

DESIGN OF UNDER ACTUATOR LOCK MECHANISM APPLICATION IN SECOND REVERSE MOTORCYCLE

Pham Thanh Long*, Nguyen Hoang Ha

TNU - University of Technology

ARTICLE INFO

Received: 17/5/2024
Revised: 01/8/2024
Published: 01/8/2024

KEYWORDS

Latch
 Forward drive
 Backward drive
 Trajectory
 Safe

ABSTRACT

This study presents a technique to design a locking pin (door lock, safe lock) with two parallel braking mechanisms, primary and secondary brakes. Safes are products that always require new innovations to achieve the highest protection against various types of illegal interference and are increasingly supported by more powerful hand tools. One of the dangers encountered in practice was drilling through the end of the pin and knocking it back. This type of break is very effective because the main locking mechanism of the centralized rotating brake type usually uses a ball lock that quickly breaks under a large external force plus a large eccentricity. The solution that I propose is to add a secondary brake that prevents the latch from being pushed back. In other words, it prevents the reaction from entering the primary locking mechanism. The way to implement this lock is to create an orbital miss mechanism when the forward drive from the hand crank and the reverse drive (hits the lock pin) are different. From the survey results of these two forward and reverse trajectories, it will be possible to choose a position to place a stiff pillow that prevents the backward movement of the pin when driving in reverse but does not hinder it when driving in the forward direction. Applications of this design range from locking pins to clamping force retention devices common in machine building requiring quick disassembly.

THIẾT KẾ CƠ CẤU CHỐT KHOÁ HỤT DẪN ĐỘNG ỨNG DỤNG TRONG CHỐNG DẪN ĐỘNG NGƯỢC THỨ CẤP

Phạm Thành Long*, Nguyễn Hoàng Hà

Trường Đại học Kỹ thuật Công nghiệp – ĐH Thái Nguyên

THÔNG TIN BÀI BÁO

Ngày nhận bài: 17/5/2024
Ngày hoàn thiện: 01/8/2024
Ngày đăng: 01/8/2024

TỪ KHÓA

Chốt khoá
 Dẫn động thuận
 Dẫn động ngược
 Quỹ đạo
 Kết sắt

TÓM TẮT

Nghiên cứu này trình bày kỹ thuật thiết kế một chốt khoá (khoá cửa, khoá kết sắt) có hai cơ cấu hãm lùi song song là hãm sơ cấp và hãm thứ cấp. Kết sắt là sản phẩm luôn đòi hỏi các sáng tạo mới để đạt hiệu quả bảo vệ cao nhất trước các kiểu can thiệp phi pháp đa dạng và ngày càng được hỗ trợ bởi nhiều dụng cụ cầm tay mạnh mẽ hơn. Một trong những nguy cơ đã gặp trên thực tế là khoan xuyên vào đầu chốt và đập cho nó lùi lại. Dạng phá này hiệu quả rõ rệt vì cơ cấu khoá hãm chính dạng hãm xoay tập trung thường sử dụng khoá bi nhanh chóng bị vỡ dưới tác dụng ngoại lực lớn cộng với độ lệch tâm lớn. Giải pháp mà tôi đề xuất là thêm một bộ phận hãm thứ cấp chống chốt bị đẩy lùi hay nói cách khác ngăn chặn phản lực truyền vào cơ cấu khoá sơ cấp. Cách thức thực hiện khoá này là tạo ra một cơ cấu hút dẫn động có quỹ đạo khi dẫn động thuận từ tay xoay khoá và dẫn động ngược (đập vào chốt khoá) là khác nhau. Từ kết quả khảo sát hai quỹ đạo thuận và ngược này sẽ chọn được vị trí đặt một gối tỷ cứng ngăn cản chuyển động lùi lại của chốt khi dẫn động ngược nhưng không cản trở khi dẫn động thuận. Ứng dụng của thiết kế này rất đa dạng từ chốt khoá đến các cơ cấu duy trì lực kẹp phổ biến trong chế tạo máy cần tháo lắp nhanh.

DOI: <https://doi.org/10.34238/tnu-jst.10406>

* Corresponding author. Email: kalongkc@gmail.com

1. Giới thiệu

Két sắt và các loại khoá cửa nói chung thường có trọng trách quan trọng trong bảo vệ tài sản. Chúng là đối tượng nghiên cứu của cả các kỹ sư cũng như các hacker nhằm bảo vệ hay lấy đi những tài sản mà chúng đang bảo vệ [1]. Về nguyên lý khoá nói chung đều cấu tạo làm hai cấp, chốt khoá trực tiếp cố định cánh cửa với khuôn cửa, chốt có số lượng lớn, kích thước lớn và hành trình dài trong khi để giữ chốt đứng yên người ta dùng lưỡi khoá [2]. Lưỡi khoá chỉ có một, nó khoá tập trung tất cả các chốt một lần, lưỡi khoá có thể là khoá cơ dưới dạng chìa bi hoặc khoá điện từ dùng solenoid [3]. Tầng khoá này trong khuôn khổ bài báo này gọi là tầng khoá sơ cấp. Trong các kiểu phá khoá rất đa dạng [4]-[6] có một hình thức là khoan vào vị trí đầu chốt khoá và đập nó lùi lại. Tác động đập này tạo ra một dẫn động ngược phá trực tiếp vào lưỡi khoá vốn có sức bền nhỏ sẽ dễ dàng vô hiệu hoá nó [7]-[11].

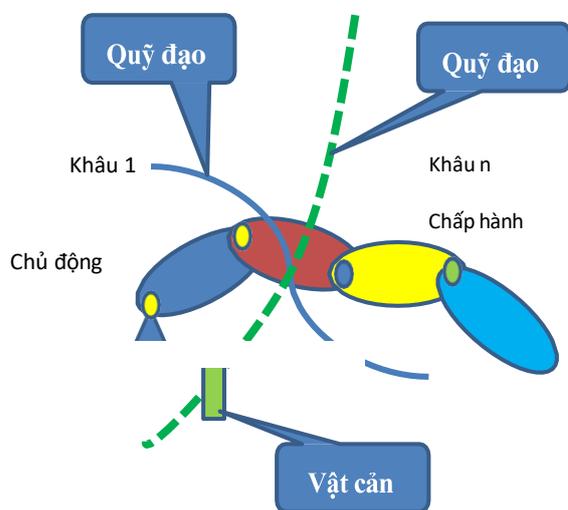
Nhằm chống lại tác động phá bằng cách tạo dẫn động ngược này, tác giả đề xuất một thiết kế khoá thứ cấp, chỉ hoạt động khi xuất hiện tình trạng dẫn động ngược vào chốt khoá. Khoá này không cần bổ sung năng lượng hay tín hiệu bên ngoài để vận hành mà tự nó sử dụng chính lực phá tạo năng lượng và tín hiệu cho nó khởi động.

Về căn bản các tính chất mong muốn này dựa vào một hiệu ứng đặc biệt của cơ cấu huy dẫn động, tức là quỹ đạo của một hay nhiều khâu trung gian trong xích sẽ không giống nhau dưới tác dụng của dẫn động thuận và dẫn động ngược. Nếu xác định chính xác quỹ đạo này có thể lợi dụng để đặt một gờ tỳ cứng trên quỹ đạo dẫn động ngược của một hay nhiều khâu trung gian từ đó cản trở nó lùi lại.

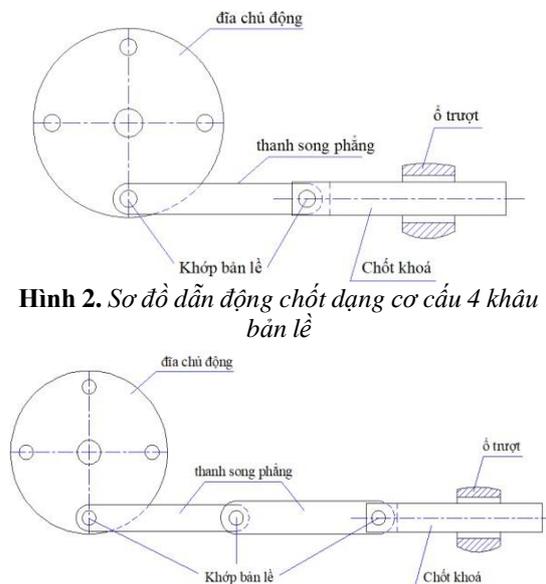
Điểm thiết lập gờ tỳ cứng nếu chọn là một điểm có sức bền lớn như cánh cửa kết sắt sẽ tạo ra sức neo rất lớn có thể kháng lại tác động đập vào chốt từ bên ngoài. Đó là kỹ thuật hoàn hảo để tạo ra khoá thứ cấp do kết cấu đơn giản và chi phí rẻ hơn so với các giải pháp Cơ điện tử khác.

2. Phương pháp nghiên cứu

2.1. Đề xuất cơ cấu chấp hành ban đầu của chốt khoá



Hình 1. Ý tưởng tạo ra khả năng chống dẫn động ngược



Hình 2. Sơ đồ dẫn động chốt dạng cơ cấu 4 khâu bản lề

Hình 3. Hệ dẫn động có bậc tự do thừa cải tiến

Hình 1 cho thấy chuỗi hỷ có n khâu động với khâu 1 là khâu phát động còn khâu n là chốt khoá trong điều kiện sử dụng bình thường là khâu chấp hành, nó nhận chuyển động từ khâu 1. Khi đó quỹ đạo của một khâu trung gian thứ k trong chuỗi động gọi là A_k .

Đảo lại nếu khoá bị đập vào chốt để tháo chốt một cách phi pháp, lúc này khâu n (tức chốt) trở thành khâu chủ động trong khi khâu 1 tự hãm, lúc này chuỗi động chỉ có (n-1) khâu động thay vì

n khâu như dẫn động thuận, ta gọi trường hợp này là dẫn động ngược. Để ý đến khâu thứ k của chuỗi động ta thấy lúc này nó có quỹ đạo là Bk khác với quỹ đạo khi được dẫn động thuận. Nếu điều này xảy ra, để hãm dẫn động ngược ta chỉ cần đặt một vật cản trên quỹ đạo Bk lập tức chuyển động ngược bị hãm mà không ảnh hưởng đến chuyển động thuận. Từ ý tưởng này ta tập trung tạo ra loại cơ cấu mà có tính chất quỹ đạo của một hay nhiều khâu trung gian khi dẫn động thuận và dẫn động ngược là khác nhau để áp dụng ý tưởng nói trên. Nếu làm được điều này thực chất đã làm trùng chức năng khoá và chức năng dẫn động vào một chuyển động duy nhất, cấu trúc khoá đơn giản đi vì lý do việc làm trùng chức năng đã được thực hiện.

Dùng dẫn động chốt khoá là cơ cấu bốn khâu bản lề quen thuộc có sơ đồ động như hình 2. Ở sơ đồ này dẫn động thuận là đưa chuyển động quay vào đĩa chủ động, thanh song phẳng có khớp bản lề gắn với đĩa sẽ di chuyển trên vòng tròn có tâm là tâm quay của đĩa, bán kính bằng khoảng cách từ tâm đĩa tới tâm khớp bản lề liên kết đĩa với thanh song phẳng. Chốt khoá do được dẫn hướng bằng ổ trượt nên chỉ chuyển động theo phương ngang, sự thay đổi tương quan giữa ba chi tiết nói trên hoàn toàn đáp ứng bởi vị trí tự lựa của thanh song phẳng.

2.2. Cải tiến thứ nhất

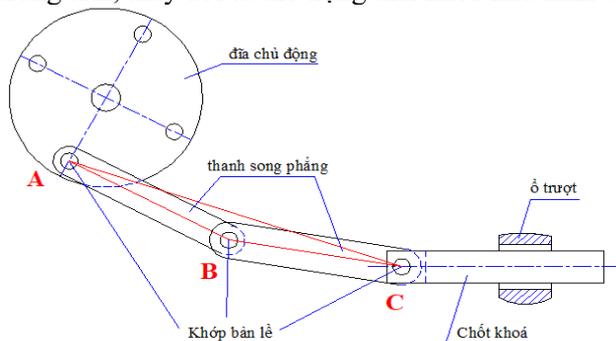
Đưa thêm một thanh song phẳng thứ hai vào chuỗi động để tạo ra một chuỗi hệt dẫn động, lúc này chuỗi động sẽ có một bậc tự do thừa như hình 3.

Theo nguyên tắc khoá thông thường, chỉ khi thoả mãn điều kiện mở thì đĩa chủ động mới có thể quay được, vì vậy nếu khoá bị phá tức là đĩa chủ động hiện không thể quay, hệ này mất bớt một bậc tự do là chuyển động quay của đĩa chủ động và đĩa bây giờ được coi như khâu nối giá, nó không thể chuyển động được trong tình trạng bị đập phá.

Tuy nhiên ở trạng thái khoá, nếu các khâu thẳng hàng với nhau như hình 3, việc đập vào chốt khoá để phá sẽ tác động lực trực tiếp lên chốt bản lề kết giữa đĩa chủ động và thanh song phẳng thứ nhất, điều này gây ra mô men xoay lớn dẫn đến phá huỷ khoá hãm trục quay đĩa chủ động.

2.3. Cải tiến thứ hai

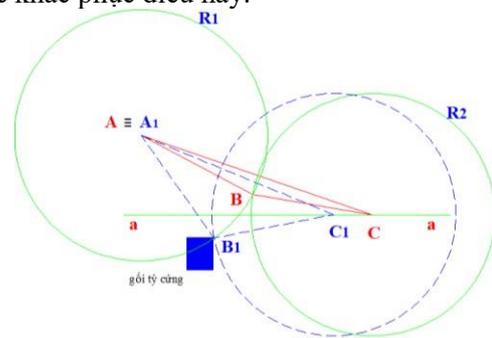
Để thoát khỏi nhược điểm mỗi khi đập vào đầu chốt thì mô men phá truyền thẳng vào trục khoá trung tâm, thay đổi tư thế trạng thái khoá như hình 4 để khắc phục điều này.



Hình 4. Cải tiến tư thế làm việc của chốt khoá

Ở trạng thái mới này, khi chốt khoá ở tình trạng khoá, các khâu không thẳng hàng với nhau như trước mà tâm A, B, C của các khớp bản lề tạo thành một tam giác như hình 4. Do đĩa chủ động đã khoá sơ cấp nên ở tình trạng hiện thời nó không quay được, có nghĩa là điểm A là điểm đã cố định trên sơ đồ.

Lúc này nếu đập vào chốt khoá đẩy nó về bên trái để tháo chốt khỏi vách, nhận thấy vì điểm C phải nằm trên đường tâm chốt theo phương ngang do nó được dẫn hướng và chỉ có thể di động sang trái trên đường nằm ngang này khi bị đập vậy khi chốt bị đập điểm B bắt buộc phải di chuyển theo hướng chuyển động ra xa cạnh AC đồng thời hướng về bên trái theo hướng đang quan sát.



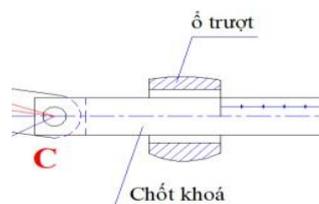
Hình 5. Xác định vị trí đặt gối đỡ cố định chống dẫn động ngược

2.4. Cải tiến thứ ba

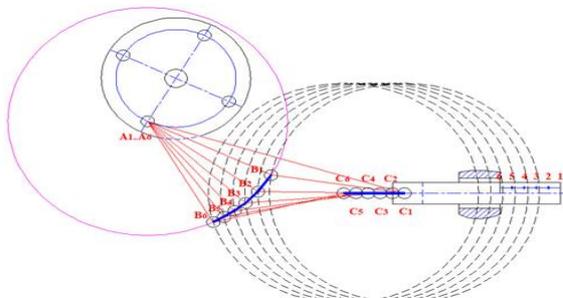
Trên hình 5 cho thấy tam giác ABC tượng trưng cho vị trí của các chốt bản lề trên sơ đồ động. Khi bị đập vào chốt khoá điểm C chỉ có thể di động ngang trên đường aa là tâm chốt khoá kéo dài. Khi đó $C \rightarrow C1$ như hình 5. Do điểm A cố định không di chuyển được dưới tác dụng của khoá sơ cấp nên lúc này $B \rightarrow B1$ và để tìm B1 cần vẽ vòng tròn (A, R1) lấy giao điểm với vòng tròn (C1, R2) trong đó R1 tượng trưng cho chiều dài khâu song phẳng thứ nhất và R2 tượng trưng cho chiều dài khâu song phẳng thứ 2. Khi tìm được B1 là vị trí mới của B ta nhận thấy quỹ đạo ngược này không trùng với quỹ đạo thuận khi mà điểm A có thể di động do dẫn động thuận.

2.5. Tổng hợp quỹ đạo thuận ngược chốt khoá

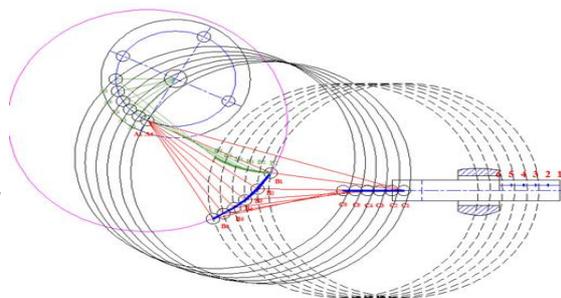
Ở bước này tiến hành tổng hợp quỹ đạo thuận và ngược của điểm B để xác định vị trí cụ thể có thể đặt gối tỷ cứng. Theo hình 6 chia hành trình chốt làm 6 bước đều nhau để xác định chuyển vị của B ứng với 6 bước dịch chuyển đó trong trường hợp dẫn động thuận.



Hình 6. Chia hành trình chốt thành 6 bước đều nhau



Hình 7. Tổng hợp quỹ đạo ngược của điểm B khi điểm A cố định



Hình 8. Tổng hợp quỹ đạo thuận và ngược đầy đủ của điểm B

Do các khâu đã có chiều dài nên việc định vị các điểm trên lược đồ hình 7 dựa theo từng bước đã xác định ở hình 8 và dùng các vòng tròn nét đứt để xác định vị trí của các điểm quan trọng.

Trên hình 7 khi chia hành trình chốt làm 6 bước từ vị trí cuối hành trình đóng, khi cho chốt chuyển động lùi lại, điểm $C1 \rightarrow C6$ chỉ nằm trên đường nằm ngang aa như đã nói, quỹ tích các điểm $B1 \rightarrow B6$ là đường nét đậm hướng xuống dưới. Trên hình 8 cũng căn cứ theo bước chia lượng tiến của trục khoá xác định được quỹ đạo của điểm B khi dẫn động thuận. Do lúc này hệ có bậc tự do thừa nên quỹ đạo này cũng không xác định duy nhất mà nó phụ thuộc vào ma sát giữa hai khâu chuyển động song phẳng với nhau trong mối tương quan với ma sát giữa chốt khoá và ổ trượt cái nào lớn hơn. Vì vậy để đạt được quỹ đạo như hình 8 khi dẫn động thuận tốt nhất nên bỏ trí ma sát giữa chốt khoá và ổ trượt là dùng con trượt bi. Rõ ràng quỹ đạo dẫn động thuận và dẫn động ngược không trùng nhau, đây chính là cơ sở để hãm chuyển động ngược mà không làm ảnh hưởng đến chuyển động dẫn động thuận cho chốt khoá.

Như vậy dễ dàng xác định được điểm đặt gối tỷ cứng để hãm chốt khoá không lùi thì nên đặt ở B2 của đường dẫn động ngược (nhánh thấp), khi đó độ lùi của chốt chỉ là 1/6 hành trình chốt, tuy nhiên gối tỷ lại không cản trở chuyển động dẫn động thuận do nhánh tiến (nhánh cao) không va vào gối tỷ cứng.

3. Kết quả và bàn luận

Không chỉ với mô phỏng trên AutoCad cho thấy khi dẫn động ngược quỹ đạo của điểm B luôn kết thúc ở gối tỷ cứng mà kết quả thực nghiệm trên mô hình thực cũng cho kết luận tương tự. Hệ thống khi dẫn động thuận là hệ hực dẫn động, quỹ đạo của B có thể khác nhau và cần điều

chỉnh bằng tương quan ma sát giữa khớp quay của hai khâu song phẳng và ở vị trí chốt tịnh tiến với ổ trượt của nó. Trong trường hợp dẫn hướng này là trượt bi, có ma sát nhỏ, quỹ đạo của B khi dẫn động thuận cho thấy như hình 8. Quỹ đạo của B khi dẫn động thuận và dẫn động nghịch luôn đồng quy ở điểm B1 như hình 8.

Trên thị trường hiện nay kết sắt có giá trị dưới 3 triệu đồng chiếm đến 90% thị phần. Việc bị can thiệp phi pháp chủ yếu xảy ra ở phân khúc này. Trong khi đó việc đầu tư nâng cấp quy cách vỏ kết sắt giá thành lên khá nhiều thì việc sử dụng kết cấu đề xuất nêu trên sẽ thỏa mãn đồng thời được cả vấn đề kinh tế và kỹ thuật. Bên cạnh một số kỹ thuật chống đập đầu chốt được công bố trong các bằng sáng chế 70 năm qua mà chúng tôi tiếp cận được đều sử dụng cơ cấu khớp cao trong thiết kế của nó thì kết cấu chúng tôi đề xuất ở đây thuần túy là khớp thấp. Ưu thế của nó về kinh tế và kỹ thuật là rất rõ ràng. Việc trang bị kết cấu này lên các kết sắt đất tiền cũng làm gia tăng đáng kể khả năng bảo vệ của nó.

4. Kết luận

Khi tháo chốt bằng dẫn động ngược nếu áp dụng kỹ thuật mà chúng tôi giới thiệu trong bài này, một khoá hãm thứ cấp đã hình thành và chia sẻ ngoại lực tác dụng với khoá sơ cấp, bảo vệ khoá sơ cấp không bị ngoại lực phá huỷ. Đây là giải pháp bảo vệ rẻ tiền và hiệu quả cao vì sức neo của điểm đặt gối tựa có thể rất lớn nếu gia cường cánh cửa, việc vô hiệu hoá tác dụng lực đập vào thẳng đầu chốt khoá luôn thực hiện được với giải pháp này. Thông qua các thử nghiệm có thể nhận thấy thiết kế luôn hoạt động tin cậy và đảm bảo độ giá trị của nó. Thiết kế này cho vòng đời sản phẩm rất dài vì là kết cấu thuần cơ khí. Nó cũng dễ dàng để tùy biến trên các sơ đồ có kích thước hình học khác nhau đặc biệt là khả năng áp dụng công nghiệp của nó. Điều quan trọng nhất để được công nhận sáng chế hoàn toàn đáp ứng được đây là hướng đi khả thi với hầu hết các sản phẩm chi phí thấp trên thị trường khi mà hàm lượng khoa học bù lại các hạn chế về chi phí nguyên vật liệu dùng cho sản phẩm.

TÀI LIỆU THAM KHẢO/ REFERENCES

- [1] A. C. Maniaci and C. A. Temecula, "Active Hardplat," May 26, 2011. [Online]. Available: <https://patents.google.com/patent/US8555793B2/en>. [Accessed May 14, 2024].
- [2] J. Wilkes, "How a SAFE is Designed (Part 1: Ingenious Engineering Against Attack)," *The No.1 mechanical design engineering portal*, October 7, 2017. [Online]. Available: <https://www.engineeringclicks.com/how-a-safe-is-designed/>. [Accessed May 14, 2024].
- [3] F. J. Bernath, "Safe door locking arrangement," *United States Patent and Trademark Office*, Jul. 7, 1977. [Online]. Available: <https://patents.google.com/patent/US4147044A/en>. [Accessed May 14, 2024].
- [4] T. L. Pham, "Safe Secrets from an Intellectual Property Perspective," *Journal of Military Science and Technology*, special no. FEE, pp. 5-12, Dec. 2023, doi: 10.54939/1859-1043.j.mst.FEE.2023.5-12
- [5] T. L. Pham, Q. K. Duong, and T. T. T. Le, "Calibration of industrial robot kinematics based on results of interpolating error by shape function," *Journal of Engineering and Applied Science*, vol. 15, no. 6, pp. 1451-1461, 2020.
- [6] T. T. Trang, W. G. Li, and T. L. Pham, "A New Method to Solve the Kinematic Problem of Parallel Robots Using General reduce Gradient algorithm," *Journal of Robotic and Mechatronics*, vol. 28, no. 03, pp. 404-417, 2016.
- [7] T. L. Pham and T. T. T. Le, "Wrong calculation of safe lock chain using numerical method," *TNU Journal of Science and Technology*, vol. 176, no. 16, pp. 11-18, 2017.
- [8] T. T. T. Le and T. L. Pham, "Reasonable cost and selection of stitches and joints based on tolerance adjustment during mechanical design robot structure," *Journal of Military Science and Technology*, special issue, no. 10, pp. 30-36, 2018.
- [9] P. P. Teodorescu, "Kinematics," in *Mechanical Systems, Classical Models: Particle Mechanics*, Springer, 2007, p. 287.
- [10] J. M. McCarthy and G. S. Soh, *Geometric Design of Linkages*, Springer, New York, 2010.
- [11] A. Ongaro, "Study and design of an electromechanical parking lock actuator," 2019. [Online]. Available: <https://webthesis.biblio.polito.it/12767/1/tesi.pdf>. [Accessed May 14, 2024].