

ΜΙΚΡΟΕΠΕΞΕΡΓΑΣΤΕΣ ΚΑΙ ΠΕΡΙΦΕΡΙΑΚΑ

2η ΕΡΓΑΣΙΑ

ΟΝ/ΕΠ : ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΙΣΤΑΤΙΑΔΗΣ

ΑΕΜ : 9175

EMAIL: nikoista@ece.auth.gr

ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Θα χρησιμοποιήσουμε Keil uvision 5 και σε αυτή την εργασία θα δημιουργήσουμε μια ενσωματωμένη συσκευή που θα μετρά πόσο γρήγορα ένα άτομο μπορεί να πατήσει έναν διακόπτη ως απάντηση σε ένα LED που ανάβει και αντίστροφα. Οπότε θα χρησιμοποιήσουμε το SWICH και το LED που βρίσκονται πάνω στην πλακέτα. Τέλος αυτό το πείραμα θα μας δώσει μια ιδέα για το πόση δουλειά μπορεί να κάνει ο επεξεργαστής στο χρόνο που χρειάζεται για να αντιδράσει ένα άνθρωπος σε ένα συμβάν. Ο κώδικας που θα αναπτύξουμε θα είναι σε C.

ΠΡΟΒΛΗΜΑΤΑ ΠΟΥ ΕΜΦΑΝΙΣΕ Ο DEBUGER

Καταρχάς είναι πολύ βασικό να ενσωματώσουμε το **Debug (printf) Viewer** μέσω

του *Guide for Serial Console in Keil using the STM32F446 Board* που έχει δοθεί. Με αυτόν τον τρόπο έχουμε μια καθαρή εικόνα του debugging, λόγω των μηνυμάτων που εμφανίζονται πλέον στην οθόνη και είναι εύκολο να παρατηρήσουμε την ροή του προγράμματος. Επίσης ενεργοποιούμε το **GPIOA** μέσω του **Peripherals -> SystemViewer ->GPIO - > GPIOA** για να έχουμε μια εικόνα των interrupts .Τέλος ενεργοποιούμε και το Keil (watch window) για να έχουμε μια συνεχή ενημέρωση των τιμών `mean` και `mean_of_5_times` που μετράνε το χρονικό διάστημα κάθε πειράματος και την μέση τιμή αυτών των διαστημάτων για 5 πειράματα αντίστοιχα.

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΕ C

Στην συνέχεια πρέπει να υλοποιήσουμε πρόγραμμα σε C όπου:

ΠΕΙΡΑΜΑ Α. Θα μετράει τον χρόνο από την στιγμή που άναψε (1) το LED μέχρι την στιγμή που πατήθηκε το κουμπί.

ΠΕΙΡΑΜΑ Β. Θα μετράει τον χρόνο από την στιγμή που έσβησε (0) το LED μέχρι την στιγμή που πατήθηκε το κουμπί.

Σε κάθε πείραμα στο τέλος θα υπολογίζουμε τον μέσο όρο για 5 τέτοια «πειράματα» ενώ ταυτόχρονα θα αποθηκεύσουμε το αποτέλεσμα κάθε πειράματος σε μια θέση μνήμης. Μετά μέσω του Keil (watch window) θα βλέπουμε την τιμή αυτής της μεταβλητής όπως θα έχει αποθηκευτεί στην μνήμη. Με την χρήση του **#define CHOISE** θα επιλέγουμε ποιο είδους πείραμα θα πραγματοποιείται κάθε στιγμή. Το λογικό είναι **#define CHOISE 1** για το ΠΕΙΡΑΜΑ Α. και **#define CHOISE 0** για το ΠΕΙΡΑΜΑ Β.

ΥΛΟΠΟΙΗΣΗ ΚΩΔΙΚΑ

Για την εργασία χρησιμοποίησα στοιχεία από το εξής άρθρο [1] για να μπορέσω να κάνω μέτρηση του χρόνου εκτέλεσης του κώδικα.

Ο μετρητής κύκλου Cortex-M
Η θύρα εντοπισμού σφαλμάτων CoreSight που βρίσκεται στους περισσότερους επεξεργαστές με βάση το Cortex-M περιέχει έναν ελεύθερο μετρητή 32 bit που μετρά τους κύκλους ρολογιού της CPU. Ο μετρητής είναι μέρος της ενότητας Debug Watch and Trace (DWT) και μπορεί εύκολα να χρησιμοποιηθεί για τη μέτρηση του χρόνου εκτέλεσης του κώδικα. Η χρήση του μετρητή κύκλου DWT για τη μέτρηση του χρόνου εκτέλεσης κώδικα μας βοηθάει έτσι ώστε να υπολογίσουμε τον χρόνο εκτέλεσης ενός τμήματος κώδικα διαβάζοντας την τιμή του μετρητή κύκλου πριν και μετά από αυτό το τμήμα. Παραπάνω πληροφορίες για την ενσωμάτωση αυτής της λειτουργίας στον κώδικα μας εμφανίζονται σαν σχόλια μέσα στο αρχείο της εργασίας καθώς και για τον τρόπο με τον οποίο υπολογίστηκαν η μέση τιμή των χρόνων εκτέλεσης του ΠΕΙΡΑΜΑΤΟΣ Α. και Β.
Τέλος το πρόγραμμα έχει τα εξής αρχεία :

1) Στον src φάκελο: main.c , delay.c , delay.h , led.c, led.h.

2) Στον drivers φάκελο : gpio.c , gpio.h , platform.h.

Προσπάθισα να εφαρμόσω ένα delay 100 ms όταν πατάμε το button-switch ώστε να σβήνει και να ανάβει και το αντίστροφο, κάνοντας έτσι ευδιάκριτο το interrupt στον χρήστη.

RUN ΠΕΙΡΑΜΑ Α.

Θέτουμε το **#define CHOISE 1** και ενεργοποιούμε το Debug Mode. Τα αποτελέσματα μετά από πολλές προσπάθειες συγκλίνουν στις εξής τιμές :

The duration between Start and Stop for 1 experiment is: **12.3125 μs**

The duration between Start and Stop for 2 experiment is: **9.56250 μs**

The duration between Start and Stop for 3 experiment is: **10.93750 μs**

The duration between Start and Stop for 4 experiment is: **11.56250 μs**

The duration between Start and Stop for 5 experiment is: **9.56250 μs**

MEAN OF THE DURATION
BETWEEN THE LED TURN ON
AND BUTTON

PRESS INTERRUPT FOR 5
EXPERIMENTS IS: **10.7875 μs**

RUN ΠΕΙΡΑΜΑ Β.

Θέτουμε το **#define CHOISE 0** και ενεργοποιούμε το Debug Mode. Τα αποτελέσματα μετά από πολλές προσπάθειες συγκλίνουν στις εξής τιμές :

The duration between Start and Stop for 1 experiment is: **12.37500 μs**

The duration between Start and Stop for 2 experiment is: **10.37500 μs**

The duration between Start and Stop for 3 experiment is: **11.31250 μs**

The duration between Start and Stop for 4 experiment is: **12.00000 μs**

The duration between Start and Stop for 5 experiment is: **9.06250 μs**

MEAN OF THE DURATION
BETWEEN THE LED TURN ON
AND BUTTON

PRESS INTERRUPT FOR 5
EXPERIMENTS IS: **11.0250 μs**

[1] Αναφορά στο άρθρο https://www.embedded-computing.com/articles/measuring-code-execution-time-on-arm-cortex-m-mcus?fbclid=IwAR3jntc_JoOrx9hu2d8MXVKymPPpnAAS1KlrmgiJSmKX-jNpgCU9Tq1X_dU .

