

ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΗ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

Κεφάλαιο 6

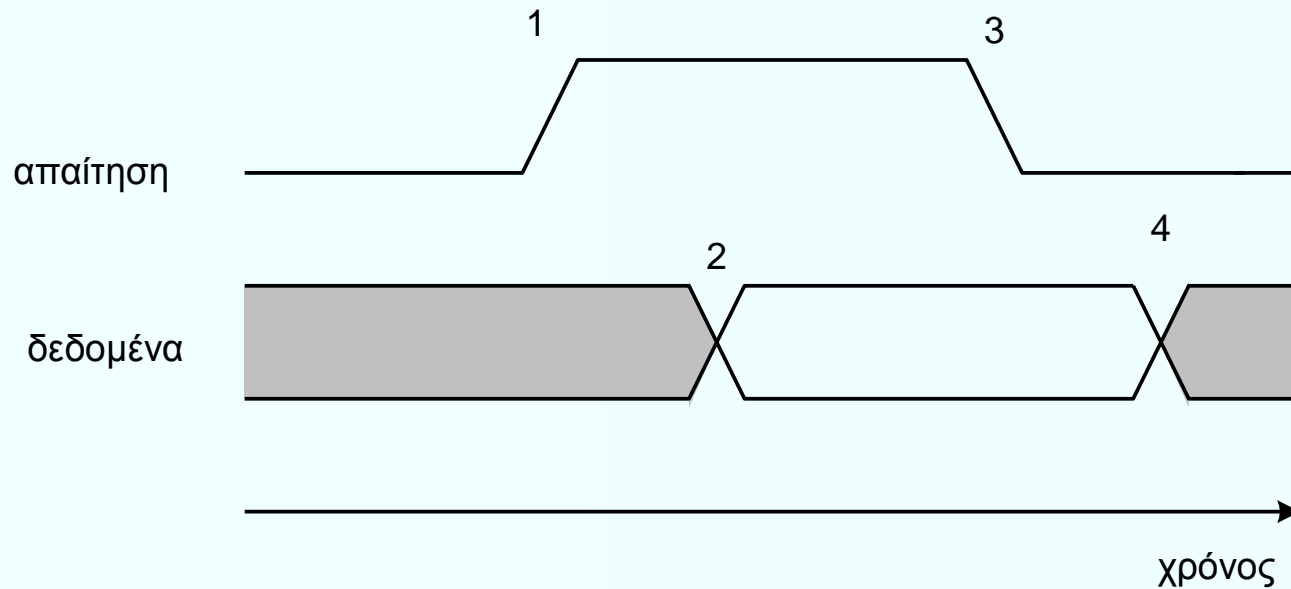
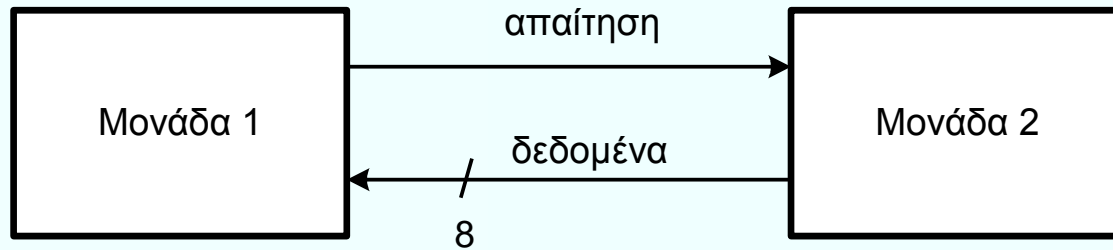
Σύστημα διασύνδεσης και διαδικασία εισόδου-εξόδου

Τι είναι αρτηρία (Bus) ;

- Ένα σύνολο γραμμών διασύνδεσης
- Πρωτόκολλο (protocol)

Περιγραφή Πρωτοκόλλου

χρονικό διάγραμμα



Ταξινόμηση αρτηριών

- Αφέντης ή κύρια μονάδα (master)
- Υπηρέτης ή δούλος (slave)

Ταξινόμηση αρτηριών

Ανάλογα:

- του πλήθους των δυαδικών ψηφίων δεδομένων που μεταφέρονται παράλληλα (σειριακές και παράλληλες αρτηρίες)
- αν χρησιμοποιούνται για τη διασύνδεση δύο ή περισσότερων μονάδων (αποκλειστικής χρήσης ή κοινής χρήσης)
- την τεχνική συγχρονισμού (σύγχρονες και ασύγχρονες)
- την τεχνική σηματοδότησης
- τον τρόπο μεταφοράς δεδομένων και
- τη διαιτησία

Παράλληλες και Σειριακές Αρτηρίες

Παράλληλες Αρτηρίες

- Γραμμές ελέγχου

- » έλεγχος επικοινωνίας (δηλ. υλοποίηση πρωτοκόλλου)

- Γραμμές διευθύνσεων

- Γραμμές δεδομένων

- » Δεδομένα

- » Εντολές

Παράλληλες Αρτηρίες

- Πολυπλεξία στο χρόνο (time multiplexing)
- Ομαδική μεταφορά λέξεων (burst mode)

Παράλληλες Αρτηρίες

Πλεονέκτημα:

- Υψηλός ρυθμός μεταφοράς δεδομένων (bandwidth) όταν το μήκος της αρτηρίας είναι μικρό

Μειονεκτήματα:

- Μεγάλο μήκος → μεγάλη χωρητικότητα → περισσότερο χρόνο για φόρτιση και εκφόρτιση των γραμμών
- Μικρές διαφοροποιήσεις στα μήκη ή/και τις χωρητικότητες των παράλληλων γραμμών → έλλειψη ευθυγράμμισης στη λήψη των δυαδικών ψηφίων μιας λέξης (skew)
- Cross-talk
- Μεγάλο κόστος υλοποίησης

Σειριακές Αρτηρίες

Πλεονεκτήματα:

- Μεγαλύτερο ρυθμό μεταφοράς δεδομένων από τις παράλληλες για μεγάλες αποστάσεις
- Μικρότερο κόστος υλοποίησης λόγω χρησιμοποίησης λιγότερων γραμμών

Μειονέκτημα:

- τα κυκλώματα διασύνδεσης και το πρωτόκολλο επικοινωνίας είναι πιο πολύπλοκο

Παράλληλες και Σειριακές Αρτηρίες

	Όνομα αρτηρίας			
Χαρακτηριστικά	PCI	SCSI	Firewire	USB
είδος	παράλληλη	παράλληλη	σειριακή	σειριακή
χρήση	συστήματος	εισ/εξ	εισ/εξ	εισ/εξ
Εύρος σε δυαδικά ψηφία δεδομένων	32-64	8-32	1	1
Μέγιστος ρυθμός μεταφοράς δεδομένων (MB/sec)	133-512	5-40	50 (Firewire 400) 100(Firewire 800)	0,2-60
Μέγιστος αριθμός συνδεδεμένων μονάδων	32	7-31	63	127
Μέγιστο μήκος (μέτρα)	1	3-25	4,5* (-72)	5* (- 30)

Διασύνδεση δύο ή περισσότερων μονάδων;

- Αρτηρίες αποκλειστικής χρήσης (dedicated buses ή point to point)
- Αρτηρίες κοινής χρήσης (shared buses)

Αρτηρίες αποκλειστικής χρήσης

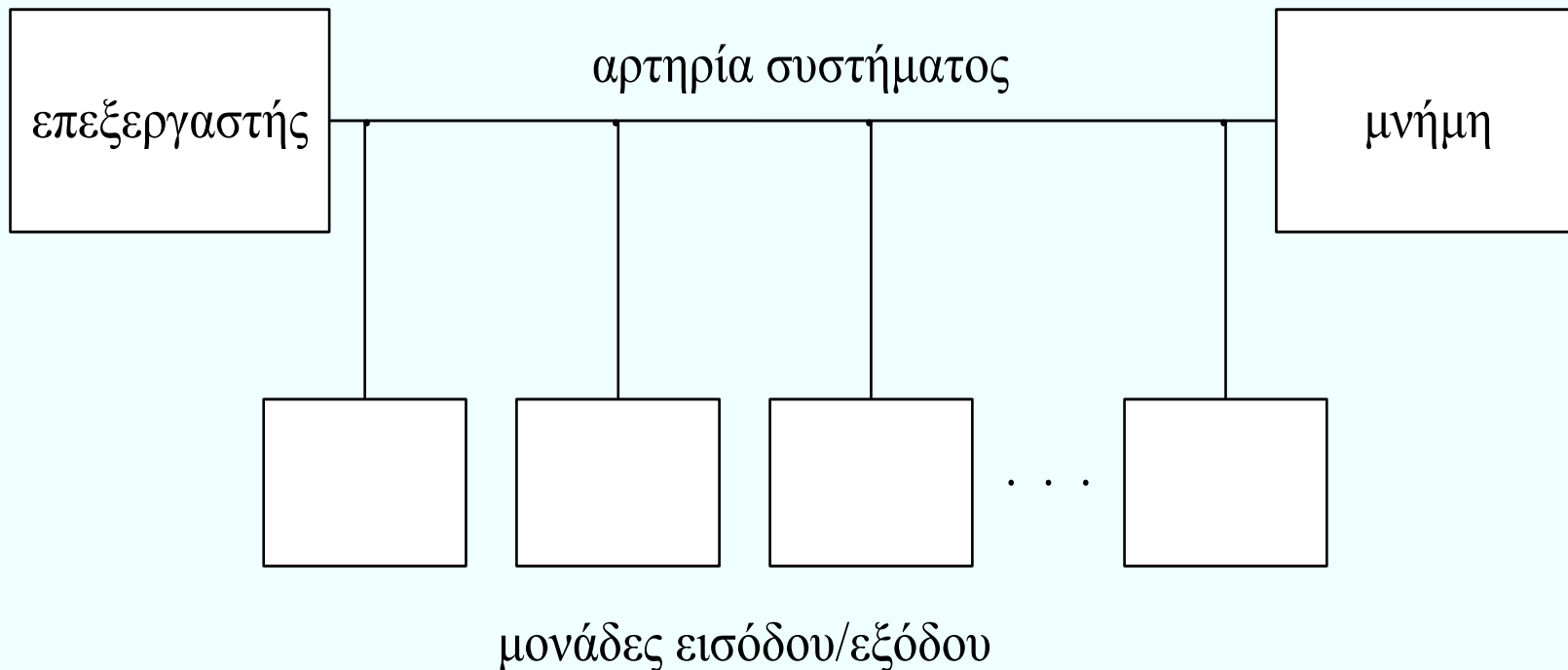
- *Πλεονεκτήματα:*

- Δεν υπάρχουν καθυστερήσεις λόγω χρησιμοποίησης της αρτηρίας από άλλες μονάδες
- Αναισθησία σε τοπικές βλάβες

- *Μειονεκτήματα:*

- Μεγάλο κόστος

Αρτηρία Κοινής Χρήσης



Όλες οι μονάδες του συστήματος συνδέονται μεταξύ τους μέσω της αρτηρίας κοινής χρήσης

Αρτηρία Κοινής Χρήσης

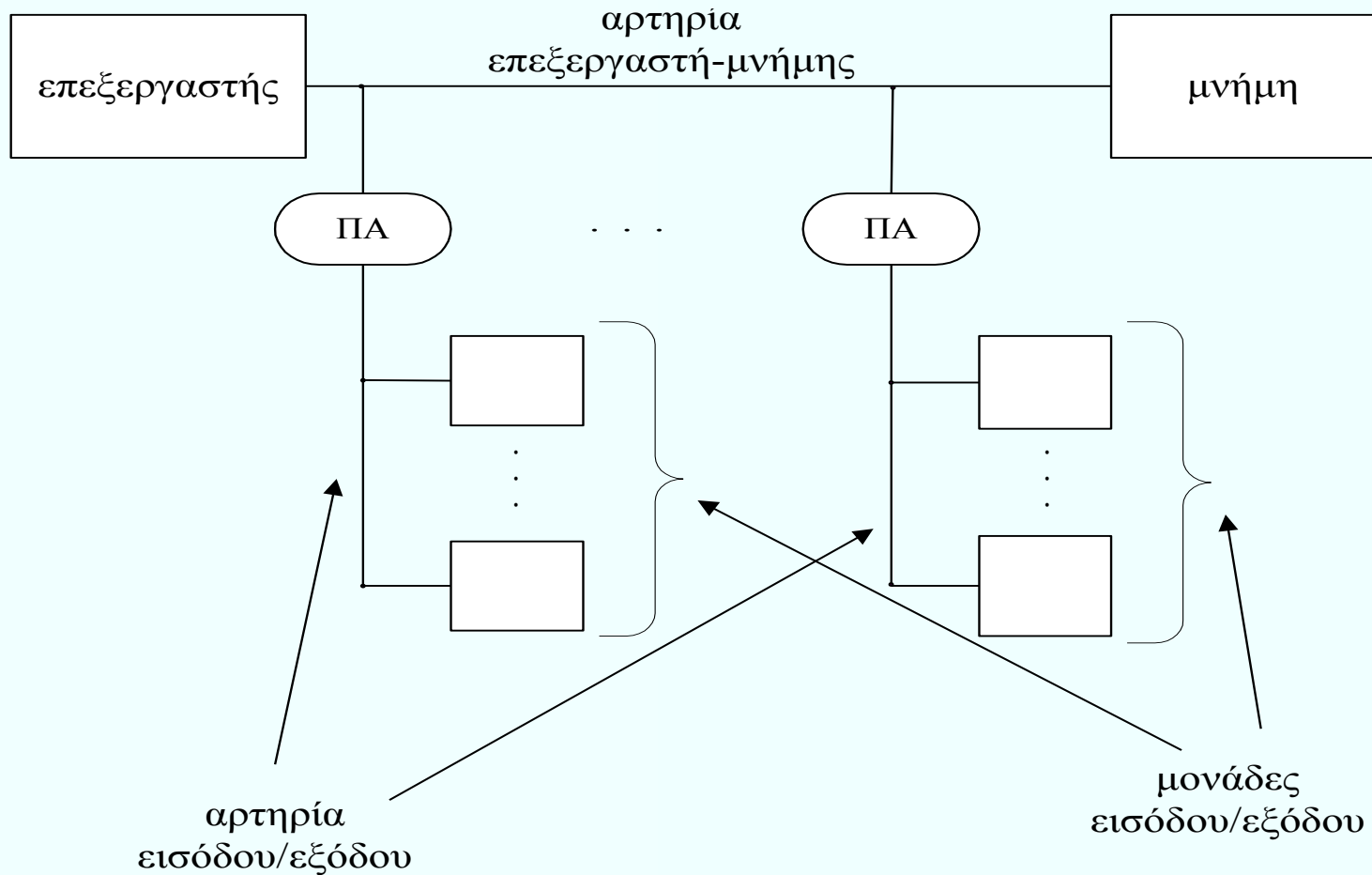
- *Πλεονεκτήματα:*

- *Μικρό κόστος υλοποίησης*
- *Ευκολία σύνδεσης νέων μονάδων στο σύστημα*

- *Μειονεκτήματα:*

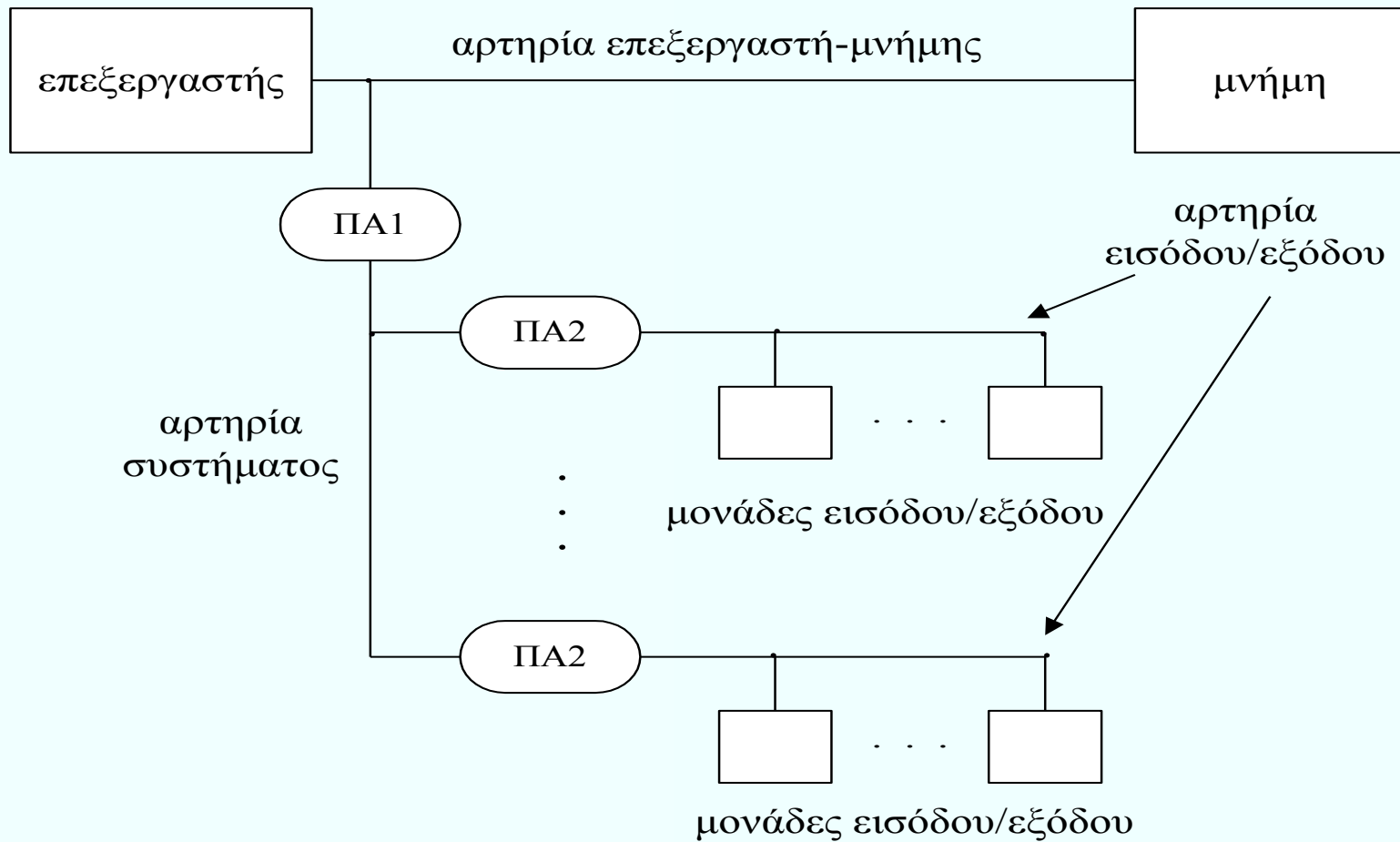
- *Καθυστερήσεις στην επικοινωνία*
- *Ευαισθησία στις βλάβες*

Συστήματα με περισσότερες από μία αρτηρίες κοινής χρήσης



ΠΑ: προσαρμοστής αρτηρίας

Συστήματα με περισσότερες από μία αρτηρίες κοινής χρήσης

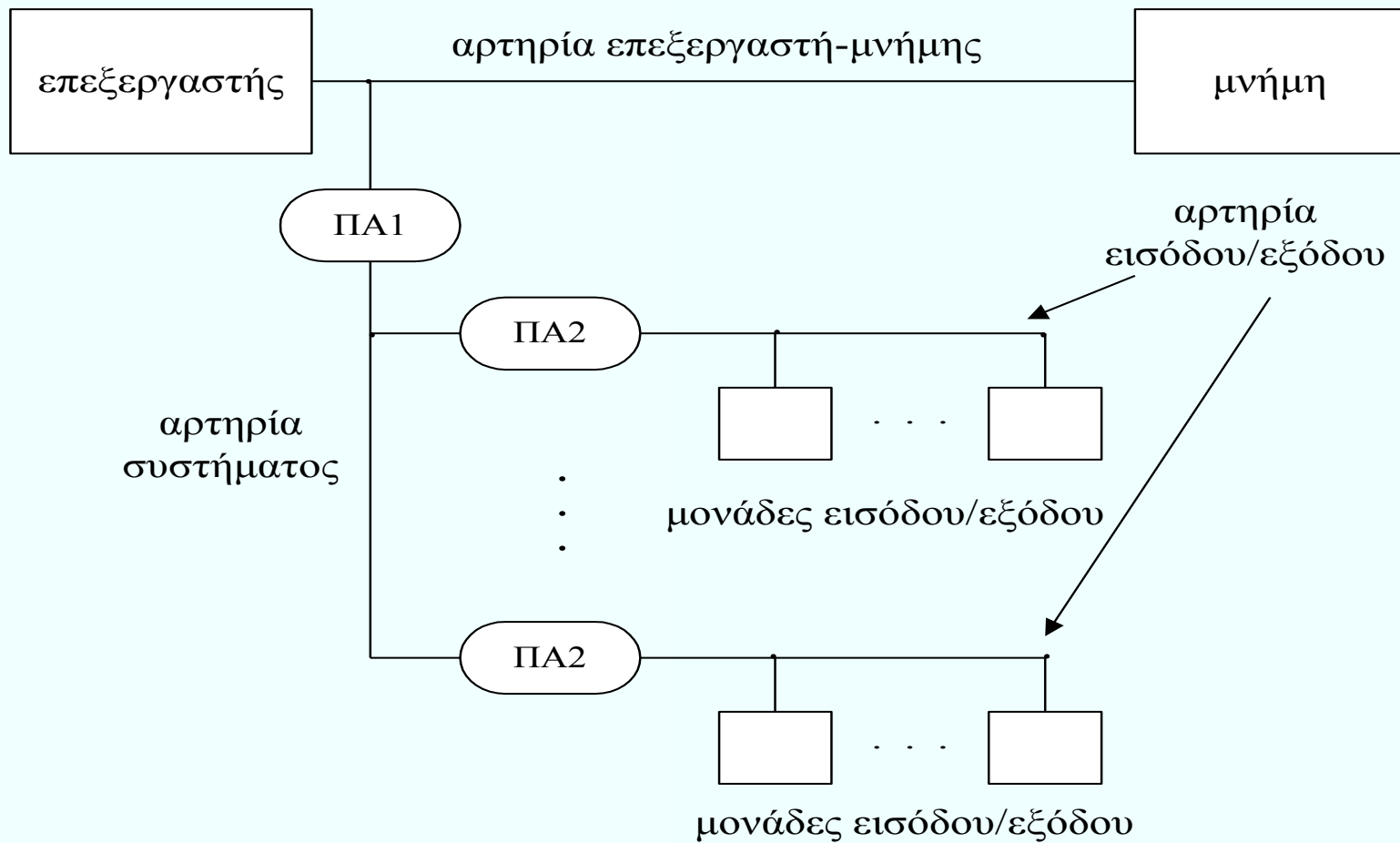


ΠΑ1, ΠΑ2: προσαρμοστές αρτηρίας

Είδη Αρτηριών

- **Αρτηρίες επεξεργαστή- μνήμης**
 - *Μικρού μήκους*
 - *Υψηλής ταχύτητας*
 - *Ταιριάζουν με τα χαρακτηριστικά του επεξεργαστή και της μνήμης με σκοπό τη μεγιστοποίηση του ρυθμού μεταφοράς πληροφορίας μεταξύ τους*
- **Αρτηρίες εισόδου-εξόδου**
 - *Μεγαλύτερου μήκους*
 - *Μπορούν να συνδεθούν πολλά είδη μονάδων εισόδου-εξόδου με διαφορετικούς ρυθμούς μεταφοράς δεδομένων*
- **Αρτηρίες συστήματος**

Προσαρμοστές αρτηριών



ΠΑ1, ΠΑ2: προσαρμοστές αρτηρίας

Χρησιμοποίηση τριών ειδών αρτηριών

Προσφέρει το πλεονέκτημα:

- Ότι η αρτηρία επεξεργαστή-μνήμης μπορεί να σχεδιαστεί να είναι πολύ πιο γρήγορη από ότι η αρτηρία συστήματος ή η αρτηρία εισόδου/εξόδου και
- Νέες μονάδες ή αρτηρίες εισόδου/εξόδου μπορούν να συνδεθούν στην αρτηρία συστήματος, χωρίς να επηρεαστεί η ταχύτητα της αρτηρίας επεξεργαστή-μνήμης

Παραδείγματα αρτηριών

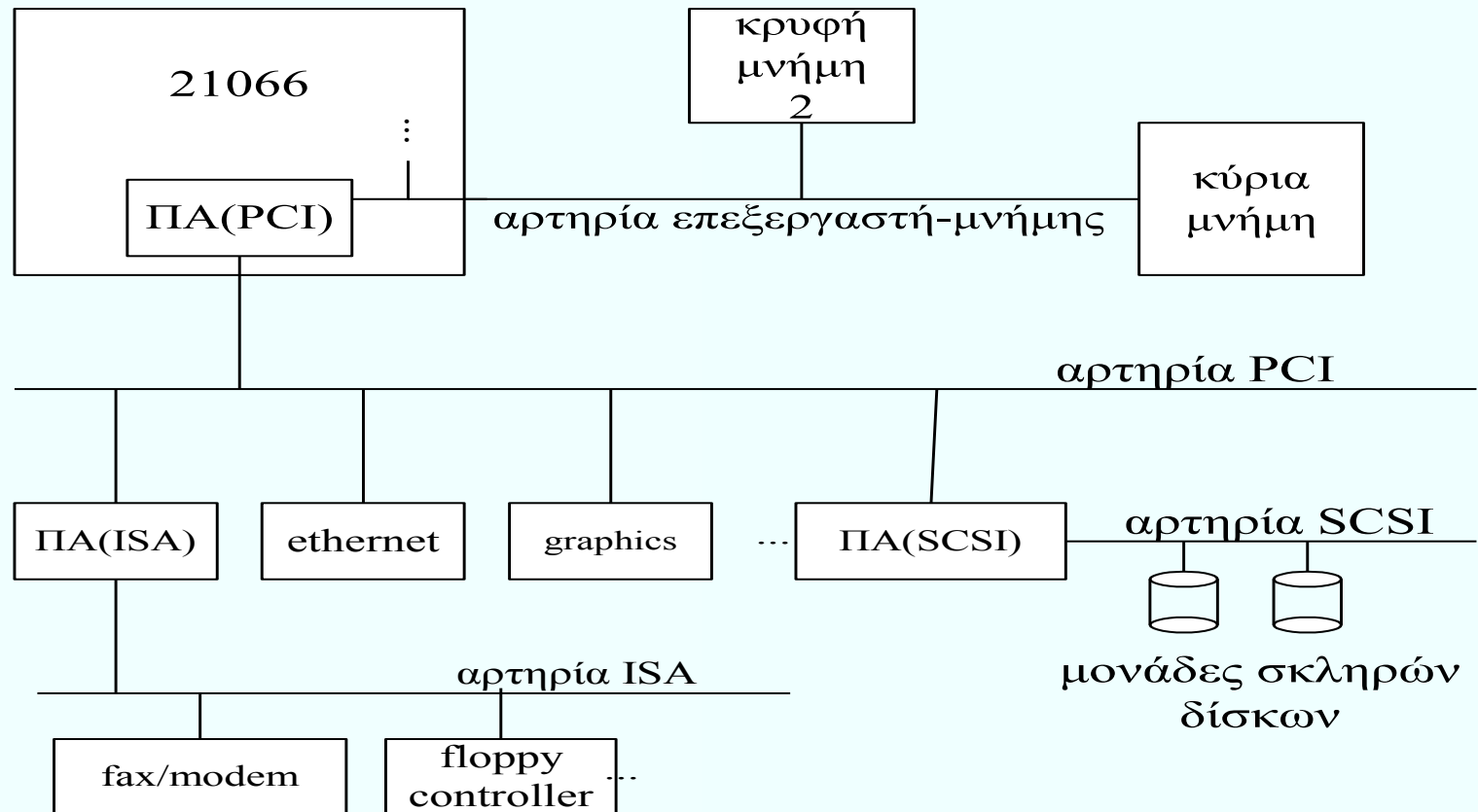
Αρτηρίες συστήματος:

- » *Peripheral Component Interconnect, PCI*
(αναπτύχθηκε από την Intel χρησιμοποιείται σε συστήματα IBM και Apple)

Αρτηρίες εισόδου/εξόδου:

- » *Industry Standard Architecture, ISA*
- » *Extended ISA, EISA*
- » *Micro-Channel,*
- » *EIDE*
- » *SCSI*

Παράδειγμα I

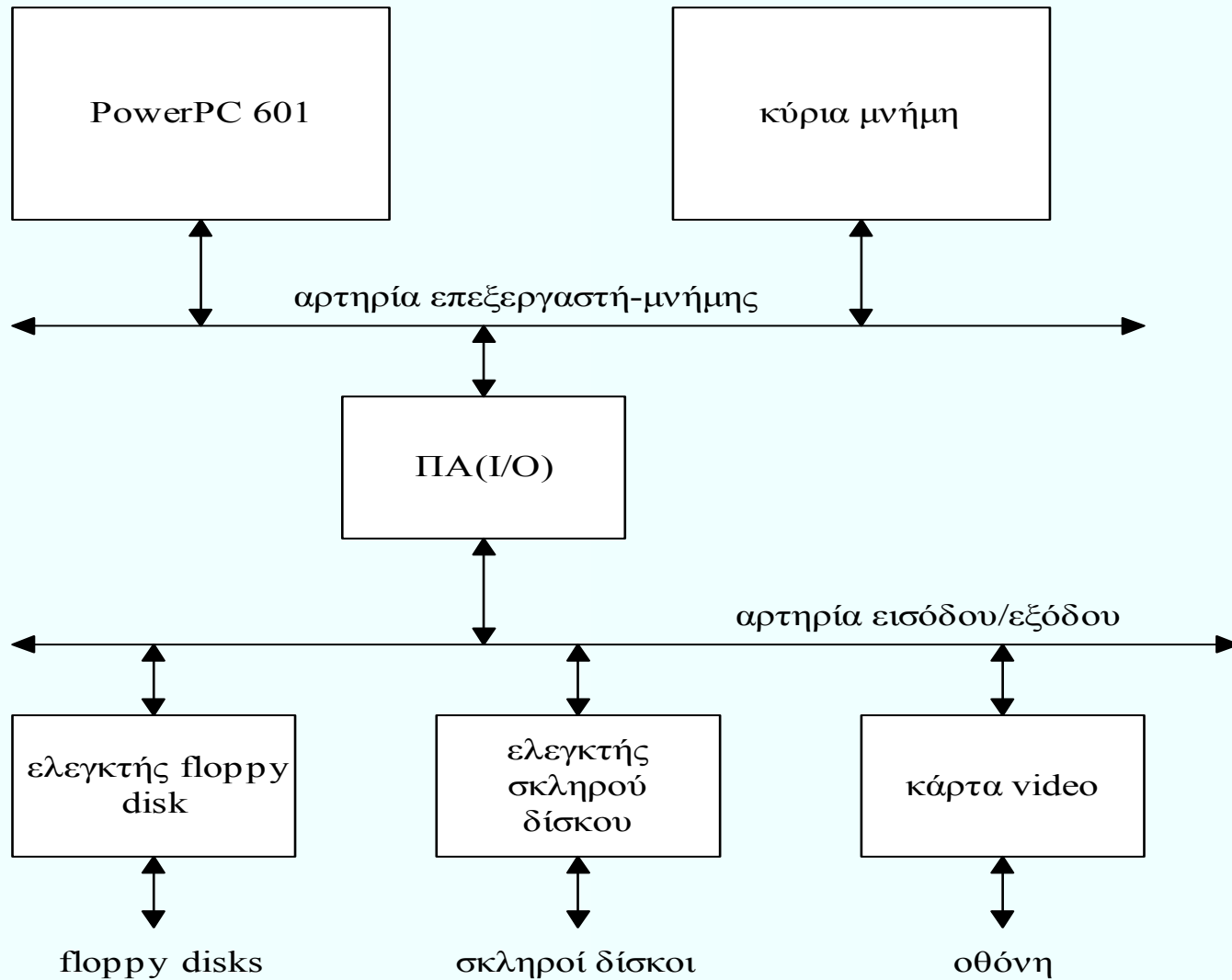


Χρήση διάφορων αρτηριών σ' ένα υπολογιστικό σύστημα

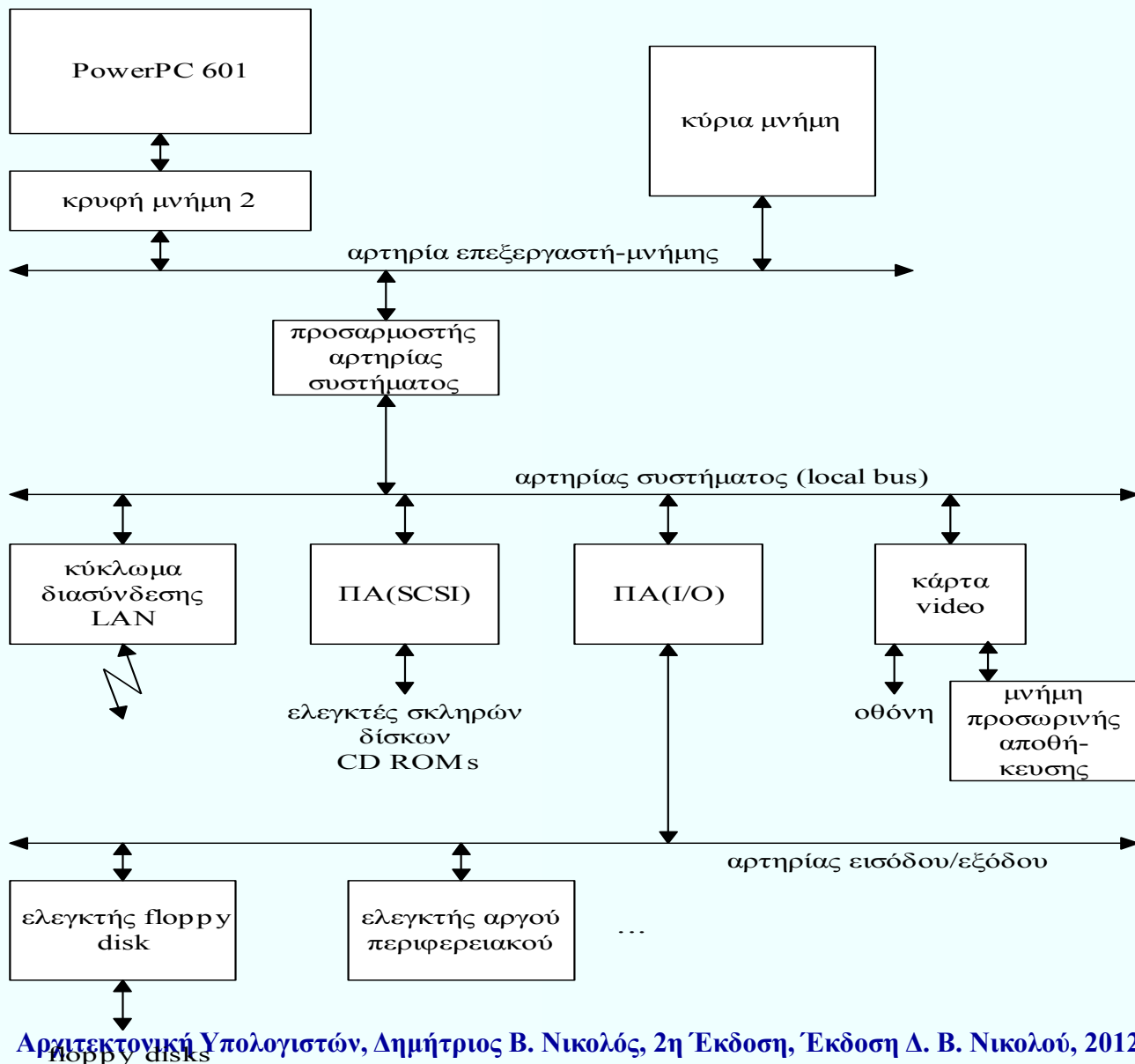
Σ' ένα υπολογιστικό σύστημα χρησιμοποιούνται διάφορες αρτηρίες για διάφορους πρακτικούς λόγους όπως:

- το κόστος
- η καταλληλότητα για κάποια εφαρμογή αλλά και
- η συμβατότητα

Σύστημα χαμηλών απαιτήσεων βασισμένο στον επεξεργαστή PowerPC 601



Σύστημα υψηλών απαιτήσεων βασισμένο στον επεξεργαστή PowerPC 601

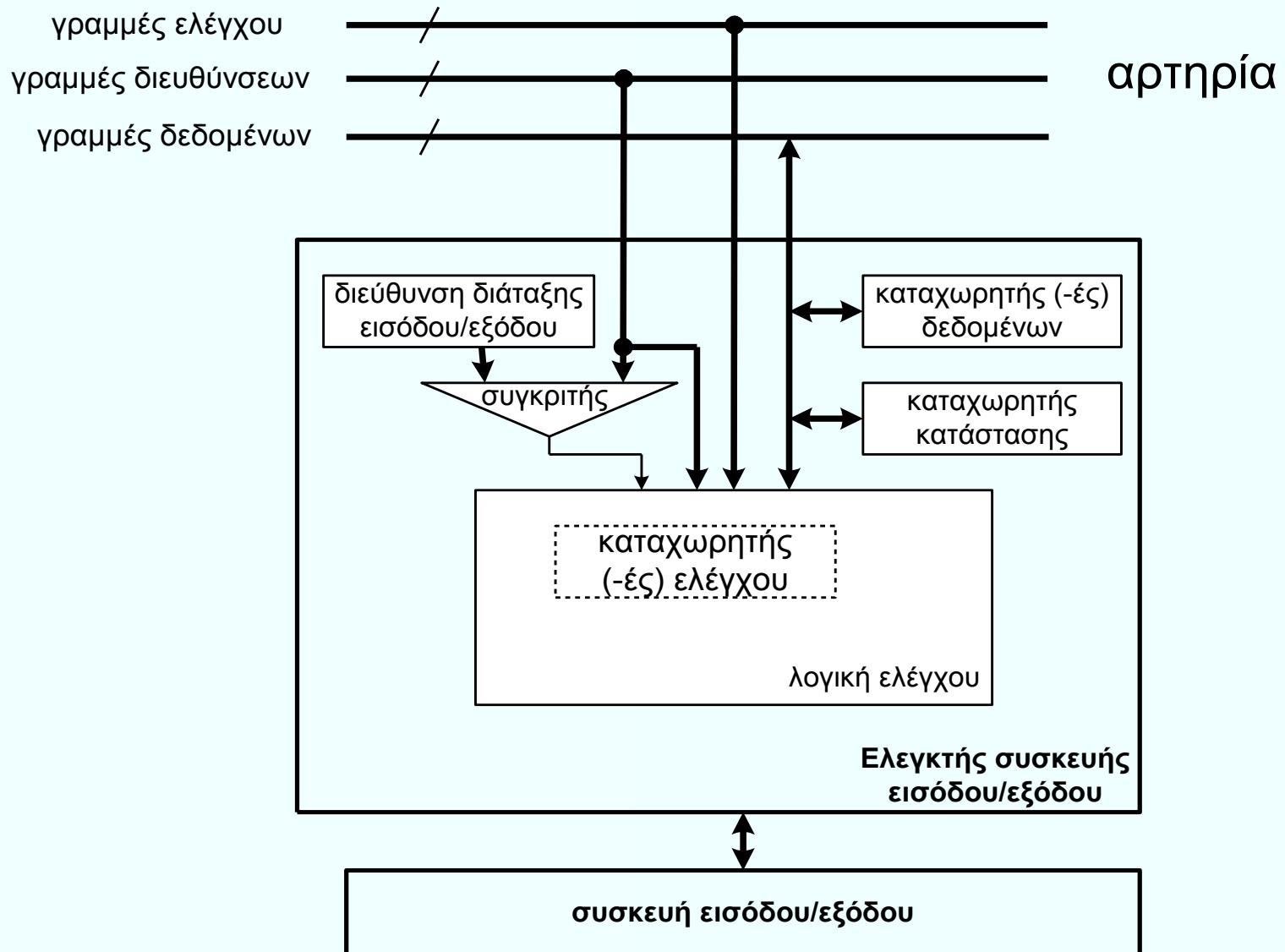


Ελεγκτές εισόδου/εξόδου

Σκοπός:

- α. Να αποδεσμεύσουν την ΚΜΕ και την κύρια μνήμη από τις λεπτομέρειες λειτουργίας της συσκευής εισόδου/εξόδου
- β. Να αποδεσμεύσουν την αρτηρία από τις συγκεκριμένες απαιτήσεις διασύνδεσης της συσκευής εισόδου/εξόδου. Με τον τρόπο αυτό διευκολύνεται η αλλαγή της τεχνολογίας της συσκευής εισόδου/εξόδου
- γ. Η διαχείριση της διαφοράς της ταχύτητας μεταξύ ΚΜΕ και κύριας μνήμης από την μια πλευρά και της μονάδας εισόδου/εξόδου από την άλλη με τη διάθεση κατάλληλου χώρου ενδιάμεσης αποθήκευσης πληροφορίας (buffering)
- δ. Μετατροπή της μορφής ή της κωδικοποίησης των δεδομένων για συμμόρφωση με το πρωτόκολλο της αρτηρίας στην οποία συνδέονται.

Ελεγκτής συσκευής εισόδου/εξόδου

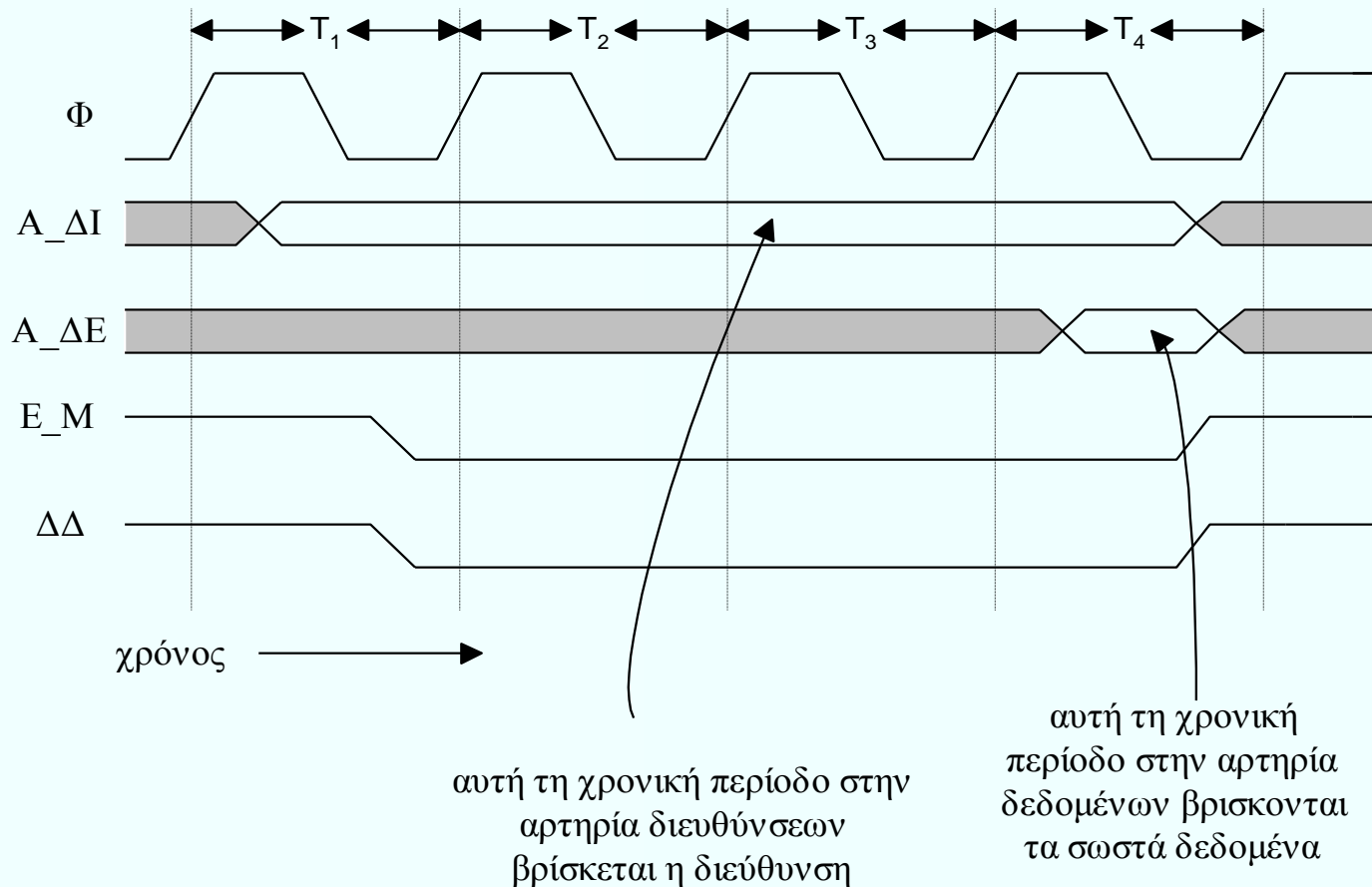


Καθορισμός διεύθυνσης συσκευής εισόδου/εξόδου

Η διεύθυνση είναι δυνατόν να είναι:

- α. Αποθηκευμένη σε ένα καταχωρητή μόνο ανάγνωσης
οπότε η συσκευή εισόδου/εξόδου δε μπορεί να αλλάξει
διεύθυνση
- β. Να τίθεται με το χέρι, θέτοντας στην κατάλληλη θέση μια
σειρά από διακόπτες δύο θέσεων
- γ. Να καθορίζεται κατά τη διαδικασία της εγκατάστασης της
συσκευής εισόδου/εξόδου γράφοντας σε έναν
καταχωρητή

Σύγχρονη αρτηρία επεξεργαστή-μνήμης



Φ: χρονικό σήμα

A_ΔI: περιεχόμενα της αρτηρίας διευθύνσεων

A_ΔE: περιεχόμενα της αρτηρίας δεδομένων

E_M: σήμα επιλογής μνήμης

ΔΔ: σήμα ανάωσης/εγγραφής

Σύγχρονες Αρτηρίες

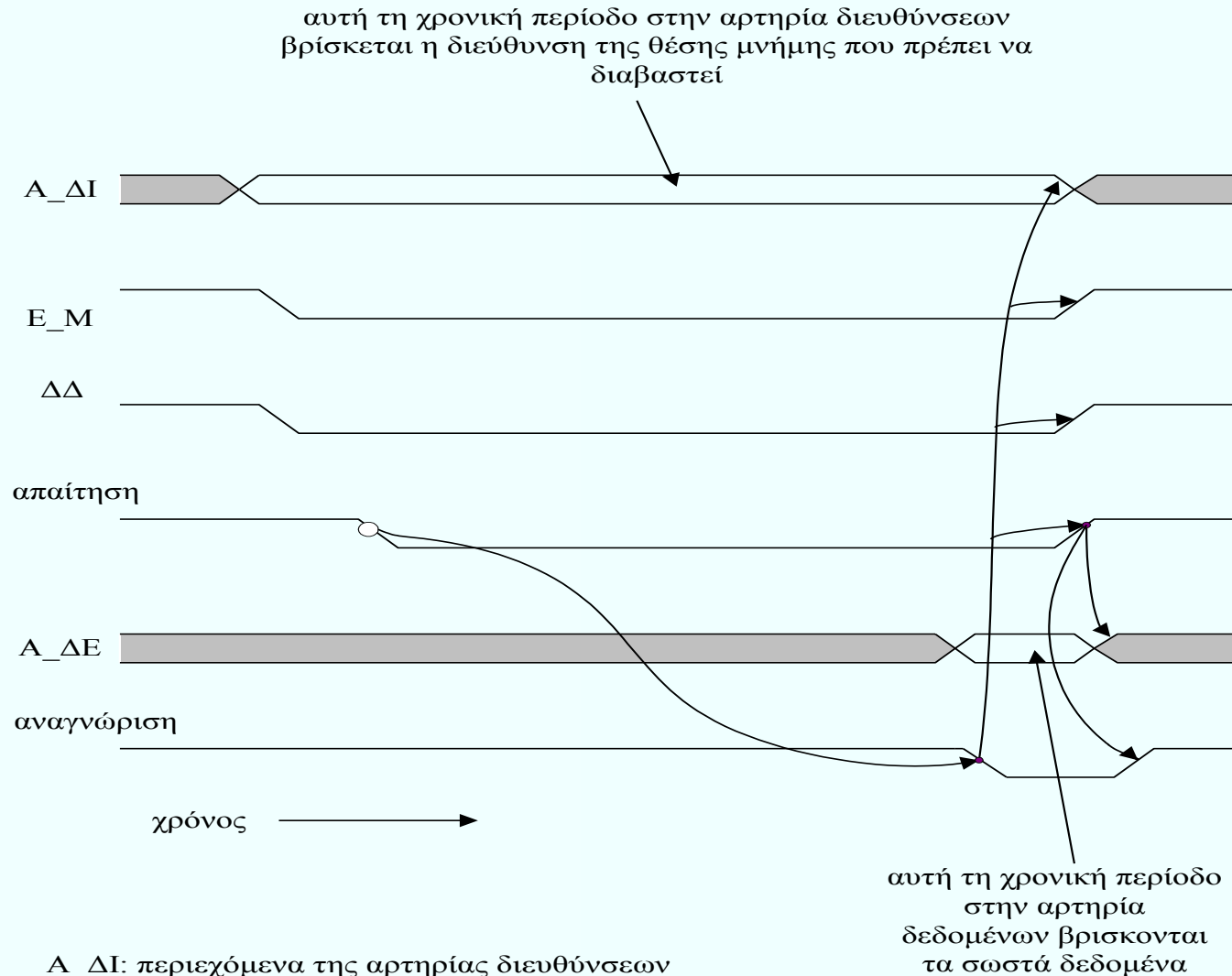
Πλεονεκτήματα:

- Μεγάλη ταχύτητα υπό όρους
- Μικρό κόστος υλοποίησης του πρωτόκολλου

Μειονεκτήματα:

- Όλες οι μονάδες που είναι συνδεδεμένες στην αρτηρία πρέπει να χρησιμοποιούν το ίδιο σήμα χρονισμού
- Εάν είναι γρήγορες δεν μπορούν να έχουν μεγάλο μήκος
- Για να είναι γρήγορες το πλήθος των μονάδων που συνδέεται σ' αυτές πρέπει να είναι μικρό

Ασύγχρονη αρτηρία επεξεργαστή-μνήμης



A_ΔI: περιεχόμενα της αρτηρίας διευθύνσεων

A_ΔE: περιεχόμενα της αρτηρίας δεδομένων

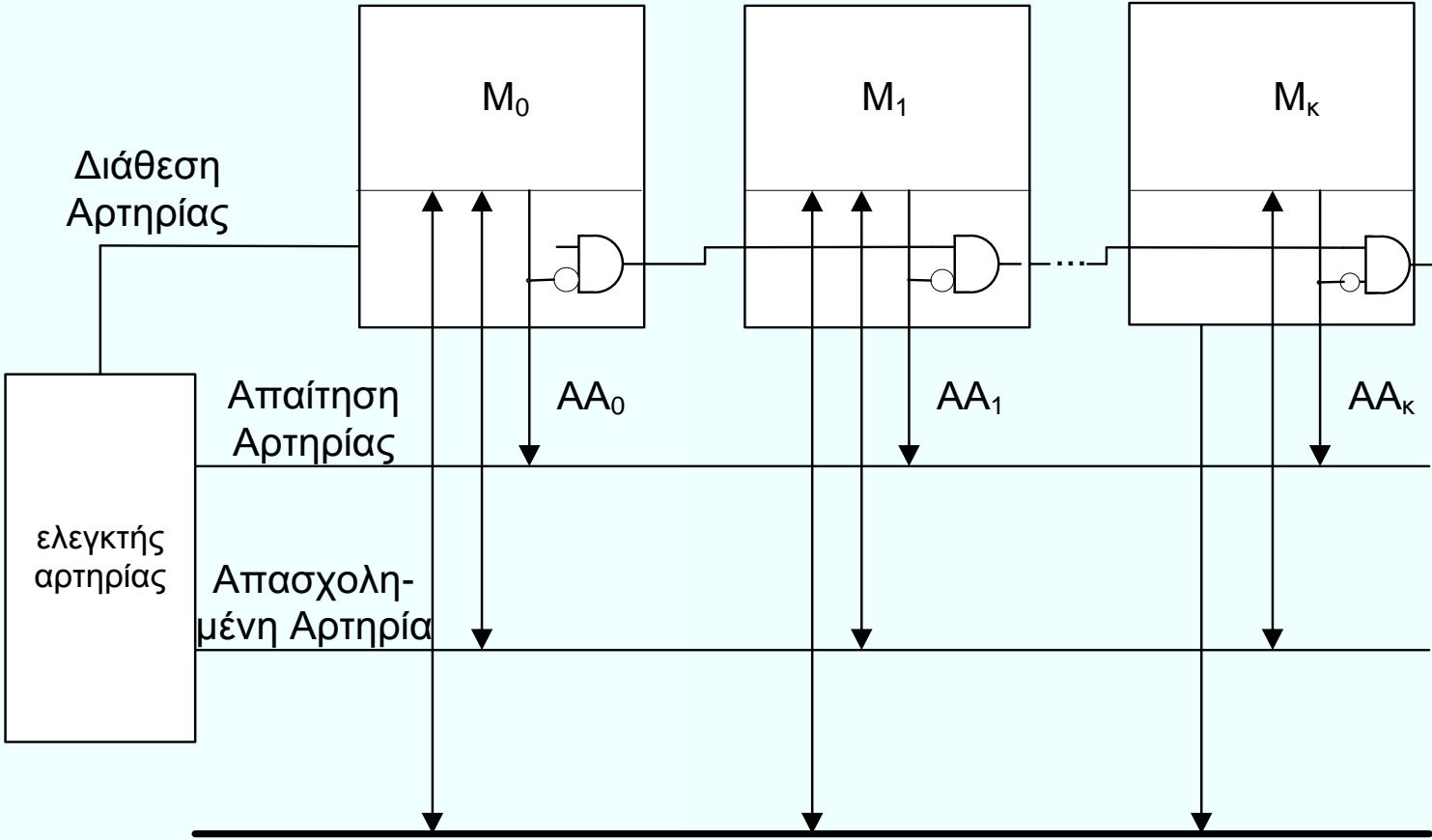
E_M: σήμα επιλογής μνήμης

ΔΔ: σήμα ανάγνωσης/εγγραφής

Σύγχρονες αρτηρίες με δυνατότητα εισαγωγής κύκλων καθυστέρησης

Διαιτησία

- Η αρτηρία χρησιμοποιείται ήδη
- Την ίδια χρονική στιγμή απαιτούν την αρτηρία περισσότερες από μια μονάδες



Διαιτησία με χρήση αλυσίδας προτεραιότητας

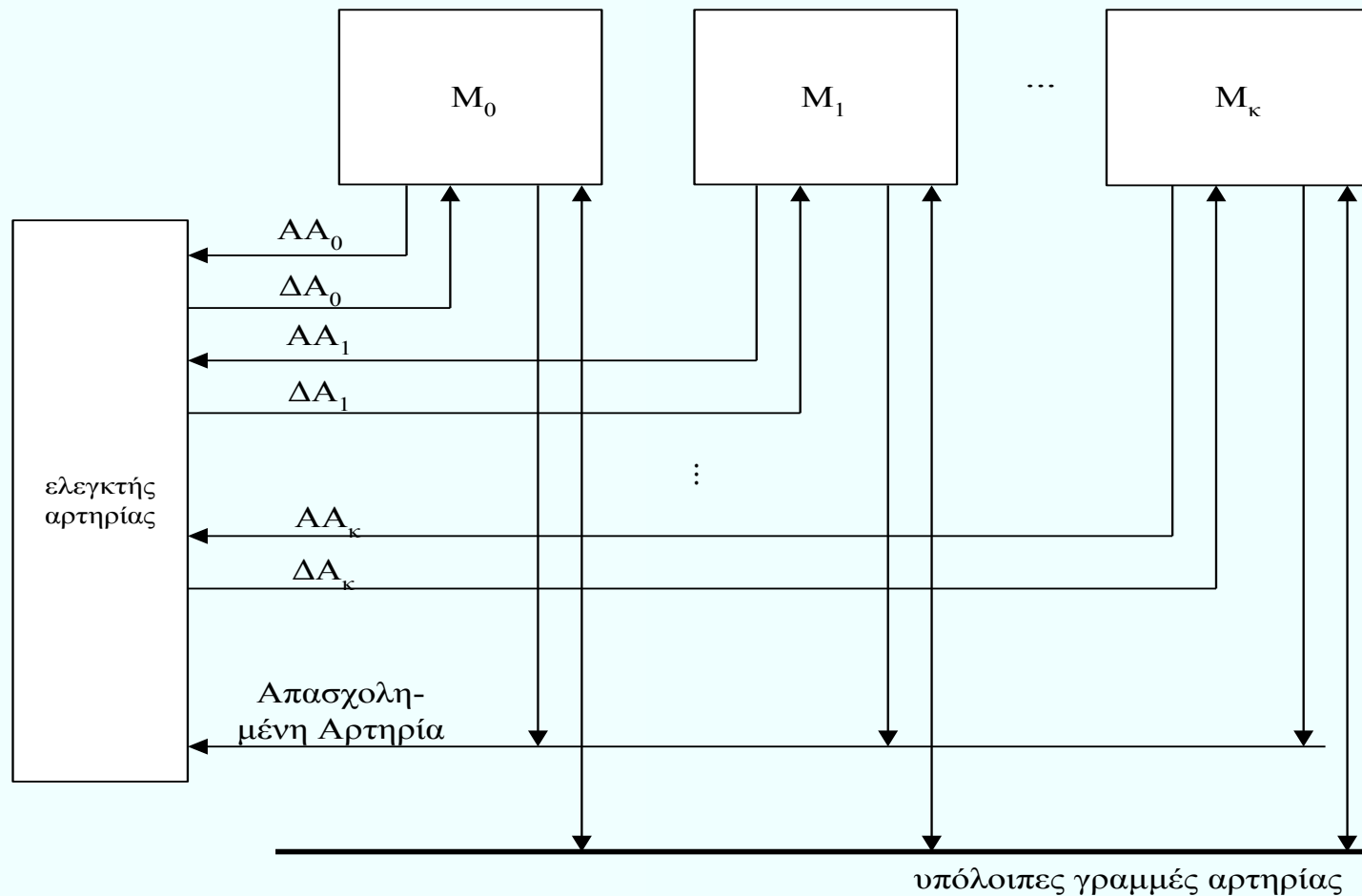
Πλεονεκτήματα:

- απλότητα υλοποίησης

Μειονεκτήματα:

- έλλειψη δικαιοσύνης
- η προτεραιότητα των μονάδων που είναι στην αρτηρία δεν μπορεί να αλλάξει κάτω από τον έλεγχο κάποιου προγράμματος

Κεντρική παράλληλη διαιτησία



Κεντρική παράλληλη διαιτησία

Σχήμα προτεραιότητας

- Σταθερή προτεραιότητα (υλοποίηση ελεγκτή με κωδικοποιητή προτεραιότητας)
 - Πλεονεκτήματα: απλότητα υλοποίησης
 - Μειονεκτήματα: έλλειψη δικαιοσύνης
- προγραμματιζόμενος ελεγκτής
- σχήμα εναλλασσόμενης προτεραιότητας (rotating priority)

Κατανεμημένη διαιτησία (distributed arbitration)

- α. Κατανεμημένη διαιτησία με αυτό-επιλογή
(distributed arbitration with self-selection)
και
- β. Κατανεμημένη διαιτησία με ανίχνευση
σύγκρουσης (distributed arbitration with
collision detection)

Επιλογή σχήματος διαιτησίας

Η επιλογή ενός συγκεκριμένου σχήματος διαιτησίας εξαρτάται από χαρακτηριστικά όπως:

- ο αριθμός των μονάδων που συνδέονται στην αρτηρία
- το μήκος της αρτηρίας
- η απαιτούμενη ταχύτητα του σχήματος διαιτησίας και ο απαιτούμενος βαθμός δικαιοσύνης

Τεχνικές σηματοδότησης (signaling)

Σηματοδότηση (signaling):

Η μέθοδος που χρησιμοποιείται για να μεταφέρουμε ψηφιακή πληροφορία από μία θέση σε κάποια άλλη κωδικοποιώντας τις λογικές τιμές 0 και 1 με φυσικά μεγέθη όπως είναι το δυναμικό (π.χ. δυναμικό V και 0 volts για την αναπαράσταση των λογικών 1 και 0) ή το ρεύμα (π.χ. θετικά και αρνητικά ρεύματα $\pm 2,5$ mA για την αναπαράσταση των λογικών 1 και 0).

πχ. διαφορική σηματοδότηση

Ταχύτητα αρτηρίας

Μέτρα απόδοσης:

- καθυστέρηση (latency)

f (μήκος αρτηρίας, πλήθος των μονάδων που είναι συνδεδεμένες με την αρτηρία)

- ρυθμός μεταφοράς

Ρυθμός μεταφοράς = f (εύρος της αρτηρίας δεδομένων, ύπαρξη διακριτών γραμμών δεδομένων και διευθύνσεων, μεταφορά συνόλου από λέξεις)

Διαδικασία εισόδου-εξόδου

Η επικοινωνία της ΚΜΕ με τις μονάδες εισ/εξ αφορά:

- τη διακίνηση πληροφορίας ελέγχου και
- τη διακίνηση δεδομένων από και προς τις μονάδες εισ/εξ

Διαδικασία εισόδου-εξόδου

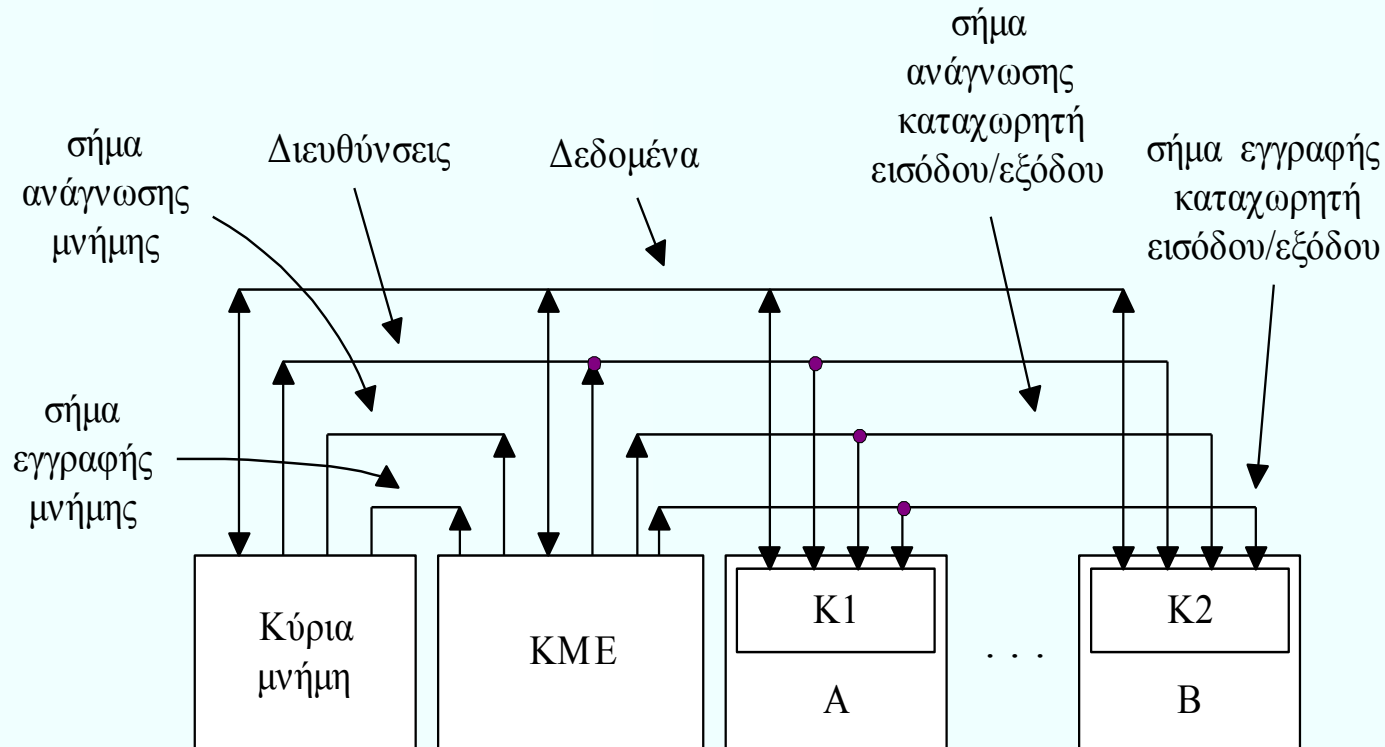
Η διακίνηση πληροφορίας ελέγχου αφορά:

- την αποστολή εντολών από την ΚΜΕ στις μονάδες
εισ/εξ
- τη μεταφορά πληροφορίας στη ΚΜΕ σχετικά με την
κατάσταση κάποιας μονάδας εισ/εξ ή
- της απαίτησής της για εξυπηρέτηση

Αποστολή εντολών από την ΚΜΕ στις μονάδες εισ/εξ

- διακριτές εντολές εισόδου εξόδου
- κοινές εντολές αναφοράς στη μνήμη

Διακριτοί χώροι διευθύνσεων μνήμης και εισόδου/εξόδου

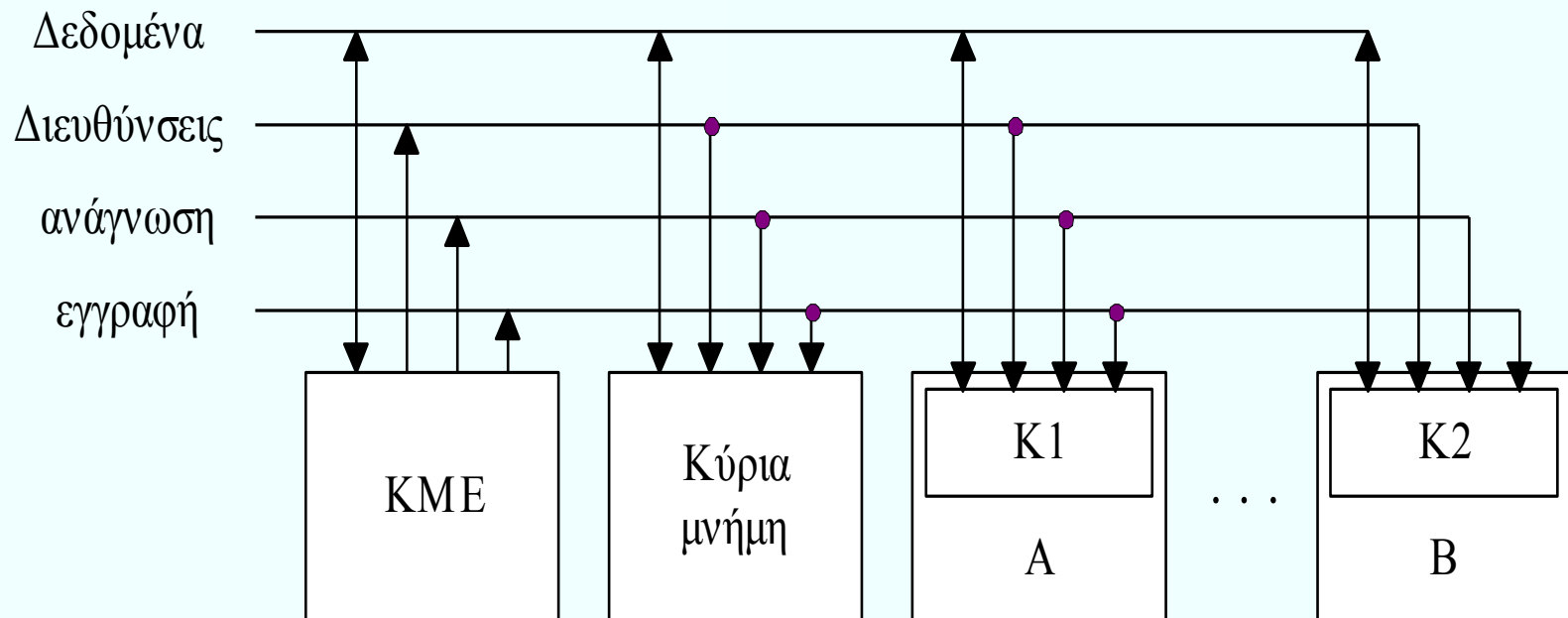


A, B: μονάδες εισόδου/εξόδου

K1, K2: ένας ή περισσότεροι καταχωρητές ανάλογα της συγκεκριμένης μονάδας εισόδου/εξόδου.

πχ. Intel 80x86

Ενιαίος χώρος διευθύνσεων μνήμης και εισόδου/εξόδου



A, B: μονάδες εισόδου/εξόδου

K1, K2: ένας ή περισσότεροι καταχωρητές ανάλογα της συγκεκριμένης μονάδας εισόδου/εξόδου.

πχ. Motorola 680x0

Διαδικασία εισόδου-εξόδου

Διακίνηση πληροφορίας από κάποια συσκευή εισ/εξ προς την ΚΜΕ σχετικά με την κατάστασή της ή απαίτηση εξυπηρέτησής της:

- ο χρονοπρογραμματισμένος έλεγχος της μονάδας εισόδου/εξόδου (polling) και
- η χρήση σημάτων διακοπής (interrupts)

Σήματα διακοπής

- Η ΚΜΕ μπορεί να αγνοήσει ένα σήμα διακοπής;
- Όταν πολλές μονάδες εισ/εξ μπορούν να στείλουν σήμα διακοπής τότε πως η ΚΜΕ αναγνωρίζει ποιος το έστειλε;
Ποια θα εξυπηρετηθεί πρώτη;
- Εμφωλευμένα σήματα διακοπής;

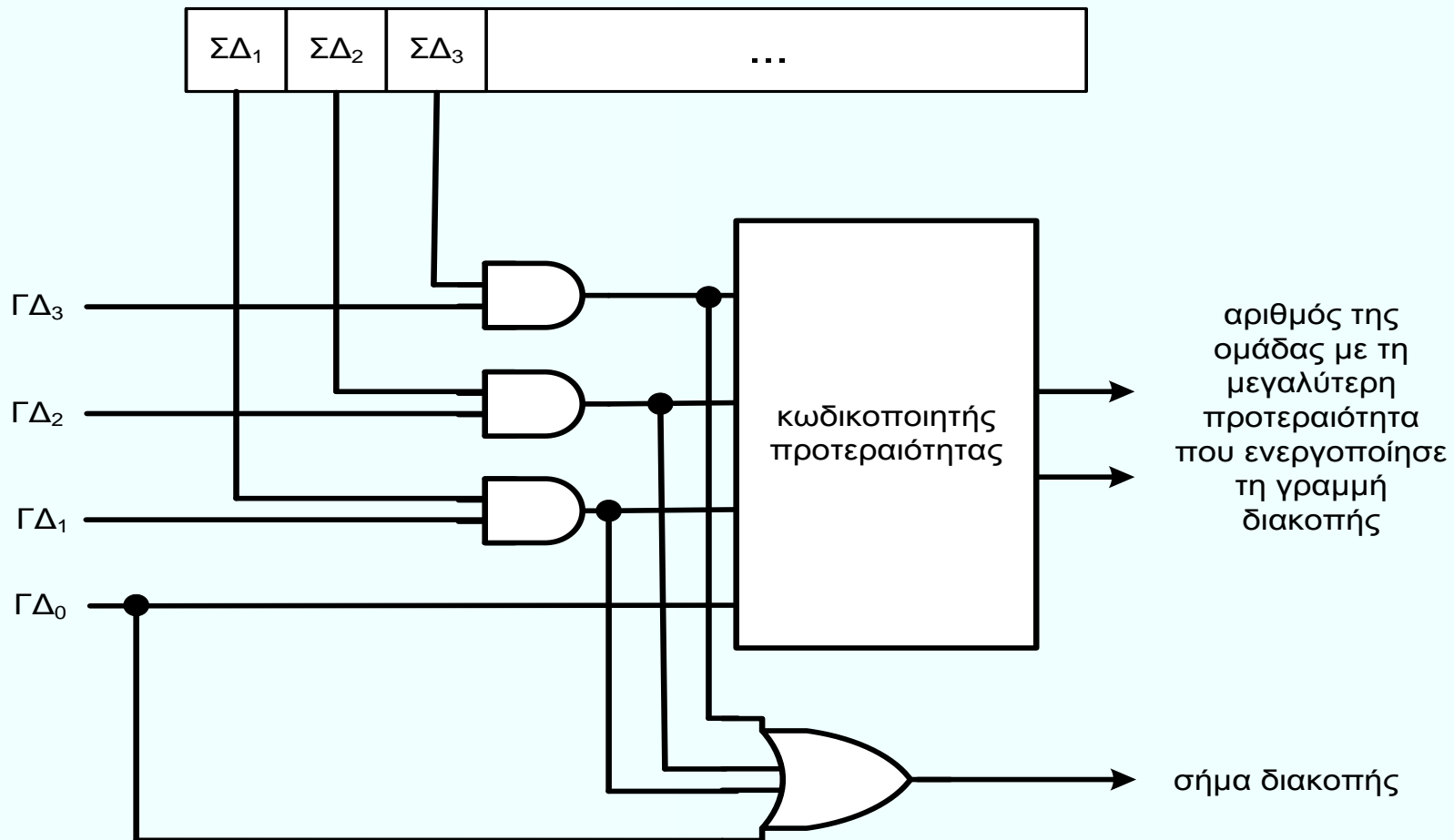
Σήματα διακοπής

- Απενεργοποιούμενα (maskable) σήματα διακοπής
- Μη απενεργοποιούμενα σήματα διακοπής (non maskable)

Αναγνώριση μονάδας

- Μια γραμμή σήματος διακοπής
 - Ανάγνωση του καταχωρητή κατάστασης
 - Χρήση αλυσίδας προτεραιότητας
- Πολλές γραμμές σημάτων διακοπής

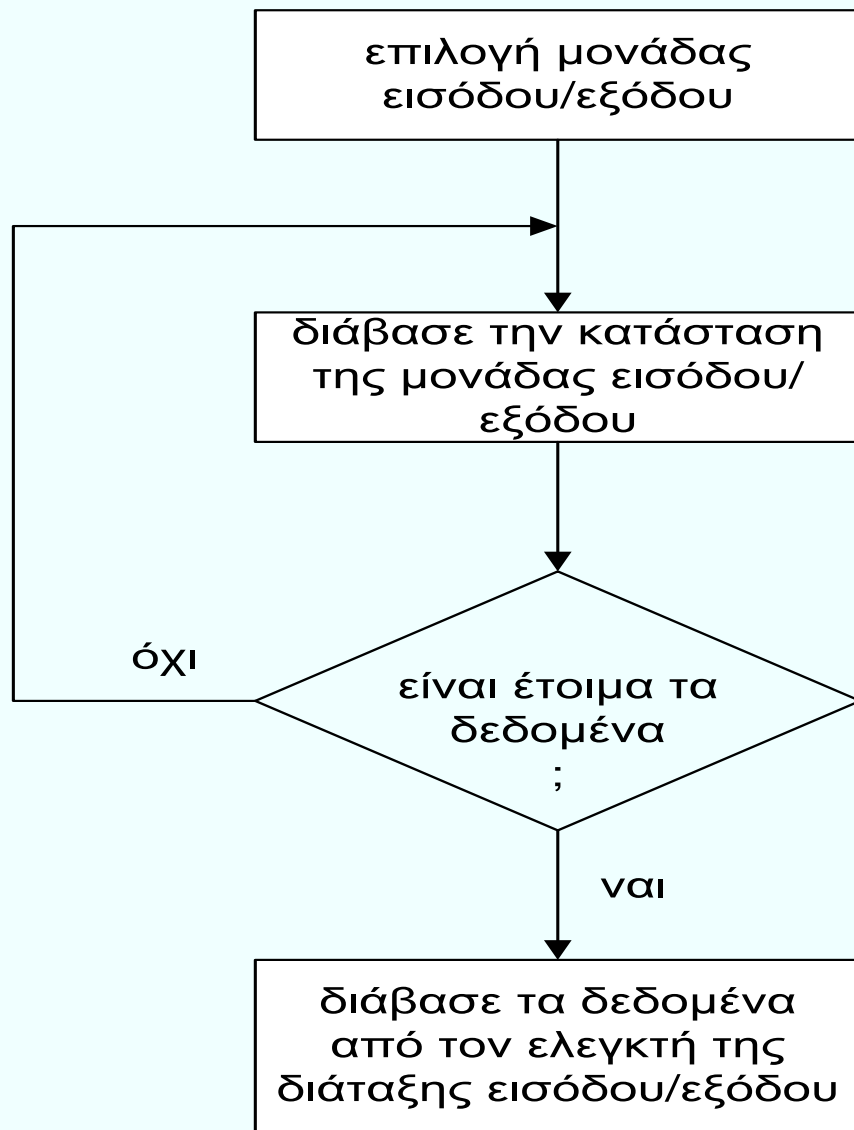
Δομή του κωδικοποιητή προτεραιότητας στην περίπτωση που η γραμμή ΓΔ0 αντιστοιχεί σε μη απενεργοποιούμενο σήμα διακοπής, ενώ οι γραμμές διακοπής ΓΔ1, ΓΔ2 και ΓΔ3 αντιστοιχούν σε σήματα διακοπής με δυνατότητα απενεργοποίησης



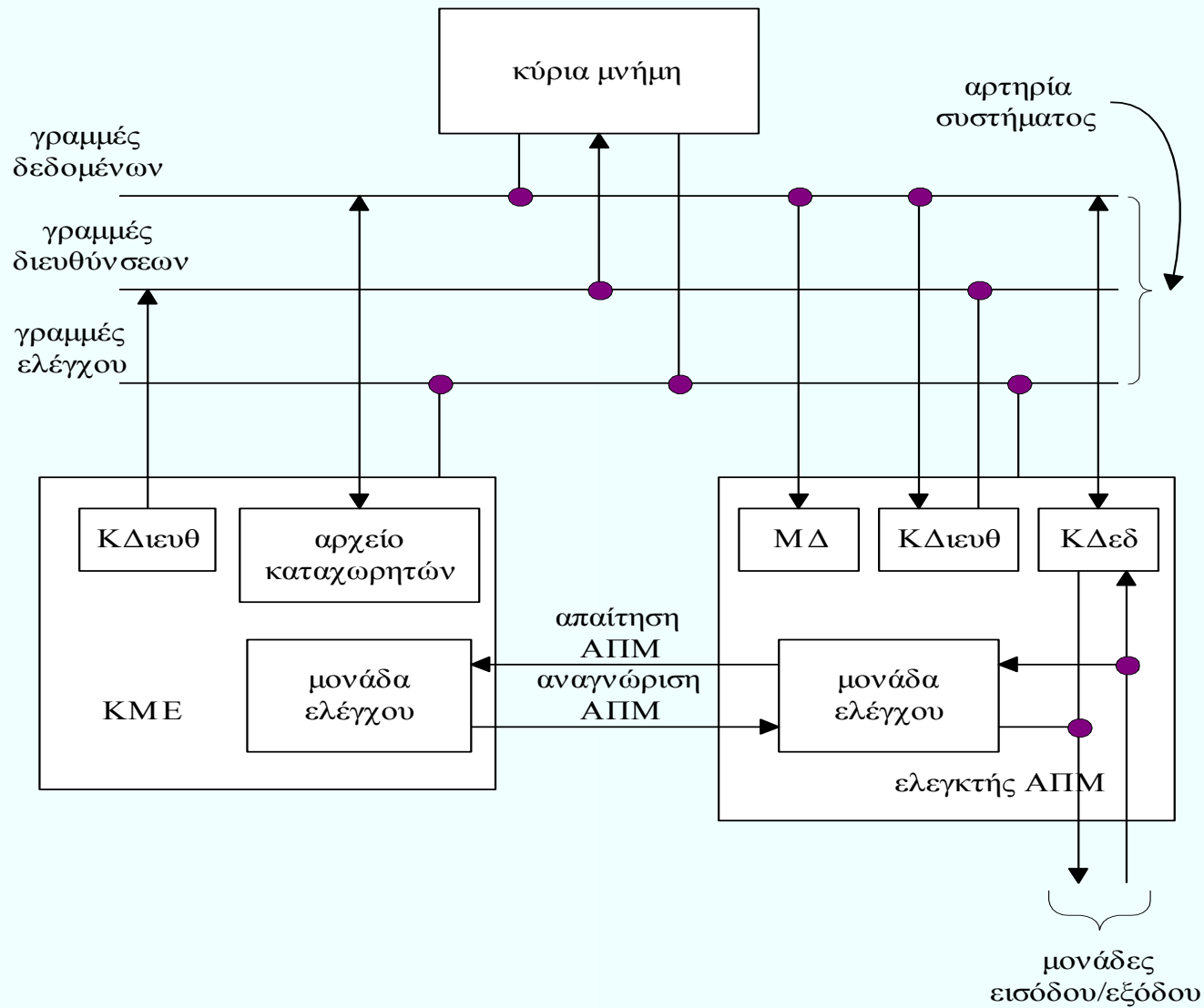
$\Sigma\Delta_i = 0$ συνεπάγεται ότι τα σήματα διακοπής μέσω της γραμμής $\Gamma\Delta_i$ είναι απενεργοποιημένα

Εμφωλευμένα σήματα διακοπής;

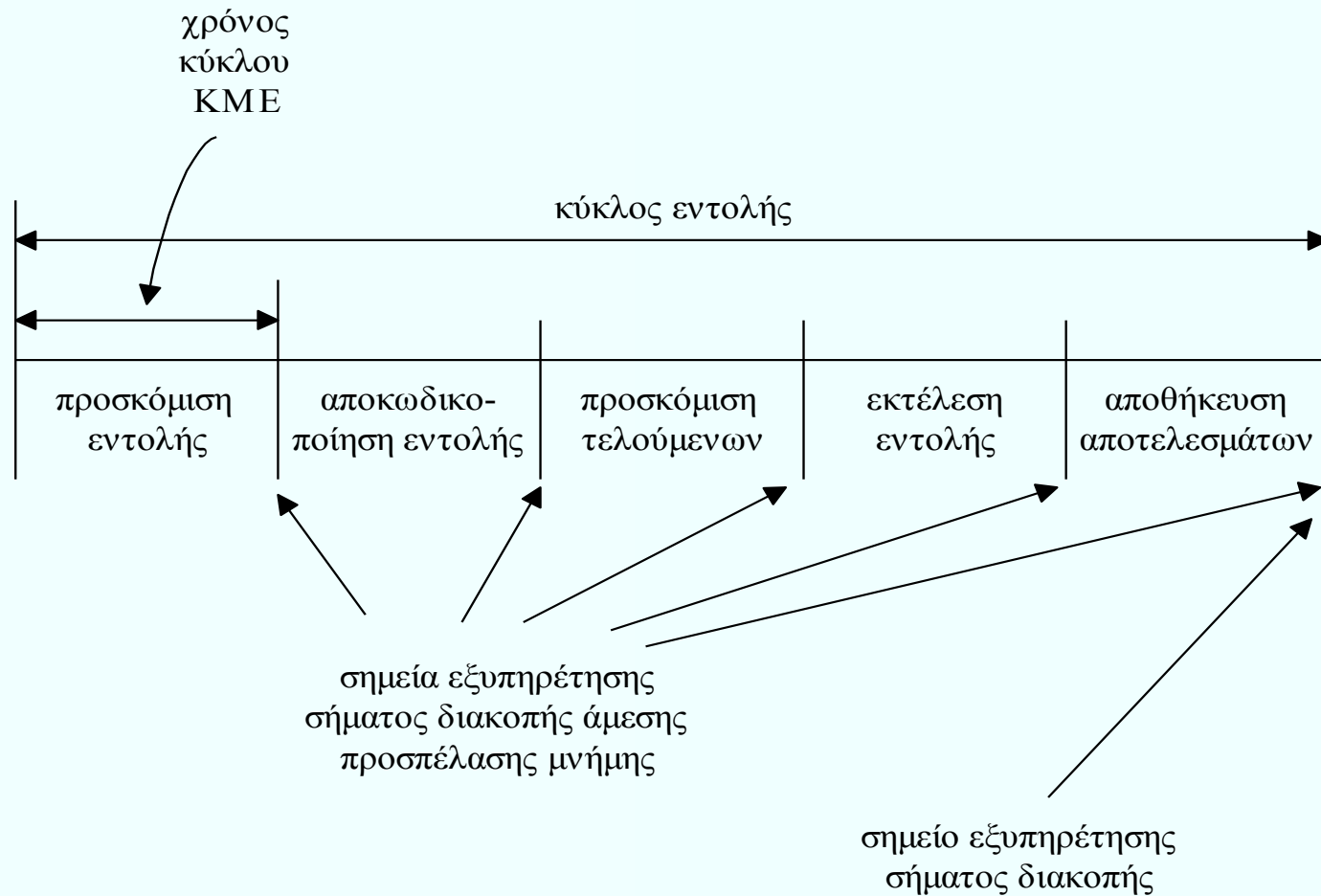
Προγραμματισμένη διαδικασία εισόδου/εξόδου



Απλό σύστημα με δυνατότητα άμεσης προσπέλασης μνήμης



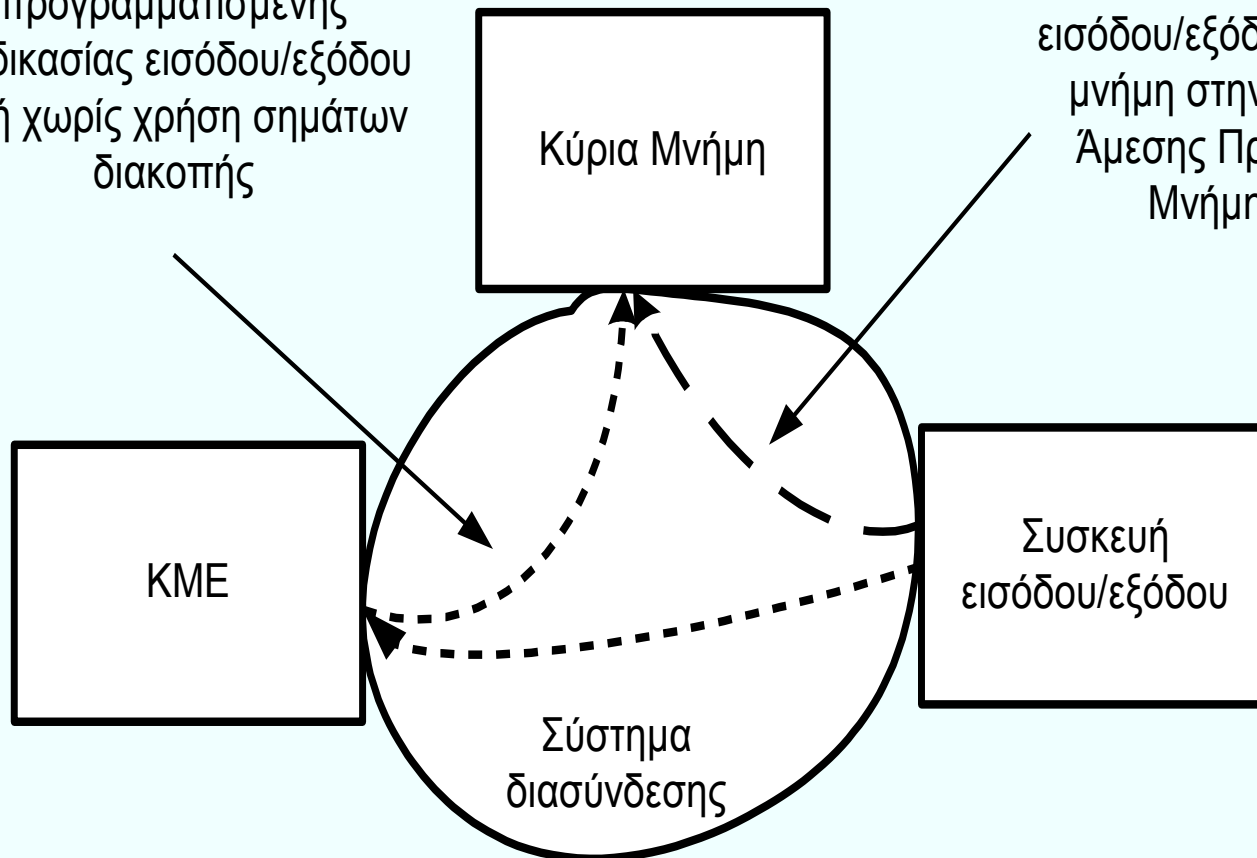
Σημεία εξυπηρέτησης σήματος διακοπής και άμεσης προσπέλασης μνήμης



Μεταφορά πληροφορίας από συσκευή εισ/εξ στην κύρια μνήμη

Μεταφορά πληροφορίας
από συσκευή
εισόδου/εξόδου στην κύρια
μνήμη στην περίπτωση
προγραμματισμένης
διαδικασίας εισόδου/εξόδου
με ή χωρίς χρήση σημάτων
διακοπής

Μεταφορά πληροφορίας
από συσκευή
εισόδου/εξόδου στην κύρια
μνήμη στην περίπτωση
✓ Άμεσης Προσπέλασης
Μνήμης, ΑΠΜ



Ρόλος του λειτουργικού συστήματος στη διαδικασία εισόδου/εξόδου

- Προστασία
- Προσφορά ρουτινών χειρισμού των μονάδων εισόδου/εξόδου