



Εργαστήριο Ευφών
Συστημάτων & Ρομποτικής
www.robotlab.tuc.gr

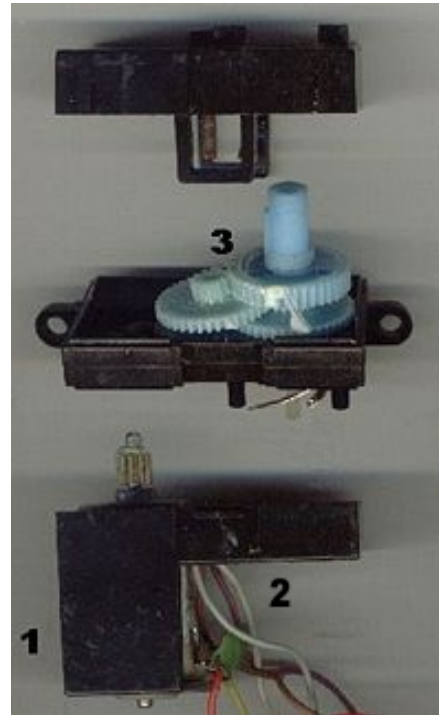
Βηματικοί κινητήρες και σέρβο

1. Σέρβο (R/C Servo)
2. Βηματικοί κινητήρες
3. Χαρακτηριστικά κινητήρων

Εργαστηριακά Μαθήματα Ρομποτικής
ΜΠΔ, 9^ο Εξάμηνο
Σάββας Πιπερίδης

1. Ηλεκτρικοί κινητήρες – σέρβο (R/C servo) (1)

Το σέρβο είναι συσκευή που αποτελείται από έναν ηλεκτροκινητήρα συνεχούς ρεύματος (1), ένα ηλεκτρονικό κύκλωμα που ελέγχει τη θέση του τελικού άξονα κίνησης (2) και ένα κιβώτιο υποβιβασμού της σχέσης μετάδοσης του κινητήρα (3).



τα τμήματα ενός σέρβο

Ο τελικός άξονας κίνησης δεν εκτελεί πλήρεις περιστροφές, αλλά περιστρέφεται μεταξύ δύο ακραίων θέσεων A, B. Για τη λειτουργία του σέρβο απαιτείται η παροχή της κατάλληλης ηλεκτρικής τάσης αλλά και ενός σήματος ελέγχου που καθορίζει τη θέση περιστροφής του τελικού άξονα.

1. Ηλεκτρικοί κινητήρες – σέρβο (R/C servo) (2)

επιθυμητή θέση κινητήρα



κατάλληλα
διαμορφωμένοι
ηλεκτρικοί
παλμοί



σέρβο:
αποκωδικοποίηση των
σημάτων ελέγχου και
περιστροφή στην
κατάλληλη θέση

Για τον έλεγχο του σέρβο απαιτείται εξειδικευμένος ελεγκτής και χρησιμοποιείται η μέθοδος ελέγχου ανοιχτού βρόχου. Πιο συγκεκριμένα, ο ελεγκτής διαμορφώνει και μεταδίδει στο σέρβο ηλεκτρικούς παλμούς, ανάλογα με τη θέση στην οποία πρέπει να περιστραφεί ο άξονας του σέρβο. Οι ηλεκτρικοί παλμοί λαμβάνονται και αποκωδικοποιούνται από το σέρβο, με τη βοήθεια του κυκλώματος ελέγχου που περιλαμβάνεται σε αυτό. Στη συνέχεια, μετά την αποκωδικοποίηση του ηλεκτρικού σήματος των παλμών, το κύκλωμα ελέγχου του σέρβο οδηγεί τον κινητήρα του στην κατάλληλη θέση.

Στη μέθοδο ελέγχου ανοιχτού βρόχου υπάρχει επικοινωνία μιας κατεύθυνσης, από τον ελεγκτή προς το σύστημα που πρόκειται να ελεγχθεί. Δεν υπάρχει ανατροφοδότηση πληροφορίας από το σύστημα προς τον ελεγκτή. Για το λόγο αυτό η μέθοδος ανοιχτού βρόχου δεν χρησιμοποιεί αισθητήρες όπως η μέθοδος κλειστού βρόχου.

1. Ηλεκτρικοί κινητήρες – σέρβο (R/C servo) (3)

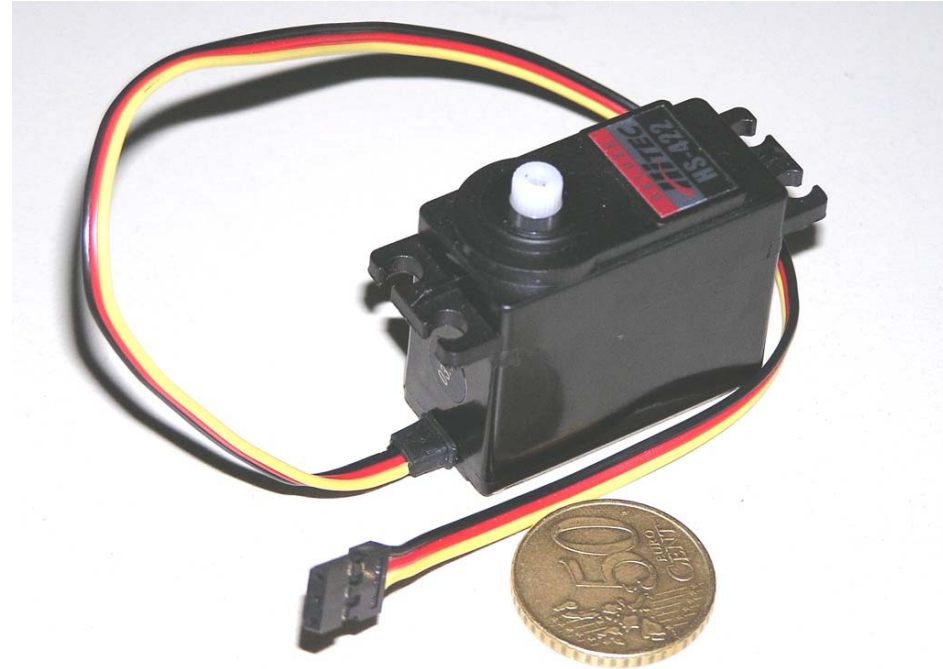
Τα σέρβο χρησιμοποιούνται σε τηλεκατευθυνόμενα μοντέλα αλλά και σε πολλές ρομποτικές εφαρμογές.

Πλεονεκτήματα

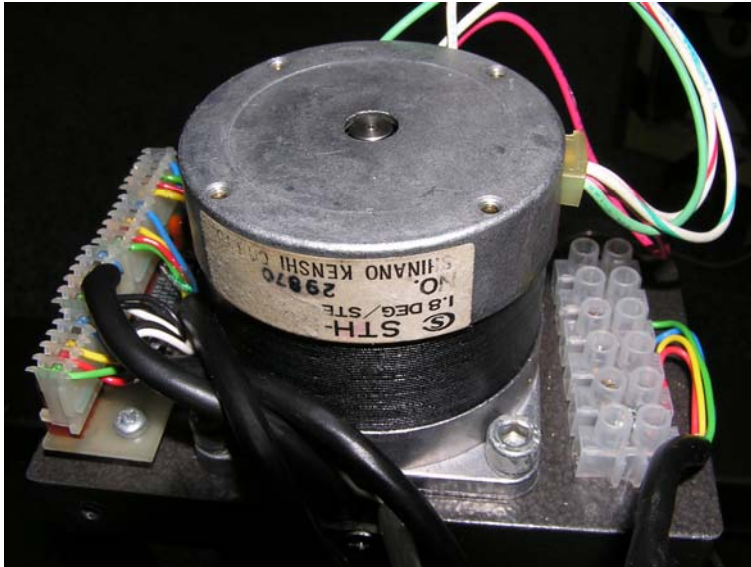
- Χαμηλό κόστος
- Μικρές διαστάσεις και εύχρηστο σχήμα: όλα τα τμήματά ενός σέρβο περιβάλλονται από ένα συμπαγές περίβλημα από το οποίο εξέρχει μόνο ο τελικός άξονας κίνησης
- Παράγουν υψηλές τιμές ροπής
- Δεν απαιτείται χρήση αισθητήρων και κυκλωμάτων ανάδρασης για τον προσδιορισμό της θέσης του άξονα κίνησης

Μειονεκτήματα

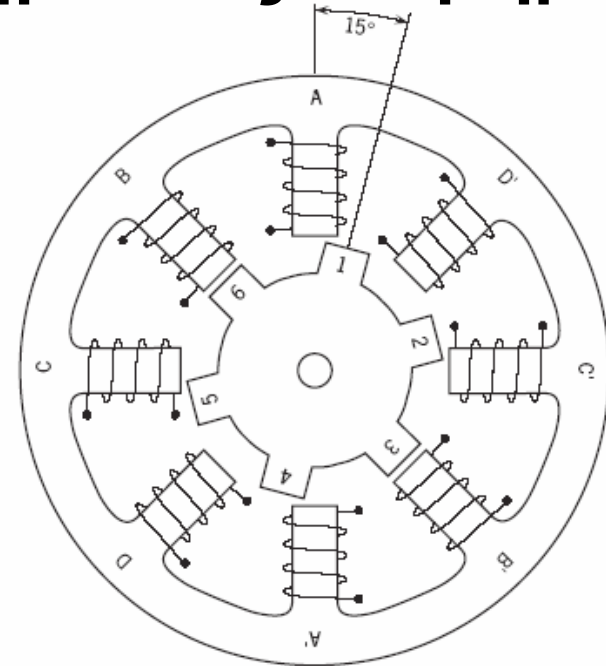
- Αδυναμία εκτέλεσης πλήρους και συνεχούς περιστροφής



2. Ηλεκτρικοί κινητήρες – βηματικός κινητήρας (1)



Τυπικό παράδειγμα βηματικού κινητήρα

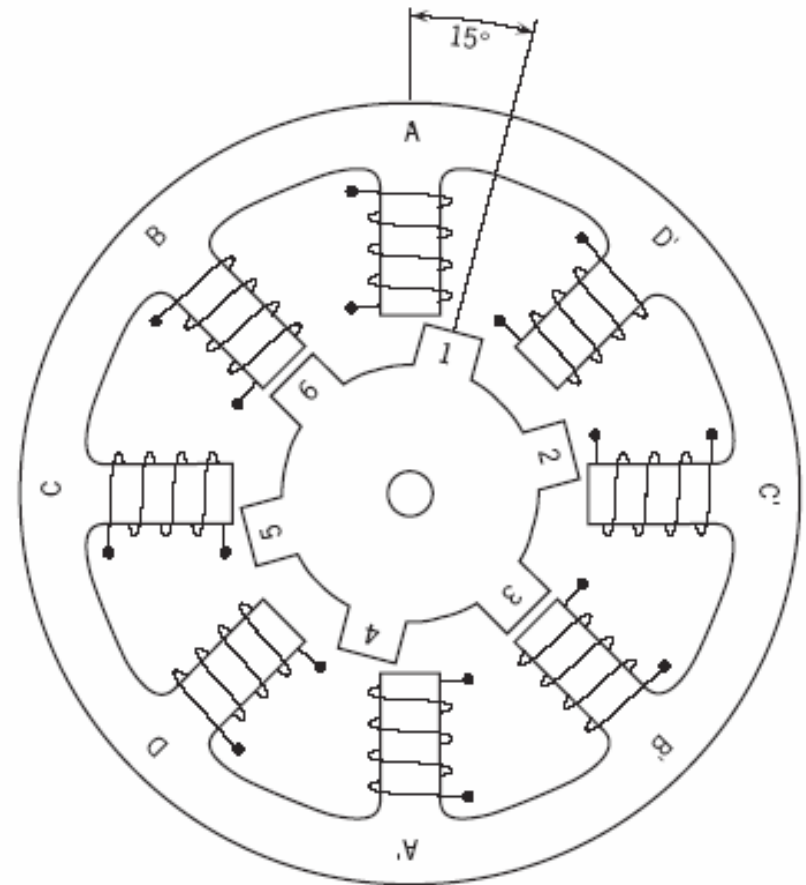


Διατομή βηματικού κινητήρα

Οι βηματικοί κινητήρες χρησιμοποιούν συνδυασμό ηλεκτρικών παλμών για την κίνησή τους. Στην εικόνα δεξιά παρουσιάζεται η διατομή ενός βηματικού κινητήρα. Ο κινητήρας αυτός αποτελείται από έναν ρότορα μαλακού σιδήρου με οδοντώσεις και έναν στάτορα με τέσσερα ζεύγη ηλεκτρομαγνητών: A και A', B και B', C και C', D και D'. Για να κινηθεί ο ρότορας εφαρμόζεται διαδοχικά σε κάθε ένα από τα παραπάνω ζεύγη μια τάση ηλεκτρικού ρεύματος. Όταν το ηλεκτρικό ρεύμα μεταφέρεται από το ένα ζεύγος ηλεκτρομαγνητών στο διπλανό του ο ρότορας μετατοπίζεται κατά 15° λόγω των μαγνητικών δυνάμεων που εφαρμόζονται σε αυτόν. Η γωνία αυτή ονομάζεται βήμα του κινητήρα.

2. Ηλεκτρικοί κινητήρες – βηματικός κινητήρας (2)

Πιο αναλυτικά, στο στιγμιότυπο της διπλανής εικόνας βλέπουμε τη θέση του κινητήρα όταν το ηλεκτρικό ρεύμα εφαρμόζεται στο ζεύγος B και B'. Τότε οι οδοντώσεις 6 και 3 ευθυγραμμίζονται, λόγω της μαγνητικής έλξης, με τους ηλεκτρομαγνήτες B και B' αντίστοιχα. Στην συνέχεια εάν πάψει η εφαρμογή του ρεύματος στο ζεύγος B, B' και μεταφερθεί στο C και C' τότε το αποτέλεσμα θα είναι η ευθυγράμμιση των οδοντώσεων 5 και 2 με τα C και C' και έτσι ο ρότορας στρέφεται 15° κατά τη φορά των δεικτών του ρολογιού. Εάν στη συνέχεια το ηλεκτρικό ρεύμα μεταφερθεί στο ζεύγος D και D' τότε τα πηνία αυτά θα ευθυγραμμιστούν με τις οδοντώσεις 4 και 1 αντίστοιχα και ο ρότορας θα περιστραφεί κατά 15° ακόμη. Για τη συνεχή κίνηση του κινητήρα αρκεί η ανάλογη εναλλαγή της παροχής ηλεκτρικού ρεύματος σε διαδοχικά ζεύγη πηνίων. Όσο πιο γρήγορα γίνεται η εναλλαγή αυτή τόσο αυξάνεται η ταχύτητα περιστροφής του κινητήρα. Για να αντιστραφεί η φορά περιστροφής του κινητήρα αρκεί να αντιστραφεί η σειρά με την οποία εφαρμόζεται ηλεκτρική τάση στα ζεύγη των ηλεκτρομαγνητών.



Διατομή βηματικού κινητήρα

2. Ηλεκτρικοί κινητήρες – βηματικός κινητήρας (3)

επιθυμητή θέση κινητήρα



κατάλληλα
διαμορφωμένοι
ηλεκτρικοί
παλμοί



Βηματικός κινητήρας: μετρώντας τον αριθμό των παλμών που αποστέλλει ο ελεγκτής μπορεί να υπολογιστεί ο αριθμός των βημάτων που θα εκτελέσει ο κινητήρας και από εκεί να υπολογιστεί η γωνία περιστροφής

Η μέθοδος ανοιχτού βρόχου χρησιμοποιείται για τον έλεγχο των βηματικών κινητήρων. Μετρώντας τον αριθμό και τις εναλλαγές των παλμών που αποστέλλονται από τον ελεγκτή προς τον κινητήρα, μπορεί να υπολογιστεί η θέση του σε κάθε χρονική στιγμή. Δεν χρειάζεται να υπάρχει ανάδραση πληροφορίας από κάποιον αισθητήρα θέσης προς τον ελεγκτή, κάτι που είναι απαραίτητο στον έλεγχο κλειστού βρόχου.

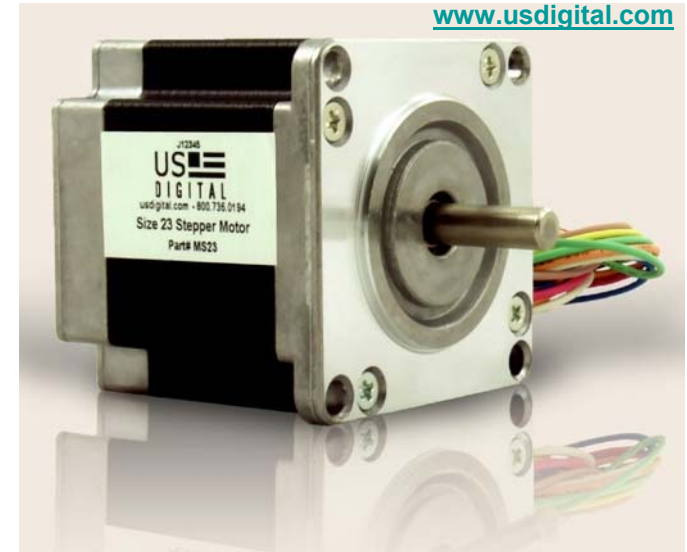
2. Ηλεκτρικοί κινητήρες – βηματικός κινητήρας (4)

Πλεονεκτήματα βηματικού κινητήρα

- Σε αντίθεση με τους κινητήρες συνεχούς ρεύματος, δεν χρειάζεται φρένα για να μένει ακίνητος ή για να επιβραδυνθεί.
- Στις μικρές ταχύτητες περιστροφής, αλλά και κατά την εκκίνησή του, παράγει μεγάλες τιμές ροπής.
- Είναι πολύ αξιόπιστος καθώς για τη λειτουργία του δεν απαιτούνται κινούμενες ηλεκτρικές επαφές, όπως στον κινητήρα συνεχούς ρεύματος και έτσι η διάρκεια ζωής του εξαρτάται μόνο από την αξιοπιστία του εδράνου κύλισης.
- Δεν απαιτείται χρήση αισθητήρων και κυκλωμάτων ανάδρασης για τον προσδιορισμό της θέσης του άξονα κίνησης.
- Ο βηματικός κινητήρας μπορεί να επιτύχει μεγάλο εύρος ταχυτήτων περιστροφής.
- Ο βηματικός κινητήρας μπορεί να επιτύχει πολύ χαμηλές ταχύτητες περιστροφής.

Μειονεκτήματα βηματικού κινητήρα

- Θορυβώδης λειτουργία.
- Αδυναμία περιστροφής σε υψηλές ταχύτητες.
- Κατά τη μετακίνηση φορτίων μεγάλης μάζας μπορεί να μη σταματήσει ακαριαία ο κινητήρας, λόγω της αυξημένης αδράνειας.



3. Χαρακτηριστικά ηλεκτρικών κινητήρων

Τα μεγέθη που χαρακτηρίζουν τους ηλεκτροκινητήρες των ρομποτικών εφαρμογών είναι:

Τάση λειτουργίας, μετράται σε Volts και είναι η τάση που πρέπει να έχει το ηλεκτρικό ρεύμα τροφοδοσίας ώστε ο κινητήρας να λειτουργεί σωστά.

Ένταση του ρεύματος, μετράται σε Amps και είναι η ένταση του ρεύματος που διαρρέει τον κινητήρα όταν αυτός λειτουργεί. Η ένταση αυτή είναι ανάλογη του φορτίου του κινητήρα. Η ελάχιστη τιμή της αντιστοιχεί στην ελεύθερη περιστροφή του κινητήρα. Εάν ο κινητήρας έχει φορτίο η τιμή αυτή αυξάνεται. Για κάποια τιμή του φορτίου ο κινητήρας σταματά να περιστρέφεται, λόγω της μεγάλης αντίστασης, οπότε και η τιμή της έντασης μεγιστοποιείται. Η μέγιστη αυτή τιμή είναι ένα από τα σημαντικά χαρακτηριστικά του κινητήρα που πρέπει να είναι γνωστό για τη σωστή επιλογή της τροφοδοσίας του.

Ταχύτητα, στους σερβοκινητήρες μετράται σε στροφές ανά λεπτό, στα σέρβο σε μοίρες ανά λεπτό και στους βηματικούς κινητήρες σε βήματα ανά δευτερόλεπτο. Πρόκειται για την ταχύτητα περιστροφής του άξονα του κινητήρα, όταν ο κινητήρας λειτουργεί υπό κανονική ηλεκτρική τάση και με δεδομένο φορτίο.

Ροπή, μετράται σε Nm (Newton meters) και είναι η ροπή που παράγει ο κινητήρας στις διάφορες ταχύτητες περιστροφής του. Η μέγιστη τιμή ροπής κάθε κινητήρα, που ονομάζεται ροπή ακινητοποίησης, είναι η ροπή που παράγει όταν το φορτίο που αντιμετωπίζει είναι τόσο μεγάλο, ώστε να τον ακινητοποιεί.

