμένη λέξη μνήμης και αποτελεί την διεύθυνση της. Η CPU απευθύνεται σε κάθε λέξη μνήμης με βάση την διεύθυνση αυτή. Οι διευθύνσεις μνήμης είναι

¹¹ Ιστορικά, σε υπολογιστικά συστήματα δεύτερης γενιάς πάντα το μήκος λέξης ήταν κάποιο πολλαπλάσιο ενός byte, ανεξάρτητα αν το byte ήταν των 6 ή 8 bit. (πχ. τα συστήματα UNIVAC 1108, IBM 7090, PDP-8, 9 και 10 κλπ είχαν λέξη μνήμης με πολλαπλάσια των 6 bit, δηλ. λέξη μνήμης των 12,18, 24, 36, 48 και 60 bits).

ψηφιακοί παλμοί συνεπώς παριστάνονται όπως και οι λέξεις μνήμης με ακολουθίες bits οργανωμένες σε ν-άδες ανάλογα με την τεχνολογία του υπολογιστή. Αυτό σημαίνει ότι όσο περισσότερα bits διαθέτει ο υπολογιστής για την εκχώρηση διευθύνσεων, τόσο περισσότερες θέσεις μνήμης θα μπορεί να ελέγξει.

5.3 Χωρητικότητα κύριας μνήμης:

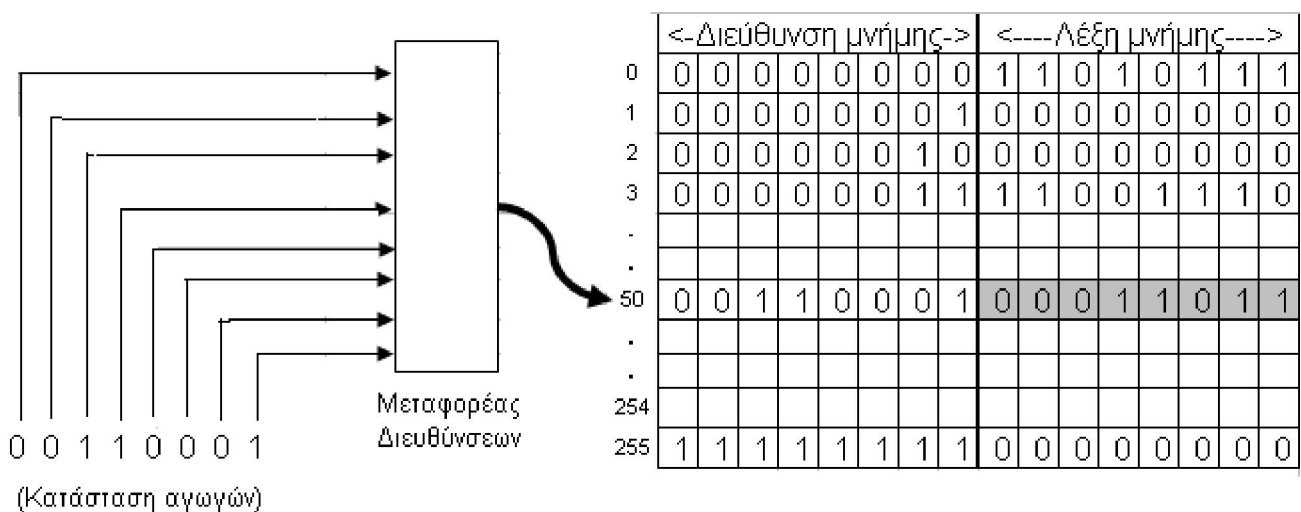
Είναι το σύνολο των πληροφοριών¹² που μπορεί να παρασταθεί στην μνήμη του υπολογιστή, δηλαδή το πλήθος των λέξεων μνήμης της κύριας μνήμης. Για τεχνικούς λόγους η κύρια μνήμη ενός υπολογιστή δεν μπορεί να υπερβεί ένα μέγιστο μέγεθος χωρητικότητας που ονομάζεται μέγιστη χωρητικότητα κύριας μνήμης και εξαρτάται από τον δίαυλο διευθύνσεων.

5.3.1 Δίαυλος διευθύνσεων της κύριας μνήμης (address bus):

Οι διευθύνσεις μνήμης εκχωρούνται σε κάθε λέξη μνήμης μέσω του διαύλου ή μεταφορέα διευθύνσεων (address bus). Μπορούμε να φανταστούμε τον δίαυλο διευθύνσεων ως ένα σύστημα παράλληλων ν αγωγών, που στο σύνολό τους παράγουν ένα παλμό, ανάλογα αν κάθε αγωγός διαρρέεται από ρεύμα ή όχι.

Η CPU απευθύνεται στην κύρια μνήμη του υπολογιστή μέσω του διαύλου διευθύνσεων. Έτσι, σε ένα υπολογιστή που διαθέτει δίαυλο διευθύνσεων 8 bits η CPU θα μπορεί να απευθυνθεί συνολικά σε $2^8=256$ διαφορετικές λέξεις μνήμης, με πρώτη την διεύθυνση 0 και τελευταία την διεύθυνση 255. Σε ένα τέτοιο σύστημα, αν τοποθετηθεί μνήμη με περισσότερες λέξεις μνήμης, απλά δεν θα είναι προσβάσιμες αφού δεν θα μπορεί να σχηματιστεί κατάλληλη διεύθυνση να εκχωρηθεί σε αυτές.

Συνεπώς το μέγιστο πλήθος λέξεων μνήμης που μπορεί να απευθυνθεί η CPU ενός υπολογιστή, εξαρτάται άμεσα, από το πλήθος bits του διαύλου διευθύνσεων. Με άλλα λόγια η μέγιστη χωρητικότητα της κύριας μνήμης ενός υπολογιστή, εξαρτάται από το πλήθος bits του διαύλου διευθύνσεων.



¹² Οι πληροφορίες αυτές μπορεί να είναι εντολές, ή δεδομένα

Εικόνα 1: Ο δίαυλος διευθύνσεων παράγει την στιγμή αυτή τον παλμό 00110001, που αντιστοιχεί στον ακέραιο αριθμό 50₍₁₀₎. Συνεπώς αντιστοιχεί στην διεύθυνση 50 της λέξης μνήμης, η οποία την στιγμή αυτή έχει περιεχόμενο 00011011. Παρατηρούμε επίσης ότι καθώς ο δίαυλος διευθύνσεων έχει 8 bits, μπορεί να ελέγξει το πολύ $2^8=256$ διευθύνσεις μνήμης, που έχουν αριθμηθεί από 0 έως 255.

Παρατήρηση : Αν ο δίαυλος διευθύνσεων σε ένα υπολογιστή διαθέτει k bits, τότε το μέγιστο πλήθος διαφορετικών διευθύνσεων μνήμης είναι 2^k , με εύρος από 0 έως 2^k-1 . Η μέγιστη χωρητικότητα μνήμης σε ένα τέτοιο υπολογιστή θα είναι 2^k λέξεις μνήμης.

Παράδειγμα 1: Αν ένας υπολογιστής έχει χωρητικότητα κύριας μνήμης 64 Kb και κάθε λέξη μνήμης αποτελείται από ένα byte, η μνήμη αυτού του υπολογιστή μπορεί να χωρέσει 64×2^{10} bytes = $64 \times 1024 = 65.536$ χαρακτήρες. Επίσης ο υπολογιστής αυτός πρέπει να έχει δίαυλο διευθύνσεων με 16 bits.

Παράδειγμα 2: Ο επεξεργαστής MC68000 έχει δίαυλο διευθύνσεων 24 bits και κάθε λέξη μνήμης είναι 16 bits. Αυτό σημαίνει ότι το μέγιστο πλήθος λέξεων μνήμης που μπορεί να ελέγξει η CPU είναι $2^{24} = 16.777.216$ λέξεις μνήμης, δηλαδή $16.777.216$ bytes = 16.384 Kb = 16 Mb.

Παράδειγμα 3: Ο επεξεργαστής 80486SX έχει δίαυλο διευθύνσεων 32 bits, συνεπώς η CPU μπορεί να ελέγξει $2^{32} = 4$ Gb λέξεις μνήμης. Αντίστοιχα ο επεξεργαστής Pentium 2 έχει δίαυλο διευθύνσεων 36 bits, κατά συνέπεια η CPU μπορεί να ελέγξει το πολύ 64 Gb λέξεις μνήμης.

Άσκηση: Σε ένα υπολογιστή η μέγιστη χωρητικότητα της κύριας μνήμης είναι 64 Kb. (α) Πόσα bits έχει ο μεταφορέας διευθύνσεων? (β) Μπορεί ο αριθμός $66.123^{13}_{(10)}$ να είναι μια διεύθυνση μνήμης? (γ) Ποιος είναι ο παλμός που απευθύνεται στην πενήτηκοστή από το τέλος διεύθυνση μνήμης?

Απάντηση:

(α) Έστω k το πλήθος των bits του διαύλου διευθύνσεων. Τότε θα πρέπει $2^k=64$ kb = $64 * 2^{10}$ b = $2^6 * 2^{10}$ b = 2^{16} b συνεπώς $2^k=2^{16}$ άρα $k=16$. Συνεπώς ο δίαυλος διευθύνσεων θα έχει 16 bits.

(β) Αφού ο δίαυλος διευθύνσεων έχει 16 bits, η πρώτη διεύθυνση είναι η $A=0000000000000000_{(2)}$ και η τελευταία η $T=1111111111111111^{14}_{(2)}$. Μετατρέπουμε την λέξη T στο δεκαδικό σύστημα και βρίσκουμε ότι $T=65.535$. Συνεπώς η διεύθυνση 66.123 δεν μπορεί να είναι επιτρεπτή διεύθυνση μνήμης καθώς τα bits του διαύλου διευθύνσεων δεν αρκούν για να παραστήσουν την τιμή της. (Εναλλακτικά θα μπορούσαμε να μετατρέψουμε την διεύθυνση

¹³ Γράφοντας 66.123 εδώ εννοείται εξήντα έξι χιλιάδες εκατόν είκοσι τρία χιλιάδες και όχι ο δεκαδικός εξήντα έξι κόμμα εκατόν είκοσι τρία.

¹⁴ Εν γένει όποτε έχουμε να υπολογίσουμε το άθροισμα μιας τέτοιας ακολουθίας από άσσους, αρκεί να παρατηρήσουμε ότι αυτή η ακολουθία είναι αριθμητική πρόοδος, με πρώτο όρο το $a_1=1$ και λόγο $\omega=1$. Συνεπώς το άθροισμα των n πρώτων όρων δίνεται από τον γνωστό τύπο : $\Sigma_n = a_1 * (\omega^n - 1) / (\omega - 1)$

65.123 σε αριθμό του δυαδικού, οπότε θα διαπιστώναμε ότι τα 16 bits που χρειάζονται για να παρασταθεί ως ακέραιος υπερβαίνουν τα bits του διαύλου διευθύνσεων.

(γ) Βρήκαμε παραπάνω ότι η τελευταία διεύθυνση είναι η $T_a=65.535$. Συνεπώς η πεντηκοστή διεύθυνση από το τέλος είναι η $65.535_{(10)}-50_{(10)}=65485_{(10)}$. Για να βρούμε σε ποιο παλμό αντιστοιχεί, πρέπει να μετατρέψουμε τον αριθμό αυτό σε παλμό του δυαδικού. Κατά τα γνωστά, εκτελούμε τις διαδοχικές διαιρέσεις με την βάση 2 του δυαδικού και βρίσκουμε : $65485_{(10)}=111111111001101_{(2)}$. (Εναλλακτικά, για να αποφύγω να κάνω τις διαιρέσεις, αφού ξέρω ότι η τελευταία λέξη μνήμης έχει 16 άσσους, αρκεί να βρω ποια bit πρέπει να μηδενίσω, ώστε το άθροισμα των μηδενιζόμενων bit να μειώνει τον αντίστοιχο ακέραιο κατά 50. Εύκολα παρατηρώ ότι το 50 μπορεί να γραφτεί ως δυνάμεις του : $50=32+16+2$, δηλ. $50=2^5+2^4+2^1$. Συνεπώς τα bit που πρέπει να μηδενίσω για να αφαιρεθεί το 50 από την τιμή του αριθμού είναι το δεύτερο, το πέμπτο και το έκτο από το λιγότερο σημαντικό bit).

5.4 Ταχύτητα λειτουργίας κύριας μνήμης:

Η ταχύτητα με την οποία λειτουργεί η κύρια μνήμη είναι καθοριστικής σημασίας για την απόδοση και τον συγχρονισμό των διαφόρων υπομονάδων σε ένα υπολογιστικό σύστημα. Για τον λόγο αυτό, η τεχνολογία της κύριας μνήμης εξελίσσεται με πολύ γρήγορους ρυθμούς, με έμφαση κυρίως στην ταχύτητα λειτουργίας, την αύξηση της χωρητικότητας και το προσιτό κόστος. Αν και η ταχύτητα λειτουργίας της κύριας μνήμης είναι ένα μέγεθος, θα μπορούσαμε για την κατανόησή της να την αντιληφθούμε ως δύο επιμέρους ταχύτητες, την ταχύτητα προσπέλασης και την ταχύτητα ανάγνωσης.

α) Ταχύτητα προσπέλασης (access time): Είναι ο **χρόνος** που απαιτείται από τη στιγμή που θα ζητηθεί μια πληροφορία (πχ. από την CPU) μέχρι τη στιγμή που η πληροφορία θα είναι διαθέσιμη (δηλ. θα βρεθεί). Λόγω της τεχνολογίας των σύγχρονων τύπων μνήμης, κάθε λέξη μνήμης, ανεξάρτητα από την θέση στην οποία βρίσκεται, έχει τον ίδιο χρόνο προσπέλασης.

β) Ταχύτητα ανάγνωσης: Είναι ο **χρόνος** εναλλαγής του περιεχομένου μιας θέσης μνήμης.

Εμφανώς επειδή πρόκειται για χρόνους και όχι για ταχύτητες, όσο μικρότερη είναι η ταχύτητα προσπέλασης και η ταχύτητα ανάγνωσης τόσο πιο γρήγορη είναι λειτουργία της μνήμης. Συχνά, όταν αναφερόμαστε στην κύρια μνήμη χρησιμοποιείται την έννοια της ταχύτητας λειτουργίας ή access time εννοώντας το ίδιο πράγμα.

Ρυθμός μεταφοράς δεδομένων :

Ένα ακόμα μέγεθος που χρησιμοποιείται για να εκφράσει το πόσο γρήγορα μεταφέρονται πληροφορίες από και προς την μνήμη (αλλά και κάθε επιμέρους τμήμα) ενός υπολογιστικού συστήματος είναι ο ρυθμός μεταφοράς δεδομένων, που ορίζεται ως εξής :

Ρυθμός μεταφοράς δεδομένων (transfer rate ή bandwidth) είναι η μέγιστη ποσότητα πληροφοριών που μπορεί να μεταφερθεί από και προς την μνήμη στη μονάδα του χρόνου (1 sec) και μετρείται σε bytes/sec.

5.5 Τεχνολογία κατασκευής κύριας μνήμης

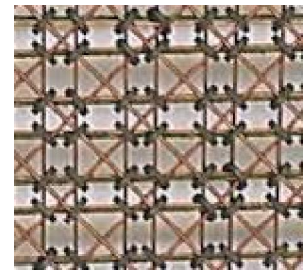
Από πλευράς τεχνολογίας κατασκευής, δύο πιο βασικοί τύποι κύριας μνήμης είναι :

- ο Μαγνητικών πυρήνων
- ο Ολοκληρωμένων κυκλωμάτων υψηλής πυκνότητας (VLSI)

(α) Μνήμες μαγνητικών πυρήνων:

Οι μνήμες μαγνητικών πυρήνων, αποτελούνται από ένα πλέγμα από μικρούς μαγνητικούς δακτυλίους (μαγνητικά δίπολα, ή φερετοδακτύλιοι) βασίσουν την λειτουργία τους στην δυνατότητα μαγνήτισης και απομαγνήτισης τους, με κατάλληλες ηλεκτρομαγνητικές διατάξεις, επιτρέποντας με την διαδικασία αυτή την κωδικοποίηση και αναπαράσταση των πληροφοριών, και συνεπώς την διατήρηση και αποθήκευσή τους.

Ένα σιδηρομαγνητικό υλικό όπως είναι γνωστό, μπορεί να μαγνητίζεται και να απομαγνητίζεται όταν βρεθεί σε κατάλληλο ηλεκτρομαγνητικό πεδίο. Έτσι με κατάλληλες καλωδιώσεις δημιουργείται ελεγχόμενο ηλεκτρομαγνητικό πεδίο γύρω από κάθε πυρήνα, ρυθμίζοντας την μαγνητική κατάσταση του πυρήνα. Το γεγονός ότι κάθε πυρήνας μπορεί να ρυθμιστεί ανά πάσα στιγμή σε μία από τις δύο καταστάσεις δηλ. «μαγνητισμένος» ή «απομαγνητισμένος» επιτρέπει την κωδικοποίηση αριθμών και πληροφοριών στο εσωτερικό των υπολογιστών με ψηφιακή αναπαράσταση. Κάθε δακτύλιος διαπερνάται από δύο αγωγούς. Ανάλογα με την ένταση και την φορά του ηλεκτρικού ρεύματος που διαρρέει κάθε αγωγό, δημιουργείται ένα κατάλληλο μαγνητικό πεδίο γύρω από κάθε δακτύλιο, με το οποίο ελέγχεται η κατάσταση μαγνήτισης ή μη του δακτυλίου. Επειδή η μαγνήτιση διατηρείται και δίχως την παρουσία ηλεκτρικού ρεύματος, οι μνήμες αυτού του τύπου διατηρούν το περιεχόμενό τους και όταν ο υπολογιστής δεν είναι σε λειτουργία (non volatile). Οι μνήμες μαγνητικών πυρήνων είναι ακριβές και ογκώδεις, με μόνο πλεονέκτημα την διατήρηση των πληροφοριών ακόμα και μετά την διακοπή του ρεύματος. Αντιπροσωπεύουν μια τεχνολογία που έχει σχεδόν εγκαταλειφθεί, καθώς η διατήρηση της λειτουργίας ενός υπολογιστικού συστήματος για μικρό χρονικό διάστημα μετά από διακοπή ρεύματος συνολικά (και όχι μόνο της μνήμης) καλύπτεται πλέον από πολύ φθηνές μονάδες παροχής τάσης, τα γνωστά UPS (Uninterrupted power supplies) δηλ. μονάδες αδιάλειπτης παροχής ρεύματος.



(β) Μνήμες Ολοκληρωμένων κυκλωμάτων υψηλής πυκνότητας (VLSI):

Οι μνήμες VLSI αποτελούνται από ολοκληρωμένα κυκλώματα (microchips) με πολύ μεγάλο δείκτη ολοκλήρωσης. Λόγω της τεχνολογίας κατασκευής τους έχουν ιδιαίτερα μικρό μέγεθος, ενώ περιλαμβάνουν μερικά δισεκατομμύρια ημιαγωγών (τρανζίστορς). Η λειτουργία τους βασίζεται εξολοκλήρου στο ηλεκτρικό ρεύμα ενώ οι πληροφορίες παριστάνονται με ψηφιακά σήματα (παλμούς). Οι μνήμες VLSI έχουν μικρό κόστος ενώ σε μικρό μέγεθος μπορούν και αποθηκεύουν τεράστιο όγκο πληροφοριών.

5.6 Ιδιότητες κύριας μνήμης:

Σε αντίθεση με κάθε άλλο τύπο μνήμης, η κύρια μνήμη έχει κάποιες βασικές χαρακτηριστικές ιδιότητες οι οποίες είναι οι εξής :

1. Οι πληροφορίες σε κάθε θέση της κύριας μνήμης είναι άμεσα προσβάσιμες από την CPU σε αντίθεση με την δευτερεύουσα μνήμη, όπου οι πληροφορίες πρέπει πρώτα να μεταφορτωθούν στην κύρια μνήμη για να τύχουν επεξεργασίας.
2. Η πρόσβαση των θέσεων μνήμης μπορεί να γίνει με οποιαδήποτε σειρά.
3. Ο χρόνος προσπέλασης των θέσεων μνήμης είναι σταθερός και **ίδιος για κάθε θέση μνήμης** ενώ δεν εξαρτάται από την διεύθυνση της θέσης μνήμης ή την σειρά κατάταξης των θέσεων μνήμης.

6. Αρχιτεκτονική διασύνδεσης CPU και μονάδων.

Η επικοινωνία της CPU με τις μονάδες εισόδου / εξόδου και την κύρια μνήμη γίνεται μέσω διαδρόμων, που λέγονται αρτηρίες ή δίαυλοι (busses). Ήδη, αναφερθήκαμε στον δίαυλο διευθύνσεων (address bus) μέσω του οποίου όχι μόνο επικοινωνεί η CPU με την κύρια μνήμη, αλλά καθορίζεται η μέγιστη δυνατή χωρητικότητα της κύριας μνήμης του υπολογιστή. Ανάλογα γίνεται και η επικοινωνία της CPU με τις περιφερειακές μονάδες, χρησιμοποιώντας διαφόρων τύπων διαύλους. Κατασκευαστικά, ένας δίαυλος αποτελείται από μια συστοιχία καλωδίων όπου κάθε καλώδιο σε κάθε χρονική στιγμή είτε διαρρέεται από ρεύμα (bit 1) είτε όχι (bit 0), κωδικοποιώντας με αυτό τον τρόπο την ψηφιακή αναπαράσταση πληροφοριών.

Ανάλογα με τον τρόπο επικοινωνίας, οι δίαυλοι διακρίνονται σε δύο κατηγορίες, στους διαύλους αποκλειστικής χρήσης (dedicated busses) και στους διαύλους κοινής χρήσης (shared busses).

Στην επικοινωνία με διαύλους αποκλειστικής χρήσης οι μονάδες συνδέονται κατ' αποκλειστικότητα ανά δύο μεταξύ τους. Οι δίαυλοι αυτοί επιτρέπουν την γρήγορη διακίνηση πληροφοριών επειδή όταν πρέπει να επικοινωνήσουν οι μονάδες που συνδέονται, ο δίαυλος είναι ελεύθερος να υλοποιήσει την επικοινωνία, υπό την έννοια ότι ο δίαυλος δεν χρησιμοποιείται αλλού, συνεπώς δεν υπάρχουν καθυστερήσεις αναμονής. Το μειονεκτήματα στην χρήση των διαύλων αποκλειστικής χρήσης είναι το υψηλό κόστος υλοποίησης, επειδή απαιτούνται πολλοί διαφορετικοί δίαυλοι για την επικοινωνία της CPU με τις μονάδες και συγκεκριμένα το πλήθος των

απαιτούμενων διαύλων αυξάνεται (περίπου) ανάλογα με το τετράγωνο του πλήθους των μονάδων.

Στην επικοινωνία με διαύλους κοινής χρήσης, υπάρχει μόνο ένας δίαυλος που συνδέει όλες τις μονάδες. Ο δίαυλος κοινής χρήσης, χρησιμοποιείται από όλες τις μονάδες, αλλά στην μονάδα του χρόνου υλοποιείται η επικοινωνία μόνο δύο μονάδων και αυτό επιτυγχάνεται με ένα μηχανισμό ελέγχου και διαιτησίας. Το σοβαρότερο μειονέκτημα της χρήσης διαύλων κοινής χρήσης είναι ότι η επικοινωνία μεταξύ των μονάδων είναι πιο αργή από ότι στην χρήση διαύλων αποκλειστικής χρήσης καθώς για να επικοινωνήσουν δύο μονάδες πρέπει να περιμένουν να ολοκληρωθεί η προηγούμενη επικοινωνία και να απελευθερωθεί ο δίαυλος. Επίσης ένα μειονέκτημα είναι ότι σε περίπτωση βλάβης του διαύλου, είναι αδύνατη η λειτουργία όλου του συστήματος. Έχει όμως δύο σημαντικά πλεονεκτήματα, το ότι έχει χαμηλό κόστος υλοποίησης και το ότι η προσθήκη νέων μονάδων είναι εφικτή και εύκολη. Λόγω των συγκριτικών πλεονεκτημάτων και μειονεκτημάτων των δύο τύπων διαύλων οι δίαυλοι κοινής χρήσης είναι περισσότερο διαδεδομένοι.

Πλεονεκτήματα και Μειονεκτήματα διαύλων

<u>Δίαυλος αποκλειστικής χρήσης</u>	<u>Δίαυλος κοινής χρήσης</u>
Υψηλότερη ταχύτητα επικοινωνίας	Χαμηλότερη ταχύτητα επικοινωνίας
Υψηλό κόστος υλοποίησης	Χαμηλό κόστος υλοποίησης
Ανέφικτη ή δύσκολη η προσθήκη νέων μονάδων	Εφικτή και εύκολη η προσθήκη νέων μονάδων
Σε περίπτωση βλάβης ενός διαύλου, μόνο οι μονάδες που ενώνει τίθενται εκτός λειτουργίας	Σε περίπτωση βλάβης του διαύλου τίθεται εκτός λειτουργίας όλες οι μονάδες του συστήματος.
Απλή διαδικασία επικοινωνίας	Πολύπλοκη διαδικασία επικοινωνίας, απαιτείται μηχανισμός ελέγχου και διαιτησίας

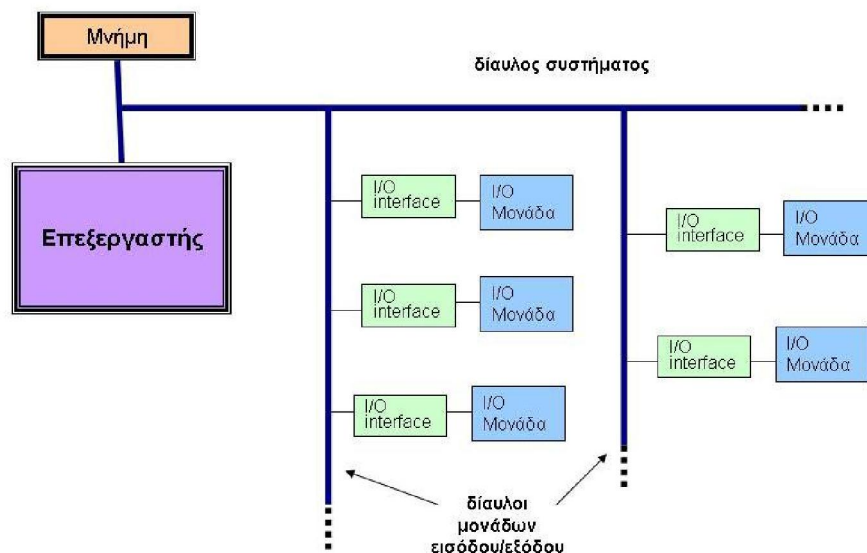
Στην σχεδίαση των υπολογιστικών συστημάτων δεν υπάρχει μια ενιαία αρχιτεκτονική που να ακολουθείται από όλους τους κατασκευαστές. Έτσι κάθε κατασκευαστής κατά τη σχεδίαση προσπαθεί να ακολουθεί κάποια στάνταρς τα οποία εξασφαλίζουν την μέγιστη δυνατή ταχύτητα λειτουργίας, προσιτό κόστος και επεκτασιμότητα του συστήματος, την δυνατότητα πχ. να μπορεί να προστεθεί κύρια μνήμη, να αντικατασταθούν περιφερειακές μονάδες με άλλες κλπ. Έτσι σε ένα υπολογιστικό σύστημα, χρησιμοποιούνται συνήθως¹⁵ οι εξής τύποι διαύλων :

¹⁵ Φυσικά υπάρχουν συστήματα με περισσότερους τύπους διαύλων

Ο δίαυλος Επεξεργαστή - Μνήμης (Memory bus) που είναι μικρού μήκους και υψηλής ταχύτητας ώστε να επιτυγχάνεται η μέγιστη ταχύτητα μεταφοράς πληροφοριών μεταξύ επεξεργαστή και μνήμης. Ο δίαυλος επεξεργαστή-μνήμης είναι κατά κανόνα εγγενής σε κάθε σύστημα, σχεδιάζεται και υλοποιείται δηλαδή για κάθε τύπο υπολογιστή, με σκοπό να συνδέσει ένα συγκεκριμένου τύπου επεξεργαστή με την αντίστοιχη μνήμη.

Ο δίαυλος Συστήματος (Local bus) είναι μεγαλύτερου μήκους αλλά πιο μικρής ταχύτητας από τον δίαυλο επεξεργαστή – μνήμης και συνδέει τον επεξεργαστή με πολλές διαφορετικές μονάδες που μπορεί να έχουν διαφορετική ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων. Ο δίαυλος συστήματος κατά κανόνα ακολουθεί κάποια συγκεκριμένα πρότυπα (στάνταρς) ώστε να είναι εφικτή η διασύνδεση μονάδων διαφορετικών κατασκευαστών. Γνωστός δίαυλος local bus που χρησιμοποιείται σε προσωπικούς υπολογιστές, είναι πχ. ο δίαυλος PCI (Peripheral Component Interconnect).

Ο δίαυλος Εισόδου – Εξόδου (I/O¹⁶ bus) είναι η ο κεντρικός δίαυλος, και σχεδιάζεται ώστε να συνδέονται μέσω αυτού ο επεξεργαστής η μνήμη και οι μονάδες εισόδου/εξόδου. Επίσης και στην περίπτωση αυτή ακολουθούνται συγκεκριμένα πρότυπα για την δυνατότητα προσθήκης μονάδων διαφορετικών κατασκευαστών. Γνωστοί δίαυλοι εισόδου – εξόδου είναι πχ. ο δίαυλος ISA (Industry Standard Architecture) SCSI, EIDE, Micro Channel κλπ.



Σχηματική αναπαράσταση διαύλων: Με μπλε γραμμή απεικονίζονται οι δίαυλοι. Ο δίαυλος συστήματος, μπορεί να δεχθεί περισσότερους διαύλους μονάδων εισόδου/εξόδου (επέκταση προς τα δεξιά) ενώ κάθε ένας από τους δύο διαύλους μονάδων εισόδου/εξόδου μπορεί να δεχθεί περισσότερες μονάδες (επέκταση προς τα κάτω). Η μπλέ γραμμή που ενώνει τον επεξεργαστή με την μνήμη παριστάνει τον ομώνυμο δίαυλο. Το I/O interface είναι κυκλώματα προσαρμογής των I/O μονάδων.

¹⁶ I/O είναι συνήθης συντομογραφία των λέξεων εισόδου-εξόδου, από τα αρχικά των λέξεων Input-Output

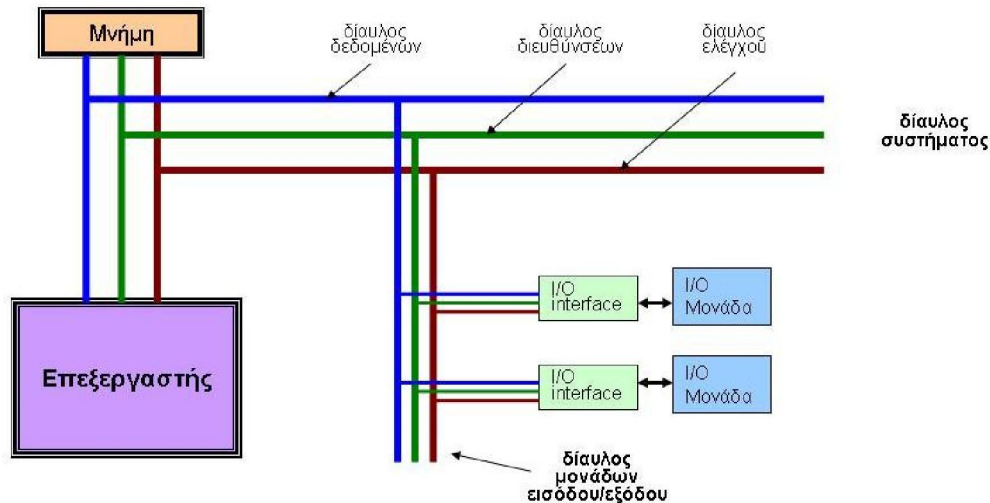
Είναι σύνηθες στον σχεδιασμό ενός υπολογιστικού συστήματος να χρησιμοποιούνται περισσότεροι του ενός τύπου δίαυλοι οι οποίοι όπως είδαμε έχουν διαφορετικά χαρακτηριστικά. Για είναι εφικτή η σύνδεση των διαφορετικών τύπων διαύλων μεταξύ τους, χρησιμοποιούνται προσαρμογείς διαύλων (interfaces). Έτσι είναι δυνατόν να υλοποιούνται αρχιτεκτονικές που μέσω των διαφορετικών τύπων διαύλων επιτρέπουν την ζεύξη μονάδων με διαφορετικά χαρακτηριστικά επικοινωνίας, δηλαδή μεταξύ μονάδων διαφορετικών κατασκευαστών, δίνοντας έτσι δυνατότητα προσθήκης συσκευών και επεκτάσεων του βασικού συστήματος.

Για την επικοινωνία δύο μονάδων, απαιτούνται τρία πράγματα: Τα **δεδομένα** που θα μεταφερθούν, οι **διευθύνσεις** της μνήμης που θα τοποθετηθούν τα δεδομένα και ο **έλεγχος** της επικοινωνίας. Έτσι ένας δίαυλος, αποτελείται συνήθως από τρεις επιμέρους διαύλους (ή γραμμές) που είναι οι εξής :

α) **Δίαυλος δεδομένων** (data bus): Χρησιμοποιείται για την μεταφορά των πληροφοριών μεταξύ των μονάδων. Οι πληροφορίες μπορεί να είναι δεδομένα, ή εντολές. Είναι συνήθως πολλαπλάσια των 8 bits. Σε κάθε περίοδο επικοινωνίας μεταφέρεται μία λέξη και για τον λόγο αυτό συνήθως το πλήθος των καλωδίων του δίαυλου ισούται με το πλήθος των bits της λέξης.

β) **Δίαυλος διευθύνσεων** (address bus): Χρησιμοποιείται για την μεταφορά της διεύθυνσης μιάς λέξης μνήμης με την οποία μπορεί να γίνει η επιλογή και προσπέλαση της θέσης της συγκεκριμένης λέξης μνήμης, από την οποία μπορεί να διαβαστεί, ή στην οποία μπορεί να εγγραφεί μια πληροφορία. Είναι συνήθως πολλαπλάσιο των 6 ή 8 bits, ενώ το πλήθος των bits του δίαυλου διευθύνσεων προσδιορίζει το μέγιστο πλήθος διαφορετικών διευθύνσεων που μπορεί να σχηματιστούν και συνεπώς ο δίαυλος διευθύνσεων καθορίζει την μέγιστη χωρητικότητα φυσικής μνήμης. Το πλήθος των καλωδίων του δίαυλου διευθύνσεων ισούται με το πλήθος των bit κάθε διεύθυνσης.

γ) **Δίαυλος ελέγχου** (control bus): Χρησιμοποιείται για την δήλωση απαίτησης επικοινωνίας, αναγνώριση απαίτησης επικοινωνίας, για την δήλωση του είδους της πληροφορίας που μεταφέρεται, δηλαδή εν γένει για να μεταφέρει σήματα βασικών λειτουργιών ή εντολών. Κατά κανόνα στην σχεδίαση ενός δίαυλου ελέγχου προβλέπονται k διαφορετικές εντολές, τότε απαιτούνται \log_2/k bits, και συνεπώς ισάριθμο πλήθος καλωδίων.



Σχηματική αναπαράσταση διαύλων δεδομένων, διευθύνσεων και ελέγχου.

Σε κάποιες περιπτώσεις ο διάυλος δεδομένων χρησιμοποιείται και για την μεταφορά διευθύνσεων, οπότε στα συστήματα αυτά χρησιμοποιούνται μόνο δύο επιμέρους διάυλοι, ο διάυλος δεδομένων και διάυλος ελέγχου, εις βάρος ωστόσο της συνολικής ταχύτητας επικοινωνίας των μονάδων.

Εργασίες CPU

1. Φέρνει στην ΜΚΕ την εντολή που είναι αποθηκευμένη στη θέση μνήμης, που δείχνει ο μετρητής προγράμματος.
2. Αλλάζει το περιεχόμενο του μετρητή προγράμματος, ώστε να δείχνει τη θέση μνήμης που περιέχει την επόμενη προς εκτέλεση εντολή.
3. Αναλύει την εντολή και ελέγχει εάν η εντολή χρειάζεται δεδομένα από τη μνήμη και εάν ναι, προσδιορίζει τη διεύθυνση που είναι αποθηκευμένα.
4. Φέρνει τα δεδομένα σε κάποιους από τους καταχωρητές της.
5. Εκτελεί την εντολή.
6. Αποθηκεύει τα αποτελέσματα.
7. Πηγαίνει στο βήμα 1 για να αρχίσει την εκτέλεση της επόμενης εντολής.

Σημειώνουμε ότι, ανάλογα με την εντολή, τα βήματα 4 και 6 ή ένα από αυτά είναι δυνατόν να μη χρησιμοποιηθούν. Για παράδειγμα, κατά την εκτέλεση μιας εντολής διακλάδωσης στο βήμα 5, η διεύθυνση της επιθυμητής επόμενης προς εκτέλεση εντολής φορτώνεται στο μετρητή προγράμματος και ακολουθεί το βήμα 7.

6. Περιφερειακή, ή Δευτερεύουσα, ή βοηθητική ή εξωτερική μνήμη

Παρέχει βοηθητική μνήμη για να αυξήσει την στοιχειώδη μνήμη και να αποθηκεύσει "μόνιμα" πληροφορίες. Στους σημερινούς υπολογιστές η κύρια μνήμη είναι κατά πολύ μικρότερη από τη βοηθητική μνήμη. Μέσα αποθήκευσης πληροφοριών στην εξωτερική μνήμη είναι :

- 1) Μαγνητικός δίσκος
- 2) Μαγνητική ταινία
- 3) Μαγνητικό τύμπανο
- 4) Οπτικός δίσκος

Πλεονεκτήματα μαγνητικού δίσκου : Ταχεία πρόσβαση πληροφοριών, δεν χρειάζεται να διαβαστούν όλες οι πληροφορίες του δίσκου σε κάθε αναζήτηση.

Μειονεκτήματα μαγνητικού δίσκου : Ψηλό κόστος, πολυπλοκότητα οργάνωσης αρχείων .