

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΘΕΜΑ : ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΥ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ
ΥΛΙΚΟΥ ΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΥΝΑΓΕΡΜΟΥ**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΤΣΩΝΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ
ΣΙΤΖΑΚΗΣ ΚΥΡΙΑΚΟΣ**

**ΕΠΙΒΛΕΠΟΥΣΑ
ΚΑΘΗΓΗΤΡΙΑ : ΠΕΡΙΒΟΛΗ ΠΑΣΧΑΛΙΝΑ**

ΝΕΑ ΜΗΧΑΝΙΩΝΑ

2016

**ΑΚΑΔΗΜΙΑ ΕΜΠΟΡΙΚΟΥ ΝΑΥΤΙΚΟΥ
ΜΑΚΕΔΟΝΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ**

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΘΕΜΑ : ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΟΥ ΕΚΠΑΙΔΕΥΤΙΚΟΥ
ΥΛΙΚΟΥ ΓΙΑ ΣΥΣΤΗΜΑ ΣΥΝΑΓΕΡΜΟΥ**

**ΣΠΟΥΔΑΣΤΗΣ : ΤΣΩΝΗΣ ΑΛΕΞΑΝΔΡΟΣ
ΣΙΤΖΑΚΗΣ ΚΥΡΙΑΚΟΣ**

ΑΜ : 4785 & 4467

ΗΜΕΡΟΜΗΝΙΑ ΠΑΡΑΔΟΣΗΣ : ΜΑΡΤΙΟΣ 2016

Βεβαιώνεται η ολοκλήρωση της παραπάνω πτυχιακής εργασίας.

Η καθηγήτρια

Περίληψη

Τα σύγχρονα συστήματα συναγερμού περιλαμβάνουν και στηρίζονται σε μεγάλο βαθμό στους λεγόμενους αισθητήρες κίνησης ή ραντάρ κίνησης. Όμως τι είναι τα εξαρτήματα αυτά και πώς λειτουργούν;

Η παρούσα εργασία έχει ως σκοπό την μελέτη ανάπτυξης ενός τέτοιου αυτοματοποιημένου συστήματος, βασισμένο στην σύγχρονη λύση του μικροελεγκτή.

Ο μικροελεγκτής, αποτελεί ουσιαστικά ένα πλήρη υπολογιστικό σύστημα , προσαρμοσμένο στον έλεγχο εξωτερικών στοιχείων και την επεξεργασία δεδομένων από εξωτερικά στοιχεία εισόδου. Η χρήση μικροελεγκτή έχει επεκταθεί ραγδαία σε κάθε αυτοματοποιημένο σύστημα τα τελευταία χρόνια, χάρη στις μεγάλες δυνατότητες επεξεργασίας και εκτέλεσης πολύπλοκων αλγορίθμων , αλλά και το χαμηλό κόστος.

Για την εργασία αυτή επιλέχθηκε ο μικροελεγκτής PIC της εταιρίας Microchip. Πρόκειται για ένα μικροελεγκτή σύγχρονης σχεδίασης με πολύ μεγάλη διάδοση και χαμηλό κόστος.

Αναπτύχθηκε ένα σύστημα επίδειξης βασισμένο στον PIC , με την βοήθεια του οποίου έγινε χρήση και πειραματισμός με τις δυνατότητες του μικροελεγκτή και των προγραμματιστικών μεθόδων που χρειάζονται για την ανάπτυξη μιας πραγματικής εφαρμογής ελέγχου συναγερμού. Οι προγραμματιστικές μέθοδοι που αναπτύχθηκαν μπορούν να χρησιμοποιηθούν αυτούσιες σε ένα πλήρες σύστημα φύλαξης χώρου.

Μελετήθηκαν οι αισθητήρες και τα στοιχεία ελέγχου που χρειάζονται για το σύστημα, ενώ γίνονται προτάσεις για την περεταίρω επέκταση του συστήματος.

Η διάρθρωση του κειμένου της παρούσας εργασίας έχει ως εξής:

Στο 1^ο Κεφάλαιο, γίνεται μια θεωρητική εισαγωγή για τους ανιχνευτές και συγκεκριμένα περιγράφονται οι αρχές λειτουργίας των αισθητήρων, οι κατηγορίες αυτών, ο αισθητήρας κίνησης υπερύθρων και τα στοιχεία ελέγχου αλλά και τα ηλεκτρονικά προσαρμογής που ένα τέτοιο σύστημα απαιτεί.

Στο 3^ο Κεφάλαιο γίνεται και μια εισαγωγή στους μικροελεγκτές και συγκεκριμένα, περιγράφονται οι αρχές των Μικροϋπολογιστών και των μικροελεγκτών, τα βασικά χαρακτηριστικά τους καθώς και ο μικροελεγκτής PIC τόσο σαν σύλληψη σχεδίασης όσο και τα ειδικά χαρακτηριστικά του. Στο τέλος του κεφαλαίου περιγράφεται ο μικροελεγκτής PIC16F628 που χρησιμοποιήθηκε στα πλαίσια της παρούσας εργασίας.

Στο 4^ο Κεφάλαιο, θα δούμε τον τρόπο προγραμματισμό του μικροελεγκτή. Περιγράφονται τα εργαλεία ανάπτυξης που παρέχει η εταιρία Microchip για την δοκιμή και την ανάπτυξη

εφαρμογών με τους μικροελεγκτές PIC, τα οποία χρησιμοποιήθηκαν στην παρούσα εργασία καθώς και ο κώδικας που αναπτύχθηκε σε συνδυασμό με τα απαραίτητα προγράμματα για τον προγραμματισμό του μικροελεγκτή. Επίσης περιγράφεται η πλακέτα ανάπτυξης της εφαρμογής (PCB) και τα προγράμματα σχεδιασμού της. Αλλά και ο προγραμματιστής που χρησιμοποιήθηκε.

Στο 5^ο Κεφάλαιο παρουσιάζεται το κατασκευαστικό κομμάτι της πτυχιακής εργασίας. Περιγράφεται το σύστημα και τα στάδια της κατασκευής, ενώ υπάρχει πλούσιο φωτογραφικό υλικό.

Στον επίλογο περιγράφονται οι προτάσεις για την επέκταση του συστήματος και αναφέρονται τα συμπεράσματα από την εκπόνηση της παρούσας εργασίας.

Abstract

The modern systems of alarm are supported to a great degree in the sensors of movement or radar. However what are these elements and how they function? The present work has as aim the study of growth of such automated system, based on the modern solution of microcontroller.

The microcontrollers, constitutes substantially a complete calculating system, adapted in the control of exterior elements and the treatment of data from exterior elements of entry. The use of microcontroller has rapidly extended in each automated system in the past few years, thanks to the big possibilities of treatment and implementation of complicated algorithms, but also the low cost. For this work was selected microcontroller PIC of company Microchip. It is for microcontroller of modern designing with very big distribution and low cost.

Was developed a system of demonstration based on the PIC, with the help of which became use and experimentation with the possibilities of microcontroller and programming on methods that need for the growth of real application of control of alarm. The programming methods that were developed can be used self-same in a complete system of keep of space. Were studied the sensors and the elements of control that need for the system, while become proposals for further extension of system.

The structure of text of present work has as follows:

In the 1st Chapter, you become a theoretical import for the detectors are described the beginnings of operation of sensors, the categories of these, the sensor of movement infra red and the elements of control but also electronic adaptation that a such system requires.

In the 2nd Chapter, you become a import in the microcontrollers and concretely, are described the beginnings of Microcomputers and microcontrollers, basically characteristically there as well as microcontroller PIC so much as arrest of his designing what specifically characteristically. In the end of capital is described microcontroller PIC16F628 that was used in the frames of present work.

In the 3rd Chapter, we will see the way planning of microcontroller. There are described the tools of growth that provides the company Microchip for the applications with microcontrollers PIC. These are used in the present work as well as the code that was developed in combination with the essential programs for the planning of microcontroller.

In the 4rd Chapter we will pass in the constructional piece of final work as long as report the electronic but also programming sector. Is described the system of demonstration that was

developed in the parts of present work. There are described the plaque of growth of application (PCB) and her programs of planning. Also there are described the programmer that was used.

In the 5th Chapter we describe the construction of this project. There are lots of photos that were taken during the composition of the PIR sensor alarm.

In the conclusion, are described the proposals for the extension of system and are reported the conclusions from the development of present work.

Πρόλογος

Ο αισθητήρας ή ραντάρ κίνησης είναι μια συσκευή για την ανίχνευση κίνησης. Πρόκειται δηλαδή για μια συσκευή που περιέχει ένα υλικό μηχανισμό ή ηλεκτρονικό αισθητήρα που εκτιμά την ποσότητα κίνησης και που μπορεί να είναι ενσωματωμένη ή να συνδέεται με άλλες συσκευές που προειδοποιούν τον χρήστη για την παρουσία ενός κινούμενου αντικειμένου εντός οπτικού πεδίου. Οι αισθητήρες κίνησης αποτελούν βασικό εξάρτημα των συστημάτων συναγερμού τόσο για σπίτια όσο και για επαγγελματικούς χώρους.

Ένας ηλεκτρονικός ανιχνευτής κίνησης περιέχει ένα αισθητήρα κίνησης που μετατρέπει την ανιχνευθείσα κίνηση σε ηλεκτρικό σήμα. Αυτό επιτυγχάνεται με την καταγραφή οπτικών μεταβολών στο οπτικό πεδίο. Οι περισσότεροι αισθητήρες κίνησης ανιχνεύουν μέχρι τα 15-25 μέτρα.

Σε συνδυασμό με τις μαγνητικές επαφές στα ανοίγματα του χώρου (πόρτες παράθυρα) καθιστούν ένα πολύ πιο αποτελεσματικό σύστημα συναγερμού. Ο αριθμός αισθητήρων κίνησης που περιλαμβάνει ένα σύστημα συναγερμού εξαρτάται από το μέγεθος του ακινήτου (εσωτερική και εξωτερική επιφάνεια), καλό είναι ωστόσο να υπάρχουν τουλάχιστον δύο.

Οι αισθητήρες κίνησης υπέρυθρων (Infrared IR) που θα αναλύσουμε στην εργασία είναι έτσι κατασκευασμένοι ώστε να είναι ευαίσθητοι στην θερμοκρασία του ανθρώπινου σώματος. Έτσι οι σύγχρονοι αισθητήρες κίνησης είναι αδρανείς στα κατοικίδια. Δεν χρειάζεται δηλαδή πια να καταφεύγουμε σε λύσεις όπως να καλύπτουμε τους αισθητήρες, για να μην χτυπάει ο συναγερμός μας όταν στον χώρο κυκλοφορεί ένα ζώο.

Κεφάλαιο 1 _ Αισθητήρες

1.1 Ορισμός αισθητήρων

Η λέξη αισθητήρας (sensor) χρησιμοποιείται για την περιγραφή των συστημάτων μετρήσεων. Ο όρος sensor προέρχεται από το λατινικό ρήμα sentir που σημαίνει αντιλαμβάνομαι. Ο λεξιλογικός ορισμός της λέξης sensor είναι: μια συσκευή που ανιχνεύει μια αλλαγή σε ένα φυσικό ερέθισμα και το μετατρέπει σε ένα σήμα, το οποίο μπορεί να μετρηθεί ή να το καταγραφεί. Ως αισθητήρας επίσης μπορεί να ορισθεί η διάταξη που μετατρέπει μια μη ηλεκτρική φυσική ή χημική ποσότητα σε ηλεκτρικό σήμα.

Ο ρόλος ενός αισθητήρα μπορεί να παραλληλιστεί με τη λειτουργία των αισθήσεων του ανθρώπου. Όπως ο άνθρωπος συλλέγει πληροφορίες από το περιβάλλον του χρησιμοποιώντας την όραση, την ακοή, την αφή, την όσφρηση και την γεύση μετατρέποντας αυτές, μέσω των νευρώνων του εγκεφάλου, σε πληροφορίες για την λήψη αποφάσεων έτσι και οι αισθητήρες σχεδιάστηκαν ώστε να επεξεργάζονται φυσικά δεδομένα και να τα μετατρέπουν σε ηλεκτρικό σήμα.

1.2 Χαρακτηριστικά αισθητήρων

Τα χαρακτηριστικά των αισθητήρων συγκροτούν τις προδιαγραφές τους (specifications) και είναι πολλά. Παρότι οι ποικίλοι αισθητήρες που υπάρχουν σήμερα στηρίζονται σε διαφορετικές αρχές λειτουργίας, έχουν κοινά τα βασικά τους χαρακτηριστικά. Αυτά είναι τα ακόλουθα:

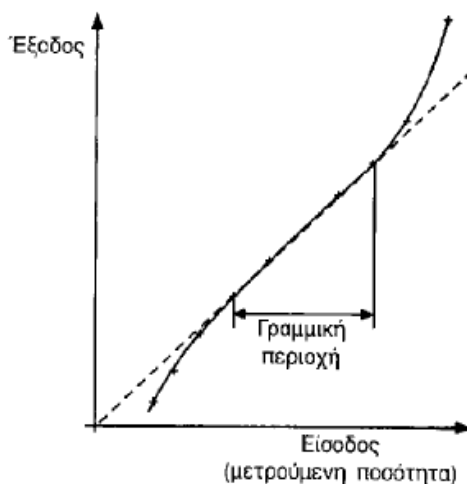
Εύρος	Τα όρια στα οποία η συσκευή λειτουργεί αξιόπιστα.
Ακρίβεια	Η εγγύτητα της τιμής εξόδου προς τη τιμή εισόδου.
Σφάλμα	Η διαφορά ανάμεσα στη μετρούμενη τιμή και τη πραγματική τιμή.
Ανοχή	Το μέγιστο σφάλμα που μπορεί να δημιουργήσει ο αισθητήρας.
Διακριτική Ικανότητα	Η μικρότερη αλλαγή τιμής εισόδου που μπορεί να ανιχνεύσει.
Ευαισθησία	Η σχέση της αλλαγής εξόδου προς τη αλλαγή εισόδου, είναι ίση με τη διαφορά των τιμών της εξόδου προς τη διαφορά των αντίστοιχων τιμών εισόδου.
Βαθμονόμηση	Η βαθμολόγηση της κλίμακας σε μονάδες.
Νεκρή ζώνη	Το μέγιστο ποσό αλλαγής της εισόδου που δεν επιφέρει αλλαγή στην έξοδο.
Γραμμικότητα	Ο βαθμός στον οποίο η γραφική παράσταση της εξόδου προσεγγίζει ευθεία ως προς την είσοδο του αισθητήρα
Απόκριση	Ο χρόνος που απαιτείται για να λάβει τη τελική τιμή η έξοδος

Καθυστέρηση	Η καθυστέρηση της αλλαγής της εξόδου ως προς την είσοδο.
Ευστάθεια	Η μεταβολή της εξόδου σε μεγάλη χρονική περίοδο, χωρίς μεταβολή της εισόδου και των συνθηκών.
Υστέρηση	Η διαφορά στην έξοδο όταν η κατεύθυνση της μεταβολής της εισόδου αντιστραφεί.
Επαναληψιμότητα	Η παραγωγή του ίδιου αποτελέσματος, σε διαφορετικές χρονικές στιγμές, με την ίδια είσοδο.
Ολίσθηση	Η μεταβολή των χαρακτηριστικών του αισθητήρα με το χρόνο και το περιβάλλον.
Στατικό σφάλμα	Σταθερό σφάλμα σε όλο το εύρος λειτουργίας, το οποίο μπορεί να αντισταθμιστεί.
Χρόνος λειτουργίας	Ο εκτιμώμενος χρόνος λειτουργίας στα πλαίσια των προδιαγραφών του.

Αναλυτικότερα για τα βασικότερα ως άνω χαρακτηριστικά ισχύουν τα ακόλουθα.

Γραμμικότητα (linearity)

Ο κάθε αισθητήρας διαθέτει ένα χαρακτηριστικό η ιδιότητα, του οποίου η τιμή μεταβάλλετε όταν μεταβάλλετε η φυσική ποσότητα που μετρά ο αισθητήρας. Είναι επιθυμητό οι μεταβολές της φυσικής ποσότητας να προκαλούν αυστηρά ανάλογες μεταβολές της ιδιότητας του αισθητήρα. Η ιδιότητα αυτή ονομάζετε γραμμικότητα και είναι ιδιαίτερης σημασίας. Εάν ο αισθητήρας δεν είναι γραμμικός, τότε η αντιστοίχιση των τιμών του μετρούμενου μεγέθους με τις τιμές εξόδου του αισθητήρα γίνεται με βάση την καμπύλη <<Βαθμονόμησης>>. Η μη-γραμμικότητα είναι συχνά εγγενής ιδιότητα του υλικού, από το οποίο είναι κατασκευασμένο ο αισθητήρας και εν γένει είναι αδύνατον να μηδενιστεί.



Σχήμα 1.1: Διάγραμμα Γραμμικότητας

Σφάλμα (error)

Είναι η διαφορά ανάμεσα στην έξοδο του αισθητήρα και τη μετρούμενη (πραγματική τιμή) και εκφράζεται είτε ως προς τις μονάδες της μετρούμενης ποσότητας (απόλυτο σφάλμα) ή ως εκατοστιαίο σφάλμα.

$$e = |r - x|$$
$$e_{\%} = (|r - x|/r)\%$$

όπου

r : μετρούμενη τιμή (πραγματική)

x: τιμή εξόδου αισθητήρα (αποτέλεσμα μέτρησης)

Στατικό σφάλμα (static error):

Σταθερό σφάλμα που υπεισέρχεται σε όλο το εύρος τιμών εισόδου ενός αισθητήρα. Εάν είναι γνωστό μπορεί να αντισταθμιστεί χωρίς να υπάρξει υποβάθμιση της ακρίβειας του συστήματος.

Ευαισθησία(sensitivity)

Εκφράζει τη σχέση ανάμεσα στην αλλαγή της εξόδου και την αντίστοιχη αλλαγή της εισόδου, κάτω από συγκεκριμένες συνθήκες.

$$\text{Ευαισθησία} = \frac{[\text{Μέγιστη τιμή εξόδου}] - [\text{Ελάχιστη τιμή εξόδου}]}{[\text{Μέγιστη τιμή εισόδου}] - [\text{Ελάχιστη τιμή εισόδου}]}$$

Οι μονάδες μέτρησης της ευαισθησίας διαφέρουν ανάλογα με τη φύση του αισθητήρα και τη μετρούμενη ποσότητα. Εάν η σχέση ανάμεσα στη μετρούμενη ποσότητα και την έξοδο είναι γραμμική, η ευαισθησία είναι μία για όλο το εύρος λειτουργίας, εάν όχι τότε η ευαισθησία διαφέρει από περιοχή σε περιοχή.

Ευστάθεια (stability)

Είναι το μέτρο μεταβολής της εξόδου μιας συσκευής, όταν η είσοδος και οι συνθήκες μέτρησης παραμένουν σταθερές κατά τη διάρκεια μεγάλης χρονικής περιόδου.

Διακριτική ικανότητα(resolution)

Η διακριτική ικανότητα εκφράζει την μικρότερη μεταβολή του φυσικού μεγέθους που μπορεί να ανιχνεύσει ο αισθητήρας και να μεταβάλλει την έξοδό του ανάλογα.

Ακρίβεια(accuracy)

Η ακρίβεια ισούται με το σφάλμα που εν γένος περιέχει τιμή που αποδίδει ο αισθητήρας στην έξοδο, δηλώνει δηλαδή την αβεβαιότητα που υπάρχει στην τιμή της εξόδου.

Εύρος τιμών εισόδου(Full-scale input,FSI)

Το εύρος τιμών εισόδου ορίζει σε ποια πλαίσια του μετρούμενου φυσικού μεγέθους μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο αισθητήρας. Η γνώση του εύρους τιμών εισόδου μας επιτρέπει να επιλέξουμε τον κατάλληλο αισθητήρα που ταιριάζει στις ανάγκες της εφαρμογής.

Εύρος τιμών εξόδου(Full-scale output, FSO)

Το εύρος τιμών εξόδου ορίζει την μορφή(δηλαδή τις τιμές) που μπορεί να λαμβάνει η τάση η το ρεύμα εξόδου ενός αισθητήρα. Οι αισθητήρες διατίθενται εν γένει σε παραλλαγές με διάφορα εύροι τιμών εξόδου, ώστε να μπορεί ο χρήστης να επιλέξει την μορφή που ταιριάζει περισσότερο στα κυκλώματα που θα παραλάβουν το σήμα εξόδου(για παράδειγμα σε έναν μετατροπέα A/D).

Το εύρος τιμών εξόδου καθορίζετε συχνά από ένα κύκλωμα ρύθμισης σήματος, το οποίο συνδέετε μόνιμα με τον αισθητήρα.

Επαναληψιμότητα (repeatability, precision)

Είναι ο βαθμός κατά τον οποίο ο αισθητήρας ή το σύστημα παράγει το ίδιο αποτέλεσμα όταν σε διαφορετικές χρονικές στιγμές τροφοδοτείται με την ίδια έσοδο (εκφράζεται σε απόλυτο νούμερο ή ως ποσοστό).

Δεν πρέπει να συγχέεται με την ακρίβεια, αφού ένας αισθητήρας μπορεί να δίνει παρόμοια έξοδο πολλές φορές για συγκεκριμένη είσοδο, αλλά εάν υπάρχει σημαντικό σφάλμα, η έξοδος δεν είναι ακριβής.

$$P = 1 - \left| \frac{(x - m)}{m} \right|$$

όπου

x: Έξοδος (αποτέλεσμα μέτρησης)

m: Μέσος όρος σειράς εξόδων (μετρήσεων) για την ίδια είσοδο

Απόκριση (response)

Είναι ο χρόνος που απαιτείται για να λάβει η έξοδος ενός αισθητήρα ή συστήματος την τελική της τιμή, για μια δεδομένη είσοδο (σε μονάδες χρόνου μόνο ή και με ποσοστό της τελικής τιμής εξόδου).

Υστέρηση

Είναι η απόκλιση μεταξύ των μετρήσεων του αισθητήρα, όταν η μετρήσιμη φυσική ποσότητα προσεγγίζετε από αντίθετες κατευθύνσεις.

1.3 Ταξινόμηση αισθητήρων

Για την καλύτερη κατανόηση του τρόπου λειτουργίας των αισθητήρων και των ιδιοτήτων τους είναι απαραίτητη η ταξινόμησή τους. Ως κριτήρια ταξινόμησης μπορούν να χρησιμοποιηθούν πολλά από τα χαρακτηριστικά τους, όπως: ο τρόπος ένδειξης η αρχή λειτουργίας και το ερέθισμα που δέχονται.

Ως προς τον τρόπο ένδειξης, οι αισθητήρες διακρίνονται σε αναλογικού και ψηφιακού. Αναλογικοί είναι οι αισθητήρες που μετατρέπουν μηχανικά μεγέθη π.χ. μήκη διαδρομών σε ηλεκτρικά σήματα τάσεως ή εντάσεως ρεύματος. Ενώ ψηφιακοί είναι οι αισθητήρες που συλλαμβάνουν το προς μέτρηση μέγεθος με αριθμητικό τρόπο και παράγουν ψηφιακά σήματα με δύο μόνο τιμές.

Ως προς την αρχή λειτουργίας τους οι αισθητήρες διακρίνονται σε:

- Μαγνητικούς
- Ηλεκτρομαγνητικούς
- Θερμικούς
- Πιεζοηλεκτρικούς
- Πιεζοαντίστασης
- Επαγωγικούς
- Χωρητικούς
- Οπτικούς κ.τ.λ.

Ως προς το ερέθισμα το οποίο δέχονται και μετρούν οι αισθητήρες διακρίνονται σε :

- Θέσης- μετακίνησης
- Θερμοκρασίας
- Δύναμης
- Ταχύτητας- επιτάχυνσης

Παρακάτω λοιπόν θα αναλύσουμε τους αισθητήρες που είναι διαδεδομένοι στα συστήματα συναγεμμού.

1.4 Είδη αισθητήρων

1.4.1 Αισθητήρες επαφής (μηχανικοί διακόπτες/μαγνητικές επαφές)

Μια μεγάλη κατηγορία ανιχνευτών, η οποία έχει ως σκοπό την προστασία συγκεκριμένων σημείων. Οι μηχανικοί ανιχνευτές χρησιμοποιούνται για να ανιχνεύσουν το άνοιγμα μιας προστατευόμενης πόρτας ή παραθύρου. Για την ενεργοποίησή τους, απαιτούν άμεση φυσική επαφή. Για τον ίδιο σκοπό χρησιμοποιούνται και οι ανιχνευτές μαγνητικής επαφής, που όπως και οι μηχανικοί προϋποθέτουν ότι υπάρχει άμεση επαφή. Όταν η πόρτα ή το παράθυρο ανοίγει, ο μαγνήτης ελευθερώνει ένα διακόπτη και δίνει το σήμα του συναγερμού. Για την αξιόπιστη λειτουργία τους, θα πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη προσοχή κατά την κατασκευή των πόρτων και των παραθύρων και στην εφαρμογή τους με την κάσα.

Ακόμα υψηλότερο επίπεδο ασφάλειας παρέχουν οι ισοσταθμισμένοι μαγνητικοί ανιχνευτές, που αποτελούνται από δύο μαγνήτες. Ανάμεσα στους δύο μαγνήτες εκ των οποίων ο ένας είναι τοποθετημένος στο σταθερό πλαίσιο και ο άλλος στο κινητό μέρος της πόρτας ή του παραθύρου δημιουργείται ένα ισοσταθμισμένο και σταθερό μαγνητικό πεδίο. Τυχόν προσπάθεια διάρρηξης διαταράσσει τη σταθερότητα του πεδίου, με αποτέλεσμα να ενεργοποιείται ο συναγερμός. Η διάδοση αυτών των επαφών στην κατασκευή συστημάτων συναγερμού έγινε κυρίως από τη δεκαετία του 70, όταν εξαλείφθηκαν τα αρχικά προβλήματα των πρωτοεμφανιζόμενων μαγνητικών επαφών και αυξήθηκε η αντίστασή τους στις εξωτερικές μαγνητικές επιδράσεις που επέτρεπαν στους διαρρήκτες να παραβιάζουν τα συστήματα. Από τότε, οι μαγνητικές επαφές εδραιώθηκαν ως το κύριο μέσο προστασίας ανοιγμάτων, κάτι το οποίο συνεχίζεται μέχρι σήμερα.

1.4.2 Αισθητήρες μικροκυμάτων

Μια άλλη κατηγορία ανιχνευτών που χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές εσωτερικών αλλά και εξωτερικών χώρων, είναι εκείνοι που βασίζονται στη λειτουργία τους στη μετάδοση μικροκυμάτων. Είναι ανιχνευτές κίνησης, οι οποίοι σαρώνουν μια προκαθορισμένη περιοχή με ένα ηλεκτρικό πεδίο. Μια κίνηση στο συγκεκριμένο χώρο, διεγείρει το πεδίο και ενεργοποιεί το συναγερμό. Ένα σημαντικό μειονέκτημα των ανιχνευτών αυτών οφείλεται στο ότι ενώ δεν επηρεάζονται από τον αέρα ή τις μεταβολές στη θερμοκρασία και στην υγρασία λόγω των υψηλών συχνοτήτων στις οποίες μεταδίδονται, μπορούν και διαπερνούν διάφορα φυσικά εμπόδια, όπως τοίχους, με αποτέλεσμα να ανιχνεύουν κινήσεις που έγινε εκτός της προστατευόμενης περιοχής και να δώσουν λανθασμένο συναγερμό.

1.4.3 Ακουστικοί αισθητήρες

Είναι οι λιγότερο διαδεδομένοι και χρησιμοποιούνται μόνο σε περιπτώσεις όπου οι φυσικοί ήχοι του περιβάλλοντος έχουν χαμηλή ένταση, ώστε να μην καλύπτονται οι θόρυβοι που παράγονται από ενέργειες διείσδυσης.

1.4.4 Αισθητήρες υπερήχων

Μια άλλη μεγάλη κατηγορία ανιχνευτών εσωτερικού χώρου, απαρτίζεται από εκείνους τους ανιχνευτές που λειτουργούν με υπέρηχους. Διαχωρίζονται σε δύο κατηγορίες: στους ενεργούς και στους παθητικούς.

Οι παθητικοί ανιχνευτές υπερήχων είναι ουσιαστικά συσκευές ανίχνευσης κίνησης, που «αντιλαμβάνονται» υπέρηχους μέσα σε ένα καθορισμένο χώρο -την επιτηρούμενη ζώνη- και αντιδρούν σε μεταβολές υψηλών συχνοτήτων, που σχετίζονται με ενέργειες εισβολέων.

Οι ενεργοί ανιχνευτές υπερήχων χρησιμοποιούν τις αλλαγές στην εκπεμπόμενη συχνότητα των υπερήχων για να ανιληφθούν τυχόν ενέργειες διείσδυσης. Οι ανιχνευτές υπερήχων, συνήθως αναρτώνται σε οροφές και σε τοίχους, ενώ στις περισσότερες περιπτώσεις χρησιμοποιούνται με άλλους τύπους ανιχνευτών, όπως τους PIR, ώστε να αυξάνεται η πιθανότητα εντόπισης ύποπτων κινήσεων. Πλεονέκτημα των συγκεκριμένων ανιχνευτών είναι ότι δεν επηρεάζονται από θερμοκρασιακές μεταβολές, εκτός και εάν είναι ιδιαίτερα έντονες. Επίσης, οι υπέρηχοι δεν μπορούν να διαπεράσουν σταθερά εμπόδια, όπως παραδείγματος χάρη, έναν τοίχο και συνεπώς μπορούν να ελέγξουν αποτελεσματικά μια κλειστή ζώνη, χωρίς να επηρεάζονται από ενέργειες που λαμβάνουν χώρα σε γειτονικούς χώρους.

1.4.5 Ανιχνευτές ηλεκτρικού πεδίου

Μια σημαντική ομάδα ανιχνευτών εξωτερικού χώρου, είναι οι ανιχνευτές ηλεκτρικού πεδίου. Οι συγκεκριμένες διατάξεις παράγουν ένα ηλεκτροστατικό πεδίο ανάμεσα ή γύρω από μια συστοιχία ενσύρματων αγωγών και μιας ηλεκτρικής γείωσης. Κάθε διαταραχή στο πεδίο, που προκαλείται από πιθανή διείσδυση, ενεργοποιεί τους ανιχνευτές και δίνει σήμα συναγερμού. Οι ανιχνευτές ηλεκτρικού πεδίου χρησιμοποιούνται και αποδεικνύονται πολύ αποτελεσματικοί σε φράκτες περίφραξης.

1.4.6 Ανιχνευτές χωρητικότητας

Μια άλλη κατηγορία ανιχνευτών που βασίζεται στις ιδιότητες των ηλεκτροστατικών πεδίων είναι οι ανιχνευτές που λειτουργούν, ελέγχοντας τις μεταβολές στη χωρητικότητα των πεδίων. Οι ανιχνευτές αυτής της κατηγορίας αποτελούνται από τρία ηλεκτροφόρα σύρματα (χαμηλής τάσης) που τοποθετούνται πάνω από το φράκτη. Γύρω από τα σύρματα παράγεται ένα ηλεκτρικό πεδίο, με το φράκτη να αποτελεί την ηλεκτρική γείωση. Συνήθως απαιτείται επαφή με τα σύρματα για την

ενεργοποίηση του συναγερμού, αλλά, αυξάνοντας την ευαισθησία του πεδίου μπορεί να ανιχνευθεί και παρουσία, χωρίς να είναι απαραίτητη η άμεση φυσική επαφή.

1.4.7 Ανιχνευτές κραδασμών

Στην κατηγορία αισθητήρων που τοποθετούνται σε περιφράξεις, ανήκουν και οι ανιχνευτές κραδασμών. Ενέργειες, όπως η αναρρίχηση σε ένα φράκτη ή το κόψιμο των συρμάτων προκαλούν μηχανικές δονήσεις. Οι ανιχνευτές αυτής της κατηγορίας αντιλαμβάνονται τις δονήσεις αυτές, χρησιμοποιώντας ήλεκτρο-μηχανικούς ή πιεζοηλεκτρικούς μετατροπείς. Τα σήματα από τους μετατροπείς, στέλνονται σε έναν επεξεργαστή και αναλύονται. Ανάλογα με τη συχνότητα του σήματος, αγνοείται το ερέθισμα ή στην αντίθετη περίπτωση και όπου κρίνεται σκόπιμο, ενεργοποιείται ο συναγερμός.

1.4.8 Ανιχνευτές θραύσης

Αναγνωρίζουν τη συχνότητα των τζαμιών όταν σπάνε ή όταν κόβονται με διαμάντι και τοποθετούνται απέναντι ή στο πλάι της τζαμαρίας που προστατεύουν.

1.4.9 Ανιχνευτές πίεσης

Λειτουργούν σαν ανοιχτοί διακόπτες οι οποίοι κλείνουν κύκλωμα και δίνουν έξοδο όταν δεχτούν πίεση σε οποιοδήποτε σημείο τους. Συνήθως τοποθετούνται σε εισόδους κάτω από πλαίσια ή χαλιά.

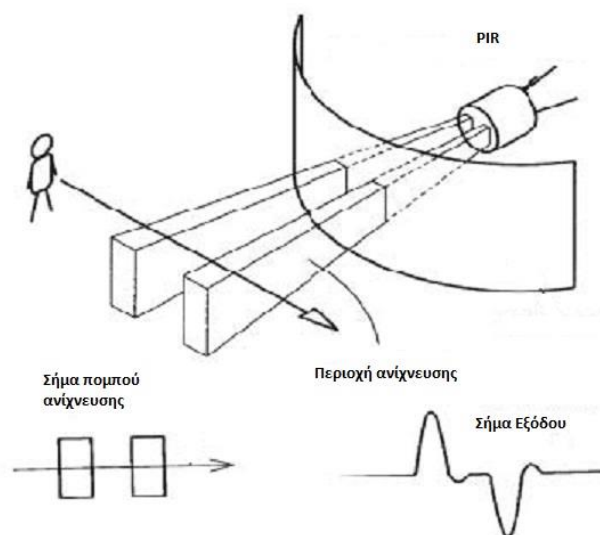
1.4.10 Οπτικοί αισθητήρες

Γενικά οι οπτικοί αισθητήρες βρίσκουν εφαρμογή σε συστήματα συναγερμού και στον έλεγχο ποιότητας ,ειδικά στις περιπτώσεις μαζικής παραγωγής αντικειμένων. Γενικά οι αισθητήρες μετακίνησης βασίζόμενοι σε οπτικά φαινόμενα ,χρησιμοποιούν πηγή φωτός και συνδυάζουν την μετακίνηση ως αλλαγή της πορείας δέσμης φωτός που πέφτει στον φωτοανιχνευτή. Παρακάτω περιγράφονται αναλυτικότερα οι αισθητήρες υπέρυθρης ακτινοβολίας.

Κεφάλαιο 2_ Περιγραφή των υλικών της κατασκευής

2.1 Οπτικός αισθητήρας υπέρυθρων

Οι οπτικοί αισθητήρες αποτελούνται από μια πηγή φωτός και ένα ανιχνευτή. Οι πηγές φωτός είναι συχνά δίοδοι Φωτο-εκπομπής (LED), και οι ανιχνευτές είναι Φωτο-τρανζίστορ πυριτίου (είναι μια ημιαγωγή διάταξη της οποίας οι ιδιότητες αλλάζουν όταν δεν υπάρχει φως). Χρησιμοποιείται συνήθως οπτικό ή υπέρυθρο φως. Η χρησιμοποίηση οπτικού φωτός, καθιστά εύκολη την εγκατάσταση και συντήρηση, αλλά το υπέρυθρο φως πάσχει λιγότερο από το φαινόμενο της συμβολής (interference) που μπορεί να προκληθεί από άλλες γειτονικές πηγές φωτός. Παρακάτω λοιπόν θα αναλύσουμε τον σχεδιασμό αισθητήρα υπέρυθρου φωτός και όσο αναφορά την εφαρμογή του, την ανθρώπινη αντανάκλαση υπέρυθρης ακτινοβολίας.

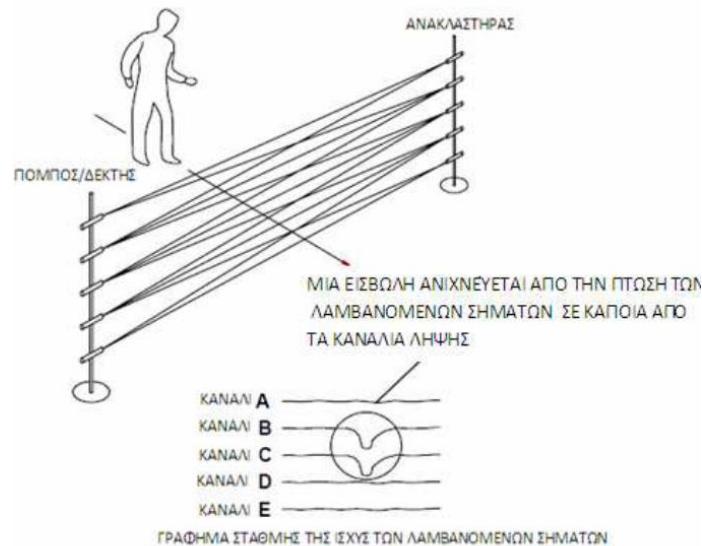


Σχήμα 2.1: Οπτικός αισθητήρας υπέρυθρων.

Η πηγή εκπέμπει ορατό κόκκινο υπέρυθρο φως το οποίο ανακλάται από κάθε αντικείμενο που πλησιάζει τον αισθητήρα. Το ανακλώμενο φως ανιχνεύεται από τα Φωτοτρανζίστορ.

2.1.1 Ενεργοί ανιχνευτές υπέρυθρων

Μια οπτική μέθοδος είναι αυτή της διαπερατότητας, στην οποία η πηγή φωτός και ο ανιχνευτής βρίσκονται απέναντι ο ένας από τον άλλο. Στους αισθητήρες διαπερατότητας φωτεινή δέσμη διακόπτεται και έτσι δεν προσπίπτει φως στον ανιχνευτή οπότε διαπιστώνεται και η ύπαρξη κάποιου αντικείμενου.



Σχήμα 2.2: Ενεργός ανιχνευτής υπέρυθρων

Για την προστασία εσωτερικών και εξωτερικών χώρων, αξιοποιούνται σε πολύ μεγάλη κλίμακα ανιχνευτές, που εκπέμπουν δέσμες υπέρυθρου φωτός σε έναν απομακρυσμένο δέκτη, δημιουργώντας έναν ηλεκτρονικό φράκτη. Παραστατικά, η λειτουργία τους μπορεί να παρομοιασθεί με εκείνη ενός τεντωμένου σπάγκου. Όταν η δέσμη διακοπεί, τότε ενεργοποιείται ο συναγερμός. Οι ανιχνευτές Φωτο-ηλεκτρικών δεσμών συνίστανται από δύο επιμέρους μέρη: έναν πομπό και ένα δέκτη.

Ο πομπός χρησιμοποιεί μία δίοδο εκπομπής υπέρυθρου φωτός και μεταδίδει μια συνεχόμενη υπέρυθρη ακτίνα φωτός στο δέκτη. Ο δέκτης διαθέτει μια φωτοηλεκτρική κυψέλη(συνήθως Φωτοτρανζίστορ ή φωτοδίοδο) που ελέγχει την παρουσία της δέσμης φωτός. Συνήθως, στην περίπτωση που διαπιστώσει ότι δεν δέχεται τουλάχιστον το 90% του εκπεμπόμενου σήματος και για χρονικό διάστημα μεγαλύτερο των 75 milliseconds (ο χρόνος που απαιτείται για να διασχίσει κάποιος τη δέσμη) τότε δίνει σήμα συναγερμού.

Στα σύγχρονα συστήματα έχουν προβλεφθεί διάφορες ρυθμίσεις, που καθορίζουν την ευαισθησία τους. Τι περισσότερες φορές, οι συγκεκριμένοι ανιχνευτές χρησιμοποιούνται για την προστασία εισόδων, προθάλαμων, περιμέτρων ή ακόμα και την κάλυψη ενός τοίχου με ιδιαίτερα αυξημένο μήκος. Η απόσταση μεταξύ δέκτη και πομπού, ώστε το σύστημα ανίχνευσης να παρέχει ικανοποιητική κάλυψη μπορεί να είναι μέχρι κάποιες εκατοντάδες μέτρα. Οι ανιχνευτές αυτοί, δεν επηρεάζονται από τυχόν εκπομπές θερμότητας, από λαμπτήρες φθορισμού ή από διάφορες ηλεκτρονικές παρεμβολές. Διαθέτουν πολύ καλά ποσοστά ανίχνευσης, με ταυτόχρονα, μικρό δείκτη εμφάνισης λανθασμένων συναγερμών. Επίσης, η πορεία των δεσμών μπορεί να μεταβληθεί με τη χρήση καθρεπτών, κάνοντας ακόμα δυσκολότερη την προσέγγιση στον προστατευόμενο

χώρο. Βέβαια πρέπει να ληφθεί υπόψη ότι η χρήση καθρεφτών εξασθενίζει την ένταση της δέσμης και μειώνει την εμβέλεια δράσης της.

Την ανιχνευτική ικανότητα του συστήματος μπορεί να την επηρεάσουν παράγοντες που διαταράσσουν τη μετάδοση της φωτεινής δέσμης, όπως ομίχλη, καπνός ή σκόνη. Επίσης, κάθε αντικείμενο ή ζώο που παρεμβαίνει στην πορεία της δέσμης μπορεί να ενεργοποιήσει το συναγερμό και να παραπλανήσει τους υπεύθυνους ασφαλείας του χώρου.

2.1.2 Παθητικοί ανιχνευτές υπέρυθρων PIR

Όπως το δηλώνει και η ονομασία τους οι παθητικοί ανιχνευτές υπέρυθρων ονομάζονται παθητικοί γιατί δεν εκπέμπουν ένα σήμα αλλά απλά λαμβάνουν την υπέρυθη ακτινοβολία του χώρου, οι παθητικοί υπέρυθροι αισθητήρες (μερικές φορές λέγονται και πυροηλεκτρικοί αισθητήρες) έχουν την ιδιότητα το αισθητήριο στοιχείο τους συνήθως να διαιρείτε σε πολλούς τομείς. Η ανίχνευση κίνησης προκαλείται όταν μια πηγή θερμότητας (π.χ. η θερμότητα του ανθρώπινου σώματος) διασχίσει δύο γειτονικά όρια του τομέα ή διασχίσει το ίδιο όριο δύο φορές σε ένα συγκεκριμένο χρονικό διάστημα.

Οι παθητικοί ανιχνευτές υπέρυθρων που έχει επικρατήσει να αποκαλούνται PIR έχουν ευρύτατη χρήση σε συστήματα ασφαλείας. Όπως υποδηλώνει το όνομά τους, οι συγκεκριμένοι αισθητήρες είναι παθητικοί, το οποίο σημαίνει ότι δεν εκπέμπουν κανενός είδους σήμα, αλλά δέχονται σήματα.

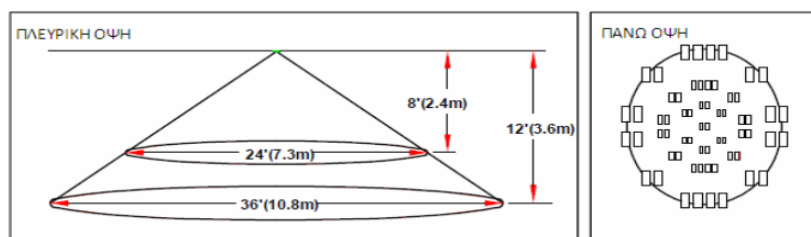


Σχήμα 2.3: Παθητικός Αισθητήρας Υπέρυθρων(PIR)

Οι παθητικοί υπέρυθροι αισθητήρες ανιχνεύουν την ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία που παράγεται από την θερμοκρασία των σωμάτων που ονομάζεται και υπέρυθη ακτινοβολία και βρίσκεται χαμηλότερα του οπτικού φάσματος. Οι παθητικοί υπέρυθροι αισθητήρες δεν μετρούν το ποσό της λαμβανόμενης υπέρυθρης ενέργειας ανά δευτερόλεπτο, αλλά τις αλλαγές της θερμικής ακτινοβολίας. Οι παθητικοί υπέρυθροι αισθητήρες ανιχνεύουν τις «θερμές» απεικονίσεις αντιλαμβανόμενοι την διαφορά που υπάρχει στην «θερμή» λαμβανόμενη εικόνα και στο «ψυχρό»

φόντο κάτι που απορρέει από την λαμβανόμενη υπέρυθη ακτινοβολία του χώρου. Το μήκος κύματος της υπέρυθρης ακτινοβολίας μετράται σε μικρόμετρα, με την παραγόμενη υπέρυθη ακτινοβολία να βρίσκεται στην περιοχή μεταξύ 7 έως 14 μικρομέτρων.

Οι παθητικοί αισθητήρες υπερύθρων εγκαθίστανται σε τοίχους ή οροφές και η περιοχή ανίχνευσης τους θα πρέπει να καλύπτει τις ζώνες εκείνες που είναι πιθανό να υπάρξει εισβολή. Η ζώνη ανίχνευσης μπορεί να έχει το σχήμα του παρακάτω διαγράμματος και να διαφέρει ανάλογα τον αισθητήρα. Όπως βλέπουμε η περιοχή κάλυψης που ξεκινά από τον αισθητήρα είναι αρχικά στενή και ανοίγει όσο απομακρύνεται από τον αισθητήρα, επίσης στο διάγραμμα παρατηρούμαι ότι υπάρχουν σημεία που φωτίζονται αλλά και νεκρά σημεία σκίασης.



Σχήμα 2.4: Πάνω όψη-Πλευρική όψη

Κατά τις συνθήκες μη αξιόπιστης ανίχνευσης οι παθητικοί αισθητήρες ανίχνευσης υπερύθρων ψάχνουν για την ύπαρξη θερμικής ακτινοβολίας έναντι ενός ψυχρότερου φόντου η ανίχνευση βασίζεται στην ύπαρξη θερμοκρασίας, Όσο η θερμοκρασία του περιβάλλοντος χώρου προσεγγίζει την θερμοκρασία του σώματος του εισβολέα η ευαισθησία του αισθητήρα μειώνεται. Αυτό ισχύει ιδιαίτερα για περιβάλλοντα που η θερμοκρασία κυμαίνεται μεταξύ 27 και 38 βαθμών κελσίου. Θεωρητικά αν ένα άτομο έχει την ίδια θερμοκρασία με τον περιβάλλοντα χώρο δεν θα τον αντιληφθεί ο αισθητήρας. Για τον λόγο αυτό ένας αισθητήρας διαφορετικής τεχνολογίας όπως αυτός των υπερήχων θα πρέπει να χρησιμοποιείται σε συνδυασμό με των παθητικό αισθητήρα ανίχνευσης υπερύθρων.

Για αυτό υπάρχει και αίτια ψευδών συναγερμών. Η εκπεμπόμενη θερμότητα από μικρά ζώα ή τρωκτικά μπορεί να προκαλέσουν ψευδείς συναγερμούς. Κατά τον χρόνο θέρμανσης καλοριφέρ, φούρνων ή βραστήρων μπορεί επίσης να προκληθούν ψευδείς συναγερμοί αν οι παραπάνω συσκευές βρίσκονται εντός της περιοχής κάλυψης του αισθητήρα. Επιπλέον αν οι αισθητήρες δεν έχουν σχεδιαστεί με την ικανότητα να φιλτράρουν το ορατό φως μπορεί να έχουμε ψευδείς συναγερμούς από φώτα προβολείς ή άλλες πηγές φωτός. Αν και η υπέρυθη ακτινοβολία φιλτράρεται από το κοινό γυαλί των παραθύρων, αντικείμενα εντός του χώρου που βρίσκεται ο αισθητήρας μπορεί σταδιακά να θερμανθούν και να εκπέμπουν υπέρυθη ακτινοβολία ή αυτή η ακτινοβολία να ανακλάτε από άλλα αντικείμενα προς τον αισθητήρα. Αν αυτή ακτινοβολία

διαταραχθεί π.χ. λόγω της κίνησης νεφών που θα διακόψουν την ηλιακή ακτινοβολία μπορεί να δημιουργήσουν μια τυχαία κατάσταση διαφοροποίησης των λαμβανόμενων σημάτων και να έχουμε την δημιουργία ψευδών συναγερωμών

2.2 Ενεργός ανιχνευτής κίνησης υπέρυθρων

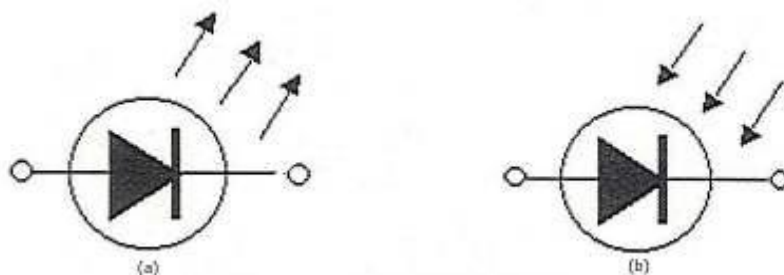
Οι ενεργοί ανιχνευτές υπέρυθρων ανιχνεύουν παρουσία και κίνηση. Μπορούν να χρησιμοποιηθούν τόσο ως συσκευές ασφαλείας (πχ για να εμποδίσουν μια πόρτα να κλείσει εάν υπάρχει κάποιο αντικείμενο μπροστά της) όσο και ως συσκευές εντολών (πχ για να δώσουν εντολή ανοίγματος σε διάφορους αυτοματισμούς όπως βιομηχανικές και ταχυκίνητες πόρτες, μπάρες ελέγχου κυκλοφορίας κλπ). Παρακάτω θα αναλύσουμε τα μέρη που τον περιβάλλουν.

2.2.1 Πομπός

Ως πομπός ενός ανιχνευτή κίνησης υπέρυθρων θεωρούμε την συσκευή που στέλνει συνεχόμενους παλμούς υπέρυθρου φωτός με σκοπό να βρει κάποιο εμπόδιο(ανθρώπινη εισβολή) και η ακτίνα υπέρυθρου φωτός προς τον δέκτη να διακοπεί. Παρακάτω περιγράφονται τα στοιχεία που περιλαμβάνουν τον πομπό υπέρυθρων.

Φωτοδίοδος-Infrared LED

Μία δίοδος η οποία χρησιμοποιείται ως συσκευή ένδειξης, είναι η δίοδος φωτοεκπομπής (LED, Light Emitting Diode). Δίοδος εκπομπής φωτός αποκαλείται ένας ημιαγωγός ο οποίος εκπέμπει φωτεινή ακτινοβολία στενού φάσματος όταν του παρέχεται μία ηλεκτρική τάση κατά τη φορά ορθής πόλωσης (forward-biased).



Σχήμα 2.5: α) Δίοδος φωτοεκπομπής LED

β) Φωτοδίοδος.

Το χρώμα του φωτός που εκπέμπεται εξαρτάται από την χημική σύσταση του ημιαγωγικού υλικού που χρησιμοποιείται, και μπορεί να είναι υπεριώδες, ορατό ή υπέρυθρο. Το μήκος κύματος του φωτός που εκπέμπεται, και, κατά συνέπεια, το χρώμα του, εξαρτάται από το χάσμα ενέργειας των υλικών, τα οποία χρησιμοποιούνται για την δημιουργία του περάσματος p-n, όπου:

p = Υλικό νοθευμένο με αποδέκτες.

n = Υλικό νοθευμένο με δότες.

Η δίοδος φωτοεκπομπής (LED) μπορεί να κατασκευαστεί από στοιχεία όπως το γάλλιο, το αρσενικό και το φώσφορο και να εκπέμπει κόκκινο (όπως η δίοδος TIL221), πράσινο (όπως η δίοδος TIL222), κίτρινο, μπλε, πορτοκαλί και υπέρυθρο (αόρατο) φως. Επειδή μπορεί να δεχτεί μέχρι μία μέγιστη τιμή ρεύματος χωρίς να καταστραφεί, γι' αυτό συνήθως συνδέεται σε σειρά με μία αντίσταση (περιοχή λειτουργίας: 1.5 - 2.2 Volts). Σε σχέση με τους λαμπτήρες πυρακτώσεως, έχει χαμηλή τάση λειτουργίας, μεγάλη διάρκεια ζωής καθώς και γρήγορη διακοπτική λειτουργία (γρήγορη απόκριση).



Σχήμα 2.6: LEDs διάφορων χρωμάτων.

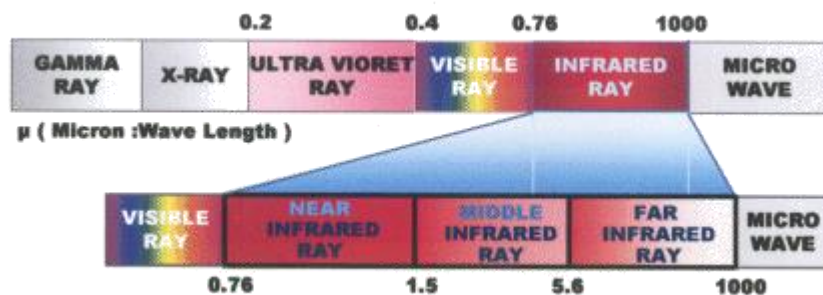
Ένα Infrared LED (IR-LED υπέρυθρων) δε διαφέρει σημαντικά από ένα κοινό LED (π.χ. κόκκινου χρώματος). Με την ορθή πόλωση προκαλείται ροή οπών μέσα στο υλικό n και ροή ηλεκτρονίων προς το υλικό p (τα ηλεκτρόνια ξαναμπαίνουν στο υλικό n, μέσω του εξωτερικού κυκλώματος).

Η επανασύνδεση των φορέων μειονότητας (e^-) στην ένωση, προκαλεί την εκπομπή ακτινοβολούμενης ενέργειας. Η ενέργεια αυτή είναι **ανάλογη** με το ενεργειακό χάσμα του υλικού. Όσο μεγαλύτερο το ενεργειακό χάσμα, τόσο πιο υψηλή είναι η συχνότητα του εκπεμπόμενου φωτός. Τα LEDs που έχουν μικρά ενεργειακά χάσματα, φτιαγμένα από Αρσενικούχο Γάλλιο (*GaAs*), ακτινοβολούν στην κόκκινη ή στην υπέρυθρη περιοχή. Ειδικότερα όταν εκπέμπουν στην υπέρυθρη περιοχή ονομάζονται IR-LEDs (*Infrared LEDs*).

Όπως αναφέραμε και προηγουμένως τα LEDs αποτελούνται από μια επαφή pn, ακριβώς όπως και οι κοινές δίοδοι. Η διαφορά είναι ότι δεν βασίζονται στο πυρίτιο Si και αυτό γιατί είναι αδύνατο να επιτευχθεί εκπομπή ακτινοβολίας, αφού πρόκειται για υλικό έμμεσου ενεργειακού διακένου. Το GaAs από την άλλη είναι άμεσου ενεργειακού διακένου

Υλικά έμμεσου ενεργειακού διακένου λέγονται τα υλικά για τα οποία ο πυθμένας της ζώνης αγωγιμότητας και η κορυφή της ζώνης σθένους δεν είναι στο ίδιο \mathbf{k} , στο διάγραμμα των ενεργειακών ζωνών $\mathbf{E}_n(\mathbf{k})$.

Τα IR LEDs είναι περισσότερο κατάλληλα για τηλεκατεύθυνση και τηλεχειρισμό και γενικότερα για μετάδοση ψηφιακής ή αναλογικής πληροφορίας. Η μετάδοση αναλογικής πληροφορίας είναι δυνατή εξαιτίας της αναλογίας μεταξύ της έντασης του φωτός και το ρεύματος που διαρρέει την δίοδο (διπλασιάζοντας το ρεύμα, διπλασιάζεται η ένταση του φωτός κοκ.). Η υπέρυθη ακτινοβολία στην οποία εκπέμπουν τα IR LED είναι το εγγύς υπέρυθρο (*near infrared*), που είναι και αόρατη στο ανθρώπινο μάτι .



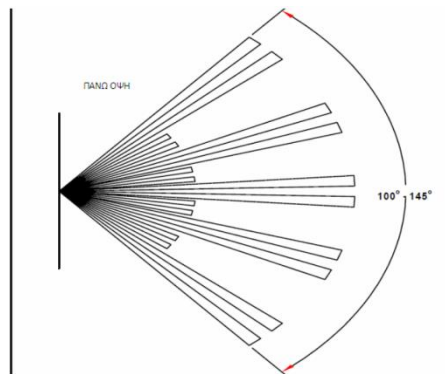
Σχήμα 2.7: Οι βασικές διαβαθμίσεις της υπέρυθρης ακτινοβολίας του ηλεκτρομαγνητικού φάσματος

Το εγγύς υπέρυθρο (μαζί με το μέσο) χαρακτηρίζονται και ως ανακλώμενο υπέρυθρο. Γενικά παρουσιάζει παρόμοια συμπεριφορά με το ορατό τμήμα του φάσματος.



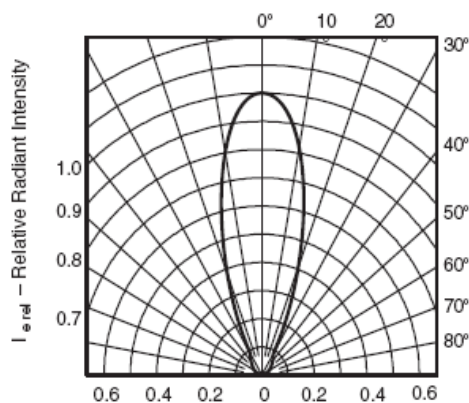
Σχήμα 2.8: Ένα σύγχρονο IR LED

Ένα IR LED (αλλά και οποιοδήποτε LED) δεν εκπέμπει ακτινοβολία προς όλες τις κατευθύνσεις. Παρουσιάζει έντονη κατευθυντικότητα. Έτσι η ακτινοβολία δεν εκπέμπεται σε ολόκληρο τον χώρο, αλλά σε μια ορισμένη γωνία (σχήμα 3.1α). Μια σημαντική παράμετρος είναι η γωνία ημίσειας έντασης που δίνεται από τον κατασκευαστή. Τυπική τιμής της (για συνηθισμένες IR LED) είναι γύρω στις $40^\circ (+-20^\circ)$.



Σχήμα 2.9: Η γωνία ημίσειας έντασης

Ένα σημαντικό διάγραμμα που αφορά την κατευθυντικότητα μιας IR LED, είναι αυτό της σχετικής ακτινικής έντασης (*Relative radiant intensity*), όπως αυτό που ακολουθεί και το οποίο δείχνει την ένταση της ακτινοβολίας σε σχέση με τη γωνία στο χώρο. Η γωνία ημίσειας έντασης υπολογίζεται από το διάγραμμα, βρίσκοντας τα σημεία στα οποία τέμνεται η καμπύλη από το ημικύκλιο 0,5. Οι ακτίνες δείχνουν τη γωνία (στο σχήμα 1.14, η γωνία είναι περίπου 17° . Άρα συνολικά θα έχουμε $\pm 17^\circ = 34^\circ$).

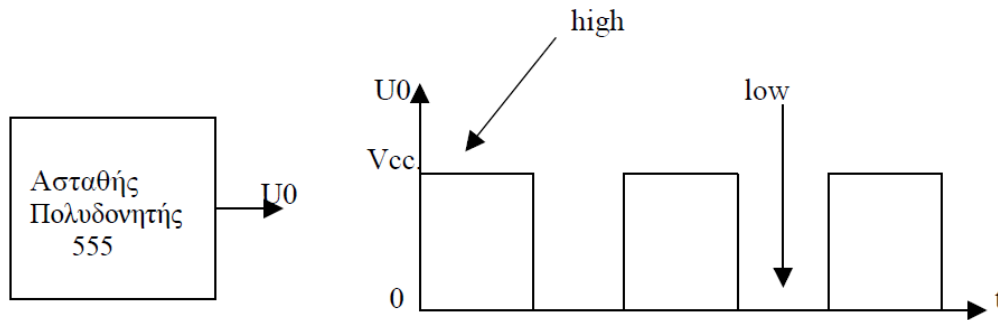


Σχήμα 2.10: Σχετική ακτινική ένταση

Ο Διαμορφωτής παλμών

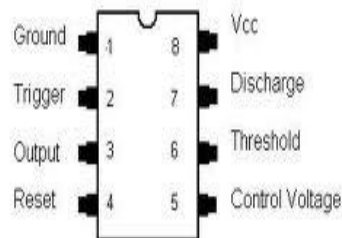
Ο διαμορφωτής μας δεν είναι άλλο από μία ακόμα εφαρμογή του δημοφιλούς 555. Σε πολλές εφαρμογές χρειάζονται κυκλώματα που να έχουν την ικανότητα να δημιουργούν χρονικά διαστήματα. Ο πιο δημοφιλής χρονιστής είναι ο 555. Ο 555 μπορεί να λειτουργήσει είτε με τάση 5V, οπότε μπορούμε να διεγείρουμε κυκλώματα TTL, είτε με τάση 15V, οπότε δίνει ρεύμα εξόδου 200ma με αποτέλεσμα να μπορούμε να διεγείρουμε ρελαί ή ενδεικτικό λαμπάκι. Η περιοχή λειτουργίας είναι με τάση παροχής από 5-18 Volts.

Το NE555 έχει δύο τρόπους λειτουργίας, είτε σαν ασταθής πολυδονητής είτε σαν μονοσταθής πολυδονητής. Στον ασταθή πολυδονητή, η τάση εξόδου του χρονιστή οδηγείται από την κατάσταση high στην low και αντίστροφα. Ο χρόνος στον οποίο η έξοδος είναι στην κατάσταση high ή low καθορίζεται από το δικτύωμα RC που συνδέουμε εξωτερικά στο NE 555. Η τιμή high, της εξόδου, είναι λίγο πιο μικρή από την τάση V_{cc} . Η τιμή low, της εξόδου είναι περίπου 0.1V.



Σχήμα 2.11: Παλμός εξόδου του διαμορφωτή

Το παρακάτω σχήμα δείχνει τους ακροδέκτες του 555. Ο ακροδέκτης 1 είναι η γη (GND) και ο ακροδέκτης 8 είναι η θετική τάση παροχής V_{cc} . Η V_{cc} μπορεί να είναι οποιαδήποτε τάση μεταξύ των 5 και 15 V.



Σχήμα 2.12: Ακροδέκτες NE555

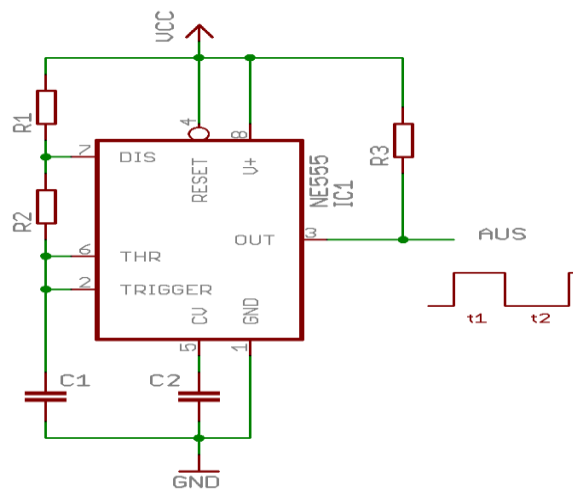
Ο ακροδέκτης 2 του 555, είναι ο ακροδέκτης TRIGGER. Αν η τάση που εφαρμόζεται στον ακροδέκτη αυτό είναι μεγαλύτερη από τα $2/3$ της τάσης V_{CC} , η έξοδος παραμένει στην κατάσταση low. Αν στην είσοδο TRIGGER εφαρμοστεί το αρνητικό μέτωπο ενός παλμού κατάλληλου ύψους, η έξοδος οδηγείται στην κατάσταση high.

Ο ακροδέκτης 4, RESET επιτρέπει στο 555 να μηδενιστεί η λειτουργία του, λόγω της διέγερσης του από την είσοδο TRIGGER. Όταν η είσοδος αυτή, δεν χρησιμοποιείται, πρέπει να συνδέεται στην τάση V_{CC} .

Ο ακροδέκτης DISCHARGE (ακροδέκτης 7), χρησιμοποιείται για να εκφορτίσει έναν πυκνωτή που έχουμε συνδέσει εξωτερικά κατά τη διάρκεια που η έξοδος είναι στην κατάσταση

low. Όταν η έξοδος είναι στην κατάσταση high, ο ακροδέκτης 7 ενεργεί σαν ανοικτό κύκλωμα και επιτρέπει στον πυκνωτή να φορτιστεί με ρυθμό που καθορίζεται από την εξωτερική αντίσταση ή από την αντίσταση και τον πυκνωτή.

Ο ακροδέκτης THRESHOLD ρυθμίζει την τάση ενός εξωτερικού πυκνωτή, π.χ. όταν ο 555 διεγερθεί και οδηγηθεί στην κατάσταση high, ο ακροδέκτης THRESHOLD παρακολουθεί την ανερχόμενη τάση του πυκνωτή U_c . Όταν η τάση U_c , φτάσει στην τάση THRESHOLD, που είναι περίπου $2/3 V_{CC}$, η έξοδος του 555 οδηγείται στην κατάσταση low. Η έξοδος παραμένει στην κατάσταση high, όσο χρόνο ο C φορτίζεται από το $1/3$ της V_{CC} .



Σχήμα 2.13: Συνδεσμολογία NE555

Η έξοδος είναι στην κατάσταση high κατά τη διάρκεια του κύκλου φόρτισης, για τη χρονική περίοδο t_1 , συνεπώς:

$$t_1 = 0,69 * (R_1 + R_2) * C$$

Η έξοδος είναι στην κατάσταση low, κατά την διάρκεια του κύκλου εκφόρτισης, για την χρονική περίοδο t_2 , που δίνεται από τη σχέση:

$$t_2 = 0,69 * R_2 * C$$

Συνεπώς, η περίοδος ταλάντωσης, είναι ο χρόνος φόρτισης, και εκφόρτισης, δηλ.

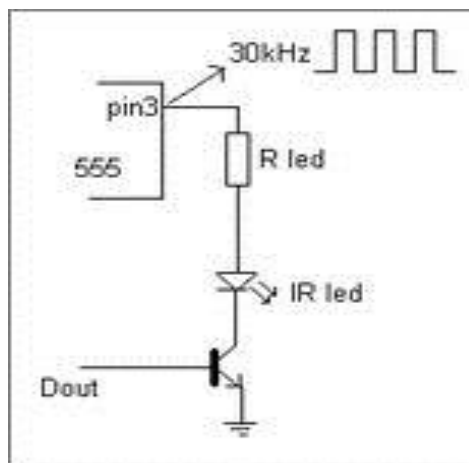
$$T = t_1 + t_2 \quad \text{ή} \quad T = 0,69 * (R_1 + 2 * R_2) * C$$

Και η συχνότητα ταλάντωσης, είναι:

$$f = \frac{1.44}{(R1 + 2R2)C1}$$

Για μία συχνότητα 30kHz η αντίσταση R_2 πρέπει να είναι περίπου 3kΩ. Επειδή όμως υπάρχουν μεγάλες αποκλίσεις ανάλογα με την τάση τροφοδοσίας, είναι καλύτερο να χρησιμοποιηθεί αντί για σταθερή αντίσταση ένα μικρό ποτενσιόμετρο.

Τέλος με την σύνδεση ενός transistor μετά την φωτοδίοδο θα μπορούσαμε να ενισχύσουμε το σήμα εξόδου (3) του 555 για να οδηγήσει το Led υπέρυθρων. Δύο Led είναι απαραίτητα μόνο αν σκοπεύουμε να έχουμε τον πομπό σε πολύ μεγάλη απόσταση από την συσκευή. Το μειονέκτημα σε αυτή την περίπτωση είναι η ελαφρώς αυξημένη κατανάλωση ρεύματος.

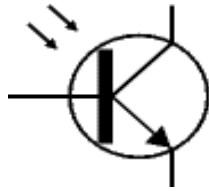


Σχήμα 2.14 : Έξοδος NE555

2.2.3 Ο δέκτης υπέρυθρων

Προκειμένου να ανιχνεύσουμε την υπέρυθρη ακτινοβολία χρειαζόμαστε έναν δέκτη υπέρυθρων. Βασικός ανιχνευτής ακτινοβολίας (φωτεινής και υπέρυθρης) είναι το Φωτοτρανζίστορ **Φώτοτρανζίστορ**

Όπως γνωρίζουμε ένας τρόπος για να διασπάσουμε δεσμούς σε έναν ημιαγωγό και να δημιουργήσουμε ελεύθερα ηλεκτρόνια και οπές είναι να τον προσβάλλουμε με φωτεινή ακτινοβολία κατάλληλου μήκους κύματος. Ένα δεύτερος τρόπος διάσπασης των δεσμών είναι με την αύξηση της ανάστροφης τάσης. Προκειμένου να συμβεί κάτι τέτοιο θα πρέπει, τα φωτόνια της ακτινοβολίας να έχουν ενέργεια hf όσο χρειάζεται για τη διάσπαση του δεσμού. Σε αυτό ακριβώς το φαινόμενο στηρίζεται η λειτουργία των φωτοδίοδων- Φωτοτρανζίστορ. Στο Φωτοτρανζίστορ προβλέπεται η δυνατότητα φωτισμού της επαφής βάσης-συλλέκτη. Υπάρχουν κάποια που είναι ευαίσθητα στην υπεριώδη, την υπέρυθρο και στις ακτίνες X..



Σχήμα 2.15 : Φωτοτρανζίστορ

Το Φωτοτρανζίστορ έχει την ίδια κατασκευή με ένα τρανζίστορ επαφής, με τη διαφορά ότι προβλέπεται η δυνατότητα φωτισμού της επαφής βάσεως – συλλέκτη. Το Φωτοτρανζίστορ μπορεί να λειτουργήσει ή με τη βάση πολωμένη με κάποια πόλωση ή ασύνδετη (στο αέρα). Γνωρίζουμε ότι το ρεύμα συλλέκτη σε ένα τρανζίστορ επαφής δίνεται από την εξίσωση :

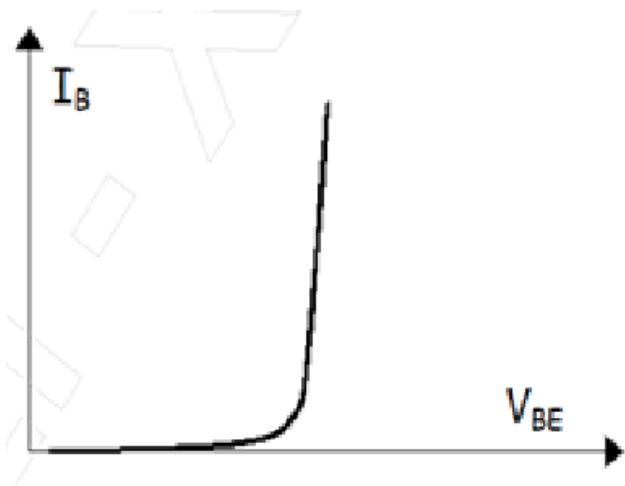
$$I_C = \beta * I_b + (\beta + 1) * I_{cbo}$$

Όταν η βάση είναι ασύνδετη, η προηγούμενη σχέση γίνεται:

$$I_C = (\beta + 1) * I_{cbo}$$

Δηλαδή το ρεύμα I_c είναι $\beta+1$ φορές το ανάστροφο ρεύμα βάσεως συλλέκτη. Το ρεύμα αυτό είναι ουσιαστικά το ρεύμα της επαφής J_c . Όταν φωτιστεί η επαφή αυτή, δημιουργούνται επιπλέον φορείς στην περιοχή απογυμνώσεως, με αποτέλεσμα την αύξηση του ανάστροφου ρεύματος I_{cbo} (η επαφή J_c είναι πολωμένη ανάστροφα) και συνεπώς του I_c .

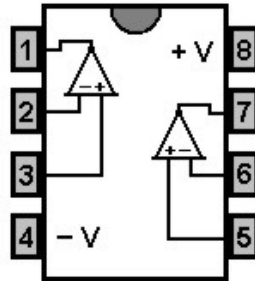
Οι χαρακτηριστικές καμπύλες του Φωτοτρανζίστορ είναι όμοιες με αυτές του διπολικού τρανζίστορ σε συνδεσμολογία κοινού εκπομπού, με τη διαφορά ότι αντί να έχουν ως παράμετρο το ρεύμα I_b , έχουν τη φωτεινή ισχύ.



Σχήμα 2.16: Χαρακτηριστική καμπύλη τρανζίστορ.

Τελεστικός Ενισχυτής (Συγκριτής)

Ο ενισχυτής είναι ένα κύκλωμα που ενισχύει δηλαδή μεγαλώνει (αυξάνει) το μέγεθος της ισχύς ενός σήματος. Για να λειτουργήσει χρειάζεται ηλεκτρική ενέργεια από κάποια εξωτερική πηγή. Ουσιαστικά ο ενισχυτής ή ολοκληρωμένος ενισχυτής όπως αλλιώς ονομάζεται είναι η βαθμίδα διαχείρισης και ενίσχυσης του σήματος που λαμβάνουμε από διάφορες πηγές.



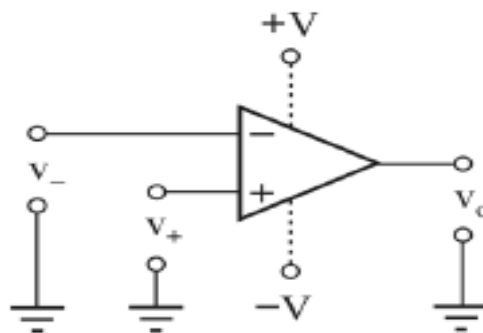
Σχήμα 2.17: LM1458

Στο σχήμα που φαίνεται παραπάνω γίνεται χρήση του διπλού τελεστικού ενισχυτή LM1458 με σκοπό την ενίσχυση του σήματος εισόδου, που δεν είναι άλλο από την τάση του Φωτοτρανζίστορ.

Παρακάτω θα δούμε πως λειτουργεί ο συγκεκριμένος τελεστικός που αναφέραμε προηγουμένως, αλλά και τα κατάλληλα μέσα που χρειάζονται για να μπορέσουμε να ενισχύσουμε οποιαδήποτε έξοδο και να συναντήσουμε.

Ο τελεστικός ενισχυτής (TE) είναι ένας διαφορικός ενισχυτής άμεσης ζεύξης, μεγάλης σταθερότητας και υψηλής απολαβής. Οι επιμέρους βαθμίδες ενίσχυσης, που συνθέτουν ένα TE, είναι άμεσα συζευγμένες (όχι μέσω πυκνωτών) και έτσι είναι δυνατή η ενίσχυση σημάτων μηδενικής συχνότητας (συνεχή σήματα) έως και αρκετών εκατοντάδων kHz.

Ο TE συμβολίζεται με ένα τρίγωνο με τις δύο εισόδους στη μία βάση και την έξοδο στην απέναντι κορυφή



Σχήμα 2.18: Τελεστικός ενισχυτής

Συγκρίνει τις δύο εισόδους (V_-) και (V_+) και:

$$\alpha) \text{ \acute{e}\acute{\alpha}\nu } (V_-) > (V_+) \Rightarrow V_{\text{out}} = -V_{\text{τροφ}}$$

$$\beta) \text{ \acute{e}\acute{\alpha}\nu } (V_+) > (V_-) \Rightarrow V_{\text{out}} = +V_{\text{τροφ}}$$

Υπάρχει περίπτωση ο τελεστικός ενισχυτής στο κύκλωμα του συγκριτή να τροφοδοτείται μόνο με τάση $+V_{\text{τροφ}}$. Τότε εάν:

$$(V_-) > (V_+) \Rightarrow V_{\text{out}} = 0$$

Κάθε Τ.Ε. έχει δύο εισόδους: την αναστρέφουσα (inverting) και τη μη αναστρέφουσα (non-inverting) είσοδο, που συμβολίζονται με τα σύμβολα “-” και “+” αντιστοίχως, χωρίς αυτός ο συμβολισμός να έχει σχέση με την πολικότητα (ως προς το κοινό) των τάσεων στις εισόδους. Στο συμβολισμό των ΤΕ δεν περιλαμβάνονται συνήθως οι ακροδέκτες τροφοδοσίας, της οποίας η παρουσία θεωρείται αυτονόητη.

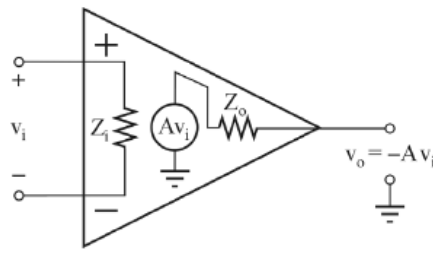
Η τροφοδοσία ενός ΤΕ είναι συνήθως διπολική (bipolar), δηλαδή απαιτούνται δύο πηγές τάσης, η μία με θετική τάση και η άλλη με αρνητική τάση ως προς το κοινό του κυκλώματος. Τυπικές τιμές τάσεων τροφοδοσίας των ολοκληρωμένων κυκλωμάτων ΤΕ είναι $\pm 15 \text{ V}$.

Ειδικά στο σχήμα 2.17 δείχνονται και οι ακροδέκτες τροφοδοσίας με διακεκομμένες γραμμές, αναλυτικότερα όμως για την τροφοδοσία θα πούμε παρακάτω.

Σε ένα κύκλωμα ΤΕ κλειστού βρόχου με αρνητική ανατροφοδότηση, η συνάρτηση μεταφοράς εξάγεται εύκολα με βάση τους επόμενους δύο θεμελιώδεις κανόνες (ΘΚ):

1. Τα ρεύματα στις εισόδους ενός τελεστικού ενισχυτή θεωρούνται μηδενικά, δηλαδή πάντοτε θα είναι: $i_a = 0$.
2. Η τάση εξόδου v_o του τελεστικού ενισχυτή, που δεν βρίσκεται σε κατάσταση κόρου, αποκτά τιμή, η οποία μέσω των κυκλωμάτων ανατροφοδότησης εξισώνει τις τάσεις στις εισόδους του και επομένως πάντοτε θα είναι: $v_+ = v_-$

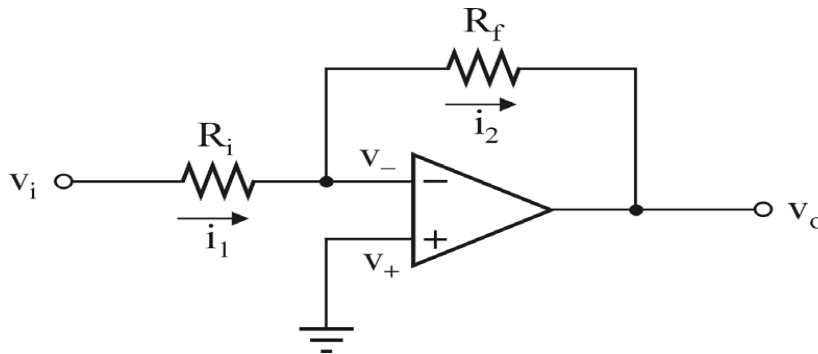
Το ισοδύναμο κύκλωμα ενός πραγματικού ΤΕ δείχνεται στο Σχήμα 2.18. Από το ισοδύναμο κύκλωμα καταφαίνεται ότι ο ΤΕ ουσιαστικά απομονώνει τις εισόδους από την έξοδο και δρα σαν μια πηγή τάσης, με τιμή που εξαρτάται από τη διαφορά των δύο τάσεων, που εφαρμόζονται στις εισόδους του.



Σχήμα 2.19: Εσωτερικό τελεστικού ενισχυτή

Στο Σχήμα 2.19 δείχνεται το τυπικό κύκλωμα του αντιστροφέα ενισχυτή (inverting amplifier). Σύμφωνα με τον 1ο ΘΚ λειτουργίας των ΤΕ το ρεύμα που εισέρχεται στις εισόδους, είναι μηδενικό και επομένως το ρεύμα, που διαρρέει την αντίσταση εισόδου R_i , θα πρέπει να διαρρέει και την αντίσταση ανατροφοδότησης R_f , δηλαδή θα είναι

$$i_1 = i_2$$



Σχήμα 2.20: Αντιστροφέας ενισχυτής

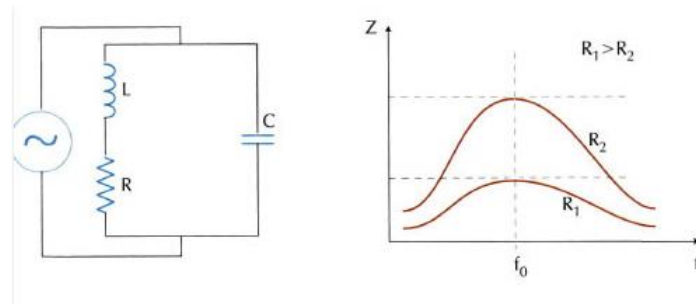
Επειδή η μη αναστρέφουσα είσοδος είναι γειωμένη (δηλ. βρίσκεται σε μηδενική τάση), σύμφωνα με τον 2ο ΘΚ λειτουργίας των ΤΕ, η τάση εξόδου V_o θα αποκτήσει την τιμή εκείνη, που θα μηδενίσει την τάση στο αθροιστικό σημείο του κυκλώματος, οπότε $V_- = 0$.

$$V_o = - \left(\frac{R_f}{R_i} \right) * V_i$$

Από την Εξίσωση προκύπτει ότι με κατάλληλη επιλογή των αντιστάσεων R_i και R_f , είναι δυνατός ο πολλαπλασιασμός του σήματος εισόδου με ένα σταθερό όρο. Η ακρίβεια της μαθηματικής τέλεσης εξαρτάται από τις ανοχές των τιμών των αντιστάσεων. Ο λόγος R_f/R_i ισοδυναμεί προς την απολαβή κλειστού βρόχου του κυκλώματος και επίσης είναι χαρακτηριστική η αντιστροφή της πολικότητας του σήματος.

Το σήμα που φτάνει στην είσοδο του τελεστικού είναι πολύ ασθενές (της τάξης των μV). Επιπλέον, μεταφέρει και ανεπιθύμητα σήματα τα γνωστά παράσιτα. Ο τελεστικός ενισχυτής, ενισχύει το σήμα και έτσι βελτιώνει το λόγο του σήματος προς το θόρυβο. Διαφορετικά ο ηλεκτρικός θόρυβος που παράγεται σε όλα τα κυκλώματα θα πνίξει το σήμα.

Η διασύνδεση ενός πηνίου και ενός πυκνωτή σε παράλληλο και σειρά συνδυασμό αποτελούν τα απλούστερα στοιχεία κυκλωμάτων LC συντονισμού



Σχήμα 2.21: Παράλληλο κύκλωμα RLC και καμπύλη απόκρισης του

Για την επιλογή των ίδιων συχνοτήτων του πομπού και τον αποκλεισμό των γειτονικών, χρησιμοποιήθηκε αρχικά ένα κύκλωμα παράλληλου συντονισμού RLC (R η ωμική αντίσταση του πηνίου).

Είναι γνωστό ότι το κύκλωμα του παραπάνω σχήματος έχει την καμπύλη απόκρισης που φαίνεται δίπλα. Η καμπύλη δείχνει ότι υπάρχει μία συχνότητα f_0 που καλείται ιδιοσυχνότητα συντονισμού και δίνεται από τον προσεγγιστικό τύπο

(για $R \rightarrow 0$):

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

Για παράδειγμα με ένα πηνίο και ένα πυκνωτή:

- $L=333000 \mu H$
- $C=10nF$

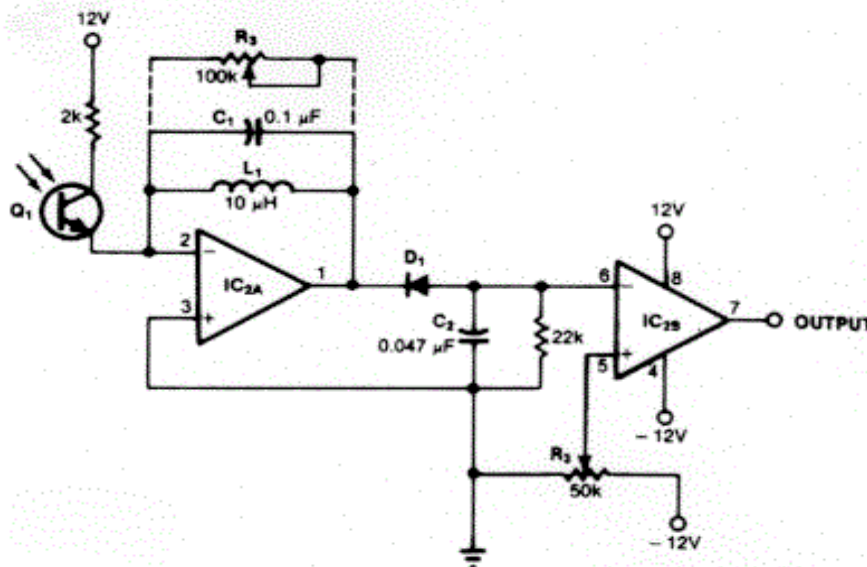
$$f = \frac{1}{2 * \pi * \sqrt{333 * 10^3 * 10 * 10^{-9}}} = \frac{1}{6,28 * \sqrt{3330 * 10^{-6}}} \simeq 3KHz$$

Συνεπώς, αν γνωρίζουμε τις τιμές των (L) και (C) μπορούμε να υπολογίσουμε τη συχνότητα συντονισμού του κυκλώματος (L-C). Το πηνίο (L) όμως και ο πυκνωτής (C) επιλέγονται ώστε η

συχνότητα συντονισμού (f_0) του κυκλώματος (L-C) να συμπίπτει ή να είναι παραπλήσια της συχνότητας του σήματος εισόδου (f_c) το οποίο επιζητούμε να ενισχύσουμε. Ο συντονισμός του δέκτη επιτυγχάνεται μεταβάλλοντας τη χωρητικότητα C του μεταβλητού πυκνωτή, οπότε μεταβάλλεται και η ιδιοσυχνότητα.

Καλύτερα αποτελέσματα επιτυγχάνονται με τη χρήση διόδου μεταβλητής χωρητικότητας varactor, η οποία συνδέεται παράλληλα στον πυκνωτή του κυκλώματος συντονισμού. Η μεταβολή της χωρητικότητας γίνεται με την τάση ανάστροφης πόλωσης της διόδου. Η τάση πόλωσης πρέπει να είναι σταθεροποιημένη, για να μη μετατοπίζεται ο συντονισμός. Γι' αυτό παράγεται από ηλεκτρονικά κυκλώματα. Σε εφαρμογές που έχουμε ως σκοπό την αναγνώριση χαμηλών σημάτων χρησιμοποιούνται κρυσταλοδιόδοι.

Βλέποντας λοιπόν το παρακάτω σχήμα μπορούμε να διακρίνουμε πως μαζί με τον αντιστροφέα ενισχυτή, το κύκλωμα LC το οποίο συντονίζει την συχνότητα του Φωτοτρανζίστορ με την συχνότητα της φωτοδιόδου που αναπτύξαμε προηγουμένως, έχουμε και έναν συγκριτή.



Σχήμα 2.22: Κύκλωμα δέκτη υπερύθρων

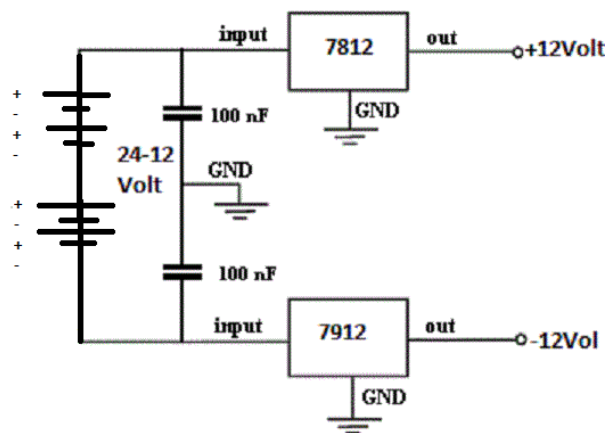
Η σύγκριση της τιμής εισόδου (που ορίζετε από την σύνδεση της μη αναστρέφουσας εισόδου του συγκριτή) γίνεται μέσω του συγκριτή (IC2B). Όταν οι 2 τιμές της αναστρέφουσας και μη αναστρέφουσας εισόδου ισορροπηθούν τότε παράγεται στην έξοδο η επιθυμητή τιμή.

Επίσης στο παραπάνω σχήμα με την χρήση μεταβλητής αντίστασης στην αναστρέφουσα είσοδο του συγκριτή μας δίνεται η δυνατότητα να ρυθμίζουμε την ευαισθησία της συσκευής.

Οι συγκριτές IC2a και IC2b ανήκουν στον ίδιο τελεστικό ενισχυτή, για αυτό τον λόγο η τροφοδοσία παρουσιάζεται μόνο στον ένα.

Η τροφοδοσία των τελεστικών ενισχυτών όπως αναφέραμε παραπάνω γίνεται με συμμετρική τροφοδοσία συνήθως διπολική (bipolar), δηλαδή απαιτούνται δύο πηγές τάσης, η μία με θετική τάση και η άλλη με αρνητική τάση ως προς το του κοινό του κυκλώματος.

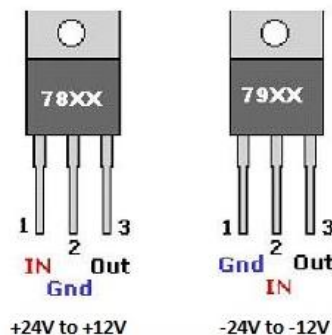
Η τάση εξόδου V_o λαμβάνεται από τον ακροδέκτη 7 ως προς τη γείωση. Οι τάσεις στους ακροδέκτες εισόδου μετρώνται επίσης ως προς τη γείωση. Ένας εύκολος και πρακτικός τρόπος για να το επιτύχουμε αυτό ήταν η χρήση σταθεροποιητών.



Σχήμα 2.23: Κύκλωμα τροφοδοσίας ενισχυτή

Αφού τροφοδοτήσαμε τα σύστημα μας με 4 μπαταρίες των 9Volt σε σειρά είχαμε στον έναν ακροδέκτη +18Volt (αντί +24Volt), στο κέντρο παίρνουμε την γείωση(+/-) και στο άλλο άκρο τα -18Volt.

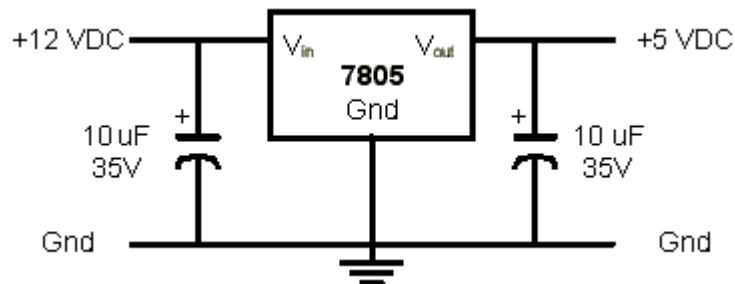
Με την χρήση του σταθεροποιητή 7912 να έχει ως είσοδο την αρνητική τροφοδοσία και τον 7812 την θετική τροφοδοσία, καταφέραμε και μετατρέψαμε την τάση μας σε σταθερή στα +-12Volt από το κάθε άκρο. Έτσι καταφέρουμε να δώσουμε την κατάλληλη τάση στο κύκλωμά μας.



Σχήμα 2.24: Σταθεροποιητές τροφοδοσίας 7812 και 7912

Με ακριβώς ίδιο τρόπο μετατρέπουμε και την τάση των +12volt σε +5volt που είναι απαραίτητα για τον μικροελεγκτή.

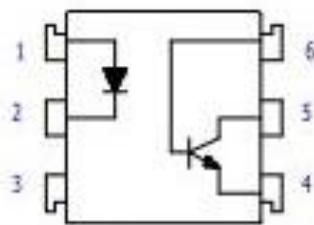
Όπως και πριν κάνουμε χρήση ενός σταθεροποιητή που θα μετατρέπει την θετική τάση των +12Volt σε +5Volt. Αυτό γίνεται με την χρήση του 7805 .



Σχήμα 2.25: Σταθεροποιητής 7805

Ένα σύνηθες όμως φαινόμενο είναι η αυξομειώσεις τάσεων που έχουν οι μικροελεγκτές. Για αυτό τον σκοπό έγινε χρήση ακόμη ενός ολοκληρωμένου το οποίο φροντίζει ώστε να μην περάσει κάποια υψηλή τάση από το κύκλωμα ισχύος και έχουμε δυσλειτουργία. Με αυτό πετυχαίνουμε γαλβανική απομόνωση προς τις εισόδους του μικροελεγκτή της τάξης των 7.5KV peak.

Ο λόγος για τον οπτοζεύκτη όπου δεν είναι τίποτε άλλο από ένα ολοκληρωμένο κύκλωμα που περιέχει μια δίοδο, καθώς και ένα τρανζίστορ. Όταν η δίοδος (Φωτοδίοδος) διαρρέεται από ρεύμα δηλαδή έρθει σε αγωγή και έχει στην μία άκρη του 0Volt και στην άλλη +12Volt τότε οδηγείται το Φωτοτρανζίστορ στον κόρο με αποτέλεσμα να διεγείρεται η βάση του και ο συλλέκτης από τα +5Volt οδηγείται στα 0Volt. Και έτσι μπορούμε να αλλάξουμε την κατάσταση του ακροδέκτη του μικροελεγκτή μας που είναι συνδεδεμένος στην έξοδο του οπτοζεύκτη.



Σχήμα 2.26: Οπτοζεύκτης TIL111.

Στην επόμενη ενότητα θα αναφέρουμε για τους μικροελεγκτές και τα χαρακτηριστικά τους, και πιο συγκεκριμένα θα γίνει μεγαλύτερη ανάλυση για τον μικροελεγκτή που χρησιμοποιήσαμε στην παρούσα εργασία, αλλά και την επαφή του με το ηλεκτρονικό μας σύστημα.

Κεφάλαιο 3 _ Μικροεπεξεργαστές -Μικροελεγκτές

3.1 Εισαγωγή στους Μικροϋπολογιστές

Η εξέλιξη των υπολογιστικών συστημάτων έχει οδηγήσει σε μεγάλη αύξηση της ταχύτητας των επεξεργαστών, την αύξηση της μνήμης και της χωρητικότητας των αποθηκευτικών μέσων. Αυτό έχει γίνει δυνατό χάρη στη βελτίωση μεθόδων κατασκευής ολοκληρωμένων κυκλωμάτων και αύξηση του συντελεστή σύμπτυξης μεγάλου αριθμού κυκλωμάτων σε αυτά. Ταυτόχρονα έχει αυξηθεί κατακόρυφα η καταναλισκόμενη ισχύς στους επεξεργαστές ενώ έχει αυξηθεί αντίστοιχα η παραγόμενη από αυτούς θερμότητα καθιστώντας ένα ισχυρό σύστημα ψύξης αναγκαίο συνοδευτικό.

Ταυτόχρονα η εξέλιξη αυτή έχει καταστήσει πολύ προσιτή και τετριμμένη την κατασκευή επεξεργαστών μικρότερης ισχύος(ή παλιότερης αρχιτεκτονικής) αλλά και την ενσωμάτωση σε ένα μόνο προσιτό ολοκληρωμένο κύκλωμα τόσο ενός τέτοιου επεξεργαστή όσο και των υποσυστημάτων που είναι απαραίτητα για να αποτελέσει ένα ολοκληρωμένο υπολογιστή. Ένα τέτοιο ολοκληρωμένο κύκλωμα είναι ένας μικροϋπολογιστής.

Ο μικροϋπολογιστής είναι ένα ισχυρό κύκλωμα που μπορεί να αντικαταστήσει ένα μεγάλο τμήμα ενός συστήματος αυτοματισμού μιας συσκευής. Καθώς είναι ολοκληρωμένος υπολογιστής μπορεί να προγραμματιστεί να αντιδρά με περίπλοκο τρόπο στα εξωτερικά ερεθίσματα ανάλογα με τον ενσωματωμένο αλγόριθμο, που ξεπερνά σε δυνατή περιπλοκότητα κάθε δυνατό σύστημα αυτοματισμού μεμονωμένων εξαρτημάτων.

Συνήθως η επεξεργαστική ισχύς ενός μικροϋπολογιστή είναι κατά πολύ μικρότερη ενός κλασικού υπολογιστή γενικής χρήσης. Ωστόσο η χρήση ενός μικροϋπολογιστή είναι διαφορετική. Οι εφαρμογές ενός μικροϋπολογιστή, παρά το ότι εκτείνονται σε τεράστιο φάσμα, συνήθως απαιτούν μικρή υπολογιστική ισχύ. Ένας μικροϋπολογιστής μπορεί να υστερεί σε ισχύ, ωστόσο χαρακτηρίζετε από την ενσωματωμένη σε αυτόν μνήμη δεδομένων(RAM), τη μνήμη προγραμμάτων (ROM), τα ενσωματωμένα υποσυστήματα που αυξάνουν τις δυνατότητες του και τις θύρες επικοινωνίας για εύκολη σύνδεση με εξωτερικές συσκευές.

Οι μικροϋπολογιστές αποτελούν ένα μόνο τμήμα και όχι την καρδιά (όπως γίνεται με τους επεξεργαστές στους υπολογιστές) μιας συσκευής που τους χρησιμοποιεί. Πλέον περιλαμβάνονται στην πλειοψηφία των οικιακών συσκευών, των βιομηχανικών αυτοματισμών κ.α. Για παράδειγμα, μπορούν να χρησιμοποιούνται σε πλυντήρια, τηλεοράσεις, παιχνίδια, τηλεκοντρόλ κτλ. Η συνήθως χαμηλή του επεξεργαστική ισχύς συνεπάγεται και χαμηλή ισχύ καταπόνησης, άρα χαμηλή

παραγωγή θερμότητας καθιστώντας ένα σύστημα ψύξης περιττό. Ταυτόχρονα η χαμηλή τους τιμή τους καθιστά ένα μικρό μόνο μέρος του κόστους μιας ολοκληρωμένης συσκευής που τους περιέχει.

Υπάρχουν πολλές υποκατηγορίες μικροϋπολογιστών, ανάλογα με την εφαρμογή για την οποία προορίζονται (αν και τα όρια μεταξύ κατηγοριών είναι συχνά δυσδιάκριτα).

Μια κατηγορία μικροϋπολογιστών είναι τα DSP (DIGITAL SIGNAL PROCESSORS). Τα DSP χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές όπου χρειάζεται η επεξεργασία μεγάλου ρυθμού δεδομένων σε πραγματικό χρόνο. Τέτοιες εφαρμογές είναι αυτές εικόνας και ήχου (π.χ. καταγραφής-επεξεργαστές φωνής, βιντεοκάμερες), συσκευές επικοινωνίας (μόντεμ, ρούτερ, κινητή τηλεφωνία κτλ). Τα DSP συνήθως χαρακτηρίζονται από μεγάλη επεξεργαστική ισχύ (για τον χώρο των μικροϋπολογιστών) και αυξημένο σχετικά κόστος.

Υπάρχουν και οι μικροϋπολογιστές ειδικής χρήσης, αυτοί δηλαδή που παράγονται με σκοπό να καλύψουν τις ανάγκες μιας συγκεκριμένης κατηγορίας εφαρμογών μαζικής παραγωγής. Σε αυτή την κατηγορία ανήκουν πολλοί μικροϋπολογιστές που χρησιμοποιούνται στα κινητά τηλέφωνα, με δυνατότητες προσαρμοσμένες στις απαιτήσεις της εφαρμογής αυτής.

Στον αντίποδα, υπάρχει κατηγορία των μικροϋπολογιστών γενικής χρήσης. Αυτή είναι η κατηγορία των αεροελεγκτών. Οι μικροελεγκτές είναι μικροϋπολογιστές μικρού συνήθως κόστους, με μεγάλη διαθεσιμότητα στην αγορά που ενσωματώνουν δυνατότητες ώστε να καλύψουν ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών, χωρίς να απευθύνονται σε μια συγκεκριμένη κατηγορία (αυτοματισμοί, βιομηχανία, συσκευές, ερασιτεχνισμός κτλ). Συνήθως απευθύνονται και δίνουν λύση στους σχεδιαστές και κατασκευαστές μιας συγκεκριμένης κατασκευής ή μιας παραγωγής λίγων κομματιών (οχι μαζική βιομηχανική παραγωγή) αλλά χάρη στην διαθεσιμότητά τους και στους απλούς ερασιτέχνες των ηλεκτρικών κατασκευών.

3.2 Τρόποι Σύνδεσης/ Προγραμματισμού Μικροελεγκτών

Όπως αναφέρθηκε, οι περισσότεροι πλέον μικροελεγκτές έχουν τη δυνατότητα προγραμματισμού ISP(In System Programming), τη δυνατότητα δηλαδή με κατάλληλη σύνδεση με υπολογιστή ή κατάλληλη συσκευή του επαναπρογραμματισμού του μικροελεγκτή, ακόμα και μετά την τοποθέτησή του στο τελικό σύστημα για το οποίο προορίζεται. Αυτό είναι εφικτό αρκεί συνήθως ο κατασκευαστής του συστήματος να προβλέψει για το κατάλληλο βύσμα σύνδεσης, με τον μικροελεγκτή πάνω στην πλακέτα του συστήματος.

Η δυνατότητα ISP πέρα από την δυνατότητα αναβάθμισης λογισμικού σε ένα σύστημα σε λειτουργία είναι ιδιαίτερα χρήσιμη κατά την διαδικασία της ανάπτυξης του. Συνήθως η ανάπτυξη του συστήματος γίνεται με την βοήθεια μιας πρόχειρης πλακέτας που συναρμολογείται από τον

χρήστη, ή με την βοήθεια ενός αναπτυξιακού συστήματος. Το αναπτυξιακό σύστημα είναι μια έτοιμη πλακέτα που παρέχει ο κατασκευαστής του μικροελεγκτή, που επιτρέπει τόσο την εύκολη δοκιμή των δυνατοτήτων του αεροελεγκτή από τους επίδοξους αγοραστές, όσο και την ανάπτυξη εφαρμογών με την βοήθεια του μικροελεγκτή. Με την δυνατότητα ISP, κάθε έκδοση του προγράμματος μπορεί να εισαχθεί άμεσα στο αεροελεγκτή και να δοκιμαστεί, μια διαδικασία κατά πολύ ευκολότερη από τις εποχές όπου κάθε νέο πρόγραμμα έπρεπε να περαστεί σε ειδική μνήμη EEPROM χωριστή από τον μικροελεγκτή με την βοήθεια ειδικής συσκευής.

Στις περισσότερες περιπτώσεις το φόρτωμα του προγράμματος στην ενσωματωμένη ROM του μικροελεγκτή γίνεται με τη σύνδεση του μέσω κατάλληλου πρωτοκόλλου επικοινωνίας, με υπολογιστή. Τα πρωτόκολλα που χρησιμοποιούνται μπορεί να είναι η παλιά σειριακή θύρα RS-232, η θύρα USB ή ειδικά πρωτόκολλα που χρησιμοποιεί ο κατασκευαστής του μικροελεγκτή. Στην τελευταία περίπτωση, στο αναπτυξιακό που παρέχει ο κατασκευαστής, θα υπάρχει κύκλωμα μετατροπής του πρωτοκόλλου αυτού σε κάποιο από τα καθιερωμένα στους υπολογιστές(συνήθως σειριακή θύρα, παράλληλη θύρα ή USB).

Για την ανάπτυξη του προγράμματος, αλλά και την εκτέλεση του φορτώματος του τελικού κώδικα στον μικροελεγκτή, οι κατασκευαστές μικροελεγκτών παρέχουν πακέτα λογισμικού που περιέχουν τα κατάλληλα εργαλεία. Σε αυτά περιλαμβάνονται μεταφραστές, προσομοιωτές λειτουργίας και άλλα βοηθητικά εργαλεία. Πολλοί κατασκευαστές παρέχουν τα πακέτα αυτά χωρίς χρέωση, ώστε να διευκολυνθεί η προώθηση των προϊόντων τους.

Ο προγραμματισμός αυτών των συσκευών γίνεται με ένα σεντ εντολών που έχουν συγκεκριμένη σύνταξη και χρησιμοποιούν δύο καταστάσεις το 1 και το 0.

Οι μικροελεγκτές αρχικά, προγραμματιζόνταν μόνο σε γλώσσα assembly, αλλά πλέον διάφορες γλώσσες υψηλού επιπέδου χρησιμοποιούνται για αυτόν τον σκοπό. Αυτές οι γλώσσες προγραμματισμού είναι είτε αποκλειστικά στοχευόμενες για τον προγραμματισμό μικροελεγκτών, ή απλά εκδόσεις τους που μας εξυπηρετούν, όπως η γλώσσα C.

Σε μερικούς μικροελεγκτές υπάρχει ενσωματωμένο λογισμικό διερμηνέα. Για παράδειγμα, η BASIC στους παλαιούς μικροελεγκτές της INTEL, BASIC και FORTH στον Zilog Z8. Η γλώσσα που αντιλαμβάνεται ένας μικροελεγκτής όπως και ένας μικροεπεξεργαστής ονομάζεται γλώσσα μηχανής. Στην πράξη ο χρήστης προγραμματίζει τον μικροελεγκτή σε μνημονική γλώσσα Assembly. Η γλώσσα Assembly γενικά θεωρείται χαμηλού επιπέδου καθώς βρίσκεται πολύ κοντά στην γλώσσα μηχανής. Είναι δυνατόν να γράψουμε προγράμματα σε αυτή τη γλώσσα με την βοήθεια εργαλείων που ονομάζονται assemblers. Έτσι, όταν ο προγραμματιστής δώσει εντολές όπως την MOV, ADD, LD, (Μετακίνηση, Πρόσθεση, Φόρτωση) ο assembler αντιστοιχεί την

εντολή με μια ακολουθία 0 και 1 που είναι κατανοητή από τον μικροελεγκτή και τα υποσυστήματα του. Ωστόσο, ακόμη και με αυτή την διευκόλυνση που προσφέρουν τα εργαλεία αυτά, είναι αρκετά οδυνηρό από άποψη χρόνου να γραφεί ένα πρόγραμμα τέτοιου επιπέδου. Οι εντολές της γλώσσας μηχανής επιτελούν περιορισμένες διεργασίες και πολλές φορές χρειάζεται εκατοντάδες εντολών για να εκτελέσουν πράξεις και λειτουργίες πιο σύνθετες από τις συνηθισμένες. Υπάρχει όμως η δυνατότητα να γράψουμε το πρόγραμμα σε γλώσσα προγραμματισμού υψηλού επιπέδου.

Οι γλώσσες υψηλού επιπέδου μπορούν να μεταφραστούν σε γλώσσα χαμηλού επιπέδου με τη βοήθεια μεταφραστικών εργαλείων, όπως είναι ο compiler (μεταγλωττιστής) και ο interpreter (διερμηνέας). Το πρώτο είναι εργαλείο λογιστικού, το οποίο δέχεται τις εντολές υψηλού επιπέδου που δίνει ο χρήστης και τις μεπιτρέπει σε γλώσσα μηχανής. Ο διερμηνέας από την άλλη, είναι υλικό (hardware) μέσα στον μικροελεγκτή το οποίο αποκωδικοποιεί τη γλώσσα υψηλού επιπέδου άμεσα σε γλώσσα μηχανής. Αυτό απαιτεί βεβαίως επεξεργαστική ισχύ από το μέρος του μικροελεγκτή και έχει την τάση να τρέχει πιο αργά από ένα πρόγραμμα που «μεταγλωττίστηκε» (μέσω compiler) σε γλώσσα μηχανής.

Ωστόσο έχει το πλεονέκτημα της αμεσότητας, καθώς ο προγραμματιστής μπορεί να αλλάξει ένα σημείο στον κώδικα του και να δει τα αποτελέσματα χωρίς το βήμα της μεταγλώττισης.

3.3 Κατηγορίες Μικροελεγκτών

Η επιλογή του κατάλληλου μικροελεγκτή για την ανάπτυξη μιας εφαρμογής είναι κρίσιμο στάδιο στη σχεδίασή της. Στο εμπόριο κυκλοφορεί μια πολλή μεγάλη ποικιλία οικογενειών αεροελεγκτών διαφορετικών εταιριών, και κάθε οικογένεια περιλαμβάνει πολλά μοντέλα, που ενώ κρατούν τον ίδιο πυρήνα, διαφέρουν στα ενσωματωμένα περιφερειακά, στον αριθμό ακροδεκτών, στον αριθμό θυρών, στα υποστηριζόμενα πρωτόκολλα επικοινωνίας ή σε άλλα ειδικά χαρακτηριστικά και δυνατότητες.

Η επιλογή του μικροελεγκτή θα πρέπει να γίνει με τα εξής βασικά κριτήρια:

Θύρες σύνδεσης

Ο αριθμός τους καθορίζει τον αριθμό των περιφερειακών που μπορούν να συνδεθούν απευθείας (χωρίς την χρήση εξωτερικών στοιχείων πολυπλεξίας). Συχνά ο παράγοντας αυτός είναι λόγος επιλογής μικροελεγκτή. Σε περίπτωση που οι θύρες ενός μικροελεγκτή δεν επαρκούν είναι δυνατή η σύνδεση περισσότερων εξωτερικών περιφερειακών σε μια θύρα με την χρήση πολυπλεξίας, κάτι που απαιτεί εξωτερικά κυκλώματα και αυξάνει την πολυπλοκότητα της σχεδίασης.

Ενσωματωμένα περιφερειακά

Η επάρκεια των ενσωματωμένων περιφερειακών ενός μικροελεγκτή για την κάλυψη των απαιτήσεων μιας εφαρμογής είναι επίσης βασικός λόγος επιλογής μοντέλου αεροελεγκτή. Για παράδειγμα, ο αριθμός των χρονιστών θα πρέπει να καλύπτει την εφαρμογή, ή η χρήση μικροελεγκτή με ενσωματωμένο ADC καθιστά περιττή την χρήση ενός εξωτερικού, απλοποιώντας την σχεδίαση και εξοικονομώντας χώρο στην πλακέτα της κατασκευής και κόστος. Συνήθως για κάθε οικογένεια αεροελεγκτή, υπάρχουν και ποικιλία μοντέλων με συνδυασμό περιφερειακών και θυρών για να καλύψει κάθε εφαρμογή.

Αριθμός ακροδεκτών

Σε σχεδιάσεις με περιορισμό στο χώρο της πλακέτας της κατασκευής, ο αριθμός των ακροδεκτών του ολοκληρωμένου είναι σημαντικός. Σε μια τέτοια περίπτωση μπορεί να επιλεγεί ένα μοντέλο με λιγότερους ακροδέκτες, αρκεί ο αριθμός θυρών και οι δυνατότητες να καλύπτουν την εφαρμογή.

Κατανάλωση Ισχύος

Σε εφαρμογές φορητών συσκευών που θα τροφοδοτούνται από σύστημα μπαταρίας, η κατανάλωση ρεύματος είναι κρίσιμος παράγοντας. Σε αυτή τη περίπτωση μπορεί να επιλεγεί μια οικογένεια αεροελεγκτών που προσφέρει χαμηλή κατανάλωση, ή να προτιμηθεί κάποιο μοντέλο που προσφέρει καταστάσεις χαμηλής κατανάλωσης.

Επεξεργαστική Ισχύς

Η απαιτούμενη επεξεργαστική ισχύς εξαρτάται κατά κύριο λόγο από το ρυθμό των σημάτων εισόδου εξόδου, αλλά και από την πολυπλοκότητα επεξεργασίας των δεδομένων. Η επεξεργαστική ισχύς του μικροελεγκτή θα πρέπει να καλύπτει τις απαιτήσεις της εφαρμογής, αλλά χωρίς υπερβολές. Επιλογή μικροελεγκτή μεγαλύτερης επεξεργαστικής ισχύος από την απαιτούμενη, σημαίνει αυξημένο κόστος, και συνήθως αυξημένη κατανάλωση ρεύματος, κάτι σημαντικό σε περίπτωση εφαρμογής τροφοδοτούμενης από μπαταρία.

Η επεξεργαστική ισχύς ενός μικροελεγκτή εξαρτάται από την αρχιτεκτονική του, τη συχνότητα του ρολογιού χρονισμού του, του πόσοι κύκλοι ρολογιού χρειάζονται για την εκτέλεση μιας μέσης εντολής. Χωρίζονται όμως όσο αφορά την επεξεργαστική τους ικανότητα σε κατηγορίες με βάση το μήκος των δυαδικών λέξεων που μπορούν να επεξεργαστούν και τα bit των διαύλων τους. Έτσι έχουμε μικροελεγκτές 4μπιτους, 8μπιτους, 16μπιτους, 32μπιτους και 64μπιτους.

3.3.1 Μικροελεγκτές 4bit

Η κατηγορία των 4μπιτων μικροελεγκτών χρησιμοποιούνται σε calculators και σε μικρούς ελεγκτές μικροελεγκτές της μικρής και μεσαίας κατηγορίας. Μπορούν να διαχειρίζονται δεδομένα σε μορφή BCD καθώς και ανεξάρτητα bits για λειτουργίες εισόδου/ εξόδου(I/O). Το μέγεθος των δεδομένων, που μπορούν να διαχειριστούν είναι μικρό.

Οι μικροελεγκτές των 4-bits προσφέρουν χαμηλό κόστος και γρήγορη ανάπτυξη για εφαρμογές απαρίθμησης και ελέγχου. Μερικά από αυτά τα ολοκληρωμένα είναι το COP 4132 της National Semiconductor και το Mpd 7556 της NEC.

3.3.2 Μικροελεγκτές 8bit.

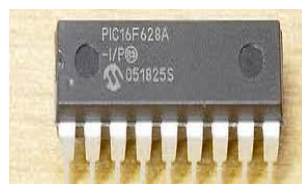
Τα ολοκληρωμένα αυτά χρησιμοποιούνται σε ποιο απαιτητικές εφαρμογές. Μπορούν να διαχειριστούν δυο χαρακτήρες BCD καθώς και δεδομένα ASCII. Μαθηματικοί υπολογισμοί ακριβείας μπορούν να εκτελεστούν με 16bit δεδομένα. Με την ωρίμανση των προϊόντων αυτών συναγωνίζονται σε τιμή τους ελεγκτές 4bits. Παρόλο που δεν έχουν τις ίδιες δυνατότητες οδήγησης στους εξόδους τους, συνδυάζουν ισχυρή υπολογιστική δύναμη με δυνατότητες διαχείρισης δεδομένων και πανίσχυρες εντολές.



Σχήμα 3.1 : Ο μικροελεγκτής 8bit.

3.3.3 Μικροελεγκτές 16bit

Η κατηγορία των 16μπιτων μικροελεγκτών υποεκπροσωπείτε, καθώς πολλοί κατασκευαστές έκαναν το άλμα από τα 8 στα 32 bit θεωρώντας περιττή μια ενδιάμεση κατηγορία. Τα ολοκληρωμένα αυτά προσφέρουν γενικές υπολογιστικές δυνατότητες ενός μικρού computer. Μερικά από αυτά είναι ο z800 της Zilog και το 16032 της National. Το πλάτος των δεδομένων επιτρέπει την διαχείριση 2 ASCII χαρακτήρων ταυτόχρονα ή 4BCD. Τα chips των 16bits βρίσκουν εφαρμογές σε συσκευές υψηλών ταχυτήτων όπως Laser Printers, δορυφορικούς δέκτες, disk drive, modems και ρομποτικά συστήματα. Επίσης σήμερα εφαρμόζονται σε πολλούς τομείς της αυτοκινητοβιομηχανίας.

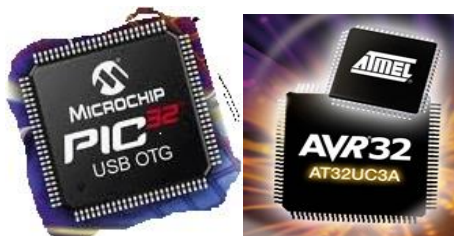


Σχήμα 3.2: Ο PIC16 της Microchip

Σε αυτή την κατηγορία συναντάται η 16μπιτη παραλλαγή του 8051 από την Philips, ο PIC24 της Microchip και άλλοι.

3.3.4 Μικροελεγκτές 32bit

Οι ελεγκτές των 32bits μπορούν να διαχειριστούν αριθμητικά δεδομένα κινητής υποδιαστολής. Οι ελεγκτές των 32 bits ανοίγουν καινούριες εφαρμογές όπως , στην επεξεργασία σήματος σε πραγματικό χρόνο. Για παράδειγμα η INTEL έχει τους 80376 ,80960 και άλλους. Μερικές εφαρμογές χρειάζονται επιδόσεις που δεν είναι διαθέσιμες από γενικής χρήσης αρχιτεκτονικής. Για παράδειγμα, η ψηφιακή επεξεργασία σήματος DSP, χρειάζεται διαφορετική εσωτερική αρχιτεκτονική. Η Texas Instrument έχει την οικογένεια TMS320. Η Analog Devices προσφέρει την οικογένεια ADSP-2100 και ADSP-21000, η Motorola την οικογένεια 56000 και την 96000. Με την τεχνική Mixed Signal σήμερα ολοκληρώνονται και αναλογικά περιφερειακά πάνω στους ψηφιακούς επεξεργαστές σήματος. Με την προσθήκη μετατροπέων A/D και EEPROM θα δούμε στο άμεσο μέλλον τους επεξεργαστές DSP να βρίσκουν εφαρμογές σε χώρους που μέχρι σήμερα ήταν καθιερωμένοι κλασικοί μικροελεγκτές , όπως ο 68HC11 της Motorola και ο 80C51 της Intel. Οι γρήγοροι αλγόριθμοι προγραμματισμού λύνουν το πρόβλημα χρονιστών προγραμματισμό των EEPROM , αλλά μια πιο κομψή λύση έχει κάνει την εμφάνισή της με την μορφή της μνήμης EEPROM.



Σχήμα 3.3 : Μικροελεγκτές 32 bit

3.4 Ο Μικροελεγκτής PIC

Οι PIC είναι ολοκληρωμένα κυκλώματα που παράγονται από την Microchip Technology Inc., και ανήκουν στην κατηγορία των μικροεπεξεργαστών. Μέσα τους περιλαμβάνουν όλα τα απαραίτητα στοιχεία για την κατασκευή ενός ψηφιακώς προγραμματιζόμενου συστήματος. Εξωτερικά μοιάζουν με ψηφιακά ολοκληρωμένα, όμως μέσα τους κρύβουν ένα μικρό υπολογιστή, οπότε και θα αναλυθούν παρακάτω σε ανεξάρτητη παράγραφο.

3.4.1 Εισαγωγή/Περιγραφή PIC

Το PIC ήταν αρχικά ένα πρότυπο μοντέλο της εταιρίας General Instruments. Προοριζόταν για απλές εφαρμογές ελέγχου, εξού και το όνομα PIC (Peripheral Interface Controller). Προς το τέλος της δεκαετίας του '70 η General Instruments κατασκεύασε τους επεξεργαστές PIC 1650 και

1655. Παρότι το μοντέλο ήταν σχετικά χοντροκομμένο και ανορθόδοξο, ήταν απολύτως αυτόνομο, και περιείχε μερικά σημαντικά και προνοητικά χαρακτηριστικά γνωρίσματα. Η απλή κεντρική μονάδα επεξεργασίας ήταν δομής RISC, με έναν καταχωρητή (Working) και 30 μόνο εντολές. Ήδη τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα του PIC προέκυπταν - απλότητα, αυτονομία, υψηλή ταχύτητα και χαμηλότερο κόστος.

Καθ' όλη τη διάρκεια της δεκαετίας του '90 η σειρά των διαθέσιμων μικροελεγκτών PIC αυξήθηκε, με αποτέλεσμα ο PIC να ξεπεράσει καθιερωμένους ανταγωνιστές στον χώρο των μικροελεγκτών. Αντίθετα από πολλούς ανταγωνιστές, η Microchip έκανε τα εργαλεία προγραμματισμού απλά, και φτηνά ή δωρεάν για διάθεση. Επιπλέον, έμεινε σταθερά στον κόσμο των 8-bit. Παρά την τεράστια πρόοδο που έχουν γίνει, μπορούμε ακόμα να δούμε τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα του παλαιού μικροελεγκτή της General Instruments, ακόμη και στα πιο πρόσφατα σχέδια.

Εξετάζοντας τους μικροελεγκτές PIC σήμερα, καθένας μπορεί να καταληφθεί από μια αίσθηση πλήρους σύγχυσης. Υπάρχουν κυριολεκτικά εκατοντάδες διαφορετικά μοντέλα, διαθέσιμα σε διαφορετικές συσκευασίες, για διαφορετικές εφαρμογές. Επομένως ας προσπαθήσουμε να καθορίσουμε τα κοινά τους χαρακτηριστικά. Αυτή τη στιγμή, όλοι οι μικροελεγκτές PIC είναι χαμηλού κόστους, αυτόνομοι, 8-bit, ακολουθούν την δομή Harvard, RISC, με έναν καταχωρητή (Working ή W), και συγκεκριμένες reset και interrupt vectors.

3.4.2 Δομή-Αρχιτεκτονική Μικροελεγκτή PIC

Η δομή του μικροελεγκτή PIC μπορεί να χωριστεί σε δύο μέρη, τον πυρήνα (core) και τις περιφερειακές μονάδες του (peripheral units). Ο πυρήνας του μικροελεγκτή αποτελείται από όλα εκείνα τα στοιχεία τα οποία είναι απολύτως απαραίτητα για την λειτουργία του. Οι περιφερειακές μονάδες βρίσκονται ενσωματωμένες στον μικροελεγκτή και είναι αυτές που τον κάνουν να διαφέρει από έναν μικροεπεξεργαστή.

Στον πυρήνα ανήκουν :

Κεντρική μονάδα επεξεργασίας

Μνήμη

Εντολές

Λειτουργίες διακοπών

Εδώ πρέπει να σημειώσουμε ότι λόγω της σημαντικότητας τους έχουμε συμπεριλάβει και τις εντολές στον πυρήνα του PIC, παρόλο που πρόκειται μάλλον για κάποιο λογικό παρά υλικό στοιχείο του μικροελεγκτή.

Στις περιφερειακές μονάδες ανήκουν:

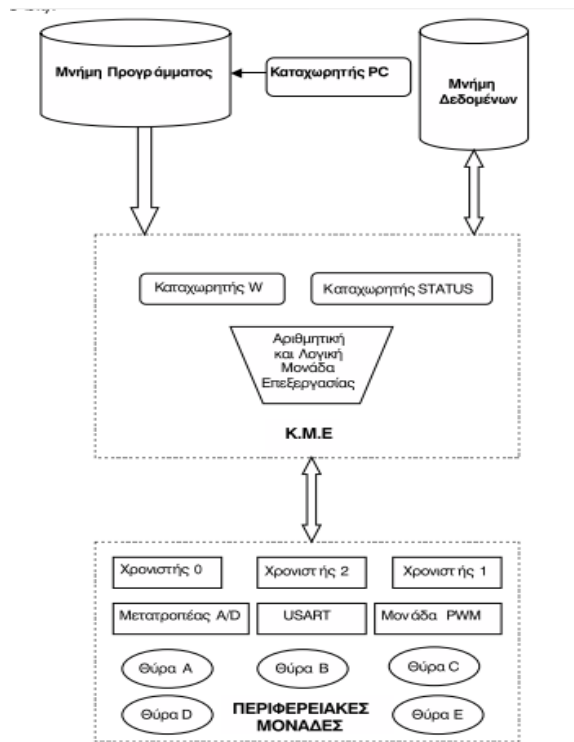
- Οι θύρες εισόδου/εξόδου γενικής χρήσης
- Οι μετρητές χρόνου (τρεις μονάδες)
- Η μονάδα διαμόρφωσης πλάτους
- Οι θύρες σειριακής επικοινωνίας (τρεις θύρες)
- Η θύρα παράλληλης επικοινωνίας
- Η μονάδα παραγωγής τάσης αναφοράς
- Οι συγκριτές
- Ο μετατροπέας αναλογικού σήματος σε ψηφιακό

Στη συνέχεια θα αναλύσουμε τα παρακάτω στοιχεία και θα δούμε πώς αυτά λειτουργούν και συνεργάζονται στις διάφορες εφαρμογές του PIC.

Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας

Η κεντρική μονάδα επεξεργασίας (Κ.Μ.Ε.) γνωστή και ως CPU , εκτελεί τις εντολές του προγράμματος που έχουμε αποθηκεύσει σε μια μνήμη η οποία ονομάζεται μνήμη προγράμματος. Από την μνήμη αυτή, η κεντρική μονάδα επεξεργασίας φέρνει, με τη σειρά τις εντολές του προγράμματος, τις αποκωδικοποιεί και τις εκτελεί. Εδώ πρέπει να σημειώσουμε ότι ο PIC αναγνωρίζει 35 εντολές προγραμματισμού. Για τις εντολές αυτές θα μιλήσουμε αναλυτικά παρακάτω.

Μέσα στην κεντρική μονάδα επεξεργασίας , βρίσκεται και η αριθμητική και λογική μονάδα (Α.Λ.Μ.). Το σχήμα παρουσιάζει την Κ.Μ.Ε. μαζί με τα άμεσα, με αυτήν, συνδεδεμένα στοιχεία του PIC . Οι αριθμητικές πράξεις που μπορεί να εκτελεί είναι η πρόσθεση και η αφαίρεση . Επίσης έχει την δυνατότητα να εκτελεί λογικές πράξεις (AND,OR,XOR κ.τ.λ.). Η μονάδα επεξεργάζεται δεδομένα μήκους οκτώ δυαδικών ψηφίων (8-bit).

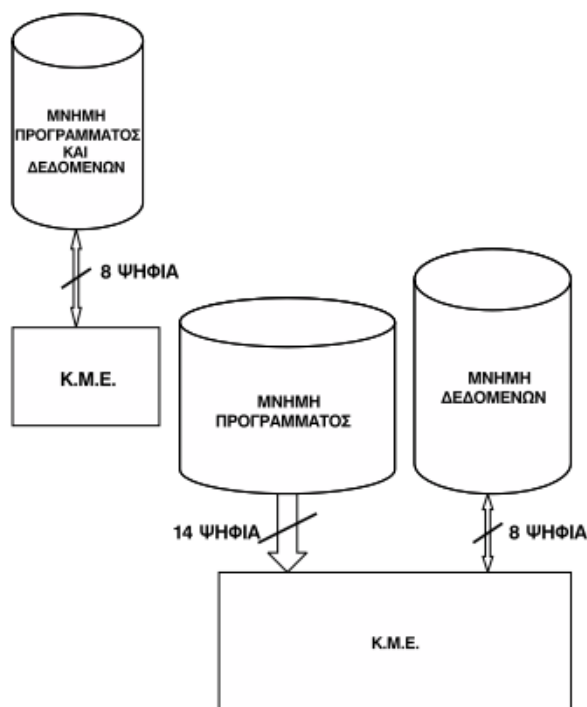


Σχήμα 3.4: Κεντρική μονάδα επεξεργασίας

Για τη σωστή ανεύρεση των εντολών, που πρέπει να εκτελεστούν η κεντρική μονάδα επεξεργασίας χρησιμοποιεί ένα μετρητή προγράμματος. Στην πραγματικότητα πρόκειται για ένα καταχωρητή, ο οποίος παρέχει την διεύθυνση της μνήμης στην οποία βρίσκεται αποθηκευμένη η εντολή που πρέπει να εκτελεσθεί. Ο καταχωρητής αυτός ονομάζεται Program Counter (PC).

Μνήμη

Στη σχεδίαση μικροεπεξεργαστών και μικροελεγκτών ακολουθούνται δύο αρχιτεκτονικές. Στη πρώτη χρησιμοποιείται μια μνήμη τόσο για την αποθήκευση του προγράμματος όσο και για την αποθήκευση των δεδομένων. Στη δεύτερη χρησιμοποιούνται δύο ξεχωριστές μνήμες. Η μια χρησιμοποιείται για την αποθήκευση του προγράμματος και λέγεται μνήμη προγράμματος ενώ η άλλη για την αποθήκευση δεδομένων και λέγεται μνήμη δεδομένων. Οι δύο αρχιτεκτονικές παρουσιάζονται στο σχήμα



Σχήμα 3.5: Αρχιτεκτονικές μνήμης μικροπολογιστών

Ο μικροελεγκτής PIC ακολουθεί την δεύτερη αρχιτεκτονική. Στη δεύτερη αρχιτεκτονική εντολές και δεδομένα κινούνται σε ξεχωριστούς διαδρόμους (διαύλους) με αποτέλεσμα να μπορεί να γίνει όχι μόνο με πολύ μεγαλύτερη ταχύτητα αλλά ακόμη και την ίδια χρονική στιγμή. Αντίθετα στην πρώτη αρχιτεκτονική εντολές και δεδομένα μοιράζονται τον ίδιο διάδρομο με αποτέλεσμα να ελαττώνεται η ταχύτητα μεταφοράς τους. Επιπλέον το πλεονέκτημα της δεύτερης αρχιτεκτονικής να χρησιμοποιεί ξεχωριστούς χώρους μνήμης για την αποθήκευση των δεδομένων και του προγράμματος, δίνει την δυνατότητα χρησιμοποίησης μνήμης με διαφορετικό μήκος λέξης. Έτσι στην περίπτωση του PIC η μνήμη προγράμματος έχει μήκος λέξης 14 δυαδικών ψηφίων bits αντί των 8 της μνήμης των δεδομένων, με σκοπό όλες οι εντολές να κωδικοποιούνται σε μια λέξη. Θυμίζουμε ότι γενικά, οι εντολές των μικροεπεξεργαστών και μικροελεγκτών μπορεί να έχουν μήκος μιας δυο, ή ακόμη και περισσότερων λέξεων με αντίστοιχη βέβαια, αύξηση του χρόνου εκτέλεσης του.

Το μέγεθος της μνήμης προγράμματος κυμαίνεται από 8 έως 2 Kbyte και συνήθως είναι τύπου flash. Η συγκεκριμένη τεχνολογία επιτρέπει όχι μόνο την εγγραφή αλλά και το σβήσιμο της μνήμης να γίνεται με ηλεκτρικό τρόπο. Αυτό σημαίνει ότι ο προγραμματισμός του μικροελεγκτή γίνεται εύκολα ενώ αυτός βρίσκεται συνδεδεμένος στο κύκλωμα της εκάστοτε εφαρμογής.

Το μέγεθος της μνήμης δεδομένων αποτελείται από τρία τμήματα με μέγεθος 128byte το κάθε ένα, δηλαδή 384bytes συνολικά. Το κάθε τμήμα αποτελείται τόσο από καταχωρητές γενικού όσο και ειδικού σκοπού. Μερικοί από τους καταχωρητές ειδικού σκοπού χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο του πυρήνα του PIC ενώ άλλοι για τον έλεγχο των περιφερειακών του.

3.5 Εντολές-Τύποι εντολών του PIC

Ο μικροελεγκτής PIC ακολουθεί την αρχιτεκτονική RISC και έχει συνολικά 35 εντολές μήκους μιας λέξης (14bit). Έτσι σε αντίθεση με τους μικροελεγκτές αρχιτεκτονικής CISC ο PIC εκτελεί την κάθε εντολή σε ένα κύκλο μηχανής με αποτέλεσμα την σημαντική βελτίωση της ταχύτητας επεξεργασίας. Εδώ ας τονίσουμε ότι μοναδική εξαίρεση αποτελούν οι εντολές διακλάδωσης, οι οποίες εκτελούνται σε δυο κύκλους μηχανής. Συγκριτικά αναφέρουμε ότι ο γνωστός μικροεπεξεργαστής Z80, ο οποίος είναι αρχιτεκτονικής CISC , έχει εντολές που εκτελούνται σε δέκα (10) ή και περισσότερους κύκλους μηχανής.

Ο μικροελεγκτής PIC έχει εντολές του μήκους μιας λέξης. Μια λέξη στην προκειμένη περίπτωση αποτελείται από 14 δυαδικά ψηφία. Η δομή της λέξης διαφέρει από εντολή σε εντολή. Σε όλες τις λέξεις το πρώτο τμήμα περιέχει τον κωδικό της εντολής (OPCODE) ενώ το υπόλοιπο περιέχει πληροφορίες για την εκτέλεση της εντολής. Αυτός ο κωδικός είναι καθορισμένος από την αρχιτεκτονική του συστήματος είναι μοναδικός για κάθε εντολή και δεν μπορεί να αλλαχθεί. Η Κ.Μ.Ε. διαβάζοντας τον κωδικό μιας εντολής γνωρίζει επακριβώς τις εργασίες που πρέπει να εκτελέσει ενώ οι απαιτούμενες για την εκτέλεσή τους πληροφορίες, βρίσκονται στο υπόλοιπο τμήμα της λέξης. Τους κωδικούς των εντολών ενός μικροελεγκτή , μπορούμε να τους αναζητήσουμε στο εγχειρίδιο του.

Οι εντολές του PIC χωρίζονται σε τέσσερις κατηγορίες ως εξής:

- A) Εντολές επεξεργασίας byte(byte-oriented)
- B) Εντολές επεξεργασίας bit(bit-oriented)
- Γ) Εντολές άλματος(αλλαγής ροής προγράμματος)
- Δ) Λοιπές εντολές

Στην κάθε κατηγορία αντιστοιχεί μια συγκεκριμένη δομή. Στις δυο πρώτες η εντολή χωρίζεται σε τρία τμήματα , ενώ στις άλλες δύο, σε δύο.

Γενικά ο κωδικός των εντολών έχει μήκος 6 δυαδικά ψηφία. Εξαίρεση αποτελεί ο κωδικός των εντολών της κατηγορίας επεξεργασίας bit που έχει μήκος 4 , καθώς επίσης και των εντολών αλλαγής ροής προγράμματος, που έχει 3. Το παρακάτω σχήμα παρουσιάζει τον τρόπο με τον οποίο χωρίζεται κατά περίπτωση μια λέξη εντολής.

13	12	11	10	9	8	7	4	6	5	3	2	1	0
Κωδικός εντολής						d	Διεύθυνση καταχωρητή στην μνήμη δεδομένων						

(α) Εντολές επεξεργασίας Byte (Το d είναι ψηφίο επιλογής καταχωρητή για την αποθήκευση του αποτελέσματος)

13	12	11	10	9	8	7	4	6	5	3	2	1	0
Κωδικός εντολής				Αριθμός Ψηφίου			Διεύθυνση καταχωρητή στην μνήμη δεδομένων						

(β) Εντολές επεξεργασίας bit

13	12	11	10	9	8	7	4	6	5	3	2	1	0
Κωδικός εντολής							Διεύθυνση						

(γ) Εντολές Άλματος

13	12	11	10	9	8	7	4	6	5	3	2	1	0
Κωδικός εντολής							Δεδομένο						

(δ) Λοιπές εντολές

Σχήμα 3.6: Δομή εντολών μικροεπεξεργαστή PIC

3.6 Κατηγορίες Μικροελεγκτών PIC

Σήμερα, η Microchip προσφέρει πέντε κύριες οικογένειες μικροελεγκτών. Η σειρά του μοντέλου προσδιορίζεται από τα πρώτα δύο ψηφία του κωδικού της συσκευής. Ο αλφαβητικός χαρακτήρας που ακολουθεί δίνει κάποια ένδειξη της τεχνολογίας που χρησιμοποιήθηκε. Το γράμμα 'C' απευθύνεται στην τεχνολογία CMOS, η κύρια τεχνολογία ημιαγωγών για εφαρμογή συστημάτων λογικής χαμηλής ισχύος. Το γράμμα 'F' δείχνει την ενσωμάτωση της τεχνολογίας μνήμης flash (ακόμα χρησιμοποιώντας το CMOS ως βασική τεχνολογία). Ένα 'A' μετά από τον αριθμό δείχνει μια τεχνολογική αναβάθμιση επάνω στο προηγούμενο μοντέλο.

Για παράδειγμα, το 16C84 ήταν το πρώτο μοντέλο του είδους του. Στην συνέχεια επανεκδόθηκε ως 16F84, περιλαμβάνοντας την τεχνολογία μνήμης flash. Αργότερα, επανεκδόθηκε ως 16F84A, με περαιτέρω τεχνολογικές αναβαθμίσεις.

Η Microchip συνηθίζει να δίνει ένα όνομα σε κάθε κατηγορία μικροελεγκτών. Κατά συνέπεια, η πρώτη οικογένειά τους, το 16C5XX, ονομάστηκε "baseline". Η ανάπτυξη αυτού, με τους αριθμούς συσκευών που αρχίζουν '16C' ή '16F' ονομάστηκε "mid-range". Η ισχυρή εξέλιξη αυτού, με αριθμούς συσκευών που αρχίζουν από '17C', ονομάστηκε "high-end". Δεδομένου ότι στον προγραμματιστή του αναπτύχθηκαν περαιτέρω μοντέλα και κατηγορίες, με πολύ απλές ή και προηγμένες αρχιτεκτονικές, πλέον αυτή η ορολογία έχει χάσει το νόημα της, αν και χρησιμοποιείται ακόμα.

1. BASELINE

Αυτή η κατηγορία μικροελεγκτών PIC διαθέτει μνήμη κώδικα (code memory) εύρους 12-bit, ένα αρχείο καταχώρησης (register file) 32-byte, και μία λίστα call stack δύο επιπέδων.

Αντιπροσωπεύονται από τη σειρά PIC10, καθώς επίσης και από μερικά μοντέλα PIC12 και PIC16. Η κατηγορία μικροελεγκτών Baseline διαθέτει από 6 ως 40 ακροδέκτες. Γενικά, τα πρώτα 7-9 byte του αρχείου καταχώρησης είναι καταχωρητές γενικής χρήσεως, και τα υπόλοιπα byte είναι μνήμη RAM γενικής χρήσεως.

Το εύρος διευθύνσεων της μνήμης ROM είναι 512 Words (12 bit κάθε διεύθυνση), το οποίο είναι επεκτάσιμο σε 2048 words. Οι εντολές CALL και GOTO διευκρινίζουν τα τελευταία 9-bit της νέας τοποθεσίας του κώδικα. Το σύνολο των εντολών έχει ως εξής.

Οι καταχωρητές αριθμών αναφέρονται ως "f", ενώ οι σταθερές αναφέρονται ως "k". Οι αριθμοί των bit (0-7) επιλέγονται από το "b". Το bit "d" επιλέγει τον προορισμό: 0 για να εισάγεις δεδομένα στο W, ενώ 1 δείχνει ότι το αποτέλεσμα γράφεται πίσω στον αρχικό καταχωρητή.

2. MID-RANGE

Αυτή η κατηγορία μικροελεγκτών PIC διαθέτει code memory εύρους 14-bit, και μια βελτιωμένη λίστα call stack 8 επιπέδων. Το σύνολο των εντολών διαφέρει ελάχιστα από τους Baseline, επιτρέπεται πλέον όμως η άμεση διευθέτηση και χρήση 128 καταχωρητών μνήμης και 2048 words προγράμματος. Η κατηγορία μικροελεγκτών mid-range αντιπροσωπεύονται από τη πλειονότητα της σειράς PIC12 and PIC16.

Τα πρώτα 32 bytes του χώρου μνήμης είναι αφιερωμένα για καταχωρητές γενικής χρήσεως, και τα υπόλοιπα 96 bytes είναι μνήμη RAM γενικής χρήσεως.

3. PIC17 High End

Αυτή η κατηγορία μικροελεγκτών δεν έγινε ποτέ δημοφιλής και έχουν πλέον εκτοπιστεί από την αρχιτεκτονική της κατηγορίας PIC18. Δεν συστήνεται για νέα σχέδια, καθότι η διαθεσιμότητα τους είναι περιορισμένη. Οι βελτιώσεις σε σχέση με τις προηγούμενες κατηγορίες είναι ότι η ΚΜΕ δέχεται εντολές 16-bit (που επιτρέπουν πολλές νέες εντολές), και μια λίστα call stack 16 επιπέδων. Αυτή η κατηγορία μικροελεγκτών διέθετε από 40 ως 68 ακροδέκτες. Κατηγορία PIC18 High End Η Microchip παρουσίασε την αρχιτεκτονική της σειράς PIC18 High End το 2002. Οι μικροελεγκτες PIC18 έγιναν πολύ δημοφιλείς, με ένα πλήθος μοντέλων να είναι διαθέσιμο στο εμπόριο. Σε αντίθεση με προηγούμενα μοντέλα, εδώ η κυρίαρχη γλώσσα προγραμματισμού είναι η C.

4. PIC24 ΚΑΙ dsPIC 16bit μικροελεγκτές

Η Microchip παρουσίασε την σειρά dsPIC το 2001, και μπήκαν σε μαζική παραγωγή στα τέλη του 2004. Είναι τα πρώτα μοντέλα της κατηγορίας που βασίζονται σε 16-bit. Είναι σχεδιασμένα για γενική χρήση.

5. Κατηγορία PIC32MX 32-bit

Η Microchip παρουσίασε την σειρά PIC32MX, μιας οικογένειας 32-bit μικροελεγκτών το 2007. Το αρχικό σχέδιο των μοντέλων της κατηγορίας αυτής είναι βασισμένο στο βιομηχανικό πρότυπο MIPS32 M4K Core. Έχουν πολλά παρόμοια περιφερειακά συστήματα με τους PIC24.

3.7 Ο Μικροελεγκτής PIC16F628

Σε αυτή την ενότητα θα γίνει μια πλήρης αναφορά του μικροελεγκτή που χρησιμοποιήσαμε για τον έλεγχο του συστήματος.

3.7.1 Αρχιτεκτονική

Ο PIC16F628 (σχήμα) είναι ένας μικροελεγκτής με 18 ακροδέκτες, χαμηλού κόστους, υψηλής απόδοσης, τεχνολογίας CMOS, πλήρως στατικός και 8-bit. Διαθέτει flash memory και χρησιμοποιεί την ανακαθισμένη αρχιτεκτονική RISC. Έχει προηγμένα χαρακτηριστικά πυρήνα, stack 8 επιπέδων, και πολλαπλές εσωτερικές και εξωτερικές πηγές για την χρήση τους σε διακοπές (interruptions). Περιέχει δύο ξεχωριστούς διαύλους, για εντολές και ξεχωριστούς διαύλους, για εντολές και δεδομένα.



Σχήμα 3.7: Ο μικροελεγκτής PIC16F628

Οι εντολές μπορούν να εκτελεστούν σε έναν κύκλο εργασίας, εκτός από τις διακλαδώσεις (branches) οι οποίες θέλουν δύο. Συνολικά, 35 εντολές είναι διαθέσιμες. Ο PIC16F628 μπορεί να επιτύχει μια συμπίεση προγράμματος 2:1 και μια αναβάθμιση της ταχύτητας 4:1 σε σχέση με τους άλλους 8-bit μικροελεγκτές της κατηγορίας τους. διαθέτουν ολοκληρωμένα χαρακτηριστικά για να μειώσουν εξωτερικές παρεμβολές, μειώνοντας το κόστος λειτουργίας, την κατανάλωση τάσης και αυξάνοντας την αξιοπιστία του συστήματος.

Ο PIC16F628 διαθέτει 224bytes RAM, 2KB μνήμη προγράμματος τύπου flash, και 128bytes EEPROM δεδομένων. Η τεχνολογία μνήμης flash, κάνει τον χειρισμό και την

προσαρμογή προσαρμμάτων εξαιρετικά γρήγορη και βολική. Το μικρό του μέγεθος επίσης το κάνει ιδανικό σε ανάλογες εφαρμογές.

Για τον χειρισμό και τον έλεγχο των ενσωματωμένων περιφερειακών και των ειδικών λειτουργιών του μικροελεγκτή, περιλαμβάνονται ένα σύνολο καταχωρητών ειδικών λειτουργιών (Special Function Registers –SFR), η ρύθμιση των bit των οποίων επηρεάζει μια συγκεκριμένη λειτουργία. Οι SFR είναι χωρισμένοι σε 4 ομάδες (banks) των 64 η κάθε μια και σε κάθε ένα από αυτούς αντιστοιχεί μια διεύθυνση. Προσπέλαση στην αντίστοιχη διεύθυνση οδηγεί στα περιεχόμενα του αντίστοιχου SFR.

Bank0		Bank1		Bank2		Bank3	
INDF	00h	←	80h	←	100h	←	180h
TMR0	01h	OPTION REG	81h	←Bank0	101h	←Bank1	181h
PCL	02h	←	82h	←	102h	←	182h
STATUS	03h	←	83h	←	103h	←	183h
FSR	04h	←	84h	←	104h	←	184h
PORTA	05h	TRISA	85h	00h	105h	00h	185h
PORTB	06h	TRISB	86h	←Bank0	106h	←Bank1	186h
00h	07h	00h	87h	00h	107h	00h	187h
00h	08h	00h	88h	00h	108h	00h	188h
00h	09h	00h	89h	00h	109h	00h	189h
PCLATH	0Ah	←	8Ah	←	10Ah	←	18Ah
INTCON	0Bh	←	8Bh	←	10Bh	←	18Bh
PIR1	0Ch	PIE1	8Ch	00h	10Ch	00h	18Ch
00h	0Dh	00h	8Dh	00h	10Dh	00h	18Dh
TMR1L	0Eh	PCON	8Eh	00h	10Eh	00h	18Eh
TMR1H	0Fh	00h	8Fh	00h	10Fh	00h	18Fh
T1CON	10h	00h	90h	00h	110h	00h	180h
TMR2	11h	00h	91h		111h		181h
T2CON	12h	PR2	92h		112h		182h
00h	13h	00h	93h		113h		183h
00h	14h	00h	94h		114h		184h
CCPR1L	15h	00h	95h		115h		185h
CCPR1H	16h	00h	96h		116h		186h
CCP1CON	17h	00h	97h		117h		187h
RCSTA	18h	TXSTA	98h		118h		188h
TXREG	19h	SPBRG	99h		119h		189h
RCREG	1Ah	EEDATA	9Ah	11Ah	18Ah		
00h	1Bh	EEADR	9Bh	11Bh	18Bh		
00h	1Ch	ECON1	9Ch	11Ch	18Ch		
00h	1Dh	ECON2	9Dh	11Dh	18Dh		
00h	1Eh	00h	9Eh	11Eh	18Eh		
CNCON	1Fh	VRCON	9Fh	11Fh	18Fh		
General Purpose Register (80 Bytes)	20h	General Purpose Register (80 Bytes)	A0h	GPR (48 Bytes)	120h	180h	
					14Fh	18Fh	
				00h	150h	180h	
					16Fh	18Fh	
(16 Bytes)	70h	←	F0h	←	170h	←	1F0h
	7Fh	←	FFh	←	17Fh	←	1FFh

Common registers on all banks

Common registers on bank 0 and bank 2

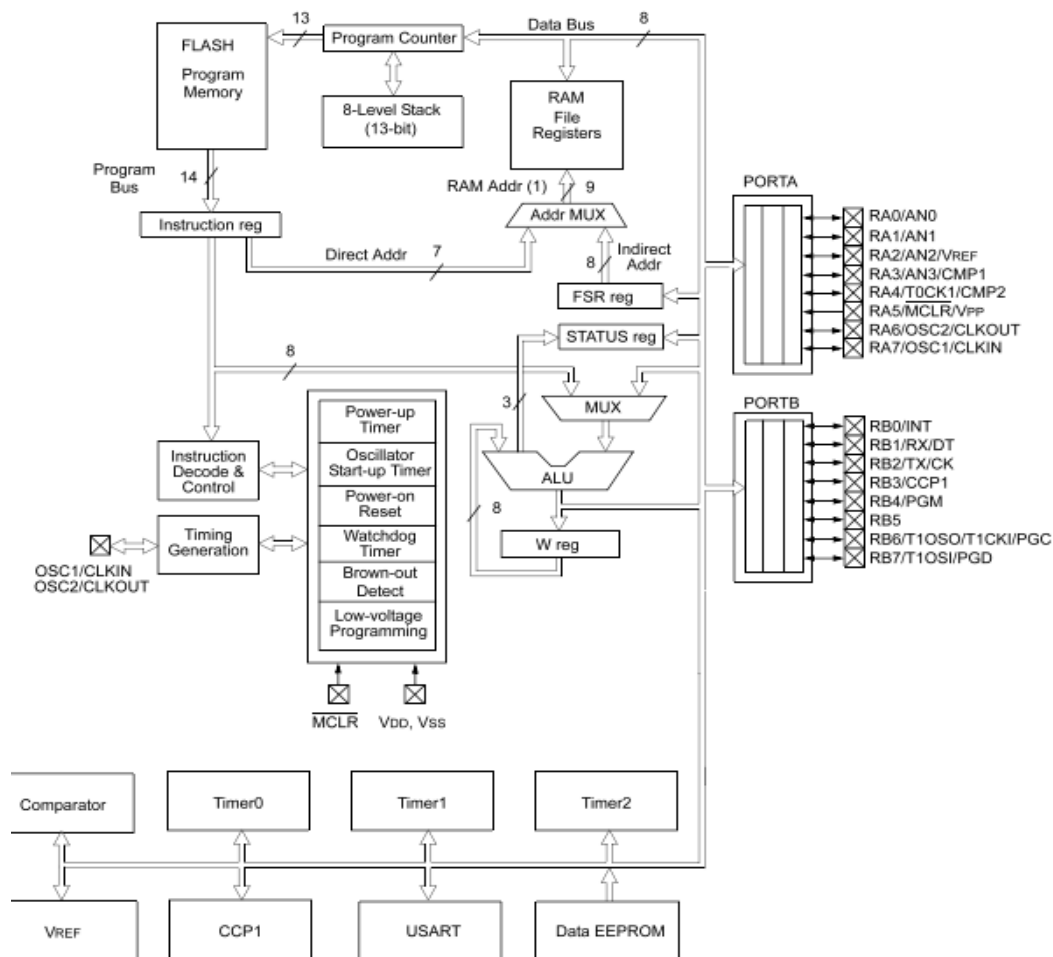
Common registers on bank 1 and bank 3

Unimplemented

Peculiar registers to each bank

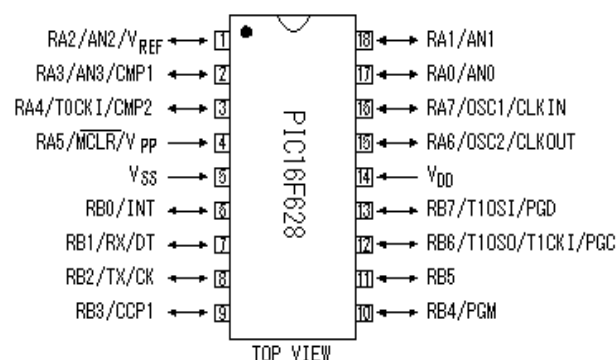
Σχήμα 3.8: Οι SFR καταχωρητές του PIC16F628

Όπως φαίνεται στο παρακάτω σχήμα ο μικροελεγκτής μας αποτελείται από δυο θύρες (port a, port b), οι οποίες μέσω εσωτερικού διαύλου επικοινωνούν με τις μνήμες. Η μια μνήμη είναι η RAM, χρησιμοποιείται για την προσωρινή αποθήκευση σε αυτήν προγραμμάτων και δεδομένων και η άλλη η EEPROM. Επίσης διακρίνεται η μονάδα ALU η οποία οργανώνει τις αριθμητικές και λογικές πράξεις, οι διάφοροι καταχωρητές, οι timers, το usart και το κύκλωμα ρολογιού.



Σχήμα 3.9 α: Block Διάγραμμα PIC 16F628

Παρακάτω στο σχήμα γίνεται η επεξήγηση των pins του μικροελεγκτή 16F628 που χρησιμοποιήσαμε.



Σχήμα 3.10: Ακροδέκτες μικροελεγκτή PIC16F628

3.7.2 Χαρακτηριστικά

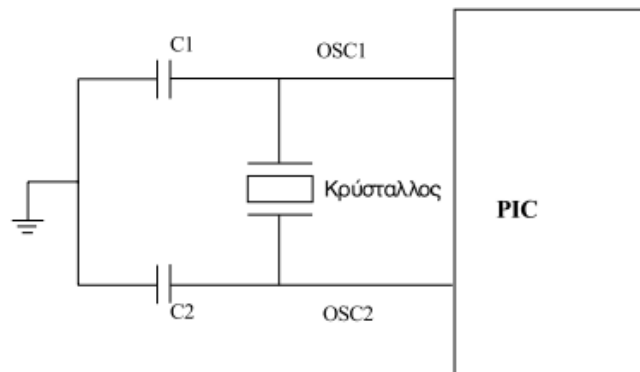
Θερμοκρασία-Τάση Λειτουργίας

Ο PIC16F628 είναι ιδιαίτερα ευέλικτος όσον αφορά την τροφοδοσία που δέχεται καθώς μπορεί να δεχτεί τάση τροφοδοσίας από 3,0V μέχρι 5,5V.

Οι προδιαγραφές της λειτουργίας του , του επιτρέπουν να λειτουργεί σε εύρος θερμοκρασιών που ξεπερνούν τις βιομηχανικές προδιαγραφές (-40° C έως +85°C) και πλησιάζουν τις στρατιωτικές (-55°C έως +125°C) με εύρος λειτουργίας -40°C έως +125°C που του επιτρέπουν να λειτουργεί σε απαιτητικά και αντίξοα περιβάλλοντα.

Συχνότητα Λειτουργίας

Ο μικροελεγκτής PIC16F628 διαθέτει εσωτερική μονάδα χρονισμού και παραγωγής παλμών. Είναι αρκετή η σύνδεση ενός εξωτερικού κρυστάλλου και δυο πυκνωτών για την παραγωγή παλμών ρολογιού. Η συνδεσμολογία φαίνεται παρακάτω.



Σχήμα 3.11: Κύκλωμα παραγωγής παλμών του μικροελεγκτή PIC

Το εξωτερικό κύκλωμα μπορεί να παράγει σήμα ρολογιού 455KHz έως 20 MHz , ανάλογα με τον κρύσταλλο που θα χρησιμοποιηθεί. Ο PIC λαμβάνει τους παλμούς αυτούς στον ακροδέκτη OSC1.

Όπως ξέρουμε ο μικροελεγκτής με κύκλο μηχανής που είναι τέσσερις κύκλους ρολογιού εκτελεί μια-μια τις εντολές ενός προγράμματος που υπάρχει στη μνήμη του. Η διαδικασία εκτέλεσης μιας εντολής διαρκεί ένα κύκλο εντολής και δίνει απόδοση ταχύτητας 5MIPS, τιμή ιδιαίτερα ικανοποιητική για μικροελεγκτή της συγκεκριμένης κατηγορίας.

Μια εξαίρεση αποτελούν οι εντολές άλματος , που αλλάζουν την ροή του προγράμματος , δηλαδή τον καταχωρητή PC . Στην περίπτωση αυτή, η επόμενη εντολή που πρέπει να ανακληθεί δεν είναι αυτή που περιμένει στη σειρά. Για να πάρει ο PC την σωστή τιμή, ώστε να υποδείξει την

επόμενη εντολή που πρέπει να εκτελεσθεί, χρειάζεται και έναν ακόμα κύκλο εντολής. Έτσι οι εντολές άλματος χρειάζονται δυο κύκλους εντολής για να εκτελεστούν.

Για να καταλάβουμε καλύτερα την όλη διαδικασία ας δούμε σε πόσο χρόνο εκτελούνται οι εντολές του επόμενου προγράμματος:

05F0 H:ADDWF TMR0,0

05F1H:GOTO 05F3 H

05F2H: BSFTMR0,1

05F3H:BSFTMR0,2

05F4H:.....

05F5H:.....

05F5H:.....

Όλες οι παραπάνω εντολές εκτελούνται σε ένα κύκλο εντολής, εκτός από την εντολή άλματος, GOTO 05F3 H, που εκτελείτε σε δυο κύκλους. Άρα, η εκτέλεση του όλου προγράμματος διαρκεί 4 κύκλους. Ας προσέξουμε, ότι οι εντολές που εκτελέστηκαν ήταν 3, αφού η εντολή BSFTMR0,1 δεν εκτελείτε, δεδομένου ότι μετά την εντολή άλματος εκτελείτε εντολή BSFTMR0,2.

Γνωρίζοντας πόσους κύκλους εντολή χρειάζεται η κάθε εντολή για να ανακληθεί από τη μνήμη και να εκτελεσθεί, μπορούμε να υπολογίσουμε τους συνολικούς κύκλους που χρειάζεται ένα πρόγραμμα ή μια ρουτίνα για να εκτελεσθεί. Την χρονική διάρκεια ενός κύκλου εντολής μπορούμε να την υπολογίσουμε αν γνωρίζουμε την συχνότητα λειτουργίας του PIC, σύμφωνα με την επόμενη σχέση:

$$\text{Διάρκεια κύκλου εντολής} = 4 / (\text{Συχνότητα Λειτουργίας PIC})$$

Συνεπώς, ο PIC16F628 της εφαρμογής μας, έχει συχνότητα λειτουργίας 20MHz τότε η διάρκεια του κάθε κύκλου εντολής είναι 0,2μsec. Άρα η εκτέλεση του όλου προγράμματος θα διαρκέσει 0,8μsec.

Ο PIC16F628A έχει 8 ρυθμίσεις ταλαντωτή. Ο ταλαντωτής RC είναι μια χαμηλού κόστους λύση. Ο ταλαντωτής LP ελαχιστοποιεί την κατανάλωση τάσης, ο XT είναι ένας τυπικός κρύσταλλος, και ο INTOSC είναι ένας ανεξάρτητος, διπλής ταχύτητας, εσωτερικός ταλαντωτής

ακριβείας. Η μέθοδος HS απευθύνεται σε κρυστάλλους υψηλής ταχύτητας (High-Speed crystals). Η κατάσταση EC χρησιμοποιείται όταν έχουμε εξωτερικό ταλαντωτή.

Κατανάλωση Ρεύματος

Η συνολική κατανάλωση ρεύματος του PIC16F628 μπορεί να φτάσει τα 800Mw . Η πραγματική κατανάλωση ρεύματος εξαρτάται από την τάση τροφοδοσίας, τη συχνότητα λειτουργίας, τον αριθμό των ενσωματωμένων περιφερειακών που έχουν τεθεί σε λειτουργία και το ρεύμα που απαιτούν οι θύρες και τα περιφερειακά που αυτές οδηγούν.

Η κατάσταση Sleep (power-down) προσφέρει εξοικονόμηση ενέργειας. Ο χρήστης μπορεί να "ξυπνήσει" τον μικροελεγκτή από την κατάσταση sleep με διάφορα εξωτερικά interrupts, εσωτερικά interrupts ή και resets. Ο μικροελεγκτής αυτός, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε διάφορες εφαρμογές, από φορτιστές μπαταρίας ως και σε χαμηλής κατανάλωσης ασύρματους αισθητήρες.

Χρονιστής επιτήρησης

Ένας υψηλής αξιοπιστίας μετρητής Watchdog (Watchdog Timer), που ελέγχεται από τα bits, με τον δικό του ταλαντωτή RC, προσφέρει προστασία ενάντια στο κλείδωμα του λογισμικού. Υπάρχουν δύο χρονόμετρα που παρέχουν τις αναγκαίες καθυστερήσεις στην ενεργοποίηση. Το ένα είναι η Oscillator Start-up Timer (OST), με σκοπό να διατηρήσει η στο τσιπ στο reset όσο ο κρυσταλλικός ταλαντωτής είναι σταθερός. Ο άλλος είναι η ενεργοποιημένος Timer (PWRT), ο οποίος παρέχει μια σταθερή καθυστέρηση από 72 ms (ονομαστική) στην ενεργοποίηση μόνο, έχει σχεδιαστεί για να κρατήσει το τμήμα στο RESET ενώ η παροχή ισχύς σταθεροποιείται. Υπάρχει επίσης κυκλώματα για reset της διάταξη Brown-out, η οποία προβλέπει τουλάχιστον 72 ms RESET. Με αυτές τις τρεις λειτουργίες πάνω στο τσιπ, περισσότερες εφαρμογές δεν χρειάζονται εξωτερική κύκλωμα RESET.

Θύρες

Για την σύνδεση εξωτερικών περιφερειακών, ο PIC16F628 διαθέτει εξωτερικές θύρες. Οι περισσότεροι ακροδέκτες θύρας είναι πολλαπλής λειτουργίας, δηλαδή χρησιμοποιούνται είτε ως θύρες σύνδεσης, είτε για λειτουργίες των ενσωματωμένων περιφερειακών. Όταν ένα ενσωματωμένο περιφερειακό χρησιμοποιεί έναν ακροδέκτη, αυτός δεν είναι διαθέσιμος ως είσοδος/έξοδος γενικής χρήσης. Όλοι οι ακροδέκτες θυρών μπορούν να λειτουργήσουν σαν είσοδοι ή σαν έξοδοι. Αυτό ρυθμίζεται από bit ελέγχου λειτουργίας σε καταχωρητή ρύθμισης της συγκεκριμένης θύρας. Για κάθε θύρα είναι διαθέσιμος ένας αριθμός καταχωρητών που περιέχει τα bit ρύθμισης της λειτουργίας της.

Αριθμός και bit θυρών

Ο PIC16F628 διαθέτει 2 θύρες που συνολικά καταλαμβάνουν 16 ακροδέκτες. Είναι οι θύρες PORTA και PORTB.

PORTA: Η PORTA είναι 8μπιτη θύρα, και χρησιμοποιεί τους ακροδέκτες RA0-RA7. Για την ρύθμιση της λειτουργίας της ως εισόδου η εξόδου χρησιμοποιείται ο καταχωρητής TRISA. Κάθε ακροδέκτης της θύρας μπορεί να ρυθμιστεί χωριστά σαν είσοδος ή έξοδος, ρυθμίζοντας το αντίστοιχο bit καταχωρητή αυτού, με εξαίρεση τον ακροδέκτη RA5, που μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο σαν είσοδος.

PORTB: Η PORTB είναι 8μπιτη θύρα, και χρησιμοποιεί τους ακροδέκτες RB0-RB7. Για την ρύθμιση της λειτουργίας της ως εισόδου η εξόδου χρησιμοποιείται ο καταχωρητής TRISB. Η PORTB περιλαμβάνει την λειτουργία των εξωτερικών διακοπών, σειριακής επικοινωνίας αλλά και μετρητών. Κάθε ακροδέκτης της PORTB έχει μια αδύναμη εσωτερική αντίσταση pull-up η οποία μπορεί να ελεγχθεί και να ενεργοποιηθεί από το bit RBPU. Σε κάθε reset αυτές οι αντιστάσεις περνάνε σε κατάσταση off. Επίσης 4 από τις θύρες της PORTB, οι RB4-RB7 διαθέτουν την λειτουργία των διακοπών, και μπορούν να χρησιμοποιηθούν μόνο όταν λειτουργούν ως είσοδοι.

Ενσωματωμένα Περιφερειακά

Ο PIC16F628 περιλαμβάνει ένα μεγάλο εύρος ενσωματωμένων περιφερειακών που τον καθιστούν από τους πληρέστερους στην κατηγορία. Σε αυτά περιλαμβάνονται τρεις χρονιστές TMR0, TMR1 και TMR2. Επίσης περιλαμβάνει μονάδες σύγκρισης-σύλληψης-PWM, ADC και αναλογικούς συγκριτές.

Πρωτόκολλα Επικοινωνίας

Ο PIC16F628 υποστηρίζει τα σειριακά πρωτόκολλα ασύγχρονης επικοινωνίας UART, αλλά και σύγχρονης επικοινωνίας, τα οποία επιτρέπουν τη σύνδεση είτε με εξωτερικά περιφερειακά επί της πλακέτας του συστήματος(π.χ. ADC, EEPROM, ψηφιακά αισθητήρια με σειριακή σύνδεση κτλ) είτε με εξωτερικές συσκευές (π.χ. PC κτλ).

Στη UART η σειριακή επικοινωνία γίνεται ασύγχρονα, το σήμα δηλαδή δεν είναι συγχρονισμένο με κάποιο κοινό σήμα χρονισμού μεταξύ πομπού και δέκτη, και ο συγχρονισμός γίνεται από το ίδιο το σήμα δεδομένων. Τα δεδομένα μεταδίδονται σε πακέτα των 8bit.

Οι ταχύτητες επικοινωνίας μπορεί να είναι από 300bps μέχρι 115Kbps, με συνηθισμένες τιμές τα 9600bps και τα 19200bps.

Για την ρύθμιση του ρυθμού επικοινωνίας περιλαμβάνει κύκλωμα παραγωγής ρολογιού συγχρονισμού, και η επιθυμητή ταχύτητα επικοινωνίας ρυθμίζεται από το πρόγραμμα. Όσο αναφορά τους ακροδέκτες επικοινωνίας για την μετάδοση των δεδομένων αυτοί είναι οι RX και TX που αντιστοιχούν στις θύρες RB1 και RB2.

3.7.3 Προγραμματίζοντας τον PIC16F628

Υπάρχουν 2 τρόποι προγραμματισμού ενός μικροελεγκτή:

- ISP(In System Programming)
- Hardware programmer

ICSP

Όλη η σειρά των PIC16 παρέχει αυτή την δυνατότητα προγραμματισμού. Με την δυνατότητα αυτή είναι δυνατός ο προγραμματισμός του μικροελεγκτή μετά την τοποθέτηση του στην πλακέτα. Αυτό δίνει στους προγραμματιστές την ευελιξία κατά την διάρκεια της ανάπτυξης του συστήματος να μπορεί να επαναπρογραμματίσει τον μικροελεγκτή χωρίς να τον απομακρύνει από την πλακέτα.

Για την δυνατότητα αυτή χρησιμοποιούνται οι ακροδέκτες Vpp,PGC και PGD, που αντιστοιχούν στους ακροδέκτες RA5,RB6 και RB7 αντίστοιχα. Οι ακροδέκτες αυτοί μπορούν να χρησιμοποιηθούν για άλλες λειτουργίες κατά την εκτέλεση του προγράμματος του μικροελεγκτή.

Hardware programmer

Κατά την διαδικασία αυτή ο μικροελεγκτής μας προγραμματίζεται με την βοήθεια ενός επιπλέον συστήματος, του προγραμματιστή.

Για την εφαρμογή αυτή όπως αναφέραμε προηγουμένως χρησιμοποιούμε τον προγραμματιστή(programmer) που έχει ως σκοπό να περάσει στον μικροελεγκτή μας το απαραίτητο πρόγραμμα για να λειτουργήσει με βάση τις απαιτήσεις της εφαρμογής. Η διαδικασία αυτή θα αναλυθεί καλύτερα σε επόμενο κεφάλαιο.

Αξίζει να σημειωθεί πως η μέθοδος αυτή μας αναγκάζει να αφαιρέσουμε τον μικροελεγκτή μας από την πλακέτα για να τον τοποθετήσουμε στον προγραμματιστή, αλλά παρόλα αυτά μας διευκολύνει στην εξοικονόμηση θυρών για άλλες λειτουργίες που μπορεί να μας χρησιμεύουν σε εκτενόμενες εφαρμογές.

Κεφάλαιο 4 _ Εργαλεία Ανάπτυξης

Σε αυτό το κεφάλαιο γίνεται μια σύντομη αναφορά στα λογισμικά που χρησιμοποιήθηκαν για την ανάπτυξη των προγραμμάτων. Στην συνέχεια γίνεται η περιγραφή των προγραμμάτων που αναπτύχθηκαν για τον μικροελεγκτή και τον υπολογιστή. Η κατασκευή χωρίζεται σε δυο μέρη, στο υλικό και στο λογισμικό. Το τμήμα του λογισμικού με την σειρά του χωρίζεται , και αυτό σε δυο μέρη , στον προγραμματισμό του μικροελεγκτή και στον προγραμματισμό του υπολογιστή. Οι γλώσσες προγραμματισμού που χρησιμοποιήθηκαν είναι το Flow code της Matrix Multimedia για τον προγραμματισμό του μικροελεγκτή, και η Mplab της Microchip για τον προγραμματισμό του υπολογιστή.


4.1 Λογισμικό Πακέτο FLOWCODE

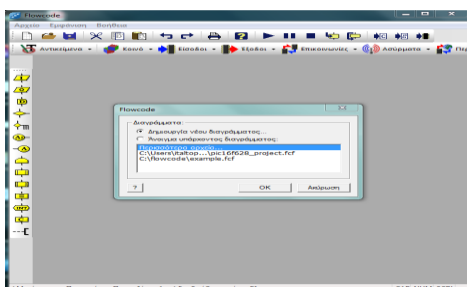
4.1.1 Εισαγωγή

Το Flowcode είναι μια από τις πιο προηγμένες γραφικές γλώσσες προγραμματισμού στον κόσμο για μικροελεγκτές. Το μεγάλο πλεονέκτημα του Flowcode είναι ότι επιτρέπει σε άτομα με λίγη εμπειρία προγραμματισμού για τη δημιουργία σύνθετων ηλεκτρονικών συστημάτων μέσα σε λίγα λεπτά. Το Flowcode είναι διαθέσιμο σε περισσότερες από είκοσι γλώσσες και υποστηρίζει τη σειρά PICmicro, dsPIC, PIC24, AVR και ARM των μικροελεγκτών

Σε αυτό το κεφάλαιο, θα αξιοποιήσουμε και θα αναπτύξουμε τον PIC16F628 σε ένα απλό πρόγραμμα με Flowcode. Το FLOWCODE είναι εύκολο στη χρήση και είναι για οποιοδήποτε επίπεδο του χρήστη. Η χρήση drag and drop είναι το σύστημα για να ολοκληρωθεί ένα σύνολο κωδικοποίησης και είναι σε θέση να λειτουργεί ομαλά όσο οι ρυθμίσεις είναι σωστές.

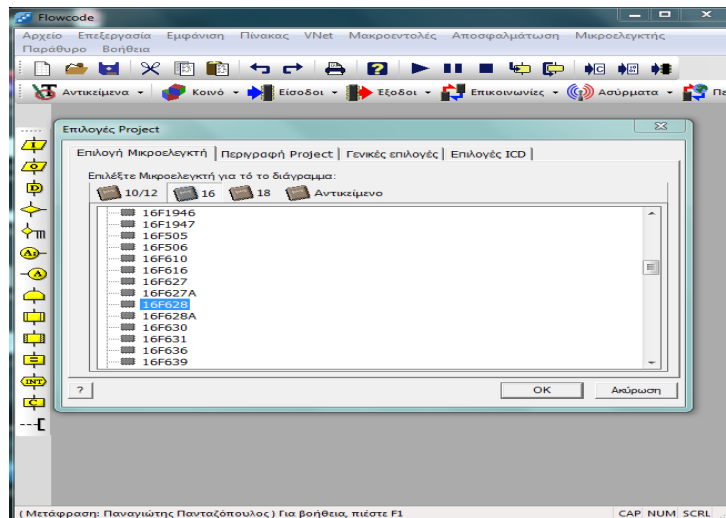
4.1.2 Δημιουργία project-Αρχικοποιήσεις

Ανοίγουμε τον κώδικα ροής από την επιφάνεια εργασίας σας με το λογότυπο . Ή μπορούμε να το βρούμε στο αρχείο μας με το εγχειρίδιο του προγράμματος. Ένα παράθυρο θα εμφανιστεί ζητώντας τη δημιουργία νέων Flowcode ή άνοιγμα υπάρχοντος διαγράμματος.

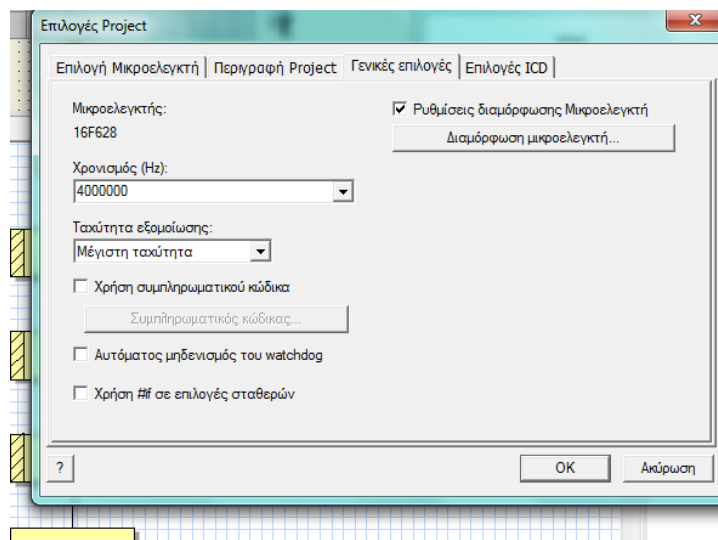


Σχήμα 4.1: Επιλογή διαγράμματος

Κάνουμε κλικ στο δημιουργία νέου διαγράμματος ροής και πατάμε ok. Επιλέγουμε τον PIC που θέλουμε να χρησιμοποιήσουμε. Σε αυτό το μέρος χρησιμοποιήσαμε τον PIC16F628. Στη συνέχεια πηγαίνουμε στην καρτέλα «γενικές επιλογές» και ρυθμίζουμε τον χρονισμό του ρολογιού του μικροελεγκτή μας, επιλέγουμε 4MHZ για καλύτερες αποδόσεις και πατάμε το OK.

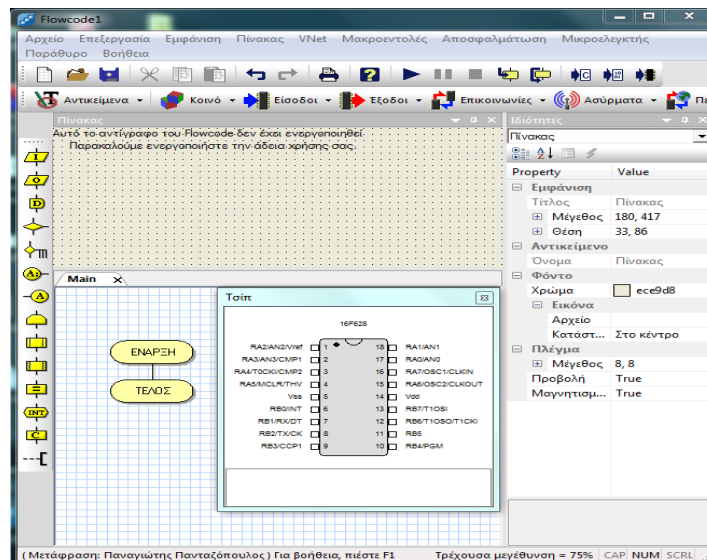


Σχήμα 4.2: Επιλογή Μικροελεγκτή



Σχήμα 4.3: Επιλογή χρονισμού

Θα μας οδηγήσει στην αρχική οθόνη για να ξεκινήσουμε το έργο μας, όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα.



Σχήμα 4.4 Αρχικό παράθυρο προγραμματισμού

Στην συνέχεια είμαστε έτοιμοι να ξεκινήσουμε τον προγραμματισμό μας με την μέθοδο Drag and Drop. Οι παραμετροποιήσεις που έγιναν αλλά και οι μακροεντολές που χρησιμοποιήθηκαν φαίνονται παρακάτω.

4.1.3 Είσοδοι/Εξοδοι-Μεταβλητές

Θα ορίσουμε αρχικά τις εισόδους και εξόδους του συστήματος:

Είσοδοι

- **PORTA RA0:** Στην θύρα αυτή συνδέουμε ένα Dip Switch για να μπορέσουμε να προσομοιάσουμε τον ανιχνευτή μας. Όταν λοιπόν υπάρξει ανίχνευση κίνησης, το κύκλωμα λειτουργεί σαν διακόπτης ON.
- **PORTA RA5 (MCLR):** Στη θύρα αυτή συνδέετε το κύκλωμα του reset. Το οποίο βέβαια δεν υλοποιήθηκε προγραμματιστικά.

Έξοδοι

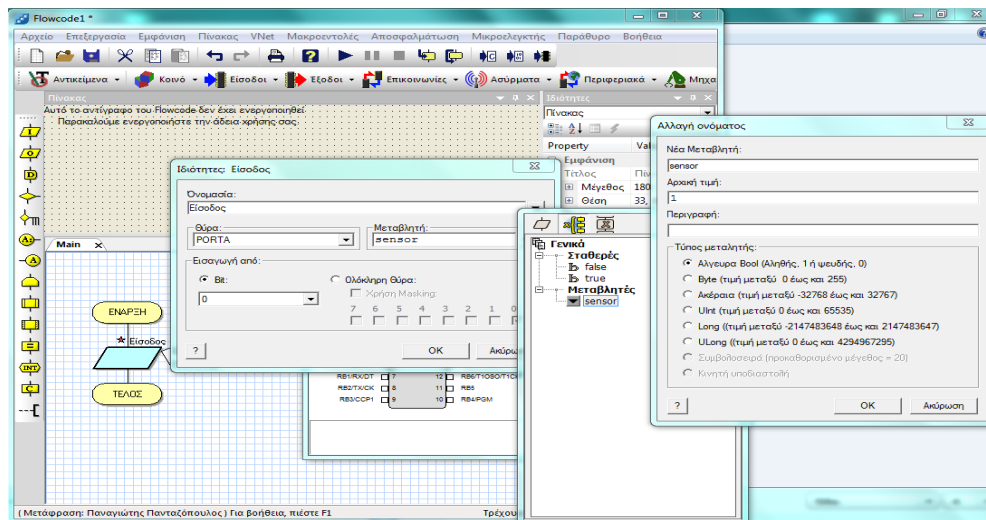
- **PORTB RB0:** Η θύρα αυτή και το συγκεκριμένο bit χρησιμοποιήθηκε για να μας δηλώνει την εκκίνηση του συστήματος. Παρουσιάζεται σε προγραμματιστικό περιβάλλον αλλά και κατασκευαστικό σαν ένα LED. Όταν λοιπόν τροφοδοτείτε το κύκλωμα μας (έναρξη προγράμματος) το LED αρχίζει να αναβοσβήνει με διάστημα 1 δευτερολέπτου. "STAND BY"
- **PORTB RB1-2-3...:** Η θύρα αυτή χρησιμοποιήθηκε για την σύνδεση των εξωτερικών περιφερειακών (φάρος, σειρήνα κτλ), όπου με την βοήθεια του ολοκληρωμένου ULN2003 αυτό μπορεί και γίνεται απευθείας χωρίς εξωτερική τροφοδοσία 12Volt.

Στην συνέχεια θα ορίσουμε τις μεταβλητές και τις συνδέσεις του κάθε αντικειμένου.

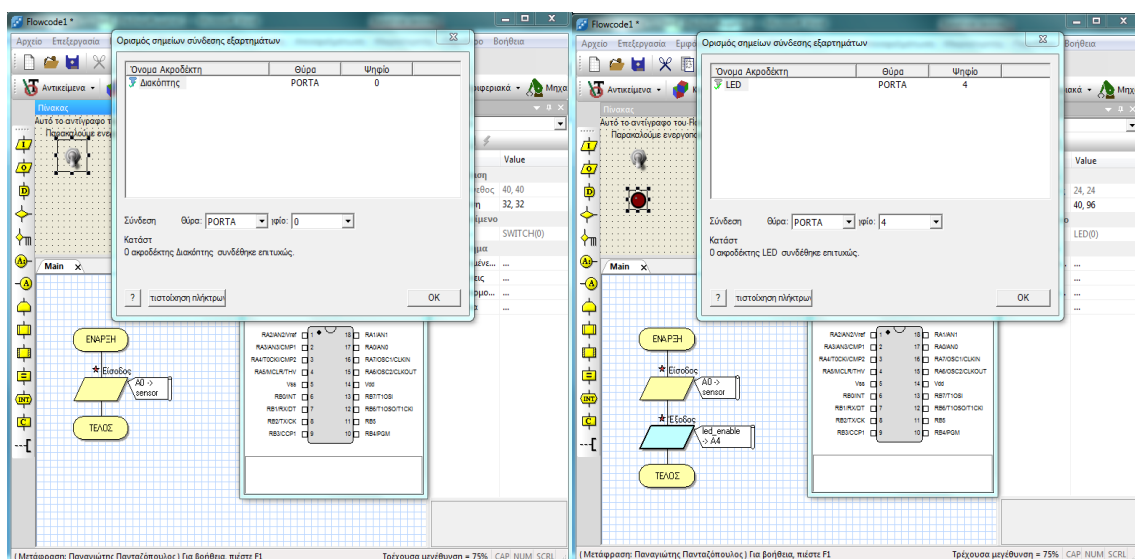
Μεταβλητές

- **Sensor**→Είναι ο dip switch που τον συνδέουμε στην θύρα που έχουμε ορίσει σαν είσοδο στην θύρα RA0.
- **Enable**→ Είναι το LED ενεργοποίησης του συστήματος που έχει συνδεθεί επιτυχώς στην θύρα RB0.
- **Alarm**→ Είναι ένα LED (φάρος συναγερμού) που έχει συνδεθεί σε έναν ακροδέκτη την θύρας RB. Συγκεκριμένα στην RB1.

Αφού ορίσουμε τις παραμέτρους και τις μεταβλητές όπως φαίνεται και παρακάτω,



Σχήμα 4.5: Παράθυρο παραμετροποίησης

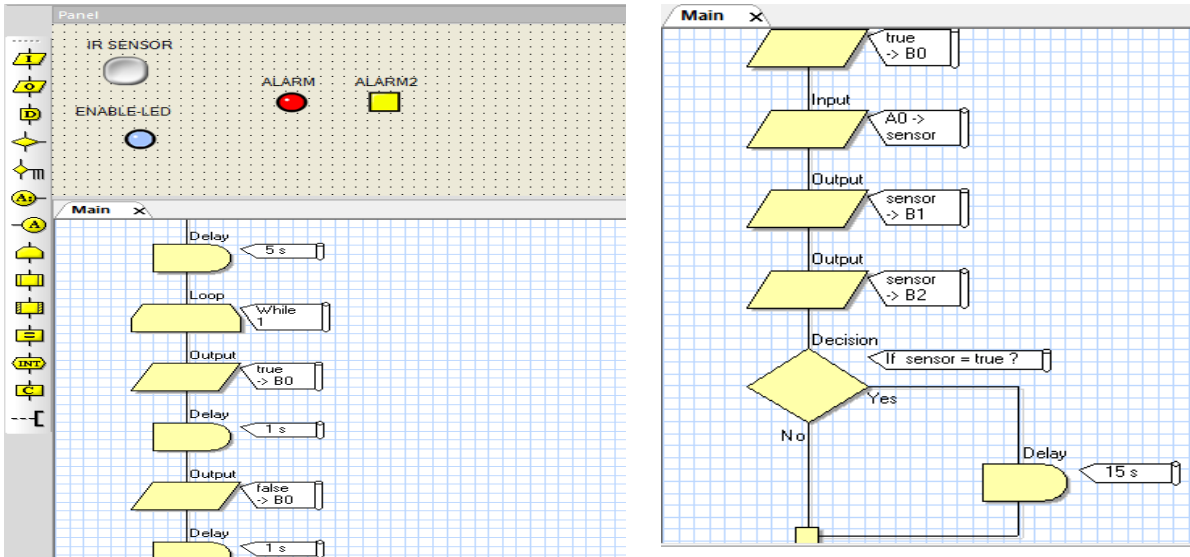


Σχήμα 4.6 : Παράθυρο δηλώσεων μεταβλητών

περνάμε στην ανάπτυξη του κυρίου προγράμματος που συντάχθηκε για την λειτουργία του μικροελεγκτή.

4.1.4 Ανάπτυξη κώδικα σε γλώσσα C (Λογικό Διάγραμμα)

Αρχικά έχουμε μια καθυστέρηση μέχρι να ενεργοποιηθεί το σύστημα. Κατόπιν θα ενεργοποιήσουμε τον ακροδέκτη RB0 εφόσον τον δηλώσουμε σαν έξοδο και του δώσουμε την τιμή «true». Με χρήση μιας loop του δίνουμε high τιμή και low με διάστημα ενός δευτερολέπτου.

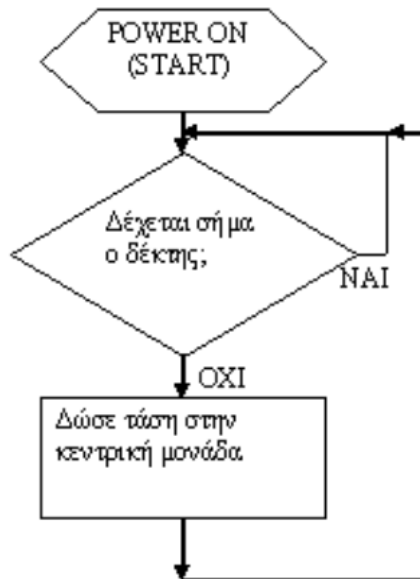


Σχήμα 4.7: Λογικά διαγράμματα έναρξης και επαναφοράς συστήματος μετά από καθυστέρηση

Ύστερα με χρήση ενός συγκριτή αναμένεται η ενεργοποίηση του RA0(dip switch-ανιχνευτή) τότε η RA παίρνει την τιμή high bit, δηλαδή 1. Όταν αυτό συμβεί αυτόματα ενεργοποιούνται οι έξοδοι του συστήματος RB1,RB2 κτλ. που έχουν οριστεί με μεταβλητή εισόδου, «sensor», ενώ επίσης η θύρα RB0 κρατάει σταθερά την τιμή high για όσο χρόνο εκτελείτε η ανίχνευση. Όταν η RA αλλάζει κατάσταση και παίρνει την τιμή low bit, δηλαδή 0, τότε ο ανιχνευτής παύει να ανιχνεύει και οι θύρες RB1,RB2 παραμένουν σε κατάσταση high bit, δηλαδή 1 για 15s.

Αφού ολοκληρωθεί ο χρόνος τότε η θύρα RB1 πάνω στην οποία έχουμε συνδέσει το εξωτερικό περιφερειακό(προγραμματιστικά το εφαρμόζουμε σαν LED κόκκινο) και η θύρα RB2 παίρνουν την τιμή low bit, δηλαδή 0, ενώ η θύρα RB0 αρχίζει πάλι να παίρνει εναλλάξ την τιμή 1 και 0, που σημαίνει ότι το πρόγραμμα έχει επιστρέψει στην αρχή.

Παρακάτω φαίνεται το διάγραμμα ροής για τον έλεγχο της παρεμβολής μεταξύ πομπού και δέκτη, που σε περίπτωση εισβολής σε ελεγχόμενο χώρο ο δέκτης δεν δέχεται σήμα με συνέπεια να ενεργοποιείτε η έξοδος του μικροελεγκτή.



Σχήμα 4.8 : Έλεγχος ενεργοποίησης αισθητήρα

Αφού ολοκληρώσουμε την διαδικασία προγραμματισμού ανοίγουμε την καρτέλα «αρχείο» και πατάμε αποθήκευση. Έπειτα έχουμε δημιουργήσει ένα αρχείο του τύπου «.fcf». Τέλος από την αρχική οθόνη επιλέγουμε στην καρτέλα «μικροελεγκτής», την επιλογή “μετατροπή σε C” και έτσι έχουμε καταφέρει να δημιουργήσουμε ένα πρόγραμμα σε γλώσσα C. Και εδώ έρχεται το επόμενο πρόγραμμα Mplab της Microchip με το οποίο θα δημιουργήσουμε τον κώδικα μηχανής με σκοπό να μπορούμε να ελέγχουμε τους καταχωρητές αλλά και για κατά κύριο λόγο να περάσουμε το πρόγραμμα με την βοήθεια του αναπτυξιακού μέσα στον μικροελεγκτή.

4.2 Λογισμικό πακέτο MPLAB

4.2.1 Εισαγωγή

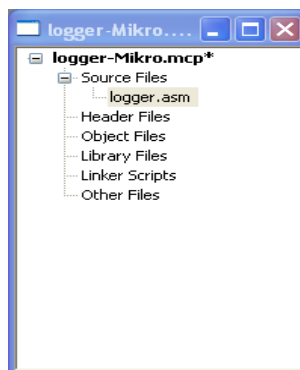
Κατά την ανάπτυξη της κάθε εφαρμογής δημιουργούνται αρκετά αρχεία από τα οποία τα πιο σημαντικά είναι τα παρακάτω:

Αρχεία . ASM : είναι τα αρχεία που περιέχουν τον κώδικα του προγράμματος σε γλώσσα ASSEMBLY για τους μικροελεγκτές της MICROCHIP. Τα αρχεία αυτά δημιουργούνται με ένα πρόγραμμα συντάκτη (editor) και συνήθως χρησιμοποιείται ο ενσωματωμένος συντάκτης του MPLAB.

Αρχεία . HEX : είναι τα αρχεία που περιέχουν τον κώδικα του προγράμματος σε γλώσσα μηχανής (δεκαεξαδική μορφή) μετά την συμβολομετάφρασή τους από τον συμβολομεταφραστή (assembler) που είναι εμπεριέχεται στο MPLAB. Αυτό πετυχαίνεται με την επιλογή Build All από το μενού

Project και είναι απαραίτητα για την προσομοίωση της εκτέλεσης του προγράμματος καθώς και για την διαδικασία προγραμματισμού του μικροελεγκτή.

Αρχεία .MCP: είναι τα αρχεία που περιέχουν τις πληροφορίες για την εφαρμογή (project) που θέλουμε να αναπτύξουμε και στο οποίο ενσωματώνονται τα αρχεία τύπου .ASM που περιέχουν τον κώδικα σε γλώσσα assembly.



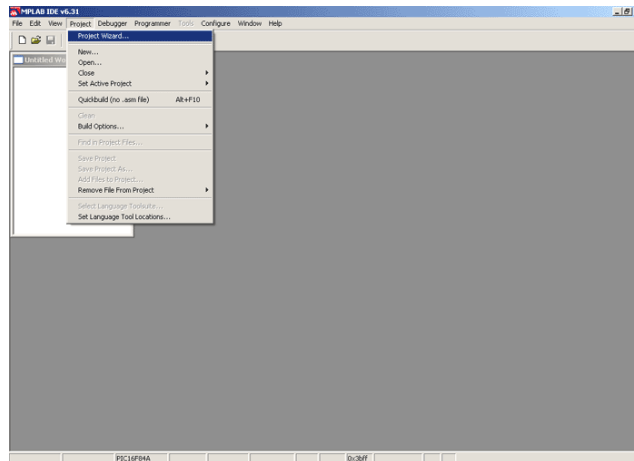
Σχήμα 4.9: Ιεράρχηση των αρχείων στο Mplab

Αρχεία..MCW: είναι τα αρχεία που περιέχουν γενικότερες πληροφορίες για το χώρο εργασίας μας (workspace) όπως για παράδειγμα ο τύπος του μικροελεγκτή ή οι ρυθμίσεις για τον συντάκτη και τον συμβολομεταφραστή όπως αυτές χρησιμοποιούνται από καθέναν προγραμματιστή-ηλεκτρονικό που δουλεύει με το MPLAB.

Το παράθυρο στο οποίο εμφανίζονται όλα τα παραπάνω αρχεία έχει την μορφή του σχήματος 2.10. Τα αρχεία τύπου workspace (.mcw) περιέχουν τις πιο γενικές πληροφορίες και ακολουθούν τα αρχεία τύπου project (.mcp) στα οποία ενσωματώνονται ως αρχεία πηγαίου κώδικα τα αρχεία τύπου assembly (.asm)

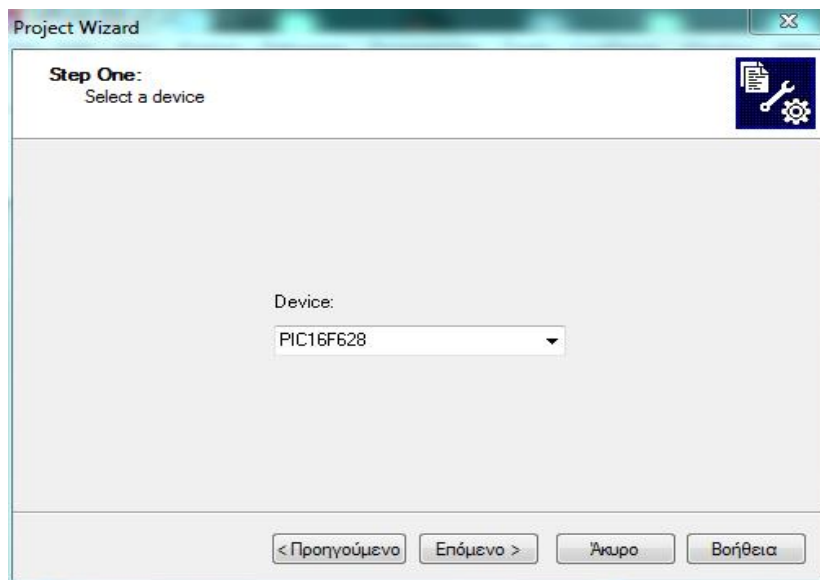
4.2.2 Δημιουργία project

Ξεκινώντας το λογισμικό MPLAB, ρυθμίζουμε τις λεπτομέρειες του παραθύρου έργου επιλέγοντας από το μενού PROJECT είτε την επιλογή NEW είτε την επιλογή PROJECT WIZARD. Στην δεύτερη περίπτωση θα εμφανιστεί ένα παράθυρο όπως αυτό στο σχήμα 2.11.



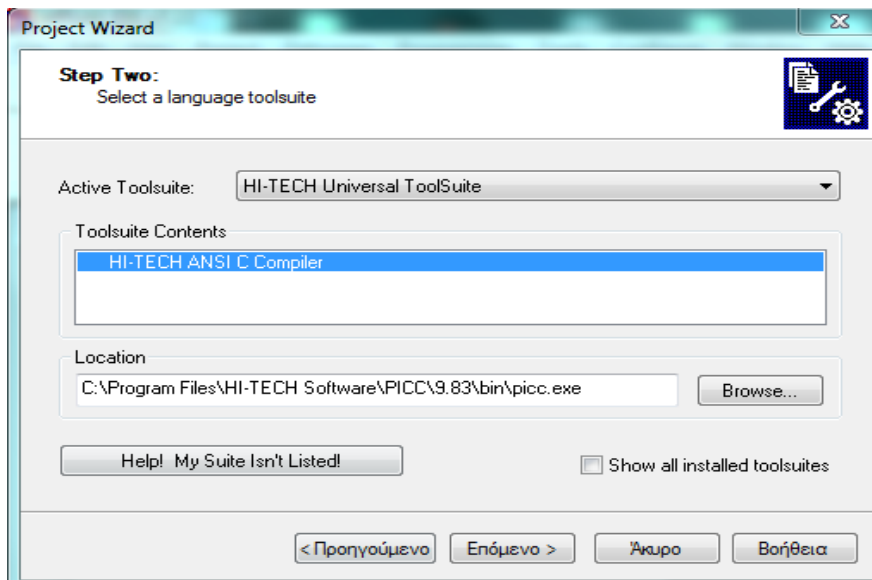
Σχήμα 4.10: Το παράθυρο έναρξης project Mplab

Στη συνέχεια θα πρέπει να επιλέξουμε τον τύπο του μικροελεγκτή που θα χρησιμοποιήσουμε όπως φαίνεται στο σχήμα 2.12.



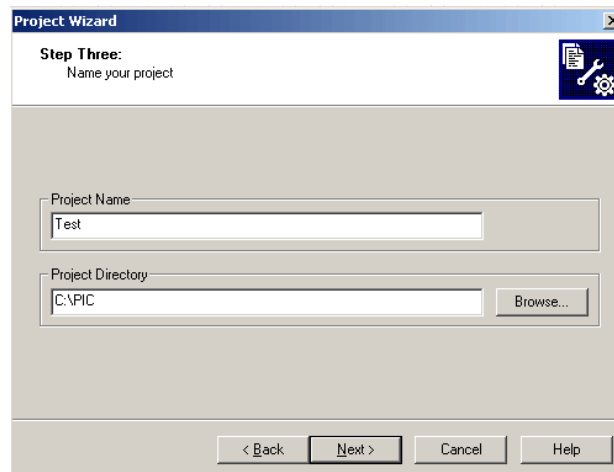
Σχήμα 4.11: Το παράθυρο επιλογής του μικροελεγκτή

Με το επόμενο βήμα, καθορίζουμε την γλώσσα προγραμματισμού που θα χρησιμοποιήσουμε που στην περίπτωσή μας είναι η γλώσσα C για τους μικροελεγκτές PIC και για το λόγο αυτό επιλέγουμε να φορτωθεί ο συμβολομεταφραστής HI-TECH ANSI COMPILER με καθορισμένη διαδρομή αναζήτησης που οδηγεί στο φάκελο που έχει εγκατασταθεί το λογισμικό MPLAB.



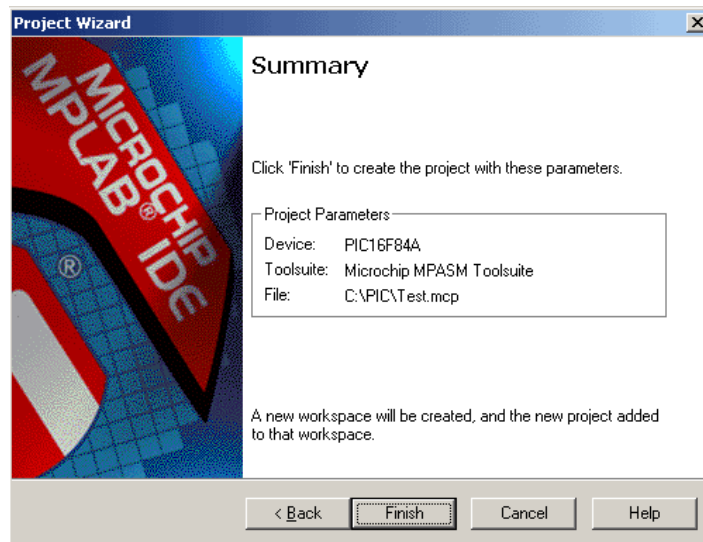
Σχήμα 4.12 : Το παράθυρο επιλογής της γλώσσας προγραμματισμού

Τέλος, δίνουμε όνομα στο έργο που θα δημιουργήσουμε καθώς και τον φάκελο στο οποίο το έργο θα αποθηκευτεί σύμφωνα με το παράθυρο της παρακάτω εικόνας .



Σχήμα 4.13 : Το παράθυρο απόδοσης ονόματος στο έργο.

Στον παραπάνω φάκελο αυτό, θα αποθηκεύουμε και όλα τα αρχεία με τους κώδικες assembly που θα δημιουργήσουμε στην συνέχεια. Η διαδικασία αυτή ολοκληρώνεται με την διαδοχική επιλογή των πλήκτρων NEXT και FINISH οπότε εμφανίζεται ένα παράθυρο με την περίληψη όλων των ρυθμίσεων που δώσαμε έως τώρα.

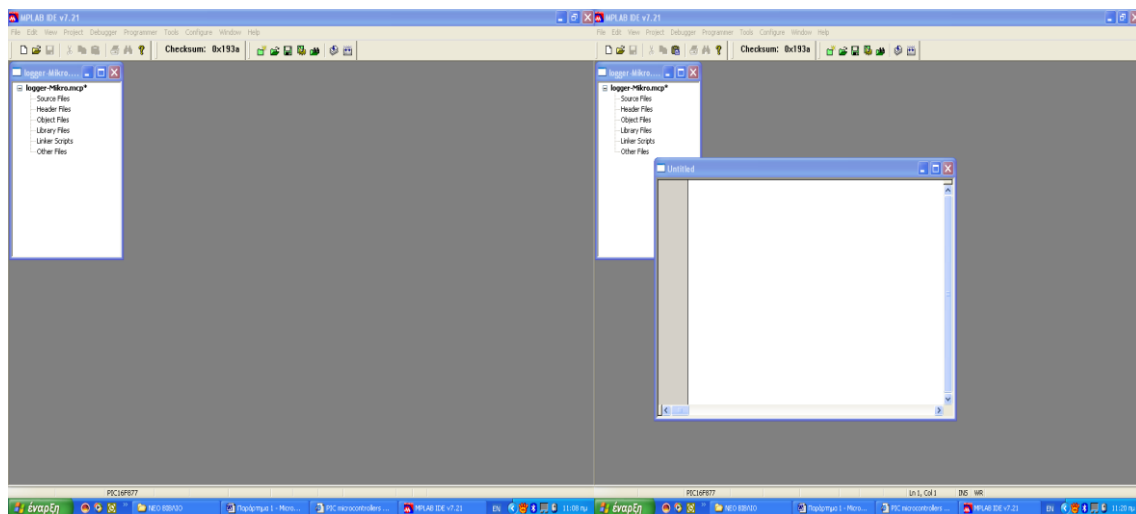


Σχήμα 4.14 : Το παράθυρο περίληψης των ρυθμίσεων του έργου

4.2.3 Δημιουργία του αρχείου κώδικα μηχανής

Μετά την ολοκλήρωση της δημιουργίας του έργου, εμφανίζεται ένα παράθυρο όμοιο με εκείνο της αρχικής εικόνας . Για να γράψουμε τον κώδικα assembly πρέπει να δημιουργήσουμε ένα αρχείο με την βοήθεια του συντάκτη (editor) του MPLAB. Αυτό γίνεται από το μενού FILE και την επιλογή NEW, οπότε ανοίγει ένα λευκό παράθυρο του συντάκτη στο οποίο γράφουμε τις εντολές του κώδικα C που μας ενδιαφέρει.

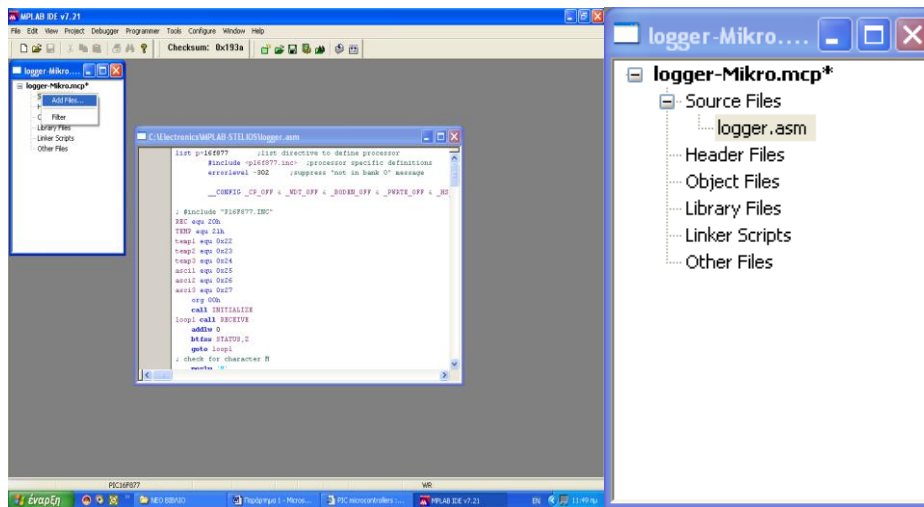
Στο ίδιο μενού διακρίνουμε τις γνωστές επιλογές των WINDOWS για την δημιουργία νέου αρχείου (NEW) , για την φόρτωση ήδη αποθηκευμένου αρχείου (OPEN) και για την αποθήκευση αρχείου (SAVE). Επίσης στο ίδιο μενού προβλέπεται και η δημιουργία, φόρτωση και αποθήκευση σε αρχείο του χώρου εργασίας που έχουμε δημιουργήσει (Workspace, αρχεία με προέκταση .mcw) που θα περιλαμβάνει όλες τις πληροφορίες τόσο για το έργο (project με προέκταση .mcp)) όσο και για τα αρχεία C (με προέκταση .c) που συνδέονται με το έργο.



Σχήμα 4.15 : Το παράθυρο έργου- Σχήμα 4.16: Το παράθυρο του συντάκτη (editor) για την συγγραφή κώδικα

Μετά την συγγραφή του κώδικα και έχοντας επιλεγμένο το παράθυρο του συντάκτη (η γραμμή τίτλου του παραθύρου να είναι έντονη) από την επιλογή Αποθήκευση (Save) αποθηκεύουμε το αρχείο του κώδικα C με την προέκταση .c στον ίδιο φάκελο που έχει αποθηκευτεί και το αρχείο έργου (project).

Το επόμενο βήμα είναι να ενημερώσουμε το αρχείο έργου με τα αρχεία κώδικα που θα περιλαμβάνει. Αυτό γίνεται κάνοντας διαδοχικά δεξί κλικ πάνω στην επιλογή Source Files του παραθύρου project και στην συνέχεια επιλέγοντας την επιλογή Add Files. Στο παράθυρο που εμφανίζεται επιλέγουμε το ήδη αποθηκευμένο αρχείο κώδικα (.c) που έχουμε από πριν δημιουργήσει σύμφωνα με το παραπάνω βήμα.



Σχήμα 4.17 : Η ενημέρωση του έργου με τα αρχεία κώδικα C

και το αρχείο αυτό εμφανίζεται πλέον ενσωματωμένο στα Source Files του έργου μας.

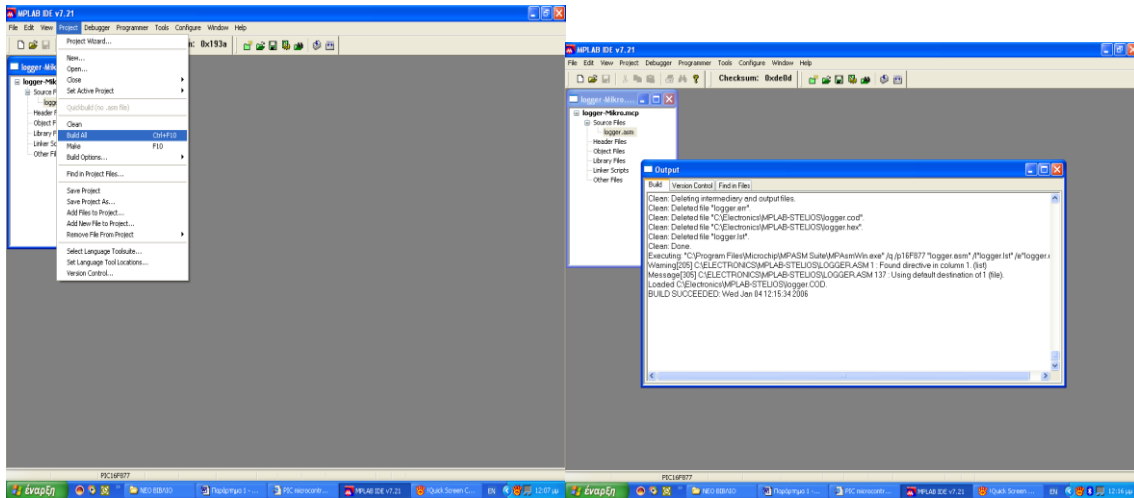
4.2.4 Συμβολομετάφραση του κώδικα

Απαραίτητη προϋπόθεση για την Συμβολομετάφραση του κώδικα σε γλώσσα μηχανής είναι να έχουν ολοκληρωθεί όλα τα παραπάνω βήματα με την τελική ενσωμάτωση των αρχείων C μέσα στο έργο, όπως φαίνεται στο σχήμα 4.18. Η Συμβολομετάφραση γίνεται στην συνέχεια, με την επιλογή Build All (ctrl+F10) του μενού Project, όπως φαίνεται στην εικόνα.

Το αποτέλεσμα ελέγχου της συμβολομετάφρασης και τα συντακτικά λάθη που τυχόν υπάρχουν, εμφανίζονται σε ένα παράθυρο εξόδου (output, Σχήμα 4.22). Κάνοντας κλικ πάνω σε κάθε συντακτικό λάθος, το MPLAB μας μεταφέρει στην αντίστοιχη γραμμή του παραθύρου κώδικα για να το διορθώσουμε.

Από την διαδικασία συμβολομετάφρασης, παράγεται ένα αρχείο που περιέχει τον κώδικα του προγράμματος σε γλώσσα μηχανής (δεκαεξαδική μορφή) και το οποίο μπορούμε εύκολα να δούμε με την εφαρμογή Notepad των Windows. Το αρχείο αυτό έχει το ίδιο όνομα με εκείνο που περιέχει τον κώδικα C (.c) αλλά με διαφορετική επέκταση, την .hex. Το αρχείο αυτό είναι πολύ

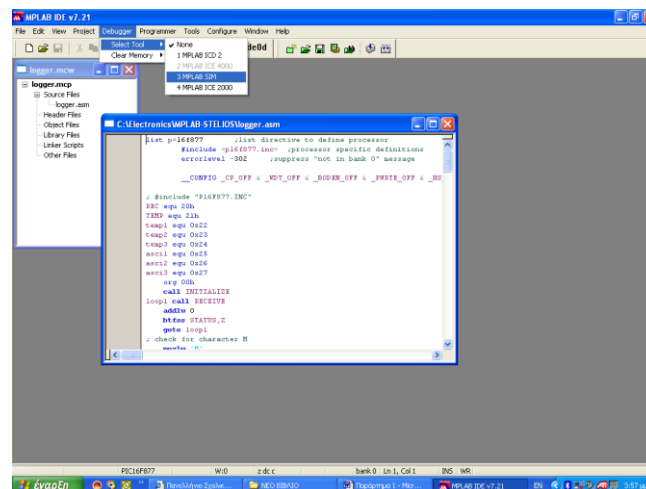
σημαντικό γιατί είναι το αρχείο με τον κώδικα μηχανής που θα φορτωθεί στο ολοκληρωμένο του μικροελεγκτή κατά την διαδικασία προγραμματισμού. Με τον όρο ‘προγραμματισμό’ εννοούμε την διαδικασία με την οποία μεταφέρεται ο κώδικας μηχανής από τον προσωπικό Η/Υ στη μνήμη προγράμματος του μικροελεγκτή και η οποία θα παρουσιαστεί στην συνέχεια.



Σχήμα 4.18 : Η διαδικασία συμβολομετάφρασης του κώδικα C και το παράθυρο εξόδου με τα αποτελέσματα της συμβολομετάφρασης του κώδικα C.

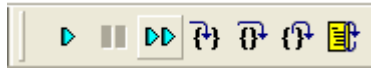
4.2.5 Προσομοίωση της εκτέλεσης του προγράμματος.

Η διαδικασία πραγματοποιείται εφόσον στο περιβάλλον του MPLAB έχει δημιουργηθεί όπως στην προηγούμενη ενότητα, ή έχει φορτωθεί, ένα αρχείο τύπου .hex. Η ενεργοποίηση του προσομοιωτή γίνεται επιλέγοντας το εργαλείο MPLAB SIM διαδοχικά από τα μενού :Debugger/Select Tool, όπως στην Εικόνα



Σχήμα 4.19 : Η διαδικασία συμβολομετάφρασης του κώδικα C.

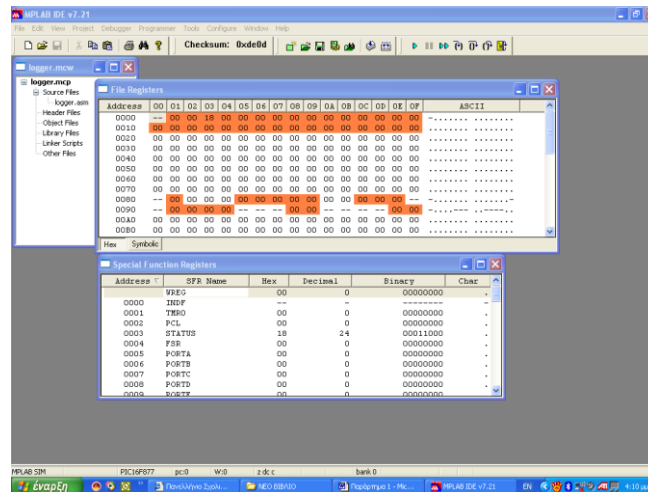
Το παράθυρο του προσομοιωτή φαίνεται στην Εικόνα με τα μπουτόν του οποίου επιλέγουμε είτε την προσομοίωση της εκτέλεσης του προγράμματος εξ’ ολοκλήρου είτε σε βήματα.



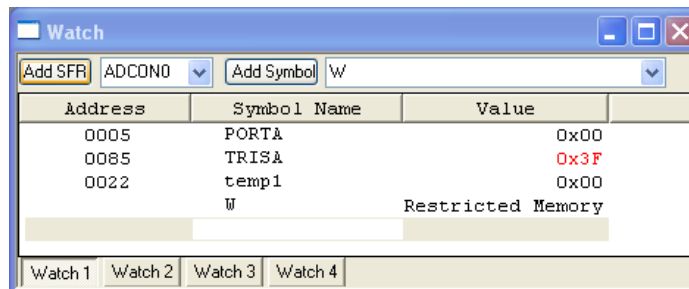
Σχήμα 4.20 : Το παράθυρο του προσομοιωτή MPLAB SIM.

Τα αποτελέσματα της προσομοίωσης μπορούμε να τα παρακολουθήσουμε στα παράθυρα των καταχωρητών δεδομένων (File registers), των ειδικών καταχωρητών δεδομένων (Special Function Registers) που ενεργοποιούνται από το μενού View, όπως φαίνεται στην εικόνα .

Ιδιαίτερη χρησιμότητας και ευκολίας είναι η δημιουργία του παραθύρου Watch (Εικόνα) μέσα από το μενού View και στο οποίο μπορούμε να τοποθετήσουμε είτε έναν καταχωρητή ειδικού σκοπού (πατώντας το αντίστοιχο πλήκτρο Add SFR) είτε ένα καταχωρητή με συμβολικό όνομα που τυχόν έχουμε δημιουργήσει στον κώδικα C (πατώντας το πλήκτρο Add Symbol).



Σχήμα 4.21 : Το παράθυρο των καταχωρητών δεδομένων και επιπλέον το παράθυρο με τους καταχωρητές ειδικού σκοπού (από το μενού View) του μικροελεγκτή που έχουμε επιλέξει από τα μενού Configure / Select Device



Σχήμα 4.22 : Η δημιουργία παραθύρου Watch από το μενού View.

4.3 Προγραμματισμός του μικροελεγκτή με αναπτυξιακή μονάδα

Όπως αναφέρθηκε στην προηγούμενη παράγραφο, για τον προγραμματισμό του μικροελεγκτή πρέπει απαραίτητα να έχει δημιουργηθεί ένα αρχείο τύπου .Hex που περιέχει τον κώδικα του προγράμματος σε γλώσσα μηχανής.

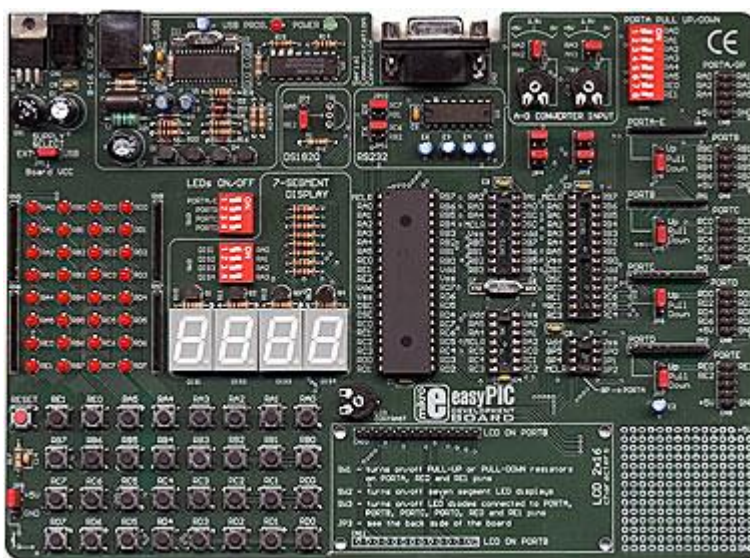
Με το προγραμματισμό, μεταφέρουμε το αρχείο τύπου .hex από τον H/Y στην μνήμη προγράμματος του μικροελεγκτή. Συνήθως, η εκτέλεση του προγράμματος αρχίζει με την τροφοδότηση του ολοκληρωμένου του μικροελεγκτή. Από εκεί και πέρα ο προγραμματισμός

μπορεί να γίνει με διάφορες μονάδες προγραμματισμού οι οποίες συνδέονται στον Η/Υ είτε μέσω της σειριακής είτε μέσω της παράλληλης διασύνδεσης είτε τέλος μέσω της διασύνδεσης USB. Στη συνέχεια θα παρουσιάσουμε τον τρόπο προγραμματισμού του μικροελεγκτή μας με την βοήθεια προγραμματιστή που είναι ενσωματωμένος στην αναπτυξιακή μονάδα EasyPic.

4.3.1 Προγραμματισμός με την αναπτυξιακή μονάδα EasyPIC2 της ΜΙΚΡΟ-ΕΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ

Στην Εικόνα φαίνεται η αναπτυξιακή μονάδα EasyPIC2 της εταιρείας ΜΙΚΡΟΕΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ την οποία και προτείνουμε επειδή:

- 1) Έχει ενσωματωμένο αρκετό περιφερειακό εξοπλισμό για την δοκιμή των προγραμμάτων όπως LEDs, διακόπτες, 7-segment displays, A/D converters και RS232 διασύνδεση και μπορεί να προγραμματίσει μεγάλο πλήθος μικροελεγκτών PIC
- 2) Ο προγραμματισμός και η τροφοδοσία γίνεται μέσω ενός απλού καλωδίου USB (δεν χρειάζεται δηλαδή ξεχωριστή ηλεκτρική τροφοδοσία)
- 3) Έχει την δυνατότητα επιπλέον προσαρμογής και άλλων πολλών περιφερειακών μονάδων όπως LCD display, RS232/RS485 διασύνδεση, IrDA μετατροπείς κ.λπ.
- 4) Έχει πολύ μικρό κόστος και μπορεί να παραγγελθεί μέσω διαδικτύου από τον δικτυακό τόπο της εταιρείας www.mikroelektronika.com στο οποίο μπορούμε να δούμε και άλλες αναπτυξιακές μονάδες για τους μικροελεγκτές PIC.



Σχήμα 4.23 : Η αναπτυξιακή μονάδα EasyPIC2 της ΜΙΚΡΟΕΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ

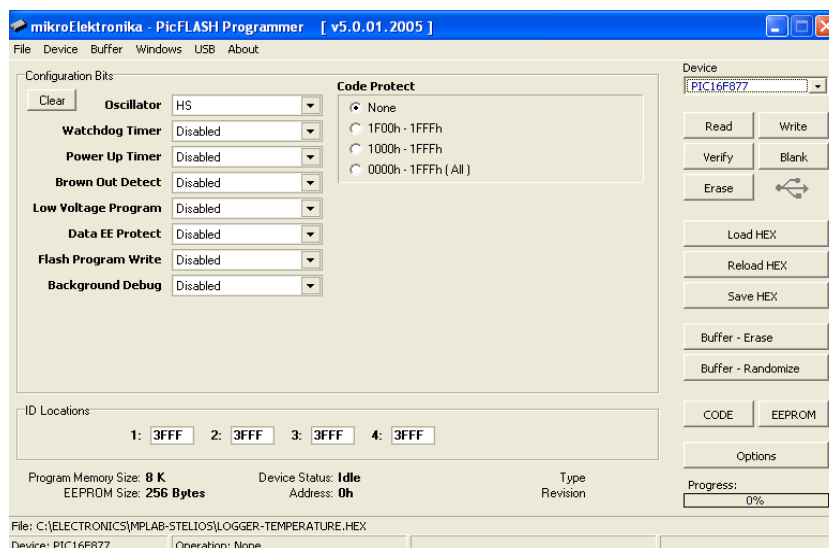
4.3.2 Λογισμικό Πακέτο PicFlash

Στο συνοδευτικό CD της εταιρείας, εκτός από το πλήθος των παραδειγμάτων και το ηλεκτρονικό υλικό για την γλώσσα assembly-C, υπάρχει και το λογισμικό PICFLASH (Εικόνα

4.23) με το οποίο γίνεται ο προγραμματισμός των ολοκληρωμένων μέσω της αναπτυξιακής πλακέτας EasyPIC.

Έτσι τα βήματα που πρέπει να κάνουμε για να προγραμματίσουμε με αυτή την πλακέτα είναι:

- 1) Δημιουργία με το λογισμικό Flowcode του κώδικα C (αρχείο .C) και συμβολομετάφρασή του με το λογισμικό Mplab. Από την συμβολομετάφραση δημιουργείται ένα αρχείο τύπου .hex. Το λογισμικό MPLAB Βρίσκεται και στο συνοδευτικό CD της εταιρείας MIKROELEKTRONIKA.
- 2) Φόρτωση του λογισμικού PICFLASH και στη συνέχεια από το μενού File φορτώνουμε το αρχείο με το κώδικα μηχανής (αρχείο .hex) που δημιουργήσαμε από το MPLAB
- 3) Στη συνέχεια ακολουθούμε πάλι τα αντίστοιχα βήματα που παρουσιάστηκαν στην προηγούμενη ενότητα δηλαδή πατώντας τα αντίστοιχα πλήκτρα κάνουμε διαδοχικά τις παρακάτω ενέργειες:
 - i. έλεγχος για το αν είναι κενή μνήμη του μικροελεγκτή (μπουτόν Blank)
 - ii. διαγραφή της μνήμης εάν αυτό απαιτείται (μπουτόν Erase)
 - iii. προγραμματισμός του ολοκληρωμένου με τον δεκαεξαδικό κώδικα (μπουτόν Write). Το αρχείο .hex από το οποίο φορτώνεται ο κώδικας μηχανής καθώς και ο τύπος του μικροελεγκτή φαίνονται στην κάτω αριστερή γωνία του παραθύρου του λογισμικού PICFLASH.



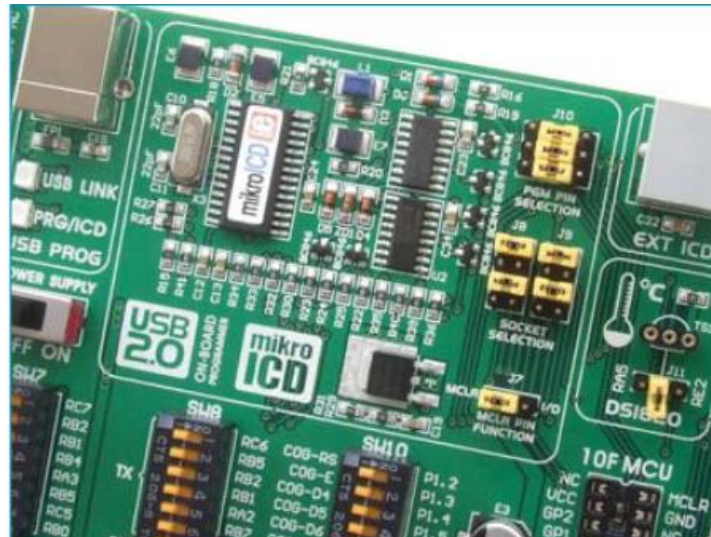
Σχήμα 4.24: Το παράθυρο του λογισμικού PicFlash

- iv. στο ίδιο παράθυρο διακρίνονται και τα μενού επιλογής ρυθμίσεων των Configuration Bits για τους μικροελεγκτές PIC στην περίπτωση που απαιτείται να αλλάξουμε αυτές τις ρυθμίσεις. Συνήθως αλλάζουμε τον τύπο του ταλαντωτή σε XT ή HS όταν χρησιμοποιούμε κρύσταλλο στο κύκλωμα χρονισμού του μικροελεγκτή.

Πάντως όπως αναφέρθηκε και στην προηγούμενη παράγραφο οι ρυθμίσεις αυτές μπορούν να ορισθούν μέσα στον κώδικα με τις εντολές αρχικών δηλώσεων .

4.3.3 Programmer και το σύστημα εκσφαλμάτωσης του (ICD)

Ο προγραμματιστής είναι βασικό στοιχείο σε μια αναπτυξιακή πλακέτα και έχει κατασκευαστεί για να λειτουργεί με όλα τα μοντέλα της PIC.



Σχήμα 4.25: Ο programmer

Ο mikroICD εκσφαλματωτής είναι ένα αναπόσπαστο κομμάτι του προγραμματιστή μας. Χρησιμοποιείτε για έλεγχο και εκσφαλμάτωση των προγραμμάτων, ο λόγος είναι για να ελέγχουμε τους καταχωρητές σε πραγματικό περιβάλλον. Αξίζει να σημειωθεί πως έχει ενσωματωμένους αρκετούς μεταγλωττιστές (compilers) για όλους τους PIC. Για να ενεργοποιηθεί η διαδικασία εκσφαλμάτωσης θα πρέπει να επιλέξουμε Build type-ICD Debug and Debugger-MikroICD, πριν ακόμη φορτώσουμε το πρόγραμμα στον μικροελεγκτή μας. Ο εκσφαλματωτής επικοινωνεί με τον υπολογιστή μέσω των ακροδεκτών του μικροελεγκτή που χρησιμοποιεί για προγραμματισμό. Κατά τη διάρκεια που τρέχει το πρόγραμμα, οι ακροδέκτες του μικροελεγκτή δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για καμία άλλη λειτουργία.

Κεφάλαιο 5 _ Ανάπτυξη εφαρμογής

5.1. Εισαγωγή

Η διαρκής προσπάθεια του ανθρώπου για διεύρυνση των γνωστικών του πεδίων και για βελτίωση της ποιότητας ζωής του, οδήγησε σε μία αλματώδη εξέλιξη της τεχνολογίας. Το στοιχείο που χαρακτήρισε τον εικοστό αιώνα ήταν η ραγδαία πρόοδος της επιστήμης της ηλεκτρονικής, η οποία γνώρισε εκρηκτική ανάπτυξη μετά την ανακάλυψη των τρανζίστορ πυριτίου (Si). Η σχεδίαση ηλεκτρονικών κυκλωμάτων και η χρησιμοποίησή τους σε κάθε είδους συσκευών, αυξάνονταν ολοένα και περισσότερο. Φτάνοντας στο σήμερα, παρατηρείται ότι οι εφαρμογές της ηλεκτρονικής έχουν γίνει αναπόσπαστο κομμάτι της ζωής του σύγχρονου ανθρώπου. Αυτές περιλαμβάνουν από απλές συσκευές καθημερινής χρήσης, μέχρι πολύπλοκες βιομηχανικές διατάξεις.

Μέχρι πρόσφατα τα ηλεκτρονικά προϊόντα σχεδιάζονταν από σχετικά μικρές ομάδες ατόμων, χρησιμοποιώντας διάφορα σχεδιαστικά εργαλεία για την ολοκλήρωση της εργασίας. Λόγω της μικρής πολυπλοκότητας των κυκλωμάτων δεν είχαν αναπτυχθεί σύνθετες σχεδιαστικές διαδικασίες. Όμως στο σύγχρονο κόσμο της σχεδίασης ηλεκτρονικών κυκλωμάτων, που αναπτύσσεται με ταχύτατους ρυθμούς, επιτυχημένα προϊόντα θεωρούνται αυτά που είναι φθηνότερα, περισσότερο αξιόπιστα, ταχύτερα, μικρότερα, καταναλώνουν μικρότερη ισχύ και έχουν περισσότερα χαρακτηριστικά λειτουργίας. Η αυξανόμενη απόδοση και πολυπλοκότητα των συσκευών έχει σαν αποτέλεσμα τη συνεχή βελτίωση των διαδικασιών σχεδίασης. Ένα αποδοτικό σχεδιαστικό πακέτο ενσωματώνει όλα τα στάδια σχεδιασμού του προϊόντος, από την αρχική του σύλληψη μέχρι την τελική κατασκευή του.

Για το λόγο αυτό αναπτύχθηκε ένας βιομηχανικός κλάδος αυτοματοποίησης του ηλεκτρονικού σχεδιασμού με την ονομασία E.D.A. (*Electronic Design Automation*), ο οποίος περιλαμβάνει προϊόντα, υπηρεσίες, εργαλεία και οργανισμούς, που καθιστούν δυνατό το σχεδιασμό των σύγχρονων ηλεκτρονικών συστημάτων.

Η πλειοψηφία των σύγχρονων ηλεκτρονικών προϊόντων σχεδιάζονται ακολουθώντας τα παρακάτω στάδια:

Σύλληψη Ιδέας → Σχεδιασμός → Εξομοίωση → Τυπωμένο Κύκλωμα → Παραγωγή

Γενικά η σύλληψη της ιδέας, ο σχεδιασμός και η εξομοίωση αποτελούν το θεωρητικό τμήμα του σχεδιασμού, ενώ η δημιουργία του τυπωμένου κυκλώματος και η παραγωγή του προϊόντος είναι το πρακτικό μέρος.

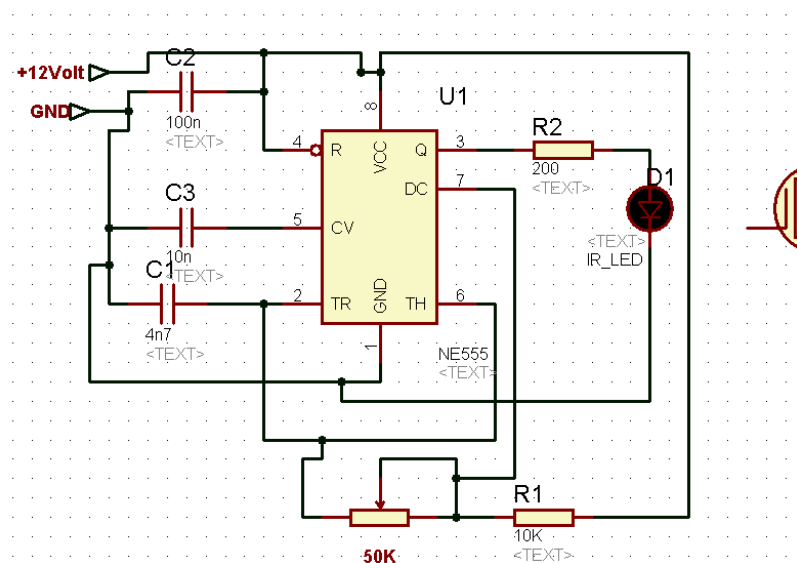
Ένα σημαντικό εργαλείο στα χέρια των μηχανικών αποτελούν τα σύγχρονα σχεδιαστικά πακέτα, που ενσωματώνουν τις παραπάνω διαδικασίες και απλοποιούν σημαντικά την όλη διαδικασία. Στην παρούσα εργασία γίνεται ανάλυση της μεθοδολογίας που ακολουθείται για την τελική δημιουργία του τυπωμένου κυκλώματος (Printed Board Circuit), με τη χρήση του πακέτου της εταιρείας Protel. Σε αυτό το κεφάλαιο υπάρχει μία πρακτική εφαρμογή της όλης διαδικασίας, με το σχεδιασμό ενός κυκλώματος «ανιχνευτή κίνησης υπέρυθρων ελεγχόμενο από μικροελεγκτή» γενικής χρήσης. Τέλος παρουσιάζονται τα διάφορα προβλήματα που ανακύπτουν κατά τη διάρκεια των βημάτων σχεδίασης και προτείνονται εναλλακτικές λύσεις.

5.2. Ανάλυση κυκλωμάτων σε κατασκευαστικό περιβάλλον

Αρχικά παραθέτουμε το ηλεκτρονικό κύκλωμα σε σχηματικό περιβάλλον σε παρουσίαση Proteus και κατόπιν το σχέδιο της πλακέτας το οποίο σχεδιάστηκε με την χρήση του Protel.

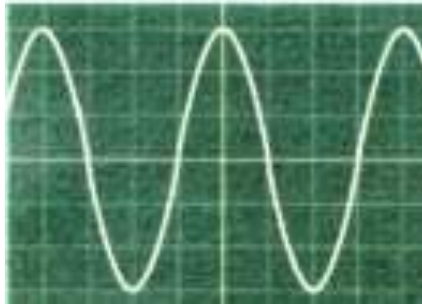
5.2.1. Πομπός υπέρυθρου ανιχνευτή

Ξεκινώντας με την σχεδίαση των κυκλωμάτων του συστήματος φτιάξαμε ένα πρόχειρο σχέδιο με το πρόγραμμα Proteus για κάθε κύκλωμα. Παρακάτω φαίνεται το κύκλωμα του πομπού:



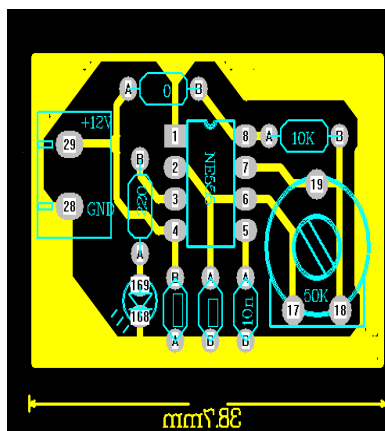
Σχήμα 5.1 : Πομπός υπέρυθρων σχεδιασμένο με το Proteus.

Όπως αναφέραμε στα προηγούμενα κεφάλαια αυτό είναι το κύκλωμα του πομπού υπέρυθρης ακτινοβολίας. Κατά την υλοποίηση του σε PCB πλακέτα χρειαστήκαν το ολοκληρωμένο NE555, αντιστάσεις, πυκνωτές και ένα IR LED το οποίο εκπέμπει υπέρυθρη ακτινοβολία με ορισμένη (αναλόγως τις τιμές των αντιστάσεων και των πυκνωτών) συχνότητα, ρυθμιζόμενη πάντα από μια αντίσταση τύπου Trimmer. (Όλα αυτά έγιναν με χρήση παλμογράφου σε εργαστηριακό χώρο με βάση θεωρητικές γνώσεις.)



Σχήμα 5.2: Παλμογράφος-Ημιτονοειδής συνάρτηση

Το κύκλωμα σχεδιασμένο στο πρόγραμμα Protel φαίνεται παρακάτω:

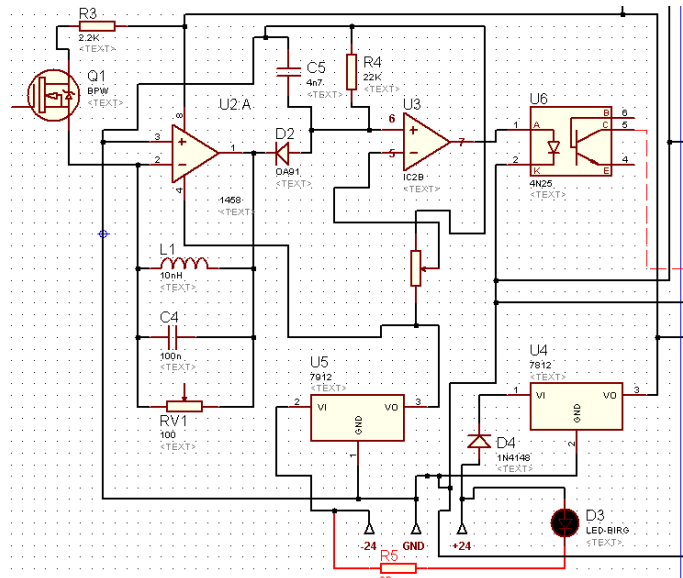


Σχήμα 5.3 :Ο πομπός σχεδιασμένος με το Protel

Αξίζει να σημειώσουμε πως για την τροφοδοσία χρησιμοποιήθηκε μια «κλέμα» στην οποία παρείχαμε τάση από ένα τροφοδοτικό ρυθμιζόμενο στα 12Volt. Το εξωτερικό περίβλημα της πλακέτας (κίτρινο χρώμα) είναι γέμισμα χαλκού για εξοικονόμηση κόστους και αντιπροσωπεύει την γείωση του κυκλώματος. Τα σχέδια που φαίνονται με γαλάζιο χρώμα είναι τα εξαρτήματα (components) που χρησιμοποιήθηκαν αφού βέβαια παραμετροποιήθηκαν ως προς τα ποδαράκια τους (pads) για να ταιριάζουν με τα αντίστοιχα ολοκληρωμένα που τοποθετούνται πάνω σε αυτή.

5.2.2. Δέκτης Υπερύθρου ανιχνευτή

Επόμενη μας κατασκευή είναι το κύκλωμα του δέκτη υπέρυθρων στο οποίο παρουσιάζεται και το κύκλωμα συμμετρικής τάσης.



Σχήμα 5.4: Κύκλωμα Δέκτημε συμμετρική τάση και οπτοζεύκτη

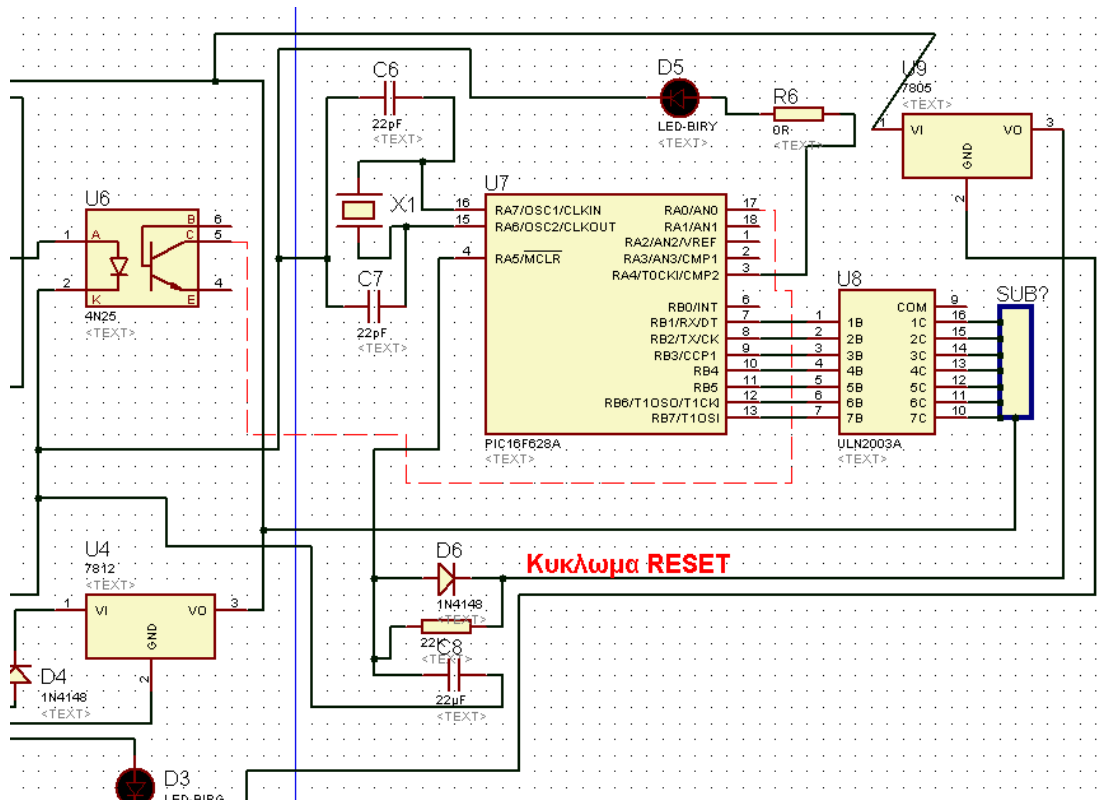
Βλέπουμε λοιπόν ότι για την μετατροπή από +24Volt βάλουμε 2 σταθεροποιητές 7812 (θετικός) και 7912 (αρνητικός) για να μπορέσουμε να πάρουμε την συμμετρική τάση των ±12Volt. Επίσης το ολοκληρωμένο Lm1458 παρουσιάζεται με έναν διπλό συγκριτή και έχει αναλυθεί σε προηγούμενο κεφάλαιο.

5.2.3. Κύκλωμα μικροελεγκτή

Στο επόμενο σχέδιο παραθέτουμε την σύνδεση του μικροελεγκτή τόσο ως προς τις εισόδους του όσο και προς τις εξόδους. Φαίνεται το κύκλωμα reset, χρονισμού, ενεργοποίησης εξόδου αλλά και το κύκλωμα εξόδου. (Επίσης μπορούμε να κάνουμε λόγο και για σειριακή επικοινωνία στην πλακέτα μας PCB, απλά λόγω τεχνικών προβλημάτων δεν συνδέθηκε το κύκλωμα MAX232).

Όσο αναφορά τις εξόδους του μικροελεγκτή έγινε χρήση του ULN2003 για να μπορούμε να οδηγήσουμε εξωτερικά περιφερειακά με μεγαλύτερες απαιτήσεις σε τάσεις και ρεύματα. Επίσης μπορούμε να διακρίνουμε το κύκλωμα reset όπου στην θέση ενός συνηθισμένου button έχουμε μια δίοδο ελέγχου.

Αξίζει να σημειωθεί πως για την οδήγηση των εξόδων το ολοκληρωμένο λειτουργεί ως εξής. Όταν δέχεται λογικό 0, τότε η έξοδος του είναι στον αέρα, ενώ όταν δέχεται λογικό 1 (+5Volt), τότε η έξοδος αποκτά μια μικρή τάση της τάξεως των 0,6Volt που το εξωτερικό περιφερειακό την εκλαμβάνει σαν 0.



Σχήμα 5.5: Κύκλωμα μικροελεγκτή σχεδιασμένο στο Proteus

Τέλος παραθέτουμε το ολοκληρωμένο σχέδιο (schematic) που υλοποιήθηκε για έναν πλήρη έλεγχο εξωτερικών περιφερειακών από έναν αισθητήρα υπέρυθρης κίνησης.

5.2.4. Υλικά- Εξαρτήματα

Τα υλικά που χρησιμοποιήθηκαν φαίνονται στην παρακάτω λίστα.

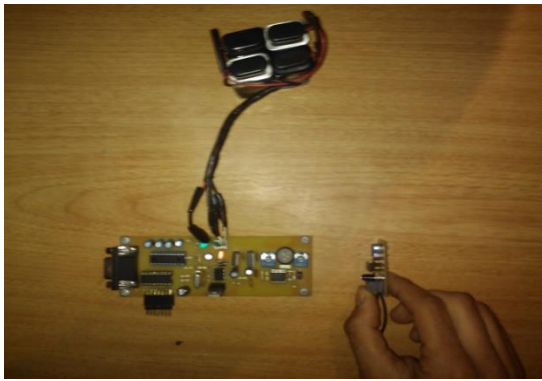
- Αντιστάσεις
- Αντιστάσεις τύπου Trimmer
- Πυκνωτές
- Πηνίο
- Δίοδοι
- Φωτοτρανζίστορ
- Leds
- Φωτοδίοδος
- Διαμορφωτής NE555
- Τελεστικός ενισχυτής LM1458
- Οπτοζεύκτης
- Σταθεροποιητές 7812, 7912 και 7805
- Μικροελεγκτής PIC16F628
- ULN2003
- Τροφοδοτικό 220V-12V
- Σειρήνα 12Volt εσωτερικού χώρου
- 4 Μπαταρίες(9Volt)

Για την δημιουργία της πλακέτας χρησιμοποιήσαμε μια πλάκα χαλκού, κολλητήρι, καλάι και απογυμνωτή για τις διορθώσεις που προέκυψαν. Επίσης για τον έλεγχο της σωστής λειτουργίας έγινε χρήση πολύμετρου και παλμογράφου.

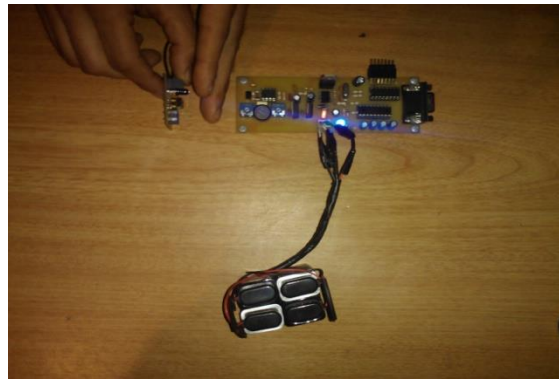
Για την επικοινωνία με τον προγραμματιστή (programmer) χρησιμοποιήθηκε καλώδιο USB to USB. Ενώ ο προγραμματιστής αγοράστηκε έτοιμος από την εταιρία της Mikro-Elektronika.

5.3. Παρουσίαση Κατασκευής

Εδώ φαίνεται το κύκλωμα μας σε λειτουργία “ON”, τροφοδοτούμενο από κύκλωμα μπαταριών σε σειρά. Στην αριστερή εικόνα σε λειτουργία “ENABLE ALARM SYSTEM” όπου βλέπουμε το γαλάζιο λαμπάκι να ενεργοποιείται και να αναβοσβήνει, που σημαίνει πώς είναι το κύκλωμα βρίσκεται σε κατάσταση STAND BY.



Σχήμα 5.7: Πομπός και δέκτης δίχως παρεμβολή.



Σχήμα 5.8: Πομπός και δέκτης με παρεμβολή.

Όταν ανάμεσα σε πομπό και δέκτη παρεμβάλλεται ανθρώπινο σώμα, τότε η σειρήνα εσωτερικού χώρου ενεργοποιείται και το γαλάζιο LED θα σταματήσει να αναβοσβήνει και θα παραμείνει σταθερά αναμμένο όπως βλέπουμε στην δεξιά εικόνα (φυσικά εδώ δεν μπορούμε να έχουμε πλήρη εικόνα της κατάστασης) τότε είναι ενεργοποιημένο το σύστημα του αισθητήρα μας. Και έτσι έχουμε την κατάσταση high στις εξόδους. Για αυτό λοιπόν και παρουσιάζουμε την παραβίαση με αναμμένο γαλάζιο LED.

5.4. Συμπερασματικά

Από τα πρώτα αντικείμενα που ασχοληθήκαμε ήταν η κατανόηση της αρχής λειτουργίας ενός ανιχνευτή κίνησης υπερύθρων και την δημιουργία κατάλληλων κυκλωματικών διατάξεων για τον έλεγχο και ανάπτυξη αυτού. Τα κυκλώματα οδήγησης θα πρέπει να πληρούν κάποιες προϋποθέσεις για να λειτουργήσει σωστά το σύστημα. Όπως η τάση που θα δώσουμε στο κύκλωμα ανίχνευσης κίνησης σε συνδυασμό με τις απαιτήσεις τάσεων και ρευμάτων του μικροελεγκτή μας, αλλά και την ενίσχυση και σταθεροποίηση της τάσης αυτής.

Όσο αναφορά το κύκλωμα του ανιχνευτή, το οποίο αναλύσαμε μέσα στην εργασία, ήταν απαραίτητο στο τέλος να συντονίσουμε τον πομπό με τον δέκτη. Αυτό έγινε εφικτό με την χρήση παλμογράφου αλλά και τις βασικές γνώσεις για κυκλώματα συντονισμού RLC, όπου μας βοήθησε στην κατάλληλη επιλογή αντιστάσεων και πυκνωτών.

Η συνολική τάση του πομπού ήταν ελεγχόμενη από 9-12 Volt με ένα τροφοδοτικό. Στην περίπτωση δέκτη και κύκλωμα μικροελεγκτή (όπου η πλακέτα είναι κοινή) χρησιμοποιήθηκαν 4 μπαταρίες των 9Volt η κάθε μια, συνδεδεμένες σε σειρά, για να δίνουμε τα 18Volt στην θετική τροφοδοσία και τα -18Volt στην αρνητική τροφοδοσία με κοινό τον ακροδέκτη γείωσης. Αυτό ήταν ένα πρόβλημα, διότι με ένα απλό τροφοδοτικό το κύκλωμα λειτουργούσε σαν ζυγαριά, και ενώ από την μία παίρνουμε τα -24volt σε -12Volt χωρίς απώλειες από την άλλη το κύκλωμα του μικροελεγκτή που αναζητούσε τα +12Volt είχε μεγάλη πτώση τάσης, και έπαιρνε μόνο 4-6Volt.

Μετά από τον πλήρη σχεδιασμό της πλακέτας PCB, επόμενο αντικείμενο ήταν ο προγραμματισμός του. Αρχικά προσπαθήσαμε να ελέγξουμε την πλακέτα μας από τον υπολογιστή(Laptop) με καλώδιο σειριακό (RS232) συνδεδεμένο σε USB θύρα του H/Y με ISP (In System Programming)! Συναντήσαμε αρκετές δυσκολίες διότι δεν είχαμε το κατάλληλο firmware αλλά και τους κατάλληλους drivers για την υλοποίηση της επικοινωνίας. Έτσι χρησιμοποιήσαμε εν τέλει το αναπτυξιακό της Mikro-Elektronika, EasyPIC3. Το οποίο είχε δική του τροφοδοσία αλλά μπορούσε να πάρει και την ανάλογη τάση μέσω του προγραμματιστικού καλωδίου. Έχει μεγάλη ποικιλία από μικροελεγκτές που μπορούν να προγραμματιστούν με αριθμό ακροδεκτών από 8-40. Εμείς χρησιμοποιήσαμε την DIP18 για τον μικροελεγκτή μας.

Επίλογος - Συμπεράσματα

Παρ' όλα αυτά η πτυχιακή εργασία σε συνδυασμό με το αναπτυξιακό εκτός από ένα απλό σύστημα συναγερμού με κάποια σειρήνα ή φάρο έχει την δυνατότητα για περαιτέρω επεκτάσεις τις οποίες αναλύουμε παρακάτω

Μία από αυτές είναι η σύνδεση LCD οθόνης όπως και πληκτρολογίου για πλήρη έλεγχο ενός συναγερμού με κωδικό ενεργοποίησης. Επίσης με μια εξωτερική πλακέτα σύνδεσης κινητού όπως για παράδειγμα κάποιο MODULE μπορούμε να δημιουργήσουμε έναν τηλεφωνητή ο οποίος θα ειδοποιήσει σε συναγερμό, τηλεφωνικούς αριθμούς κινητά ή στέλνοντας κάποιο μήνυμα. Σαν επιπλέον επέκταση στο σύστημα μας θα μπορούσε να είναι μια κάμερα που με την βοήθεια της ασύρματης επικοινωνίας να μπορεί να παρακολουθείται ο χώρος απομακρυσμένα σε περιπτώσεις παραβίασης χώρου ή μη.

Αυτοί είναι οι ανιχνευτές κίνησης διπλής τεχνολογίας. Αυτοί, όπως μπορεί να καταλάβει κανείς, συνδυάζουν στη λειτουργία τους δύο διαφορετικές τεχνολογίας. Για παράδειγμα, μπορεί να συνδυάζει έναν ανιχνευτή κίνησης μικροκυμάτων μ' έναν παθητικό αισθητήρα υπερύθρων ή έναν ανιχνευτή θραύσης κρυστάλλων μ' έναν παθητικό αισθητήρα υπερύθρων. Αυτοί οι ανιχνευτές διπλής τεχνολογίας εξασφαλίζουν μεγαλύτερη ακρίβεια και μπορούν ευκολότερα να διακρίνουν μια πραγματική διάρρηξη από πηγές εσφαλμένου συναγερμού. Όπως είναι φυσικό, κοστίζουν περισσότερο, παρ' όλα αυτά οι ανιχνευτές που συνδυάζουν την τεχνολογία υπερύθρων καταναλώνουν λιγότερη ενέργεια από τους άλλους.

Υπάρχουν επίσης οι ανιχνευτές οροφής, που προγραμματίζονται ώστε να ενεργοποιούν το σύστημα συναγερμού ή την κάμερα παρακολούθησης ή ακόμα και ν' ανάβουν κάποια φώτα. Είναι δε η καλύτερη λύση όταν υπάρχει περίπτωση οι ανιχνευτές τοίχου να μπλοκαριστούν από έπιπλα. Σημαντική λεπτομέρεια που πρέπει να προσέξουμε σ' έναν ανιχνευτή κίνησης οροφής είναι η γωνία ανίχνευσής του.

Οι ανιχνευτές κίνησης εξωτερικού χώρου προστατεύουν περιμετρικά ένα κτήριο. Συχνά χρησιμοποιούν συνδυασμένη τεχνολογία και μπορεί να είναι προγραμματισμένα ώστε να οπλίζουν το σύστημα συναγερμού όταν αντιληφθούν την κίνηση κάποιου διαρρήκτη ή να συνδυάζονται με καταγραφικά, όπως ένα κλειστό κύκλωμα τηλεόρασης CCTV. Οι ανιχνευτές εξωτερικού χώρου μπορεί να είναι ασύρματα ή ενσύρματα.

Τέλος, υπάρχουν και τα κρυφά συστήματα ανίχνευσης κίνησης, τα οποία είναι μικρά σε μέγεθος και δεν τα παρατηρεί κανείς εύκολα. Χρησιμοποιούν κι αυτά συνήθως την τεχνολογία υπερύθρων, ενώ είναι δυνατόν να διαθέτουν και μια μικρή κρυφή κάμερα, η οποία ενεργοποιείται μόνο με την κίνηση. Σ' αυτή την περίπτωση δεν χρησιμοποιούνται μόνο για την ανίχνευση

διαρρηκτών, αλλά και για θέματα ασφαλείας, π.χ. την παρακολούθηση εργαζομένων στην οικία μας ή ακόμα και των παιδιών μας, όταν αυτά είναι μόνα.

Συνοψίζοντας με τις επεκτάσεις του συστήματος ανίχνευσης, έχοντας τις γνώσεις, θα μπορούσαμε να συνδέσουμε πάνω στον μικροελεγκτή και περισσότερους αισθητήρες για ένα πλήρως ελεγχόμενο και ασφαλές σύστημα χώρου. Επίσης όσο η τεχνολογία αναπτύσσεται μας προσφέρει περισσότερες δυνατότητες για να καλύψουμε μεγαλύτερες ανάγκες με χαμηλότερο κόστος, με μικρότερο όγκο, με δυνατότητα παρακολούθησης από απομακρυσμένο σημείο, με δυνατότητα καταγραφής δεδομένων!

Παράρτημα

Κώδικας προγράμματος σε κώδικα C:

```
#define MX_PIC
#define MX_USES_UINT8 1
#define MX_USES_SINT16 0
#define MX_USES_CHAR 0
#define MX_USES_FLOAT 0
#define MX_USES_SINT32 0
#define MX_USES_BOOL 1
#define MX_USES_UINT16 0
#define MX_USES_UINT32 0

//Defines for microcontroller
#define P16F628A
#define FC_CAL_PIC
#define MX_EE
#define MX_EE_SIZE 128
#define MX_UART_1
#define MX_UART_1_TX_PORT portb
#define MX_UART_1_TX_TRIS trisb
#define MX_UART_1_TX_PIN 2
#define MX_UART_1_RX_PORT portb
#define MX_UART_1_RX_TRIS trisb
#define MX_UART_1_RX_PIN 1
#define MX_PWM
#define MX_PWM_CNT 1
#define MX_PWM_PSCA1
#define MX_PWM_PSCA4
#define MX_PWM_PSCA16
#define MX_PWM_1_PORT portb
#define MX_PWM_1_TRIS trisb
#define MX_PWM_1_PIN 3

//Functions
#define MX_CLK_SPEED 10000000
#ifdef _BOOSTC
#include <system.h>
#endif
#ifdef HI_TECH_C
#include <pic.h>
#endif

//Configuration data
#ifdef _BOOSTC
#pragma DATA 0x2007, 0x3fe9
#endif
#ifdef HI_TECH_C
__CONFIG(0x3fe9);
#endif

//Internal functions
#include "C:\Program Files\Flowcode\v5\FCD\internals.c"

//Variable declarations
#define FCV_FALSE (0)
#define FCV_TRUE (1)
MX_BOOL FCV_SENSOR = (0);

#include "C:\Program Files\Flowcode\v5\CAL\includes.c"

//Macro implementations
```

```

void main()
{
    //Initialization
    cmcon = 0x07;

    //Interrupt initialization code
    option_reg = 0xC0;

    //Delay
    //Delay: 5 s
    delay_s(5);

    //Loop
    //Loop: While 1
    while (1)
    {

        //Output
        //Output: true -> B0
        trisb = trisb & 0xFE;
        if ((FCV_TRUE))
            portb = (portb & 0xFE) | 0x01;
        else
            portb = portb & 0xFE;

        //Delay
        //Delay: 1 s
        delay_s(1);

        //Output
        //Output: false -> B0
        trisb = trisb & 0xFE;
        if ((FCV_FALSE))
            portb = (portb & 0xFE) | 0x01;
        else
            portb = portb & 0xFE;

        //Delay
        //Delay: 1 s
        delay_s(1);

        //Output
        //Output: true -> B0
        trisb = trisb & 0xFE;
        if ((FCV_TRUE))
            portb = (portb & 0xFE) | 0x01;
        else
            portb = portb & 0xFE;

        //Input
        //Input: A0 -> sensor
        trisa = trisa | 0x01;
        FCV_SENSOR = ((porta & 0x01) == 0x01);

        //Output
        //Output: sensor -> B1
        trisb = trisb & 0xFD;
        if ((FCV_SENSOR))
            portb = (portb & 0xFD) | 0x02;
        else
            portb = portb & 0xFD;

        //Output
        //Output: sensor -> B2
        trisb = trisb & 0xFB;
        if ((FCV_SENSOR))
            portb = (portb & 0xFB) | 0x04;
        else
            portb = portb & 0xFB;
    }
}

```

```
//Decision
//Decision: sensor = true?
if (FCV_SENSOR == FCV_TRUE)
{
    //Delay
    //Delay: 15 s
    delay_s(15);

    // } else {
}

}

mainendloop: goto mainendloop;
}
void MX_INTERRUPT_MACRO(void)
{
}
```

Βιβλιογραφία

Βιβλία

- Ηλεκτρονικά Συστήματα Ασφαλείας, εκδόσεις ΙΩΝ
- Security Electronics)Circuits Manual, RM MARSTON
- Pic Microcontroller-Programming in C, MikroElektronika, Milan Verle
- Designing Embedded Systems with PIC Microcontrollers, Tim Wilmshurst
- Ηλεκτρονικά Κυκλώματα. Γιώργος Δημητρακόπουλος. Εισαγωγή στους τελεστικούς ενισχυτές
- Ηλεκτρονικά. Θεοδώρου Α. Εισαγωγή στα τρανζίστορ και διόδους

Ιστοσελίδες

- <http://www.microchip.com>
- [http://www.scribd.com/doc/8286510/Microsoft-Word-Cecurity-Access-Control-System-Using-Pic-](http://www.scribd.com/doc/8286510/Microsoft-Word-Cecurity-Access-Control-System-Using-Pic-Micro-Controller)

Micro-Controller

- <http://www.matrixmultimedia.com/flowcode.php>
- <http://jap.hu/electronic/>
- [http://www.mikrocontroller.net/attachment/17909/Protel_99_SE_Training_Man-](http://www.mikrocontroller.net/attachment/17909/Protel_99_SE_Training_Manual_PCB_Design.pdf)

al PCB Design.pdf

- <http://electronics-lab.com/>
- <http://www.rentron.com/PIC16F628.html>
- http://www.mikroe.com/pdf/easypic3_manual.pdf
- <http://www.wikipedia.org>
- <http://www.hlektronika.gr>
- <http://lookfwd.doit4me.gr/ge99149/electronics/modulator/index.htm>
- <http://www.elektor.com/products/books/e-books/pic-microcontrollers-gr.760655.lynkx>
- <http://www.circuitstoday.com/infrared-motion-detector-circuit>
- <http://embedded-lab.com/blog/?p=1334>

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	3
Abstract	5
Πρόλογος.....	7
Κεφάλαιο 1 _ Αισθητήρες.....	8
1.1 Ορισμός αισθητήρων.....	8
1.2 Χαρακτηριστικά αισθητήρων.....	8
1.3 Ταξινόμηση αισθητήρων	12
1.4 Είδη αισθητήρων	13
1.4.1 Αισθητήρες επαφής (μηχανικοί διακόπτες/μαγνητικές επαφές)	13
1.4.2 Αισθητήρες μικροκυμάτων.....	13
1.4.3 Ακουστικοί αισθητήρες	14
1.4.4 Αισθητήρες υπερήχων	14
1.4.5 Ανιχνευτές ηλεκτρικού πεδίου	14
1.4.6 Ανιχνευτές χωρητικότητας.....	14
1.4.7 Ανιχνευτές κραδασμών	15
1.4.8 Ανιχνευτές θραύσης	15
1.4.9 Ανιχνευτές πίεσης.....	15
1.4.10 Οπτικοί αισθητήρες.....	15
Κεφάλαιο 2_ Περιγραφή των υλικών της κατασκευής	16
2.1 Οπτικός αισθητήρας υπερύθρων	16
2.1.1 Ενεργοί ανιχνευτές υπερύθρων	16
2.1.2 Παθητικοί ανιχνευτές υπερύθρων PIR	18
2.2 Ενεργός ανιχνευτής κίνησης υπερύθρων.....	20
2.2.1 Πομπός	20
2.2.3 Ο δέκτης υπερύθρων	26
Κεφάλαιο 3 _ Μικροεπεξεργαστές -Μικροελεγκτές.....	35
3.1 Εισαγωγή στους Μικροϋπολογιστές	35
3.2 Τρόποι Σύνδεσης/ Προγραμματισμού Μικροελεγκτών	36

3.3	Κατηγορίες Μικροελεγκτών.....	38
3.3.1	Μικροελεγκτές 4bit	40
3.3.2	Μικροελεγκτές 8bit.	40
3.3.3	Μικροελεγκτές 16bit	40
3.3.4	Μικροελεγκτές 32bit	41
3.4	Ο Μικροελεγκτής PIC	41
3.4.1	Εισαγωγή/Περιγραφή PIC	41
3.4.2	Δομή-Αρχιτεκτονική Μικροελεγκτή PIC	42
3.5	Εντολές-Τύποι εντολών του PIC	46
3.6	Κατηγορίες Μικροελεγκτών PIC	47
3.7	Ο Μικροελεγκτής PIC16F628.....	49
3.7.1	Αρχιτεκτονική	49
3.7.2	Χαρακτηριστικά	52
	Κεφάλαιο 4 _ Εργαλεία Ανάπτυξης	57
4.1	Λογισμικό Πακέτο FLOWCODE.....	57
4.1.1	Εισαγωγή.....	57
4.1.2	Δημιουργία project-Αρχικοποιήσεις.....	57
4.1.3	Είσοδοι/Εξοδοι-Μεταβλητές.....	59
4.1.4	Ανάπτυξη κώδικα σε γλώσσα C (Λογικό Διάγραμμα).....	61
4.2	Λογισμικό πακέτο MPLAB.....	62
4.2.1	Εισαγωγή	62
4.2.2	Δημιουργία project	63
4.2.3	Δημιουργία του αρχείου κώδικα μηχανής.....	66
4.2.4	Συμβολομετάφραση του κώδικα	67
4.2.5	Προσομοίωση της εκτέλεσης του προγράμματος.	68
4.3	Προγραμματισμός του μικροελεγκτή με αναπτυξιακή μονάδα.....	69
4.3.1	Προγραμματισμός με την αναπτυξιακή μονάδα EasyPIC2 της ΜΙΚΡΟ-ΕΛΕΚΤΡΟΝΙΚΑ	70
4.3.2	Λογισμικό Πακέτο PicFlash	70
4.3.3	Programmer και το σύστημα εκσφαλμάτωσης του (ICD).....	72

Κεφάλαιο 5 _ Ανάπτυξη εφαρμογής	73
5.1. Εισαγωγή	73
5.2. Ανάλυση κυκλωμάτων σε κατασκευαστικό περιβάλλον.....	74
5.2.1. Πομπός υπέρυθρου ανιχνευτή	74
5.2.2. Δέκτης Υπέρυθρου ανιχνευτή	75
5.2.3. Κύκλωμα μικροελεγκτή	76
5.2.4. Υλικά- Εξαρτήματα.....	79
5.3. Παρουσίαση Κατασκευής	79
5.4. Συμπερασματικά.....	80
Παράρτημα	84
Βιβλιογραφία.....	87