



Πρόταση Μεταπτυχιακής Διατριβής

1. Όνομα Φοιτητή: XXXXXXXXXXXXXXXX
2. Όνομα Επιβλέποντα: XXXXXXXXXXXXXXXX
3. Τίτλος Διατριβής: ΣΥΓΚΡΙΤΙΚΗ ΜΕΛΕΤΗ ΕΦΑΡΜΟΓΗΣ ΜΕΘΟΔΩΝ ΕΛΕΓΧΟΥ ΡΟΜΠΟΤΙΚΟΥ ΒΡΑΧΙΟΝΑ ΕΞΙ ΒΑΘΜΩΝ ΕΛΕΥΘΕΡΙΑΣ ΣΕ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝ ΠΡΟΣΟΜΟΙΩΣΗΣ

Dissertation Title: A COMPARATIVE STUDY OF APPLICATION CONTROL METHODS OF A ROBOTIC ARM WITH SIX DEGREES OF FREEDOM IN A SIMULATION ENVIRONMENT

4. Περίληψη Διατριβής

Οι αυτοματισμοί συγκαταλέγονται στα πιο δυναμικά πεδία της τεχνολογίας. Κατά τις τελευταίες δεκαετίες, τα συστήματα αυτόματου ελέγχου γνωρίζουν ραγδαία επέκταση που συμβαδίζει με την εκτεταμένη διάδοση κάθε είδους συσκευών, μηχανών και εγκαταστάσεων που χρησιμοποιούνται στην παραγωγή προϊόντων και υπηρεσιών. Ταυτόχρονα με αυτήν την ποσοτική ανάπτυξη, οι αυτοματισμοί εξελίσσονται και ποιοτικά, δηλαδή γίνονται ολοένα πιο σύνθετοι και αποτελεσματικοί. Έρχονται αντιμέτωποι με νέες εφαρμογές και υψηλότερες απαιτήσεις, επιτυγχάνοντας υψηλότερες επιδόσεις πάντα με γνώμονα τις συνεχώς αυστηρότερες προδιαγραφές.

Στην σύγχρονη βιομηχανία χρησιμοποιούνται πνευματικά συστήματα με αυξανόμενους ρυθμούς. Πνευματικό σύστημα είναι ένα σύστημα κίνησης, το οποίο χρησιμοποιεί ως ενεργειακό μέσο τον πεπιεσμένο αέρα και έχει σαν τελικό αποτέλεσμα την παλινδρομική κίνηση μιας σειράς εμβόλων ή σπανιότερα την περιστροφή κινητήρων. Τα πνευματικά συστήματα χρησιμοποιούνται σε εφαρμογές όπου απαιτείται να ασκηθούν μικρές δυνάμεις αλλά με μεγάλες ταχύτητες και για αυτό τον λόγο είναι πολύ διαδεδομένα στην βιομηχανία. Τα πνευματικά συστήματα παρέχουν εύκολη αποθήκευση και μεταφορά ενέργειας, παράγουν απλή και χαμηλού κόστους γραμμική κίνηση με σχετικά μεγάλες ταχύτητες, καθώς και διαθέτουν τη δυνατότητα εύκολης ρύθμισης ταχύτητας ή ακόμη και δύναμης.

Στην παρούσα διατριβή παρουσιάζεται η συγκριτική μελέτη κλασσικών μεθόδων ελέγχου για την υλοποίηση ενός μαθηματικού μοντέλου, το οποίο μπορεί να ελέγξει έξι ενεργοποιητές ενός ρομποτικού βραχίονα έξι βαθμών ελευθερίας με ένα ελεγκτή (single controller unit), με σκοπό την κατασκευαστική απλούστευση του συστήματος.

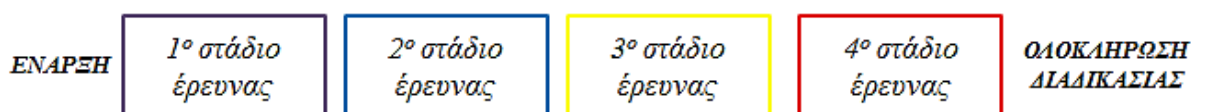
Αρχικά θα σχεδιαστεί το μαθηματικό μοντέλο του συστήματος το οποίο θα προσομοιώνει όλα τα επιμέρους εξαρτήματα όπως, τη πνευματική βαλβίδα ελέγχου κατεύθυνσης, τους πνευματικούς ενεργοποιητές/έμβολα και φυσικά το μαθηματικό μοντέλο του ελεγκτή. Στόχος είναι ο χρήστης του καινοτόμου μοντέλου προσομοίωσης μιας εισόδου και πολλαπλών εξόδων (Single Input, Multiple Outputs – SIMO) να κάνει συντονισμό (tuning) σε έναν μοναδικό ελεγκτή, ο οποίος θα οδηγεί ταυτόχρονα την κίνηση των έξι πνευματικών εμβόλων.

Αφού περιγραφούν αναλυτικά οι τρόποι υλοποίησης του πνευματικού συστήματος στο κατάλληλο περιβάλλον προσομοίωσης (MatLab Simulink), θα ξεκινήσει ο πειραματισμός με διάφορες μεθόδους κλασσικού ελέγχου. Η διατριβή επίσης θα περιλαμβάνει όλα τα πειραματικά αποτελέσματα της λειτουργίας του νόμου ελέγχου, χρησιμοποιώντας τους ελεγκτές Proportional (P), Proportional-Integral (PI), Proportional Derivative (PD), καθώς και Proportional-Integral-Derivative (PID). Επιπροσθέτως, το συγκεκριμένο σύστημα ελέγχου θα δοκιμαστεί σε διαφορετικές συνθήκες πίεσης παροχής, για τον ολοκληρωμένο έλεγχο της ευρωστίας του συστήματος. Ενώ στην σημερινή βιβλιογραφία υπάρχουν μελέτες διάφορων ειδών ελεγκτών σε πνευματικά συστήματα, παρατηρείται έλλειψη ολοκληρωμένης καταγραφής και σύγκρισης των μεταξύ τους αποτελεσμάτων, ενώ δεν ανευρίσκεται καθόλου η υλοποίηση ενός μαθηματικού μοντέλου για τον έλεγχο έξι συγχρονισμένης κίνησης εμβόλων από έναν ελεγκτή. Η εν λόγω μελέτη θα προσπαθήσει να καλύψει αυτό το κενό, έχοντας ως δεδομένο ότι η θεματολογία που πραγματεύεται έχει συνάφεια με το αντικείμενο του προγράμματος μεταπτυχιακών σπουδών. Τέλος η εργασία θα ολοκληρωθεί με την καταγραφή των συμπερασμάτων και των πλεονεκτημάτων που έχει η χρήση της παραπάνω ομαδοποίησης των εμβόλων και θα παρουσιαστεί μια προσέγγιση της λειτουργίας του ρομποτικού ανθρώπινου χεριού της FESTO με το οποίο προσομοιώνεται η ανθρώπινη κίνηση, χρησιμοποιώντας έξι πνευματικά έμβολα.

Χρονοδιάγραμμα

Η υλοποίηση της εργασίας θα πραγματοποιηθεί σε **4 στάδια** (Σχ.1):

- **1ο στάδιο:** Βιβλιογραφική ανασκόπηση, σχεδιασμός έρευνας (1^{ος} μήνας).
- **2ο στάδιο:** Διεξαγωγή Έρευνας (2^{ος} μήνας).
- **3ο στάδιο:** Επεξεργασία δεδομένων/εξαγωγή αποτελεσμάτων-συμπερασμάτων και προσομοιώσεων (3^{ος} μήνας).
- **4ο στάδιο:** Ολοκλήρωση της εργασίας (συγγραφή, διορθώσεις, παράδοση) (4^{ος} μήνας).



Σχ. 1: Ερευνητική Διαδικασία της προτεινόμενης εργασίας

Κεφάλαιο 1^ο : Εισαγωγή

- ο Πνευματικά Συστήματα Αυτοματισμού
- ο Ρομπότ με Πνευματικούς Ενεργοποιητές

Κεφάλαιο 2^ο : Εφαρμογή Ελεγκτών σε Περιβάλλον Προσομοίωσης

- ο Περιγραφή Πνευματικού Συστήματος
- ο Προσομοίωση Πνευματικού Συστήματος έξι εμβόλων με ελεγκτή Αναλογίας (P)
- ο Προσομοίωση Πνευματικού Συστήματος έξι εμβόλων με ελεγκτή Αναλογίας-Ολοκλήρωσης (PI)
- ο Προσομοίωση Πνευματικού Συστήματος έξι εμβόλων με ελεγκτή Αναλογίας-Διαφόρισης (PD)
- ο Προσομοίωση Πνευματικού Συστήματος έξι εμβόλων με ελεγκτή Αναλογίας-Ολοκλήρωσης-Διαφόρισης (PID)

Κεφάλαιο 3^ο : Αποτελέσματα Μεθόδων ελέγχου

- ο Βέλτιστη λύση

Κεφάλαιο 4^ο : Μελλοντικές Βελτιστοποιήσεις Συστήματος

- ο Ελεγκτής Ασαφούς Λογικής (Fuzzy Logic Controller)
- ο Γραμμικός Μεταβλητός Διαφορικός Μετασχηματιστής (Linear Variable Differential Transformer – LVDT)

Κεφάλαιο 5^ο : Συμπεράσματα

Σχετική Βιβλιογραφία

- [1] Υδραυλικά – Πνευματικά Συστήματα, Αθανάσιος Τ. Ρούτουλας, Εκδόσεις Σύγχρονη Εκδοτική
- [2] Υδραυλικά και Πνευματικά Συστήματα, Κωστόπουλος Θεόδωρος Ν., Εκδόσεις Συμεών
- [3] Συστήματα Αυτόματου Ελέγχου ΙΙ, Δ. Καλλιγερόπουλος & Σ. Βασιλειάδου, Εκδόσεις Σύγχρονη Εκδοτική
- [4] Διπλωματική εργασία με θέμα: Έλεγχος κινήσεων στα πνευματικά συστήματα, Θεμέλης Νικόλαος, Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών, Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, 2007
- [5] Αυτοματισμοί & Συστήματα Αυτόματου ελέγχου, Λιγνός Ι., Μπούσλης Π., Πολίτης Γ., Χαμηλοθώρης Γ., Α' Τεύχος, 2001
- [6] http://users.sch.gr/nchatzigeo/Biblia/Aytomatismoι_sae.pdf
- [7] https://www.clippard.com/downloads/PDF_Documents/Application_and_Training/Intro_to_Pneumatics.pdf
- [8] https://www.fer.unizg.hr/_download/repository/PNEUMATIKA_labs_Festo_eng.pdf
- [9] <https://www.omega.com/auto/pdf/SimpValvesGuide.pdf>

- [10] Modelling and control of a pneumatic starting system for medium-speed gas engines, Trond Inge Eide, Norwegian University of Science and Technology, 2011
- [11] Mathematical Modelling and Simulation of Pneumatic Systems, Dr. Djordje Dihovicni & Dr. Miroslav Medenica, Serbia
- [12] Research Article: Nonlinear Mathematical Modeling in Pneumatic Servo Position Applications, Antonio Carlos Valdiero, Carla Silvano Ritter, Claudio Fernando Rios & and Marat Rafikov, 2011
- [13] A High Performance Pneumatic Force Actuator System Part 1 - Nonlinear Mathematical Model, Edmond Richer & Yildirim Hurmuzlu, Southern Methodist University School of Engineering and Applied Science, 2001
- [14] Friction Dynamics Mathematical Modeling in Special Pneumatic Cylinder, Rozimerli Raquel Milbeier Richter & Camila Valandro Zamberlan, ABCM Symposium Series in Mechatronics - Vol. 6, 2014
- [15] Modeling and analysis of pneumatic loading system, International Conference In: Fluid Power and Mechatronics (FPM), 2011

5. Σχέδιο Βαθμολόγησης

- | | |
|---------------------------------------|-----|
| • Εισαγωγή | 10% |
| • Βιβλιογραφική Έρευνα | 20% |
| • Σχεδιασμός Ερευνητικής Μεθοδολογίας | 10% |
| • Μελέτη και Παρουσίαση Συστήματος | 20% |
| • Καταγραφή Αποτελεσμάτων Συστήματος | 20% |
| • Συμπεράσματα | 5% |
| • Αυτοαξιολόγηση | 5% |
| • Προτάσεις για περαιτέρω έρευνα | 10% |

6. Επιτροπή Έγκρισης & Βαθμολόγησης

Δρ. Δ. Τσελές	Δρ. Κ. Αλαφοδήμος	XXXXXXXXXX
Καθηγητής	Καθηγητής	Επιβλέπων-Εισηγητής
Διευθυντής Π.Μ.Σ	Πρόεδρος Τμ. Μηχ. Αυτοματισμού	