

ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ

## ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ



### Μελέτη και εγκατάσταση συστήματος ασφαλείας σε ιδιωτικό χώρο στάθμευσης

(κωδικός πτυχιακής: 08197ΕΣ)

Καραμούζης Αθανάσιος (Κ.Α.Σ.: 503022)  
Σαμολαδάς Ανδρέας (Κ.Α.Σ.: 503059)

Εισηγήτρια: Παπαδοπούλου Μαρία

Θεσσαλονίκη 2009

## Πρόλογος

Κάθε σύστημα που προσφέρει στον ιδιοκτήτη ή τον χρήστη κάποιο βαθμό προστασίας απέναντι σε έναν ή περισσότερους κινδύνους, όπως σωματική βλάβη, διάρρηξη και λήστεια, ανεπιθύμητη ανθρώπινη παρουσία κ.τ.λ. μπορεί να χαρακτηριστεί σαν σύστημα ασφαλείας. Ηλεκτρονικό σύστημα ασφαλείας είναι εκείνο του οποίου οι λειτουργίες βασίζονται σε ηλεκτρονικά εξαρτήματα. Τα σύγχρονα ηλεκτρονικά συστήματα ασφαλείας είναι εύκολα στην τοποθέτηση τους αλλά ταυτόχρονα και αρκετά πολύπλοκα στο να παραβιαστούν. Το κόστος τους ποικίλλει ανάλογα με το είδος προστασίας (Περιμετρική ή Εσωτερική) που θα επιλέξει κανείς για τον χώρο του, καθώς και από την διασύνδεση των επιμέρους συσκευών του συστήματος (ασύρματη ή ενσύρματη). Επιπλέον κόστος αλλά και επιπλέον ασφάλεια προσφέρει η 24ωρη τεχνική υποστήριξη και παρακολούθηση από ειδικό κέντρο. Στα επόμενα κεφάλαια αναλύεται η χρησιμότητα ενός ηλεκτρονικού συστήματος ασφαλείας, τα επιμέρους στοιχεία τα οποία το απαρτίζουν και η μελέτη και εφαρμογή των παραπάνω σε έναν ιδιωτικό χώρο στάθμευσης.

# ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1: Συστήματα ασφαλείας

<b>1-A: Γενικά</b>	<b>σελ. 4</b>
<b>1-B: Τεχνολογία Λειτουργίας Συστημάτων συναγερμού</b>	<b>σελ. 5</b>
<b>1-Γ: Ολοκληρωμένο ηλεκτρονικό σύστημα ασφαλείας</b>	<b>σελ. 6</b>

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2: Οι μικροελεγκτές

<b>2-A: Μικροεπεξεργαστές</b>	<b>σελ. 10</b>
<b>2-B: Μικροελεγκτές</b>	<b>σελ. 10</b>
<b>2-Γ: Προγραμματισμός ενός μικροελεγκτή</b>	<b>σελ. 14</b>
<b>2-Δ: Ο μικροελεγκτής PIC της Microchip</b>	<b>σελ. 15</b>
<b>2-E: Ο μικροελεγκτής PIC16F628A</b>	<b>σελ. 21</b>
<b>2-ΣΤ: Οι προγραμματιστές</b>	<b>σελ. 23</b>

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3: Αισθητήρες & ανιχνευτές

<b>3-A: Γενικά</b>	<b>σελ. 25</b>
<b>3-B: Είδη αισθητήρων</b>	<b>σελ. 25</b>

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4: Μελέτη & Εγκατάσταση συστήματος ασφαλείας σε ιδιωτικό χώρο στάθμευσης

<b>4-A: Εισαγωγή</b>	<b>σελ. 32</b>
<b>4-B: Είσοδοι του συστήματος</b>	<b>σελ. 33</b>
<b>4-Γ: Κεντρικό σύστημα</b>	<b>σελ. 40</b>

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5: Συμπεράσματα

<b>Επίλογος – Συμπεράσματα</b>	<b>σελ. 55</b>
--------------------------------	----------------

## ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ:

<b>Κώδικας του προγράμματος</b>	<b>σελ. 57</b>
---------------------------------	----------------

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

## Συστήματα ασφαλείας

### 1-A: Γενικά

Τα συστήματα συναγερμού αποτελούν διεθνώς την πιο συμφέρουσα και αποτελεσματική λύση για την αύξηση της ασφάλειας ενός χώρου. Σκοπός ενός συστήματος συναγερμού, είναι η προστασία κτιρίων ή άλλων χώρων από παράνομες εισβολές. Η σωστή κατασκευή, αλλά και ο σχεδιασμός από πλευράς του ιδιώτη ή της εταιρίας, που θα εγκαταστήσει και θα αναλάβει την παρακολούθηση του συστήματος, είναι οι βασικές παράμετροι αποτελεσματικότητάς του.

Τόσο στα μεγάλα αστικά κέντρα, όσο και σε μικρότερους οικισμούς, στην επαρχία ή και στα περίχωρα των πόλεων, έχει αρχίσει να διεισδύει ανάμεσα στους κατοίκους, το αίσθημα της ανασφάλειας, τόσο για τη σωματική ακεραιότητά τους όσο και για τη διαφύλαξη της υλικής περιουσίας τους. Η προστασία ενός χώρου απέναντι σε προσπάθειες διάρρηξης, δεν είναι απλή υπόθεση. Ο βαθμός αποτελεσματικότητας αυξάνεται όταν υπάρχει μια καλά σχεδιασμένη μελέτη, που θα πρέπει να συνυπολογίζει όσο το δυνατό μεγαλύτερο αριθμό ενδεχομένων και να διαθέτει ένα συνδυασμό μέτρων ασφάλειας, ούτως ώστε να υπάρχει μια δικλείδα προστασίας, στην περίπτωση που υπάρξει αστοχία ενός εκ των συστημάτων.

Η ύπαρξη συστημάτων ασφαλείας, καταρχήν, λειτουργεί αποτρεπτικά. Δηλαδή, είναι σίγουρο ότι ένας εντελώς απροστάτευτος χώρος αποτελεί μαγνήτη για ένα διαρρήκτη, σε αντίθεση με εκείνον, που διαθέτει ένα σύστημα συναγερμού και το οποίο μόνο με την ύπαρξή του θα προβληματίσει τον υποψήφιο διαρρήκτη.

Η επιλογή ενός συστήματος συναγερμού, αναμφισβήτητα δεν είναι μια απλή και μονοσήμαντη υπόθεση. Πριν την οποιαδήποτε αγορά, χρειάζεται να γίνει μια έρευνα αγοράς και να εξετασθούν αρκετές εναλλακτικές λύσεις. Σήμερα διατίθεται στην αγορά πληθώρα διαφορετικών προτάσεων, που καλύπτουν όλες τις απαιτήσεις και μπορούν να δώσουν μια αξιόπιστη λύση στο θέμα της οικιακής ασφάλειας.

Αναμφίβολα όμως, για όποιον επιθυμεί να θωρακίσει το σπίτι ή το γκαράζ του με ένα αξιόπιστο σύστημα ασφαλείας, η καλύτερη λύση είναι να απευθυνθεί σε ειδικούς τεχνικούς με την απαραίτητη πιστοποίηση και οι οποίοι θα εγκαταστήσουν βάσει μελέτης ένα αξιόπιστο σύστημα συναγερμού.

Οπότε, η όσο το δυνατόν καλύτερη γνώση των κριτηρίων επιλογής ενός συναγερμού, είναι υποχρέωση όλων των εγκαταστατών, καθώς σε αυτούς θα απευθυνθούν οι καταναλωτές. Θα πρέπει να είναι λοιπόν σε θέση να δώσουν τις κατάλληλες συμβουλές, ανάλογα με τις ιδιαιτερότητες της κάθε περίπτωσης.

Συνοπτικά τα τρία κριτήρια που χρειάζεται να ελέγχει ο ενδιαφερόμενος πριν την αγορά και εγκατάσταση ενός συστήματος συναγερμού είναι η αξιοπιστία των συσκευών από τις οποίες απαρτίζεται, η συνεχής τεχνική υποστήριξη, δηλαδή η συντήρηση και ο έλεγχος της καλής λειτουργίας των συσκευών και τέλος η δυνατότητα παροχής 24ωρης παρακολούθησης από κάποιο κέντρο λήψης των σημάτων του συναγερμού.

### **1-B: Τεχνολογία Λειτουργίας Συστημάτων συναγερμού**

Διαχωρίζεται στην ενσύρματη και την ασύρματη και αναφέρεται στον τρόπο σύνδεσης των επιμέρους συσκευών του συστήματος. Η ενσύρματη διασύνδεση είναι η πιο διαδεδομένη καθώς σήμερα στις περισσότερες νέες κατασκευές προβλέπεται από τη μελέτη να προεγκαθίστανται και τα καλώδια συναγερμού στη φάση της κατασκευής . Στην ασύρματη



διασύνδεση τα στοιχεία του συστήματος επικοινωνούν μεταξύ τους με τη χρήση ηλεκτρομαγνητικών κυμάτων, σε συχνότητες που μεταβάλλονται πολύ συχνά, ώστε να είναι πολύ δύσκολο για κάποιον τρίτο να υποκλέψει τη συχνότητα του συστήματος και στη συνέχεια να το παραβιάσει.

Σχήμα 1-1: Ολοκληρωμένο ηλεκτρονικό σύστημα ασφαλείας

Αποτελούν πολύ καλή λύση για χώρους, στους οποίους για κάποιο λόγο δεν μπορούν να περαστούν τα καλώδια, που απαιτούνται για τα ενσύρματα

συστήματα. Το πιο σημαντικό μειονέκτημά τους είναι το υψηλό κόστος, το οποίο, συγκρινόμενο με τα ενσύρματα, τα καθιστά ασύμφορα.

Και στις δύο περιπτώσεις ένα **ολοκληρωμένο ηλεκτρονικό σύστημα συναγερμού** αποτελείται από τα εξής στοιχεία:

- **Κεντρική μονάδα ελέγχου** : συνδέονται όλα τα αισθητήρια και εξαρτήματα που αποτελούν ένα συναγερμό

- **Πληκτρολόγιο** : ενεργοποιεί το σύστημα ασφαλείας (πλήρης /μερική όπλιση) ή το απενεργοποιεί, με την εισαγωγή προσωπικού κωδικού
- **Είσοδοι του συστήματος** : αποτελούνται από τους ανιχνευτές και τα αισθητήρια που περιλαμβάνει το σύστημα
- **Έξοδοι του συστήματος** : Συνήθως περιλαμβάνουν φωτεινές και ηχητικές ενδείξεις οι οποίες προειδοποιούν και ενημερώνουν για πιθανή παραβίαση του φυλασσόμενου χώρου

## **1-Γ: Ολοκληρωμένο ηλεκτρονικό σύστημα ασφαλείας**

### **Κεντρική μονάδα ελέγχου**

Η κεντρική μονάδα ελέγχου είναι η καρδιά όλου του συστήματος.

Σε αυτήν τη συσκευή συνδέονται -ενσύρματα ή και ασύρματα- όλα τα υπόλοιπα στοιχεία, όπως οι αισθητήρες, οι συσκευές συναγερμού και οι κάρτες επικοινωνίας. Αποτελεί το μέσο που λαμβάνει τα σήματα από τους αισθητήρες, κάνει καταγραφή των συμβάντων και στη συνέχεια ενεργοποιεί τις συσκευές συναγερμού και μεταδίδει τηλεφωνικά τα σήματα, ανάλογα βέβαια και με τον προγραμματισμό της από το χειριστή του συστήματος.

Σήμερα, στην αγορά υπάρχουν πολυάριθμοι και διαφορετικοί τύποι κεντρικών μονάδων, που διαχωρίζονται βάσει των δυνατοτήτων τους. Όμως, η βασική αρχή κατασκευής τους είναι σε γενικές γραμμές η ίδια. Αποτελούνται από ένα εξωτερικό κουτί, ένα μετασχηματιστή για την ηλεκτρική τροφοδοσία του συστήματος με 6 ή 12 Volt DC, μια μπαταρία που αποτελεί την εφεδρική ηλεκτρική παροχή σε περίπτωση εσκεμμένης ή όχι διακοπής του ρεύματος και ένα πληκτρολόγιο, το οποίο μπορεί και να αντικατασταθεί με διακόπτη-κλειδαριά (keyswitch) ή και τηλεχειρισμό.

Η πληθώρα των συσκευών που κυκλοφορούν σήμερα στην αγορά, κάνει δύσκολη την επιλογή. Όμως, τα ελάχιστα βασικά χαρακτηριστικά μιας κεντρικής μονάδας που θα μπορεί να ανταποκριθεί στις τυπικές προδιαγραφές ενός αξιόπιστου συστήματος συναγερμού, είναι τα ακόλουθα: Καταρχήν, το τροφοδοτικό της μονάδας θα πρέπει να είναι σε θέση να αντέχει ρεύματα έντασης τουλάχιστον 2A για την ομαλή διαχείριση όλων των φορτίων του συστήματος.

Η κεντρική μονάδα πρέπει να διαθέτει ενδείξεις της κατάστασης των μπαταριών, ώστε να είναι εφικτή ανά κάθε στιγμή η παρακολούθησή τους και να γίνεται η αντικατάστασή τους ή η επαναφόρτισή τους, πριν ολοκληρωθεί ο κύκλος ζωής τους. Μια σύγχρονη συσκευή θα πρέπει να υποστηρίζει τουλάχιστον τέσσερις διαφορετικές ζώνες, ενώ άλλο σημαντικό χαρακτηριστικό είναι η ύπαρξη ρυθμιζόμενης χρονοκαθυστέρησης, ώστε να υπάρχει το κατάλληλο χρονικό περιθώριο για την είσοδο ή έξοδο από το χώρο που προστατεύεται.

Ένα άλλο στοιχείο που θα πρέπει να λαμβάνεται υπόψη κατά τη διάρκεια της υλοποίησης του συστήματος συναγερμού είναι ότι η τροφοδοσία με 230/400 Volt AC θα πρέπει να γίνεται από ανεξάρτητη γραμμή, στην οποία δεν θα συνδέονται άλλες καταναλώσεις.

## Πληκτρολόγιο



Σχήμα 1-2: Χρήση πληκτρολογίου σε σύστημα ασφαλείας

Η εμφάνιση των πληκτρολογίων (σχήμα 1-2) αντικατέστησε στα σύγχρονα συστήματα ασφαλείας τους συμβατικούς ηλεκτρομαγνητικούς διακόπτες ή ακόμα και τα κλειδιά. Τα πληκτρολόγια λειτουργούν σαν διακόπτες οι οποίοι ενεργοποιούνται και απενεργοποιούνται με το πάτημα ενός συνδυασμού πλήκτρων (προσωπικός κωδικός).

Τα πιο κοινά πληκτρολόγια αποτελούνται από 16 πλήκτρα (10 αριθμητικά, 4 αλφαβητικά, το \* και το #) αυξάνοντας έτσι τους πιθανούς

συνδυασμούς και συνεπώς την ασφάλεια που προσφέρουν.

## Είσοδοι του συστήματος

Εδώ συναντάμε μια πληθώρα ανιχνευτών οι οποίοι ανάλογα με τις ανάγκες μας, μπορούν να τοποθετηθούν εσωτερικά ή και εξωτερικά του χώρου που επιθυμούμε να ασφαλίσουμε.

Όλοι οι ανιχνευτές/αισθητήρες έχουν στην ουσία τον ίδιο σκοπό : να αναγνωρίζουν οποιαδήποτε προσπάθεια παράνομης διείσδυσης σε ένα χώρο. Η ταξινόμησή τους γίνεται με βάση την αρχή λειτουργίας τους, που άλλωστε καθορίζει και τις δυνατότητές τους και τις εφαρμογές στις οποίες μπορούν να χρησιμοποιηθούν.

Οι πιο σημαντικοί είναι οι μηχανικοί ή μαγνητικοί ανιχνευτές επαφής, ανιχνευτές πίεσης (pressure mats) και θραύσης, οι PIR (Passive Infrared- Παθητικοί ανιχνευτές υπερύθρων), οι ανιχνευτές μικροκυμάτων, οι ενεργοί ανιχνευτές υπερύθρων, που τους συναντάμε και με τον όρο Interior Active Infrared και οι ανιχνευτές διπλής τεχνολογίας.

Λιγότερο διαδεδομένοι είναι οι ανιχνευτές υπερήχων (ενεργητικοί και παθητικοί), καθώς και οι ακουστικοί ανιχνευτές. Οι παραπάνω συνήθως συναντώνται σε εσωτερικούς χώρους. Επειδή όμως όσο το δυνατό συντομότερα γίνει αντιληπτή η ύπαρξη ενός μη εξουσιοδοτημένου προσώπου, τόσο πιο αποτελεσματικό είναι ένα σύστημα ασφάλειας, συχνά χρησιμοποιούνται και συσκευές ανίχνευσης εξωτερικών χώρων και περιμετρικής προστασίας, καθώς θα αποτελέσουν την πρώτη γραμμή άμυνας.

Σε αυτήν την κατηγορία συνήθως συναντάμε τους ανιχνευτές ηλεκτρικού πεδίου, ανιχνευτές χωρητικότητας, ανιχνευτές δόνησης και τους φωτο-ηλεκτρικούς ανιχνευτές.

Για μεγαλύτερη ασφάλεια συνήθως παρατηρείται η χρήση ενός μπουτόν πανικού σαν μια επιπλέον είσοδος. Πρόκειται για ένα μπουτόν, που μπορεί να τοποθετηθεί σε διάφορα σημεία του χώρου και με το πάτημά του ενεργοποιείται αμέσως ο συναγερμός.

Τα μπουτόν πανικού χρησιμοποιούνται ιδιαίτερα σε επαγγελματικούς χώρους, όπου υπάρχει μεγάλη προσέλευση κοινού και είναι δύσκολος ο έλεγχος της ταυτότητας των ανθρώπων που εισέρχονται.

Εκτενέστερη αναφορά για τους αισθητήρες/ανιχνευτές γίνεται στο κεφάλαιο 3.

### **Έξοδοι του συστήματος**

Αποτελούν, ένα εξίσου σημαντικό στοιχείο των συστημάτων συναγερμού, καθώς είναι το μέσο με το οποίο επισημαίνεται ότι υπάρχει πρόβλημα ασφάλειας και κάποιος έχει διεισδύσει στον προστατευόμενο χώρο.

Περιλαμβάνουν :



Σχήμα 1-3: Σειρήνα

- Σειρήνες (σχήμα 1-3) : Συνήθως, χρησιμοποιούνται τουλάχιστον δύο σειρήνες: η μία τοποθετείται εσωτερικά και η άλλη στον εξωτερικό χώρο. Η επιλογή του σημείου που θα τοποθετηθεί η εξωτερική σειρήνα είναι ιδιαίτερης σημασίας, καθώς αποτελεί το μόνο σημείο του συστήματος που είναι εκτεθειμένο.



Συνιστάται να τοποθετείται σε σημεία μεγάλου ύψους, ώστε να εξασφαλίζεται ο συνδυασμός της μέγιστης ορατότητας και του μικρότερου βαθμού προσβασιμότητας. Ο ήχος τους είναι πολύ δυνατός και κυμαίνεται από 110 db έως 125 db.

- Modem : στέλνει τα σήματα συναγερμού στα κέντρα λήψεως σημάτων. Τα κέντρα λήψεως σημάτων αποκωδικοποιούν τα σήματα που στέλνει το σύστημα ασφαλείας και προβαίνουν στις κατά περίπτωση ενέργειες (ειδοποιούν την αστυνομία, την πυροσβεστική, συγγενείς/ φίλους που εμείς έχουμε επιλέξει κ.λπ.). Σε περίπτωση που δεν υπάρχει τέτοιο κέντρο, χρησιμοποιούνται εναλλακτικά τα GSM Modems που παρέχουν την δυνατότητα στον χρήστη να ενημερώνεται να πάσα στιγμή για τα σήματα του συναγερμού ,μέσω τεχνολογίας SMS ή MMS.
- Φωτεινές ενδείξεις: εδώ συναντάμε προβολείς ,περιστρεφόμενες λάμπες (φάρος), φλας και ενδεικτικά LEDs.

Όλα τα παραπάνω έχουν σαν σκοπό να αποτρέψουν πιθανές εισβολές κάνοντας αισθητή την παρουσία του συστήματος (Εξωτερική σειρήνα σε εμφανές σημείο), να πανικοβάλλουν τους διαρρήκτες (σειρήνες εσωτερικές & εξωτερικές) και τέλος να ειδοποιούν μέσω 24ώρου κεντρικού σταθμού λήψεως σημάτων τον ιδιοκτήτη, τις Αρχές ή τους αρμόδιους.

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

## Μικροελεγκτές

### 2-A: Μικροεπεξεργαστές

Οι πρώτοι μικροεπεξεργαστές εμφανίστηκαν στη δεκαετία του '70. Εξέπληξαν με την παρουσία τους καθώς για πρώτη φορά υπήρχε κάτι σε μορφή ολοκληρωμένου κυκλώματος το οποίο περιείχε κεντρική μονάδα επεξεργασίας (ΚΜΕ). Μια αξιόλογη δύναμη επεξεργασίας ήταν πλέον διαθέσιμη με χαμηλό κόστος, και σε μικρό μέγεθος.

Αρχικά, όλες οι λειτουργίες, όπως η μνήμη και η διασύνδεση εισόδων-εξόδων, ήταν έξω από το μικροεπεξεργαστή, με αποτέλεσμα να υπάρχει ανάγκη υλοποίησης ενός συστήματος το οποίο και πάλι χρειαζόταν έναν μεγάλο αριθμό ολοκληρωμένα κυκλώματα.

Βαθμιαία, ο μικροεπεξεργαστής έγινε πιο ανεξάρτητος, με τη δυνατότητα, παραδείγματος χάριν, να περιλαμβάνει διαφορους τύπους μνήμης στο ίδιο τσιπ με την κεντρική μονάδα επεξεργασίας.

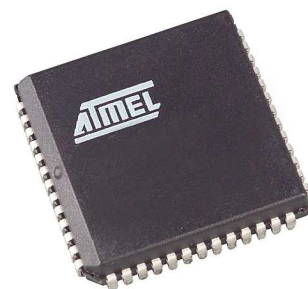
Συγχρόνως, η ΚΜΕ γινόταν ισχυρότερη και γρηγορότερη, με αποτέλεσμα ο μικροεπεξεργαστής να αναβαθμιστεί γρήγορα από 8bit σε 16bit και 32bit.

Η ανάπτυξη του μικροεπεξεργαστή οδήγησε πολύ άμεσα σε εφαρμογές όπως ο προσωπικός Η/Υ.

### 2-B: Μικροελεγκτές

Ο μικροελεγκτής είναι ένα αυτόνομο υπολογιστικό σύστημα, με πολύ μικρό μέγεθος, σε ένα και μοναδικό ολοκληρωμένο κύκλωμα (computer on a chip).

Όπως και όλα τα VLSI κυκλώματα, αποτελείται από μέρη που κατασκευάζονται με διάφορες λιθογραφικές μεθόδους πάνω σε πλάκες πυριτίου, τα λεγόμενα Silicon Wafers. Πάνω σε αυτά σχηματίζονται χιλιάδες έως εκατομμύρια τρανζίστορ και κατ' επέκταση δημιουργούνται τα λεγόμενα ολοκληρωμένα κυκλώματα που είναι συνδυασμός λογικών πυλών. Συνδυάζοντας τις λογικές πύλες, δημιουργούνται υπομονάδες που επιτελούν ορισμένες πιο εξειδικευμένες λειτουργίες στον μικροελεγκτή. Μια κύρια διαφορά μεταξύ



Σχήμα 2-1: Ο μικροελεγκτής 8051 της Atmel

ενός μικροελεγκτή και ενός μικροεπεξεργαστή είναι πως στον μικροελεγκτή υπάρχει ενσωματωμένη μνήμη και μονάδες ελέγχου περιφερειακών συσκευών.

Οι μικροελεγκτές έχουν ως κύριο σκοπό τους να επικοινωνούν με άλλες ηλεκτρονικές διατάξεις και όχι με τον άνθρωπο. Είναι αρκετά βεβαρημένοι με υπολογιστικό φόρτο υπολογιστές, κρυμμένοι σε διάφορες ηλεκτρονικές συσκευές και οι λειτουργίες τους είναι από περιορισμένες έως πολύπλοκες εργασίες ελέγχου.

Κάποιες από τις καθημερινές συσκευές, που ελέγχονται εν μέρει ή και πλήρως ακόμη από κάποιον μικροελεγκτή, είναι ηλεκτρονικά ρολόγια, φούρνοι μικροκυμάτων, ηλεκτρικά πλυντήρια, «εγκέφαλοι» αυτοκινήτων κτλ. Επιπλέον, εκτός από εφαρμογές καθημερινής χρήσης, οι μικροελεγκτές χρησιμοποιούνται και κατά κόρον σε πληθώρα από επιστημονικούς τομείς για πειραματισμό και έρευνα.

Ενώ οι άνθρωποι αναγνώρισαν γρήγορα και εκμεταλλεύτηκαν τη υπολογιστική ισχύ του μικροεπεξεργαστή, σκέφτηκαν επίσης και μια άλλη υλοποίηση για αυτούς, και αυτή αφορούσε τον έλεγχο. Οι σχεδιαστές άρχισαν να χρησιμοποιούν μικροεπεξεργαστές σε διάφορων ειδών μηχανήματα που δεν είχαν καμία σχέση με υπολογισμούς, όπως στο ψυγείο ή στην πόρτα του αυτοκινήτου.

Σε αυτές τις περιπτώσεις η ανάγκη για υψηλή υπολογιστική δύναμη δεν ήταν απαραίτητη, όπως επίσης και η παρουσία τεραστίων ποσών μνήμης ή πολύ υψηλής ταχύτητας. Έτσι λοιπόν προέκυψε μια πρόσθετη κατηγορία μικροεπεξεργαστών, η οποία προορίστηκε για απλές δραστηριότητες ελέγχου, και όχι επεξεργασία πολύ μεγάλων αριθμών. Μετά από λίγο, αυτός ο τύπος μικροεπεξεργαστών απέκτησε την δική του ταυτότητα, και ονομάστηκε μικροελεγκτής. Ο μικροελεγκτής ανέλαβε το ρόλο της υπολογιστικής μονάδας στα embedded systems.

Οπότε, τι είναι αυτό που διαφέρει σε έναν μικροελεγκτή από έναν μικροεπεξεργαστή; Όπως ένας μικροεπεξεργαστής, ο μικροελεγκτής πρέπει να είναι σε θέση να υπολογίσει, αν και όχι απαραίτητως πολύ μεγάλους αριθμούς.

Αλλά έχει άλλες ανάγκες. Πρώτα απ'όλα, πρέπει να έχει μια εξαιρετική διαδραστικότητα εισόδου/εξόδου, παραδείγματος χάριν έτσι ώστε να μπορεί να ταυτιστεί άμεσα με το άνοιγμα ενός ψυγείου ή μιας πόρτας αυτοκινήτου. Επειδή πολλά ενσωματωμένα συστήματα είναι διακριτικά σε μέγεθος και κόστος, πρέπει να είναι μικρό, ανεξάρτητο και να κοστίζει λίγο.

Ο μικροελεγκτής επίσης πρέπει να μπορεί να λειτουργεί σε δύσκολες συνθήκες, όπως σε ακραίες θερμοκρασίες, βιομηχανικές ή στρατιωτικές εφαρμογές.

Ένας μικροελεγκτής ενσωματώνει περισσότερες λειτουργίες απ'ότι ένας μικροεπεξεργαστής ο οποίος περιέχει μόνο κεντρική μονάδα επεξεργασίας (όπως αυτοί που χρησιμοποιούνται στους υπολογιστές). Εκτός των συνήθισμένων αριθμητικών και λογικών στοιχείων ενός μικροεπεξεργαστή, ο μικροελεγκτής διαθέτει επιπλέον λειτουργίες. Κάποιες από αυτές είναι η ικανότητα να χρησιμοποιεί μνήμη τυχαίας προσπέλασης για αποθήκευση δεδομένων (όπως η μνήμη RAM), μνήμη μόνο για ανάγνωση για αποθήκευση προγραμμάτων, μνήμη flash για αποθήκευση προσωρινών δεδομένων.

Η κατανάλωση τους σε ισχύ είναι σχετικά μικρή (της τάξεως των milliwatt και microwatt), και γενικώς, έχουν την ικανότητα να διατηρούν την λειτουργικότητα τους καθώς περιμένουν ένα συμβάν, όπως το πάτημα ενός κουμπιού ή μια διακοπή.

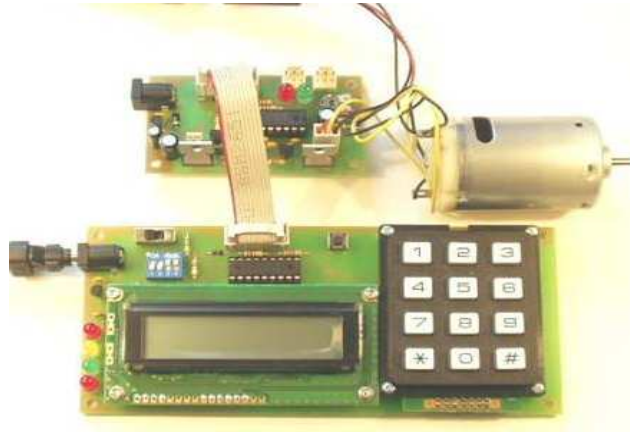
Η δυνατότητα τους να ξοδεύουν σχεδόν μηδενική τάση κατά την διάρκεια που δεν επεξεργάζονται δεδομένα, τους κάνει ιδανικούς σε εφαρμογές που λειτουργούν με χαμηλή τάση ή με μπαταρίες. Οι μικροελεγκτές χρησιμοποιούνται ευρέως σε συστήματα και συσκευές αυτόματου ελέγχου, όπως για παράδειγμα σε τηλεχειριστήρια, σε συσκευές γραφείου, σε οικιακές συσκευές, σε εργαλεία και παιχνίδια.

Με τη μείωση του μεγέθους, του κόστους, και της κατανάλωσης ισχύος έναντι ενός μοντέλου που χρησιμοποιεί έναν ξεχωριστό μικροεπεξεργαστή, μνήμη, και συσκευές εισόδου-εξόδου, οι μικροελεγκτές είναι μια οικονομική λύση για να ελεγχθούν ηλεκτρονικά πολλαπλές διαδικασίες.

Η πλειοψηφία των υπολογιστικών συστημάτων που χρησιμοποιούνται σήμερα, είναι ενσωματωμένα σε άλλα μηχανήματα, όπως για παράδειγμα σε αυτοκίνητα, σε τηλέφωνα, σε συσκευές, ή σε περιφερειακές μονάδες ηλεκτρονικών υπολογιστών. Αυτή η κατηγορία υπολογιστικών συστημάτων αποκαλούνται ενσωματωμένα συστήματα (embedded systems).

Ενώ μερικά ενσωματωμένα συστήματα είναι πολύ περίπλοκα, πολλά από αυτά έχουν πολύ μικρές απαιτήσεις σε μνήμη, δεν χρησιμοποιούν λειτουργικό σύστημα, και η περιπλοκότητα τους είναι ελάχιστη.

Οι τυπικές περιφερειακές μονάδες εισαγωγής/εξαγωγής δεδομένων περιλαμβάνουν διακόπτες, τους ηλεκτρονόμους (relay), ενδείκτες LED, οθόνες υγρών κρυστάλλων LCD, συσκευές παραγωγής ραδιοσυχνότητας, και αισθητήρες για εισαγωγή τέτοιων δεδομένων, όπως η θερμοκρασία, η υγρασία, η παρουσία φωτός κ.λ.π.



Σχήμα 2-2 Μικροελεγκτής με πολλαπλές εισόδους/εξόδους

Υπάρχουν χιλιάδες διαφορετικοί τύποι μικροελεγκτών στον κόσμο σήμερα, οι οποίοι φτιάχνονται από πολυάριθμους διαφορετικούς κατασκευαστές. Ένας κατασκευαστής χτίζει μια οικογένεια μικροελεγκτών η οποία βασίζεται σε έναν συγκεκριμένο πυρήνα μικροεπεξεργαστή.

Οι διαφορετικοί τύποι μικροεπεξεργαστών μιας οικογένειας δημιουργούνται χρησιμοποιώντας τον ίδιο πυρήνα, συνδυάζοντας το με διαφορετικούς τύπους περιφερειακών μονάδων και διαφορετικά μεγέθη μνήμης. Ένας πυρήνας μπορεί να είναι 8-bit με περιορισμένη δύναμη, ένας άλλος 16-bit, ή να είναι μια περίπλοκη συσκευή 32-bit. Σε κάθε πυρήνα προστίθενται διαφορετικοί συνδυασμοί περιφερειακών και μεγέθους μνήμης, με αποτέλεσμα να δημιουργηθούν διαφορετικά μοντέλα σε μια οικογένεια μικροεπεξεργαστών. Επειδή ο πυρήνας είναι συγκεκριμένος για όλα τα μοντέλα μιας οικογένειας, οι οδηγίες για την χρήση του παραμένουν ίδιες και οι χρήστες δεν δυσκολεύονται όταν χειρίζονται διαφορετικά μοντέλα. Σε μια οικογένεια μπορεί να υπάρχουν περισσότεροι από 100 μικροελεγκτές, ο καθένας με ελαφρώς διαφορετικές ικανότητες ή και στοχευμένοι σε πολύ συγκεκριμένες εφαρμογές.

Οι μικροελεγκτές κατασκευάζονται σε διάφορες μορφές, συνήθως πλαστικές ή κεραμικές ως υλικό συσκευασίας. Η διασύνδεση με τον εξωτερικό κόσμο παρέχεται από τους ακροδέκτες (pins). Όπου είναι δυνατόν οι μικροελεγκτές πρέπει να είναι όσο το δυνατόν μικρότεροι σε μέγεθος, τι είναι όμως αυτό που καθορίζει το μέγεθος; Κατά τρόπο ενδιαφέροντα, δεν είναι συνήθως το μέγεθος του ίδιου του εσωτερικού κυκλώματος που περιέχει, αυτό που καθορίζει το γενικό μέγεθος. Αντ' αυτού, το μέγεθος καθορίζεται από τον αριθμό των ακροδεκτών του, και το διάστημα μεταξύ τους.

Υπάρχουν διάφορες αρχιτεκτονικές, πάνω στις οποίες είναι βασισμένοι οι μικροελεγκτές. Μερικές από τις πιο κοινές αρχιτεκτονικές είναι οι: CF (32-bit), ARM, MIPS (32-bit PIC32), S08, AVR, PIC (8-bit PIC16, PIC18, 16-bit dsPIC33 / PIC24), V850, PowerPC ISE, PSoC (Programmable System-on-Chip).

## **2-Γ: Προγραμματισμός ενός μικροελεγκτή**

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

Οι μικροελεγκτές αρχικά, προγραμματίζονταν μόνο σε γλώσσα assembly, αλλά πλέον διάφορες γλώσσες υψηλού επιπέδου χρησιμοποιούνται για αυτόν τον σκοπό.

Αυτές οι γλώσσες προγραμματισμού είναι είτε αποκλειστικά στοχευμένες 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.

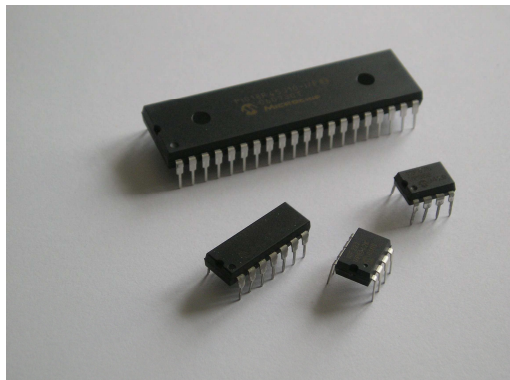
Οι γλώσσες υψηλού επιπέδου μπορούν να μεταφραστούν σε γλώσσα χαμηλού επιπέδου με τη βοήθεια μεταφραστικών εργαλείων, όπως είναι ο compiler (μεταγλωττιστής) και ο interpreter (διερμηνέας). Το πρώτο είναι εργαλείο λογισμικού, το οποίο δέχεται τις εντολές υψηλού επιπέδου που δίνει ο χρήστης και τις μετατρέπει 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.

## 2-Δ: Ο μικροελεγκτής PIC της Microchip

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 ψηφιακά προγραμματιζόμενου συστήματος. Εξωτερικά μοιάζουν με ψηφιακά ολοκληρωμένα, όμως μέσα τους κρύβουν ένα μικρό υπολογιστή.

Ο PIC ενσωματώνει κεντρική μονάδα επεξεργασίας και μνήμη. Παρότι το μέγεθος της μνήμης του για την αποθήκευση του κώδικα δεν είναι μεγάλο (εξαρτάται από τον τύπο) είναι αρκετό για τις περισσότερες εφαρμογές. Η μέγιστη συχνότητα χρονισμού του είναι τα 20MHz και η χωρητικότητα μνήμης κυμαίνεται από 1 έως 4 κιλομπάϊτ (Kb). Η συχνότητα χρονισμού είναι ανάλογη της ταχύτητας με την οποία διαβάζει και εκτελεί τις εντολές. Η αρχιτεκτονική του είναι τύπου Harvard και ο ίδιος ονομάζεται από την κατασκευάστρια εταιρεία Risk controller, (Reduced instruction set controller) επεξεργαστής ή ελεγκτής (για όσους θέλουν την ακριβή μετάφραση) με μειωμένο σετ εντολών.



Οι εντολές του είναι μόνο 35 στο σύνολο και σχεδόν όλες εκτελούνται σε ένα κύκλο μηχανής.

Σχήμα 2-3: Διάφορα μοντέλα 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. Παρ'ότι 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, αυτόνομία, 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 προόδο που έχουν γίνει, μπορούμε ακόμα να δούμε τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα του παλαιού μικροελεγκτή της General Instruments, ακόμη και στα πιο πρόσφατα σχέδια.

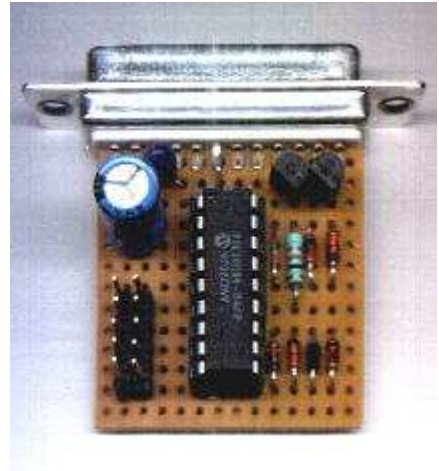
Εξετάζοντας τους μικροελεγκτές PIC σήμερα, καθένας μπορεί να καταληφθεί από μια αίσθηση πλήρους σύγχυσης. Υπάρχουν κυριολεκτικά εκατοντάδες διαφορετικά μοντέλα, διαθέσιμα σε διαφορετικές συσκευασίες, για διαφορετικές εφαρμογές. Επομένως ως προσπαθήσουμε να καθορίσουμε τα κοινά τους χαρακτηριστικά. Αυτή 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.

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' ονομαστική "mid-range". Η ισχυρή εξέλιξη αυτού, με αριθμούς συσκευών που αρχίζουν από `17C', ονομάστηκε "high-end". Δεδομένου ότι 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.



Σχήμα 2-4: Ένας 16C84 πάνω στον προγραμματιστή του

### Αρχιτεκτονική του πυρήνα ενός PIC

Η αρχιτεκτονική των PIC είναι ευδιακρίτως μινιμαλιστική. Χαρακτηρίζεται από τα ακόλουθα γνωρίσματα:

- Αρχιτεκτονική Harvard (δηλαδή ξεχωριστή μνήμη για κώδικα και για δεδομένα)
- μικρός αριθμός εντολών, συγκεκριμένου μεγέθους
- οι περισσότερες εντολές πραγματοποιούνται σε έναν κύκλο μηχανής
- ένας καταχωρητής (accumulator) W, η χρήση του οποίου είναι δεδομένη
- όλες οι διευθύνσεις της μνήμης RAM λειτουργούν ως καταχωρητές μνήμης
- μια μηχανική στοίβα (hardware stack) για την αποθήκευση διευθύνσεων
- ένα σχετικά μικρό ποσό για την διευθέτηση δεδομένων (συνήθως 256 byte), το οποίο είναι επεκτάσιμο

### Data Space (RAM)

Οι PICs έχουν ένα σύνολο καταχωρητών οι οποίοι λειτουργούν ως μνήμη RAM γενικής χρήσεως. Οι ειδικής χρήσης κατάχωρητές ελέγχου χαρτογραφούνται επίσης στο data space.

Η δυνατότητα διευθέτησης της μνήμης ποικίλλει ανάλογα με το μοντέλο, και όλες οι συσκευές PIC έχουν την ικανότητα επέκτασης της μνήμης. Οι πιο πρόσφατες σειρές διαθέτουν εντολές μετακίνησης (move instructions) οι οποίες μπορούν να καλύψουν ολόκληρο τον χώρο της μνήμης. Στις προηγούμενες κατηγορίες PIC (π.χ Baseline ή Mid-Range), οποιαδήποτε μετακίνηση καταχωρητών αναγκαστικά πρέπει να επιτευχθεί μέσω του accumulator W.

### **Code Space**

Οι PICs διαθέτουν αρχιτεκτονική Harvard, οπότε υπάρχει ξεχωριστή μνήμη για τον προγραμματισμό και ξεχωριστή για τα δεδομένα. Η μνήμη προγραμματισμού στους PIC είναι ενσωματωμένη συνήθως ως EEPROM, ROM, or η μνήμη flash.

### **Word Size**

Το μέγεθος των λέξεων στους PIC μπορεί να προκαλέσει σύγχυση. Όλοι οι PIC μπορούν να χειριστούν 8-bit αριθμούς, οπότε θα έπρεπε να αποκαλούνται 8-μπιτοι μικροελεγκτές. Οι μικροελεγκτές της κατηγορίας Baseline και Mid-Range έχουν μνήμη προγραμματισμού, η οποία διευθετείται με το ίδιο μέγεθος λέξης όπως και οι εντολές (πχ 12 ή 14 bit αντίστοιχα). Στους μικροελεγκτές PIC18 όμως η μνήμη προγραμματισμού διευθετείται με την χρήση 8-bit (byte), κάτι το οποίο διαφέρει από το μέγεθος των εντολών, οι οποίες είναι 16-bit.

### **Stacks**

Οι PICs διαθέτουν ένα μηχανικό μέρος που αποκαλείται στοίβα (call stack) το οποίο χρησιμοποιείται για την αποθήκευση διευθύνσεων. Αυτό το μέρος δεν είναι διαθέσιμο μέσω του λογισμικού σε παλαιότερα μοντέλα, κάτι το οποίο άλλαξε με την κατηγορία των PIC18, κάτι το οποίο έκανε την συγκεκριμένη κατηγορία φιλικότερους για προγραμματιστές σε υψηλότερο επίπεδο γλώσσας.

### **Σύνολο εντολών**

Το σύνολο εντολών ενός PIC μπορεί να διαφέρει σε αριθμό, από περίπου 35 εντολές (για τους Baseline και Mid-Range PIC), ως και περισσότερες από 80 εντολές για τους high-end PICs. Το σύνολο των εντολών περιλαμβάνει εντολές για την εκτέλεση διάφορων χειρισμών όσον αφορά τους καταχωρητές .

Γενικώς, οι εντολές στους PIC χωρίζονται σε **5 κατηγορίες**:

- Χειρισμός του accumulator W, άμεσα ("literal"), με έναν 8-bit τελεστέο π.χ η εντολή movlw (move literal to W) ή andlw (AND literal with W).
- Εφαρμογή του accumulator W σε καταχωρητή. Το αποτέλεσμα μπορεί να εγγραφεί στον W ή σε έναν επιλεγμένο καταχωρητή (π.χ addwf reg,w).
- Χειρισμός των bit. Αυτές οι εντολές χρειάζονται τον αριθμό ενός καταχωρητή, και τον αριθμό ενός από τα bit του, για να κάνουν μία από τις 4 ακόλουθες πράξεις. Να θέσουν λογικό "0" ή λογικό "1" σε ένα bit, και να ελέγξουν αν ένα bit είναι "0" ή "1".
- Μετακίνηση ελέγχου: υπάρχουν μόνο 2, η goto και η call
- Διάφορες εντολές μηδενικού-τελεστέου (zero operand instructions), όπως η επιστροφή απο υπορουτίνα ή η εντολή sleep για την εισαγωγή του μικροελεγκτή σε κατάσταση κατανάλωσης χαμηλής ισχύος.

### **Παραλλαγές μοντέλων και τεχνικά χαρακτηριστικά**

Οι PIC γενικά διαθέτουν:

- \* Sleep mode (για την εξοικονόμηση ενέργειας).
- \* Watchdog timer.
- \* διάφορους κρυστάλλους ή ρυθμίσεις ταλαντωτή.

### **Παραλλαγές**

Σε μια οικογένεια μικροελεγκτών, υπάρχουν πολλές παραλλαγές μοντέλων ανάλογα με τι τεχνικά χαρακτηριστικά διαθέτει.

- Ακροδέκτες εισόδου/εξόδου γενικής χρήσεως
- Εσωτερικούς ταλαντωτές
- 8/16 Bit χρονιστές
- Ενσωματωμένη EEPROM Memory
- Σύγχρονη/ασύγχρονη σειριακή διασύνδεση USART
- MSSP Peripheral για I<sup>2</sup>C και SPI
- Capture/Compare και PWM modules
- Μετατροπείς από αναλογικό σε ψηφιακό (μέχρι~1.0 MHz)

- Υποστήριξη διασύνδεσης μέσω USB, Ethernet, CAN
- Διασύνδεση με εξωτερική μνήμη.

## Κατηγορίες PIC

### Κατηγορία 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.



Σχήμα 2-4: Μικροελεγκτές της κατηγορίας Baseline

### Κατηγορία 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.

### **Κατηγορία 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, καθώς 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 μικροελεγκτές 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.

### **Κατηγορίες PIC24 και οι dsPIC 16-bit 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.

### **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 περιφεριακά συστήματα με τους PIC24.

### **2-E: Ο μικροελεγκτής PIC16F628A**

Για την σχεδίαση και υλοποίηση της πτυχιακής εργασίας χρησιμοποιήθηκε ο PIC16F628A, λόγω της δημοφιλίας του, του χαμηλού κόστους, της δυνατότητας για in-circuit programming, και της μεγάλης διαθεσιμότητας σε πληροφορίες και προγράμματα που υπάρχει. Όσον αφορά το προγραμματιστικό μέρος, χρησιμοποιήθηκε ο programmer της Microchip 'PICKIT 2'.

Ο PIC16F628A (σχήμα 2-5) είναι ένας μικροελεγκτής με 18 ακροδέκτες, χαμηλού κόστους, υψηλής απόδοσης, τεχνολογίας CMOS, πλήρως στατικός και 8-bit. Διαθέτει flash memory



Σχήμα 2-5: Ο μικροελεγκτής PIC16F628A

και χρησιμοποιεί την αναβαθμισμένη 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 δεδομένα. Οι εντολές μπορούν να εκτελεστούν σε έναν κύκλο εργασίας, εκτός από τις διακλαδώσεις (branches) οι οποίες θέλουν δύο.

Συνολικά, 35 εντολές είναι διαθέσιμες. Ο PIC16F628A 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 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. 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.

Ένας υψηλής αξιοπιστίας μετρητής Watchdog (Watchdog Timer), με τον δικό του ταλαντωτή RC, προσφέρει προστασία ενάντια στο κλείδωμα του λογισμικού. Ο μικροελεγκτής αυτός, μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε διάφορες εφαρμογές, από φορτιστές μπαταρίας ως και σε χαμηλής κατανάλωσης ασύρματους αισθητήρες.



Το PICkit 2 συνδέεται στον υπολογιστή μέσω της θύρας USB, και έχει 6 ακροδέκτες οι οποίοι συνδέονται στον μικροελεγκτή που θέλουμε να προγραμματίσουμε. Ο ICSP προγραμματισμός απαιτεί 5 σήματα:

- Vpp - Programming Voltage: Τάση προγραμματισμού. Όταν εφαρμόζεται, ο μικροελεγκτής εισέρχεται σε κατάσταση προγραμματισμού
- ICSPCLK ή PGC - Programming Clock
- ICSPDAT or PGD – Programming Data
- VDD – Power Supply positive voltage: Τάση τροφοδοσίας
- VSS – Power Supply ground reference: Γείωση

Εν τέλει, αξίζει να εξετάσει κανείς ποιός είναι ο ρόλος κάθε ακροδέκτη του μικροελεγκτή. Είναι λογικό να θεωρήσουμε ότι θα χρειαστούμε έναν αριθμό ακροδεκτών για εισόδους και εξόδους για το εγχείρημα μας. Σε δυο ακροδέκτες θα συνδέεται η τροφοδοσία και η γείωση. Πρέπει επίσης να βεβαιωθούμε ότι μας αρκεί η μνήμη που παρέχεται από αυτόν.

Επομένως, δεν θα χρειάζεται έναν τεράστιο αριθμό ακροδεκτών, πράγμα που απαιτούνταν στους παλιούς μικροεπεξεργαστές, απλά για τη σύνδεση εξωτερικών δεδομένων και διευθύνσεων. Θα είναι όμως απαραίτητο να γνωρίζουμε την κατάλληλη συνδεσμολογία τους έτσι ώστε να μεταφέρουμε το πρόγραμμα στην μνήμη.



# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

## Αισθητήρες

### 3-A: Γενικά

Οι ανιχνευτές και τα αισθητήρια, σε ένα σύστημα συναγερμού, είναι οι συσκευές εκείνες οι οποίες αναγνωρίζουν ανεπιθύμητες εισβολές σε κάποιον προστατευόμενο χώρο. Τοποθετημένες στρατηγικά στον χώρο, μπορούν να προσφέρουν την μέγιστη ασφάλεια. Για ευκολότερη διαχείριση τους, καθώς και παρακολούθησης των σημάτων τους, ο χώρος χωρίζεται σε ζώνες στις οποίες μπορούν να ενεργοποιούνται ή να απενεργοποιούνται ξεχωριστά οι κάθε αισθητήρες.

### 3-B: Είδη αισθητήρων

#### Ανιχνευτές 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



Σχήμα 3-1: Μαγνητικές επαφές

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



Σχήμα 3-2: Μαγνητικός ανιχνευτής σε παράθυρο

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.

### Ανιχνευτές PIR

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. Αναλυτικότερα, η κεφαλή του αισθητήρα είναι διαχωρισμένη σε τομείς, με τον κάθε τομέα να καθορίζεται από συγκεκριμένα όρια.

Η ανίχνευση πραγματοποιείται όταν μια πηγή θερμότητας διασχίζει δύο γειτονικούς τομείς ή ένα συγκεκριμένο τομέα δύο φορές, μέσα σε ένα ορισμένο χρονικό διάστημα. Οι αισθητήρες τύπου PIR ανιχνεύουν την εκπεμπόμενη ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία, που παράγεται από πηγές που παράγουν θερμοκρασίες χαμηλότερες του ορατού φωτός.



Σχήμα 3-3 Αισθητήρας τύπου PIR

Ουσιαστικά, δεν μετρούν την ποσότητα της υπέρυθρης εκπεμπόμενης ακτινοβολίας, αλλά τις μεταβολές της. Δηλαδή, εντοπίζουν μια υπέρυθρη εικόνα, ανιχνεύοντας την αντίθεση που υπάρχει μεταξύ της εικόνας και του ψυχρότερου περιβάλλοντος. Μονάδα μέτρησης της υπέρυθρης ακτινοβολίας είναι τα **microns**. Η εκπεμπόμενη ενέργεια από το ανθρώπινο σώμα κυμαίνεται μεταξύ των 7 έως 14 **microns**.

Οι περισσότεροι εκ των ανιχνευτών PIR λειτουργούν ανάμεσα σε αυτά τα όρια. Για να αποφεύγονται τυχούσες θερμικές παρεμβολές από μη σχετικές πηγές που πιθανόν να βρίσκονται στο περιβάλλον, χρησιμοποιείται είτε ένα κύκλωμα μέτρησης του ρυθμού μεταβολής είτε ένα κύκλωμα μέτρησης παλμού δύο διευθύνσεων.

Όταν η ανίχνευση του σήματος γίνεται βάσει του ρυθμού μεταβολής, ο αισθητήρας αξιολογεί την ταχύτητα με την οποία μεταβάλλεται η ποσότητα της ενέργειας στον υπό

έλεγχο χώρο. Παραδείγματος χάρη, η κίνηση από ένα εισβολέα στον ελεγχόμενο χώρο προκαλεί μια πολύ γρήγορη μεταβολή της ενέργειας, ενώ οι βαθμιαίες θερμοκρασιακές μεταβολές, αντιθέτως, προκαλούν αργές και σταδιακές αλλαγές στην εκπεμπόμενη ποσότητα της ενέργειας.

Στην άλλη κατηγορία του παλμού μέτρησης δύο διευθύνσεων, σήματα από διαφορετικούς θερμικούς αισθητήρες συντελούν στην εμφάνιση αντίθετης πολικότητας. Ένας άνθρωπος που θα διεισδύσει στον ελεγχόμενο χώρο με μια φυσιολογική ταχύτητα, θα προκαλέσει φυσιολογικά, διάφορα σήματα που θα συμβάλλουν στην ανίχνευση του.

Όταν η εκπεμπόμενη ακτινοβολία υπερβεί κάποια προκαθορισμένη τιμή, τότε ο θερμικός αισθητήρας παράγει ένα ηλεκτρικό σήμα, που αποστέλλεται σε ένα ενσωματωμένο επεξεργαστή για αξιολόγηση και πιθανή ενεργοποίηση του συναγερμού. Οι ανιχνευτές τύπου PIR τοποθετούνται κυρίως σε τοίχους ή οροφές, με τη διάταξη ανίχνευσης να καλύπτει τις πιθανές ζώνες διείσδυσης.

Κάθε ζώνη ανίχνευσης/ επίβλεψης μπορεί να παρομοιαστεί περιγραφικά σαν μια ακτίνα προβολέα, που σταδιακά διευρύνεται, όσο η ζώνη εκτείνεται μακρύτερα από τον αισθητήρα, ενώ άλλα τμήματα είναι φωτεινότερα και άλλα σκοτεινότερα. Το συγκεκριμένο αυτό χαρακτηριστικό επιτρέπει στο χρήστη να εστιάζει την "ακτίνα" σε περιοχές που απαιτούν μεγαλύτερο βαθμό προστασίας, από άλλες μικρότερης σημασίας. Θεωρητικά, οι ανιχνευτές αυτής της κατηγορίας, όταν τοποθετούνται σε οροφές ή πύργους καλύπτουν μια ζώνη ανίχνευσης 360 μοιρών. Η κατάλληλη χρησιμοποίηση και εναλλαγή διάφορων φακών και ανακλαστήρων επιτρέπει τη συνεχή αλλαγή και τμηματοποίηση σε μικρότερες ζώνες των χώρων που βρίσκονται υπό επιτήρηση. Ο σχεδιασμός των ανιχνευτών PIR τους δίνει τη δυνατότητα να παρέχουν ένα ολοκληρωτικό φραγμό προστασίας, εξουδετερώνοντας τα νεκρά σημεία που πιθανώς να υπάρχουν.

Οι ανιχνευτές PIR με αυτό το συγκεκριμένο χαρακτηριστικό είναι κατάλληλοι για εισόδους και προθάλαμους.

Όπως και κάθε σύστημα επιτήρησης και προστασίας, έτσι και οι ανιχνευτές PIR διαθέτουν τα τρωτά τους σημεία. Το κυριότερο πηγάζει από την ίδια αρχή λειτουργίας τους, που βασίζεται, όπως προαναφέρθηκε, στη διαφορά θερμοκρασίας μεταξύ του περιβάλλοντος και του στόχου.



Σχήμα 3-4 Επίβλεψη χώρου με

αισθητήρα PIR

Θεωρητικά λοιπόν, εάν η ενέργεια που εκπέμπει κάποιος έχει την ίδια θερμοκρασία με τον περιβάλλον, τότε οι ανιχνευτές δεν θα μπορούν να τον εντοπίσουν. Για να αντιμετωπιστεί αποτελεσματικά η συγκεκριμένη αδυναμία των ανιχνευτών τύπου PIR, θα πρέπει να χρησιμοποιούνται σε συνδυασμό και ανιχνευτές άλλου είδους, ανάλογα με το χώρο προστασίας.

Ένα ακόμα πρόβλημα που παρουσιάζεται συχνά είναι οι λανθασμένοι συναγερμοί που συνήθως οφείλονται στην κίνηση ενός κατοικιδίου ή εντόμου καθώς και στην μεταβολή θερμότητας που προκαλεί ένα χρονοπρογραμματιζόμενο σύστημα θέρμανσης ή και σωλήνες ζεστού νερού.

Επιπροσθέτως, ένα άλλο μειονέκτημα είναι ότι οι ανιχνευτές PIR δεν είναι σε θέση να φιλτράρουν το ορατό φως, οπότε μπορεί η λειτουργία τους να επηρεαστεί από τους προβολείς των αυτοκινήτων ή άλλες πηγές εστιασμένου φωτός.

Αν και η υπέρυθη ακτινοβολία από το ηλιακό φως φιλτράρεται από τα παράθυρα, σε ένα δωμάτιο υπάρχουν και άλλα αντικείμενα που μπορούν να εκπέμπουν ή και να αντανακλούν υπέρυθη ακτινοβολία και σε συνδυασμό με τυχαίες παροδικές κινήσεις που προκαλούν σημαντικές αυξομειώσεις της εκπεμπόμενης ενέργειας.

Όλα τα παραπάνω είναι πιθανές αιτίες πρόκλησης λανθασμένων συναγερμών, για αυτό το λόγο πλέον οι σύγχρονοι PIR ανιχνευτές διαθέτουν ένα «έξυπνο» ενσωματωμένο σύστημα το οποίο μπορεί να ξεχωρίζει τα σήματα (πχ δεν δίνεται έξοδος για αντικείμενα μικρότερα κάποιου ύψους) μειώνοντας έτσι δραστικά τις πιθανότητες λαθών.

### **Ανιχνευτές μικροκυμάτων**

Μια άλλη κατηγορία ανιχνευτών που χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές εσωτερικών αλλά και εξωτερικών χώρων, είναι εκείνοι που βασίζουν τη 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.

## Ενεργοί ανιχνευτές 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 υπέρυθη ακτίνα φωτός στο δέκτη.



Σχήμα 3-5: Ανιχνευτής υπέρυθρων

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.

### **Ανιχνευτές 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 αντιληφθούν 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

### **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.

### **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 περιφράξης.

### **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.

### **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 ηλεκτρο-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

Σχήμα 3-6: Ανιχνευτής κραδασμών συναγερμός.

### **Ανιχνευτές θραύσης**

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

### **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

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

## Μελέτη & Εγκατάσταση συστήματος ασφαλείας σε ιδιωτικό χώρο στάθμευσης

### 4-A: Εισαγωγή

Η πτυχιακή εργασία μας, έχει να κάνει με την προφύλαξη ενός ιδιωτικού χώρου στάθμευσης από την παραβίαση του. Η μελέτη που έγινε, αφορά την επιλογή των κατάλληλων αισθητήρων, ώστε να βοηθούν στην σωστή προφύλαξη του εν λόγω χώρου.

Επίσης, οι αισθητήρες αυτοί θα πρέπει να είναι πρακτικοί και εφαρμόσιμοι, ίσως, και σε περισσότερο από μια θέσεις ο καθένας. Στην συνέχεια, όλοι οι αισθητήρες θα πρέπει να καταλήγουν στην κεντρική μονάδα της εφαρμογής μας.

Η κεντρική μονάδα περιλαμβάνει κατασκευαστικό και προγραμματιστικό μέρος.

Για την σχεδίαση και υλοποίηση της κεντρικής μονάδας χρησιμοποιήθηκε ο μικροελεγκτής της **Microchip**, **PIC16F628A**, λόγω της δημοφιλίας του, του χαμηλού κόστους, της δυνατότητας για *in-circuit programming* (περισσότερα στο κεφάλαιο 2), και της μεγάλης διαθεσιμότητας σε πληροφορίες και προγράμματα που υπάρχει σε βιβλία και διαδίκτυο. Όσον αφορά το προγραμματιστικό μέρος της εφαρμογής, χρησιμοποιήθηκε αποκλειστικά η γλώσσα χαμηλού επιπέδου Assembly . Για την μεταφορά του προγράμματος στον PIC, έγινε χρήση του προγραμματιστή της Microchip ‘**PICKIT 2**’.

Τέλος, επιλέξαμε εξόδους, που να είναι και αυτές κατάλληλες για την προστασία ενός χώρου στάθμευσης, όπως μια σειρήνα, φωτεινές ενδείξεις, φάρος κ.τ.λ.

Η εφαρμογή αποτελείται από τα εξής μέρη:

- **Εισόδοι:** Τις εισόδους του συστήματος μας τις αποτελούν ένας μαγνητικός αισθητήρας, ένας αισθητήρας δέσμης υπεράυθρων, και ένας PIR (Passive InfraRed) αισθητήρας κίνησης. Επίσης υπάρχουν δύο διακόπτες μόνιμης κατάστασης που ελέγχουν την λειτουργία.
- **Κεντρικό σύστημα:** Αποτελείται από τον μικροελεγκτή **PIC16F628A** και τα κατάλληλα εξαρτήματα ώστε να δέχεται τις εισόδους και να οδηγεί τις εξόδους.
- **Έξοδοι:** Αποτελείται από πλήθος LEDs, σειρήνα συναγερμού και φωτεινή ένδειξη συναγερμού.



## 4-B: Είσοδοι του συστήματος

Όπως αναφέρουμε παραπάνω, οι αισθητήρες του συστήματος είναι τρεις. Στην συνέχεια περιγράφουμε αναλυτικότερα την λειτουργία του καθενός.

### Μαγνητικός Αισθητήρας

Ένας διακόπτης όπως ο μαγνητικός αισθητήρας είναι ιδανικός για κλειστούς χώρους. Αποτελείται από το κυρίως κύκλωμα, και δύο μαγνητικές επαφές (σχήμα 4-1). Τον χρησιμοποιούμε συχνά για να ελέγξουμε π.χ πότε ανοίγει μια πόρτα, ένα παράθυρο κ.τ.λ.



Σχήμα 4-1: Μαγνητικές επαφές

Η ιδιότητα του αυτή το κάνει πολύ χρήσιμο στην εφαρμογή μας

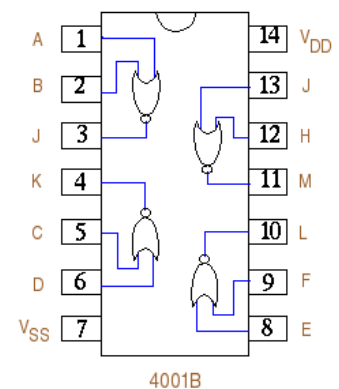
όπου θα μπορούσε να εφαρμοστεί στην βάση μιας συρταρωτής πόρτας, όπως άλλωστε είναι συνήθως οι εισοδοι των γκαραζ (σχήμα 4-2), σε ένα παράθυρο που υπάρχει, στην πόρτα του αυτοκινήτου, κ.α. Όταν η μια μαγνητική επαφή απομακρυνθεί από την άλλη, ενεργοποιείται ο συναγερμός.



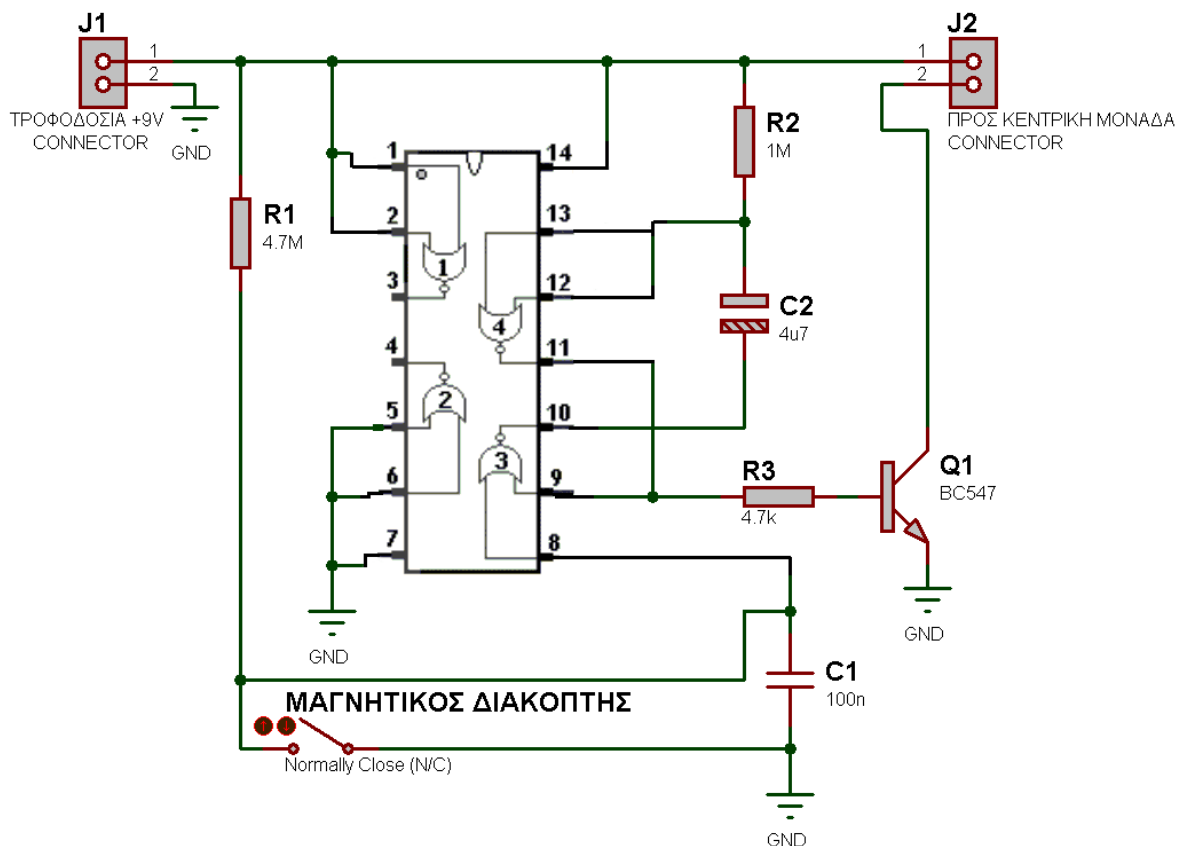
Σχήμα 4-2: Γκαραζόπορτα

Για τον δικό μας αισθητήρα επιλέξαμε να κατασκευάσουμε ένα πολύ απλό κύκλωμα, το οποίο βασίζεται στην λειτουργία ενός CMOS 4001, το οποίο αποτελείται από πύλες NOR, 2 εισόδων (σχήμα 4-3).

Το Cmos 4001 έχει 14 ακροδέκτες. Δουλεύει για τάσεις απο 3 Volt ως περίπου 15 Volt. Ένα από τα θετικά του, είναι ότι λειτουργεί με πολύ λίγο ρεύμα. Αυτό τον κάνει ιδανικό για κυκλώματα που δουλεύουν με μπαταρία. Το κύκλωμα μας είναι σχεδιασμένο για να τροφοδοτείται με 9 Volt. Το 4001 περιέχει 4 πύλες NOR, που δουλεύουν ανεξάρτητα η μία από την άλλη. Κάθε πύλη έχει 2 ακροδέκτες εισόδου και έναν εξόδο. Για παράδειγμα οι ακροδέκτες 1 και 2 είναι οι εισοδοι της πρώτης πύλης, ενώ η έξοδος της είναι ο ακροδέκτης 3. Εναλλάσσοντας την τάση στους ακροδέκτες εισόδου, ενεργοποιείς (κατάσταση High) ή απενεργοποιείς (κατάσταση Low) την έξοδο. Όταν η έξοδος είναι ενεργοποιημένη, με την κατάλληλη συνδεσμολογία μπορεί να δώσει περίπου 10 mA.



Σχήμα 4-3: Το CMOS 4001



Σχήμα 4-4: Το κύκλωμα του μαγνητικού αισθητήρα

Οι δύο πρώτες πύλες δεν χρησιμοποιούνται στο κύκλωμα μας (σχήμα 4-4). Οι υπόλοιπες δύο πύλες είναι έτσι συνδεμένες ώστε να αποτελέσουν έναν μονοσταθή πολυδονητή. Ένας μονοσταθής πολυδονητής προκαλεί έξοδο για ένα συγκεκριμένο διάστημα χρόνου, και τότε ο ίδιος απενεργοποιείται. Η διάρκεια της εξόδου, έχει να κάνει με τι τιμές βάζουμε στην αντίσταση R2 και στον πυκνωτή C2 (στο κύκλωμα της εφαρμογής μας, η διάρκεια της εξόδου είναι 3 με 5 δευτερόλεπτα).

Για να διατηρείται το ρεύμα χαμηλό κατά την διάρκεια που ο μονοσταθής δεν δίνει έξοδο, βάζουμε μεγάλη αντίσταση R1 (4,7MΩ). Σε αυτή την κατάσταση, ο μαγνητικός μας διακόπτης είναι κλειστός και το ρεύμα τρέχει διαμέσου της αντίστασης R1, και καταλήγει στην γη μέσω του μαγνητικού διακόπτη. Ο ακροδέκτης 8 είναι σε κατάσταση "Low" και ο C1 είναι εκφορτισμένος.

Αν απομακρύνουμε την ελεύθερη μαγνητική επαφή, ανοίγει ο διακόπτης και το ρεύμα σταματάει να πηγαίνει στην γη. Πλέον φορτίζει τον πυκνωτή C1 και θέτει τον ακροδέκτη 8 σε κατάσταση "High". Έτσι, ενεργοποιείται ο μονοσταθής.

Η έξοδος είναι στον ακροδέκτη 11, και δίνει ρεύμα τάσης στο τρανζίστορ Q1 και με αυτόν τον τρόπο παίρνουμε τάση στην έξοδο.

Η έξοδος θα συνεχίσει να είναι "High", ως ότου φορτιστεί ο πυκνωτής C2 διαμέσου της αντίστασης R2. Έτσι, ο πυκνωτής οδηγεί τους ακροδέκτες σε κατάσταση "High" και η έξοδος στον ακροδέκτη 11 θα γίνει "Low".

Έτσι, το κύκλωμα μας, ελέγχει αν μια θύρα του χώρου στάθμευσης ανοίξει, και στην συνέχεια θα στείλει τάση στην κεντρική μονάδα, για 3 περίπου δευτερόλεπτα, και στην συνέχεια θα σιγήσει, μέχρις ότου ο διακόπτης κλείσει και ανοίξει ξανά (σχήμα 4-5).

Τέλος, να τονίσουμε ότι οι πύλες CMOS αντιδρούν πολύ γρήγορα. Τυχαίες ηλεκτρικές παρεμβολές θα μπορούσαν να ενεργοποιήσουν τον μονοσταθί.

Για αυτό, ο πυκνωτής C1 γειώνει οποιαδήποτε υψηλή συχνότητα που θα μπορούσε να δημιουργήσει παρεμβολές.

Ο C3 κάνει περίπου την ίδια δουλειά.

Η σταθερότητα του κυκλώματος αυξάνεται, αν αυξήσουμε τις τιμές των R1 και C1, κάνοντας έτσι τον μονοσταθί να ενεργοποιείται

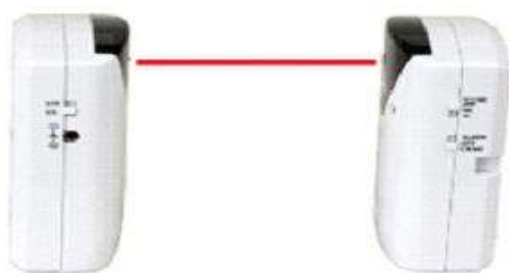
καθυστερημένα (χρήσιμο για τις ηλεκτρικές παρεμβολές).



Σχήμα 4-5: Διάγραμμα ροής του μαγνητικού αισθητήρα

### Αισθητήρας δέσμης υπέρυθρων (Infrared Beam Detector)

Ο δεύτερος αισθητήρας της εφαρμογής μας είναι ένας αισθητήρας δέσμης υπέρυθρων (Infrared Beam Detector) . Η συσκευή αυτή αποτελείται από δύο μέρη. Το πρώτο μέρος είναι ένας πομπός υπέρυθρης ακτινοβολίας, που εκπέμπει υπέρυθρη ακτινοβολία μιας

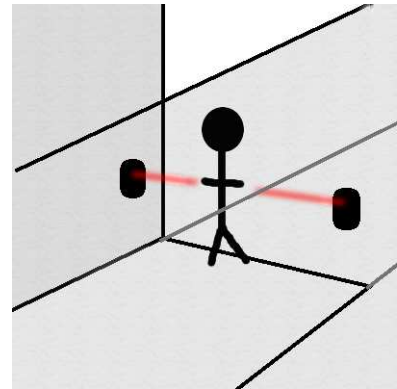


Σχήμα 4-6 Πομπός και δέκτης υπέρυθρων

συγκεκριμένης συχνότητας. Το δεύτερο μέρος είναι ένας δέκτης, ο οποίο δέχεται την υπέρυθρη ακτινοβολία, και την μετατρέπει σε ρεύμα μέσω ενός φωτοτρανζίστορ. Το αποτέλεσμα είναι να σχηματίζεται μια δέσμη μεταξύ τους (σχήμα 4-6).

Ο πομπός είναι απομακρυσμένη συσκευή, ενώ ο δέκτης συνδέεται με την κεντρική μονάδα.

Οι συσκευές πρέπει να βρίσκονται στην ίδια ευθεία, δηλαδή ο πομπός υπέρυθρης ακτινοβολίας που στην περίπτωση μας είναι 2 υπέρυθρα LED, πρέπει να στοχεύουν στο φωτοτρανζίστορ του δέκτη. Έτσι δημιουργείται ένας φωτοφράκτης. Ο δέκτης δέχεται συνεχώς σήμα από τον πομπό. Εφόσον παρεμβάλει οτιδήποτε μεταξύ αυτής της δέσμης (σχήμα 4-7), ο δέκτης αδυνατώντας να λάβει σήμα, στέλνει τάση εξόδου στην κεντρική μονάδα, και ενεργοποιείται ο συναγερμός.



Σχήμα 4-7 Διακοπή της ακτίνας υπέρυθρων λόγω παρεμβολής

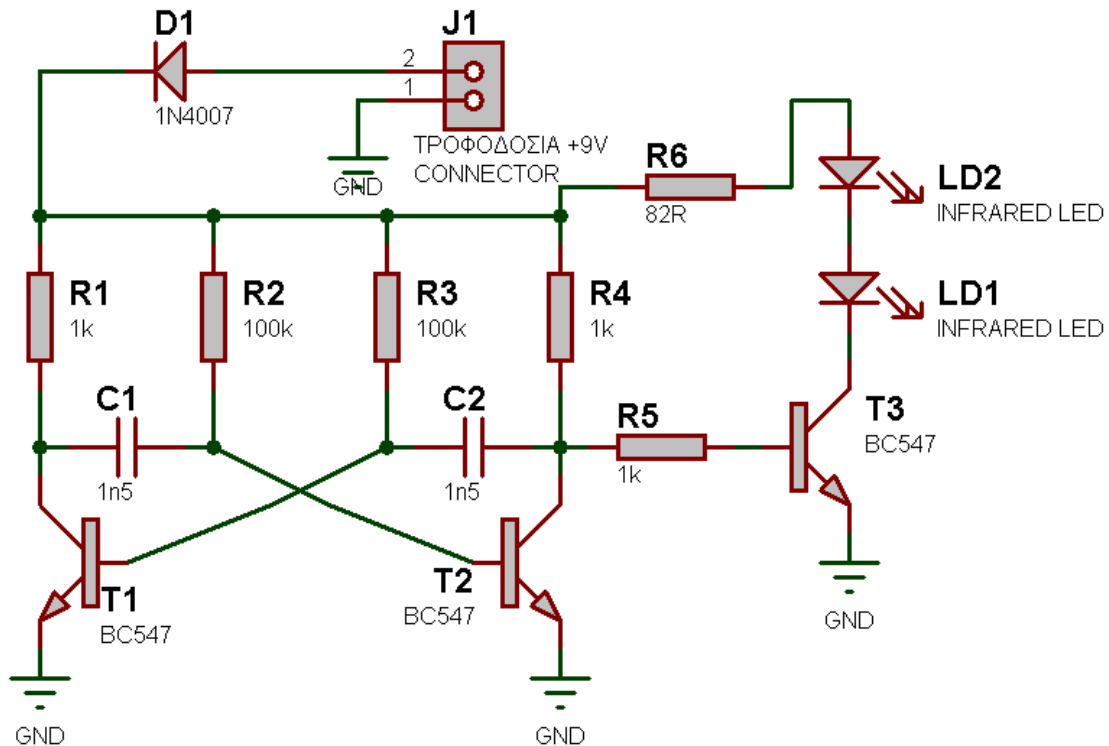
Θα μπορούσαμε να τοποθετήσουμε την διάταξη αυτή, σε μια θύρα εισόδου, ή στην πόρτα του αυτοκινήτου. Επίσης, θα ήταν ένας πολύ αποτελεσματικός τρόπος να προφυλαχτούμε από την εισβολή μέσω ενός παραθύρου. Στην περίπτωση του μαγνητικού διακόπτη, αν το παράθυρο είναι αρκετά μεγάλο, ένας εισβολέας θα έμπαινε με ευκολία στον χώρο στάθμευσης, σπάζοντας το τζάμι.

Με την συγκεκριμένη δέσμη υπέρυθρων μπορούμε να προφυλάξουμε χώρους βάζοντας στον έναν τοίχο τον πομπό και στον άλλο τον δέκτη. Λειτουργεί αποτελεσματικά εφόσον οι δύο συσκευές δεν έχουν απόσταση μεγαλύτερη από 4 μέτρα. Η τροφοδοσία του είναι 9 Volt. Λόγω των ιδιοτήτων της υπέρυθρης ακτινοβολίας δεν συνιστάται η χρήση του σε εξωτερικό χώρο.

Κάνουμε την εγκατάσταση της συσκευής, και βεβαιωνόμαστε ότι ο πομπός στοχεύει τον δέκτη. Συνδέουμε τον δέκτη στην κεντρική μονάδα και την τροφοδοσία. Η συσκευή είναι σε κατάσταση ON (σχήμα 4-8). Ο πομπός εκπέμπει συνεχόμενα σήμα και ο δέκτης το λαμβάνει. Σε αυτή την κατάσταση, η τάση εξόδου στα άκρα του δέκτη είναι μηδενική. Για όσο διάστημα παρεμβάλλεται κάτι μεταξύ πομπού και δέκτη, δηλαδή όταν διακοπεί η ακτίνα υπέρυθρων και ο δέκτης σταματήσει να δέχεται σήμα, θα έχουμε τάση στην εξόδο, προς την κεντρική μονάδα. Ο αισθητήρας λειτουργεί σαν ανοιχτός διακόπτης.



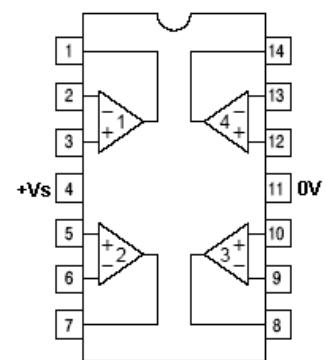
Σχήμα 4-8: Διάγραμμα ροής του αισθητήρα δέσμης υπέρυθρων



Σχήμα 4-9: Πομπός αισθητήρα δέσμης υπέρυθρων

Ο πομπός (σχήμα 4-9) είναι μια απλή διάταξη με τρία τρανζίστορ BC547, και 2 υπέρυθρα LED για την συνεχή εκπομπή της δέσμης υπέρυθρης ακτινοβολίας. Τροφοδοτείται με 9 Volt. Ο δέκτης είναι βασισμένος στην λειτουργία του ολοκληρωμένου κυκλώματος LM324 (σχήμα 4-10).

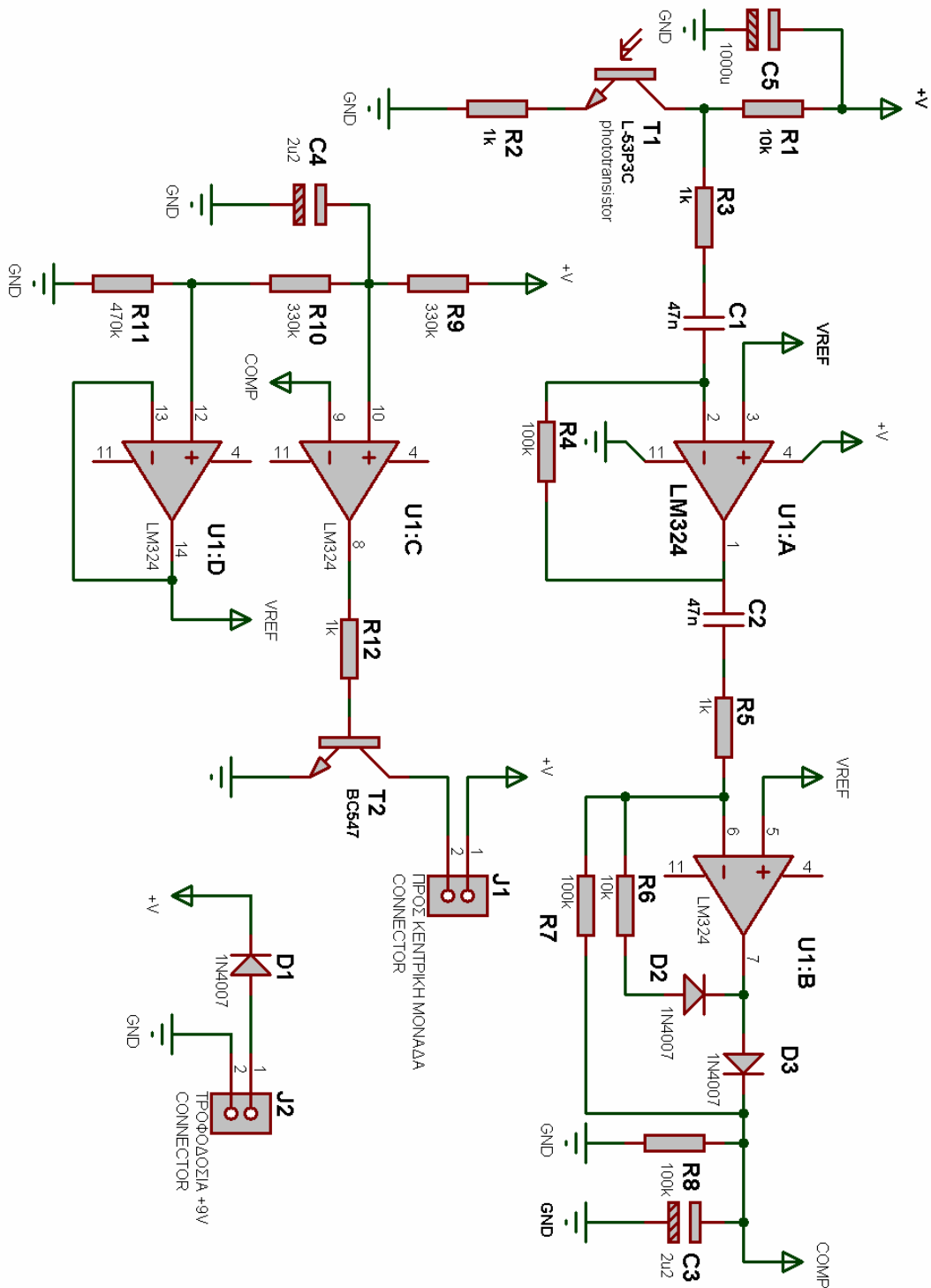
Ο LM324 αποτελείται από τέσσερις ανεξάρτητους τελεστικούς ενισχυτές, υψηλής απολαβής, με κοινή τροφοδοσία. Μπορεί να λειτουργήσει με από 3, έως 32 Volt, και είναι ιδανικός ώστε να ενισχύει το σήμα που λαμβάνει από τον εκπομπό. Ο τέταρτος ακροδέκτης συνδέεται με την τροφοδοσία ενώ ο 11<sup>ος</sup> με την γη.



Σχήμα 4-10: LM324

Ο δέκτης (σχήμα 4-11) χρησιμοποιεί ένα κοινό φωτοτρανζίστορ (L53P3C). Το φωτοτρανζίστορ δεν έχει καμία διαφορά λειτουργικά από ένα διπολικό τρανζίστορ. Είναι σε διάφανη θήκη, ώστε να έχει την δυνατότητα να δέχεται ακτινοβολία.

Τα ηλεκτρόνια που δημιουργούνται από φωτόνια στην συμβολή συλλέκτη-βάσης εισέρχονται στην βάση με αποτέλεσμα ίδιο με ένα διπολικό transistor.



Σχήμα 4-11: Δέκτης αισθητήρα δέσμης υπέρυθρων

### PIR (Passive InfraRed) αισθητήρας κίνησης

Ο τρίτος αισθητήρας της εφαρμογής είναι ένας ανιχνευτής PIR (σχήμα 4-12 παθητικός ανιχνευτής υπέρυθρων). Σε αυτή την περίπτωση, δεν έχουμε έναν πομποδέκτη, όπως

προηγουμένως, αλλά μόνο μια συσκευή η οποία δέχεται σήματα. Λειτουργεί ανιχνεύοντας ηλεκτρομαγνητική ακτινοβολία που παράγεται από πηγές που παράγουν κάποια θερμοκρασία.



Μπορεί να λειτουργήσει σαν Normally Open ή Normally Closed διακόπτης. Η τροφοδοσία που δέχεται είναι 9 με 16 V, (στο κύκλωμα μας δουλεύει με 9Volt).

Διαθέτει έναν μετρητή παλμών. Όταν ανιχνευθεί κάτι, δημιουργείται ένας παλμός. Στο κύκλωμα μας, ο PIR είναι ρυθμισμένος έτσι ώστε να αντιδράει δίνοντας τάση εξόδου, μόνον και εφόσον δεχτεί τρεις παλμούς σε διάστημα 20 δευτερολέπτων. Αυτό είναι χρήσιμο για να αποφευχθεί η λανθασμένη ενεργοποίηση του συναγερμού, από περιβαλλοντικές

Σχήμα 4-12: παθητικός παρεμβολές ή παρεμβολές στην τάση δικτύου. ανιχνευτής υπερύθρων

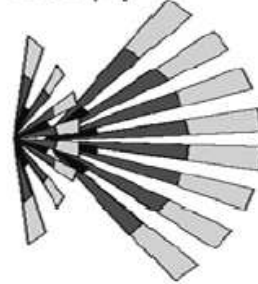
Η εγκατάσταση του δεν θα πρέπει να γίνει σε μέρος όπου ο PIR έρχεται σε άμεση επαφή με εξωτερικό φωτισμό, γιατί αυτό θα τον επηρεάσει. Στην εφαρμογή μας, ο PIR έχει κύκλωμα προστασίας από ορισμένες ορατές και μη ορατές ηλεκτρομαγνητικές ακτινοβολίες. Επίσης ο PIR δεν θα πρέπει να συναντάει εμπόδια στο πεδίο ανίχνευσης. Εάν βρίσκεται κοντά σε μια πηγή θερμότητας (π.χ καλοριφέρ, τζάκι) αυτό θα τον επηρεάσει επίσης.

Η εμβέλεια του αγγίζει τις 110 μοίρες υπό φυσιολογική θερμοκρασία. Εάν τον τοποθετήσουμε σε ύψος 2.3 μέτρων (σχήμα 4-13), η περιοχή εμβέλειας φτάνει το μεγαλύτερο μήκος, το οποίο είναι 12 μέτρα.

Στην εφαρμογή μας, θα ήταν ιδανικό για να επιτηρεί μια συγκεκριμένη περιοχή (για παράδειγμα τον χώρο που είναι σταθμευμένο το αυτοκίνητο). Από κει και πέρα θα μπορούσαμε να τον βάλουμε σε οποιαδήποτε είσοδο του γκαράζ.

Ο PIR λειτουργεί ως εξής (σχήμα 4-14): όταν τον βάλουμε στην τροφοδοσία, θέλει 30 δευτερόλεπτα για να σταθεροποιηθεί το κύκλωμα λειτουργίας του.

Άνοψη



Πλάγια όψη

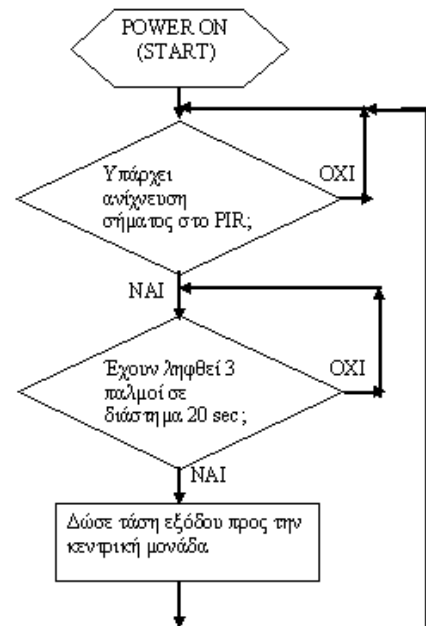


Σχήμα 4-13: εμβέλεια του PIR της εφαρμογής μας (μέτρα)

Στην συνέχεια, εξετάζει την περιοχή εμβέλειας του. Στην κατάσταση αυτή, η τάση στην έξοδο είναι μηδενική. Εφόσον υπάρξει κάποιος παλμός στον PIR, ο εσωτερικός του μετρητής, περιμένει να λάβει τρεις παλμούς σε διάστημα 20 δευτερολέπτων. Αν δεν συμβεί αυτό, ο μετρητής μετά από αυτό το διάστημα θα μηδενιστεί. Αν όμως ληφθούν τρεις παλμοί στο προαναφερόμενο διάστημα, δηλαδή, έχουμε φυσική κίνηση μέσα στον χώρο εμβέλειας, τότε θα ενεργοποιηθεί ο διακόπτης, και ο PIR θα στείλει τάση εξόδου προς την κεντρική μονάδα.

### Διακόπτες λειτουργίας

Η εφαρμογή μας επίσης, περιλαμβάνει σαν εισόδους δύο διακόπτες λειτουργίας, την χρήση των οποίων την περιγράφουμε παρακάτω, στο κεντρικό σύστημα.



Σχήμα 4-14: Διάγραμμα ροής PIR

### 4-Γ: Κεντρικό σύστημα

Το κεντρικό σύστημα είναι αυτό που διαχειρίζεται όλα τα δεδομένα. “Καταλαβαίνει” εάν δεχόμαστε τάση από κάποιον αισθητήρα, ενώ αντιδράει αναλόγως σε κάθε μια περίπτωση, έτσι όπως το έχουμε προγραμματίσει. Φυσικά εφόσον προκύψει η ανάγκη απόδοσης δεδομένων σε κάποια έξοδο, τότε θα ενεργοποιήσει ορισμένες από τις εξόδους. Στο κεντρικό σύστημα συνδέουμε τους τρεις αισθητήρες μας, για να τροφοδοτηθούν, και για να αποδώσουν έξοδο. Λειτουργεί με τάση τροφοδοσίας 12 Volt, μιας και οι περισσότεροι εξοδοί συστημάτων ασφαλείας (φώτα, σειρήνες κ.τ.λ) έχουν τα 12 Volt ως τάση τροφοδοσίας.

Κατασκευαστικά, το κύκλωμα αποτελείται από ένα πλήθος απλών και φτηνών εξαρτημάτων που βρίσκουμε πολύ εύκολα στην αγορά. Αναφορικά, οι διατάξεις του κυκλώματος είναι:

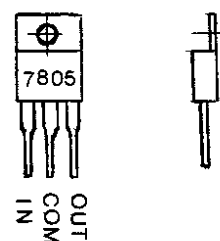
- Δύο σταθεροποιητές τάσης, για την κάλυψη της ανάγκης σε διαφορετικές τροφοδοσίες
- Τρεις οπτοζεύκτες, για την απόδοση 5 Volt στον μικροελεγκτή από κάθε είσοδο
- Δύο διακόπτες , για τροφοδοσία και ενεργοποίηση του συστήματος συναγερμού



- Έναν μικροελεγκτή, PIC16F628A
- LEDs, φωτεινή ένδειξη (φάρος) και σειρήνα (τα οποία είναι έξοδοι βέβαια, αλλά συμπεριλαμβάνονται στο κεντρικό κύκλωμα για την καλύτερη κατανόηση του)

### Σταθεροποιητές τάσης

Οι δύο διατάξεις σταθεροποιητών τάσης (regulators) στο κύκλωμα μας, βασίζονται στα εξαρτήματα 7805, και 7809. Οι regulators είναι σχεδιασμένοι έτσι ώστε να διατηρούν σταθερά την τάση εξόδου τους. Το 7805, αποτελείται από τρεις ακροδέκτες, IN, GND, και OUT (σχήμα 4-15). Στο κύκλωμα μας, ως τάση εισόδου του 7805 έχουμε τα 12V, αλλά μπορούμε να βάλουμε οποιαδήποτε τάση ως και τα 35V. Το δεύτερο άκρο του γειώνεται, ενώ το τρίτο αποτελεί την έξοδο του, η οποία αποδίδει σταθερά 5V, τάση απαραίτητη για να λειτουργήσουμε τον μικροελεγκτή.



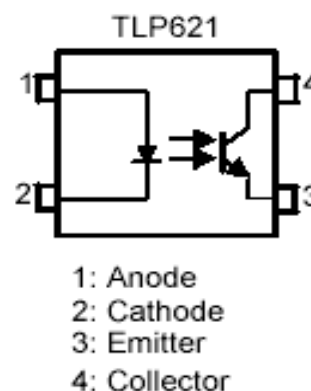
Σχήμα 4-15: ο regulator 7805

Όπως και οι περισσότεροι σύγχρονοι regulators, δουλεύουν συγκρίνοντας την τάση εξόδου με μια τυπική τιμή που έχουν στο κύκλωμα τους. Οποιαδήποτε διαφορά μεταξύ των δύο τιμών, ενισχύεται, και επιστρέφει ως αρνητική ανάδραση.

Ο regulator 7809, δουλεύει με τον ίδιο τρόπο, έχοντας κοινή τάση τροφοδοσίας με τον 7805, στην περίπτωση αυτή όμως έχουμε τάση εξόδου σταθερά 9V. Αυτή την τάση την χρησιμοποιούμε για να δώσουμε τροφοδοσία στους αισθητήρες.

### Οπτοζεύκτες

Κάποιος θα μπορούσε να αναρωτηθεί: πως θα χειριστούμε όλες τις διαφορετικές τιμές τάσης που έχουμε ως είσοδο στο κεντρικό σύστημα από τους αισθητήρες, όταν ο μικροελεγκτής θα πρέπει να δέχεται λογικό "1" (εώς 5 V) όταν έχουμε έξοδο από έναν αισθητήρα και λογικό "0" (0 Volt) όταν δεν έχουμε; Θα χρειαστούμε κάτι ώστε να μετατρέπει την τάση εξόδων των αισθητήρων, σε μια τάση, που το μέγιστο της δεν θα ξεπερνάει τα 5 Volt.



Σχήμα 4-16: Ο οπτοζεύκτης TLP 621

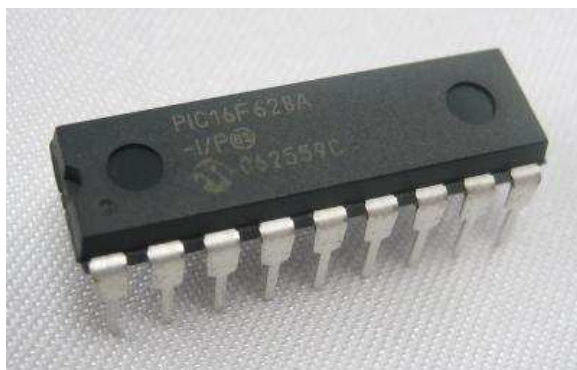
Στο κύκλωμα μας για αυτόν τον σκοπό χρησιμοποιήσαμε τον οπτοζεύκτη (photocoupler) TLP 621 (σχήμα 4-16) λόγω της απλότητας της χρήσης του, και του χαμηλού του κόστους.

Ο TLP 621 έχει τέσσερις ακροδέκτες, ενώ εσωτερικά αποτελείται από ένα φωτοτρανζίστορ, σε οπτική σύζευξη με μια φωτοδίοδο υπερύθρων. Ο πρώτος ακροδέκτης είναι η άνοδος της φωτοδίοδου, και ο δεύτερος η κάθοδος. Στους επόμενους δύο ακροδέκτες υπάρχει το φωτοτρανζίστορ, με τον εκπομπό στον τρίτο ακροδέκτη, και τον συλλέκτη στον τέταρτο.

Για κάθε αισθητήρα στο κύκλωμα μας χρησιμοποιούμε και έναν οπτοζεύκτη TLP 621. Η σύνδεση γίνεται ως εξής. Τα άκρα του αισθητήρα συνδέονται με τους ακροδέκτες 1 και 2 στην φωτοδίοδο, συνδέουμε τον τέταρτο ακροδέκτη στην τάση τροφοδοσίας των 5 Volt, ενώ από τον τρίτο ακροδέκτη παίρνουμε την έξοδο. Ο οπτοζεύκτης λειτουργεί σαν ανοικτός διακόπτης. Όταν έχουμε τάση στην έξοδο ενός αισθητήρα, θα έχουμε και τάση στα άκρα της φωτοδίοδου. Έτσι θα αρχίσει να εκπέμπει εσωτερικά στον οπτοζεύκτη, υπέρυθρη ακτινοβολία. Το phototransistor ως διακόπτης, κλείνει, και έτσι μας αποδίδει στον εκπομπό την τάση του συλλέκτη η οποία είναι 5 Volt, η τάση που μας χρειάζεται ώστε να μπορούμε να θέτουμε την είσοδο του μικροελεγκτή σε κατάσταση 'high' ή 'low' (με την βοήθεια μιας αντίστασης 10KΩ μεταξύ της εισόδου και της γης βλ.σχήμα 4-19). Ο οπτοζεύκτης θα λειτουργεί με αυτόν τον τρόπο για όσο διάστημα δέχεται τάση από τον αισθητήρα.

### Ο μικροελεγκτής PIC16F628A

Ο PIC16F628A (σχήμα 4-17) είναι ένας μικροελεγκτής με 18 ακροδέκτες (σχήμα 4-18) και

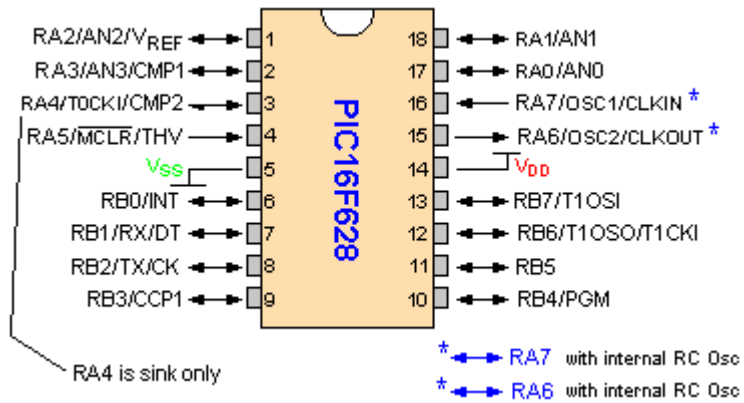


Σχήμα 4-17: Ο μικροελεγκτής PIC16F628A που χρησιμοποιήθηκε στο κύκλωμα μας

είναι ο καλύτερος τρόπος για να ξεκινήσει κανείς εργασίες για PIC οι οποίοι θέλουν περίπου 6 ως 15 εισόδους/εξόδους. Διαθέτει 2kb χώρο μνήμης για το πρόγραμμα (αυτό μεταφράζεται σε 2048 γραμμές προγράμματος), και δουλεύει στα 4MHz ή στα 37kHz. ο ταλαντωτής των 4MHz

διαιρείται δια 4 για να χρησιμοποιήσει 1μS για κάθε εντολή.

Ο PIC16F628A είναι η αναβαθμισμένη έκδοση του PIC16F628 και έχει εσωτερικό ταλαντωτή που δουλεύει στα 4MHz ή 48kHz. Επιπλέον μπορεί να προγραμματιστεί σε χαμηλή τάση (ICSP) και διαθέτει



Σχήμα 4-18: Ο PIC16F628/A και αναλυτικά οι ακροδέκτες του

low speed clock mode,

programmable BOR, και ενσωματωμένη τάση αναφοράς. Κάθε είσοδος/έξοδος μπορεί να οδηγήσει μέχρι 25mA. Όμως, αυτός ο μικροελεγκτής έχει έναν ακροδέκτη I/O ο οποίος είναι εισόδου μόνο, και αυτό πρέπει να ληφθεί υπόψη όταν σχεδιάζουμε ένα κύκλωμα. Για τον PIC16F628A, αυτός ο ακροδέκτης είναι ο τέταρτος (RA5). Πολλοί μικροελεγκτές PIC έχουν επίσης έναν ακροδέκτη I/O ο οποίος μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο για είσοδο, ή μπορεί να παράγει χαμηλή έξοδο (για παράδειγμα ο PIC16F84). Στον μικροελεγκτή που χρησιμοποιούμε, το 3ο pin (RA4) είναι ακροδέκτης εισόδου, και αν χρησιμοποιηθεί δεν θα παράγει ρεύμα. Η θύρα A (Port A) έχει 7 ακροδέκτες I/O και έναν μόνο για είσοδο.

Η θύρα B (Port B) έχει 8 ακροδέκτες I/O, αλλά αν χρησιμοποιηθεί η μέθοδος προγραμματισμού σε χαμηλή τάση, τα pins RB6 και RB7 θα πρέπει να είναι σε θέση να δώσουν λογικό "1". Συνολικά έχουμε 14 ακροδέκτες I/O, έναν που μπορεί να χρησιμοποιηθεί μόνο ως είσοδος, και έναν που αν χρησιμοποιηθεί ως έξοδος δεν θα αποδώσει πλήρως. Τα υπόλοιπα 2 pins χρησιμοποιούνται για τάση (5v) και γείωση (0v).

Επιπλέον, ο ακροδέκτης 6 (PortB,0) μπορεί να χρησιμοποιηθεί ως εξωτερικός διακόπτης (interrupt). Όταν ο ακροδέκτης αυτός εισέρχεται σε κατάσταση 'high', προκαλείται interrupt αλλάζοντας την ροή του προγράμματος.

Στο κύκλωμα μας, όλοι οι ακροδέκτες της Port A είναι εισοδοι. Στον ακροδέκτη RA0 (pin 17) έχουμε την είσοδο του μαγνητικού αισθητήρα, στον ακροδέκτη RA1 (pin 18) έχουμε την είσοδο του αισθητήρα δέσμης υπεράυθρων, ενώ στον ακροδέκτη RA2 (pin 1) έχουμε την είσοδο του PIR αισθητήρα κίνησης. Όσον αφορά την Port B, η μόνη είσοδος είναι η RB0 (pin 6), όπου έχουμε συνδέσει έναν διακόπτη για να ελέγχουμε το interrupt. Οι υπόλοιποι ακροδέκτες είναι έξοδοι.



Στον ακροδέκτη RB1 (pin 7), έχουμε μέσω μιας αντίστασης 330Ω, έναν ενδείκτη LED, ο οποίος υποδηλώνει την λειτουργία Stand-by Mode (σχήμα 4-20). Στον ακροδέκτη RB2 (pin 7), ένα LED, το οποίο υποδηλώνει την λειτουργία ON mode. Στους ακροδέκτες RB4, RB5, RB6, έχουμε τα LED που μας δείχνουν αν κάποιος από τους αισθητήρες δίνει έξοδο (PIR, δέσμη υπέρυθρων και μαγνητικός αντίστοιχα). Τέλος στον ακροδέκτη RB7, έχουμε συνδεδεμένα μια σειρά και μια φωτεινή ένδειξη που αναβοσβήνει, μέσω μιας αντίστασης 1KΩ και ενός



Σχήμα 4-20: Οι πέντε ενδείκτες λειτουργίας του συστήματος

τρανζίστορ BD139, το οποίο δηλώνει με οπτικοακουστικό τρόπο ότι έχουμε κάποια εισβολή στον χώρο στάθμευσης.

## Περιγραφή λειτουργίας του κεντρικού συστήματος

### Κατάσταση Stand-by Mode

Η λειτουργία του κεντρικού συστήματος ξεκινάει από την στιγμή που βάζουμε την τροφοδοσία, αφού έχουμε εγκαταστήσει τους αισθητήρες και τις εξόδους στα σημεία που επιθυμούμε. Αυτό γίνεται μέσω του διακόπτη τροφοδοσίας **SW1**. Ο διακόπτης ενεργοποίησης **SW2** σε αυτή την κατάσταση πρέπει να είναι OFF, αλλιώς θα έχουμε ανεπιθύμητη ενεργοποίηση του συστήματος συναγερμού.

Ενεργοποιώντας το SW1, βρισκόμαστε στην κατάσταση **stand-by mode**. Μέσα στον μικροελεγκτή, το πρόγραμμα αρχίζει να εκτελείται, να αρχικοποιεί τις εισόδους και εξόδους, και τέλος να καταλήγει σε έναν βρόχο (loop).

Κατά την διάρκεια αυτού του βρόχου, ο μικροελεγκτής δεν κάνει τίποτε άλλο από το να δίνει λογικό "1" στην έξοδο **RB1**, ανάβοντας έτσι τον **πορτοκαλί ενδείκτη LED** "stand-by mode". Αν δεν υπάρξει εξωτερικό ερέθισμα μέσω του διακόπτη SW2 (κλείσιμο διακόπτη), το σύστημα θα παραμείνει για πάντα σε αυτή την κατάσταση, εκτός κι αν απενεργοποιήσουμε την τροφοδοσία. Ο συναγερμός είναι πρακτικά απενεργοποιημένος.

Η κατάσταση stand-by βοηθάει και στην σταθεροποίηση των αισθητήρων υπερύθρων που έχουμε. Καλό θα είναι να παραμείνουμε τουλάχιστον 30 δευτερόλεπτα σε αυτήν την κατάσταση για τον σκοπό αυτό.

### Κατάσταση ON mode

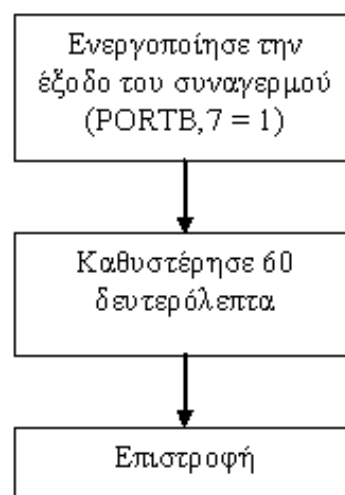
Για να βρεθούμε σε αυτή την κατάσταση, πρέπει ενώ βρισκόμαστε στην κατάσταση stand-by να κλείσουμε τον διακόπτη ενεργοποίησης SW2. Ο βρόχος που εκτελούνταν αενάως προηγουμένως, πλέον διακόπτεται με interrupt, και το πρόγραμμα αλλάζει τελείως ροή. Ενεργοποιείται το σύστημα ασφαλείας.

Το interrupt ξεκινάει σβήνοντας την ένδειξη stand-by, θέτοντας τον ακροδέκτη 6 σε "low" και ανάβοντας την ένδειξη ON, δίνοντας λογικό "1" στην έξοδο RB2. Στην συνέχεια το πρόγραμμα "σκανάει" τις εισόδους των αισθητήρων μία-μία για την ύπαρξη κατάστασης high (εφόσον κάποιος από τους αισθητήρες δίνει τάση). Πιο συγκεκριμένα:

γίνεται έλεγχος του ακροδέκτη 17 (PortA,0) όπου έχουμε συνδέσει τον μαγνητικό αισθητήρα. Εφόσον έχουμε λογικό "0", θα θέσει τα PORTB,6 και PORTB,7 (ακροδέκτες 12 & 13 αντίστοιχα) σε κατάσταση "low".

Αυτό θα έχει ως αποτέλεσμα να σβήσει η ένδειξη LED που δηλώνει ότι ο μαγνητικός αισθητήρας είναι ενεργοποιημένος, και καθώς επίσης να μείνει απενεργοποιημένη η έξοδος συναγερμού (όπου έχουμε συνδέσει την σειρήνα και την φωτεινή ένδειξη). Εάν λάβουμε τάση από τον μαγνητικό αισθητήρα, τότε έχοντας το pin 17 σε κατάσταση "high", θα ανάψει η ένδειξη του μαγνητικού αισθητήρα, και θα καλέσουμε την ρουτίνα **alarm** (σχήμα 4-21).

Η ρουτίνα alarm αποτελείται από την ενεργοποίηση της εξόδου συναγερμού, την κλήση μιας άλλης ρουτίνας, της delay, η οποία έχει μια τέτοια δομή ώστε να καθυστερεί την μετάβαση σε επόμενη εντολή, κάνοντας χρήση των εντολών nop, οι οποίες δεν κάνουν τίποτε άλλο από το να "ξοδεύουν" κύκλους μηχανής. Κατά την διάρκεια αυτής της καθυστέρησης, η οποία στην περίπτωσή μας φτάνει το ένα λεπτό, η κατάσταση "high" στην οποία βρίσκονται δύο από τις εξόδους μας διατηρείται. Έτσι, η ένδειξη του αισθητήρα, και η έξοδος του συναγερμού παραμένουν ενεργοί για 60 δευτερόλεπτα.



Σχήμα 4-21: Διάγραμμα ροής της ρουτίνας alarm

Στην συνέχεια γίνεται επιστροφή στην επόμενη εντολή, αμέσως μετά την κλίση της ρουτίνας alarm.

Και στις δύο περιπτώσεις που ο μαγνητικός αισθητήρας δίνει ή δεν δίνει τάση, το πρόγραμμα θα συνεχίσει ανιχνεύοντας τον **ακροδέκτη 18**, όπου έχουμε συνδέσει τον **αισθητήρα δέσμης υπερύθρων**.

Η διαδικασία που ακολουθείται είναι πανομοιότυπη με την ανίχνευση της εισόδου του μαγνητικού. Το πρόγραμμα ελέγχει αν έχουμε λογικό "1" στο pin 18.

Αν όχι, σβήνει τον ενδείκτη LED που υποδεικνύει την λειτουργία του αισθητήρα δέσμης υπερύθρων (pin 11) και απενεργοποιεί την έξοδο του συναγερμού (pin 13).

Αν ο αισθητήρας δέσμης υπερύθρων δίνει τάση, τότε ενεργοποιεί το LED στον ακροδέκτη 11, και καλεί την ρουτίνα alarm.

Και οι δύο καταστάσεις καταλήγουν στον έλεγχο του επόμενου αισθητήρα.

Στην συνέχεια το πρόγραμμα ελέγχει τον τρίτο αισθητήρα, ανιχνευτή κίνησης PIR, ο οποίος συνδέεται με τον ακροδέκτη 1. Εφόσον έχουμε λογικό "1" στην είσοδο αυτή (PORTA,2), ενεργοποιείται ο ενδείκτης LED (ακροδέκτης 10) που υποδηλώνει την λειτουργία του PIR, και καλείται η ρουτίνα alarm.

Στην περίπτωση που έχουμε λογικό "0" στην είσοδο, σβήνει η ένδειξη του PIR, και απενεργοποιείται η έξοδος του συναγερμού (pin 13).

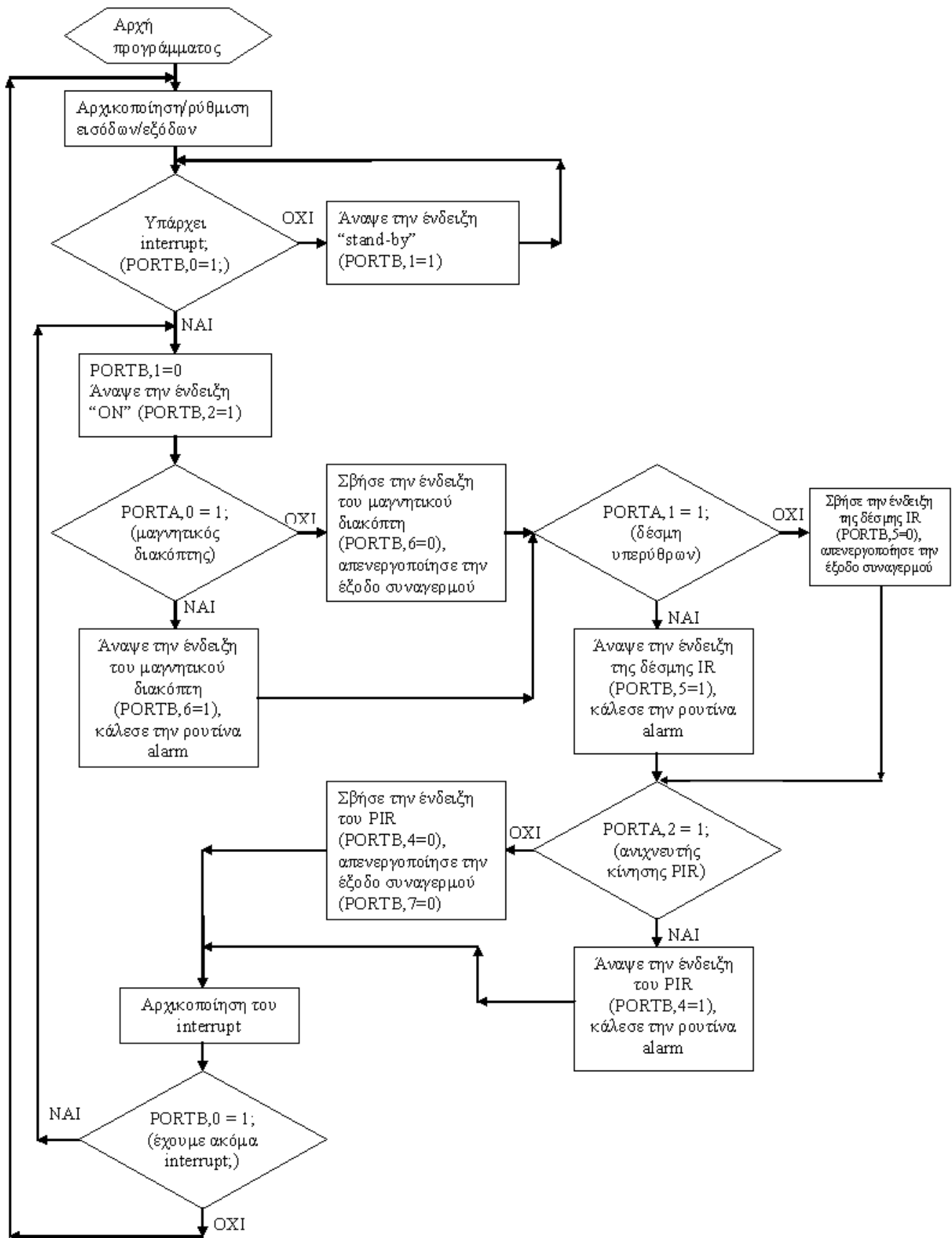
Το πρόγραμμα έχει πλέον ελέγξει και τους τρεις αισθητήρες, δίνοντας τα ανάλογα αποτελέσματα στις εξόδους. Σε περίπτωση που δεν λήφθηκε καμία τάση στις εισόδους, η μόνη ένδειξη που θα είναι αναμμένη είναι αυτή της κατάστασης λειτουργίας ON mode.

Ακολουθώντας την ροή, ανεξαρτήτως τι σήματα δεχτήκε και τι δεν δέχτηκε, γίνεται μια αρχικοποίηση του interrupt, έτσι ώστε να μπορεί να ληφθεί ξανά το εξωτερικό ερέθισμα από τον διακόπτη ενεργοποίησης SW2.

Στην συνέχεια γίνεται ο τελευταίος έλεγχος του προγράμματος του interrupt. Ελέγχει εάν ο διακόπτης SW2 είναι ακόμη κλειστός. Αυτό είναι απαραίτητο, ώστε να είναι σε θέση να επανέλθει στην κατάσταση stand-by όποτε εμείς το θελήσουμε.

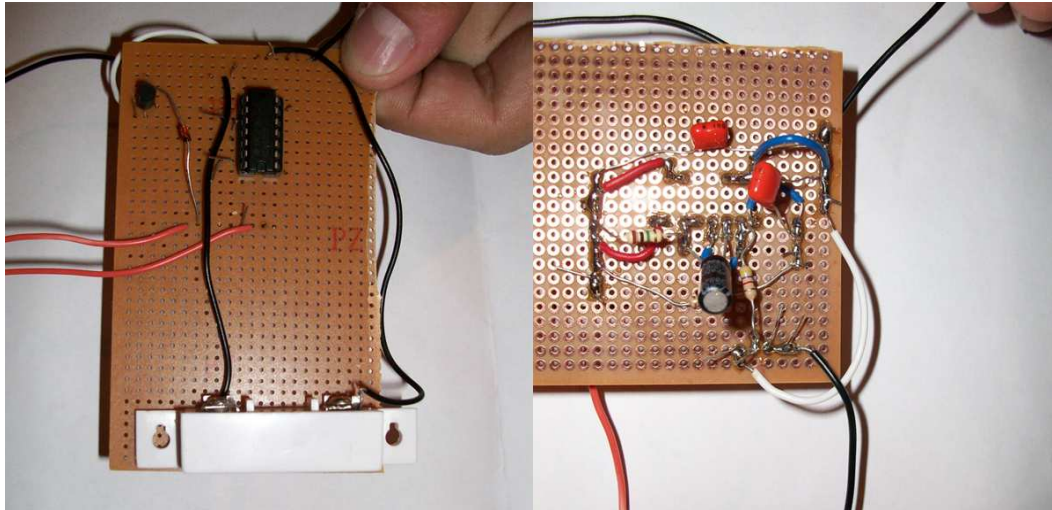
Εάν ο SW2 είναι κλειστός, και για όσο διάστημα παραμένει κλειστός, το πρόγραμμα του interrupt θα αποτελέσει τον βρόχο λειτουργίας του συστήματος. Ειδάλλως, εάν ανοίξουμε τον διακόπτη, το interrupt σταματάει την εκτέλεση του, και επανέρχεται στην κατάσταση stand-by.

Ακολουθεί το διάγραμμα ροής (σχήμα 4-22)

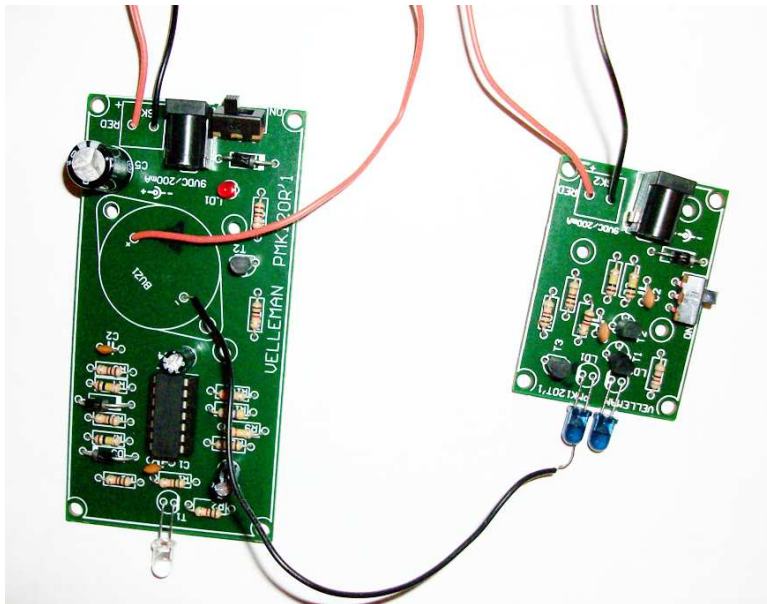


Σχήμα 4-22: Διάγραμμα ροής της λειτουργίας του κεντρικού συστήματος

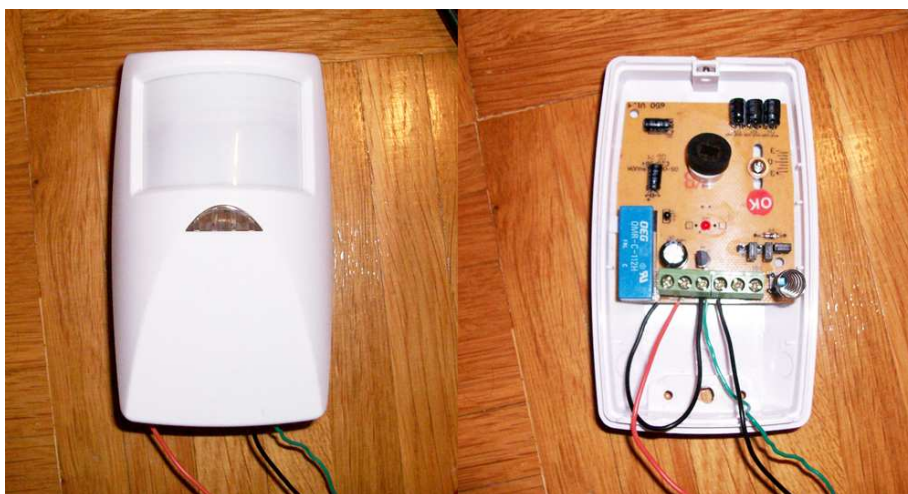




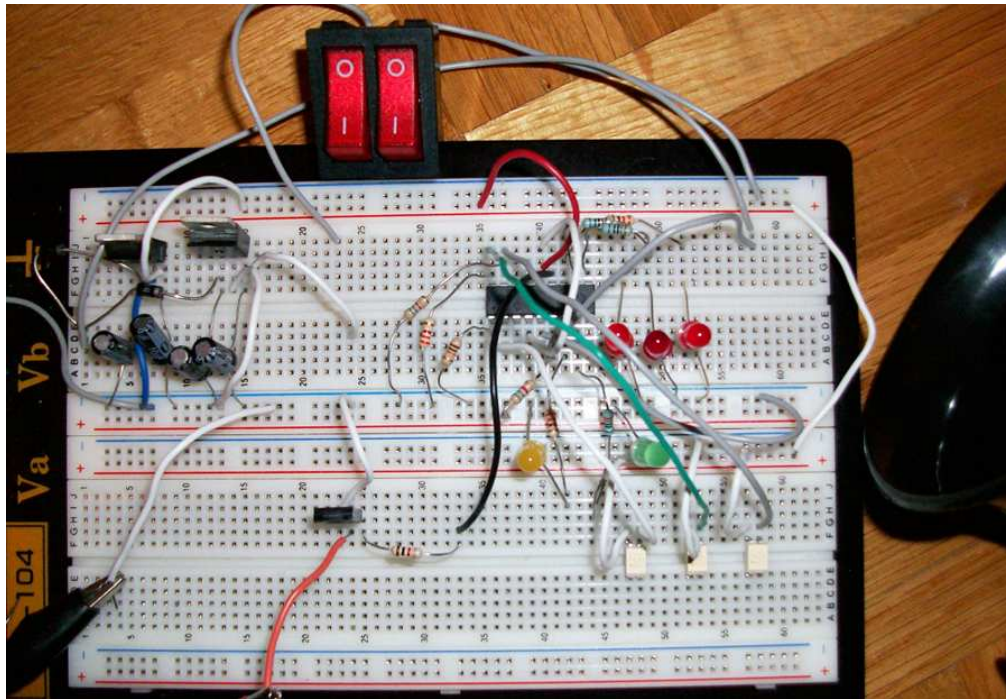
Σχήμα 4-23: Ο μαγνητικός διακόπτης σε διάτρητη πλακέτα, πάνω όψη (αριστερά) και κάτω όψη (δεξιά)



Σχήμα 4-24: Ο αισθητήρας δέσμης υπερέυθρων, ο δέκτης (αριστερά) και ο πομπός (δεξιά)



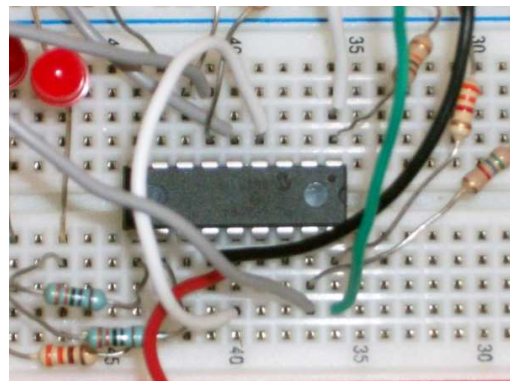
Σχήμα 4-25: Ο PIR (αριστερά), και χωρίς καπάκι (δεξιά)



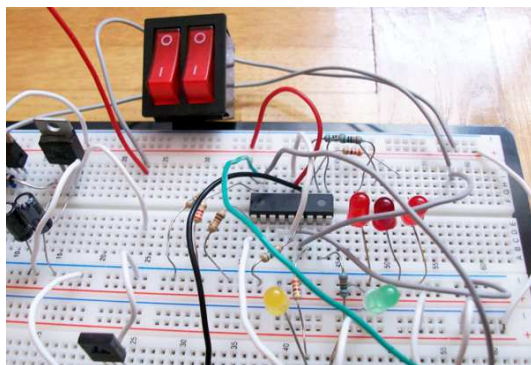
Σχήμα 4-26: Η κεντρική μονάδα σε breadboard



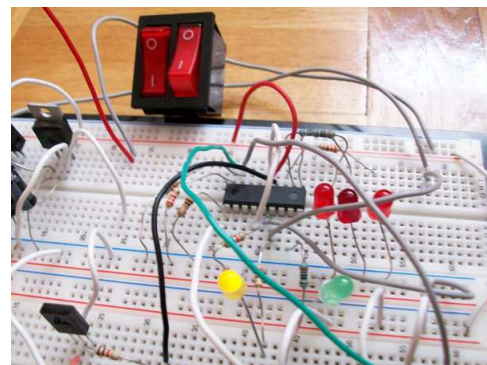
Σχήμα 4-27: Έξοδοι: Σειρήνα και φωτεινή ένδειξη



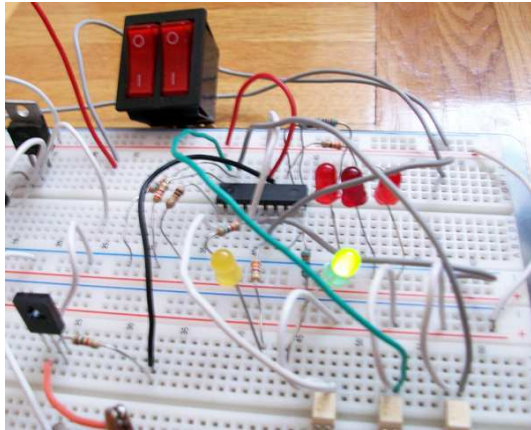
Σχήμα 4-28: Ο PIC16F628A



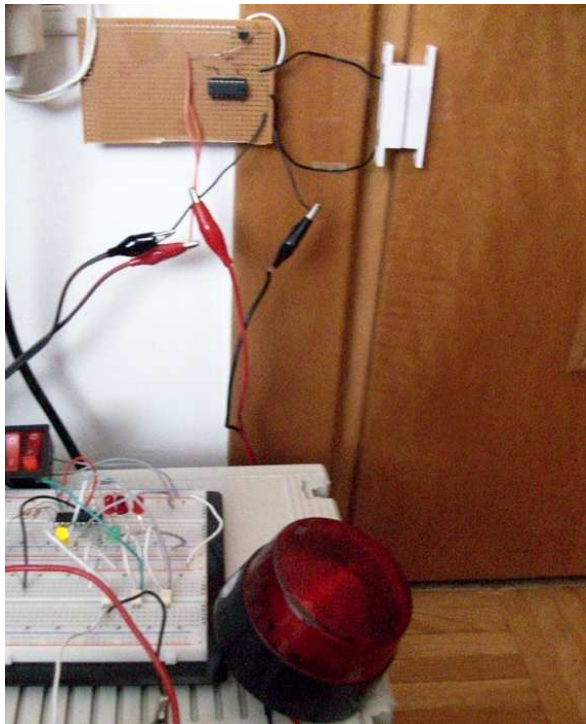
Σχήμα 4-29: Το σύστημα σε κατάσταση OFF



Σχήμα 4-30: Κατάσταση 'stand-by'



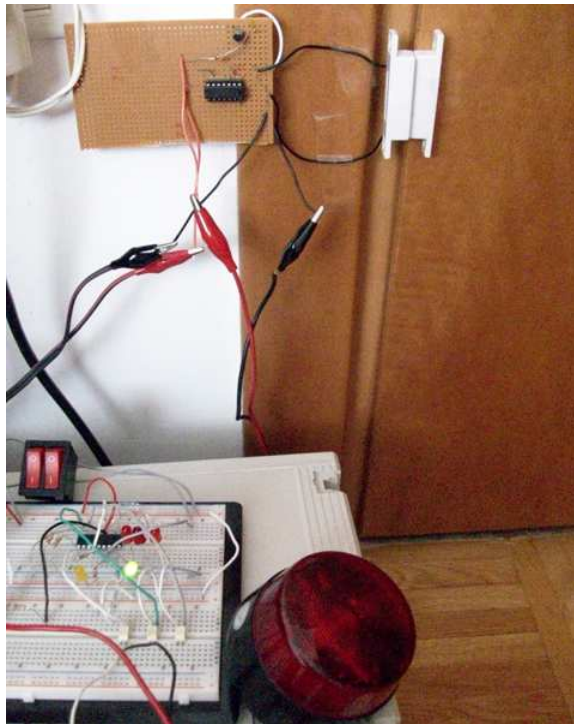
Σχήμα 4-31: Κατάσταση 'ON'



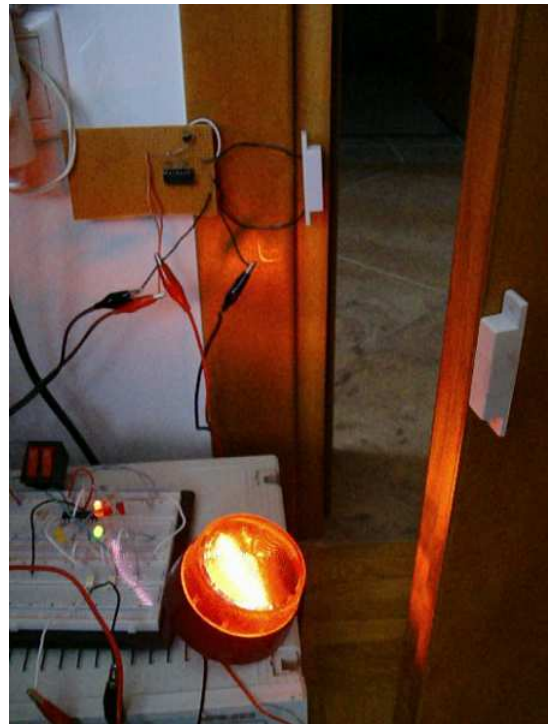
Σχήμα 4-32: Εφαρμογή του μαγνητικού διακόπτη σε πόρτα. Το σύστημα βρίσκεται σε κατάσταση 'stand-by'



Σχήμα 4-33: Ανοίγοντας την πόρτα, ο συναγερμός δεν αντιδράει. Στην κατάσταση 'stand-by' μπορούμε να κάνουμε τις ρυθμίσεις που θέλουμε χωρίς να έχουμε ανεπιθύμητη ενεργοποίηση του συναγερμού



Σχήμα 4-34: Το σύστημα σε κατάσταση λειτουργίας.



Σχήμα 4-35: Η πόρτα ανοίγει και ο συναγερμός βρίσκεται εν ενεργεία



Σχήμα 4-36: Φύλαξη χώρου χρησιμοποιώντας τον αισθητήρα δέσμης υπέρυθρων. Η συγκεκριμένη διάταξη μπορεί να χρησιμοποιηθεί για οποιαδήποτε είσοδο ή διάδρομο



Σχήμα 4-37: Παραβίαση του χώρου, διακοπή της δέσμης υπερέθρων και ενεργοποίηση του συναγερμού



Σχήμα 4-38: Φύλαξη χώρου από τον PIR



Σχήμα 4-39: Παραβίαση του χώρου, ανίχνευση κίνησης και ενεργοποίηση του συναγερμού



Σχήμα 4-40: Φύλαξη χώρου με εγκατάσταση του μαγνητικού διακόπτη στην πόρτα και του αισθητήρα κίνησης PIR



Σχήμα 4-41: Ενεργοποίηση του συναγερμού από την παραβίαση της πόρτας

# ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

## Συμπεράσματα

### Επίλογος- Συμπεράσματα

Κατά την ανάλυση του θέματος, σκεφτήκαμε έναν κλειστό ιδιωτικό χώρο στάθμευσης ο οποίος θα αποτελούταν από μια κεντρική είσοδο και μια εσωτερική πόρτα που θα επικοινωνεί με το υπόλοιπο κτίριο. Έτσι θεωρήσαμε αρκετούς, για τον συγκεκριμένο χώρο, τους τρεις αισθητήρες (PIR, IR Beam και Μαγνητική Επαφή). Βέβαια με την χρήση αυτών, παρέχεται ένα βασικό επίπεδο προστασίας.

Για την αύξηση της ασφάλειας θα μπορούσαν μελλοντικά να χρησιμοποιηθούν **επιπρόσθετοι** αισθητήρες στον χώρο, για παράδειγμα ένας ακόμα μαγνητικός στην κύρια είσοδο ή περισσότερες δέσμες υπερέθρων περιμετρικά του οχήματος ή ένα σύστημα ανίχνευσης καπνού, καθώς και ένα πληκτρολόγιο (keypad) για την ασφαλή είσοδο/έξοδο από την εσωτερική πόρτα.

### Σύνοψη

Η διορατική μελέτη και η σωστή υλοποίησή της, είναι εκείνες που καθορίζουν τη σωστή λειτουργία ενός συστήματος ασφάλειας.

Ένα ακριβό σύστημα, που δεν είναι καλά σχεδιασμένο, είναι πιθανό την κρίσιμη στιγμή να αποκαλύψει τις εγγενείς αδυναμίες του, επιτρέποντας την παραβίαση του χώρου, που υποτίθεται ότι προστατεύει. Καθοριστικό ρόλο παίζει η σωστή χαρτογράφηση του χώρου, ώστε να εντοπιστούν τα αδύνατα σημεία και να προστατευτούν κατάλληλα.

Κάθε εφαρμογή έχει τις δικές της απαιτήσεις και σε καμία περίπτωση δεν θα πρέπει να ακολουθείται η διαδικασία της τυποποιημένης εγκατάστασης ενός συστήματος συναγερμού, χωρίς να λαμβάνονται υπόψη οι ιδιαιτερότητες του χώρου.

Καθώς στην εποχή μας, η ασφάλεια αποτελεί ένα κοινωνικό αγαθό, όλοι οι εμπλεκόμενοι στο χώρο οφείλουν να δείξουν ιδιαίτερη μέριμνα, ώστε να παρέχουν υπηρεσίες υψηλού επιπέδου, που να ανταποκρίνονται στις απαιτήσεις των καιρών.

Τέλος, μιλώντας για την εφαρμογή, έχουμε να προσθέσουμε ότι είμαστε πολύ ευχαριστημένοι και οι δύο για το αποτέλεσμα αν και θα θέλαμε να ασχοληθούμε παραπάνω σε διορθώσεις και πρόσθεση νέων λειτουργιών αλλά ο χρόνος πιέζει κάθε φοιτητή στο τέλος φοίτησης του. Ευχόμαστε η εφαρμογή μας να φανεί χρήσιμη και στις λειτουργίες που προσφέρει αλλά και σε κάποιο άλλο φοιτητή που θα θέλει να κάνει τη πτυχιακή του εργασία αναβαθμίζοντας την.



ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ:

### Κώδικας του προγράμματος σε γλώσσα Assembly

```
*****  
; Processor: PIC16F628A at 4 MHz using internal RC oscillator  
*****  
  
LIST P=16F628A, R=DEC ; Use the PIC16F628 and decimal system  
  
#include "P16F628A.INC" ; Include header file  
  
__config _INTRC_OSC_NOCLKOUT & _LVP_OFF & _WDT_OFF &  
_PWRTE_ON & _BODEN_ON  
  
CBLOCK 0x20 ; Declare variable addresses starting at 0x20  
Loop1,Loop2,Loop3  
ENDC  
  
;  
;-----  
; INITIALIZE  
;-----  
;  
  
ORG 0x00 ; Program starts at 0x000  
goto Init  
ORG 0x0004  
Call Intrpt  
retfie  
  
Init CLR F PORTA ; Initialize port A  
CLR F PORTB ; Initialize port B  
  
BSF STATUS,RP0 ; RAM bank 1
```

```

    movlw 0xFF
    movwf PORTA ;all inputs

    movlw 0x01 ; all outputs except B0
    movwf PORTB
    BCF STATUS,RP0 ; RAM bank 0
;
;-----
; FUNCTION OF PORT A PINS
;-----
;
    MOVLW 7
    MOVWF CMCON ; Comparators off, all pins digital I/O
;
    BSF 0x0B,4
    BSF 0x0B,7

Infinite    bsf PORTB,1
            goto Infinite

;*****
;* Main
;*****

Intrpt     bcf PORTB,1
            bsf PORTB,2
Start     btfss PORTA,0
            goto First
            bsf PORTB,6
            call alarm
            goto Second

First     bcf PORTB,7

```

```
bcf  PORTB,6
goto Second
```

```
Second      btfss PORTA,1
            goto  Third
            bsf  PORTB,5
            call alarm
            goto Fourth
```

```
Third      bcf  PORTB,7
            bcf  PORTB,5
            goto Fourth
```

```
Fourth      btfss PORTA,2
            goto  Fifth
            bsf  PORTB,4
            call alarm
            goto  Check
```

```
Fifth      bcf  PORTB,7
            bcf  PORTB,4
            goto  Check
```

```
alarm      bsf  PORTB,7
            call delay
            return
            return
```

```
Check      BCF 0x0B,1
            btfss PORTB,0
            goto  Init
            goto  Intrpt
```

;

```

; -----
; DELAY 250 MSEC
; -----
;
delay MOVLW 255
    MOVWF Loop1
Outer MOVLW 255
    MOVWF Loop2
InOut MOVLW 200
        MOVWF Loop3
Inner NOP
    NOP
    DECFSZ Loop3,F
    GOTO Inner ; Inner loop = 5 usec.
    DECFSZ Loop2,F
    GOTO InOut
        DECFSZ Loop1,F
    GOTO Outer
RETURN

END

```

## **Περίληψη**

Ο σκοπός της εργασίας είναι η ανάλυση, μελέτη και η εγκατάσταση ενός συστήματος ασφαλείας (συναγερμός) σε έναν ιδιωτικό χώρο στάθμευσης το οποίο θα ανιχνεύει πιθανές εισβολές και θα ενημερώνει τον ιδιοκτήτη. Το σύστημα χρησιμοποιεί τον μικροελεγκτή της Microchip PIC16F628A σαν κεντρική μονάδα επεξεργασίας. Επίσης περιλαμβάνει τρεις αισθητήρες ως εισόδους. Έναν μαγνητικό διακόπτη, έναν παθητικό υπέρυθρο ανιχνευτή κίνησης (PIR) και έναν αισθητήρα δέσμης υπέρυθρων (πομπός και δέκτης). Ο μικροελεγκτής δέχεται στους ακροδέκτες εισόδου του τα ηλεκτρικά σήματα που παράγουν οι ανιχνευτές, ενώ όταν αντιληφθούν κάποια κίνηση ή παραβίαση, δίνει σήμα εξόδου σε έναν ακροδέκτη που υποδηλώνει ποιός αισθητήρας είναι ενεργοποιημένος, και σε μία έξοδο στην οποία συνδέεται μια φωτεινή ένδειξη και μια σειρήνα ήχου.

## **Summary**

The purpose of this project is the research, analysis and the installation of a security system (alarm) in a private parking lot that will detect possible intrusions and inform the owner. The system uses Microchip's PIC16F628A microcontroller as the central process unit. It also consists of three detectors as inputs. A magnetic reed switch, a passive infrared motion detector and an infrared barrier beam (transmitter and receiver). The microcontroller analyses the electrical signals that the detectors produce, when motion or invasion is detected at its input pins and gives an output signal. Each time the system gives an output, a flash-light alarm and a siren that are connected at the microcontroller's output become active, and also, an indicator that allows us to know which detector is activated at the moment.

## ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ:

### Βιβλία

- *Ηλεκτρονικά Συστήματα Ασφαλείας, εκδόσεις ΙΩΝ*
- *Security Electronics-Circuits Manual, RM MARSTON*
- *Electronic Protection & Security Systems, Gerard Honey*
- *Security Manager - περιοδικό Ελληνική Έκδοση*
- *Designing Embedded Systems with PIC Microcontrollers, Tim Wilmshurst*
- *123 PIC® MCU Experiments for the Evil Genius, Myke Predko*

### Ιστοσελίδες

- <http://www.microchip.com>
- <http://feelingsafe.net/>
- <http://www.karakostas.gr/sf/sec/index-2.html>
- <http://www.armaos.gr>
- <http://jap.hu/electronic/>
- <http://www.etoxtr.com/el/home/289.html>
- [http://www.hellascams.gr/grc/wi-fi\\_calculators/knowledge\\_base/Passive\\_Infrared\\_Dedector.html](http://www.hellascams.gr/grc/wi-fi_calculators/knowledge_base/Passive_Infrared_Dedector.html)
- [http://uk.geocities.com/ronj\\_1217/door.html](http://uk.geocities.com/ronj_1217/door.html)
- <http://www.securitymagazine.com/>
- <http://www.wikipedia.org>
- [http://www.hobby-elec.org/e\\_pic.htm](http://www.hobby-elec.org/e_pic.htm)
- <http://www.talkingelectronics.com/>
- <http://ftp.hlektronika.gr/>
- <http://electronicsworld.tripod.com/>
- <http://www.electronics-lab.com/projects/index.html>
- <http://www.cyberpcb.com>
- <http://www.winpicprog.co.uk/>
- <http://www.rentron.com/PIC16F628.htm>
- <http://www.oshonsoft.com/pic.html>

- <http://www.datasheetcatalog.com/>
- <http://www.kitsrus.com/>
- <http://www.zen22142.zen.co.uk/>
- <http://pic-in-greek.freewebsites.org/>
- <http://stuff.nekhbet.ro/2006/06/18/how-to-build-a-5v-regulator-using-78105-7805.html>

## **Περίληψη**

Ο σκοπός της εργασίας είναι η ανάλυση, μελέτη και η εγκατάσταση ενός συστήματος ασφαλείας (συναγερμός) σε έναν ιδιωτικό χώρο στάθμευσης το οποίο θα ανιχνεύει πιθανές εισβολές και θα ενημερώνει τον ιδιοκτήτη. Το σύστημα χρησιμοποιεί τον μικροελεγκτή της Microchip PIC16F628A σαν κεντρική μονάδα επεξεργασίας. Επίσης περιλαμβάνει τρεις αισθητήρες ως εισόδους. Έναν μαγνητικό διακόπτη, έναν παθητικό υπέρυθρο ανιχνευτή κίνησης (PIR) και έναν αισθητήρα δέσμης υπέρυθρων (πομπός και δέκτης). Ο μικροελεγκτής δέχεται στους ακροδέκτες εισόδου του τα ηλεκτρικά σήματα που παράγουν οι ανιχνευτές, ενώ όταν αντιληφθούν κάποια κίνηση ή παραβίαση, δίνει σήμα εξόδου σε έναν ακροδέκτη που υποδηλώνει ποιός αισθητήρας είναι ενεργοποιημένος, και σε μία έξοδο στην οποία συνδέεται μια φωτεινή ένδειξη και μια σειρήνα ήχου.

## **Summary**

The purpose of this project is the research, analysis and the installation of a security system (alarm) in a private parking lot that will detect possible intrusions and inform the owner. The system uses Microchip's PIC16F628A microcontroller as the central process unit. It also consists of three detectors as inputs. A magnetic reed switch, a passive infrared motion detector and an infrared barrier beam (transmitter and receiver). The microcontroller analyses the electrical signals that the detectors produce, when motion or invasion is detected at its input pins and gives an output signal. Each time the system gives an output, a flash-light alarm and a siren that are connected at the microcontroller's output become active, and also, an indicator that allows us to know which detector is activated at the moment.