



ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΜΗΧΑΝΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ

ΔΠΜΣ «Συστήματα Αυτοματισμού»

---

# Αυτοματοποιημένο Σύστημα Δισδιάστατης Κίνησης σε Επίπεδο

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

Περδικέας Νικόλαος

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

Ευάγγελος Χριστοφόρου, Αναπληρωτής Καθηγητής Ε.Μ.Π.

Αθήνα, Οκτώβριος 2010

## Περιεχόμενα

Πρόλογος .....	4
Περίληψη .....	5
1. Εισαγωγή.....	7
1.1 Γενικά .....	7
1.1.1 XL, XLT & XLi οδηγοί κίνησης για βηματικό κινητήρα .....	7
1.1.2 Μονάδες Παροχής Ισχύος .....	8
1.2 Περιγραφή των XLi οδηγών κίνησης.....	8
1.2.1 Γενικά .....	8
1.2.2 Μηχανική Εγκατάσταση .....	10
1.3 XL Μονάδα Παροχής Ισχύος .....	12
1.3.1 Φυσικά Χαρακτηριστικά .....	12
1.3.2 Διαστάσεις της XL_PSU .....	12
1.3.3 Πληροφορίες για την τοποθέτηση/εγκατάσταση της XL_PSU.....	13
1.4 Οδηγίες Ασφαλούς Χρήσης και Εγκατάστασης των συστημάτων ελέγχου κίνησης.....	13
2. Περιγραφή της διάταξης.....	15
2.1 Στοιχεία ελέγχου κίνησης.....	15
2.2 ΧΥ Τράπεζα .....	16
2.3 Βηματικοί κινητήρες .....	18
3. Λογισμικό EASI – Tools .....	21
3.1 Λειτουργία Λογισμικού .....	21
3.1.1 Επικοινωνία με ένα Οδηγό Κίνησης .....	21
3.1.2 Ρύθμιση του Οδηγού Κίνησης .....	22
3.1.3 Επιπλέον επιλογές διαμόρφωσης .....	22
3.2 Έλεγχος των XLi βηματικών οδηγών κίνησης .....	24

3.2.1	Περιγραφή Εντολών .....	25
3.2.2	Σύνταξη Εντολών.....	25
3.2.3	Ιδιότητες των εντολών .....	26
3.2.4	Δομή κώδικα εντολών .....	28
3.3	Έλεγχος της κίνησης με Χρήση των εντολών του Λογισμικού EASI-Tools.	29
3.3.1	Τύποι κίνησης .....	29
3.3.2	Προφίλ (κατανομή) κίνησης .....	30
4.	Έλεγχος κίνησης αξόνων.....	33
5.	Βιβλιογραφία .....	39
6.	Παράρτημα .....	40
	Παράρτημα Α (Προδιαγραφές) .....	40
	Παράρτημα Β .....	43
	Παράρτημα Γ (Εντολές).....	47
	Εικόνα 1: Drives XL25i/XL50i. ....	9
	Εικόνα 2: XL80i.....	9
	Εικόνα 3:Διαστάσεις XL25i/XL50i. ....	11
	Εικόνα 4: Διαστάσεις XL80i.....	11
	Εικόνα 5: Κιβώτιο μιας μονάδας XL_PSU. ....	12
	Εικόνα 6: Διαστάσεις XL_PSU. ....	13
	Εικόνα 7: ΧΥ Τράπεζα.....	18
	Εικόνα 8: Διαμόρφωση θύρας επικοινωνίας .....	21
	Εικόνα 9: Επιλογή αξόνων συστήματος .....	22
	Εικόνα 10: Περιστροφή άξονα εξόδου κινητήρα σε βήματα ανά περιστροφή. ....	23
	Εικόνα 11: Ρύθμιση ρεύματος κινητήρα και αυτόματη μείωση ρεύματος σε περίπτωση αναμονής. ....	23
	Εικόνα 12: Ρύθμιση ορίων .....	24
	Εικόνα 13: Απλή μορφή σύνταξης εντολών .....	26
	Εικόνα 14: Εντολές με παραμέτρους.....	26
	Σχήμα 1: Στοιχεία ελέγχου κίνησης. ....	15
	Σχήμα 2: Έλεγχος κλειστού βρόχου.....	16
	Σχήμα 3: Στοιχεία ελέγχου κίνησης. ....	16

Σχήμα 4: Βασικό Σύστημα Βηματικού Κινητήρα. ....	19
Σχήμα 5: Διαστάσεις βηματικού κινητήρα. ....	19
Σχήμα 6: Διάγραμμα ροής κώδικα ....	28
Σχήμα 7 Τριγωνική κατανομή .....	31
Σχήμα 8: Τραπεζοειδής κατανομή.....	32
Σχήμα 9: Τραπεζοειδής κατανομή στιγμιαία έναρξη/διακοπή κίνησης. ....	32
Σχήμα 10: Διάγραμμα ροής κώδικα. ....	34

## Πρόλογος

Η παρούσα διπλωματική εργασία μελετά τον αυτοματοποιημένο έλεγχο κίνησης δύο αξόνων στο επίπεδο. Για την κίνηση των αξόνων χρησιμοποιούνται βηματικοί κινητήρες, ενώ ο έλεγχος της κίνησης γίνεται με χρήση ηλεκτρονικών συστημάτων ελέγχου, που περιλαμβάνουν το λογισμικό EASI – Tools και δύο οδηγούς κίνησης (drives) τύπου XL50i, οι οποίοι μετατρέπουν την ηλεκτρική ενέργεια στον κινητήρα σε απόκριση σημάτων ελέγχου που δέχονται από το σύστημα ελέγχου (λογισμικό).

Για την ανάθεση του θέματος, τις πολύτιμες υποδείξεις σε όλη τη διάρκεια της προσπάθειας αυτής, καθώς και για τη δυνατότητα που μου έδωσε να γνωρίσω από κοντά το χώρο της έρευνας που διενεργείται στα πανεπιστημιακά ιδρύματα, εκφράζω την ευγνωμοσύνη μου στον Αναπληρωτή Καθηγητή Ευάγγελο Χριστοφόρου. Η καθοδήγησή του σε επιστημονικό επίπεδο, οι εμπειρίες που αποκόμισα και η εμπιστοσύνη και η εκτίμηση που μου έδειξε υπήρξαν για μένα ιδιαίτερα πολύτιμες.

Τέλος θα ήθελα να ευχαριστήσω την οικογένεια μου για την αμέριστη υποστήριξη, υπομονή και συμπαράστασή τους σε όλη τη διάρκεια της προσπάθειας μου αυτής.

## Περίληψη

Οι βηματικοί οδηγοί κίνησης (drive), μετατρέπουν την ηλεκτρική ενέργεια στον κινητήρα σε απόκριση σημάτων ελέγχου που δέχεται από το σύστημα ελέγχου. Οι βηματικοί κινητήρες έχουν γίνει δημοφιλείς, επειδή μπορούν να ελεγχθούν απευθείας από Η/Υ, μικροεπεξεργαστές ή προγραμματιζόμενους ελεγκτές.

Στην παρούσα εργασία μελετάται ο αυτοματοποιημένος έλεγχος κίνησης δύο αξόνων στο επίπεδο. Η κίνηση των αξόνων μιας ΧΥ τράπεζας, ελέγχεται από δύο βηματικούς οδηγούς κίνησης (XL50i), μέσω ενός συνόλου εντολών υψηλού επιπέδου, οι οποίες παρέχονται από ένα λογισμικό (EASI –Tools).

Αρχικά γίνεται μια περιγραφή των διαφόρων διαθέσιμων τύπων οδηγών κίνησης, που ανήκουν στην κατηγορία των ΧLi, οι οποίοι είναι ευφυείς χαμηλής απαιτούμενης τροφοδοσίας βηματικοί οδηγοί κίνησης, που προσφέρουν μια οικονομικώς αποδοτική λύση για τις εφαρμογές που περιλαμβάνουν φαινόμενα απλών η πολλαπλών αξόνων. Περιγράφονται οι απαιτήσεις εγκατάστασής τους για τη σωστή λειτουργία των συστημάτων, οι συνθήκες περιβάλλοντος για την ομαλή και σωστή λειτουργία τους και οι διαστάσεις τους και επιπλέον παρατίθενται πίνακες με ορισμένες από τις κυριότερες προδιαγραφές λειτουργίας τους.

Η διάταξη που χρησιμοποιήθηκε αποτελείται από μια ΧΥ τράπεζα και το βασικό ηλεκτρονικό έλεγχο συστήματος κίνησης, ο οποίος περιλαμβάνει δύο βηματικούς κινητήρες που κινούν τους άξονες, το ρυθμιστή (XL50i οδηγοί κίνησης) και τον ελεγκτή (controller), όπου στην περίπτωση μας ως ελεγκτής χρησιμοποιείται ένας ηλεκτρονικός υπολογιστής και το λογισμικό EASI – Tools.

Το λογισμικό EASI - Tools συνδέεται άμεσα με τους οδηγούς κίνησης και παρέχει ένα σύνολο εντολών για τον έλεγχο της κίνησης. Οι εντολές παρατίθενται κατά αλφαβητική σειρά και για κάθε εντολή δίνεται ο τρόπος σύνταξής της, οι μονάδες μέτρησης εάν υπάρχουν και το εύρος των τιμών που μπορεί να πάρει καθώς και οι ιδιότητές της. Όταν επέλθει η επικοινωνία, μέσω του λογισμικού ρυθμίζεται η λειτουργία των οδηγών κίνησης και ελέγχεται η κίνηση. Ο έλεγχος της κίνησης γίνεται μέσω των εντολών του λογισμικού, όπου με τον έλεγχο της ταχύτητας, της επιτάχυνσης, της απόστασης και της κατεύθυνσης του κινητήρα, μπορούν να δημιουργηθούν διαφορετικά προφίλ κίνησης για συγκεκριμένες εφαρμογές. Οι τύποι κίνησης μπορούν να ρυθμιστούν εκ των προτέρων, έτσι μια κίνηση γίνεται με ελεγχόμενο τρόπο για μια προγραμματισμένη απόσταση.

Τέλος, παρουσιάζεται ο κώδικας που προγραμματίστηκε για τον έλεγχο της επιθυμητής κίνησης των δύο αξόνων της τράπεζας. Ο άξονας Χ εκτελεί μια σύνθετη κίνηση, κινούμενος δεξιά ή αριστερά από την αρχική του θέση,

διανύοντας μια απόσταση προκαθορισμένων βημάτων και επιστρέφει στην αρχική του θέση, ενώ ο άξονας Y κινείται ταυτόχρονα προς μια μόνο κατεύθυνση, διανύοντας με τη σειρά του μια απόσταση προκαθορισμένων βημάτων. Οι δύο άξονες κάθε φορά που καλύπτουν μια συγκεκριμένη απόσταση σταματούν για ορισμένο χρονικό διάστημα. Η διαδικασία αυτή επαναλαμβάνεται για συγκεκριμένο αριθμό επαναλήψεων ώστε οι δύο άξονες να καλύψουν την επιθυμητή απόσταση και να σαρώσουν μια συγκεκριμένη επιφάνεια. Επιπλέον προτείνεται ένας δεύτερος κώδικας για τον έλεγχο της κίνησης των αξόνων, η διαφορά του οποίου συνίσταται στο γεγονός ότι οι δύο άξονες δεν κινούνται ταυτόχρονα και όταν ο κάθε άξονας έχει διανύσει μια συγκεκριμένη απόσταση βημάτων δεν σταματάει να κινείται για ορισμένο χρονικό διάστημα.

# 1. Εισαγωγή

## 1.1 Γενικά

Οι βηματικοί οδηγοί κίνησης (drive), μετατρέπουν την ηλεκτρική ενέργεια στον κινητήρα σε απόκριση σημάτων ελέγχου που δέχεται από το σύστημα ελέγχου. Ο κινητήρας είναι μια συσκευή που παράγει ροπή, η οποία δημιουργείται από την αλληλεπίδραση των μαγνητικών πεδίων του στάτη και του ρότορα και η οποία είναι ανάλογη του ρεύματος και του αριθμού των σπειρών του κάθε πόλου. Έτσι είναι σημαντικό για την οδήγηση του κινητήρα, ο οδηγός κίνησης να δρα ως πηγή ρεύματος, η τάση του ρεύματος είναι σημαντική μόνο για το έλεγχο του ρεύματος. Τα σήματα εισόδου σε ένα βηματικό οδηγό κίνησης είναι το σήμα διεύθυνσης και οι βηματικοί παλμοί [1, 2].

### 1.1.1 XL, XLT & XLi οδηγοί κίνησης για βηματικό κινητήρα

Η κατηγορία των οδηγών κίνησης για βηματικούς κινητήρες, οι οποίοι παρέχονται από το Ηλεκτρομηχανικό τμήμα της Parker Hannifin, πρόσφεραν καινούρια δεδομένα στην οικονομία, για συστήματα και εξοπλισμούς των κατασκευαστών. Προερχόμενοι από την επιτυχημένη σειρά L, οι XL είναι ευρέως χρήσιμοι, χωρίς να υστερούν σε απόδοση.

Η σειρά XL περιλαμβάνει τρεις βασικούς τύπους οδηγών κίνησης. Οι XL οδηγοί κίνησης για ένα απλό άξονα βηματικής κατεύθυνσης, επιτρέπουν τη λειτουργία από έναν ανεξάρτητο ελεγκτή, ενώ η έκδοση XLT για τρεις άξονες, επιτρέπουν την αποθήκευση χώρου σε πολυαξονικά συστήματα. Τέλος οι οδηγοί κίνησης XLi, παρέχουν μια αυτόνομη συσκευή ελέγχου κίνησης, ικανή να επιλύει ένα ευρύ φάσμα εφαρμογών αυτοματοποίησης.

Κοινά χαρακτηριστικά όλων των σειρών βηματικών XL οδηγών κίνησης, είναι το προγραμματιζόμενο ρεύμα του κινητήρα που δεν υπερβαίνει το 50% της μέγιστης τιμής, η αυτόματη μείωση ρεύματος κατά τη διάρκεια της αναμονής, η επιλογή τεσσάρων διακεκριμένων διαστημάτων για την περιστροφή του άξονα εξόδου του κινητήρα μεταξύ 400 και 4000 βημάτων / περιστροφή και η πλήρης προστασία σε περίπτωση βραχυκυκλώματος, υπέρβασης ορίων επιθυμητής τάσης και υπερβολικής ανόδου της θερμοκρασίας. Οι κινήσεις συμμορφώνονται πλήρως με τις ευρωπαϊκές απαιτήσεις LVD (Low Voltage Directive) και EMC όταν εγκαθίστανται σύμφωνα με τις πληροφορίες που περιλαμβάνονται στον οδηγό χρηστών. Όλοι οι τύποι των οδηγών κίνησης, είναι διαθέσιμοι σε τρεις τιμές ρεύματος, δίνοντας μια έξοδο είτε των 2.5A, 5A είτε των 8A αιχμής ανά φάση [1].



## 1.1.2 Μονάδες Παροχής Ισχύος

Οι μονάδες παροχής ισχύος XL-PSU και PL1100 προσφέρουν έναν κατάλληλο τρόπο τροφοδοσίας των XL οδηγών κίνησης. Η XL-PSU έχει ως σκοπό να ενεργοποιήσει μέχρι έξι XL βηματικούς οδηγούς κίνησης (ανάλογα με το φορτίο των αξόνων) και λειτουργεί άμεσα από οποιαδήποτε τάση εναλλασσόμενου ρεύματος μεταξύ 95V και 264V. Για περισσότερες απαιτητικές εφαρμογές, ο μετασχηματιστής/τροφοδοσία ισχύος, PL1100, είναι σε θέση να παρέχει μέχρι 14A σε 80V DC (Direct Current).

Η XL-PSU μπορεί να τροφοδοτεί μέχρι έξι άξονες των 2.5A, τρεις άξονες των 5A ή δύο άξονες των 8A, θεωρώντας χαρακτηριστικούς κύκλους λειτουργίας, ενώ το PL1100 μπορεί να τροφοδοτήσει μέχρι εικοσιτέσσερις άξονες των 2.5A, δώδεκα άξονες των 5A ή οκτώ άξονες των 8A, πάλι με τους χαρακτηριστικούς κύκλους λειτουργίας [1].

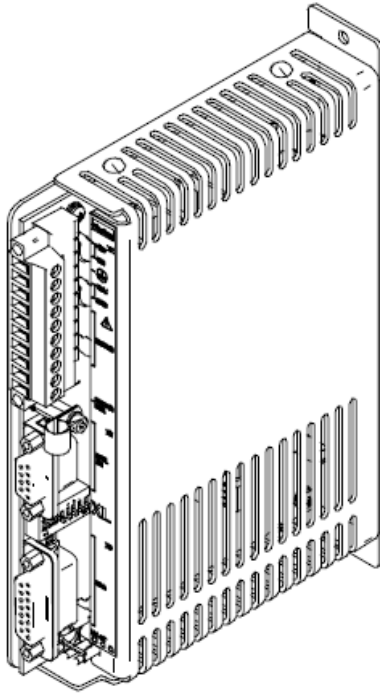
## 1.2 Περιγραφή των XLi οδηγών κίνησης

### 1.2.1 Γενικά

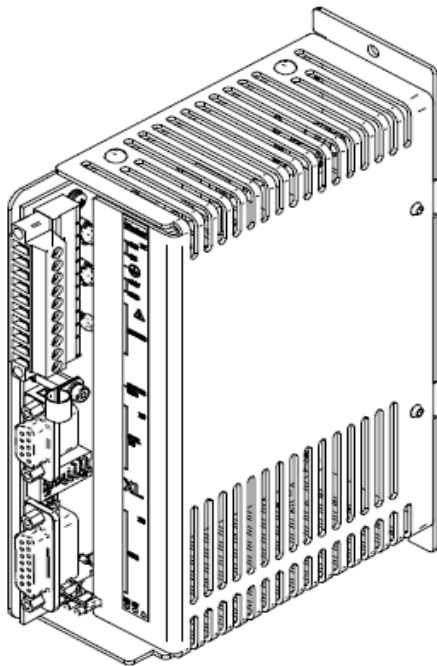
Οι XL25i, XL50i και XL80i, είναι ευφυείς χαμηλής απαιτούμενης τροφοδοσίας βηματικοί οδηγοί κίνησης, οι οποίοι προσφέρουν μια οικονομικώς αποδοτική λύση για τις εφαρμογές που περιλαμβάνουν φαινόμενα απλών η πολλαπλών αξόνων. Σχεδιασμένοι για να χρησιμοποιούνται για τους υπάρχοντες γενικής χρήσης βηματικούς κινητήρες, μπορούν να τροφοδοτηθούν από μονάδες παροχής ισχύος συνεχούς ρεύματος με τάση 20-84V (XL25i), (XL50i) ή 40-84V (XL80i) DC και συμμορφώνονται πλήρως με τις ευρωπαϊκές απαιτήσεις LVD. Τρία μοντέλα παρέχουν ένα ρεύμα εξόδου που κυμαίνεται από 1.25 έως 8.0A:

- XL80i που παρέχει τάση κινητήρα 80V σε αιχμή 8A
- XL50i που παρέχει τάση κινητήρα 80V σε αιχμή 5A
- XL25i που παρέχει τάση κινητήρα 80V σε αιχμή 2.5A.

Οι XL25i και τα XL50i μοιράζονται ένα παρόμοιο μέγεθος κιβωτίου, ενώ ο XL80i είναι ελαφρώς μεγαλύτερο. Στη συνέχεια απεικονίζονται τα δύο αυτοί τύποι κιβωτίου [2, 6].



Εικόνα 1: XL25i/XL50i οδηγοί κίνησης.



Εικόνα 2: XL80i οδηγοί κίνησης.

## 1.2.2 Μηχανική Εγκατάσταση

### 1.2.2.1 Απαιτήσεις Εγκατάστασης

#### Περιβάλλον

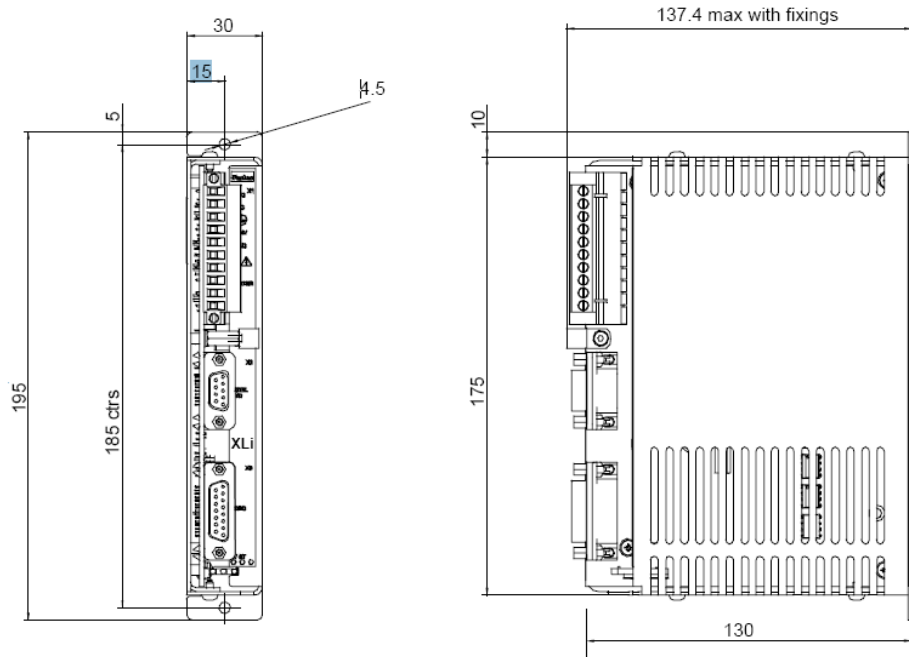
Οι XL25i, XL50i και XL80i, χαμηλής απαιτούμενης τροφοδοσίας, βηματικοί οδηγοί κίνησης έχουν σχεδιαστεί για να χρησιμοποιούνται σε θερμοκρασία μεταξύ 0° και 50°C, και σε κανονικά επίπεδα υγρασίας (5-95% με ελεύθερη εξάτμιση). Μπορούν να ανεχτούν ατμοσφαιρική ρύπανση βαθμού 2, που σημαίνει ότι απαιτούν για την ομαλή λειτουργία τους ξηρό (χωρίς υγρασία) περιβάλλον. Τροφοδοτούνται από την μονάδα XL\_PSU, η οποία παρέχει την απαραίτητη ισχύ και ελαχιστοποιεί την απαίτηση για χρήση φίλτρων EMC. Μια μονάδα XL\_PSU μπορεί να τροφοδοτήσει μέχρι και έξι οδηγούς κίνησης, εναλλακτικά οι οδηγοί κίνησης μπορούν να τροφοδοτηθούν από μια μονάδα παροχής ισχύος συνεχούς ρεύματος, που τροφοδοτείται από έναν απομονωμένο μετασχηματιστή [2, 6].

#### Ψύξη του Drive

Οι XL25i και XL50i ψύχονται με φυσική συναγωγή (μεταφορά θερμότητας), ενώ στους XL80i η ψύξη πραγματοποιείται με ενσωματωμένο ανεμιστήρα. Για να επιτευχθεί ψύξη, οι οδηγοί κίνησης, πρέπει να εγκατασταθούν κάθετα σε μια περιοχή όπου υπάρχει τουλάχιστον ένα κενό αέρα 50mm επάνω από και κάτω από τη συσκευασία και ένα κενό 10mm σε κάθε μία πλευρά. Αποφεύγεται η θερμότητα που παράγεται άμεσα από εξοπλισμό που βρίσκεται κάτω από τα συστήματα αυτά. Στην τελική εγκατάσταση, πρέπει να ελεγχθεί ότι η προδιαγραφόμενη τιμή της θερμοκρασίας περιβάλλοντος των 50°C (χωρίς εξαναγκασμένη ψύξη αέρα), δεν υπερβαίνεται άμεσα και ότι η ροή του αέρα προς τους οδηγούς κίνησης δεν εμποδίζεται [2, 6].

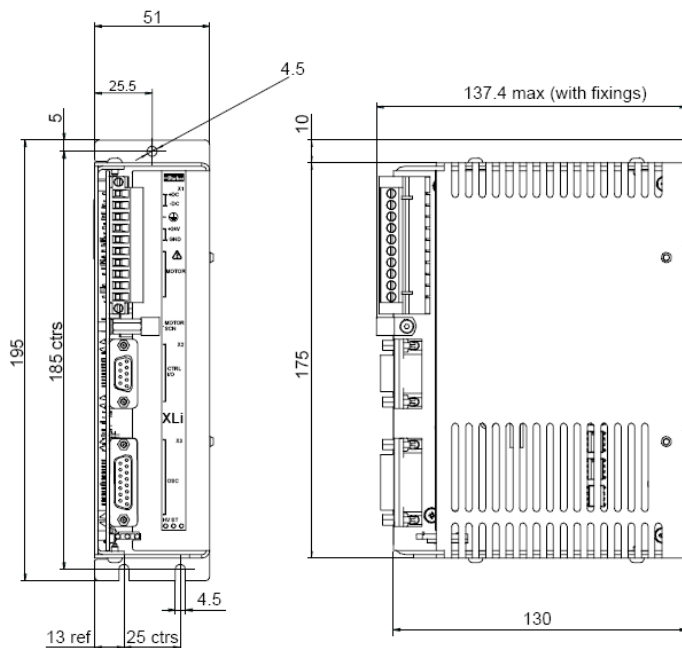
#### Διαστάσεις του οδηγού κίνησης

Οι XL25i και XL50i έχουν παρόμοιες διαστάσεις, οι οποίες απεικονίζονται παρακάτω [2, 6].



Εικόνα 3: Διαστάσεις XL25i/XL50i.

Οι διαστάσεις του XL80i περιγράφονται στην Εικόνα 4 [2, 6].



Εικόνα 4: Διαστάσεις XL80i.

Στο Παράρτημα Α (Προδιαγραφές) περιγράφονται οι προδιαγραφές λειτουργίας και περιβάλλοντος των παραπάνω τριών τύπων οδηγών κίνησης.

Στην παρούσα εφαρμογή χρησιμοποιούνται τα συστήματα κίνησης τύπου XL50i.

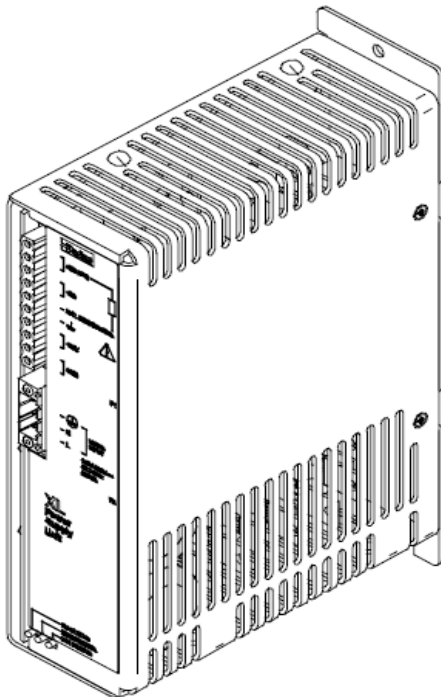
## 1.3 XL Μονάδα Παροχής Ισχύος

Η XL\_PSU, είναι μια μονάδα παροχής ισχύος με διακόπτη και ονομαστική ισχύ 250W και χρησιμοποιείται με XLi βηματικούς οδηγούς κίνησης. Είναι σχεδιασμένη για άμεση λειτουργία από τάσεις εισόδου μονοφασικού εναλλασσόμενου ρεύματος και είναι ικανή να τροφοδοτεί μέχρι και έξι οδηγούς κίνησης, χωρίς να είναι απαραίτητη η παρουσία ενός EMC φίλτρου. Η χρήση της XL\_PSU προσφέρει τα ακόλουθα οφέλη:

- Αναπροσαρμογή για παροχές τάσης μεταξύ 95 και 264V AC (Alternating Current).
- Απουσία EMC φίλτρων.
- Μικρότερος χώρος καμπίνας.
- Ενσωματωμένη παροχή τάσης +24V DC (Direct Current) [2].

### 1.3.1 Φυσικά Χαρακτηριστικά

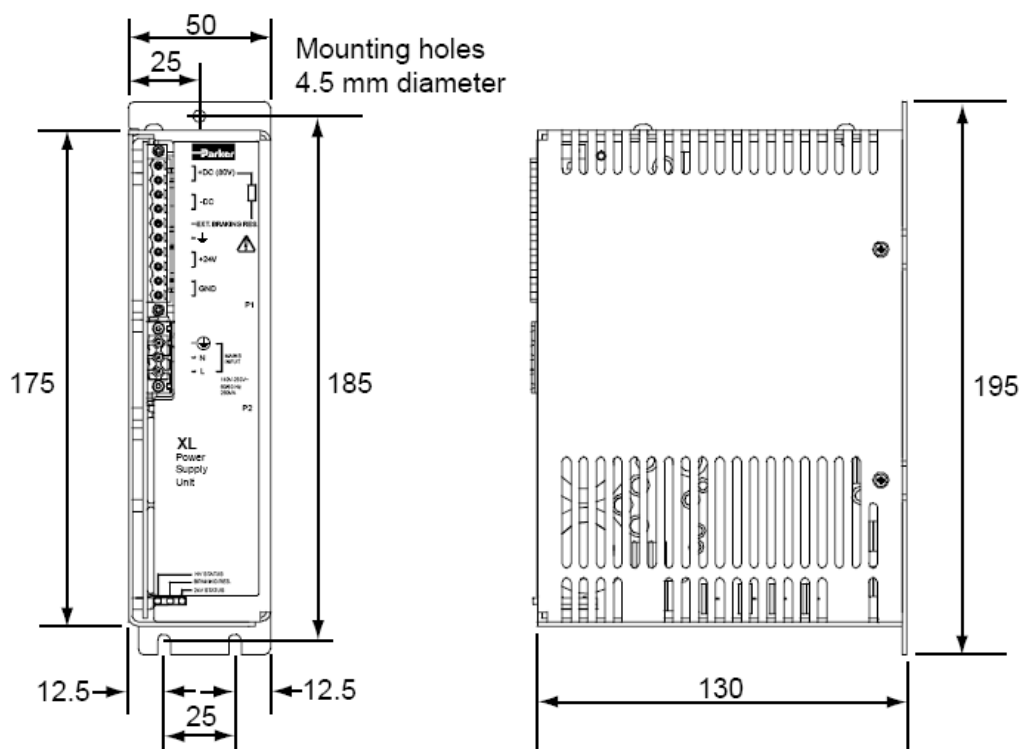
Εδράζεται σε ένα λεπτό, πλάτους 50mm, μεταλλικό κιβώτιο όπως φαίνεται στην παρακάτω εικόνα. Αυτή η μορφή κιβωτίου μοιάζει με εκείνη στην περίπτωση των XLi οδηγών κίνησης και έχει το ίδιο ύψος και βάθος [6].



Εικόνα 5: Κιβώτιο μιας μονάδας XL\_PSU.

### 1.3.2 Διαστάσεις της XL\_PSU

Οι διαστάσεις της XL\_PSU παρουσιάζονται στην Εικόνα 6 [6].



Εικόνα 6: Διαστάσεις XL\_PSU.

### 1.3.3 Πληροφορίες για την τοποθέτηση/εγκατάσταση της XL\_PSU

Η μονάδα πρέπει να τοποθετηθεί κάθετα, κοντά στους οδηγούς κίνησης που θα τροφοδοτεί. Τόσο η τρύπα στερέωσης διαμέτρου 4.5mm στην κορυφή, όσο και οι εγκοπές στήριξης πλάτους 4.5mm, πρέπει να χρησιμοποιηθούν. Η μονάδα παροχής ισχύος, πρέπει να τοποθετηθεί με ένα ελάχιστο ελεύθερου χώρου των 50mm και κάτω από και επάνω από το κιβώτιο της. Επιπλέον ελεύθερος χώρος 10mm πρέπει να αφήνεται και από τις δύο πλευρές.

Σημειώνεται, ότι η μονάδα δεν πρέπει να τοποθετείται πάνω από ή κοντά σε άλλα υλικά που παράγουν σημαντικά ποσά θερμότητας με ακτινοβολία ή μεταφορά θερμότητας (συναγωγή).

Στο Παράρτημα Α (Προδιαγραφές) περιγράφονται οι ηλεκτρικές και μηχανικές προδιαγραφές της, καθώς επίσης δίνεται και πίνακας για τις προδιαγραφές περιβάλλοντος των XL\_PSU [1, 2].

### 1.4 Οδηγίες Ασφαλούς Χρήσης και Εγκατάστασης των συστημάτων ελέγχου κίνησης.

Η υψηλή απόδοση του εξοπλισμού ελέγχου κινήσεων, τον καθιστά ικανό να παράγει γρήγορη μετακίνηση και πολύ υψηλές δυνάμεις. Απροσδόκητη κίνηση μπορεί να εμφανιστεί ειδικά κατά τη διάρκεια της ανάπτυξης των προγραμμάτων

των ελεγκτών. Πρέπει να διατηρούνται καθαρά τα μηχανήματα που οδηγούνται από βηματικούς κινητήρες ή servo κινητήρες. Επιπλέον δεν πρέπει να αγγίζεται ποτέ οποιοδήποτε μέρος του εξοπλισμού ενώ βρίσκεται σε λειτουργία.

Αυτό το προϊόν (ΧLi οδηγοί κίνησης), πωλείται ως τμήμα ελέγχου κινήσεων που εγκαθίσταται σε ένα πλήρες σύστημα, χρησιμοποιώντας την ορθή πρακτική εφαρμοσμένης μηχανικής. Η διαδικασία εγκατάστασης πρέπει να γίνει με προσοχή, ώστε να εξασφαλιστεί ότι το προϊόν είναι εγκατεστημένο και χρησιμοποιείται κατά τρόπο ασφαλή σύμφωνα με τους τοπικούς νόμους και τους κανονισμούς ασφάλειας

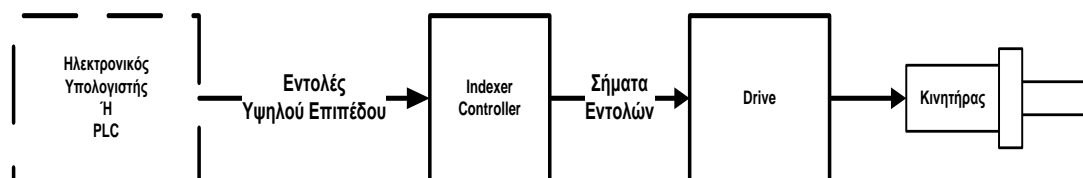
Οι πληροφορίες ελέγχου και ασφαλής εγκατάστασης των συστημάτων αυτών, παρέχονται από την εταιρία parker-Hannifin. Τα υποκαταστήματα και οι εξουσιοδοτημένοι διανομείς, παρέχουν τις πληροφορίες για την επιλογή των κατάλληλων προϊόντων η συστημάτων για περαιτέρω έρευνα από τους χρήστες. Πριν γίνει η επιλογή ή χρήση οποιουδήποτε προϊόντος η συστήματος, είναι απαραίτητο να αναλύονται όλες οι πτυχές της αίτησης και να αναθεωρούνται οι πληροφορίες σχετικά με το προϊόν στον τρέχοντα κατάλογο του προϊόντος. Ο χρήστης, μέσω της ανάλυσής και της δοκιμής, είναι απλώς αρμόδιος για την τελική επιλογή του συστήματος και των επιμέρους τμημάτων, καθώς και της επιβεβαίωσης ότι καλύπτονται όλες οι απαιτήσεις απόδοσης ασφάλειας και προειδοποίησης της εφαρμογής.

Εάν ο εξοπλισμός χρησιμοποιείται με οποιοδήποτε τρόπο που δεν προσαρμόζεται στις οδηγίες που δίνονται στον οδηγό χρηστών, στην περίπτωση αυτή η προστασία που παρέχεται σε αυτόν τον εξοπλισμό μπορεί να εξαλειφτεί [1, 2, 6].

## 2. Περιγραφή της διάταξης.

### 2.1 Στοιχεία ελέγχου κίνησης

Ο βασικός ηλεκτρονικός έλεγχος συστήματος κίνησης αποτελείται από τα παρακάτω τρία κύρια μέρη:



Σχήμα 1: Στοιχεία ελέγχου κίνησης.

#### **Κινητήρας**

Μπορεί να είναι βηματικός (είτε περιστροφικός είτε γραμμικός), ένας κινητήρας συνεχούς ρεύματος, ένας κινητήρας εναλλασσόμενου ρεύματος, ή ένας servo κινητήρας. Ο κινητήρας σε αρκετές περιπτώσεις χρειάζεται να είναι συνδεδεμένος με κάποιο μηχανήμα ανάδρασης (feedback), ανάλογα με τον έλεγχο ταχύτητας ή θέσης που θέλουμε να έχουμε και την ακρίβεια που απαιτούμε.

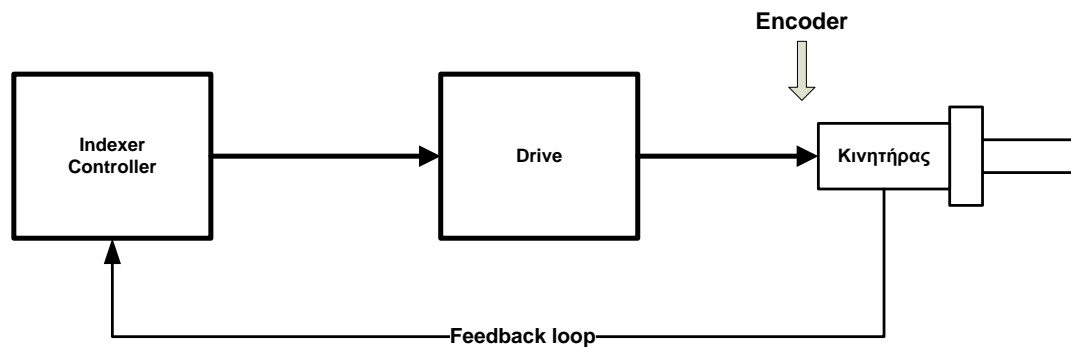
#### **Ρυθμιστής (Drive – inverter)**

Είναι ένας ηλεκτρονικός ενισχυτής, που μεταφέρει ενέργεια στον κινητήρα για να λειτουργήσει, ανταποκρινόμενος στα σήματα χαμηλής ισχύος που δέχεται από τον ελεγκτή.

#### **Σύστημα ελέγχου (Controller – PLC – Indexer)**

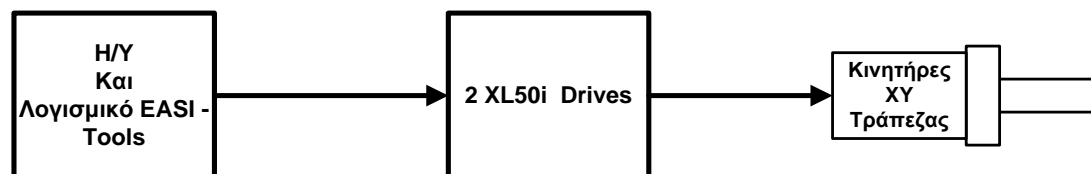
Η πραγματική εργασία που πραγματοποιείται από τον κινητήρα, καθορίζεται από τον ελεγκτή (controller), θέτοντας παραμέτρους όπως ταχύτητα, απόσταση, κατεύθυνση και ρυθμό επιτάχυνσης και επιβράδυνσης. Η λειτουργία του ελέγχου μπορεί να κατανεμηθεί μεταξύ ενός κεντρικού υπολογιστή (master), όπως είναι ένας βιομηχανικός υπολογιστής και μιας μονάδας «υπηρέτη» (slave), η οποία δέχεται υψηλού επιπέδου εντολές. Ο ένας ελεγκτής έχει τη δυνατότητα να λειτουργήσει οδηγούς κίνησης και κινητήρες σε ένα σύστημα πολλών αξόνων.





Σχήμα 2: Έλεγχος κλειστού βρόχου.

Στην διάταξη μας ως ελεγκτής (controller), χρησιμοποιείται ένας ηλεκτρονικός υπολογιστής και το λογισμικό EASI – Tools (περιγράφεται αναλυτικά στο επόμενο κεφάλαιο), που επικοινωνεί με δύο XL50i οδηγούς κίνησης, οι οποίοι με τη σειρά τους ανταποκρινόμενοι στα χαμηλά σήματα που δέχονται από τον ελεγκτή, κινούν τους δύο βηματικούς κινητήρες μιας XY τράπεζας. Στην διάταξη που περιγράφεται αναλυτικά στην επόμενη εικόνα, δεν υπάρχει κάποιο μηχανήμα ανάδρασης συνδεδεμένο με τους δύο κινητήρες και δεν χρησιμοποιείται κωδικοποιητής (encoder), αφού αυτός δεν απαιτείται στην περίπτωση των XL50i [2, 5, 8].



Σχήμα 3: Στοιχεία ελέγχου κίνησης.

Στη συνέχεια, κρίνεται απαραίτητο να γίνει περιγραφή της XY Τράπεζας και των δύο βηματικών κινητήρων, που χρησιμοποιήθηκαν για να κινήσουν τους δύο άξονες. Οι οδηγοί κίνησης έχουν περιγραφεί αναλυτικά στο πρώτο κεφάλαιο, ενώ το λογισμικό που χρησιμοποιήθηκε για τις εντολές κίνησης αναλύεται στο επόμενο κεφάλαιο.

## 2.2 XY Τράπεζα

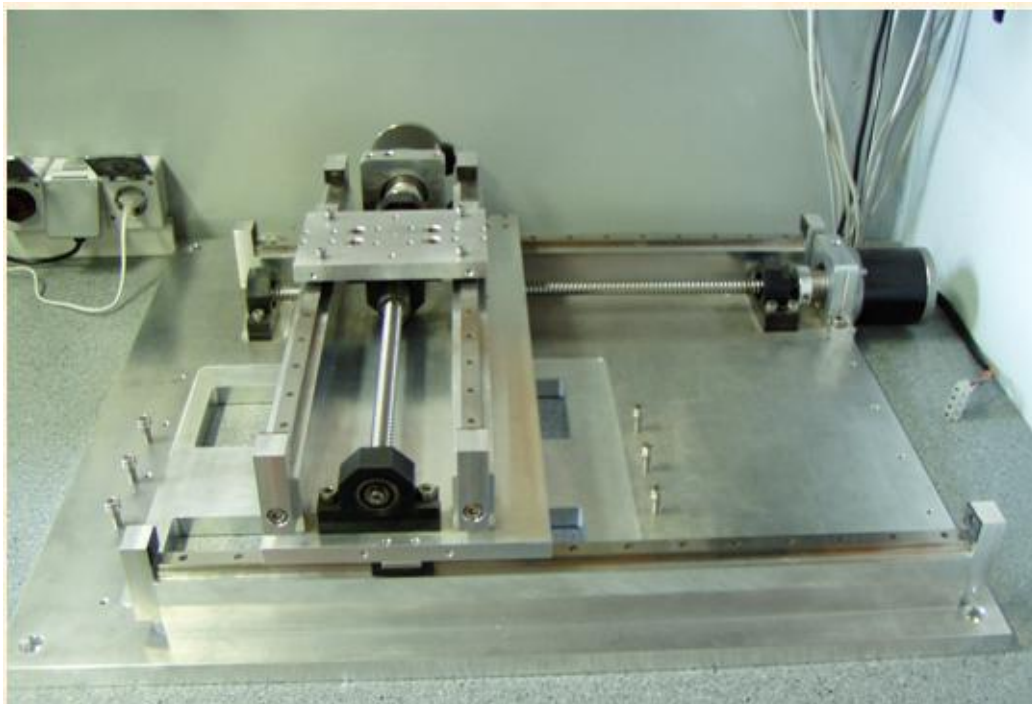
Η XY τράπεζα παρέχει οριζόντια κίνηση σε αυτοματοποιημένα μηχανήματα, όπως τα συναρμολογούμενα ρομπότ στις βιομηχανικές εγκαταστάσεις. Οι ρομποτικοί βραχίονες και άλλες αυτοματοποιημένες μηχανές έχουν ένα περιορισμένο εύρος κινήσεων, καθώς οι βάσεις τους παραμένουν ακίνητες. Οι XY τράπεζες επιτρέπουν σε αυτές τις βάσεις να κινηθούν οριζόντια κατά μήκος των X και Y αξόνων. Η XY τράπεζα, γνωστή και ως XY Stage, είναι μια μηχανοποιημένη γραμμική επιφάνεια με γραμμική κίνηση, που βασίζεται στα ρουλεμάν που

οδηγούνται από ένα μηχανισμό κίνησης, συνήθως βηματικό (γραμμικό ή περιστροφικό) κινητήρα

Εξυπηρετώντας διάφορα είδη βιομηχανιών, οι ΧΥ τράπεζες παρέχουν ελεγχόμενη με μεγάλη ακρίβεια αυτοματοποιημένη κίνηση. Χρησιμοποιούνται ευρέως σε μηχανικές διεργασίες και εφαρμογές, συμπεριλαμβανομένου τους βιομηχανικούς αυτοματοποιημένους εξοπλισμούς και τις αυτοματοποιημένες μετρήσεις.

Οι ΧΥ τράπεζες είναι επίπεδες επιφάνειες, οι οποίες τοποθετούνται πάνω σε σφαιρικά έδρανα, ή κυλινδρικές επιφάνειες με πολλαπλές γραμμικές βάσεις και αποτελούνται από έμβολο (forcer) και πλάκες στερέωσης. Το έμβολο ολισθαίνει κατά μήκος της πλάκας στερέωσης, πάνω στα χωρίς τριβή λόγω αέρα έδρανα και κινείται συνεχώς γραμμικά, κατά μήκος της πλάκας. Για να δημιουργηθούν πολλαπλοί άξονες, οι γραμμικές βάσεις συχνά τοποθετούνται η μία πάνω στην άλλη, με τον άξονα Υ στην κορυφή, να ενεργεί ταυτόχρονα ως εργαλειοφορέιο για την κάτω βάση και ως βάση η οποία συγκρατεί την τράπεζα. Τα υλικά που χρησιμοποιούνται για να κατασκευαστούν οι ΧΥ τράπεζες, περιλαμβάνουν ανοξείδωτο χάλυβα και χυτοσίδηρο αλλά και χαλκό για τα έδρανα και αλουμίνιο για τα πλαίσια [9].

Στην διάταξη που χρησιμοποιήθηκε, η ΧΥ τράπεζα είναι κατασκευασμένη από αλουμίνιο και αποτελείται από δύο άξονες, ο ένας πάνω στον άλλο. Ο Υ άξονας βρίσκεται στην κορυφή. Για την κίνηση των δύο αξόνων υπάρχουν δύο βηματικοί κινητήρες, οι οποίοι ελέγχονται απευθείας από το λογισμικό EASI –Tools μέσω των XL50i οδηγών κίνησης.

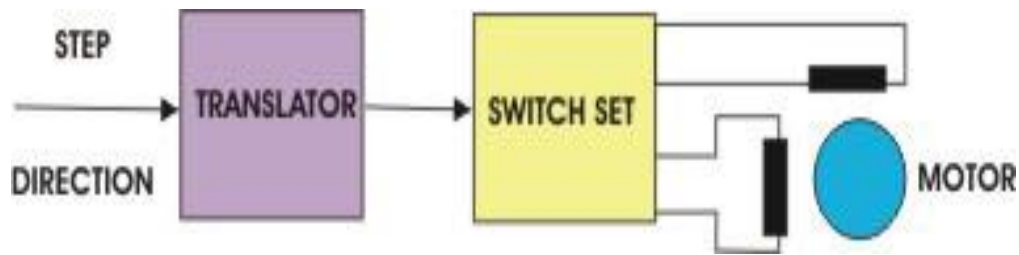


Εικόνα 7: XY Τράπεζα.

## 2.3 Βηματικοί κινητήρες

Οι βηματικοί κινητήρες έχουν γίνει δημοφιλείς, επειδή μπορούν να ελεγχθούν απευθείας από Η/Υ, μικροεπεξεργαστές, ή προγραμματιζόμενους ελεγκτές. Το χαρακτηριστικό γνώρισμά τους είναι ότι ο άξονας εξόδου περιστρέφεται σε μια σειρά διακεκριμένων γωνιακών διαστημάτων ή βημάτων και ένα βήμα πραγματοποιείται κάθε φορά που μια εντολή παλμού λαμβάνεται. Όταν ένας τελικός αριθμός παλμών έχει παραχθεί, ο άξονας θα περιστραφεί προς μια γνωστή γωνία.

Ένα βασικό σύστημα βηματικού κινητήρα φαίνεται στο σχήμα 4, όπου ο ρυθμιστής περιλαμβάνει τα ηλεκτρονικά κυκλώματα τα οποία παρέχουν ρεύμα στον κινητήρα. Η έξοδος είναι γωνιακή θέση του άξονα του κινητήρα, ενώ η είσοδος συνίσταται σε δύο ψηφιακά σήματα χαμηλής ισχύος. Κάθε φορά που ένας παλμός εμφανίζεται στο βήμα της γραμμής εισόδου, ο κινητήρας κάνει ένα βήμα και ο άξονας παραμένει στη νέα του θέση μέχρι ένας καινούριος παλμός σήματος να παραχθεί. Η κατάσταση της εισόδου κατεύθυνσης καθορίζει την βηματίση του κινητήρα δεξιόστροφα ή αριστερόστροφα.

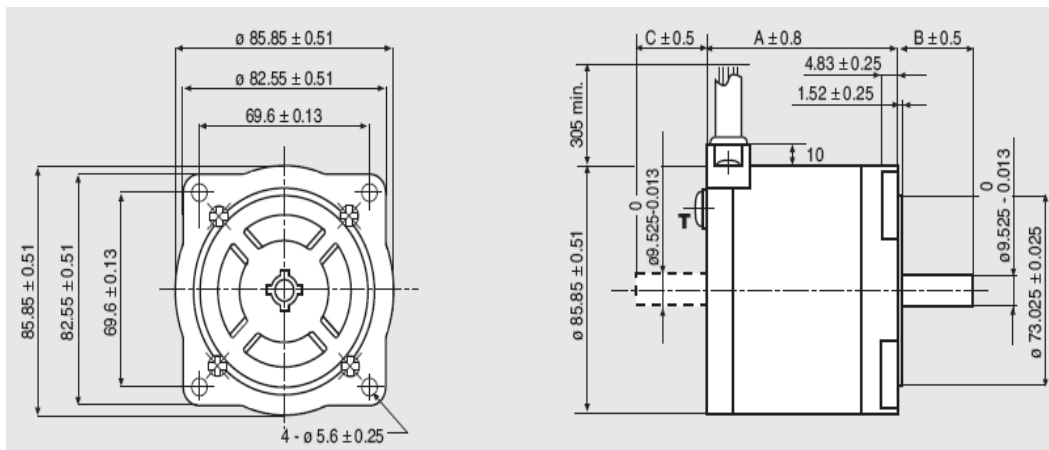


Σχήμα 4: Βασικό Σύστημα Βηματικού Κινητήρα.

Δεδομένος αριθμός βημάτων, θα προκαλέσει τον άξονα του βηματικού κινητήρα, να περιστραφεί σε μια συγκεκριμένη γωνία, έτσι ώστε να έχουμε έλεγχο θέσης ανοιχτού βρόχου (βλέπε σχήμα 3), αφού δεν χρειαζόμαστε ανατροφοδότηση της πληροφορίας από τον άξονα [8].

Στη συνέχεια, παρατίθενται αναλυτικά στοιχεία για του δύο κινητήρες, που χρησιμοποιήθηκαν για να κινήσουν τους ΧΥ άξονες της τράπεζας.

Ανήκουν στην σειρά 103 – 81 και συγκεκριμένα είναι μοντέλα τύπου 103 - 81 – 6541. Στο παρακάτω σχήμα απεικονίζεται η μορφή και οι διαστάσεις τους.



Σχήμα 5: Διαστάσεις βηματικού κινητήρα.

Σημειώνεται, ότι τα καλώδια στεγάζονται μέσα σε σωλήνα από βινύλιο, ενώ το σύμβολο **T** δηλώνει τη θέση του ακροδέκτη γείωσης. Τα στοιχεία **A**, **B** και **C** παρουσιάζονται αναλυτικά στον παρακάτω πίνακα [3].

Πίνακας 1 Τιμές στοιχείων **A**, **B** και **C**

Μοντέλο	A	B	C
103 - 810- 6	93.5	31.8	
103 – 814 - 6541	91.0	30.2	
103 - 814- 6511	91.0	30.2	30.2

Στον πίνακα 2, παρουσιάζονται ορισμένα από τα κυριότερα χαρακτηριστικά των συγκεκριμένων βηματικών κινητήρων [3].

Πίνακας 2: Χαρακτηριστικά βηματικού κινητήρα.

<b>Χαρακτηριστικά</b>	
<b>Μοντέλο</b>	<b>103 – 814 - 6541</b>
BASIC STEP ANGLE	1.8°±0.99°
BIPOlar PARALLEL CURRENT (Amp)	6.5
UNIPOlar CURRENT (Amp)	4.6
RESISTANCE (Ohm)	0.55
INDUCTANCE (mH)	2.7
BIPOlar HOLDING TORQUE (Ncm)	345
UNIPOlar HOLDING TORQUE (Ncm)	275
ROTOR INERTIA (Kgm <sup>2</sup> x 10 <sup>-7</sup> )	1120
THEORETICAL ACCELERATION (rad x sec <sup>-2</sup> )	30500
BACK E.M.F. (V/Krpm)	44
MASS (Kg)	2.5
PROTECTION DEGREE	IP43
LEADS CODE	II

## 3. Λογισμικό EASI – Tools

### 3.1 Λειτουργία Λογισμικού

Μόλις εγκατασταθεί το λογισμικό, μπορεί να ξεκινήσει τη λειτουργία του. Το κύριο παράθυρο εφαρμογής, διαθέτει επτά επιλογές στο μενού εργασιών:

File, Edit, Search, Terminal, Utilities, Windows, Help

Η πλειοψηφία των διαθέσιμων επιλογών, μέσα σε κάθε μία από τις επτά επιλογές στο μενού εργασιών, είναι γνωστή στους χρήστες Window™ και δεν θα περιγραφτεί πλήρως εδώ, αλλά οι διαθέσιμες επιλογές στο “Terminal” (περιλαμβάνει επιλογές για την επικοινωνία με τον οδηγό κίνησης) και στο μενού “Utilities” (περιλαμβάνει επιλογές για τη διαμόρφωση του οδηγού κίνησης), είναι συγκεκριμένες για τον έλεγχο της κίνησης και θα περιγραφούν πλήρως [2].

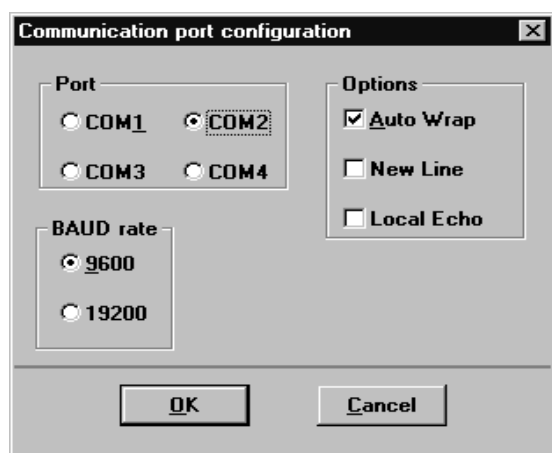
#### 3.1.1 Επικοινωνία με ένα Οδηγό Κίνησης

##### 3.1.1.1 Σύνθεση σειριακής επικοινωνίας

Από το μενού “Terminal” και την επιλογή “ Settings” εμφανίζεται το παράθυρο για τη σύνθεση της θύρας επικοινωνίας, όπως φαίνεται στην Εικόνα 8. Οι ρυθμίσεις αναφοράς που χρησιμοποιούνται είναι οι εξής:

- Port: COM2
- BAUD rate: 9600 (BAUD= μονάδα που αναφέρεται σε μεταβλητή ταχύτητα μεταβίβασης δεδομένων Η/Υ)
- Options : Auto wrap

Στην δική μας περίπτωση, ως τιμή αναφοράς για τη θύρα επιλέχθηκε το COM1. Στην επόμενη εικόνα, απεικονίζονται οι τιμές αναφοράς για τις τρεις παραμέτρους που αναφέρθηκαν:



Εικόνα 8: Διαμόρφωση θύρας επικοινωνίας

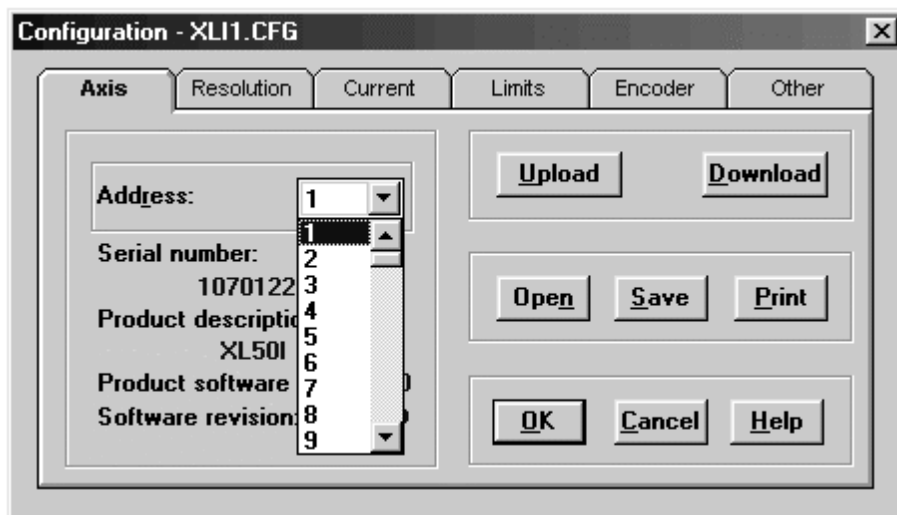
Μόλις γίνει η επιλογή της απαραίτητης συνδεσμολογίας, επιλέγεται από το μενού “Terminal” η επιλογή “Connect”, για να ξεκινήσει η επικοινωνία του λογισμικού με τον οδηγό κίνησης. Κάθε φορά που η επιλογή “Connect” θέτει σε λειτουργία τη σύνδεση λογισμικού – οδηγού κίνησης, εξετάζει εάν έχει γίνει η απαραίτητη συνδεσμολογία και αν λειτουργεί σωστά. Εάν η Σύνδεση έχει γίνει σωστά, τότε το «πλαίσιο μηνυμάτων - Testing communications integrity» εμφανίζεται στην οθόνη, ακολουθούμενο από το μήνυμα «Now on-line to indexer» [4].

### 3.1.2 Ρύθμιση του Οδηγού Κίνησης

#### 3.1.2.1 Διαμόρφωση των Αξόνων

Όταν πραγματοποιηθεί επιτυχώς η επικοινωνία, μπορεί να ξεκινήσει η διαδικασία ρύθμισης του οδηγού κίνησης, χρησιμοποιώντας την επιλογή “Configuration” από το μενού “Utilities”. Η επιλογή αυτή, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 9, επιτρέπει την πρόσβαση σε έξι περιπτώσεις διαμόρφωσης και ρύθμισης του οδηγού κίνησης.

Για την διαμόρφωση των αξόνων, μας δίνετε τη δυνατότητα να επιλέξουμε τους άξονες, τους οποίους ο οδηγός κίνησης θα ελέγχει, σε ένα πολλαπλό σύστημα αξόνων. Στην περίπτωση μας, επιλέχθηκαν δύο άξονες (όπου ο αριθμός 1 αντιστοιχεί στον Χ άξονα και ο αριθμός 2 στον άξονα Υ) [4].



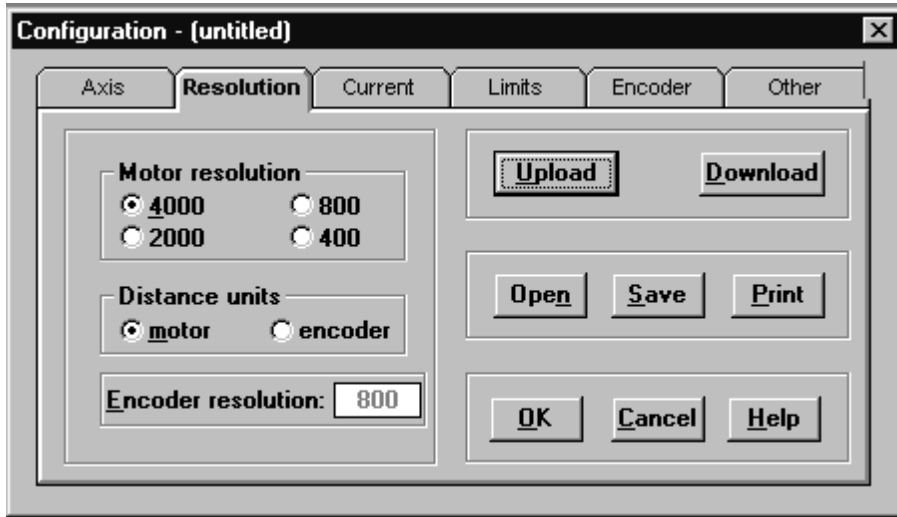
Εικόνα 9: Επιλογή αξόνων συστήματος

#### 3.1.3 Επιπλέον επιλογές διαμόρφωσης

Στις εικόνες που ακολουθούν, παρουσιάζεται το εύρος των δυνατών επιλογών για τη ρύθμιση της λειτουργίας του οδηγού κίνησης, μέσω του λογισμικού EASI-TOOLS.

Επιλογή διακεκριμένων γωνιακών διαστημάτων ή βημάτων του κινητήρα.

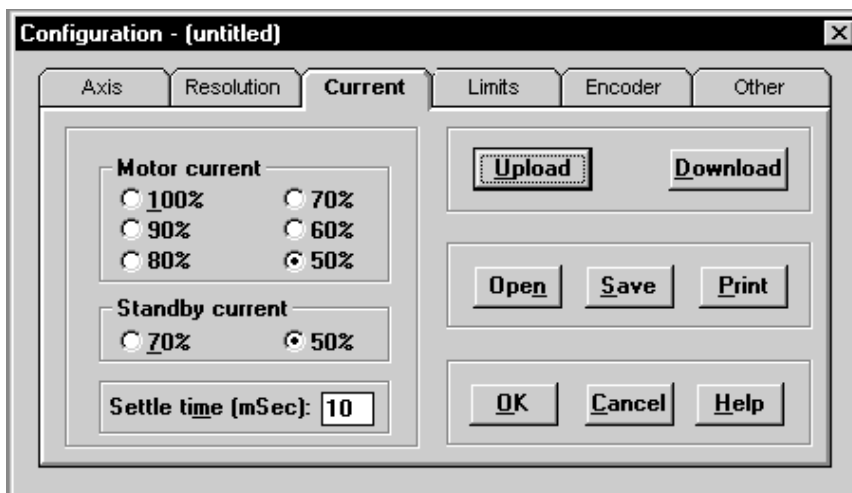
Στην περίπτωση αυτή, γίνεται επιλογή των διακεκριμένων βημάτων για την περιστροφή του άξονα εξόδου του κινητήρα, που ελέγχει ο οδηγός κίνησης, η οποία διαιρείται σε τέσσερα διαστήματα (μεταξύ 400 ως 400 βημάτων ανά περιστροφή). Ως τιμή αναφοράς επιλέγεται το 4000 step/rev.



Εικόνα 10: Περιστροφή άξονα εξόδου κινητήρα σε βήματα ανά περιστροφή.

### Ρύθμιση ρεύματος

Στην περίπτωση των XLi, το ρεύμα του κινητήρα δεν πρέπει να υπερβαίνει το 50% της μέγιστης τιμής, γι' αυτό και από το λογισμικό επιλέγεται ως τιμή αναφοράς το 50%. Επιπλέον, με βάση τις προδιαγραφές λειτουργίας των οδηγών κίνησης, η αυτόματη μείωση ρεύματος κατά τη διάρκεια της αναμονής θα ανέρχεται στο 50% ή 70 % τις τιμές του. Στην περίπτωση, μας επιλέχθηκε από το λογισμικό ως τιμή αναφοράς το 50%.



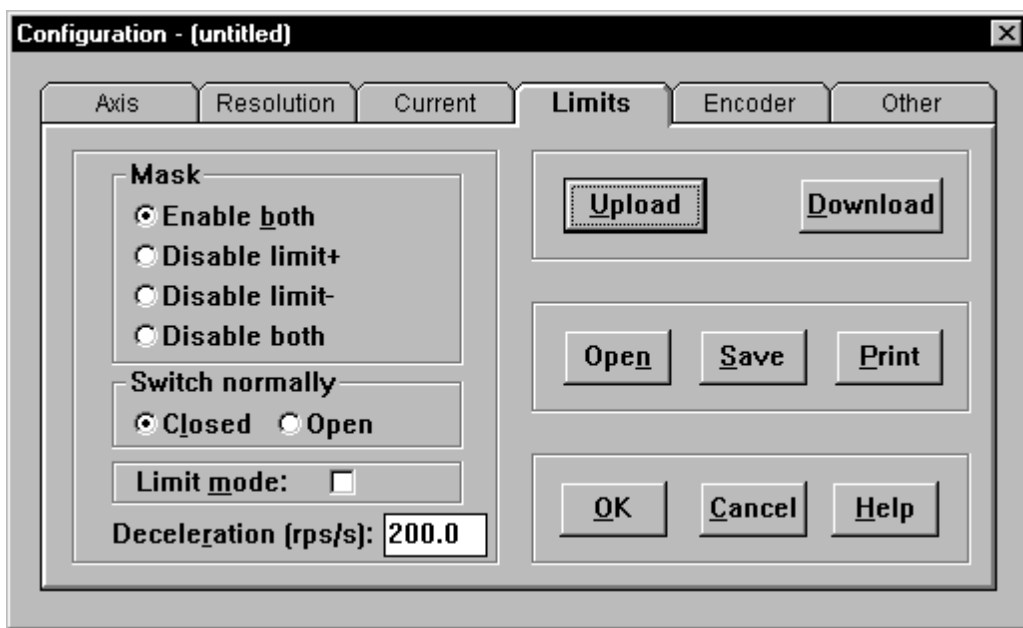
Εικόνα 11: Ρύθμιση ρεύματος κινητήρα και αυτόματη μείωση ρεύματος σε περίπτωση αναμονής.



## Ρύθμιση Ορίων

Τα όρια, χρησιμοποιούνται για να περιορίσουν τη μετακίνηση του φορτίου σε μια ασφαλή λειτουργούσα απόσταση. Η τοποθέτηση των διακοπών ορίου, καθορίζει την κατεύθυνση της κίνησης, δεδομένου ότι θετική κίνηση θεωρείται πάντα εκείνη προς το θετικό όριο.

Η ενεργοποίηση και των δύο ορίων, θετικό και αρνητικό όριο, επιλέγεται από το λογισμικό ως τιμή αναφοράς για τη λειτουργία του οδηγού κίνησης. Κατά τη διάρκεια όμως της διαδικασίας ελέγχου κίνησης, τα όρια αυτά μπορούν να αλλάξουν, χρησιμοποιώντας μέσω του λογισμικού EASI-TOOLS την εντολή LIMITS, η οποία περιγράφεται αναλυτικά στο Παράρτημα Γ (Εντολές) [4].



Εικόνα 12: Ρύθμιση ορίων

## 3.2 Έλεγχος των XLI βηματικών οδηγών κίνησης

Οι ευφυείς XLI οδηγοί κίνησης, διαθέτουν έναν ενσωματωμένο καταχωρητή/δείκτη, που μπορεί να ελεγχθεί άμεσα από ένα PC από μια σειριακή σύνδεση, ή μπορεί να προγραμματιστεί και να ανταποκρίνεται στον κώδικα που επιλέγεται από διεγέρσεις συμβάντων, ή τις οδηγίες των χρηστών. Ο κώδικας περιλαμβάνει μια σειρά εντολών, οι οποίες μέσω των οδηγών κίνησης, παρέχουν την επιθυμητή κίνηση στους δύο άξονες της XY Τράπεζας.

Στην συνέχεια, θα γίνει λεπτομερής περιγραφή των εντολών, οι οποίες χρησιμοποιούνται για να καθορίζουν και να ελέγχουν την κίνηση, μέσω των οδηγών κίνησης, ο τρόπος με τον οποίο αυτές συντάσσονται, καθώς και ορισμένες ιδιότητες τους. Επιπλέον, θα παρουσιαστεί ένα διάγραμμα περιγραφής του κώδικα, με αντίστοιχο παράδειγμα [2, 4].

### 3.2.1 Περιγραφή Εντολών

Σε κάθε εντολή, έχει δοθεί ένα απλό όνομα 1 έως 7 χαρακτήρων, όπου συνήθως αποτελεί μια σύντμηση του πλήρους περιγραφικού τίτλου της. Οι εντολές παρατίθενται κατά αλφαβητική σειρά, με οποιαδήποτε μη αλφαβητικά σύμβολα που εμφανίζονται τελευταία και παρουσιάζονται αναλυτικά στο Παράρτημα Γ (Εντολές).

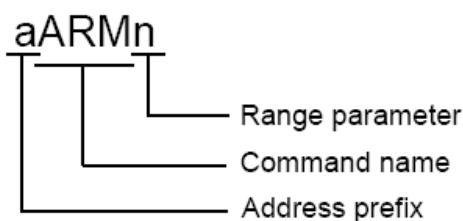
Για κάθε εντολή, δίνεται ο τρόπος σύνταξης της, οι μονάδες μέτρησης της εάν υπάρχουν και το εύρος των τιμών που μπορεί να πάρει.

Κάθε εντολή, απαιτεί μια «διεύθυνση» (έναν αριθμό μπροστά από κάθε εντολή), που αναφέρεται στον άξονα, στον οποίο μέσω του οδηγού κίνησης απευθύνεται και κατά συνέπεια ελέγχει. Όταν διαφορετικές κινήσεις για δύο και περισσότερες άξονες πρέπει να αποκριθούν σε ένα κοινό σύνολο εντολών, αναγράφεται κάθε εντολή με τη διεύθυνση 0 (global). Για να αποτραπεί οποιαδήποτε λανθασμένη ανατροφοδότηση των εντολών, οποιαδήποτε αναφορά ή διαβασμένη εντολή που χρησιμοποιεί τη διεύθυνση 0 θα αγνοηθεί. Σημειώνεται, ότι η εντολή που δεν διαθέτει διεύθυνση θα αγνοηθεί επίσης.

Οι εντολές (όπως, P, TR, και W), περιλαμβάνουν μια μεταβλητή συστημάτων που αντιμετωπίζεται ως εντολή παραμέτρου. Οι μεταβλητές συστημάτων που χρησιμοποιούνται για να αποθηκεύσουν τις εσωτερικές τιμές και τις ρυθμίσεις του οδηγού κίνησης, μπορούν να διαβαστούν, να εξεταστούν και μερικές μπορούν να γραφτούν, αλλά όλες εξειδικεύονται σε μια ιδιαίτερη χρήση από το σύστημα και δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν για την αποθήκευση των στοιχείων των χρηστών, στα πλαίσια ενός προγράμματος [2, 4].

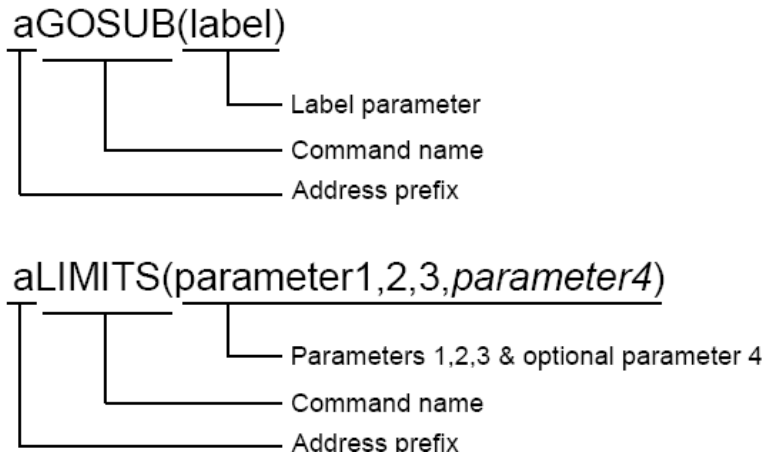
### 3.2.2 Σύνταξη Εντολών

Γενικά, η σύνταξη μιας εντολής, αποτελείται από μια διεύθυνση 'a', η οποία ακολουθείται από το όνομα της εντολής. Ακολουθεί μια παρένθεση, που περιέχει είτε τις παραμέτρους των εντολών, είτε απλά το εύρος της παραμέτρου n. Στην παρένθεση της εντολής, κάθε παράμετρος χωρίζεται από ένα κόμμα και οποιαδήποτε προαιρετική παράμετρος παρουσιάζεται με πλάγιους χαρακτήρες. Οι εντολές που δεν απαιτούν οποιαδήποτε σειρά παραμέτρων, παρουσιάζουν την παρακάτω μορφή σύνταξης (Εικόνα 13).



Εικόνα 13: Απλή μορφή σύνταξης εντολών

Οι εντολές που περιλαμβάνουν μια σειρά από παραμέτρους, μπορούν να είναι απλές εντολές μιας παραμέτρου, όπως **GOSUB** ή **CLEAR**, όπου η μοναδική παράμετρος είναι μια ετικέτα ένδειξης (label), ή εντολές πολλών παραμέτρων που περιέχουν μια σειρά των τιμών των παραμέτρων αυτών. Και οι δύο μορφές των εντολών με παραμέτρους παρουσιάζονται στην Εικόνα 14 [2, 4].



Εικόνα 14: Εντολές με παραμέτρους.

### 3.2.3 Ιδιότητες των εντολών

Κάθε εντολή έχει ένα ιδιαίτερο σύνολο ιδιοτήτων, οι οποίες καθορίζουν τον τρόπο που η εντολή μπορεί να χρησιμοποιηθεί.

Οι εντολές έχουν τις παρακάτω ιδιότητες:

#### Μόνο άμεσες

Αυτές οι εντολές ενεργούν στον καταχωρητή (indexer) του οδηγού κίνησης και εκτελούνται άμεσα, μόλις παραλαμβάνονται από αυτόν

#### Άμεσες ή αποθηκευμένες σε ενδιάμεση μνήμη

Οι άμεσες ή αποθηκευμένες εντολές είναι άμεσες, εκτός αν η εκτέλεση της εντολής καθυστερεί ή η εντολή δεν εκτελείται, εφόσον πραγματοποιείται ταυτόχρονα κίνηση, οπότε σε αυτή την περίπτωση η εντολή αποθηκεύεται.

Όταν η εκτέλεση της εντολής καθυστερεί, επειδή αναμένει τα αποτελέσματα μιας διέγερσης, ή περιμένει να ολοκληρωθεί μια μικρή διακοπή, ή να ολοκληρωθεί μια χρονική καθυστέρηση, εντολές ανίχνευσης μπορούν να σταλούν και να εκτελεστεί αμέσως, επομένως τέτοιες εντολές όπως 1IS, 1R (ST), 1R (UF), 1A τα κ.λπ. πρέπει να αναφέρονται σωστά. Εντούτοις, εάν μια αποθηκευμένη εντολή σταλθεί (όπως το G ή 1A10), η αποθηκευμένη εντολή στέλνεται άμεσα και οποιεσδήποτε άλλες εντολές ανίχνευσης αποθηκεύονται και δεν θα υποβληθούν

σε έκθεση μέχρι να ολοκληρωθεί η διέγερση, η χρονική καθυστέρηση, ή η μικρή διακοπή. Σε αυτήν την κατάσταση, οι “άμεσες μόνο” εντολές μπορούν να εκτελεσθούν.

**Μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε επονομαζόμενο μπλοκ (labeled block) εντολών**

Σημαίνει ότι η εντολή μπορεί να σωθεί μέσα σε έναν επονομαζόμενο μπλοκ προγράμματος. Σε αυτήν την περίπτωση, η εντολή θα εκτελεσθεί μόνο όταν ζητηθεί εκείνο το επονομαζόμενος μπλοκ. Οι εντολές που χρησιμοποιούνται με τον καθορισμό ενός επονομαζόμενου μπλοκ, αποθηκεύονται μόνο όταν στέλνεται η εντολή SV.

**Δεν μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε επονομαζόμενο μπλοκ (labeled block) εντολών**

Οι εντολές αυτές δεν μπορούν να αποθηκευτούν σε ένα επονομαζόμενο μπλοκ ενός προγράμματος.

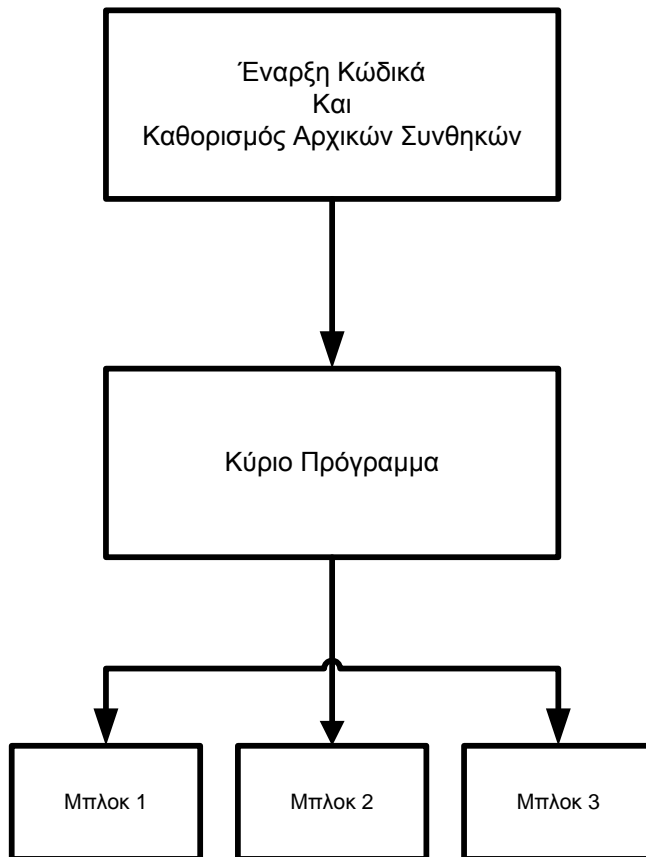
**Αποθηκεύονται με την εντολή SV (Save Configuration)**

Όταν μια εντολή έχει την δυνατότητα να αποθηκεύεται από την εντολή SV, σημαίνει ότι το στοιχείο που συνδέεται με εκείνη την εντολή, είναι σε θέση να αποθηκεύεται σε αμετάβλητη μνήμη. Η αποθηκευμένη τιμή, θα γίνει η τιμή αναφοράς κατά την ενεργοποίηση του οδηγού κίνησης, ή μετά από μια εντολή Z.

**Δεν αποθηκεύονται με την εντολή SV**

Εάν κάποιο δεδομένο δεν αλλάξει με την εκτέλεση μιας εντολής, όπως GO ή STOP, τότε οι ιδιότητες της εντολής αυτής ανήκουν σε αυτή την κατηγορία ιδιοτήτων [2].

### 3.2.4 Δομή κώδικα εντολών



Σχήμα 6: Διάγραμμα ροής κώδικα

#### **Εφαρμογή:**

<b>1START:</b>	start label definition
<b>1DECLARE(MAIN)</b>	declare labels
<b>1DECLARE(MOVE2)</b>	declare move 2
<b>1LIMITS(3,0,0)</b>	configure limits.
<b>1OFF</b>	remove motor power before changing motor parameters
<b>1W(MC,50)</b>	set motor current to 50%.
<b>1W(MR,4000)</b>	set motor resolution 4000 steps/rev.
<b>1ON</b>	energize motor
<b>1GOTO(MAIN)</b>	go to main program
<b>1END</b>	

Το κύριο μέρος του προγράμματος, χρησιμοποιείται για να καθορίσει τις κατανομές (προφίλ) των κινήσεων και για να ελέγξει τη διαταγή για την εκτέλεση τους:

<b>1MAIN</b>	main label definition
<b>1PROFILE2(40,10,-48000,25,2)</b>	define move parameters
<b>1GOSUB(MOVE2)</b>	jump to label move 2
<b>1END</b>	end of label definition

Τελικά, οι μεμονωμένες κινήσεις καλούνται από το κύριο μέρος του προγράμματος:

<b>1MOVE2</b>	define program label "move2"
<b>1W(PA,0)</b>	zero position absolute
<b>1MA</b>	absolute positioning move
<b>1USE(2)</b>	use motion profile 2
<b>1G</b>	execute move
<b>1END</b>	end of program move 2 definition

### 3.3 Έλεγχος της κίνησης με Χρήση των εντολών του Λογισμικού EASI-Tools

#### 3.3.1 Τύποι κίνησης

Μηχανική κίνηση προκύπτει από την περιστροφική κίνηση του άξονα ενός κινητήρα. Με τον έλεγχο της ταχύτητας, της επιτάχυνσης, της απόστασης και της κατεύθυνσης του κινητήρα, μπορούν να δημιουργηθούν διαφορετικά προφίλ κίνησης για συγκεκριμένες εφαρμογές. Οι τύποι κίνησης, μπορούν να ρυθμιστούν εκ των προτέρων, έτσι μια κίνηση γίνεται με ελεγχόμενο τρόπο για μια προγραμματισμένη απόσταση, ή είναι συνεχής, όπου η επιτάχυνση, η ταχύτητα και η κατεύθυνση καθορίζονται, ενώ η απόσταση αγνοείται. Οι διάφοροι τύποι κίνησης, μπορούν να επιλεχθούν χρησιμοποιώντας την εντολή **Mode (M)**

##### 3.3.1.1 Προκαθορισμένη / Προγραμματισμένη κίνηση

Οι προκαθορισμένες κινήσεις, επιτρέπουν στο χρήστη να οριοθετεί ένα στόχο, ή ένα κομμάτι προς κατεργασία, σε σχέση με την άμεση προηγούμενη θέση, στην οποία είχε σταματήσει ο κινητήρας (αυξητική κίνηση), ή σε σχέση με μια θέση αναφοράς (απόλυτη κίνηση).

### **Προκαθορισμένη Απόλυτη Κίνηση (absolute move - MA)**

Μια προκαθορισμένη απόλυτη κίνηση, θα κινήσει τον άξονα του κινητήρα σε μια διευκρινισμένη απόσταση από την απόλυτη θέση αναφοράς.

### **Προκαθορισμένη Αυξητική Κίνηση (Incremental Moves - MI)**

Όταν η εντολή MODE, χρησιμοποιείται για να επιλέξει τη συνταγμένη κίνηση με τον αυξητικό προσδιορισμό θέσης (MI), ο άξονας του κινητήρα μπορεί να κινήθει σε μια διευκρινισμένη απόσταση από την αρχική θέση του, είτε κατά τη φορά των δεικτών του ρολογιού (CW), είτε αντίθετα από τη φορά κίνησης των δεικτών του ρολογιού (CCW).

Σημείωση: Η θετική κατεύθυνσης της κίνησης του άξονα του κινητήρα, συμπίπτει με την φορά κίνησης των δεικτών του ρολογιού, παρατηρούμενη από την φλάντζα.

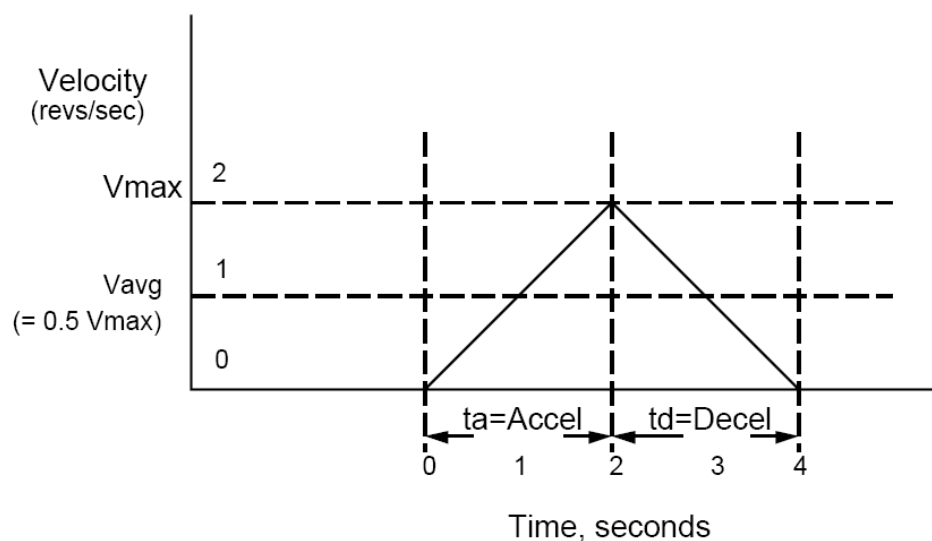
#### **3.3.1.2 Συνεχής Κίνηση (Continuous Moves - MC)**

Αυτή η μέθοδος, είναι χρήσιμη για τις εφαρμογές που απαιτούν σταθερή μεταφορά φορτίου, όταν ο κινητήρας πρέπει να σταματήσει μετά την ολοκλήρωση μιας χρονική περιόδου και όχι μετά τη διέλευση μιας σταθερής απόστασης, ή όταν πρέπει η μηχανή να συγχρονιστεί σε εξωτερικά συμβάντα, όπως διέγερση των σημάτων εισόδου.

#### **3.3.2 Προφίλ (κατανομή) κίνησης**

Σε οποιαδήποτε εφαρμογή ελέγχου κινήσεων η σημαντικότερη απαίτηση είναι σαφής, κατά πόσο σχετίζεται η ελεγχόμενη περιστροφή αξόνων, με τη θέση, το χρόνο ή την ταχύτητα. Αυτό το σχέδιο μετακίνησης καλείται κατανομή κίνησης. Γενικά, μια τέτοια κατανομή μπορεί να αντιπροσωπευθεί γραφικά υπό μορφή διαγράμματος του χρόνου, ή της απόστασης που κινείται συνάρτηση της ταχύτητας. Παραδείγματος χάριν, η τριγωνική κατανομή που παρουσιάζεται στο Σχήμα 7, θα λαμβανόταν εάν είχε προγραμματιστεί, είτε μια πολύ χαμηλή επιτάχυνση, είτε μια πολύ υψηλή ταχύτητα, είτε και οι δύο, για μια σχετικά σύντομη απόσταση.

### 3.3.2.1 Τριγωνική κατανομή



Σχήμα 7 Τριγωνική κατανομή

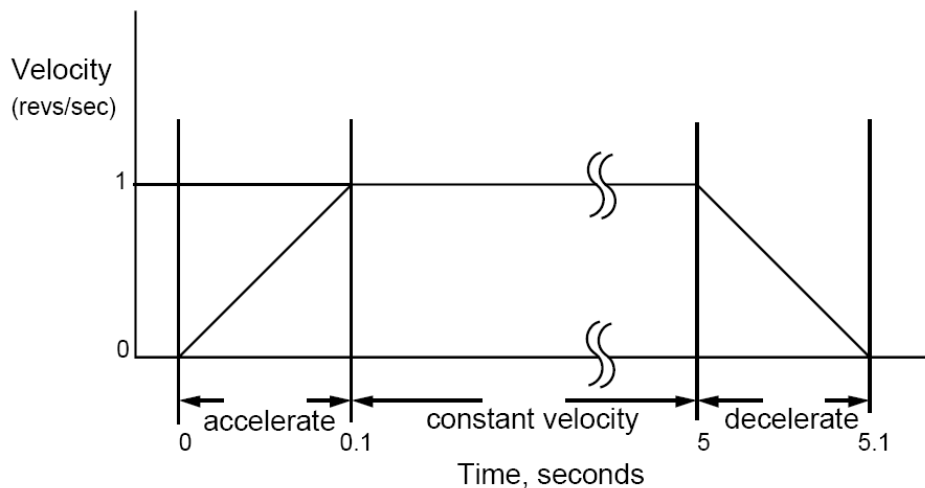
Μια τριγωνική κατανομή θα προκύψει, αν θέσουμε την επιτάχυνση ίση με  $1 \text{ rev/sec}^2$  και την ταχύτητα ίση με  $5 \text{ revs/sec}$ , για μια απόσταση ίση με  $16000 \text{ steps}$  (4 περιστροφές). Αυτό γίνεται, διότι με το πέρας του χρόνου, ο άξονας του κινητήρα θα αποκτήσει ταχύτητα ίση με  $2 \text{ revs/sec}$  και επιπλέον θα έχει διανύσει την μισή από την καθορισμένη απόσταση, εξαιτίας του ορισμού της επιτάχυνσης ίση με  $1 \text{ rev/sec}^2$ .

### 3.3.2.2 Τραπεζοειδής κατανομή (Trapezoidal Profile)

Μια Τραπεζοειδής κατανομή κίνησης, προκύπτει όταν η καθορισμένη ταχύτητα που έχει προγραμματιστεί πραγματώνεται, πριν ο άξονας του κινητήρα κινηθεί στα μισά τις προκαθορισμένης απόστασης. Αυτό οφείλεται σε μια καθορισμένη ταχύτητα που είναι χαμηλή, μια καθορισμένη επιτάχυνση που είναι υψηλή, μια απόσταση κίνησης που είναι μεγάλη, ή σε ένα συνδυασμό και των τριών.

Παραδείγματος χάριν, εάν η επιτάχυνση τίθεται  $10 \text{ revs/sec}^2$ , η ταχύτητα τίθεται ίση με  $1 \text{ rev/sec}$  και η απόσταση ίση με  $20000 \text{ βήματα}$  (5 περιστροφές), τότε η κατανομή που προκύπτει μοιάζει με εκείνη του Σχήματος 8:



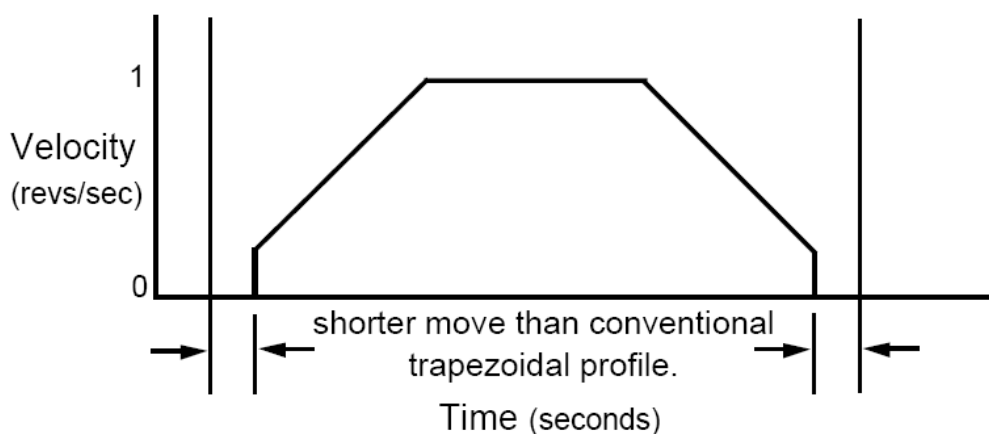


Σχήμα 8: Τραπεζοειδής κατανομή

### 3.3.2.3 Προσδιορισμός θέσης από σημείο σε σημείο (Point to Point Positioning)

Ο προσδιορισμός θέσης από σημείο σε σημείο, απαιτείται σε εφαρμογές «επιλογή και τοποθέτηση», όπου ένα σύνολο κινήσεων στο ΧΥ σύστημα συντεταγμένων, πρέπει να εκτελεσθεί γρήγορα και με μεγάλη ακρίβεια. Αυτός ο τύπος εφαρμογής, μπορεί πολύ να ωφεληθεί από τη χρήση μιας στιγμιαίας ταχύτητας έναρξης/διακοπής. Με την έναρξη ενός βηματικού κινητήρα σε προκαθορισμένη ταχύτητα, αντί να αφεθεί να φτάσει σε αυτή την ταχύτητα με το πέρασ του χρόνου, μπορεί να κερδηθεί ένα μη αμελητέο ποσό χρόνου κίνησης, μέσω του προσδιορισμού της θέσης από σημείο σε σημείο με επαναλαμβανόμενο ρυθμό.

Η τραπεζοειδής κατανομή που χρησιμοποιείται συχνά στον προσδιορισμό θέσης από σημείο σε σημείο, μπορεί να τροποποιηθεί και να περιλαμβάνει τη στιγμιαία έναρξη/διακοπή, με συνέπεια να προκύπτει η κατανομή στο παρακάτω σχήμα [2, 4].

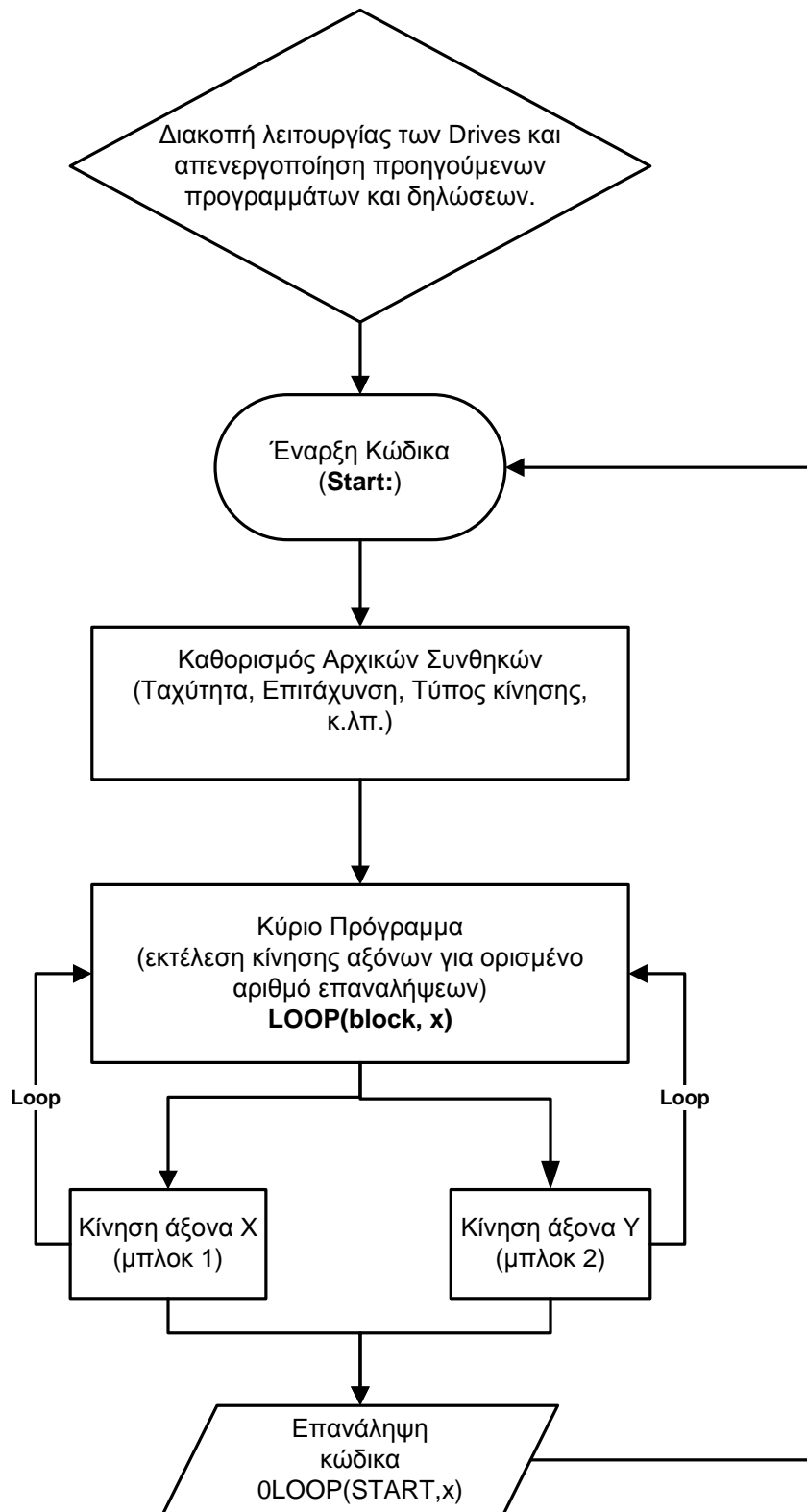


Σχήμα 9: Τραπεζοειδής κατανομή στιγμιαία έναρξη/διακοπή κίνησης.

## 4. Έλεγχος κίνησης αξόνων

Η διάταξη, περιλαμβάνει μια ΧΥ Τράπεζα, με δύο βηματικούς κινητήρες για κάθε ένα από τους δύο άξονες και για την κίνηση των αξόνων χρησιμοποιείται σύστημα ελέγχου, το οποίο αποτελείται από ένα λογισμικό (EASI – Tools) και δύο ΧΙ50i οδηγούς κίνησης. Στη συνέχεια, γίνεται αναλυτική περιγραφή της κίνησης των δύο αξόνων και παρατίθεται ο κώδικας που προγραμματίστηκε. Στο παρακάτω διάγραμμα ροής, περιγράφεται αναλυτικά ο κώδικας και πως αυτός εκτελείται, για να προκύψει η επιθυμητή κίνηση των δύο αξόνων. Ο άξονας Χ θα κινηθεί προς μια ορισμένη κατεύθυνση (δεξιά ή αριστερά), για μια ορισμένη απόσταση καθορισμένου αριθμού βημάτων και επιστρέφει στην αρχική του θέση, ενώ ο άξονας Υ θα κινηθεί προς μια ορισμένη κατεύθυνση, διανύοντας επίσης μια απόσταση καθορισμένου αριθμού βημάτων. Οι δύο άξονες κάθε φορά που θα σαρώσουν μια συγκεκριμένη απόσταση, θα σταματούν για ορισμένο χρονικό διάστημα (1 δευτερόλεπτο). Η διαδικασία αυτή, επαναλαμβάνεται για συγκεκριμένο αριθμό επαναλήψεων, ώστε οι δύο άξονες να καλύψουν την επιθυμητή απόσταση και να σαρώσουν μια συγκεκριμένη επιφάνεια.

Σημειώνεται ότι, η «διεύθυνση 1» (ο αριθμός μπροστά από κάθε εντολή, ετικέτα ένδειξης, ή σχόλιο) αναφέρεται στον Χ άξονα, ενώ η «διεύθυνση 2» στον Υ. Επιπλέον, τονίζεται ότι οι δύο άξονες κινούνται ταυτόχρονα.



Σχήμα 10: Διάγραμμα ροής κώδικα.

Στη συνέχεια, παρουσιάζεται ο κώδικας όπως προγραμματίστηκε με τις εντολές του λογισμικού EASI – Tools και περιγράφεται αναλυτικά.

Κώδικας για τον έλεγχο της κίνησης των αξόνων.

**Άξονας X**

<b>1K</b>	Kill/stop any program that is running.
<b>1CLEAR(ALL)</b>	Erase all program labels and declarations.
<b>Initialization code</b>	
<b>1START:</b>	Start label definition.
<b>1DECLARE(TEST)</b>	Declare user defined labels used in program here.
<b>1DECLARE(TEST1)</b>	Declare user defined labels used in program here.
<b>1OFF</b>	Motor must be off for next changes to take effect.
<b>1W(MC,50)</b>	Motor current.
<b>1W(MS,50)</b>	Standby reduction.
<b>1W(MR,4000)</b>	Motor resolution.
<b>1ON</b>	Energize the axis.
<b>1LIMITS(3,1,0,200)</b>	Disable end of travel limits.
<b>1MI</b>	Mode is incremental indexing.
<b>1O(00000000)</b>	Reset all outputs
<b>1V1</b>	Set velocity in rps.
<b>1AA50</b>	Set acceleration rate in rps/s.
<b>1AD100</b>	Set deceleration rate in rps/s.
<b>1LOOP(TEST,4)</b>	Do TEST label 4 times.
<b>1LOOP(TEST1,4)</b>	Do TEST1 label 4 times
<b>1OFF</b>	Motor must be off.
<b>1END</b>	End of START sequence.
<b>1TEST:</b>	
<b>1D-1000</b>	Set the move distance of axis X to -1000 steps.
<b>1T1</b>	Delay for 1 sec.

<b>1G</b>	Execute the move.
<b>1END</b>	End of label sequence definition
<b>1TEST1:</b>	
<b>1D1000</b>	Set the move distance of axis X to 1000 steps.
<b>1T1</b>	Delay for 1 sec.
<b>1G</b>	Execute the move.
<b>1END</b>	End of label sequence definition
<b>1GOTO(START)</b>	After downloading run the START label.
 <i>Άξονας Y</i>	
<b>2K</b>	Kill/stop any program that is running.
<b>2CLEAR(ALL)</b>	Erase all program labels and declarations.
<b>2START:</b>	Start label definition.
<b>2DECLARE(GRIP)</b>	Declare user defined labels used in program here.
<b>2DECLARE(GRIP1)</b>	Declare user defined labels used in program here.
<b>2OFF</b>	Motor must be off for next changes to take effect.
<b>2W(MC,50)</b>	Motor current.
<b>2W(MS,50)</b>	Standby reduction.
<b>2W(MR,4000)</b>	Motor resolution
<b>2ON</b>	Energize the axis.
<b>2LIMITS(3,1,0,200)</b>	Disable end of travel limits.
<b>2MI</b>	Mode is incremental indexing.
<b>2O(00000000)</b>	Reset all outputs.
<b>2V1</b>	Set velocity in rps.
<b>2AA50</b>	Set acceleration rate in rps/s.
<b>2AD100</b>	Set deceleration rate in rps/s.

<b>2LOOP(GRIP,4)</b>	Do GRIP label 4 times.
<b>2LOOP(GRIP1,4)</b>	Do GRIP1 label 4 times.
<b>2END</b>	
<b>2GRIP:</b>	
<b>2D1000</b>	Set the move distance of axis Y to 1000 steps.
<b>2T1</b>	Delay for 1 sec.
<b>2G</b>	Execute the move.
<b>2END</b>	
<b>2GRIP1:</b>	
<b>2D1000</b>	Set the move distance of axis X to 1000 steps.
<b>2T1</b>	Delay for 1 sec.
<b>2G</b>	Execute the move.
<b>2END</b>	
<b>2GOTO(START)</b>	After downloading run the START label
<b>0LOOP(START,2)</b>	Do START label 2 times for both axis

Αφού γίνει απενεργοποίηση των προηγούμενων προγραμμάτων και εντολών, για να σβηστή η προσωρινή μνήμη των οδηγιών κίνησης, ξεκινάει ο κώδικας. Αρχικά οι δύο οδηγοί κίνησης σταματούν να λειτουργούν, ώστε να οριστούν οι αρχικές συνθήκες λειτουργίας. Οι αρχικές ρυθμίσεις περιλαμβάνουν:

- Τον καθορισμό της ταχύτητας.
- Τον καθορισμό της επιτάχυνσης και επιβράδυνσης.
- Το ρεύμα του κινητήρα και το ποσοστό μείωσης του ρεύματος σε περίπτωση διακοπής λειτουργίας, κατά την οποία οι οδηγοί κίνησης (drives) παραμένουν σε αναμονή.
- Τον τύπο κίνησης (αυξητική κίνηση).
- Την απενεργοποίηση των ορίων κίνησης (θετικό και αρνητικό όριο).

Το κύριο πρόγραμμα του κώδικα, αποτελείται από την εντολή 1LOOP(block,x), με την οποία επαναλαμβάνεται για ορισμένο αριθμό επαναλήψεων “x” η διαδικασία (κίνηση), η οποία εμπεριέχεται και δηλώνεται από το μπλοκ.

Τέλος καθορίζονται οι κινήσεις των δύο αξόνων σε μπλοκ. Χαρακτηριστικά το μπλοκ, (**TEST**), δηλώνει ότι ο άξονας X κινείται προς τις θετικές τιμές των αξόνων x στο καρτεσιανό σύστημα συντεταγμένων και διανύοντας μια απόσταση 1000 βημάτων, σταματάει να κινείται για 1 δευτερόλεπτο και συνεχίζει την πορεία του μέχρι να ολοκληρωθεί ο αριθμός των επαναλήψεων, που καθορίζει η εντολή **LOOP**. Το μπλοκ (**TEST1**), δηλώνει ότι ο άξονας x επιστρέφει στην αρχική του θέση, κινούμενος προς τις αρνητικές τιμές του καρτεσιανού συστήματος, ακολουθώντας των ίδιο τρόπο κίνησης. Επιπλέον τα μπλοκ (**GRIP** και **GRIP1**), δηλώνουν την κίνηση του άξονα Y προς τα αρνητικές τιμές του καρτεσιανού συστήματος, ταυτόχρονα με την κίνηση του X. Επίσης ανά 1000 βήματα, ο άξονας Y σταματάει να κινείται για ένα δευτερόλεπτο.

Ο κώδικας μπορεί να επαναληφθεί για ορισμένο αριθμό επαναλήψεων, χρησιμοποιώντας την εντολή LOOP αλλά με «διεύθυνση 0» (global), σύμφωνα με την οποία η εντολή αναφέρεται και εκτελείται για όλους τους άξονες, σε ένα πολλαπλό σύστημα αξόνων.

Στο Παράρτημα Β παρατίθεται κώδικας, ο οποίος προγραμματίστηκε για ένα επιπλέον προτεινόμενο τρόπο κίνησης των αξόνων. Η διαφορά του κώδικα αυτού, συνίσταται στο γεγονός ότι οι δύο άξονες δεν κινούνται ταυτόχρονα, όταν κινείται ο άξονας X, ο Y παραμένει ακίνητος και αντίστροφα και επιπλέον, όταν ο κάθε άξονας έχει διανύσει μια συγκεκριμένη απόσταση βημάτων, δεν σταματάει να κινείται για ορισμένο χρονικό διάστημα.

## 5. Βιβλιογραφία

1. Parker Hannifin, Electromechanical Automation, Offenburg, Poole, Milan, 2004.
2. XL25i/XL50i/XL80i Stepper Drives User Guide, Parker Automation, March 2002.
3. Stepping Motors catalogue, SANYO DENKI Step – Syn.
4. EASI – Tools Version 1.5, Parker Hannifin Corporation, Electromechanical Division, Copyright 1999 – 2001.
5. [www.micromech.co.uk](http://www.micromech.co.uk)
6. [www.parker-emd.com](http://www.parker-emd.com)
7. [www.compumotor.com](http://www.compumotor.com)
8. [www.stepcontrol.com](http://www.stepcontrol.com)
9. [www.wikipedia.org](http://www.wikipedia.org)



## 6. Παράρτημα

### Παράρτημα Α (Προδιαγραφές)

Περιγράφονται αναλυτικά οι προδιαγραφές λειτουργίας και οι προδιαγραφές περιβάλλοντος, για την ομαλή λειτουργία των παραπάνω τριών τύπων οδηγών κίνησης, που περιγράφηκαν αναλυτικά στο Κεφάλαιο 1. Επιπλέον, περιγράφονται οι ηλεκτρικές και μηχανικές προδιαγραφές, καθώς επίσης δίνεται και πίνακας για τις προδιαγραφές του περιβάλλοντος λειτουργίας των XL\_PSU.

Πίνακας 3: Προδιαγραφές Λειτουργίας των XL25i, XL50i και XL80i.

Parameter	Value
Amplifier type	MOSFET chopper
Motor resolution	400, 800, 2000, 4000 steps/rev
Maximum stepping rate	200kHz at 4000 steps/rev
Nominal chopping frequency	28kHz (XL25i), 20kHz (XL50i & XL80i)
Protection circuits	Short circuit (phase-to-phase, across phases and phase to ground), motor overcurrent, over/under voltage, logic supply fault, over temperature, ext. 24V reversed
Maximum output current	XL25i: 2.5A peak +/-10% XL50i: 5.0A peak +/-10% XL80i: 8.0A peak +/-10%
Output current adjustment	50% to 100% of maximum current, software selectable in 10% increments
Standby current reduction	50% or 70% selected by software
Standby reduction time	30mS from last step pulse
Nominal motor bus voltage	80V DC +5%
Supply voltage, DC operation	XL25i: 24-80V +5% XL50i: 48-80V +5% XL80i: 56-80V +5%
Indexer logic supply input	24V DC +10% -15%
Logic supply current	800mA max. (all outputs ON at max. current)
LED status indicators (tri-colour)	HV OK/zero phase, drive OK/energized/fault, comms OK/fault
Motor inductance range	0.5 - 10mH (0.8 - 10mH preferred range)

Πίνακας 4: Προδιαγραφές Περιβάλλοντος των XL25i, XL50i και XL80i .

<b>Parameters</b>	<b>All drive types</b>
Environment	Pollution degree 2, Installation category II*
Operating temperature range	0 to 50°C ambient
Storage temperature range	-20 to 70°C
Humidity	5 to 95% non-condensing
Cooling	Natural convection
Housing	Aluminium
Protection class	IP20
Weight	0.4kg

Πίνακας 5: Ηλεκτρικές Προδιαγραφές της XL\_PSU.

<b>Parameter</b>	<b>Value</b>
Input voltage	
Nominal	110 to 230 V AC RMS
Min/Max	95 to 264V AC RMS
Mains supply frequency range	50/60Hz +/- 2Hz
Input power factor	Better than 0.9 at 250W load
Output voltage	80V DC ±5% (no load)
Output current	
230V AC input, no 24V load	3.1A continuous, 7.5A peak
230V AC input, max 24V load	2.6A continuous, 7.0A peak
<150V AC input, no 24V load	2.5A continuous, 6.2A peak
<150V AC input, max 24V load	2.0A continuous, 5.7A peak
Protection	Short circuit / overload protected
On board capacitance	6600µF
24V Auxiliary output	

Voltage	24V DC +10% -15%
Current	1.8A Max
Protection	Short circuit / overload protected
Output cable length restriction	not to exceed 10m in length
Total output power	250W continuous
Peak	600W for 1 second. Below input voltages of 150V AC, output power is 200W continuous, 500W peak.
Protection circuits	
XL_PSU Module	Overtemperature
Output	
Current	Short circuit / Overload
Power	Excessive continuous power
+24V supply	
Current	Short circuit
Voltage	Reverse polarity
Connection / disconnection	Hot plugging protection

Πίνακας 6: Μηχανικές Προδιαγραφές της XL\_PSU

Parameter	Value
Housing	Two part brushed aluminium case
Dimensions	
Depth	130 mm Max
Width	50 mm Max
Height	175 mm Max (195 mm at flange mount)
Weight	1 kg

Πίνακας 7: Προδιαγραφές Περιβάλλοντος για την XL\_PSU

Parameter	Value
Pollution	Degree 2
Installation category	II*
Operating temperature range	0 to 50°C ambient
Storage temperature range	-20° to 70°C
Humidity	5 to 95% non condensing
Altitude	2000 metres
Ingress protection	IP20
Cooling	Natural convection with integral fan. Unit to be mounted vertically with at least 50mm free space above and below the package. Side clearance of 10mm free space both sides

\*Note: Installation category (also called Overvoltage Category) specifies the level of mains voltage surges that the equipment will be subjected to. The category depends upon the location of the equipment, and on any external surge protection provided. Equipment in an industrial environment, directly connected to major feeders/short branch circuits, is subjected to Installation Category III. If this is the case, a reduction to Installation Category II is required.

## Παράρτημα Β

Κώδικας δεύτερης προτεινόμενης κίνησης

<b>1K</b>	Kill/stop any program that is running.
<b>1CLEAR(ALL)</b>	Erase all program labels and declarations.
<b>Initialization code</b>	
<b>1START:</b>	Start label definition.
<b>1DECLARE(TEST1)</b>	Declare user defined labels used in program here.
<b>1DECLARE(TEST)</b>	Declare user defined labels used in program here.
<b>1DECLARE(TEST2)</b>	Declare user defined labels used in program here.
<b>1DECLARE(TEST3)</b>	Declare user defined labels used in program here.
<b>1OFF</b>	Motor must be off for next changes to take effect.

<b>1W(MC,50)</b>	Motor current.
<b>1W(MS,50)</b>	Standby reduction.
<b>1W(MR,4000)</b>	Motor resolution.
<b>1ON</b>	Energize the axis.
<b>1LIMITS(3,1,0,200)</b>	Disable end of travel limits.
<b>1MI</b>	Mode is incremental indexing.
<b>1O(00000000)</b>	Reset all outputs
<b>1V1</b>	Set velocity in rps.
<b>1AA50</b>	Set acceleration rate in rps/s.
<b>1AD100</b>	Set deceleration rate in rps/s.
<b>1LOOP(TEST1,100)</b>	Do TEST1 label 100 times.
<b>1LOOP(TEST2,700)</b>	Do TEST2 label 700 times.
<b>1LOOP(TEST,100)</b>	Do TEST label 100 times.
<b>1LOOP(TEST3,700)</b>	Do TEST3 label 700 times.
<b>1OFF</b>	
<b>1END</b>	End of START sequence.
<b>1TEST1:</b>	
<b>1D100</b>	Set the move distance of axis X to 100 steps.
<b>1G</b>	Execute the move.
<b>1END</b>	End of label sequence definition
<b>1TEST2:</b>	
<b>1D0</b>	Set the move distance of axis X to 0 steps.
<b>1G</b>	Execute the move.
<b>1END</b>	End of label sequence definition

<b>1TEST:</b>	
<b>1D-100</b>	Set the move distance of axis X to -100 steps.
<b>1G</b>	Execute the move.
<b>1END</b>	End of label sequence definition
<b>1TEST3:</b>	
<b>1D0</b>	Set the move distance of axis X to 0 steps.
<b>1G</b>	Execute the move.
<b>1END</b>	End of label sequence definition.
<b>1GOTO(START)</b>	After downloading run the START label.
<b>2K</b>	Kill/stop any program that is running.
<b>2CLEAR(ALL)</b>	Erase all program labels and declarations.
<b>2START:</b>	Start label definition.
<b>2DECLARE(GRIP)</b>	Declare user defined labels used in program here.
<b>2DECLARE(GRIP1)</b>	Declare user defined labels used in program here.
<b>2DECLARE(GRIP2)</b>	Declare user defined labels used in program here.
<b>2DECLARE(GRIP3)</b>	Declare user defined labels used in program here.
<b>2OFF</b>	Motor must be off for next changes to take effect.
<b>2W(MC,50)</b>	Motor current.
<b>2W(MS,50)</b>	Standby reduction.
<b>2W(MR,4000)</b>	Motor resolution
<b>2ON</b>	Energize the axis.
<b>2LIMITS(3,1,0,200)</b>	Disable end of travel limits.
<b>2MI</b>	Mode is incremental indexing.
<b>2O(00000000)</b>	Reset all outputs.

<b>2V1</b>	Set velocity in rps.
<b>2AA50</b>	Set acceleration rate in rps/s.
<b>2AD100</b>	Set deceleration rate in rps/s.
<b>2LOOP(GRIP2,500)</b>	Do GRIP label 500 times.
<b>2LOOP(GRIP,80)</b>	Do GRIP label 80 times.
<b>2LOOP(GRIP3,500)</b>	Do GRIP label 500 times.
<b>2LOOP(GRIP1,80)</b>	Do GRIP label 80 times.
<b>2END</b>	
<b>2GRIP2:</b>	
<b>2D0</b>	Set the move distance of axis Y to 0 steps.
<b>2G</b>	Execute the move.
<b>2END</b>	
<b>2GRIP:</b>	
<b>2D100</b>	Set the move distance of axis Y to 100 steps.
<b>2G</b>	Execute the move.
<b>2END</b>	
<b>2GRIP3:</b>	
<b>2D0</b>	Set the move distance of axis Y to 0 steps.
<b>2G</b>	Execute the move.
<b>2END</b>	
<b>2GRIP1:</b>	
<b>2D100</b>	Set the move distance of axis Y to 100 steps.
<b>2G</b>	Execute the move.
<b>2END</b>	

**2GOTO(START)**

After downloading run the START label

## Παράρτημα Γ (Εντολές)

### A Acceleration/Deceleration

Syntax	Units	Range of 'n'	Default	See also
aAn	Rev s/sec <sup>2</sup>	0.1 to 1023.9	10	AA AD

**Description** This command will set both the acceleration and deceleration rates of the motor to the same value. Values set for the **AA** and **AD** commands, if previously set, will be over written.

**Properties** Immediate or buffered, can be used in labelled block, saved by SV

**Example** To set the acceleration and deceleration rates of axis 1 to 120 rps2, type  
 ..... **1A120**

To determine the acceleration of axis 1, type ..... **1A**

The response is ..... \*120.0 120.0

Overrange value ..... **1A1050**

Will be reported as..... \*E (meaning error)

**Note** In a positioning move the deceleration time is limited to 65 seconds. If a very low value for deceleration is used together with a high peak velocity such that the deceleration time is greater than 65 seconds, then an error will be.

### AA Acceleration

Syntax	Units	Range of 'n'	Default	See also
aAAAn	Revs/sec <sup>2</sup>	0.1 to 1023.9	10	A AD

**Description** The **AA** command will set or report the programmed linear acceleration rate of the motor. The acceleration value assigned to the **AA** command will be over written by any following **A** command.

**Properties** Immediate or buffered, can be used in labelled block, saved by SV.

### AD Deceleration

Syntax	Units	Range of 'n'	Default	See also
aADn	Rev s/sec <sup>2</sup>	0.1 to 1023.9	10	A AA



aADn            Revs/sec<sup>2</sup>      0.1 to 1023.9 10            A AA

**Description** The AD command will set or report the programmed linear deceleration rate of the motor. The deceleration value assigned to the AD command will be over written by any following A command.

**Properties** Immediate or buffered, can be used in labelled block, saved by SV

**Example** To set the deceleration rate of axis 4 to 320 rps<sup>2</sup>, type            **4AD320**

To report the current deceleration rate of axis 4, type            **4AD**

The response is            \*320

Overrange value            **1A1040**

Will be reported as            \*E (meaning error)

**Note** In a positioning move the deceleration time is limited to 65 seconds. If a very low value for deceleration is used together with a high peak velocity such that the deceleration time is greater than 65 seconds, then an error will be reported when G is issued.

## CLEAR Clear user code

Syntax	Units	Range of 'n'	Default	See also
--------	-------	--------------	---------	----------

aCLEAR(label) -		-	-	-
-----------------	--	---	---	---

**Description** The **CLEAR** command deletes user program instructions from the label specified until the END statement associated with that label. If a subroutine has been cleared, but its associated GOSUB command still exists, at run time the code will halt, motion will stop and \*E will be reported. Specifying the ALL keyword as the label will delete all user programs within the drive addressed.

**Properties** Immediate or buffered, can't be used in labelled block, saved by SV

**Example**      **0CLEAR(ALL)**            Clear memory of anything defined so far (all drives)

**5CLEAR(START)**      delete the power on code, but nothing else, in

axis 5

**Note** Once a label has been declared, the declaration cannot be cleared individually. You can only clear declarations by using CLEAR(ALL).

Declare

Syntax	Units	Range of 'n'	Default	See also
--------	-------	--------------	---------	----------

aDeclare(label) -	-	-	-	-
-------------------	---	---	---	---

**Description** All labels, apart from START, REG, NOREG & FAULT need to be declared at the beginning of the program using a DECLARE command. You can declare up to 10 labels as well as the four system labels. Labels can only be declared in the command line or inside the START label. If you wish to upload your program all declarations must be made within the START label. If a label has been declared, but not defined, a run time error will be signaled when it is called by a GOTO, GOSUB or LOOP command. When a label has been declared and defined, clearing it will only get rid of the definition, the declaration will still remain. Declarations can only be cleared using a CLEAR(ALL). Typing **aDECLARE** by itself will list the percentage of memory used by each label type.

**Properties** Immediate or buffered, can be used in labelled block (but only within the START label), saved by SV

**Example**      **1DECLARE(CUT2)**                          declare label CUT2

1DECLARE

\*START 0.8%

\*REG 0.0%

\*NOREG 0.0%

\*FAULT 0.0%

\*CUT2 0.0%

## D Distance

Syntax	Units	Range of 'n'	Default	See also
--------	-------	--------------	---------	----------

aDn	Steps	-2,147,483,648 to 2,147,483,647	4000	M
-----	-------	---------------------------------	------	---

**Description** The **D** command will set or report the programmed move distance. The value programmed is only used for preset moves and is ignored in MC (Move Continuous).

**Properties** Immediate or buffered, can be used in labelled block, saved by SV

**Example**      To set the move distance of axis 2 to 15000 steps type      **2D15000**

To report the current programmed move distance of axis 2, type      **2D**

The controller responds with      15000.

## G Go

Syntax	Units	Range of 'n'	Default	See also
aG	-	-	-	PS S K

**Description** Issuing a G command starts motion using the parameters specified by the V, AA, AD, D and commands or via the PROFILE and USE commands. The mode of motion must have been previously set as this determines which parameters are used and which are ignored. For example, mode continuous will ignore the distance parameter.

**Properties** Immediate or buffered, can be used in labelled block, not saved by SV

Example 1PROFILE3(150,200,1500,25,1) define profile 3

**1USE(3)** use profile 3

**1G** perform profile 3

**Note** If no motion occurs after G is issued, the cause can be determined by using the R(UF) command. Refer to the section on system parameters for more information.

## GOSUB GO to SUBroutine

Syntax	Units	Range of 'n'	Default	See also
aGOSUB(label) -	-	-	-	-

**Description** The **GOSUB** command continues user program execution from the label specified and once the END statement is reached (in the called code), program execution returns to the calling routine. GOSUBs can be nested to a maximum of 10 times, although the number of nestings will be decreased if used in combination with a **LOOP** command.

**Properties** Immediate or buffered, can be used in labelled block, not saved by SV

Example 1DECLARE(MOVE1)

1DECLARE(MOVE2)

**1START:** code run after power on

1PROFILE1(360,360,400000,20,0.5) define some move profiles

1PROFILE2(360,360,400000,45,0.5)

**1GOSUB(MOVE1)** go do move 1 and come back

**1GOSUB(MOVE2)** go do move 2 and come back

**1O(XXXXXX11)** set outputs 7 and 8

1END

1MOVE1:

**1USE(1)** use the move profile 1

1G

**1O(XXX1XXXX)** turn output 4 on

**1T0.1** wait for 100mS

**1O(XXX0XXXX)** turn output 4 off

1END

1MOVE2:

**1USE(2)** use the move profile 2

1G

**1T1** pause for settle time

1TR(IP,=,1)

1END

**Note** If you exceed the number of nesting levels the program will halt and return a \*E. R(UF) will return a 'Program nesting overflow' message. If a GOTO command is used, the number of nesting levels is set to zero.

### GOTO GO TO routine

Syntax	Units	Range of 'n'	Default	See also
aGOTO(label) -		-	-	GOSUB

**Description** The GOTO command continues user program execution from the label specified. Program execution does not return to the original place in the program (use GOSUB if command execution is required to return).

**Properties** Immediate or buffered, can be used in labelled block, not saved by SV

Example                    2DECLARE(MOVE1)                    declare move 1

```

2DECLARE(MOVE2)          declare move 2

2START:                code run after power on

2PROFILE1(360,360,400000,20,0.5) define some move profiles

2PROFILE2(360,360,400000,45,0.5)

2GOTO(MOVE1)           perform move 1

2END

2MOVE1:

2USE(1)                use the move profile 1

2G

2GOTO(MOVE2)

2END

2MOVE2:

2USE(2)                use the move profile 2

2G

2GOTO(MOVE1)

2END

```

**Note** If a GOTO command is used in conjunction with a GOSUB or LOOP command the number of nesting levels is set to zero. The example shown above will give endless motion, only a FAULT condition or an immediate KILL or STOP command via comms. would stop this program.

## H Change direction

Syntax	Units	Range of 'n'	Default	See also
aHn	-	+ - or blank	+	LOOP

**Description** The H command changes the direction of motion. Specifying H+ sets the direction to clockwise, H- counter clockwise, and H alone reverses the current direction. This command has no effect in Mode Absolute and is ignored. In Mode Continuous, only the H command can set the direction of motion as the D command is ignored for continuous moves. If H is entered whilst the motor is

moving, the direction will not change until the motor comes to a stop and another G command is given.

**Properties** Immediate or buffered, can be used in labelled block, saved by SV

```
Example          3START:
                 3PROFILE1(360,360,40000,20,0.5)  define profile 1
3MI                mode incremental
                 3GOTO(MAIN)
                 3END
                 3MAIN:
3USE(1)           use profile 1 parameters
3G                do the move (CW)
3H                change direction (CCW)
3G                go back
3END              end of user program
```

Note CAUTION

The USE command or the D command will re-define the move direction each time it is called, apart from when in mode continuous\*. To set up a loop to go CW (clockwise) then CCW (counter clockwise), make sure the D or USE command is outside of the LOOP otherwise the direction will be the same each time around the loop.

\*In mode continuous, moves are always made with the direction being decided by the H command.

## K Kill

Syntax	Units	Range of 'n'	Default	See also
aK	-	-	-	S, T

**Description** The **KILL** command is used to immediately stop motion. Once issued, it will cut the pulse train to the motor. Carefully consider the use of this command in applications where a load with a large inertia may be required to stop quickly. By commanding K the motor could stall and lose torque. For this reason, a load with large inertia should be stopped mechanically to avoid overshoot of limit

switches. Power dumping may be required to protect the drive from over voltage trips. This command is used as an immediate stop and does not attempt to control deceleration.

For a controlled stop use the **S (stop)** command.

The KILL command cannot be used in a label, its use is primarily for emergency situations.

**Properties** Immediate only, can't be used in labelled block, not saved by SV

**Example**                      **1G**                      set drive in motion

**1K**                      top everything

**Note** The K command does require a device address or OK to kill all axis. It will stop a time delay (T command) and will abort a program. This command does not replace the requirement for an additional hardware device to cut power to the motor in the event of an emergency situation arising.

## LIMITS Configure limit inputs

Syntax                      aLIMITS(mask,type,mode,LD)

**Description** The LIMITS command allows the user to define whether the LIM+/- inputs are being used as limit inputs or user inputs via the LIM\_MASK.

The mask field takes the following values:

- 0 Enable limits (default setting)
- 1 Disable limit +
- 2 Disable limit -
- 3 Disable limit + & -

The +ve limit switch is the switch that is reached when the motor reaches the end of travel for a move with +ve distance/velocity.

The -ve limit switch is the switch that is reached when the motor reaches the end of travel for a move with -ve distance/velocity.

**Type** field takes the following values:

- 1 Limits normally closed (default setting)
- 0 Limits normally open

**Mode** field takes the following values:

0 Stop motion when a limit is hit and abort the program, then go to a predefined fault sequence, otherwise stop (default setting).

1 Stop motion when a limit is hit but continue the program. In certain applications this allows the limit switch to define a home position.

The optional LD parameter sets the required deceleration rate after hitting a limit, the default deceleration is 200 rps<sup>2</sup> : See deceleration command AD for range settings.

**Properties** Immediate or buffered, can be used in labelled block, saved by SV

**Example 3LIMITS(0,1,0,100)** +ve limit enabled, normally closed switch

-ve limit enabled, normally closed switch

user inputs 5 and 6 unavailable for use

deceleration 100rps<sup>2</sup>

**3LIMITS(1,1,0,100)** +ve limit disabled

user input 6 available for use

-ve limit enabled, normally closed switch

user input 5 unavailable for use

deceleration 100rps<sup>2</sup>

To report the current configuration of the limits, type **3LIMITS**

The response, using the above example \*LM1 TP1 M0 LD100.0

**Notes** The default value of LIMITS type field is 1, that is normally closed.

## LOOP Repeat user code

Syntax aLOOP(label,cycles)

**Description** The LOOP command repeatedly calls a labelled block of code a number of times specified by the cycles parameter, the range being 0 to 65000.

Note: If the number of cycles is set to 0 the loop will continue indefinitely. Nesting of loops up to 5 levels is permitted.

**Properties** Immediate or buffered, can be used in labelled block, not saved by SV

**Example** Run the grip code for a mechanical elasticity tester 6 times, and delay for 1 second between each grip cycle to allow for a sensor to measure deflection.



**2START:** signifies this is the power on sequence

2DECLARE(GRIP)

2PROFILE2(150,200,4800,45,1)

**2USE(2)** Use motion parameters from profile 2

**2LOOP(GRIP,6)** repeat the grip/ungrip code 6 times

2END

2GRIP:

**2G** do the move on axis 2

**2O(XXX1XXXX)** signal grip cycle

**2H** change to ungrip/grip

**2G** do the move again

**2H** change direction

**2T1** delay for one second

**2O(XXX0XXXX)** signal end grip cycle

2END

**Note** Also see the EXIT, KILL and GOSUB command. If you use a GOTO command within a LOOP, it will stop program execution of the loop and the number of nesting levels will be set to zero. If you exceed the number of nesting levels the program will halt and return a \*E. R(UF) will return a 'Program nesting overflow' message.

## M Mode

Syntax	Units	Range of 'n'	Default	See also
aMn	-	see below	-	-

**Description** The mode command sets up the mode of operation of the indexer. The values of n are: A - indexed move with absolute positioning C - continuous move I - indexed move with incremental positioning

**Properties** Immediate or buffered, can be used in labelled block, saved by SV

**Example** The code below sets up an absolute move.

**3W(PA,0)** set PA to zero

**3MA** mode absolute

**3D1000** set distance

**3G** move to absolute position 1000

**3D100** set distance

**3G** move to absolute position 100

**3R(PA)** report absolute position \*100

To check the current mode, type. **3M**

The response will be **\*MA**

**Note** In MC the command D is ignored In MA the command H is ignored.

## O Output

Syntax	Units	pattern	Default	See also
aO(pattern)	-	see below	00000000	-

**Description** The O command applies the specified binary pattern to the user outputs. Pattern takes the bit values 0, 1, X, where 0 is output off, 1 is output on and X represents an unchanged state. Pattern is 8 bits in length in the order of outputs 1 to 8 Trailing X characters are not required.

**Properties** Immediate or buffered, can be used in labelled block, not saved by SV.

**Example** **2O(11001100)** sets outputs 1,2,5,6 ON all others OFF

**2O(X0XXXXX1)** leaves outputs 1,3,4,5,6,7 as they were and turns output 2 OFF, output 8 ON.

**2O(1010)** turns ON outputs 1 & 3 and turns OFF 2 & 4. All others outputs remain unchanged.

**Note** When an output is set ON, the corresponding input bit is not available for use. Thus, outputs 5 to 8 should not be used (left OFF) if limits, registration or home are being used.

OFF Shutdown motor power

Syntax	Units	Range of 'n'	Default	See also
aOFF	-	-	OFF	ON

**Description.** Issuing an OFF command de-energises the drive to shutdown the motor power. The indexer responds to move commands that are issued after an OFF with \*E. If you check the fault variable UF, you will see the 'Drive disabled' bit set to indicate that the drive was de-energised when a move was attempted. OFF reduces motor heating and allows manual positioning of the load, assuming the system mechanics allow this and it is safe to do so.

**Properties** Immediate or buffered, can be used in labelled block, saved by SV

**Example**                    **1OFF**                    shut down motor power on axis 1.

### ON Turn ON motor power

Syntax	Units	Range of 'n'	Default	See also
aON	-	-	-	OFF

**Description** Issuing an ON command energises the drive. The command allows execution of moves provided the motor is not on a limit. Configuration system variables, such as MR, MC, MS are loaded into the drive's indexer when the ON command is issued. The current state of the drive fault registers will be cleared. ON will clear the User Fault and Drive Fault variable to all zeros.

**Properties** Immediate or buffered, can be used in labelled block, saved by SV

**Example**                    **1OFF**                    drive must be OFF for configuration

**1W(MC,50)**                    configure motor current

**1W(MR,400)**                    configure motor resolution

**1ON**                    turn drive ON again

**Note** Issuing an ON command will clear all user status flags.

### PROFILE Define move profile

Syntax	aPROFILEnumber(AA,AD,D,V,VS)
--------	------------------------------

**Description** The PROFILE command sets up a table of move profiles in the indexer memory. These profiles can be recalled at any time by the USE command. The PROFILE command parameters are:

- Acceleration AA
- Deceleration AD
- Distance D
- Velocity V
- VStartStop VS

Ranges for the AA, AD, D, V and VS commands are as stated for each individual command. The range of PROFILE number is 0 to 8, but PROFILE0 cannot be

defined. Use PROFILE0 to read the current profile settings. The format of the returned message will be: \*0 AA10.0 AD10.0 D4000 V1.00 VS0.00

**Properties** Immediate or buffered, can be used in labelled block, saved by SV

**Example** Profile 1 is to represent a move of 1500 steps on axis 3 at a velocity of 25 rps and acceleration/deceleration of 200 rps<sup>2</sup> start stop speed of 1rps:

3PROFILE1(200,200,1500,25,1)

Profile 2 is to represent a move of 4800 steps on axis 3 at a velocity of 45 rps, acceleration of 150 rps<sup>2</sup> deceleration of 200 rps<sup>2</sup>, start stop speed of 1rps:

**3PROFILE2(150,200,4800,45,1)**

The following move profiles will now be available in memory on

axis 3:

Profile number	1	2
Acceleration	200	150
Deceleration	200	200
Distance	1500	4800
Velocity	25	45
Start/Stop velocity	1	1

The move parameters specified by Profile 2 may be used (that is, copied to profile 0) with the statement **4USE(2)**

**Note** A profile command will overwrite any individually programmed values of acceleration, deceleration, distance and velocity once the USE command is issued.

## PS Pause

Syntax	Units	Range of 'n'	Default	See also
aPS	-	-	-	C

**Description** The PS (pause) command causes immediate command execution to cease until a C (continue) command is issued. The command is useful as a debug aid when testing small trial code blocks. The PS command cannot be used whilst running a program.

**Properties** Immediate or buffered, can't be used in labelled block, not saved by SV

Example	OPS	global pause
<b>1D4000</b>	setup axis 1	
1V5		
1A50		
<b>2D8000</b>	etup axis 2	
2V10		
2A100		
<b>0G</b>	global GO	
<b>0C</b>	global continue	

**Note** If the input command buffer is filled during a pause \*E will be reported (assuming EX is set to speak whenever), and the status LED will continually flash red then green. To clear this condition cycle the power.

## R Report system parameter

Syntax	Units	Range of 'n'	Default	See also
aR(system_variable)	-	-	-	W



**1A150.1** acceleration set to 150.1rps2

**1SV** save current settings

**1Z** reset drive

**1A** report current value of acceleration \*150.1

## T Time delay

Syntax	Units	Range of 'n'	Default	See also
aTn	seconds	0.05 to 10	none	-

**Description** The T command pauses program execution for the time specified by the delay parameter. Timing resolution is to within 50ms increments. Any time value specified within the range 0.05 to 10 seconds will be rounded down to the nearest 0.05 second increment. Any value programmed outside of this range will generate an error (\*E out of range).

**Properties** Immediate or buffered, can be used in labelled block, not saved by SV

**Example** **4T6** delay for 6 seconds

**4T0.38** delay 0.35 seconds (rounded down)

## TR Wait for trigger

Syntax aTR(system\_variable,relation,value)

**Description** The TR command pauses command execution until the trigger condition is met. The trigger condition is met if the relation between system\_variable and value is true.

Valid relations for the comparison are:

- = Equals
- <> Does not equal
- > Greater than
- < Less than

Value is a number generated by the system\_variable being tested. Refer to the system variables table for more information. Refer to the table of system variables that can be used for conditional control.

**Properties** Immediate or buffered, can be used in labelled block, not saved by SV

**Example** **3TR(PA,>,2000)** wait for position absolute to be >2000 steps

**3TR(IN,=,XXX11XXX)** wait for user inputs 4 and 5 to be high

**Notes** If you wish to use the TR command during motion, command queuing (system variable CQ) must be set for continuous execution (CQ=0). Issuing a K or S from the command line will clear a trigger condition. If the input command buffer is filled whilst waiting for a trigger \*E will be reported (assuming EX is set to speak whenever), and the status LED will continually flash red then green. To clear this condition cycle the power.

## USE Use

Syntax	Units	Range of 'n'	Default	See also
aUSE(profile) -		1 to 8	-	PROFILE

**Description** The USE command copies the pre-defined profile to the current move parameters.

**Properties** Immediate or buffered, can be used in labelled block, saved by SV

Example	1PROFILE1(200,20,1500,25,1)	define profile 1
	1PROFILE2(150,200,4800,45,1)	define profile 2
<b>1USE(2)</b>		use motion profile 2

## V Velocity

Syntax	Units	Range of 'n'	Default	See also
aVn	rev/s	0.01 to 50.00	1	-

**Description** Velocity command V sets or reports the programmed velocity of the motor.

**Properties** Immediate or buffered, can be used in labelled block, saved by SV

**Example** To set the velocity of axis 3 to 25 rps, type **3V25**

To report the current velocity of axis 3, type **3V**

The controller responds with **\*25.0**

No units are reported.

**Note** [1] The maximum stepping rate is limited to 200,000 steps per second. With a maximum drive resolution of 4000 steps per second the maximum velocity will always be 50.0 rev/s.



[2] Programmed velocities less than the start-stop velocity VS will result in a constant-velocity move with no acceleration or deceleration.

[3] In a positioning move the deceleration time is limited to 65 seconds. If a very low value for deceleration is used together with a high peak velocity such that the deceleration time is greater than 65 seconds, the drive will report an error \*E when the G command is given.

[4] A programmed value of velocity can be overwritten by a PROFILE command once the USE command has been issued, but subsequent values of velocity can be programmed to override the value in use.

## W Write system variable

Syntax `aW(system_variable,value)`

**Description** The W command allows you to set a specified system variable to a particular value. Refer to the table of system variables in Control of XLi Drives for more information.

**Properties** Immediate or buffered, can be used in labelled block, saved by SV

**Example** Set system variable MR (drive resolution) to 4000

**2W(MR,4000)**

Report the current value of system variable MR **2R(MR)**

The controller responds with \*4000

**Note** The drive will need to be de-energized before certain system variables such as MR, MC or MS can be written to.

See also R command.

## Z Reset

Syntax	Units	Range of 'n'	Default	See also
aZ	-	-	-	-

**Description** The Z command resets the drive's indexer. This is similar to power cycling the indexer. Upon restart, the user program following the START: label will execute only if the ARM command = 1. Wait 1-2 seconds before sending any other command following a Z. Any commands pending before the Z is issued will be terminated and any buffers and user stacks cleared.

**Properties** Immediate or buffered, can't be used in labelled block

**Example** To reset all drives, type **0Z**