

Οργάνωση και Αρχιτεκτονική Υπολογιστών

Κεφάλαιο 7.4

E/E Οδηγούμενη από Διακοπές

- Το πρόβλημα με την προγραμματιζόμενη E/E είναι ότι ο επεξεργαστής πρέπει να περιμένει ώστε η μονάδα E/E που τον ενδιαφέρει να είναι έτοιμη να λάβει ή να στείλει δεδομένα. Θα πρέπει επαναληπτικά να εξετάζει την κατάσταση της μονάδας E/E που έχει ως αποτέλεσμα την σημαντική μείωση της απόδοσης του συστήματος.
- Εναλλακτική μέθοδος είναι να εκδίδει ο επεξεργαστής μια εντολή E/E προς τη μονάδα και να συνεχίζει εκτελώντας μια άλλη εργασία. Η μονάδα E/E θα διακόψει τον επεξεργαστή για να ζητήσει εξυπηρέτηση μόλις είναι έτοιμη να ανταλλάξει δεδομένα με αυτόν. Στη συνέχεια ο επεξεργαστής εκτελεί τη μεταφορά των δεδομένων και έπειτα συνεχίζει την προηγούμενη εργασία του.

E/E Οδηγούμενη από Διακοπές

- Από την πλευρά της μονάδας E/E, για λειτουργία εισόδου, η μονάδα λαμβάνει μια εντολή READ από τον επεξεργαστή.
- Η μονάδα E/E διαβάζει τα δεδομένα από την αντίστοιχη περιφερειακή συσκευή.
- Από τη στιγμή που τα δεδομένα βρεθούν στον καταχωρητή δεδομένων της μονάδας, η μονάδα στέλνει ένα σήμα διακοπής προς τον επεξεργαστή μέσω μιας γραμμής ελέγχου.
- Στη συνέχεια, η μονάδα περιμένει μέχρι τα δεδομένα να ζητηθούν από τον επεξεργαστή.
- Όταν συμβεί αυτό, η μονάδα τοποθετεί τα δεδομένα στον δίαυλο δεδομένων και είναι έτοιμη για επόμενη λειτουργία E/E.

Ε/Ε Οδηγούμενη από Διακοπές

- Από την πλευρά του επεξεργαστή, για μια λειτουργία εισόδου οι ενέργειες είναι:
- Εκδίδει μια εντολή READ
- Εκτελεί μια άλλη εργασία
- Στο τέλος κάθε κύκλου εντολής, ο επεξεργαστής ελέγχει για τυχόν διακοπές.
- Σε περίπτωση διακοπής από τη μονάδα E/E, ο επεξεργαστής αποθηκεύει οτιδήποτε σχετίζεται με την εργασία του στο τρέχον πρόγραμμα και επεξεργάζεται τη διακοπή.
- Διαβάζει τη λέξη δεδομένων από τη μονάδα E/E και την αποθηκεύει στη μνήμη.
- Επαναφέρει τα δεδομένα του προγράμματος που είχε διακόψει και συνεχίζει την εκτέλεση.

Επεξεργασία των Διακοπών

- Η εμφάνιση μιας διακοπής πυροδοτεί μια σειρά από γεγονότα τόσο στο υλικό του επεξεργαστή όσο και στο λογισμικό. Όταν μια συσκευή E/E ολοκληρώσει μια λειτουργία E/E τότε συμβαίνει η παρακάτω ακολουθία γεγονότων στο υλικό:
 1. Η συσκευή εκδίδει ένα σήμα διακοπής προς τον επεξεργαστή
 2. Ο επεξεργαστής ολοκληρώνει την εκτέλεση της τρέχουσας εντολής πριν αποκριθεί στη διακοπή
 3. Ελέγχει αν υπάρχει διακοπή, καταλαβαίνει ότι συμβαίνει και στέλνει ένα σήμα επιβεβαίωσης στη συσκευή η οποία είχε εκδώσει τη διακοπή. Η επιβεβαίωση επιτρέπει στη συσκευή να αφαιρέσει τη σήμα διακοπής της
 4. Ο επεξεργαστής πρέπει να ετοιμαστεί για να μεταφέρει τον έλεγχο στη ρουτίνα διακοπών. →

Υλικό

Ο ελεγκτής συσκευής
ή άλλο υλικό του συστή-
ματος εκδίδει μια διακοπή

Ο επεξεργαστής
ολοκληρώνει την εκτέλεση
της τρέχουσας εντολής

Ο επεξεργαστής στέλνει
ένα σήμα επιβε-
βαίωσης της διακοπής

Ο επεξεργαστής ωθεί
τις τιμές των PSW και
PC στη στοίβα ελέγχου

Ο επεξεργαστής φορτώνει
νέα τιμή του PC βάσει της
διακοπής

Λογισμικό

Αποθήκευση του υπολοί-
που των πληροφοριών κα-
τάστασης της διεργασίας

Διακοπή διεργασίας

Ανάκτηση πληροφοριών
κατάστασης διεργασίας

Ανάκτηση παλαιών
PSW και PC

PSW: Λέξη κατάστασης επεξεργαστη
PC: Μετρητής προγράμματος

Επεξεργασία των Διακοπών

→ Θα πρέπει να αποθηκεύσει τις πληροφορίες οι οποίες είναι αναγκαίες για να επανεκκινήσει το τρέχον πρόγραμμα στο σημείο όπου έγινε η διακοπή. Οι ελάχιστες απαιτούμενες πληροφορίες είναι:

- a) Η κατάσταση του επεξεργαστή η οποία περιέχεται σε ένα καταχωρητή γνωστό ως λέξη κατάστασης προγράμματος
- b) Η θέση της επόμενης εντολής η οποία πρόκειται να εκτελεστεί, η οποία περιέχεται στο μετρητή προγράμματος

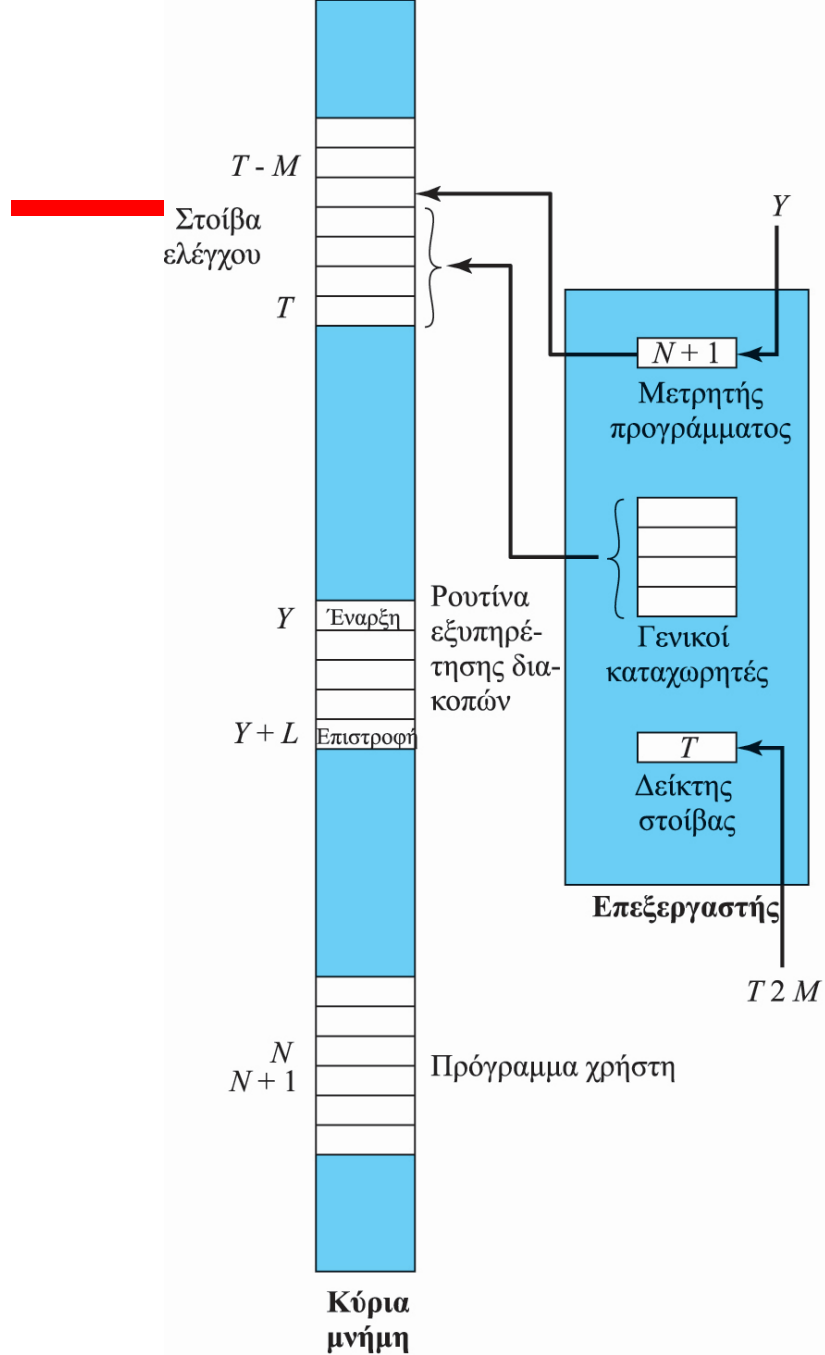
5. Στο σημείο αυτό, ο επεξεργαστής φορτώνει στον μετρητή προγράμματος τη θέση εισαγωγής του προγράμματος διαχείρισης διακοπών, το οποίο θα αποκριθεί σε αυτή. Αναλόγως με την αρχιτεκτονική και το λειτουργικό είναι δυνατόν να υπάρχει ένα τέτοιο →

Επεξεργασία των Διακοπών

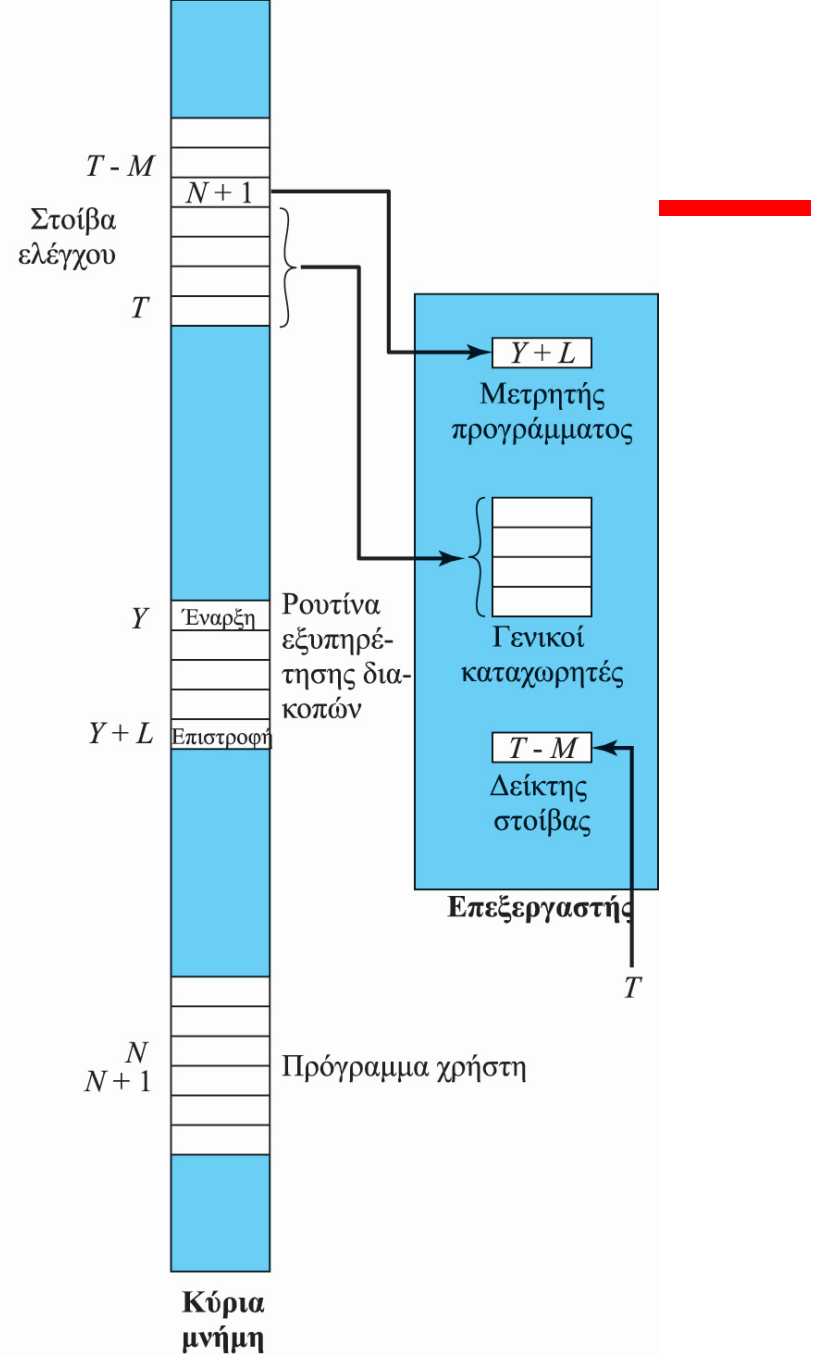
- πρόγραμμα για κάθε τύπο διακοπής ή ένα πρόγραμμα για κάθε συσκευή και κάθε τύπο διακοπής. Αν υπάρχουν περισσότερες από μία ρουτίνες διαχείρισης διακοπών, ο επεξεργαστής αποφασίζει ποια θα ενεργοποιηθεί. Αυτή η πληροφορία είναι πιθανό να περιλαμβάνεται μέσα στο αρχικό σήμα διακοπής, διαφορετικά ο επεξεργαστής θα πρέπει να εκδώσει μια αίτηση προς τη συσκευή η οποία εξέδωσε τη διακοπή, για να λάβει μια απόκριση η οποία περιέχει την αναγκαία πληροφορία.
- Μόλις φορτωθεί ο μετρητής προγράμματος, ο επεξεργαστής προχωρά στον επόμενο κύκλο εντολής που ξεκινά με την ανάκληση μιας εντολής. Η ανάκληση προσδιορίζεται από το περιεχόμενο του μετρητή προγράμματος, άρα ο έλεγχος μεταφέρεται στο πρόγραμμα διαχείρισης διακοπών.

Επεξεργασία των Διακοπών

6. Ο μετρητής προγράμματος και η λέξη κατάστασης του προγράμματος που σχετίζεται με αυτό που διεκόπη, έχουν αποθηκευτεί στη στοίβα του συστήματος. Είναι αναγκαίο να αποθηκευτούν και τα περιεχόμενα των καταχωρητών του επεξεργαστή, επειδή αυτοί θα χρησιμοποιηθούν από τη ρουτίνα διαχείρισης διακοπών. Όλες αυτές οι τιμές μαζί με οποιεσδήποτε άλλες πληροφορίες κατάστασης, πρέπει να αποθηκευτούν. Η ρουτίνα διαχείρισης διακοπών θα ξεκινήσει αποθηκεύοντας τα περιεχόμενα όλων των καταχωρητών στη στοίβα.
7. Στη συνέχεια η ρουτίνα εξυπηρέτησης διακοπών επεξεργάζεται τη διακοπή. Η επεξεργασία περιλαμβάνει την εξέταση των πληροφοριών οι οποίες σχετίζονται με τη λειτουργία E/E ή με άλλα γεγονότα τα οποία →



(α) Εμφάνιση διακοπής μετά την εντολή που βρίσκεται στη θέση N



(β) Επιστροφή από διακοπή

Επεξεργασία των Διακοπών

- προκάλεσαν τη διακοπή. Είναι δυνατόν να περιλαμβάνει την αποστολή επιπλέον εντολών ή επιβεβαιώσεων προς τη συσκευή E/E.
- 8. Όταν ολοκληρωθεί η επεξεργασία της διακοπής, εξάγονται από τη στοίβα οι αποθηκευμένες τιμές των καταχωρητών και επανατοποθετούνται στους καταχωρητές.
- 9. Η τελευταία ενέργεια αφορά την ανάκτηση της λέξης κατάστασης του προγράμματος και της τιμής του μετρητή προγράμματος από τη στοίβα. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα η επόμενη εντολή που θα εκτελεστεί να ανήκει στο πρόγραμμα που διεκόπη.

Επεξεργασία των Διακοπών

Η αποθήκευση όλων αυτών των πληροφοριών οφείλεται στο γεγονός ότι η διακοπή δεν είναι ρουτίνα που καλείται από το πρόγραμμα. Είναι δυνατόν να συμβεί κάθε χρονική στιγμή, σε κάθε σημείο εκτέλεσης του προγράμματος του χρήστη. Δεν είναι προβλέψιμη.

Θέματα Σχεδίασης

- Δύο θέματα σχεδίασης προκύπτουν όταν υλοποιείται Ε/Ε οδηγούμενη από διακοπές:
 - A. Πως καταλαβαίνει ο επεξεργαστής ποια συσκευή προκάλεσε την διακοπή?
 - B. Αν έχουν συμβεί πολλές διακοπές, με ποιο τρόπο ο επεξεργαστής θα αποφασίσει ποια θα επεξεργαστεί?
- Εξετάζοντας το A υπάρχουν 4 γενικές κατηγορίες τεχνικών που χρησιμοποιούνται:
 - 1) Πολλαπλές γραμμές διακοπών
 - 2) Δημοσκόπηση μέσω λογισμικού
 - 3) Αλυσιδωτή εξέταση (επιλογή μέσω υλικού, διανυσματική)
 - 4) Διαιτησία διαύλου (διανυσματική)

Θέματα Σχεδίασης

- Η πιο εύκολη προσέγγιση είναι η παροχή **πολλαπλών γραμμών διακοπών**. Δεν είναι πρακτικό να δεσμευτούν περισσότερες από ένα μικρό πλήθος γραμμών του διαύλου ή ακροδεκτών του επεξεργαστή. Είναι πιθανό κάθε γραμμή να έχει πολλές μονάδες E/E συνδεδεμένες και θα πρέπει σε κάθε γραμμή να χρησιμοποιηθεί μία από τις άλλες τεχνικές.
- Εναλλακτική είναι η **επιλογή μέσω λογισμικού**. Όταν ο επεξεργαστής ανιχνεύσει μια διακοπή κάνει διακλάδωση σε μια ρουτίνα εξυπηρέτησης διακοπών που ρωτά κάθε μονάδα E/E για να καθορίσει ποια προκάλεσε τη διακοπή. Αυτή η δημοσκόπηση θα μπορούσε να έχει τη μορφή ξεχωριστής εντολής. Ενεργοποιεί τη γραμμή εντολής και τοποθετεί τη διεύθυνση της συγκεκριμένης μονάδας στις γραμμές διεύθυνσης. Η μονάδα E/E →

Θέματα Σχεδίασης

- αποκρίνεται θετικά αν έχει προκαλέσει τη διακοπή. Εναλλακτικά κάθε μονάδα θα μπορούσε να έχει ένα διευθυνσιοδοτούμενο καταχωρητή κατάστασης. Μετά ο επεξεργαστής διαβάζει τον καταχωρητή κατάστασης κάθε μονάδας για να αναγνωρίσει ποια προκάλεσε τη διακοπή. Όταν προσδιοριστεί η μονάδα, ο επεξεργαστής κάνει μια διακλάδωση σε μια ρουτίνα εξυπηρέτησης συσκευής που είναι ειδική για τη συγκεκριμένη συσκευή. Είναι χρονοβόρα.
- Μια αποτελεσματική τεχνική είναι η **αλυσιδωτή εξέταση** που παρέχει μια δημοσκόπηση σε επίπεδο υλικού. Για τις διακοπές όλες οι μονάδες E/E μοιράζονται μια κοινή γραμμή αίτησης διακοπών. Η γραμμή επιβεβαίωσης συνδέεται αλυσιδωτά με τις μονάδες. Όταν ανιχνευθεί μια διακοπή, ο επεξεργαστής ζητά →

Θέματα Σχεδίασης

- μια επιβεβαίωση διακοπής. Το σήμα διαδίδεται μέσα από μια σειρά μονάδων E/E μέχρι να φτάσει σε αυτή που έκανε την αίτηση. Τυπικά μόνο αυτή αποκρίνεται τοποθετώντας μια λέξη στη γραμμή δεδομένων. Είναι ένα μοναδικό αναγνωριστικό που αναφέρεται ως διάνυσμα. Ο επεξεργαστής χρησιμοποιεί το διάνυσμα ως δείκτη προς την κατάλληλη ρουτίνα εξυπηρέτησης της συσκευής. Έτσι αποφεύγεται η ανάγκη εκτέλεσης μιας γενικής ρουτίνας εξυπηρέτησης διακοπών. Η τεχνική είναι γνωστή και ως διανυσματική διακοπή.
- Μια ακόμη τεχνική που χρησιμοποιεί διανυσματικές διακοπές είναι η **διαιτησία διαύλου**. Με αυτή την τεχνική, η μονάδα E/E θα πρέπει πρώτα να λάβει τον έλεγχο του διαύλου πριν είναι σε θέση να ενεργοποιήσει τη γραμμή αίτησης διακοπής. Όταν ο επεξεργαστής →

Θέματα Σχεδίασης

- ανιχνεύσει τη διακοπή, αποκρίνεται χρησιμοποιώντας τη γραμμή αναγνώρισης διακοπών. Η μονάδα E/E η οποία έκανε την αίτηση, τοποθετεί το διάνυσμά της στις γραμμές δεδομένων.
- Οι τεχνικές που αναφέρθηκαν έχουν ως στόχο την αναγνώριση της μονάδας E/E που έκανε την αίτηση. Επίσης παρέχουν ένα τρόπο εκχώρηση προτεραιοτήτων όταν πολλές συσκευές ζητούν την εξυπηρέτηση μιας διακοπής.
- Όταν υπάρχουν πολλαπλές γραμμές, ο επεξεργαστής επιλέγει εκείνη με τη μεγαλύτερη προτεραιότητα.
- Με τη δημοσκόπηση μέσω λογισμικού, η σειρά με την οποία ρωτιούνται οι συσκευές, καθορίζει και την προτεραιότητά τους.

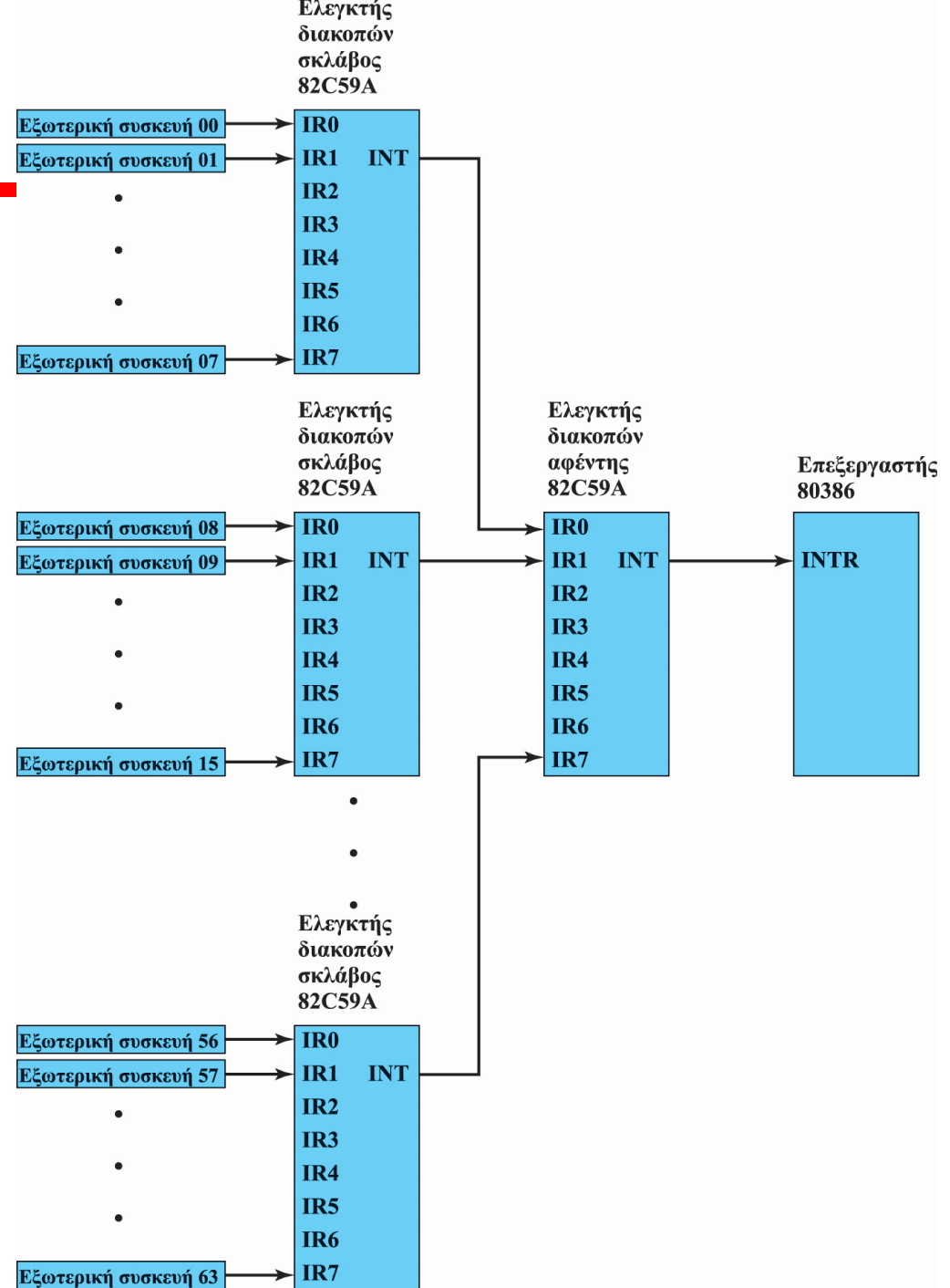
Θέματα Σχεδίασης

- Η σειρά με την οποία είναι τοποθετημένες οι μονάδες στην αλυσίδα καθορίζει την προτεραιότητά τους.
- Η διαιτησία διαύλου είναι δυνατόν να χρησιμοποιήσει μια στρατηγική βασισμένη σε προτεραιότητες.

Ο Ελεγκτής Διακοπών Intel 82C58A

- Η αρχιτεκτονική 80386 παρέχει μια απλή γραμμή αιτήσεων διακοπών και μια απλή γραμμή επιβεβαιώσεων διακοπών. Για να διαχειριστεί μια πληθώρα από συσκευές και προτεραιότητες, συνήθως προστίθεται μια εξωτερική μονάδα διαιτησίας διακοπών με την ονομασία 82C58A. Οι εξωτερικές συσκευές συνδέονται με τον ελεγκτή, ο οποίος συνδέεται με τον επεξεργαστή.
- Ένας τέτοιος ελεγκτής μπορεί να διαχειριστεί έως και 8 συσκευές. Αν είναι αναγκαίος ο έλεγχος περισσοτέρων, είναι δυνατόν να υλοποιηθεί μια διαδοχική διάταξη που επιτρέπει μέχρι 64 συσκευές.
- Η μοναδική του ευθύνη είναι η διαχείριση των διακοπών. Αποδέχεται αιτήσεις διακοπών από τις μονάδες, καθορίζει ποια αίτηση έχει μεγαλύτερη προτεραιότητα και στέλνει ένα σήμα στον επεξεργαστή.

Ελεγκτής Διακοπών 82C59A



Ο Ελεγκτής Διακοπών Intel 82C58A

- Ο επεξεργαστής επιβεβαιώνει μέσω της γραμμής επιβεβαιώσεων διακοπών. Αυτό παρακινεί τον ελεγκτή να τοποθετήσει τις κατάλληλες διανυσματικές πληροφορίες στο δίαυλο δεδομένων.
- Ο επεξεργαστής μπορεί πλέον να επεξεργαστεί τη διακοπή και να επικοινωνήσει άμεσα με τη μονάδα E/E ώστε να διαβάσει ή να γράψει τα δεδομένα.
- Είναι προγραμματιζόμενος. Ο επεξεργαστής 80386 ορίζει τη στρατηγική προτεραιοτήτων που θα χρησιμοποιηθεί θέτοντας την τιμή μιας λέξης ελέγχου που βρίσκεται στον ελεγκτή. Είναι δυνατές οι εξής μορφές διακοπών:
- **Πλήρως φωλιασμένες:** Οι αιτήσεις είναι διατεταγμένες με σειρά προτεραιότητας από 0(IR0) έως 7(IR7)
- **Με περιστροφή:** Σε ορισμένες εφαρμογές, ορισμένες →

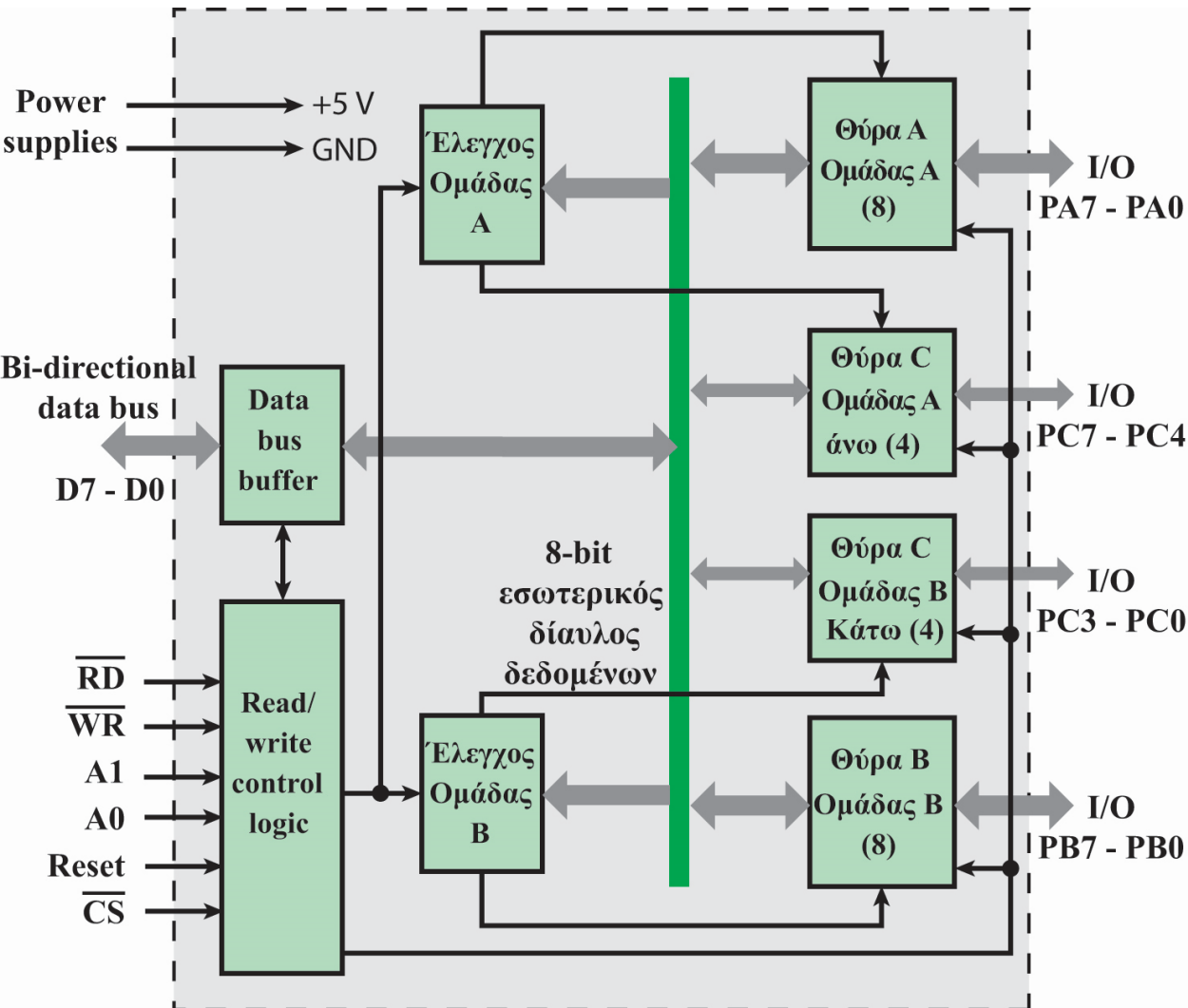
Ο Ελεγκτής Διακοπών Intel 82C58A

- συσκευές διακοπής έχουν την ίδια προτεραιότητα. Σε αυτή τη μορφή, μια συσκευή μετά την εξυπηρέτησή της λαμβάνει την χαμηλότερη προτεραιότητα
- **Με ειδική μάσκα:** Αυτή η μορφή επιτρέπει στον επεξεργαστή να απαγορεύει διακοπές από συγκεκριμένες συσκευές.

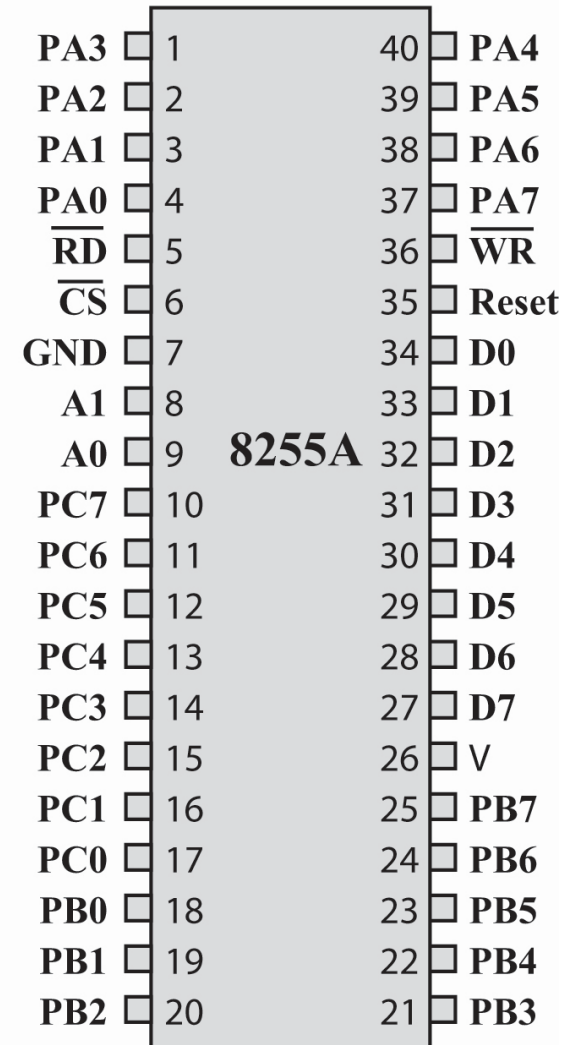
Η προγραμματιζόμενη περιφερειακή διεπαφή Intel 82C55A

- Ως παράδειγμα μια μονάδας E/E η οποία χρησιμοποιείται για προγραμματιζόμενη E/E και οδηγούμενη από διακοπές, εξετάζουμε την 82C55A.
- Είναι μια μονάδα γενικού σκοπού πάνω σε ένα chip η οποία είναι σχεδιασμένη για χρήση σε συνεργασία με τον 80386.
- Αντιγράφηκε από άλλους κατασκευαστές και είναι ευρέως χρησιμοποιούμενο chip περιφερειακού ελεγκτή.
- Χρησιμοποιείται ως ελεγκτής για απλές συσκευές E/E μικροεπεξεργαστών και σε ενσωματωμένα συστήματα, συμπεριλαμβανομένων των συστημάτων μικροελεγκτών.

Intel 82C55A



(α) Διάγραμμα μπλοκ



(β) Διάταξη ακροδεκτών

Η προγραμματιζόμενη περιφερειακή διεπαφή Intel 82C55A

- Έχει 40 ακροδέκτες και περιέχει τις παρακάτω γραμμές:
- D0-D7: Γραμμές E/E δεδομένων της συσκευής
- CS (Chip Select input): Αν είναι 0 (λογικό), τότε μπορεί ο μικροπεξεργαστής να διαβάσει και να γράφει
- RD (Read input): Αν είναι 0 (λογικό) και το CS 0 τότε τα δεδομένα εξόδου επιτρέπεται να τοποθετηθούν στο δίαυλο δεδομένων
- WR (Write input): Αν είναι 0 (λογικό) και το CS 0 τότε τα δεδομένα γράφονται στο chip από το δίαυλο
- RESET: Τοποθετείται σε κατάσταση μηδενισμού αν η γραμμή εισόδου είναι ίση με λογικό 1
- PA0-PA7, PB0-PB7, PC0-PC7: Χρησιμοποιούνται ως θύρες 8-bit E/E. Μπορούν να συνδεθούν με περιφερειακές συσκευές

Η προγραμματιζόμενη περιφερειακή διεπαφή Intel 82C55A

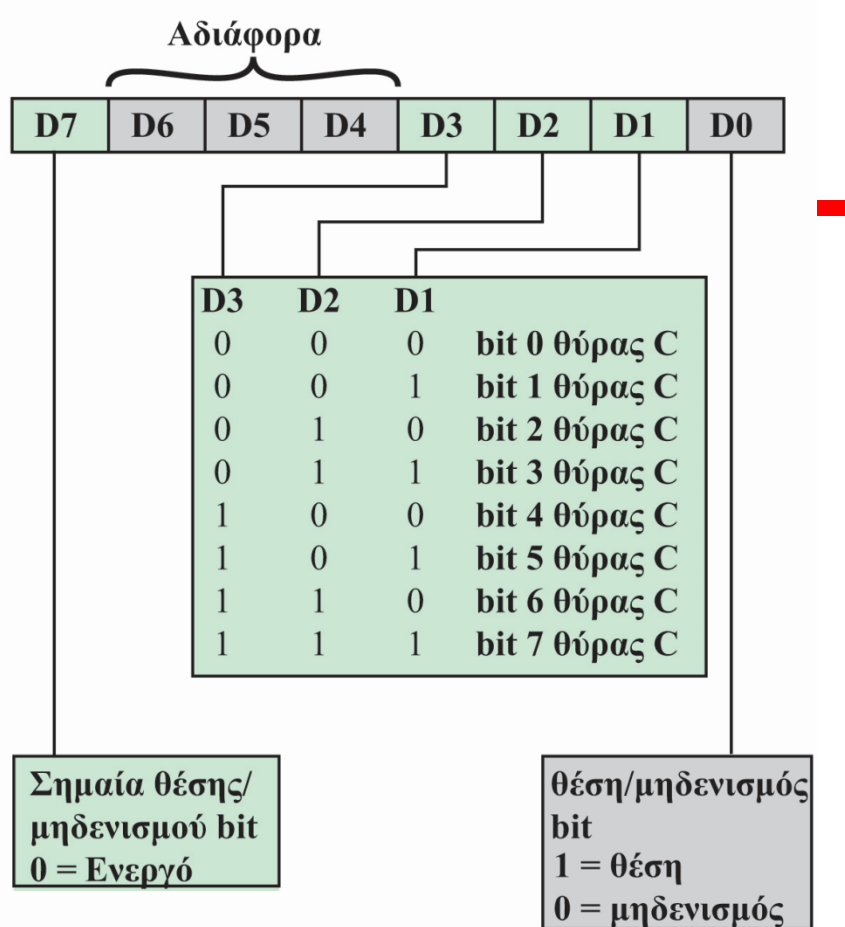
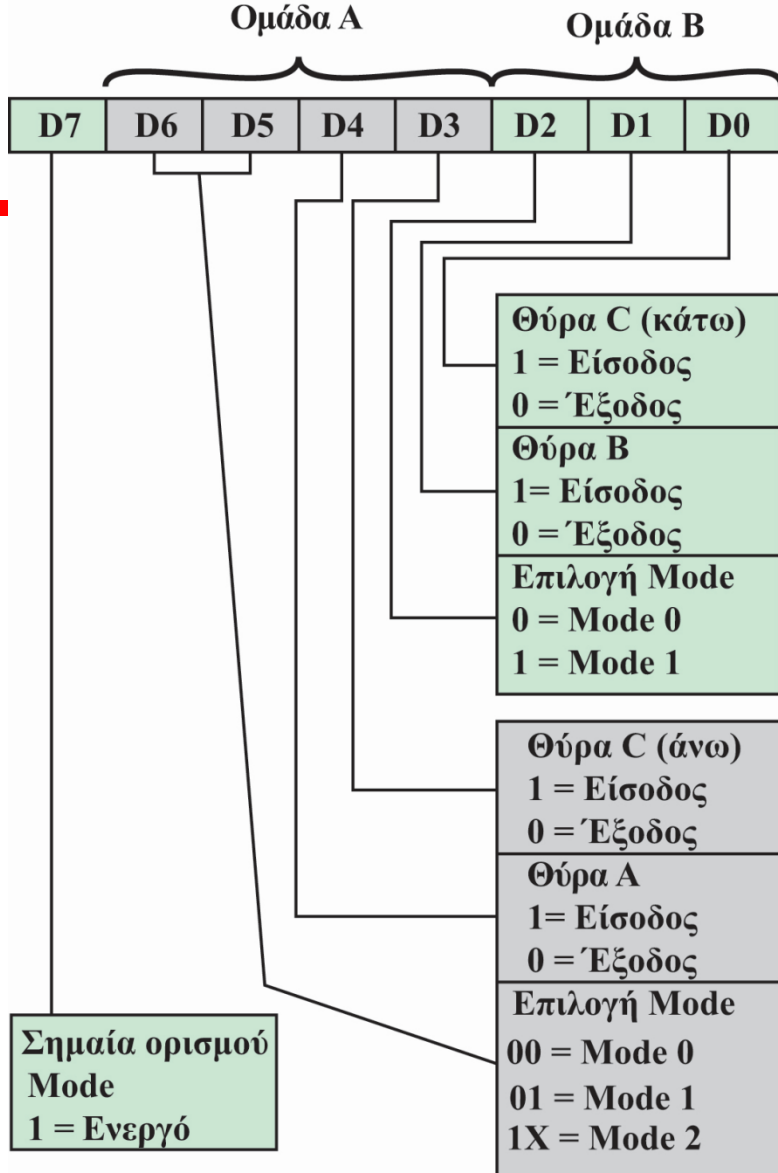
- A0,A1:Ο λογικός συνδυασμός τους προσδιορίζει τον εσωτερικό καταχωρητή στον οποίο γράφονται ή διαβάζονται τα δεδομένα.
- Η διεπαφή περιλαμβάνει έναν δίαυλο δύο κατευθύνσεων εύρους 8 bits που χρησιμοποιείται για τη μεταφορά δεδομένων ανάμεσα στον μικροεπεξεργαστή και τις θύρες E/E και για να μεταφερθούν πληροφορίες ελέγχου.
- Ο επεξεργαστής ελέγχει το 8255A μέσω ενός 8-bit καταχωρητή ελέγχου που βρίσκεται στον επεξεργαστή. Ο επεξεργαστής ορίζει την τιμή του καταχωρητή ελέγχου για να προσδιορίσει μια ποικιλία τρόπων λειτουργίας και διατάξεων.
- Από την πλευρά του επεξεργαστή, υπάρχει μία θύρα ελέγχου και τα Bits του καταχωρητή ελέγχου.

Η προγραμματιζόμενη περιφερειακή διεπαφή Intel 82C55A

- Όταν αυτά λαμβάνουν μια τιμή μέσα στον επεξεργαστή μετά αποστέλλονται στη θύρα ελέγχου μέσω των γραμμών D0-D7. Οι γραμμές διευθύνσεων ορίζουν μία από τις τρεις θύρες E/E ή τον καταχωρητή ελέγχου:

A1	A2	Επιλέγεται
0	0	Θύρα A
0	1	Θύρα B
1	0	Θύρα C
1	1	Καταχωρητής ελέγχου

- Όταν ο επεξεργαστής θέτει τα A1 και A2 ίσα με 1 τότε το 8255A ερμηνεύει την τιμή που βρίσκεται στο δίαυλο δεδομένων ως λέξη ελέγχου.
- Υπάρχουν 3 καταστάσεις λειτουργίας



Mode: Κατάσταση λειτουργίας

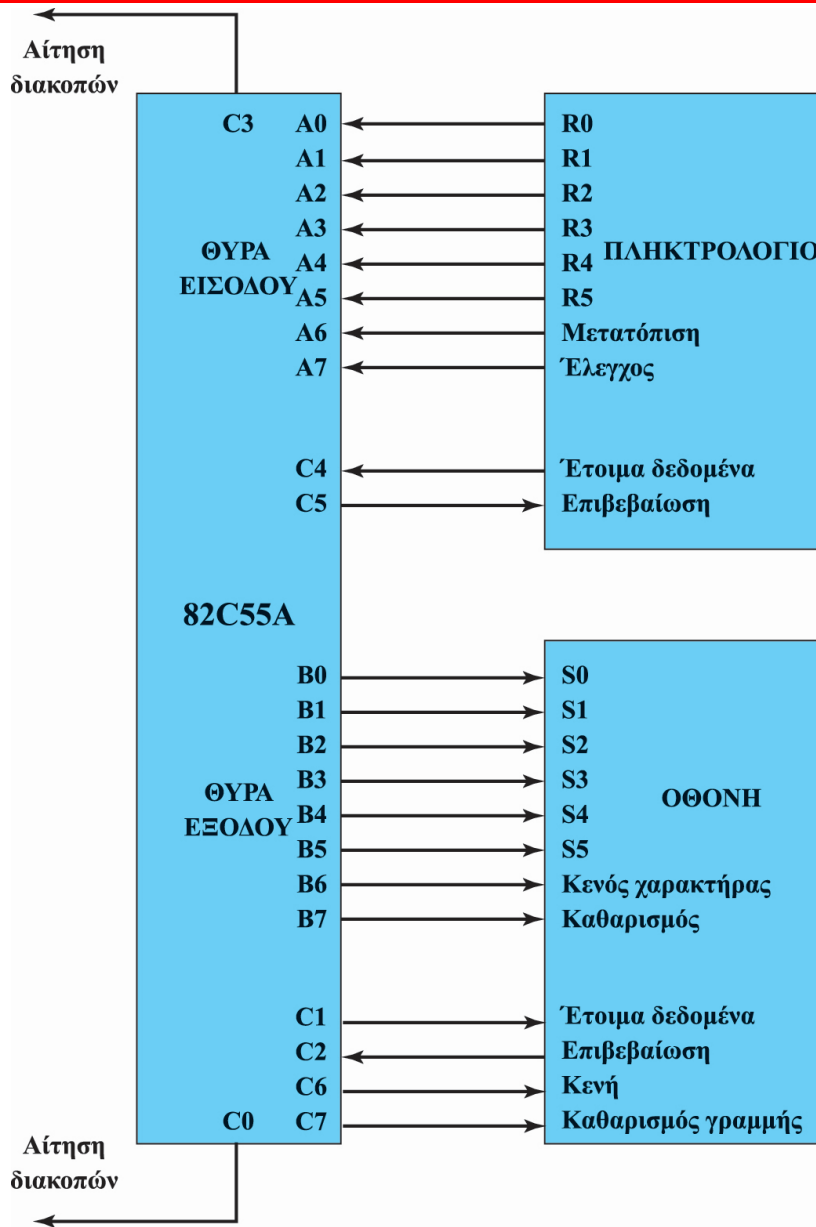
(α) Ορισμός κατάστασης λειτουργίας του καταχωρητή ελέγχου του 8255 για τη διαμόρφωση του 8255

(β) Ορισμοί bit του καταχωρητή ελέγχου του 8255 για την αλλαγή απλών bits της θύρας

Η προγραμματιζόμενη περιφερειακή διεπαφή Intel 82C55A

- Κατάσταση λειτουργίας 0: Η βασική λειτουργία E/E. Οι 3 ομάδες των 8 εξωτερικών γραμμών λειτουργούν ως 3 θύρες E/E 8 bit. Κάθε θύρα μπορεί να σχεδιαστεί ως εισόδου ή εξόδου.
- Κατάσταση λειτουργίας 1: Σε αυτή την κατάσταση οι θύρες A και B μπορούν αν διαμορφωθούν είτε ως θύρες εισόδου είτε ως θύρες εξόδου και οι γραμμές από τη C λειτουργούν ως γραμμές ελέγχου. Τα σήματα ελέγχου εξυπηρετούν τους 2 βασικούς σκοπούς. Τη χειραψία και την αίτηση διακοπών.
- Κατάσταση λειτουργίας 2: Αυτή είναι αμφίδρομη κατάσταση. Σε αυτή η θύρα A μπορεί να διαμορφωθεί είτε ως εισόδου είτε ως εξόδου μια αμφίδρομη κυκλοφορία προς τη θύρα B ενώ οι γραμμές της B παρέχουν την αντίθετη κατεύθυνση. Η C ως ελέγχου.

Χρήση του 82C55A για έλεγχο πληκτρολογίου / οθόνης



Χρήση του 82C55A για έλεγχο πληκτρολογίου / οθόνης

- Επειδή η διεπαφή είναι προγραμματιζόμενη είναι δυνατόν να χρησιμοποιηθεί από μια ποικιλία από απλές περιφερειακές συσκευές.
- Το πληκτρολόγιο δίνει είσοδο 8 bits. Δύο από αυτά, το Shift και το Control έχουν ειδική σημασία για το πρόγραμμα διαχείρισης του πληκτρολογίου, το οποίο εκτελείται στον επεξεργαστή. Η διεπαφή δεν το γνωρίζει αφού απλώς αποδέχεται 8 bits δεδομένων και τα παρουσιάζει στο δίαυλο δεδομένων. Παρέχονται επίσης 2 γραμμές χειραψίας
- Η οθόνη συνδέεται επίσης με μια θύρα δεδομένων 8 bits. Ξανά 2 από αυτά έχουν ιδιαίτερο νόημα και είναι μη ορατά στο 8255A. Επιπλέον των 2 γραμμών χειραψίας, 2 γραμμές ελέγχου παρέχουν επιπλέον λειτουργίες ελέγχου.

Οργάνωση και Αρχιτεκτονική Υπολογιστών

Κεφάλαιο 7.5

Άμεση Προσπέλαση Μνήμης

- Η οδηγούμενη από διακοπές E/E, παρόλο που είναι πιο αποτελεσματική από την προγραμματιζόμενη E/E, απαιτεί την ενεργή παρέμβαση της CPU σε κάθε μεταφορά δεδομένων ανάμεσα στη μνήμη και τη μονάδα E/E.
- Έχουν κοινά μειονεκτήματα:
 - Ο ρυθμός μεταφοράς δεδομένων περιορίζεται από την ταχύτητα ελέγχου και εξυπηρέτησης μιας συσκευής E/E
 - Η CPU είναι δεσμευμένη με τη διαχείριση μιας μεταφοράς E/E
- Η πιο αποτελεσματική τεχνική είναι η άμεση προσπέλαση μνήμης (Direct Memory Access –DMA)

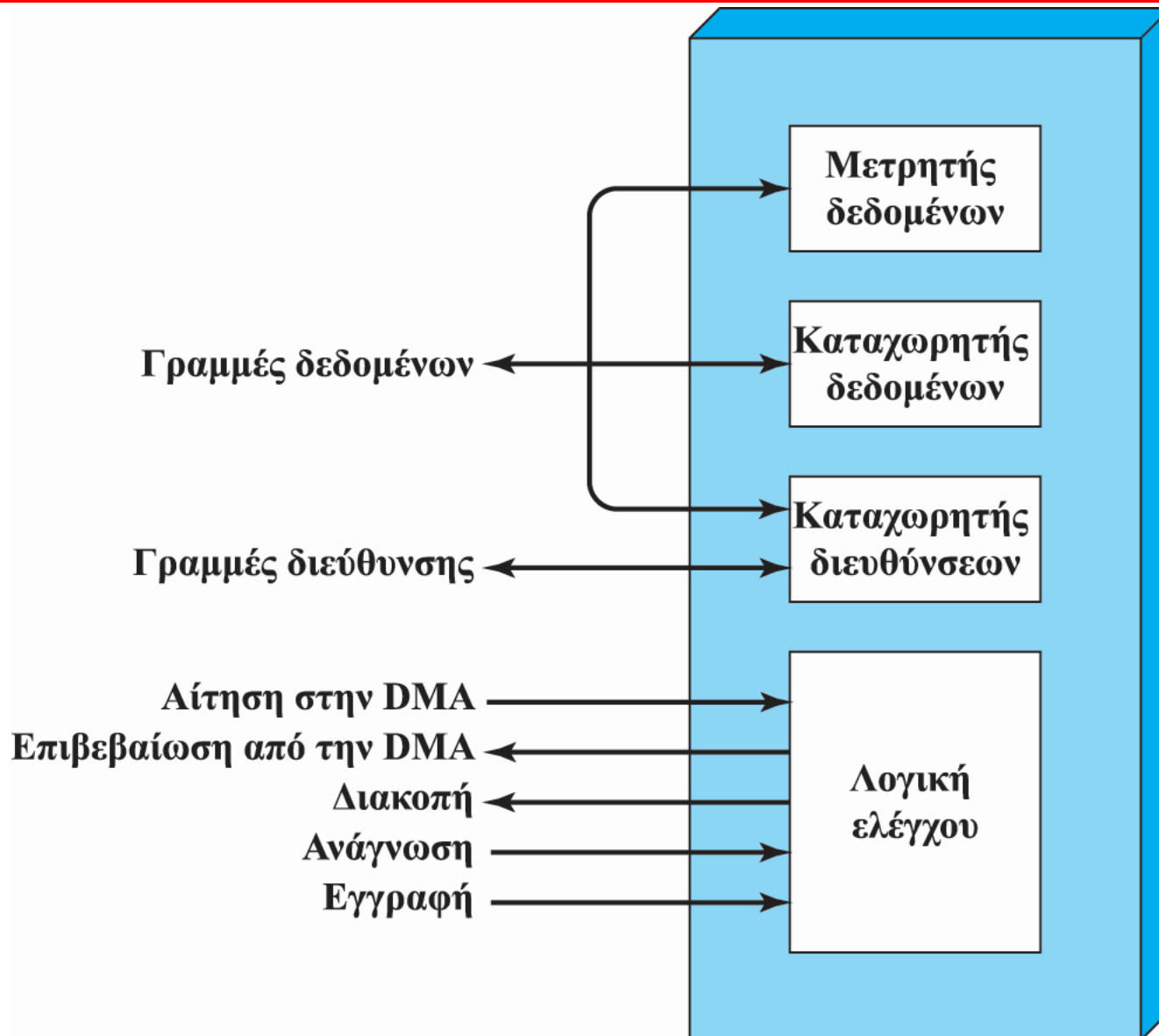
Η Λειτουργία της Άμεσης Προσπέλασης Μνήμης

- Η τεχνική περιλαμβάνει μια επιπλέον μονάδα στο δίαυλο του συστήματος. Η μονάδα DMA είναι σε θέση να μιμηθεί τον επεξεργαστή και να λάβει τον έλεγχο του συστήματος από αυτόν. Είναι αναγκαίο, για να μεταφέρει δεδομένα από και προς τη μνήμη μέσω του διαύλου του συστήματος.
- Η μονάδα DMA θα πρέπει να χρησιμοποιεί τον δίαυλο μόνο όταν ο επεξεργαστής δεν τον χρειάζεται ή θα πρέπει να τον αναγκάζει να αναστείλει προσωρινά τη λειτουργία του. Το δεύτερο αναφέρεται και ως *κλοπή κύκλου* επειδή ουσιαστικά κλέβει ένα κύκλο διαύλου.
- Όταν ο επεξεργαστής επιθυμεί ανάγνωση/εγγραφή σε ένα μπλοκ δεδομένων εκδίδει μια εντολή στη μονάδα DMA στέλνοντας τις παρακάτω πληροφορίες:

Η Λειτουργία της Άμεσης Προσπέλασης Μνήμης

- Αν υπάρχει αίτηση για ανάγνωση ή εγγραφή, χρησιμοποιώντας τη γραμμή ελέγχου ανάγνωσης/εγγραφής ανάμεσα στον επεξεργαστή και τη μονάδα DMA
- Τη διεύθυνση της μονάδας E/E χρησιμοποιώντας τις γραμμές δεδομένων
- Την αρχική θέση της μνήμης από όπου θα ξεκινήσει η ανάγνωση ή εγγραφή χρησιμοποιώντας τις γραμμές δεδομένων. Η πληροφορία αποθηκεύεται στον καταχωρητή διευθύνσεων της μονάδας DMA
- Το πλήθος των λέξεων που θα εγγραφούν ή θα διαβαστούν χρησιμοποιώντας πάλι τις γραμμές δεδομένων. Η πληροφορία αποθηκεύεται στον καταχωρητή μέτρησης δεδομένων

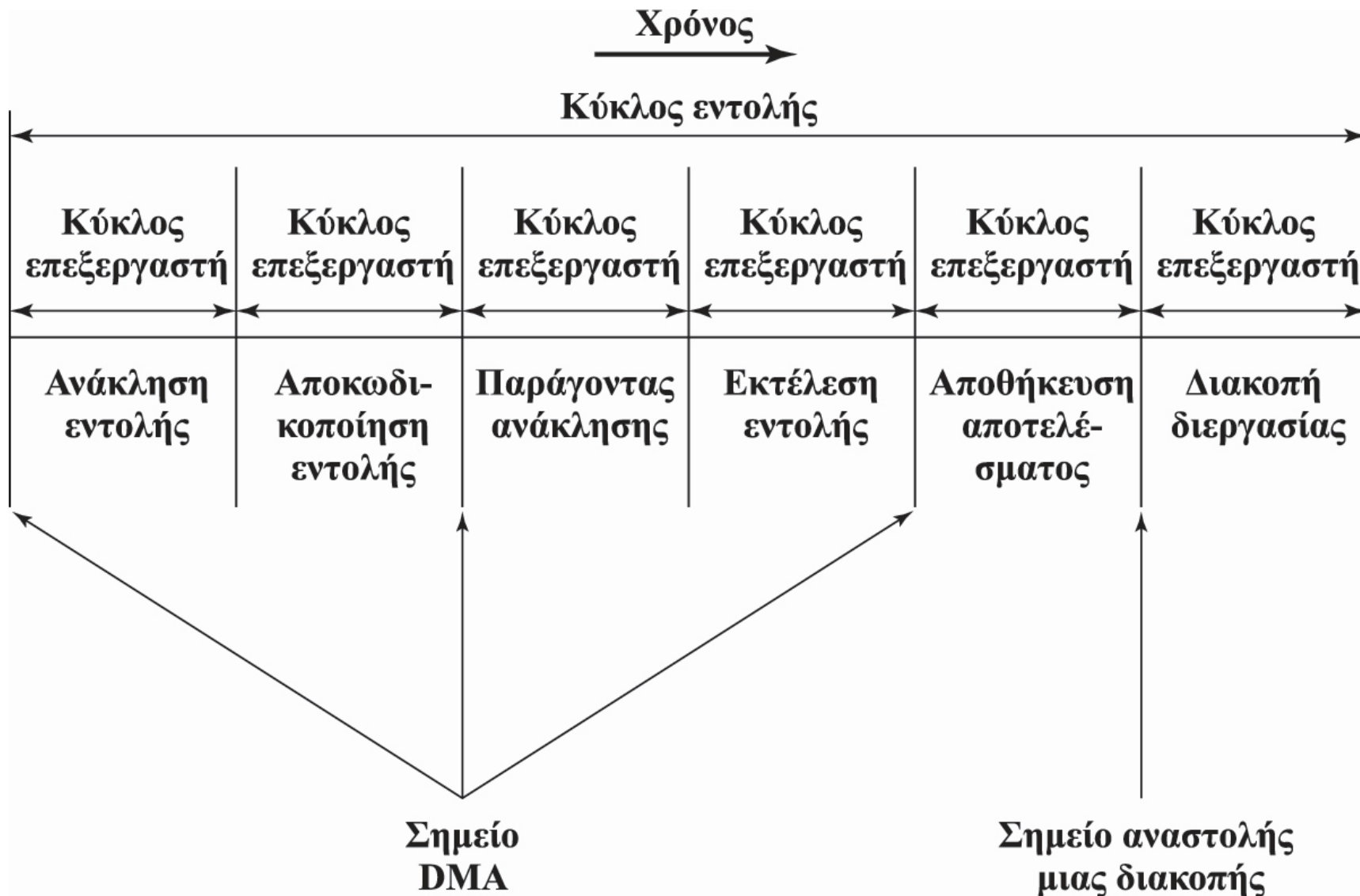
Σχηματικό μονάδας DMA



Η Λειτουργία της Άμεσης Προσπέλασης Μνήμης

- Η CPU εκτελεί άλλες εργασίες έχοντας αναθέσει αυτή τη λειτουργία E/E στη μονάδα DMA.
- Η μονάδα DMA μεταφέρει το μπλοκ δεδομένων, μια λέξη κάθε φορά, άμεσα από ή προς τη μνήμη χωρίς τον επεξεργαστή ως ενδιάμεσο.
- Όταν ολοκληρωθεί η μεταφορά, η μονάδα DMA αποστέλλει διακοπή στον επεξεργαστή.
- Ο επεξεργαστής εμπλέκεται μόνο στην αρχή και στο τέλος της διαδικασίας μεταφοράς.
- Η αναστολή της λειτουργίας του επεξεργαστή γίνεται μόνο σε συγκεκριμένα σημεία (πριν την ανάκληση μιας εντολής, πριν την λήψη ενός παράγοντα και πριν την ανάκτηση ή εγγραφή δεδομένων)
- Η CPU σταματά μόλις πριν χρειαστεί τον δίαυλο.

Η Λειτουργία της Άμεσης Προσπέλασης Μνήμης

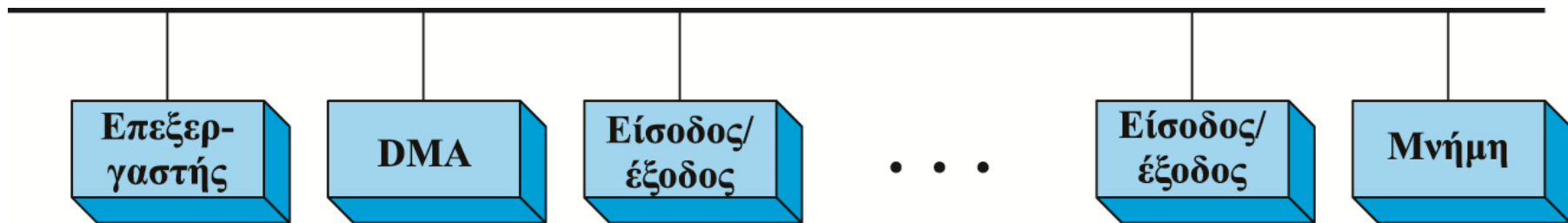


Η Λειτουργία της Άμεσης Προσπέλασης Μνήμης

- Η μονάδα DMA μεταφέρει μια λέξη και επιστρέφει τον έλεγχο στον επεξεργαστή. ΔΕΝ είναι διακοπή. Ο επεξεργαστής δεν αποθηκεύει τα δεδομένα που σχετίζονται με την τρέχουσα εργασία του για να κάνει μια άλλη εργασία. Σταματά μόνο για ένα κύκλο του διαύλου.
- Το συνολικό αποτέλεσμα είναι ο επεξεργαστής να εκτελεί το πρόγραμμά του σε μικρότερη ταχύτητα.
- Καθυστερεί την CPU αλλά όχι τόσο σε σχέση με την μεταφορά από την CPU
- Για μεταφορά πολλαπλών λέξεων η τεχνική DMA είναι πολύ πιο αποτελεσματική σε σχέση με την προγραμματιζόμενη E/E ή την οδηγούμενη από διακοπές

Η Λειτουργία της Άμεσης Προσπέλασης Μνήμης

- Η τεχνική DMA μπορεί να διαμορφωθεί με πολλούς τρόπους
- Όλες οι μονάδες μοιράζονται τον ίδιο δίαυλο συστήματος. Η μονάδα DMA λειτουργεί ως υποκατάστατο του επεξεργαστή, χρησιμοποιεί προγραμματιζόμενη Ε/Ε για την ανταλλαγή δεδομένων ανάμεσα στη μνήμη και σε μια μονάδα Ε/Ε δια μέσου αυτής

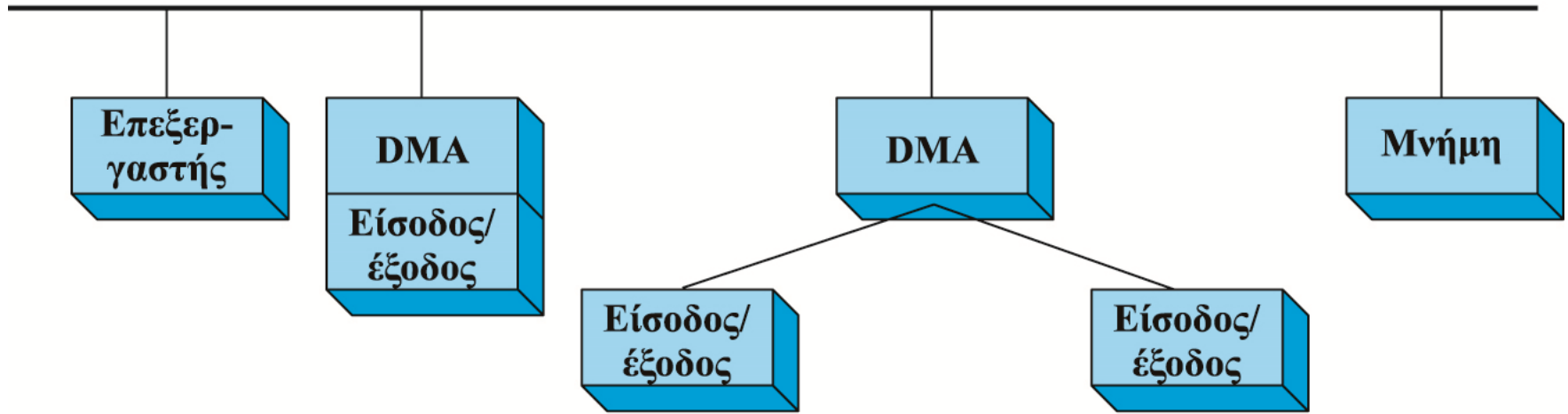


(α) Απλός δίαυλος, ξεχωριστή DMA

Η Λειτουργία της Άμεσης Προσπέλασης Μνήμης

- Η διάταξη είναι αρκετά οικονομική αλλά αναποτελεσματική. Όπως και στην προγραμματιζόμενη E/E η οποία ελέγχεται από τον επεξεργαστή, κάθε μεταφορά μιας λέξης καταναλώνει 2 κύκλους διαύλου.
- I/O στο DMA μετά DMA στη μνήμη
- Η λειτουργία της CPU αναστέλλεται δύο φορές
- Το πλήθος των κύκλων είναι δυνατόν να μειωθεί σημαντικά αν ενοποιηθούν οι λειτουργίες DMA και E/E. Υπάρχει ένα μονοπάτι ανάμεσα στη μονάδα DMA και μία ή περισσότερες από τις μονάδες E/E, το οποίο δεν περιλαμβάνει τον δίαυλο του συστήματος

Η Λειτουργία της Άμεσης Προσπέλασης Μνήμης

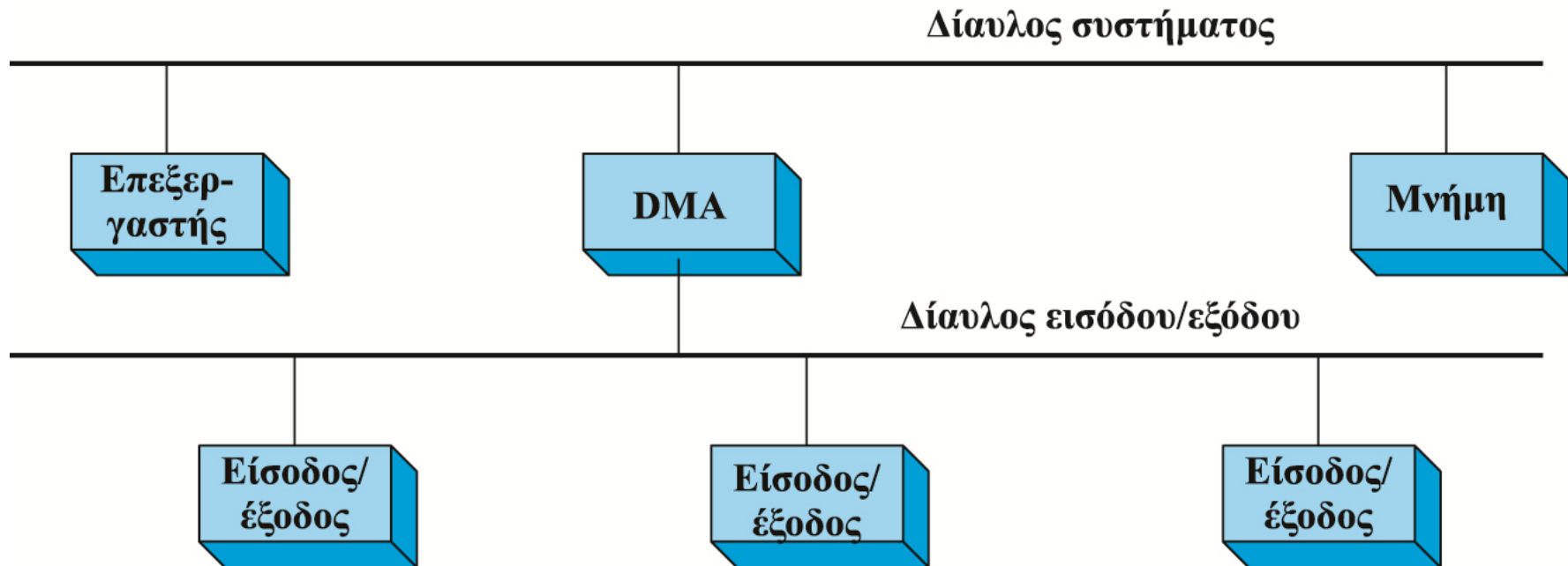


(β) Απλός διάυλος ενοποιημένη είσοδος/έξοδος DMA

- Τα λογικά κυκλώματα της μονάδας DMA είναι δυνατόν να αποτελούν μέρος μιας μονάδας E/E ή να αποτελούν μια ξεχωριστή μονάδα η οποία ελέγχει μία ή και άλλες μονάδες E/E
- Κάθε μεταφορά χρησιμοποιεί το δίαυλο μια φορά (DMA στη μνήμη)
- Η CPU σταματάει μια φορά

Η Λειτουργία της Άμεσης Προσπέλασης Μνήμης

- Αν συνδέσουμε τις μονάδες E/E με τη μονάδα DMA χρησιμοποιώντας ένα δίαυλο E/E, μπορεί να επεκταθεί η προηγούμενη διάταξη (ξεχωριστός I/O δίαυλος).
- Μειώνονται οι διεπαφές E/E και μονάδας DMA σε μία
- Παροχή μιας εύκολα επεκτάσιμης διάταξης



(γ) Δίαυλος εισόδου/εξόδου

Η Λειτουργία της Άμεσης Προσπέλασης Μνήμης

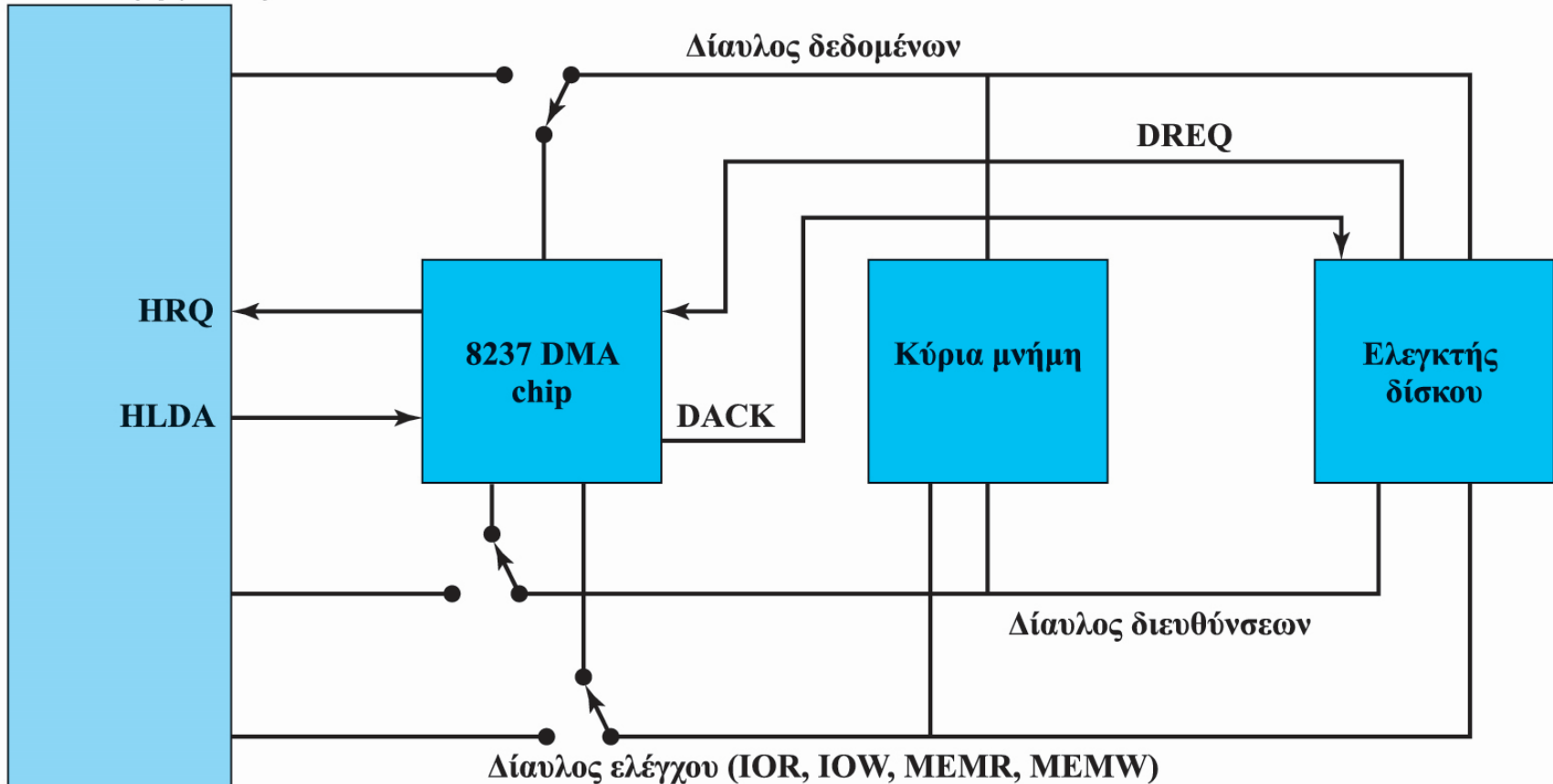
- Ο δίαυλος υποστηρίζει όλες τις συσκευές που χρησιμοποιούν DMA
- Κάθε μεταφορά χρησιμοποιεί το δίαυλο μια φορά (DMA στη μνήμη)
- Η λειτουργία της CPU αναστέλλεται μια φορά
- Και στις δύο περιπτώσεις ο δίαυλος συστήματος που μοιράζεται με τον επεξεργαστή και τη μνήμη, η μονάδα DMA τον χρησιμοποιεί μόνο για ανταλλαγή δεδομένων με τη μνήμη
- Η ανταλλαγή δεδομένων μεταξύ μονάδας DMA και μονάδων E/E λαμβάνει χώρα εκτός του διαύλου του συστήματος

Ο Ελεγκτής DMA Intel 8237A

- Ο ελεγκτής DMA Intel 8237A είναι η διεπαφή με τη σειρά επεξεργαστών 80x86 και με τη μνήμη ώστε να παρέχεται η δυνατότητα χρησιμοποίηση της τεχνικής
- Όταν η μονάδα χρειάζεται να χρησιμοποιήσει τους διαύλους του συστήματος (δεδομένων, διευθύνσεων και ελέγχου) για να μεταφέρει δεδομένα, στέλνει ένα σήμα κράτησης (HOLD) στον επεξεργαστή
- Ο επεξεργαστής αποκρίνεται με ένα σήμα HLDA (επιβεβαίωση αίτησης hold) με το οποίο δείχνει ότι η μονάδα DMA μπορεί να χρησιμοποιήσει τους διαύλους
- Οι ενέργειες που γίνονται (αν για παράδειγμα θέλουμε να μεταφερθεί ένα τμήμα δεδομένων από τη μνήμη στο δίσκο) από τη μονάδα DMA είναι οι ακόλουθες:

Ο Ελεγκτής DMA Intel 8237A

Κεντρική
μονάδα επεξεργασίας



DACK = Επιβεβαίωση DMA

DREQ = Αίτηση DMA

HLDA = Επιβεβαίωση διατήρησης

HRQ = Αίτηση διατήρησης

Ο Ελεγκτής DMA Intel 8237A

1. Η περιφερειακή συσκευή (π.χ. ο ελεγκτής δίσκου) θα αιτηθεί την υπηρεσία της μονάδας DMA θέτοντας το σήμα DREQ ίσο με 1
2. Η μονάδα DMA θα θέσει ίσο με 1 το σήμα HRQ (Hold request) στέλνοντας σήμα στον επεξεργαστή μέσω του ακροδέκτη της HOLD, ότι είναι ανάγκη να χρησιμοποιήσει τους διαύλους
3. Ο επεξεργαστής θα ολοκληρώσει τον τρέχοντα κύκλο του διαύλου (δεν είναι απαραίτητο να ολοκληρωθεί η τρέχουσα εντολή) και αποκρίνεται κάνοντας 1 το σήμα HDLA. Το σήμα HOLD θα πρέπει να παραμείνει ενεργό μέχρι η μονάδα DMA να ολοκληρώσει την εργασία της
4. Η μονάδα DMA θα ενεργοποιήσει το σήμα DACK με το οποίο δηλώνει στην περιφερειακή συσκευή την έναρξη μεταφοράς δεδομένων.

Ο Ελεγκτής DMA Intel 8237A

5. Η μονάδα DMA ξεκινά τη μεταφορά δεδομένων από τη μνήμη προς την περιφερειακή συσκευή, τοποθετώντας τη διεύθυνση του πρώτου byte του τμήματος στο δίαυλο διευθύνσεων και ενεργοποιώντας το σήμα MEMR που έχει ως συνέπεια να διαβάσει το byte από τη μνήμη και να το μεταφέρει στο δίαυλο δεδομένων. Μετά η μονάδα μειώνει τον μετρητή και αυξάνει την τιμή του δείκτη μνήμης και επαναλαμβάνει την διαδικασία μέχρι ο μετρητής να γίνει 0
6. Μετά την ολοκλήρωση της εργασίας η μονάδα DMA απενεργοποιεί το σήμα HRQ δείχνοντας στον επεξεργαστή ότι μπορεί να πάρει τον έλεγχο των διαύλων
- Όσο η μονάδα DMA χρησιμοποιεί τους διαύλους ο επεξεργαστής μένει αδρανής

Ο Ελεγκτής DMA Intel 8237A

- Αντίστοιχα όσο ο επεξεργαστής χρησιμοποιεί τον δίαυλο η μονάδα DMA είναι αδρανής
- Ο ελεγκτής 8237 είναι γνωστός ως fly-by ελεγκτής γιατί τα δεδομένα μεταφέρονται από μια θέση σε μία άλλη χωρίς να περνούν από το DMA chip και ούτε αποθηκεύονται
- Η μονάδα DMA μεταφέρει δεδομένα ανάμεσα στη μνήμη και την E/E αλλά όχι ανάμεσα σε δύο θύρες E/E ή δύο θέσεις μνήμης. Είναι δυνατόν να εκτελέσει μεταφορά από μνήμη σε μνήμη μόνο με χρήση ενός καταχωρητή
- Ο 8237 περιέχει 4 κανάλια DMA (με αρίθμηση 0-3) και είναι δυνατόν να προγραμματιστούν ανεξάρτητα αλλά μόνο ένα είναι ενεργό κάθε χρονική στιγμή

Ο Ελεγκτής DMA Intel 8237A

- Έχει 5 καταχωρητές ελέγχου/εντολών για να ελέγχει και να προγραμματίζει τη λειτουργία DMA σε ένα από τα κανάλια
 - 1) Καταχωρητής εντολής
 - 2) Καταχωρητής κατάστασης
 - 3) Καταχωρητής τρόπου λειτουργίας
 - 4) Καταχωρητής απλής μάσκας
 - 5) Καταχωρητής καθολικής μάσκας
- Ο 8237 έχει 8 καταχωρητές δεδομένων (έναν καταχωρητή διεύθυνσης μνήμης και έναν καταχωρητή μέτρησης για κάθε κανάλι)
- Ο επεξεργαστής θέτει τις τιμές σε αυτούς τους καταχωρητές για να δείξει το μέγεθος της κύριας μνήμης που θα επηρεαστεί από τις μεταφορές