Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης  
Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών

**ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΙΚΡΟΫΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ**

**2η Εργαστητιακή Άσκηση**

Παστάκας Γεώργιος (ΑΕΜ: 7507)  
Φουντουκίδης Ιάσων Ιωάννης (ΑΕΜ: 7549)

Ομάδα 30

**ΤΜΗΜΑ 1**

**Περιγραφή της ασκήσης:**

Στο τμήμα 1 της δεύτερης εργαστηριακής άσκησης μας ζητείται αρχικά να εισάγουμε τα δύο ΑΕΜ της ομάδας μας στην SRAM κωδικοποιημένα σε BCD. Στη συνέχεια, θεωρώντας τα δύο ΑΕΜ ως αριθμούς BCD, θέλουμε να υπολογίσουμε το άθροισμα αυτών και να το αποθηκεύσουμε στους καταχωρητές R0 έως και R4 σε μορφή BCD.

**Περιγραφή της υλοποίησης του προγράμματος:**

Για να αποθηκεύσουμε τα ΑΕΜ στην SRAM χρησιμοποιούιμε τον καταχωρητή Y, στον οποίο φορτώνουμε αρχικά την τιμή της διεύθυνσης από την οποία ξεκινάει η SRAM, δηλαδή την 0x0100. Έπειτα, αποθηκεύουμε διαδοχικά της ψηφία του κάθε ΑΕΜ, κωδικοποιημένα σε BCD, στον καταχωρητή R16 και τα αποθηκεύουμε έμμεσα στην SRAM με την βοήθεια του καταχωρήτη Y, τον οποίο προσαυξάνουμε ύστερα από κάθε αποθήευση.  
 Για να πραγματοποιήσουμε την πρόσθεση των δύο ΑΕΜ, φτιάχνουμε μία υπορουτίνα στην οποία χρησιμοποιούμε τον καταχωρητή R15 ως κρατούμενο, τον οποίο τον αρχικοποιούμε με την τιμή 0x00 και ακολουθούμε την εξής λογική: Ξεκινώντας από τις μονάδες των δύο ΑΕΜ, φορτώνουμε τα τέταρτα ψηφία των ΑΕΜ στους καταχωρητές R16 και R17 με την βοήθεια του καταχωρητή Y και εκτελούμε δύο διαδοχικές προσθέσεις μεταξύ των R15, R16 και R17. Το τελικό αποτέλεσμα, που βρίσκεται στον R16, συγκρίνεται με την δεκαεξαδική τιμή 0x0a κι αν προκύψει μεγαλύτερο ή ίσο από αυτήν, τότε αφαιρείται η τιμή 0x0a από τον R16 και αυξάνεται κατά μία μονάδα ο R15 (κρατούμενο) για να προσθεθεί στην επόμενη τάξη μεγέθους (δεκάδες στην προκειμένη περίπτωση). Αν η τιμή του R16 προκύψει μικρότερη από την τιμή 0x0a παραλείπεται η παραπάνω διαδικασία. Στη συνέχεια δίνουμε την κατάλληλη τιμή διεύθυνσης στον καταχωρήτη Y μέσω μίας αφαίρεσης με σταθερά και συνεχίζουμε την ίδια διαδικασία με την επόμενη τάξη μεγέθους. Το αποτέλσμα το αποθηκεύουμε στα καταχωρητές R0 έως και R4, ξεκινώντας με τον R4 (μονάδες), R3 (δεκάδες), κ.ο.κ. Στο τέλος αποθηκεύουμε το αποτέλεσμα της πρόσθεσης που εμπεριέχεται στους καταχωρητές R0 έως και R4 στην SRAM με τη βοήθεια πάλι του καταχωρητή Y.

**ΤΜΗΜΑ 2**

**Περιγραφή της ασκήσης:**

Στο τμήμα 2 της δεύτερης εργαστηριακής άσκησης μας ζητείται να παραμένει το πρόγραμμα σε έναν βρόχο αναμονής οσότου πατηθεί και απελευθερωθεί ο διακόπτης SW1. Όταν γίνει αυτό, θέλουμε να εμφανίζονται στα 4 LEDs μεγαλύτερης σημασίας διαδοχικά και με καθυστέρηση 4 δευτερολέπτων τα ψηφία του πρώτου ΑΕΜ, ξεκινώντας από τις μονάδες. Στη συνέχεια πρέπει να γίνεται η ίδια διαδικασία για το δεύτερο ΑΕΜ με το πάτημα και την απελευθέρωση του διακόπτη SW2. Τέλος, πατώντας διαδοχικά τον διακόπτη SW3, θέλουμε να εμφανίζονται στα ίδια LEDs τα ψηφία του αθροίσματος των δύο ΑΕΜ.

**Περιγραφή της υλοποίησης του προγράμματος:**

Το πρόγραμμα εισέρχεται σε έναν βρόχο στο οποίο παραμένει μέχρι να πατηθεί ο διακόπτης SW1. Με το πάτημα του κατάλληλου διακόπτη (SW1), το πρόγραμμα εξέρχεται από τον παραπάνω βρόχο και εισέρχεται σε έναν δεύτερο βρόχο, από τον όποιο εξέρχεται όταν απελευθερωθεί ο διακόπτης SW1. Στη συνέχεια, φορτώνουμε, έμμεσα μέσω του καταχωρητή Y και με διαδοχικό τρόπο, τα ψηφία του πρώτου ΑΕΜ στον καταχωρήτη R20, τον οποίο επεξεργαζόμαστε κατάλληλα κάθε φορά ώστε να δείξει στα 4 LEDs μεγαλύτερης σημασίας τα ζητούμενα ψηφία. Ύστερα από την εμφάνιση κάθε ψηφίου, το πρόγραμμα εισέρχεται σε μία υπορουτίνα καθυστέρησης των 4 δευτερολέπτων. Αφού εμφανίσουμε και τα 4 ψηφία (ο έλεγχος γίνεται με τον καταχωρητή R22, ο οποίος λειτουργεί σαν μετρητής, αρχικοποιείται στην τιμή 0x04 και μειώνεται κατά μία μονάδα κάθε φορά που εμφανίζεται ένα ψηφίο) το πρόγραμμα είσερχεται σε έναν άλλο βρόχο στον οποίο παραμένει οσότου πατηθεί ο διακόπτης SW2. Η διαδικασία που ακολουθείται για τον έλεγχο του πατήματος και της απελευθέρωσης του διακόπτη SW2 καθώς και την εμφάνιση των ψηφίων του δεύτερου ΑΕΜ είναι ανάλογη της προηγούμενης. Αφότου ολοκληρωθεί κι αυτή η διαδικασία, το πρόγραμμα εισέρχεται σε έναν βρόχο αναμονής στον οποίο παραμένει μέχρι να πατηθεί ο διακόπτης SW3. Όταν αυτός πατηθεί, εισέρχεται σε έναν ακόμα βρόχο αναμονής στον οποίο παραμένει το πρόγραμμα μέχρι να απελευθερωθεί ο διακόπτης. Μετά την απελευθέρωση του διακόπτη, φορτώνεται έμμεσα το εκάστοτε ψηφίο στον καταχωρητή R20 ο οποίος επεξεργάζεται ώστε να ανάψουν τα κατάλληλα LEDs. Ακόμα, μειώνεται κατά μία μόνάδα ο καταχωρητής R22 που χρησιμοποιείται κι εδώ σαν απαριθμητής και μετράει πόσες φορές έχει πατηθεί και απελευθερωθεί ο διακόπτης SW3. Στη συνέχεια το πρόγραμμα επιστρέφει στον προτελευταίο βρόχο και περιμένει να πατηθεί και στην συνέχεια να απελευθερωθεί ο διακόπτης SW3 ώστε να επαναλάβει την ίδια διαδικασία για το επόμενο ψηφίο του αθροίσματος των δύο ΑΕΜ.