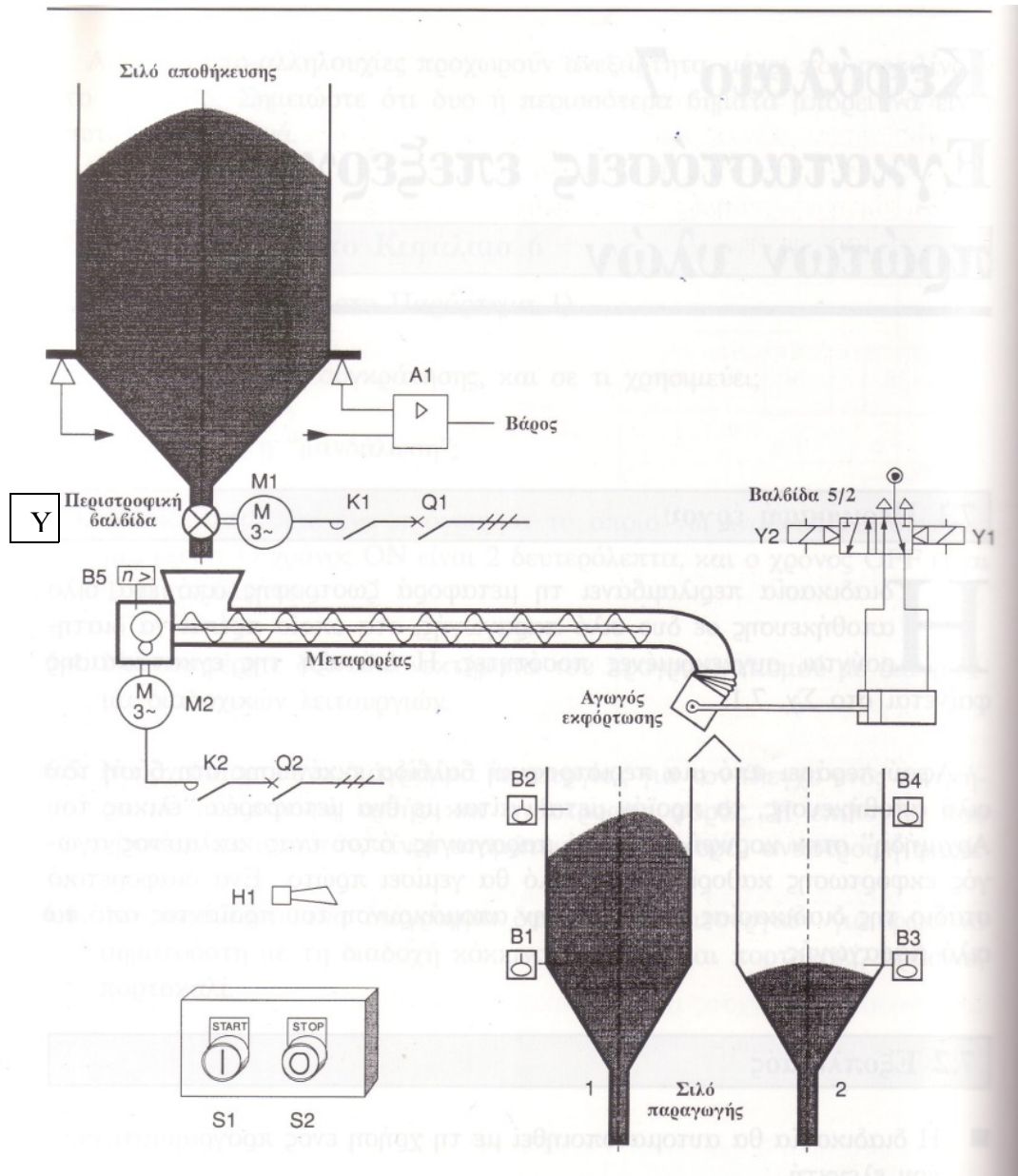


### ΑΣΚΗΣΗ 3: ΕΓΚΑΤΑΣΤΑΣΗ ΠΛΗΡΩΣΗΣ ΥΛΙΚΟΥ

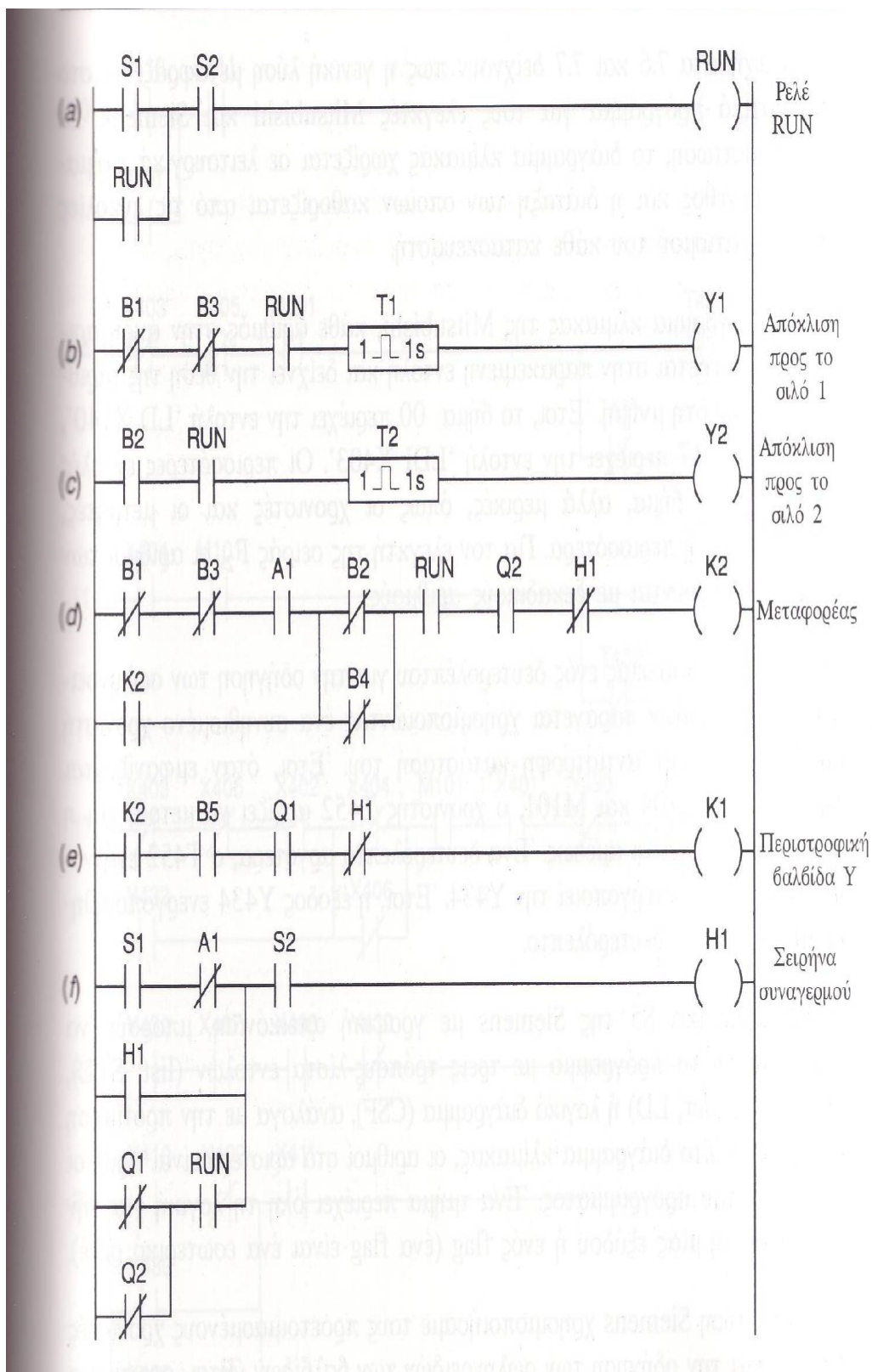
Η προς έλεγχο διαδικασία εμφανίζεται στο παρακάτω διάγραμμα.

Αποτελείται από το σιλό αποθήκευσης και μία μεταφορική ταινία η οποία μεταφέρει υλικό από το σιλό αποθήκευσης στα δύο σιλό παραγωγής, όπου αποθηκεύονται συγκεκριμένες ποσότητες υλικού.



#### Διάγραμμα της βιομηχανικής διαδικασίας

Οι διαδικασίες ελέγχου αποτυπώνονται στο **Ladder diagram** που ακολουθεί. Το Ladder diagram είναι ένας τρόπος ανάπτυξης του προγράμματος ελέγχου σε PLC. Το διάγραμμα αυτό θα σας βοηθήσει στην ανάπτυξη του κώδικα στον AVR.



**Ladder diagram του προγράμματος ελέγχου της διαδικασίας σε PLC**

Η διαδικασία ξεκινά με πίεση του διακόπτη εκκίνησης (START), S1. Οι επαφές του START είναι Normally Open (NO).

Σε περίπτωση έκτακτης ανάγκης η όλη διαδικασία σταματά άμεσα με την πίεση του πλήκτρου STOP, S2. Οι επαφές του STOP είναι NC.

Όλες οι επαφές που χρησιμοποιούνται φαίνονται στον παρακάτω πίνακα.

ΔΙΑΚΟΠΤΗΣ	ΛΕΙΤΟΥΡΓΙΑ	ΤΥΠΟΣ ΕΠΑΦΗΣ	ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΜΕ ΤΟΝ AVR	ΣΧΟΛΙΑ
S1	Start	NO	SW0	Ενεργοποίηση ρελέ RUN
S2	Stop	NC	SW7	Απενεργοποίηση ρελέ RUN
RUN	Επαφή συγκράτησης ρελέ RUN	NO	Δεν προσομοιώνεται	S1 is a push button
B1	Επαφή ένδειξης χαμηλής στάθμης από αναλογικό αισθητήρα βάρους σιλό 1	NC	PA1. Προσομοιώνεται αναλογικά με το Pot2	Με ρύθμιση του ποτενσιόμετρου ορίζονται οι 2 τιμές (χαμηλή, υψηλή)
B3	Επαφή ένδειξης χαμηλής στάθμης από αναλογικό αισθητήρα βάρους σιλό 2	NC	PA2. Προσομοιώνεται αναλογικά με το Pot3	Με ρύθμιση του ποτενσιόμετρου ορίζονται οι 2 τιμές (χαμηλή, υψηλή)
B2	Επαφή ένδειξης υψηλής στάθμης από αναλογικό αισθητήρα βάρους σιλό 1	NC	PA3. Προσομοιώνεται αναλογικά με το Pot4	Με ρύθμιση του ποτενσιόμετρου ορίζονται οι 2 τιμές (χαμηλή, υψηλή)
B4	Επαφή ένδειξης υψηλής στάθμης από αναλογικό αισθητήρα βάρους σιλό	NC	PA4. Προσομοιώνεται αναλογικά με το Pot5	Με ρύθμιση του ποτενσιόμετρου ορίζονται οι 2 τιμές (χαμηλή, υψηλή)
Y1	Θέση βαλβίδας 5/2 για σιλό 1	NO	SW1	Χρήση σιλό 1
Y2	Θέση βαλβίδας 5/2 για σιλό 2	NO	SW2	Χρήση σιλό 2
B5	Επαφή ενεργοποίησης M2	NO	Προσομοίωση με TIMER	Ένδειξη κανονικής ταχύτητας μεταφορικής ταινίας
A1	Επαφή ένδειξης χαμηλής στάθμης από αναλογικό αισθητήρα βάρους σιλό αποθήκευσης	NO για την γραμμή d του Ladder. NC για την γραμμή f.	PA0. Προσομοιώνεται αναλογικά με το Pot1	Με ρύθμιση του ποτενσιόμετρου ορίζονται οι 2 αναλογικές τιμές (χαμηλή, υψηλή)
K1	Επαφή συγκράτησης κινητήρα M1	NO	Δεν προσομοιώνεται	Όσο ο M1 λειτουργεί η K1 είναι ON
K2	Επαφή συγκράτησης κινητήρα M2	NO	Δεν προσομοιώνεται	Όσο ο M2 λειτουργεί η K2 είναι ON
Q1	Θερμικό M1	NC	SW4	Υπερφόρτωση M1
Q2	Θερμικό M2	NC	SW5	Υπερφόρτωση M1
H1	Επαφή συγκράτησης ρελέ σειρήνας	NC για την γραμμή d του Ladder. NO για την γραμμή f.	Δεν προσομοιώνεται	Αντικανονική λειτουργία
ACK	Αναγνώριση αντικανονικής λειτουργίας	NO	SW6	Ειδοποίηση συντήρησης

Υπάρχουν δύο κινητήρες (M1, M2).

**Ο M1** ανοίγει την περιστροφική βαλβίδα, Y, που υπάρχει στη βάση του σιλό αποθήκευσης.

**Ο M2** δίνει κίνηση στην μεταφορική ταινία η οποία μεταφέρει το υλικό από το σιλό αποθήκευσης στα σιλό 1 ή 2.

Ο κάθε κινητήρας για να λειτουργήσει θα πρέπει να κλείσουν οι επαφές  $K_i$  ( $i = 1$  ή  $2$ ) και  $Q_i$ . Οι διακόπτες **Ki είναι οι επαφές συγκράτησης** (βλέπε πίνακα και Ladder diagram). Οι επαφές **Qi διεγείρονται από την υπερφόρτωση του αντίστοιχου κινητήρα (Θερμικό του κινητήρα)**. Ο  $Q_i$  είναι κανονικά κλειστός (Normally Closed (NC)) και ανοίγει σε περίπτωση υπερφόρτωσης του αντίστοιχου κινητήρα.

Στην βάση του σιλό αποθήκευσης υπάρχει ένας αισθητήρας βάρους (load cell) ο **A1**. Η επαφή A1 που φαίνεται στη γραμμή (d) του **Ladder diagram** είναι NO, δηλαδή θα είναι ανοικτή όσο δεν υπάρχει υλικό στο σιλό αποθήκευσης. και κλείνει στην αντίθετη κατάσταση. Για την ίδια κατάσταση στην γραμμή (f) του **Ladder diagram** χρησιμοποιείται η NC επαφή του αισθητήρα, δηλαδή θα ανοίξει μόλις ο αισθητήρας αναγνωρίσει την χαμηλή στάθμη.

Στο σιλό 1 υπάρχουν δύο αισθητήρες στάθμης υλικού.

**Ο B1** για την χαμηλή στάθμη και ο **B2** για την στάθμη πλήρωσης.

Αντίστοιχα για το σιλό 2 είναι εγκατεστημένοι οι **B3 και B4**.

Οι επαφές B1-B4 που φαίνονται στο **Ladder diagram** είναι NC, δηλαδή θα ανοίξουν μόλις αναγνωρίσουν την αντίστοιχη στάθμη.

Για την πλήρωση των σιλό υπάρχει ο αγωγός εκφόρτωσης ο οποίος μπορεί να βρίσκεται είτε πάνω από το σιλό 1, είτε πάνω από το σιλό 2. Η θέση του ελέγχεται από την πνευματική βαλβίδα 5/2.

Στην θέση της βαλβίδας, Y1, ο αγωγός εκφόρτωσης βρίσκεται πάνω από το σιλό 1.

Στην θέση της βαλβίδας, Y2, ο αγωγός εκφόρτωσης βρίσκεται πάνω από το σιλό 2.

Η διαδικασία αυτή προσομοιώνεται με τους διακόπτες SW1 και SW2 αντίστοιχα.

Αν δεν υπάρχει αρκετό υλικό την στιγμή της εκκίνησης (κατώτερο όριο όγκου υλικού για το σιλό αποθήκευσης), τότε η διαδικασία σταματά, ηχεί η σειρήνα H1 και ανάβει η ενδεικτική λυχνία σφάλματος.

**Η διαδικασία πλήρωσης εκκινεί με την μεταφορά υλικού στο σιλό 1, εφόσον ισχύουν οι παρακάτω προϋποθέσεις :**

- έχει πατηθεί το πλήκτρο **START**,
- είναι άδεια τα δύο σιλό παραγωγής (κατάσταση που αναγνωρίζεται από τους αισθητήρες βάρους **B1 και B3** αντίστοιχα)
- υπάρχει αρκετό υλικό στο κεντρικό σιλό αποθήκευσης (**αισθητήρας A1**) και
- ο αγωγός εκφόρτωσης έχει μετακινηθεί στο σιλό 1 ( **Θέση Y1** της βαλβίδας 5/2.).

**Η πρώτη ενέργεια στην διαδικασία εκκίνησης** είναι η έναρξη κίνησης της μεταφορικής ταινίας και η ενεργοποίηση της αντίστοιχης φωτεινής ένδειξης (LED7).

Όταν η ταχύτητα κίνησης της μεταφορικής ταινίας πάρει την κανονική τιμή (μετά από χρονική καθυστέρηση 7s περίπου), ενεργοποιείται ο διακόπτης B5.

**Η ενεργοποίηση του B5** έχει σαν αποτέλεσμα την εκκίνηση του κινητήρα M1 (με το κλείσιμο του διακόπτη K1) και αρχίζει η εκκένωση του υλικού μέσω της περιστροφικής βαλβίδας Y (θα πρέπει δηλαδή να είναι K2 κλειστός, Q1 Q2 κλειστοί, B5 κλειστός και να μην ηχεί η σειρήνα H1).

**Κατόπιν όταν το σιλό 1 είναι γεμάτο** (ένδειξη από τον αισθητήρα βάρους B2), ο αγωγός εκφόρτωσης μετακινείται στο σιλό 2 (**Θέση Y2** της βαλβίδας 5/2. 2).

**Τέλος όταν γεμίσει το σιλό 2** (ένδειξη από τον αισθητήρα βάρους B4), σταματούν οι κινητήρες της μεταφορικής ταινίας και της βαλβίδας εκκένωσης του σιλό αποθήκευσης.

**Αν η μεταφορική ταινία σταματήσει για οποιοδήποτε λόγο** (πχ. έλλειψη υλικού στο σιλό αποθήκευσης), ο κινητήρας M1 σταματάει και ηχεί η σειρήνα H1 και ανάβει η ενδεικτική λυχνία σφάλματος.

**Η σειρήνα H1 ηχεί και η ενδεικτική λυχνία σφάλματος ανάβει επίσης** όταν ενεργοποιηθούν ο Q1 ή ο Q2.

Όταν πατηθεί το **πλήκτρο acknowledgement (ACK)**, τότε η σειρήνα παύει να ηχεί και η φωτεινή ένδειξη σφάλματος αναβοσβήνει με περίοδο 1sec (με την χρήση TIMER). Το πλήκτρο αυτό δεν εμφανίζεται στο Ladder diagram.

**Να σχεδιασθεί η FSM που περιγράφει την όλη διαδικασία και να αναπτυχθεί ο κώδικας σε συμβολική γλώσσα.**

**Ο AVR (Mega 16) διαθέτει τις παρακάτω συνδέσεις:**

Με τους διακόπτες SWi της STK500 υλοποιούνται οι εντολές ελέγχου και η λειτουργία των θερμικών.

**SW0** Πλήκτρο START

**SW1** Πλήκτρο για προσομοίωση του Y1

**SW2** Πλήκτρο για προσομοίωση του Y2

**SW4** Πλήκτρο για προσομοίωση του Θερμικού Q1 (Motor M1)

**SW5** Πλήκτρο για προσομοίωση του Θερμικού Q2 (Motor M2)

**SW6** Πλήκτρο acknowledgement

**SW7** Πλήκτρο STOP

Οι πραγματικές είσοδοι στην διαδικασία είναι οι SW0, SW6, SW7 ενώ οι SW1–SW2 και SW4–SW5 προσομοιώνουν τα Y1–Y2 και τα θερμικά των κινητήρων αντίστοιχα .

Η προσομοίωση των αισθητήρων βάρους γίνεται μέσω αναλογικών τιμών οι οποίες διαβάζονται από τα αντίστοιχα ποτενσιόμετρα (pot) της κάρτας που θα χρησιμοποιηθούν για την άσκηση.

Για κάθε περίπτωση επιλέξτε κατάλληλη θέση του αντίστοιχου ποτενσιόμετρου.

**Pot1 PA0:** Αισθητήρας βάρους A1

**Pot2 PA1:** Αισθητήρας βάρους B1. Αντιστοιχεί στο κάτω όριο του σιλό 1

**Pot3 PA2:** Αισθητήρας βάρους B2. Αντιστοιχεί στο άνω όριο του σιλό 1

**Pot4 PA3:** Αισθητήρας βάρους B3. Αντιστοιχεί στο κάτω όριο του σιλό 2

**Pot5 PA4:** Αισθητήρας βάρους B4. Αντιστοιχεί στο άνω όριο του σιλό 2

**Buzzer PC0:** Σειρήνα H1

**Επιπλέον** στην κάρτα υπάρχουν οι συνδέσεις (για μελλοντική χρήση):

**PC1- PC3 :** LED

**PC4 –PC7 :** DIP Switches

**Ο διακόπτης B5** προσομοιώνεται μέσω TIMER με χρονική καθυστέρηση 7 sec.

Οι ενδεικτικές λυχνίες υλοποιούνται με τα LED της STK500 :

<b>LED0</b>	Ενδεικτική λυχνία σφάλματος
<b>LED1</b>	Αισθητήρας βάρους A1 (ON όταν υπάρχει υλικό)
<b>LED2</b>	Ανιχνευτής ταχύτητας B5 (ON όταν η ταχύτητα κίνησης της μεταφορικής ταινίας πάρει την κανονική της τιμή)
<b>LED3</b>	Λειτουργία σιλό 2 (θέση Y2)
<b>LED4</b>	Λειτουργία κινητήρα M2
<b>LED5</b>	Λειτουργία σιλό 1 (θέση Y1)
<b>LED6</b>	Λειτουργία κινητήρα M1
<b>LED7</b>	Διαδικασία σε λειτουργία

Στο **Ladder diagram** τοποθετήστε τους διακόπτες, αισθητήρες και LED όπως περιγράφονται παραπάνω.



## ΣΧΟΛΙΑ

- Τα port A και C που χρησιμοποιούνται στην κάρτα για την εγκατάσταση πλήρωσης υλικού συνδέονται μέσω των Connector 0 και 1 της STK500. Στην άσκηση μας συνδέεται στο Expansion Header 0

GND	1	●	2	GND
AUXIO	3	●	4	AUXO0
CT7	5	●	6	CT6
CT5	7	●	8	CT4
CT3	9	●	10	CT2
CT1	11	●	12	BSEL2
NC	13	●	14	REF
RST	15	●	16	PE2
PE1	17	●	18	PE0
GND	19	●	20	GND
VTG	21	●	22	VTG
PC7	23	●	24	PC6
PC5	25	●	26	PC4
PC3	27	●	28	PC2
PC1	29	●	30	PC0
PA7	31	●	32	PA6
PA5	33	●	34	PA4
PA3	35	●	36	PA2
PA1	37	●	38	PA0
GND	39	●	40	GND

- LED ή SW της STK500 μπορούν να συνδεθούν μόνο στα port B και D.
- Διαβάστε τα σχόλια της άσκησης 1.

