

Μνήμη Υπολογιστή

Μέθοδοι και λειτουργία επικοινωνίας των μονάδων I/O



ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΡΙΑ: ΜΑΡΙΑ ΠΟΛΙΤΗ

Η κεντρική μνήμη



- **Για να εκτελεστεί ένα πρόγραμμα θα πρέπει οι εντολές του να βρίσκονται στην κεντρική μνήμη.**

Η ιδέα να κατασκευαστούν υπολογιστές στην κεντρική μνήμη των οποίων να καταχωρίζονται εντολές και δεδομένα ανήκει στον Von Neumann και γι' αυτό το λόγο οι υπολογιστές που μελετάμε λέμε ότι είναι αρχιτεκτονικής Von Neumann.

Η κεντρική μνήμη



Η κεντρική μνήμη χρησιμοποιείται για την αποθήκευση:

1. προγραμμάτων, δηλαδή ακολουθιών εντολών
2. δεδομένων προς επεξεργασία, και
3. αποτελεσμάτων της εκτέλεσης των προγραμμάτων.

Από τι αποτελείται η μνήμη



Η μνήμη αποτελείται από έναν αριθμό κυττάρων ή κελιών. Κάθε κύτταρο έχει μια διεύθυνση και ένα περιεχόμενο.

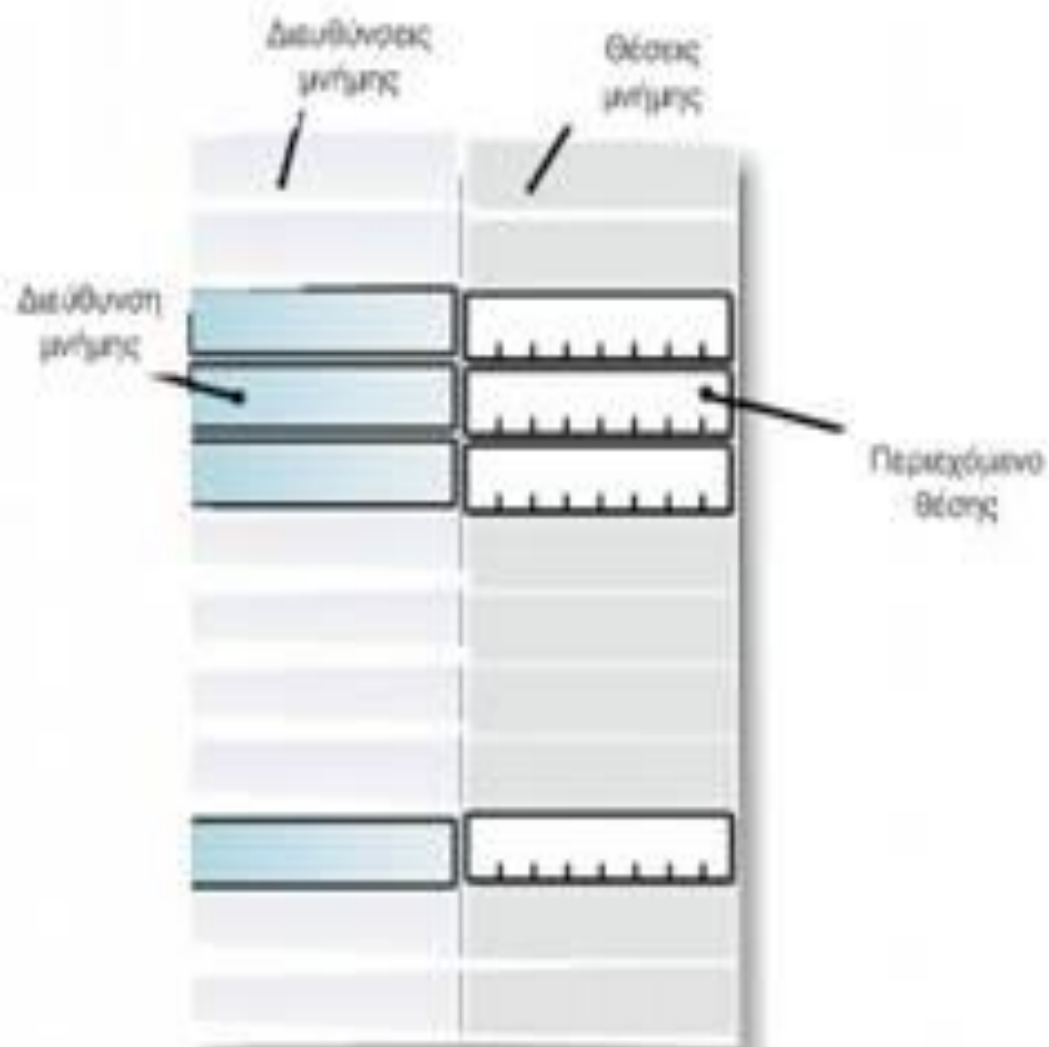
Διεύθυνση Μνήμης



- Η **διεύθυνση** (address) είναι ένας αριθμός μέσω του οποίου μπορούμε να αναφερόμαστε στο συγκεκριμένο κύτταρο μνήμης.
- Εάν έχουμε N κύτταρα μνήμης οι διευθύνσεις τους είναι $0, 1, 2, \dots, N-2, N-1$. Μπορούμε, έτσι, να πούμε ότι κάθε κύτταρο μνήμης αποτελεί μια θέση μνήμης.



- Μέσα σε κάθε κύτταρο μνήμης μπορεί να καταχωρηθεί ένας δυαδικός αριθμός σταθερού μήκους που παριστάνει είτε μια εντολή προγράμματος είτε ένα δεδομένο. Το μήκος αυτό εξαρτάται από τον υπολογιστή. Συνήθεις τιμές είναι 8, 16, 32, 64 bit.
- Πρέπει να κάνουμε σαφή διάκριση ανάμεσα στη διεύθυνση μιας θέσης μνήμης και στο περιεχόμενο της θέσης. Η Διεύθυνση της θέσης μνήμης δεν αλλάζει ενώ το περιεχόμενο της θέσης μνήμης αλλάζει.



Κύρια χαρακτηριστικά της κεντρικής μνήμης



- Η **χωρητικότητα** (storage capacity). Είναι ένας ακέραιος θετικός αριθμός που δηλώνει το μέγιστο πλήθος δυαδικών ψηφίων που μπορεί να αποθηκεύσει η κεντρική μνήμη. Εάν κάθε κύτταρο μνήμης διαθέτει 8 θέσεις για αποθήκευση δυαδικών ψηφίων (bit), τότε κάθε κύτταρο μνήμης έχει χωρητικότητα 1 byte και τότε η χωρητικότητα της μνήμης εκφρασμένη σε KB ή σε MB δηλώνει ταυτόχρονα και τον αριθμό θέσεων ή κυττάρων μνήμης. Οι σύγχρονοι υπολογιστές έχουν κεντρική μνήμη δεκάδων έως χιλιάδων MB.

Κύρια χαρακτηριστικά της κεντρικής μνήμης



- **Ο χρόνος προσπέλασης (access time).** Είναι το χρονικό διάστημα που μεσολαβεί από τότε που θα απαιτηθεί η ανάγνωση ή η εγγραφή ενός κυττάρου μνήμης μέχρι την πραγματοποίηση της αντίστοιχης λειτουργίας. Στους σύγχρονους υπολογιστές ο χρόνος προσπέλασης των κεντρικών μνημών είναι της τάξης των 30 nsec.

Κύρια χαρακτηριστικά της κεντρικής μνήμης



- Ο **χρόνος κύκλου** (cycle time). Είναι το ελάχιστο δυνατό χρονικό διάστημα μεταξύ δύο διαδοχικών αναφορών (ανάγνωση ή εγγραφή) στη μνήμη. Η τιμή του χρόνου αυτού συνήθως δεν διαφέρει πολύ από το χρόνο προσπέλασης, όμως συγκριτικά ο χρόνος κύκλου είναι λίγο μεγαλύτερος.

Κύρια χαρακτηριστικά της κεντρικής μνήμης



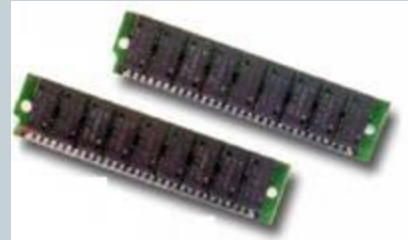
- Το **εύρος ζώνης** (memory bandwidth).
Ορίζεται ως η μέγιστη δυνατή ταχύτητα μεταφοράς δεδομένων από ή προς τη μνήμη.
Η μονάδα μέτρησης του εύρους ζώνης εκφράζεται σε Mbit/sec

Είδη κεντρικής μνήμης



Μνήμη Τυχαίας Προσπέλασης (Random Access Memory - RAM). Είναι η μνήμη στην οποία μπορούμε και να γράψουμε και να διαβάσουμε δυαδικά ψηφία (read - write memory). Το περιεχόμενο της διατηρείται όσο ο υπολογιστής βρίσκεται σε λειτουργία.

Χαρακτηριστικό αυτής της μνήμης είναι ότι όλες οι θέσεις της απαιτούν τον ίδιο χρόνο προσπέλασης. Ο χρόνος προσπέλασης και ο χρόνος κύκλου δεν εξαρτώνται από τη διεύθυνση της θέσης της μνήμης.



SRAM



- 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.

DRAM



- 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.

Διαφορές SRAM -DRAM



- 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 κεντρικής μνήμης



- **Μνήμη Μόνο για Ανάγνωση (Read Only Memory - ROM)**

Είναι η μνήμη που γράφεται εφάπαξ και στη συνέχεια μπορούμε μόνο να διαβάζουμε το περιεχόμενο της κάθε θέσης, χωρίς να μπορούμε να το τροποποιήσουμε. Οι μνήμες ROM χρησιμοποιούνται για να αποθηκεύονται από τον κατασκευαστή του υπολογιστή μικροπρογράμματα που δεν χρειάζεται να αλλαχτούν στη συνέχεια. Τέτοια μικροπρογράμματα είναι συνήθως ένα μικρό μέρος του λειτουργικού συστήματος του υπολογιστή, απαραίτητο κατά τη διαδικασία εκκίνησης. Εννοείται ότι το περιεχόμενο της ROM, σε αντίθεση με εκείνο της RAM, δεν σβήνεται ούτε όταν ο υπολογιστής είναι κλειστός.

Λανθάνουσα Μνήμη



Τέλος, απαραίτητο στοιχείο του κεντρικού μέρους των σύγχρονων υπολογιστών είναι και η ονομαζόμενη **λανθάνουσα** μνήμη (cache memory). Η μνήμη αυτή είναι ταχύτερη και ακριβότερη των κεντρικών μνημών, παρεμβάλλεται μεταξύ της ΚΜΕ και της RAM και συμβάλλει στην αύξηση της ταχύτητας εκτέλεσης των προγραμμάτων από την ΚΜΕ.

Λανθάνουσα Μνήμη



- Είναι στατική, μικρού μεγέθους και βελτιώνει την ταχύτητα του συστήματος του οποίου ο κύριος όγκος μνήμης είναι αργές δυναμικές μνήμες.
- Το τι αποθηκεύεται στις κρυφές μνήμες αποφασίζεται με την αρχή της χωρικής ή χρονικής τοπικότητας:
- Χωρική τοπικότητα (Space locality): Δεδομένα ή εντολές που ευρίσκονται σε παραπλήσιες διευθύνσεις με αυτήν που χρησιμοποιείται.
- Χρονική τοπικότητα (Time locality): Δεδομένα ή εντολές που πιθανόν να επαναληφθούν αμέσως μετά.

Συσκευές Εισόδου-Εξόδου



- Για την εισαγωγή των δεδομένων χρησιμοποιούμε διάφορες συσκευές, που ονομάζονται **συσκευές εισόδου**. Παραδείγματα συσκευών εισόδου είναι το πληκτρολόγιο, το ποντίκι και το μικρόφωνο.
- Για να έχει νόημα η επεξεργασία των δεδομένων, πρέπει να μπορούμε να πάρουμε τα αποτελέσματά της από τον υπολογιστή. Οι συσκευές στις οποίες αποτυπώνονται τα αποτελέσματα της επεξεργασίας ονομάζονται συσκευές εξόδου. Η οθόνη και ο εκτυπωτής είναι οι κυριότερες **συσκευές εξόδου**.

Οι σημαντικότερες συσκευές εισόδου



- **Πληκτρολόγιο.** Είναι η πιο συνηθισμένη συσκευή, για να εισάγουμε δεδομένα και εντολές στον υπολογιστή με μορφή κειμένου. Εκτός από τα πλήκτρα γραμμάτων, αριθμών και συμβόλων υπάρχουν ειδικά πλήκτρα, για να δίνουμε κατευθείαν εντολές στον υπολογιστή π.χ. το πλήκτρο F1, το πλήκτρο Esc κ.ά.
- **Ποντίκι.** Πήρε το όνομά του από το σχήμα του. Μας βοηθάει να δίνουμε εντολές στον υπολογιστή, επιτρέποντας μας κάθε φορά να επιλέγουμε εκείνες τις λειτουργίες που θέλουμε από αυτές που απεικονίζονται στην οθόνη.
- **Σαρωτής.** Με τη βοήθεια του σαρωτή μετατρέπονται φωτογραφίες, εικόνες και κείμενα σε ηλεκτρονική μορφή και εισάγονται στον υπολογιστή για επεξεργασία.

Οι σημαντικότερες συσκευές εξόδου

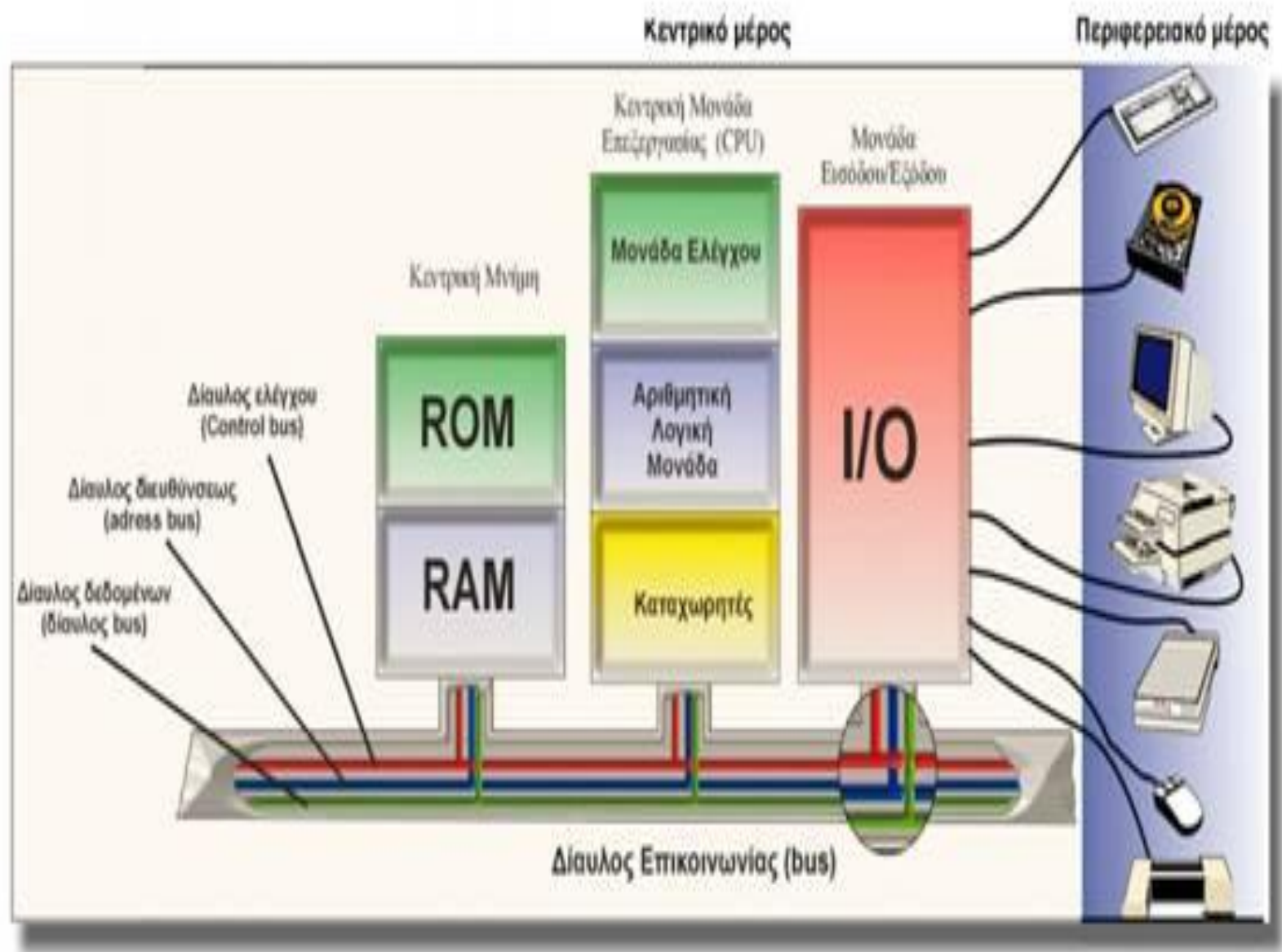


- **Οθόνη.** Σ' αυτήν εμφανίζονται αποτελέσματα από τις διάφορες μορφές επεξεργασίας που εκτελεί ο υπολογιστής. Υπάρχουν οθόνες διαφόρων μεγεθών και κατηγοριών, ανάλογα με την τεχνολογία που χρησιμοποιείται για την κατασκευή τους. Εκτός από τις κοινές οθόνες υπάρχουν και οι οθόνες αφής, οι οποίες λειτουργούν ως συσκευές εισόδου-εξόδου.
- **Εκτυπωτής.** Μας βοηθάει να τυπώνουμε σε χαρτί τις πληροφορίες που επιλέγουμε. Υπάρχουν εκτυπωτές διαφόρων τύπων, ανάλογα με την τεχνολογία που χρησιμοποιούν οι κατασκευαστές, όπως:
 - κρουστικός ή ακίδων (dot-matrix),
 - λέιζερ (laser) και
 - ψεκασμού μελάνης (inkjet).

Οι σημαντικότερες συσκευές εξόδου



- **Ηχεία.** Με τα ηχεία ακούμε ήχους ή μουσική από τον υπολογιστή.
Εκτός από τις συσκευές που περιγράψαμε υπάρχουν και πολλές άλλες συσκευές που συνδέονται με τον υπολογιστή και χρησιμοποιούνται για διάφορες εργασίες, όπως η κάμερα, η φωτογραφική μηχανή, το μικρόφωνο, το στυλό γραφίδα, το χειριστήριο (joystick), που χρησιμοποιείται στα παιχνίδια κ.ά.



Η μονάδα εισόδου / εξόδου



Ένα άλλο τμήμα του κεντρικού μέρους του υπολογιστή είναι η μονάδα εισόδου/εξόδου. Η μονάδα αυτή είναι υπεύθυνη για την επικοινωνία του κεντρικού μέρους με το σύνολο των περιφερειακών συσκευών που αποτελούν και το περιφερειακό μέρος του υπολογιστή. Σκοπός της μονάδας είναι η γρήγορη και ασφαλής μεταφορά δεδομένων.

Η μονάδα εισόδου / εξόδου



Η μονάδα εισόδου διοχετεύει εντολές και δεδομένα στη μνήμη από τις περιφερειακές συσκευές,
Ενώ η μονάδα εξόδου εκτελεί ακριβώς την αντίθετη λειτουργία: διοχετεύει τα περιεχόμενα της μνήμης στις περιφερειακές συσκευές.

Παράλληλη - Σειριακή μεταφορά



- Η επικοινωνία του κεντρικού μέρους με τις περιφερειακές συσκευές μπορεί να γίνει παράλληλα ή σειριακά. Στην **παράλληλη** μεταφορά, τα k ως προς τον αριθμό δυαδικά ψηφία (bit) ενός δεδομένου μεταδίδονται ταυτόχρονα μέσα από k διαφορετικές γραμμές μεταφοράς. Αντίθετα, στη **σειριακή** μεταφορά, τα bit μεταδίδονται ακολουθιακά, το ένα μετά το άλλο, μέσα από την ίδια γραμμή μεταφοράς. Η παράλληλη μετάδοση είναι πιο γρήγορη, ενώ η σειριακή είναι λιγότερο δαπανηρή.

Σύγχρονη- ασύγχρονη επικοινωνία



- Η επικοινωνία του κεντρικού μέρους με τις περιφερειακές συσκευές μπορεί να είναι σύγχρονη ή ασύγχρονη. Η **σύγχρονη** επικοινωνία επιτυγχάνεται με το συγχρονισμό των ρολογιών των δυο επικοινωνούντων μερών. Κατά τη σύγχρονη επικοινωνία τα δύο μέρη ανταλλάσσουν συνεχώς δεδομένα. Ακόμα και στην περίπτωση που δεν υπάρχουν πληροφορίες προς μετάδοση, ανταλλάσσουν ειδικά δεδομένα για να διατηρείται ο συγχρονισμός των ρολογιών. Στην **ασύγχρονη** επικοινωνία δεν υπάρχει συγχρονισμός των δύο ρολογιών. Το κάθε μέρος στέλνει δεδομένα μόνο όταν απαιτείται, διαφορετικά η γραμμή επικοινωνίας παραμένει ανενεργή.



- Με δεδομένη την πολυμορφία των περιφερειακών συσκευών είναι κατανοητό ότι δεν θα μπορούσε η επικοινωνία του κεντρικού μέρους με κάθε τύπο περιφερειακής συσκευής να γίνεται μόνο από τη μονάδα εισόδου /εξόδου



Έτσι για κάθε περιφερειακή συσκευή παρεμβάλλεται μεταξύ της μονάδας εισόδου/ εξόδου και της εν λόγω συσκευής μια **προσαρμοστική μονάδα** (interface unit), με σκοπό την εξασφάλιση της συνεργασίας μεταξύ των δύο επικοινωνούντων μερών. Ένα μέρος αυτής της προσαρμοστικής μονάδας είναι και ο **οδηγός συσκευής** (device driver) δηλαδή ένα ειδικό πρόγραμμα που επιτρέπει τη συνεργασία της συγκεκριμένης περιφερειακής συσκευής με τη μονάδα εισόδου/ εξόδου του υπολογιστή.

Ο δίαυλος επικοινωνίας



- Η επικοινωνία των διαφόρων δομικών μερών ενός υπολογιστικού συστήματος, τόσο του κεντρικού όσο και του περιφερειακού μέρους, γίνεται μέσω του διαύλου επικοινωνίας (bus). Ο δίαυλος επικοινωνίας είναι αφενός το φυσικό μέσο μεταφοράς των δεδομένων και αφετέρου ένα σύνολο κανόνων για το πώς να συντελείται η μεταφορά αυτή. Στόχος είναι ο δίαυλος να εξασφαλίζει τη μέγιστη δυνατή ταχύτητα επικοινωνίας και να εξυπηρετεί όσο το δυνατόν περισσότερες συσκευές.

Ο δίαυλος επικοινωνίας



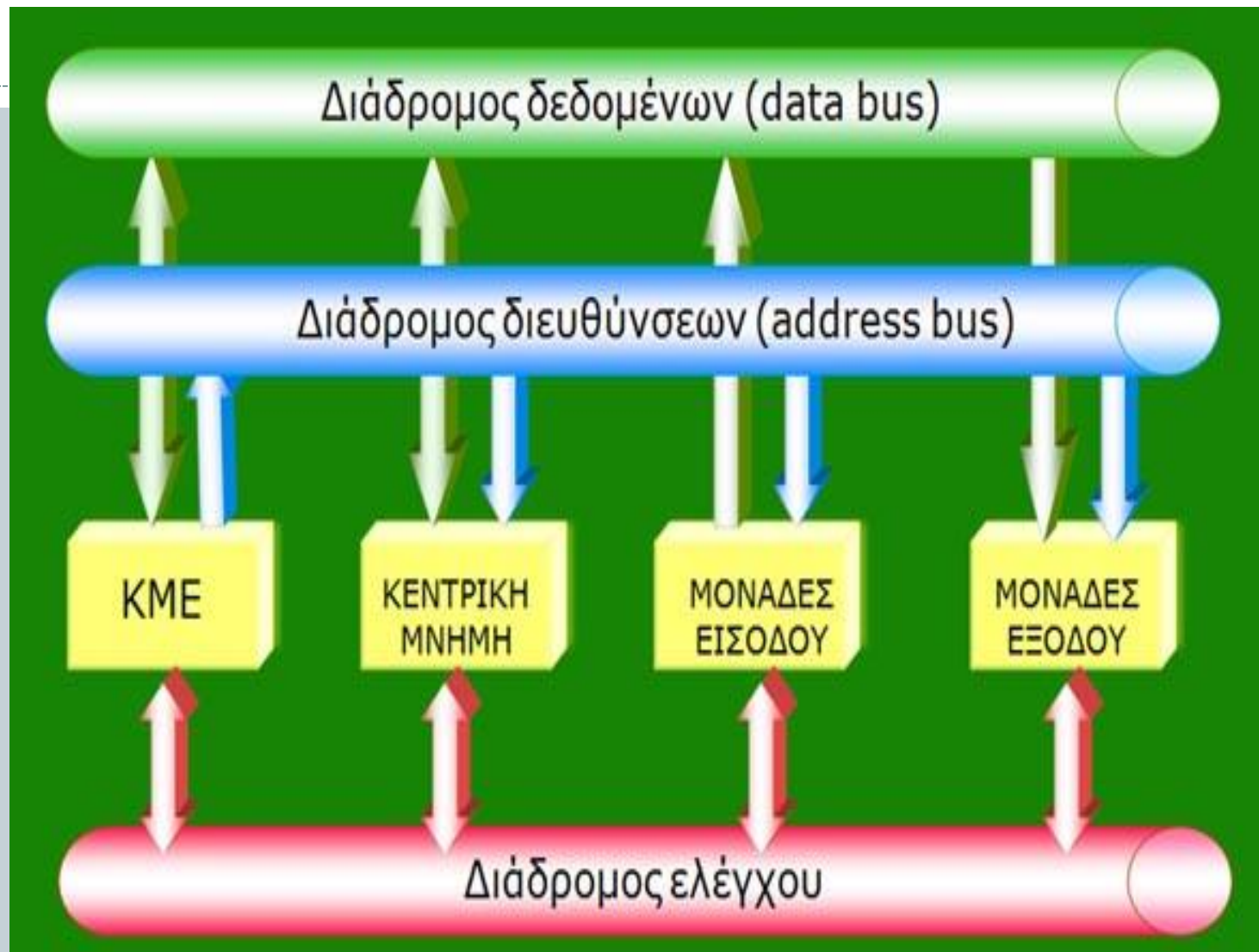
Ένας δίαυλος επικοινωνίας μεταφέρει πέντε είδη δεδομένων:

1. δεδομένα προς επεξεργασία
2. διευθύνσεις μνήμης
3. σήματα ελέγχου
4. σήματα απόκρισης, σχετικά με την κατάσταση μιας μονάδας, π.χ. η συσκευή είναι απασχολημένη, και
5. σήματα χρονισμού, δηλαδή σήματα για το συγχρονισμό λειτουργίας των μονάδων.

Ο δίαυλος επικοινωνίας διακρίνεται σε:



- **Δίαυλο δεδομένων:** μεταφέρει από την Κεντρική Μνήμη στην ΚΜΕ
 - α) τις προς εκτέλεση εντολές του προγράμματος,
 - β) τα δεδομένα από την ΚΜ προς την ΚΜΕ για επεξεργασία αλλά και από στην αντίστροφη κατεύθυνση, για αποθήκευση.
- **Δίαυλο διευθύνσεων:** μεταφέρει από την ΚΜΕ προς την Κεντρική Μνήμη στοιχεία για τη διεύθυνση μνήμης όπου θα γίνει ανάγνωση ή αποθήκευση δεδομένων.
- **Δίαυλο ελέγχου:** μεταφέρει από την ΚΜΕ προς την Κεντρική Μνήμη σήμα που σχετίζεται με την ενέργεια που θα γίνει στα δεδομένα (ανάγνωση ή εγγραφή).



Χαρακτηριστικά διαύλου επικοινωνίας



- Η μεταφορά δεδομένων στο δίαυλο γίνεται με βάση ένα σύνολο κανόνων επικοινωνίας που καλείται **πρωτόκολλο διαύλου** (bus protocol).
- Ένα σημαντικό χαρακτηριστικό του διαύλου είναι το **εύρος** του, που δηλώνει τον αριθμό των διαθέσιμων γραμμών μεταφοράς, ενώ ένα άλλο επίσης σημαντικό χαρακτηριστικό που συναρτάται με το πρώτο είναι η **ταχύτητα μεταφοράς**, η οποία δηλώνει πόσα bit μεταφέρονται από το δίαυλο ανά δευτερόλεπτο. Η μονάδα μέτρησης της ταχύτητας είναι Mbit/sec.