

Κεφάλαιο 4

Σύνδεση Μικροεπεξεργαστών και Μικροελεγκτών

ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ – ΑΣΚΗΣΕΙΣ

1. Παρακάτω δίνονται μερικοί από τους ακροδέκτες που συναντάμε στην πλειοψηφία των μικροεπεξεργαστών. Φτιάξτε έναν πίνακα που να φαίνεται αν ο ακροδέκτης είναι I/O , καθώς και τη σημασία του καθενός: GND, VCC, NMI, INT, CLK, RESET, RD, WR, A[0:n-1] , D[0:k-1].

Απάντηση:

Ακροδέκτης	I/O	Σημασία
GND	I	Γη
VCC	I	Τάση τροφοδοσίας (+5V)
NMI	I	Non-Maskable Interrupt, αίτηση για διακοπή η οποία δε μπορεί να παρεμποδιστεί
INT	I	Αίτηση για διακοπή με μάσκα (μπορεί να παρεμποδιστεί)
CLK	I	
RESET	I	Τερματισμός δραστηριότητας του μικροεπεξεργαστή.
RD	O	read, ένδειξη ότι πρόκειται να εκτελεστεί μια ανάγνωση μνήμης ή περιφερειακής συσκευής
WR	O	write, ένδειξη ότι πρόκειται να εκτελεστεί εγγραφή στη μνήμη ή σε περιφερειακή συσκευή
A[0:n-1]	O	Οι ακροδέκτες του διαδρόμου διευθύνσεων. Ο μικροεπεξεργαστής μπορεί να διευθύνσει μέχρι 2 ⁿ διαφορετικές διευθύνσεις.
D[0:k-1]	I/O	k ακροδέκτες του διαδρόμου δεδομένων

Πίνακας 4.1 Ακροδέκτες τυπικού μικροεπεξεργαστή

♥ Το σήμα IO/M' χρησιμοποιείται μόνο αν ο μ/Ε χρησιμοποιεί διαφορετικό χώρο διευθύνσεων εισόδου – εξόδου από εκείνο της μνήμης.

2. α) Τι είναι η πολυπλεξία ακροδεκτών και ποια η χρησιμότητά της ;

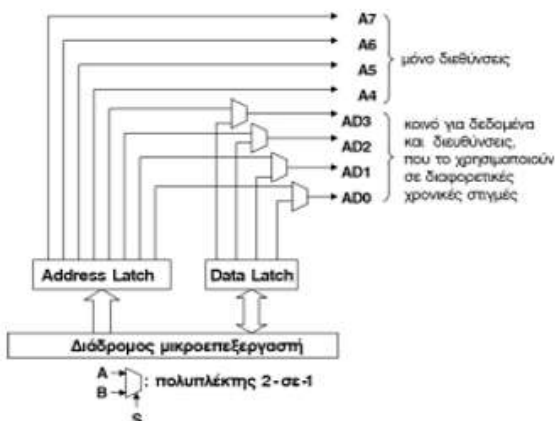
β) Σχεδιάστε τον τρόπο που υλοποιείται η πολυπλεξία διαδρόμων μέσα στο ολοκληρωμένο κύκλωμα του μικροεπεξεργαστή χρησιμοποιώντας πολυπλέκτες 2Χ1.

γ) Να σχεδιάσετε τον τρόπο που συνδέεται ένας μικροεπεξεργαστής σε διάδρομο διευθύνσεων πλάτους 8 bits και σε διάδρομο δεδομένων πλάτους 4 bits, χρησιμοποιώντας μόνο 8 από τους ακροδέκτες του.

Απάντηση:

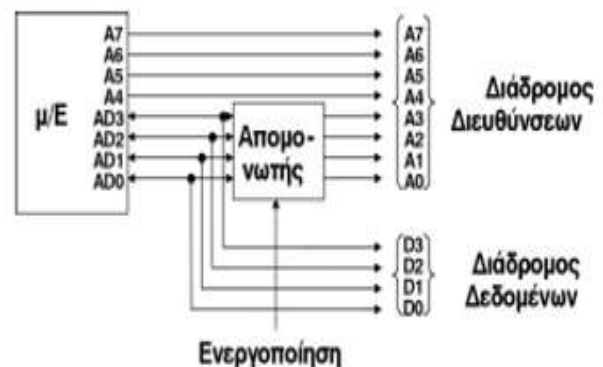
α) Η πολυπλεξία ακροδεκτών είναι μια τεχνική σύμφωνα με την οποία χρησιμοποιούμε ένα μέρος των ακροδεκτών διευθύνσεων και ως ακροδέκτες δεδομένων με σκοπό τη μείωση του συνολικού αριθμού των ακροδεκτών του μικροεπεξεργαστή.

β)



Σχήμα 4.2 Υλοποίηση της πολυπλεξίας διαδρόμου στο εσωτερικό του μικροεπεξεργαστή

γ)



Σχήμα 4.1 Πολυπλεξία διαδρόμου διευθύνσεων και δεδομένων

3. Σε ποια σημεία διαφέρει η λειτουργία (επικοινωνία) εισόδου –εξόδου από την επικοινωνία με τη μνήμη σε ένα μικροεπεξεργαστή;

Απάντηση:

- Η μνήμη δε ζητάει εξυπηρέτηση από τον μ/E , αλλά ο μ/E την προσπελαύνει όποτε θέλει να διαβάσει ή να εγγράψει δεδομένα. Αντίθετα μια μονάδα εισόδου-εξόδου μπορεί να ζητήσει εξυπηρέτηση από τον μ/E .
- Η μνήμη αποτελεί μια ενιαία οντότητα, ενώ όταν μια περιφερειακή συσκευή ζητάει εξυπηρέτηση, ο μ/E πρέπει να γνωρίζει ποια συσκευή είναι ώστε να την εξυπηρετήσει.

4. Τι γνωρίζετε για τις θύρες εισόδου-εξόδου (I/O ports);

Απάντηση:

Οι θύρες εισόδου-εξόδου (I/O ports) μπορούν να θεωρηθούν ως εξωτερικοί καταχωρητές για τον μ/E . Στην απλούστερη μορφή της, μια θύρα εισόδου αποτελείται από έναν απομονωτή (buffer) τριών καταστάσεων ενός bit, ενώ για μια θύρα εξόδου χρησιμοποιείται ένας μανδαλωτής (ή flip-flop) για κάθε bit της θύρας.

5. α) Με ποιους τρόπους μπορούμε να διευθυνσιοδοτήσουμε συσκευές εισόδου–εξόδου σε ένα μικροϋπολογιστικό σύστημα;

β) Ποια τα πλεονεκτήματα και ποια τα μειονεκτήματα του κάθε τρόπου;

Απάντηση:

α) Οι τρόποι με τους οποίους μπορούμε να διευθυνσιοδοτήσουμε συσκευές εισόδου –εξόδου σε ένα μικροϋπολογιστικό σύστημα είναι:

➤ **Είσοδος-έξοδος με απεικόνιση μνήμης (memory mapped)**

Οι θύρες εισόδου-εξόδου σχεδιάζονται έτσι ώστε να συμπεριφέρονται ως διευθύνσεις μνήμης, γιατί οι καταχωρητές που σχετίζονται με τις θύρες εισόδου-εξόδου αντιστοιχούν σε θέσεις μνήμης.

➤ **Είσοδος-έξοδος με ειδικές εντολές (isolated I/O)**

Η μεταφορά δεδομένων γίνεται με δύο ειδικές εντολές, IN και OUT. Η διακίνηση δεδομένων γίνεται μεταξύ του απομονωτή της θύρας και του συσσωρευτή. Κατά τη μεταφορά, η διεύθυνση της θύρας μπαίνει στο διάδρομο διευθύνσεων.

β) Είσοδος-έξοδος με απεικόνιση μνήμης

Πλεονεκτήματα: i) Επειδή οι θύρες εισόδου-εξόδου σχεδιάζονται έτσι ώστε να συμπεριφέρονται ως διευθύνσεις μνήμης, μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε αυτές εντολές αναφοράς στη μνήμη (και όχι ειδικές εντολές).

ii) Οι περισσότεροι καταχωρητές του μ/E μπορούν να ανταλλάξουν πληροφορίες με συσκευές εισόδου-εξόδου (όχι μόνο ο συσσωρευτής)

Μειονεκτήματα: i) Μειώνεται το πλήθος των θέσεων μνήμης που μπορεί να προσπελάσει ο μ/E .

ii) Οι εντολές προσπέλασης μνήμης είναι συνήθως μεγαλύτερες από τις εντολές τύπου εισόδου-εξόδου. Έτσι το μήκος του προγράμματος αυξάνεται.

Είσοδος-έξοδος με ειδικές εντολές

Πλεονεκτήματα: Οι διευθύνσεις των θυρών εισόδου-εξόδου δεν αποτελούν τμήμα των διευθύνσεων μνήμης κι έτσι όλες οι δυνατές διευθύνσεις μπορούν να διατεθούν για τη μνήμη.

Μειονεκτήματα: i) Στο διάδρομο ελέγχου έχουμε επιπρόσθετα σήματα που μας πληροφορούν αν η προσπέλαση γίνεται σε μνήμη ή σε περιφερειακή συσκευή.

ii) Η μεταφορά δεδομένων γίνονται μόνο από και προς τον συσσωρευτή.

6. Με ποιούς τρόπους μπορεί να επικοινωνήσει ένας μ/Ε με μια μονάδα εισόδου-εξόδου;

Απάντηση:

- Είσοδος-έξοδος ελεγχόμενη από πρόγραμμα.
- Με χρήση διακοπών
- Χρησιμοποιώντας ειδικό επεξεργαστή.

7. Περιγράψτε τον τρόπο προσπέλασης συσκευών εισόδου-εξόδου ελεγχόμενη από πρόγραμμα.

Απάντηση:

Μία λειτουργία εισόδου-εξόδου γίνεται μόνο όταν κατά την εκτέλεση ενός προγράμματος υπάρχει μια εντολή εισόδου-εξόδου.

Πριν γίνει η μεταφορά δεδομένων πρέπει να προσδιοριστεί αν η περιφερειακή συσκευή είναι σε θέση να επικοινωνήσει με τον μ/Ε.

Το πρόγραμμα καθορίζει ποια συσκευή πρόκειται να εξυπηρετηθεί εξετάζοντας τα bits ενός καταχωρητή κατάστασης. Η εξέταση των bits αυτών ονομάζεται **περίοδευση** (polling) ενώ το πρόγραμμα που χρησιμοποιείται λέγεται **βρόχος περιόδευσης** (polling loop). Το πρόγραμμα εκτελεί το βρόχο περιόδευσης ελέγχοντας διαδοχικά όλες τις συσκευές που είναι συνδεδεμένες στο διάδρομο δεδομένων και εξετάζοντας αν κάποιες από αυτές ζητούν εξυπηρέτηση.

8. Ποια είναι τα πλεονεκτήματα και τα μειονεκτήματα της τεχνικής περιόδευσης (polling);

Πλεονεκτήματα:

- Απαιτείται ελάχιστο υλικό και καμία εξειδικευμένη γραμμή.
- Είναι σύγχρονη με την εκτέλεση του προγράμματος, δηλαδή, ο προγραμματιστής γνωρίζει πότε θα ερωτηθεί μια συσκευή.

Μειονεκτήματα:

- Ελέγχονται όλες οι συσκευές κάθε φορά που ξεκινά ένας βρόχος περιόδευσης, ενώ πρακτικά οι περισσότερες δε θα χρειάζονται εξυπηρέτηση.
- Το χρονικό διάστημα μεταξύ της χρονικής στιγμής που μια συσκευή εισόδου-εξόδου είναι έτοιμη και της χρονικής στιγμής κατά την οποία θα εξυπηρετηθεί δεν είναι συγκεκριμένο.

9. Τι είναι οι διακοπές; Ποια είναι η διαδικασία που ακολουθείται προκειμένου να εξυπηρετηθεί μια περιφερειακή συσκευή με τη μέθοδο των διακοπών;

Απάντηση:

Οι διακοπές είναι ένας τρόπος εξυπηρέτησης περιφερειακών συσκευών, ο οποίος αφήνει το μ/Ε αφιερωμένο στην εκτέλεση του κυρίως προγράμματος και ασχολείται με κάποια περιφερειακή συσκευή μόνο όταν αυτή ζητήσει εξυπηρέτηση.

(Ανάγνωση: σελ. 102 Από: Σύμφωνα με τη μέθοδοως: είσοδος διακοπής)

Η διαδικασία εξυπηρέτησης μιας διακοπής αποτελείται από τα ακόλουθα βήματα:

- ολοκληρώνεται η εντολή την οποία εκτελούσε ο μ/Ε
- απενεργοποιούνται όλες οι διακοπές
- σώζεται στη στοίβα η κατάσταση του μ/Ε (συνήθως PC και SR)
- εκτελείται η υπορουτίνα εξυπηρέτησης διακοπής
- ανακτάται η κατάσταση του μ/Ε από τη στοίβα και επιστρέφεται ο έλεγχος στο πρόγραμμα στην επόμενη εντολή από εκείνη που είχε εκτελεστεί τελευταία.

10. Ποια τα πλεονεκτήματα της χρήσης διακοπών για την εξυπηρέτηση περιφερειακών συσκευών;

Απάντηση:

- Ο μ/Ε μπορεί να αφιερώσει όλο το χρόνο του στο κυρίως πρόγραμμα γιατί δεν χρειάζεται να παρακολουθεί συνεχώς τις θύρες εισόδου και εξοικονομείται χρόνος.
- Ένας μ/Ε είναι δυνατόν να εκτελεί ταυτόχρονα περισσότερα από ένα προγράμματα. Με τον όρο ταυτόχρονα δεν εννοούμε την ίδια χρονική στιγμή, αλλά τα προγράμματα βρίσκονται στην μνήμη και ο μ/Ε επιλέγει και εκτελεί τότε το ένα και τότε το άλλο.

11. Γιατί είναι αναγκαίος ο καθορισμός προτεραιότητας διακοπών σε ένα μικροεπεξεργαστή;

Απάντηση:

Επειδή ένας μ/Ε έχει περισσότερες από μια περιφερειακές συσκευές, διαθέτει πολλές εισόδους διακοπής (INT) ή πολλές συσκευές μπορούν να είναι συνδεδεμένες σε μία κοινή γραμμή διακοπής. Για την περίπτωση που περισσότερες από μία συσκευές ζητήσουν ταυτόχρονα εξυπηρέτηση είναι απαραίτητος ο καθορισμός προτεραιότητας διακοπών. Η προτεραιότητα καθορίζεται από το σχεδιαστή του μ/Ε.

12. Τι είναι διακοπές με μάσκα;

Απάντηση:

Ορισμένες φορές εκτελούνται κρίσιμα τμήματα ενός προγράμματος τα οποία θα πρέπει να εκτελεστούν χωρίς διακοπές. Τότε θα πρέπει να απενεργοποιηθεί για κάποιο διάστημα ο μηχανισμός των διακοπών ή να παρεμποδιστούν επιλεκτικά κάποιες από αυτές. Οι περισσότεροι μ/Ε μας παρέχουν τη δυνατότητα να παρεμποδίζουμε κάποιες από τις εισόδους διακοπών με τη χρήση μάσκας. Υπάρχουν ειδικές εντολές στο ρεπερτόριο των μ/Ε για την τοποθέτηση και την αφαίρεση της μάσκας διακοπής.

13. Ποιές τεχνικές-τρόπους, προσπέλασης συσκευών εισόδου-εξόδου χρησιμοποιούμε όταν ο ρυθμός μεταφοράς δεδομένων από και προς μία περιφερειακή συσκευή είναι σχετικά χαμηλός και ποια όταν είναι υψηλός;

Απάντηση:

Όταν ο ρυθμός μεταφοράς δεδομένων από και προς μία περιφερειακή συσκευή είναι σχετικά χαμηλός τότε η επικοινωνία μπορεί να εκτελεστεί με είσοδο-έξοδο ελεγχόμενη με πρόγραμμα είτε με χρήση διακοπών. Όταν απαιτούνται **υψηλοί ρυθμοί μεταφοράς** δεδομένων μεταξύ μιας περιφερειακής συσκευής και της μνήμης, χρησιμοποιείται απευθείας προσπέλαση της μνήμης (DMA, Direct Memory Access).

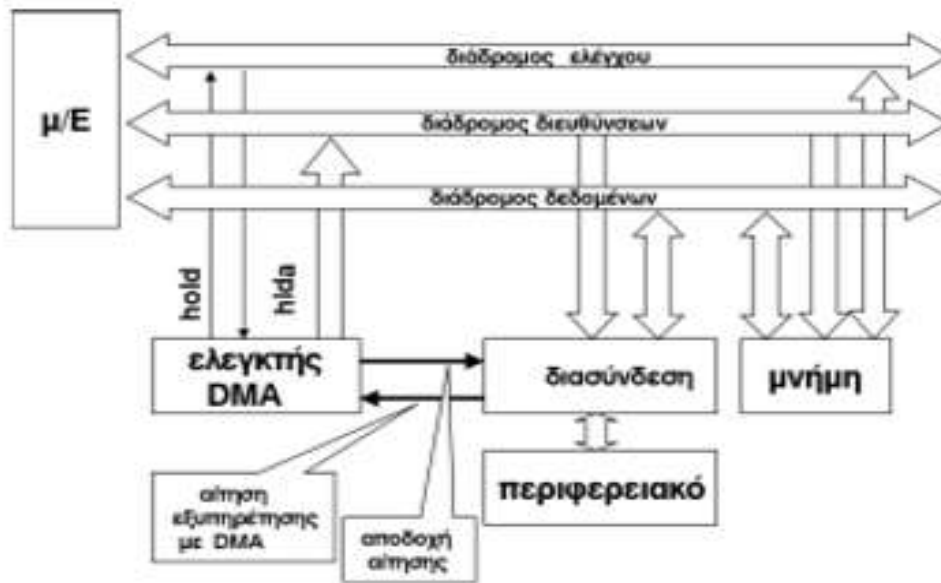
14. Τι είναι ο ελεγκτής DMA;

Απάντηση:

Ο ελεγκτής DMA είναι μια μονάδα που συνδέεται πάνω στο διάδρομο του υπολογιστικού συστήματος και μπορεί να γίνει διαχειριστής του συστήματος παίρνοντας τον έλεγχο του διαδρόμου από τον μ/Ε.

Περιλαμβάνει καταχωρητές κατάστασης και ελέγχου, τον καταχωρητή διεύθυνσης και τον απαριθμητή δεδομένων.

15. Σχεδιάστε ένα σχηματικό διάγραμμα ενός μικροϋπολογιστικού συστήματος το οποίο περιλαμβάνει ένα ελεγκτή (DMA)



16. Περιγράψτε τη διαδικασία μεταφοράς δεδομένων μεταξύ μιας περιφερειακής συσκευής και της μνήμης χρησιμοποιώντας τη μέθοδο της απευθείας προσπέλασης μνήμης (DMA).

Απάντηση:

Για τη μεταφορά δεδομένων μεταξύ μιας περιφερειακής συσκευής και της μνήμης μέσω DMA, εκτελούνται τα ακόλουθα βήματα:

1. Η διασύνδεση της περιφερειακής συσκευής στέλνει στον ελεγκτή μια αίτηση για εξυπηρέτηση DMA.
2. Ο ελεγκτής DMA ενεργοποιεί το σήμα αίτησης για απόκτηση του διαδρόμου (HOLD). Ο μ/Ε αποκρίνεται με ένα σήμα αποδοχής αίτησης απόκτησης (HLDA) και ελευθερώνει τους διάδρομους δεδομένων, διευθύνσεων και ελέγχου. Ο ελεγκτής DMA αποκτά τον έλεγχο των διαδρόμων.
3. Ο ελεγκτής στέλνει στη διασύνδεση ένα σήμα αποδοχής DMA με το οποίο ζητά από αυτή να τοποθετήσει ή να πάρει δεδομένα στον/από τον διάδρομο δεδομένων.
4. Το προς μεταφορά δεδομένο μεταφέρεται προς ή από τη θέση μνήμης που δηλώνεται μέσω του διαδρόμου διευθύνσεων που ελέγχεται από τον καταχωρητή διεύθυνσης DMA.
5. Στη συνέχεια αυξάνει ο καταχωρητής διεύθυνσης και ο αριθμητής δεδομένων μειώνεται κατά 1 μέχρι να μεταφερθούν όλα τα δεδομένα.

17. Ποια τα πλεονεκτήματα της μεταφοράς δεδομένων μεταξύ μιας περιφερειακής συσκευής και της μνήμης χρησιμοποιώντας τη μέθοδο της απευθείας προσπέλασης μνήμης (DMA);

Απάντηση:

Η μέθοδος αυτή παρέχει υψηλούς ρυθμούς μεταφοράς δεδομένων μεταξύ μιας περιφερειακής συσκευής και της μνήμης γιατί παρακάμπτεται ο μ/Ε κι έτσι χρησιμοποιείται στη μεταφορά μεγάλης ποσότητας δεδομένων.

Το υπολογιστικό σύστημα εκτελεί την είσοδο-έξοδο δεδομένων με τη μέγιστη ταχύτητα της συσκευής I/O.

18. Περιγράψτε τους τρόπους μεταφοράς DMA.

Απάντηση:

Μεταφορά ριπής (Burst Mode): Όταν πρέπει να μεταφερθεί μεγάλη ποσότητα δεδομένων σε μικρό χρονικό διάστημα αυτός ο τρόπος εξασφαλίζει την ταχύτερη μεταφορά δεδομένων. Κατά τη διάρκεια μεταφοράς DMA ο μ/Ε αδρανοποιείται μέχρι να μεταφερθούν όλα τα δεδομένα.

Κλέψιμο κύκλου (Cycle stealing): Όταν δεν απαιτείται ο μέγιστος ρυθμός μεταφοράς, ο ελεγκτής DMA “κλέβει” κύκλους μηχανής από τον μ/Ε για να μεταφέρει δεδομένα κι έτσι η μεταφορά DMA γίνεται παράλληλα με τη λειτουργία του μ/Ε. Κάθε φορά που μεταφέρεται ένα byte, ο ελεγκτής DMA παραχωρεί τον έλεγχο του διαδρόμου στον μ/Ε και στη συνέχεια υποβάλλει καινούρια αίτηση για μεταφορά DMA.

19. Είσοδος και έξοδος ψηφιακών δεδομένων σε μικροεπεξεργαστή.

Απάντηση:

Είσοδος δεδομένων: Οι πιο γνωστές συσκευές με τις οποίες εισάγουμε ψηφιακά δεδομένα στο μ/Ε, είναι οι μηχανικοί διακόπτες και πληκτρολόγια.

Έξοδος δεδομένων: Οι συσκευές που χρησιμοποιούνται συχνότερα για την παρουσίαση ψηφιακών δεδομένων είναι οι δίοδοι εκπομπής φωτός (LEDs) και τα 7 segment displays.

Πολυεπεξεργασία και εξυπηρέτηση διακοπών

- Π.χ. ένα μικροϋπολογιστικό σύστημα έχει δύο προγράμματα στην μνήμη A και B.
- Ξεκινά η εκτέλεση του προγράμματος A.
- Σε κάποια στιγμή είναι απαραίτητο να εκτελεστεί το πρόγραμμα B.
- Η μεταφορά του ελέγχου στο πρόγραμμα B απαιτεί ο μετρητής του προγράμματος PC να φορτωθεί με τη διεύθυνση έναρξης του προγράμματος B.
- Η κατάσταση του μ/Ε θα πρέπει να αποθηκευτεί πριν την διακοπή για να μπορέσει η επεξεργασία να προχωρήσει χωρίς να χαθούν τα αποτελέσματα.
- Μερικές από τις πληροφορίες που περιλαμβάνει η κατάσταση του μ/Ε είναι :
 - Τα περιεχόμενα του μετρητή προγράμματος (PC)
 - του συσσωρευτή (ACC)
 - του καταχωρητή κατάστασης (SR)
 - των καταχωρητών γενικού σκοπού.
- Η αποθήκευση της κατάστασης του μ/Ε πραγματοποιείται με την βοήθεια της **στοίβας** (stack). Η στοίβα αποτελείται από ένα σύνολο θέσεων στην μνήμη RAM. Η διεύθυνση της κορυφής της στοίβας βρίσκεται στον εσωτερικό καταχωρητή του μ/Ε, **δείκτης στοίβας (SP-stack pointer)**. Είναι κατασκευασμένος με τέτοιο τρόπο ώστε δεδομένα να διαβάζονται με την αντίστροφη σειρά από εκείνη με την οποία γράφτηκαν.