

Τ.Ε.Ι. ΠΕΛΟΠΟΝΝΗΣΟΥ

Τμήμα Μηχανικών Πληροφορικής Τ.Ε.

Σχολή Τεχνολογικών Εφαρμογών



Πτυχιακή εργασία

Σύγχρονα υπολογιστικά συστήματα-

Δομή και Οργάνωση αρχιτεκτονικής υπολογιστών



Επιβλέπων καθηγητής: Σαλτάρη Γεωργία

Φοιτητής: Σιοροβίγκας Γιώργος

ΑΜ: 2007111

Σπάρτη, Νοέμβριος 2014

Περίληψη

Σκοπός της παρούσας πτυχιακής εργασίας είναι να παρουσιάσει τη δομή και λειτουργία των υπολογιστών και τη φύση και τα χαρακτηριστικά των σύγχρονων υπολογιστικών συστημάτων.

Ένας υπολογιστής μπορεί να θεωρηθεί ως μία δομή επί μέρους υπομονάδων και η λειτουργία του μπορεί να περιγραφεί βάση τη συλλογική λειτουργία των συνεργαζόμενων υπομονάδων του.

Υπάρχουν πολλές νέες τάσεις οι οποίες εστιάζουν στο σχεδιασμό της απόδοσης των συστημάτων υπολογιστών και πολλές τεχνικές και στρατηγικές οι οποίες χρησιμοποιούνται για την επίτευξη ισορροπημένης και αποδοτικής λειτουργίας.

Abstract

The purpose of this thesis is to present the structure and operation of computers and the nature and characteristics of modern computer systems.

A computer can be regarded as a structure of the individual subunits and the function can be described based on the collective functioning of the cooperating subunits.

There are many new trends that focus on the design performance of computer systems and many techniques and strategies that are used to achieve a balanced and efficient operation.

Ευχαριστίες

Αρχικά θα ήθελα να ευχαριστήσω τον παντοδύναμο Θεό που με βοήθησε να φτάσω ως εδώ.

Θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου στην Υπεύθυνη Καθηγήτριά μου κ.Γεωργία Σαλτάρη για τη δυνατότητα που μου έδωσε να πραγματοποιήσω την πτυχιακή μου εργασία. Για τον πολύτιμο χρόνο που διέθεσε για την περάτωση της εργασίας μου αλλά και για τις σημαντικές υποδείξεις και συμβουλές.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω ακόμα όλους τους καθηγητές του Τεχνολογικού Εκπαιδευτικού Ιδρύματος Σπάρτης για τις πολύτιμες γνώσεις που μου προσέφεραν όλα αυτά τα χρόνια.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένειά μου που με στήριξαν και με στηρίζουν σε όλες τις πτυχές της ζωής μου.

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	3
Abstract	5
Ευχαριστίες.....	7
Κεφάλαιο 1	12
Εισαγωγή στην Οργάνωση και Αρχιτεκτονική υπολογιστών	12
Εισαγωγή.....	12
Ιστορική αναδρομή.....	12
Το σύστημα του υπολογιστή.....	15
Η Δομή του υπολογιστή.....	16
Κεφάλαιο 2	18
Μνήμη των υπολογιστών.....	18
Η ενδιάμεση μνήμη (Cache).....	18
Η Κύρια Μνήμη.....	21
Τρόποι Διευθυνοδότησης Κύριας Μνήμης.....	28
Κεφάλαιο 3	31
Η Εξωτερική Μνήμη.....	31
Ο σκληρός δίσκος.....	31
Το σύστημα RAID	34
Οπτικά μέσα αποθήκευσης.....	40
Κεφάλαιο 4	52
Υποστήριξη από το Λειτουργικό σύστημα.....	52
Υπηρεσίες	52
Διαχείριση διεργασιών	53
Διαχείριση μνήμης.....	53
Συστήματα αρχείων.....	54

Δικτύωση.....	54
Εσωτερική ασφάλεια	54
Εξωτερική ασφάλεια.....	54
Γραφική διασύνδεση χρήστη.....	54
Οδηγοί συσκευών.....	55
Πυρήνας.....	55
Σύγχρονα λειτουργικά συστήματα.....	55
Παραδείγματα λειτουργικών συστημάτων	56
Κεφάλαιο 5	57
Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας.....	57
Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας (CPU)	57
ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΗΣ CPU.....	58
Μονάδα Ελέγχου.....	59
Βιβλιογραφία	61

Ευρετήριο Εικόνων

Εικόνα 1-Επικοινωνία μεταξύ επεξεργαστή, κρυφής και κύριας μνήμης.....	19
Εικόνα 2-Χρονική και Χωρική τοπικότητα στις αναφορές στην κύρια μνήμη	20
Εικόνα 3-Τυπική διάταξη συσκευής εγγραφής και ανάγνωσης οπτικών δίσκων	42
Εικόνα 4-Τομή κοινού οπτικού δίσκου CD-ROM.....	44
Εικόνα 5-Ίχνη ομόκεντρων κύκλων και σπειροειδούς διαμόρφωσης (HD & CD αντίστοιχα)	44
Εικόνα 6-Η εξέλιξη των οπτικών δίσκων και η αύξηση της χωρητικής τους ικανότητας	47
Εικόνα 7-Σχηματική αναπαράσταση του τρόπου λειτουργίας της ολογραφικής	49
Εικόνα 8-Τυπική συλλογή συσκευών I/O. -Τυπική συλλογή συσκευών I/O	50

Κεφάλαιο 1

Εισαγωγή στην Οργάνωση και Αρχιτεκτονική υπολογιστών

Εισαγωγή

Η **αρχιτεκτονική υπολογιστών**, ή **οργάνωση υπολογιστών**, είναι το γνωστικό πεδίο της μηχανικής υπολογιστών το οποίο πραγματεύεται τον λογικό σχεδιασμό, τη δομή και τη λειτουργία του υλικού ενός υπολογιστικού συστήματος, συνήθως ηλεκτρονικού και ψηφιακού. Ως επιστημονικός τομέας εστιάζει στη συστηματική έρευνα και σχεδίαση των τεχνολογικών δομών υλικού που επιτρέπουν την αποδοτική εκτέλεση αλγορίθμων και υπολογισμών, με βάση τις διαθέσιμες τεχνολογίες κατασκευής ολοκληρωμένων κυκλωμάτων. Συνήθως, η αρχιτεκτονική υπολογιστών δίνει έμφαση στη δομή και λειτουργία του επεξεργαστή και στους τρόπους προσπέλασής του στη μνήμη.

Ιστορική αναδρομή

Γενιές Υπολογιστών

- 1η Γενιά: λυχνίες κενού, ENIAC (1946 – 1956)
- 2η Γενιά: τρανζίστορ (1956 – 1963)
- 3η Γενιά: ολοκληρωμένο κύκλωμα (chip), οικογένειες υπολογιστών (1964–1970)
- 4η Γενιά: μικροεπεξεργαστής, 1981: IBM, PC (1970 – σήμερα)
- 5η Γενιά: μικροηλεκτρονική, τεχνητή νοημοσύνη, ρομποτική (πειραματικά)

1η Γενιά Υπολογιστών (1946 – 1956)

Σε αυτήν τη γενιά ανήκουν οι υπολογιστές που κατασκευάστηκαν με βάση τις αρχές του Νόουμαν, με βασικό δομικό συστατικό την ηλεκτρονική λυχνία τύπου ENIAC (τεράστια, ακριβή και δύσχρηστη). Η χρήση τους περιορίστηκε σε μερικά πανεπιστημιακά ή στρατιωτικά κέντρα ερευνών, καθώς και σε μερικές μεγάλες βιομηχανίες. Όλοι οι υπολογιστές της γενιάς αυτής χαρακτηρίζονται ως mainframe (κεντρικοί υπολογιστές). Μερικά από τα πιο χαρακτηριστικά δείγματα της γενιάς αυτής:

- Στο Πανεπιστήμιο του Μάντσεστερ κατασκευάστηκε ο «Μάντσεστερ MARK-1».
- Στην Αμερική, οι Μότσλι και Εκερτ μετά τις προηγούμενες επιτυχίες τους ίδρυσαν δική τους εταιρεία στη Φιλαδέλφεια, την UNIVAC.

- Το Δεκέμβριο του 1950 άρχισε να λειτουργεί στο MIT ο Χουίρλγουιντ, ο οποίος αργότερα μπήκε σε μαζική παραγωγή και αποτέλεσε τη βάση του δικτύου SAGE.
- Το φθινόπωρο του 1951, η IBM προχώρησε στην κατασκευή των μεγάλων επιστημονικών υπολογιστών της σειράς 701 για στρατιωτικές χρήσεις. Λίγο αργότερα παρουσίασε τη σειρά 702, προορισμένη για πολιτικές εφαρμογές διοίκησης. Ταυτόχρονα παρουσιάζεται και ο IBM 650, το πρώτο εμπορικό μοντέλο της IBM που πούλησε 1500 κομμάτια σε 15 χρόνια.

Αξιοσημείωτη είναι η εγκατάσταση του πρώτου υπολογιστή στην Ελλάδα. Η Εθνική Τράπεζα της Ελλάδας εγκαθιστά το 1959 έναν IBM 650 ενώ μέχρι το τέλος του 1963 είχαν εγκατασταθεί συνολικά 6 υπολογιστές. [1]

Πρώτος Υπολογιστής (γενικής χρήσης): ENIAC, 1946

Ο Επίας θεωρείται σήμερα σαν ο πρώτος Η/Υ. Κατασκευάστηκε το 1947 στην Πενσυλβάνια (ΗΠΑ). Σχεδιάστηκε αρχικά για στρατιωτικές ανάγκες. Είχε 19 000 λυχνίες κενού, ζύγιζε 30 τόνους και καταλάμβανε 270 τετραγωνικά μέτρα με κατανάλωση ηλεκτρικής ενέργειας 200 KW. Μπορούσε να κάνει μόνο 300 πολλαπλασιασμούς το δευτερόλεπτο. Ο Επίας χαλούσε συχνά, έκανε πολλά λάθη και είχε το μεγάλο μειονέκτημα ότι κάθε φορά που ήθελαν να τρέξουν ένα καινούργιο πρόγραμμα, έπρεπε να ξηλώσουν και να ξανασυνδέσουν πολλές από τις καλωδιώσεις του.

2η Γενιά Υπολογιστών (1956-1963)

Καθοριστικό χαρακτηριστικό των υπολογιστών της γενιάς αυτής είναι η ανακάλυψη του τρανζίστορ (κρυσταλλοτρίοδος) στα εργαστήρια της Bell από την ομάδα του Σόκλι. Οι νέοι υπολογιστές αρχίζουν να εμφανίζονται στις επιχειρήσεις και τα γραφεία.



Οι πιο φημισμένοι της εποχής:

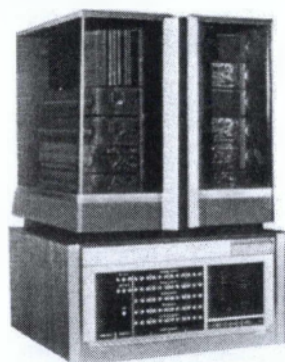
- Ο SEAC κατασκευάστηκε από το Υπουργείο Εμπορίου των ΗΠΑ και χρησιμοποιήθηκε για την επίλυση μετεωρολογικών προβλημάτων.
- Ο Atlas – ο πρώτος υπολογιστής για διαστημική έρευνα – κατασκευάστηκε κατά τη διετία 1956-'57 και καθοδήγησε από το 1958 έως το 1961 την εκτόξευση από το ακρωτήριο Κανάβεραλ των πρώτων επικοινωνιακών δορυφόρων, καθώς και των πρώτων αμερικανικών διηπειρωτικών πυραύλων.
- Ο IBM 7090 ο πρώτος που κατασκευάστηκε αποκλειστικά με τρανζίστορ.
- Η εταιρεία CDC (Control Data Corporation) καθιερώνεται σαν κύριος κατασκευαστής μεγάλων υπολογιστών και διατηρεί τη θέση της και στις επόμενες γενιές.
- Αξιοσημείωτη δραστηριότητα παρουσιάζει και η εταιρεία National Cash Register με την παρουσίαση των μοντέλων NCR στο χώρο των μηχανών γραφείου.

- Η δεκαετία αυτή χαρακτηρίζεται από σκληρό ανταγωνισμό μεταξύ IBM και UNIVAC για το σχεδιασμό μιας μηχανής, που θα κάλυπτε τις αμυντικές ανάγκες των ΗΠΑ.

Στα τέλη της δεκαετίας του '50 εμφανίζονται τα πρώτα εργαστήρια τεχνητής νοημοσύνης, με πρωτοπόρο τον Μάρβιν Μίνσκι στο MIT. Παράλληλα, προωθούνται νέες τεχνικές προγραμματισμού.[1]

3η Γενιά Υπολογιστών (1964-1970)

Μια ακόμη επανάσταση στο χώρο της ηλεκτρονικής σηματοδοτεί την επόμενη γενεά υπολογιστών, το ολοκληρωμένο κύκλωμα (Integrated Circuit – IC) γνωστό και με το όνομα μικροτσιπ ή τσιπ, μια επινοήση του Τζακ Κίλμπι.



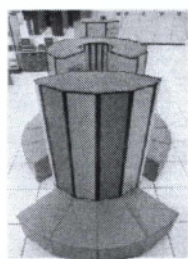
Οι υπολογιστές πια εισχωρούν σε διάφορους τομείς:

- Με την εμφάνιση του IBM 360 τον Απρίλιο του 1964, οι υπολογιστές εισβάλλουν στις περισσότερες επιχειρήσεις και αυτοματοποιούν πολλές λογιστικές και διοικητικές εργασίες. Πολλά χαρακτηριστικά του έγιναν αργότερα πρότυπα στη βιομηχανία. Οι υπολογιστές ταυτίζονται αυτή την εποχή με το όνομα IBM.
- Στους μεγάλους υπολογιστές (mainframe) κυριαρχούν οι εταιρείες CDC και Burroughs.
- Η UNIVAC κατασκευάζει επιστημονικούς υπολογιστές.
- Παρουσιάζονται κατασκευαστές (Data General,

Hewlett-Packard και DEC) υπολογιστών μεσαίου μεγέθους (minicomputers). Η DEC παρουσιάζει τη σειρά PDP με πετυχημένο εμπορικά μοντέλο τον PDP-8 το 1968.

- Το 1970 παρουσιάζεται το πρώτο ολοκληρωμένο κύκλωμα μνήμης.
- Το 1970 παρουσιάζεται και η οπτική ίνα, η οποία δίνει νέα ώθηση στον τομέα των επικοινωνιών.

4η Γενιά Υπολογιστών (1970 - σήμερα)



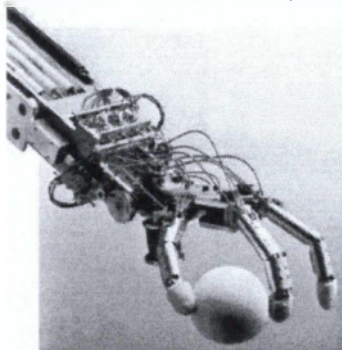
Η δημιουργία του πρώτου μικροεπεξεργαστή – του INTEL 4004 – από τον Τεντ Χοφ σηματοδοτεί μια περίοδο μεγάλης ανάπτυξης και βελτίωσης των υπολογιστών. Η χρησιμοποίηση της «Ολοκλήρωσης Μεγάλης Κλίμακας (LSI)» οδήγησε στην εποχή των «Μικροϋπολογιστών», με μηχανήματα που χωράνε πλέον πάνω στο γραφείο, στο εργαστήριο, ή ακόμη και σε τσέπες.

- Στο χώρο των μεσαίων υπολογιστών παρουσιάζονται διάφορα μοντέλα από εταιρείες όπως οι DEC, HP και Datapoint.
- Ο πρώτος «μικροϋπολογιστής» (ή «προσωπικός υπολογιστής», PC) που κυκλοφόρησε στο εμπόριο ήταν ο Altair 8800 από τον Εντ Ράμπερτς.
- Στη δεκαετία του '70 κάνουν την εμφάνισή τους και οι υπολογιστές της Apple και της Commodore.
- Στην τεχνική των μικροεπεξεργαστών οφείλεται και η εμφάνιση των υπολογιστικών «μηχανών τσέπης» (calculators). Η αγγλική εταιρεία Sinclair εισήγαγε το 1980 στην αγορά μια μηχανή για αρχαίους στο μέγεθος ενός βιβλίου, τον Sinclair ZX-80, τον πρώτο υπολογιστή τέτοιου μεγέθους.
- Το 1981, η IBM παρουσιάζει τον προσωπικό υπολογιστή IBM PC, ο οποίος για αρκετά χρόνια αποτελεί πρότυπο. Ταυτόχρονα παρουσιάζεται και ο πρώτος φορητός προσωπικός υπολογιστής, ο Osborne-1.

- Στο χώρο των επιστημονικών υπολογιστών παρουσιάζεται ο Cray-1, ένας «υπερυπολογιστής» (super-computer) που εκτελεί εκατομμύρια εντολές ανά δευτερόλεπτο.
- Στις αρχές της δεκαετίας του '80 παρουσιάζεται και ο πρώτος οπτικός δίσκος - CD. [1]

5η Γενιά Υπολογιστών

Είναι η τελευταία και ανερχόμενη γενιά της δεκαετίας του '90. Ξεκίνησε από την Ιαπωνία, όπου τέθηκε σε εφαρμογή από το 1982 το Πρόγραμμα Ανάπτυξης Υπολογιστών Πέμπτης Γενιάς. Ο στόχος ήταν η δημιουργία υπολογιστών με ανθρώπινη συμπεριφορά σε επίπεδο όμως του υλικού (hardware) και όχι απλά του λογισμικού, που επικρατούσε μέχρι τότε στον τομέα της τεχνητής νοημοσύνης. Οι νέοι υπολογιστές είναι πλέον «υπολογιστές-ρομπότ», που μπορούν να εκτελέσουν και μηχανικές εργασίες, σκεπτόμενοι, με δυνατότητες μάθησης και με την υποστήριξη της μνήμης που διαθέτουν. Την Ιαπωνική πρόκληση ακολούθησαν και άλλες χώρες. [1]



Το σύστημα του υπολογιστή

Ο **ηλεκτρονικός υπολογιστής** είναι μια μηχανή κατασκευασμένη κυρίως από ψηφιακά ηλεκτρονικά κυκλώματα και δευτερευόντως από ηλεκτρικά και μηχανικά συστήματα, και έχει ως σκοπό να επεξεργάζεται πληροφορίες. Ο ηλεκτρονικός υπολογιστής είναι ένα αυτοματοποιημένο, ηλεκτρονικό, ψηφιακό επαναπρογραμματιζόμενο σύστημα γενικής χρήσης το οποίο μπορεί να επεξεργάζεται δεδομένα βάσει ενός συνόλου προκαθορισμένων οδηγιών, των εντολών που συνολικά ονομάζονται πρόγραμμα.

Κάθε υπολογιστικό σύστημα, όσο μεγάλο ή μικρό κι αν είναι, αποτελείται από το **υλικό** μέρος (hardware) και το **λογισμικό** (software). Τα βασικά στοιχεία του υλικού μέρους του υπολογιστή είναι η κεντρική μονάδα επεξεργασίας (ΚΜΕ, αγγλ. CPU, **C**entral **P**rossesing **U**nit), η κεντρική μνήμη (RAM & ROM-BIOS), οι μονάδες εισόδου - εξόδου (πληκτρολόγιο, ποντίκι, οθόνη κ.α.), οι εσωτερικές (ή εξωτερικές) μονάδες ανάγνωσης και αποθήκευσης δεδομένων όπως σκληρός δίσκος, DVD, **SSD** (Solid State Drive) και οι περιφερειακές συσκευές όπως εκτυπωτής, σαρωτής, μόντεμ κ.α.).

Υπάρχουν διάφοροι τύποι υπολογιστών οι οποίοι διαφέρουν κατά το μέγεθος, τις δυνατότητες (επεξεργαστική ισχύς) και την αρχιτεκτονική τους, δηλαδή τον τρόπο που τα βασικά τους μέρη συνδέονται και συνεργάζονται μεταξύ τους. Στην πιο διαδεδομένη κατηγορία υπολογιστών ανήκουν οι μικροϋπολογιστές. Στους μικροϋπολογιστές τα βασικά εξαρτήματα, όπως ο επεξεργαστής, η μνήμη κ.ά., βρίσκονται τοποθετημένα σ' ένα τυπωμένο κύκλωμα που ονομάζεται μητρική κάρτα (αγγλ. Motherboard ή MoBo). Εκτός από τον επεξεργαστή και τη μνήμη, πάνω στη μητρική βρίσκονται οι θέσεις επέκτασης στις οποίες τοποθετούνται οι διάφορες κάρτες, γραφικών, ήχου κ.λπ.). Στη μητρική επίσης βρίσκονται υποδοχές για τη σύνδεση διαφόρων άλλων συσκευών (όπως ο σκληρός δίσκος, η οπτική μονάδα ανάγνωσης DVD, card reader κλπ), ή και προς επέκταση των ήδη εγκατεστημένων.

Το λογισμικό του υπολογιστή αποτελείται από τα απαραίτητα προγράμματα που δίνουν τις κατάλληλες εντολές, για να λειτουργεί το υλικό μέρος. Συνίσταται δε από το λειτουργικό σύστημα (το βασικό πρόγραμμα για τη λειτουργία του Η/Υ καθώς και για την επικοινωνία του με τον άνθρωπο) και το λογισμικό εφαρμογών (πακέτα εφαρμογών, γλώσσες προγραμματισμού, εκπαιδευτικό λογισμικό, προγράμματα – εργαλεία κ.α.). [2]

Η Δομή του υπολογιστή

Σύμφωνα με τον νομ Neumann, έναν από τους πρωτοπόρους της σχεδίασης των πρώτων υπολογιστικών συστημάτων στη δεκαετία του 1940, ένα / σε ένα υπολογιστικό σύστημα:

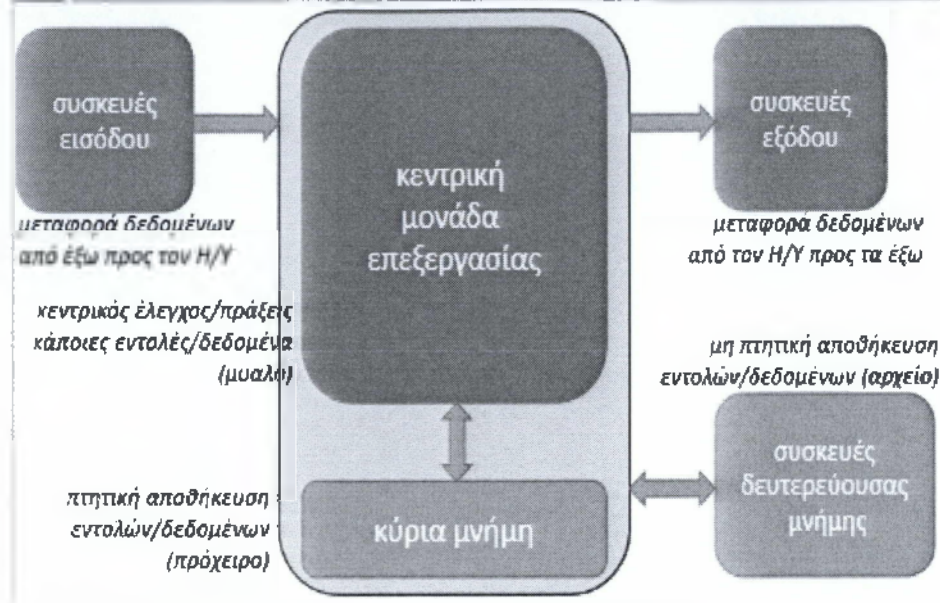
- Πρέπει να έχει διακριτές μονάδες για την αποθήκευση και επεξεργασία πληροφοριών. Αυτό οδήγησε σε μια αφαιρετική αρχιτεκτονική δόμησης υπολογιστικών συστημάτων η οποία ακολουθείται και σήμερα για υπολογιστικά συστήματα με μία CPU.
- Δεδομένα και εντολές αναπαρίστανται και τα δύο ως δυαδικά ψηφία και επομένως μπορούν να αποθηκεύονται στις μονάδες αποθήκευσης. Αυτό οδήγησε στην έννοια του αποθηκευμένου προγράμματος (stored-program concept) και απόλαξε το χρήστη από την αναγκαιότητα να εισάγει στο υπολογιστή εντολές μέσω των μονάδων εισόδου. Σε μεταγενέστερο χρόνο η λογική του αποθηκευμένου προγράμματος οδήγησε στην ανάπτυξη των λειτουργικών συστημάτων.

Με βάση τη λογική της διάκρισης της επεξεργασίας από την αποθήκευση πληροφορίας, ένα υπολογιστικό μπορεί να διαχωριστεί σε πέντε βασικά τμήματα :

- τη **Μονάδα Μνήμης**, η οποία περιέχει τα δεδομένα αλλά και τις εντολές για την επεξεργασία τους,
- τη **Μονάδα Εισόδου**, μέσω της οποίας εισάγονται τα δεδομένα στο εσωτερικό του υπολογιστικού συστήματος,
- τη **Μονάδα Εξόδου**, μέσω της οποίας μεταφέρονται τα αποτελέσματα της επεξεργασίας των δεδομένων από το εσωτερικό του υπολογιστικού συστήματος στον εξωτερικό κόσμο,
- την **Αριθμητική και Λογική Μονάδα**, η οποία εκτελεί αριθμητικές και λογικές πράξεις στα δεδομένα (σύμφωνα με τις αποθηκευμένες στη μνήμη εντολές), και
- τη **Μονάδα Ελέγχου**, η οποία συντονίζει τη λειτουργία όλων των υπολοίπων μονάδων και διασφαλίζει την ομαλή συνεργασία μεταξύ τους.

Οι τελευταίες δύο μονάδες (Αριθμητική και Λογική Μονάδα, Μονάδα Ελέγχου) αποτελούν την Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας. [3]

Αρχιτεκτονική Eckert-von Neumann



Κεφάλαιο 2

Μνήμη των υπολογιστών

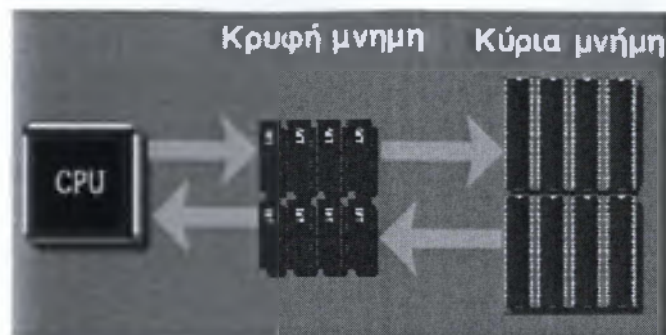
Η μνήμη των υπολογιστών παρουσιάζει ίσως τη μεγαλύτερη ποικιλία σε τύπους, τεχνολογία, οργάνωση, απόδοση και κόστος από οποιοδήποτε άλλο τμήμα ενός συστήματος υπολογιστή.

Το σύνθετο ζήτημα τη μνήμης των υπολογιστών γίνεται πιο ευκολονόητο αν ταξινομήσουμε τα συστήματα μνήμης σύμφωνα με τα βασικά χαρακτηριστικά τους.

Θέση Επεξεργαστής Εσωτερική (κύρια μνήμη) Εξωτερική (δευτερεύουσα μνήμη)	Απόδοση Χρόνος πρόσβασης Χρόνος κύκλου Ταχύτητα μεταφοράς
Χωρητικότητα Μέγεθος λέξης Αριθμός των λέξεων	Φυσικός τύπος Ημιαγωγοί Μαγνητική Οπτική Μαγνητο-οπτική
Μονάδα μεταφοράς πληροφορίας Λέξη Τμήμα	Φυσικά χαρακτηριστικά Γπητική / Μη πτητική Σβήνεται / Δε σβήνεται
Μέθοδος προσπέλασης Ακολουθιακή Άμεση Τυχαία Συσχετιστική	Οργάνωση

Η ενδιάμεση μνήμη (Cache)

Η **κρυφή μνήμη (cache memory)** είναι ένα είδος ενδιάμεσης μνήμης που παρεμβάλλεται μεταξύ του ταχύτατου επεξεργαστή και της πιο αργής κύριας μνήμης (στην πραγματικότητα η μνήμη δεν είναι τόσο αργή σε σχέση με τα υπόλοιπα μέρη ενός υπολογιστή, απλώς ο επεξεργαστής είναι πολύ γρήγορος) και βελτιώνει σημαντικά την απόδοση της κύριας μνήμης και κατ' επέκταση όλου του συστήματος. Η χρησιμοποίηση κρυφής μνήμης σε ένα σύστημα έχει ως αποτέλεσμα να μειώνεται ο συνολικός χρόνος κατά τον οποίο ο επεξεργαστής είναι αδραντοποιημένος, περιμένοντας να ικανοποιηθεί κάποια αίτηση του από την κύρια μνήμη. Υπάρχουν διάφορα επίπεδα κρυφής μνήμης που χρησιμοποιούνται στους σύγχρονους υπολογιστές ως ενδιάμεση μνήμη για δεδομένα στα οποία έγινε αναφορά πρόσφατως. Όταν αναφέρουμε τον όρο κρυφή μνήμη, εννοούμε συνήθως τη δευτερεύουσα κρυφή μνήμη, αλλιώς θα γίνεται αναφορά στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της συγκεκριμένης κρυφής μνήμης.



Εικόνα 1-Επικοινωνία μεταξύ επεξεργαστή, κρυφής και κύριας μνήμης

Ο ρόλος της κρυφής μνήμης στον υπολογιστή

Στους πρώτους προσωπικούς υπολογιστές τα διάφορα μέρη τους είχαν ένα κοινό γνώρισμα: ήταν όλα πολύ αργά. Για παράδειγμα, ένας επεξεργαστής που "έτρεχε" στα 8 MHz ή λιγότερο, χρειαζόνταν αρκετούς παλμούς του ρολογιού για να εκτελέσει ακόμα και την πιο απλή λειτουργία. Επίσης, επειδή η κύρια μνήμη του υπολογιστή ήταν πολύ πιο αργή σε σχέση με τον επεξεργαστή, πολλές φορές ο επεξεργαστής ήταν αναγκασμένος να μένει αδρανής περιμένοντας να ικανοποιηθεί μια αίτηση του από τη μνήμη. Υπήρχαν όμως και μερικές περιπτώσεις όπου η κύρια μνήμη του συστήματος είχε ταχύτητα που ήταν συγκρίσιμη με αυτή του επεξεργαστή.

Σήμερα (15 χρόνια περίπου μετά την παρουσίαση των PCs) όλα τα συστατικά μέρη ενός υπολογιστή είναι σαφώς γρηγορότερα από τα αντίστοιχα μέρη των πρώτων προσωπικών υπολογιστών. Ωστόσο, ο βαθμός αύξησης της ταχύτητας δεν ήταν ίδιος για όλα τα μέρη ενός υπολογιστή. Για παράδειγμα, ενώ η κύρια μνήμη του υπολογιστή έγινε 10 φορές ταχύτερη, οι επεξεργαστές είναι 1000 φορές ταχύτεροι, σε σχέση με τον επεξεργαστή που χρησιμοποιήθηκε στον αρχικό IBM PC.

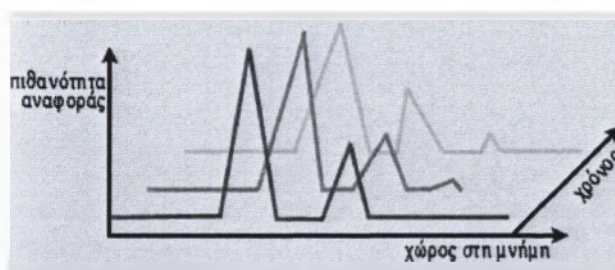
Αυτή η άνιση βελτίωση της ταχύτητας (απόδοσης) μεταξύ του επεξεργαστή και των υπολοίπων μερών του υπολογιστή έχει ως αποτέλεσμα ο επεξεργαστής να είναι μακράν το ταχύτερο τμήμα σε κάθε υπολογιστή. Οι σχεδιαστές υπολογιστών λαμβάνοντας υπόψη την παραπάνω παρατήρηση, προσπαθούν να ελαχιστοποιήσουν την καθυστέρηση στη λειτουργία του επεξεργαστή που προκαλείται από το γεγονός ότι τα υπόλοιπα μέρη του υπολογιστή δεν μπορούν να εξυπηρετήσουν αμέσως τις αιτήσεις του επεξεργαστή. Για παράδειγμα όταν ο επεξεργαστής ζητήσει κάποιες πληροφορίες από την κύρια μνήμη θα πρέπει να αδρανοποιηθεί μέχρι να είναι διαθέσιμες αυτές οι πληροφορίες. Αυτή η καθυστέρηση έχει ως αποτέλεσμα να μειώνεται σημαντικά η απόδοση όλου του συστήματος.

Προκειμένου να ελαχιστοποιηθεί ο χρόνος αδράνειας του επεξεργαστή μπορούμε να κατασκευάσουμε μνήμες, διαύλους, σκληρούς δίσκους, οδηγούς CD-ROM, με ταχύτητες παρόμοιες με αυτή του επεξεργαστή. Αν και αυτή η λύση είναι εφικτή, το συνολικό κόστος αγοράς ενός τέτοιου συστήματος θα είναι πολύ υψηλό, οπότε αυτή η λύση απορρίπτεται τουλάχιστον για τα συστήματα γενικού σκοπού. Η μοναδική λύση είναι να χρησιμοποιήσουμε αρχιτεκτονικές που θα εκμεταλλεύονται στο έπακρο τις δυνατότητες της σημερινής τεχνολογίας και θα διατηρούν το κόστος αγοράς ενός προσωπικού υπολογιστή σε ανεκτά επίπεδα. Σε αυτή ακριβώς την προσέγγιση στηρίζεται και η ιδέα της χρησιμοποίησης κρυφής μνήμης στους υπολογιστές. Έτσι, αντί να κατασκευάσουμε μια ταχύτατη αλλά πανάκριβη κύρια μνήμη των 64 MB, χρησιμοποιούμε μια ταχύτατη αλλά όχι τόσο ακριβή (λόγω

μεγέθους) κρυφή μνήμη των 256 KB σε συνδυασμό με μια πιο αργή κύρια μνήμη. Η σχετικά αργή κύρια μνήμη με τη βοήθεια της ταχύτερης κρυφής μνήμης και τη χρησιμοποίηση ενός αλγορίθμου μεταφοράς δεδομένων μεταξύ αυτών των δυο, έχει συμπεριφορά πολύ ταχύτερης μνήμης από ότι είναι στη πραγματικότητα. Πως γίνεται όμως αυτό;

Όταν γίνεται μια αναφορά σε μια θέση της μνήμης είναι πολύ πιθανό η επόμενη αναφορά να γίνει σε κάποια γειτονική θέση της μνήμης. Αυτό το φαινόμενο είναι γνωστό ως τοπικότητα (locality) των αναφορών στη μνήμη και εμφανίζεται με δυο τρόπους:

- **Χρονική τοπικότητα:** Τα περιεχόμενα της ίδιας διεύθυνσης είναι πιθανόν να ζητηθούν και στο κοντινό μέλλον.
- **Χωρική τοπικότητα:** Αν ζητηθούν τα περιεχόμενα μιας διεύθυνσης της κύριας μνήμης είναι πολύ πιθανόν να ζητηθούν και τα περιεχόμενα των γειτονικών διευθύνσεων.



Εικόνα 2-Χρονική και Χωρική τοπικότητα στις αναφορές στην κύρια μνήμη

Για παράδειγμα η ύπαρξη ενός βρόγχου (loop) μέσα στον κώδικα ενός προγράμματος προκαλεί χρονική τοπικότητα, ενώ το φαινόμενο της χωρικής τοπικότητας παρατηρείται κατά την εκτέλεση των μικροεντολών τα βήματα των οποίων είναι σειριακά αποθηκευμένα στη μνήμη. Επίσης χωρική τοπικότητα εμφανίζεται και στην αποθήκευση δεδομένων σε έναν πίνακα στη μνήμη.

Η ταχύτερη κρυφή μνήμη χρησιμοποιείται για την αποθήκευση των πληροφοριών στις οποίες έγινε πρόσφατα αναφορά. Το φαινόμενο της τοπικότητας έχει ως αποτέλεσμα να είναι μεγαλύτερη η πιθανότητα εξυπηρέτησης μιας αίτησης του επεξεργαστή από την ταχύτερη κρυφή μνήμη παρά από την πιο αργή κύρια μνήμη. Όταν η αίτηση δεν μπορεί να ικανοποιηθεί από την κρυφή μνήμη, τότε οι πληροφορίες που ζητήθηκαν αναζητούνται στην κύρια μνήμη και αφού βρεθούν μεταφέρονται στην κρυφή μνήμη, για πιθανή μελλοντική χρήση. Επειδή η κρυφή μνήμη είναι πολύ μικρότερη από την κύρια μνήμη χρησιμοποιούμε έναν αλγόριθμο, που διαχειρίζεται τη μεταφορά των δεδομένων από την κρυφή μνήμη στην κύρια μνήμη και αντιστρόφως. Στην ουσία, η κρυφή μνήμη παρεμβάλλεται μεταξύ του επεξεργαστή και της κύριας μνήμης και έχει ως σκοπό την εξισορρόπηση, κατά το δυνατόν, των ταχυτήτων τους. [4]

Η Κύρια Μνήμη

Ένα από τα κύρια τμήματα κάθε υπολογιστή είναι η μνήμη. Με τον όρο μνήμη χαρακτηρίζουμε οποιαδήποτε μονάδα έχει τη δυνατότητα να αποθηκεύει δυαδικές πληροφορίες και να επιτρέπει την ασφαλή ανάκτησή τους. Στο εσωτερικό της κεντρικής μονάδας ενός υπολογιστή, μπορούμε να εντοπίσουμε μονάδες μνήμης, στον επεξεργαστή, στη μητρική πλακέτα ή σε κάρτες, καθώς και σε μαγνητικές μονάδες ή οπτικές μονάδες (σκληροί δίσκοι κ.α.). Ορισμένες από τις μονάδες αυτές (κρυφή και κύρια μνήμη) είναι άμεσα προσπελάσιμες από τον επεξεργαστή (ΚΜΕ), ενώ ορισμένες άλλες (σκληρός δίσκος κ.α) είναι προσπελάσιμες μέσω μηχανισμών εισόδου-εξόδου. Επιπλέον μπορούν να χρησιμοποιηθούν μαγνητικές ή οπτικές μονάδες μνήμης, που βρίσκονται έξω από την κεντρική μονάδα του υπολογιστή, μέσω μηχανισμών εισόδου-εξόδου.

Η μνήμη ενός υπολογιστή διακρίνεται συνήθως στην κύρια μνήμη, ή απλά μνήμη, και τη δευτερεύουσα ή βοηθητική μνήμη. Στην κύρια μνήμη περιλαμβάνεται η **RAM** (*Random Access Memory*) και η **ROM** (*Read Only Memory*) ενώ στις βοηθητικές μνήμες περιλαμβάνονται οι μαγνητικές και οι οπτικές μονάδες μνήμης.

Τυχαία και ακολουθιακή προσπέλαση

Οι μονάδες μνήμης μπορούν να διαχωριστούν σε μονάδες τυχαίας (ή άμεσης) προσπέλασης και μονάδες ακολουθιακής (ή σειριακής) προσπέλασης. Ο τρόπος προσπέλασης μιας μονάδας μνήμης καθορίζεται από τον τρόπο με τον οποίο μπορούν να αναζητηθούν και να ανακληθούν οι πληροφορίες που περιέχει η συγκεκριμένη μονάδα μνήμης. Ο χρόνος προσπέλασης (*access time*) μιας μνήμης είναι ο χρόνος που περνάει από τη στιγμή που επιλέγεται μια θέση μνήμης, μέχρι τη στιγμή που το περιεχόμενο της θέσης αυτής έχει διαβαστεί ή γραφτεί.

Μνήμες τυχαίας προσπέλασης: είναι κατασκευασμένες από ολοκληρωμένα κυκλώματα ημιαγωγών, δεν διαθέτουν κινούμενα μέρη και ο χρόνος προσπέλασης μιας θέσης μνήμης είναι πάντα ο ίδιος και είναι ανεξάρτητος από τη συγκεκριμένη θέση της μνήμης.

Μνήμες ακολουθιακής προσπέλασης: οι θέσεις μνήμης δεν είναι άμεσα διαθέσιμες και η πρόσβαση σε αυτές απαιτεί τη χρήση κινούμενων μερών (κεφαλές ανάγνωσης/εγγραφής). Για το λόγο αυτό, ο χρόνος προσπέλασης σε μια θέση μνήμης δεν είναι σταθερός, αλλά εξαρτάται από τη θέση της συγκεκριμένης θέσης μνήμης ως προς την κεφαλή.

Η κύρια και η κρυφή μνήμη είναι τύπου τυχαίας προσπέλασης ενώ οι βοηθητικές μνήμες είναι τύπου ακολουθιακής προσπέλασης.

SRAM και DRAM

Τα ολοκληρωμένα κυκλώματα μονάδων τυχαίας προσπέλασης (RAM) διατίθενται σε δύο τύπους:

- Οι δυναμικές μνήμες **DRAM (Dynamic RAM)**
- Οι στατικές μνήμες **SRAM (Static RAM)**

Μια **στατική** μνήμη περιλαμβάνει ουσιαστικά εσωτερικά flips-flops, που αποθηκεύουν δυαδικές πληροφορίες. Η αποθηκευμένη πληροφορία παραμένει έγκυρη (δεν αλλοιώνεται) για όσο παρέχεται ηλεκτρικό ρεύμα στη μονάδα μνήμης.

Στη **δυναμική** μνήμη η δυαδική πληροφορία αποθηκεύεται με τη μορφή ηλεκτρικών φορτίων που εφαρμόζονται σε πυκνωτές. Το φορτίο που είναι αποθηκευμένο στους πυκνωτές έχει την τάση να ελαττώνεται με την πάροδο του χρόνου και για το λόγο αυτό θα πρέπει οι πυκνωτές περιοδικά να επαναφορτίζονται. Δηλαδή γίνεται ένα "φρεσκάρισμα" (refreshing) της δυναμικής μνήμης. Το φρεσκάρισμα πραγματοποιείται κάθε λίγα χιλιοστά του δευτερολέπτου με κυκλική σάρωση όλων των θέσεων μνήμης. Η δυναμική μνήμη σε σχέση με την στατική μνήμη χρησιμοποιεί λιγότερα ηλεκτρονικά στοιχεία και για το λόγο αυτό έχει μειωμένη κατανάλωση ισχύος, μεγαλύτερη χωρητικότητα αποθήκευσης ανά τσιπ μνήμης και μικρότερο κόστος. Αντίθετα η στατική μνήμη επειδή δεν χρειάζεται ανανέωση, είναι ταχύτερη από τη δυναμική.

Είδη DRAM στους Προσωπικούς Υπολογιστές

Η **SDRAM (*synchronous DRAM*)** είναι ένα γενικό όνομα που δίνεται σε ορισμένες μνήμες τύπου DRAM οι οποίες μπορούν αν συγχρονιστούν με την ταχύτητα του ρολογιού που δουλεύει ο επεξεργαστής. Η ταχύτητα μιας μνήμης SDRAM υπολογίζεται σε MHz και όχι σε nanosecond.

Η **RDRAM (*Rambus Dynamic Random Access Memory*)** είναι ένα σχετικά νέα τεχνολογία μνήμης DRAM η οποία χρησιμοποιεί μια διαφορετική διάταξη των στοιχειωδών μονάδων αποθήκευσης που διαθέτουν τα ολοκληρωμένα κυκλώματα μνήμης. Η διάταξη αυτή με τη βοήθεια εκλεκτών και αρτηριών επιτρέπει στην μνήμη RDRAM να μεταφέρει μέχρι και 1.6 δισεκατομμύρια bytes το δευτερόλεπτο

Η **DDR- SDRAM (*Double Data Rate SDRAM*)** είναι μια σύγχρονη δυναμική RAM η οποία θεωρητικά μπορεί να διπλασιάσει την ποσότητα των δεδομένων που μεταφέρονται σε μια δεδομένη συχνότητα λειτουργίας της. Αυτό το επιτυγχάνει εκμεταλλευόμενη και την άνοδο και την πτώση του σήματος κάθε κύκλου ρολογιού για τη μεταφορά δεδομένων.

Στατικές μνήμες

Σε αντίθεση με τις δυναμικές μνήμες, οι στατικές μνήμες *SRAM* (static RAM) δε χρειάζονται ανανέωση για να μη χαθούν τα περιεχόμενά τους. Αυτό τις κάνει πολύ πιο γρήγορες, αλλά συγχρόνως και πολύ πιο ακριβές. Έτσι βρίσκουν κυρίως χρήση στη λανθάνουσα μνήμη των προσωπικών υπολογιστών, η οποία έχει μικρό μέγεθος, μικρότερο από 1 Mb.

Οι στατικές μνήμες μπορούν να λειτουργούν ασύγχρονα σε σχέση με το ρολόι του υπολογιστή, οπότε αναφέρονται ως Async SRAM ή σε συγχρονισμό με αυτό, οπότε αναφέρονται ως Sync SRAM. [6]

Η κύρια μνήμη υλοποιείται με δυναμική μνήμη ενώ η κρυφή με στατική.

Πρόσκαιρη και μη πρόσκαιρη αποθήκευση

Οι μνήμες τα περιεχόμενα των οποίων χάνονται όταν πάψουμε να τις τροφοδοτούμε με ηλεκτρικό ρεύμα ονομάζονται "πρόσκαιρες" (volatile). Τα ολοκληρωμένα κυκλώματα των στατικών και δυναμικών RAM ανήκουν σε αυτή την κατηγορία αφού τα κύτταρα μνήμης τους χρειάζονται εξωτερική ηλεκτρική ισχύ για να διατηρήσουν την αποθηκευμένη πληροφορία. Αντίθετα οι μη

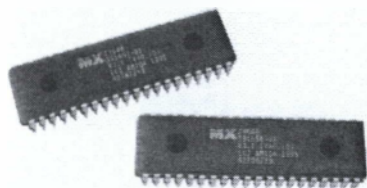
πρόσκαιρες μνήμες (nonvolatile) όπως είναι οι βοηθητικές μνήμες, διατηρούν τις πληροφορίες τους και χωρίς την ύπαρξη ηλεκτρικού ρεύματος. Αυτό συμβαίνει διότι στις μνήμες αυτές οι πληροφορίες αποθηκεύονται με μαγνητικό ή οπτικό και δεν επηρεάζονται από την διακοπή της ηλεκτρικής ισχύος. Άλλο παράδειγμα μη πρόσκαιρης μνήμης είναι η μνήμη μόνο-ανάγνωσης (ROM). Οι μη πρόσκαιρες μνήμες είναι απαραίτητες στους υπολογιστές για να μπορούμε να αποθηκεύουμε προγράμματα και δεδομένα που δεν χρησιμοποιούνται άμεσα αλλά θα τα χρειαστούμε στο μέλλον. Προγράμματα και δεδομένα που είναι απαραίτητα κατά τη διαδικασία εκκίνησης ενός υπολογιστή και δεν πρέπει να μεταβληθούν ποτέ αποθηκεύονται σε ROM. Ο υπολογιστής μπορεί να χρησιμοποιήσει τα περιεχόμενα της ROM όταν παρέχεται σε αυτόν ισχύ. Όταν ο υπολογιστής είναι σε λειτουργία και όταν όταν χρειαστεί τα υπόλοιπα προγράμματα και δεδομένα που είναι αποθηκευμένα σε βοηθητικές μνήμες μπορούν να μεταφερθούν στην κύρια μνήμη (RAM) του υπολογιστή. Επίσης πριν την διακοπή της λειτουργίας του υπολογιστή τα περιεχόμενα της κύριας μνήμης, θα πρέπει να μεταφερθούν σε μια βοηθητική μνήμη εάν η πληροφορία αυτή πρέπει να φυλαχτεί. [5]

Τύποι ROM

Η ROM (Read-Only Memory, μνήμη μόνο για ανάγνωση) είναι τύπος ηλεκτρονικής μνήμης, μόνο ανάγνωσης (γράφεται μόνο μία φορά από το εργοστάσιο που την κατασκευάζει) και μη πτητική (δεν χάνει τα δεδομένα της με τη διακοπή της τροφοδοσίας ρεύματος) που χρησιμοποιείται κυρίως σε ηλεκτρονικούς υπολογιστές αλλά και σε ηλεκτρονικές συσκευές. Υπάρχουν ειδικές περιπτώσεις που μπορούμε να αλλάξουμε τα περιεχόμενα μιας μνήμης ROM αλλά αυτή η αλλαγή είτε γίνεται πολύ αργά είτε απαιτούνται ειδικά μηχανήματα και τεχνικές.

Μνήμη μόνο ανάγνωσης (ROM) είναι μια κατηγορία αποθήκευσης μέσου που χρησιμοποιούνται σε υπολογιστές και άλλες ηλεκτρονικές συσκευές. Τα δεδομένα που αποθηκεύονται στη μνήμη ROM δεν μπορεί να τροποποιηθεί, ή μπορεί να τροποποιηθεί μόνο με αργό ρυθμό ή με δυσκολία, έτσι ώστε να είναι κατά κύριο λόγο χρησιμοποιείται για να διανείμει το firmware (λογισμικό που είναι πολύ στενά συνδεδεμένη με συγκεκριμένο υλικό, και είναι απίθανο να χρειάζονται συχνές ενημερώσεις).

Άλλοι τύποι μη-πτητική μνήμη, όπως απαλείψιμη προγραμματισίμη μνήμη μόνο για ανάγνωση (EPROM) και ηλεκτρικά διαγραφόμενη προγραμματιζόμενη μνήμη μόνο για ανάγνωση (EEPROM ή Flash ROM) μερικές φορές αναφέρεται, σε συγκεκριμένο τρόπο, ως «μνήμη μόνο ανάγνωσης» (ROM). Αυτοί οι τύποι



μνήμης μπορούν να διαγραφούν και επαναπρογραμματιστούν πολλαπλές φορές, γράφοντας σε αυτή τη μνήμη διαρκεί περισσότερο και μπορεί να απαιτούν διαφορετικές διαδικασίες από την ανάγνωση της μνήμης. Όταν χρησιμοποιείται σε αυτή την λιγότερο ακριβή τρόπο, «ROM» υποδεικνύει ένα μη πτητική μνήμη η οποία εξυπηρετεί τις λειτουργίες που τυπικά παρέχεται από τη ROM μάσκα, όπως η αποθήκευση του κωδικού προγράμματος και μη πτητικά δεδομένα.

Η απλούστερη μορφή στερεάς κατάστασης ROM είναι τόσο παλιά όσο και την τεχνολογία των ημιαγωγών η ίδια. Συνδυαστική λογικές πύλες μπορούν να ενωθούν το χέρι στο χάρτη n-bit διεύθυνση εισόδου σε αυθαίρετες τιμές του m-bit εξόδου δεδομένων (look-up πίνακα). Με την εφεύρεση του ολοκληρωμένου κυκλώματος ήρθε ROM μάσκα. Η ROM μάσκα αποτελείται από ένα πλέγμα λέξης γραμμών (η είσοδος διεύθυνση) και οι γραμμές μπιτ (η έξοδος δεδομένων), επιλεκτικά ενώνονται μαζί με διακόπτες τρανζίστορ, και μπορεί να

αντιπροσωπεύει ένα αυθαίρετο πίνακα αναζήτησης με τακτική φυσική διάταξη και προβλέψιμη καθυστέρηση διάδοσης .

Στο ROM μάσκα, τα δεδομένα είναι φυσικώς κωδικοποιημένα στο κύκλωμα, έτσι ώστε να μπορεί να προγραμματιστεί μόνο κατά τη διάρκεια της κατασκευής. Αυτό οδηγεί σε μια σειρά από σοβαρά μειονεκτήματα:

1. 1. Είναι μόνο οικονομικά να αγοράσει ROM μάσκα σε μεγάλες ποσότητες, δεδομένου ότι ο χρήστης πρέπει να συμβληθεί με ένα χυτήριο για να παραχθεί ένα σχέδιο συνήθειας.
2. 2. Ο χρόνος ολοκλήρωσης μεταξύ ολοκλήρωσης του σχεδιασμού για μία ROM μάσκα και τη λήψη του τελικού προϊόντος είναι μεγάλη, για τον ίδιο λόγο.
3. 3. Η μάσκα ROM δεν είναι πρακτικό για E & A, την εργασία από τους σχεδιαστές συχνά πρέπει να τροποποιήσουν τα περιεχόμενα της μνήμης, καθώς βελτιώσουν ένα σχέδιο.
4. 4. Εάν ένα προϊόν είναι ελαττωματικό αποσταλεί με μάσκα ROM, ο μόνος τρόπος για να το διορθώσετε είναι να θυμηθούμε το προϊόν και φυσικά την αντικατάσταση ROM αποσταλεί σε κάθε μονάδα.

Οι εξελίξεις που ακολούθησαν αντιμετώπιστούν αυτές οι αδυναμίες. PROM , που εφευρέθηκε το 1956, επέτρεπε στους χρήστες να προγραμματίσετε το περιεχόμενο του ακριβώς μία φορά από φυσικά αλλάζοντας τη δομή του με την εφαρμογή υψηλής τάσης παλμούς. Αυτό απευθύνεται προβλήματα 1 και 2 ανωτέρω, δεδομένου ότι μια εταιρεία μπορεί να παραγγείλετε απλά μια μεγάλη παρτίδα των νωπών τσιπ PROM και το πρόγραμμα τους με το επιθυμητό περιεχόμενο σε σχεδιαστές του «ευκολία. Η εφεύρεση του 1971 EPROM λυθεί ουσιαστικά το πρόβλημα 3, αφού EPROM (σε αντίθεση με PROM) μπορεί να επαναφέρετε κατ'επανάληψη σε απρογραμμάτιστη κατάσταση από την έκθεση σε έντονη υπεριώδη ακτινοβολία. EEPROM , που εφευρέθηκε το 1983, συνέβαλε σε μεγάλο βαθμό στην επίλυση προβλήματος 4, δεδομένου ότι μια EEPROM μπορεί να προγραμματιστούν επί τόπου αν η συσκευή που περιέχει παρέχει ένα μέσο για να λάβετε τα περιεχόμενα του προγράμματος από μια εξωτερική πηγή (για παράδειγμα, ένας προσωπικός υπολογιστής με ένα σειριακό καλώδιο). μνήμη Flash , εφευρέθηκε στην Toshiba στα μέσα της δεκαετίας του 1980, και διατίθενται στο εμπόριο κατά την στις αρχές της δεκαετίας του 1990, είναι μια μορφή της EEPROM που κάνει πολύ αποδοτική χρήση της περιοχής τσιπ και μπορούν να διαγραφούν και να επαναπρογραμματιστούν χιλιάδες φορές χωρίς να υποστεί βλάβη.

Όλες αυτές οι τεχνολογίες βελτίωσε την ευελιξία της ROM, αλλά με σημαντικό κόστος ανά τσιπ, έτσι ώστε σε μεγάλες ποσότητες ROM μάσκας θα παραμείνει μια οικονομική επιλογή για πολλά χρόνια. (Μείωση του κόστους των συσκευών επαναπρογραμματιζόμενων είχε εξαλειφθεί σχεδόν στην αγορά για ROM μάσκα από το έτος 2000.) Επανεγγραφή τεχνολογίας οραματίστηκε ως αντικαταστάσεις για ROM μάσκα.

Η πιο πρόσφατη εξέλιξη είναι η NAND flash , επίσης εφευρέθηκε από την Toshiba. Σχεδιαστές του έσπασε ρητά από πρακτικές του παρελθόντος, δηλώνοντας ξεκάθαρα ότι «ο στόχος της NAND Flash είναι να αντικαταστήσουν τους σκληρούς δίσκους , και όχι από την παραδοσιακή χρήση του ROM ως μια μορφή μη-πτητικών πρωτογενή αποθήκευση . Από το 2007 , NAND πέτυχε εν μέρει το στόχο αυτό, προσφέροντας απόδοση συγκρίσιμη με σκληρούς δίσκους, μεγαλύτερη ανοχή της σωματικής σοκ, ακραία μικρογράφιση

(με τη μορφή USB flash drives και μικροσκοπικό microSD κάρτες μνήμης , για παράδειγμα), και πολύ χαμηλότερο κατανάλωση ενέργειας.

Χρήση για την αποθήκευση προγραμμάτων και δεδομένων

Κάθε αποθηκευμένο πρόγραμμα υπολογιστή χρειάζεται κάποια μορφή της μη πτητικής αποθήκευσης (δηλαδή, την αποθήκευση των δεδομένων που διατηρεί τη δύναμη του όταν αφαιρείται) για να αποθηκεύεται το αρχικό πρόγραμμα που εκτελείται όταν ο υπολογιστής είναι ενεργοποιημένος ή όταν ξεκινά την εκτέλεση (μια διαδικασία γνωστή ως bootstrapping , συχνά με τα αρχικά» εκκίνηση «). Ομοίως, κάθε μη-τετριμμένο υπολογιστή χρειάζεται κάποια μορφή ευμετάβλητος μνήμης για την καταγραφή στις αλλαγές στην κατάσταση καθώς εκτελεί.

Οι περισσότεροι υπολογιστές στο σπίτι της δεκαετίας του 1980 είναι αποθηκευμένα σε BASIC διερμηνέας ή το λειτουργικό σύστημα σε ROM και άλλες μορφές της μη πτητικής αποθήκευσης, όπως (μαγνητικό δίσκο) δίσκοι που ήταν πολύ δαπανηροί. Για παράδειγμα, στο Commodore 64 περιλαμβάνονται 64 KB RAM και 20 KB ROM του περιείχε ένα διερμηνέα BASIC και το » KERNAL «του λειτουργικού της συστήματος. Αργότερα, στο σπίτι ή το γραφείο υπολογιστές, όπως το IBM PC XT περιλαμβάνονται συχνά μαγνητικοί δίσκοι, και μεγαλύτερα ποσά μνήμης RAM, επιτρέποντάς τους να φορτώσει τα λειτουργικά συστήματα τους από το δίσκο στη μνήμη RAM, με μόνο ένα ελάχιστο πυρήνα προετοιμασίας και υλικού bootloader παραμένουν στη ROM (γνωστό ως το BIOS σε IBM συμβατό με υπολογιστές). Η ρύθμιση αυτή επιτρέπεται για ένα πιο πολύπλοκο και εύκολα αναβαθμίσιμο λειτουργικό σύστημα.

Επειδή η ROM (τουλάχιστον στη συρματωμένη μορφή μάσκα) δεν μπορούν να τροποποιηθούν, είναι πραγματικά κατάλληλη μόνο για την αποθήκευση δεδομένων που δεν αναμένεται να χρειάζονται τροποποίηση κατά τη διάρκεια ζωής της συσκευής. Για το σκοπό αυτό, η ROM έχει χρησιμοποιηθεί σε πολλούς υπολογιστές για την αποθήκευση look-up πίνακες για την αξιολόγηση των μαθηματικών και λογικών λειτουργιών (για παράδειγμα, ένα κινητής υποδιαστολής μονάδα θα μπορούσε να ταξινομήσουμε τη συνάρτηση ημίτονου , προκειμένου να διευκολυνθεί η ταχύτερη υπολογισμό). Αυτό ήταν ιδιαίτερα αποτελεσματική όταν επεξεργαστές ήταν αργή και η ROM ήταν φθηνή σε σύγκριση με μνήμη RAM.

Συγκεκριμένα, οι προσαρμογείς οθόνης από νωρίς προσωπικούς υπολογιστές είναι αποθηκευμένα στους πίνακες της bitmapped χαρακτήρες γραμματοσειράς στη ROM. Αυτό συνήθως σημαίνει ότι η οθόνη κειμένου γραμματοσειρά δεν θα μπορούσε να αλλάξει. Αυτή ήταν η περίπτωση, τόσο για την CGA και MDA προσαρμογείς διαθέσιμη με το IBM PC XT.

Η χρήση του ROM για την αποθήκευση , σε τέτοιες μικρές ποσότητες δεδομένων έχει εξαφανιστεί σχεδόν εντελώς στη σύγχρονη γενικής χρήσης υπολογιστές. Ενώ , Flash ROM έχει αναλάβει ένα νέο ρόλο ως μέσο για μαζική αποθήκευση ή δευτερεύουσα αποθήκευση των αρχείων.

Άλλοι τύποι μη πτητικών μνημών ROM

Η κλασική μάσκα-προγραμματισμένες τσιπ ROM είναι ολοκληρωμένα κυκλώματα που κωδικοποιούν φυσικά τα δεδομένα να αποθηκεύονται, και έτσι είναι αδύνατον

να αλλάξει το περιεχόμενο τους μετά την κατασκευή. Άλλοι τύποι μη-πτητικών στερεάς κατάστασης μνήμης επιτρέπουν κάποιο βαθμό τροποποίησης:

- Προγραμματιζόμενη μνήμη μόνο για ανάγνωση (PROM), ή άπαξ προγραμματιζόμενη ROM (OTP), μπορεί να γραφεί ή να προγραμματιστούν μέσω μια ειδική συσκευή που ονομάζεται ένας προγραμματιστής PROM. Συνήθως, αυτή η συσκευή χρησιμοποιεί υψηλές τάσεις να καταστρέψει μόνιμα ή να δημιουργήσουν εσωτερικούς συνδέσμους (ασφάλειες ή antifuses) μέσα στο τσιπ. Κατά συνέπεια, ένα PROM μπορούν να προγραμματιστούν μόνο μία φορά.
- Απαλείψιμη προγραμματιζόμενη μνήμη μόνο για ανάγνωση (EPROM), μπορούν να διαγραφούν με έκθεση σε ισχυρό υπεριώδες φως (τυπικά για 10 λεπτά ή περισσότερο), ακολούθως ξαναγραφτεί με μια διαδικασία που χρειάζεται και πάλι υψηλότερα από αυτά που ισχύουν συνήθη τάση. Η επαναλαμβανόμενη έκθεση σε υπεριώδες φως θα εξαντληθεί μια EPROM, αλλά η αντοχή της περισσότερες μάρκες EPROM υπερβαίνει τα 1000 κύκλους διαγραφής και τον επαναπρογραμματισμό. EPROM πακέτα τσιπ μπορεί συχνά να εντοπιστεί από τον εξέχοντα χαλαζία «παράθυρο» που επιτρέπει υπεριώδες φως να εισέλθει. Μετά τον προγραμματισμό, το παράθυρο καλύπτεται τυπικά με μία ετικέτα για την πρόληψη της τυχαίας διαγραφής. Μερικά τσιπ EPROM εργοστάσιο διαγράφονται πριν από την συσκευασία, και δεν περιλαμβάνουν κανένα παράθυρο? Αυτά είναι αποτελεσματικά PROM.
- Ηλεκτρικά διαγραφόμενη προγραμματιζόμενη μνήμη μόνο για ανάγνωση (EEPROM) βασίζεται σε μια παρόμοια κατασκευή ημιαγωγών σε EPROM, αλλά επιτρέπει ολόκληρο το περιεχόμενο της (ή επιλεγμένα τράπεζες) για να είναι ηλεκτρικά διαγραφούν, τότε ξαναγραφτεί ηλεκτρικά, έτσι ώστε να χρειάζονται δεν πρέπει να αφαιρεθεί από τον υπολογιστή (ή φωτογραφική μηχανή, MP3 player, κ.λπ.). Γράφοντας ή αναβοσβήνει ένα EEPROM είναι πολύ πιο αργή (χιλιοστά του δευτερολέπτου ανά bit) από την ανάγνωση από μια ROM ή την εγγραφή σε μνήμη RAM (νανοδευτερόλεπτα και στις δύο περιπτώσεις).
- Ηλεκτρικά τροποποιησιμες μνήμη μόνο για ανάγνωση (EAROM) είναι ένας τύπος του EEPROM που μπορεί να τροποποιήσει μία μπιτ κάθε φορά. Το γράψιμο είναι μία πολύ αργή διαδικασία και πάλι χρειάζεται υψηλότερη τάση (συνήθως γύρω στα 12 V) από αυτή που χρησιμοποιείται για την προσπέλαση ανάγνωσης. EAROMs προορίζονται για εφαρμογές που απαιτούν σπάνια και μόνο μερική αναμόρφωση. EAROM μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως μη πτητικών αποθήκευσης κρίσιμων πληροφοριών ρύθμισης του συστήματος? σε πολλές εφαρμογές, EAROM έχει αντικατασταθεί από CMOS RAM που παρέχονται από το ηλεκτρικό δίκτυο και αντίγραφα ασφαλείας με μπαταρία λιθίου .
- Flash μνήμη (ή απλά flash) είναι ένα σύγχρονο είδος της EEPROM εφευρέθηκε το 1984. Flash μνήμη μπορούν να διαγραφούν και να ξαναγραφτεί ταχύτερα από τα συνηθισμένα EEPROM, και νεώτερα σχέδια διαθέτουν πολύ υψηλής αντοχής (άνω των 1.000.000 κύκλους). Σύγχρονη NAND flash κάνει αποτελεσματική χρήση του χώρου τσιπ πυριτίου, με αποτέλεσμα σε επιμέρους ICs με χωρητικότητα φθάσει το 32 GB από το 2007 ? αυτό το χαρακτηριστικό, σε συνδυασμό με την αντοχή και την φυσική αντοχή του, επέτρεψε NAND flash για να

αντικαταστήσει μαγνητικό σε ορισμένες εφαρμογές (όπως μονάδες flash USB). Flash μνήμη ονομάζεται μερικές φορές flash ROM ή flash EEPROM όταν χρησιμοποιείται ως αντικατάσταση για παλαιότερους τύπους ROM, αλλά όχι σε εφαρμογές που εκμεταλλεύονται την ικανότητά της να τροποποιηθεί γρήγορα και συχνά. [7]

Τι ονομάζουμε μνήμη EPROM;

Η EPROM εφευρέθηκε από τον Don Frohman της Intel το 1971.

Μια EPROM (σπάνια EROM), ή διαγραφόμενη προγραμματιζόμενη μνήμη μόνο για ανάγνωση, είναι ένας τύπος μνήμης τσιπ που διατηρεί τα δεδομένα της όταν το τροφοδοτικό του είναι απενεργοποιημένη. Με άλλα λόγια, είναι μη πτητικό. Είναι μια σειρά από επιπλέοντα-gate τρανζίστορ προγραμματιστεί ξεχωριστά από μια ηλεκτρονική συσκευή που θα παρέχει υψηλότερες τάσεις από αυτές που συνήθως χρησιμοποιούνται σε ψηφιακά κυκλώματα. Μόλις προγραμματιστεί, μία EPROM μπορούν να διαγραφούν με έκθεση σε ισχυρό υπεριώδες πηγή φωτός (όπως από μία ατμών υδραργύρου φως). Μνήμες EPROM είναι εύκολα αναγνωρίσιμα από το διαφανές τηγμένο χαλαζία παράθυρο στο άνω μέρος της συσκευασίας, μέσω της οποίας το πυρίτιο τσιπ είναι ορατό, και το οποίο επιτρέπει την έκθεση σε υπεριώδες φως κατά τη διάρκεια της διαγραφής. [7]

Λειτουργία

Κάθε θέση αποθήκευσης μιας μνήμης EPROM αποτελείται από ένα ενιαίο τρανζίστορ φαινομένου πεδίου. Κάθε πεδίο-τρανζίστορ αποτελείται από ένα κανάλι στο σώμα ημιαγωγού της συσκευής. Τα Πηγή και αποστράγγισης επαφές που έγιναν σε περιοχές στο τέλος του καναλιού. Ένα μονωτικό στρώμα οξειδίου αναπτύσσεται πάνω από το κανάλι, τότε ένα αγώγιμο (πυρίτιο ή αλουμίνιο) ηλεκτρόδιο πύλης εναποτίθεται, και μία περαιτέρω παχύ στρώμα οξειδίου αποτίθεται πάνω από το ηλεκτρόδιο πύλης. Η αιωρούμενη πύλη ηλεκτροδίου δεν έχει συνδέσεις με άλλα τμήματα του ολοκληρωμένου κυκλώματος και είναι πλήρως μονωμένη από τα περιβάλλοντα στρώματα του οξειδίου. Ένα ηλεκτρόδιο πύλης ελέγχου εναποτίθεται και περαιτέρω οξειδίου καλύπτει.

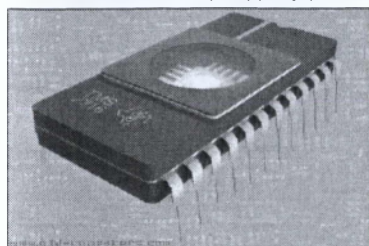
Για να ανακτήσετε δεδομένα από την EPROM, η διεύθυνση αντιπροσωπεύεται από τις αξίες στις πινέζες διεύθυνση της EPROM αποκωδικοποιείται και χρησιμοποιείται για τη σύνδεση μιας λέξης (συνήθως 8-bit byte) της αποθήκευσης για τους ενισχυτές buffer εξόδου. Κάθε bit της λέξης είναι 0 ή 1, ανάλογα με το τρανζίστορ αποθήκευσης είναι εντός ή εκτός λειτουργίας, αγώγιμο ή μη αγώγιμο.

Η κατάσταση μεταγωγής του τρανζίστορ αποτελέσματος πεδίου ελέγχεται από την τάση στην πύλη ελέγχου του τρανζίστορ. Παρουσία της τάσης στην πύλη αυτή δημιουργεί ένα αγώγιμο κανάλι στο transistor, την ενεργοποίησή του. Στην πραγματικότητα, το αποθηκευμένο φορτίο επί της επιπλέουσας πύλης επιτρέπει την τάση κατωφλίου του τρανζίστορ να προγραμματιστούν.

Η αποθήκευση δεδομένων στη μνήμη απαιτεί επιλογή ενός δεδομένη διεύθυνση και εφαρμόζοντας μια υψηλότερη τάση για τα τρανζίστορ. Αυτό δημιουργεί μία χιονοστιβάδα εκκένωσης ηλεκτρονίων, τα οποία έχουν αρκετή ενέργεια για να περάσει μέσα από το μονωτικό στρώμα οξειδίου και συσσωρεύονται επί του ηλεκτροδίου πύλης. Όταν η υψηλή τάση απομακρύνεται, τα ηλεκτρόνια είναι παγιδευμένα στο ηλεκτρόδιο. Λόγω της υψηλής αξίας μόνωσης του οξειδίου του

πυριτίου που περιβάλλει την πύλη, η αποθηκευμένο φορτίο δεν μπορεί εύκολα να διαρρεύσει μακριά και τα δεδομένα μπορούν να διατηρηθούν για δεκαετίες.

Η διαδικασία προγραμματισμού δεν είναι ηλεκτρικά αναστρέψιμη. Να διαγράφει τα δεδομένα που είναι αποθηκευμένα στην διάταξη των τρανζίστορ, υπεριώδες φως κατευθύνεται πάνω στην μήτρα. Τα φωτόνια της υπεριώδους ακτινοβολίας ιονισμού προκαλούν φως στο οξειδίο του πυριτίου, τα οποία επιτρέπουν το αποθηκευμένο φορτίο για την πλωτή πύλη για να διαλύσει. Δεδομένου ότι το σύνολο της διάταξης μνήμης είναι εκτεθειμένη, όλη η μνήμη διαγράφεται



την ίδια στιγμή. Η διαδικασία διαρκεί μερικά λεπτά για λάμπες UV των βολικά μεγέθη. Ηλιακό φως θα σβήσει ένα τσιπ σε εβδομάδες, και εσωτερικούς λαμπτήρες φθορισμού κατά τη διάρκεια αρκετών ετών. Σε γενικές γραμμές οι μνήμες EPROM πρέπει να αφαιρεθεί από τον εξοπλισμό που πρέπει να διαγραφούν, δεδομένου ότι δεν είναι συνήθως πρακτικό να χτίσει σε ένα λαμπτήρα υν να σβήσει κάποιες σε κύκλωμα. Το ηλεκτρικά αποσβέσιμες και προγραμματιζόμενες Read-Only Memory (EEPROM) αναπτύχθηκε για να παρέχει ηλεκτρική λειτουργία διαγράφει και έχει πλέον εκτοπιστεί κυρίως υπεριώδη-διαγραμμένων μέρη. [7]

Τρόποι Διευθυνσιοδότησης Κύριας Μνήμης

Η αναφορά τελεστέου σε μια εντολή είτε περιέχει την πραγματική τιμή του τελεστέου (άμεση) είτε μια αναφορά προς την διεύθυνση του τελεστέου . Στις διάφορες ομάδες εντολών χρησιμοποιείται μια μεγάλη ποικιλία τρόπων διευθυνσιοδότησης .

Διευθυνσιοδότηση

Το πεδίο ή πεδία διευθύνσεων σε μια συνηθισμένη μορφοποίηση εντολής είναι σχετικά μικρά . Θα θέλαμε να μπορούμε να αναφερόμαστε σε μια μεγάλη περιοχή θέσεων της κύριας μνήμης ή της ιδεατής μνήμης . Για να πετύχουμε αυτόν τον σκοπό, έχει χρησιμοποιηθεί μια ποικιλία τεχνικών διευθυνσιοδότησης .

Οι πιο συνηθισμένες τεχνικές διευθυνσιοδότησης είναι :

1. Άμεση
2. Απευθείας
3. Έμμεση
4. Καταχωρητή
5. Έμμεση καταχωρητή
6. Μετατόπισης

7. Σωρού

Άμεση Διευθυνσιοδότηση

Η απλούστερη μορφή διευθυνσιοδότησης είναι η άμεση διευθυνσιοδότηση, όπου ο τελεστής στην πραγματικότητα βρίσκεται στην εντολή. Το πλεονέκτημα της άμεσης διευθυνσιοδότησης είναι ότι, για να πάρουμε τον τελεστή, δε χρειάζεται άλλη αναφορά μνήμης εκτός από την προσαγωγή της εντολής, πράγμα που εξοικονομεί μια περίοδο μνήμης ή μνήμης cache στον κύκλο εντολής. Το μειονέκτημα είναι ότι το μέγεθος του αριθμού περιορίζεται στο μέγεθος του πεδίου διεύθυνσης το οποίο, στις περισσότερες ομάδες εντολών, είναι μικρό σε σύγκριση με το μήκος λέξης.

Απευθείας Διευθυνσιοδότηση

Μια πολύ απλή μορφή διευθυνσιοδότησης είναι η απευθείας διευθυνσιοδότηση, όπου το πεδίο διεύθυνσης περιέχει την ενεργό διεύθυνση του τελεστού. Ο προφανής περιορισμός είναι ότι προσφέρει μόνο περιορισμένο χώρο διεύθυνσης.

Έμμεση Διευθυνσιοδότηση

Στην απευθείας διευθυνσιοδότηση, το μήκος του πεδίου διεύθυνσης είναι συνήθως μικρότερο από το μήκος λέξης, πράγμα που περιορίζει το πεδίο τιμών της διεύθυνσης. Μια λύση είναι να κάνουμε το πεδίο διεύθυνσης να αναφέρεται στην διεύθυνση μιας λέξης στην μνήμη, η οποία με την σειρά της θα περιέχει μια διεύθυνση πλήρους μήκους του τελεστού. Αυτό είναι γνωστό ως έμμεση διευθυνσιοδότηση (indirect addressing).

Διευθυνσιοδότηση Καταχωρητή

Η διευθυνσιοδότηση καταχωρητή είναι παρόμοια με την απευθείας διευθυνσιοδότηση. Η μόνη διαφορά είναι ότι το πεδίο διεύθυνσης αναφέρεται σε καταχωρητή αντί σε διεύθυνση κύριας μνήμης. Συνήθως, ένα πεδίο διεύθυνσης που αναφέρεται σε καταχωρητές θα έχει από 3 έως 5 bit, έτσι ώστε να μπορεί να γίνει αναφορά σε σύνολο από 8 μέχρι 32 καταχωρητών γενικής χρήσης. Τα πλεονεκτήματα της διευθυνσιοδότησης καταχωρητή είναι ότι:

1. στην εντολή χρειάζεται μόνο ένα μικρό πεδίο διεύθυνσης, και
2. δεν χρειάζεται αναφορά σε μνήμη.

Έμμεση Διευθυνσιοδότηση Καταχωρητή

Όπως η διευθυνσιοδότηση καταχωρητή είναι αντίστοιχη με την απευθείας διευθυνσιοδότηση, η έμμεση διευθυνσιοδότηση καταχωρητή είναι αντίστοιχη της έμμεσης διευθυνσιοδότησης. Και στις δύο περιπτώσεις, η μόνη διαφορά είναι αν το πεδίο διεύθυνσης αναφέρεται σε θέση μνήμης ή σε καταχωρητή.

Διευθυνσιοδότηση Μετατόπισης

Ένας πολύ ισχυρός τρόπος διευθυνσιοδότησης συνδυάζει τις δυνατότητες της απευθείας διευθυνσιοδότησης και την έμμεση διευθυνσιοδότηση καταχωρητή . Η διευθυνσιοδότηση μετατόπισης ζητά από την εντολή να έχει δύο πεδία διεύθυνσης , από τα οποία το ένα τουλάχιστον να είναι συγκεκριμένο . Η τιμή που περιέχεται στο ένα πεδίο διεύθυνσης (τιμή = A) χρησιμοποιείται απευθείας . Το άλλο πεδίο διεύθυνσης , ή εννοούμενη αναφορά που βασίζεται σε opcode, αναφέρεται σε καταχωρητή του οποίου τα περιεχόμενα προστίθενται στο A για να δημιουργηθεί μια ενεργός διεύθυνση .

Διευθυνσιοδότηση Σωρού

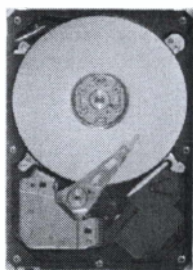
Ο τελευταίος τρόπος διευθυνσιοδότησης είναι η διευθυνσιοδότηση σωρού . Σωρός είναι μια γραμμική διάταξη θέσεων . Μερικές φορές ονομάζεται κατάλογος ώθησης προς τα κάτω (pushdown list) ή ουρά τελευταίο μέσα πρώτο έξω (last-in-first-out queue). Ο σωρός είναι ένα κρατημένο κομμάτι θέσεων . Αντικείμενα προσκολούνται στην κορυφή του σωρού έτσι ώστε , σε οποιαδήποτε δεδομένη στιγμή , το κομμάτι να είναι μερικώς γεμάτο . Με το σωρό σχετίζεται ένας ενδείκτης του οποίου η τιμή είναι η διεύθυνση της κορυφής του σωρού . Εναλλακτικά , τα επάνω δύο στοιχεία του σωρού μπορεί να βρίσκονται σε καταχωρητές της CPU, οπότε στην περίπτωση αυτή ο ενδείκτης σωρού θα ανφέρεται στο τρίτο στοιχείο του σωρού . Ο ενδείκτης σωρού κρατείται σε ένα καταχωρητή . Έτσι , οι αναφορές σε θέσεις του σωρού στην μνήμη θα είναι στην πραγματικότητα έμμεσες διευθύνσεις καταχωρητή [13]

Κεφάλαιο 3

Η Εξωτερική Μνήμη

Ο σκληρός δίσκος

Ο σκληρός δίσκος είναι ένα μαγνητικό αποθηκευτικό μέσο – συσκευή που χρησιμοποιείται στους ηλεκτρονικούς υπολογιστές, στις ψηφιακές βιντεοκάμερες, στα φορητά MP3 players, στα επιτραπέζια ψηφιακά βίντεο, στις κονσόλες παιχνιδιομηχανών, στους ψηφιακούς επίγειους και δορυφορικούς τηλεοπτικούς δέκτες κλπ. Ένας σκληρός δίσκος αποθηκεύει μεγάλες ποσότητες δεδομένων και η χωρητικότητα των σκληρών δίσκων που κυκλοφορούν στο εμπόριο ξεκινά από τα 160 GB και φτάνει έως τα 3 TB. Για μεγαλύτερες χωρητικότητες που αγγίζουν τα 8 TB (terabyte) χρησιμοποιούνται κυκλώματα πολλαπλών σκληρών δίσκων, με τη μορφή συρταρωτής διάταξης. Η ταχύτητα προσπέλασης των δεδομένων είναι ταχύτερη από το DVD/R/RW αλλά πολύ πιο αργή από τη μνήμη του υπολογιστή.



Οι σκληροί δίσκοι χρησιμοποιούνται στους υπολογιστές για την αποθήκευση δεδομένων, κυρίως προγραμμάτων και αρχείων που είναι απαραίτητο να διατηρηθούν, σε αντίθεση με την μνήμη RAM όπου τα δεδομένα διαγράφονται με την διακοπή τροφοδοσίας ηλεκτρικού ρεύματος. Επίσης όλοι οι σκληροί δίσκοι πλέον, έχουν ενσωματωμένη κρυφή μνήμη (cache RAM) για προσωρινή αποθήκευση που η χωρητικότητά της ξεκινά από τα 8MB(ελάχιστοι πλέον) και φτάνει τα 64MB.

Σταδιακά οι σκληροί δίσκοι δίνουν τη θέση τους σε δίσκους στερεάς κατάστασης (SSD, Solid State Drives), οι οποίοι εξελίσσονται με ραγδαίο ρυθμό κυρίως λόγω της χαμηλής τους κατανάλωσης σε ρεύμα (που οφείλεται στην παντελή έλλειψη ηλεκτροκινητήρα) και το φθηνό σχετικά κόστος παραγωγής. Από τον Οκτώβριο του 2010 λόγω της τεχνολογίας SSD είναι δυνατή η λειτουργία των NetBooks για χρονικό διάστημα περίπου 10 ωρών συνεχόμενα.

Δομή

Ένας σκληρός δίσκος αποτελείται από:

- μαγνητικούς δίσκους κατασκευασμένους από μέταλλο ή πλαστικό και επικαλυμμένους από ένα λεπτό στρώμα οξειδίου του σιδήρου ή άλλο μαγνητικό υλικό.

- τον άξονα κίνησης γύρω από τον οποίο περιστρέφονται οι μαγνητικοί δίσκοι με την ίδια ταχύτητα.
- κεφαλές ανάγνωσης/εγγραφής επάνω σε βραχίονες πάνω και κάτω από κάθε επιφάνεια δίσκου, που μετακινούνται εμπρός-πίσω. Ο συνδυασμός της κίνησης των βραχιόνων με την κίνηση των δίσκων, επιτρέπουν στις κεφαλές να έχουν πρόσβαση σε όλα τα σημεία των δίσκων.
- τον βηματικό ηλεκτροκινητήρα που είναι υπεύθυνος για την ακριβή τοποθέτηση των κεφαλών ανάγνωσης/εγγραφής στο σωστό σημείο έτσι ώστε να είναι εφικτή η εγγραφή ή/και η ανάγνωση των δεδομένων από τις κεφαλές.
- ηλεκτρονικά εξαρτήματα που εξυπηρετούν τη λειτουργία του σκληρού δίσκου, επικοινωνώντας με τον υπολογιστή και αναλαμβάνοντας την κίνηση των κεφαλών και τη μεταφορά των δεδομένων.

Τρόπος αποθήκευσης

Τα δεδομένα αποθηκεύονται στον σκληρό δίσκο ως ακολουθίες bit (αφού οι υπολογιστές λειτουργούν με το δυαδικό σύστημα). Οι κεφαλές γράφουν κάθε bit αλλάζοντας το μαγνητικό πεδίο στην επιφάνεια των μαγνητικών δίσκων και το διαβάζουν απλώς αναγνωρίζοντας το μαγνητικό πεδίο. Κάθε bit δεδομένων καταλαμβάνει τον δικό του χώρο στην επιφάνεια του δίσκου, ωστόσο οι ακολουθίες bit που αποτελούν τα δεδομένα, δεν είναι απαραίτητο να εγγράφονται σειριακά στον δίσκο, αλλά είναι δυνατό να κατακερματιστούν και να εγγραφούν σε διάφορες θέσεις.

Βασικά κριτήρια ενός σκληρού δίσκου

Χωρητικότητα

Η χωρητικότητα ενός σκληρού δίσκου (σε Gigabyte) περιγράφει τον όγκο των δεδομένων που μπορούν να αποθηκευτούν σε ένα δίσκο. Κατά την αγορά ενός υπολογιστή προσέξτε ιδιαίτερα, ώστε ο σκληρός δίσκος του να διαθέτει επαρκή χωρητικότητα, ιδιαίτερα εάν σκοπεύετε να αποθηκεύετε σε αυτόν βίντεο, ψηφιακές φωτογραφίες ή αρχεία μουσικής, γιατί αυτού του είδους τα αρχεία είναι μεγάλου μεγέθους. Οι συνήθεις επιτραπέζιοι υπολογιστές διαθέτουν σήμερα σκληρούς δίσκους με χωρητικότητα που ανέρχεται από πολλές εκατοντάδες GB και φθάνει έως και δύο TB.

Η χωρητικότητα ενός σκληρού δίσκου αναφέρεται στο συνολικό αριθμό των Bit που μπορούν να αποθηκευτούν στο δίσκο. Ως μονάδα αναφοράς της αποθηκευτικής ικανότητας χρησιμοποιείται το Byte. Ένα Byte αποτελείται από οκτώ Bit. Η μονάδα ελέγχου που είναι ενσωματωμένη στο περίβλημα του σκληρού δίσκου, καταγράφει και κωδικοποιεί τα δεδομένα για την εγγραφή τους στο σκληρό δίσκο.

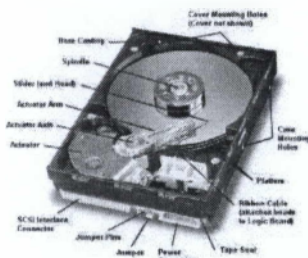
Ταχύτητα Περιστροφής

Η ταχύτητα περιστροφής του δίσκου δεν είναι ένας παράγοντας απόδοσης αυτός καθαυτός, αλλά ένα χαρακτηριστικό του δίσκου, το οποίο είναι πολύ σημαντικό

στον καθορισμό του πόσο καλά ο δίσκος θα αποδώσει. Στην πραγματικότητα, είναι ένας από τους καλύτερους "απλούς αριθμούς" με την έννοια της αξιοπιστίας του στο να είναι ένας δείκτης της γενικής απόδοσης του δίσκου: σε κάθε περίπτωση, ένας σκληρός δίσκος, ο οποίος περιστρέφεται με 7,200 RPM, προσφέρει καλύτερη απόδοση από έναν άλλο ο οποίος περιστρέφεται με 5,400 RPM. Ο λόγος για τον οποίο η ταχύτητα περιστροφής είναι τόσο σημαντική, είναι ότι επηρεάζει άμεσα και το χρόνο τοποθέτησης και το ρυθμό μεταφοράς. Για το χρόνο τοποθέτησης, η επιρροή γίνεται μέσω του παράγοντα λανθάνων χρόνος περιστροφής. Όσο πιο γρήγορα περιστρέφεται ο δίσκος, τόσο πιο λίγος είναι ο χρόνος αναμονής για το σωστό ίχνος (θυμηθείτε ότι είναι κατά μέσο όρο ο μισός από το χρόνο που χρειάζεται για μια περιστροφή του δίσκου). Η επιρροή της ταχύτητας περιστροφής στο ρυθμό μεταφοράς, έχει να κάνει με το γεγονός ότι οι κεφαλές μπορούν να διαβάσουν μόνο με το ρυθμό που τα δεδομένα περνούν κάτω από αυτές, έτσι όσο πιο γρήγορα περιστρέφονται οι πλακέτες του δίσκου, που περιέχουν τα δεδομένα, τόσο πιο γρήγορα αυτά διαβάζονται και επομένως αυξάνει και ο ρυθμός μεταφοράς. Αυτό σημαίνει ότι έχουμε βελτιώσεις στο ρυθμό μεταφοράς, ανεξάρτητα με το κατά πόσο πραγματοποιούνται τυχαίες προσπελάσεις ή διαβάζονται συνεχόμενα blocks του δίσκου.

Χρόνος προσπέλασης

Η τοποθέτηση, για μια τυχαία ανάγνωση και εγγραφή, απαιτεί μετακίνηση των κεφαλών στο σωστό κύλινδρο και κατόπιν αναμονή, μέχρι ο σωστός τομέας να περιστραφεί και να φτάσει κάτω από την κεφαλή. Αυτά τα δυο μετρώνται από τον χρόνο προσπέλασης και τον λανθάνων χρόνο περιστροφής. Είναι επίσης δυνατό, να συνδιάσουμε αυτούς τους δυο αριθμούς σε ένα σύνθετο αριθμό, ο οποίος ονομάζεται χρόνος προσπέλασης (access time) και μετριέται σε ms. Αυτή η μέτρηση δεν χρησιμοποιείται για τους δίσκους τόσο συχνά όσο, ο χρόνος αναζήτησης. Κυρίως χρησιμοποιείται για τους οδηγούς CD-ROM και αναλύεται περισσότερο σε εκείνο το τμήμα.



Μέγεθος βοηθητικής μνήμης

Το να υπολογίσουμε το ρυθμό μεταφοράς δεδομένων είναι απλό και μας παρέχει γνώση για τις προδιαγραφές του δίσκου. Υπολογίζοντας το ρυθμό μεταφοράς θα δούμε ποιοί παράγοντες σχεδίασης έχουν επίδραση στην απόδοση του δίσκου. Ο ρυθμός μεταφοράς είναι μια μέτρηση της ποσότητας των δεδομένων που μπορούν να προσπελαθούν σε μια συγκεκριμένη περίοδο χρόνου. Έτσι, είναι απαραίτητο να ξέρουμε πόσα δεδομένα μπορούν να περάσουν κάτω από την κεφαλή σε ένα δευτερόλεπτο. Αυτό είναι κάτι το οποίο εξαρτάται από την πυκνότητα περιοχής του δίσκου (πόσο κοντά είναι τα δεδομένα τοποθετημένα σε κάθε γραμμική ίντσα του δίσκου) και την ταχύτητα περιστροφής του. Η πυκνότητα των δεδομένων μπορεί εύκολα να υπολογιστεί, αν ξέρουμε πόσοι τομείς υπάρχουν σε κάθε ίχνος και φυσικά πόσα bytes περιέχει κάθε τομέας. Η ταχύτητα περιστροφής του δίσκου μετριέται σε RPM (Rotations Per Minute / περιστροφές ανα λεπτό) και μας είναι ήδη γνωστή από τον κατασκευαστή. Έτσι, αν τη διαιρέσουμε με το 60 (δευτερόλεπτα) θα έχουμε περιστροφές ανά δευτερόλεπτο. Αυτό μας δίνει ένα

ρυθμό μεταφοράς δεδομένων σε megabits ανά δευτερόλεπτο ως ακολούθως (για μετατροπή σε megabytes ανά δευτερόλεπτο διαιρούμε με το 8):

$$\text{Ρυθμός μεταφοράς} = ((\text{Ταχύτητα περιστροφής}/60) * \text{τομείς ανά ίχνος} * 512 * 8)/1,000,000$$

Όπως είπαμε, οι σύγχρονοι σκληροί δίσκοι χρησιμοποιούν εγγραφή σε ζώνες, κάτι το οποίο σημαίνει ότι τα εσωτερικά ίχνη έχουν λιγότερους τομείς/ίχνος, από ότι τα εξωτερικά. Αυτό σημαίνει ότι ο ρυθμός μεταφοράς για τα εξωτερικά ίχνη μπορεί να είναι πολύ μεγαλύτερος (σχεδόν διπλός) από ότι ο ρυθμός μεταφοράς για τα εσωτερικά. Μπορούμε εδώ να δούμε το παράδειγμα της Quantum Fireball για το δίσκο που περιγράφουμε και στην ενότητα εγγραφή σε ζώνες. Οι εξωτερικές ζώνες έχουν 232 τομείς ανά ίχνος. Ο δίσκος περιστρέφεται με 5400 RPM, έτσι υπάρχει ένας ρυθμός μεταφοράς δεδομένων 85.5 Mbits/s ή 10.7 MB/s. Αυτός ο ρυθμός ισοδυναμεί με το μέγιστο ρυθμό μεταφοράς για αυτό το δίσκο.

Αν προσέξατε, όταν αναφέραμε τον πίνακα αυτό, είχαμε μιλήσει, στην άκρως εξωτερική ζώνη, για ένα ρυθμό μεταφοράς της τάξεως των 92.9 Mbits/s, το οποίο είναι μεγαλύτερο από το 85.5 που υπολογίσαμε εδώ. Αυτό γίνεται γιατί, εδώ κοιτάξαμε μόνο τα "πραγματικά" δεδομένα, 512 bytes ανά τομέα. Κάθε τομέας στο δίσκο αυτό περιέχει 540 bytes, επειδή 28 bytes χρησιμοποιούνται για ECC. Αν αντικαταστήσουμε με 512 bytes τον αριθμό των 540 που λάβαμε υπόψη μας εκεί, θα έχουμε ένα ρυθμό μεταφοράς ίσο με 90.2 Mbits/s. Η υπόλοιπη διαφορά πιθανώς είναι για τις δομές ελέγχου του δίσκου. Όταν κοιτάμε στον αναφερόμενο ή υπολογιζόμενο ρυθμό μεταφοράς δεδομένων, είναι σημαντικό να λαμβάνουμε υπόψη μας κάποια πράγματα. Υπάρχουν διάφορες προϋποθέσεις και "κόλπα" που οι διάφοροι κατασκευαστές χρησιμοποιούν με διαφορετικούς τρόπους για να προωθήσουν τα προϊόντα τους. Υπάρχουν επίσης, προβλήματα με το πως κάποια τέστ δοκιμασίας επιδόσεων μετρούν το ρυθμό μεταφοράς δεδομένων.

Το σύστημα RAID

Το ακρώνυμο RAID προέρχεται από το Redundant Array of Inexpensive/Independent Disks (1988). Σύμφωνα με το σύστημα RAID χρησιμοποιούνται συνδυασμοί δίσκων δίσκου για φθηνότερη/ ταχύτερη προσπέλαση δεδομένων αλλά και για αύξηση της αξιοπιστίας και της ανοχής σε περιπτώσεις βλάβης του μέσου.

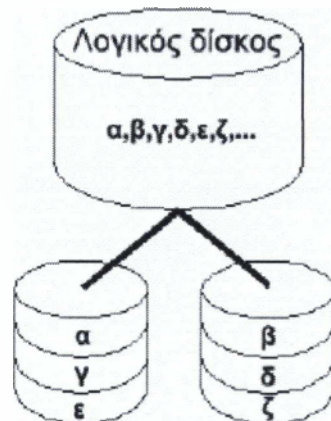
Συναρμογή ανεξάρτητων σκληρών δίσκων κατά τα πρότυπα RAID

Για λόγους αξιοπιστίας και ταχύτητας, κάποια από τα παραπάνω πρότυπα διασύνδεσης υποστηρίζουν την αδιαφανή διαχείριση συστοιχιών από ανεξάρτητους σκληρούς δίσκους, έτσι ώστε να δημιουργήσουν ένα ενιαίο λογικό σύνολο αποθήκευσης δεδομένων. Με τον τρόπο αυτό, είναι δυνατό να δημιουργηθούν αποθηκευτικοί χώροι δεδομένων με χαρακτηριστικά, όπως ταχύτητα, χωρητικότητα και αξιοπιστία, απaráμιλλα με αυτά που μπορούν να προσφερθούν από μεμονωμένους σκληρούς δίσκους. Η τεχνολογία αυτή ονομάζεται RAID (Redundant Array of Independent Disks - Πλεονάζων Συστοιχίες Ανεξάρτητων Δίσκων)

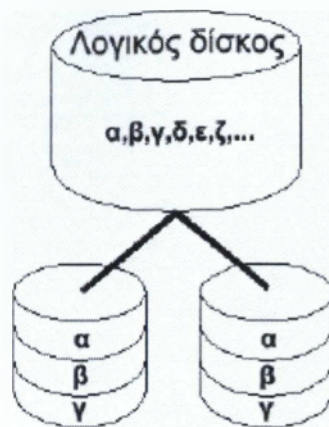
Ανάλογα με τις απαιτήσεις της κάθε εφαρμογής, υπάρχουν διάφορα επίπεδα συναρμογής των ανεξάρτητων δίσκων, τα οποία και καθορίζουν τα χαρακτηριστικά του ενιαίου συνόλου. Έτσι είναι εφικτό μια συστοιχία ανεξάρτητων δίσκων να διαμορφωθεί ώστε να παρέχει τη μέγιστη δυνατή προστασία των αποθηκευμένων δεδομένων, ή τη μέγιστη δυνατή ταχύτητα, ή το μέγιστο διαθέσιμο αποθηκευτικό χώρο ή ακόμα και διάφορους συνδυασμούς των παραπάνω. Οι βασικότερες μέθοδοι RAID για τη συσχέτιση ανεξάρτητων δίσκων είναι οι εξής:

RAID-0: Είναι η μέθοδος που προσφέρει τη μέγιστη δυνατή ταχύτητα και χωρητικότητα, μοιράζοντας τα δεδομένα μεταξύ των δίσκων της συστοιχίας σε ισόποσα μικρά τμήματα. Με αυτό τον τρόπο επιτυγχάνεται ταυτόχρονη πρόσβαση και μεταφορά των πακέτων στα οποία είναι χωρισμένα τα δεδομένα και συνεπώς υπάρχει σημαντική αύξηση στην ταχύτητα της διαδικασίας εγγραφής, πρόσβασης και φόρτωσης των δεδομένων σε σχέση με ένα μονό δίσκο. Ωστόσο, λόγω του ότι κάθε αρχείο βρίσκεται σε πολλά μικρά τμήματα αποθηκευμένα σε όλους τους ανεξάρτητους σκληρούς δίσκους της συστοιχίας, εάν κάποιος από αυτούς παρουσιάσει κάποιο πρόβλημα και αχρηστευθεί, τότε όλα τα αποθηκευμένα σε αυτούς δεδομένα αχρηστεύονται επίσης.

Έτσι η μέθοδο RAID-0 χρησιμοποιείται για εφαρμογές όπου η ταχύτητα μεταφοράς των δεδομένων είναι ο υπέρτατος στόχος, ενώ η ασφάλειά τους σε περίπτωση βλάβης δεν αποτελεί μεγάλο ζήτημα. Για παράδειγμα τέτοιες εφαρμογές είναι η επεξεργασία μεγάλων συνόλων από δεδομένα όπως είναι βίντεο αρχεία, τρισδιάστατα μοντέλα εκατομμυρίων πολυγώνων, επιστημονικά δεδομένα κλπ.



RAID-1: Είναι μια από τις ακριβότερες αλλά και ασφαλέστερες μεθόδους συναρμογής συστοιχιών σκληρών δίσκων. Κατά τη μέθοδο αυτή τα δεδομένα αποθηκεύονται σε ζεύγη δίσκων, έτσι ώστε αν κάποιος από τους δύο παρουσιάσει πρόβλημα τα δεδομένα να μη χαθούν, αφού θα υπάρχει το ομοίωμα τους στον άλλο. Το μειονέκτημα αυτής της διάταξης είναι ο υποδιπλασιασμός του φυσικού μεγέθους του συνόλου και η ελαφρώς μικρότερη ταχύτητα εγγραφής των δεδομένων, ωστόσο η ανάγνωσή τους γίνεται ταχύτερα, αφού υπάρχει η δυνατότητα πρόσβασης στα δεδομένα από δύο δίσκους ταυτόχρονα. Η χρήση του RAID-1 είναι ιδανική σε εφαρμογές όπου η διαθεσιμότητα, ασφάλεια και η γρήγορη πρόσβαση στα δεδομένα είναι σημαντικά χαρακτηριστικά, για παράδειγμα σε εταιρικές βάσεις δεδομένων, εξυπηρετητές σελίδων Internet κλπ.



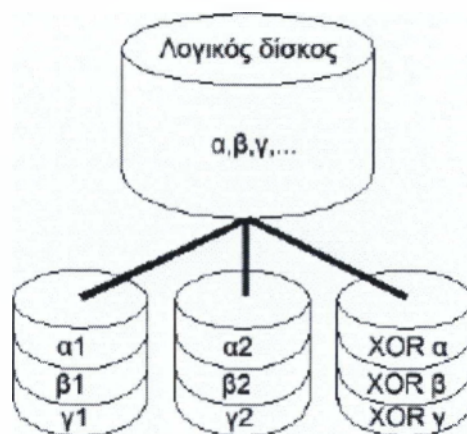
RAID-2: Είναι μια παραλλαγή του RAID-0, όπου και εδώ τα δεδομένα τμηματοποιούνται και αποθηκεύονται σε πολλούς δίσκους παράλληλα. Ωστόσο η κύρια διαφοροποίηση του RAID-2 εμφανίζεται στη δυνατότητα διόρθωσης τυχών λαθών στα αποθηκευμένα δεδομένα, με τη χρήση της κωδικοποίησης διόρθωσης λαθών Hamming (Error Correction Codes-ECC), διαδικασία η οποία καταναλώνει μέρος της επεξεργαστικής ισχύς του κεντρικού επεξεργαστή και των συνεπεξεργαστών του ελεγκτή RAID. Η κωδικοποίηση αυτή ανακαλύφτηκε από τον Richard Hamming το 1950, με σκοπό την ανίχνευση και διόρθωση λαθών σε σειρές δυαδικών δεδομένων, σε επίπεδο ψηφίου (bit). Για το σκοπό αυτό, κατά το RAID-2 για κάθε δίσκο δεδομένων υπάρχει ένας δεύτερος δίσκος στον οποίο αποθηκεύονται οι κώδικες διόρθωσης λάθους των δεδομένων. Η ταχύτητα αποθήκευσης είναι αρκετά πιο αργή σε σχέση με το RAID-0, αφού πρέπει να γίνεται η κωδικοποίηση των κωδικών λάθους για τα δεδομένα που προορίζονται για αποθήκευση. Κατά την ανάγνωση των δεδομένων, σε περίπτωση που πρόκειται για μεγάλα αρχεία η ταχύτητα είναι στα επίπεδα του RAID-0, ωστόσο όταν πρόκειται για πολλά μικρά αρχεία η ταχύτητα ανάγνωσης μειώνεται δραματικά. Η χρήση του προτύπου RAID-2 έχει νόημα όταν γίνεται χρήση σκληρών δίσκων ξεπερασμένης τεχνολογίας και η αξιοπιστία των δεδομένων είναι κρίσιμη. Ωστόσο, τις μέρες μας είναι σχεδόν αχρείαστο, αφού όλοι οι σύγχρονοι σκληροί δίσκοι έχουν ενσωματωμένη τη λειτουργία διόρθωσης λαθών.



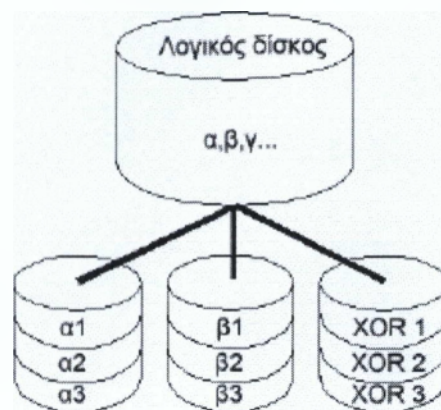
RAID-3: Άλλη μια παραλλαγή του RAID-0, η οποία επιδεικνύει σημαντική ανοχή σε σφάλματα, θυσιάζοντας μερικώς τη συνολική χωρητικότητα δεδομένων της συστοιχίας. Η λειτουργία του RAID-3 είναι σχεδόν παρόμοια με αυτή του RAID-0,

με τη μόνη εξαίρεση πως χρησιμοποιεί έναν επιπλέον σκληρό δίσκο για την αποθήκευση πληροφορίας για την ανίχνευση λαθών, αλλά και για την ανακατασκευή των δεδομένων σε περίπτωση βλάβης κάποιου σκληρού δίσκου της συστοιχίας. Η πληροφορία αυτή προέρχεται από το λογικό συνδυασμό των bits από τους δίσκους δεδομένων με τη μέθοδο XOR (Exclusive OR - αποκλειστικό ή), διαδικασία τροχοπέδη της ταχύτατης παράλληλης εγγραφής των καθεαυτού δεδομένων. Δοκιμές μετρήσεων έχουν δείξει πως η ταχύτητα εγγραφής με τη χρήση RAID μεθόδων που υπολογίζουν και αποθηκεύουν, παράλληλα με τα δεδομένα προς αποθήκευση, δεδομένα αρτιότητας για αυτά, όπως είναι οι RAID-3,4,5 κλπ., είναι 30% - 60% πιο μικρή σε σχέση με αυτή της RAID-1. Επίσης η ταχύτητα εγγραφής εξαρτάται άμεσα από το μέγεθος της συστοιχίας και είναι αντιστρόφως ανάλογη με τον αριθμό των δίσκων από τους οποίους απαρτίζεται η συστοιχία αυτή.

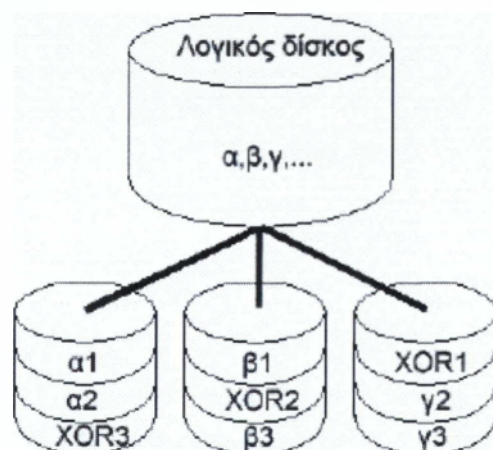
Το κυριότερο μειονέκτημα του RAID-3 βρίσκεται στο ότι η βέλτιστη απόδοση της συστοιχίας εξαρτάται από τη συγχρονισμένη πρόσβαση σε όλο το πλήθος των δίσκων της. Αυτό επιτυγχάνεται με μια τεχνική γνωστή ως συγχρονισμός αξόνων, κατά την οποία όλοι οι δίσκοι συγχρονίζονται με τέτοιο τρόπο ώστε τα αιτήματα για δεδομένα να ικανοποιούνται με μια πράξη ταυτόχρονα σε όλους τους δίσκους. Αυτό το ιδικό χαρακτηριστικό όμως δεν είναι ιδιαίτερα διαδεδομένο στους κοινούς σκληρούς δίσκους, με συνέπεια η χρήση του RAID-3 να περιορίζεται σε εφαρμογές όπου το κόστος εξειδικευμένων σκληρών δίσκων, ικανών να συγχρονίζονται, είναι δικαιολογημένο.



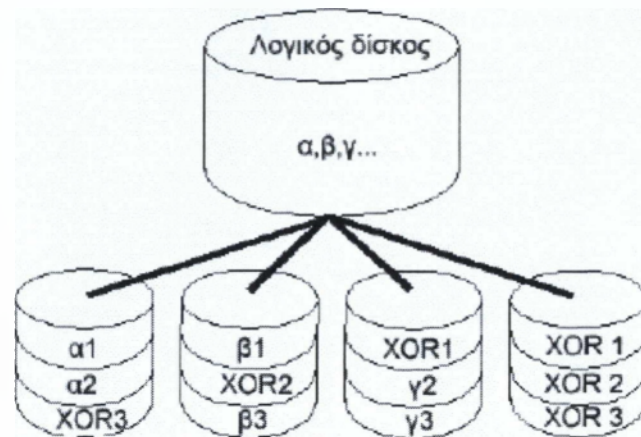
RAID-4: Είναι παραλλαγή του RAID-3, με τη διαφορά πως αντί τα δεδομένα να κερματίζονται σε επίπεδο byte, αυτά κερματίζονται σε επίπεδο τομέα και ακόμα, η βέλτιστη απόδοση της συστοιχίας είναι ανεξάρτητη από το συγχρονισμό των δίσκων της. Θεωρητικά, τα χαρακτηριστικά αυτά είναι ικανά να προσφέρουν ταχύτερες επιδόσεις σε σχέση με το πρότυπο RAID-3, κυρίως για εφαρμογές όπου εμπλέκονται πολλά μικρά αρχεία. Εντούτοις, στην πράξη δεν συμβαίνει αυτό, αφού και εδώ ο υπολογισμός των δεδομένων ασφαλείας, για την ανακατασκευή της πληροφορίας σε περίπτωση βλάβης κάποιου δίσκου, καθυστερούν σημαντικά τη διαδικασία εγγραφής. Σαν αποτέλεσμα, το RAID-4 περιορίζεται σε εφαρμογές στις οποίες κύριος στόχος είναι η ταχεία πρόσβασης και ανάκτηση της πληροφορίας, σε συνδυασμό με την αρτιότητα και τη διαθεσιμότητά της.



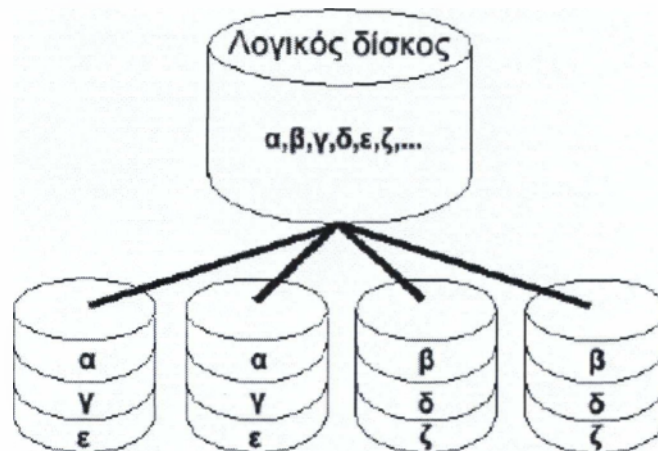
RAID-5: Είναι παρόμοια μέθοδο συναρμογής με αυτή που προσφέρεται από το πρότυπο RAID-4, κατά την οποία τα βοηθητικά δεδομένα για την ακεραιότητα της αποθηκευμένης πληροφορίας, αντί να βρίσκονται σε ένα ξεχωριστό δίσκο, είναι μοιρασμένα μαζί με τα υπόλοιπα σε όλους τους δίσκους της συστοιχίας. Η διαφοροποίηση αυτή έχει σαν αποτέλεσμα πως σε περιπτώσεις αποθήκευσης πολλών μικρών αρχείων, η συστοιχία RAID-5 να παρουσιάζει καλύτερες επιδόσεις σε σχέση με τη RAID-4. Τα χαρακτηριστικά αυτά, καθιστούν τη RAID-5 μια από τις πιο πολύχρησιμοποίητες μεθόδους συναρμογής σκληρών δίσκων σε συστοιχίες. Ωστόσο, το μεγάλο της μειονέκτημα εμφανίζεται κατά την ανακατασκευή των δεδομένων, στην περίπτωση που κάποιος δίσκος της συστοιχίας παρουσιάσει πρόβλημα, διαδικασία η οποία είναι ελαφρώς πιο αργή συγκρινόμενη με την αντίστοιχη της RAID-4.



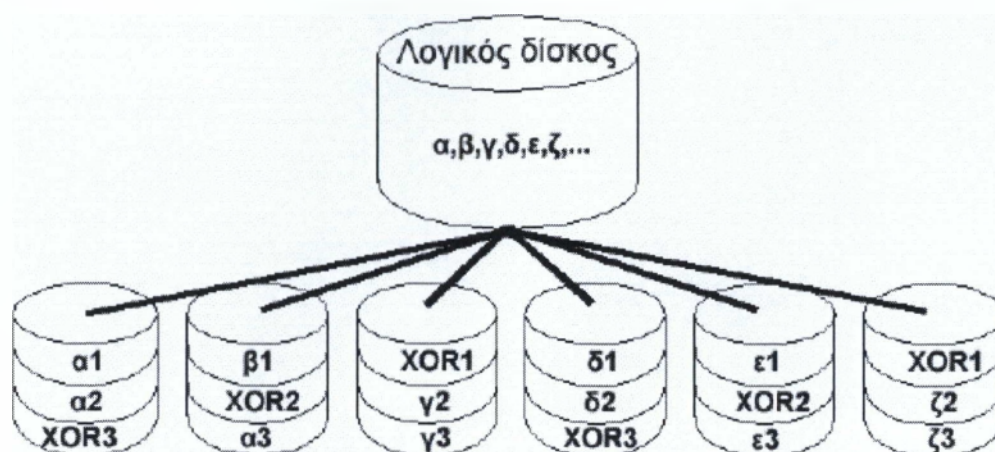
RAID-6: Είναι σχεδόν το ίδιο με το RAID-5, με τη διαφορά πως αυτή τη φορά αποθηκεύεται 2 φορές περισσότερο πληροφορία για την αρτιότητα των δεδομένων, διαδικασία που προϋποθέτει 2 φορές περισσότερο αποθηκευτικό χώρο για τα δεδομένα αρτιότητας και 2 φορές περισσότερο χρόνο για τον υπολογισμό τους. Σαν αντάλλαγμα η πληροφορία μπορεί να ανακατασκευαστεί ακόμη και μετά από την ταυτόχρονη «κατάρρευση» δύο σκληρών δίσκων εκ του συνόλου της συστοιχίας, έναντι του ενός που μπορεί να αντιμετωπιστεί με τις προηγούμενες μεθόδους, θυσιάζοντας βέβαια τη χωρητική ικανότητα ενός σκληρού δίσκου επιπλέον.



RAID-10: Αλλιώς αποκαλείται και RAID-0/1, είναι συνδυασμός των επιπέδων RAID-0 και 1, κατά τον οποίο δύο δίσκοι συναρμολογημένοι με το πρότυπο RAID-0 αντιγράφονται σύμφωνα με το πρότυπο RAID-1 έτσι ώστε να δημιουργήσουν ένα ταχύτατο και ασφαλές σύνολο, το οποίο επιδεικνύει τις επιδόσεις του RAID-0 και την ασφάλεια του RAID-1. Η υλοποίηση μιας συστοιχίας κατά αυτό το πρότυπο είναι πολύ ακριβή, αφού αυτή πρέπει να απαρτίζεται τουλάχιστον από τέσσερις σκληρούς δίσκους, αριθμός διπλάσιος σε σχέση με τα RAID-0 ή RAID-1.



RAID-50: Συνδυασμός μεταξύ των προτύπων RAID-0 και 5, κατά τον οποίο δύο συστοιχίες RAID-5 χρησιμοποιούνται παράλληλα για το μοίρασμα των δεδομένων σύμφωνα με το πρότυπο RAID-0. Η διάταξη αυτή προσφέρει επιδόσεις σχεδόν το ίδιο υψηλές με τη μέθοδο RAID-0, ενώ ταυτόχρονα παρουσιάζει την ανθεκτικότητα στα σφάλματα που χαρακτηρίζει τη μέθοδο RAID-5, χωρίς ωστόσο να μπορεί να απαλλαχτεί τελείως από τα μειονεκτήματά της. Η υλοποίηση μιας τέτοιας συστοιχίας απαιτεί τουλάχιστον 6 σκληρούς δίσκους. [9]



Οπτικά μέσα αποθήκευσης

Σήμερα η έννοια της οπτικής αποθήκευσης παραπέμπει σε συστήματα αποθήκευσης δεδομένων που χρησιμοποιούν το φως για την αποθήκευση και ανάκτηση της πληροφορίας. Η φωτογραφία θα μπορούσε να θεωρηθεί ως η πρώτη μορφή οπτικής αποθήκευσης πληροφορίας, αφού οι πρώτες φωτογραφίες έκαναν την εμφάνισή τους πριν από 200 χρόνια περίπου. Ωστόσο, η αναλογική αποτύπωση της πληροφορίας που μας προσφέρει η κλασική φωτογραφία έχει περιορισμένες εφαρμογές αποθήκευσης δεδομένων. Από τότε που ανακαλύφθηκε το λέιζερ και εμφανίστηκαν οι πρώτοι ηλεκτρονικοί υπολογιστές, η αποτύπωση ψηφιακής πληροφορίας με τη βοήθεια του φωτός κατέστη πλέον εφικτή.

Η πρώτη οπτική συσκευή ψηφιακή αποθήκευσης και ανάκτησης δεδομένων ήταν εφεύρεση της IBM και ονομάζονταν "IBM 1369 Photostore". Η πληροφορία αποθηκεύονταν σε πλαστικές κάρτες φιλμ με τη βοήθεια μιας ακτίνας ηλεκτρονίων. Η κάθε κάρτα είχε την ικανότητα να αποθηκεύει 4,6 εκατομμύρια bits και η επανεγγραφή ή διαγραφή της ήταν ανέφικτη. Η πρώτη συσκευή κατασκευάστηκε το 1967 και ακολούθησαν άλλες έξι, όλες με προορισμό κυβερνητικές υπηρεσίες και ερευνητικά εργαστήρια πανεπιστημίων, όπου η τεράστια για την εποχή αποθηκευτική ικανότητα δεδομένων της συσκευής ήταν αναγκαία.

Πολύ εύλογα θα θεωρούσε κανείς πως αυτή η πρωτογενής συσκευή οπτικής αποθήκευσης ψηφιακών δεδομένων της IBM θα αποτελούσε το θεμέλιο λίθο, πάνω στον οποίο θα οικοδομούνταν η βιομηχανία της οπτικής αποθήκευσης δεδομένων. Ωστόσο ο ασύμφορος και πολύπλοκος τρόπος λειτουργίας της συσκευής και η ασυναγώνιστη για την εποχή αποθηκευτική της ικανότητα, είχαν ως αποτέλεσμα να μείνει η εξέλιξη της στάσιμη. Η μεταγενέστερες συσκευές οπτικής αποθήκευσης είχαν τελείως διαφορετική προσέγγιση στο μηχανισμό αποθήκευσης και ανάκτησης των δεδομένων, αφού η εξέλιξη τους επηρεάστηκε σχεδόν εξ'ολοκλήρου από την ήδη ωριμασμένη τεχνολογία των συσκευών μαγνητικής αποθήκευσης και κυρίως των μαγνητικών δίσκων.

Η πλειοψηφία των συσκευών οπτικής αποθήκευσης που έχουν παρουσιαστεί στην αγορά μέχρι και σήμερα, βασίζονται αποκλειστικά στη φιλοσοφία της αποθήκευσης σε δίσκο. Επιπλέον, σε εργαστηριακό και ερευνητικό επίπεδο ακόμα, έχουν παρουσιαστεί πρωτότυπα οπτικής αποθήκευσης σε οπτική ταινία, όπως επίσης και

πειραματικές διατάξεις ολογραφικής και μοριακής οπτικής αποθήκευσης δεδομένων.

Οπτικοί δίσκοι

Η ηλεκτρονική οπτική αποθήκευση πληροφορίας έγινε γνωστή στο ευρύτερο κοινό μετά το 1973 με την εμφάνιση του οπτικού δίσκου VLP (Video Long Play - δίσκος αναπαραγωγής βίντεο μεγάλης χρονικής διάρκειας). Οι VLP δίσκοι συνήθως χρησιμοποιούνταν για την αναλογική αποθήκευση εικόνων και βίντεο. Η αποθήκευση της πληροφορίας ήταν εφικτή μέσω εξειδικευμένων και πανάκριβων συσκευών, οι οποίες δεν ήταν προσιτές στον κοινό χρήστη του δίσκου. Ο τελικός χρήστης του VLP δίσκου ήταν σε θέση να παρακολουθήσει τα δεδομένα του δίσκου μέσω της πολύ φτηνότερης συσκευής αναπαραγωγής. Η οπτική αποθήκευση ψηφιακής πληροφορίας βρήκε εμπορική εφαρμογή και κοινοποιήθηκε το 1982 με τη μορφή του οπτικού δίσκου μουσικής CD-DA (Compact Disk - Digital Audio, Συμπαγής Δίσκος - Ψηφιακού Ήχου) από δυο μεγάλες εταιρείες, τη Sony και τη Philips. Ο δίσκος CD-DA πρωτοχρησιμοποιήθηκε για την αποθήκευση ήχου σε ψηφιακή μορφή μέσω εξειδικευμένων και πανάκριβων συσκευών, τις οποίες για ακόμα μια φορά είχαν την ευχέρεια να χρησιμοποιούν οι εκδοτικές εταιρείες. Ο τελικός χρήστης είχε τη δυνατότητα μόνο να ακούσει την προ-αποθηκευμένη μουσική μέσω της κατάλληλης συσκευής, γνωστής σε όλους μας ως CD-Player, χωρίς να του παρέχεται η δυνατότητα να γράψει σε οπτικά δισκάκια τη μουσική της επιλογής του. Κατόπιν, γύρω στο 1985, η συνεργασία της Sony και της Philips οδήγησε στην επέκταση του οπτικού συμπαγή δίσκου για την αποθήκευση δεδομένων ηλεκτρονικών υπολογιστών. Ο οπτικός δίσκος δεδομένων ονομάστηκε CDRom (Compact Disk - Read Only Memory, Ψηφιακός Δίσκος - Μνήμης μόνο προς Ανάγνωση) και η αποθήκευση των δεδομένων για ακόμα μια φορά ήταν προνόμιο μόνο των εκδοτικών εταιριών, οι οποίες χρησιμοποιούσαν το μέσο για τη χαμηλού κόστους δημοσίευση λογισμικού για ηλεκτρονικούς υπολογιστές. Παρόλα αυτά, η μεγάλη αποδοχή του συμπαγή οπτικού δίσκου από το κοινό και η τεράστια εμπορική επιτυχία που γνώρισε σαν μέσο ψηφιακής αποθήκευσης, οδήγησαν πολλές εταιρείες κατασκευής ηλεκτρονικών συσκευών και μέσων αποθήκευσης να συνεργαστούν κάτω από κοινά πλαίσια προτύπων και κανόνων, με αποτέλεσμα να οδηγούν την εξέλιξη της οπτικής αποθήκευσης δεδομένων με πολύ γοργούς ρυθμούς, χωρίς όμως να παρουσιάζονται προβλήματα εμπορικής εκμετάλλευσης και αποδοχής των εξελιγμένων συσκευών και μέσων οπτικής αποθήκευσης δεδομένων από την αγορά.

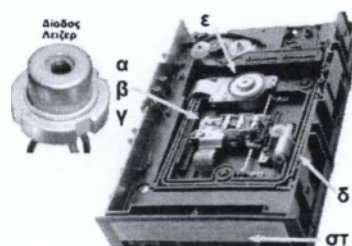
Η αρχή λειτουργίας των σύγχρονων συστημάτων οπτικής αποθήκευσης και ανάγνωσης ψηφιακών δεδομένων, βασίζεται στον τρόπο με τον οποίο αντανakλάται μια τεχνητή ακτίνα φωτός από την επιφάνεια του μέσου αποθήκευσης. Ως πηγή φωτός χρησιμοποιούνται συσκευές εκπομπής ακτίνων λέιζερ που είναι γνωστές ως δίοδοι λέιζερ. Η ακτινοβολία λέιζερ είναι η πλέον κατάλληλη για την οπτική αναγνώριση και εγγραφή δεδομένων, για το λόγο ότι παρουσιάζει χαρακτηριστικά τα οποία ακτινοβολίες από φυσικές ή άλλου τύπου τεχνικές πηγές εκπομπής στερούνται. Η ακτινοβολία λέιζερ είναι μια δέσμη φωτός μονοχρωματική, δηλαδή εκπέμπεται σε σταθερό μήκος κύματος του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος, το οποίο μπορεί να ποικίλει, ανάλογα με την τεχνολογία της πηγής εκπομπής, από 300 μέχρι 2000 νανόμετρα και συντονισμένη, γεγονός που δικαιολογεί την υψηλή ενέργεια που φέρει η ακτίνα λέιζερ. Η δίοδος λέιζερ είναι η τεχνολογία που επέτρεψε την εμπορική εκμετάλλευση της τεχνολογίας οπτικής αποθήκευσης δεδομένων. Τα πλεονεκτήματα των διόδων εκπομπής ακτίνων λέιζερ είναι πολλά, τα σημαντικότερα από αυτά είναι το πολύ χαμηλό κόστος κατασκευής τους, οι

χαμηλές ενεργειακές απαιτήσεις τους, η ικανοποιητική ισχύ της παραγόμενης ακτινοβολίας για την εγγραφή και την ανάγνωση πληροφορίας από την επιφάνεια του αποθηκευτικού μέσου, η δυνατότητα εκπομπής ακτινοβολίας συνεχόμενης ή παλλόμενης ροής, αντίστοιχα για την ανάγνωση ή εγγραφή της πληροφορίας και το πολύ μικρό τους μέγεθος.

Η τυπική διάταξη οπτικής εγγραφής και ανάγνωσης ψηφιακών δεδομένων, που συναντάται στις σύγχρονες συσκευές οπτικής αποθήκευσης, δηλαδή στις συσκευές εγγραφής και ανάγνωσης οπτικών δίσκων, αποτελείται από:

- Την πηγή ακτινοβολίας λέιζερ μεταβλητής ισχύος, η οποία είναι ικανή να επιφέρει, στη μέγιστη ισχύ λειτουργίας της, αλλαγές στη δομή του μέσου αποθήκευσης για την εγγραφή των δεδομένων, όπως επίσης την ικανότητα παροχής ακτινοβολίας συνεχόμενης ροής χαμηλής ισχύος, για την ανάγνωση των δεδομένων από το μέσο χωρίς όμως να προκαλεί τη μεταβολή του.
- Τα κατάλληλα οπτικά για την εστίαση της δέσμης σε όσο το δυνατό μικρότερη περιοχή της επιφάνειας του μέσου αποθήκευσης.
- Τον οπτικό αισθητήρα ανίχνευσης του ποσού της ακτινοβολίας που αντανακλάται από την επιφάνεια του μέσου, για την ανάγνωση των αποθηκευμένων δεδομένων.
- Την κατάλληλη διάταξη μετακίνησης των παραπάνω (α, β και γ που σχηματίζουν την κεφαλή οπτικής εγγραφής και ανάγνωσης), ώστε να υπάρχει πλήρη εκμετάλλευση της επιφάνειας του μέσου αποθήκευσης.
- Το μηχανισμό περιστροφής του μέσου, αφού όλες οι συσκευές οπτικής αποθήκευσης δεδομένων που έχουν παρουσιαστεί μέχρι σήμερα βασίζονται στην αρχιτεκτονική του περιστρεφόμενου δίσκου.
- Το ηλεκτρονικό υποσύστημα διασύνδεσης της συσκευής με άλλες συσκευές (interface), όπως για παράδειγμα ηλεκτρονικούς υπολογιστές, εγγραφείς βίντεο ή δεδομένων κ.α.

Επίσης, η συμβολή της τεχνολογίας των υλικών και μεθόδων κατασκευής των μέσων οπτικής αποθήκευσης είναι εξίσου σημαντική, αφού ήταν ο κύριος παράγοντας που επέτρεψε τη χρήση συσκευών οπτικής αποθήκευσης στο ευρύτερο κοινό. Διαφανή οργανικά υλικά όπως ο πολυανθρακίτης (polycarbonate) αποτελούν το κυριότερο δομικό στοιχείο των οπτικών αποθηκευτικών μέσων, ενώ ειδικές επιστρώσεις από φωτοευαίσθητες οργανικές ενώσεις, παρόμοιες με αυτές που χρησιμοποιούνται στα φωτογραφικά φιλμ, με οπτικές ιδιότητες που καθορίζονται από την ενέργεια του λέιζερ κατά την εγγραφή των δεδομένων, αποτελούν το βασικό μέσο αποθήκευσης.



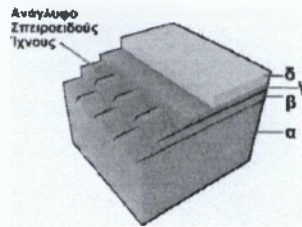
Εικόνα 3-Τυπική διάταξη συσκευής εγγραφής και ανάγνωσης οπτικών δίσκων

Η δομή του τυπικού μέσου οπτικής αποθήκευσης, που δεν είναι άλλο από τον οπτικό δίσκο, απαρτίζεται από τέσσερα βασικά στρώματα. Ξεκινώντας της περιγραφή από την κάτω επιφάνεια του δίσκου, αυτά είναι:

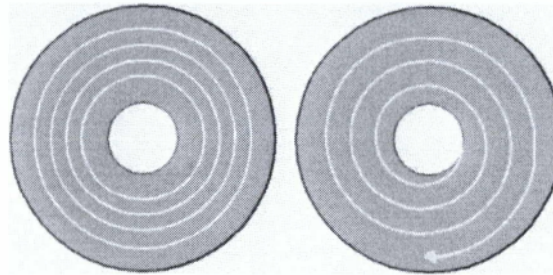
- Το κύριο δομικό στρώμα του δίσκου. Είναι το παχύτερο στρώμα και κατασκευάζεται από πολυανθρακίτη (polycarbonate), ένα στερεό, ανθεκτικό και διαφανές οργανικό υλικό, το οποίο επιτρέπει τη διέλευση της δέσμης ακτίνων λέιζερ, ενώ ταυτόχρονα προσδίδει στο μέσο άριστη αντοχή στις μηχανικές καταπονήσεις.
- Το στρώμα αποθήκευσης δεδομένων. Είναι ένα λεπτό φωτοευαίσθητο στρώμα, του οποίου η διαύγεια στο φως μεταβάλλεται ανάλογα με τη θερμότητα που λαμβάνει από την ακτίνα λέιζερ κατά την εγγραφή των δεδομένων. Αν η θερμοκρασία του υλικού περάσει κάποιο οριακό σημείο, τότε η περιοχή αυτή καθίσταται μόνιμα ημιδιαφανή μέσω μιας χημικής αντίδρασης που ενεργοποιείται με τη θερμοκρασία. Συνεπώς, από την περιοχή που «κάηκε» αντανάκλαται λιγότερη ακτινοβολία λέιζερ και με τον τρόπο αυτό καθιστάτε εφικτή η εγγραφή δεδομένων.
- Το στρώμα αντανάκλασης της ακτίνας λέιζερ. Η στρώση αυτή είναι απαραίτητη για την ανάγνωση της γραμμένης πληροφορίας αφού πάνω της αντανάκλατε σχεδόν ολόκληρη η ακτίνα λέιζερ και επιστρέφει μεταφέροντας την πληροφορία από το στρώμα αποθήκευσης πίσω στην οπτική κεφαλή. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται για το στρώμα αυτό είναι συνήθως ο αργύρου ή ο χρυσός και ανάλογα με το τι θα χρησιμοποιηθεί ο δίσκος αποκτά το αντίστοιχο χρώμα. Η χρήση ευγενών μετάλλων, όπως ο χρυσός και ο άργυρος, για την κατασκευή του φωτο-ανακλαστικού στρώματος, εγγυάται την αποφυγή οξειδωσης του αποθηκευτικού μέσου.
- Το προστατευτικό στρώμα, το οποίο προστατεύει τα δύο προηγούμενα στρώματα από τυχόν αποκόλληση ή εκδορές.

Οι κοινές επιφάνειες των στρωμάτων β, γ και δ δεν είναι λείες αλλά παρουσιάζουν ένα ανάγλυφο αποτελούμενο από διαδοχικές κοιλότητες. Αυτό το ανάγλυφο δημιουργία κατά την κατασκευή του δίσκου, όπου γίνεται η χάραξη του σπειροειδούς ίχνους πάνω στο οποίο θα γράφεται η πληροφορία. Το ίχνος αυτό δημιουργείται έτσι ώστε να μεταβάλλει τη σκέδαση της δέσμης των ακτίνων λέιζερ από την επιφάνεια του δίσκου και με αυτό τον τρόπο αυτό να μεταβάλλει αντίστοιχα την ποσότητα της ακτινοβολίας που επιστρέφει στον οπτικό αισθητήρα ανάγνωσης των δεδομένων.

Σε αντίθεση με τα πρότυπα οργάνωσης της πληροφορίας των μαγνητικών δίσκων σε ίχνη και τομείς, η πληροφορία στην επιφάνεια του οπτικού δίσκου διαμορφώνεται σε σπειροειδή διάταξη. Η εγγραφή των δεδομένων αρχίζει από το εσωτερικό του δίσκου και συνεχίζει τη σπειροειδή της πορεία πάνω στο ίδιο ίχνος μέχρι το εξωτερικό του, ακολουθώντας τη χάραξη του δίσκου.



Εικόνα 4-Τομή κοινού οπτικού δίσκου CD-ROM



Εικόνα 5-Ίχνη ομόκεντρων κύκλων και σπειροειδούς διαμόρφωσης (HD & CD αντίστοιχα)

Κατά τη διάρκεια της εγγραφής των δεδομένων, καθώς αυτά γράφονται στην επιφάνεια του δίσκου πλησιάζοντας στο εξωτερικό του, ο δίσκος επιβραδύνεται ώστε η σχετική ταχύτητα μεταξύ της κεφαλής και του αποθηκευτικού μέσου κάτω από αυτή να είναι πάντα σταθερή. Αυτό είναι αναγκαίο λόγω των περιορισμών που θέτει η κεφαλή εγγραφής αλλά και το μέσο αποθήκευσης. Ο περιορισμός αυτός είναι ο ελάχιστος χρόνος που απαιτείται για το κάψιμο του στρώματος αποθήκευσης δεδομένων και είναι αυτός που καθορίζει το μέγιστο ρυθμό εγγραφής των δεδομένων. Ο ίδιος περιορισμός ισχύει και κατά την ανάγνωση των δεδομένων, με τη διαφορά πως αυτή τη φορά ο ρυθμός ανάγνωσης δεν καθορίζεται από το λέιζερ και το μέσο αποθήκευσης αλλά από τον αισθητήρα ανίχνευσης της ανακλώμενης ακτινοβολίας.

Οι εμπορικά διαθέσιμες συσκευές οπτικής αποθήκευσης που είναι διαθέσιμες στην αγορά προς το παρόν, είναι όλες βασισμένες στην τεχνολογία της αποθήκευσης σε δίσκο.

Υπάρχουν πολλές παραλλαγές οπτικής αποθήκευσης σε δίσκο, οι οποίες διαφοροποιούνται ως προς το μέγεθος και δομή του δίσκου, τον τύπο του λέιζερ που χρησιμοποιείται και τα ηλεκτρονικά της αναγνώρισης των δεδομένων και καθοδήγησης της κεφαλής. Παρακάτω περιγράφονται αναλυτικά τα βασικά χαρακτηριστικά της κάθε παραλλαγής, ξεκινώντας από την παλαιότερη και καταλήγοντας στην πιο πρόσφατη. Η βασική αρχή λειτουργίας τους παραμένει η ίδια, όπως έχει περιγραφεί παραπάνω. Ωστόσο σε περίπτωση διαφοροποίησής της, θα δηλώνεται ξεχωριστά ποια είναι αυτή η αλλαγή και θα διασαφηνίζεται ο τρόπος με τον οποίο επηρεάζει τη λειτουργία και τα χαρακτηριστικά της συσκευής και των αντίστοιχων μέσων αποθήκευσης.

CD R (Compact Disk Recordable - Συμπαγής Δίσκος Εγγράψιμος)

Ο εγγράψιμος οπτικός δίσκος CD R έκανε την εμφάνισή του γύρω στο 1990 και είναι η τεχνολογία που επέτρεψε τους κοινούς χρήστες Η/Υ να επωφεληθούν από τα πλεονεκτήματα της οπτικής αποθήκευσης δεδομένων. Ο χρήστης της

τεχνολογίας αυτής έχει στη διάθεσή του μια συσκευή οπτικής αποθήκευσης και ανάγνωσης δεδομένων σε αφαιρούμενους οπτικούς δίσκους, οι οποίοι έχουν πάχος 1,2mm και διάμετρο 12 cm με χωρητική ικανότητα δεδομένων 650 με 700 Megabytes. Στο εμπόριο εκτός των δίσκων διαμέτρου 12 cm κυκλοφορούν δίσκοι διαμέτρου 8 cm με χωρητικότητα 185 Megabytes, όπως επίσης και δίσκοι σε σχήμα και μέγεθος πιστωτικής κάρτας με χωρητικότητα 50 Megabytes. Η πληροφορία γράφεται στο μέσο με τον τρόπο που περιγράψαμε προηγουμένως με τη βοήθεια υπέρυθρης (μήκος κύματος 780 νανόμετρα nm) ακτινοβολίας λέιζερ. Η αποθηκευμένη πληροφορία δεν είναι δυνατό να διαγραφεί από την επιφάνεια του αποθηκευτικού μέσου, με την προϋπόθεση αυτό να επαναχρησιμοποιηθεί όπως ένας κοινός μαγνητικός δίσκος. Η ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων κατά την εγγραφή και ανάγνωση δεδομένων κυμαίνεται από 0,15 και φτάνει μέχρι τα 7,8 Megabytes ανά δευτερόλεπτο, για τις συσκευές οδήγησης απλής και 52πλής ταχύτητας αντίστοιχα, ενώ ο μέσος χρόνος προσπέλασης των δεδομένων κυμαίνεται ανάλογα με τη συσκευή από 80 μέχρι 120 χιλιοστά του δευτερολέπτου. Τα δεδομένα αποθηκεύονται σε ένα στρώμα μόνο στη μια πλευρά του δίσκου, αυτή της ετικέτας και ανάλογα με τις συνθήκες αποθήκευσης και τη μεταχείριση του μέσου, αυτά μπορούν να διατηρηθούν από 5 μέχρι και 100 χρόνια.

CD RW (Compact Disk ReWritable - Συμπαγής Δίσκος Επανεγγραψίμος)

Ο δίσκος CD RW είναι εξέλιξη του CD R με τη διαφορά πως προσφέρει τη δυνατότητα διαγραφής της αποθηκευμένης πληροφορίας και της επανεγγραφής του μέσου. Αυτό είναι εφικτό με τη χρήση ιδιικού μεταλλικού κράματος στο στρώμα αποθήκευσης δεδομένων, το οποίο όταν θερμανθεί από την ακτίνα λέιζερ αλλάζει την κατάστασή του (φάση), με αποτέλεσμα να αλλάζουν και οι οπτικές του ιδιότητες. Θερμαίνοντας το στρώμα αυτό πάνω από το σημείο τήξης του, αυτό χάνει την κρυσταλλική του δομή με αποτέλεσμα να γίνεται αδιαφανές στο σημείο εκείνο και έτσι η ακτίνα λέιζερ να το διαπερνά και να ανακλάται από το επόμενο στρώμα πίσω στον αισθητήρα ανάγνωσης των δεδομένων.

Κατά τη διαγραφή των δεδομένων, η ακτίνα λέιζερ λειτουργεί σε μικρότερο ενεργειακό επίπεδο από αυτό της εγγραφής, καταφέρνοντας έτσι να θερμάνει το στρώμα αποθήκευσης σε θερμοκρασία ελαφρώς μικρότερη από το σημείο τήξης του και να το υποβάλλει σε ανόπτηση ανακρυστάλλωσης, δηλαδή να επανασχηματιστούν οι κρυσταλλικές δομές του υλικού αποθήκευσης. Με τον τρόπο αυτό η επιφάνεια του υλικού του στρώματος αποθήκευσης αποκτά την αρχική της μορφή, η οποία εμποδίζει την ακτίνα λέιζερ να ανακλαστεί από το στρώμα ανάκλασης, και έτσι το μέσο είναι ξανά έτοιμο για την εγγραφή δεδομένων.

DVD R (Digital Versatile Disc Recordable – Εγγραψίμος Ψηφιακός Δίσκος Πολλαπλών Εφαρμογών)

Ο δίσκος DVD είναι ο διάδοχος του CD, εμφανίστηκε στην αγορά το 1996 ως αντικαταστάτης της βιντεοκασέτας και από τότε μέχρι σήμερα χρησιμοποιείται από τις εκδοτικές εταιρίες για τη φθηνή μαζική διάθεση έργων βίντεο. Ωστόσο η μεγάλη του χωρητική ικανότητα και η συμβατότητα των συσκευών εγγραφή και ανάγνωσης DVD με τους δίσκους CD, κατέστησε τα DVD ως την καλύτερη και οικονομικότερη λύση σποραδικής αποθήκευσης δεδομένων για ηλεκτρονικούς υπολογιστές. Η τεχνολογία των συσκευών ανάγνωσης και εγγραφής δίσκων DVD είναι παρόμοια με αυτή των συσκευών οδήγησης CD. Επίσης, το μέγεθος του δίσκου DVD είναι ίδιο με το μέγεθος του CD, κατά συνέπεια, μια συσκευή εγγραφής και ανάγνωσης DVD έχει την ικανότητα να διαβάσει και να γράψει δίσκους CD το ίδιο εύκολα με τους δίσκους DVD. Οι αλλαγές που ευθύνονται για τη διαφοροποίηση του DVD από το CD έγκεινται στα μικρότερα ίχνη δεδομένων, που αποτυπώνονται στην επιφάνεια του μέσου κατά την εγγραφή, λόγω της

χρήσης ακτινοβολίας λέιζερ με μικρότερο μήκος κύματος από αυτό των CD (630 με 650 nm – κόκκινο φως) και των καλύτερων οπτικών συστημάτων για την εστίασή της, τεχνική που συντέλεσε στην αύξηση της επιφανειακής πυκνότητας του δίσκου. Με τον τρόπο αυτό, στον δίσκο DVD είναι εφικτό να αποθηκευτούν 7 φορές περισσότερα δεδομένα απ' ό,τι σε ένα δίσκο CD της ίδιας διαμέτρου. Έτσι η χωρητικότητα σε δεδομένα του κοινού δίσκου DVD πλησιάζει τα 4,7 Gigabytes.

Η χωρητικότητα αυτή αντιπροσωπεύει τους δίσκους DVD μονής όψης και μονής στρώσης δεδομένων, με δομή παρόμοια με αυτή που έχει ο δίσκος CD. Για την περαιτέρω αύξηση της χωρητικότητας σε δεδομένα των δίσκων DVD, η οποία δημιουργήθηκε από την ανάγκη να χωρέσουν περισσότερο των 133 λεπτών βίντεο σε ένα δίσκο DVD, οδήγησε στους δίσκους DVD με διπλό στρώμα δεδομένων. Στους δίσκους DVD διπλού στρώματος, το πρώτο στρώμα ανακλά μερικός τη δέσμη των ακτίνων λέιζερ, ενώ το δεύτερο την ανακλά πλήρως. Η πρόσβαση στο δεύτερο στρώμα του δίσκου DVD διπλής στρώσης, είναι εφικτή εστιάζοντας τη δέσμη λέιζερ στο κάτω στρώμα, διαπερνώντας το πρώτο στρώμα δεδομένων μερικής ανάκλασης. Επομένως, ο αισθητήρας της ανακλώμενης ακτινοβολίας λέιζερ και συνεπώς των δεδομένων, αντιλαμβάνεται την ακτινοβολία που επιστρέφει από το καλύτερα εστιασμένο στρώμα δεδομένων, λόγω της ισχυρότερης ενέργειας που φέρει. Τα δεδομένα στο δεύτερο στρώμα αποθήκευσης γράφονται από το σημείο που σταμάτησαν τα δεδομένα του πρώτου στρώματος και επομένως η διεύθυνση τους ξεκινά από το εξωτερικό του δίσκου και εξελίσσονται προς το εσωτερικό του. Οι δίσκοι DVD μονής όψης και διπλής στρώσης προσφέρουν χωρητικότητα δεδομένων λίγο μικρότερη από το διπλάσιο του αντίστοιχου δίσκου μονής όψης και μονής στρώσης, περίπου ίση με 8,54 Gigabytes.

Ένα τέχνασμα για την περαιτέρω αύξηση της χωρητικότητας του δίσκου DVD είναι η χρήση και των δύο όψεων του δίσκου για την αποθήκευση δεδομένων. Σαν αποτέλεσμα η χρήση και των δύο όψεων μας δίνει διπλάσια χωρητικότητα δεδομένων, η οποία καθορίζεται από τη χρήση μονής ή διπλής στρώσης δεδομένων στα 9,4 και 17 Gigabytes αντίστοιχα. Ωστόσο η παραγωγή δίσκων διπλής όψης είναι δυσκολότερη και δεν υπάρχει χώρος στην επιφάνεια τους για τη συμβατική ετικέτα, η οποία περιορίζεται σε μια μικρή περιοχή στο κέντρο του δίσκου. Άλλη μια ιδιοτροπία των δίσκων διπλής όψης είναι πως η χρήση τους απαιτεί συσκευές ικανές να διαβάζουν και τις δύο πλευρές του δίσκου, ή την επέμβαση του χρήστη για τη χειροκίνητη αλλαγή της πλευράς του δίσκου.

DVD RW, RAM (Digital Versatile Disc, ReWritable, Random Access Memory – Επανεγγράψιμος, Μνήμης Τυχαίας Προσπέλασης, Ψηφιακός Δίσκος Πολλαπλών Εφαρμογών)

Ο επανεγγράψιμος δίσκος DVD βασίζεται στην ίδια αρχή λειτουργίας που βασίζεται και ο δίσκος CD RW, με τη μόνη διαφορά στην αύξηση της επιφανειακής χωρητικής ικανότητας του δίσκου, που επέφερε η τεχνολογική υπεροχή της οπτικής κεφαλής των DVD. Προς το παρόν δεν έχουν εμφανιστεί επανεγγράψιμοι δίσκοι διπλής όψης ή και διπλής στρώσης, ακόμα πιο απίθανο αν αναλογιστεί κανείς τον τρόπο που αποθηκεύονται και διαγράφονται τα δεδομένα στους επανεγγράψιμους δίσκους. Έτσι, ο κοινός επανεγγράψιμος δίσκος DVD είναι σε θέση να χωρέσει περίπου τον ίδιο όγκο δεδομένων με ένα κοινό δίσκο DVD μονής στρώσης και μονής όψης. Στην αγορά κυκλοφορούν πολλοί τύποι επανεγγράψιμων δίσκων DVD, αυτοί είναι οι δίσκοι +RW, -RW και -RAM έχοντας ο καθένας τους δικούς του υποστηρικτές, που αποτελούνται από συνομοσπονδίες μεγάλων εταιριών κατασκευής όπως η Hitachi, Sony, Yamaha, Pioneer κ.α. Τυπικά να αναφερθεί πως οι δίσκοι DVD RAM εμπεριέχονται σε προστατευτικό πλαστικό κέλυφος (δισκέτα) και για το λόγο αυτό η χρήση τους περιορίζεται μόνο σε ιδιές

συσκευές που δέχονται τέτοιου είδους δισκέτες. Οι διαφορές μεταξύ των υπόλοιπων επανεγγράψιμων δίσκων DVD είναι μηδαμινές και οι περισσότερες συσκευές εγγραφής και ανάγνωσης DVD είναι συμβατές και με τους δύο τύπους.

Οπτικοί δίσκοι WORM (Write Once Read Many - Μονής Εγγραφής Πολλαπλής Ανάγνωσης) διαφορετικής φόρμας

Πολλοί κατασκευαστές συσκευών οπτικής αποθήκευσης δεδομένων, με σκοπό να ικανοποιήσουν τις αποθηκευτικές ανάγκες απαιτητικών χρηστών, δημιούργησαν οπτικές συσκευές και μέσα πέρα από τους περιορισμούς που έθεταν τα πρότυπα του CD και του DVD.

Βασιζόμενοι στην ήδη υπάρχουσα τεχνολογία οπτικής αποθήκευσης, κατασκεύασαν συστήματα με χωρητική ικανότητα μεγαλύτερη από αυτή που μπορούσαν να προσφέρουν τα CD ή τα DVD. Έτσι, αυξάνοντας τη διάμετρο του μέσου ή και βελτιώνοντας την κεφαλή εγγραφής και ανάγνωσης της συσκευής, προσφέρονται λύσεις οπτικής αποθήκευσης δεδομένων, των οποίων η χωρητική ικανότητα σε ψηφιακά δεδομένα ξεκινά από 1 με 2 Gigabytes, για δίσκους των 3,5 και 5,25 ιντσών και ξεπερνά τα 20 και 30 Gigabytes για δίσκους των 12 και 14 ιντσών. Ωστόσο το κόστος τέτοιων λύσεων, λόγω μικρής ζήτησης και περιορισμένης παραγωγής, είναι αρκετά μεγαλύτερο ανά μονάδα Megabyte σε σύγκριση με τους κοινά αποδεκτούς οπτικούς δίσκους.

Αποθήκευση σε οπτικούς δίσκους με μπλε λέιζερ

Η νέα γενιά συσκευών και μέσων οπτικής αποθήκευσης σε δίσκο, η οποία θα αντικαταστήσει τους δίσκους DVD, είναι οι συσκευές εγγραφής και ανάγνωσης οπτικών δίσκων με χρήση ακτίνας λέιζερ μπλε χρώματος, δηλαδή με μήκος κύματος από 370 έως 520 νανόμετρα του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος. Η τεχνολογία αυτή είναι η φυσική εξέλιξη του DVD, η οποία επηρεάστηκε ευεργετικά από την εξέλιξη της τεχνολογίας των ημιαγωγών εκπομπής λέιζερ.

Η χρήση ακτίνας λέιζερ μικρότερου μήκους κύματος επιτρέπει τη συρρίκνωση του ίχνους που καταλαμβάνουν τα δεδομένα πάνω στην επιφάνεια του μέσου και συνεπώς συντελεί στην αύξηση της χωρητικής ικανότητας σε δεδομένα του μέσου. Μειώνοντας το μήκος κύματος της δέσμης λέιζερ από τα 650 στα 405 νανόμετρα είναι δυνατό να αυξηθεί η χωρητική ικανότητα του συμβατικού οπτικού δίσκου κατά 2,6 φορές. Σε συνδυασμό με ισχυρότερους φακούς για την εστίαση του λέιζερ πάνω στην επιφάνεια του μέσου, οι συσκευές εγγραφής και ανάγνωσης σε οπτικούς δίσκους με διάμετρο 12 cm και χωρητική ικανότητα άνω των 20 Gigabytes είναι πλέον πραγματικότητα.



Εικόνα 6-Η εξέλιξη των οπτικών δίσκων και η αύξηση της χωρητικής τους ικανότητας

Οπτικές ταινίες

Η οπτική αποθήκευση δεδομένων σε ταινία είναι παραλλαγή της αποθήκευσης σε μαγνητικές ταινίες, η οποία ξεκίνησε ερευνητικά ως μια προσπάθεια κατασκευής αφαιρούμενων αποθηκευτικών μέσων με τεράστια χωρητικότητα δεδομένων, η οποία θα ξεκινά από μερικές εκατοντάδες Gigabytes στοχεύοντας να ξεπεράσει τα 1000. Η αρχή λειτουργίας των οπτικών ταινιών είναι παρόμοια με αυτή των μαγνητικών ταινιών. Η κύρια διαφορά τους έγκειται πως η εγγραφή και ανάγνωσή της οπτικής ταινίας πραγματοποιείται με τη βοήθεια ακτίνων λέιζερ από μια οπτική κεφαλή και όχι με μαγνητικά πεδία όπως συνηθίζεται στις μαγνητικές ταινίες.

Η οπτική ταινία δεν είναι καινούργια τεχνολογία. Έχει ιστορία εξέλιξης περίπου 40 χρόνων και στην αγορά κατά καιρούς είχαν κάνει την εμφάνισή τους συσκευές και μέσα οπτικής εγγραφής δεδομένων σε ταινίες, από λίγες εταιρίες που δραστηριοποιούνται σε αυτό τον τομέα. Ωστόσο το υπερβολικά μεγάλο κόστος της συσκευής και του μέσου αποθήκευσης, όπως επίσης και η σχετικά ανώριμη τεχνολογία, η οποία στερείται σε ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων, περιόρισαν τη χρήση τους σε πολύ λίγες εφαρμογές. Παρά την εμπορική αποτυχία των πρώτων συστημάτων οπτικής αποθήκευσης σε ταινία, η έρευνα για την εξέλιξή τους δε σταμάτησε. Οι οπτικές ταινίες προορίζονται να αντικαταστήσουν τις μαγνητικές ταινίες στα επόμενα 10 χρόνια, αφού ήδη η μαγνητική αποθήκευση πλησιάζει στα όριά της λόγω του υπέρ-παραμαγνητικού φαινομένου.

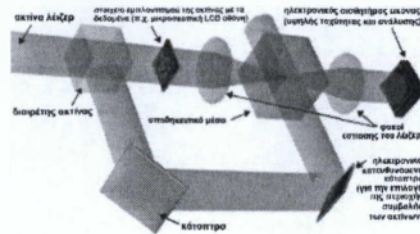
Το μέλλον της οπτικής αποθήκευσης

Στα ερευνητικά κέντρα μεγάλων εταιριών και πανεπιστημίων, το μέλλον της αποθήκευσης ψηφιακών δεδομένων διαγράφεται κυριολεκτικά λαμπρό. Καθώς η μαγνητική αποθήκευση απειλείται από το υπερ-παραμαγνητικό φαινόμενο, η οπτική αποθήκευση δεδομένων φαίνεται να αποτελεί τη λύση στο πρόβλημα της αποθήκευσης και διατήρησης του ολοένα αυξανόμενου όγκου πληροφορίας που παράγεται ανά την υφήλιο. Τεχνολογίες οπτικής αποθήκευσης όπως η ολογραφική, η ογκομετρική με φθορισμό, η κοντινού πεδίου, η σιδηρο-ηλεκτρική μοριακή, είναι μερικές από τις τεχνολογίες που θα παραλάβουν τη σκυτάλη της οπτικής αποθήκευσης από τη σημερινή συμβατική τεχνολογία της επιφανειακής αποθήκευσης σε προ-χαραγμένους οπτικούς δίσκους.

Στόχος των νέων τεχνολογιών οπτικής αποθήκευσης είναι η όσο το δυνατό μεγαλύτερη συρρίκνωση των bits, αλλά και η μέγιστη δυνατή εκμετάλλευση του φυσικού όγκου του αποθηκευτικού μέσου.

Η ολογραφική αποθήκευση δεδομένων έχει τις βάσεις της στην οπτική θεωρία της συμβολής των ακτίνων λέιζερ. Τα δεδομένα αποθηκεύονται μέσω της ακτινοβολίας λέιζερ στο εσωτερικό του μέσου αποθήκευσης, το οποίο είναι κατασκευασμένο από οργανικό φωτο-πολυμερές υλικό ή ανόργανο κρύσταλλο. Κατά την ολογραφική αποθήκευση δεδομένων, μια δέσμη λέιζερ διαιρείται σε 2 ακτίνες, η μία εκ των οποίων φωτίζει την περιοχή του αποθηκευτικού μέσου, ενώ η δεύτερη, αφού πρώτα λάβει την πληροφορία προς αποθήκευση περνώντας μέσα από μια οθόνη υγρών κρυστάλλων, ή κάποια άλλη συσκευή μορφοποίησης της ακτίνας λέιζερ, κατευθύνεται στην περιοχή του μέσου που φωτίζει η πρώτη δέσμη. Στο σημείο συνάντησης των δύο ακτίνων, το φωτοευαίσθητο υλικό του μέσου αποθήκευσης μεταβάλλεται αλλού περισσότερο και αλλού λιγότερο, ανάλογα με τους κροσσούς συμβολής που δημιουργούνται από τη συμβολή των δύο ακτίνων. Για την ανάγνωση των αποθηκευμένων δεδομένων, μια δέσμη ακτίνων λέιζερ εστιάζεται στην περιοχή του μέσου όπου έχουν αποθηκευτεί τα δεδομένα και κατόπιν,

έχοντας την πληροφορία από τα δεδομένα, προβάλλεται πάνω σε έναν αισθητήρα εικόνας (κάμερα).



Εικόνα 7-Σχηματική αναπαράσταση του τρόπου λειτουργίας της ολογραφικής

Η ολογραφική αποθήκευση είναι μια πολλά υποσχόμενη τεχνολογία η οποία θα προσφέρει ευμεγέθεις αποθηκευτικούς χώρους, σε συνδυασμό με πολύ υψηλές ταχύτητες πρόσβασης και μεταφοράς δεδομένων. Ωστόσο, η τεχνικομηχανική (hardware) σύνθεση των συσκευών ολογραφικής αποθήκευσης είναι πολύ προηγμένη και ακριβή, με αποτέλεσμα η μαζική τους παραγωγή να καθυστερήσει αρκετά. Οι ερευνητές υποθέτουν πως οι πρώτες συσκευές ολογραφικής αποθήκευσης θα κάνουν την εμφάνισή τους μετά από 10 χρόνια, εποχή που η συμβατική οπτική αποθήκευση με χρήση μπλε ακτινών λέιζερ θα φτάνει στα όριά της.

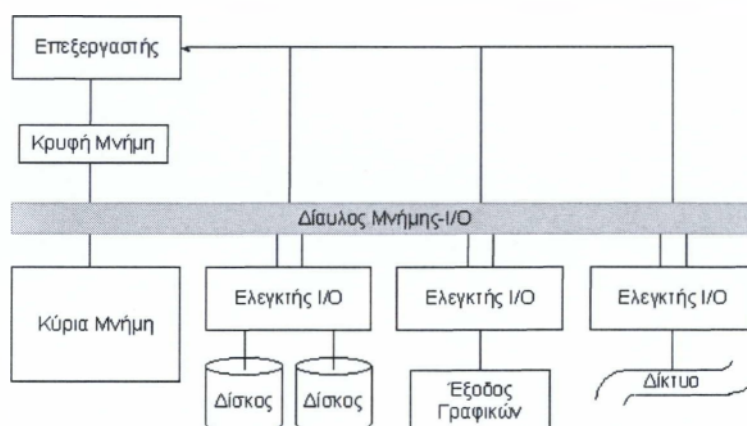
Η ογκομετρική αποθήκευση με φθορισμό είναι μια παραλλαγή της συμβατικής τεχνολογίας οπτικής αποθήκευσης, που χρησιμοποιείται σήμερα στις συσκευές εγγραφής και ανάγνωσης οπτικών δίσκων τύπου CD/DVD, και πιθανότατα η τεχνολογία που θα παραλάβει τη σκυτάλη μετά τους δίσκους μπλε ακτίνων λέιζερ. Η διαφοροποίησή της σε σχέση με τη συμβατική οπτική τεχνολογία απαντάται κυρίως στον τρόπο ανίχνευσης της αποθηκευμένης πληροφορίας, ο οποίος δεν βασίζεται στην αντανάκλαση της ακτίνας λέιζερ από κάποιο ανακλαστικό στρώμα κάτω από τα δεδομένα, αλλά στο φως που παράγεται από τον φθορισμό των δεδομένων, λόγω χρήση ιδικών φθορίζων υλικών κατασκευής του μέσου αποθήκευσης. Η τεχνολογία αυτή, λόγω της έλλειψης των ανακλαστικών επιφανειών και της διαφανούς φύσης των υλικών κατασκευής του μέσου επιτρέπει τη δημιουργία δίσκων με περισσότερα των 2 στρωμάτων αποθήκευσης δεδομένων, χαρακτηριστικό που πρωτοεμφανίστηκε στους δίσκους DVD. Τα πρώτα δισκάκια που θα πρωτοεμφανιστούν στην αγορά θα έχουν 10 στρώματα αποθήκευσης και διάμετρο 12 εκατοστά και θα είναι ικανά να αποθηκεύουν 140 Gigabytes δεδομένων, χωρίς να απαιτούν την αλλαγή της πλευράς του δίσκου όπως συμβαίνει με τους δίσκους DVD των 4 στρωμάτων (διπλής στρώσης, διπλής πλευράς).

Άλλη μια υποψήφια τεχνολογία οπτικής αποθήκευσης του κοντινού μέλλοντος είναι η οπτική αποθήκευση κοντινού πεδίου. Η μέθοδος αυτή βασίζεται στο φαινόμενο κοντινού πεδίου, που δημιουργείται όταν η ακτίνα λέιζερ, που χρησιμοποιείται για την εγγραφή της πληροφορίας, περάσει μέσα από μια οπή με μέγεθος μικρότερο από το μήκος κύματος της. Έτσι είναι εφικτό να σμικρυνθεί ακόμα περισσότερο το ίχνος που καταλαμβάνει στην επιφάνεια του αποθηκευτικού μέσου ένα Bit δεδομένων, φτάνοντας σε επίπεδο που το μέγεθος του να είναι υποπολλαπλάσιο του μήκους κύματος της ακτίνας λέιζερ εγγραφής. Όπως έχει ήδη αναφερθεί, με τη χρήση της συμβατικής τεχνολογίας οπτικής αποθήκευσης, το ελάχιστο μέγεθος του ίχνους που καταλαμβάνει ένα Bit αποθηκευμένης ψηφιακής πληροφορίας στην επιφάνεια του μέσου αποθήκευσης, καθορίζεται από το μήκος κύματος της ακτίνας λέιζερ της αποθηκευτικής συσκευής.

Η σιδηροηλεκτρική μοριακή οπτική αποθήκευση είναι μια τεχνολογία αποθήκευσης δεδομένων σε μοριακό επίπεδο, η οποία αν και σε θεωρητικό στάδιο ακόμα, υπόσχεται οπτικούς δίσκους των 3,5 ιντσών με χωρητική ικανότητα 10 Terabytes, διάρκεια ζωής 100 χρόνια και 400.000 φορές ταχύτερη πρόσβαση στα δεδομένα σε σχέση με τη σημερινή τεχνολογία οπτικής αποθήκευσης. Η αρχή λειτουργίας της βασίζεται πάνω σε θεωρίες κβαντομηχανικής που διατυπώθηκαν από τον Αϊνστάιν και τον Πλανκ και αφορούν τη αλληλεπίδραση μεταξύ φωτονίων ηλεκτρονίων και άλλων στοιχειώδεις σωματιδίων της ύλης. Με αυτή τη μέθοδο ψηφιακής αποθήκευσης, τα δεδομένα θα αποθηκεύονται στη λεπτή επιφάνεια του μέσου, η οποία θα απαρτίζεται από σιδηρομαγνητικούς νανοκρυστάλλους περοβσκίτη, με τη βοήθεια υπεριώδους ακτινοβολίας λέιζερ και την εφαρμογή κατάλληλων ηλεκτρικών πεδίων. Η ανάγνωση των δεδομένων θα πραγματοποιείται και πάλι με τη χρήση υπεριώδους ακτινοβολίας λέιζερ, αυτή τη φορά όμως χαμηλότερης ισχύος, η οποία ανακλώμενη από την επιφάνεια του αποθηκευτικού μέσου, θα ανιχνεύεται από ένα νανοοπτικό ημιαγωγό (τρανζίστορ).[10]

Είσοδος/έξοδος (I/O) και η χρησιμότητά της

Η Είσοδος/Εξοδος αποτελεί το τμήμα του υπολογιστικού συστήματος με το οποίο το σύστημα είναι σε θέση να ανταλλάξει δεδομένα με το περιβάλλον του, είτε με άλλους υπολογιστές είτε με τον άνθρωπο-χρήστη. Οι συσκευές εκείνες που απαρτίζουν το τμήμα I/O του υπολογιστή και με τις οποίες πραγματοποιείται η ανταλλαγή των δεδομένων ονομάζονται συσκευές εισόδου/εξόδου (συσκευές I/O).



Εικόνα 8-Τυπική συλλογή συσκευών I/O. -Τυπική συλλογή συσκευών I/O

Στην παραπάνω εικόνα παρουσιάζεται η δομή ενός συστήματος με τις συσκευές I/O του. Οι συνδέσεις ανάμεσα στις συσκευές I/O, τον επεξεργαστή και τη μνήμη ονομάζονται αρτηρίες (buses).

Η οπτική γωνία απ' την οποία αντιμετωπίζουμε το τμήμα I/O μπορεί να διαφέρει, π.χ. οι ηλεκτρολόγοι μηχανικοί το βλέπουν σαν ένα σύνολο από τσιπ (ολοκληρωμένα κυκλώματα), καλώδια, τροφοδοτικά, ηλεκτροκινητήρες και άλλα φυσικά στοιχεία από τα οποία αποτελείται. Οι προγραμματιστές το βλέπουν σύμφωνα με τον τρόπο που αυτό επικοινωνεί με το λογισμικό, δηλαδή τις εντολές που δέχεται, τις λειτουργίες που εκτελεί και τα σφάλματα που μπορεί να αναφέρει στο λογισμικό.

Συγκεκριμένα, το σύστημα αρχείων (file system) ασχολείται με συσκευές I/O αφήνοντας το τμήμα που εξαρτάται από την κάθε συσκευή σε λογισμικό χαμηλότερου επιπέδου, τους οδηγούς συσκευών (device drivers).

Οι μονάδες I/O συνήθως αποτελούνται από το μηχανικό και το ηλεκτρονικό μέρος (ελεγκτής συσκευής ή προσαρμογέα). Τις περισσότερες φορές το λειτουργικό σύστημα συνεργάζεται με τον ελεγκτή ή προσαρμογέα και όχι με τη συσκευή.

Το I/O είναι απαραίτητο και αναπόσπαστο τμήμα ενός υπολογιστικού συστήματος. Μπορούμε να υποθέσουμε ότι ένας υπολογιστής χωρίς συσκευές εισόδου/εξόδου είναι σαν ένα αυτοκίνητο χωρίς ρόδες. Γι' αυτό η εξέλιξη και η τελειοποίηση των συσκευών I/O ώστε να γίνουν πιο γρήγορες και αποδοτικές είναι επιτακτική. Αλλωστε, ο χρήστης ενός υπολογιστή κυρίως ενδιαφέρεται για τον όσο δυνατό μικρότερο χρόνο απόκρισης στις εργασίες που του έχει αναθέσει.

Επιπλέον, σε μία εποχή που οι μηχανές - από τους προσωπικούς υπολογιστές της χαμηλής κατηγορίας (low-end PCs) έως τους μεγάλους υπολογιστές (mainframes) και ακόμα τους υπερυπολογιστές (supercomputers) - κατασκευάζονται με την ίδια βασική τεχνολογία μικροεπεξεργαστών, οι δυνατότητες του συστήματος I/O είναι συχνά ένα από τα χαρακτηριστικά εκείνα που κάνει ένα σύστημα ξεχωριστό. Σχεδόν όλοι οι μικρο-υπολογιστές και οι μίνι-υπολογιστές χρησιμοποιούν το μοντέλο μονής αρτηρίας (single bus) για την επικοινωνία ανάμεσα στην ΚΜΕ (CPU) και στις συσκευές I/O. Οι μεγάλοι υπολογιστές (large mainframes) χρησιμοποιούν ένα διαφορετικό μοντέλο, με πολλαπλές αρτηρίες και εξειδικευμένους υπολογιστές I/O που καλούνται δίαυλοι I/O, απαλλάσσοντας την ΚΜΕ από ένα μέρος του φορτίου αυτού. Πολλές από τις πρόσφατες υλοποιήσεις στη βιομηχανία των υπολογιστών είναι συναρπαστικές, τόσο για τις νέες δυνατότητές τους σε I/O, όσο και για την ισχύ του επεξεργαστή τους. Αυτό συμβαίνει επειδή οι μηχανές αλληλεπιδρούν με τους ανθρώπους μέσω του I/O. [11]

Κεφάλαιο 4

Υποστήριξη από το Λειτουργικό σύστημα

Λειτουργικό σύστημα ή **ΛΣ** (αγγλ. Operating System ή OS) ονομάζεται στην επιστήμη της πληροφορικής το λογισμικό του υπολογιστή που είναι υπεύθυνο για τη διαχείριση και τον συντονισμό των εργασιών, καθώς και την κατανομή των διαθέσιμων πόρων. Το λειτουργικό σύστημα παρέχει ένα θεμέλιο, ένα μεσολαβητικό επίπεδο λογικής διασύνδεσης μεταξύ λογισμικού και υλικού, διαμέσου του οποίου οι εφαρμογές αντιλαμβάνονται εμμέσως τον υπολογιστή.⁽²⁾ Μια από τις κεντρικές αρμοδιότητες του λειτουργικού συστήματος είναι η διαχείριση του υλικού, απαλλάσσοντας έτσι το λογισμικό του χρήστη από τον άμεσο και επίπονο χειρισμό του υπολογιστή και καθιστώντας ευκολότερο τον προγραμματισμό τους. Σχεδόν όλοι οι υπολογιστές (παλάμης, επιτραπέζιοι, υπερυπολογιστές, ακόμη και παιχνιδιομηχανές) χρησιμοποιούν έναν τύπο λειτουργικού συστήματος. Ορισμένα παλαιότερα μοντέλα ωστόσο βασίζονται σε ένα ενσωματωμένο λειτουργικό σύστημα, το οποίο περιέχεται σε έναν οπτικό δίσκο ή άλλες συσκευές αποθήκευσης δεδομένων.

Ως λειτουργικό σύστημα (ΛΣ) χαρακτηρίζεται μία συλλογή βασικών προγραμμάτων, η οποία ελέγχει τη λειτουργία του υπολογιστή συνολικά και χρησιμοποιείται ως υπόβαθρο για την εκτέλεση όλων των υπόλοιπων προγραμμάτων, τη διαχείριση των περιφερειακών συσκευών και την εξασφάλιση της επικοινωνίας μεταξύ χρήστη και υπολογιστή. Στην πράξη πρόκειται για ένα επίπεδο λογισμικού που μεσολαβεί μεταξύ του υλικού και των εκτελούμενων προγραμμάτων σε έναν ηλεκτρονικό υπολογιστή. Αποτελείται από ένα σύνολο μηχανισμών μέσω των οποίων επιτυγχάνεται αυτόματη διαχείριση των πόρων ενός υπολογιστή και ελεγχόμενη κατανομή τους στις εκτελούμενες εφαρμογές, έτσι ώστε οι τελευταίες να είναι σε θέση να προσπελάσουν εύκολα τους πόρους και τις συσκευές του συστήματος χωρίς να χρειάζεται να γνωρίζουν με ακρίβεια τη δομή του υποκείμενου υλικού, αλλά και ώστε πολλαπλές εφαρμογές να μπορούν να εκτελούνται ταυτόχρονα χωρίς να έρχονται σε διένεξη μεταξύ τους ή με τον υπολογιστή.

Στα PC το ΛΣ είναι το πρώτο λογισμικό που «φορτώνεται» στη μνήμη του υπολογιστή μετά την εκτέλεση του BIOS. Οποιοδήποτε λογισμικό φορτωθεί στη συνέχεια βασίζεται στο ΛΣ για την παροχή όλων των υπηρεσιών οι οποίες απαιτούν πρόσβαση στο υλικό.

Υπηρεσίες

Το λειτουργικό σύστημα περιέχει κώδικα χαμηλού επιπέδου, αποκλειστικά για την αρχιτεκτονική του επεξεργαστή στην οποία εκτελείται (γραμμένο είτε σε κάποια κατάλληλη γλώσσα προγραμματισμού υψηλού επιπέδου, όπως η C, είτε απευθείας σε συμβολική γλώσσα), ο οποίος αναλαμβάνει την υλοποίηση όλων αυτών των μηχανισμών. Ο εν λόγω κώδικας, ο οποίος κατά την κανονική λειτουργία του υπολογιστή είναι αποθηκευμένος στη μνήμη, ονομάζεται «πυρήνας» και ο κώδικας των εκτελούμενων εφαρμογών («κώδικας χρήστη») δεν έχει άμεση πρόσβαση σε αυτόν. Ο πυρήνας όμως παρέχει μία προγραμματιστική διασύνδεση, τις κλήσεις συστήματος που προαναφέρθηκαν, με την οποία τα προγράμματα χρήστη μπορούν να καλούν με ελεγχόμενο τρόπο διαδικασίες που εξάγει ο πυρήνας και παρέχουν υπηρεσίες στον καλούντα. Η σύνταξη, η σημασιολογία και η ονοματολογία των κλήσεων συστήματος διαφέρει από ΛΣ σε ΛΣ, με αποτέλεσμα ένα εκτελέσιμο πρόγραμμα συνήθως να μπορεί να τρέξει μόνο σε ένα ΛΣ. Ο κώδικας χρήστη δεν μπορεί να προσπελάσει μόνος του τους πόρους του υπολογιστή (π.χ. δίσκους, μνήμη συστήματος, περιφερειακά, δίκτυο κλπ) αλλά μπορεί να ζητήσει ό,τι χρειάζεται (π.χ. άνοιγμα ενός αρχείου στον δίσκο) από τον πυρήνα μέσω των κλήσεων συστήματος.

Συνήθως οι γλώσσες προγραμματισμού παρέχουν προτυποποιημένες βιβλιοθήκες που αποκρύπτουν αυτή τη διαδικασία από τον προγραμματιστή και παρέχουν φορητότητα κώδικα από ΛΣ σε ΛΣ. Π.χ. η απλή συνάρτηση `fork()` της πρότυπης βιβλιοθήκης της C, με κοινή σύνταξη για όλες τις αρχιτεκτονικές και λειτουργικά συστήματα αλλά με διαφορετική υλοποίηση για το καθένα, όταν κληθεί καλεί με τη σειρά της την αντίστοιχη κλήση συστήματος - κατά κανόνα πιο πολύπλοκη - που παρέχει το υποκείμενο ΛΣ. Ο κώδικας που υλοποιεί τις κλήσεις συστήματος είναι ουσιαστικά τμήμα του πυρήνα, οπότε η `fork()` του συγκεκριμένου παραδείγματος ζητά μετάβαση του επεξεργαστή σε κατάσταση πυρήνα, κατά την οποία μπορούν να εκτελεστούν εντολές με άμεση επίδραση στο υλικό και τους πόρους του υπολογιστή, και μεταφέρει τον έλεγχο στον κώδικα της κλήσης συστήματος. Όταν ο τελευταίος τερματίσει ο επεξεργαστής μεταβαίνει πάλι σε κατάσταση χρήστη και η `fork()` συνεχίζει την εκτέλεσή της από την εντολή που ακολουθεί την κλήση συστήματος. Φυσικά τα προγράμματα χρήστη μπορούν να παρακάμψουν την `fork()` και να καλέσουν κατευθείαν τον πυρήνα, κάτι που γίνεται αναγκαστικά όταν η βιβλιοθήκη της γλώσσας προγραμματισμού δεν παρέχει υψηλού επιπέδου διασύνδεση (όπως την `fork()`) για κάποια λειτουργία.

Οι βασικοί μηχανισμοί ενός λειτουργικού συστήματος αφορούν τη διαχείριση της εκτέλεσης των προγραμμάτων χρήστη (μέσω του μηχανισμού των διεργασιών και - στα συστήματα τα οποία υποστηρίζουν ταυτοχρονισμό / πολυδιεργασία / πολυπρογραμματισμό - του κατάλληλου χρονοπρογραμματισμού τους), της επικοινωνίας μεταξύ τους (μέσω των μηχανισμών εικονικής μνήμης και διαδιεργασιακής επικοινωνίας) και των δεδομένων που αυτές χρησιμοποιούν (μέσω του συστήματος αρχείων). Με τον τρόπο που είναι υλοποιημένοι οι εν λόγω μηχανισμοί διασφαλίζουν συνήθως τόσο την ασφάλεια του πυρήνα απέναντι στον κώδικα χρήστη, όσο και την ασφάλεια μεταξύ των προγραμμάτων χρήστη, ώστε κανένα να μην παρεμποδίζει ή να επηρεάζει αρνητικά την πρόσβαση των άλλων στους πόρους του συστήματος.

Διαχείριση διεργασιών

Ένα πρόγραμμα που εκτελείται στον υπολογιστή συνιστά μία ή περισσότερες *διεργασίες*. Πρόκειται για το βασικό μέσο εκτέλεσης προγραμμάτων σε ένα συνηθισμένο ΛΣ. Ο ίδιος κώδικας / πρόγραμμα μπορεί να εκτελείται ταυτόχρονα μέσα από πολλές διαφορετικές διεργασίες οι οποίες μπορεί να ανήκουν σε διαφορετικούς χρήστες. Στα πλαίσια της σειριακής αρχιτεκτονικής φον Νόϊμαν και των υπολογιστών που έχουν οικοδομηθεί με βάση αυτήν, μόνο μια διεργασία μπορεί να εκτελείται στην ΚΜΕ (Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας) οποιαδήποτε χρονική στιγμή^[3]. επομένως οι ποικίλες διεργασίες οι οποίες είναι ταυτόχρονα ενεργές εκτελούνται ψευδοπαράλληλα, με διαδοχική εναλλαγή του επεξεργαστή μεταξύ τους κάθε λίγη ώρα. Σε ένα παράλληλο σύστημα, όπου υπάρχουν πολλαπλοί επεξεργαστές, ο ταυτοχρονισμός / πολυδιεργασία μπορούν να υλοποιηθούν πραγματικά παράλληλα. Σε κάθε περίπτωση, το τμήμα του πυρήνα το οποίο λαμβάνει διάφορες αποφάσεις σχετικά με την ανάθεση των ΚΜΕ στις διάφορες διεργασίες ονομάζεται *χρονοπρογραμματιστής*.

Διαχείριση μνήμης

Στις σύγχρονες αρχιτεκτονικές υπολογιστών η μνήμη είναι οργανωμένη ιεραρχικά. Αρχίζοντας από την ταχύτερη: καταχωρητές, κρυφή μνήμη, κύρια μνήμη και δευτερεύουσα μνήμη (π. χ. σκληροί δίσκοι). Το τμήμα εκείνο του ΛΣ που καλείται *διαχειριστής μνήμης* συντονίζει τη χρήση των διαφόρων τύπων μνήμης, καταγράφοντας ποια τμήματά τους είναι διαθέσιμα, ποια είναι δεσμευμένα και, αναλόγως με τις απαιτήσεις των διεργασιών, εκχωρεί ή απελευθερώνει τμήματα για να τα χρησιμοποιήσουν οι τελευταίες. Αυτή η δραστηριότητα λέγεται διαχείριση εικονικής μνήμης,^[1] αφού η συνολική μνήμη που είναι σε θέση να αξιοποιήσουν οι διεργασίες κατά την εκτέλεσή τους μπορεί να υπερβαίνει το μέγεθος της κύριας μνήμης (της φυσικής μνήμης RAM), μέσω της δέσμευσης ενός τμήματος του σκληρού δίσκου από τον πυρήνα το οποίο χρησιμοποιείται από τον τελευταίο σαν επέκταση της κύριας μνήμης. Τα προηγμένα Λ.Σ. αποφεύγουν, όπου και όταν είναι

δυνατό, τη χρήση αυτής της τεχνικής, επειδή η χρήση δευτερεύουσας μνήμης ως κύριας μειώνει την ταχύτητα του συστήματος.

Συστήματα αρχείων

Το τμήμα του ΛΣ που ονομάζεται διαχειριστής συστήματος αρχείων δημιουργεί την αφαιρετική έννοια των αρχείων και των δένδρων καταλόγων. Έτσι ο χρήστης και οι εφαρμογές του έχουν τη δυνατότητα να βλέπουν τη δευτερεύουσα μνήμη σαν ένα σύνολο από αρχεία, τα οποία μπορούν να δημιουργούν, να τροποποιούν, να διαγράφουν, να μετακινούν και να αντιγράφουν.

Δικτύωση

Τα περισσότερα σύγχρονα λειτουργικά συστήματα επιτρέπουν τη σύνδεση ενός υπολογιστή τόσο σε τοπικά δίκτυα όσο και στο Διαδίκτυο, ενσωματώνοντας στον κωδικά τους την υλοποίηση των απαιτούμενων αντίστοιχων πρωτοκόλλων.

Εσωτερική ασφάλεια

Με τον όρο αυτό, γνωστό και ως *προστασία μνήμης*, εννοούνται οι ενέργειες στις οποίες προβαίνει το ΛΣ προκειμένου να προφυλάξει τους πόρους μιας διεργασίας από τις παρεμβάσεις άλλων διεργασιών που τυχαίνει να εκτελούνται (ψευδο)παράλληλα. Το σκεπτικό είναι πως, δεν πρέπει μια διεργασία ενός χρήστη (σε περίπτωση πολυχρηστικού διακομιστή που εξυπηρετεί πολλαπλούς πελάτες) ταυτόχρονα μέσω δικτύου, να έχει αποκλειστική πρόσβαση σε ολόκληρο το σύστημα αρχείων, ούτε μια διεργασία να εγγράφει δεδομένα στο τμήμα εκείνο της μνήμης που έχει εκχωρηθεί σε άλλη διεργασία.

Εξωτερική ασφάλεια

Σαν κόμβος ενός δικτύου ένας υπολογιστής μπορεί να δεχτεί επιθέσεις από κακόβουλο λογισμικό. Τα σύγχρονα ΛΣ περιλαμβάνουν και τμήματα που είναι υπεύθυνα να αναγνωρίσουν τέτοιες απειλές.

Το λειτουργικό σύστημα ενός υπολογιστικού συστήματος, το οποίο υποστηρίζει πολλούς διαφορετικούς χρήστες, εκτελεί ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών και είναι συνδεδεμένο στο δίκτυο. Το γεγονός αυτό αυξάνει τις απαιτήσεις ασφάλειας των αντικειμένων του, επειδή συντρέχει κίνδυνος απώλειας, καταστροφής, διαγραφής, τροποποίησης ή διάδοσης τους, χωρίς την απαιτούμενη δικαιοδοσία. Ενδεικτικές ευπάθειες και απειλές αποτελούν η απώλεια συνθηματικών, η μη εξουσιοδοτημένη εκτέλεση λογισμικού με στόχο την σπατάλη των διαθέσιμων πόρων, καθώς και κακόβουλο λογισμικό ή ενέργειες.

Οι συνηθέστεροι μηχανισμοί οι οποίοι εν μέρει προσφέρουν ασφάλεια σε ένα λειτουργικό σύστημα είναι, οι βιομετρικοί μέθοδοι, αγνωστικά πρωτόκολλα, μηχανισμοί δημοσίου κλειδιού και σύνθετα συνθηματικά. Ενώ, οι συνηθέστερες τεχνικές οι οποίες υιοθετούνται για την προστασία και την ακεραιότητα των λειτουργικών συστημάτων είναι, οι μέθοδοι φραγμών, μέθοδοι καταχωρητών, σύνολα ελέγχου και συνόψεις αρχείων, μηχανισμοί ανοχής σφαλμάτων, αναχώματα ασφαλείας (Firewalls) και σύστημα ανίχνευσης εισβολών (Intrusion Detection System).

Από την άλλη πλευρά, το «**content spoofing**» ή διαφορετικά η αλλοίωση περιεχομένου, χαρακτηρίζει την τεχνική της επίθεσης η οποία επιτρέπει σε έναν εισβολέα να εισφέρει κακόβουλο ωφέλιμο φορτίο το οποίο παραποιείται αργότερα, ως νόμιμο περιεχόμενο ενός ιστού (Web). Το γεγονός αυτό ενδέχεται να εκδηλωθεί σε πολλές διαφορετικές μορφές και συμπεριλαμβάνεται στη λίστα των πιο συχνών επιθέσεων. Παράλληλα, σε πολλές περιπτώσεις ο εισβολέας αποκτά πρόσβαση σε μία υπάρχουσα ιστοσελίδα (website), παραποιώντας τον πηγαίο κώδικα των προγραμμάτων αλλοιώνοντας το περιεχόμενο του ιστού.

Γραφική διασύνδεση χρήστη

Η εξωτερική απεικόνιση (συνήθως στην οθόνη) του λειτουργικού συστήματος, ώστε ο χρήστης να μπορεί να αλληλεπιδράσει με αυτό και να διαχειριστεί τα προγράμματα και τις εργασίες του, δεν ταυτίζεται με το ίδιο το ΛΣ. Στην πραγματικότητα το **κέλυφος** (αγγλ: shell, εναλλακτικά στα ελληνικά είναι γνωστό και ως *φλοιός*), όπως λέγεται το εν λόγω τμήμα του ΛΣ το οποίο παρέχει μία οπτική και αλληλεπιδραστική διασύνδεση προς τους χρήστες, είναι απολύτως

δευτερεύον σε σχέση με τον πυρήνα και τους μηχανισμούς του, παρόλο που πρόκειται για το μόνο συστατικό ενός λειτουργικού συστήματος το οποίο είναι άμεσα ορατό από έναν απλό χρήστη.

Υπάρχουν δύο βασικοί τύποι κελύφους: οι γραμμές εντολών, όπου οι χρήστες απλώς πληκτρολογούν εντολές για να διαχειριστούν τα αρχεία και τα προγράμματά τους, και οι γραφικές διασυνδέσεις χρήστη (GUI), όπου οι χρήστες χειρίζονται ένα γραφικό περιβάλλον στηριζόμενο στο ποντίκι και σε οπτικές μεταφορές (εικονίδια, παράθυρα κλπ). Τα σύγχρονα ΛΣ παρέχουν τη δυνατότητα στον χρήστη να επικοινωνεί γραφικά με τον Η/Υ μέσω ποντικιού, παραθύρων, εικονιδίων, δείκτη ποντικιού, γραμμές εργασιών κλπ.

Οδηγοί συσκευών

Ένα λειτουργικό σύστημα περιλαμβάνει και πολλούς οδηγούς συσκευών (*drivers*). Συνοπτικά, ένας οδηγός συσκευής είναι το λογισμικό συστήματος που χρησιμοποιεί το ΛΣ και οι διεργασίες των χρηστών κάθε φορά που πρέπει να ανταλλάξουν δεδομένα με τη συγκεκριμένη συσκευή. Συνήθως οι οδηγοί συσκευών περιλαμβάνονται στο λογισμικό που συνοδεύει την περιφερειακή συσκευή κατά την αγορά της. Ωστόσο τα περισσότερα ΛΣ διατίθενται και με ορισμένους προκατασκευασμένους, γενικής χρήσης οδηγούς συσκευών, συνήθως όχι τόσο βελτιστοποιημένους από άποψη ταχύτητας.

Πυρήνας

Όπως αναφέρθηκε, ο όρος *πυρήνας* αφορά τα πιο βασικά μέρη ενός ΛΣ τα οποία αλληλεπιδρούν στενά με το υλικό. Αντιθέτως, τμήματα του ΛΣ που δεν ανήκουν στον πυρήνα μπορούν να θεωρηθούν π.χ. η διασύνδεση με τον χρήστη, τα πρωτόκολλα επικοινωνίας ανάμεσα στις εφαρμογές, τα πρωτόκολλα διαχείρισης περιόδων εργασιών χρηστών, τα πρωτόκολλα δικτύου κτλ. Μια ενδιαφέρουσα ανάλυση σχετικά με την διαφορά ΛΣ και πυρήνα μπορεί να βρεθεί εδώ (Linux και GNU). Πάντως δεν επικρατεί κάποια γενική συναίνεση σχετικά με το θέμα αυτό στην κοινότητα της πληροφορικής.

Σύγχρονα λειτουργικά συστήματα

Στις μέρες μας, τα δημοφιλέστερα λειτουργικά συστήματα στους μικροϋπολογιστές, (συμπεριλαμβανομένων των προσωπικών υπολογιστών), έχουν διαμορφωθεί σε δύο μεγάλες οικογένειες: αυτή των Unix-συμβατών και την οικογένεια των Microsoft Windows. Οι κεντρικοί υπολογιστές και τα ενσωματωμένα συστήματα χρησιμοποιούν μια ποικιλία άλλων λειτουργικών συστημάτων, τα περισσότερα από τα οποία δεν έχουν άμεση συγγένεια με τα Windows ή με το Unix.

Τα *Unix-συμβατά* λειτουργικά συστήματα αποτελούν μια πολυποίκιλη ομάδα, με πολλές κύριες υποκατηγορίες συμπεριλαμβανομένων των System V, BSD, και GNU/Linux. Το εμπορικό σήμα Unix χρησιμοποιείται από πολλά ΛΣ που έχουν πολλά κοινά με το αρχικό Unix. Τα Unix Λ.Σ. τρέχουν σε μια μεγάλη γκάμα από αρχιτεκτονικές υπολογιστών. Χρησιμοποιούνται πολύ σαν συστήματα εξυπηρητές στις επιχειρήσεις και σε σταθμούς εργασίας σε ακαδημαϊκούς και μηχανολογικούς χώρους εργασίας.

Παραλλαγές του Unix που διακινούνται ως Ελεύθερο λογισμικό, όπως το GNU/Linux και BSD αυξάνουν σε δημοτικότητα στο χώρο των σταθμών εργασίας και των προσωπικών υπολογιστών. Παραλλαγές που διακινούνται με κλειστές άδειες χρήσης όπως το HP-UX της Hewlett-Packard, το Irix της Silicon Graphics και το AIX της IBM έχουν σχεδιαστεί να τρέχουν μόνο στο υλικό των συγκεκριμένων εταιρειών ενώ άλλες παραλλαγές μπορούν να τρέξουν και σε προσωπικούς υπολογιστές. Το Solaris της Sun (που άλλαξε άδεια χρήσης σε λογισμικό ανοιχτού κώδικα υπό την CDDL άδεια) είναι ένα τέτοιο πολύμορφο αλλά αληθινό Unix και μπορεί να τρέχει στους σταθμούς εργασίας της Sun αλλά και στον μικρότερο υπολογιστή αρχιτεκτονικής x86. Το ΛΣ Mac OS X της Apple είναι μια παραλλαγή του BSD, και έχει αντικαταστήσει τα προηγούμενα (μη-unix) MacOS ΛΣ της Apple σε μια σχετικά μικρή αλλά αφοσιωμένη αγορά, έχοντας γίνει ένα πολύ δημοφιλές Unix.

Η οικογένεια των *Microsoft Windows* ΛΣ ξεκίνησε σαν ένα επίπεδο γραφικής διασύνδεσης πάνω από το παλιότερο MS-DOS περιβάλλον για τους IBM PC. Οι σύγχρονες εκδόσεις των Windows βασίζονται στον καινούργιο πυρήνα των Windows NT που πρωτοδιαμορφώθηκε στο OS/2, με πιο πρόσφατη έκδοση εν έτει 2010 τα Windows 7. Τα Windows τρέχουν πάνω σε 32- και 64-bit Intel και AMD υπολογιστές, αν και προηγούμενες εκδόσεις έτρεχαν και σε DEC Alpha, MIPS και PowerPC αρχιτεκτονικές (και υπήρξε και προσπάθεια να μεταφερθεί και σε αρχιτεκτονική SPARC).

Σήμερα, τα Windows είναι το δημοφιλέστερο ΛΣ προσωπικών υπολογιστών απολαμβάνοντας ένα σχεδόν μονοπώλιο του 90% του παγκόσμιου μεριδίου αγοράς των προσωπικών υπολογιστών^[4]. Επίσης χρησιμοποιείται ευρέως και στους εξυπηρετητές υποστηρίζοντας εφαρμογές όπως Web εξυπηρετητές (Web Servers) και εξυπηρετητές βάσεων δεδομένων (DBMS Servers).

Τα ΛΣ μεγάλων υπολογιστών, όπως της IBM z/OS και ενσωματωμένων ΛΣ όπως QNX, eCos, Symbian και Palm OS, είναι συνήθως άσχετα με το Unix και τα Windows. Τα ΛΣ Windows CE, Windows NT Embedded 4.0 και Windows XP Embedded σχετίζονται με τα Windows.

Παλιότερα ΛΣ που ακόμα χρησιμοποιούνται σε κλειστές αγορές περιλαμβάνουν το παρόμοιο με τα Windows OS/2 της IBM, το VMS της Hewlett-Packard (πρώην DEC), το Mac OS, το όχι-Unix προηγούμενο του Mac OS της Apple X και το AmigaOS, το πρώτο με γραφική διασύνδεση χρήστη ΛΣ με αναπτυγμένες δυνατότητες πολυμέσων που έγινε διαθέσιμο στο κοινό. Παλιότερο, επίσης, ΛΣ που χρησιμοποιείται ακόμη σε πολύ περιορισμένες εφαρμογές, είναι ο πρόγονος των Windows στους Προσωπικούς υπολογιστές, το MS-DOS. Η έρευνα και η ανάπτυξη νέων τύπων ΛΣ συνεχίζεται και αποτελεί ένα ενεργό πεδίο της πληροφορικής.

Παραδείγματα λειτουργικών συστημάτων

- UNIX - που περιλαμβάνει όλα τα UNIX BSD (FreeBSD, OpenBSD, NetBSD), το Solaris (και το OpenSolaris), το GNU/Linux και το Mac OS X
- Mac OS (μέχρι την έκδοση 9)
- Microsoft Windows
- MS-DOS
- CP/M
- AmigaOS

Ερευνητικά λειτουργικά συστήματα

Πολλά λειτουργικά συστήματα αναπτύσσονται από πανεπιστήμια, επιχειρήσεις, χομπίστες ή άλλους φορείς για καθαρά επιστημονικούς λόγους ώστε να διερευνηθούν νέες τέχνικες ή να χρησιμοποιηθούν ως βάση για μελλοντική εμπορική ή παραγωγική χρήση. Μερικά παραδείγματα ερευνητικών λειτουργικών συστημάτων είναι τα εξής:

- Multics
- Sprite (λειτουργικό σύστημα)
- EMPIX του ΕΜΠ [14]

Κεφάλαιο 5

Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας

Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας (CPU)

Όταν στον υπολογιστή εισάγονται δεδομένα (γράμματα, αριθμοί, εικόνες), η μορφή τους είναι τέτοια ώστε να γίνεται κατανοητή από το χρήστη. Ο υπολογιστής δεν καταλαβαίνει τις μορφές αυτές και πρέπει πρώτα να τα μετατρέψει σε μορφή που να τα αντιλαμβάνεται, ώστε να μπορεί να τα χειριστεί. Αφού γίνει αυτό, τα αποθηκεύει προσωρινά και στη συνέχεια εκτελεί την αριθμητική ή λογική επεξεργασία τους. Για να γίνουν αυτά πράξη, η Κ.Μ.Ε. απαρτίζεται από τις εξής επιμέρους μονάδες:

- **Μονάδα αποκωδικοποίησης** (Decoding Unit): Μετατρέπει τα "φυσικά" δεδομένα από τη μορφή υπό την οποία εισάγονται στον υπολογιστή στη "γλώσσα" που η Κ.Μ.Ε. μπορεί να "καταλάβει" και ονομάζεται "κώδικας μηχανής" (machine code).
- **Μονάδα Αριθμητικής και Λογικής** (Arithmetic and Logical Unit, ALU): Η υπομονάδα στην οποία εκτελούνται μία προς μία οι αριθμητικές ή λογικές πράξεις, όπως υπαγορεύονται από τις εντολές που έχουν δοθεί στον υπολογιστή.
- **Καταχωρητές** (Registers): Μικρά στοιχεία μνήμης, που χρησιμοποιούνται για την προσωρινή αποθήκευση (καταχώρηση) των δεδομένων, καθώς αυτά υφίστανται επεξεργασία. Οι καταχωρητές διαφέρουν ανάλογα με τον τύπο της Κ.Μ.Ε. και τον κατασκευαστή της, τόσο ως προς την οργάνωση όσο και ως προς τη χωρητικότητά τους.
- **Μονάδα ελέγχου** (Control Unit): Ελέγχει τη ροή δεδομένων από και προς την ALU, τους καταχωρητές, τη μνήμη και τις περιφερειακές μονάδες εισόδου/εξόδου.
- **Μονάδα προσκόμισης** (Fetch Unit): Μεταφέρει τις εντολές από τη μνήμη στην Κ.Μ.Ε. πριν αυτές χρειαστούν, ώστε να είναι άμεσα διαθέσιμες προς χρήση.
- **Μονάδα προστασίας** (Protection Unit): Εξασφαλίζει το αποδεκτό της κάθε διεργασίας που εκτελεί η Κ.Μ.Ε., ώστε να μη τροποποιούνται δεδομένα που δεν πρέπει ή να μην εκτελούνται μη αποδεκτές εντολές, όπως, π.χ., διαίρεση αριθμού με το μηδέν.

Τα πιο πάνω επιμέρους στοιχεία μιας Κ.Μ.Ε. αποτελούν τον πυρήνα της.[12]

ΔΟΜΗ ΚΑΙ ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ ΤΗΣ CPU

Οι λειτουργίες που πρέπει να κάνει η CPU είναι οι εξής :

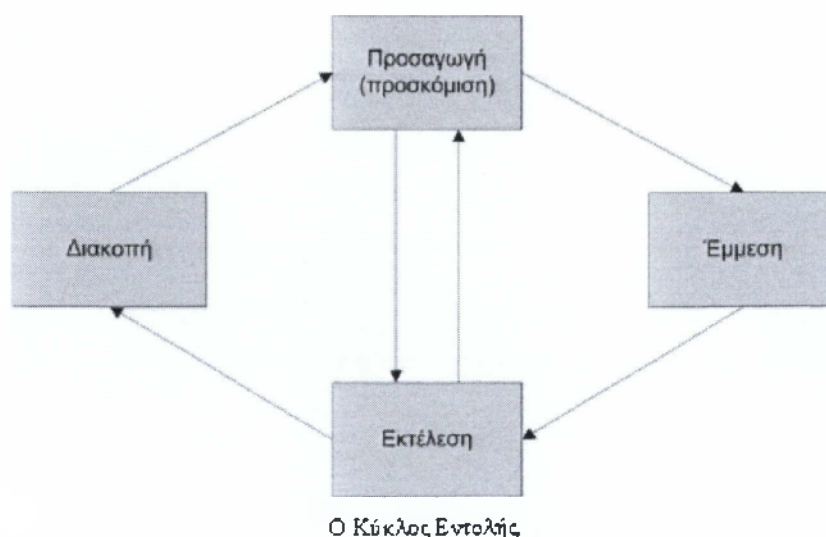
- Προσαγωγή εντολών
- Εντολή διακοπής
- Προσαγωγή δεδομένων
- Επεξεργασία δεδομένων
- Εγγραφή δεδομένων

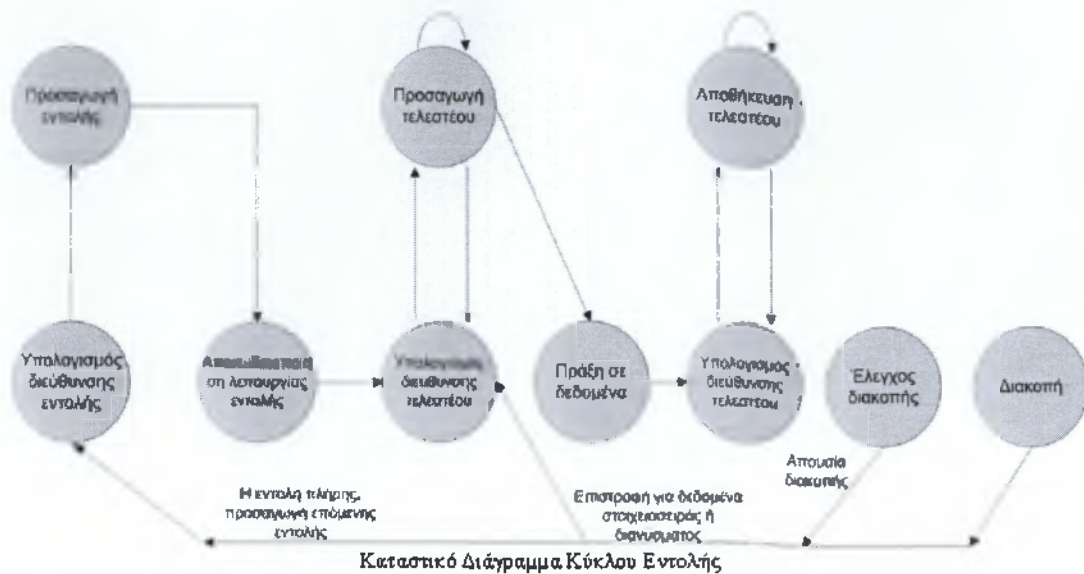
Τα κύρια συστατικά της CPU είναι η αριθμητική και λογική μονάδα (arithmetic and logic unit, ALU), και η μονάδα ελέγχου (control unit, CU) . Η ALU εκτελεί τ ο υς υπολογισμούς ή την επεξεργασία των δεδομένων . Η μονάδα ελέγχου ελέγχει την κίνηση των δεδομένων και των εντολών προς και από την CPU και ελέγχει την λειτουργία της CPU. Επιπλέον στο παρακάτω σχήμα φαίνεται μια ελάχιστη εσωτερική μνήμη , που αποτελείται από μια ομάδα θέσεων απομνημόνευσης , που ονομάζονται καταχωρητές (registers). [13]

Κύκλος Εντολής

Ο κύκλος εντολής περιλαμβάνει τους παρακάτω υπόκυκλους :

- Προσαγωγή: Ανάγνωση της επόμενης εντολής από τη μνήμη στη CPU.
- Εκτέλεση: Διακοπή του opcode και εκτέλεση της αναφερόμενης πράξης.
- Διακοπή: Αν οι διακοπές είναι ενεργοποιημένες και έχει συμβεί διακοπή, απομνημόνευση της τρέχουσας διεργασίας και υπηρετήση της διακοπής





Μονάδα Ελέγχου

Τα βήματα αυτά αποτελούν τον κύκλο της εντολής. Μπορούμε να διαχωρίσουμε τον κύκλο εντολής σε δύο φάσεις, τη φάση προσκόμισης της εντολής και τη φάση εκτέλεσης της εντολής. Η μονάδα ελέγχου σε κάθε χρονική περίοδο του κύκλου εντολής παράγει ένα σύνολο σημάτων, που καλούνται σήματα ελέγχου. Κατά τη φάση προσκόμισης η μονάδα ελέγχου παράγει σήματα, που έχουν ως συνέπεια την προσκόμιση μιας εντολής. Κατά τη φάση εκτέλεσης η μονάδα ελέγχου αποκωδικοποιεί μία εντολή και ανάλογα με την εντολή παράγει σήματα που κατευθύνουν τα δεδομένα στις κατάλληλες λειτουργικές μονάδες και επιλέγουν τις λειτουργίες που πρέπει να εκτελεστούν σε συγκεκριμένες χρονικές περιόδους. Διακρίνουμε λοιπόν δύο βασικές ευθυνότητες της μονάδας ελέγχου, την επιλογή της σειράς εκτέλεσης των εντολών και την ερμηνεία των εντολών. Η επιλογή της σειράς εκτέλεσης των εντολών βασίζεται στη χρήση του μετρητή προγράμματος, ο οποίος περιέχει πάντοτε τη διεύθυνση της θέσης μνήμης που περιέχει την επόμενη προς εκτέλεση εντολή. Η λειτουργία του μετρητή προγράμματος βασίζεται στο γεγονός ότι οι εντολές ενός προγράμματος εκτελούνται συνήθως σειριακά ή μία μετά την άλλη με τη σειρά που εμφανίζονται στο πρόγραμμα. Βέβαια, υπάρχουν και περιπτώσεις αλλαγής της σειράς εκτέλεσης των εντολών του προγράμματος. Η αλλαγή της σειράς εκτέλεσης των εντολών του προγράμματος μπορεί να οφείλεται σε έναν από τους ακόλουθους λόγους:

- α. Η εκτελούμενη εντολή είναι μία εντολή άλματος (jump) ή διακλάδωσης (branch).
- β. Η εκτελούμενη εντολή είναι μία εντολή κλήσεως υποπρογράμματος (call for subroutine).
- γ. Έχει συμβεί μία ειδική περίπτωση (exception), όπως για παράδειγμα το συμβάν υπερχειλίσης κατά την εκτέλεση της προηγούμενης πράξης, η προσπάθεια διαιρέσεως με το μηδέν κλπ.

δ. Έχει ληφθεί ένα σήμα διακοπής (interrupt), για την εξυπηρέτηση για παράδειγμα μιας μονάδας εισόδου/εξόδου.

Στις δύο πρώτες περιπτώσεις ήταν επιθυμία του προγραμματιστή να αλλάξει στο συγκεκριμένο σημείο η σειρά της εκτέλεσης των εντολών του προγράμματος. Στην τρίτη περίπτωση το ίδιο το πρόγραμμα που εκτελείται είναι υπεύθυνο για την αλλαγή της σειράς εκτέλεσης των εντολών του προγράμματος, χωρίς όμως αυτό να είναι πρόθεση του προγραμματιστή. Εάν επαναλαμβάνονταν η εκτέλεση του προγράμματος από την αρχή, και πάλι στο ίδιο σημείο θα συνέβαινε το ίδιο γεγονός. Στην τελευταία περίπτωση η αιτία είναι εξωγενής προς το πρόγραμμα. Εάν επαναλαμβάνονταν η εκτέλεση του προγράμματος από την αρχή, το πιο πιθανό είναι να μην είχαμε αλλαγή της σειράς εκτέλεσης των εντολών του προγράμματος στο σημείο αυτό. Θα πρέπει να σημειώσουμε στο σημείο αυτό ότι στις τρεις τελευταίες περιπτώσεις, πριν μεταφερθεί ο έλεγχος του προγράμματος στο υποπρόγραμμα ή στη ρουτίνα εξυπηρέτησης της ειδικής περίπτωσης ή στη ρουτίνα εξυπηρέτησης του σήματος διακοπής, θα πρέπει να φυλαχτεί κάπου η διεύθυνση της θέσης μνήμης που περιέχει την επόμενη στη σειρά εντολή του προγράμματος.

Τα βήματα που δώσαμε για τον κύκλο εντολής δεν είναι όλα πρωταρχικά. Μερικά από αυτά αναλύονται σε μία σειρά από επιμέρους βήματα. Για να μπορέσουμε όμως να περιγράψουμε τον κύκλο εντολής χρησιμοποιώντας βασικά, πρωταρχικά βήματα, που καλούνται μικρολειτουργίες, θα πρέπει να γνωρίζουμε τη δομή, την οργάνωση και την υλοποίηση της Μονάδας Επεξεργασίας Δεδομένων. Ο πλέον χρήσιμος τρόπος περιγραφής της συμπεριφοράς της μονάδας ελέγχου είναι τα λογικά διαγράμματα. Ένα λογικό διάγραμμα περιγράφει τις μικρολειτουργίες που πρέπει να εκτελεστούν από τη Μονάδα Επεξεργασίας Δεδομένων και δηλώνει τη σειρά με την οποία πρέπει να εκτελεστούν. Επίσης θα πρέπει να περιγράψουμε τις μικρολειτουργίες που πρέπει να εκτελεστούν, εάν συμβεί μία ειδική περίπτωση ή ληφθεί ένα σήμα διακοπής. Όταν συμπληρωθεί ο σχεδιασμός της Μονάδας Επεξεργασίας Δεδομένων και αναγνωριστούν τα σημεία στα οποία πρέπει να εφαρμοστούν τα σήματα ελέγχου, σε κάθε μικρολειτουργία αντιστοιχεί ένα σύνολο από γραμμές ελέγχου που πρέπει να ενεργοποιηθούν για να εκτελεστεί η μικρολειτουργία. Εάν αυτά τα σύνολα από σήματα ελέγχου τοποθετηθούν στο λογικό διάγραμμα, τότε έχουμε μία περιγραφή των σημάτων εισόδου και εξόδου της μονάδας ελέγχου, καθώς και της χρονικής περιόδου στην οποία κάθε σήμα θα παραχθεί.

Δύο μέθοδοι έχουν αναπτυχθεί για το σχεδιασμό της μονάδας ελέγχου. Η πρώτη αντιμετωπίζει τη μονάδα ελέγχου ως ένα ακολουθιακό κύκλωμα που παράγει συγκεκριμένες σταθερές ακολουθίες από σήματα ελέγχου, ενώ η δεύτερη είναι η τεχνική του μικροπρογραμματισμού (microprogramming). Όταν χρησιμοποιείται η τεχνική του μικροπρογραμματισμού, τόσο η πληροφορία επιλογής των σημάτων ελέγχου όσο και ένα μέρος της πληροφορίας που αφορά στη σειρά παραγωγής των σημάτων αποθηκεύονται σε μία μνήμη άμεσης προσπέλασης, που καλείται μνήμη ελέγχου. Τρεις τεχνικές έχουν χρησιμοποιηθεί για τη μείωση της απαιτούμενης χωρητικότητας της μνήμης ελέγχου: α) χρησιμοποίηση περισσότερων της μίας μορφών μικροεντολών, β) οργάνωση δύο επιπέδων, νανοπρογραμματισμός και γ) κωδικοποίηση των σημάτων ελέγχου.

Βιβλιογραφία

1. www.noesis.edu.gr/επιστημη-και-τεχνολογια/υπολογιστες/
2. http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%97%CE%BB%CE%B5%CE%BA%CF%84%CF%81%CE%BF%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CF%8C%CF%82_%CF%85%CF%80%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%B9%CF%83%CF%84%CE%AE%CF%82
3. <http://www2.cs.ucy.ac.cy/~nicolast/courses/cs003/chapters/Chap03-02-01.htm>
4. <http://www.it.uom.gr/project/mycomputer/cache/info/introd.html>
5. <http://architecture.di.uoa.gr/k5en11.html>
6. <http://ebooks.edu.gr/modules/ebook/show.php/DSB103/173/1210,4427/>
7. <https://mntc2013ah.wordpress.com/2012/10/28/%CF%80%CE%BB%CE%B7%CF%81%CE%BF%CF%86%CE%BF%CF%81%CE%AF%CE%B5%CF%82-%CE%B3%CE%B9%CE%B1-%CF%84%CE%B7%CE%BD-%CE%BC%CE%BD%CE%AE%CE%BC%CE%B7-rom/>
8. <https://mntc2013ah.wordpress.com/2013/02/03/%cf%83%ce%ba%ce%bb%ce%b7%cf%81%cf%8c%cf%82-%ce%b4%ce%af%cf%83%ce%ba%ce%bf%cf%82/>
9. http://www.ipet.gr/digitech2/index.php?option=com_content&task=view&id=105&Itemid=73
10. http://www.ipet.gr/digitech2/index.php?option=com_content&task=view&id=101&Itemid=73
11. <http://architecture.di.uoa.gr/sect611.html>
12. http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%91%CF%81%CF%87%CE%B9%CF%84%CE%B5%CE%BA%CF%84%CE%BF%CE%BD%CE%B9%CE%BA%CE%AE_%CF%85%CF%80%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%B9%CF%83%CF%84%CF%8E%CE%BD#.CE.9A.CE.B5.CE.BD.CF.84.CF.81.CE.B9.CE.BA.CE.AE_.CE.9C.CE.BF.CE.BD.CE.AC.CE.B4.CE.B1_.CE.95.CF.80.CE.B5.CE.BE.CE.B5.CF.81.CE.B3.CE.B1.CF.83.CE.AF.CE.B1.CF.82_.28CPU.29
13. <http://www.icsd.aegean.gr/lecturers/nkonofao/Notes-Arxitektonikh-I%20Labrinoudakis.pdf>

14. http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9B%CE%B5%CE%B9%CF%84%CE%BF%CF%85%CF%81%CE%B3%CE%B9%CE%BA%CF%8C_%CF%83%CF%8D%CF%83%CF%84%CE%B7%CE%BC%CE%B1