A close up of text

Description automatically generated

ΑΘΗΝΑ 8 Νοεμβρίου 2024

**6η ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΗ ΑΣΚΗΣΗ**

**ΓΙΑ ΤΟ ΜΑΘΗΜΑ “Εργαστήριο Μικροϋπολογιστών”**

**ΟΜΑΔΑ 23**

**Συνεργάτες**

Νικόλαος Αναγνώστου Νικόλαος Λάππας

03121818 03121098

**Ζήτημα 6.1:** Στην συγκεκριμένη άσκηση καλούμαστε να ελέγξουμε την ενεργοποίηση τεσσάρων πλήκτρων από τα δεκαέξι συνολικά πλήκτρα του πληκτρολογίου της πλακέτας. Κάθε φορά που ανιχνεύεται ένα από τα ζητούμενα πλήκτρα, ανάβουμε το αντίστοιχο Led της πύλης PORTB. Αυτό που κάνουμε είναι να χρησιμοποιήσουμε, αρχικά, τις δοσμένες συναρτήσεις που ελέγχουν την εγγραφή και την ανάγνωση ενός από τους καταχωρητές ελέγχου του ολοκληρωμένου PCA9555 και στην συνέχεια ορίζουμε τις τέσσερις συναρτήσεις που ζητάει η εκφώνηση. Θα αναλύσουμε τις ζητούμενες συναρτήσεις με την σειρά που καλούνται στο πρόγραμμά μας. Συγκεκριμένα,

* Η συνάρτηση , παίρνει την 16-bit τιμή που επιστρέφει η και την χωρίζει σε τέσσερις τετράδες. Κάθε τετράδα την αποθηκεύει στα τέσσερα LSB μιας νέας μεταβλητής η οποία δείχνει σε ποια γραμμή βρισκόμαστε. Σε αυτά τα τέσσερα bits που μας ενδιαφέρουν, είναι αποθηκευμένη η πληροφορία των στηλών που έχουν ενεργοποιηθεί στην συγκεκριμένη γραμμή. Επομένως, περνάμε σε έναν έλεγχο μετά αναλόγως σε ποια γραμμή βρισκόμαστε, και εξετάζουμε ποια στήλη έχει ενεργοποιηθεί, και ανάλογα στέλνουμε το κατάλληλο input (αντιστοίχιση που κάνουμε με τα πλήκτρα). Για παράδειγμα, το πλήκτρο ‘6’ έχει κωδική αντιστοίχιση με τον δυαδικό αριθμό ‘1011 1011’, με τα πρώτα τέσσερα MSB να αφορούν την στήλη και τα τέσσερα LSB να αφορούν την γραμμή. Έτσι στην main συνάρτηση κάνουμε τους απαραίτητους ελέγχους προκειμένου να αγνοούμε κάθε άλλο πλήκτρο εκτός των τεσσάρων που ζητούνται, και από αυτά τα τέσσερα κάθε φορά να αντιλαμβανόμαστε ποιο έχει πατηθεί.
* Η συνάρτηση , είναι υπεύθυνη να αντιμετωπίζει το πρόβλημα του σπινθηρισμού. Συγκεκριμένα, παίρνουμε μέσω της το πρώτο κουμπί που θεωρητικά πατιέται, και μετά από 10 msec ξανακαλούμε την ίδια συνάρτηση και παίρνουμε ακόμα μια είσοδο. Από την δεύτερη τιμή αγνοούμε τα bit που διαφέρουν σε σχέση με την πρώτη τιμή εισόδου, και θα συγκρίνουμε το τελικό αποτέλεσμα με την προηγούμενη τιμή που έχουμε αποθηκευμένη σε κάθε νέα κλήση της εν λόγω συνάρτησης. Επιστρέφουμε τελικά την ελεγμένη τιμή πλήκτρου που πατήθηκε.
* Η συνάρτηση , καλεί τέσσερις φορές την συνάρτηση , μια φορά για κάθε γραμμή, και την 8-bit τιμή που επιστρέφεται σε αυτή, την κάνει shift αριστερά τέσσερις θέσεις (τα 4 LSB της 8-bit τιμής μας είναι χρήσιμα), προκειμένου να αποθηκευτεί όλη η χρήσιμη πληροφορία από αυτές τις τέσσερις κλήσεις, σε μια μόνο 16-bit μεταβλητή. Αυτή η μεταβλητή περιέχει τέσσερα συνεχόμενα bit για κάθε σειρά που δείχνουν ποια στήλη κάθε σειρά είναι ενεργοποιημένη (έχει τιμή μηδέν). Για παράδειγμα, αν παίρναμε ‘0111 1011 1101 1110’ θα ξέραμε ότι οι στήλες 4 της γραμμής 1, 3 της γραμμής 2, 2 της γραμμής 1 και 1 της γραμμής 4 έχουν ενεργοποιηθεί.
* Η συνάρτηση , ανάλογα με το ποια γραμμή ελέγχουμε κάθε φορά, μπαίνει στο αντίστοιχο case i, και ενεργοποιεί μια μάσκα, την μάσκα για την αντίστοιχη γραμμή i. Αυτή την μάσκα την χρησιμοποιούμε μετά προκειμένου να ορίσουμε ποιας γραμμής στήλες θέλουμε να εξετάσουμε. Συγκεκριμένα, κάνουμε , το οποίο ενεργοποιεί μέσω του ολοκληρωμένου την εκάστοτε γραμμή σαν έξοδο (τιμή 0) και όλες τις άλλες τις αγνοεί. και μετά με το οποίο παίρνουμε το 8-bit δεδομένο εισόδου που αφορά τις ενεργοποιημένες στήλες τις γραμμής. Κάνουμε λογικό και απομονώνουμε τα τέσσερα MSB που αφορούν την είσοδο μας (στήλες) και το κάνουμε shift δεξιά τέσσερις θέσεις για να το έχουμε στα LSB για καλύτερη διαχείριση.

Ακολουθεί ο κώδικας με τις παραπάνω συναρτήσεις και την main loop μας, χωρίς τον κώδικα για το ολοκληρωμένο, ο οποίος έχει δοθεί.

#define ROW\_1\_MASK 0xFE // Row 1 low to check only that

#define ROW\_2\_MASK 0xFD // Row 2 low to check only that

#define ROW\_3\_MASK 0xFB // Row 3 low to check only that

#define ROW\_4\_MASK 0xF7 // Row 4 low to check only that

uint8\_t scan\_row(uint8\_t row\_to\_check)

{

uint8\_t row\_mask;

switch (row\_to\_check)

{

case 1: row\_mask = ROW\_1\_MASK; break;

case 2: row\_mask = ROW\_2\_MASK; break;

case 3: row\_mask = ROW\_3\_MASK; break;

case 4: row\_mask = ROW\_4\_MASK; break;

default: return 0; // If invalid row

}

PCA9555\_0\_write(REG\_OUTPUT\_1, row\_mask);

uint8\_t input = PCA9555\_0\_read(REG\_INPUT\_1); // Read the input

// Mask to take the column of keypad from input pressed

// Return, the shifted to the right, result representing the active columns of the specific row

return (input & 0xF0) >> 4;

}

uint16\_t scan\_keypad()

{

uint16\_t bottoms\_pressed = 0; // None pressed at the beginning

for (uint8\_t row = 1; row <= 4; row++)

{

uint8\_t columns\_selected = scan\_row(row); // Get the columns activated from each row

bottoms\_pressed |= columns\_selected;

// For each row, save the columns pressed into the 16-bit bottoms\_pressed

// For row 1, the 4-bit answer will be in the 4 MSB bits of bottoms\_pressed

// For row 2, the 4-bit answer will be in the 4 LSB of the upper half (8-bit) and so on ...

if (row != 4) {bottoms\_pressed = bottoms\_pressed << 4;}

\_delay\_ms(1);

}

return bottoms\_pressed; /\* e.g if bottoms\_pressed = 0111 1011 1101 1110 means that

\* from row 1, column 4 is activated

\* from row 2, column 3 is activated

\* from row 3, column 2 is activated

\* from row 4, column 1 is activated

\*/

}

uint16\_t pressed\_keys\_tempo = 0xFFFF; // First key pressed is 'none', save previous pressed key

uint16\_t scan\_keypad\_rising\_edge()

{

uint16\_t pressed\_keys = scan\_keypad();

\_delay\_ms(10);

uint16\_t recheck\_pressed\_keys = scan\_keypad(); // Check again (de-bouncing)

recheck\_pressed\_keys |= pressed\_keys; // Get rid of the 'bits' that weren't previously pressed

recheck\_pressed\_keys |= ~pressed\_keys\_tempo; // Compare with the previous pressed keys

pressed\_keys\_tempo = pressed\_keys; // Save the current pressed keys into tempo for future use

return recheck\_pressed\_keys; // Return verified key

}

uint16\_t key;

uint8\_t keypad\_to\_ascii()

{

key = scan\_keypad\_rising\_edge(); // 16-bit

if (key == 0xFFFF) {return 0x00;} // Nothing is pressed

uint8\_t row1 = (key >> 12) & 0x0F; // Extract bits 12-15 (Row 1)

uint8\_t row2 = (key >> 8) & 0x0F; // Extract bits 8-11 (Row 2)

uint8\_t row3 = (key >> 4) & 0x0F; // Extract bits 4-7 (Row 3)

uint8\_t row4 = key & 0x0F; // Extract bits 0-3 (Row 4)

for (uint8\_t row = 1; row <= 4; row++)

{

switch (row)

{

case 1:

if (row1 == 0b00001110) {return 0b11101110; break;} // "\*"

else if (row1 == 0b00001101) {return 0b11011110; break;}// "0"

else if (row1 == 0b00001011) {return 0b10111110; break;}// "#"

else if (row1 == 0b00000111) {return 0b01111110; break;}// "D"

case 2:

if (row2 == 0b00001110) {return 0b11101101; break;} // "7"

else if (row2 == 0b00001101) {return 0b11011101; break;}// "8"

else if (row2 == 0b00001011) {return 0b10111101; break;}// "9"

else if (row2 == 0b00000111) {return 0b01111101; break;}// "C"

case 3:

if (row3 == 0b00001110) {return 0b11101011; break;} // "4"

else if (row3 == 0b00001101) {return 0b11011011; break;}// "5"

else if (row3 == 0b00001011) {return 0b10111011; break;}// "6"

else if (row3 == 0b00000111) {return 0b01111011; break;}// "B"

case 4:

if (row4 == 0b00001110) {return 0b11100111; break;} // "\*"

else if (row4 == 0b00001101) {return 0b11010111; break;}// "0"

else if (row4 == 0b00001011) {return 0b10110111; break;}// "#"

else if (row4 == 0b00000111) {return 0b01110111; break;}// "D"

}

}

}

int main(void)

{

twi\_init();

DDRB = 0xFF; // Initialize PORTB as output

PCA9555\_0\_write(REG\_CONFIGURATION\_1, 0xF0); // Set IO1[0:3] as output and IO1[4:7] as input (set)

while(1)

{

uint8\_t input = keypad\_to\_ascii(); // Read input

if (input == 0b01110111) PORTB = 0x01; // Pressed 'A'

else if (input == 0b10111011) PORTB = 0X04; // Pressed '6'

else if (input == 0b11011101) PORTB = 0x02; // Pressed '8'

else if (input == 0b11101110) PORTB = 0x08; // Pressed '\*'

else PORTB = 0x00; // None of the desired keys is pressed

}

}

**Ζήτημα 6.2:** Η συγκεκριμένη άσκηση αποτελεί μια παραλλαγή της προηγούμενης, και συγκεκριμένα, αντί να ανάβουμε προκαθορισμένα Led της θύρας εξόδου PORTB, χρησιμοποιούμε την LCD οθόνη και εκτυπώνουμε εκεί το αποτέλεσμα μας. Πέρα από τις συναρτήσεις που χρειαστήκαμε στην άσκηση 6.1, σε αυτή εισαγάγαμε και τις συναρτήσεις για την οθόνη από την 4η σειρά, όπου χρησιμοποιούσε την θύρα D και όχι το ολοκληρωμένο κύκλωμα για την οπτικοποίηση των δεδομένων. Αυτό που κάνουμε είναι να προσθέσουμε έξτρα το , το οποίο ενδεχομένως είναι περιττό και μετά ανάλογα με την τιμή που θα επιστρέψει η συνάρτηση , θα μπούμε σε έναν από τους 16 συνολικούς ελέγχους και θα τυπώσουμε στην οθόνη τον αντίστοιχο χαρακτήρα.

Ακολουθεί η main συνάρτηση μας.

int main(){

DDRD = 0xFF;

twi\_init();

PCA9555\_0\_write(REG\_CONFIGURATION\_1, 0xF0);

PCA9555\_0\_write(REG\_CONFIGURATION\_0, 0x00);

lcd\_init();

while(1)

{

//lcd\_clear\_display();

lcd\_command(0x80);

uint8\_t input = keypad\_to\_ascii(); // Read input

if (input == 0b01110111) lcd\_data('A'); // Pressed 'A'

else if (input == 0b10110111) lcd\_data('3'); // Pressed '3'

else if (input == 0b11010111) lcd\_data('2'); // Pressed '2'

else if (input == 0b11100111) lcd\_data('1'); // Pressed '1'

else if (input == 0b01111011) lcd\_data('B'); // Pressed 'B'

else if (input == 0b10111011) lcd\_data('6'); // Pressed '6'

else if (input == 0b11011011) lcd\_data('5'); // Pressed '5'

else if (input == 0b11101011) lcd\_data('4'); // Pressed '4'

else if (input == 0b01111101) lcd\_data('C'); // Pressed 'C'

else if (input == 0b10111101) lcd\_data('9'); // Pressed '9'

else if (input == 0b11011101) lcd\_data('8'); // Pressed '8'

else if (input == 0b11101101) lcd\_data('7'); // Pressed '7'

else if (input == 0b01111110) lcd\_data('D'); // Pressed 'D'

else if (input == 0b10111110) lcd\_data('#'); // Pressed '#'

else if (input == 0b11011110) lcd\_data('0'); // Pressed '0'

else if (input == 0b11101110) lcd\_data('\*'); // Pressed '\*'

//else lcd\_clear\_display(); // None of the desired keys is pressed

//\_delay\_ms(2000);

}

}

**Ζήτημα 6.3:**

Σε αυτή την άσκηση έπρεπε να φτιάξουμε σε c ένα πρόγραμμα κλειδαριάς όπου ο χρήστης πρέπει και καλείται να πατήσει δύο διαδοχικά ψηφία και μόνο τα οποία ψηφία έπρεπε να σχηματίζουν τον αριθμό της ομάδας μας , δηλαδή το 23 . Οποιοσδήποτε άλλος αριθμός έπρεπε να θεωρείται λάθος.

Καταρχήν ζητήθηκε όταν ο χρήστης κρατά πατημένο ένα πλήκτρο, το πρόγραμμα μας να το καταλαβαίνει ως ένα και μόνο πάτημα. Για αυτό το λόγο γίνεται ένας έλεγχος μετά από κάθε πάτημα. Αυτό σημαίνει ότι ο αριθμός-πλήκτρο που πατιέται κάθε φορά «γίνεται αντιληπτός από το πρόγραμμα» και η λογική της κλειδαριάς συνεχίζεται μονάχα όταν ο χρήστης αφήσει το εκάστοτε πλήκτρο είτε αυτό είναι το πρώτο ψηφίο είτε το δεύτερο. Όσο το κρατά πατημένο το πρόγραμμα κρατάει στη μνήμη του το πλήκτρο που πατήθηκε και κολλάει σε μια loop αναμένοντας πότε ο χρήστης θα το αφήσει προκειμένου να συνεχίσει την λειτουργία του και ουσιαστικά να σκεφτεί αν πατήθηκε το σωστό πλήκτρο.

Πέρα από την απλή επίδειξη του κώδικα και των διαγραμμάτων ροής οφείλουμε να εξηγήσουμε την συνάρτηση check() η οποία κατασκευάστηκε με τρόπο διαφορετικό από αυτό που ζητούσαν ενδεχομένως η 6.2 και η 6.1 .

Η check() ουσιαστικά αντί να εκτελεί άλλες συναρτήσεις που κάνουν μέσα loops για να βρούνε στήλη και γραμμή επιλέχθηκε ένας πιο έξυπνος τρόπος .Συνοπτικά μέσα σε αυτήν σε πρώτο στάδιο γράφουμε στο configuration 1 πρώτα το 0xF0 προκειμένου να βρούμε έξυπνα σε ποια στήλη βρίσκεται το πλήκτρο που ο χρήστης έχει πατήσει εκείνη την στιγμή βλέποντας ποια από τα MSBS θα γίνει 0. Κατόπιν γράφουμε στο configuration 1 το 0x0F προκειμένου να βρούμε σε ποια γραμμή βρίσκεται το πλήκτρο που πατιέται κάθε φορά… έτσι στο τέλος επιστρέφοντας το return ((grammi|0xF0) & (stili|0x0F)) έχουμε έξυπνα τον κωδικοποιημένο αριθμό που βγάζει τη λογική που υποδεικνύει η εκφώνηση της άσκησης. **Ο κίνδυνος αυτού του έξυπνου τρόπου είναι η περίπτωση που είναι αρκετά συνήθης σε ανθρώπινους χρόνους είναι ότι ουσιαστικά το πάτημα του πλήκτρου μπορεί να αλλάξει σε μία ενδιάμεση κατάσταση με αποτέλεσμα να πάρουμε τιμή που υποδεικνυεί ότι πατιέται πλήκτρο σε μία γραμμή αλλά σε καμία στήλη…και το αντίστροφο. Αυτό ακούγεται καταστροφικό αλλά αντιμετωπίστηκε έξυπνα τσεκάροντας κάθε φορά αν δεν βρέθηκε καμία στήλη ή καμία γραμμή…αν αυτό συνέβη τότε η συνάρτηση check() σταματά βίαια και επιστρέφει το 0xff που σημαίνει πως κανένα πλήκτρο δεν είναι πατημένο .Με αυτό το πρόγραμμα τρέχει σωστά κάθε φορά.**

Όλα τα υπόλοιπα εξηγούνται από το κώδικα και τα διαγράμματα ροής και κρίνουμε ότι δεν χρήζουν επεξηγήσεως στην παρούσα αναφορά και θεωρούμε ότι θα τα εξηγήσουμε στην εξέταση. Παρακάτω δίνεται το διάγραμμα ροής για το check(),πιο κάτω για το πρόγραμμα μας με την έτοιμη πλέον check() και αμέσως κάτω ο συνολικός κώδικας: (Προφανώς έγιναν χρήση των έτοιμων συναρτήσεων της εκφώνησης αυτής ή ενδεχομένως προηγούμενων οι οποίες προκειμένου να είναι απλά τα διαγράμματα ροής ,παραλείφθηκαν από αυτά και θεωρήθηκαν έτοιμα.)

Εικόνα που περιέχει κείμενο, στιγμιότυπο οθόνης, διάγραμμα, γραμμή

Περιγραφή που δημιουργήθηκε αυτόματα

Εικόνα που περιέχει κείμενο

Περιγραφή που δημιουργήθηκε αυτόματα

#define F\_CPU 16000000UL // 16 MHz

#include <avr/io.h>

#include <util/delay.h>

#include <avr/interrupt.h>

#include <stdint.h>

#include <stdbool.h>

#define PCA9555\_0\_ADDRESS 0x40 //A0=A1=A2=0 by hardware

#define TWI\_READ 1 // reading from twi device

#define TWI\_WRITE 0 // writing to twi device

#define SCL\_CLOCK 100000L // twi clock in Hz

//Fscl=Fcpu/(16+2\*TWBR0\_VALUE\*PRESCALER\_VALUE)

#define TWBR0\_VALUE ((F\_CPU/SCL\_CLOCK)-16)/2

// PCA9555 REGISTERS

typedef enum {

REG\_INPUT\_0 = 0,

REG\_INPUT\_1 = 1,

REG\_OUTPUT\_0 = 2,

REG\_OUTPUT\_1 = 3,

REG\_POLARITY\_INV\_0 = 4,

REG\_POLARITY\_INV\_1 = 5,

REG\_CONFIGURATION\_0 = 6,

REG\_CONFIGURATION\_1 = 7

} PCA9555\_REGISTERS;

//----------- Master Transmitter/Receiver -------------------

#define TW\_START 0x08

#define TW\_REP\_START 0x10

//---------------- Master Transmitter ----------------------

#define TW\_MT\_SLA\_ACK 0x18

#define TW\_MT\_SLA\_NACK 0x20

#define TW\_MT\_DATA\_ACK 0x28

//---------------- Master Receiver ----------------

#define TW\_MR\_SLA\_ACK 0x40

#define TW\_MR\_SLA\_NACK 0x48

#define TW\_MR\_DATA\_NACK 0x58

#define TW\_STATUS\_MASK 0b11111000

#define TW\_STATUS (TWSR0 & TW\_STATUS\_MASK)

//initialize TWI clock

void twi\_init(void)

{

TWSR0 = 0; // PRESCALER\_VALUE=1

TWBR0 = TWBR0\_VALUE; // SCL\_CLOCK 100KHz

}

// Read one byte from the twi device (request more data from device)

unsigned char twi\_readAck(void)

{

TWCR0 = (1<<TWINT) | (1<<TWEN) | (1<<TWEA);

while(!(TWCR0 & (1<<TWINT)));

return TWDR0;

}

//Read one byte from the twi device, read is followed by a stop condition

unsigned char twi\_readNak(void)

{

TWCR0 = (1<<TWINT) | (1<<TWEN);

while(!(TWCR0 & (1<<TWINT)));

return TWDR0;

}

// Issues a start condition and sends address and transfer direction.

// return 0 = device accessible, 1= failed to access device

unsigned char twi\_start(unsigned char address)

{

uint8\_t twi\_status;

// send START condition

TWCR0 = (1<<TWINT) | (1<<TWSTA) | (1<<TWEN);

// wait until transmission completed

while(!(TWCR0 & (1<<TWINT)));

// check value of TWI Status Register.

twi\_status = TW\_STATUS & 0xF8;

if ( (twi\_status != TW\_START) && (twi\_status != TW\_REP\_START)) return 1;

// send device address

TWDR0 = address;

TWCR0 = (1<<TWINT) | (1<<TWEN);

// wail until transmission completed and ACK/NACK has been received

while(!(TWCR0 & (1<<TWINT)));

// check value of TWI Status Register.

twi\_status = TW\_STATUS & 0xF8;

if ( (twi\_status != TW\_MT\_SLA\_ACK) && (twi\_status != TW\_MR\_SLA\_ACK) )

{

return 1;

}

return 0;

}

// Send start condition, address, transfer direction.

// Use ack polling to wait until device is ready

void twi\_start\_wait(unsigned char address)

{

uint8\_t twi\_status;

while ( 1 )

{

// send START condition

TWCR0 = (1<<TWINT) | (1<<TWSTA) | (1<<TWEN);

// wait until transmission completed

while(!(TWCR0 & (1<<TWINT)));

// check value of TWI Status Register.

twi\_status = TW\_STATUS & 0xF8;

if ( (twi\_status != TW\_START) && (twi\_status != TW\_REP\_START)) continue;

// send device address

TWDR0 = address;

TWCR0 = (1<<TWINT) | (1<<TWEN);

// wail until transmission completed

while(!(TWCR0 & (1<<TWINT)));

// check value of TWI Status Register.

twi\_status = TW\_STATUS & 0xF8;

if ( (twi\_status == TW\_MT\_SLA\_NACK )||(twi\_status ==TW\_MR\_DATA\_NACK) )

{

/\* device busy, send stop condition to terminate write operation \*/

TWCR0 = (1<<TWINT) | (1<<TWEN) | (1<<TWSTO);

// wait until stop condition is executed and bus released

while(TWCR0 & (1<<TWSTO));

continue;

}

break;

}

}

// Send one byte to twi device, Return 0 if write successful or 1 if write failed

unsigned char twi\_write( unsigned char data )

{

// send data to the previously addressed device

TWDR0 = data;

TWCR0 = (1<<TWINT) | (1<<TWEN);

// wait until transmission completed

while(!(TWCR0 & (1<<TWINT)));

if( (TW\_STATUS & 0xF8) != TW\_MT\_DATA\_ACK) return 1;

return 0;

}

// Send repeated start condition, address, transfer direction

//Return: 0 device accessible

// 1 failed to access device

unsigned char twi\_rep\_start(unsigned char address)

{

return twi\_start( address );

}

// Terminates the data transfer and releases the twi bus

void twi\_stop(void)

{

// send stop condition

TWCR0 = (1<<TWINT) | (1<<TWEN) | (1<<TWSTO);

// wait until stop condition is executed and bus released

while(TWCR0 & (1<<TWSTO));

}

void PCA9555\_0\_write(PCA9555\_REGISTERS reg, uint8\_t value)

{

twi\_start\_wait(PCA9555\_0\_ADDRESS + TWI\_WRITE);

twi\_write(reg);

twi\_write(value);

twi\_stop();

}

uint8\_t PCA9555\_0\_read(PCA9555\_REGISTERS reg)

{

uint8\_t ret\_val;

twi\_start\_wait(PCA9555\_0\_ADDRESS + TWI\_WRITE);

twi\_write(reg);

twi\_rep\_start(PCA9555\_0\_ADDRESS + TWI\_READ);

ret\_val = twi\_readNak();

twi\_stop();

return ret\_val;

}

uint8\_t check(){

uint8\_t stili,grammi;

//check which stili is pressed

PCA9555\_0\_write(REG\_CONFIGURATION\_1, 0xF0);

stili = PCA9555\_0\_read(REG\_INPUT\_1);

if(stili == 0xF0) return 0xFF;

PCA9555\_0\_write(REG\_CONFIGURATION\_1, 0x0F);

grammi = PCA9555\_0\_read(REG\_INPUT\_1);

if (grammi == 0x0F) return 0xFF;

return ((grammi|0xF0) & (stili|0x0F));

}

int main(){

uint8\_t input = 0x00;

uint8\_t savor;

bool rejected = false;

DDRB = 0xff;

DDRC = 0xff;

DDRD = 0xff;

PORTB = 0x00;

twi\_init();

PCA9555\_0\_write(REG\_OUTPUT\_0,0x00);

PCA9555\_0\_write(REG\_OUTPUT\_1,0x00);

while(1){

PORTD = 0x00;

rejected = false;

input = check();

if (input == 0xFF) continue;

//first digit

else{

PORTD = 0x0F;//recognised first

savor = input;

while(1){ //????????????

\_delay\_ms(15);

input = check();

//PORTD = input;

if (input==savor) continue;

else break;

}

//PORTD = savor;

if(savor != 0xD7) rejected = true; //if first digit is not 2 it is surely wrong passcode

//second - we have to wait even if first digit is wrong

while(1){

input = check() ;

if (input == 0xFF) continue;

else{

savor = input;

while(1){ //????????????

\_delay\_ms(15);

//PORTD = input;

input = check();

if (input==savor) continue;

else break;

}

//PORTD = savor;

if (savor!= 0xB7) rejected = true; //checks if second digit is different from correct 3

break;

}

}

}

PORTD = 0xFF;//2 digits pressed

if(rejected == true) {

for(int i = 0 ; i<=4; i++){

PORTB = 0x3F;

\_delay\_ms(500);

PORTB = 0x00;

\_delay\_ms(500);

}

continue;

}

else{

PORTB = 0x3F;

\_delay\_ms(3000);

PORTB = 0x00;

\_delay\_ms(2000);

continue;

}

}

}