

Μικροεπεξεργαστές και Περιφερειακά - Εργαστήριο 3

Μαρινόπουλος Χριστόφορος 10522

Σπυριδόπουλος Σταύρος 10845

Ομάδα 35

Περιγραφή Συστήματος

Το πρόγραμμα υλοποιεί διαχείριση αισθητήρα θερμοκρασίας και υγρασίας τύπου DHT11 σε πλατφόρμα μικροελεγκτή, με είσοδο μέσω UART, χρήση GPIO για ενδείξεις LED, χειρισμό διακοπών (interrupts) από πλήκτρο αφής και timer, και υποστήριξη δυναμικής εισόδου από χρήστη.

Οι κύριες λειτουργίες που υλοποιούνται στο `main.c` είναι:

- Ανάγνωση δεδομένων από τον αισθητήρα DHT11 (θερμοκρασία και υγρασία).
- Έλεγχος πρόσβασης με χρήση password και εισαγωγή AEM.
- Εκτύπωση δεδομένων στο UART περιοδικά.
- Δυνατότητα αλλαγής συχνότητας εκτύπωσης, τύπου εκτύπωσης (Θερμοκρασία, Υγρασία ή και τα δύο).
- Ανίχνευση κατάστασης μέσω εντολής `status`.
- Επαναφορά συστήματος σε περίπτωση κινδύνου (υψηλή θερμοκρασία/υγρασία).

Interrupts και Χρονισμός

Αρχικοποίηση

- **UART** στα 115200 baud, με callback `uart_rx_isr`.
- **Timer** με περίοδο 1s και callback `timer_1_isr`.
- **GPIO (PA_4)** για πλήκτρο αφής με διακοπή στο ανερχόμενο μέτωπο (Rising edge).
- **GPIO (PB_0)** για έλεγχο LED εξόδου.

Προτεραιότητες

- Πλήκτρο (Touch ISR): Χρήση μεταβλητής `mode_changes` για εναλλαγή Mode A / Mode B.
- Timer και UART λειτουργούν συνεργατικά μέσω `__WFI()`.

UART Είσοδος και Διαχείριση Password

Κατά την εκκίνηση, ζητείται από τον χρήστη να εισάγει τον κωδικό **"admin"** και έπειτα τον AEM του (μόνο ψηφία).

Ο AEM χρησιμοποιείται και στον υπολογισμό του ρυθμού εκτύπωσης.

Η είσοδος φιλτράρεται ώστε να αποδέχεται μόνο έγκυρα ASCII σύμβολα.

Η μεταβλητή `buff1` αποθηκεύει την είσοδο, η οποία αντιγράφεται στο `buff` για επεξεργασία.

Μενού Χρήστη

Μετά την επιτυχή είσοδο, εμφανίζεται το εξής μενού:

- **a:** Επιτάχυνση εκτύπωσης (μέχρι 2s).
- **b:** Επιβράδυνση εκτύπωσης (μέχρι 10s).
- **c:** Εναλλαγή μεταξύ θερμοκρασίας / υγρασίας / και τα δύο.
- **d:** Εκτύπωση τελευταίων τιμών και κατάστασης συστήματος.
- **status:** Λεπτομερής αναφορά κατάστασης συστήματος.

Η είσοδος του χρήστη αξιολογείται δυναμικά και επιτρέπει αλλαγές χωρίς να διακόπτεται η περιοδική εκτέλεση.

Χρήση του Αισθητήρα DHT11

Ο αισθητήρας **DHT11** χρησιμοποιείται για τη μέτρηση **θερμοκρασίας** και **σχετικής υγρασίας**, και επικοινωνεί με τον μικροελεγκτή μέσω **μονής γραμμής δεδομένων** (single-wire digital interface). Αποτελείται από υγρομετρικό αισθητήρα τύπου αντίστασης, θερμίστορ τύπου NTC και εσωτερικό μικροελεγκτή 8-bit.

Τρόπος Επικοινωνίας

Η επικοινωνία μεταξύ MCU και DHT11 υλοποιείται σύμφωνα με το παρακάτω πρωτόκολλο:

- **Start signal:** Το MCU θέτει τη γραμμή δεδομένων χαμηλή για τουλάχιστον **18ms**, και έπειτα την τραβά ψηλά για **20–40μs**
- **Response του DHT11:** Το DHT11 απαντά με **80μs χαμηλό**, **80μs υψηλό**, και κατόπιν αποστέλλει **40 bits** ως εξής
 - 8 bit αέρας
 - 8 bit δεκαδικός υγρασίας
 - 8 bit αέρας
 - 8 bit δεκαδικός
 - 8 bit
- Κάθε bit ξεκινά με 50μs LOW. Αν ακολουθεί ~26μs HIGH είναι "0", ενώ αν είναι ~70μs HIGH είναι "1".

Η συνάρτηση `DHT11_bit_read()` στον κώδικα χειρίζεται αυτό το πρωτόκολλο με χρήση καθυστερήσεων μικροδευτερολέπτων (`delay_us`). Το αποτέλεσμα των 40 bits αποθηκεύεται σε μεταβλητή τύπου `uint64_t`.

Δομή Δεδομένων

Η αποκωδικοποίηση γίνεται από τη `DHT11_read_data()`, η οποία επιστρέφει τη δομή:

```
typedef struct {  
    uint8_t temp_int;  
    uint8_t temp_dec;  
    uint8_t hum_int;  
    uint8_t hum_dec;  
    uint8_t check_sum;  
} data_struct;
```

Ο έλεγχος εγκυρότητας γίνεται μέσω του `check_sum`, το οποίο πρέπει να ισούται με το άθροισμα των προηγούμενων 4 bytes. Αν όχι, εμφανίζεται μήνυμα σφάλματος στη UART: **DHT11 is unresponsive.**

Testing

- **Password & AEM:** Η εισαγωγή του κωδικού "admin" και ενός έγκυρου AEM ενεργοποιεί το μενού επιτυχώς.
- **Λειτουργία LED:** Στο Mode A εκτυπώνονται μόνο οι τιμές. Στο Mode B ενεργοποιείται LED όταν υπερβεί όριο.
- **Αυτόματη επανεκκίνηση:** Αν για 3 συνεχόμενες μετρήσεις θερμοκρασία >35°C ή υγρασία >80%, γίνεται reset.
- **Εντολή status:** Παρέχει πληροφορίες για τρέχουσες τιμές και mode λειτουργίας.

Προβλήματα

Χρειάζεται βελτίωση στη λογική `aem_pass` για σωστή πρόσβαση στο μενού. Ενδεχόμενη λανθασμένη χρήση των δεικτών του πίνακα `aem[]` για τον υπολογισμό `print_speed`.