



ΑΛΕΞΑΝΔΡΕΙΟ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΙΔΡΥΜΑ ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗΣ
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ
ΤΜΗΜΑ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΗΣ

ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

**ΜΕΤΡΗΣΗ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ
ΚΑΙ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑΣ ΣΕ ΘΕΡΜΟΚΗΠΙΟ**

(Κωδικός Πτυχιακής 08213EM)

**ΓΙΑΣΗ ΑΛΕΞΑΝΤΕΡ
(Κ.Α.Σ :503505)**

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ : ΧΡΗΣΤΟΣ ΜΑΝΑΒΗΣ

ΘΕΣΣΑΛΟΝΙΚΗ ΙΟΥΝΙΟΣ 2009

Περιεχόμενα

Κεφάλαιο 1 : Εισαγωγή

| | | |
|-----|---|----------|
| 1.1 | Περίληψη..... | Σελ.4 |
| 1.2 | Εισαγωγή..... | Σελ.5 |
| 1.3 | Τι Είναι Μετεωρολογία..... | Σελ.5 |
| 1.4 | Η Ιστορία της Μετεωρολογίας..... | Σελ.5-6 |
| 1.5 | Η Περιγραφή των Παραμέτρων με τους Οποίους θα Ασχοληθούμε Στη Παρούσα Εργασία..... | Σελ.7 |
| 1.6 | Τι Είναι Θερμοκρασία..... | Σελ.7-8 |
| 1.7 | Τι Είναι Υγρασία..... | Σελ.9-10 |

Κεφάλαιο 2 : Ανάλυση των Χαρακτηριστικών του Μικροελεγκτή που Χρησιμοποιείται στην Κατασκευή

| | | |
|------|---|-----------|
| 2.1 | Ο Ορισμός Του Μικροελεγκτή..... | Σελ.11-12 |
| 2.2 | Η Αρχιτεκτονική Του Μικροελεγκτή..... | Σελ.12 |
| 2.3 | Η Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας (CPU: Central Processing Unit)..... | Σελ.13 |
| 2.4 | Η Τάση Τροφοδοσίας..... | Σελ.13 |
| 2.5 | Ο Χρονισμός (CLK: Clock)..... | Σελ.13-14 |
| 2.6 | Watchdog Timer..... | Σελ.14 |
| 2.7 | Οι Μικροδιακοπές..... | Σελ.14-15 |
| 2.8 | Ο Μετατροπέας αναλογικού σήματος σε Ψηφιακό (ADC Analog to Digital Converter)..... | Σελ.15 |
| 2.9 | Η Μνήμη Προγράμματος (ROM, Read Only Memory)..... | Σελ.16 |
| 2.10 | Η Μνήμη Δεδομένων (RAM, Random Access Memory)..... | Σελ.16 |
| 2.11 | Η Μνήμη PROM..... | Σελ.17 |
| 2.12 | Η Μνήμη EEPROM..... | Σελ.17 |
| 2.13 | Η Μνήμη FLASH..... | Σελ.17 |
| 2.14 | Η Σειρά Μικροελεγκτών PIC18F..... | Σελ.18 |
| 2.15 | Τα Βασικά Χαρακτηριστικά τις Σειράς PIC18F..... | Σελ.18-20 |
| 2.16 | Ο Μικροελεγκτής PIC18LF4523..... | Σελ.20 |
| 2.17 | Τα Τεχνικά Χαρακτηριστικά Του PIC18LF4523..... | Σελ.21 |
| 2.18 | Μια Γενική Περιγραφή του PIC18LF4523..... | Σελ.22-23 |
| 2.19 | Η Αρχιτεκτονική του PIC18LF4523..... | Σελ.24 |
| 2.20 | Οι παράλληλες Θύρες Εισόδου Εξόδου..... | Σελ.24 |
| 2.21 | PORTA..... | Σελ.24-26 |
| 2.22 | PORTB..... | Σελ.26-27 |
| 2.23 | PORTC και PORTD..... | Σελ.28-29 |
| 2.24 | PORTE..... | Σελ.30 |
| 2.25 | Λειτουργία Reset (Επανεκκίνηση)..... | Σελ.31 |
| 2.26 | The CLOCK Sources (Πηγές Ρολογιών)..... | Σελ.31-32 |
| 2.27 | Εσωτερικός Κρύσταλλος..... | Σελ.33 |
| 2.28 | Watchdog Timer..... | Σελ.33 |

| | |
|---|-----------|
| 2.29 TIMERS..... | Σελ.34 |
| 2.30 TIMERO..... | Σελ.34-35 |
| 2.31 TIMER1..... | Σελ.35 |
| 2.32 TIMER2..... | Σελ.35-36 |
| 2.33 TIMER3..... | Σελ.36 |
| 2.34 Capture/Compare/PWM Modules (CCP)..... | Σελ.36 |
| 2.35 Η Λειτουργία της Σύλληψης (CCP)..... | Σελ.36-37 |
| 2.36 Η Λειτουργία της Σύγκρισης (CCP)..... | Σελ.37-38 |
| 2.37 Ο Μετατροπέας Σήματος Αναλογικού Σε Ψηφιακό ADC..... | Σελ.38-39 |

Κεφάλαιο 3 : Η Περιγραφή των Αισθητήρων Που Χρησιμοποιούνται στη Κατασκευή

| | |
|---|-----------|
| 3.1 Ο Ορισμός του Αισθητήρα..... | Σελ.41 |
| 3.2 Ο Αισθητήρας Θερμοκρασίας LM35..... | Σελ.41-42 |
| 3.3 Ο Τρόπος Σύνδεσης του LM35 στο Κύκλωμα..... | Σελ.43 |
| 3.4 Υπολογισμός της Ευθείας Φόρτου..... | Σελ.44-45 |
| 3.5 Ο Αισθητήρας Υγρασίας HIH4000..... | Σελ.45-46 |
| 3.6 Υπολογισμός της Ευθείας Φόρτου..... | Σελ.47-48 |
| 3.7 Ο Σταθεροποιητής Τάσης LM7805..... | Σελ.49 |

Κεφάλαιο 4 : Οι Περιφερειακές Συσκευές

| | |
|---|-----------|
| 4.1 Η Οθόνη LCD..... | Σελ.50 |
| 4.2 Τα Βασικά Χαρακτηριστικά της Οθόνης..... | Σελ.51 |
| 4.3 Τα PINs της οθόνης και οι λειτουργίες τους..... | Σελ.51-53 |
| 4.4 ΠΙΝΑΚΕΣ ΕΝΤΟΛΩΝ..... | Σελ.53-54 |

Κεφάλαιο 5 : Το Μπλόκ Διάγραμμα της ΚατασκευήςΣελ.56

Κεφάλαιο 6 : Το Σχηματικό Διάγραμμα της ΚατασκευήςΣελ.57

Κεφάλαιο 7 : Ο Τρόπος Λειτουργίας Του Κυκλώματος.....Σελ.58-59

Κεφάλαιο 8 : Τα Εργαλεία Προγραμματισμού του PIC.....Σελ.59

Κεφάλαιο 8 : Το Διάγραμμα Ροής.....Σελ.60-65

Κεφάλαιο 9 : Το Πρόγραμμα που Τρέχει ο PIC.....Σελ.66-76

Κεφάλαιο 10 : Σχόλια ΣυμπεράσματαΣελ.77

Βιβλιογραφία :.....Σελ.78

Κεφάλαιο 1 : Εισαγωγή

1.1 ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Στη παρούσα πτυχιακή εργασία υλοποιείται η κατασκευή ενός οργάνου (φορητού ή μη) μέτρησης και ελέγχου της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας του περιβάλλοντος. Οι μετρούμενες τιμές υγρασίας και θερμοκρασίας εμφανίζονται στην οθόνη υγρών κρυστάλλων LCD και σε περίπτωση απόκλισής τους από τις πραγματικές τιμές, μπορούν να ρυθμιστούν μπαίνοντας στο μενού ρυθμίσεων μέσω των 4 διακοπών .

Στη συνέχεια θα αναλύσουμε τα χαρακτηριστικά των ηλεκτρονικών στοιχείων που χρησιμοποιούνται στη κατασκευή ,του 12-bit μικροελεγκτή PIC18F4523 της εταιρίας Microchip , τα αισθητήρια υγρασίας HIH400, τον αισθητήρα θερμοκρασίας LM35 , της οθόνης LCD και θα δούμε την υλοποίηση του κυκλώματος .

Τέλος θα αναλύσουμε την λειτουργία του κυκλώματος ,τον τρόπο προγραμματισμού του μικροελεγκτή και θα δοθεί το διάγραμμα ροής του προγράμματος που τρέχει ο μικροελεγκτής μας όπως και το ίδιο το πρόγραμμα .

ABSTRACT

In the present project it's materialized the construction of a measure equipment (portable or not) that measure and control the temperature and the relative humidity of the exterior environment. The measured prices are appeared on the Liquid Crystal Display (LCD) and in case of divergence from the real prices they can be adjusted by the 4 push buttons by the setting menu.

Then we will analyze the functions & features of the electronic elements that they were used, as the 12-bit microcontroller PIC18F4523 of the Microchip Corporation, the humidity sensor HIH4000, the temperature sensor LM35, the LCD display and will see the materialize of the circuit.

In the end we will analyze the operation of the circuit, the way of programming of the microcontroller, where will be showed the flow chart of the program that our microcontroller is running as well as the program.

1.2 ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Στη παρούσα πτυχιακή εργασία κατασκευάζεται ένα όργανο μέτρησης της υγρασίας και θερμοκρασίας που αποτελούν δυο από τις παραμέτρους που μελετά η επιστήμη της μετεωρολογίας , συνεπώς κρίνεται σκόπιμο να γίνει μια μικρή αναφορά στην επιστήμη αυτή.

1.3 ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑ

Η **Μετεωρολογία** αποτελεί κλάδο των φυσικών επιστημών , με κύριο αντικείμενο την έρευνα της ατμόσφαιρας στο σύνολό της και των φαινομένων που συμβαίνουν σ' αυτή. Και επειδή τα φαινόμενα που ενδιαφέρουν τη Μετεωρολογία είναι εκείνα που συμβαίνουν στο κατώτερο στρώμα της ατμοσφαιράς (τροπόσφαιρα), που παρατηρούνται δηλαδή ως «τροπές». Επειδή όμως τα φαινόμενα αυτά και οι αρχαίοι Έλληνες τα ονόμαζαν «μετέωρα» για αυτό και η επιστήμη που τα μελετά ονομάστηκε **Μετεωρολογία** και τα φαινόμενα Μετεωρολογικά φαινόμενα .

Τα σημαντικότερα αυτών των φαινομένων είναι η ατμοσφαιρική πίεση, **οι μεταβολές της θερμοκρασίας**, οι μετακινήσεις αερίων μαζών, η εξάτμιση, **η υγρασία**, ο σχηματισμός και η εξέλιξη των νεφών , η συμπύκνωση και υγροποίηση των υδρατμών, τα ατμοσφαιρικά κατακρημνίσματα, καθώς και οι μορφές απόθεσης. Η μελέτη των φαινομένων πάνω από ξηρά ή θάλασσα και σχέσεων αυτών, αποτελούν αντικείμενο της Μετεωρολογίας.

1.4 Η ΙΣΤΟΡΙΑ ΤΗΣ ΜΕΤΕΩΡΟΛΟΓΙΑΣ

Το ενδιαφέρον του ανθρώπου για την μελλοντική γνώση του καιρού χάνεται στα βάθη των μυθολογικών αιώνων. Αρχαίοι λαοί όπως Ινδοί, Αιγύπτιοι, Ασσύριοι, Βαβυλώνιοι, κ.λπ. παρατηρούσαν τα διάφορα φαινόμενα και κατά τις δυνάμενες αντιλήψεις τους τα ενσωμάτωναν στις διάφορες δοξασίες τους. Όμως αυτές οι

προβλέψεις που στηρίζονταν κυρίως στους αστέρες ήταν ατελείς. Ωστόσο όμως ήταν χρήσιμες στις κύριες τότε ασχολίες τους, στη γεωργία και την κτηνοτροφία.

Οι αρχαίοι όμως Έλληνες που εξ ανάγκης βρέθηκαν, μετά τους τρεις κατακλυσμούς του αρχαίου ελλαδικού χώρου, ν' αναπτύσσουν την Ναυτιλία όχι μόνο συμπλήρωναν τις παρατηρήσεις τους δίνοντας αλληγορικές ερμηνείες αλλά έφθασαν και να τις κωδικοποιούν.

Συγκεκριμένα ο Αριστοτέλης, το 350 π.Χ. περίπου, δημοσίευσε τέσσερα ευμεγέθη βιβλία που τα ονόμασε "Μετεωρολογικά". Σ' αυτό το πελώριο έργο (κατ' έκταση και σπουδαιότητα) συνέλεξε όλες τις γνωστές τότε παρατηρήσεις - γνώσεις όχι μόνο για τον καιρό αλλά και για την θάλασσα και τον Ουρανό. Τα "Μετεωρολογικά" του Αριστοτέλη για δύο χιλιάδες χρόνια απετέλεσαν το πρότυπο διδακτικό βιβλίο της Μετεωρολογίας και όχι μόνο.

Αρκετούς αιώνες αργότερα κατά τη διάρκεια του μεσαίωνα τέθηκαν οι βάσεις της σύγχρονης μετεωρολογίας. Ενδεικτικά μερικοί από τους επιστήμονες που ασχολήθηκαν με τον κλάδο και οι ανακαλύψεις ή συγγράμματά τους αναφέρονται παρακάτω .

- Ο Galileo Galilei (1564-1642), Ιταλός μαθηματικός ,φυσικός και αστρονόμος το 1607 κατασκεύασε το θερμοσκόπιο
- Ο Evangelista Torricelli (1607-1647), Ιταλός μαθηματικός και φυσικός το 1643 εφηύρε το βαρόμετρο και μια μονάδα πίεσης ονομάστηκε Τορ προς τιμήν του.
- Ο Blaise Pascal (1623-1662), Γάλλος μαθηματικός, φυσικός και φιλόσοφος με σπουδαίες εργασίες και μελέτες στην υδροστατική, υδροδυναμική κ.α. Προς τιμήν του μια μονάδα πίεσης ονομάστηκε Pascal.
- Ο Gabriel Fahrenheit(1686-1736) ,Γερμανός φυσικός και μαθηματικός ,εφευρέτης της ομώνυμης κλίμακας μέτρησης της θερμοκρασίας .
- Ο Anders Celsius(1701-1744), Σουηδός αστρονόμος ,πρότεινε την Κέλσιος μονάδα μέτρησης της θερμοκρασίας ύστερα από έρευνες και πειράματα που έκανε .

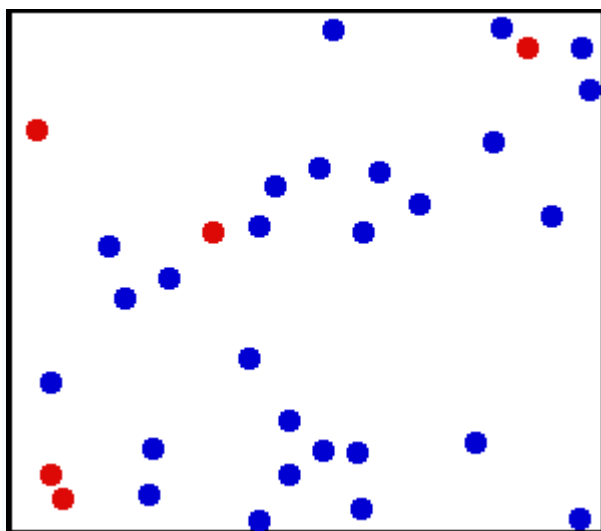
1.5 Η ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΤΩΝ ΠΑΡΑΜΕΤΡΩΝ ΜΕ ΤΟΥΣ ΟΠΟΙΟΥΣ ΘΑ ΑΣΧΟΛΗΘΟΥΜΕ ΣΤΗΝ ΠΑΡΟΥΣΑ ΕΡΓΑΣΙΑ

Στην παρούσα εργασία θα ασχοληθούμε με την μέτρηση της θερμοκρασίας και της σχετικής υγρασίας. Ας δούμε όμως τι σημαίνει θερμοκρασία και σχετική υγρασία.

1.6 ΤΙ ΕΙΝΑΙ ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

Θερμοκρασία είναι η φυσική ιδιότητα που βασικά προσδιορίζει τις έννοιες του ζεστού και του κρύου. Στη πράξη είναι ακριβώς το μέτρο εκείνο με το οποίο προσδιορίζεται η "θερμική κατάσταση" των διαφόρων σωμάτων, είναι δηλαδή ένα φυσικό μέγεθος που συνδέεται με την μέση κινητική ενέργεια των σωματιδίων ενός συστατικού, το οποίο και χαρακτηρίζει πόσο θερμό ή πόσο ψυχρό είναι αυτό.

Το αίτιο που δημιουργεί το αίσθημα του θερμού ή ψυχρού είναι η θερμότητα που όταν χορηγείται (απορροφάται) ή αφαιρείται (εκλύεται) από ένα σώμα προκαλεί "μεταβολή θερμοκρασίας" (ύψωση ή υποβιβασμό). Συνεπώς θερμότητα και **θερμοκρασία** είναι διαφορετικές έννοιες. Η μεν θερμότητα είναι μορφή ενέργειας, η δε θερμοκρασία ιδιότητα και μέγεθος.



Εικόνα 1.1 Τα Άτομα Κατά τη Κίνησή Τους

Η θερμοκρασία μετριέται με ειδικά όργανα που λέγονται θερμόμετρα , η λειτουργία των οποίων βασίζεται στο φαινόμενο της διαστολής ή συστολής ως αποτέλεσμα παροχής ή αφαίρεσης της θερμότητας. Αλλά και η μεταβολή της θερμοκρασίας (ύψωση ή υποβιβασμός) είναι επίσης αποτέλεσμα της παροχής ή αφαίρεσης της θερμότητας. Έτσι με την παρατήρηση της διαστολής ή συστολής του υδραργύρου, που χρησιμοποιείται συνήθως στα θερμόμετρα, διαπιστώνεται και η μεταβολή της θερμοκρασίας η οποία αναγνώσκεται στη κατάλληλα βαθμολογημένη σε βαθμούς θερμοκρασίας κλίμακα του θερμομέτρου.

Γενικώς τα θερμόμετρα διακρίνονται σε "κοινά" ή "υδραργυρικά" και σε "θερμόμετρα οινόπνεύματος" (για χαμηλότερες θερμοκρασίες). Χρησιμοποιούνται επίσης και "ηλεκτρικά θερμόμετρα" που βασίζονται στην αρχή του θερμοηλεκτρικού στοιχείου. Η βαθμολογία των θερμομέτρων γίνεται σε βαθμούς Celsius (Κελσίου) °C , στο μετρικό σύστημα, και σε βαθμούς Fahrenheit (Φαρενάιτ) °F, στο αγγλικό σύστημα.

- Στο θερμόμετρο Κελσίου το μηδέν της κλίμακας (0° C) αντιστοιχεί στη θερμοκρασία τήξεως του πάγου, το δε 100 (100° C) στη θερμοκρασία βρασμού του ύδατος. Η ενδιάμεση αυτών απόσταση υποδιαιρείται σε 100 ίσα μέρη που καλούνται "βαθμοί Κελσίου".
- Στο θερμόμετρο Φαρενάιτ η θερμοκρασία τήξεως του πάγου αντιστοιχεί στους 32° F, η δε θερμοκρασία βρασμού στους 212° F. Το ενδιάμεσο αυτών διάστημα υποδιαιρείται σε 180 ίσα μέρη που καλούνται "βαθμοί Φαρενάιτ".

Εκ των παραπάνω συμπεραίνεται ότι οι 180 βαθμοί Φαρενάιτ που περιέχονται μεταξύ 32° F και 212° F, αντιστοιχούν στους 100 βαθμούς Κελσίου, που περιέχονται μεταξύ 0° C και 100° C. Επομένως ένας βαθμός Κελσίου ισούται με 1,8 βαθμούς Φαρενάιτ. Όπου και ακολουθούν οι σχέσεις:

$$C = (F - 32)100/180 \text{ ή } C = (F - 32)/1,8$$

$$F = 180/100 \times C + 32 \text{ ή } F = 1,8 C + 32$$

1.7 ΤΙ ΕΙΝΑΙ Η ΥΓΡΑΣΙΑ

Όπως είναι γνωστό στον ατμοσφαιρικό αέρα περιέχονται και υδρατμοί που προέρχονται από την εξάτμιση υγρών επιφανειών, κυρίως των θαλασσών. Η παρουσία αυτών των υδρατμών στον αέρα καλείται **υγρασία**.

Ο αέρας μπορεί να χαρακτηριστεί ως “ξηρός” ή “υγρός”. Στην ιδανική περίπτωση, ο ξηρός αέρας περιέχει άζωτο (78%) , οξυγόνο (21%) , και διάφορα άλλα στοιχεία (1%), μα όχι σταγόνες νερού. Αντίθετα στον υγρό αέρα περιέχεται μια ποσότητα υδρατμών και το μέτρο των υδρατμών που περιέχονται στον ατμοσφαιρικό αέρα είναι η υγρασία.

Ο ατμοσφαιρικός αέρας, σε κάθε τιμή της θερμοκρασίας μπορεί να συγκρατήσει ορισμένη ποσότητα υδρατμών, που αν ξεπεραστεί συμπυκνώνει επιπλέον υδρατμούς .

Η οριακή αυτή ποσότητα υδρατμών που μπορεί να συγκρατήσει ο ατμοσφαιρικός αέρας σε δοσμένη θερμοκρασία, αποδεικνύεται ότι είναι ορισμένη και εξαρτάται μόνο από την τιμή της θερμοκρασίας. Στην περίπτωση που ο αέρας περιέχει τέτοια οριακή ποσότητα υδρατμών λέμε ότι είναι κορεσμένος σε υδρατμούς, διαφορετικά λέμε ότι είναι ακόρεστος σε υδρατμούς

Υπάρχει η απόλυτη υγρασία, η ειδική υγρασία και η σχετική υγρασία. Η σχετική υγρασία είναι η υγρασιμετρική παράμετρος την οποία θα μετράμε με το όργανο που φτιάξαμε.

ΟΡΙΣΜΟΣ ΤΗΣ ΣΧΕΤΙΚΗΣ ΥΓΡΑΣΙΑΣ

Σχετική υγρασία RH του ατμοσφαιρικού αέρα ονομάζεται ο λόγος της μάζας m_u των υδρατμών που περιέχονται σε δοσμένο όγκο υγρού αέρα, προς τη μάζα των υδρατμών m_{su} που θα περιείχε ο όγκος αυτός, αν ήταν κορεσμένος με υδρατμούς, κάτω από τις ίδιες συνθήκες πίεσης και θερμοκρασίας, δηλαδή :

$$RH = \frac{m_u}{m_{su}}$$

Η σχετική υγρασία δίνει το μέτρο του κατά πόσο η ατμόσφαιρα είναι μακριά ή κοντά στο σημείο κόρου. Αυτό έχει μεγάλη σημασία από κλιματολογικής και βιολογικής πλευράς γιατί οι διάφοροι οργανισμοί επηρεάζονται από την σχετική και όχι από την απόλυτη υγρασία.

Γενικά η τιμή της σχετικής υγρασίας είναι μικρότερη της μονάδος γι'αυτό εκφράζεται σε ποσοστιαία (%) τιμή, δηλαδή :

$$RH = \frac{r}{r_s} 100\% \quad RH = \frac{e}{e_s} 100\%$$

Πολλές φορές η ατμόσφαιρα γίνεται υπέρκορη με υδρατμούς και τότε ισχύει $RH \geq 100\%$. Ο υπερκορεσμός δημιουργείται με αδιαβατική εκτόνωση, με την ψύξη μέσω ακτινοβολίας και με την ανάμιξη κορεσμένων (ή κοντά στο σημείο κόρου) αέριων μαζών διαφορετικών θερμοκρασιών.

Κεφάλαιο 2 : Ανάλυση των Χαρακτηριστικών του Μικροελεγκτή που Χρησιμοποιείται στην Κατασκευή

2.1 Ορισμός Του Μικροελεγκτή

Οι μικροελεγκτές ή μικροϋπολογιστές είναι ολοκληρωμένα κυκλώματα (τσιπ) τα οποία προγραμματίζονται με κάποιο κώδικα (πρόγραμμα) και τον εκτελούν μόλις τροφοδοτηθούν με ρεύμα .

Η αλληλεπίδρασή τους με το εξωτερικό περιβάλλον γίνεται μέσω των θυρών (Ports) που διαθέτουν και είναι ουσιαστικά οι ακροδέκτες (pins) που υπάρχουν εξωτερικά στο ολοκληρωμένο (τσιπ) .

Άρα η ολοκλήρωση μιας εφαρμογής με κάποιο μικροελεγκτή περιλαμβάνει τη συγγραφή του προγράμματος, την τοποθέτηση αυτού μέσα στη μνήμη του

Ο κάθε μικροελεγκτής αποτελεί ένα ολοκληρωμένο μικρουπολογιστικό σύστημα . Διαθέτει δηλαδή όλα τα απαραίτητα στοιχεία που χρειάζονται για να λειτουργεί από μόνος του. Τα στοιχεία αυτά είναι : η κεντρική μονάδα επεξεργασίας CPU , η μνήμη προγράμματος (ROM), τη μνήμη δεδομένων (ROM & EEPROM), τα περιφερειακά συστήματα, το σύστημα χρονισμού μετρητών κλπ. Κατά συνέπεια, ένας μικροϋπολογιστής δεν είναι τίποτα άλλο από έναν μεγάλο υπολογιστή που έχει τους σκληρούς δίσκους, τις δισκέτες, και τους εκτυπωτές ενσωματωμένα σε ένα ολοκληρωμένο. Όλοι οι μικροελεγκτές λειτουργούν με ένα σύνολο εντολών (ή το πρόγραμμα του χρήστη) που αποθηκεύεται στη μνήμη τους. Ο μικροελεγκτής ανακτά τις εντολές από την μνήμη προγράμματος μια - μια, τις αποκωδικοποιεί και εκτελεί τις απαραίτητες διεργασίες.

Οι μικροελεγκτές παραδοσιακά προγραμματίζονταν με τη γλώσσα Assembly της συγκεκριμένης συσκευής. Αν και η γλώσσα Assembly είναι γρήγορη, έχει πολλά μειονεκτήματα. Για ένα πρόγραμμα σε Assembly ο χρήστης πρέπει να έχει πολύ καλό

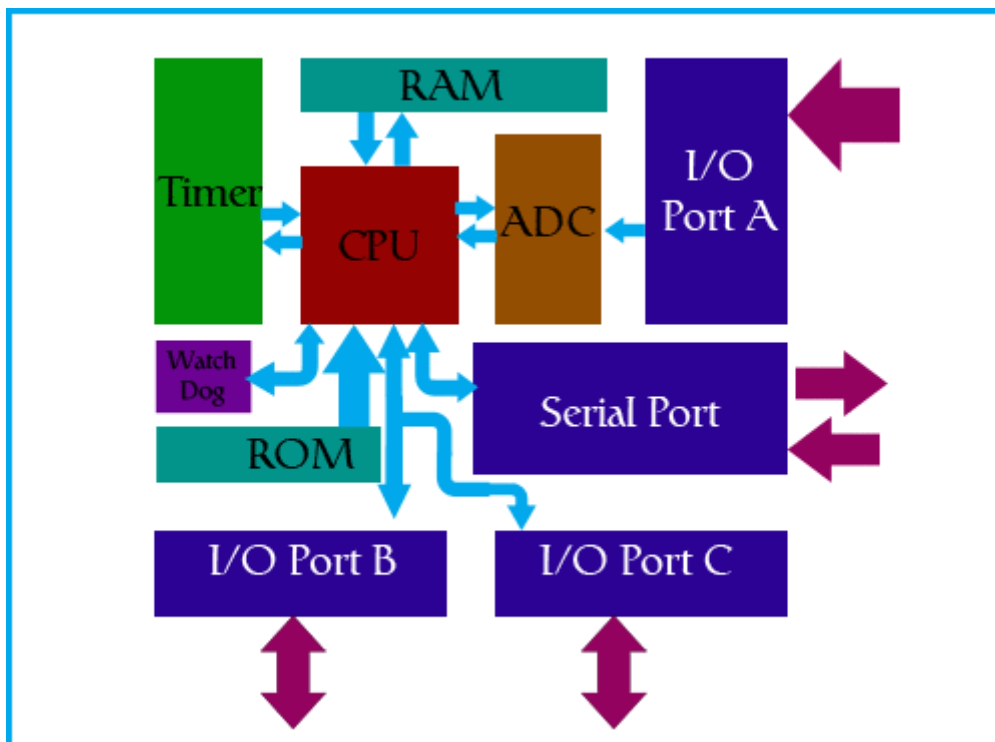
μνημονικό, το οποίο κάνει την εκμάθηση και συντήρηση του προγράμματος δύσκολη. Επίσης, οι μικροελεγκτές που κατασκευάζονται από διαφορετικές εταιρίες έχουν διαφορετικές γλώσσες Assembly. Έτσι ο χρήστης πρέπει να μάθει μια νέα γλώσσα με κάθε νέο μικροελεγκτή που χρησιμοποιεί.

Οι μικροελεγκτές μπορούν επίσης να προγραμματιστούν χρησιμοποιώντας μια υψηλού επιπέδου γλώσσα, όπως BASIC, PASCAL, C κ.α. Αυτές οι γλώσσες είναι πολύ πιο εύκολες για εκμάθηση από τη γλώσσα Assembly. Διευκολύνουν επίσης την ανάπτυξη των μεγάλων και σύνθετων προγραμμάτων. Σε αυτή την εργασία θα υλοποιήσουμε τον προγραμματισμό των μικροελεγκτών PIC χρησιμοποιώντας τη δημοφιλή γλώσσα C που είναι γνωστή ως CCSC ,αναπτυγμένη από την CCS (Custom Computer Service).

2.2 Η Αρχιτεκτονική του Μικροελεγκτή

Οι μικροελεγκτές από διαφορετικούς κατασκευαστές έχουν διαφορετικές αρχιτεκτονικές και διαφορετικές ικανότητες. Μερικοί μπορεί να είναι ιδανικοί για μια συγκεκριμένη εφαρμογή ενώ άλλοι μπορεί να είναι ακατάλληλοι για την ίδια εφαρμογή.

Εικόνα 2.1 Το Μπλόκ Διάγραμμα Του Μικροελεγκτή



2.3 Η Κεντρική Μονάδα Επεξεργασίας(CPU: Central Processing Unit)

Η κεντρική μονάδα επεξεργασίας αποτελεί τον εγκέφαλο του συστήματος. Στο ολοκληρωμένο αυτό γίνεται η επεξεργασία όλων των πληροφοριών και ανάλογα ενεργοποιούνται τα διάφορα τμήματα του συστήματος. Είναι κατασκευασμένο με τεχνολογία LSI MOSFET όπως και τα άλλα ολοκληρωμένα που θα χρησιμοποιηθούν (ROM,PIO).

2.4 Τάση Τροφοδοσίας

Το πρώτο απαραίτητο στοιχείο για τη λειτουργία του ολοκληρωμένου είναι η τάση τροφοδοσίας. Οι περισσότεροι μικροελεγκτές λειτουργούν με τάση 5V, αλλά υπάρχουν και μικροελεγκτές που μπορούν να λειτουργήσουν με τάση 2 ως 6 V ,χωρίς πρόβλημα.

Στα φύλλα δεδομένων του κατασκευαστή υπάρχουν οι πληροφορίες για τα όρια της τάσης τροφοδοσίας του κάθε μικροελεγκτή.

Η τάση λειτουργίας του PIC18F4523 κυμαίνεται από 2 ως 5.5 V .

2.5 Χρονισμός (CLK:Clock)

Το δεύτερο απαραίτητο στοιχείο για τη λειτουργία του συστήματος είναι οι παλμοί χρονισμού. Είναι μια παλμοσειρά με σταθερή συχνότητα.

Όλοι οι μικροελεγκτές απαιτούν ένα ρολόι χρονισμού για να λειτουργήσουν, παρεχόμενο συνήθως από τις εξωτερικές συσκευές χρονισμού που συνδέονται με το μικροελεγκτή. Ένα τέτοιο κύκλωμα είναι ένας κρύσταλλος μαζί με δυο μικρούς πυκνωτές. Η σειρά PIC18F μπορεί να λειτουργήσει με συχνότητες κρυστάλλου μέχρι 40 MHz .

Μερικοί μικροελεγκτές έχουν ενσωματωμένα κυκλώματα συγχρονισμού και δεν απαιτούν εξωτερικούς παλμούς ρολογιού.

Όλες οι λειτουργίες του συστήματος πρέπει να γίνονται μέσα σε ελάχιστα αλλά αυστηρά προκαθορισμένα χρονικά όρια . Αυτό επιτυγχάνεται απόλυτα με τους παλμούς χρονισμού. Αποτελούν δηλαδή την καρδιά του συστήματος.

2.6 Watchdog Timer

Οι περισσότεροι μικροελεγκτές έχουν τουλάχιστον μια συσκευή Watchdog timer(πρόγραμμα έλεγχου χρόνων). Το Watchdog timer βασικά είναι ένα χρονόμετρο που μηδενίζεται από το εκτελούμενο πρόγραμμα ανά τακτικά χρονικά διαστήματα. Κάθε φορά που το πρόγραμμα αποτυγχάνει να μηδενίσει το Watchdog timer τότε εκτελείται επανεκκίνηση του μικροελεγκτή. Το Watchdog timer χρησιμοποιείται για να ανιχνεύσει ένα πρόβλημα του συστήματος, όπως για παράδειγμα όταν το πρόγραμμα κολλήσει σε έναν ατέρμονα βρόχο. Αυτό η ιδιότητα αποτρέπει το λογισμικό να κολλήσει ,οδηγώντας τον μικροελεγκτή σε ολική επανεκκίνηση ώστε να αποφύγει την εκτέλεση του ανεπιθύμητου κώδικα χωρίς νόημα. Οι Watchdog timers χρησιμοποιούνται συνήθως σε συστήματα πραγματικού χρόνου (RTOS) όπου η επιτυχής λήξη μιας ή περισσότερων δραστηριοτήτων πρέπει να ελεγχθεί τακτικά.

2.7 Μικροδιακοπές

Η μικροδιακοπή είναι μια σημαντική έννοια στους μικροελεγκτές. Η Μικροδιακοπή οδηγεί τον μικροελεγκτή να ανταποκριθεί πολύ γρήγορα σε ένα γεγονός εξωτερικό η εσωτερικό. Όταν συμβεί μια μικροδιακοπή ο μικροελεγκτής αφήνει την εκτέλεση του βασικού κώδικα όπου βρίσκεται και εκτελεί ένα ξεχωριστό μέρος του κώδικα γνωστό ως ρουτίνα εξυπηρέτησης μικροδιακοπής (ISR). Ο κώδικας μέσα στην (ISR) εκτελείται , και μετά την επιστροφή από αυτή ο μικροελεγκτής συνεχίζει την κανονική εκτέλεση του κώδικα στο σημείο που είχε σταματήσει.

Η εκτέλεση της ρουτίνα εξυπηρέτησης μικροδιακοπής (ISR) ξεκινάει από μια σταθερή διεύθυνση της μνήμης του προγράμματος γνωστή μερικές φορές ως διανυσματική διεύθυνση μικροδιακοπής. Μερικοί μικροελεγκτές με χαρακτηριστικά

γνωρίσματα πολυμικροδιακοπών έχουν μια διανυσματική διεύθυνση μικροδιακοπών ,ενώ άλλοι έχουν μια ξεχωριστή διανυσματική διεύθυνση για κάθε διαφορετική πηγή μικροδιακοπής. Διανυσματική διεύθυνση μικροδιακοπής είναι η διεύθυνση της μνήμης προγράμματος όπου ο μικροελεγκτής μεταφέρεται για την εκτέλεση συγκεκριμένου κώδικα όταν συμβεί η ανάλογη μικροδιακοπή. Ένα άλλο σημαντικό χαρακτηριστικό γνώρισμα των πολύ-μικροδιακοπών είναι η ικανότητα ανάθεσης διαφορετικών επιπέδων προτεραιότητας εκτέλεσης σε κάθε μικροδιακοπή αφού η ταυτόχρονη εκτέλεση όλων των μικροδιακοπών μαζί είναι αδύνατη. Για παράδειγμα η σειρά PIC18F μικροελεγκτών παρέχει την επιλογή ανάθεσης χαμηλής ή υψηλής προτεραιότητας εκτέλεσης για κάθε μικροδιακοπή.

2.8 Ο Μετατροπέας Αναλογικού Σήματος σε Ψηφιακό (ADC Analog to Digital Converter)

Ο μετατροπέας σήματος αναλογικού σε ψηφιακό (ADC) χρησιμοποιείται για να μετατρέψει ένα αναλογικό σήμα, όπως η τάση, σε ψηφιακή μορφή έτσι ώστε ένας μικροελεγκτής να μπορεί να το διαβάσει και να το επεξεργαστεί. Μερικοί μικροελεγκτές έχουν ενσωματωμένους 12 μετατροπείς ADC. Οι ADC μετατροπείς είναι συνήθως 8 , 10 , 12 , 16 bit, και έχουν 256 έως 56635 επίπεδα κβαντοποίησης. Οι περισσότεροι μικροελεγκτές PIC που ενσωματώνουν ADC έχουν αποπολυπλεγμένες εισόδους του ADC ,ώστε να παρέχουν περισσότερα από ένα αναλογικά κανάλια εισόδου.

Ο μικροελεγκτής PIC18F2523 έχει έως 10 κανάλια εισόδου των 12-bit. Η διαδικασία μετατροπής ADC πρέπει να αρχίσει από το πρόγραμμα χρήστη και μπορεί να πάρει αρκετά μsec για να ολοκληρωθεί. Οι ADC μετατροπείς παράγουν συνήθως μια μικροδιακοπή όταν μια μετατροπή ολοκληρωθεί έτσι ώστε το πρόγραμμα του χρήστη να μπορεί να διαβάσει τα στοιχεία γρήγορα. Οι ADC μετατροπείς είναι ιδιαίτερα χρήσιμοι στον έλεγχο και στην επίβλεψη εφαρμογών, αφού οι περισσότεροι αισθητήρες (θερμοκρασίας, πίεσης, υγρασίας κ.τ.λ.) παράγουν αναλογική τάση στην έξοδο.

2.9 Η Μνήμη Προγράμματος (ROM, Read Only Memory)

Είναι ένας τύπος μνήμης στον οποίο τα δεδομένα αποθηκεύονται μόνιμα ή παροδικά. Τα δεδομένα μπορούν να διαβαστούν από τη ROM αλλά δεν υπάρχει λειτουργία γραφής όπως στη RAM. Πρόκειται για μια μη πτητική μνήμη με την έννοια ότι αν διακοπεί η τροφοδοσία τα δεδομένα παραμένουν αποθηκευμένα.

Στο τμήμα αυτό της μνήμης γράφεται το πρόγραμμα που θα εκτελέσει ο μικροελεγκτής. Από την στιγμή που θα γραφεί το πρόγραμμα δεν σβήνεται από μόνο του , αλλά μόνο από τον προγραμματιστή.

Στην πράξη δηλαδή η μνήμη του προγράμματος μόνο διαβάζεται και για τον λόγο αυτό ονομάζεται (Read Only Memory, ROM)

Η μνήμη αυτή συνδέεται με το υπόλοιπο σύστημα του μικροελεγκτή συνήθως με 12 γραμμές μεταφοράς του προγράμματος στο υπόλοιπο σύστημα για να έχει μεγαλύτερη ταχύτητα εκτέλεσης των εντολών του προγράμματος.

2.10 Η Μνήμη Δεδομένων (RAM, Random Access Memory)

Είναι ένας τύπος μνήμης στον οποίον όλες οι διευθύνσεις είναι προσπελάσιμες στον ίδιο χρόνο και μπορούν να επιλεγθούν με οποιαδήποτε σειρά για λειτουργία γραφής ή ανάγνωσης. Η μνήμη RAM καλείται πτητική μνήμη γιατί χάνει τα αποθηκευμένα δεδομένα όταν διακοπεί η τροφοδοσία.

Η μνήμη δεδομένων χρησιμοποιείται για προσωρινή αποθήκευση ή επεξεργασία των διαφόρων στοιχείων (μεταβλητών) του προγράμματος. Είναι εξίσου απαραίτητη με την μνήμη του προγράμματος και όσο μεγαλύτερη είναι , τόσο το καλύτερο είναι για το σύστημα.

2.11 Η Μνήμη PROM

Οι μνήμες PROMs είναι διαθέσιμες σε MOS και διπολική τεχνολογία. Η διαδικασία προγραμματισμού της PROM είναι μη αναστρέψιμη . Εφόσον η PROM προγραμματιστεί δε μπορεί να μεταβληθεί.

2.12 Η Μνήμη EEPROM

Η μνήμη EPROM είναι μια διαγράψιμη PROM . Σε αντίθεση με μια συνηθισμένη PROM , μια EPROM μπορεί να επαναπρογραμματιστεί.

Υπάρχουν δυο βασικοί τύποι EPROM . Η διαγράψιμη με υπεριώδη ακτινοβολία (UV EPROM) και η ηλεκτρικώς διαγράψιμη PROM (EPROM, Electrical Erasable PROM). Η μνήμη αυτή χρησιμοποιείται για μακρόχρονη αποθήκευση δεδομένων, ή μεταβλητών του κώδικά μας.

2.13 Η Μνήμη FLASH

Η ιδανική μνήμη πρέπει να έχει μεγάλη χωρητικότητα, ευστάθεια, ικανότητα γραφής και ανάγνωσης και ικανοποιητικό κόστος. Οι παραδοσιακές μνήμες όπως οι ROMs, PROMs, EPROM's, EEPROM , SRAM, DRAM μεμονωμένα παρουσιάζουν ένα ή περισσότερα από αυτά τα χαρακτηριστικά, καμιά όμως από αυτές δεν τα έχει όλα εκτός από τη μνήμη **flash**.

Οι μνήμες **flash** έχουν υψηλή πυκνότητα γραφής (μεγάλη χωρητικότητα μνήμης) και είναι μη πτητικές. Είναι μια πολύ δημοφιλής μνήμη στις εφαρμογές μικροελεγκτών και χρησιμοποιείται για να αποθηκεύει το πρόγραμμα του χρηστή. Η μνήμη FLASH είναι αμετάβλητη και συνήθως πολύ γρήγορη. Τα στοιχεία της μπορούν να σβηστούν και να αναπρογραμματιστούν χρησιμοποιώντας μια κατάλληλη συσκευή προγραμματισμού. Μερικοί μικροελεγκτές έχουν μόνο 1K Flash ενώ άλλοι έχουν 32K ή περισσότεροι. Ο μικροελεγκτής μας PIC18F4523 έχει 32K μνήμη Flash.

2.14 Η Σειρά Μικροελεγκτών PIC18F

Η σειρά PIC16 μικροελεγκτών υπάρχει στην αγορά εδώ και πολλά χρόνια. Αν και είναι άριστοι μικροελεγκτές, έχουν ορισμένους περιορισμούς. Για παράδειγμα χωρητικότητα μνήμης προγράμματος και δεδομένων είναι περιορισμένη, τα επίπεδα διακοπής και αποθήκευσης προσωρινών δεδομένων (stack) είναι λίγα και η αρχιτεκτονική μικροδιακοπών είναι απαρχαιωμένη. Όλες οι πηγές μικροδιακοπών μοιράζονται το ίδιο διάλυμα μικροδιακοπής.

Η σειρά PIC16 μικροελεγκτές επίσης δεν παρέχει την άμεση υποστήριξη για τις προηγμένες περιφερειακές συσκευές όπως USB, CAN BUS κτλ οπότε η επικοινωνία με τέτοιες συσκευές δεν είναι εύκολη. Το σύνολο των εντολών σε Assembly για αυτούς τους μικροελεγκτές είναι επίσης περιορισμένο, για παράδειγμα δεν υπάρχει εντολή πολλαπλασιασμού ή διαίρεσης.

Οι μικροελεγκτές PIC18F προσφέρουν οικονομική λύση για τις άπλες εφαρμογές που γράφονται σε γλώσσα C, λειτουργούν σε συστήματα πραγματικού χρόνου (RTOS) που απαιτούν σύνθετα πρωτόκολλα επικοινωνίας όπως TCP/IP, CAN, USB, or ZigBee. Οι PIC18F συσκευές παρέχουν Flash μνήμη προγράμματος σε μεγέθη από 8 ως 128Kbytes και τη μνήμη EEPROM από 256 σε 4Kbytes, τάση λειτουργίας από 2.0 έως 5.0 βολτ για την LF σειρά και ταχύτητες κρυστάλλου ως 40MHz. Εμείς θα ασχοληθούμε με την οικογένεια των PIC συγκεκριμένα με τον μικροελεγκτή PIC18F4523.

2.15 Τα Βασικά Χαρακτηριστικά τις Σειράς PIC18F

- 77 instructions (77 Εντολές σε Assembly)
- PIC16 source code compatible (Συμβατότητα Κώδικα με Σειρά PIC16)
- Program memory addressing up to 2Mbytes (Έως 2Mbytes Διευθύνσεις Μνήμης Προγράμματος)
- Data memory addressing up to 4Kbytes (Έως 4Kbytes Διευθύνσεις Μνήμης Δεδομένων)
- DC to 40MHz operation (Συχνότητα Λειτουργίας από DC ως 40MHz)

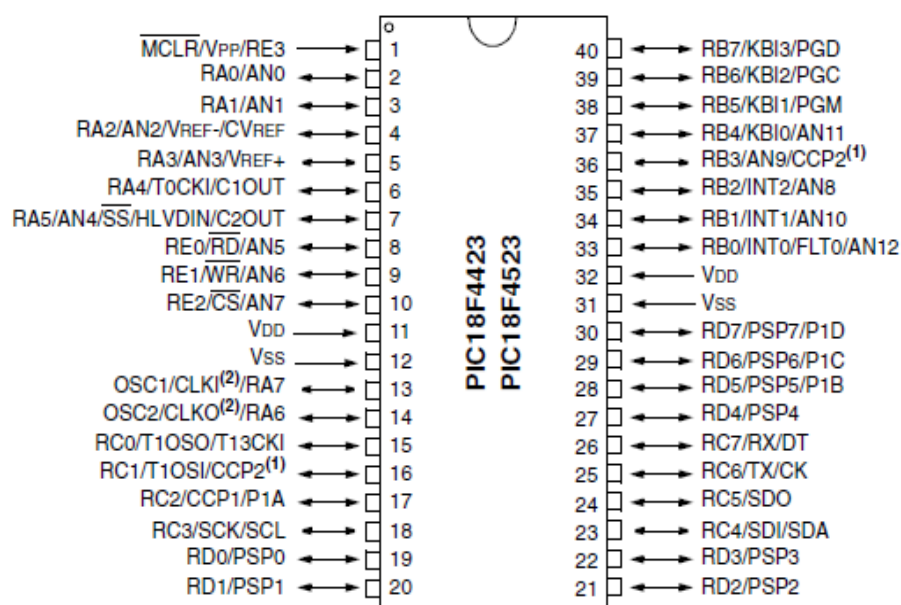
- 8 x 8 hardware multiplier (8 x 8 Πολλαπλασιαστής Υλικού)
- Interrupt priority levels (Επίπεδα Προτεραιότητας Μικροδιακοπών)
- 16-bit-wide instructions, 8-bit-wide data path (16-bit Εύρος Εντολής , 8-bit Εύρος Οδού Δεδομένων)
- Up to two 8-bit timers/counters (8-bit Χρονόμετρα /Μετρητές)
- Up to three 16-bit timers/counters (Έως Τρία 16-bit Χρονόμετρα /Μετρητές)
- Up to four external interrupts (Έως Τέσσερις Εξωτερικές Μικροδιακοπές)
- High current (25mA) sink/source capability (25mA Δυνατότητα Τροφοδοσίας Ρεύματος Ανά pin)
- Up to five capture/compare/PWM modules (Έως Πέντε Μονάδες Σύλληψης/Σύγκρισης Σημάτων)
- Master synchronous serial port module ,SPI and I2C modes (Θύρες SPI και I2C)
- Up to two USART modules (Έως Δυο Θύρες Ασύγχρονης Σειριακής Επικοινωνίας)
- Parallel slave port (PSP) (Παράλληλη Πόρτα PSP)
- Fast 10-bit Analog to Digital Converter (Γρήγορο Μετατροπέα Σήματος 10-bit Αναλογικού σε Ψηφιακό)
- Programmable low-voltage detection (LVD) module (Προγραμματιζόμενη Μονάδα Ανίχνευσης Χαμηλής Τάσης)
- Power-on reset (POR), power-up timer (PWRT), and oscillator start-up timer (OST)
 - (Επανεκκίνηση στην Εφαρμογή της Τροφοδοσίας)
 - (Ενεργοποίηση των Χρονομετρητών με την Τοποθέτηση Τροφοδοσίας)
 - (Χρόνος ασφαλούς Εκκίνησης Ταλαντωτή)
- Watchdog timer (WDT) with On-Chip RC oscillator (Μονάδα Ελέγχου Χρόνων με Εσωτερικό RC Ταλαντωτή)
- In-Circuit programming (Προγραμματισμός Επάνω στο Κύκλωμα)

Επιπλέον, μερικοί μικροελεγκτές στην οικογένεια PIC18F προσφέρουν τα ακόλουθα πρόσθετα χαρακτηριστικά:

- Πρωτόκολλο επικοινωνίας CAN 2.0
- Πρωτόκολλο επικοινωνίας USB 2.0
- Πρωτόκολλο επικοινωνίας για οθόνες LCD
- TCP/IP επικοινωνία
- ZigBee επικοινωνία
- Άμεση επικοινωνία με κινητήρα
- 16-bit εύρος εντολών
- Πολλαπλασιαστής υλικού 8 x 8
- Περισσότερες εξωτερικές Μικροδιακοπές
- Μικροδιακοπές με επίπεδα προτεραιότητας
- Βελτιωμένος Καταχωρητής εργασίας (WREG)
- Αυξημένη χωρητικότητα μνήμης προγράμματος και RAM
- Περισσότερα επίπεδα συσσώρευσης δεδομένων (stack)
- Πολλαπλασιαστής συχνότητας Phase - Locked Loop (PLL)
- Υψηλότερες ταχύτητες λειτουργίας
- Λειτουργία σε χαμηλή τάση

2.16 Ο Μικροελεγκτής PIC18F4523

Εικόνα 2.2 Το Διάγραμμα των Pins του Μικροελεγκτή



2.17 Τα Τεχνικά Χαρακτηριστικά Του PIC18F4523

- Συχνότητα Λειτουργίας DC – 40 MHz
- Μνήμη Προγράμματος 32768 bytes
- Μνήμη Δεδομένων 1536 Bytes
- 256 Bytes EEPROM
- 32 Kbytes Flash
- 4 TIMERS Χρονόμετρα / Μετρητές
- 5 I/O Ports A, B, C, D, E Αμφίδρομης Επικοινωνίας
- 12-bit ADC 13 Καναλιών
- 1 Μονάδα Σύλληψης/Σύγκρισης Σημάτων PWM modules
- 2 Συσκευές Σειριακής Επικοινωνίας
- Παράλληλη Επικοινωνία

Πίνακας 2.1 Των Χαρακτηριστικών Γνωρισμάτων Του PIC18F4523

TABLE 1-1: DEVICE FEATURES

| Features | PIC18F2423 | PIC18F2523 | PIC18F4423 | PIC18F4523 |
|--------------------------------------|--|--|--|--|
| Operating Frequency | DC – 40 MHz | DC – 40 MHz | DC – 40 MHz | DC – 40 MHz |
| Program Memory (Bytes) | 16384 | 32768 | 16384 | 32768 |
| Program Memory (Instructions) | 8192 | 16384 | 8192 | 16384 |
| Data Memory (Bytes) | 768 | 1536 | 768 | 1536 |
| Data EEPROM Memory (Bytes) | 256 | 256 | 256 | 256 |
| Interrupt Sources | 19 | 19 | 20 | 20 |
| I/O Ports | Ports A, B, C, (E) | Ports A, B, C, (E) | Ports A, B, C, D, E | Ports A, B, C, D, E |
| Timers | 4 | 4 | 4 | 4 |
| Capture/Compare/PWM Modules | 2 | 2 | 1 | 1 |
| Enhanced Capture/Compare/PWM Modules | 0 | 0 | 1 | 1 |
| Serial Communications | MSSP, Enhanced USART | MSSP, Enhanced USART | MSSP, Enhanced USART | MSSP, Enhanced USART |
| Parallel Communications (PSP) | No | No | Yes | Yes |
| 12-Bit Analog-to-Digital Module | 10 Input Channels | 10 Input Channels | 13 Input Channels | 13 Input Channels |
| Resets (and Delays) | POR, BOR, RESET Instruction, Stack Full, Stack Underflow (PWRT, OST), MCLR (optional), WDT | POR, BOR, RESET Instruction, Stack Full, Stack Underflow (PWRT, OST), MCLR (optional), WDT | POR, BOR, RESET Instruction, Stack Full, Stack Underflow (PWRT, OST), MCLR (optional), WDT | POR, BOR, RESET Instruction, Stack Full, Stack Underflow (PWRT, OST), MCLR (optional), WDT |
| Programmable High/Low-Voltage Detect | Yes | Yes | Yes | Yes |
| Programmable Brown-out Reset | Yes | Yes | Yes | Yes |
| Instruction Set | 75 Instructions; 83 with Extended Instruction Set enabled | 75 Instructions; 83 with Extended Instruction Set enabled | 75 Instructions; 83 with Extended Instruction Set enabled | 75 Instructions; 83 with Extended Instruction Set enabled |
| Packages | 28-pin PDIP 28-pin SOIC 28-pin QFN | 28-pin PDIP 28-pin SOIC 28-pin QFN | 40-pin PDIP 44-pin QFN 44-pin TQFP | 40-pin PDIP 44-pin QFN 44-pin TQFP |

2.18 Μια Γενική Περιγραφή του PIC18F4523

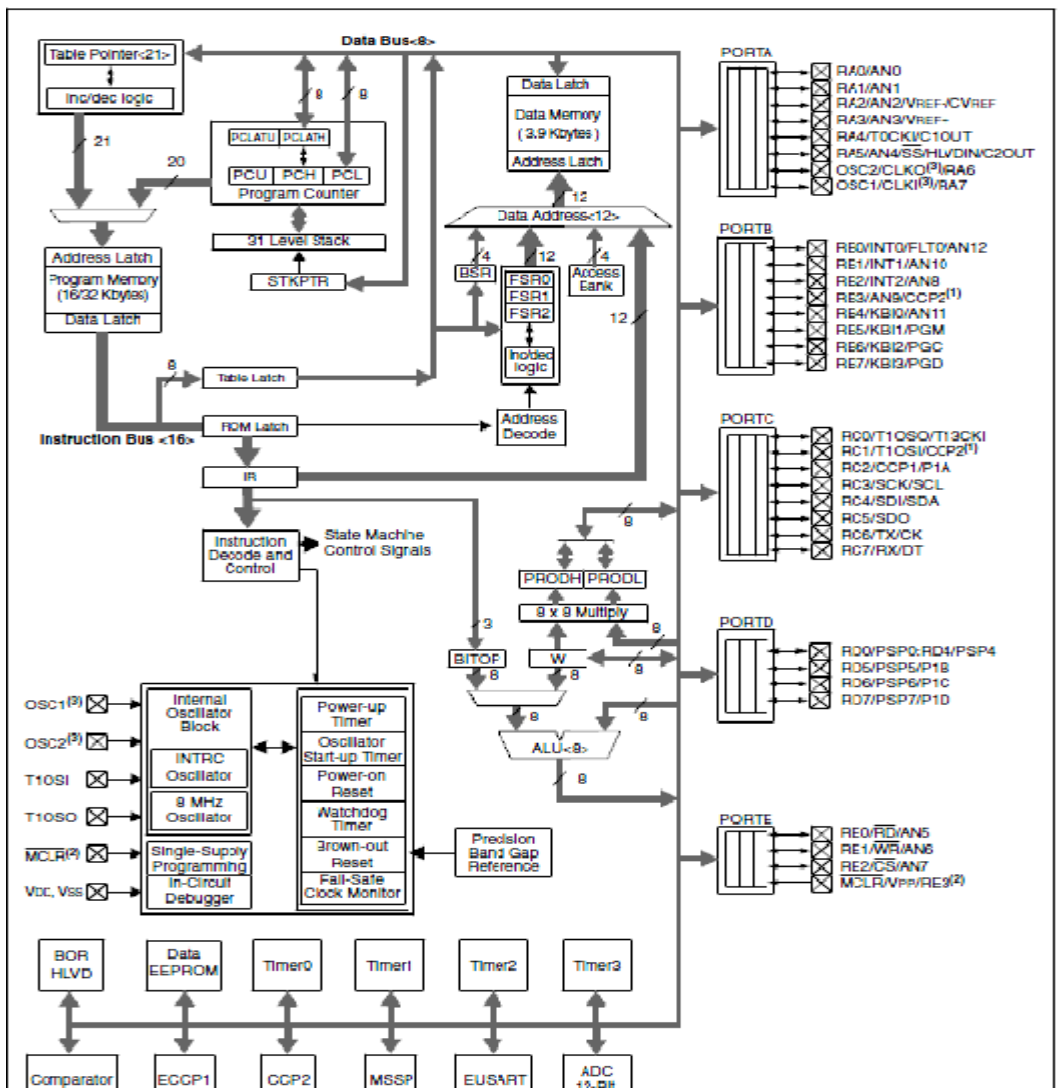
Στην εικόνα 2.3 παρουσιάζεται το μπλόκ διάγραμμα του μικροελεγκτή μας και μεταξύ άλλων μπορούμε να διακρίνουμε :

- Τη CPU που βρίσκεται στο κέντρο του διαγράμματος και περιλαμβάνει μια 8-bit ALU(αριθμητική λογική μονάδα), έναν 8-bit καταχωρητή γενικής χρήσης (WREG) και έναν πολλαπλασιαστή υλικού 8 x 8.
- Στα αριστερά του διαγράμματος βλέπουμε τις 5 θύρες αμφίδρομης επικοινωνίας I/O PORTS. Τα περισσότερα Pins των θυρών αυτών έχουν πολλαπλές λειτουργίες
- Στο κάτω μέρος του διαγράμματος διακρίνονται οι καταχωρητές timers/counters, capture/compare/PWM , USART , ADC μετατροπέα, και η μνήμη δεδομένων EEPROM.
- Ο μετρητής προγράμματος και η μνήμη προγράμματος παρουσιάζονται στο άνω αριστερά σημείο του διαγράμματος.
- Στο κέντρο του διαγράμματος φαίνεται η προσπελάσιμη μνήμη δεδομένων (RAM). Η λεωφόρος της μνήμης δεδομένων (RAM) είναι εύρους 12-bit, ικανή παρέχει πρόσβαση μέχρι 4Kbytes διευθύνσεων μνήμης 18 δεδομένων. Η μνήμη δεδομένων RAM αποτελείται από τους καταχωρητές ειδικής λειτουργίας (SFR) και τους καταχωρητές γενικού σκοπού τοποθετημένους στις θέσεις μνήμης.
- Το κύκλωμα του ταλαντωτή που βρίσκεται στη αριστερή πλευρά του διαγράμματος, αποτελείται από:
 - 1.Χρονομετρητής ασφαλούς εκκίνησης
 - 2.Χρονομετρητής ασφαλούς εκκίνησης ταλαντωτών
 - 3.Εσωτερικούς ταλαντωτές έως 8Mhz
 - 4.Συσκευή επανεκκίνησης με την τοποθέτηση τροφοδοσίας
 - 5.Μονάδα ελέγχου χρόνων ,Watchdog timer (WDT)
 - 6.Συσκευή επανεκκίνησης στην μεταβολή τάσης τροφοδοσίας
 - 7.Προγραμματισμός με μονοπολική τροφοδοσία
 - 8.Ανιχνευτής σφαλμάτων με συνδεδεμένο το μικροελεγκτή στο κύκλωμα (In-Circuit debugger)

9.Κύκλωμα PLL (Το κύκλωμα PLL αποτελεί νέο στοιχείο στη σειρά PIC18F και παρέχει στο χρήστη επιλογές πολλαπλασιασμού συχνότητας του ταλαντωτή για να επιταχύνει τη συνολική λειτουργία του μικροελεγκτή).

- Η τάση τροφοδοσίας του PIC18F κυμαίνεται από 4.2 ως 5.5 Volt με μέγιστη συχνότητα τα 40MHz. Η χαμηλής ισχύος σειρά PIC18LF4523 μπορεί να λειτουργήσει ανάμεσα σε 2.0-5.5 Volt. Στις χαμηλές τάσεις η μέγιστη συχνότητα λειτουργίας είναι τα 4MHz, η οποία αυξάνει στα 40MHz όταν η τροφοδοσία φτάσει στα 4.2 Volt. Η διατήρησης δεδομένων RAM ορίζεται στα 1.5V και θα χαθεί εάν η τροφοδοσία πέσει κάτω από την τιμή αυτή. Πρακτικά όλοι οι μικροελεγκτές λειτουργούν σε μια τάση 5Volt.

Εικόνα 2.3 Το Μπλόκ Διάγραμμα Του PIC18F4523



2.19 Η Αρχιτεκτονική του PIC18F4523

2.20 Παράλληλες Θύρες Εισόδου Εξόδου

Οι παράλληλες θύρες εισόδου/εξόδου στους μικροελεγκτές PIC18F είναι παρόμοιες με εκείνες της σειράς PIC16. Το πλήθος των παράλληλων θυρών εισόδου/εξόδου σε κάθε PIC διαφέρει ανάλογα με τη σειρά του μικροελεγκτή που χρησιμοποιείται. Ωστόσο, όλες οι σειρές μικροελεγκτών PIC18F έχουν τουλάχιστον μια PORTA και PORTB. Όταν εργαζόμαστε με τις πόρτες εισόδου/εξόδου μπορεί να θέλουμε να:

- Ορίσουμε την κατεύθυνση πόρτας
- Θέσουμε μια τιμή εξόδου
- Διαβάσουμε μια τιμή εισόδου
- Θέσουμε μια τιμή εξόδου και να διαβάσουμε πίσω την τιμή αυτή

Οι πρώτες τρεις λειτουργίες είναι ίδιες όπως στα PIC16 και στα PIC18. Σε μερικές εφαρμογές μπορεί να χρειαστεί να στείλουμε μια τιμή σε μια πόρτα και να τη διαβάσουμε έπειτα πίσω. Η σειρά PIC16 έχει μια αδυναμία στο σχεδιασμό των πορτών έτσι ώστε η τιμή που διαβάζεται από μια πόρτα μπορεί να είναι διαφορετική από την τιμή που γράφτηκε προηγουμένως σε αυτή. Αυτό συμβαίνει γιατί τα bit τιμής της πόρτας εξόδου είναι και τα bit τιμής της πόρτας ανάγνωσης εισόδου οπότε μπορεί να αλλάξουν από εξωτερική συσκευή.

Στη σειρά PIC18F παρεμβάλλεται ένας καταχωρητής μαντάλωσης (Latch Register) ο οποίος αποθηκεύει την τιμή που στέλνεται στην PORTA και την προστατεύει από τις εξωτερικές τιμές που στέλλονται στα πινάκια εισόδου της PORTA. Η ανάγνωση από την πόρτα διαβάζει την τιμή του καταχωρητή μαντάλωσης ο οποίος δεν επηρεάζεται από εξωτερικές συσκευές.

2.21 PORTA

Στον μικροελεγκτή PIC18F4523 η PORTA είναι 8-bit και τα pins της πόρτας μοιράζονται και άλλες λειτουργίες. Ο πίνακας 2.2 δείχνει τις λειτουργίες των pins της PORTA. Υπάρχουν τρεις καταχωρητές που συνδέονται με την PORTA:

- Port data register — **PORTA** (Καταχωρητής δεδομένων)
- Port direction register— **TRISA** (Καταχωρητής κατεύθυνσης)
- Port latch register — **LATA** (Καταχωρητής μαντάλωσης)

Πίνακας 2.2 : Η Λειτουργία των PINS της PORTA

| PIN | Περιγραφή του PIN |
|--------------------------------|--|
| RA0/AN0 | |
| RA0 | Ψηφιακή I/O |
| AN0 | Αναλογική είσοδος 0 |
| RA1/AN1 | |
| RA1 | Ψηφιακή I/O |
| AN1 | Αναλογική είσοδος 1 |
| RA2/AN2/VREF-/CVREF | |
| RA2 | Ψηφιακή I/O |
| AN2 | Αναλογική είσοδος 2 |
| VREF- | Αρνητική A/D τάση αναφοράς (low) είσοδος |
| CVREF | Έξοδος τάσης αναφοράς Συγκριτή |
| RA3/AN3/VREF+ | |
| RA3 | Ψηφιακή I/O |
| AN3 | Αναλογική είσοδος 3 |
| VREF+ | Θετική A/D τάση αναφοράς (High) είσοδος |
| RA4/T0CKI/C1OUT | |
| RA4 | Ψηφιακή I/O |
| T0CKI | Timer 0 είσοδος εξωτερικού παλμού χρονισμού |
| C1OUT | Έξοδος Συγκριτή 1 |
| RA5/AN4/SS/HLVDIN/C2OUT | |
| RA5 | Ψηφιακή I/O |
| AN4 | Αναλογική είσοδος 4 |
| SS | Είσοδος επιλογής Slave για MSSP (MSSP module). |
| HLVDIN | ανιχνευτής-Υψηλής/χαμηλής- τάσης- είσοδος |
| C2OUT | Έξοδος Συγκριτή 2 |
| OSC2/CLKO/RA6 | |
| OSC2 | Έξοδος σύνδεσης κύριου εξωτερικού κρυστάλλου |
| CLKO | Έξοδος παλμών κρυστάλλου (FOSC/4) σε RC |
| RA6 | Ψηφιακή I/O |
| OSC1/CLKI/RA7 | |
| OSC1 | Είσοδος σύνδεσης κύριου εξωτερικού κρυστάλλου |
| CLKI | Main clock input connection. |
| RA7 | Ψηφιακή I/O |

Ο καταχωρητής TRISA ορίζει την κατεύθυνση στα pin της PORTA, δηλαδή λογικό 1 στη θέση του bit κατεύθυνσης ορίζει το pin σαν είσοδο ενώ λογικό 0 ορίζει το pin σαν έξοδο. LATA είναι ο καταχωρητής μαντάλωσης δεδομένων εξόδου που μοιράζεται τα ίδια δεδομένα με την PORTA. Η εγγραφή στο ένα ισούται με την εγγραφή και στο άλλο ,αλλά η ανάγνωση από το καταχωρητή LATA ενεργοποιεί τον απομονωτή (buffer). Η τιμή που υπάρχει στο PORTA/LATA καταχωρητή μαντάλωσης μεταφέρεται στην λεωφόρο δεδομένων ανεξάρτητα της πραγματικής τιμής που έχουν τα pin εξόδου του μικροελεγκτή. Τα bit 0 μέχρι 3 και 5 της PORTA χρησιμοποιούνται επίσης σαν αναλογικές εισοδοι.

Μετά από επανεκκίνηση της συσκευής αυτά τα pin προγραμματίζονται σαν αναλογικές εισοδοι και τα pin RA4 , RA6 διαμορφώνονται σαν ψηφιακές εισοδοι. Για να μετατρέψουμε τις αναλογικές εισόδους σε ψηφιακές πρέπει ο ADCON1 καταχωρητής (A/D Καταχωρητής) να προγραμματιστεί αναλόγως. Γράφοντας την τιμή 7 στον ADCON1 διαμορφώνουμε όλα τα pin σαν ψηφιακές εισόδους. Το pin RA4 συνδυάζεται με την είσοδο ρολογιού Timer0 (T0CKI). Το pin RA6 παρέχει λειτουργίες γενικού χαρακτήρα εισόδου/εξόδου ή ως είσοδος παλμών ρολογιού OSC2 ή ως ρολόι που παρέχει παλμούς εξόδου FOSC/4 μέσω αυτού.

2.22 PORTB

Στο μικροελεγκτή PIC18F2523 η PORTB είναι ένας 8-bit αμφίδρομος καταχωρητής που παρέχει λειτουργίες ως ψηφιακή παράλληλη πόρτα εισόδου/εξόδου , μικροδιακοπή με την αλλαγή κατάστασης σε κάποιο pin η ως pin συσκευής σειριακού προγραμματισμού. Ο πίνακας 2.2 δίνει τις λειτουργίες των bit της PORTB.

Η PORTB ελέγχεται από τρεις καταχωρητές:

- Port data register — **PORTB** (Καταχωρητής δεδομένων)
- Port direction register— **TRISB** (Καταχωρητής κατεύθυνσης)
- Port latch register — **LATB** (Καταχωρητής μαντάλωσης)

Η γενική λειτουργία της PORTB είναι παρόμοια με εκείνη της PORTA. Κάθε pin της πόρτας έχει μια αδύναμη εσωτερική αντίσταση ανύψωσης τάσης (Pull-Up) που

μπορεί να ενεργοποιηθεί με τον ορισμό του bit RBPU σε λογικό 1 του καταχωρητή INTCON2. Αυτές οι Pull-UP αντιστάσεις απενεργοποιούνται με την επανεκκίνηση της συσκευής Power-On-Reset και όταν τα pin της πόρτας ορίζονται ως έξοδοι.

Μετά από επανεκκίνηση του μικροελεγκτή τα pin της PORTB ορίζονται ως ψηφιακές εισοδοι. Οι εσωτερικές Pull-Up αντιστάσεις επιτρέπουν την σύνδεση συσκευών όπου απαιτούνται οι αντιστάσεις αυτές όπως διακόπτες. Αυτό μειώνει το κόστος δαπάνη λόγω μείωσης εξωτερικών υλικών. Τα pin RB4-RB7 μπορεί να χρησιμοποιηθούν ως Interrupt-On-Change Inputs (Μικροδιακοπή στην αλλαγή κατάστασης των pin εισόδου). Οποιαδήποτε αλλαγή κατάστασης σε ένα από αυτά τα pin θέτει το bit σημαίας ενεργοποίησης μικροδιακοπής σε 1. Το bit ενεργοποίησης της μικροδιακοπής RBIE και το bit σημαίας RBIF βρίσκονται στον καταχωρητή INTCON.

Πίνακας 2.3 : Η Λειτουργία των PINS της PORTB

| PIN | Περιγραφή του PIN |
|---------------------------|---|
| RB0/INT0/FLT0/AN12 | |
| RB0 | Ψηφιακή I/O |
| INT0 | Είσοδος εξωτερικής μικροδιακοπής 0 |
| FLT0 | Είσοδος PWM (ECCP1 module) |
| AN12 | Αναλογική είσοδος 12 |
| RB1/INT1/AN10 | |
| RB1 | Ψηφιακή I/O |
| INT1 | Είσοδος εξωτερικής μικροδιακοπής 1 |
| AN10 | Αναλογική είσοδος 10 |
| RB2/INT2/AN8 | |
| RB2 | Ψηφιακή I/O |
| INT2 | Είσοδος εξωτερικής μικροδιακοπής 2 |
| AN8 | Αναλογική είσοδος 8 |
| RB3/AN9/CCP2 | |
| RB3 | Ψηφιακή I/O |
| AN9 | Αναλογική είσοδος 9 |
| CCP2 | Είσοδος σύλληψης 2 , σύγκρισης 2, και PWM2 έξοδος |
| RB4/KBI0/AN11 | |
| RB4 | Ψηφιακή I/O |
| KBI0 | Είσοδος Μικροδιακοπής 0 σε αλλαγή κατάστασης του pin |
| AN11 | Αναλογική είσοδος 11 |
| RB5/KBI1/PGM | |
| RB5 | Ψηφιακή I/O |
| KBI1 | Είσοδος Μικροδιακοπής 1 σε αλλαγή κατάστασης του pin |
| PGM | Single-Supply Programming mode entry (ICSP™). |
| RB6/KBI2/PGC | |
| RB6 | Ψηφιακή I/O |
| KBI2 | Είσοδος Μικροδιακοπής 2 σε αλλαγή κατάστασης του pin |
| PGC | Σειριακή είσοδος Clock προγραμματισμού για ICSP , ICD |
| RB7/KBI3/PGD | |
| RB7 | Ψηφιακή I/O |
| KBI3 | Είσοδος Μικροδιακοπής 3 σε αλλαγή κατάστασης του pin |
| PGD | Είσοδος μεταφοράς δεδομένων προγραμματισμού για ICSP |

2.23 PORTC και PORTD

Στον PIC18F4523 υπάρχει μια PORTC και μια PORTD των 8-bit έκαστη. Γενικά η λειτουργία της PORTC και PORTD είναι παρόμοια με εκείνη της PORTA και της PORTB. Κάθε πόρτα έχει το δικό της καταχωρητή δεδομένων, καταχωρητής δεδομένων διεύθυνσης (π.χ. TRISC , TRISD) και καταχωρητή μαντάλωσης δεδομένων (π.χ. LATC , LATD). Οι λειτουργίες αυτών των καταχωρητών σε γενικές γραμμές είναι παρόμοιες μεταξύ τους. Οι λειτουργίες των pins της PORTC PORTD δίνονται στους πίνακες 2.4 και 2.5 αντίστοιχα. Μετά από επανεκκίνηση τα pin της PORTC και PORTD ορίζονται ως ψηφιακές είσοδοι.

Πίνακας 2.4 : Η Λειτουργία των PINS της PORTC

| PIN | Περιγραφή του PIN |
|-------------------------|--|
| RC0/T1OSO/T13CKI | |
| RC0 | Ψηφιακή I/O |
| T1OSO | έξοδος ταλαντωτή Timer1 |
| T13CKI | Timer1/Timer3 είσοδος μετρητή. |
| RC1/T1OSI/CCP2 | |
| RC1 | Ψηφιακή I/O |
| T1OSI | Timer1 είσοδος ταλαντωτή |
| CCP2 | Είσοδος σύλληψης 2, σύγκρισης 2, και PWM2 έξοδος |
| RC2/CCP1/P1A | |
| RC2 | Ψηφιακή I/O |
| CCP1 | Είσοδος σύλληψης 1, σύγκρισης 1, και PWM1 έξοδος |
| P1A | ECCP1 PWM έξοδος , κανάλι A. |
| RC3/SCK/SCL | |
| RC3 | Ψηφιακή I/O |
| SCK | SPI έξοδος παλμών χρονισμού(MSSP module) |
| SCL | I2C είσοδος/έξοδος παλμών χρονισμού(MSSP module) |
| RC4/SDI/SDA | |
| RC4 | Ψηφιακή I/O |
| SDI | SPI είσοδος δεδομένων (MSSP module) |
| RSDI | I2C είσοδος/έξοδος δεδομένων (MSSP module) |
| RC5/SDO | |
| RC5 | Ψηφιακή I/O |
| SDO | SPI έξοδος δεδομένων (MSSP module) |
| RC6/TX/CK | |
| RC6 | Ψηφιακή I/O |
| TX | Ασύγχρονη σειριακή εκπομπή δεδομένων (EUSART module) |
| CK | Σύγχρονη σειριακή έξοδος clock (EUSART module) |
| RC7/RX/DT | |
| RC7 | Ψηφιακή I/O |
| RX | Ασύγχρονη σειριακή λήψη δεδομένων (EUSART module) |
| DT | Σύγχρονη σειριακή έξοδος δεδομένων (EUSART module) |

Πίνακας 2.5 : Η Λειτουργία των PINS της PORTD

| PIN | Περιγραφή του PIN |
|--------------|---|
| RD0/PSP0 | |
| RD0 | ΨΗΦΙΑΚΗ I/O |
| PSP0 | PSP READ-WRITE Δεδομένων |
| RD1/PSP1 | |
| RD1 | ΨΗΦΙΑΚΗ I/O |
| PSP1 | PSP READ-WRITE Δεδομένων |
| RD2/PSP2 | |
| RD2 | ΨΗΦΙΑΚΗ I/O |
| PSP2 | PSP READ-WRITE Δεδομένων |
| RD3/PSP3 | |
| RD3 | ΨΗΦΙΑΚΗ I/O |
| PSP3 | PSP READ-WRITE Δεδομένων |
| RD4/PSP4 | |
| RD4 | ΨΗΦΙΑΚΗ I/O |
| PSP4 | PSP READ-WRITE Δεδομένων |
| RD5/PSP5/P1B | |
| RD5 | ΨΗΦΙΑΚΗ I/O |
| PSP5 | PSP READ-WRITE Δεδομένων |
| P1B | Λειτουργία Σύλληψης – Σύγκρισης Σημάτων |
| RD6/PSP6/P1C | |
| RD6 | ΨΗΦΙΑΚΗ I/O |
| PSP6 | PSP READ-WRITE Δεδομένων |
| P1B | Λειτουργία Σύλληψης – Σύγκρισης Σημάτων |
| RD7/PSP7/P1D | |
| RD7 | ΨΗΦΙΑΚΗ I/O |
| PSP7 | PSP READ-WRITE Δεδομένων |
| P1D | Λειτουργία Σύλληψης – Σύγκρισης Σημάτων |

2.24 PORTE

Στον μικροελεγκτή PIC18F4523 η PORTE είναι 4-bit και τα pin της πόρτας μοιράζονται και άλλες λειτουργίες. Η PORTE έχει καταχωρητής κατεύθυνσης την TRISE. Τα pins (RE0/RD/AN5, RE1/WR/AN6 and RE2/CS/ AN7) μπορούν να λειτουργήσουν σαν είσοδοι ή έξοδοι ενώ το 4^ο pin (MCLR/VPP/RE3) , λειτουργεί μόνο σαν είσοδος.

Μετά από επανεκκίνηση τα pin RE0 και RE2 της PORTE ορίζονται ως αναλογικές είσοδοι, ενώ το pin RE3 ορίζεται σαν ψηφιακή είσοδος εφόσον η λειτουργία Master Clear είναι ανενεργή.

Πίνακας 2.6 : Η Λειτουργία των PINS της PORTE

| PIN | Περιγραφή του PIN |
|--------------|---|
| RE0/RD/AN5 | |
| RE0 | ΨΗΦΙΑΚΗ I/O |
| RD | Ενεργοποίηση Read του PSP |
| AN5 | Κανάλι 5 τουADC Μετατροπέα |
| RE1/WR/AN6 | |
| RE1 | ΨΗΦΙΑΚΗ I/O |
| WR | Ενεργοποίηση Write του PSP |
| AN6 | Κανάλι 6 τουADC Μετατροπέα |
| RE2/CS/AN7 | |
| RE2 | ΨΗΦΙΑΚΗ I/O |
| CS | Ενεργοποίηση Write του PSP |
| AN7 | Κανάλι 7 τουADC Μετατροπέα |
| MCLR/Vpp/RE3 | |
| MCLR | Εξωτερική Είσοδος Master Clear |
| Vpp | Ανίχνευση Υψηλής Τάσης |
| RE3 | Είσοδος Δεδομένων – Ενεργοποίηση με Clear τουMCLR |

2.25 Λειτουργία Reset (Επανεκκίνηση)

Η επανεκκίνηση τοποθετεί το μικροελεγκτή σε μια γνωστή αρχική κατάσταση. Επανεκκίνηση ενός PIC18F μικροελεγκτή αρχίζει με την εκτέλεση του προγράμματος από τη διεύθυνση 0000H της μνήμης προγράμματος. Ο μικροελεγκτής μπορεί να επανεκκινηθεί κατά τη διάρκεια ενός από τις ακόλουθες διαδικασίες:

- Power-on reset (POR)
- MCLR reset
- Watchdog timer (WDT) reset
- Brown-out reset (BOR)
- Reset instruction
- Stack full reset
- Stack underflow reset

Συνήθως χρησιμοποιούνται δύο τύποι επανεκκίνησης: Power-On Reset και εξωτερικό Reset χρησιμοποιώντας το pin MCLR. Power-On Reset (επανεκκίνηση) εκτελείται αυτόματα όταν εφαρμοστεί η τάση τροφοδοσίας στον μικροελεγκτή. Το pin MCLR πρέπει να συνδεθεί στην τάση τροφοδοσίας άμεσα ή κατά προτίμηση μέσω μιας αντιστάτης 10K.

2.26 The CLOCK Sources (Πηγές Ρολογιών)

Ο μικροελεγκτής PIC18F2523 μπορεί να λειτουργήσει από ένα εξωτερικό κρύσταλλο ή ένα κεραμικό (resonator) που συνδέεται στα pin OSC1 και OSC2 του μικροελεγκτή. Σε μερικά μοντέλα (π.χ. PIC18F4523) ένας εσωτερικός ταλαντωτής κρυστάλλου μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να παρέχει παλμούς ρολογιού στον μικροελεγκτή. Υπάρχουν οκτώ πηγές παλμών ρολογιού στο μικροελεγκτή PIC18F4523, που επιλέγονται μέσω του καταχωρητή CONFIG1H .

Αυτοί είναι:

- (LP) Low-power crystal
- (XT) Crystal or ceramic resonator
- (HS) High-speed crystal or ceramic resonator
- (HSPLL) High-speed crystal or ceramic resonator with PLL

- (EC) External clock with FOSC/4 on OSC2
- (ECIO) External clock with I/O on OSC2 (port RA6)
- (RC) External resistor/capacitor with FOSC/4 output on OSC2
- (RCIO) External resistor/capacitor with I/O on OSC2 (port RA6)

Πίνακας 2.7 Τιμές Πυκνωτών για Σύνδεση Με Τον Κρύσταλλο

| Mode | Frequency | C1,C2 (pF) |
|------|-----------|------------|
| LP | 32 KHz | 33 |
| | 200 KHz | 15 |
| XT | 200 KHz | 22-68 |
| | 1.0 MHz | 15 |
| | 4.0 MHz | 15 |
| HS | 4.0 MHz | 15 |
| | 8.0 MHz | 15-33 |
| | 20.0 MHz | 15-33 |
| | 25.0 MHz | 15-33 |

Η LP (low power= χαμηλής ισχύος) επιλογή ταλαντωτή είναι χρήσιμη για εφαρμογές που απαιτούν συχνότητες λειτουργίας μέχρι 200KHz. Η επιλογή XT χρησιμοποιείται για συχνότητες μέχρι 4MHz, ενώ η επιλογή HS (High speed=υψηλής ταχύτητας) είναι χρήσιμη στις εφαρμογές όπου απαιτούνται παλμοί συχνότητας από 4MHz μέχρι 25MHz. Μια εξωτερική πηγή παλμών ρολογιού μπορεί επίσης να συνδεθεί στο pin OSC1 όταν λειτουργεί σε LP, XT, ή HS. Ένα από τα προβλήματα της χρήσης υψηλής συχνότητας κρυστάλλων είναι η ηλεκτρομαγνητική παρεμβολή.

Ένα κύκλωμα κλειδωμένης φάσης (PLL) παρέχεται σε πολλά PIC και μπορεί να ενεργοποιηθεί για να πολλαπλασιάσει επί 4 την κεντρική συχνότητα λειτουργίας παλμών ρολογιού. Ο πολλαπλασιαστής συχνότητας PLL ελέγχεται μέσω προγράμματος χρηστή και είναι διαθέσιμο σε υψηλής συχνότητας ταλαντωτές (HS mode) .

2.27 Εσωτερικός Κρύσταλλος

Μερικές συσκευές στην οικογένεια PIC18F περιέχουν εσωτερικούς κρυστάλλους παροχής παλμών ρολογιού. Ο PIC18F2523 δίνει στον χρήστη την δυνατότητα να επιλέξει συχνότητες λειτουργίας από 31KHZ μέχρι 8MHZ ενώ μέχρι 40MHZ με χρήση πολλαπλασιαστή συχνότητας (PLL). Η επιλογή κρυστάλλου γίνεται από τους καταχωρητές OSCCON και OSCTUN. Σε αυτή την κατάσταση τα pin OSC1 ,OSC2 είναι διαθέσιμα ως γενικής χρήσης pin εισόδου/εξόδου ,είσοδοι ADC (RA6,RA7) ή σαν FOSC/4 και RA7.

Ο PIC18F2523 παρέχει την δυνατότητα εναλλαγής παλμών ρολογιού από μια μεγάλη συχνότητα σε μια μικρότερη σε περιπτώσεις όπου απαιτείται μεγάλη ταχύτητα λειτουργίας του μικροελεγκτή. Για παράδειγμα ο μικροελεγκτής μπορεί να λειτουργήσει με μεγάλη ταχύτητα σε καταστάσεις μεγάλης δραστηριότητας και με μικρότερη ταχύτητα σε καταστάσεις μικρής δραστηριότητας όπου επίσης απαιτείται και χαμηλή κατανάλωση ισχύος.

2.28 Watchdog Timer

Στην οικογένεια μικροελεγκτών PIC18F το χρονόμετρο Watch Dog Timer (WDT) αποτελεί ένα κύκλωμα με ανεξάρτητη πηγή παλμών ρολογιού μέσω εσωτερικού δικτύωμα R-C χωρίς να απαιτεί εξωτερικά εξαρτήματα. Όταν ο WDT υπερχειλίσει εκτελείται επανεκκίνηση του μικροελεγκτή.

Εάν η συσκευή βρίσκεται σε κατάσταση αδρανοποίησης (sleep mode) τότε η Εσωτερικών Διάγραμμα παλμών ρολογιού PIC18 επανεκκίνηση από τον WDT θα ενεργοποιήσει τον μικροελεγκτή ο οποίος θα συνεχίσει την κανονική του λειτουργία. Ο WDT ενεργοποιείται /απενεργοποιείται από το bit SWDTEN του καταχωρητή WDTCON. Θέτοντας 1 το bit WDTEN ενεργοποιεί το WTD ενώ θέτοντας 0 το bit απενεργοποιεί το WDT.

2.29 TIMERS

Ο PIC18F4523 έχει τέσσερεις προγραμματιζόμενους TIMERS που μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε πολλές διεργασίες, όπως παραγωγή παλμών ρολογιού. Τα timer χρησιμοποιούνται για να προκαλούν μικροδιακοπές σε συγκεκριμένες χρονικές περιόδους, μέτρηση συχνότητας, χρονικά διαστήματα κ.τ.λ.

2.30 TIMER0

Ο TIMER0 (χρονόμετρο) είναι παρόμοιος με το TIMER0 της σειράς PIC16, εκτός από το ότι μπορεί να λειτουργήσει είτε σε μορφή 8-bit είτε σε μορφή 16-bit. Ο TIMER0 έχει τα ακόλουθα βασικά γνωρίσματα:

- 8-bit or 16-bit operation (Λειτουργία 8-bit ή 16-bit)
- 8-bit programmable prescaler (8-bit Προγραμματιζόμενος Διαιρέτης)
- External or internal clock source (Εξωτερική/Εσωτερική Επιλογή Παλμών)
- Interrupt generation on overflow (Παραγωγή Μικροδιακοπής σε Υπερχείλιση)

Ο χειρισμός του Timer 0 γίνεται από τον καταχωρητή TOCON. Τα χαμηλότερα 6 bit αυτού του καταχωρητή έχουν παρόμοιες λειτουργίες με τον καταχωρητή σειράς PIC16F. Τα υψηλότερα 2 bits χρησιμοποιούνται για να επιλέξουμε 8-bit ή 16-bit κατάσταση λειτουργίας και για να ενεργοποιήσουμε/απενεργοποιήσουμε τον TIMER0.

Ο TIMER0 μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε ως χρονόμετρο είτε ως μετρητής. Η λειτουργία χρονομέτρησης στον TIMER0 επιλέγεται θέτοντας 0 το bit TOCS. Σε αυτήν την κατάσταση οι παλμοί λειτουργίας του TIMER0 προέρχονται από το pin FOSC/4. Η λειτουργία μετρητή επιλέγεται θέτοντας 1 το bit TOCS, σε αυτή την λειτουργία ο TIMER0 αυξάνεται με την θετική ή αρνητική διέγερση παλμών στην είσοδο RA4/TOCKI. Το bit TOSE του καταχωρητή TOCON επιλέγει την μορφή διέγερσης του παλμού (ανύψωση ή πτώση)

για την αύξηση του TIMER0. Ένας 8-bit prescaler (διαιρέτης) μπορεί να χρησιμοποιηθεί για να αυξήσει το χρόνο υπερχειλίσης του TIMER0 με έναν παράγοντα που φτάνει μέχρι τα 256. Ο διαιρέτης ορίζεται από τα bits PSA και TOPS2:TOPS0 του καταχωρητή T0CON.

2.31 TIMER1

Ο TIMER1 του PIC18F4523 είναι 16-bit και ελέγχεται από τον καταχωρητή T1CON. Ο TIMER1 μπορεί να χρησιμοποιηθεί είτε ως χρονόμετρο είτε ως μετρητής. Όταν το bit TMR1CS του καταχωρητή T1CON είναι σε λογικό '0', οι παλμοί ρολογιού λειτουργίας του TIMER1 παρέχονται από το pin FOSC/4. Όταν το bit TMR1CS είναι σε λογικό '1' τότε ο TIMER1 λειτουργεί ως μετρητής παλμών ρολογιού από το pin εισόδου T1OSI. Ένα εσωτερικό κύκλωμα ταλαντωτή κρυστάλλου ενεργοποιείται θέτοντας σε λογικό '1' το bit T1OSCEN του καταχωρητή T1CON.

Το κύκλωμα είναι κτισμένο ανάμεσα στα pin T1OSI και T1OSO και υποστηρίζει την σύνδεση κρυστάλλων έως 200KHZ. Αυτός ο ταλαντωτής προορίζεται κυρίως για λειτουργίες κρυστάλλου 32KHz οι οποίοι απαιτούνται για παλμούς ρολογιού σε εφαρμογές πραγματικού χρόνου. Ένας prescaler (διαιρέτης) χρησιμοποιείται στο TIMER1 για να αυξήσει το χρόνο υπερχειλίσης λαμβάνοντας τιμές 1, 2, 4, ή 8.

Η έγγραφη, ανάγνωση τιμής του TIMER1 μπορεί να πραγματοποιηθεί είτε από έναν 16-bit καταχωρητή είτε σαν δυο 8-bit καταχωρητές. Το bit RD16 του καταχωρητή T1CON ελέγχει την κατάσταση λειτουργίας. Όταν το bit RD16 είναι 0 η ανάγνωση/εγγραφή του καταχωρητή εκτελείται μέσω δυο 8-bit καταχωρητών.

2.32 TIMER2

Ο TIMER2 είναι ένας 8-bit καταχωρητής με τα παρακάτω χαρακτηριστικά:

- 8-bit timer (TMR2)
- 8-bit καταχωρητής περιόδου (PR2)
- Προγραμματιζόμενο διαιρέτη (prescaler)
- Προγραμματιζόμενο postscaler
- Παραγωγή μικροδιακοπή όταν η τιμή του καταχωρητή TM2 ταιριάζει με του PR2

Ο TIMER2 ελέγχεται από τον καταχωρητή T2CON και τα bits T2CKPS1:T2CKPS0 ορίζουν την τιμή του prescaler 1, 4, και 16 στα οποία ορίζεται κάθε πόσους κύκλους μηχανής θα αυξάνεται ο TIMER2.

Τα bits TOUTPS3:TOUTPS0 ορίζουν τον postscaler για υποδιαίρεση από 1:1 μέχρι 1:16. Ο postscaler καθορίζει μετά από πόσους μηδενισμούς του TIMER2 θα δημιουργηθεί μια διακοπή.

Ο TIMER2 μπορεί να ενεργοποιηθεί ή απενεργοποιηθεί θέτοντας λογικό '1' η '0' το bit TMR2ON. Ο Timer 2 μπορεί να χρησιμοποιηθεί σε συνδυασμό με την PWM μονάδα λειτουργίας της CCP συσκευής.

Ο TIMER2 αυξάνετε από 00H μέχρις ότου να ταιριάζει με το PR2 γεγονός που ενεργοποιεί την σημαία μικροδιακοπής. Στον επόμενο κύκλο εργασίας επανατοποθετείται στην τιμή 00H.

2.33 TIMER3

Η δομή και η λειτουργία του χρονομέτρου 3 είναι οι ίδιες όπως και του TIMER1 με παρόμοιους καταχωρητές TMR3H και TMR3L. Ο TIMER3 ελέγχεται από τον καταχωρητή T3CON .

2.34 Capture/Compare/PWM Modules (CCP)

Ο PIC18F4523 έχει μια μονάδα (CCP). Οι μονάδα αυτή συνεργάζονται με τους TIMER1, 2, 3 για να παρέχει λειτουργίες σύλληψης σημάτων, σύγκρισης σημάτων και (PWM). Η μονάδα έχει δυο 8-bit καταχωρητές. Οι καταχωρητές την μονάδας (CCP1) είναι οι CCPR1L and CCPR1H

2.35 Η Λειτουργία της Σύλληψης (CCP)

Με την σύλληψη σημάτων δίνεται δυνατότητα καταγραφείς και πιστής αναπαράστασης ενός παλμού εισόδου με συνεχώς μεταβαλλόμενη περίοδο. Όταν οι καταχωρητές της CCP μονάδας είναι ρυθμισμένοι για σύλληψη σήματος, οι καταχωρητές

αυτοί λειτουργούν ως χρονοδιακόπτες. Όταν συγκεκριμένη μορφή σήματος λαμβάνει χώρα τότε καταγράφεται ο χρόνος εμφάνισης του ωστόσο ο χρόνος συνεχίζει να τρέχει (από την άλλη ένας χρονοδιακόπτης σταματά όταν ένα συγκεκριμένη μορφή σήματος λαμβάνει χώρα). Εδώ θα εξεταστεί μόνο ο CCP1 ωστόσο η λειτουργία CCP2 είναι ίδια με τα ονόματα καταχωρητών να αλλάζουν αντίστοιχα.

Σε αυτή την λειτουργία οι καταχωρητές CCPR1H:CCPR1L συλλαμβάνουν την 16-bit τιμή του καταχωρητή TIMER1 ή TIMER3 με την εμφάνιση συγκεκριμένης μορφής σήματος στα pin RC2/CCP1 (τα pin RC2/CCP1 έχουν ρυθμιστεί ως είσοδοι). Το εξωτερικό σήμα σύλληψης μπορεί να διαιρεθεί με 4 ή 16. Η μορφή σημάτων σύλληψης ρυθμίζεται από τα bit CCP1M3:CCP1M0 μέσω των οποίων γίνεται η επιλογή ενός από τις παρακάτω καταστάσεις:

- Σύλληψη σε κάθε παλμό αρνητικού μετώπου
- Σύλληψη σε κάθε παλμό θετικού μετώπου
- Σύλληψη σε κάθε 4 παλμούς θετικού μετώπου
- Σύλληψη σε κάθε 16 παλμούς θετικού μετώπου

Αν ενεργοποιηθεί η σημαία μικροδιακοπής σύλληψης τότε με την εμφάνιση μιας από τις παραπάνω καταστάσεις παράγεται μικροδιακοπή. Εάν στα pin συλληφθεί νέο σήμα χωρίς να αναγνωστεί η προηγούμενη τιμή του καταχωρητή CCPR1 τότε η παλιά τιμή χρόνου σύλληψης αντικαθιστάται από την νέα. Για την λειτουργία αυτή μπορεί να χρησιμοποιηθεί ο TIMER1 ή TIMER3 όπου πρώτα θα πρέπει να έχουν ρυθμιστεί από τον καταχωρητή T3CON για λειτουργία ως χρονόμετρα ή ως ασύγχρονοι μετρητές.

2.36 Η Λειτουργία της Σύγκρισης (CCP)

Στην λειτουργία σύγκρισης σημάτων ένας ψηφιακός συγκριτής έρχεται να συγκρίνει την τιμή του TIMER1 ή TIMER3 με την τιμή ενός 16-bit καταχωρητή (δυο 8-bit καταχωρητές). Όταν οι δυο τιμές των καταχωρητών 16-bit ταιριάξουν μεταξύ τους τότε η κατάσταση εξόδου του pin αλλάζει. Η 16-bit τιμή στους δυο 8-bit καταχωρητές CCPR1H:

CCPR1L συγκρίνεται συνεχώς με την τιμή στα TIMER1 ή TIMER3. Όταν οι τιμές ταιριάζουν μεταξύ τους, τότε το pin RC2/CCP1 αλλάζει κατάσταση ανάλογα με τον προγραμματισμό των bits CCP1M2: CCP1M0 του καταχωρητή CCP1CON.

Το pin εξόδου RC2/CCP1 δέχεται τις παρακάτω αλλαγές μέσω προγραμματισμού:

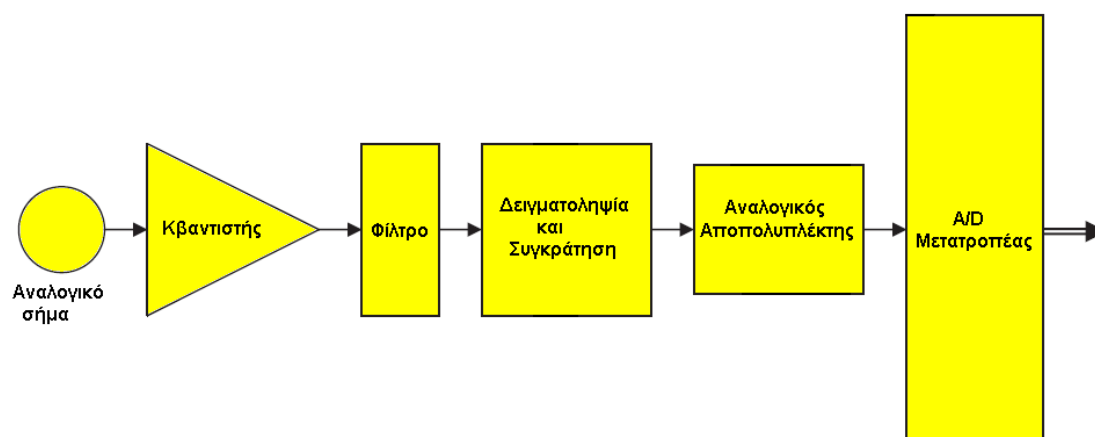
- Το pin RC2/CCP1 μεταβαίνει σε λογικό '1'
- Το pin RC2/CCP1 μεταβαίνει σε λογικό '0'
- Εναλλαγή κατάστασης από '0' σε '1' ή από '1' σε '0' ανάλογα.
- Παραγωγή μικροδιακοπής όταν ταιριάζου οι τιμές
- Καμιά αλλαγή κατάστασης

Ο TIMER1 ή TIMER3 θα πρέπει να έχουν ρυθμιστεί από τον καταχωρητή T3CON για λειτουργία ως χρονόμετρα ή ως ασύγχρονοι μετρητές.

2.37 Ο Μετατροπέας Σήματος Αναλογικού Σε Ψηφιακό ADC

Στην εικόνα 2.4 παρουσιάζονται τα στάδια που περιλαμβάνονται στην ανάγνωση και τη μετατροπή ενός αναλογικού σήματος σε ψηφιακή μορφή. Τα αναλογικά σήματα που λαμβάνονται από τους αισθητήρες πρέπει συνήθως να υποβληθούν σε επεξεργασία πριν περάσουν από έναν μετατροπέα A/D.

Εικόνα 2.4



Τα Στάδια Μετατροπής Ενός Αναλογικού Σήματος σε Ψηφιακή Μορφή

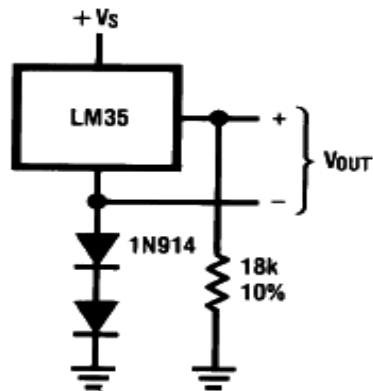
Πολλές εφαρμογές απαιτούν περισσότερα από ένα ADC έτσι με την τοποθέτηση αναλογικού αποπολυπλέκτη δίνεται δυνατότητα χρήσης περισσότερων αναλογικών καναλιών εισόδου στον ίδιο ADC. Ο αποπολυπλέκτης επιτρέπει την προώθηση μόνο μια αναλογική είσοδο κάθε φορά στον μετατροπέα σήματος αναλογικού σε ψηφιακό. Ένας ADC συνήθως έχει μια αναλογική είσοδο και μια ψηφιακή παράλληλη έξοδο. Η διαδικασία μετατροπής περιλαμβάνει τα εξής βήματα.

- Προώθηση του επεξεργασμένου σήματος στην είσοδο του A/D μετατροπέα
- Εκκίνηση της μετατροπής
- Αναμονή μέχρι να ολοκληρωθεί η μετατροπή
- Ανάγνωση των δεδομένων σε ψηφιακή μορφή

Ανάλογα με την ταχύτητα του μετατροπέα, η διαδικασία μετατροπής μπορεί να πάρει αρκετά μικροδευτερόλεπτα. Στο τέλος της μετατροπής, ο ADC ενεργοποιεί μια σημαία ή παράγει μικροδιακοπή για να δείξει ότι η μετατροπή έχει ολοκληρωθεί.

3.3 Ο Τρόπος Σύνδεσης του LM35 στο Κύκλωμα

Εικόνα 3.3



Η τάση τροφοδοσίας του αισθητήρα LM35 κυμαίνεται από 4-30 V. Για να εκμεταλλευτούμε την πλήρη κλίμακα μέτρησης του θερμομέτρου (-55 ως 150°C) εφαρμόζοντας μονοπολική τροφοδοσία (5V) και κάνουμε τη παραπάνω συνδεσμολογία , σύμφωνα με τις ενδείξεις των datasheets του κατασκευαστή.

Επεξήγηση Του Κυκλώματος

- Οι δίοδοι 1N914 είναι δίοδοι υψηλής ταχύτητας (High switching speed max. 4nsec) και μερικά από τα χαρακτηριστικά τους είναι :
- Τάση αγωγιμότητας 0,5 Volt (Τυρ.)
- Μέγιστη ανάστροφη συνεχιζόμενη τάση 75 V
- Μέγιστη επαναληπτική ανάστροφη τάση $V_P=100$ V
- Μέγιστο επαναληπτικό ρεύμα αγωγιμότητας : 225 mA

Για λόγους ακριβείας η τάση αγωγιμότητας των διόδων μετρήθηκε πειραματικά και βρέθηκε 0,485 V. Άρα και οι δυο δίοδοι έχουν πτώση τάσης 0.97 V.

- Ο αισθητήρας μας δίνει $V_{out} = 10 \text{ mV}/^\circ\text{C}$. Άρα στους 150 °C (μέγιστη θερμοκρασία) θα μας δίνει $V_{out} = 150 * 10 \text{ mV} + 0,97 \text{ V} = 2.47 \text{ V}$.
- Στους 0 °C η V_{out} θα είναι $V_{out} = 0 * 10 \text{ mV} + 0,97 \text{ V} = 0.97 \text{ V}$

- Στους $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ (ελάχιστη θερμοκρασία) θα μας δίνει $V_{out} = -55\text{ }^{\circ}\text{C} * 10\text{ mV} + 0,97\text{ V} = 0.42\text{V}$
- Συνεπώς η τάση εξόδου V_{out} θα κυμαίνεται από 0.42 έως 2.47 V .

3.4 Εύρεση Της Ευθείας Φόρτου

Η εύρεση της ευθείας φόρτου είναι σημαντική γιατί η εξίσωσή της θα χρησιμοποιηθεί στο πρόγραμμα που θα τρέχει ο μικροϋπολογιστής για τον τρόπο που θα υπολογίζει την θερμοκρασία .

Στη συνέχεια υπολογίζουμε την τιμή του ADC (Analog to Digital Converter) στις διάφορες θερμοκρασίες. Το ADC είναι ο αριθμός των κβάντων (δειγμάτων) που παίρνει ο PIC στη μονάδα του χρόνου . Ο PIC μας έχει μέγιστο $\text{ADC} = 2^{12} = 4096$ δείγματα .

Στους $150\text{ }^{\circ}\text{C}$ έχουμε :

$$\text{ADC} = \frac{V_{outsensor}}{V_{ref}} = \frac{V_{outsensor} * (2^{12} - 1)}{V_{ref}} = \frac{2.47 * 4095}{5} \approx 2022$$

Στους $0\text{ }^{\circ}\text{C}$ έχουμε :

$$\text{ADC} = \frac{V_{outsensor}}{V_{ref}} = \frac{V_{outsensor} * (2^{12} - 1)}{V_{ref}} = \frac{0.97 * 4095}{5} \approx 794$$

Στους $-55\text{ }^{\circ}\text{C}$ έχουμε :

$$\text{ADC} = \frac{V_{outsensor}}{V_{ref}} = \frac{V_{outsensor} * (2^{12} - 1)}{V_{ref}} = \frac{0.42 * 4095}{5} \approx 343$$

***Voutsensor:** Είναι η τάση εξόδου του αισθητήρα στη συγκεκριμένη θερμοκρασία

***Vref:** Είναι η τάση αναφοράς του μικροελεγκτή 5 Volt. Ο PIC έχει full span 5V , δηλαδή το εύρος της τάσης που μπορεί να μετατρέψει σε ψηφιακή τιμή.

***(2¹² - 1) :** Είναι το πλήθος των επιπέδων κβαντοποίησης του μικροελεγκτή , σε τόσα επίπεδα θα διαιρεθεί το αναλογικό σήμα κατά τη διαδικασία της ψηφιοποίησης. Σε κάθε επίπεδο αντιστοιχεί μια δυαδική τιμή από 0 και 1 .

Κάθε ευθεία περιγράφεται από μια εξίσωση της μορφής $y = ax + b$. Στη προκειμένη περίπτωση στο y αντιστοιχεί η τιμή της θερμοκρασίας και στο x η τιμή του ADC στη συγκεκριμένη τιμή θερμοκρασίας.

Εύρεση του συντελεστή α .

Για $y=0$ (Θερμοκρασία 0 °C) το $x= 794$ (1)

$$\alpha = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \frac{150 - (-55)}{2022 - 343} = \frac{205}{1679} = 0,12209 \quad (2)$$

Από τις σχέσεις (1) και (2) έχουμε :

Για $y=0$, $0 = \alpha x + b \Rightarrow b = -\alpha x \Rightarrow$

$\Rightarrow b = -0.12209 * 794 = -96.93$

Άρα η ευθεία μας είναι : **$y = 0.12209x - 96.93$**

Η εξίσωση αυτή θα χρησιμοποιηθεί στο πρόγραμμα για να τον υπολογισμό της θερμοκρασίας από τον μικροελεγκτή.

3.5 Ο Αισθητήρας Υγρασίας HIH4000



Εικόνα 3.5

Πρόκειται για έναν αισθητήρα της εταιρίας Honeywell Solid State Electronics Center του οποίου η διηλεκτρική σταθερά μεταξύ των σπλισμών του μεταβάλλεται γραμμικά με τη σχετική υγρασία σύμφωνα με τη σχέση $30,68 \text{ mV} / \text{RH}\%$.

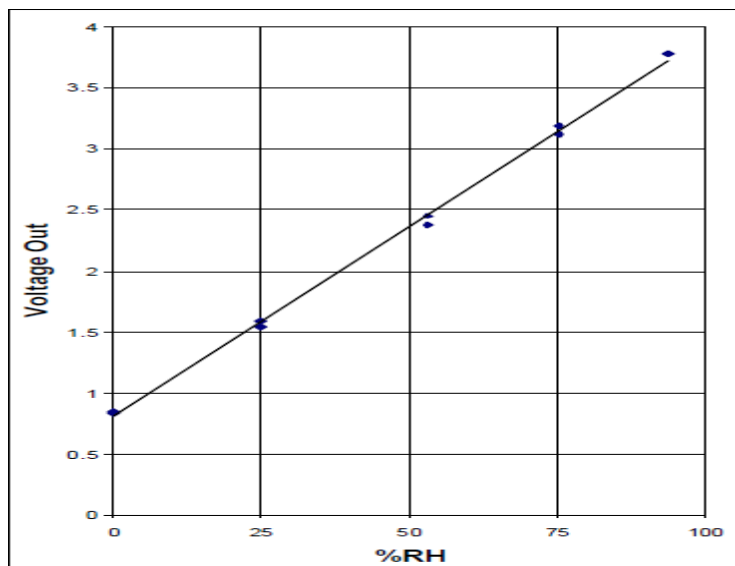
Είναι εξαιρετικά ανθεκτικό σε διάφορους περιβαλλοντικούς κινδύνους όπως βροχή , σκόνη , βρωμιά , χημικό περιβάλλον κ.α. , καθιστώντας το κατάλληλο για χρήση σε εξοπλισμούς ψύξης , κλιματιστικά συστήματα ,ιατρικό εξοπλισμό ,ξήρανση κ.α.

Είναι ευαίσθητο σε στατικά φορτία και το έντονο φως.

Τα Χαρακτηριστικά Γνωρίσματα του Αισθητήρα HIH4000

- Γραμμική τάση εξόδου συναρτήσει της σχετικής υγρασίας RH, $30.68 \text{ mV/RH}\%$
- Πολύ μικρή κατανάλωση ρεύματος , ως $200 \mu\text{A}$
- Τάση τροφοδοσίας $4 - 5.8 \text{ Volt}$
- Μεγάλη ακρίβεια
- Γρήγορη απόκριση
- Θερμοκρασίες λειτουργίας -40 ως $85 \text{ }^\circ\text{C}$

Χαρακτηριστική Καμπύλη Σχετικής Υγρασίας RH% - Τάσης Εξόδου (V)



Εικόνα 3.6

Όπως βλέπουμε σε συνθήκες μηδενικής σχετ.υγρασίας η τάση εξόδου είναι γύρω στο 0.7 Volt , ενώ σε συνθήκες απόλυτης υγρασίας (100% RH) η τάση θεωρητικά θα φτάσει τα 3.068 Volt .

3.6 Υπολογισμός της Ευθείας Φόρτου

Η εύρεση της ευθείας φόρτου είναι σημαντική γιατί η εξίσωσή της θα χρησιμοποιηθεί στο πρόγραμμα που θα τρέχει ο μικροϋπολογιστής για τον τρόπο που θα υπολογίζει την υγρασία .

Υπολογίζουμε την τιμή του ADC (Analog to Digital Converter) στις διάφορες τιμές υγρασίας.

Στους 0% RH έχουμε :

$$ADC = \frac{V_{outsensor}}{V_{ref}} = \frac{V_{outsensor} * (2^{12} - 1)}{V_{ref}} = \frac{0.7 * 4095}{5} \approx 573$$

Στους 100% RH έχουμε :

$$\text{ADC} = \frac{V_{\text{outsensor}}}{V_{\text{ref}}} = \frac{V_{\text{outsensor}} * (2^{12} - 1)}{V_{\text{ref}}} = \frac{3.068 * 4095}{5} \approx 2512$$

***Voutsensor:** Είναι η τάση εξόδου του αισθητήρα στη συγκεκριμένη υγρασία

***Vref:** Είναι η τάση αναφοράς του μικροελεγκτή 5 Volt. Ο PIC έχει full spam 5V , δηλαδή το εύρος της τάσης που μπορεί να μετατρέψει σε ψηφιακή τιμή.

***(2¹² - 1) :** Είναι το πλήθος των επιπέδων κβαντοποίησης του μικροελεγκτή , σε τόσα επίπεδα θα διαιρεθεί το αναλογικό σήμα κατά τη διαδικασία της ψηφιοποίησης.

Κάθε ευθεία περιγράφεται από μια εξίσωση της μορφής $y = ax + b$. Στη προκειμένη περίπτωση στο y αντιστοιχεί η τιμή της υγρασίας και στο x η τιμή του ADC στη συγκεκριμένη τιμή υγρασίας.

Εύρεση του συντελεστή α .

Για $y=0$ (Υγρασία 0%) το $x= 573$ (1)

$$\alpha = \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} = \frac{100 - 0}{2512 - 573} = \frac{100}{1939} = 0,05157 \quad (2)$$

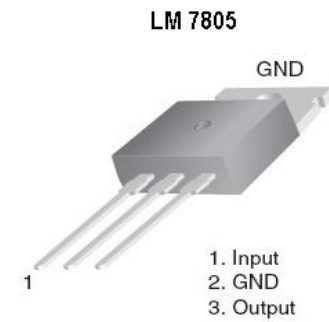
Από τις σχέσεις (1) και (2) έχουμε :

Για $y=0$, $0 = \alpha x + b \Rightarrow b = -\alpha x \Rightarrow$

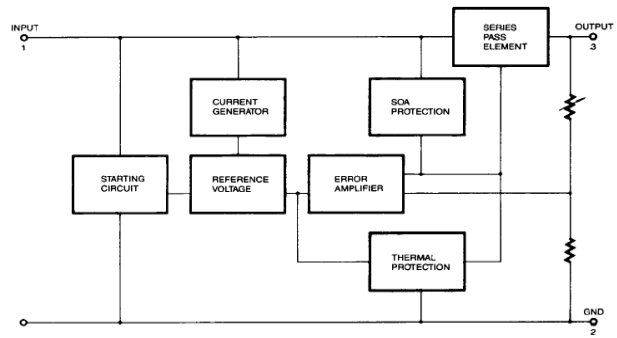
$\Rightarrow b = -0,05157 * 573 = -29,54$

Άρα η ευθεία μας είναι : $y = 0.05157x - 29,54$

3.7 Ο Σταθεροποιητής Τάσης LM7805



Εικόνα 3.7 Το μπλόκ διάγραμμα του σταθεροποιητή

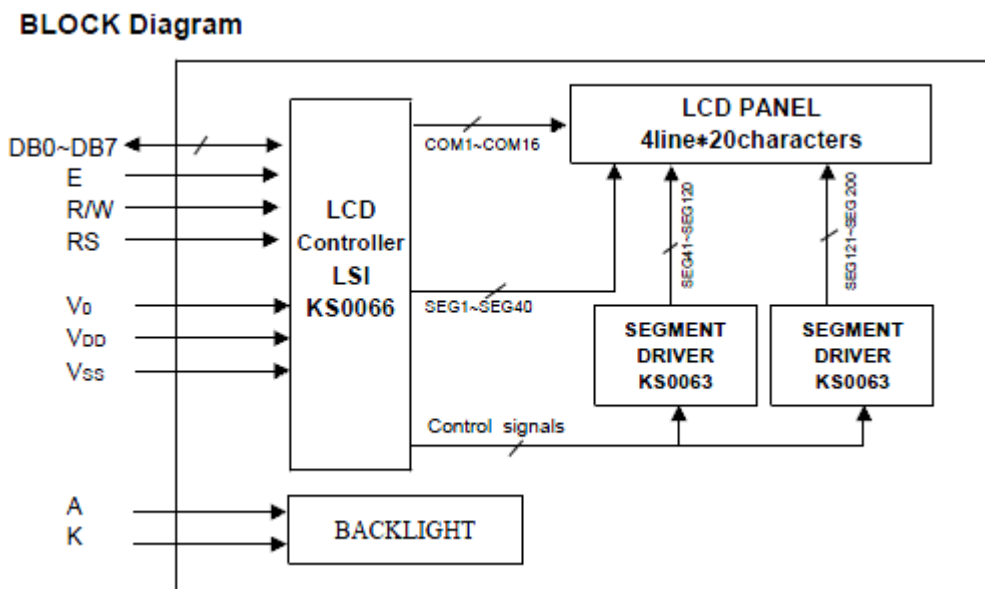


Τα χαρακτηριστικά γνωρίσματα του LM7805

- Σταθεροποιημένη τάση εξόδου +5 Volt
- Τάση εισόδου έως 18 Volt
- Προστασία σε περίπτωση βραχυκυκλώματος
- Θερμικό κύκλωμα προστασίας
- Χαμηλό κόστος

4.Οι Περιφερειακές Συσκευές

4.1 Η οθόνη LCD



Εικόνα 4.1 Το Μπλόκ Διάγραμμα της Οθόνης

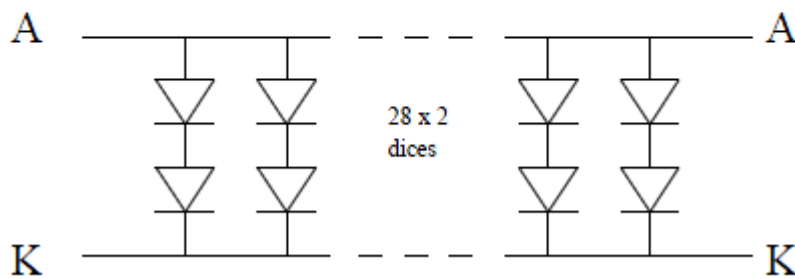
Οι οθόνες Υγρών Κρυστάλλων(Liquid Crystal Displays ή LCD), αποτελούν διατάξεις ιδιαίτερα χρήσιμες στην επικοινωνία και την απεικόνιση πληροφοριών. Οι οθόνες LCD διατίθενται σε διάφορες μορφές όπως 4x20 (δηλαδή 4-εις γραμμές των 20 αλφαριθμητικών χαρακτήρων) ή 1x16 , 2x16 κ.τ.λ. Οι οθόνες LCD διαθέτουν ένα σύνολο γραμμών δεδομένων, μήκους 8bits. Εκτός από αυτόν τον δίαυλο δεδομένων των 8bits, το τμήμα διασύνδεσης του κυκλώματος της οθόνης περιλαμβάνει και μερικές γραμμές ελέγχου.

Η μεταφορά δεδομένων από το κύκλωμα της οθόνης LCD σε κάποια εξωτερική διάταξη πραγματοποιείται εξορισμού στα 8 bit, ενώ μπορούμε να την προγραμματίσουμε κατάλληλα ώστε η μεταφορά να γίνεται χρησιμοποιώντας τέσσερις από τις οκτώ συνολικά γραμμές δεδομένων, δηλαδή να αποστέλλουμε τα δεδομένα ανά nibbles . Ο πιο

κοινός LCD controller είναι το Hitachi 44780 το οποίο παρέχει μία σχετικά απλή διασύνδεση μεταξύ ενός επεξεργαστή και της LCD.

Τροφοδοσία του φόντου της οθόνης

| Item | Symbol | Standard Value | Unit | Applicable Terminal |
|-------------------|--------|----------------|------|---------------------|
| Backlight Voltage | V | 5.0 | V | LED+ / LED- |
| Backlight Current | I | ~200 | mA | |



4.2 Τα Βασικά Χαρακτηριστικά της Οθόνης

- 4 γραμμές από 20 χαρακτήρες ASCII
- Τάση τροφοδοσίας 2.7 – 5.5 V (typ. 5 V)
- Παράλληλη μεταφορά δεδομένων 8-bit ή 4-bit
- Τυπικό ρεύμα λειτουργίας 350 mA
- PIN ρύθμισης τάσης για καλύτερο Contrast
- Χρώμα φόντου : Γαλάζιο

4.3 Τα PINs της οθόνης και οι λειτουργίες τους

Ο σκοπός αυτής της σελίδας είναι να σας δώσει μία γενική εικόνα της οθόνης και του τρόπου σύνδεσής της σε διάφορες εφαρμογές. Στον Πίνακα 4.1 επεξηγούνται τα

ποδαράκια της οθόνης και το που συνδέεται το καθένα . Όπως παρατηρούμε, υπάρχουν 8 PINs για την παράλληλη διασύνδεση που μας επιτρέπει ένα γρήγορο και απλό τρόπο για να στέλνονται και να λαμβάνονται δεδομένα από και προς την οθόνη. Τα άλλα PINs χρησιμοποιούνται για την τροφοδοσία και έλεγχο της οθόνης.

| Pin No. | Symbol | Function |
|---------|-----------------|--|
| 1 | V _{SS} | Ground terminal of module |
| 2 | V _{DD} | Supply terminal of module +5 V |
| 3 | V ₀ | Power Supply for Liquid crystal Drive |
| 4 | RS | Register Select RS = 0... Instruction Register RS = 1... Data Register |
| 5 | R/W | Read / Write R/W = 1 (Read) R/W = 0 (Write) |
| 6 | E | Enable |
| 7 | DB0 | Bi-directional Data Bus, Data Transfer is performed once , thru DB0~DB7 , in the case of interface data . Length is 8-bits; and twice , thru DB4~DB7 in the case of interface data length is 4-bits . Upper four bits first then lower four bits . |
| 8 | DB1 | |
| 9 | DB2 | |
| 10 | DB3 | |
| 11 | DB4 | |
| 12 | DB5 | |
| 13 | DB6 | |
| 14 | DB7 | |
| 15 | LED - (K) | Please also refer to 6.1 PCB drawing and description . |
| 16 | LED + (A) | Please also refer to 6.1 PCB drawing and description . |

Πίνακας 4.1

- Τα PINs 1 και 2 χρησιμοποιούνται για τη τροφοδοσία της οθόνης
- Το PIN 3 συνδέεται ένα ποτενσιόμετρο για την ρύθμιση της φωτεινότητας της δέσμης
- Το PIN 4 'R/S' χρησιμοποιείται για να επιλέξουμε εάν θα στείλουμε από τον μικροελεγκτή στην οθόνη πληροφορίες ή εντολές. Οι διαθέσιμες εντολές για το 44780 controller δίνονται στον πίνακα 1.2 και 1.3
- Το PIN 5 'R/W' χρησιμοποιείται για εγγραφή δεδομένων από τον επεξεργαστή στην οθόνη ή για το διάβασμα των δεδομένων της οθόνης από τον επεξεργαστή ανάλογα με τη λογική κατάσταση που βρίσκεται.
- Το PIN 6 'Enable' , χρησιμοποιείται για να μπορέσει ο μικροελεγκτής να κάνει read/write, ανάλογα με την τιμή που έχει , 0 ή 1
- Με τα PINs 7 ως 14 πετυχαίνουμε τη παράλληλη διασύνδεση η οποία μας προσφέρει και τη μεγαλύτερη ταχύτητα. Επίσης μπορούμε να επιλέξουμε

την διασύνδεση σε 4-bits (nibbles), στέλνοντας 2 nibbles δεδομένων για να επιτευχθεί η μεταφορά των 8 bit .Σε αυτή την περίπτωση χρησιμοποιούνται τα τέσσερα υψηλότερα bits (DB4-DB7) της οθόνης.

- Τα PINs 15 και 16 χρησιμοποιούνται για τον φωτισμό του φόντου της οθόνης .

4.4 ΠΙΝΑΚΕΣ ΕΝΤΟΛΩΝ

Πριν στείλουμε οποιαδήποτε εντολή ή δεδομένα στην οθόνη LCD πρέπει πρώτα να γίνει αρχικοποίηση της οθόνης . Αμέσως μετά τη αρχικοποίηση της οθόνης μπορούμε να στείλουμε είτε δεδομένα είτε εντολές.

Όλες οι διαθέσιμες εντολές για το LCD controller Hitachi 44780 controller όπως ο καθαρισμός της οθόνης ,η εγγραφή δεδομένων ,το διάβασμα δεδομένων κ.α. δίνονται στους πίνακες 4.2 και 4.3.

| Instruction | Code | | | | | | | | | | Description | Execution time |
|------------------------------------|------|-----|------------|-----------------------|---------------|-----|-----|-----|--------------------------------|--|---|----------------|
| | RS | R/W | DB7 | DB6 | DB5 | DB4 | DB3 | DB2 | DB1 | DB0 | | |
| Clear display | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | Clears display and returns cursor to the home position (address 0). | 1.64mS |
| Cursor home | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | x | Returns cursor to home position (address 0). Also returns display being shifted to the original position. DDRAM contents remains unchanged. | 1.64mS |
| Entry mode set | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | I/D | S | Sets cursor move direction (I/D), specifies to shift the display (S). These operations are performed during data read/write. | 40uS |
| Display On/Off control | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | D | C | B | Sets On/Off of all display (D), cursor On/Off (C) and blink of cursor position character (B). | 40uS |
| Cursor/display shift | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | S/C | R/L | x | x | Sets cursor-move or display-shift (S/C), shift direction (R/L). DDRAM contents remains unchanged. | 40uS |
| Function set | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | DL | N | F | x | x | Sets interface data length (DL), number of display line (N) and character font(F). | 40uS |
| Set CGRAM address | 0 | 0 | 0 | 1 | CGRAM address | | | | | | Sets the CGRAM address. CGRAM data is sent and received after this setting. | 40uS |
| Set DDRAM address | 0 | 0 | 1 | DDRAM address | | | | | | Sets the DDRAM address. DDRAM data is sent and received after this setting. | 40uS | |
| Read busy-flag and address counter | 0 | 1 | BF | CGRAM / DDRAM address | | | | | | Reads Busy-flag (BF) indicating internal operation is being performed and reads CGRAM or DDRAM address counter contents (depending on previous instruction). | 0uS | |
| Write to CGRAM or DDRAM | 1 | 0 | write data | | | | | | Writes data to CGRAM or DDRAM. | | 40uS | |
| Read from CGRAM or DDRAM | 1 | 1 | read data | | | | | | Reads data from CGRAM or DDRAM | | | |

Πίνακας 4.2

| R/S | R/W | D7 | D6 | D5 | D4 | D3 | D2 | D1 | D0 | Instruction/Description |
|-----|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|--|
| 4 | 5 | 14 | 13 | 12 | 11 | 10 | 9 | 8 | 7 | Pins |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | Clear Display |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | x | Return Cursor and LCD to Home Position |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | ID | S | Set Cursor Move Direction |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | D | C | B | Enable Display/Cursor |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | SC | RL | x | x | Move Cursor/Shift Display |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | DL | N | F | x | x | Set Interface Length |
| 0 | 0 | 0 | 1 | A | A | A | A | A | A | Move Cursor into CGRAM |
| 0 | 0 | 1 | A | A | A | A | A | A | A | Move Cursor to Display |
| 0 | 1 | BF | x | x | x | x | x | x | x | Poll the "Busy Flag" |
| 1 | 0 | D | D | D | D | D | D | D | D | Write a Character to the Display at the Current Cursor Position |
| 1 | 1 | D | D | D | D | D | D | D | D | Read the Character on the Display at the Current Cursor Position |

Πίνακας 4.3

4.5 Ο ΚΩΔΙΚΑΣ ASCII (American Standard Code for Information Interchange, Αμερικανικός Πρότυπος Κώδικας για Ανταλλαγή Πληροφοριών)

Ο κώδικας ASCII είναι ένα κωδικοποιημένο σύνολο χαρακτήρων του λατινικού αλφάβητου όπως αυτό χρησιμοποιείται σήμερα στην Αγγλική γλώσσα και σε άλλες δυτικοευρωπαϊκές γλώσσες. Χρησιμοποιείται κυρίως στους υπολογιστές και άλλες συσκευές τηλεπικοινωνίας για αναπαράσταση κειμένου, καθώς επίσης για έλεγχο συσκευών που δουλεύουν με κείμενο.

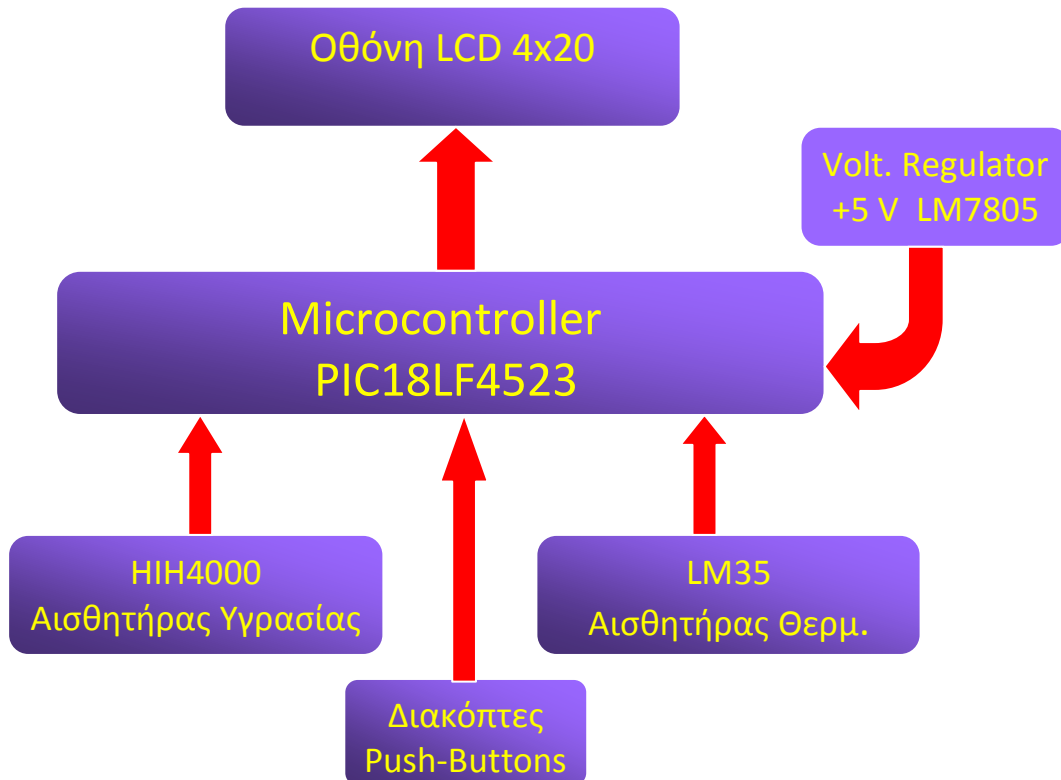
Όλοι οι διαθέσιμοι χαρακτήρες στο 44780 της οθόνης είναι ASCII και παρουσιάζονται στον παρακάτω πίνακα . Εκτός από τους ήδη υπάρχοντες χαρακτήρες υπάρχει η δυνατότητα δημιουργίας άλλων 8 χαρακτήρων από τον χρήστη.

Ο κώδικας ASCII μας πληροφορεί για την τιμή που πρέπει να έχουν το high και low nibble ενός byte για να εμφανίσουμε ένα συγκεκριμένο αλφαριθμητικό χαρακτήρα στην οθόνη.

| Lower 4 Bits | Upper 4 Bits | 0000 | 0001 | 0010 | 0011 | 0100 | 0101 | 0110 | 0111 | 1000 | 1001 | 1010 | 1011 | 1100 | 1101 | 1110 | 1111 |
|--------------|--------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| xxxx0000 | CG RAM (1) | | | 0 | @ | P | ` | P | | | | - | 夕 | ミ | α | ρ | |
| xxxx0001 | (2) | | ! | 1 | A | Q | a | q | | | | 。 | ア | チ | △ | ä | q |
| xxxx0010 | (3) | | " | 2 | B | R | b | r | | | | 「 | イ | ツ | × | β | θ |
| xxxx0011 | (4) | | # | 3 | C | S | c | s | | | | 」 | ウ | テ | モ | ε | ∞ |
| xxxx0100 | (5) | | \$ | 4 | D | T | d | t | | | | 、 | エ | ト | カ | μ | Ω |
| xxxx0101 | (6) | | % | 5 | E | U | e | u | | | | ・ | オ | ナ | ユ | ε | Ü |
| xxxx0110 | (7) | | & | 6 | F | V | f | v | | | | ヲ | カ | ニ | ヨ | ρ | Σ |
| xxxx0111 | (8) | | ' | 7 | G | W | g | w | | | | ア | キ | ヌ | ラ | g | π |
| xxxx1000 | (1) | | < | 8 | H | X | h | x | | | | イ | ク | ネ | リ | γ | × |
| xxxx1001 | (2) | | > | 9 | I | Y | i | y | | | | ウ | ケ | ル | ル | γ | γ |
| xxxx1010 | (3) | | * | : | J | Z | j | z | | | | エ | コ | ハ | レ | j | κ |
| xxxx1011 | (4) | | + | ; | K | C | k | c | | | | オ | サ | ヒ | ロ | * | κ |
| xxxx1100 | (5) | | , | < | L | ¥ | l | l | | | | カ | シ | フ | ワ | φ | π |
| xxxx1101 | (6) | | - | = | M | J | m | j | | | | ユ | ズ | ハ | ン | π | ÷ |
| xxxx1110 | (7) | | . | > | N | ^ | n | + | | | | ヨ | セ | ホ | ° | π | |
| xxxx1111 | (8) | | / | ? | O | _ | o | + | | | | ッ | ソ | マ | ° | ö | ■ |

ΚΩΔΙΚΑΣ ASCII

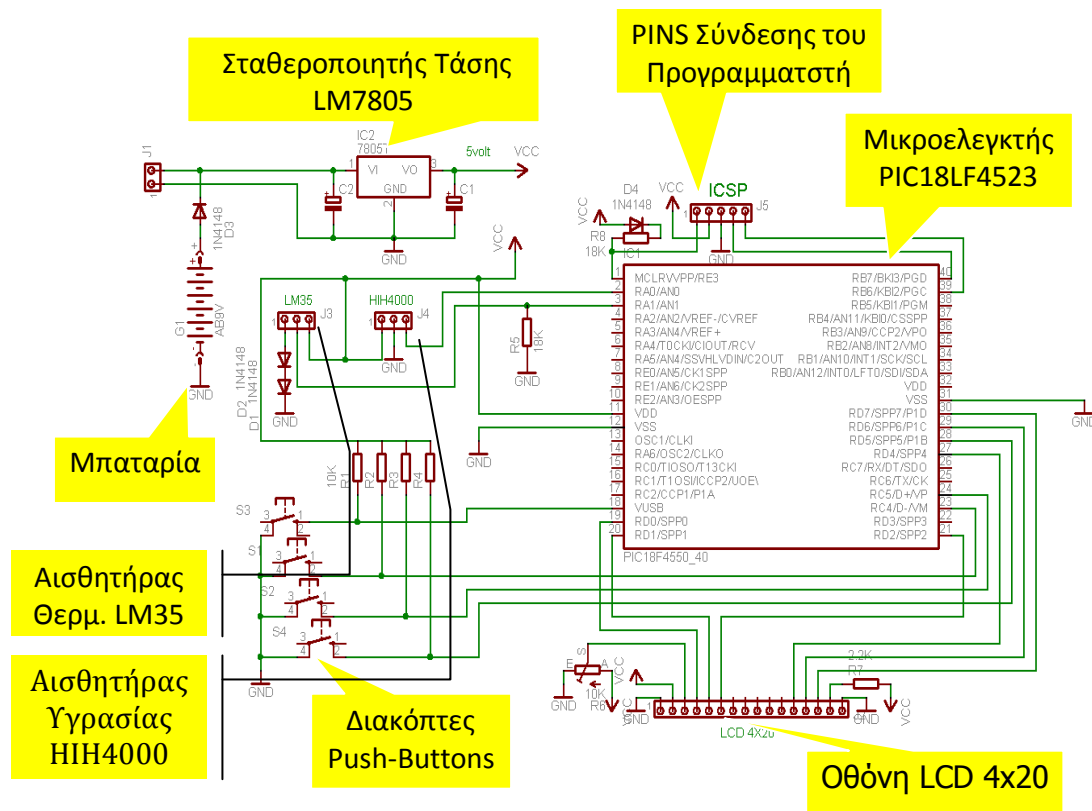
5. Το Μπλόκ Διάγραμμα Της Κατασκευής



Εικόνα 5.1

- Ο σταθεροποιητής τροφοδοτεί τ'όλο κύκλωμα με 5V .
- Ο μικροϋπολογιστής συλλέγει τα δεδομένα από τους αισθητήρες, τα επεξεργάζεται , και εμφανίζει στην οθόνη το αποτέλεσμα .
- Ο χρήστης μπορεί να επέμβει στη λειτουργία του κυκλώματος μέσω των 4-ρων διακοπών για τη ρύθμιση των μετρούμενων τιμών σε περίπτωση απόκλισης τους από τις πραγματικές.

6. Το Σχηματικό Διάγραμμα της Κατασκευής



Εικόνα 6.1

Στην εικόνα βλέπουμε :

- Τον μικροελεγκτή PIC18F4523
- Τους 2 αισθητήρες
- Τον σταθεροποιητή τάσης
- Τους 4-εις διακόπτες ελέγχου push-buttons
- Την ακιδοσειρά σύνδεσης της οθόνης
- Το ποτενσιόμετρο ρύθμισης του Contrast της οθόνης
- Την μπαταρία

7. Ο Τρόπος Λειτουργίας Του Κυκλώματος

- Η εξωτερική τάση τροφοδοσίας μας είναι 12 V , έτσι η μπαταρία των 9 V συνδέεται στην είσοδο του σταθεροποιητή μέσω μιας ανάστροφα πολωμένης διόδου ως προς την εξωτερική τροφοδοσία , συνεπώς η διάδος θα άγει μόνο όταν δεν έχουμε εξωτερική τροφοδοσία και ο διακόπτης On/Off είναι σε κατάσταση On.
- Αφού ο διακόπτης On/Off τεθεί σε θέση On ο σταθεροποιητής θα τροφοδοτηθεί και θα βγάζει στην έξοδό του +5V. Τα +5V είναι η τάση τροφοδοσίας του μικροελεγκτή , των αισθητήρων, της οθόνης και η πτώση τάσης πάνω στα push-buttons.
- Οι αισθητήρες αφού τροφοδοτηθούν θα παρέχουν μια τάση εξόδου V_{out} ανάλογη της παραμέτρου που μετράνε. Αυτές οι τάσεις εξόδου(αναλογικές) αποτελούν είσοδο για τον μικροελεγκτή ο οποίος αφού τις ψηφιοποιήσει τις μετατρέπει σε τιμές υγρασίας και θερμοκρασίας σύμφωνα με τους τύπους που του έχουν δοθεί από τις ευθείες φόρτου και τις εμφανίζει στην οθόνη.
- Επίσης στην οθόνη που είναι 4-ρων γραμμών εμφανίζονται το όνομα του φοιτητή(1^η γραμμή), η τιμή της θερμοκρασίας(2^η γραμμή), η τιμή της υγρασίας(3^η γραμμή) και ο χρόνος έναρξης της λειτουργίας της συσκευής(ώρες ,λεπτά ,δευτερόλεπτα). Τον χρόνο αυτόν μπορούμε να τον ρυθμίσουμε σαν τρέχουσα ώρα αλλά όταν σταματήσουμε την τροφοδοσία του κυκλώματος δεν υπάρχει δυνατότητα συγκράτησης της τιμής της.
- Οι 4-εις διακόπτες χρησιμοποιούνται για την είσοδο στο μενού και ρύθμιση των τιμών σε περίπτωση απόκλισής τους.
- Συγκεκριμένα , αφού πατήσουμε τον 1^ο διακόπτη παρατεταμένα για 3 sec μπαίνουμε στο μενού ρυθμίσεων και όταν θέλουμε να βγούμε από το μενού κρατάμε πάλι τον 1^ο διακόπτη πατημένο για 3 sec .

- Αν πατήσουμε τον 2^ο διακόπτη παρατεταμένα για 3 sec πάμε από τη γραμμή ρύθμισης της θερμοκρασίας ,στη ρύθμιση της υγρασίας , στη ρύθμιση του χρόνου δειγματοληψίας του PIC (δηλαδή το κάθε πόσο χρόνο ο PIC θα συλλέγει τη τάση εξόδου των αισθητήρων θα την επεξεργάζεται και τέλος θα την εμφανίζει στην οθόνη) , και τέλος στη ρύθμιση της ώρας .
- Τέλος με τον 3^ο και 4^ο διακόπτη κάνουμε αύξηση ή μείωση της τιμής που θέλουμε να ρυθμίσουμε.

8. Τα Εργαλεία Προγραμματισμού του PIC

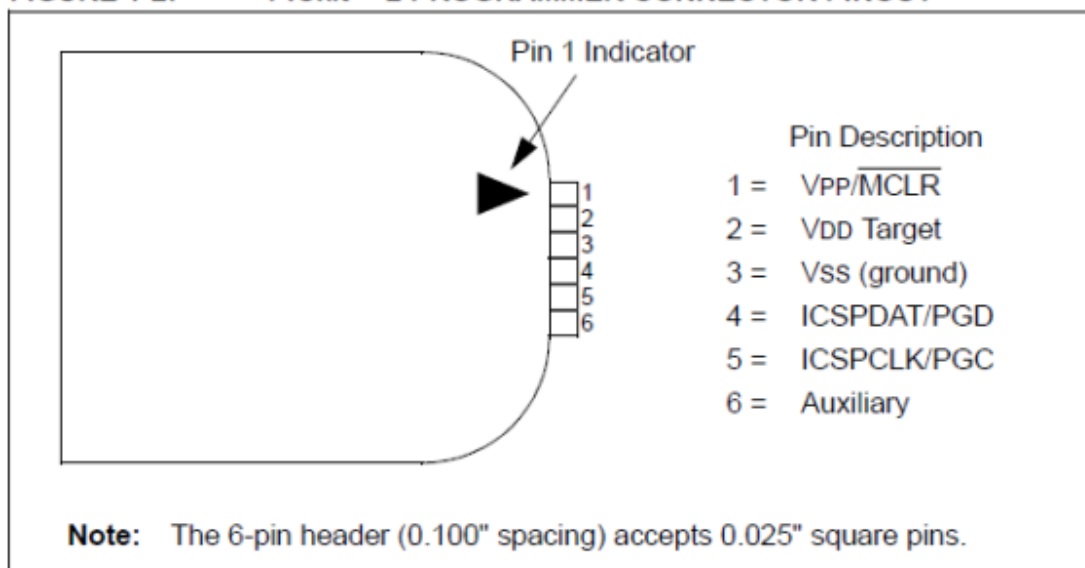
8.1 Περιβάλλον Προγραμματισμού CCSC.

Υπάρχουν διάφορες γλώσσες προγραμματισμού όπως η Basic , Pascal ,Assembly. Όμως η οικογένεια μικροελεγκτών PIC18F παρέχει στον χρήστη την δυνατότητα να προγραμματίσει σε περιβάλλον γλωσσάς C. Ένα από τα κορυφαία εργαλεία προγραμματισμού μικροελεγκτών σε γλώσσας C είναι και ο μεταγλωττιστής της εταιρίας CCS, αναπτυγμένη από την CCS (Custom Computer Service), που προσφέρει στον χρήστη μια μεγάλη γκάμα έτοιμων εντολών και υπορουτινών. Ο μεταγλωττιστής επιτρέπει στον χρήστη να γράψει κώδικα C για όλες τις οικογένειες μικροελεγκτών Microchip 8-bit (10F , 12F , 14F , 16F , 18f) ,16-bit (24F ,32F) και 32-bit (DSP32F).

Στο στάδιο ανάπτυξης του κώδικα C ο χρήστης εκτός από την εκτέλεση βασικών λειτουργιών όπως η δημιουργία , αποθήκευση ,το άνοιγμα αρχείων project , Build ,μεταγλώττιση του κώδικα C (σε assembly και HEX) έχει και πρόσβαση σε χρήσιμα υποπρογράμματα (Programmer, Debugger, μετατροπέα αριθμητικών μονάδων κ.α.) έτσι δεν χρειάζεται να ανατρέξει άλλου. Επίσης, ανά πάσα στιγμή ο χρήστης μπορεί από την ετικέτα View-C/ASM List να προβάλει στην οθόνη του τον αντίστοιχο κώδικα Assembly του προγράμματος γλωσσάς C. Η μεταφορά του κώδικα από τον προγραμματιστή στον μικροελεγκτή PIC18F γίνεται από τον προγραμματιστή στον μικροελεγκτή PIC18F γίνεται από τον προγραμματιστή. Στην συγκεκριμένη εργασία χρησιμοποιήθηκε ο προγραμματιστής PICkit 2 (εικόνα 8.1-2) .από τα πέντε ποδαράκια :

- 1 = Vpp/MCLR
- 2 = VDD Target
- 3 = VSS (Ground)
- 4 = ICSPDAT / PGD
- 5 = ICSPDAT / PGC
- 6 = Auxiliary

FIGURE 1-2: PICKIT™ 2 PROGRAMMER CONNECTOR PINOUT

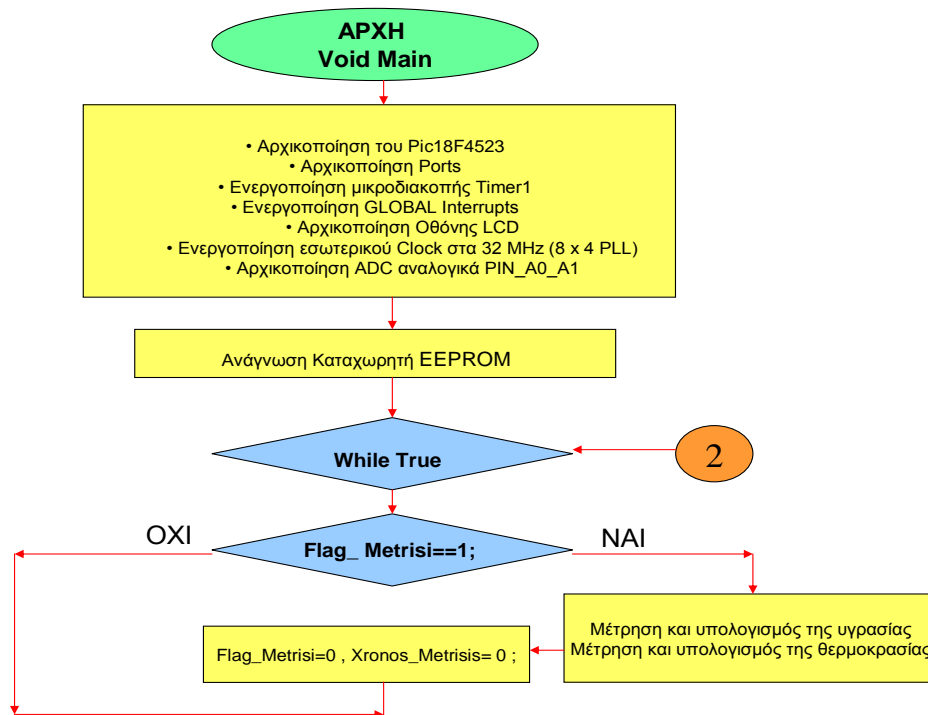


Εικόνα 8.1 Ο Τρόπος Σύνδεσης Των PINS Του Προγραμματιστή

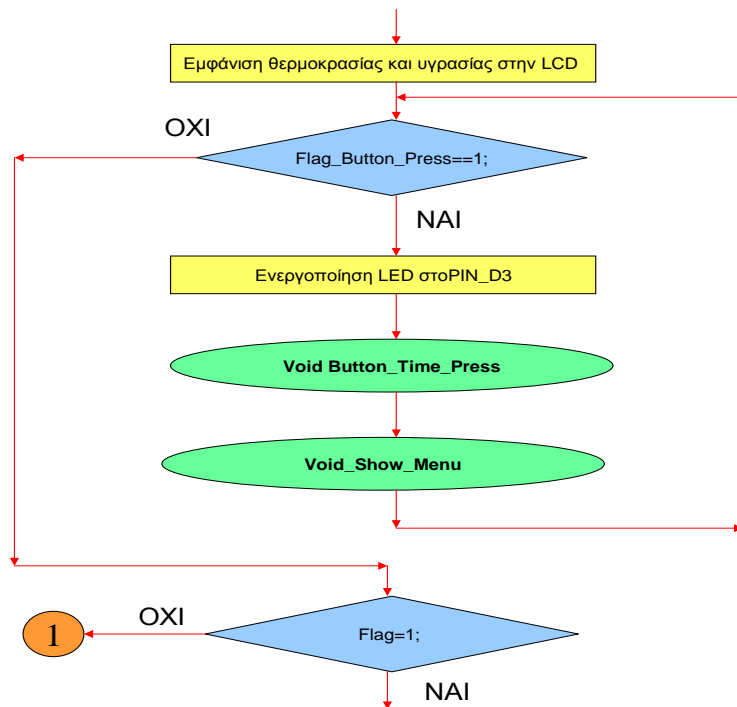


Εικόνα 8.2 Η Συσκευασία Του Προγραμματιστή PICkit της εταιρίας Microchip

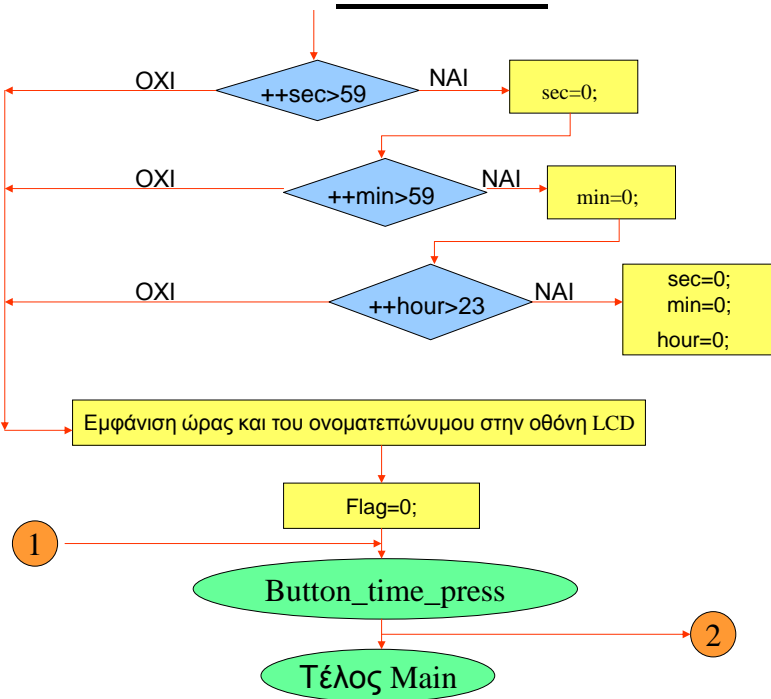
9. Το Διάγραμμα Ροής



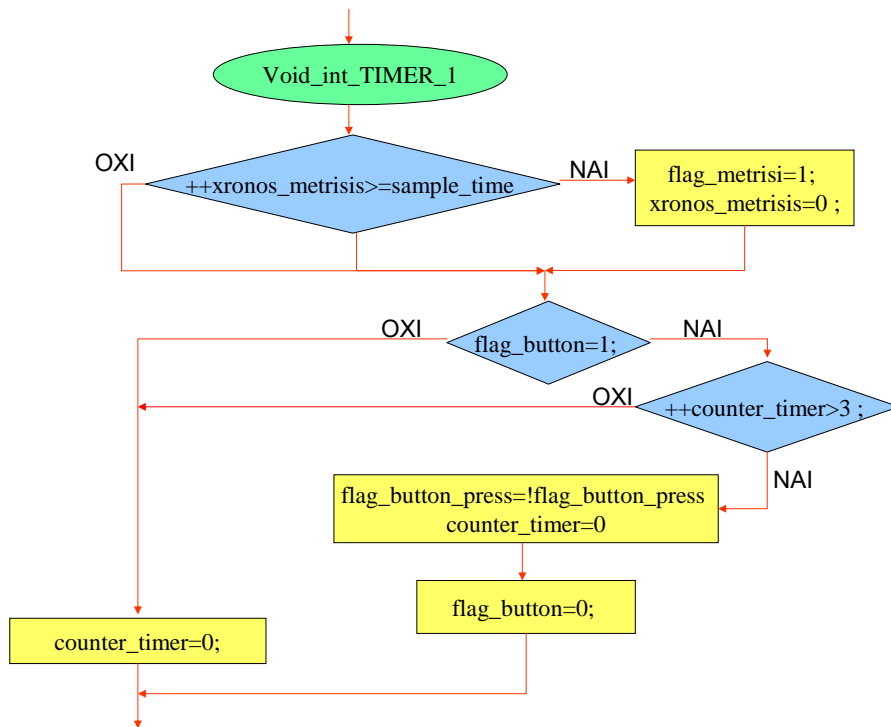
Εικόνα 9.1



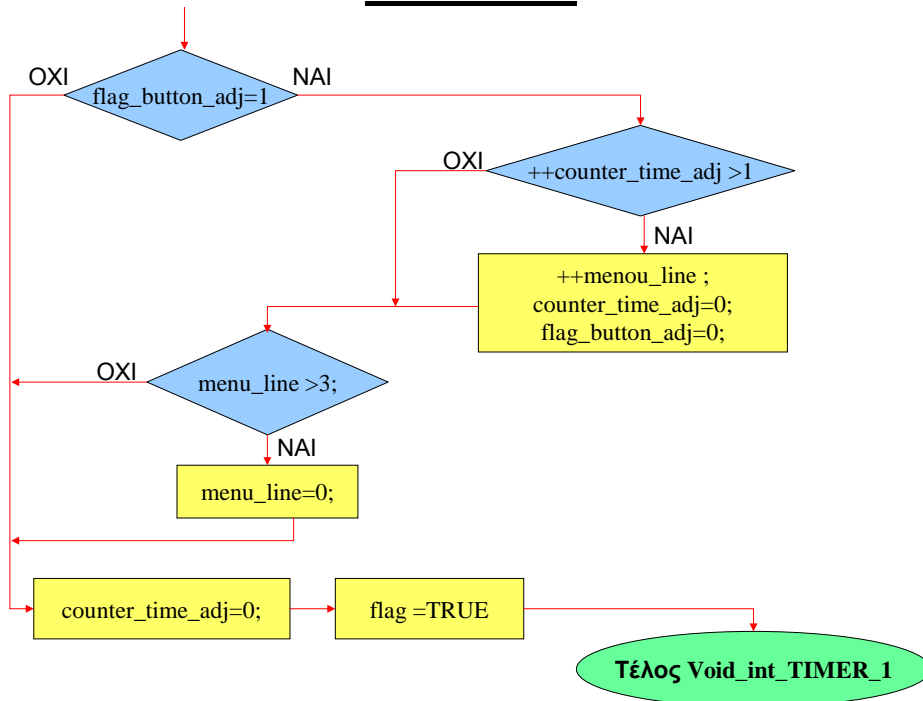
Εικόνα 9.2



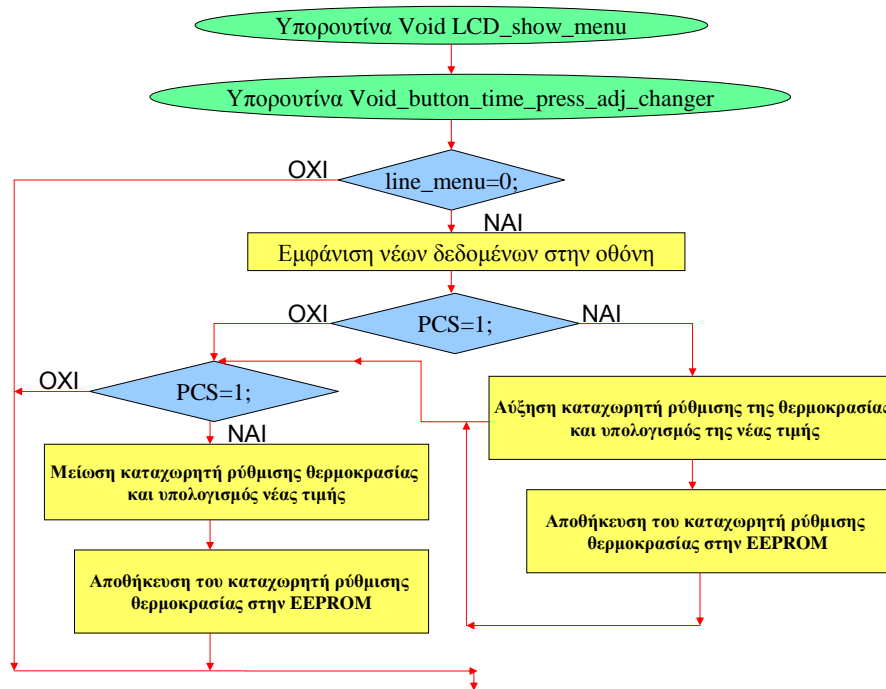
Εικόνα 9.3



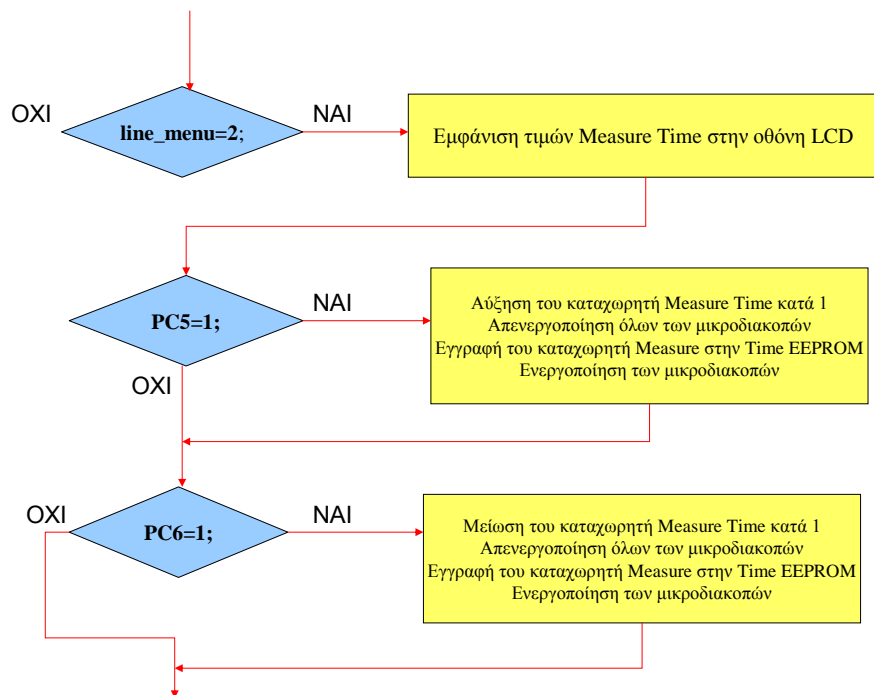
Εικόνα 9.4



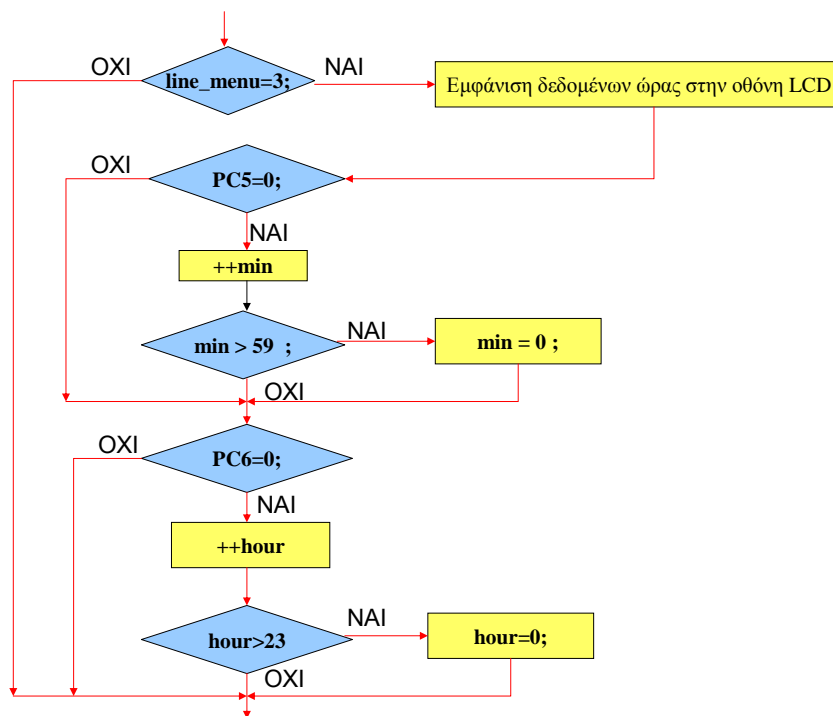
Εικόνα 9.5



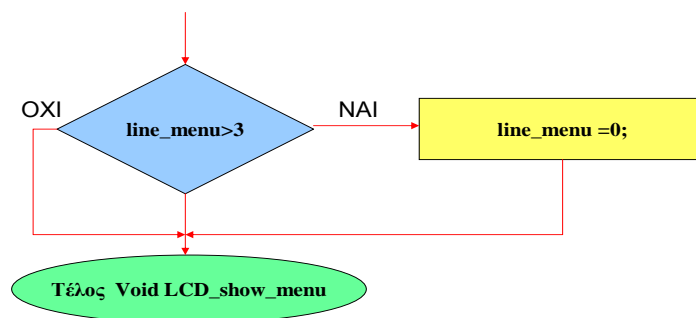
Εικόνα 9.6



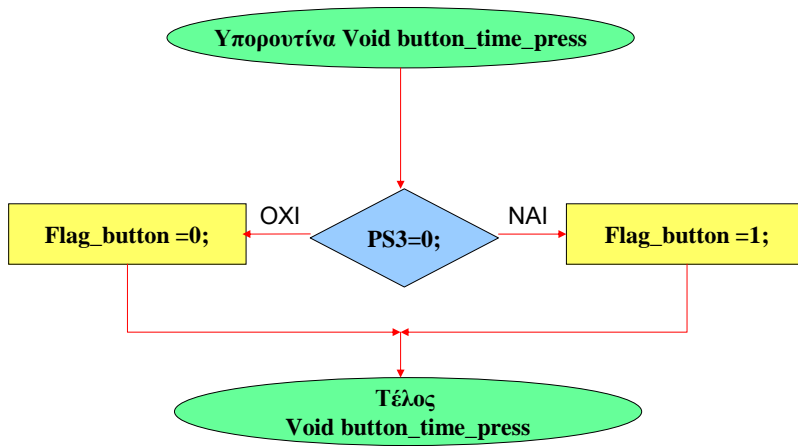
Εικόνα 9.7



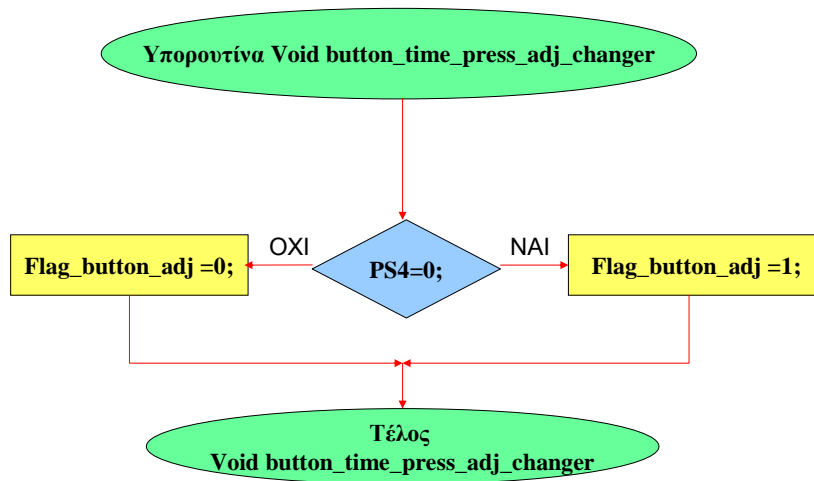
Εικόνα 9.8



Εικόνα 9.9



Εικόνα 9.10



Εικόνα 9.11

10. Το Πρόγραμμα που Τρέχει ο PIC

```

#include <18F4523.h>
#define ADC=12

#FUSES NOWDT           //No Watch Dog Timer
#FUSES WDT128          //Watch Dog Timer uses 1:128 Postscale
#FUSES INTRC           //Internal RC Osc
#FUSES NOPROTECT       //Code not protected from reading
#FUSES NOBROWNOUT     //No Reset when brownout detected
#FUSES BORV43          //Brownout reset at 4.3V
#FUSES PUT             //Power Up Timer
#FUSES NOCPD           //No EE protection
#FUSES STVREN          //Stack full/underflow will cause reset
#FUSES NODEBUG         //No Debug mode for ICD
#FUSES NOLVP           //No Low Voltage Programming on B3 (PIC16) or
B5(PIC18)
#FUSES NOWRT           //Program memory not writes protected
#FUSES NOWRTD         //Data EEPROM not writes protected
#FUSES NOIESO         //Internal External Switch Over mode disabled
#FUSES FCMEN          //Fail-safe clock monitor enabled
#FUSES NOPBADEN       //PORTB pins are configured as digital I/O on RESET
#FUSES NOWRTC         //configuration not registers writes protected
#FUSES NOWRTB         //Boot block not write protected
#FUSES NOEBTR         //Memory not protected from table reads
#FUSES NOEBTRB        //Boot block not protected from table reads
#FUSES NOCPB          //No Boot Block code protection
#FUSES LPT1OSC        //Timer1 configured for low-power operation
#FUSES MCLR           //Master Clear pin enabled

#use delay (clock=2000000) // eksoterikos krystalos leitourgias

#byte portd=0x08 // orizoume pou einai t a ports , oi kataorites ports
#byte porta=0x05
#byte portb=0x06
#byte portc=0x07
#include <Flex_LCD420.c> // o driver tis othonis

//----- Register for the Sensors -----

float oC;
float TempVal; // orizoume tis metavlites mas an einai akeraioi h' dekadikoi
float HIH_ADVal;
int RH_raw;
int16 xronos_metrisis=0;

```

```

int sample_time=0;

//----- Register for time -----

int sec=0;
int min=0;
int hour=0;
int1 flg=false;
int1 flag_metrisi=1;

//----- Register for button check -----

int1 flag_button=0;
int1 flag_button_adj=0;

int1 flag_button_press=0;

int counter_timer=0;
int counter_timer_adj=0;

int menu_line=0;
int1 flag_button_c5=1;
int1 flag_button_c6=1;

signed int temp_increase_value=0; //<-----SOS
signed int hum_increase_value=0;
float x1=0;

//-----

#Byte TMR1H = 0xFCF // timer1 high byte look datasheet, i dieuthinsi tou kataxoriti
// tmr1
#Byte T1CON = 0xFCD //timer1 config register look datasheet

//=====
=====

```

```

void button_time_press()    // yporoutina tis main
{

if(input(PIN_C3)==0){
    flag_button=1; // an patithe i o 1os diakoptis na alla ksei ti simaia
    }
else{
    flag_button=0;
    }
}

//=====
=====

void button_time_press_adj_changer()    // alli yporoutina tis main
{
if(input(PIN_C4)==0){
    flag_button_adj=1;
    }
else{
    flag_button_adj=0;
    }
}

//=====
=====

void lcd_show_menu()        // yporoutina endeiksis timwn stin othoni
{
button_time_press_adj_changer();
if(menu_line==0){

    x1=temp_increase_value; // orisame ti metavliti x1
    x1= x1/10;
    lcd_gotoxy(1,1);
    printf(lcd_putc," Setting ");    // sti thesi auti emfanizei to setting
    lcd_gotoxy(1,2);
    printf(lcd_putc,"Temp: %2.1f%cC ",TempVal,0xdf); // % perimenei timi ,

```

```

// 2.1 2 akeraioi enas dekadikos f=float
delay_ms(50);
lcd_gotoxy(1,3);
printf(lcd_putc," Adj: %2.1f    ",x1);
lcd_gotoxy(1,4);
printf(lcd_putc,"    ");

if(input(pin_c5)==1 )
    {
temp_increase_value = temp_increase_value + 1; //ayksanei kata ena

//-----

write_eeprom (2,temp_increase_value);    // apothikeysi
// temp_increase_value byte 0

//-----

TempVal = (0.122 * oC -97.0)+ x1;    //typos
    }
if(input(pin_c6)==1 )
    {
temp_increase_value = temp_increase_value - 1; // meiwnei kata ena

//-----

write_eeprom (2,temp_increase_value);    // apothikeysi
temp_increase_value byte 0

//-----

TempVal = (0.122 * oC -97.0)+ x1;    // typos tou temp-value , pos allazei i
//thermokratia mas
    }

}
else if(menu_line==1){

```

```

    lcd_gotoxy(1,1);
    printf(lcd_putc," Setting ");
    lcd_gotoxy(1,2);
    printf(lcd_putc,"Humm: %2d%c ",RH_raw,0x25);
    delay_ms(50);
    lcd_gotoxy(1,3);
    printf(lcd_putc," Adj: %2d ",hum_increase_value);
    lcd_gotoxy(1,4);
    printf(lcd_putc," ");

    if(input(pin_c5)==1 )
    {
        hum_increase_value = hum_increase_value + 1;
        disable_interrupts(global); // apenergopoihsh olwn twm
mikrodiakopwn
        write_eeprom (1,hum_increase_value ); // apothikeysi hum_increase_value
time
        enable_interrupts(global); // energopoiisi olwn twm mikrodiakopwn

        RH_raw = (161.29 * (HIH_ADVal / 4096.0)) - 25.8 + hum_increase_value;
//typos ygrasias
    }
    if(input(pin_c6)==1 )
    {
        hum_increase_value = hum_increase_value - 1;
        disable_interrupts(global);
        write_eeprom (1,hum_increase_value ); // apothikeysi hum_increase_value
time
        enable_interrupts(global);
        RH_raw = (161.29 * (HIH_ADVal / 4096.0)) - 25.8 + hum_increase_value;
    }

}
else if(menu_line==2){
    lcd_gotoxy(1,1);
    printf(lcd_putc," Setting ");
    lcd_gotoxy(1,2);
    printf(lcd_putc," ");
    delay_ms(50);
    lcd_gotoxy(1,3);
    printf(lcd_putc,"Masure Time: %3u sec ",sample_time);
    lcd_gotoxy(1,4);
    printf(lcd_putc," ");

```

```

if(input(pin_c5)==1 )
    {
    ++sample_time;          //ayksiki tu kataxwriti kata ena
    disable_interrupts(global);
    write_eeprom (0, sample_time);    // apothikeysi sample time sthn dieythynsi 0
to byte sample_time(8-bit panta )
    enable_interrupts(global);          }
if(input(pin_c6)==1 )
    {
    --sample_time;
    disable_interrupts(global);
    write_eeprom (0, sample_time);    // apothikeysi sample time
    enable_interrupts(global);
    }

}

```

```

else if(menu_line==3){
    lcd_gotoxy(1,1);
    printf(lcd_putc," Setting ");
    lcd_gotoxy(1,2);
    printf(lcd_putc"Time: %02u:%02u:%02u "hour,min,sec);
    delay_ms(50);
    lcd_gotoxy(1,3);
    printf(lcd_putc," ");
    lcd_gotoxy(1,4);
    printf(lcd_putc," ");
}

```

```

if(input(pin_c5)==0 )
    {
    if(++min>59){
        min=0;
    }
    }

```

```

if(input(pin_c6)==0 )
    {
    if(++hour>23){
        hour=0;
    }
    }

```

```

}

```



```

if(menu_line>3) menu_line=0;

}

void main(void){

set_tris_c(0);          // orizoume poia ports einai eisodoi kai poioi eksodoi
set_tris_d(0);
set_tris_b(0);
set_tris_a(0xff);

    enable_interrupts(INT_TIMER1);
    setup_timer_1(T1_EXTERNAL|T1_DIV_BY_1|T1_CLK_OUT);
    enable_interrupts(GLOBAL);
    lcd_init();
    setup_oscillator(OSC_8MHZ|OSC_INTRC|OSC_PLL_ON); //<-- internal 8MHZ
    crystal with PLL ON 8X4=32MHZ
        // ADC SETUP
    setup_adc_ports(AN0_TO_AN1||VSS_VDD);
    setup_adc(ADC_CLOCK_INTERNAL|ADC_TAD_MUL_0);

sample_time=read_eeprom(0x0);
hum_increase_value=read_eeprom(0x1);
temp_increase_value=read_eeprom(0x2);

for(;;){

if(flag_metrisi==1){

//=====
//
//      METRISI TIS TIMIS TIS THERMOKRASIAS ME TO LM35
//=====

        set_adc_channel(0); // use CHANNEL ON PIN AN0

```

```

    delay_ms(50);
    oC = read_ADC();
    delay_ms(50);
    // x1=temp_increase_value;
    x1= x1/10;
    TempVal = (0.122 * oC -97.0)+ x1;

//=====
//
//    Metrish timis Ygrasiometrou HIH4000
//=====

    set_adc_channel(1); // use CHANNEL ON PIN AN1
    delay_ms(50);
    HIH_ADVal = read_ADC();
    delay_ms(50);
    RH_raw = (161.29 * (HIH_ADVal / 4096.0)) - 25.8;

    flag_metrishi=0;
    xronos_metrishi=0;
    }

//=====
//
//    LCD
//=====

    lcd_gotoxy(1,2);
    printf(lcd_putc,"Temp: %2.1f%CC ",TempVal,0xdf);
    lcd_gotoxy(1,3);
    printf(lcd_putc,"Humm: %2d%c      ",RH_raw,0x25);

//=====
//
//    buttons test
//=====

while(flag_button_press==1){ // Eisodos Menu!!!

```

```

    output_toggle(PIN_D3);
    delay_ms(50);
    button_time_press();
    lcd_show_menu();

    }

if(flag==true){

    set_timer1(32768);          //2^16= 65536/2 = 32768 * 1/32.768Hz <---
(1sec)
    setup_timer_1(T1_EXTERNAL|T1_CLK_OUT);    // external TIMER1 with
// 32.768Khz ,clock out for oscillator,asynchronus mode

    if(++sec>59){

        sec=0;

        if(++min>59){
            min=0;
            hour++;
        }
        if(++hour>23){

            hour=0;
        }
    }

    lcd_gotoxy(1,4);
    printf(lcd_putc"Time: %02u:%02u:%02u "hour,min,sec);
    lcd_gotoxy(1,1);
    printf(lcd_putc" Giasis Alexandros");
    flg=false;

}

button_time_press();
}

```

```
}
```

```
#int_TIMER1
```

```
void TIMER1_isr() {
```

```
    // 2^16= 65536/2 = 32768 * 1/32.768Hz <--- (1sec)
```

```
    if(++xronos_metrisis>=sample_time) flag_metrisi=1,xronos_metrisis=0;
```

```
//-----
```

```
if( flag_button==1 ){
```

```
    if( ++counter_timer>3) {
```

```
        flag_button_press=!flag_button_press;
```

```
        counter_timer=0;
```

```
        flag_button=0;
```

```
    }
```

```
}
```

```
else {
```

```
    counter_timer=0;
```

```
}
```

```
//-----
```

```
if( flag_button_adj==1 ){
```

```
    if( ++counter_timer_adj>1) {
```

```
        ++menu_line;
```

```
        counter_timer_adj=0;
```

```
        flag_button_adj=0;
```

```
        if(menu_line>3) menu_line=0;
```

```
    }
```

```
}
```

```
else {
```

```
    counter_timer_adj=0;
```

```
}
```

```
//-----
```

```
bit_clear(T1CON,7); //Enable access to the individual bytes of the timer register
Bit_Set(TMR1H,7); //Add 32768 to timer1 by setting high bit of timer register
Bit_Set(T1CON,7); //Disable access to the individual bytes of the timer register

flg=true;

}
```

11. Σχόλια Συμπεράσματα

Κατά την ανάληψη της πτυχιακής εργασίας οι φοιτητές καλούνται να εφαρμόσουν στην πράξη τα όσα διδάχθηκαν στη σχολή σε θεωρητικό και πρακτικό επίπεδο.

Η περάτωσή της αποτελεί μια μικρή απόδειξη του φοιτητή για τις ικανότητές του τόσο ως προς τον εαυτό του όσο κι ως προς τους καθηγητές και είναι απαραίτητη για τη λήψη του πτυχίου.

Στην παρούσα πτυχιακή εργασία οι γνώσεις που απέκτησα στην σχολή χρησιμοποιήθηκαν στο έπακρο και ήταν πολύ σημαντικές στη περάτωση της εργασίας ,όμως σε μερικούς τομείς οι γνώσεις μου ήταν στοιχειώδεις και χρειάστηκε η επιπλέον ενασχόληση μου με το αντικείμενο , με τη χρήση επιπλέον εξωσχολικών βιβλίων, χρήση του διαδικτύου και συμβουλές από συναδέλφους και τον επιβλέποντα καθηγητή μου.

Επίσης χρησιμοποιήθηκαν υλικό το οποίο υπάρχει στις σημειώσεις που μου δόθηκαν στη σχολή κατά τη διάρκεια των σπουδών μου . Οι σημειώσεις αυτές είναι : Σ.Α.Ε (Σημειώσεις Εργαστηρίου) Χρήστος Μανάβης, Μικροϋπολογιστές I (Σημειώσεις Εργαστηρίου) ,Μικροϋπολογιστές II (Σημειώσεις Εργαστηρίου) , Ηλεκτρικές Μετρήσεις (Σημειώσεις) Ιορδάνη Κιοσκερίδη, Ηλεκτρονικές Μετρήσεις (Σημειώσεις) Ιορδάνη Κιοσκερίδη ,Ψηφιακά Κυκλώματα II (Εργαστηριακές Ασκήσεις) Χρήστος Β.Τζίκας .

Με το πέρας της εργασίας θεωρώ ότι οι γνώσεις μου εμπλουτίστηκαν πάρα πολύ και αυξήθηκαν οι ικανότητές μου στη μελέτη και κατασκευή ηλεκτρονικών κυκλωμάτων όπως και στον προγραμματισμό και χρήση των μικροελεγκτών.

Βιβλιογραφία

- Σ.Α.Ε (Σημειώσεις Εργαστηρίου) Χρήστος Μανάβης
- Μικροϋπολογιστές I (Σημειώσεις Εργαστηρίου)
- Μικροϋπολογιστές II (Σημειώσεις Εργαστηρίου)
- Ηλεκτρικές Μετρήσεις (Σημειώσεις) Ιορδάνη Κιοσκερίδη
- Ηλεκτρονικές Μετρήσεις (Σημειώσεις) Ιορδάνη Κιοσκερίδη
- Ψηφιακά Κυκλώματα II (Εργαστηριακές Ασκήσεις) Χρήστος Β.Τζίκας
- Embedded Design with the PIC18F452 (John B.Peatman)
- Microchip PIC C Programming: PICmicro MCU C- An introduction to Programming the Microchip PIC in CCS C

On-line Σελίδες

- <http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9C%CE%B5%CF%84%CE%B5%CF%89%CF%81%CE%BF%CE%BB%CE%BF%CE%B3%CE%AF%CE%B1> (Wikipedia Σχετικά με τη Μετεωρολογία)
- <http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%A5%CE%B3%CF%81%CE%B1%CF%83%CE%AF%CE%B1%CE%B1%CF%84%CE%BC%CF%8C%CF%83%CF%86%CE%B1%CE%B9%CF%81%CE%B1%CF%82#.CE.94.CE.B5.CE.AF.CF.84.CE.B5.CE.B5.CF.80.CE.AF.CF.83.CE.B7.CF.82> (Wikipedia για την Υγρασία)
- <http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%98%CE%B5%CF%81%CE%BC%CE%BF%CE%BA%CF%81%CE%B1%CF%83%CE%AF%CE%B1>(Wikipedia για τη θερμοκρασία)
- http://images.google.gr/imgres?imgurl=http://o.mneina.googlepages.com/microcontroller_architectur.gif&imgrefurl=http://o.mneina.googlepages.com/what_is_microcontroller.htm&usq=XZeE7XsM4cDNeYl3eyDGba5rEAA=&h=371&w=500&sz=12&hl=el&start=1&um=1&tbnid=OY2VDrCLDU19M:&tbnh=96&tbnw=130&prev=/images%3Fq%3DMICROCONTROLLERS%2BARCHITECTURE%26hl%3Del%26sa%3DG%26um%3D1 (Μπλόκ Διάγραμμα Αρχιτεκτονικής των Μικροελεγκτών)
- http://www.microchip.com/stellent/idcplg?IdcService=SS_GET_PAGE&nodelid=64 (Επίσημη Σελίδα της Microchip)