



Τεχνολογικό
Πανεπιστήμιο
Κύπρου

Σχολή Μηχανικής και
Τεχνολογίας

Πτυχιακή εργασία

**«Σχεδίαση και Υλοποίηση Αυτόματου Συστήματος Επαναφοράς
Πίσω Διεύθυνσης σε Όχημα Off-Road (Rock Crawler)»**

Χρίστος Καραολής

Λεμεσός, Μάιος 2025

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΚΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΚΥΠΡΟΥ

ΣΧΟΛΗ μηχανικής

ΤΜΗΜΑ μηχανολόγων μηχανικών

Πτυχιακή εργασία

**«Σχεδίαση και Υλοποίηση Αυτόματου Συστήματος Επαναφοράς
Πίσω Διεύθυνσης σε Όχημα Off-Road (Rock Crawler)»**

του

Χρίστου Καραολή

Επιβλέπων Καθηγητής

Δρ. Κωνσταντίνος Χριστοδούλου

Λεμεσός, Μάιος 2025

Πνευματικά δικαιώματα

Copyright © Χρίστος Καραολής Έτος Ολοκλήρωσης 2025

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Η έγκριση της πτυχιακής εργασίας από το Τμήμα Μηχανολόγων Μηχανικών και Επιστήμης και Μηχανικής Υλικών του Τεχνολογικού Πανεπιστημίου Κύπρου δεν υποδηλώνει απαραίτητως και αποδοχή των απόψεων του συγγραφέα εκ μέρους του Τμήματος.

Θα ήθελα να εκφράσω τις θερμές μου ευχαριστίες στον Επιβλέποντα Καθηγητή, **Δρ. Κωνσταντίνο Χριστοδούλου**, ο οποίος στάθηκε δίπλα μου από την αρχή αυτής της προσπάθειας, με διαρκή υποστήριξη, σωστή καθοδήγηση και πολύτιμες συμβουλές σε κάθε στάδιο της εργασίας. Η συνεργασία μας ήταν καθοριστική για την επιτυχία του έργου. Ιδιαίτερη σημασία έχει για εμένα το γεγονός ότι ο Καθηγητής αποδέχτηκε με εμπιστοσύνη την ιδέα μου για το θέμα της πτυχιακής και την πρότεινε στο Τμήμα για έγκριση, γεγονός που μου έδωσε την ευκαιρία να την υλοποιήσω όπως την οραματιζόμουν. Ιδιαίτερες ευχαριστίες οφείλω στον **κ. Γιώργο Γεωργιάδη**, για τη συμβολή του στην υλοποίηση του ηλεκτρονικού σκέλους της εργασίας. Η βοήθειά του στη συνδεσμολογία και στον προγραμματισμό του Arduino, καθώς και η παραχώρηση εξοπλισμού και εργαλείων από το εργαστήριό του, συνέβαλαν ουσιαστικά στην πρόοδο του έργου. Θα ήθελα επίσης να ευχαριστήσω θερμά τον **Γερόλεμος Πισιήας**, τορναδόρος και προσωπικό μου φίλο, για την πολύτιμη τεχνική συμβολή του στην κατασκευή των μηχανικών μερών της πτυχιακής. Η εργασία του πραγματοποιήθηκε με υψηλό επαγγελματισμό και, μάλιστα, χωρίς καμία οικονομική απαίτηση, γεγονός που εκτιμώ ιδιαίτερω. Τέλος, εκφράζω την ευγνωμοσύνη μου σε όλα τα άτομα που, με οποιονδήποτε τρόπο, συνέβαλαν στην ολοκλήρωση αυτής της πτυχιακής εργασίας. Η βοήθειά τους, τεχνική ή ηθική, ήταν πολύτιμη και καθοριστική σε κάθε βήμα της διαδρομής.

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα πτυχιακή εργασία έχει ως αντικείμενο τη μελέτη, σχεδίαση και πρακτική υλοποίηση ενός συστήματος αυτόματης επαναφοράς της πίσω διεύθυνσης σε όχημα τύπου rock crawler. Στο Κεφάλαιο 1 παρουσιάζεται το πρόβλημα που καλείται να επιλύσει το σύστημα και αναδεικνύεται η σημασία του στον χώρο των off-road εφαρμογών. Στο Κεφάλαιο 2 γίνεται ανασκόπηση της σχετικής βιβλιογραφίας και της υφιστάμενης τεχνολογίας, με συγκριτική παρουσίαση μεταξύ υδραυλικών και ηλεκτρονικών λύσεων. Ακολουθεί το Κεφάλαιο 3, όπου αναλύεται η αρχιτεκτονική του συστήματος, η επιλογή εξαρτημάτων (ηλεκτροϋδραυλική βαλβίδα, υδραυλικός κύλινδρος, αισθητήρες, Arduino) και τα κριτήρια σχεδίασης. Στο Κεφάλαιο 4 περιγράφεται η διαδικασία κατασκευής με τεχνική λεπτομέρεια, περιλαμβάνοντας τις χειροποίητες βάσεις, την καλωδίωση, τον μηχανισμό ενεργοποίησης των αισθητήρων και τον κώδικα ελέγχου. Το Κεφάλαιο 5 τεκμηριώνει την εφαρμογή του συστήματος στο πραγματικό όχημα και τη δοκιμή του σε συνθήκες off-road. Στο Κεφάλαιο 6 παρουσιάζεται η αναλυτική κοστολόγηση όλων των εξαρτημάτων και των εργασιών, ενώ στο Κεφάλαιο 7 εξάγονται συμπεράσματα και προτείνονται βελτιώσεις για μελλοντική εξέλιξη του συστήματος. Το σύστημα αποδείχθηκε λειτουργικό, αξιόπιστο και οικονομικά ανταγωνιστικό, με δυνατότητα εμπορικής αξιοποίησης .

Λέξεις-κλειδιά: αυτόματη επαναφορά, πίσω διεύθυνση, rock crawler, Arduino, υδραυλικό τιμόνι

ABSTRACT

This thesis focuses on the study, design, and practical implementation of an automatic rear steering return-to-center system for a rock crawler-type off-road vehicle. Chapter 1 presents the problem the system aims to solve and highlights its significance in the context of off-road applications. Chapter 2 reviews the relevant literature and current technologies, including a comparative analysis of hydraulic and electronic steering solutions. Chapter 3 outlines the system architecture and component selection, such as the electrohydraulic valve, double-acting hydraulic cylinder, ball-type position sensors, and Arduino-based control unit. Chapter 4 describes the construction process in technical detail, including the handmade mechanical mounts, electrical wiring, sensor activation mechanism, and control programming. Chapter 5 documents the system's installation on a real vehicle and its testing under off-road conditions. Chapter 6 presents a detailed cost analysis of all materials and labor involved in the project. Finally, Chapter 7 summarizes the key findings and proposes potential improvements for future development. The system proved to be fully functional, reliable under demanding conditions, and cost-effective compared to commercial alternatives. Its modular design and programmable control platform make it suitable for further optimization or even commercial deployment in off-road applications.

Keywords: rear steering, auto-centering system, off-road vehicle, hydraulic control, Arduino