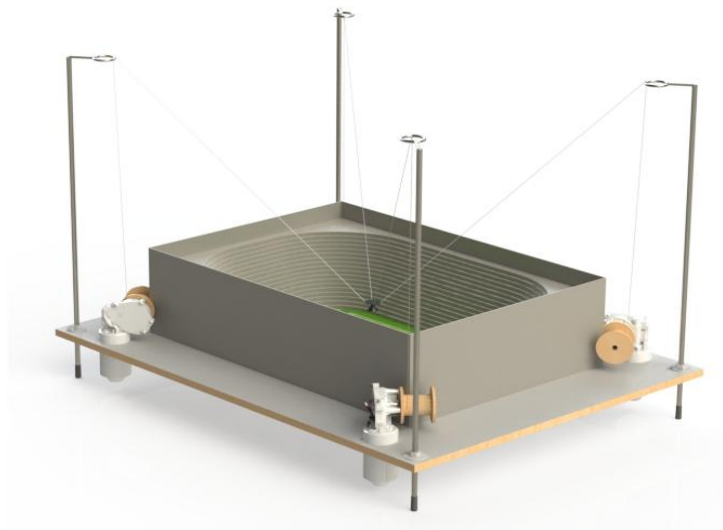




**ΑΕΙ ΠΕΙΡΑΙΑ Τ.Τ.  
ΣΧΟΛΗ ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΩΝ ΕΦΑΡΜΟΓΩΝ  
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΗΛΕΚΤΡΟΝΙΚΩΝ  
ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΙΚΩΝ ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ Τ.Ε.**



**ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΕΛΕΓΧΟΣ ΕΝΑΕΡΙΑΣ ΚΑΜΕΡΑΣ**

**ΝΙΚΟΛΑΟΣ ΑΝΤΩΝΟΠΟΥΛΟΣ  
ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ ΠΑΠΑΔΟΠΟΥΛΟΣ**

**ΕΙΣΗΓΗΤΕΣ ΚΑΘΗΓΗΤΕΣ :  
ΠΑΡΙΣ ΜΑΣΤΟΡΟΚΩΣΤΑΣ  
ΣΤΑΜΑΤΗΣ ΑΛΑΤΣΑΘΙΑΝΟΣ  
ΑΘΗΝΑ ΣΕΠΤΕΜΒΡΗΣ 2017**

## Μελέτη και έλεγχος εναέριας κάμερας

Μελέτη και έλεγχος εναέριας κάμερας

## **ΠΤΥΧΙΑΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ**

**Μελέτη και έλεγχος εναέριας κάμερας**

**Νικόλαος Αντωνόπουλος**

**ΑΜ:39523**

**Κωνσταντίνος Παπαδόπουλος**

**ΑΜ:39038**

**Εισηγητής: Πάρις Μαστοροκώστας ,Σταμάτης Αλατσαθιανός**

**Ημερομηνία εξέτασης: 13 /10 /2017**

## **ΔΗΛΩΣΗ ΣΥΓΓΡΑΦΕΑ ΠΤΥΧΙΑΚΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ**

Οι κάτωθι υπογεγραμμένοι Νικόλαος Αντωνόπουλος του Ανδρέα και Κωνσταντίνος Παπαδόπουλος του Σπυρίδων , με αριθμό μητρώου 39523 και 39038 φοιτητές του Τμήματος Μηχανικών Η/Υ Συστημάτων Τ.Ε. του Α.Ε.Ι. Πειραιά Τ.Τ. πριν αναλάβουμε την εκπόνηση της πτυχιακής μας εργασίας μου, δηλώνω ότι ενημερώθηκα για τα παρακάτω:

«Η Πτυχιακή Εργασία (Π.Ε.) αποτελεί προϊόν πνευματικής ιδιοκτησίας τόσο του συγγραφέα, όσο και του Ιδρύματος και θα πρέπει να έχει μοναδικό χαρακτήρα και πρωτότυπο περιεχόμενο.

Απαγορεύεται αυστηρά οποιοδήποτε κομμάτι κειμένου της να εμφανίζεται αυτούσιο ή μεταφρασμένο από κάποια άλλη δημοσιευμένη πηγή. Κάθε τέτοια πράξη αποτελεί προϊόν λογοκλοπής και εγείρει θέμα Ηθικής Τάξης για τα πνευματικά δικαιώματα του άλλου συγγραφέα. Αποκλειστικός υπεύθυνος είναι ο συγγραφέας της Π.Ε., ο οποίος φέρει και την ευθύνη των συνεπειών, ποινικών και άλλων, αυτής της πράξης.

Πέραν των όποιων ποινικών ευθυνών του συγγραφέα σε περίπτωση που το Ίδρυμα του έχει απονείμει Πτυχίο, αυτό ανακαλείται με απόφαση της Συνέλευσης του Τμήματος. Η Συνέλευση του Τμήματος με νέα απόφαση της, μετά από αίτηση του ενδιαφερόμενου, του αναθέτει εκ νέου την εκπόνηση της Π.Ε. με άλλο θέμα και διαφορετικό επιβλέποντα καθηγητή. Η εκπόνηση της εν λόγω Π.Ε. πρέπει να ολοκληρωθεί εντός τουλάχιστον ενός ημερολογιακού 6μήνου από την ημερομηνία ανάθεσης της. Κατά τα λοιπά εφαρμόζονται τα προβλεπόμενα στο άρθρο 18, παρ. 5 του ισχύοντος Εσωτερικού Κανονισμού.»

## Περίληψη

Η παρούσα πτυχιακή εργασία ασχολείται με έλεγχο εναέριας κάμερας μέσω ρομποτικού συστήματος. Το εκκρεμές αυτό συστημα είναι μία κατηγορία παράλληλων μηχανισμών οδηγούμενα από καλώδια για τη διαχείριση αντικειμένων . Ένα εκκρεμές ρομποτικό σύστημα αποτελείται από πολλαπλά μοτέρ που χρησιμοποιούνται για την επέκταση και σύμπτυξη καλωδίων που είναι συνδεδεμένα στον τελικό τελεστή στο ένα άκρο. Το ρομπότ ελέγχει τη θέση του τελικού τελεστή εντός του χώρου εργασίας με την αυξομείωση των μηκών όλων των καλωδίων ταυτόχρονα , ενώ ταυτόχρονα αποτρέπει οποιοσδήποτε καλώδιο από το να γίνει χαλαρό. Η έρευνα αυτή εξετάζει το πλεονεκτήματα που τα ρομπότ καλωδίων έχουν σε σχέση με τα συμβατικά βιομηχανικά ρομποτικά συστήματα και επικεντρώνεται στον σχεδιασμό και ο έλεγχος ενός συγκεκριμένου υποσυνόλου των κρεμαστών ρομπότ γνωστή ως υποπεριορισμένα κρεμαστά ρομπότ τεσσάρων καλωδίων .Συγκεκριμένα , η πτυχιακή αυτή παρουσιάζει ένα σύστημα ελέγχου για ένα κρεμαστό ρομποτικό σύστημα το οποίο διαχειρίζεται μια βιντεοκάμερα σε ένα προκαθορισμένο χώρο εργασίας.

## **ABSTRACT**

The present diploma thesis deals with the remote control of an aerial camera through cable-based parallel robots. This suspended robotic system originates from a category of parallel mechanisms driven by cables and used for object manipulation. A parallel suspended robotic system consists of multiple motors used to expand and collapse cables that are connected to the end effector. The parallel suspended robotic system controls the position of the end effector within the workspace by varying the lengths of all cables at the same time while at the same time preventing any cable from losing tension. This study examines the advantages of cable-based parallel camera robots in comparison to conventional industrial robotic systems and focuses on designing and controlling a specific subset of the hanging robots known as under-constrained parallel robots. Specifically, this diploma thesis presents a control system for an under-constrained parallel robotic system that carries a video camera in a predetermined workspace.

## **ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ**

Η παρούσα πτυχιακή εργασία ολοκληρώθηκε μετά από επίμονες προσπάθειες, σε ένα ενδιαφέρον γνωστικό αντικείμενο, όπως αυτό της ρομποτικής. Την προσπάθειά μας αυτή υποστήριξαν οι επιβλέπων καθηγητές μας, κ. Σταμάτης Αλατσαθιανός και κ. Πάρις Μαστοροκώστας τους οποίους θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε.

Ακόμα θα θέλαμε να ευχαριστήσουμε τον φίλο μας Μενέλαο Γιαννόπουλο ο οποίος μας βοήθησε με την κατασκευή της μακέτας του γηπέδου.

## Πίνακας περιεχομένων

Περίληψη.....	5
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1.....	10
1. 1 Τι είναι το σύστημα Spidercam.....	10
1. 2 Ιστορία.....	11
1.3 Ρομποτική.....	12
1.4 Ρομπότ οδηγούμενα με καλώδια.....	16
1.5 Πλεονεκτήματα παράλληλων ρομπότ με καλώδιο.....	18
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2.....	20
2 Μικροελεγκτές PIC.....	20
2.4.2 Αρχιτεκτονική του Μικροελεγκτή PIC16F887.....	29
2.4.3 Οργάνωση της Μνήμης RAM.....	30
2.4. Οι εντολές των μικροελεγκτών PIC.....	31
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3.....	33
3 Πρόγραμμα Proteus.....	33
3.1 Τι είναι το Proteus VSM ;.....	35
3.2 Debugging.....	35
3.3 Diagnostic Messaging.....	36
3.4 Σχεδιασμός.....	37
3.5 Co-Simulation of Microcontroller Software.....	38
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4.....	39
4.2 Motor controller L298N.....	39
4.3 Γεννώντας παλμούς PWM στον PIC Microcontroller χρησιμοποιώντας CCP Module.....	41
4.4 Πως δουλεύει το pwm;.....	42
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5.....	44
5 Σχεδιάζοντας το σύστημα κίνησης της εκρεμμούς κάμερας στο Proteus.....	44
Επεξήγηση φοράς περιστροφής των μοτέρ.....	48
5.2 Τα μοτέρ που χρησιμοποιήσαμε.....	49
Αρχή λειτουργίας.....	49
Ηλεκτρογεννήτρια - Ηλεκτροκινητήρας.....	50
Είδη κινήτρων.....	51



## Μελέτη και έλεγχος εναέριας κάμερας

Ηλεκτρικοί κινητήρες συνεχούς ρεύματος.....	52
<b>Χρήση</b> .....	53
ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6.....	56
6 Η γλώσσα προγραμματισμού mikroC.....	56
6.2 Οι Συναρτήσεις της MicroC .....	59
6.3 Κώδικας σε MicroC.....	60
7 Βιβλιογραφία.....	63

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 1

### 1. 1 Τι είναι το σύστημα Spidercam

Το Spidercam είναι ένα σύστημα που επιτρέπει φιλμ και τηλεοπτικές κάμερες να κινούνται τόσο κάθετα όσο και οριζόντια πάνω από μια προκαθορισμένη περιοχή, συνήθως το πεδίο δράσης ενός αθλητικού γεγονότος, όπως ένα γήπεδο κρίκετ, γήπεδο ποδοσφαίρου ή ένα γήπεδο τένις. Το όνομα "Spidercam" είναι εμπορικό σήμα. Η Spidercam είναι πολύ παρόμοια με το Skycam, που προηγήθηκε, έχει εφευρεθεί στις Ηνωμένες Πολιτείες το 1984



1.1 SpiderCam εν'ώρα λειτουργίας σε γήπεδο

Η Spidercam λειτουργεί με τέσσερα μηχανοκίνητα βαρούλκα τοποθετημένα σε κάθε γωνία στη βάση της καλυπτόμενης περιοχής, καθένα από τα οποία ελέγχει ένα καλώδιο Kevlar συνδεδεμένο με ένα γυροσκόπιο σταθεροποιημένο στην κάμερα. Με τον έλεγχο του τυλίγματος και ξετυλίγματος των καλωδίων, το σύστημα επιτρέπει στην κάμερα την πρόσβαση σε κάθε θέση στο τρισδιάστατο χώρο. Οι είσοδοι του «πιλότου»

Spidercam επεξεργάζονται από το λογισμικό το οποίο διαβιβάζει τις εντολές στα βαρούλκα μέσω καλωδίων οπτικών ινών. Δύο καλώδια από Kevlar έχουν επίσης τα καλώδια οπτικών ινών υφασμένα σε αυτά που θα μεταφέρουν εντολές προς την κάμερα και τον απομακρυσμένο «κεφάλι», και να φέρει το σήμα υψηλής ευκρίνειας της μηχανής πίσω στο σταθμό ελέγχου. Το απομακρυσμένο κεφάλι στεγάζει την κάμερα, παρέχει pan and tilt κίνηση και περιλαμβάνει το τηλεχειριστήριο που ελέγχει τον φακό εστίασης, ζουμ και irisng. Ένας αισθητήρας γυροσκοπίου στην κάμερα σταθεροποιεί τον ορίζοντα και ένας ειδικά εκπαιδευμένος χειριστής Spidercam ελέγχει την κάμερα.

### **1. 2 Ιστορία**

Jens C. Peters, ο ιδρυτής της CCSystems Inc., ανέπτυξε το σύστημα Spidercam. Η αυστριακή εταιρεία ξεκίνησε το 2000, ειδικά για να δημιουργήσει ένα πλήρως λειτουργικό σύστημα καλωδίων ανάρτησης για μια συσκευή μεταφοράς φωτογραφικού περιεχομένου, μπορεί να κινείται όχι μόνο πλαγίως ή οριζόντια κατά μήκος του εδάφους, αλλά και κάθετα, παρέχοντας έτσι πλήρη τρισδιάστατη κίνηση ενώ καλύπτει ευρύ τομείς, τόσο εσωτερικούς όσο και σε εξωτερικούς χώρους, με τη χρήση τυποποιημένων και αξιόπιστων εξαρτημάτων όπως ενότητες.

Η πρώτη επιτυχημένη δοκιμή του συστήματος πραγματοποιήθηκε σε μια μεγάλη αίθουσα εκδηλώσεων στην Καρινθία, περιοχή της Αυστρίας το 2003. Το 2004, το σύστημα χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά σε μια τηλεοπτική παραγωγή στην Αυστρία. Την ίδια χρονιά, ο Peters συνεργάστηκε με τη γερμανική εταιρία PMT Επαγγελματική Πρόταση Technology GmbH, ένα σπίτι ενοικίου που ειδικεύεται στην τεχνολογία κίνησης της κάμερας. Μετά από ορισμένες τροποποιήσεις εμπνέονται από PMT, η Spidercam εισήλθε στην αγορά. Αρχική χρήση της ήταν για ζωντανές εκδηλώσεις όπως συναυλίες, Kylie Minogue στην Αυστραλία, Robbie Williams στη Μεγάλη Βρετανία και την αστυνομία στην Αργεντινή, τηλεοπτικά προγράμματα, όπως το Διαγωνισμό Τραγουδιού της Eurovision στην Ελλάδα και τη Φινλανδία, και τα μεγάλα αθλητικά γεγονότα όπως το Ευρωπαϊκό Κολύμβηση Κύπελλο στην Ουγγαρία,

η Red Bull X-Fighters στο Μεξικό και την Ισπανία και διεθνών ποδοσφαιρικών αγώνων. PMT παρέχει επίσης ένα σύστημα για μηχανή φιλμ 35mm.

Ένα νέο συνεργάτη, ο Αυστριακός επιχειρηματίας Χέρμπερτ Neff, εντάχθηκε Peters το 2007 και μια νέα εταιρεία, Spidercam GmbH, ιδρύθηκε. Από τότε έχουν επιχειρηματικές σχέσεις έχουν δημιουργηθεί σε αρκετές χώρες, όπως η Σουηδία, η Μεγάλη Βρετανία, η Γαλλία, η Πορτογαλία, η Ιταλία, η Πολωνία, η Τυνησία, την Αυστραλία και την Κίνα, οι οποίες παρέχουν στο προσωπικό, τον εξοπλισμό και την τοπική τεχνογνωσία για την εκπομπή και ταινία -παραγωγή εταιρείες σε αυτές τις χώρες. Για να ανταποκριθεί στην αυξανόμενη ζήτηση για υπηρεσίες spidercam, spidercam GmbH προσφέρει τα εργαστήρια για τους υποψήφιους επιχειρηματίες, με στόχο την εξασφάλιση των υψηλότερων προτύπων ποιότητας και ασφάλειας.

Spidercam GmbH έχει in-house Τμήμα Μηχανικών οποία εργάζεται για τη βελτίωση της Spidercam και την ανάπτυξη ειδικών εφαρμογών για την κάλυψη των αιτημάτων των πελατών. Επί του παρόντος, η εργασία γίνεται σε ένα πλήρως αναθεωρημένο και νέο σύστημα, που θα ονομάζεται spidercam MkII.

Στο κρίκετ, η Spidercam χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά στην ινδική ένωση γρύλων (ICL), ακολουθούμενη από τους ημιτελικούς του 2010 ινδική Premier League (IPL) στη Βομβάη και στη συνέχεια στο Champions League Twenty20 στη Νότια Αφρική. Χρησιμοποιήθηκε για πρώτη φορά σε έναν αγώνα δοκιμής στο The Gabba στο Brisbane κατά τη διάρκεια του 2012 της Νότιας Αφρικής περιοδεία του στην Αυστραλία.

### **1.3 Ρομποτική**

Η Ρομποτική είναι ο κλάδος της επιστήμης που μελετά τις μηχανές εκείνες που μπορούν να αντικαταστήσουν τον άνθρωπο στην εκτέλεση μιας εργασίας, η οποία συνδυάζει τη φυσική δραστηριότητα με τη διαδικασία λήψης αποφάσεων. Ο όρος ρομπότ πρωτοεμφανίζεται σε ένα θεατρικό έργο επιστημονικής φαντασίας του Τσέχου συγγραφέα Κάρελ Τσάπεκ το 1921 και προέρχεται από τη σλαβική λέξη robota που σημαίνει εργασία. Η αυτοματοποίηση της παραγωγικής διαδικασίας στις βιομηχανίες μαζικής

## Μελέτη και έλεγχος εναέριας κάμερας

παραγωγής αντικαθιστά τους ανθρώπους με εξειδικευμένες μηχανές που εκτελούν μια προκαθορισμένη σειρά κατεργασιών στα προϊόντα που παράγονται. Στόχος της αυτοματοποίησης, η οποία γίνεται εφικτή με την ανάπτυξη της επιστήμης και της τεχνολογίας τον 20ό αιώνα, είναι η αυξημένη παραγωγικότητα, η βελτιωμένη ποιότητα, η αύξηση του κέρδους των επιχειρήσεων αλλά και η ελεγχσιμότητα των μέσων παραγωγής.

Το 1961 κατασκευάζεται και τίθεται σε λειτουργία το πρώτο βιομηχανικό ρομπότ. Σύμφωνα με έναν ευρέως αποδεκτό ορισμό, χρονολογούμενο από το 1980, ένα βιομηχανικό ρομπότ είναι μια επαναπρογραμματιζόμενη μηχανή σχεδιασμένη να μετακινεί αντικείμενα, εργαλεία ή διατάξεις μέσω μιας ποικιλίας προγραμματιζόμενων κινήσεων, για την εκτέλεση εργασιών. Ο ορισμός αυτός αντανάκλα την τρέχουσα χρήση των ρομπότ στη βιομηχανία, η οποία αποτελεί έναν αναπτυσσόμενο και ώριμο τομέα εφαρμογής της ρομποτικής τεχνολογίας και των προϊόντων της. Τυπικές εφαρμογές τους στη βιομηχανία περιλαμβάνουν τη φόρτωση - εκφόρτωση προϊόντων τη βαφή την κοπή κ.τ.λ.

Άλλοι τομείς εφαρμογής της ρομποτικής τεχνολογίας είναι η εξερεύνηση του διαστήματος, η ιατρική, οι αγροτικές εφαρμογές, η έρευνα και διάσωση κ.τ.λ. Η ρομποτική τεχνολογία στους τομείς αυτούς, παρά την ύπαρξη πρωτοτύπων, είναι ακόμη σε πρωταρχικό στάδιο. Τα αίτια για το γεγονός αυτό μπορούν να αναζητηθούν στην έλλειψη βαθύτερης κατανόησης των μηχανισμών ελέγχου που επιτρέπουν στον άνθρωπο να χειρίζεται επιδέξια μια ποικιλία αντικειμένων στην καθημερινότητά του. Για παράδειγμα, ο επιτυχής χειρισμός ενός ποτηριού αποτελεί μια καθημερινή ενέργεια ενός ανθρώπου, χωρίς ο ίδιος να είναι σε θέση να εξηγήσει τις λεπτομέρειες και την αλληλουχία των ενεργειών που είχαν ως αποτέλεσμα την επιτυχή έκβαση της δράσης του. Η ερευνητική δραστηριότητα για την προαγωγή της επιστήμης και της τεχνολογίας σ αυτόν τον τομέα είναι, επομένως, ιδιαίτερα έντονη.

Τα έργα επιστημονικής φαντασίας έχουν επηρεάσει τους περισσότερους στον τρόπο με τον οποίο φαντάζονται τα ρομπότ. Από τα βιβλία του Ρώσου συγγραφέα Ισαάκ Ασίμωφ τη δεκαετία του 1940 έως τα κινηματογραφικά έργα, όπως Ο πόλεμος των άστρων, τα ρομπότ παρουσιάζονται σαν

ανθρωποειδή τα οποία μπορούν να περπατούν, να μιλούν, να βλέπουν, να ακούνε και, σε μερικές περιπτώσεις, να είναι προικισμένα με αισθήματα. Στην επιστημονική κοινότητα, ρομπότ θεωρούνται οι μηχανές αυτές, οι οποίες ανεξάρτητα από την εμφάνισή τους, είναι ικανές να αλλάξουν το περιβάλλον στο οποίο λειτουργούν, μέσα από δράσεις που ακολουθούν κάποιους εγγενείς κανόνες και με βάση δεδομένα για το ίδιο το ρομπότ και για το περιβάλλον του, που αποκτώνται από τα αισθητήρια με τα οποία είναι εφοδιασμένο.

Ρομπότ σταθερής βάσης . τα ρομπότ αυτά αποτελούνται από διαδοχικούς στερεούς συνδέσμους που συνδέονται με αρθρώσεων σχηματίζοντας μια κινηματική αλυσίδα. Η αλυσίδα αυτή έχει το ένα άκρο της σταθερά συνδεδεμένο με κάποιο σημείο του περιβάλλοντος χώρου. Η μορφή αυτή ρομπότ είναι η παραδοσιακή μορφή ενός βιομηχανικού ρομποτικού βραχίονα και περιλαμβάνει τον βραχίονα τον καρπό και το εργαλείο.

Κινούμενα ρομπότ ως κινητά ρομπότ χαρακτηρίζονται όλα εκείνα τα ρομπότ που έχουν τη δυνατότητα να μετακινήσουν όλα τα σημεία του μηχανισμού τους. Η δυνατότητα αυτή προσφέρεται από ειδικά συστήματα προώθησής, τα οποία μπορεί να είναι είτε απλά (τροχοί) ή περίπλοκα (προπέλες , μηχανικά πόδια). Τα κινούμενα ρομπότ διακρίνονται σε άλλες επιμέρους κατηγορίες ανάλογα με τον βαθμό αυτονομίας τους.

### **1.3.2 Πλεονεκτήματα από τη χρήση ρομπότ**

Πλεονεκτήματα:

Ασφάλεια των εργαζομένων

1. Επικίνδυνα περιβάλλοντα
  - Τοξικά αέρια
  - Υψηλές θερμοκρασίες
  - Ραδιενέργεια
2. Επικίνδυνες εργασίες

## Μελέτη και έλεγχος εναέριας κάμερας

- Φόρτωση και εκφόρτωση επικίνδυνων εργαλείων

## Υψηλότερη παραγωγικότητα

- 24ωρη λειτουργία
- Υψηλότερη ταχύτητα λειτουργίας στις περισσότερες εφαρμογές
- Λιγότερα σφάλματα που έχουν σαν αποτέλεσμα λιγότερα απορριπτέα κομμάτια
- Ομοιόμορφη ποιότητα των παραγόμενων προϊόντων

## 3 Ευελιξία παραγωγικής μονάδας

- Μικρότερος χρόνος προσαρμογής σε αλλαγές την μονάδας
- Ευκολότερη αντιμετώπιση των αλλαγών

## 4 Δυνατότητα εργασίας υπό αντίξοες συνθήκες

- Υποθαλάσσιες και διαστημικές έρευνες/επιδιορθώσεις
- Ηφαίστεια, σήραγγες

## Μειονεκτήματα :

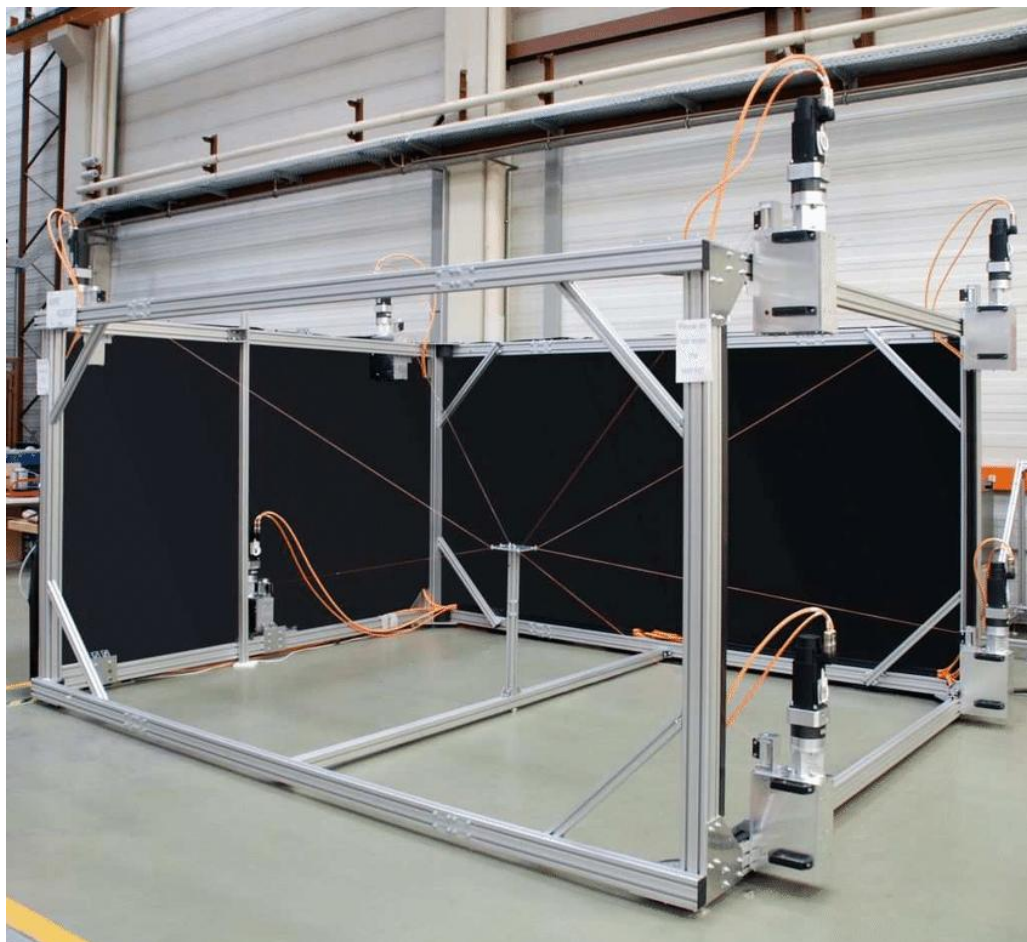
- Δυσκολία προγραμματισμού ανάλογα με την εφαρμογή
- Σχετικά μικρή ταχύτητα λειτουργίας, ειδικά για σερβοελεγχόμενα συστήματα συνεχούς τροχιάς
- Η ακρίβεια τοποθέτησης των ρομποτικών συνιστωσών περιορίζεται από τον “τζόγο” στις ρομποτικές αρθρώσεις και την ευκαμψία ή “κύρτωση” των ρομποτικών συνδέσμων. Όσο μεγαλύτερο είναι το φορτίο σε σχέση με το μέγεθος του ρομπότ, τόσο μεγαλύτερο είναι το πρόβλημα αυτό.
- Κόστος εγκατάστασης , συντήρησης , εκμάθησης

## 1.4 Ρομπότ οδηγούμενα με καλώδια

Τα ρομπότ οδηγούμενα από καλώδια (ή αλλιώς ανηρημένα ρομπότ) είναι ένα είδος παράλληλων βραχιόνων στα οποία εύκαμπτα καλώδια χρησιμοποιούνται ως για την κίνηση του τελικού μηχανισμού. Το ένα άκρο του κάθε καλωδίου τυλίγεται γύρω από ένα καρούλι στριμμένο από ένα κινητήρα, και το άλλο άκρο είναι συνδεδεμένο με το άκρο-τελεστή. Ένα διάσημο παράδειγμα του ρομπότ καλωδίου όπως αναφέραμε πιο πάνω είναι SKYCAM – SPYDERCAM που χρησιμοποιείται για να μετακινήσετε μια αναστολή της κάμερας στα γήπεδα. Τα καλώδια είναι πολύ ελαφρύτερα από ό, τι άκαμπτη σύνδεσμοι ενός σειριακού ή παράλληλου ρομπότ, και πολύ μακριά καλώδια μπορούν να χρησιμοποιηθούν χωρίς να κάνουν τον μηχανισμό ογκώδη. Ως αποτέλεσμα, ο τελικός τελεστής ενός τέτοιου ρομπότ μπορεί να επιτύχει υψηλές επιταχύνσεις και ταχύτητες σε ένα πολύ μεγάλο χώρο εργασίας (π.χ., ένα γήπεδο).

Πολυάριθμα άρθρα μηχανικής έχουν μελετήσει την κινηματική και δυναμική των ρομπότ καλωδίου. Η δυναμική ανάλυση των ρομπότ καλωδίου δεν είναι η ίδια με εκείνη των άλλων παράλληλων ρομπότ επειδή τα καλώδια μπορούν να τραβήξουν μόνο ένα αντικείμενο, αλλά δεν μπορούν να ωθήσουν. Ως εκ τούτου, ο χειριστής είναι σε θέση να εκτελέσει μια εργασία μόνο εάν η δύναμη σε όλα τα καλώδια είναι μη αρνητική. Κατά συνέπεια, ο χώρος εργασίας του ρομπότ ορίζεται ως μια περιοχή στο χώρο όπου ο τελικός τελεστής είναι σε θέση να ασκήσει την απαιτούμενη ροπή στον περιβάλλοντα χώρο, ενώ όλα τα καλώδια είναι σε ένταση (μη αρνητικές δυνάμεις). Πολλές ερευνητικές εργασίες έχουν επικεντρωθεί στην ανάλυση του χώρου εργασίας και βελτιστοποίηση των ρομπότ. Χώρος εργασίας και τη δυνατότητα ελέγχου των ρομπότ καλωδίου μπορεί να ενισχυθεί με την προσθήκη των καλωδίων στη δομή του ρομπότ. Κατά συνέπεια, ο πλεονασμός καλωδίων παίζει καθοριστικό ρόλο στο σχεδιασμό των ρομπότ καλωδίου.





### 1.2 Παράδειγμα ρομπότ με καλώδια

Ωστόσο, η ανάλυση του χώρου εργασίας και την απόκτηση θετικής τάσης στα καλώδια ενός ρομπότ με καλώδιο μπορεί να είναι περίπλοκη. Σε γενικές γραμμές, μπορούν να υπάρξουν πολλές λύσεις, αλλά για ένα τέτοιο ρομπότ η λύση είναι αποδεκτή μόνο αν όλα τα στοιχεία του διανύσματος τάσης είναι μη-αρνητικά. Η εύρεση τέτοιας λύσης μπορεί να είναι δύσκολη, ειδικά αν ο τελικός τελεστής λειτουργεί κατά μήκος μιας τροχιάς με μια συνεχής και ομαλή διανομή των εντάσεων .

Εκτός από τα παράλληλα ρομπότ με καλώδιο, τα καλώδια έχουν χρησιμοποιηθεί ως ενεργοποιητές στα σειριακά ρομπότ. Χρησιμοποιώντας τα καλώδια ως ενεργοποιητές ένας μηχανισμός μπορεί να σχεδιαστεί πολύ μικρότερος και ελαφρύτερος (π.χ. ένας μηχανισμός δάκτυλο ανθρώπινου τύπου που ενεργοποιείται από τα καλώδια).

## **1.5 Πλεονεκτήματα παράλληλων ρομπότ με καλώδιο**

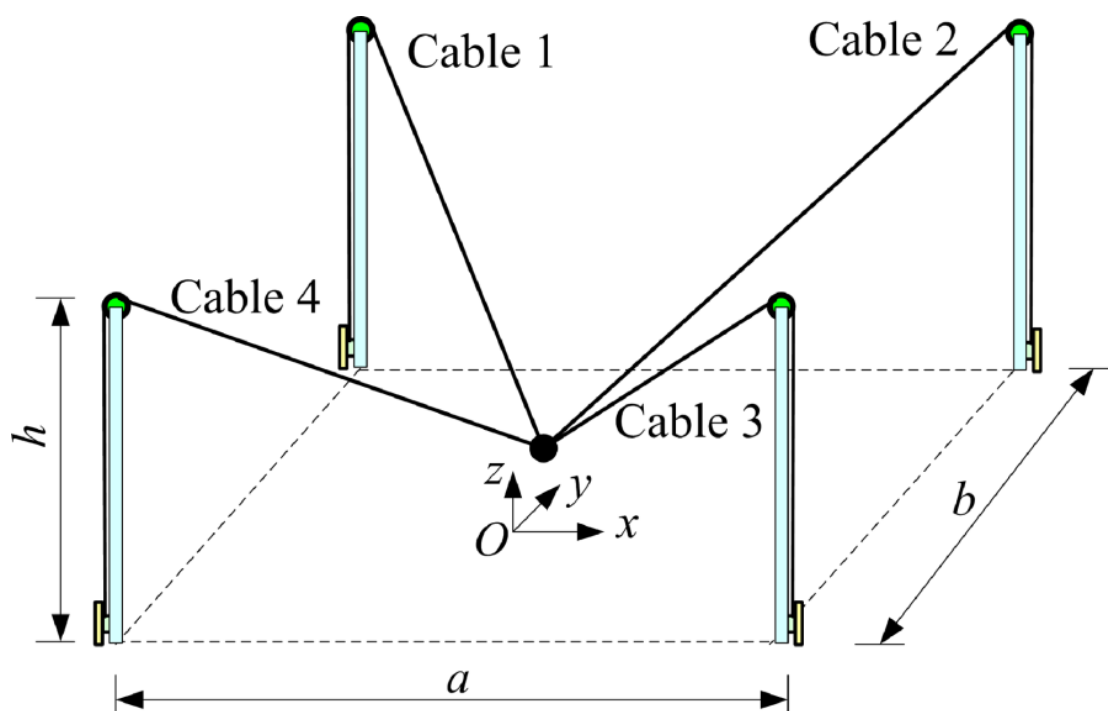
Με την ανάπτυξη των τηλεοπτικών προγραμμάτων, οι απαιτήσεις για εναέρια πανοραμική φωτογράφιση αυξάνονται με ταχείς ρυθμούς. Σε γενικές γραμμές, ελικόπτερα, γερανοί, κάμερες σε ανυψωτικά οχήματα με βραχίονα συχνά υιοθετηθούν την εναέρια πανοραμική φωτογράφιση. Ωστόσο, τα ελικόπτερα έχουν πολλά μειονεκτήματα, όπως ο θόρυβος, τρέμουλο, αστάθεια του βίντεο και επηρεάζονται εύκολα από καιρικές συνθήκες.

Τα οχήματα με γερανό περιορίζονται από την ελευθερία και ύψος ανύψωσης και εμποδίζουν την θέα του κοινού στη σκηνή. Επομένως, είναι απαραίτητο να δημιουργηθεί ένας τρόπος φωτογράφισης που μπορεί επίτευξει πλήρους εύρους πλάνα, σε πραγματικό χρόνο, με συνέχεια, με αποτελεσματικά, ευελιξία και σταθερότητα. Είναι απόλυτα εφικτό να επιτευχθούν οι προαναφερόμενες απαιτήσεις μέσω ενός παράλληλου ρομπότ με κάμερα, καλώδιο που βασίζεται σε στύλους.

Το καλώδιο που βασίζεται το παράλληλο ρομπότ είναι ένα είδος παράλληλου ρομποτικού βραχίονα το οποίο χρησιμοποιεί για την κίνηση του καλώδια προκειμένου να μετακινήσει την κάμερα. Παρέχει πολλά πλεονεκτήματα έναντι στο ομόλογο άκαμπτο βραχίονα, συμπεριλαμβανομένης μιας δομής με υψηλό ωφέλιμο φορτίο, μεγάλη ταχύτητα, ακριβής μετακίνηση, μεγάλη παραμετροποίηση και παράλληλα με μεγάλο χώρο εργασίας. Τα παράλληλα ρομπότ βασισμένα σε καλώδιο ικανοποιούν διαφορετικές λειτουργίες και απαιτήσεις αποδίδοντας σε μια ποικιλία πρακτικών εφαρμογών. Έχουν μελετηθεί σε διάφορους τομείς, όπως η στατική, δυναμική, κινηματική ανάλυση και θεωρία έλεγχου. Ορίζονται επίσης από μια σειρά διαφορετικών δεικτών αξιολόγησης των επιδόσεων όπως διαφορετικές οπτικές γωνίες, χώρος εργασίας, μοναδικότητα, βελτιστοποίηση δύναμης κινητήρα, σφάλματα ακριβείας και ούτω καθεξής. Προτάθηκαν διάφορες θεωρητικές μέθοδοι ανάλυσης και υπολογισμού των εν λόγω ρομπότ. Δυστυχώς, η ακαμψία του καλωδίου που βασίζεται το παράλληλο ρομπότ είναι πολύ χαμηλότερη από εκείνη του άκαμπτου βραχίονα και η ακαμψία παίζει σημαντικό ρόλο στη

## Μελέτη και έλεγχος εναέριας κάμερας

σταθερότητα του συστήματος. Η σταθερότητα είναι ιδιαίτερα σημαντική για αυτά τα ρομπότ, διότι επηρεάζει την λειτουργία κάτω από συνθήκες μεγάλης ταχύτητας και μεγάλης ακριβείας. Μερικές φορές ένα σύστημα καταστρέφεται όχι λόγω της κακής δομής αλλά λόγω απώλειας της σταθερότητας. Επομένως είναι απαραίτητο να γίνει μια ανάλυση της σταθερότητας του καλώδιου στο σύστημα του παράλληλου ρομπότ. Αρκετές μελέτες έχουν διεξήχθη για την δημιουργία ενός μοντέλου σταθερότητας των παράλληλων ρομπότ με καλώδιο. Ωστόσο η μελέτη αυτή εξετάζει μόνο ρομπότ σε στατική ισορροπία. Δηλαδή κρεμαστές κάμερες με καλώδια που συνισταμένη των δυνάμεων είναι ίση με το μηδέν. Στην παρακάτω εικόνα βλέπουμε το γενικό μοντέλο ενός παράλληλου ρομπότ με καλώδιο.



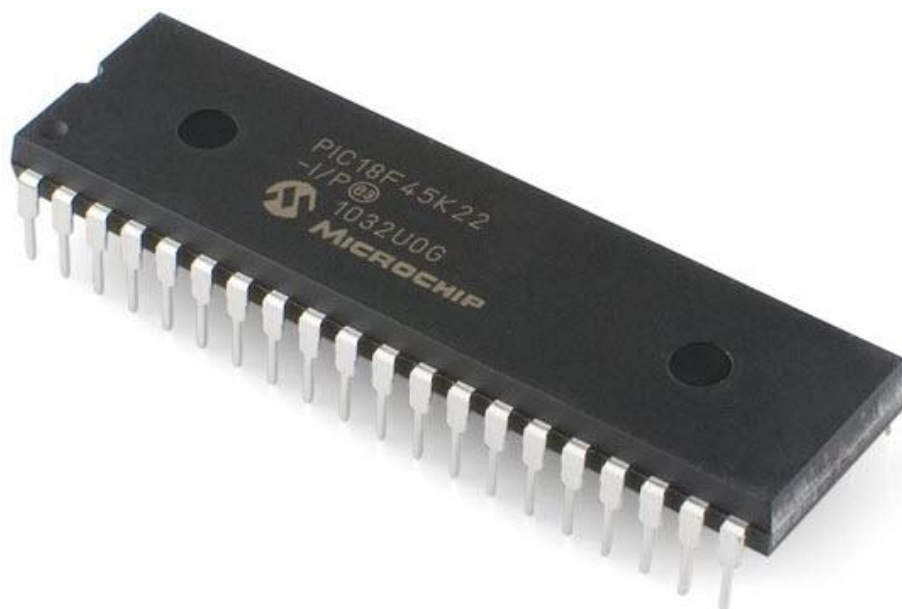
1.3 Μοντέλο παράλληλου ρομπότ με καλώδιο

Το ρομπότ αυτό ουσιαστικά είναι ένα είδος παράλληλου ρομποτικού βραχίονα που χρησιμοποιεί τα μοτέρ για να μαζέψει και να αφήσει νήμα ώστε να γίνουν οι ανάλογες κινήσεις. Αυτός ο τρόπος μας παρέχει πολλά πλεονεκτήματα έναντι των ρομπότ με βραχίονες που έχουν συνδέσμους. Όπως απλή δομή, υψηλό ωφέλιμο φορτίο, υψηλή ταχύτητα, μικρό βαθμό αδράνειας, ευελιξία ακρίβεια ελιγμών, αφαιρούμενη αναδιοργάνωση και ένα μεγάλο χώρο εργασίας.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 2

### 2 Μικροελεγκτές PIC

Σε μια εποχή που τα ψηφιακά ηλεκτρονικά γίνονται όλο και πιο πολύπλοκα και λιγότερο προσιτά σε φοιτητές και σε κατασκευαστές ποικίλων προτζεκτ και low-end προϊόντων, οι μικροελεγκτές αποτελούν ένα σημαντικό εργαλείο επιλογής για την εκμάθηση περί ηλεκτρονικών και προγραμματισμού καθώς και για την κατάκτηση γνώσεων που απαιτούνται για την δημιουργία εξελιγμένων εφαρμογών, φθηνά και εύκολα.



2.1 Μικροελεγκτής τύπου pic

Ένας ορισμός που θα μπορούσαμε να δώσουμε για τους μικροελεγκτές είναι ο εξής: Θα μπορούσαμε, εν συντομία, να ορίσουμε ως μικροελεγκτή ότι είναι ένα προγραμματιζόμενο μικρό υπολογιστικό κύκλωμα το οποίο όπως κάθε άλλο υπολογιστικό κύκλωμα διαθέτει κεντρική μονάδα επεξεργασίας, έναν αριθμό καταχωρητών, κυκλώματα μνήμης, θύρες εισόδου/εξόδου (I/O) για επικοινωνία με εξωτερικές συσκευές καθώς επίσης και κυκλώματα ελέγχου περιφερειακών συσκευών. Κάθε μικροελεγκτής είναι λοιπόν ικανός να ανταλλάξει σήματα με το εξωτερικό περιβάλλον, να εκτελέσει πράξεις

## Μελέτη και έλεγχος εναέριας κάμερας

ανάμεσα σε μεταβλητές και να καταχωρήσει κάποιες τιμές στη μνήμη RAM που διαθέτει.

Κάθε μικροελεγκτής περιέχει μέσα σε ένα και μοναδικό ολοκληρωμένο κύκλωμα τα παρακάτω στοιχεία:

- έναν αριθμό από καταχωρητές ειδικού σκοπού (συσσωρευτή, καταχωρητή κατάστασης, μετρητή προγράμματος, καταχωρητή εντολών, καταχωρητή δείκτη).

- εσωτερικούς χρονιστές - απαριθμητές.
- αριθμητική και λογική μονάδα (ALU).
- μονάδα αποκωδικοποίησης εντολών.

Βασικά στοιχεία ενός μικροελεγκτή αποτελούν:

- η μνήμη προγράμματος (ROM ή EPROM) και
- η μνήμη καταχωρητών / μεταβλητών (RAM).

Στους μικροελεγκτές διακρίνουμε επίσης τα κυκλώματα χρονισμού και ελέγχου

Τέλος, βασικά μέρη ενός μικροελεγκτή είναι

- παράλληλες θύρες εισόδου/εξόδου
- άλλα περιφερειακά κυκλώματα (UART, A/D μετατροπείς κλπ.)

Μέσα από τις θύρες I/O ένας μικροελεγκτής μπορεί να δέχεται σήματα εισόδου με τη μορφή λογικών ψηφιακών καταστάσεων, χαρακτήρες ή bytes δεδομένων με την τεχνική της ασύγχρονης ή της σύγχρονης σειριακής επικοινωνίας, σήματα διακοπών, ή σε ορισμένες περιπτώσεις και αναλογικά σήματα, τα οποία στη συνέχεια μετατρέπονται σε ψηφιακά. Επίσης μπορεί να αποστέλλει σήματα σε άλλες συσκευές μέσα από θύρες εξόδου, να οδηγεί ηλεκτρονόμους, διόδους LED και άλλα κατάλληλα κυκλώματα, που συνήθως περιλαμβάνονται σε κάθε μορφής αυτοματισμό.

Οι μικροελεγκτές χαρακτηρίζονται από ένα περιορισμένο ρεπερτόριο εντολών, οι οποίες μπορούν να γραφούν σε συμβολική μορφή (assembly), με τη βοήθεια μνημονικών ονομάτων. Στους μικροελεγκτές PIC μεσαίας τάξης (midrange), το μήκος της εντολής σε γλώσσα μηχανής είναι 14 bits, τα οποία καταχωρούνται στη μνήμη προγράμματος, τύπου EEPROM.

Σε τι διαφέρει ένας μικροελεγκτής από έναν συνηθισμένο μικροεπεξεργαστή; Ο μικροελεγκτής είναι ένα μικρό αυτόνομο υπολογιστικό σύστημα, προγραμματισμένο να εκτελεί μία συγκεκριμένη λογική ακολουθία εντολών, οι οποίες έχουν καταχωρηθεί στην προγραμματιζόμενη μόνιμη μνήμη του. Κάθε φορά που θα επανεκκινείται ο μικροελεγκτής, θα εκτελεί την ίδια λογική. Θα ανακαλεί τα δεδομένα, θα τα επεξεργάζεται και με βάση τα αποτελέσματα της επεξεργασίας θα ελέγχει το περιβάλλον του. Πρόκειται, δηλαδή, για σύστημα ειδικού σκοπού, αφιερωμένο (dedicated) στον έλεγχο και την εξυπηρέτηση ενός συγκεκριμένου αυτοματισμού. Αντίθετα, ένας μικροεπεξεργαστής μετά την εκκίνησή του δεν είναι από μόνος του σε θέση να εκτελέσει κάποια λογική ακολουθία. Αν και μπορεί να συνδεθεί με μνήμες RAM και ROM, αυτές αποτελούν ξεχωριστές μονάδες, που συνήθως δεν ολοκληρώνονται μέσα στον ίδιο τον μικροεπεξεργαστή.

Ένας μικροελεγκτής θα μπορούσε να παρομοιαστεί με έναν μικροϋπολογιστή. Όπως ακριβώς ένας μικροϋπολογιστής έχει επεξεργαστή, μνήμη, περιφερειακές συσκευές και εκτελεί προγράμματα έτσι κι ένας μικροελεγκτής διαθέτει τα παραπάνω χαρακτηριστικά και μάλιστα ολοκληρωμένα σε ένα μόνο chip.

Οι μικροελεγκτές έχουν αντιστρέψει τις τάσεις στον τομέα των σύγχρονων ηλεκτρονικών και παρέχουν έναν εύκολο και αποτελεσματικό τρόπο στους φοιτητές, τους χομπίστες και τους επαγγελματίες για τη δημιουργία εφαρμογών. Τα κυκλώματα αυτά είναι φθηνά, έχουν ένα εκπληκτικά υψηλό επίπεδο απόδοσης, και είναι εύκολο να ενταχθούν σε μια εφαρμογή.

### **2.1.2 Πεδία εφαρμογών μικροελεγκτών**

Η ευελιξία των μικροελεγκτών αποτυπώνεται και στην πληθώρα των τομέων στους οποίους εμφανίζεται χρήση αυτών. Ορισμένα από τα πεδία εφαρμογών των μικροελεγκτών είναι τα παρακάτω:

- Συστήματα αυτοματισμών
- Συστήματα τηλεματικής

## Μελέτη και έλεγχος εναέριας κάμερας

- Συστήματα συλλογής δεδομένων (Data Acquisition)
- Συστήματα διασύνδεσης
- Ηλεκτρονικές συσκευές
- Ηλεκτρικές συσκευές
- Κυκλώματα τηλεπικοινωνιών
- Εφαρμογές ηλεκτρονικών ισχύος
- Εφαρμογές δικτύων

Κατά γενική ομολογία οι μικροελεγκτές χρησιμοποιούνται οπουδήποτε απαιτείται έλεγχος συστημάτων. Υπάρχει ένα ευρύ φάσμα επιλογών και την πληθώρα μοντέλων και παραλλαγών προς διευκόλυνση του σχεδιαστικού κοινού, από πολύ μικρούς και φθηνούς για απλές εφαρμογές έως ιδιαίτερα προηγμένους για πολύ απαιτητικές εφαρμογές. Οι παραλλαγές αυτές διακρίνονται από μία πληθώρα διαμορφώσεων μνήμης, διαφοροποιήσεις στην οργάνωση των πορτών εισόδων/εξόδων (I/O ports), το ποσό του υλικού (hardware) υποστήριξης που απαιτείται και τις διαθέσιμες λειτουργίες των περιφερειακών μονάδων κ.α.

### 2.1.3 Κατασκευαστές μικροελεγκτών

Υπάρχουν δεκάδες εταιρείες παγκοσμίως που κατασκευάζουν μικροελεγκτές.

Οι πιο διαδεδομένες είναι:

- Microchip, [www.microchip.com](http://www.microchip.com)
- Atmel, [www.atmel.com](http://www.atmel.com)
- Texas Instruments, [www.ti.com](http://www.ti.com)
- Freescale (πρώην Motorola), [www.freescale.com](http://www.freescale.com)
- Intel, [www.intel.com](http://www.intel.com)
- Analog Devices, [www.analog.com](http://www.analog.com)

## 2.2 Τύποι μικροελεγκτών

Αν εξετάζαμε το σύνολο των διαθέσιμων προϊόντων των διάφορων κατασκευαστών που υπάρχουν την αγορά θα μέναμε κατάπληκτοι από τον αριθμό των διαφορετικών συσκευών που κυκλοφορούν και από όλα τα χαρακτηριστικά και τις δυνατότητές τους. Για τον παραπάνω λόγο θα ήταν δόκιμη η διάκριση και ομαδοποίηση των διαθέσιμων στην αγορά, συσκευών σχετικών με τους μικροελεγκτές σε τρεις βασικές κατηγορίες:

- Στους ενσωματωμένους (αυτόνομους) μικροελεγκτές
- Σε μικροελεγκτές με εξωτερική υποστήριξη
- Σε ψηφιακούς επεξεργαστές σήματος

### 2.2.1 Ενσωματωμένοι Μικροελεγκτές

Υπάρχει ένα αρκετά ευρύ φάσμα από διαθέσιμες ενσωματωμένες (αυτόνομες) συσκευές. Ένας ενσωματωμένος μικροελεγκτής διαθέτει όλους τους αναγκαίους πόρους-χρονομέτρηση (clocking), επαναφορά (reset), είσοδο και έξοδο (I/O)- διαθέσιμα σε ένα κύκλωμα με πολύ χαμηλό κόστος. Παράλληλα, το κατ' εφαρμογή κύκλωμα απαιτεί απλά παροχή ισχύος η οποία ανά περιπτώσεις μπορεί και να είναι του επιπέδου ισχύος ενός ζεύγους μπαταριών AA. Το λογισμικό για τον ενσωματωμένο, στον μικροελεγκτή, επεξεργαστή αποθηκεύεται σε μία μη-ασταθή (non-volatile) πάντα διαθέσιμη μνήμη επίσης ενσωματωμένη στο κύκλωμα.

### 1.2.3 Μικροελεγκτές με εξωτερική υποστήριξη



Συχνά, κοιτάζοντας κάποιους από τους πιο ισχυρούς μικροελεγκτές υπάρχει μια σύγχυση όσον αφορά την διάκριση αυτών από τους μικροεπεξεργαστές. Υπάρχει ένας αριθμός από κυκλώματα που αναφέρονται ως "μικροελεγκτές" (32-bit και address paths) που απαιτούν εξωτερική μνήμη και προστιθέμενα κυκλώματα διασύνδεσης, ώστε να μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε εφαρμογές. Αυτά τα κυκλώματα συνήθως αναφέρονται ως μικροελεγκτές επειδή έχουν μερικά από τα ενσωματωμένα χαρακτηριστικά των ενσωματωμένων μικροελεγκτών, όπως μια γεννήτρια ρολογιού (clock generator ή σειριακή διασύνδεση 'serial interface', είτε επειδή έχουν ενσωματωμένο κύκλωμα διασύνδεσης σε συγκεκριμένους τύπους μνήμης. Αυτού του τύπου οι μικροελεγκτές συνήθως απαιτούν κυκλώματα υποστήριξης για χρονισμό και μπορεί να διαθέτουν ένα ευρύ φάσμα εξωτερικών συσκευών και συσκευών μνήμης συνδεδεμένων σε αυτούς

### 2.2.4 Ψηφιακοί επεξεργαστές σήματος

Επεξεργαστές ψηφιακού σήματος (Digital Signal Processors - DSPs) Αυτά τα κυκλώματα είναι αφιερωμένα στην γρήγορη επεξεργασία σημάτων, συνήθως ήχου και εικόνας. Αποτελούν ουσιαστικά πολύ ισχυρές αριθμομηχανές που εκτελούν ένα προκαθορισμένο σύνολο των μαθηματικών πράξεων για τα εισερχόμενα δεδομένα. Τέτοιες πράξεις είναι συχνά πολλαπλασιασμοί και αθροίσεις, όπως αυτές της σχέσης , η οποία περιγράφει ένα τυπικό ψηφιακό φίλτρο. Για το σκοπό αυτό, οι DSP επεξεργαστές διαθέτουν κατάλληλη αρχιτεκτονική και αριθμητικές μονάδες ώστε να εκτελούν με ταχύτητα πολλαπλασιασμούς και συσσωρεύσεις (Multiply Accumulate ή MAC). Εκτός από το κατάλληλο data path οι DSP επεξεργαστές διαθέτουν και περιφερειακά κυκλώματα για διακίνηση δεδομένων μεγάλου όγκου και με την κατάλληλη ψηφιακή κωδικοποίηση, σύμφωνα με πρωτόκολλα που χρησιμοποιούνται για δεδομένα ήχου και βίντεο. Οι DSP επεξεργαστές ανήκουν στην κατηγορία των συστημάτων επεξεργασίας σήματος και πολυμέσων .

Μπορεί να διαθέτουν ενσωματωμένη μνήμη και διασυνδέσεις, όπως ένας ενσωματωμένος μικροελεγκτής, ή μπορεί να απαιτούν ένα σημαντικό ποσό εξωτερικού κυκλώματος. Οι επεξεργαστές ψηφιακού σήματος δεν έχουν τη δυνατότητα να εκτελούν αποτελεσματικά υπό όρους; έχουν σχεδιαστεί για να τρέχουν τους υπολογισμούς που απαιτούνται για την επεξεργασία απαραίτητου του τύπου που για την επεξεργασία ενός αναλογικού σήματος πολύ γρήγορα, αντί να ανταποκρίνονται στις μεταβαλλόμενες εισόδους. Οι παραπάνω τύποι έχουν αναπτύχθηκε από τη θεωρία ψηφιακού ελέγχου και απαιτούν μεγάλα ποσά προσπάθειας για να αναπτυχθούν για συγκεκριμένες εφαρμογές. Υπάρχουν ψηφιακοί επεξεργαστές σήματος που είναι απολύτως αυτόνομοι όπως ακριβώς ένας ενσωματωμένος μικροελεγκτής, ή μπορεί να απαιτούν chips εξωτερικής υποστήριξης.

### **2.3 Αρχιτεκτονική Harvard**

Βασικό χαρακτηριστικό της αρχιτεκτονικής πολλών μικροελεγκτών, που δεν απαντάται στους συνηθισμένους μικροεπεξεργαστές, είναι ότι έχουν διαφορετικό δίαυλο για τις εντολές (instructions bus) και διαφορετικό δίαυλο δεδομένων (data bus), για όλα τα υπόλοιπα δεδομένα και αποτελέσματα της επεξεργασίας. Αυτού του τύπου η αρχιτεκτονική είναι γνωστή ως αρχιτεκτονική Harvard. Ας σημειωθεί εδώ ότι οι συνηθισμένοι μικροϋπολογιστές είναι δομημένοι σύμφωνα με τη λεγόμενη αρχιτεκτονική von Neumann. Σε αυτούς, το πρώτο βήμα για την εκτέλεση μιας λογικής ακολουθίας είναι να καταχωρηθούν στη μνήμη RAM οι εντολές του προγράμματος, μέσω μίας περιφερειακής μονάδας (πληκτρολόγιο ή μαγνητική μνήμη). Το πρόγραμμα, δηλαδή, καταλαμβάνει ένα μέρος στην ίδια μνήμη που διατίθεται επίσης για τα δεδομένα και τα αποτελέσματα της επεξεργασίας. Όταν διακοπεί η τροφοδοσία, τα δεδομένα της μνήμης RAM χάνονται, μαζί με το πρόγραμμα.

Την επόμενη φορά ο μικροεπεξεργαστής μπορεί να φορτώσει στη μνήμη RAM και να επεξεργαστεί ένα διαφορετικό πρόγραμμα. Οι διάφορες μονάδες

## Μελέτη και έλεγχος εναέριας κάμερας

του υπολογιστικού συστήματος επικοινωνούν παράλληλα μέσω των ίδιων διαδρόμων δεδομένων, διευθύνσεων και ελέγχου.

### 2.4.1 Ο PIC16f887

Παρόλη την πληθώρα διαθέσιμων υλικών πόρων στην αγορά, μια σύντομη έρευνα είτε σε περιοδικά είτε στη διεθνή βιβλιογραφία ή ακόμη και μια απλή αναζήτηση στο διαδίκτυο των διαφορετικών δειγμάτων εφαρμογών που έχουν σχεδιαστεί γύρω από τον PIC MCU, μας αποδεικνύει πως η συντριπτική πλειοψηφία αυτών είναι σχεδιασμένα γύρω από δύο-τρία μοντέλα (το PIC16F84, PIC16C54, και ίσως το PIC16F887).



### 2.2 Μικροελεγκτής PIC16f887

Αυτό είναι ιδιαίτερα ατυχές, καθώς υπάρχει μια πληθώρα διαφορετικών μικροελεγκτών PIC και σίγουρα ανάμεσά τους μια σειρά που έχει τα ακριβώς τα απαιτούμενα χαρακτηριστικά που θα επέτρεπε στον ενδιαφερόμενο να

## Μελέτη και έλεγχος εναέριας κάμερας

σχεδιάσει απλά το κύκλωμα και να αναπτύξει αποτελεσματικά τον απαιτούμενο κώδικα.

Όπως αναφέρει η Microchip PIC αλλά και οι λοιποί κατασκευαστές ενσωματωμένων μικροελεγκτών είναι να παρέχουν φθινό, προγραμματιζόμενο λογικό έλεγχο και διασύνδεση με εξωτερικές συσκευές.

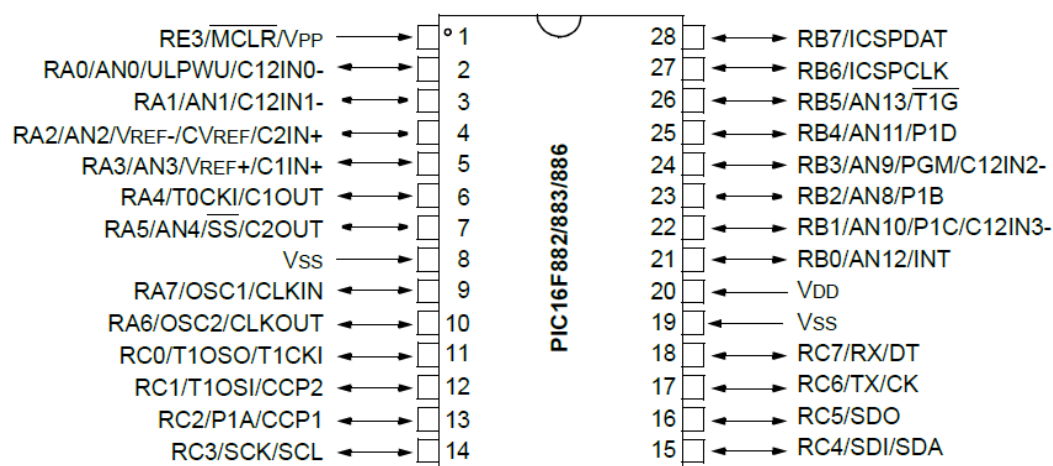
Αυτό ουσιαστικά σημαίνει ότι δεν παρέχουν εξαιρετικά πολύπλοκες λειτουργίες αλλά είναι κατάλληλοι για παρακολούθηση ποικιλίας εισροών, συμπεριλαμβανομένων των ψηφιακών σημάτων, πιέσεις κουμπιών και αναλογικές εισόδους, και να ανταποκρίνονται σε αυτές χρησιμοποιώντας τις προγραμματισμένες εντολές οι οποίες εκτελούνται από το ενσωματωμένο επεξεργαστή του υπολογιστή. Ένας ενσωματωμένος μικροελεγκτής μπορεί να ανταποκριθεί σε αυτές τις εισόδους (inputs) με μια ευρεία ποικιλία των εξόδων (outputs) που είναι κατάλληλες για διαφορετικές συσκευές. Αυτές οι δυνατότητες είναι στη διάθεσή του κοινού σε πολύ λογικό κόστος και χωρίς πολλή προσπάθεια.

Ένα χαρακτηριστικό που κάνει έναν μικροελεγκτή, όπως τον PIC16F887, ιδιαίτερα ελκυστικό και κατάλληλο για απλές εφαρμογές είναι η ιδιότητα της μνήμης του προγράμματος να διαγράφεται και να επαναπρογραμματίζεται μέσω ηλεκτρικών σημάτων. Με άλλα λόγια, η μνήμη προγράμματος είναι ηλεκτρικά διαγραφόμενη και προγραμματιζόμενη (electrically erasable – programmable) και γι' αυτό ονομάζεται Flash EEPROM (η λέξη flash δηλώνει ότι η μνήμη λειτουργεί με υψηλή ταχύτητα κατά τη διαγραφή και τον προγραμματισμό). Δεν απαιτείται, δηλαδή, κάποιο ακριβό μηχάνημα διαγραφής των περιεχομένων της μνήμης με τη βοήθεια υπεριώδους ακτινοβολίας, όπως συμβαίνει με άλλες μνήμες. Έτσι, το ίδιο ολοκληρωμένο κύκλωμα μπορεί να χρησιμοποιηθεί για την ανάπτυξη του πρωτότυπου κυκλώματος και του πιλοτικού προγράμματος, καθώς και για την τελική υλοποίηση του κυκλώματος που θα τεθεί σε χρήση ή και θα παραχθεί μαζικά. Η διαγραφή και ο προγραμματισμός του ολοκληρωμένου μπορούν να γίνουν χιλιάδες φορές. Επιπλέον, ο μικροελεγκτής PIC16F887 έχει τη δυνατότητα να προγραμματίζεται μέσα από εξαιρετικά απλούς προγραμματιστές, δηλαδή κυκλώματα που από τη μια μεριά συνδέονται στη σειριακή ή στη θύρα USB

ενός προσωπικού υπολογιστή και από την άλλη συνδέονται σε ορισμένους από τους ακροδέκτες (pins) του μικροελεγκτή, προκειμένου να προγραμματίσουν τη μνήμη EEPROM. Η εταιρία Microchip διαθέτει λογισμικό για την ανάπτυξη εφαρμογών καθώς και όλες τις απαραίτητες πληροφορίες για τους μικροελεγκτές PIC, στην ιστοσελίδα της στο Διαδίκτυο, στη διεύθυνση <http://www.microchip.com>.

### 2.4.2 Αρχιτεκτονική του Μικροελεγκτή PIC16F887

Όπως όλοι οι μικροελεγκτές PIC, το μοντέλο 16F887 ενσωματώνει την αρχιτεκτονική Harvard, της οποίας όπως είδαμε, βασικό χαρακτηριστικό είναι ο διαφορετικός διάδρομος εντολών και δεδομένων και η συνακόλουθη διαφορά των μνημών προγράμματος και καταχωρητών μεταβλητών. Η αρχιτεκτονική των μικροελεγκτών PIC υπακούσει στους κανόνες της λεγόμενης αρχιτεκτονικής RISC. Ο διάδρομος εντολών έχει εύρος 14 bits. Κάθε εντολή αποτελείται από μία λέξη 14 bits και συνεπώς εκτελείται σε έναν και μοναδικό κύκλο εκτέλεσης, κάτι που αποτελεί βασικό χαρακτηριστικό της αρχιτεκτονικής RISC. Ο διάδρομος δεδομένων έχει εύρος 8 bits.



### 2.3 Ανάλυση Ακροδεκτών PIC16F887

Ο μικροελεγκτής μπορεί να προγραμματιστεί με 35 συνολικά εντολές και με τη βοήθεια δεκαεπτά καταχωρητών ειδικού σκοπού, που αντιστοιχούν σε συγκεκριμένες θέσεις της μνήμης RAM. Κάθε εντολή εκτελείται σε τέσσερις συνολικά κύκλους του εξωτερικού ωρολογιακού σήματος, που συνιστούν έναν κύκλο εκτέλεσης ή κύκλο εντολής (αποκωδικοποίηση εντολής, ανάγνωση τελεστέου καταχωρητή, επεξεργασία δεδομένων και εγγραφή αποτελεσμάτων στον τελικό προορισμό). Έτσι, εάν ο εξωτερικός ταλαντωτής είναι ένας κρύσταλλος με ιδιοσυχνότητα 4MHz, τότε κάθε εντολή θα εκτελείται σε χρόνο 1  $\mu$ s ( $=1/4\text{MHz}$ ).

Ο μικροελεγκτής PIC16F887 διαθέτει 368 bytes μνήμης RAM, όπου ο χρήστης μπορεί να ορίσει μεταβλητές και να αποθηκεύσει δεδομένα. Επίσης έχει τριαντατρείς ακροδέκτες εισόδου/εξόδου, μοιρασμένους σε πέντε θύρες, που ονομάζονται PORTA (6 ακροδέκτες) και PORTB (8 ακροδέκτες), PORTC (8 ακροδέκτες), PORTD (8 ακροδέκτες) και PORTE (3 ακροδέκτες), αντίστοιχα. Διαθέτει τρεις χρονιστές, που λειτουργούν και ως απαριθμητές (Timer0, Timer1, Timer2) κι έναν ακόμη, εσωτερικά ταλαντούμενο χρονιστή, που επιτηρεί και επαναφέρει τον μικροελεγκτή, σε περίπτωση που βρεθεί εκτός ελέγχου. Ο τελευταίος χρονιστής ονομάζεται WDT ή Watchdog Timer.

Παρακάτω θα αναφερθούμε με κάποια λεπτομέρεια στον χρονιστή Timer0 (8-bits). Η μνήμη προγράμματος (EEPROM) του μικροελεγκτή 16F887 έχει χωρητικότητα 2K ή 2048 bytes. Εκτός από τη μνήμη αυτή, ο 16F887 διαθέτει άλλα 64 bytes μνήμης EEPROM, τα οποία προορίζονται για τη μόνιμη αποθήκευση δεδομένων.

### 2.4.3 Οργάνωση της Μνήμης RAM

Ένα βασικό θέμα που πρέπει να καταλάβει κανείς, προκειμένου να εργαστεί με κάποιον μικροελεγκτή είναι η δομή της μνήμης RAM. Στον μικροελεγκτή PIC16F887 η μνήμη RAM είναι ένας πίνακας τεσσάρων σελίδων, 128 θέσεων η κάθε μια. Η πρώτη σελίδα ξεκινά από τη διεύθυνση 0x000 και φτάνει στη διεύθυνση 0x07F (0 έως 127 στο δεκαδικό). Η πρόσβαση στις θέσεις αυτές και η αλλαγή του περιεχομένου τους γίνεται αποκλειστικά μέσω εντολών.

Δηλαδή, η μνήμη RAM δεν «φορτώνεται» από περιφερειακές διατάξεις, όπως συμβαίνει στους «κανονικούς» υπολογιστές.

Η εταιρία Microchip ονομάζει τις θέσεις μνήμης «αρχεία καταχωρητών» (files ή registers) και όταν αναφέρεται σ' αυτές, στις διάφορες εντολές της συμβολικής γλώσσας, χρησιμοποιεί το γράμμα f. Κάθε θέση μνήμης αποτελείται από 8 bits.

Αφού η μνήμη δεδομένων του PIC16F887 αποτελείται από τέσσερα τμήματα

(banks 0-3), με μέγεθος 128 Bytes το καθένα, η συνολική της χωρητικότητα είναι 512 Bytes. Το κάθε τμήμα (σελίδα) μνήμης αποτελείται τόσο από καταχωρητές γενικού όσο και ειδικού σκοπού.

Οι πρώτες θέσεις μνήμης αντιστοιχούν σε εσωτερικούς καταχωρητές, που ρυθμίζουν εσωτερικές λειτουργίες του μικροελεγκτή (Καταχωρητές ειδικού σκοπού - Special Function Registers). Μερικοί από τους καταχωρητές ειδικού σκοπού χρησιμοποιούνται για τον έλεγχο του πυρήνα του PIC ενώ άλλοι για τον έλεγχο των περιφερειακών του. Η τιμή τους μπορεί να αλλάξει μέσω εντολών, αλλά ο καθένας καταλαμβάνει συγκεκριμένη θέση στον πίνακα μνήμης RAM. Στις πρώτες αυτές θέσεις δεν μπορούμε να αποθηκεύσουμε δικές μας μεταβλητές. Οι επόμενες θέσεις (368 συνολικά στον PIC16F887), αντιστοιχούν στην περιοχή Καταχωρητών Γενικού Σκοπού (General Purpose Registers ή GPR). Αυτή είναι η περιοχή όπου μπορούμε να δηλώσουμε και να αποθηκεύσουμε τις δικές μας μεταβλητές.

### **2.4. Οι εντολές των μικροελεγκτών PIC**

Όπως αναφέρθηκε, οι μικροελεγκτές PIC διαθέτουν ένα περιορισμένο σύνολο από 35 εντολές, που η κάθε μια αποτελείται από 14 bits. Επειδή και ο διάδρομος εντολών έχει μήκος 14 bits κάθε εντολή μπορεί να εκτελεστεί σε έναν μοναδικό κύκλο εκτέλεσης.

Οι εντολές των ελεγκτών PIC μπορούν να χωριστούν σε τέσσερις κατηγορίες.

#### **1. Αριθμητικές εντολές**

## Μελέτη και έλεγχος εναέριας κάμερας

### 2. Ελέγχου εκτέλεσης

### 3. Ελέγχου του μικροεπεξεργαστή

### 4. Χειρισμού των bit των καταχωρητών

Η πρώτη κατηγορία αποτελείται από τις «αριθμητικές» εντολές, που περιλαμβάνουν τη πράξη της πρόσθεσης και της αφαίρεσης ανάμεσα στα περιεχόμενα καταχωρητών, καθώς και πράξεις αύξησης ή μείωσης των τιμών τους και πράξεις σε επίπεδο bit.

Στην επόμενη κατηγορία εντολών, ανήκουν οι εντολές «ελέγχου εκτέλεσης». Αυτές, τις αποτελούν οι εντολές άλματος (goto), κλήσης υπορουτίνας (call) και οι εντολές επιστροφής (return) από κάποια υπορουτίνα, καθώς επίσης και οι εντολές διακλάδωσης υπό συνθήκη (btfss, btfsc, decfsz κλπ).

Στην επόμενη κατηγορία ανήκουν οι εντολές «ελέγχου του μικροεπεξεργαστή». Οι εντολές αυτές επηρεάζουν βασικά τη λειτουργία του επεξεργαστή και τα κυκλώματα που συσχετίζονται με αυτόν (π.χ. clrwdt, sleep, clrf).

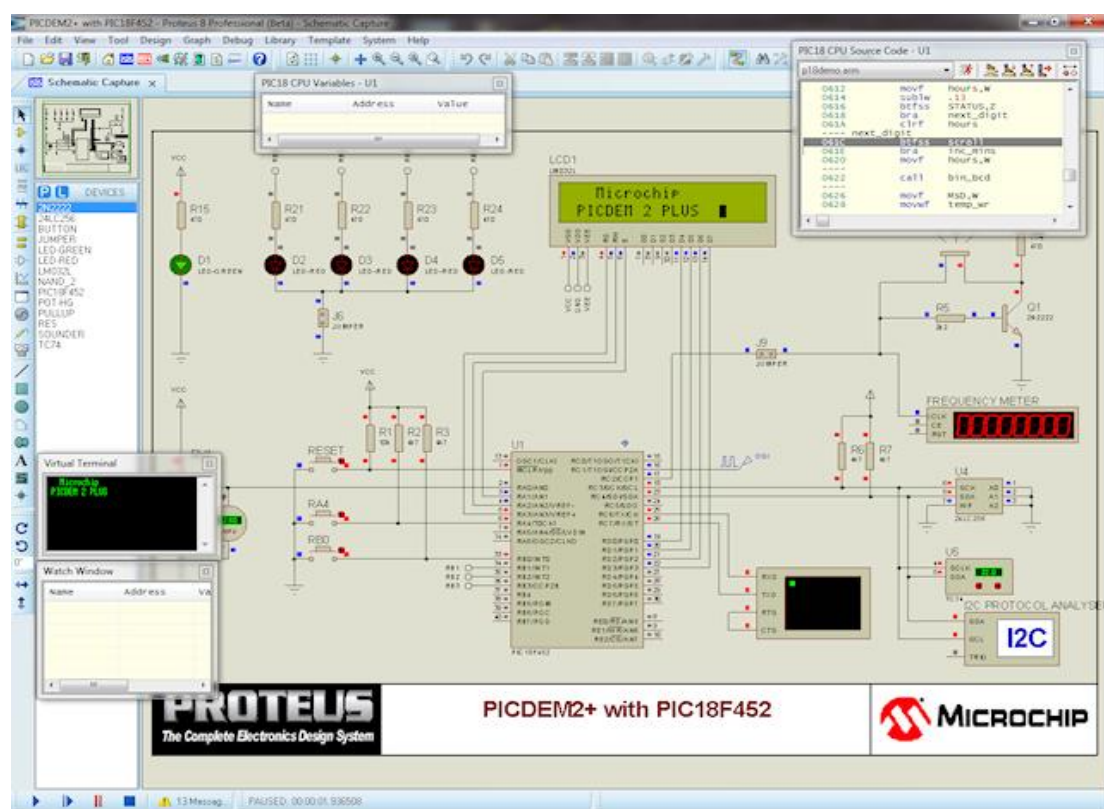
Η τελευταία κατηγορία αποτελείται από τις εντολές «χειρισμού των bit των καταχωρητών» (τοποθέτηση ή μηδενισμός bit). Με τις εντολές αυτές ελέγχουμε άμεσα, κάθε ένα ξεχωριστό bit των καταχωρητών. Η πιο προφανής χρήση των εντολών αυτών είναι ο άμεσος έλεγχος επιμέρους κυκλωμάτων και ακροδεκτών του μικροελεγκτή.



## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 3

### 3 Πρόγραμμα Proteus

Proteus 8 είναι ένα λογισμικό προσομοίωσης για διάφορα σχέδια με μικροελεγκτή. Είναι κυρίως δημοφιλής λόγω της μεγάλης βιβλιοθήκης μικροελεγκτών σε αυτό. Γι 'αυτό είναι ένα εύχρηστο εργαλείο για να ελέγχουμε τα προγράμματα και τα ενσωματωμένα σχέδια σε μια ηλεκτρονική προσομοίωση. Μετά την προσομοίωση κυκλώματος στο Proteus μπορούμε να κάνουμε απευθείας σχεδιασμό σε PCB.



#### 3.1 Παράδειγμα σχεδίου στο Proteus

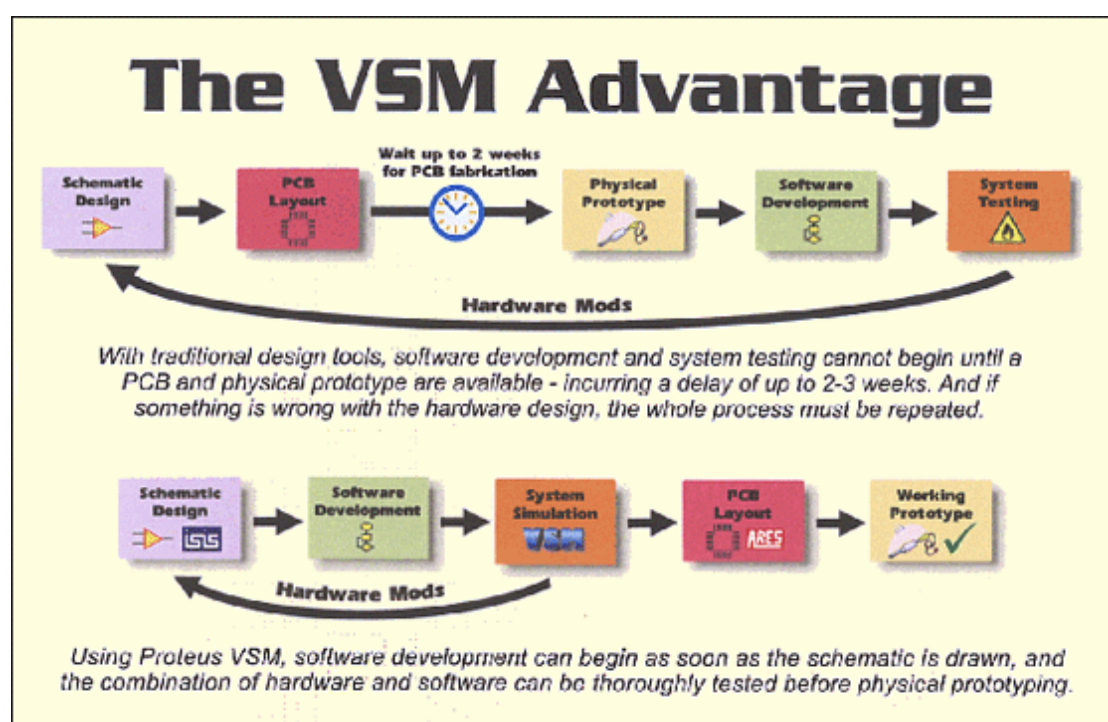
Το Proteus Design Suite είναι εντελώς μοναδικό στο να προσφέρει τη δυνατότητα να συν-προσομοιώσουμε τόσο σε υψηλό όσο και σε χαμηλό επίπεδο τον κώδικα του μικρο-ελεγκτή, στο πλαίσιο της μικτής κατάστασης κυκλώματος προσομοίωσης SPICE. Με αυτή την Εικονική Εγκατάσταση Μοντελοποίησης Συστήματος, μπορούμε να μεταμορφώσουμε τον κύκλο του σχεδιασμού των προϊόντων μας, αποκομίζοντας τεράστια οφέλη που από την

## Μελέτη και έλεγχος εναέριας κάμερας

άποψη της μείωσης του χρόνου διάθεσης στην αγορά και χαμηλότερο κόστος της ανάπτυξης.

Αν ένα άτομο σχεδιάζει το υλικό και το λογισμικό στη συνέχεια μπορεί να έχει όλα τα οφέλη αλλαγής του σχεδιασμού του υλικού και μπορεί να αλλάξει εύκολα το σχεδιασμό του λογισμικού. Σε μεγαλύτερους οργανισμούς, όπου οι δύο ρόλοι διαχωρίζονται, οι σχεδιαστές λογισμικού μπορούν να ξεκινήσουν τις εργασίες το συντομότερο χωρίς να έχει ολοκληρωθεί ο σχηματικός σχεδιασμός. Δεν υπάρχει καμία ανάγκη για να περιμένει μέχρι να υφίσταται ένα φυσικό πρωτότυπο.

Εν ολίγοις, το Proteus VSM βελτιώνει την απόδοση, την ποιότητα και την ευελιξία σε όλη τη διαδικασία σχεδιασμού.



### 3.2 Διάγραμμα ροής λειτουργίας εικονικής μοντελοποίησης

### **3.1 Τι είναι το Proteus VSM ;**

Η Proteus Εικονική Μοντελοποίηση (VSM) συνδυάζει μεικτά κύκλωμα προσομοίωσης , κινούμενα εξαρτήματα και μοντέλα μικροεπεξεργαστή για τη διευκόλυνση της συνεργασίας προσομοίωσης του μικροελεγκτή με βάση τα σχέδια. Για πρώτη φορά, είναι δυνατό να αναπτυχθούν και να δοκιμάσουν τέτοια σχέδια .

Για τους μηχανικούς το Proteus VSM γεφυρώνει το χάσμα στον κύκλο σχεδιασμού μεταξύ της σχηματικής σύλληψης και της διάταξης PCB. Μας επιτρέπει να γράψουμε και να εφαρμόσουμε το firmware σε έναν σύνολο εξαρτημάτων με τον μικροελεγκτή στο σχέδιο και να συν-προσομοιώσουμε το πρόγραμμα σε ένα κύκλωμα προσομοίωσης SPICE μεικτής λειτουργίας.

Αυτό είναι δυνατό επειδή μπορούμε να αλληλεπιδράσουμε με τον σχεδιασμό, χρησιμοποιώντας LCD οθόνες ,ενεργοποιητές όπως διακόπτες και κουμπιά.

Το Proteus VSM παρέχει επίσης εκτεταμένες εγκαταστάσεις, συμπεριλαμβανομένων εντοπισμού σφαλμάτων σημεία διακοπής, ενιαία αναβάθμιση και μεταβλητές επιδείξεως τόσο για κώδικα assembly και υψηλού επιπέδου γλώσσα.

### **3.2 Debugging**

Το Proteus VSM είναι μοναδικό στην ικανότητα του να τρέχει σε πραγματικό χρόνο προσομοιώσεις των ολοκληρωμένων συστημάτων μικροελεγκτή, η πραγματική του δύναμη προέρχεται από την ικανότητα του να εκτελέσει αυτές τις προσομοιώσεις ανά βήματα. Αυτό λειτουργεί όπως κάθε πρόγραμμα εντοπισμού σφαλμάτων αλλά με την διαφορά ότι μπορούμε να παρατηρήσουμε την επίδραση στο σύνολο του σχεδιασμού, συμπεριλαμβανομένων όλων των εξωτερικών ηλεκτρονικών στον μικροελεγκτή.

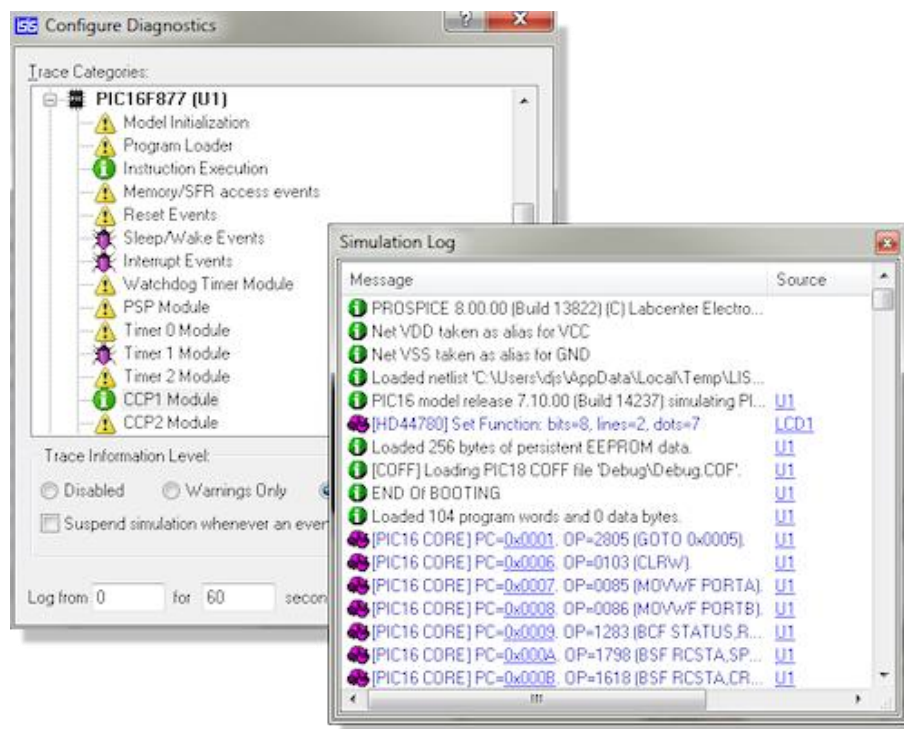
Επιπρόσθετα εκτός από το παραδοσιακό debugging όπου ορίζουμε σημεία διακοπής (breakpoints) στον κώδικα και στην συνέχεια βήμα βήμα ενεργοποιούνται, το Proteus μας επιτρέπει να ορίσουμε σημεία διακοπής στο σχέδιο μας έτσι ώστε μια κατάσταση υλικού μπορεί να προκαλέσει ένα σημείο διακοπής. Αν ένα πρόβλημα προκληθεί ως σφάλμα υλικού στην συνέχεια χρησιμοποιώντας σημεία διακοπής θα διακοπή η προσομοίωση . Για παράδειγμα αν ακατάλληλοι χαρακτήρες εμφανίζονταν στην οθόνη LCD καθορίζοντας ένα σημείο διακοπής υλικού σε κάποια γραμμή κώδικα , θα ήταν ένα καλό σημείο για να γίνει έρευνα σφαλμάτων.

Ένα άλλο σημαντικό εργαλείο στην διάθεση μας για εντοπισμό σφαλμάτων βήμα βήμα είναι το watch window. Αυτό μας επιτρέπει να δούμε σε ένα παράθυρο καταχωρητές και/ή διευθύνσεις καθώς και μεταβλητές . Έτσι μπορούμε να βάλουμε σημεία διακοπής σε λογικές συνθήκες για κάθε αντικείμενο που προσθέτουμε στο watch window πραγματοποιώντας έναν timer υπερχείλισης.

### **3.3 Diagnostic Messaging**

Το Proteus είναι εξοπλισμένο με σύνολο διαγνωστικών μηνυμάτων. Αυτό μας επιτρέπει να καθορίσουμε ποια στοιχεία ή περιφερειακά επεξεργαστή είναι εκτός ενδιαφέρον σε κάθε δεδομένη στιγμή και να λαμβάνουμε λεπτομερείς αναφορές του κειμένου όλων των δραστηριοτήτων και την αλληλεπίδραση του συστήματος. Με αυτόν τον τρόπο έχουμε μια ανεκτίμητη βοήθεια αποσφαλμάτωσης, η οποία μας επιτρέπει να εντοπίσουμε και να διορθώσουμε τα προβλήματα λογισμικού και υλικού πολύ πιο γρήγορα από ό, τι θα μπορούσαμε, όταν εργαζόμασταν πάνω σε ένα φυσικό πρωτότυπο.

## Μελέτη και έλεγχος εναέριας κάμερας



### 3.3 Παράθυρα διαγνωστικών μηνυμάτων

## 3.4 Σχεδιασμός

Το Proteus VSM χρησιμοποιεί ένα λογισμικό σχηματικής εισόδου που μας προσφέρει το περιβάλλον για την έναρξη του σχεδιασμού και της ανάπτυξης. Το Proteus συνδυάζει την ευκολία χρήσης με ισχυρά εργαλεία επεξεργασίας, έτσι είναι σε θέση να υποστηρίξει σχηματική σύλληψη τόσο για την προσομοίωση όσο και για σχεδιασμό PCB.

Η μονάδα σχηματικής αναπαράστασης μας παρέχει επίσης ένα πολύ υψηλό βαθμό ελέγχου πάνω από το σχέδιο, από την άποψη του πλάτους γραμμής, στυλ γραμματοσειρές, κλπ. Αυτές οι δυνατότητες είναι απαραίτητες για εκμεταλλευτούμε τα κινούμενα σχέδια και τα γραφικά των κυκλωμάτων.

### **3.5 Co-Simulation of Microcontroller Software**

Το πιο συναρπαστικό και σημαντικό χαρακτηριστικό του Proteus VSM είναι η ικανότητά του να μιμηθεί και να αλληλεπιδράσει μεταξύ του λογισμικού που τρέχει σε έναν μικροελεγκτή και κάθε αναλογικών ή ψηφιακών ηλεκτρονικών που συνδέονται με αυτό.

Το μοντέλο Μίκρο-ελεγκτή “κάθεται” στο σχηματικό μαζί με τα άλλα στοιχεία του σχεδιασμού . Μιμείται την εκτέλεση του αντικειμενικού κώδικα μας (κώδικα μηχανής), ακριβώς όπως ένα πραγματικό τσιπ. Αν ο κώδικας προγράμματος γράφει σε μια πόρτα, τα λογικά επίπεδα του κυκλώματος αλλάζουν αναλόγως, και αν το κύκλωμα αλλάζει την κατάσταση των ακροδεκτών του επεξεργαστή, αυτό θα φανεί από τον κώδικα του προγράμματος μας, όπως ακριβώς θα συνέβαινε στην πραγματικότητα.

Τα μοντέλα εικονικών CPU προσομοιώνουν πλήρως θύρες I / O, διακοπές, χρονόμετρα, USARTs και όλα τα άλλα περιφερειακά που υπάρχουν σε κάθε επεξεργαστή που υποστηρίζεται.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 4

### 4.2 Motor controller L298N

Εσωτερικά ο L298N αποτελείται από τέσσερις ανεξάρτητους ενισχυτές ισχύος με 5-V ψηφιακές εισόδους και τέσσερις υψηλού ρεύματος, υψηλής τάσης ενισχυτές ισχύος ικανό να οδηγεί μόνο DC κινητήρες, και τόσο μονοπολικούς και διπολικούς κινητήρες stepper.

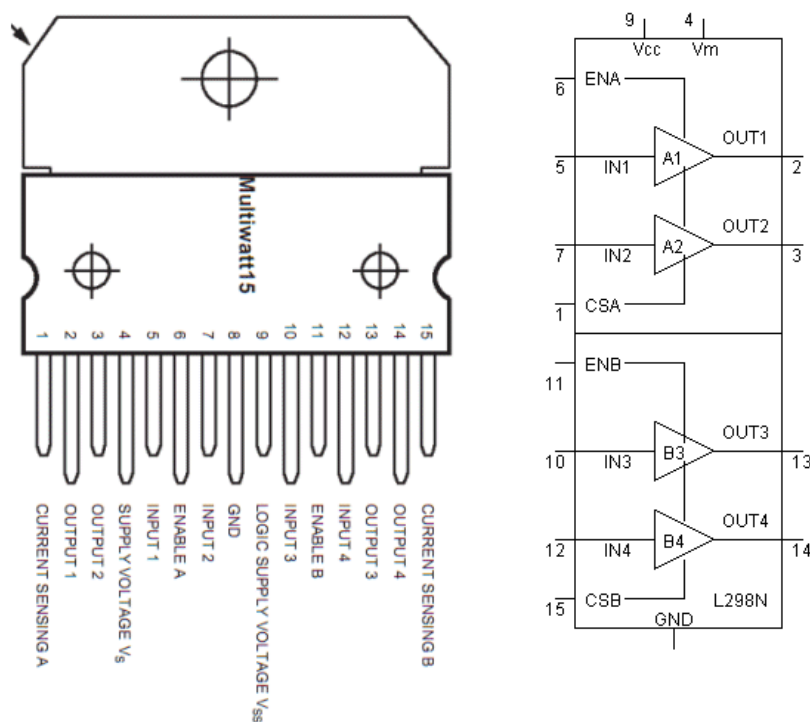


4.1 Ολοκληρωμένο L298N

Οι τέσσερις ενισχυτές που χρησιμοποιούνται συνήθως σε ζεύγη σχηματίζουν ένα Η-γέφυρα να στρέφουν πολικότητα για να ελέγχουν την κατεύθυνση ενός ενιαίου κινητήρα συνεχούς ρεύματος ή ως δύο ζεύγη Η-γέφυρες ένα διπολικού βηματικού κινητήρα.

## Μελέτη και έλεγχος εναέριας κάμερας

Στο παρακάτω σχήμα βλέπουμε το βασικό κύκλωμα L298N που χρησιμοποιείται για την οδήγηση επαγωγικού / μαγνητικά φορτία.



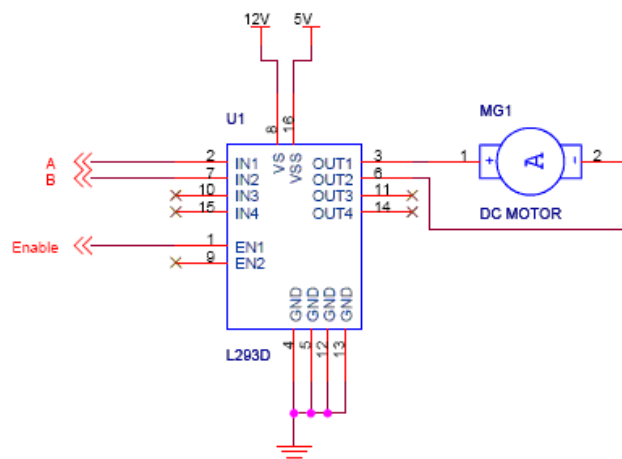
### 4.2 Ανάλυση ακροδεκτών L298N

Οι τέσσερις ενισχυτές ισχύος ομαδοποιούνται σε ζεύγη των δύο με επιμέρους εξόδους (ENA, ENB) και ατομικές έξοδοι αίσθησης (CSA, CSB) για κάθε ζεύγος.

Οι τρέχουσες έξοδοι αίσθησης σε γενικές γραμμές μπορούν να συνδεθούν με το έδαφος, αλλά μπορεί κανείς να εισάγει χαμηλή αξίας, του οποίου η τάση είναι ανάλογη με το ρεύμα μπορούν να συνδεθούν απευθείας μεταξύ τους για να επιτρέψει στα δύο κανάλια ταυτόχρονα ή απλά συνδεδεμένα με 5 V και τα δύο κανάλια κάνοντας άλλες τέσσερις εξόδους ενεργές ανά πάσα στιγμή.

Στην παρακάτω εικόνα βλέπουμε τον πίνακα αληθείας του L298N. Όπως βλέπουμε με το IN1 και IN2 μπορούμε να ελέγχουμε πολύ εύκολα την φορά των μοτέρ την επέκταση και στην σύμπτυξη του νήματος.





**Truth Table**

A	B	Description
0	0	Motor stops or Breaks
0	1	Motor Runs Anti-Clockwise
1	0	Motor Runs Clockwise
1	1	Motor Stops or Breaks

For above truth table, the Enable has to be Set (1). Motor Power is mentioned 12V, but you can connect power according to your motors.

#### 4.3 Πίνακας αληθείας L298N

### 4.3 Γεννώντας παλμούς PWM στον PIC Microcontroller χρησιμοποιώντας CCP Module

Το Pwm (pulse-width modulator) είναι μια τεχνική που χρησιμοποιείται για την παραγωγή αναλογικού σήματος εξόδου χρησιμοποιώντας ψηφιακά σήματα. Συνήθως χρησιμοποιείται για τον έλεγχο ισχύος που παραδίδεται σε έλεγχο ταχύτητας φορτίου, με κινητήρα ,δημιουργώντας αναλογικά επίπεδα τάσης για την παραγωγή αναλογικών κυματομορφών.

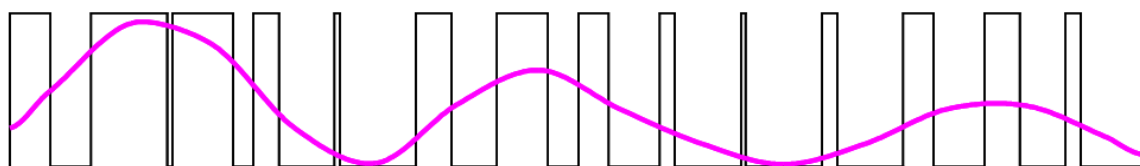
Τα CCP Modules είναι διαθέσιμα σε μια σειρά από PIC μικροελεγκτές. CCP σημαίνει Capture/Compare/PWM , Καταγραφή /Σύγκριση /Παλμός. Χρησιμοποιώντας το pwm module είναι πολύ πιο εύκολο και αποδοτικό από το να χρησιμοποιούμε επιπλέον κυκλώματα για να παράγουμε παλμούς. Η

MicroC για PIC μικροελεγκτές μας παρέχει μια βιβλιοθήκη για pwm που καθιστά το έργο μας πιο απλό.

#### 4.4 Πως δουλεύει το pwm;

Ο διαμορφωτής πλάτους παλμού (pulse-width modulator) είναι ο πιο συνηθισμένος τρόπος να δημιουργούμε αναλογικές εξόδους από ψηφιακές συνιστώσες. Ένα Pwm αντικαθιστά ένα ψηφιακό αναλογικό μετατροπέα (DAC) που παράγει αναλογικό ρεύμα ή τάση ανάλογη προς την ψηφιακή είσοδο.

Όπως υποδηλώνει το όνομα ένα Pwm παράγει μια σειρά από σταθερή τάση ή ρεύμα ψηφιακών παλμών με πλάτος παλμού ή κύκλων λειτουργίας που είναι ανάλογη με την προβλεπόμενη αναλογική δύναμη. Η σειρά των διαμορφωμένων παλμών μπορεί να μετατραπεί σε μια αναλογική τάση με ένα φίλτρο χαμηλής διέλευσης ,αλλά αυτό δεν είναι απαραίτητο. Γενικά ένα αναλογικό σήμα έχει μέγιστο πλάτος ,ελάχιστο πλάτος και πολλές ενδιάμεσες τιμές. Αντίθετα ο Pwm έχει μόνο δυο τιμές μέγιστη και ελάχιστη . Στην παρακάτω εικόνα βλέπουμε ένα αναλογικό σήμα και το ισοδύναμο τετραγωνικό παλμό.



4.4 Παλμός PWM

Για να μετατρέψουμε ένα αναλογικό σήμα σε ψηφιακό, το αναλογικό πρώτα δειγματοληπτείτε σε μια φέρουσα συχνότητα. Για μια δεδομένη περίοδο του δείγματος ,η περιοχή κάτω από το αναλογικό σήμα ισούται με την περιοχή κάτω από τον παλμό pwm. Η βασική αρχή πίσω από το pwm είναι ότι ένας

## Μελέτη και έλεγχος εναέριας κάμερας

βραχύς παλμός με μέγιστο πλάτος έχει ενέργεια ισοδύναμη με ένα συνεχές αναλογικό σήμα σε χαμηλότερη ένταση.

Η παρακάτω απλή εξίσωση προσδιορίζει την απαιτούμενη συχνότητα δείγματος για ένα κύκλωμα PWM.

$$F_{SAMPLE} = 2 \times F_{RANGE}$$

Όπου το  $F_{sample}$  είναι ο ρυθμός με τον οποίο το αναλογικό σήμα διαιρείτε σε ψηφιακά πακέτα, και το  $F_{range}$  είναι η μέγιστη αναλογική συχνότητα που θα αναχαραχτεί από το PWM. Το επόμενο βήμα είναι να παράγουμε ένα ρολοί για να οδηγήσει τις διακριτές τιμές του PWM.

Η παρακάτω εξίσωση καθορίζει την συχνότητα του PWM.

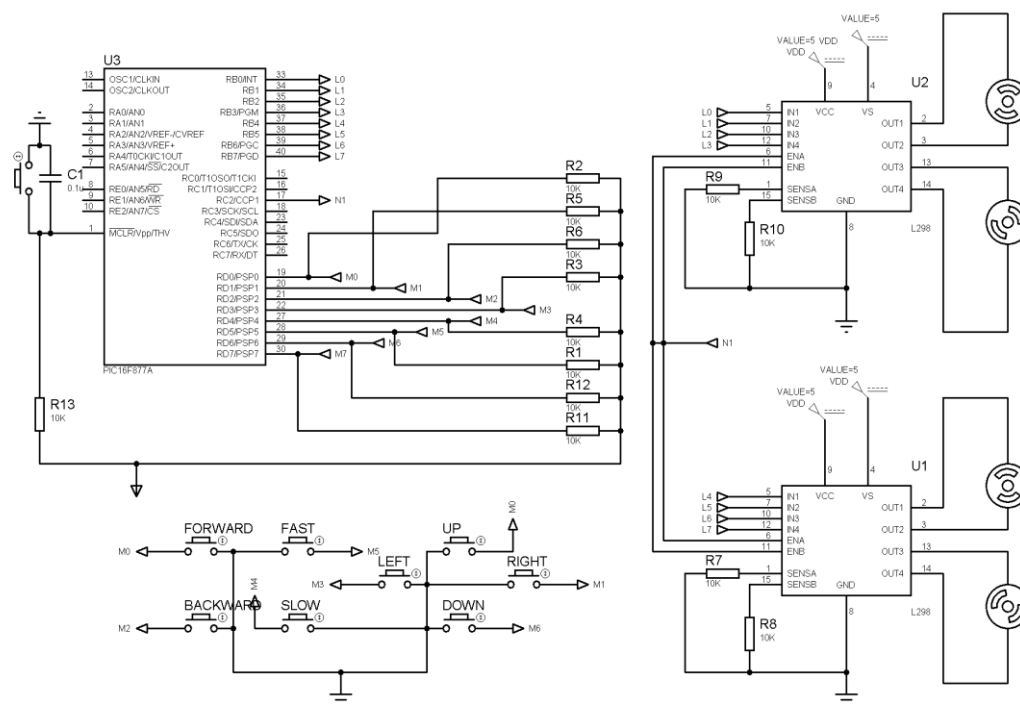
$$F_{PWM} = 2 \times F_{RANGE} \times R$$

Όπου το  $F_{PWM}$  είναι η συχνότητα του ρολογιού διαιρεμένη, το PWM τμήμα και R η ανάλυση. Η ανάλυση προέρχεται από τον πολλαπλασιασμό  $2N$  όπου N ο αριθμός των bits στο ψηφιακό stream λέξεων.

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 5

### 5 Σχεδιάζοντας το σύστημα κίνησης της εκρεμμούς κάμερας στο Proteus

Όπως έχουμε αναφέρει επιλέξαμε τον Pic 16F887 λόγω των CCP modules (*Capture/Compare/PWM*) και το μεγάλο εύρος των pins που έχει ο συγκεκριμένος μικροελεγκτής . Με αυτή την επιλογή μπορούμε εύκολα να ρυθμίσουμε ταχύτητες στα Motor μας μέσω του pwm και να τοποθετήσουμε στις θήρες PORTB τα απαραίτητα πλήκτρα για τον χειρισμό των κινήσεων .

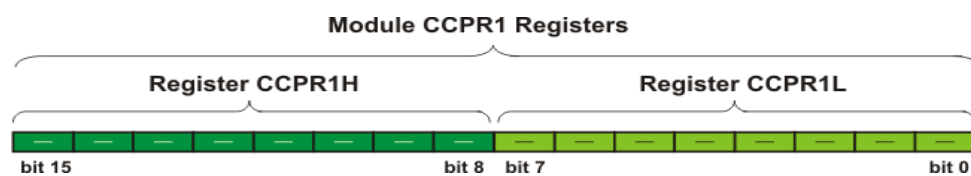


5.1 Σχέδιο της πτυχιακής στο Proteus

Λόγω του ότι υπάρχει μεγάλος αριθμός καλωδίων και το σχέδιο του κυκλώματος δεν θα ήταν ξεκάθαρο . Αποφασίσαμε να χρησιμοποιήσουμε τα Terminals για τις ενώσεις των μερών. Με αυτόν τον τρόπο έχουμε ένα καθαρό σχέδιο και είναι πιο εύκολη η διαδικασία ανάγνωσης του. Κατά την επιλογή ενός Terminal υπάρχει ένα input και ένα output καθώς και ένα label που διευκρινίζει να μέρη που διασυνδέονται

## Μελέτη και έλεγχος εναέριας κάμερας

Τα δυο modules είναι πανομοιότυπα με την διαφορά ότι μόνο το CCP1 έχει pwm. Έτσι στο CCP1 module πολύ εύκολα μπορούμε να ελέγξουμε την ταχύτητα όλων των μοτέρ μαζί. Όπως βλέπουμε παρακάτω η έξοδος RC2-CCP1 (n1 terminal) στέλνει τα σήματα συχνοτήτων στα ENA και ENB των δυο Lm298



5.2 Σχήμα καταχωρητή CCPR1

Όπως βλέπουμε στο σχέδιο το κάθε button είναι σε σειρά με μια αντίσταση 10kΩ και στην συνέχεια όλα μαζί στην γείωση. Όταν πατηθεί το button , το pin εισόδου γίνεται Low . Η τιμή της αντίστασης ελέγχει πόσο ρεύμα θέλουμε να ρέει από VCC, μέσω του κουμπιού, και στη συνέχεια με τη γείωση.

Ο υπολογισμός της τιμής της αντίστασης υπολογίζεται από τον νόμο του Ohm

$$V=R*I$$

Έτσι περιορίζοντας το ρεύμα σε περίπου 2 mA όταν πιέζεται το button στο κύκλωμα παραπάνω, όπου  $V_{cc} = 5V$  θα έχουμε :

$$R=V_{cc}/I = 5v/0.002A = 10KOhms$$

Τα button είναι συνδεδεμένα στις παρακάτω θήρες :

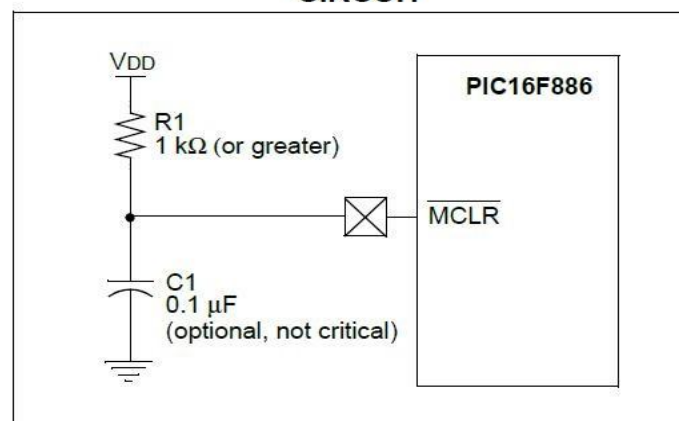
Button Label	Πόρτα	Terminal
Μπροστά	RD0(19)	M0
Δεξιά	RD1(20)	M1
Πίσω	RD2(21)	M2

## Μελέτη και έλεγχος εναέριας κάμερας

Αριστερά	RD3(22)	M3
Μείωση ταχύτητας	RD4(27)	M4
Αύξηση ταχυτητας	RD5(28)	M5
Κάτω	RD6(29)	M6
Πάνω	RD7(30)	M7

Όπως βλέπουμε στο σχέδιο μας έχουμε τοποθετήσει ένα πυκνωτή 0.1  $\mu\text{F}$  παράλληλα με μια ένα button και σε σειρά με μια αντίσταση. Όπως μας προτείνει το datasheet του PIC όταν η συσκευή ξεκινά την κανονική λειτουργία (εξέρχεται από το κατάσταση επαναφοράς – reset ), οι παράμετροι λειτουργίας της συσκευής (δηλαδή, τάση, συχνότητα, θερμοκρασία, κλπ) πρέπει να πληρούνται για να διασφαλίσει τη λειτουργία.

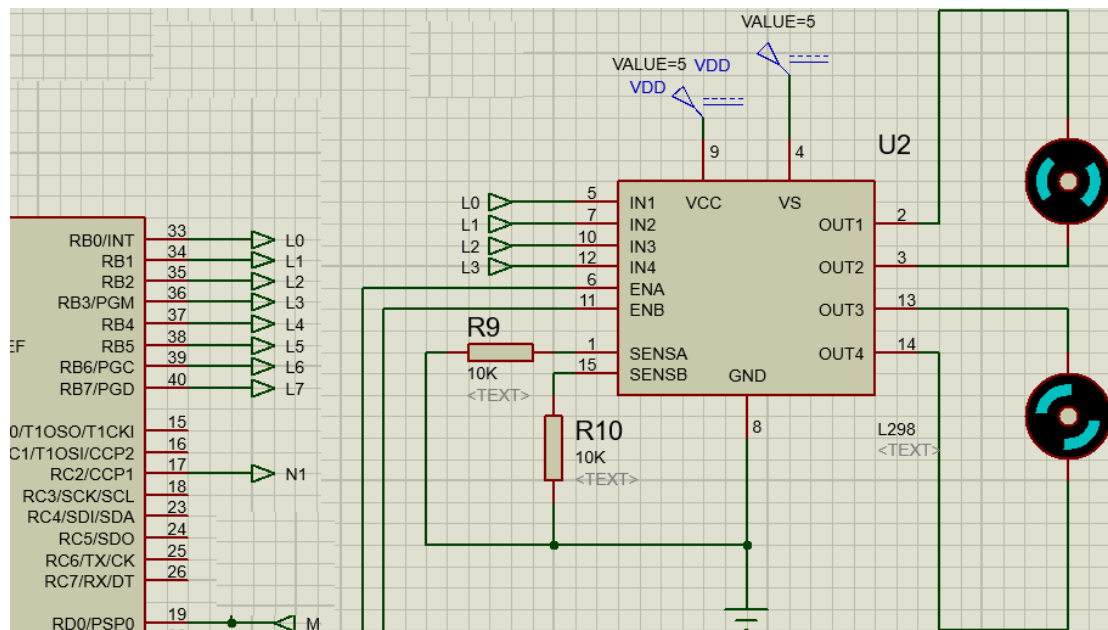
### RECOMMENDED $\overline{\text{MCLR}}$ CIRCUIT



### 5.3 Ακροδέκτης MCLR

Όπως αναφέραμε στην παράγραφο (4.2) στέλνουμε ένα σήμα pwm μέσω της πόρτας RC2/CCP1 στα ENA και ENB των δυο lm298 ώστε να ελέγξουμε τις ταχύτητες των μοτέρ

## Μελέτη και έλεγχος εναέριας κάμερας



5.4 Συνδεσμολογία του LM298 στο Proteus

Ο κάθε lm298 περιέχει δυο γέφυρες 'H' οι οποίες μας βοηθούν στο να κινήσουμε δυο από τα μοτέρ μας δεξιόστροφα ή αριστερόστροφα .

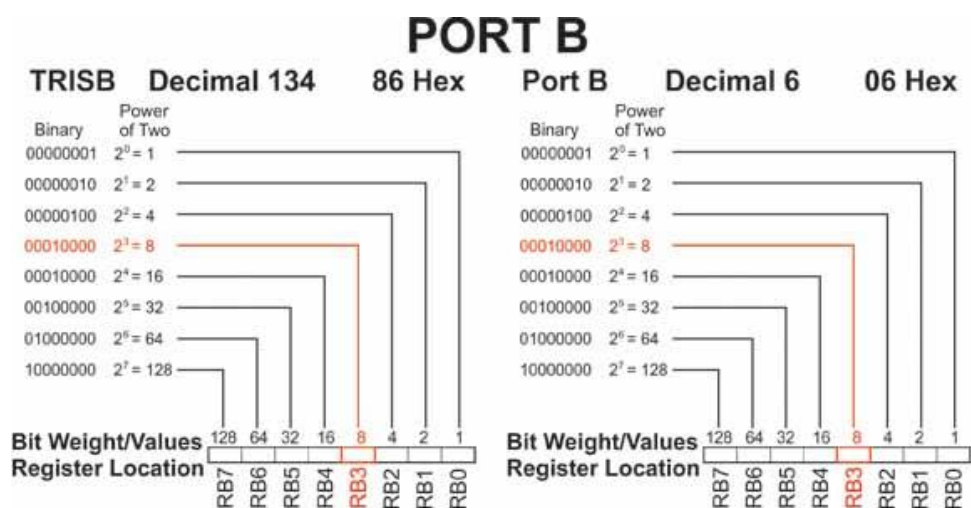
Η λειτουργία της γέφυρας έχει ως εξής:

- Αν και οι δύο είσοδοι είναι στο λογικό μηδέν, ο κινητήρας είναι ακίνητος. Το ίδιο συμβαίνει και αν οι δύο είσοδοι της γέφυρας είναι ασύνδετες (στο αέρα)
- Αν η μία είσοδος είναι στο λογικό ένα και η άλλη στο λογικό μηδέν, ο κινητήρας περιστρέφεται δεξιόστροφα. Αν ισχύει το αντίθετο, κινητήρας περιστρέφεται αριστερόστροφα .

## Επεξήγηση φοράς περιστροφής των μοτέρ

Αριθμός μοτέρ	Περιστροφή κατά την οποία μαζεύει το νήμα
1	Δεξιόστροφα 01
2	Αριστερόστροφα 10
3	Δεξιόστροφα 01
4	Αριστερόστροφα 10

Κατά την αντίθετη φορά αφήνει το νήμα



5.5 Bits της PORT B

## Κινήσεις χειριστηρίου

Πλήκτρο	PORTB Outputs	Φορά περιστροφής των μοτέρ			
		1 moter	2 moter	3 moter	4 moter
Μπροστά	(69)hex - 01101001	δεξιά	αριστερά,	αριστερά	δεξιά
Πίσω	(96)hex – 10010110	αριστερά	δεξιά	δεξιά	αριστερά
Αριστερά	(A5)hex – 10100101	δεξιά	δεξιά	αριστερά	αριστερά
Δεξιά	(5A)hex - 01011010	Αριστερά	Αριστερά	Δεξιά	Δεξιά
Πάνω	(99)hex – 10011001	Δεξιά	Αριστερά	Δεξιά	Αριστερά
Κάτω	(66)hex - 01100110	Αριστερά	Δεξιά	Αριστερά	Δεξιά



## 5.2 Τα μοτέρ που χρησιμοποιήσαμε

### Moter

#### Γενικά για τις ηλεκτρικές μηχανές:

Η ηλεκτρική μηχανή είναι μια διάταξη που μετατρέπει τη μηχανική ενεργεία σε ηλεκτρική και αντίστροφα. Μια τέτοια διάταξη όταν χρησιμοποιείται για τη μετατροπή της ηλεκτρικής ενεργείας σε μηχανική ονομάζεται κινητήρας. Σχεδόν όλοι οι υπάρχοντες κινητήρες μετατρέπουν ενεργεία από τη μια μορφή στην άλλη μέσω της δράσης ενός μαγνητικού πεδίου. Οι ηλεκτρικοί κινητήρες είναι το βασικό εξάρτημα των περισσότερων οικιακών συσκευών. Βρίσκονται στα πλυντήρια, στα ψυγεία, στους καταψύκτες, στα μίξερ και σε άλλες παρεμφερείς οικιακές συσκευές.

Οι ηλεκτρικές μηχανές είναι τόσο συνηθισμένες στην καθημερινή μας ζωή διότι ηλεκτρική ενεργεία είναι μια καθαρή μορφή ενεργείας και μάλιστα πολύ αποτελεσματική. Ένας ηλεκτρικός κινητήρας δεν αποβάλλει καυσαέρια και δεν χρειάζεται συνεχή τροφοδοσία με καύσιμο, πράγμα που τον κάνει κατάλληλο για τους χώρους όπου τα καυσαέρια μπορούν να αποφευχθούν.

#### Αρχή λειτουργίας

Η αρχή λειτουργίας του ηλεκτρικού κινητήρα είναι η δύναμη Laplace. Όταν ένας αγωγός από τον οποίο διαρρέει ηλεκτρικό ρεύμα βρεθεί μέσα σε ένα μαγνητικό πεδίο ασκείται πάνω του δύναμη ίση με:

$$F = I * \lambda * B * \eta\mu\phi$$

Όπου:

- $I$  = Ένταση Ρεύματος

## Μελέτη και έλεγχος εναέριας κάμερας

- $\lambda$  = Μήκος Αγωγού
- $B$  = Ένταση Μαγνητικού πεδίου
- $\varphi$  = η γωνία που σχηματίζει ο αγωγός με τη διεύθυνση των δυναμικών γραμμών ( $B$ )

### Το στρεφόμενο μαγνητικό πεδίο

Αν σε μια μηχανή υπάρχουν δυο μαγνητικά πεδία τότε δημιουργείται ροπή η οποία θα τείνει να ευθυγραμμίσει τα δυο μαγνητικά πεδία. Αν το ένα μαγνητικό πεδίο δημιουργείται από το άστατη μιας ηλεκτρικής μηχανής εναλλασσόμενου ρεύματος και η άλλη από το δρομέα της μηχανής αυτής, τότε η ροπή θα επάγεται στο δρομέα, κάτι που θα κάνει το δρομέα να περιστρέφει και να ευθυγραμμιστεί με το μαγνητικό πεδίο του στάτη. Αν υπήρχε κάποιος τρόπος να περιστρέψουμε το μαγνητικό πεδίο του στατη, τότε η επαγόμενη ροπή στο δρομέα θα τον έκανε να "κυνηγά" συνεχώς το μαγνητικό πεδίο του στατη σε κυκλική κατεύθυνση. Αυτή, εν συντομία, είναι η βασική αρχή λειτουργίας όλων των κινητήρων εναλλασσόμενου ρεύματος . Δηλαδή: αν κάποιο τύλιγμα του σπλισμού της μηχανής τροφοδοτηθεί με ένα τριφασικό σύστημα ρευμάτων που έχουν το ίδιο πλάτος και διαφορά φάσης 120ο μεταξύ τους, στο εσωτερικό της μηχανής θα αναπτυχθεί ένα στρεφόμενο μαγνητικό πεδίο σταθερού πλάτους. Οι τρεις φάσεις του τυλίγματος σπλισμού μιας μηχανής εναλλασσόμενου ρεύματος πρέπει να απέχουν 120ο ηλεκτρικές μοίρες μεταξύ τους.

### Ηλεκτρογεννήτρια - Ηλεκτροκινητήρας

Σε έναν ηλεκτρικό κινητήρα συνεχούς ρεύματος συνυπάρχουν τα φαινόμενα του κινητήρα και της γεννήτριας αφού ουσιαστικά είναι η ίδια μηχανή αλλά με διαφορετική ροή ενέργειας (Μηχανική ενέργεια -> Ηλεκτρική ενέργεια). Συγκεκριμένα η μόνη διαφορά είναι ότι οι ψήκτρες εις μεν την

## Μελέτη και έλεγχος εναέριας κάμερας

ηλεκτρογεννήτρια αποτελούν τους ρευματοδότες, ενώ στον ηλεκτροκινητήρα τους ρευματολήπτες.

Έτσι καθώς ένας κινητήρας αυξάνει τις στροφές λειτουργίας του, δημιουργείται στον αγωγό μία ηλεκτρεγερτική δύναμη η οποία αντιτίθεται στην ηλεκτρεγερτική δύναμη που τροφοδοτεί τον αγωγό. Δηλαδή ο κινητήρας λειτουργεί και σαν γεννήτρια που τροφοδοτεί αντίθετα τον αγωγό, μειώνοντας το ρεύμα που τον διαρρέει.

## Είδη κινήτρων

### Ηλεκτρικοί κινητήρες εναλλασσόμενου ρεύματος

Οι ηλεκτροκινητήρες διακρίνονται σε "συνεχούς ρεύματος" (DC motors) και σε "εναλλασσόμενου ρεύματος" (AC motors). Υπάρχουν δυο βασικές κατηγορίες ηλεκτρικών μηχανών εναλλασσόμενου ρεύματος- οι σύγχρονες και οι επαγωγικές. Οι σύγχρονες ηλεκτρικές μηχανές είναι κινητήρες και γεννήτριες στις οποίες το ρεύμα διέγερσης τροφοδοτείται με επαγωγή στα τυλίγματα της διέγερσης τους. Οι επαγωγικές μηχανές είναι κινητήρες που λειτουργούν μονό με τυλίγματα απόσβεσης και χωρίς κύκλωμα διέγερσης. Στους επαγωγικούς κινητήρες η τάση του δρομέα επάγεται στα τυλίγματα του αντί να προσφέρεται σε αυτό με κάποια ηλεκτρική σύνδεση. Για τις μηχανές εναλλασσόμενου ρεύματος αρχικά θα μελετήσουμε ένα απλό βρόγχο που περιστρέφεται μέσα σε ένα ομοιόμορφο μαγνητικό πεδίο. Ο βρόγχος αυτός είναι η πιο απλή μηχανή που παράγει εναλλασσόμενη ημιτονοειδή τάση. Η περίπτωση αυτή βεβαία δεν αντιπροσωπεύει πραγματική ηλεκτρική μηχανή για στις πραγματικές μηχανές η μαγνητική ροή δεν είναι σταθερή ούτε ως προς το πλάτος ούτε ως προς την κατεύθυνση. Ωστόσο, οι παράγοντες που ελέγχουν την τάση και την ροπή του βρόγχου θα είναι ίδιοι με εκείνους που ελέγχουν την τάση και την ροπή στις πραγματικές ηλεκτρικές μηχανές εναλλασσόμενου ρεύματος. Το περιστρεφόμενο τμήμα μιας ηλεκτρικής μηχανής ονομάζεται δρομέας και το στατό του τμήμα στάτης.

## Ηλεκτρικοί κινητήρες συνεχούς ρεύματος

Οι κινητήρες αυτής της κατηγορίας τροφοδοτούνται από κάποια πηγή συνεχούς τάσης. Από κατασκευαστικής απόψεως, δεν παρουσιάζουν καμία διαφορά σε σχέση με τις γεννήτριες ΣΡ. Βασικό πλεονέκτημά τους αποτελεί η ευκολία ελέγχου της ροπής και της ταχύτητάς τους σε ένα μεγάλο εύρος τιμών.

Όπως είναι ήδη γνωστό, ένας ηλεκτρικός κινητήρας παρέχει μηχανική ισχύ σε μια μηχανή η οποία αποτελεί το “φορτίο” του. Όταν ο κινητήρας περιστρέφεται χωρίς να υπάρχει κάποιο φορτίο συνδεδεμένο, τότε η λειτουργία του χαρακτηρίζεται ως “εν κενώ”.

Όπως και στις γεννήτριες, υπάρχουν οι ακόλουθες κατηγορίες κινητήρων συνεχούς ρεύματος:

- α) Ανεξάρτητης διέγερσης.
- β) Παράλληλης διέγερσης.
- γ) Διέγερσης σειράς.
- δ) Σύνθετης διέγερσης

### Αρχή λειτουργίας των γεννητριών Συνεχούς ρεύματος

Για να λειτουργήσει μια γεννήτρια, πρέπει να πληρούνται οι παρακάτω βασικές συνθήκες:

- α)** Να υπάρχει μαγνητικό πεδίο (B).
- β)** Να υπάρχει αγωγός εντός του μαγνητικού πεδίου, δηλαδή να υπάρχει τύλιγμα στη μηχανή.
- γ)** Να υπάρχει σχετική κίνηση του αγωγού ως προς το μαγνητικό πεδίο ή του πεδίου ως προς τον αγωγό.

## Μελέτη και έλεγχος εναέριας κάμερας

Αποτέλεσμα των παραπάνω συνθηκών είναι η ανάπτυξη ηλεκτρεγερτικής δύναμης (ΗΕΔ) στα άκρα αυτού του αγωγού.

Αυτή η ΗΕΔ προέρχεται από επαγωγή και είναι ανάλογη:

- της μαγνητικής επαγωγής (B) του ομογενούς μαγνητικού πεδίου (σε Tesla ή  $1\text{T} = 1\text{V} \cdot \text{Sm}^2$ ).
- του μήκους ( $\ell$ ) του τμήματος του αγωγού το οποίο βρίσκεται υπό την επίδραση του μαγνητικού πεδίου (ενεργό μήκος σε m).
- της ταχύτητας (u) της μεταβολής της κίνησης του αγωγού (σε m/s).
- του ημίτονου της γωνίας ( $\alpha$ ), η οποία σχηματίζεται μεταξύ των κατευθύνσεων της κίνησης και του μαγνητικού πεδίου.

Η σχέση που δίνει την ΗΕΔ είναι:

$$E = B \cdot \ell \cdot u \cdot \eta_{\text{μα}} \quad (\text{σε V})$$

Η ισχύς που λαμβάνεται από μια γεννήτρια Σ.Ρ. ισούται προς το γινόμενο της τάσης V επί την ένταση I.

$$P = V \cdot I \quad (\text{σε watt}) \quad \text{ή} \quad P = V \cdot I / 1000 \quad (\text{σε KW})$$

όπου:

V = η τάση που επικρατεί στους ακροδέκτες τη στιγμή των μετρήσεων (σε V).

I = η ένταση του παραγόμενου ρεύματος (σε A).

## Χρήση

Η χρήση των ηλεκτροκινητήρων σήμερα είναι ευρύτατα διαδεδομένη από τα μαγνητόφωνα και τα ηλεκτροκίνητα μέσα μεταφοράς, τρόλεϊ, ηλεκτρικοί

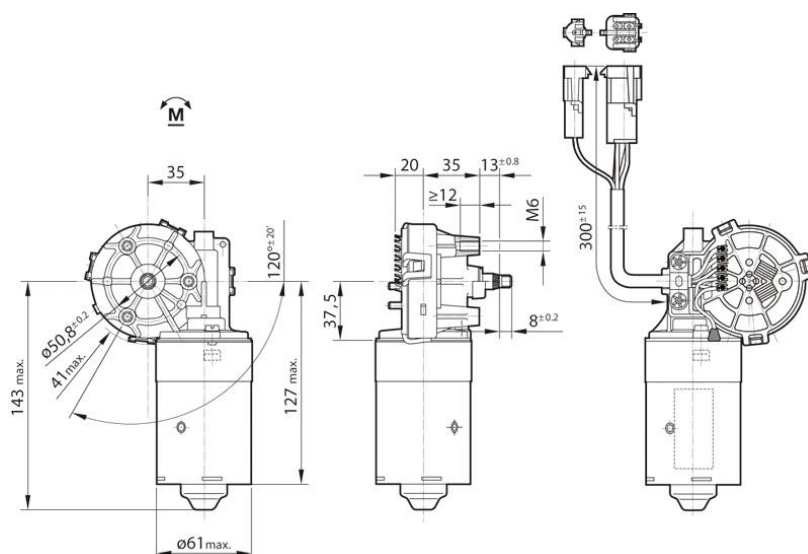
## Μελέτη και έλεγχος εναέριας κάμερας

σιδηρόδρομοι κ.λπ. μέχρι τα υποβρύχια. Οι δε χρησιμοποιούμενοι στις βιομηχανίες είναι εκατοντάδων ίππων.

### Τα μοτέρ μας



5.6 Ηλεκτροκινητήρας συνεχούς



## 5.7 Ανάλυση Ηλεκτροκινητήρα

### Χαρακτηριστικά του μοτέρ

Nominal voltage		$V_n$ 12 V
Nominal power	$P_n$	7/10,4 W
Nominal current		$I_n$ 2 A
Maximum current		$I_{max}$ 7 A
Nominal speed	$n_n$	33/51 $\text{min}^{-1}$
Nominal torque	$M_n$	2 Nm
Breakaway torque	$M_A$	23 Nm
Reduction i		63 :1
Direction of rotation		L
Type of duty		S 1
Degree of protection I		P 23
Weight approx.		1,00 kg

## ΚΕΦΑΛΑΙΟ 6

### 6 Η γλώσσα προγραμματισμού mikroC

Η εταιρεία Mikroelektronika δίνει την δυνατότητα ανάπτυξης κώδικα με διάφορες γλώσσες όπως είναι η C, PASCAL, BASIC. Αυτό δίνει την δυνατότητα για ένα προγραμματιστικό περιβάλλον και ένα μεταγλωττιστή micro C for PIC που συνδυάζει η ιδανικά τις δυνατότητες δομημένου προγραμματισμού της C με τις απευθείας αναφορές στα ονόματα των καταχωρητών και περιφερειακών αρκετών μικροελεγκτών PIC.

Η εγκατάσταση ολοκλήρου του προγράμματος περιέχει τον συντάκτη τον μεταγλωττιστή τις βιβλιοθήκες της γλώσσας προγραμματισμού και τον προσομοιωτή. Η διαδικασία που χρησιμοποιούμε για προγραμματίσουμε ένα μικροελεγκτή είναι η εξής, στο περιβάλλον της micro C προ γραφούμε των κώδικα σε γλώσσα microC στη συνέχεια ο συμβολομετραφραστής του κώδικα το μετατρέπει σε .hex αρχείο και έπειτα προγραμματίζουμε με αυτό το Hex αρχείο το μικροελεγκτή με την πλακέτα της ίδιας εταιρείας μια άλλης.

Ο κώδικας σε γλώσσα microC περιέχει μεταβλητές, σταθερές, δομές δεδομένων ενώ βασίζεται στις αρχές του δομημένου προγραμματισμού. Ακολουθούμε δηλαδή τις γνωστές δομές ακολουθίας, επιλογής και επανάληψης. Το πλεονέκτημα της χρήσης του microC compiler ότι εκτός από τις μεταβλητές μπορούμε να δώσουμε στους καταχωρητές των PIC χρησιμοποιώντας απλά το όνομα τους.



## Μελέτη και έλεγχος εναέριας κάμερας

Παραδείγματα δομών επιλογής και επανάληψης είναι τα παρακάτω

<pre><b>if (x==100)</b>  PORTB=0xFE;</pre>	<pre><b>if (x==100)</b>  PORTB=0xFE;  <b>else</b>  PORTB=0x42;</pre>
<pre><b>if (x==100)</b>  { PORTB=0xFE; //ομάδα εντολών PORTA=0xF2; }</pre>	<pre><b>if (x==100)</b>  { PORTB=0xFE; //ομάδα εντολών PORTA=0xF2; }  <b>else</b>  { PORTB=0xEE; //ομάδα εντολών PORTA=0x22; }</pre>
<pre><b>if (x&gt;0)</b>  PORTB=0x48;  <b>else if (x&lt;0)</b>  PORTB=0x38;  <b>else</b>  PORTD=0x45;</pre>	<pre><b>if (x&gt;0)</b>  {  PORTB=0x48; PORTD=0x33; }  <b>else if (x&lt;0)</b>  {</pre>

## Μελέτη και έλεγχος εναέριας κάμερας

	<pre>PORTB=0x38;  PORTD=0x45;  }  <b>else</b>  PORTD=0x45;</pre>
<pre><b>switch</b> (n)  {  <b>Case 1:</b> // n=1  PORTD=0x38; //ομάδα εντολών  break;  <b>Case 2:</b> // n=2  PORTD=0x48; //ομάδα εντολών  break;  <b>default :</b>  PORTD=0x2A; //ομάδα εντολών  }</pre>	<pre><b>Switch</b> (num)  {  <b>Case 0:</b> return 0x3F;  <b>Case 1:</b> return 0xFF;  }</pre>
<pre><b>for</b> (i=0;, i&lt;10;, i++)  {  PORTB=0x35;  PORTD=0x42;  }</pre>	<p>Ομάδα εντολών και γνωστό πλήθος επαναλήψεων</p>
<pre>i=0;  <b>while</b> (i&lt;10)  {</pre>	<p>Η επανάληψη γίνεται όσο η συνθήκη είναι αληθής.</p> <p>Η επανάληψη τερματίζεται όταν η συνθήκη γίνει ψευδής.</p>

<pre>PORTB=0x35; PORTD=0x42;  i=i+1; }</pre>	<p>Στη δομή του While δεν μπαίνει ερωτηματικό</p>
<pre>i=0;  do { PORTB=0x00; delay_ms(1000);  PORTB=0xFF; delay_ms(1000);  i=i+1;  while (i&lt;=4);</pre>	<p>Η επανάληψη τερματίζεται όταν η συνθήκη είναι αληθής.</p> <p>Η επανάληψη γίνεται όσο η συνθήκη είναι ψευδής.</p> <p>Στη δομή του do...while μπαίνει ερωτηματικό στο τέλος της συνθήκης</p>

## 6.2 Οι Συναρτήσεις της MicroC

- PWM1\_Init(constant long frequency) : Αυτή η συνάρτηση αρχικοποιεί το PWM module με duty ratio 0. Η παράμετρος Frequency είναι η επιθυμητή συχνότητα σε Hz. Πρέπει να είναι αριθμητική σταθερά και όχι μεταβλητή.
- PWM1\_Set\_Duty(unsigned short duty\_ratio) : Αυτή η συνάρτηση χρησιμοποιείται για να καθορίσει το duty cycle του PWM. Η παράμετρος duty\_ratio παίρνει τιμές 0 to 255, δηλαδή 0 σημαίνει 0% , 127 σημαίνει 50% και 255 σημαίνει 100% duty cycle.

## Μελέτη και έλεγχος εναέριας κάμερας

- Η PWM1\_Init() ρουτίνα πρέπει να κληθεί πριν από τις υπόλοιπες συναρτήσεις .
- PWM1\_Start() : αυτή η συνάρτηση ξεκινά PWM εξόδο. PWM1\_Init () πρέπει να κληθεί πριν καλέσουμε αυτή την ρουτίνα.

PWM1\_Stop (): αυτή η συνάρτηση σταματά την PWM έξοδο. PWM1\_Init () must be called before calling this routine. Η PWM1\_Start() πρέπει να κληθεί αλλιώς δεν θα δουλεύει σωστά το pwm module.

### 6.3 Κώδικας σε MicroC

```
void main()
```

```
{ short duty1 = 16; //Initial value for duty
```

```
TRISD = 0xFF; //PORTD as input
```

```
TRISB = 0x00; //PORTB as output
```

```
PWM1_Init(1000); //Initialize PWM1
```

```
PWM1_Start(); //start PWM1
```

```
PWM1_Set_Duty(duty1); //Set current duty for PWM1
```

```
while (1) //Endless loop
```

```
{
```

```
if (PORTD.F0==0) // Κίνηση προς τα εμπρός
```

```
{
```

```
PORTB = 0x69; // 01101001
```

```
}
```

```
if (PORTD.F0==1) //Όλα τα μοτέρ σε κατάσταση αδράνειας
```

## Μελέτη και έλεγχος εναέριας κάμερας

```
{ PORTB = 0x00;
}

if (PORTD.F2==0) //Κίνηση προς τα πίσω
{ PORTB = 0x96; // 10010110
}

if (PORTD.F1==0) //Κίνηση προς τα δεξιά 1011010
{
PORTB = 0x5A;
}
if (PORTD.F3==0) //Κίνηση προς τα αριστερά
{
PORTB = 0xA5; //10100101
}

if (PORTD.F7==0) //Κίνηση προς τα κάτω
{
PORTB = 0x66; // 1100110
}
if (PORTD.F6==0) //Κίνηση προς τα πάνω
{
PORTB = 0x99; // 10011001
}

if ((PORTD.F0==0) && (PORTD.F3==0) )
{
PORTB = 0x65;
}

if ((PORTD.F2==0) && (PORTD.F3==0) )
{
PORTB = 0xA6;
```

## Μελέτη και έλεγχος εναέριας κάμερας

```
}

if ((PORTD.F1==0) && (PORTD.F2==0) )
{
PORTB = 0x56;
}

        if ((PORTD.F1==0) && (PORTD.F0==0) )
{
PORTB = 0x6A;
}

if (PORTD.F5==0) //Checking the button pressed or not
{ Delay_ms(1); duty1++; //Increment duty cycle
PWM1_Set_Duty(duty1); //Change the duty cycle
}

if (PORTD.F4==0) //Checking the button pressed or not
{ Delay_ms(1);
duty1--; //Decrement duty cycle
PWM1_Set_Duty(duty1);
}
Delay_ms(10);
}}
```

## 7 Βιβλιογραφία

1. [http://www.labcenter.com/products/vsm/vsm\\_overview.cfm](http://www.labcenter.com/products/vsm/vsm_overview.cfm)
2. <http://geniusdevils.com/2013/03/what-is-proteus-software/>
3. [http://el.wikipedia.org/wiki/wiki/Ηλεκτρικός\\_κινητήρας](http://el.wikipedia.org/wiki/wiki/Ηλεκτρικός_κινητήρας)
4. <http://www.bosch-ibusiness.com/boaaelmoocs/category/CEP/284/product/883>
5. <http://magnmat.physics.auth.gr/documents/Motors2005.pdf>
6. [http://hlektrologia.weebly.com/uploads/6/7/1/5/6715419/p075\\_164.pdf](http://hlektrologia.weebly.com/uploads/6/7/1/5/6715419/p075_164.pdf)
7. <http://teiserron.gr/index.php?action=dlattach;topic=745.0;attach=902>
8. <https://en.wikipedia.org/wiki/Spidercam>
9. [https://en.wikipedia.org/wiki/Cable\\_robots](https://en.wikipedia.org/wiki/Cable_robots)
10. <https://en.wikipedia.org/wiki/Spidercam>
11. [https://en.wikipedia.org/wiki/Cable\\_robots](https://en.wikipedia.org/wiki/Cable_robots)
12. <http://el.wikipedia.org/wiki/%CE%9C%CE%B9%CE%BA%CF%81%CE%BF%CE%B5%CE%BB%CE%B5%CE%B3%CE%BA%CF%84%CE%AE%CF%82>
13. <http://www.newagepublishers.com/samplechapter/001599.pdf>
14. <http://www.engineersgarage.com/tutorials/difference-between-microprocessor-and-microcontroller>
15. <http://www.engineersgarage.com/microcontroller>
16. <http://www.mikroe.com/chapters/view/65/chapter-2-8051-microcontroller-architecture/>
17. <http://www.microplanet.gr/>
18. [http://en.wikipedia.org/wiki/PIC\\_microcontroller](http://en.wikipedia.org/wiki/PIC_microcontroller)
19. <http://roboengineers.blogspot.gr/2008/04/history-of-pic-microcontrollers.html>
20. <http://www.mikroe.com/chapters/view/1/>
21. <http://www.mikroe.com/chapters/view/11/appendix-a-programming-a-microcontroller/>
22. <http://whatis.techtarget.com/definition/PIC-microcontrollers>
23. <http://cgi.di.uoa.gr/~std04013/>
24. [http://en.wikipedia.org/wiki/History\\_of\\_robots](http://en.wikipedia.org/wiki/History_of_robots)

25. <http://users.sch.gr/jenyk/index.php/robotics>
26. [http://courseware.mech.ntua.gr/ml23419/robotics\\_pdf/intro.pdf](http://courseware.mech.ntua.gr/ml23419/robotics_pdf/intro.pdf)
27. <http://en.wikipedia.org/wiki/Robotics>
28. <https://electrosome.com/pwm-pic-microcontroller/>
29. [http://www.eetimes.com/document.asp?doc\\_id=1274679](http://www.eetimes.com/document.asp?doc_id=1274679)
30. *Xidian University, Xi'an, China., "Stability for Cable-based Parallel Camera Robots with Hybrid Tension-stiffness Properties".2007*
31. *Δ.Μ.ΕΜΙΡΗΣ Δ.Ε ΚΟΥΛΟΥΡΙΩΤΗΣ 3<sup>η</sup> έκδοση - Ρομποτική 2013*