

Αριστοτέλειο Πανεπιστήμιο Θεσσαλονίκης
Τμήμα Ηλεκτρολόγων Μηχανικών & Μηχανικών Υπολογιστών
Δεκέμβριος 2013

ΣΥΣΤΗΜΑΤΑ ΜΙΚΡΟΎΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ

1η Εργαστηριακή Άσκηση

Παστάκας Γεώργιος 7507
Φουντουκίδης Ιάσων Ιωάννης 7549
Ομάδα 30

ΤΜΗΜΑ Ι

Περιγραφή της λειτουργίας του προγράμματος

Στο τμήμα Ι της πρώτης εργαστηριακής άσκησης, μας ζητήθηκε να υλοποιήσουμε τον μηχανισμό σύγκρισης των 2 AEM, και στην περίπτωση που το AEM 1 ήταν μεγαλύτερο να εμφανίζονται στα led της πλακέτας τα δύο τελευταία ψηφία του μεγαλύτερου AEM. Κατόπιν έπρεπε να ενεργοποιηθούν τα κατάλληλα led ανάλογα με το αν τα AEM ήταν άρτια ή περιττά. Για την υλοποίηση αυτών ακολουθήσαμε την εξής διαδικασία:

Αρχικά δηλώθηκε η θέση της program memory στην οποία θα αποθηκευτούν οι εντολές και οι σταθερές του προγράμματος. Τα δύο AEM αποθηκεύτηκαν στο τέλος για να αποφευχθούν ορισμένα προβλήματα που πιθανόν να προέκυπταν. Κατά την εκκίνηση του προγράμματος τέθηκαν όλα τα bit του καταχωρητή data direction register του PortD ίσα με 1 προκειμένου να ορισθεί το PortD ως input port (switches). Αντίστοιχα τα bit του data direction register του PortB τέθηκαν ίσα με 0 προκειμένου να ορισθεί το PortB ως output port (leds).

Για την προσπέλαση της program memory ο κατασκευαστής επιτρέπει μόνο τη χρήση του καταχωρητή Z. Γι αυτό τα δύο bytes του χρησιμοποιούνται για να δείξουν στον πίνακα AEMs_Table στον οποίο είναι καταχωρημένα τα δύο AEM. Για την διαδικασία της σύγκρισης, φορτώνονται στους καταχωρητές R16 και R17 τα MSBytes των AEM1 και AEM2 αντίστοιχα και συγκρίνονται. Σε περίπτωση που το AEM2 είναι μεγαλύτερο, τότε το πρόγραμμα μεταβαίνει στο ερώτημα 3. Αν τα συγκεκριμένα bytes είναι ίσα τότε φορτώνονται στους καταχωρητές R16 και R17 τα αμέσως επόμενα bytes μεγαλύτερης σημασίας των δύο AEM προκειμένου να συγκριθούν εκ νέου.

Αν κατά την παραπάνω διαδικασία διαπιστωθεί ότι το AEM1 είναι μεγαλύτερο τότε θα πρέπει να αναπαρασταθούν στα led της πλακέτας τα δύο τελευταία ψηφία του AEM1. Για να γίνει αυτό, φορτώνεται στον καταχωρητή Z η διεύθυνση του 3ου ψηφίου και αποθηκεύεται στον καταχωρητή R16. Επειδή η αποθήκευση των AEM στην program memory έγινε με την ASCII αναπαράστασή τους, πρέπει να αφαιρεθεί ο αριθμός 0x30 για να προκύψει ο αντίστοιχος αριθμός. Μετά την αφαίρεση, ο καταχωρητής R16 υφίσταται swar προκειμένου να τοποθετηθεί το 3ο ψηφίο του AEM1 στα 4 bit μεγαλύτερης σημασίας του. Παρόμοια διαδικασία ακολουθείται και για το 4ο ψηφίο του AEM1 το οποίο αποθηκεύεται στον R17 μέσω του Z ο οποίος έχει υποστεί μετααύξηση κατά την προηγούμενη ανάθεση προκειμένου να δείχνει στο επιθυμητό ψηφίο. Τέλος, το περιεχόμενο των δύο καταχωρητών προστίθεται ούτως ώστε το 4ο ψηφίο του AEM1 να τοποθετηθεί στα 4 bit μικρότερης σημασίας του R16. Καθώς τα leds είναι αρνητικής λογικής, εκτελείται η εντολή του συμπληρώματος και το αποτέλεσμα περνιέται στον καταχωρητή PortB ώστε να ενεργοποιηθούν τα αντίστοιχα leds. Πριν τη λήξη του ερωτήματος αυτού, η σημαία T τίθεται ίση με 1 προκειμένου να δηλώσει ότι το AEM1 είναι το μεγαλύτερο εκ των δύο AEM. Τέλος ακολουθεί μια ρουτίνα καθυστέρησης προκειμένου η ένδειξη των led να παραμείνει για 6 δευτερόλεπτα πριν από την συνέχεια του προγράμματος.

Για την υλοποίηση του επόμενου ερωτήματος (1.3) αρχικά απενεργοποιούνται όλα τα leds της πλακέτας και ελέγχεται η σημαία T προκειμένου να διαπιστωθεί ποιο AEM είναι το μεγαλύτερο σύμφωνα με την σύγκριση που προηγήθηκε. Κατόπιν φορτώνεται στον καταχωρητή Z η διεύθυνση του LSByte του μεγαλύτερου AEM και αποθηκεύεται στον R17. Στη συνέχεια ο Z αλλάζει ώστε να δείχνει το LSByte του μικρότερου AEM το οποίο αποθηκεύεται στον R16. Για να καθοριστεί αν τα ψηφία είναι άρτια ή περιττά, ελέγχεται το τελευταίο bit καθενός εκ των καταχωρητών R16 και R17. Στην περίπτωση που είναι 1 (περιττό AEM) ενεργοποιείται το αντίστοιχο led, ενώ αν είναι 0 (άρτιο AEM) το αντίστοιχο led παραμένει απενεργοποιημένο. Τέλος το πρόγραμμα εισέρχεται σε έναν ατέρμων βρόχο μέχρι να πατηθεί το πλήκτρο RESET από την πλακέτα.

ΤΜΗΜΑ ΙΙ

Περιγραφή της λειτουργίας του προγράμματος

Στο τμήμα ΙΙ, έγινε χρήση των διακοπών (switches) της πλακέτας προκειμένου να εμφανισθούν στα leds ορισμένα προκαθορισμένα ζεύγη αριθμών, διαφορετικών για κάθε πλήκτρο. Ο ορισμός του PortD ως input port και του PortB ως output port, έγινε με τον ίδιο ακριβώς τρόπο που εφαρμόστηκε στο τμήμα Ι. Επίσης χρειάστηκε να επαναληφθεί η διαδικασία της σύγκρισης των AEM και η ανάλογη ρύθμιση της σημαίας T. Ακόμα, ελέγχεται αν τα AEM είναι άρτια ή περιττά και αναλόγως διαμορφώνονται τα δύο bit χαμηλότερης σημασίας του καταχωρητή R21 (τα υπόλοιπα έχουν τεθεί ίσα με 1) στον οποίο αποθηκεύεται ουσιαστικά η κατάσταση που θα πρέπει να έχουν τα leds στη περίπτωση που πατηθεί ο switch 7.

Αφού υπολογιστούν τα παραπάνω, το πρόγραμμα εισέρχεται σε έναν επαναληπτικό βρόχο στον οποίο παραμένει επ' αόριστον μέχρι να πατηθεί κάποιο από τα switches 0-3 ή 7. Αν πατηθεί κάποιο από τα υπόλοιπα πλήκτρα το πρόγραμμα παραμένει σε αυτόν τον βρόχο. Ο καταχωρητής R16 χρησιμοποιείται στην προκειμένη περίπτωση για να κρατάει την κατάσταση του καταχωρητή PIND ο οποίος δηλώνει ποιο πλήκτρο είναι πατημένο (θέτοντας 0 στο αντίστοιχο bit). Μόλις πατηθεί ένα εκ των επιθυμητών πλήκτρων, το πρόγραμμα εισέρχεται σε έναν νέο βρόχο στον οποίο παραμένει για όση ώρα το εν λόγω πλήκτρο παραμένει πατημένο. Σημειώνεται πως ο χρόνος εκτέλεσης του προγράμματος είναι ταχύτατος σε σχέση με το διάστημα που το πλήκτρο παραμένει πατημένο, συνεπώς το πρόγραμμα προλαβαίνει να εξέλθει από τον πρώτο βρόχο και να μπει στον δεύτερο πριν αφαιρεθεί το πλήκτρο. Εν τω μεταξύ, στον καταχωρητή R16 έχει αποθηκευτεί η κατάσταση του PIND και κατ' επέκταση το ποιο πλήκτρο πατήθηκε. Στη συνέχεια γίνεται έλεγχος για να προσδιοριστεί το switch που επέλεξε ο χρήστης και ο έλεγχος του προγράμματος μεταβαίνει στο αντίστοιχο label για την ενεργοποίηση των κατάλληλων leds.

Όσον αφορά την απεικόνιση των ψηφίων των AEM στα leds (για τα πλήκτρα 0-3), η διαδικασία που ακολουθείται είναι ίδια με του πρώτου τμήματος της άσκησης, αλλάζοντας φυσικά τα ψηφία που απεικονίζονται ανάλογα με το πλήκτρο που πατήθηκε. Φορτώνεται αρχικά στον καταχωρητή Z η διεύθυνση του προς αναπαράσταση ψηφίου και αυτό αποθηκεύεται στον καταχωρητή R19. Ακολουθεί η αφαίρεση του 0x30 (για μετατροπή από ASCII) και η εντολή swap για τον λόγο που περιγράφηκε προηγουμένως. Έπειτα προστίθεται στον ίδιο καταχωρητή και το επόμενο ψηφίο προς αναπαράσταση, ο R19 αντιστρέφεται (συμπλήρωμα του 1) και το πρόγραμμα μεταβαίνει στο label END.

Προκειμένου να ενεργοποιηθούν τα leds που πρέπει, ο R19 περνιέται στον καταχωρητή PortB και στη συνέχεια ακολουθεί ένα πρόγραμμα που παράγει μια χρονική καθυστέρηση μέσω δύο εμφωλευμένων βρόχων. Για να επιτευχθεί η χρονική καθυστέρηση των 6 δευτερολέπτων, οι counters των δύο βρόχων έχουν ρυθμιστεί κατάλληλα ώστε το πρόγραμμα να απαιτεί $24 \cdot 10^6$ κύκλους μηχανής για να ολοκληρωθεί. Το νούμερο αυτό έχει υπολογιστεί λαμβάνοντας υπόψη την συχνότητα λειτουργίας του ATmega16 που είναι στα 4 MHz. Μετά το πέρας του υποπρογράμματος αυτού, τα leds σβήνουν και το πρόγραμμα τελειώνει εισερχόμενο σε έναν ατέρμων βρόχο.

Στην περίπτωση που το πλήκτρο που πατήθηκε είναι το switch 7, μεταβιβάζεται το περιεχόμενο του R21 (έχει καθοριστεί από πριν) στο PortB ούτως ώστε τα δύο leds μικρότερης σημασίας να δηλώσουν αν τα AEM είναι άρτια ή περιττά. Η κατάσταση αυτή παραμένει μόνιμα μέχρι να πατηθεί το πλήκτρο RESET της πλακέτας, καθώς παρακάμπτεται το υποπρόγραμμα καθυστέρησης όπως ορίζει η εκφώνηση.