

## ΕΡΩΤΗΣΕΙΣ ΑΞΙΟΛΟΓΗΣΗΣ ΣΤΟ ΚΕΦ. 4

1. Παρακάτω δίνονται μερικοί από τους ακροδέκτες που συναντάμε στην πλειοψηφία των μικροεπεξεργαστών . Φτιάξτε ένα 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].

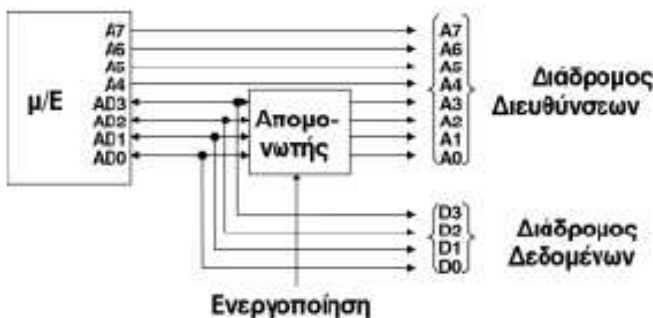
| Ακροδέκτης | I/O | Σημασία                                                                                                                               |
|------------|-----|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 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 διευθυνοδοτήσει μέχρι 2 <sup>n</sup> διαφορετικές διευθύνσεις. |
| D[0:k-1]   | I/O | k ακροδέκτες του διαδρόμου δεδομένων                                                                                                  |

Πίνακας 4.1 Ακροδέκτες τυπικού μικροεπεξεργαστή

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

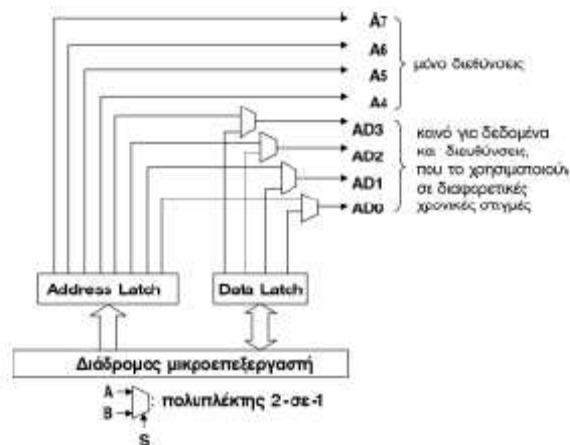
ταυτόχρονα στους ακροδέκτες αυτούς και διευθύνσεις και δεδομένα. Η τεχνική με τη βοήθεια της οποίας οι ίδιες γραμμές (και ακροδέκτες του μικροεπεξεργαστή) μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε διαφορετικές χρονικές στιγμές για διαφορετικό σκοπό (μεταφορά δεδομένων ή διευθύνσεων) ονομάζεται πολυπλεξία (multiplexing).

- β) Να σχεδιάσετε τον τρόπο που συνδέεται ένας μικροεπεξεργαστής σε διάδρομο διευθύνσεων πλάτους 8 δυαδικών ψηφίων και διάδρομο δεδομένων πλάτους 4 δυαδικών ψηφίων, χρησιμοποιώντας μόνο 8 από τους ακροδέκτες του. Για τη σύνδεση του μικροεπεξεργαστή με το διάδρομο δεδομένων χρησιμοποιήστε έναν απομονωτή ( buffer) 4 εισόδων .\



Σχήμα 4.1 Πολυπλεξία διαδρόμου διευθύνσεων και δεδομένων

- γ) Σχεδιάστε τον τρόπο που υλοποιείται η πολυπλεξία μέσα στο ολοκληρωμένο κύκλωμα του μικροεπεξεργαστή για τα ίδια δεδομένα με το ερώτημα β) χρησιμοποιείστε πολυπλέκτες 2 σε 1.\



Σχήμα 4.2 Υλοποίηση της πολυπλέκτης διαδρομής στο απεριόριστο του μικροεπεξεργαστή

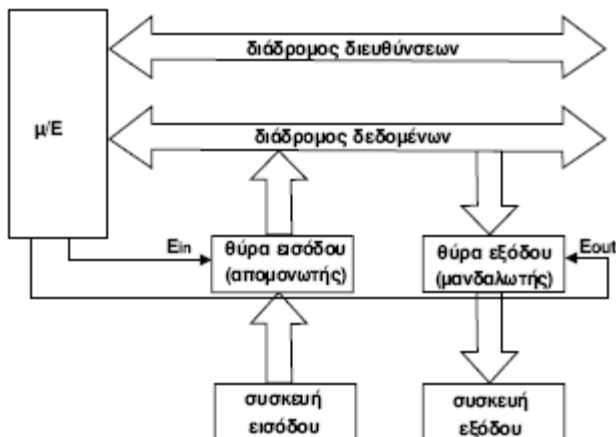
3. Σε ποια σημεία διαφέρει η λειτουργία εισόδου –εξόδου από την επικοινωνία με τη μνήμη σε ένα μικροεπεξεργαστή;

διατάξεων, σε αυτοματισμούς κ.λπ. Η λειτουργία αυτή διαφέρει από την επικοινωνία του μικροεπεξεργαστή με τη μνήμη κυρίως στα ακόλουθα σημεία:

- η μνήμη δε ζητάει εξυπηρέτηση από το μικροεπεξεργαστή. Ο μικροεπεξεργαστής προσπελάει για τη μνήμη να εγγράψει δεδομένα σε αυτή ή να διαβάσει από αυτή δεδομένα. Αντιθέτως, μια μονάδα εισόδου-εξόδου μπορεί να ζητήσει εξυπηρέτηση. Για παράδειγμα, όταν πληκτρολογούμε ένα χαρακτήρα, το πληκτρολόγιο πρέπει να ενημερώσει το μικροεπεξεργαστή για την ενέργειά μας αυτή.
- η μνήμη αποτελεί μια ενιαία οντότητα. Για να προσπελάσει ο μικροεπεξεργαστής

μια θέση μνήμης χρησιμοποιεί τη διεύθυνση της. Αντιθέτως, όταν μια περιφερειακή συσκευή ζητάει εξυπηρέτηση, ο μικροεπεξεργαστής πρέπει να γνωρίζει ποια συσκευή είναι ώστε να την εξυπηρετήσει.

4. Σχεδιάστε ένα απλοποιημένο διάγραμμα μιας θύρας εισόδου και μιας θύρας εξόδου σε ένα μικροϋπολογιστικό σύστημα.



Σχήμα 4.3 Θύρα εισόδου και θύρα εξόδου σε μικροϋπολογιστικό σύστημα

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

Οι θύρες εισόδου-εξόδου μπορούν να προσπελαστούν με ένα από δύο τρόπους: είτε ως κοινές θέσεις μνήμης, είτε με ειδικές εντολές. Έτσι, υπάρχουν δύο τεχνικές χειρισμού των θυρών εισόδου-εξόδου. Η τεχνική μέσω ειδικών εντολών εισόδου εξόδου (isolated I/O) και η τεχνική με απεικόνιση μνήμης (memory mapped).

β) Ποια τα πλεονεκτήματα και ποια τα μειονεκτήματα του κάθε τρόπου διευθυνσιοδότησης συσκευών

εισόδου –εξόδου σε ένα μικροϋπολογιστικό σύστημα;

- Εντολές αναφοράς στη μνήμη μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για είσοδο-έξοδο (για παράδειγμα, μπορούν να γίνουν αριθμητικές πράξεις με τα περιεχόμενα μίας θύρας εισόδου ή εξόδου χωρίς να τοποθετηθούν τα δεδομένα της σε προσωρινούς καταχωρητές.
- Οι περισσότεροι καταχωρητές του μικροεπεξεργαστή μπορούν να ανταλλάξουν πληροφορίες με συσκευές εισόδου-εξόδου, σε αντίθεση με την τεχνική εισόδου-εξόδου με ειδικές εντολές (στις οποίες η μεταφορά δεδομένων γίνεται, όπως είδαμε, από και προς τον καταχωρητή).

Τα μειονεκτήματα της τεχνικής αυτής είναι ότι:

- Μειώνεται το πλήθος των θέσεων μνήμης που μπορεί να προσπελάσει ο μικροεπεξεργαστής.
- Οι εντολές προσπέλασης μνήμης είναι συνήθως μεγαλύτερες από τις εντολές τύπου εισόδου-εξόδου (για παράδειγμα, στο μικροεπεξεργαστή 8085 οι εντολές προσπέλασης μνήμης είναι συνήθως τριών bytes, ενώ οι ειδικές εντολές εισόδου-εξόδου είναι μόνο δύο bytes). Έτσι, το μήκος του προγράμματος αυξάνει.

6. Περιγράψτε την τεχνική διευθυνσιοδότησης συσκευών εισόδου –εξόδου σε ένα μικροϋπολογιστικό σύστημα μέσω ειδικών εντολών εισόδου – εξόδου. (isolated I/O)

#### **Είσοδος-έξοδος με ειδικές εντολές**

Στην ξεχωριστή ή απομονωμένη είσοδο-έξοδο (isolated I/O) η μεταφορά των δεδομένων γίνεται χρησιμοποιώντας δύο ειδικές εντολές, οι οποίες σε συμβολική γλώσσα ονομάζονται συνήθως IN και OUT. Η διακίνηση των δεδομένων πραγματοποιείται μέσω του συσσωρευτή.

Έτσι, με την εντολή εισόδου το περιεχόμενο του απομονωτή της θύρας μεταφέρεται στο συσσωρευτή, ενώ στην εντολή εξόδου συμβαίνει το αντίστροφο. Κατά τη μεταφορά, η διεύθυνση της θύρας μπαίνει στο διάδρομο διευθύνσεων.

Οι εντολές εισόδου-εξόδου απομονώνουν τη μνήμη από τις θύρες εισόδου-εξόδου έτσι ώστε ο χώρος μνήμης να μην επηρεάζεται από το χώρο των θυρών εισόδου-εξόδου. Έτσι, οι διευθύνσεις των θυρών εισόδου-εξόδου δεν αποτελούν τμήμα των διευθύνσεων μνήμης. Γι αυτό το λόγο, στο διάδρομο ελέγχου εκτός από τα σήματα που μας δίνουν τη δυνατότητα να αναγνωρίσουμε αν έχουμε ανάγνωση ή εγγραφή, έχουμε και επιπρόσθετα σήματα που μας πληροφορούν αν η προσπέλαση γίνεται σε μνήμη ή περιφερειακή συσκευή. Με την απομονωμένη είσοδο-έξοδο ο μικροϋπολογιστής μπορεί να διαθέσει όλες τις δυνατές διευθύνσεις του για μνήμη.

7. Περιγράψτε την τεχνική διευθυνσιοδότησης συσκευών εισόδου –εξόδου σε ένα μικροϋπολογιστικό σύστημα με την τεχνική της απεικόνισης μνήμης (memory mapped) ..

#### **Είσοδος-έξοδος με απεικόνιση μνήμης**

Δεν είναι όμως πάντα απαραίτητο να έχουμε ξεχωριστές εντολές εισόδου-εξόδου. Σε πολλούς μικροεπεξεργαστές οι εντολές που χρησιμοποιούνται για την ανταλλαγή πληροφοριών μεταξύ μικροεπεξεργαστή και μνήμης μπορούν να χρησιμοποιηθούν και για είσοδο-έξοδο.

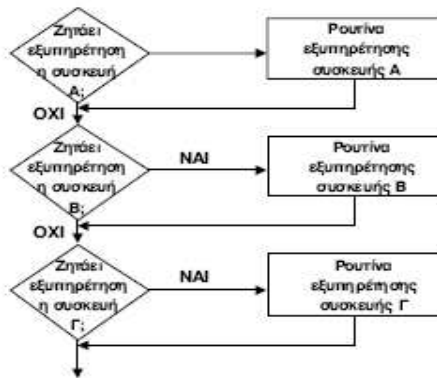
Στην περίπτωση αυτή, οι θύρες εισόδου-εξόδου σχεδιάζονται έτσι ώστε να συμπεριφέρονται ως διευθύνσεις μνήμης. Συγκεκριμένα, οι καταχωρητές που σχετίζονται με τις θύρες εισόδου-εξόδου αντιστοιχούν σε θέσεις μνήμης. Η τεχνική αυτή, που χρησιμοποιεί εντολές προσπέλασης μνήμης για την είσοδο-έξοδο ονομάζεται είσοδος-έξοδος με απεικόνιση μνήμης (memory mapped I/O). Τα συστήματα που λειτουργούν έτσι, επιτρέπουν στον προγραμματιστή να χρησιμοποιεί όλες τις δυνατότητες των εντολών του μικροεπεξεργαστή, τόσο για δεδομένα της μνήμης, όσο και για δεδομένα των θυρών εισόδου-εξόδου.

8. Αναφέρατε ονομαστικά τους τρόπους προσπέλασης συσκευών εισόδου εξόδου .

- ελεγχόμενη από το πρόγραμμα
- με χρήση διακοπών
- χρησιμοποιώντας ειδικό επεξεργαστή

9. Περιγράψτε τον τρόπο προσπέλασης συσκευών εισόδου εξόδου ελεγχόμενη από πρόγραμμα.

Σχεδιάστε ένα διάγραμμα ροής που να περιγράφει ένα παράδειγμα της τεχνικής περιόδευσης (polling).



Σχήμα 4.4 Βρόγχος περιόδευσης

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

- απαιτείται ελάχιστο υλικό και καμία εξειδικευμένη γραμμή
- είναι σύγχρονη με την εκτέλεση του προγράμματος. Αυτό σημαίνει ότι ο προγραμματιστής γνωρίζει πότε θα ερωτηθεί μια συσκευή

Τα μειονεκτήματα της μεθόδου αυτής είναι:

- Το γεγονός ότι ελέγχονται όλες οι συσκευές κάθε φορά που ξεκινάει ένας βρόγχος 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.

11. Περιγράψτε τα πλεονεκτήματα της μεθόδου των διακοπών έναντι της τεχνικής περιόδευσης για την προσπέλαση συσκευών εισόδου εξόδου σε ένα μικροεπεξεργαστή.

Με τον τρόπο αυτό ο μικροεπεξεργαστής δε χρειάζεται να παρακολουθεί συνεχώς κάποια θύρα εισόδου, και εξοικονομείται χρόνος, γιατί ο μικροεπεξεργαστής μπορεί να αφιερώσει όλο το χρόνο του στο κυρίως πρόγραμμα.

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

#### Προτεραιότητα διακοπών

Συνήθως ένας μικροεπεξεργαστής έχει περισσότερες από μια περιφερειακές συσκευές γι' αυτό διαθέτει περισσότερες από μια εισόδους διακοπής. Επίσης, πολλές συσκευές μπορούν να είναι συνδεδεμένες σε μια κοινή γραμμή διακοπής.

Οι πολλές εισόδοι διακοπής σε συνδυασμό με τις πολλαπλές συσκευές καθιστούν απαραίτητο τον καθορισμό προτεραιότητας για την περίπτωση που περισσότερες από μια συσκευές ζητήσουν ταυτόχρονα εξυπηρέτηση. Η προτεραιότητα καθορίζεται από το σχεδιαστή του μικροεπεξεργαστή και συνήθως δε μπορεί να μεταβληθεί.

13. Περιγράψτε την ενεργοποίηση και απενεργοποίηση του μηχανισμού διακοπών .

#### Ενεργοποίηση και απενεργοποίηση μηχανισμού διακοπών

Ορισμένες φορές, σε ένα πρόγραμμα που εκτελείται στο μικροεπεξεργαστή υπάρχουν κρίσιμα τμήματα τα οποία θα πρέπει να εκτελεστούν χωρίς διακοπές. Για παράδειγμα, αυτό θα μπορούσε να συμβεί στην περίπτωση που υπάρχουν χρονικοί περιορισμοί για την ολοκλήρωση της εκτέλεσης ενός προγράμματος.

Στην περίπτωση αυτή, είναι αναγκαίο να απενεργοποιηθεί για κάποιο διάστημα ο μηχανισμός των διακοπών. Όταν συμβεί αυτό, ο μικροεπεξεργαστής αγνοεί οποιοδήποτε αίτηση διακοπής μέχρι ο μηχανισμός των διακοπών να ενεργοποιηθεί και πάλι. Η ενεργοποίηση και η απενεργοποίηση γίνεται με ειδικές εντολές που πρέπει να ενσωματωθούν στα κατάλληλα σημεία ενός προγράμματος.

Άλλες φορές, δε χρειάζεται να απενεργοποιηθούν όλες οι διακοπές αλλά να παρεμποδιστούν επιλεκτικά κάποιες από αυτές. Οι περισσότεροι μικροεπεξεργαστές μας παρέχουν τη δυνατότητα να παρεμποδίζουμε, (να θέτουμε, όπως λέμε, μάσκα διακοπών) σε όλες ή σε κάποιες από τις εισόδους διακοπών. Οι εισόδοι αυτές ονομάζονται παρεμποδιζόμενες διακοπές επειδή μπορούν να παρεμποδιστούν με τη χρήση μάσκας. Το ρεπερτόριο εντολών των μικροεπεξεργαστών περιέχει ειδικές εντολές για την τοποθέτηση και την αφαίρεση της μάσκας διακοπών. Έτσι, το ποιες διακοπές θα παρεμποδιστούν και σε ποια χρονική στιγμή είναι ευθύνη του προγράμματος.

14. Τι εννοούμε με τον όρο κατάσταση του μικροεπεξεργαστή;



αποθηκεύουμε την κατάσταση του μικροεπεξεργαστή. Η κατάσταση του μικροεπεξεργαστή είναι το σύνολο της πληροφορίας που περιγράφει τη φάση στην οποία βρίσκεται ένας μικροεπεξεργαστής. Έτσι, αν τη στιγμή της διακοπής του προγράμματος Α η κατάσταση του μικροεπεξεργαστή σωθεί (και αργότερα αποκατασταθεί), η επεξεργασία γυρνά στο πρόγραμμα Α χωρίς να χαθούν τα αποτελέσματα της προηγούμενης επεξεργασίας. Μερικές από τις πληροφορίες που περιλαμβάνει η κατάσταση του μικροεπεξεργαστή είναι τα περιεχόμενα του μετρητή προγράμματος, του συσσωρευτή, του καταχωρητή κατάστασης και των καταχωρητών γενικού σκοπού. Η διακοπή ενός προγράμματος δεν είναι τόσο

15. Γιατί έχει ιδιαίτερη σημασία να αποθηκευθεί η κατάσταση του μικροεπεξεργαστή, όταν η εκτέλεση ενός προγράμματος διακόπτεται, με την προοπτική να συνεχισθεί αργότερα;
16. Πώς πραγματοποιείται η αποθήκευση της κατάστασης του μικροεπεξεργαστή;
17. Τι είναι η στοίβα (stack) και τι ο δείκτης στοίβας (stack pointer); Που εξυπηρετούν;

υπορουτίνες εξυπηρέτησης της συσκευής που προκάλεσε τη διακοπή. Η αποθήκευση της κατάστασης του μικροεπεξεργαστή πραγματοποιείται με τη βοήθεια της στοίβας. Η στοίβα (stack) είναι μια δομή αποθήκευσης στην οποία ο μικροεπεξεργαστής αποθηκεύει τα περιεχόμενα των καταχωρητών του κατά την κλήση υπορουτινών και διακοπών. Η στοίβα αποτελείται από ένα σύνολο θέσεων στη μνήμη RAM. Για να κρατάμε τη διεύθυνση μιας θέσης μέσα στη στοίβα είναι απαραίτητος ένας δείκτης στοίβας (stack pointer). Ο δείκτης αυτός είναι σχεδιασμένος με τέτοιο τρόπο ώστε τα δεδομένα να διαβάζονται από τη στοίβα με την αντίστροφη σειρά από εκείνη με την οποία γράφτηκαν.

18. Περιγράψτε τα βήματα που ακολουθούνται στη διαδικασία εξυπηρέτησης μιας διακοπής.

#### Διαδικασία εξυπηρέτησης διακοπής

Συνοψίζοντας, μπορούμε να πούμε ότι η διαδικασία εξυπηρέτησης μιας διακοπής αποτελείται από τα ακόλουθα βήματα:

- ολοκληρώνεται η εντολή την οποία εκτελούσε ο μικροεπεξεργαστής
- απενεργοποιούνται όλες οι διακοπές
- σώζεται στη στοίβα η κατάσταση του μικροεπεξεργαστή (συνήθως σαν κατάσταση σώζεται ο απεριθωριστής προγράμματος και ο καταχωρητής κατάστασης).
- εκτελείται η υπορουτίνα εξυπηρέτησης διακοπής
- ανακτάται η κατάσταση του μικροεπεξεργαστή από τη στοίβα και επιστρέφεται ο έλεγχος στο πρόγραμμα στην επόμενη εντολή από εκείνη που είχε τελευταία εκτελεστεί

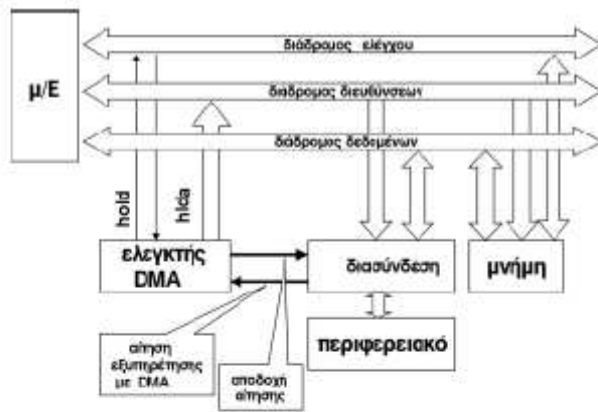
19. Ποιες τεχνικές – τρόπους, προσπέλασης συσκευών εισόδου – εξόδου χρησιμοποιούμε όταν :
20. α) ο ρυθμός μεταφοράς δεδομένων από και προς μία περιφερειακή συσκευή είναι σχετικά χαμηλός; β) ο ρυθμός μεταφοράς δεδομένων από και προς μία περιφερειακή συσκευή είναι υψηλός;

Αν ο ρυθμός μεταφοράς δεδομένων από και προς μια περιφερειακή συσκευή είναι σχετικά χαμηλός, τότε η επικοινωνία μπορεί να εκτελεστεί με είσοδο-έξοδο ελεγχόμενη με πρόγραμμα είτε με χρήση διακοπών.

Όπως είδαμε όμως, η εκτέλεση εντολών και η διαδικασία των διακοπών απαιτεί περισσότερο χρόνο, λόγω της αποθήκευσης και ανάκτησης της κατάστασης του μικροεπεξεργαστή. Ορισμένες συσκευές απαιτούν υψηλούς ρυθμούς μεταφοράς δεδομένων. Έτσι, είναι ασύμφορο να εξυπηρετούνται μεταφέροντας ένα byte ή μια λέξη κάθε φορά.

Συχνά, ο ρυθμός μεταφοράς δεδομένων από περιφερειακές συσκευές καθορίζεται από τις ίδιες τις συσκευές και όχι από το μικροεπεξεργαστή. Έτσι, το υπολογιστικό σύστημα πρέπει να εκτελεί την είσοδο-έξοδο σύμφωνα με τη μέγιστη ταχύτητα της συσκευής. Σε περιπτώσεις στις οποίες απαιτούνται υψηλοί ρυθμοί μεταφοράς δεδομένων, χρησιμοποιείται απευθείας προσπέλαση της μνήμης (direct memory access, DMA).

21. α) Σχεδιάστε ένα σχηματικό διάγραμμα ενός μικροϋπολογιστικού συστήματος το οποίο περιλαμβάνει ένα ελεγκτή (DMA).  
β) Περιγράψτε τη διαδικασία (βήματα) μεταφοράς δεδομένων μεταξύ μιας περιφερειακής συσκευής και της μνήμης χρησιμοποιώντας τη μέθοδο της απευθείας προσπέλασης μνήμης (DMA).



Σχήμα 4.5 Λειτουργία DMA

Για τη μεταφορά κάποιων δεδομένων από ένα περιφερειακό προς τη μνήμη μέσω DMA, εκτελούνται τα ακόλουθα βήματα:

- η διασύνδεση της περιφερειακής συσκευής στέλνει στον ελεγκτή μια αίτηση για εξυπηρέτηση DMA.
- ο ελεγκτής ενεργοποιεί το σήμα αίτησης για απόκτηση του διαδρόμου (HOLD). Ο μικροεπεξεργαστής αποκρίνεται με ένα σήμα αποδοχής αίτησης απόκτησης (HLDA) και ελευθερώνει το διάδρομο δεδομένων, το διάδρομο διευθύνσεων και το διάδρομο ελέγχου. Ο ελεγκτής DMA αποκτά τον έλεγχο των διαδρόμων.
- Ο ελεγκτής στέλνει στη διασύνδεση ένα σήμα αποδοχής DMA με το οποίο ζητά από αυτή να τοποθετήσει τα δεδομένα στο διάδρομο δεδομένων (για λειτουργία εισόδου), ή να πάρει τα επόμενα δεδομένα που είναι τοποθετημένα πάνω στο διάδρομο (για λειτουργία εξόδου).
- Το προς μεταφορά δεδομένο μεταφέρεται από ή προς τη θέση μνήμης που δηλώνεται μέσω του διαδρόμου διευθύνσεων που ελέγχεται από τον καταχωρητή διεύθυνσης DMA.
- στη συνέχεια αυξάνει ο καταχωρητής διευθύνσεων και ο απαριθμητής δεδομένων μειώνεται κατά 1 μέχρι να μεταφερθούν όλα τα δεδομένα.

Πρέπει να σημειωθεί ότι αν ζητήσουν ταυτόχρονα εξυπηρέτηση δύο ή περισσότερα περιφερειακά, η σειρά με την οποία θα εξυπηρετηθούν εξαρτάται από τον τρόπο με τον οποίο έχει καθοριστεί η προτεραιότητα στο σύστημα. Υπάρχουν πολλές τεχνικές για την απόδοση της προτεραιότητας αυτής, εκ των οποίων άλλες βασίζονται στο υλικό, άλλες σε λογισμικό και άλλες σε συνδυασμό των δύο.

## 22. Περιγράψτε τους τρόπους μεταφοράς DMA.

### Τρόποι μεταφοράς DMA

Κατά τη διάρκεια της μεταφοράς DMA ο μικροεπεξεργαστής αδρανοποιείται μέχρι να μεταφερθούν όλα τα δεδομένα. Με αυτόν τον τρόπο επιτυγχάνεται ο μέγιστος ρυθμός μεταφοράς. Ο τρόπος αυτός χρησιμοποιείται στην περίπτωση που πρέπει να μεταφερθεί μεγάλη ποσότητα δεδομένων σε μικρό χρονικό διάστημα.

Υπάρχουν όμως περιπτώσεις, στις οποίες δεν απαιτείται ο μέγιστος ρυθμός μεταφοράς. Για τις περιπτώσεις αυτές οι ελεγκτές DMA παρέχουν και ένα άλλο τρόπο λειτουργίας στον οποίο η μεταφορά DMA γίνεται παράλληλα με τη λειτουργία του μικροεπεξεργαστή. Για να γίνει αυτό, κάθε φορά που μεταφέρεται ένα byte, ο ελεγκτής DMA παραχωρεί τον έλεγχο του διαδρόμου στο μικροεπεξεργαστή και στη συνέχεια υποβάλλει καινούρια αίτηση για μεταφορά DMA. Έτσι ο ελεγκτής κλέβει κύκλους μηχανής από το μικροεπεξεργαστή για να μεταφέρει τα δεδομένα. Στην περίπτωση αυτή λέμε ότι η μεταφορά DMA γίνεται με τη μέθοδο της κλοπής κύκλου (cycle stealing).

## 23. Σχεδιάστε τρεις τρόπους μετατροπής της τιμής ενός διακόπτη σε σήμα συμβατό με τα κυκλώματα TTL, χρησιμοποιώντας αντίσταση (pull up resistor)

## 24. α) Σχεδιάστε τη διασύνδεση και τη διάταξη ενός ηλεκτρολογίου 4X4=16 πλήκτρων στο διάδρομο δεδομένων χρησιμοποιώντας θύρες εισόδου –εξόδου.

β) Περιγράψτε τη διαδικασία αναγνώρισης του πλήκτρου που έχει πατηθεί