ĐẠI HỌC ĐÀ NẰNG TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT

BÁO CÁO TỔNG KẾT ĐỀ TÀI KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ CẤP TRƯỜNG

NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG PHẦN MỀM ADAMS VIEW TRONG MÔ PHỎNG HỆ TRUYỀN ĐỘNG CƠ KHÍ

Mã số: T2023-06-20

Chủ nhiệm đề tài:TS. Nguyễn Phú SinhĐơn vị:Khoa Cơ khíChương trình đào tạo:Công nghệ kỹ thuật Cơ điện tử

Đà Nẵng, tháng 2 năm 2025

ĐẠI HỌC ĐÀ NẰNG TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT

BÁO CÁO TỔNG KẾT ĐỀ TÀI KHOA HỌC VÀ CÔNG NGHỆ CẤP TRƯỜNG

NGHIÊN CỨU ỨNG DỤNG PHẦN MỀM ADAMS VIEW TRONG MÔ PHỎNG HỆ TRUYỀN ĐỘNG CƠ KHÍ

Mã số: T2023-06-20

Xác nhận của cơ quan chủ trì đề tài

Chủ nhiệm đề tài

KT. HIỆU TRƯỞNG PHÓ HIỆU TRƯỞNG

PGS. TS. Võ Trung Hùng

TS. Nguyễn Phú Sinh

MỞ ĐẦU	J	16
CHƯƠN	G 1. GIỚI THIỆU	19
1.1. G	iới thiệu tổng quan	19
1.2. G	iới thiệu phần mềm Adams View	21
1.2.1.	Tạo dự án mới	22
1.2.2.	Mở dự án đã tạo sẵn	25
1.2.3.	Cấu trúc màn hình phần mềm Adams View	
CHƯƠN	G 2. ỨNG DỤNG PHÂN TÍCH, MÔ PHỎNG MỘT SỐ HỆ TRUYỀÌ	N ĐỘNG
CƠ KHÍ	CƠ BẢN	41
2.1. Mô j	phỏng cơ cấu 2D	41
2.1.1.1	Mô phỏng thả vật rắn rơi tự do	41
2.1.2. 1	Bài mô phỏng con lắc đơn	46
2.2. Mô j	phỏng cơ cấu 3D	54
2.2.1.1	Mô phỏng robot SCARA hai bậc tự do	54
2.2.2 T	ối ưu hóa trong Adams View	62
2.3. Mô j	phỏng bộ truyền động	70
2.3.1.1	Mô phỏng Gear Coupler	70
2.3.2. 1	Mô phỏng truyền động đai	73
CHƯƠN	G 3. ỨNG DỤNG PHÂN TÍCH VÀ MÔ PHỎNG HỆ TRUYỀN ĐỘN	NG CƠ
KHÍ PHU	ÚC TẠP	
3.1. Úng	dụng mô phỏng cơ cấu robot song song RCM	
3.2. Mô	phỏng và đánh giá kết quả giữa Adams và Matlab	
3.2.1.	Giới thiệu mô hình robot và động học robot	
3.2.2.	Mô phỏng mô hình bằng ADAMS VIEW	93
3.2.3.	Mô phỏng và so sánh kết quả giữa ADAMS và MATLAB	96
Thuyết n	ninh đề tài KHCN	
Hợp đồn	g triển khai đề tài	
Bảng Mự	ic lục minh chứng sản phẩm của đề tài	

MỤC LỤC

Bộ minh chứng sản phẩm đề tài

DANH MỤC HÌNH ẢNH

Hình 1. Cửa sổ Welcome to Adams xuất hiện sau khi khởi động phần mềm Adam	18
View	23
Hình 2. Cửa sổ Create New Model để tạo mô hình mô phỏng mới	23
Hình 3. Cửa sổ Gravity Settings dùng để thiết lập gia tốc trọng trường	24
Hình 4. Thiết lập gia tốc trọng trường và đơn vị trong cửa sổ chính	25
Hình 5. Cửa sổ Open Existing Model	26
Hình 6. Cấu trúc màn hình chính của phần mềm Adams View	26
Hình 7. Cấu trúc màn hình chính của phần mềm Adams View kiểu Classic	27
Hình 8. Thẻ Bodies	29
Hình 9. Nhóm công cụ vẽ hình khối	30
Hình 10. Nhóm lệnh Flexible bodies	30
Hình 11. Nhóm lệnh Construction	30
Hình 12. Nhóm lệnh Booleans	31
Hình 13. Nhóm lệnh Features	31
Hình 14. Các nhóm lệnh thẻ Connectors	31
Hình 15. Nhóm lệnh tạo liên kết Joints	32
Hình 16. Nhóm lệnh ràng buộc Primitives	32
Hình 17. Nhóm lệnh Couplers	32
Hình 18. Nhóm lệnh Special	33
Hình 19. Thẻ Motions	33
Hình 20. Nhóm lệnh Joint Motions	33
Hình 21. Nhóm lệnh Generall Motions	34
Hình 22. Nhóm lệnh tạo lực tác động	34
Hình 23. Nhóm lệnh Applied Forces	34
Hình 24. Nhóm lệnh Flexible Connections	34
Hình 25. Nhóm lệnh Special Forces	35
Hình 26. Thẻ Elements	35
Hình 27. Thẻ Design Exploration	35

Hình 28. Thẻ Machinery	
Hình 29. Thẻ Simulation	
Hình 30. Thẻ Results	
Hình 31. Model Browse	
Hình 32. Thanh trạng thái (Status Toolbar)	
Hình 33. Working Grid Settin	
Hình 34. Cửa sổ Welcome to Adams	41
Hình 35. Cửa sổ Create New Model	
Hình 36. Tạo chi tiết hình cầu	
Hình 37. Cửa sổ Modify Body để thiết lập đặc tính vật lý cho quả cầu	
Hình 38. Cửa sổ Simulation Control	
Hình 39. Cửa sổ Part Measure	
Hình 40. Ba cửa sổ đo Vi_tri, Van_toc, Gia_toc	
Hình 41. Cửa sổ Adams Postprocessor	46
Hình 42. Cửa sổ Create New Model	46
Hình 43. Cửa sổ Geometry: Link	
Hình 44. Cửa sổ LocationEvent	
Hình 45. Wireframe/shaded toggle for current view	
Hình 46. Cửa sổ Geometry:Sphere	
Hình 47. Con lắc đơn được tạo và cách đặt tên cho chi tiết	
Hình 48. Cửa sổ Revolute Joint	
Hình 49. Thay đổi tên khớp quay JOINT_1	
Hình 50. Cửa sổ Joint Measure	51
Hình 51. Cửa sổ Geometry: Marker	
Hình 52. Đổi tên cho điểm Marker	
Hình 53. Chọn Create a new Angle Measure	
Hình 54. Cửa sổ Angle Measure	53
Hình 55. Kết quả mô phỏng	53
Hình 56. Cửa sổ Adams Postprocessor	54
Hình 57. Thiết lập gia tốc trọng trường Gravity Settings	55

Hình 58. Thiết lập lưới làm việc Working Grid	55
Hình 59. Cửa sổ Geometry: Marker	56
Hình 60. Cửa sổ Rigidbody: Cylinder	56
Hình 61. Tạo chi tiết thanh số 1	57
Hình 62. Tạo chi tiết thanh cho Link2	57
Hình 63. Tạo chi tiết khối trụ cho Link2	58
Hình 64. Tạo chi tiết khối trụ cho Link3	58
Hình 65. Thiết lập thông số cho các khớp cố định (Fixed Joint), khớp quay (Revolute	
joint), và khớp tịnh tiến (Translational Joint)	60
Hình 66. Mô hình robot Scara sau khi thiết lập các khớp	60
Hình 67. Thiết lập thông số chuyển động cho khớp quay (Revolute Joint Motion), và	
khớp tịnh tiến (Translational Joint Motion).	61
Hình 68. Cửa sổ Joint Motion	62
Hình 69. Kết quả mô phỏng robot Scara	62
Hình 70. Tạo dự án mới	63
Hình 71. Kết quả tạo bóng và vành bóng rổ	64
Hình 72. Create a Contact	64
Hình 73. Thiết lập thông số cửa sổ Create a Contact và Lực tiếp xúc giữa bóng và rổ c	được
tạo thành	65
Hình 74. Create a Design Variable	66
Hình 75. Thiết lập thông số cho biến x_vel và y_vel	66
Hình 76. Thiết lập vận tốc ban đầu cho quả bóng	67
Hình 77. Create a new Point-to-Point Measure	68
Hình 78. Kết quả mô phỏng giữa quả bóng và vành bóng rổ	68
Hinh 79. Design Evaluation Tools	69
Hình 80. Thiết lập thông số Design Evaluation Tool	69
Hình 81. Kết quả quá trình tính toán tối ưu	70
Hình 82. Kết quả tối ưu hóa	70
Hình 83. Tạo hai khối trụ tượng trưng cho hai bánh răng và tạo khop quay cho	71
hai bánh răng	71

Hình 84. Tạo ràng buộc truyền động cho hai bánh răng	72
Hình 85. Kết quả tạo ràng buộc truyền động cho hai bánh răng và Tạo truyề	n động cho
bánh răng nhỏ	72
Hình 86. Cửa sổ Step 1 of 11	73
Hình 87. Cửa sổ Step 2 of 11	74
Hình 88. Cửa sổ Step 3 of 11	75
Hình 89. Cửa sổ Step 4 of 11	75
Hình 90. Cửa sổ Step 5 of 11	76
Hình 91. Cửa sổ Step 6 of 11	76
Hình 92. Hai pulley được tạo thành	77
Hình 93. Create Belt	77
Hình 94. Cửa sổ Step 2 of 7	78
Hình 95. Cửa sổ Step 3 of 7	78
Hình 96. Cửa sổ Step 4 of 7	79
Hình 97. Cửa sổ Step 5 of 7	79
Hình 98. Cửa sổ Step 6 of 7	80
Hình 99. Cửa sổ Step 7 of 7	80
Hình 100. Bộ truyền đai được tạo thành	81
Hình 101. Cửa sổ Step 1 of 5	81
Hình 102. Cửa sổ Step 2 of 5	
Hình 103. Cửa sổ Step 3 of 5 và Cửa sổ Step 4 of 5	
Hình 104. Cửa sổ Step 5 of 5	
Hình 105. Kết quả mô phỏng bộ truyền đai	
Hình 106 Mô hình 3D robot trên phần mềm Creo 3	85
Hình 107. Cửa sổ File Import	86
Hình 108. Mô hình robot sau khi các marker được tạo	86
Hình 109. Mô hình robot sau khi các khớp được tạo	87
Hình 110. Kết quả mô phỏng	87
Hình 111. Mô hình robot song song kiểu kết hợp	
Hình 112. Sơ đồ động học robot song song kiểu kết hợp	

Hình 113. Vẽ mô hình robot bằng phần mềm Creo	94
Hình 114. Thiết lập tọa độ các điểm Marker và khớp trên robot	95
Hình 115. Kiểm tra mô hình động học robot trên phần mềm Adams View	96
Hình 116. Tạo chuyển động cho robot	96
Hình 117. Kết quả tọa độ biến khớp q1, q2, q3 giữa Adams View và Matlab	97
Hình 118. Kết quả tọa độ biến khớp q1, q2, q3 giữa Adams View và Matlab	97
Hình 119. Kết quả tọa độ biến khớp q1, q2, q3 giữa Adams View và Matlab	98
Hình 121. Kết quả tọa độ biến khớp q4, q5, q6 giữa Adams View và Matlab	99
Hình 122. Kết quả tọa độ biến khớp q4, q5, q6 giữa Adams View và Matlab	99
Hình 123. Tọa độ các biến khóp1	00
Hình 124. Tọa độ tịnh tiến và quay của robot1	00
Hình 125. Chuyển động quay và tịnh tiến của tấm di động 11	01
Hình 126. Chuyển động quay quanh x,y,z và chuyển động tịnh tiến x và y1	01
Hình 127. So sánh chuyển động quay quanh x,y,z và tịnh tiến dọc theo x và y của tấm 1	02
di động 1, 21	02
Hình 128. So sánh vận tốc khớp cầu Bi giữa Matlab và Adams View1	03
Hình 129. So sánh vận tốc khớp cầu Bi giữa Matlab và Adams View1	03
Hình 130. So sánh vận tốc khớp cầu Bi giữa Matlab và Adams View1	04
Hình 131. Tổng hợp tọa độ các biến mô phỏng trên Adams View1	04

DANH MỤC BẢNG BIỂU

Bảng 1. Tập hợp một số phím tắt thường được sử dụng	103
Bảng 2. Tọa độ các điểm và tên gọi các điểm	104
Bảng 3. Khớp tại các tọa độ điểm robot	104

DANH MỤC CÁC CHỮ VIẾT TẮT

- CAD Computer-Aided Design
- CFD Computational Fluid Dynamics
- FEA Finite Element Analysis
- FEM Finite Element Method
- PTC Parametric Technology Corporation

ĐẠI HỌC ĐÀ NẰNG

TRƯỜNG ĐH SƯ PHẠM KỸ THUẬT

Độc lập - Tự do - Hạnh phúc

THÔNG TIN KẾT QUẢ NGHIÊN CỨU

1. Thông tin chung:

- Tên đề tài: Nghiên cứu ứng dụng phần mềm ADAMS VIEW trong mô phỏng hệ truyền động cơ khí

- Mã số: **T2023-06-20**
- Chủ nhiệm: TS. Nguyễn Phú Sinh
- Thành viên tham gia:
- Cơ quan chủ trì: Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật Đại học Đà Nẵng
- Thời gian thực hiện: 12 tháng (Từ tháng 03/2024 đến tháng 02/2025)

2. Mục tiêu:

Tìm hiểu ứng dụng phần mềm Adams View trong mô phỏng hệ truyền động cơ khí phục vụ hỗ trợ đào tạo và nghiên cứu của sinh viên, giảng viên.

3. Tính mới và sáng tạo:

Hiện nay phần mềm Adams View chưa được nghiên cứu và ứng dụng nhiều trong nước, thêm vào đó tác giả cũng nhận thấy các học phần liên quan đến tính động học và động lực học các hệ thống truyền động cơ khí hay cơ cấu vẫn chưa được chú trọng trong nhà trường. Hầu hết các học phần liên quan đến Cơ lý thuyết, Chi tiết máy, Truyền động cơ khí rất ít giới thiệu về phần mềm mô phỏng động học và động lực học. Chính vì vậy tác giả đề xuất nghiên cứu này để tổng hợp và xây dựng các bài giới thiệu về phần mềm Adams View và phương pháp xây dựng các mô phỏng động học và động lực học. Kết quả nghiên cứu sẽ là nguồn tài liệu tổng hợp hỗ trợ cho giảng viên và sinh viên Cơ khí, Cơ điện tử trong nghiên cứu và mô phỏng các hệ truyền động cơ khí.

4. Tóm tắt kết quả nghiên cứu:

Đề tài đã nghiên cứu và trình bày chi tiết hướng dẫn cách sử dụng phần mềm Adams View cũng như phương pháp xây dựng mô hình mô phỏng các hệ truyền động trong cơ khí từ các bài mẫu đơn giản như mô phỏng vật rơi tự do, con lắc đơn cho đến các bài mô phỏng cơ cấu cơ khí 2D, 3D phức tạp khác. Tài liệu được trình bày khá chi tiết, cụ thể để người đọc có thể tham khảo học tập và nghiên cứu.

5. Tên sản phẩm:

- 1 bài báo khoa học đã được đăng trên Proceeding hội thảo ATiGB 2024 (IEEE Explore)

6. Hiệu quả, phương thức chuyển giao kết quả nghiên cứu và khả năng áp dụng:

Kết quả nghiên cứu được trình bày báo cáo và một số video mô phỏng được chuyển giao cho Khoa Cơ khí phục vụ nghiên cứu và đào tạo

7. Hình ảnh, sơ đồ minh họa chính







Chủ nhiệm đề tài

(ký, họ và tên)



Chủ tịch

(ký, họ và tên)

XÁC NHẬN CỦA TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT KT. HIỆU TRƯỞNG PHÓ HIỆU TRƯỞNG

PGS. TS. Võ Trung Hùng

INFORMATION ON RESEARCH RESULTS

1. General information:

Project title: Nghiên cứu ứng dụng phần mềm ADAMS VIEW trong mô phỏng hệ truyền động cơ khí

Code number: **T2023-06-20**

Coordinator: Nguyen Phu Sinh

Implementing institution: University of Technology and Education – The University of Danang

Duration: from 03/2024 to 02/2025

2. Objective(s):

The objective of this research is to study and apply Adams View for simulating mechanism transmission in training and research for students and lecturers.

3. Creativeness and innovativeness:

Currently, Adams View software has not been widely researched or applied in the country. In addition, the author has also noticed that subjects related to the kinematics and dynamics of mechanical transmissions or mechanisms have not been given much attention at our University. Most of the subjects related to Theoretical Mechanics, Machine Elements, and Mechanical Transmission rarely introduce software for simulating kinematics and dynamics. Therefore, the author proposes this research to synthesize and develop an introductory report on Adams View software and methods for building kinematics and dynamics simulations. The research results will serve as a comprehensive resource to support lecturers and students in Mechanical Engineering and Mechatronics in studying and simulating mechanical systems.

4. Research results:

The research presented detailed instructions on how to use Adams View software, as well as the method for building models to simulate mechanical transmission and mechanisms from simple example simulations such as free-fall objects and pendulums, to more complex 2D and 3D mechanism simulations. The report is presented in great detail and specificity so that students can use it for reference, learning, and research.

5. Products:

One scientific paper published in the Proceedings of the ATiGB 2024 Conference (IEEE Xplore)

6. Effects, transfer alternatives of research results and applicability:

The research results are presented in a report, and several simulation videos have been transferred to the Department of Mechanical Engineering for research and training purposes.

7. Illustrations





MỞ ĐẦU

1. Tổng quan tình hình nghiên cứu

Nghiên cứu ứng dung phần mềm trong các lĩnh vực khoa học và kỹ thuật đang trở thành môt xu hướng quan trong trong quá trình phát triển công nghê hiện đại. Các phần mềm thiết kế ngày càng trở nên manh mẽ hơn, hỗ trơ các kỹ sư, nhà khoa học và các chuyên gia trong việc thiết kế, mô phỏng, phân tích và tối ưu hóa các hệ thống phức tạp. Việc ứng dụng phần mềm thiết kế không chỉ giúp giảm thiểu chi phí, thời gian sản xuất mà còn nâng cao chất lượng, hiệu suất và tính bền vững của các sản phẩm, đóng góp vào sự phát triển chung của các ngành công nghiệp. Trong lĩnh vực cơ khí, phần mềm hỗ trợ thiết kế, mô phỏng các cơ cấu cơ khí hoặc các hệ thống truyền động giúp cho các kỹ sư và nhà nghiên cứu phân tích, đánh giá các mô hình động học, động lực học, biến dạng, độ bền...nhằm tối ưu hóa các hệ thống. Trong lĩnh vực robot, phần mềm giúp thiết kế và mô phỏng các chuyển đông của robot trong các môi trường thực tế, giúp cải thiện hiệu quả công việc và khả năng hoạt động tự động. Trong kỹ thuật hàng không, phần mềm mô phỏng các hệ thống động cơ, khí động học, giúp dự đoán hiệu suất và tối ưu hóa thiết kế máy bay. Hiện nay nhiều phần mềm thiết kế, mô phỏng đã được phát triển và thượng mai hóa như ANSYS, CREO, SOLIDWORK.... Trong đó, ADAMS VIEW là một trong những ứng dung khá manh mẽ và hiệu quả trong mô phỏng động học, động lực học cơ khí. Phần mềm này cung cấp một nền tảng mạnh mẽ để mô phỏng, phân tích và tối ưu hóa các hệ thống cơ học phức tạp, giúp các nhà khoa học và kỹ sư phát triển các mô hình và cải thiên hiệu suất hoạt động của các thiết bi, máy móc. Như năm 2022, Ruochen An và nhóm nghiên cứu của mình đã sử dụng phần mềm Adams View để mô phỏng chuyển động của robot hình cầu dưới nước, mở ra ứng dụng mới trong lĩnh vực robot tự động hóa cho môi trường đặc biệt. Cũng trong năm 2021, phần mềm này được S. Kazeminasab và các công sự ứng dung trong việc thiết kế và mô phỏng robot di chuyển theo đường ống trong hê thống cấp nước, trong khi đó Getachew A. và nhóm của mình đã sử dung Adams View để phân tích đông học của hê truyền đông bánh răng. Nair, A.S. và các đồng sự cũng đã thành công trong việc thiết kế và mô phỏng mô hình robot trợ lực di chuyển với sự hỗ trợ của phần mềm này. Hay, Hroncová, Darina và nhóm đã ứng dụng Adams View trong mô phỏng máy ép, chứng minh khả năng của phần mềm trong các ứng dụng công nghiệp khác nhau. Ngoài ra, các nghiên cứu lý thuyết cũng như ứng dụng thực tế của phần mềm Adams View ngày càng tăng lên, giúp các nhà khoa học kiểm nghiệm, tối ưu và phát triển các hệ thống cơ khí trong nhiều lĩnh vực khác nhau. Một trong những điểm mạnh của phần mềm này là khả năng kết hợp với các công cụ phần mềm khác như Matlab, giúp hỗ trợ việc thiết kế và đánh giá các mô hình điều khiển phức tạp, đặc biệt trong các hệ thống như robot, xe điện EV hay các hệ truyền động phức tạp. Từ các ứng dụng thực tế này, có thể thấy rõ tiềm năng mạnh mẽ của phần mềm Adams View trong việc cải tiến, tối ưu hóa và đưa ra giải pháp cho các vấn đề kỹ thuật trong các lĩnh vực cơ khí và tự động hóa hiện đại. Tuy nhiên, theo tìm hiểu của tác giả thì việc nghiên cứu ứng dụng phần mềm này trong nước vẫn còn hạn chế, và tác giả nhận thấy hiện nay việc mô phỏng động học, động lực học các cơ cấu cơ khí trong dạy học các học phần liên quan như Cơ lý thuyết, Nguyên lý máy, Truyền động cơ khí... tại nhà trường vẫn chưa áp dụng phần mềm Adams View để xây dựng mô phỏng các bài toán cơ học.

2. Mục tiêu đề tài

- Tìm hiểu phần mềm Adams View.
- Áp dụng phân tích mô phỏng một số hệ truyền động cơ khí

3. Đối tượng nghiên cứu

 Nghiên cứu lý thuyết và phương pháp xây dựng mô hình mô phỏng trên phần mềm Adams views.

4. Nội dung nghiên cứu

Chương 1: Giới thiệu

- 1.1 Giới thiệu phần mềm thiết kế, mô phỏng
- 1.2 Giới thiệu phần mềm Adams View

Chương 2: Ứng dụng phân tích, mô phỏng một số hệ truyền động cơ khí cơ bản

- 2.1 Mô phỏng cơ cấu 2D
- 2.2 Mô phỏng cơ cấu 3D
- 2.3 Mô phỏng truyền động

Chương 3: Ứng dụng phân tích và mô phỏng hệ truyền động cơ khí phức tạp

3.1 Mô phỏng hệ thống lái trên ô tô

3.2 Mô phỏng kết hợp giữa Adams và Matlab

Kết luận

CHƯƠNG 1. GIỚI THIỆU

1.1. Giới thiệu tổng quan

Trong quy trình thiết kế và chế tạo máy, hay hệ thống sản xuất tự động bất kỳ, bước phân tích thiết kế dựa trên mô phỏng đóng vai trò quan trọng trong lĩnh vực cơ khí. Mô phỏng đã trở thành một công cụ quan trọng để kiểm tra đánh giá thiết kế, tối ưu hóa thiết kế nhằm giảm thiểu rủi ro và chi phí thử nghiệm thực tế, và nâng cao hiệu quả sản xuất. Các phần mềm mô phỏng cung cấp một môi trường ảo giúp các kỹ sư và kỹ thuật viên kiểm tra và phân tích các sản phẩm cơ khí trước khi sản xuất thực tế. Quá trình mô phỏng có thể áp dụng trong phân tích động học, động lực học, biến dạng, ứng suất, độ bền, cơ học chất lưu, hệ thống khí nén, thủy lực, truyền nhiệt... và nhiều vấn đề khác trong ngành cơ khí. Tùy theo ứng dụng và mục đích khác nhau đó, mà có nhiều phần mềm thiết kế mô phỏng đã được nghiên cứu, phát triển và thương mại hóa như sau:

- ANSYS: Đây là phần mềm mô phỏng được sử dụng rộng rãi trong phân tích mô phỏng các vấn đề liên quan đến ứng suất, biến dạng, độ bền của hệ cơ khí giúp xác định các yếu tố như điểm yếu và vùng có khả năng gãy võ trong sản phẩm. ANSYS cung cấp các công cụ để phân tích các vấn đề về nhiệt như truyền nhiệt, phân tán nhiệt hay mô phỏng dòng chảy chất lỏng và khí (CFD Computational Fluid Dynamics), giúp phân tích và tối ưu hóa các hệ thống liên quan đến dòng chảy như động cơ, hệ thống ống dẫn, tản nhiệt, hoặc bất kỳ ứng dụng nào có sự tương tác với chất lỏng.
- ABAQUS: Đây là phần mềm mạnh mẽ trong việc phân tích phần tử hữu hạn (FEA), được phát triển bởi Dassault Systèmes (Pháp). Ban đầu, ABAQUS được phát triển bởi một công ty độc lập có tên ABAQUS Inc. vào năm 1978, nhưng sau đó được Dassault Systèmes mua lại vào năm 2005. Tương tự như ANSYS, phần mềm Abaqus được sử dụng chủ yếu trong việc mô phỏng và phân tích hệ thống thông qua phương pháp phần tử hữu hạn, giúp phân tích và giải quyết các bài toán liên quan đến cơ học và vật liệu như phân tích các cấu trúc chịu tác động của tải trọng, ứng suất, và biến dạng hay mô phỏng các hiện tượng truyền nhiệt qua các vật liệu và các hệ thống làm

mát hoặc tản nhiệt, mô phỏng các tương tác giữa chất lỏng và vật rắn, giúp phân tích các ứng dụng như động lực học chất lỏng trong ống dẫn, tàu thủy.

- Creo: đây là một phần mềm thiết kế và mô phỏng 3D (CAD/CAM/CAE) mạnh mẽ do PTC (Parametric Technology Corporation) phát triển. Creo là một trong những công cụ thiết kế và mô phỏng hàng đầu trong ngành công nghiệp, được sử dụng rộng rãi trong nhiều lĩnh vực như cơ khí, sản xuất, ô tô, điện tử, và nhiều ngành công nghiệp khác. Creo cung cấp các tính năng thiết kế parametric 3D để thiết kế 3D sản phẩm, hỗ trợ công cụ phân tích và mô phỏng mạnh mẽ (CAE), cho phép người dùng thực hiện các bài toán phân tích phần tử hữu hạn (FEA) hay công cụ Generative design trong tối ưu hóa các hệ thống cơ khí.
- SolidWorks: cũng là một phần mềm CAD (Computer-Aided Design) 3D mạnh mẽ, được phát triển bởi Dassault Systèmes và được sử dụng rộng rãi trong các ngành công nghiệp cơ khí, điện tử, ô tô, chế tạo, và các ngành khác để thiết kế các sản phẩm 3D. SolidWorks tích hợp các công cụ mô phỏng mạnh mẽ, như SolidWorks Simulation, giúp phân tích ứng suất, biến dạng, nhiệt độ, động học, và các yếu tố khác để tối ưu hóa thiết kế trước khi chế tạo.
- COMSOL Multiphysics: là một phần mềm mô phỏng đa vật lý mạnh mẽ được phát triển bởi COMSOL Inc., cho phép người dùng giải quyết các bài toán kỹ thuật phức tạp bằng phương pháp phần tử hữu hạn (Finite Element Method FEM). Phần mềm này hỗ trợ mô phỏng, phân tích và tối ưu hóa các quá trình vật lý trong nhiều lĩnh vực kỹ thuật, từ cơ khí, điện tử, hóa học đến sinh học, năng lượng và môi trường. Đây là phần mềm mô phỏng đa vật lý, cho phép kết hợp các bài toán về cơ học, nhiệt học, điện học và hóa học trong một môi trường mô phỏng duy nhất. COMSOL thường được sử dụng trong các ngành như sản xuất, điện tử và cơ khí.
- MATLAB/Simulink: MATLAB, kết hợp với Simulink, là công cụ hữu ích trong mô phỏng động học và điều khiển hệ thống cơ khí. Đây là phần mềm phổ biến trong nghiên cứu và phát triển các hệ thống điều khiển, động cơ và các ứng dụng cơ học động lực học.

Việc sử dụng phần mềm mô phỏng mang lại nhiều lợi trong quá trình thiết kế và chế tạo máy như tiết kiệm chi phí, thiết kế, mô phỏng thử nghiệm để đánh giá sản phẩm trước khi chế tạo thực tế giúp giảm thiểu chi phí sản xuất và thử nghiệm. Tiết kiệm thời gian, thực hiện mô phỏng giúp đánh giá, phát hiện sớm các rủi ro, sai sót về vấn đề thiết kế, lỗi kỹ thuật, từ đó rút ngắn thời gian thử nghiệm và hiệu chỉnh. Nâng cao hiệu quả, chất lượng sản phẩm, các phần mềm mô phỏng cho phép tính toán và phân tích chính xác các yếu tố như ứng suất, biến dạng và nhiệt độ, giúp cải thiện độ bền và hiệu suất của sản phẩm. Nó cho phép người dùng thử nghiệm thiết kế trong nhiều điều kiện khác nhau mà không cần tạo ra nhiều mẫu thử nghiệm thực tế.

Tuy nhiên, hiện nay phần mềm mô phỏng vẫn có một số thách thức và hạn chế như giá thành **phần mềm** còn cao, phần mềm mô phỏng như ANSYS, ABAQUS có chi phí khá cao, điều này có thể là rào cản đối với các doanh nghiệp nhỏ và vừa. Một số phần mềm yêu cầu người dùng có kiến thức chuyên sâu và kỹ năng sử dụng để có thể tận dụng tối đa khả năng của phần mềm. Các mô phỏng phức tạp, đặc biệt là mô phỏng trong các ngành như cơ học chất lỏng hoặc động lực học chất rắn, cần phải sử dụng phần cứng tính toán mạnh mẽ, điều này đòi hỏi chi phí đầu tư đáng kể.

Phần mềm mô phỏng đóng vai trò quan trọng trong ngành cơ khí, giúp cải thiện chất lượng sản phẩm, tối ưu hóa chi phí và rút ngắn thời gian phát triển sản phẩm. Mặc dù còn nhiều thách thức, nhưng với sự phát triển của công nghệ, mô phỏng cơ khí sẽ tiếp tục tiến bộ và trở thành một công cụ không thể thiếu trong các lĩnh vực nghiên cứu và sản xuất cơ khí.

1.2. Giới thiệu phần mềm Adams View

Adams View là một phần mềm mô phỏng động học và động lực học của hệ thống cơ khí, thuộc bộ phần mềm MSC Software. Phần mềm này cho phép người dùng mô phỏng, phân tích và tối ưu hóa các hệ thống truyền động cơ khí nhằm giảm thiểu rủi ro trong quá trình phát triển sản phẩm. Phần mềm Adams View hiện nay đang được các nhà khoa học và công ty thiết kế chế tạo máy trên thế giới ứng dụng để mô phỏng các hệ truyền động cơ khí hoặc kết hợp giữa phần mềm Adams View và phần mềm Matlab để thiết kế và đánh giá các mô

hình điều khiển trong kỹ thuật robot, kỹ thuật hàng không, gần đây nhất là mô phỏng hê thống xe điện EV. Ví du như năm 2022, Ruochen An và các đồng nghiệp đã ứng dung phần mềm Adams View trong mô phỏng chuyển động của robot hình cầu dưới nước (spherical underwater robot) [1]. Năm 2021, tại hội thảo khoa học quốc tế ICIT (International Conference on Industrial Technology) S. Kazeminasab và các đồng sư đã ứng dung phần mềm này trong thiết kế và mô phỏng robot di chuyển theo đường ống của hê thống cấp nước [2]. Cũng trong năm 2021, Getachew A. và đồng sư đã trình bày kết quả phân tích động học hệ truyền động bánh răng bằng phần mềm Adams View [3]. Năm 2020, Nair, A.S. và đồng sư đã thiết kế và mô phỏng mô hình robot trơ lực trong di chuyển với sư hỗ trơ của phần mềm Adams View [4]. Hay Hroncová, Darina và đồng sư đã ứng dung phần mềm Adams View trong mô phỏng máy ép [5]. Những năm gần đây, một số nhà khoa học trong nước đã áp dung phần mềm này trong thiết kế và mô phỏng các hê truyền đông như Nguyễn Thái Dương đã áp dụng phần mềm Adams View để khảo sát đặc tính đông lực học của sang rung [6]. Tác giả Nguyễn Thái Dương cũng ứng dụng phần mềm này kết hợp với phần mềm Workbench để mô phỏng và phân tích chế độ làm việc của bánh răng hành tinh. Kết quả nghiên cứu đã được trình bày tại hội nghị Khoa học và Công nghệ toàn quốc về Cơ khí lần thứ V, 2018 [7]. Bên cạnh đó còn có rất nhiều nghiên cứu lý thuyết và sử dụng phần mềm này hỗ trơ mô phỏng, kiểm nghiêm.

Trước khi trình bày một số kết quả phân tích mô phỏng hệ thống cơ khí trong Chương 2 và 3, chúng ta tìm hiểu tổng quan về công cụ phần mềm Adams View

1.2.1. Tạo dự án mới

Sau khi khởi động phần mềm Adams View, cửa sổ **Welcome to Adams...** xuất hiện như *hình 1* Trên của sổ **Welcome to Adams...** có ba lựa chọn như sau:

- New Model: Tạo dự án mới,
- Existing Model: Mở mô hình mô phỏng hay dự án đã tạo sẵn,
- Exit: Thoát khỏi phần mềm.



Hình 1. Cửa sổ Welcome to Adams... xuất hiện sau khi khởi động phần mềm.

Để tạo dự án mới, chọn **New Model**. Lúc này một cửa sổ **Create New Model** như *hình 2* xuất hiện với các thành phần như sau:

Create New Moo	Create New Model	×
Model Name	MODEL_1	
Gravity	Earth Normal (-Global Y)	
Units	MMKS - mm,kg,N,s,deg	
Working Directory	C:\Users\Nguyen Phu Sinh	
	OK Apply Ca	ncel

Hình 2. Cửa sổ Create New Model để tạo mô hình mô phỏng mới

- Model name: Nhập tên dự án. Bạn đọc có đặt tên dài 80 ký tự chữ số (Alphanumeric) nhưng không được dùng ký một số ký tự đặc biệt như ký tự trắng (space), dấu chấm.
- Gravity: Thiết lập gia tốc trọng trường. Khi nhấp chuột vào hình tam giác màu đen trong ô này, ba lựa chọn xuất hiện là:

+ Earth Normal (-Global Y): Thiết lập gia tốc trọng trường 1G theo chiều âm trụcY.

+ No Gravity: Thiết lập gia tốc trọng trường bằng không.

+ Other: Thiết lập gia tốc trọng trường theo hướng và độ lớn khác. Nếu chọn Other thì cửa sổ Gravity Setting như hình 3 sẽ xuất hiện sau khi nhấp chọn chọn Apply hoặc OK. Sau đó chọn chiều và độ lớn gia tốc trọng trường theo mong muốn.

dravity Settings 🛛 🗙													
Gravity													
х	0.0	-X*	+X*										
Y	-9806.65	-Y*	+Y*										
Ζ	0.0	-Z*	+Z*										
* Set values for Earth gravity in global coordinates.													
	ок с	ancel											

Hình 3. Cửa sổ Gravity Settings dùng để thiết lập gia tốc trọng trường

Unit: Thiết lập đơn vị sử dụng cho dự án. Khi nhấp chuột vào hình tam giác màu đen trong ô này, bốn lựa chọn hệ đơn vị xuất hiện là:

+ MKS – m, kg, N, s, deg: Thiết lập đơn vị đo chiều dài là mét, khối lượng là kg, lực
là Newton, thời gian là giây, góc đo là độ.

+ MMKS - mm, kg, N, s, deg: Thiết lập đơn vị đo chiều dài là milimet, khối lượng là kg, lực là Newton, thời gian là giây, góc đo là độ.

+ CGS – *cm, g, dyne, s, deg:* Thiết lập đơn vị đo chiều dài là centimet, khối lượng là gram, lực là dyne, thời gian là giây, góc đo là độ.

+ **IPS** – *inch, lbm, lbf, s, deg:* Thiết lập đơn vị đo chiều dài là inch, khối lượng là slug, lực là PoundForce, thời gian là giây, góc đo là độ.

Working Direction: Chọn thư mục lưu dự án.

orking Grid	es Elemer	nts (Jesign Ex	ploration	Plugins	Mac	hinery	Simul	lation	Results	Ĵ.									
ect Position Handle		s			$\dot{\mathbf{c}}$	M			P -0	P				9						
avity	Flexible Bodies	3	-	Cons	truction	•		Boo	oleans	0		Featu	ures							
ereo Viewing																				ľ
ins			Units	Settings		~														
lors w Background Color		L	angth	Milimeter	ſ	4														
ce Graphics		E	orce	Newton		-														
nes		т	ime	Second		-														
mmand Eile		A	ingle	Degree		-														
nts		F	requency	Hertz		•														
ometry Options			MMKS	MKS C	GS PS															
erface Style				ок	Cancel															
store Settings																				
ised	•>																			

Hình 4. Thiết lập gia tốc trọng trường và đơn vị trong cửa sổ chính

1.2.2. Mở dự án đã tạo sẵn

Để mở dự án đã có sẵn, chọn **Existing Model** trên cửa sổ **Welcome to Adams...** (*hình 1*). Lúc này, một cửa sổ **Open Existing Model** như *hình 5* xuất hiện.

Tại ô File Name, nhấp chuột vào hình bánh răng để mở đường dẫn đến file *.*adm*, *.*cmd*, *.*py*, *.*bin* để mở dự án đã có sẵn. Hoặc nhấp chuột phải tại ô File Name, chọn Browse hay Search để tìm đến file cần mở.

Ô Working Directory: Thiết lập thư mục làm việc. Bạn đọc nhập chuột chọn Use File Directory as Working Directory để thiết lập thư mục làm việc cũng là thư mục file dự án.

		Open an E	xis	sting Model		
File Name		Browse		1	Ø	
	7	Search	۰,	y as Working Directory		
Working Directory	D:	Text	۲	mic of Machinery\Vi		
		Field Info	•			
				_		

Hình 5. Cửa sổ Open Existing Model

1.2.3. Cấu trúc màn hình phần mềm Adams View

Trong mục này, một số chức năng và công cụ của phần mềm Adams View thường được sử dụng sẽ được trình bày tóm tắt. Sau khi, tạo dự án mới hay mở dự án có sẵn, giao diện chính (Main Window) của phần mềm Adams View mặc định xuất hiện như *hình* 6.



Hình 6. Cấu trúc màn hình chính của phần mềm Adams View

edit View Build Simulate Heview	Coordinate System		 1	
Main T ×	Vierking Grid Object Position Handle			
	Gravity			
aH	Steres Viewing			
	Colors View Background Color			
Control	Force Graphics Names			
<u>a</u> Q	Solver Command File			
ient 30.0	Fonts Geometry Options			
	Interface Style + Deta Save Settings			
	Restore Settings			
Depth				
er (cons				

Hình 7. Cấu trúc màn hình chính của phần mềm Adams View kiểu Classic

a) Main Menu

Main menu có các chức năng chính như sau:

Test based menus File Edit View Settings Tools: Bao gồm File, Edit, View, Settings, Tool.
+ File: gồm các lựa chọn như tạo dự án mới (New Database), mởi dự án có sẵn (Open Database), lưu (Save Database hoặc Save Database As), nhập (Import) hay xuất (Export) dữ liệu, mô hình khác vào dự án và ngược lại, in ấn (Print), chọn thư mục làm việc (Set Directory), thoát khỏi chương trình (Exit).

+ Edit: gồm các lựa chọn như khôi phục lại thao tác vừa thực hiện (Undo), thực hiện lại các thao tác đã Undo (Redo), hiệu chỉnh (Modify), đổi tên (Rename), thể hiện (Apperance), sao chép (Copy), xóa (Delete), di chuyển (Move), thiết lập (Activate) và bỏ thiết lập (Deactivate) mô hình, chọn danh sách đối tượng (Set Lists) và chọn nhiều đối tượng (Deselect All).

+ View: gồm các lựa chọn như xem một chi tiết (Part Only), xem mô hình (Model), đo (Measures), Refresh mô hình (Refresh), thiết lập ẩn hay hiển thị Working grids, Screen Icons, View Triad, View Title (View Accessories), mở cửa sổ lệnh (Command Window), mở cửa sổ tọa độ con chuột (Coordinate Window), mở cửa sổ thông báo (Message Window), lựa chọn mặt phẳng hiển thị (Pre-set), kiểu bố trí màn hình (Layout), kiểu hiển thị mô hình dạng lưới hay dạng khối (Render Mode), kiểu góc nhìn (Projection).

+ Settings: gồm các lựa chọn như thiết lập hệ tọa độ (Coordinate System), lưới vùng làm việc (Working Grid), đơn vị (Units), gia tốc trọng trường (Gravity), thông số độ sáng (Lighting), hiển thị các Icons, màu sắc (Colors), màu nền (View Background Color), Force Graphic, font chữ (Font), kiểu giao diện (Interface Style).

+ Tools: bao gồm các công cụ như Command Navigator, Database Navigator, Function Builder, Table Editor, Measure Distance, Merge Two Models...

- Create a new model 💽 : Tạo mô hình hay dự án mới

- Save Database 😾 : Lưu mô hình

- Redo 🔁 : Thực hiện lệnh Redo

- Undo 🗹 : Thực hiện lệnh Undo

- Select; Clear the select list 🔭: Chọn hay bỏ chọn đối tượng

- Set the view orientation , , , , - Set the view orientation - Set the view orientation

- Set the view plane : Thiết lập mặt phẳng chiếu để trùng với mặt phẳng XY của đối tượng

- **Create/Modify the material** ³⁸⁸: Thiết lập thông số vật liệu cho chi tiết như Density, Type of Material, Young's Modulus, Poison Ratio.

- Change Entity Color -: Thay đổi màu chi tiết. Nhấp chuột phải để chọn màu khác.

- **Objects reposition** : Nhấp chuột phải để chọn chức năng tịnh tiến, quay hay nhóm các chi tiết.

- Create new group 🚈: Tạo nhóm chi tiết
- View Fit 🔁: Xem mô hình đầy màn hình
- Dynamic Pick 🛄: Chọn vị trí cần phóng đạ
- Center ^o : Chọn tâm cần phóng đại
- Rotate 👶: Quay vùng làm việc.
- Dynamic Translate ⁽¹⁾: Dịch chuyển góc nhìn
- **Dynamic zoom** S: Phóng đại góc nhìn

b) Chức năng các thanh Ribbons

+ Thẻ Bodies (hình 8) bao gồm các nhóm lệnh liên quan đến tạo chi tiết, điểm marker như nhóm lệnh Solids, nhóm lệnh Flexible Bodies, nhóm lệnh Construction, nhóm lệnh Booleans, nhóm lệnh Features.





Nhóm lệnh Solids (hình 9): Nhóm này chứa các công cụ để vẽ chi tiết như hình hộp (Rigidbody: Box), khối trụ (Rigidbody: Cylinder), khối cầu (Rigidbody: Sphere), khối chóp cụt (Rigidbody: Frustum), khối hình xuyến (Rigidbody: Torus), khối thanh (Rigidbody: Link), khối dạng tấm (Rigidbody: Plate), khối đùn (Rigidbody: Extrusion), khối quay quanh trục (Rigidbody: Revolution), mặt phẳng (Rigidbody: Plane)



Hình 9. Nhóm công cụ vẽ hình khối

Nhóm lệnh Flexible bodies (hình 10): Nhóm này có các công cụ tạo hay chuyển đổi các chi tiết khối thành chi tiết flexible.



Hình 10. Nhóm lệnh Flexible bodies

Nhóm lệnh Construction (hình 11): Nhóm này chứa các công cụ để tạo các điểm (Construction Geometry: Point), các hệ tọa độ hay marker (Construction Geometry: Marker), vẽ polyline (Construction Geometry: Polyline), vẽ cung hay đường tròn (Construction Geometry: Arc/Circle), vẽ đường spline (Construction Geometry: Spline), tạo point mass (Construction Geometry: Point Mass)



Hình 11. Nhóm lệnh Construction

Nhóm lệnh Booleans (hình 12): nhóm các lệnh để nối, cắt và xén chi tiết khối với nhau như Unite two solids, Merge two bodies, Intersect two solids, Cut out a solid with another...



Hình 12. Nhóm lệnh Booleans

Nhóm lệnh Features (hình 13): Nhóm lệnh này dùng để tạo fillet, vát cạnh hay tạo lỗ cho các chi tiết khối như Fillet an edge, Champer an edge, Add a hole, Add a boss, Hollow out a solid.



Hình 13. Nhóm lệnh Features

+ The Connectors

Thẻ Connectors (hình 14) bao gồm các nhóm lệnh liên quan đến tạo khớp nối hay liên kết giữa các chi tiết, tạo truyền động, hay điểm tiếp xúc như nhóm lệnh Joints, nhóm lệnh Primitives, nhóm lệnh Couplers, nhóm lệnh Special.



Hình 14. Các nhóm lệnh thẻ Connectors

Nhóm lệnh Joints (hình 15): Nhóm lệnh này dùng để tạo các khóp nối hay liên kết giữa các chi tiết như Fixed Joint, Revolute Joint, Translational Joint, Cylindrical Joint, Spherical Joint, Hooke Joint, Screw Joint, Planar Joint.



Hình 15. Nhóm lệnh tạo liên kết Joints

Nhóm lệnh Primitives (hình 16): Nhóm lệnh này dùng tạo ràng buộc chuyển động giữa hai chi tiết như Parallel Primitive Joint, Orientation Primitive Joint, Perpendicular Primitive Joint, Inplane Primitive Joint, Inline Primitive Joint.



Hình 16. Nhóm lệnh ràng buộc Primitives

- **Nhóm lệnh Couplers** (hình 17): Nhóm lệnh này dùng để tạo truyền động giữa các chi tiết bằng khóp nối hay truyền động (Gear Joint hay Coupler Joint)



Hình 17. Nhóm lệnh Couplers

Nhóm lệnh Special (hình 18): Nhóm lệnh này tạo tiếp xúc giữa điểm và đường cong (Point-Curve Constraint) hay tiếp xúc đường cong với đường cong (2D Curve-Curve Constraint), hay ràng buộc khác (General Constraint).



Hình 18. Nhóm lệnh Special

+ Thẻ Motions

Thẻ Motions (hình 19) chứa các công cụ tạo chuyển động cho các chi tiết, hay gắn cơ cấu chấp hành cho các khớp.



Hình 19. Thẻ Motions

Nhóm lệnh Joint Motions (hình 20): Nhóm lệnh gồm các lệnh tạo chuyển động cho khóp quay (Rotational Joint Motion) hay khóp tịnh tiến (Translational Joint Motion),



Hình 20. Nhóm lệnh Joint Motions

Nhóm lệnh General Motions (hình 21): Nhóm lệnh gồm các công cụ tạo các chuyển động giữa các chi tiết mà không cần khớp như chuyển động 6 bậc tự do (General Point Motion) hay chuyển động tịnh tiến/chuyển động quay tại 1 điểm (Point Motion).



Hình 21. Nhóm lệnh Generall Motions

+ Thẻ Forces (hình 22) chứa các nhóm lệnh tạo lực tác động lên mô hình mô phỏng



Hình 22. Nhóm lệnh tạo lực tác động

 Nhóm lệnh Applied Forces (hình 23): Nhóm này gồm các lệnh tạo lực hay momen lên các đối tượng Force, Force Vector, General Force Vector, Torque, Torque Vector.



Hình 23. Nhóm lệnh Applied Forces

 Nhóm lệnh Flexible Connections (hình 24): Nhóm lệnh tạo các lực liên kết như lò xo, damper...(Bushing Tool, Rotational Spring-Damper, Translational Spring-Damper, Massless Beam).



Hình 24. Nhóm lệnh Flexible Connections 34

Nhóm lệnh Special Forces (hình 25): Nhóm lệnh để tạo các lực đặc biệt như lực ma sát, lực theo hàm số như Contact, Model Force, FE Load, Tire, Gravity.



Hình 25. Nhóm lệnh Special Forces

+ Thẻ Elements

Thẻ Elements (hình 26) chứa tập hợp các lệnh liên quan đến tạo biến, hàm toán học hay hàm điều khiển cho các đối tượng. Chi tiết sẽ được thảo luận trong phần thực hành.



Hình 26. Thẻ Elements

+ The Design Exploration:

Thẻ Design Exploration (hình 27) chứa các nhóm lệnh dùng để đo các thông số như vị trí, vận tốc, gia tốc hay các công cụ tạo biến thiết kế, tối ưu hóa. Việc sử dụng các công cụ này sẽ được giải thích trong quá trình thực hành ở phần 2.



Hình 27. Thẻ Design Exploration

+ Thẻ Machinery

Thẻ Machinery (hình 28) chứa các công cụ để tạo hệ truyền động bánh răng (**Gear**), hệ truyền động đai (**Belt**), truyền động xích (**Chain**), ổ bi (**Bearing**), cáp (**cable**),

tạo động cơ truyền động (**Motor**), hay cơ cấu Cam (**Cam**). Chi tiết các công cụ này sẽ được trình bày trong phần thực hành.



Hình 28. Thẻ Machinery

+ The Simulation

Thẻ Simulation (hình 29) chứa các nhóm lệnh để thiết lập hay tạo các file thông số mô phỏng (**Create a new Simulation Script**), chạy mô phỏng mô hình (**Run an Interactive Simulation**), hay chạy mô phỏng mô hình theo thông số cài đặt bởi file Script (**Run a Scripted Simulation**)



Hình 29. Thẻ Simulation

+ Thẻ Results

Thẻ Results (hình 30) chứa các nhóm lệnh thường được sử dụng để theo dõi quỹ đạo chuyển động (**Trajectory**) hay tạo/xuất kết quả mô phỏng ra các file excel, file video (**Postprocessor**).



Hình 30. Thẻ Results

c) Model Browse và thanh trạng thái (Status Toolbar)

- Model Browse (hình 31) gồm có các thẻ chính như sau:
+ Thẻ Browse: thẻ hiển thị tất cả các thông tin về chi tiết (Bodies), liên kết (Connectors), chuyển động (Motions), lực tác động (Forces)... của mô hình mô phỏng tạo bởi người sử dụng.

+ **Thẻ Group**: người sử dụng dùng chức năng này để nhóm các database của mô hình lại.

+ Thẻ filters: thẻ này cho phép người sử dụng tạo các nhóm chi tiết tìm kiếm



Hình 31. Model Browse

 Thanh trạng thái (Status Toolbar) như hình 1.32 chứa các công cụ để thiết lập màu cho Background, thiết lập hiển thị hay ẩn hệ tọa độ, thiết lập dạng 3D view của đối tượng hay kiểm tra mô hình.



Hình 32. Thanh trạng thái (Status Toolbar)

d) Một số lưu ý khi tạo mô hình mô phỏng

Trước khi tiến hành tạo mô hình mô phỏng, bạn đọc nên tiến hành theo bước sau

Thiết lập lưới trong vùng làm việc để việc tạo đối tượng được chính xác và nhanh hơn. Để thực hiện việc này, nhấp chuột chọn Settings, sau đó chọn Working Grid... Lúc này, cửa số Working Grid Settin... xuất hiện như *hình 1.33-a*

+ Nhấp chuột chọn **Show Working Grid** để hiển thị lưới các điểm trên vùng làm việc.

+ Chọn kiểu lưới hiển thị **Rectangular** hay **Polar.** Sau đó thiết lập kích thước lưới (**Size**) và khoảng cách giữa các điểm (**Spacing**).

+ Thiết lập hiển thị liên quan đến vùng làm việc như chọn **Dot** để hiển thị lưới điểm, chọn **Axes** để hiển thị các đường trục tọa độ, chọn **Line** để hiển thị lưới theo đường, chọn **Triad** để hiển thị hệ tọa độ ở tâm.

+ Thiết lập vị trí (Set Location) và hướng (Set Orientation) cho vùng làm việc.

🔞 Working Grid Settin 🛛 🗙		
Show Working Grid		
Rectangular C Polar		
ХҮ		
Size (750mm) (500mm)	Coordinate System X	A Unite Cottings
Spacing (50mm) (50mm)		
Color Weight	Location Coordinates	Length Millimeter
🕶 Dots Contrast 💌 1 💌	 Cartesian 	Mass Kilogram 💌
🕶 Axes Contrast 💌 1 💌	C Cylindrical	Force Newton
Lines Contrast 🔹 🔳 💌	C Spherical	Time Second -
Triad Solid		Angle Degree
Set Location	Rotation Sequence 313 -	Frequency Hertz
Set Orientation 💌	Body Fixed Space Fixed	MMKS MKS CGS IPS
OK Apply Cancel	OK Apply Cancel	OK Cancel

Hình 33. Working Grid Settin...

Thiết lập hệ tọa độ làm việc. Để thực hiện việc này, nhấp chuột chọn Settings, sau đó chọn Coordinate system... Lúc này, cửa sổ Coordinate System... xuất hiện như hình 1.33-b.

+ Chọn kiểu hệ trục tọa độ như kiểu hệ tọa độ Descartes (Cartesian), hệ tọa độ trụ (Cylindrical), hay hệ tọa độ cầu (Spherical).

+ Chọn thứ tự quay giữa các hệ tọa độ (Rotation Sequence) và kiểu quay (Body Fixed hay Space Fixed). Việc lựa chọn này ảnh hưởng đến việc tạo chi tiết cũng như ảnh hưởng quá trình đo thông số hệ mô phỏng.

Thiết lập đơn vị đo. Để thực hiện việc này, nhấp chuột chọn Settings, sau đó chọn Unit... Lúc này, cửa sổ Units Settings... xuất hiện như *hình 1.33-c*. Bên cạnh bốn kiểu lựa chọn hệ đơn vị MMKS, MKS, CGS, IPS đã trình bày ở mục 1.1 thì bạn đọc có thể thiết lập theo mục đích sử dụng của mình tại các ô Length, Mass, Force, Time, Angle, Frequency.

Trong phần mềm Adams view, mỗi chi tiết (**Part**) tạo ra sẽ được phần mềm tự động gắn một hệ trục tọa độ có gốc tọa độ đặt tại trọng tâm chi tiết. Hệ tọa độ này được gọi là hệ tọa độ địa phương (**Local Coordinate Systems**). Mỗi chi tiết tạo ra có thể có các dạng sau:

+ Rigid Bodies: là các chi tiết có các thuộc tính vật lý như Khối lượng (Mass) và Mô men quán tính (Moments of Inertia). Tuy nhiên, chi tiết sẽ không bị biến dạng khi bị tác động bởi ngoại lực.

+ **Flexible Bodies**: là các chi tiết có đặc trưng vật lý như Rigid Bodies. Tuy nhiên, các chi tiết Flexible sẽ bị biến dạng khi bị tác động bởi ngoại lực.

+ **Point Masses**: là chi tiết chỉ có đặc trưng vật lý Khối lượng nhưng không có mô men quán tính.

Ngoài ra, bạn đọc cần nhớ một số phím tắt thường dùng trong quá trình mô phỏng như trình bày trong bảng 1.

Phím tắt	Mô tả
Ctrl + N	Tạo mới
Ctrl + O	Mở file dữ liệu
Ctrl + S	Lưu dữ liệu
Ctrl + Q	Thoát
Ctrl + Z	Thực hiện Undo
Ctrl + Shift + Z	Thực hiện Redo
Ctrl + C	Сору

Bảng 1. Tập hợp một số phím tắt thường được sử dụng

Ctrl + X	Cắt văn bản trong hộp thoại
Ctrl + E	Mở Database Navigator
F4	Mở cửa số Coordinates
R	Chọn Dynamic Rotate
Т	Chọn Dynamic Translate
Esc	Thoát lệnh
Ζ	Phóng to/thu nhỏ (Zoom)
Del	Xóa đối tượng được chọn
G	Ân hay hiển thị Working Grid

CHƯỜNG 2. ỨNG DỤNG PHÂN TÍCH, MÔ PHỎNG MỘT SỐ HỆ TRUYỀN ĐỘNG CƠ KHÍ CƠ BẢN

2.1. Mô phỏng cơ cấu 2D

2.1.1. Mô phỏng thả vật rắn rơi tự do.

Mục tiêu bài mô phỏng này là trình bày cách tạo một dự án mới và làm quen một số công cụ cơ bản của phần mềm Adams View như tạo chi tiết khối cầu, thiết lập đặc tính vật lý khối cầu, thực hiện mô phỏng và đo thông số vật lý như vị trí, vận tốc, gia tốc.

Bước 1: Tạo dự án mới

Sau khi khởi động phần mềm, cửa số Welcome to Adams... xuất hiện như hình 34.



Hình 34. Cửa số Welcome to Adams...

Nhấp chuột chọn **New Model** để tạo dự án mô phỏng mới. Cửa sổ **Create New Model** như *hình 35* xuất hiện. Trên cửa sổ **Create New Model** thiết lập các thành phần như sau:

- Model name: Nhập tên dự án Bail
- Gravity: Thiết lập chiều gia tốc trọng trường -Global Y
- Unit: Chọn đơn vị sử dụng MMKS mm, Kg, s, deg
- Working Direction: Chọn thư mục lưu dự án.

Sau đó nhấp chọn **OK** để tạo dự án.

	Create New Model
Model Name	Bai1
Gravity	Earth Normal (-Global Y)
Units	MMKS - mm,kg,N,s,deg
Working Directory	D:\Documents\Dynamic of Machinery\Vi

Hình 35. Cửa sổ Create New Model

Bước 2: Tạo chi tiết hình cầu

Chọn thẻ **Bodies** trên **Toolbox**, nhấp chọn **Rigidbody: Sphere.** Cửa sổ **Geometry: Sphere** xuất hiện bên trái vùng làm việc (hình 36). Chọn **New Part**, nhấp chuột chọn ô **Radius** và nhập (**3.5 cm**). Di chuyển chuột đến vị trí giao nhau giữa hai đường màu trắng (điểm gốc tọa độ) và nhấp trái chuột để đặt quả cầu tại vị trí x = 0, y = 0, z = 0.

C								
Adams View Adams 20	017							
File Edit View Settings Tools	s 📗 💽		0	ء 🗋	l. (5	ļ 🗖	0	_ ,
Bodies Connectors	Motions F	orces l	Elemen	ts	Design	Explo	ration	F
	۵ 🖏	i 🥔 .	s	•		~	M	
/ 🛆 🛍 🗛 🖊	Pà 🧬	- I j		\cap		yz	Å.	
Solids	Flexib	le Bodies			Cons	tructior	1	
	Bai1							
Geometry: Sphere								
New Part Radius (10 0cm)								
I The second sec								

Hình 36. Tạo chi tiết hình cầu

Bước 3: Thiết lập đặc tính vật lý cho chi tiết quả cầu

Chọn **Part_2** trên cây thư mục bên trái (**Model Tree**), sau đó nhấp chuột phải và chọn **Modify Body**. Cửa sổ **Modify Body** xuất hiện và thiết lập thông số như sau (hình 37):

- **Body:** Tên chi tiết quả cầu PART_2
- Category: Mass Properties
- Define Mass By: User Input
- **Mass:** Nhập 1.0
- **Ixx, Iyy, Izz:** nhập 1.0
- Center of Mass Marker: Part_2.cm
- Inertia Reference Marker: để trống

Sau đó chọn OK

Modify Boo	ły	\times
Body	PART_2	
Category	Mass Properties	-
Define Mass By	User Input	•
Mass 1.0		
Ixx 1.0	Off-Diagonal Terms	
	lyy 1.0	
	lzz 1.0	
Center of Mass N	larker PART_2.cm	
Inertia Reference	Marker	
1	OK Apply Cancel	

Hình 37. Cửa số Modify Body để thiết lập đặc tính vật lý cho quả cầu

Sau khi quả cầu được tạo, nó sẽ hiển thị dạng lưới (**Wireframe**). Để chuyển sang dạng khối đặc, nhấp chuột chọn **View** trên Menu chính, sau đó chọn **Render Mode** và chọn **Solid Fill.**

Bước 4: Mô phỏng

Chọn thẻ Simulation trên Toolbox và chọn Run an Interactive Simulation để mở cửa sổ Simulation Control (*hình 38*). Trên của sổ Simulation, ta có thể thiết lập thời gian mô phỏng (End Time) và số bước (Steps). Sau đó nhấp chọn Start Simulation.

Simulation Control X				
End Time 5.0				
Steps 50				
Sim. Type: Default				
Start at equilibrium				
Reset before running				
No Debug				
Nastran 🗮				
✓ Update graphics display				
Interactive C Scripted				
🖹 名 📓 🗄 🔛				
Simulation Settings				

Hình 38. Cửa sổ Simulation Control

Bước 5: Đo vị trí, vận tốc và gia tốc của quả cầu.

Chọn **PART_2** trong cậy thư mục bên trái, sau đó nhấp phải chuột và chọn **Measure.** Cửa sổ **Part Measure** (hình 39) xuất hiện và thiết lập các thông tin như sau:

- Measure Name: Đặt tên đồ thị .Bai1.Vi_tri
- Characteristic: Chọn đo vị trí tâm quả cầu CM Position.
- **Component:** Chọn trục tọa độ Y (đo vị trí quả cầu rơi theo hướng trục Y)

Chọn **Apply** thì cửa sổ **Vi_tri** xuất hiện. Cửa sổ này thể hiện quan hệ giữa tọa độ của quả cầu rơi theo thời gian theo hướng trục Y. Ta tiếp tục chọn **CM Velocity** trong ô **Characteristic** và đặt tên **.Bai1.Van_toc** ở ô **Measure Name**. Sau đó chọn **Apply**, cửa sổ **Van_toc** xuất hiện thể hiện vận tốc quả cầu rơi theo thời gian theo hướng trục Y. Tương tự, để đo gia tốc, trong ô **Measure Name** nhập **.Bai1.Gia_toc**, sau đó chọn **CM Acceleration** trong ô **Characteristic**. Sau đó chọn **OK** thì cửa sổ hiển thị gia tốc rơi của quả cầu xuất hiện.

┥ Part Measure		×		
Measure Name:	.Bai1.PART_2_MEA_2			
Part:	PART_2			
Characteristic:	CM position	•		
Component:		Cartesian 🔻		
		Orientation		
Represent coordinates in:				
Create Strip Chart				
	ОК Ар	ply Cancel		

Hình 39. Cửa số Part Measure

Adams View Adams 2017			- 🗆 X
File Edit View Settings Tools	HON	K 🔃 🗟 😓 🐹 🗖 📲 📲 🖓 🚇 o 🚓 🧿 🔍 incarrent 30.0 🛛 🚷	
Bodies Connectors Mati	ons Forces Eleme	🖬 Wuhi 🛛 🕹 🕹	
	0		
	E.	Simulation Control ×	
Setup	Simulate	Time: 5.000 - Current: -1.226e+05K • > 3	
Bet	al I	-75000 0	
Browse Groups Filters		heps • 50	and the second second
B- Bodies		-1.5E+05	and the second second
PART 2		0.0 2.5 5.0 Start at equilibrium	
- J. cm J. MARKER 1		to Debus -	
33ground			
* Notions			and the second second
B Elements			a second second
8 Design Variables		Update graphics display	
Results		Time: 5.000 -Current: -4.903e+04 Intraction Scripted	
Al Other		-25000.0	
		Smulaton Settings	and the second second
		50000.0	
		-50000.0.0 2.5 5.0	and a second second
		Cia,toc ×	
			1
		-9805.25	
		Time: 5.000 - Current: -9807.	
		-9806.5	
		0007.75	
		-9607.78.0 2.5 5.0	
			1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 - 1 -
Search	_		
· ·			

Hình 40. Ba cửa sổ đo Vi_tri, Van_toc, Gia_toc.

Bước 6: Đo vị trí, vận tốc và gia tốc tại từng thời điểm.

Chọn thẻ **Results** trên **Toolbox**, sau đó chọn **Opens Adams Postprocessor**, cửa sổ **Adams Postprocessor** xuất hiện (hình 41). Tại ô **Simulation**, bạn đọc chọn **Last_run** và tại ô **Measure**, bạn đọc chọn **Vi_tri**. Sau đó chọn **Add Curve**. Để hiển thị vận tốc hoặc gia tốc, chọn **Create a New Page** và thực hiện các bước như trên. Để đo vị trí của quả cầu tại một thời điểm nào đó, chọn **Plot Tracking** và chọn điểm cần đo trên đường curve.



Hình 41. Cửa số Adams Postprocessor

2.1.2. Bài mô phỏng con lắc đơn.

Mục tiêu bài này hướng dẫn cách tạo chi tiết thanh, tạo các điểm Marker, tạo khớp quay, thiết lập đặc tính vật lý, và đo thông số vật lý như lực và góc quay.

Bước 1: Tạo dự án mới

Tương tự như bước 1 trong mục 2.1.1, trong cửa sổ **Create New Model** ta thiết lập như hình 42 Sau đó Nhấp chọn **OK** để tạo dự án.

Create New Moo	lel X
	Create New Model
Model Name	Baj2
Gravity	Earth Normal (-Global Y)
Units	MMKS - mm,kg,N,s,deg
Working Directory	D:\Documents\Dynamic of Machinery\Vi
	OK Apply Canad
	OK Apply Cancel

Hình 42. Cửa số Create New Model

Bước 2: Tạo đối tượng con lắc đơn

Chọn thẻ Bodies trên Toolbox, nhấp chuột chọn Rigidbody: Link. Lúc này, cửa sổ Geometry: Link xuất hiện bên trái vùng làm việc (hình 43). Chọn New Part, tick các ô Length, Width, Depth và nhập các giá trị (45.5 cm), (3.0 cm), (2.0 cm).

Geometry: Link				
New Part	•			
 Length 	(45.5cm)			
Vidth	(3.0cm)			
 Depth 	(2.0cm)			

Hình 43. Cửa sổ Geometry: Link

Sau đó, di chuyển chuột đến vị trí giao nhau giữa hai đường màu trắng và nhấp trái chuột để đặt điểm đầu tiên của thanh tại vị trí x = 0, y = 0, z = 0. Tiếp tục nhấp phải chuột để cửa sổ **LocationEvent** xuất hiện (hình 44), và nhập giá trị **455**, **0**, **0** trên ô đầu tiên (đây là tọa độ của đầu kia thanh). Trong ô thứ 2 chọn **Rel. To Origin** (tọa độ nhập trên được tính so với gốc hệ tọa độ). Nhấn **Apply**

locationEver	nt	×
455,0,0		
Rel. To Origin		•
	Apply	Cancel

Hình 44. Cửa số LocationEvent

Lúc này, trên màn hình sẽ có một thanh hiển thị ở dạng lưới (**Wireframe**). Để nhìn thấy thanh dạng khối, chọn **Wireframe/shaded toggle for current view** ở góc dưới bên phải màn hình (biểu tượng quả địa cầu – hình 45).



Hình 45. Wireframe/shaded toggle for current view

Tiếp theo, chúng ta sẽ tạo quả cầu cho con lắc đơn, nhấp chuột chọn **Rigidbody: Sphere.** Cửa sổ **Geometry:Sphere** xuất hiện (hình 46), bạn hãy chọn **Add Part** (nghĩa là quả cầu được tạo ra sẽ gắn liền vào thanh tạo ở trên thành một chi tiết duy nhất). Nhấp chuột chọn **Radius** và nhập bán kính là (**2.5 cm**)

Geometry: Sphere						
Add to Part						
Radius (2.5cm)						

Hình 46. Cửa sổ Geometry:Sphere

Di chuyển chuột lên chi tiết thanh tạo ở bước trên, sau đó nhấp chuột phải và chọn **PART_2** để gắn quả cầu vào chi tiết thanh PART_2. Tiếp theo, ta nhập điểm gắn quả cầu vào chi tiết thanh bằng cách nhấp chuột phải để cửa sổ **LocationEvent** xuất hiện và nhập tọa độ quả cầu (**455, 0, 0**) trong ô đầu tiên. Ta được con lắc đơn như hình 2.13. Để thay đổi tên chi tiết, nhấp phải chuột phải lên con lắc đơn, chọn tiếp **Part: PART_2** sau đó chọn **Rename**. Đặt tên là **Conlacdon** và chọn **OK**.

30										
<u>.</u>										
94										
*									Å	
		7			Part: I	PART_2	•	Selec	-	
8				- 14	Mark	ter: cm	•	Appea	rance	
				-	View	Control	•	Into Measi	ure	3
•							12	Copy Make	Flexible	3
÷.							<u>8</u>	Delete	1	
10								Renar	ne	
(9)							27	(De)ad Hide	ctivate	
2										

Hình 47. Con lắc đơn được tạo và cách đặt tên cho chi tiết

Bước 3: Tạo tâm quay cho con lắc đơn

Chọn **Connector** trên thanh công cụ, sau đó nhấp chuột chọn **Create a Revolute joint**. Cửa sổ Revolute joint như hình 48 xuất hiện và thiết lập thông số như sau:



Hình 48. Cửa số Revolute Joint

- Construction: 2 Bodies 1 Location nghĩa là chúng ta phải chọn 2 chi tiết cần liên kết với nhau và tọa độ điểm đặt khớp bản lề. Trong ô dưới chọn Normal To Grid nghĩa là trục quay của khớp bản lề vuông góc với mặt phẳng làm việc.
- 1 st và 2nd đều chọn Pick Body dùng chuột để chọn 2 chi tiết cần liên kết.

Ta di chuyển chuột và chọn thanh **Conlacdon** tạo ở trên, sau đó di chuyển chuột ra vùng trống và chọn **Ground**. Sau đó tiếp tục chọn tâm quay ở gốc tọa độ (**0**, **0**, **0**). Ta có thể đổi tên cho khớp quay (**JOINT_1**) thành tên **Tamquay** như hình 49.

ৰ Adams View Adams 2017					
File Edit View Settings Tools					
Bodies Connectors Motion	s Forces El				
🔒 🔷 🐳 🖉 🌾	 ∎ ■◆				
🍑 🞺 🧇 🐤	Se 😫				
Joints	Primitiv	i2			
.Bai2					
Browse Groups Filters					
Bodies					
terend Conlaction terend Conlaction					
E-Connectors		🔞 Renan	ne		×
Motions Modify Forces		ou:	D 10 D		
Elements		Object	.Bai2.Pivo	t	<u></u>
terender Design Vari Measure		New Name	.Bai2	Tamquay	
Simulations Results Copy			OK	Apply	Cancel
			UI		
Rename					
(De)activate					
Tide					

Hình 49. Thay đổi tên khớp quay JOINT_1

Bước 4: Đo lực tại tâm quay dọc theo hai trục x và y

Trên thẻ **Browse** của **Model Tree**, nhấp phải chuột vào **Tamquay** (dưới **Connector**) tạo bước trên, chọn **Measure**, cửa sổ **Joint measure** hình 50 xuất hiện. Ta thiết lập thông số như sau:

- Measure Name: Đặt tên là Force_X
- Characteristic: Chọn Force để đo lực
- **Component:** Chọn **X** để đo lực dọc theo phương x của hệ tọa độ Global.

Sau đó chọn Apply.

Tiếp tục nhập **Force_Y** trong ô **Measure Name** và chọn **Y** tại ô **Component** để đo lực dọc theo trục **Y**. Và chọn **OK**. Lúc này hai cửa sổ thể hiện lực đo theo thời gian xuất hiện.

Joint Measure	e X
Measure Name:	Force_X
Joint:	Tamquay
Characteristic:	Force
Component:	₢ Ҳ С Ү С Z С mag
From/At:	Conlacdon.MARKER_4 G ground.MARKER_5
Represent coordina	ites in:
Create Strip Cha	art
	OK Apply Cancel

Hình 50. Cửa sổ Joint Measure

Bước 5: Đo góc quay con lắc

Đầu tiên ta cần tạo các điểm Marker để làm điểm tham chiếu. Tại thẻ Body của Toolbox, chọn Construction Geometry: Marker (biểu tượng hình hệ trục tọa độ). Cửa sổ Geometry: Marker xuất hiện và chọn theo như hình 51 (Add to Ground và Global XY Plane tại ô Orientation).

+ Add to Ground: nghĩa là ta tạo điểm Marker gắn cố định vào Ground

+ Orientation: nghĩa là chọn hướng hệ tọa độ của Marker

Sau đó di chuyển chuột vào vùng trống vùng làm việc, nhấp phải chuột để cửa sổ **Localition Event** xuất hiện và nhập **0**, -455, **0** để định vị điểm **Marker**. Lúc này ta sẽ thấy một hệ tọa độ **Marker** mới được tạo ra ở trên trục Y. Ta có thể đổi tên bằng cách di chuyển chuột lại **Marker** vừa tạo, sau đó nhấp chuột phải và chọn **Rename** để đổi tên thảnh **Diemthamchieu** (hình 52).

Tiếp theo ta sẽ chọn góc cần đo. Trên **Toolbar**, nhấp chuột chọn **Design Exploration**, sau đó chọn **Create New Angle Measure** (biểu tượng thước đo góc) như hình 53.

Geometry: Marker	
Add to Ground	•
Orientation	
Global XY Plane	-

Hình 51. Cửa số Geometry: Marker



Hình 52. Đổi tên cho điểm Marker



Hình 53. Chọn Create a new Angle Measure

Bạn chọn **Advance** phía bên tay trái màn hình, cửa sổ **Angle Measure** (hình 54) xuất hiện. Chúng ta cần nhập ba điểm tham chiếu để đo góc quay. Đầu tiên, tại ô **First Marker**: nhấp chuột phải và chọn **Marker** – **Pick**, sau đó di chuyển chuột đến chọn **Marker** tại tâm quả cầu của con lắc đơn (**Marker_2**). Thực hiện tương tự ở ô **Middle** chọn **Marker** tại tâm quay, và chọn **Marker Diemthamchieu** cho ô **Last Marker**. Sau đó chọn **OK** và cửa sổ đo góc quay xuất hiện.



Hình 54. Cửa số Angle Measure

Bước 6: Tiến hành mô phỏng

Chọn thẻ Simulation trên Toolbox và chọn Run an Interactive Simulation để mở cửa số Simulation Control. Trên của số Simulation, ta thiết lập thời gian mô phỏng (End Time) và 10 và số bước (Steps) là 500. Sau đó nhấp chuột chọn Start Simulation để thấy con lắc quay quanh tâm quay và các đối tượng đo sẽ hiển thị như hình 55.



Hình 55. Kết quả mô phỏng

Thực hiện tương tự như Bước 6 của mục 2.1.1 để xem kết quả bằng cách sử dụng Adams Postprocessor như hình 56.



Hình 56. Cửa số Adams Postprocessor

2.2. Mô phỏng cơ cấu 3D

2.2.1. Mô phỏng robot SCARA hai bậc tự do.

Mục tiêu phần này là sự tổng hợp các công cụ thiết lập body part và cách thiết lập chuyển động cho các khớp của một cánh tay robot.

Bước 1: Tạo dự án mới

Tạo dự án mới như mục 2.1.1, tại cửa sổ **Create New Model** ta thiết lập các thành phần như sau:

- Model name: Nhập tên dự án Bai3
- Gravity: Thiết lập chiều gia tốc trọng trường -Global Y
- Unit: Chọn đơn vị sử dụng *MMKS mm, Kg, s, deg*
- Working Direction: Chọn thư mục lưu dự án.

Bước 2: Thay đổi gia tốc trọng trường (Gravity) và lưới làm việc (Working grid)

Nhấp chuột chọn **Setting**, sau đó chọn **Gravity...** Chọn -**Z*** để thiết lập chiều gia tốc trọng trường theo chiều **z**- (hình 57)

V	ৰ Gravity Settings 🛛 🗙								
•	Gravity								
Х	0	-Х*	+Χ*						
Y	0	-Y*	+Y*						
Z	-9806.65	-Z*	+Z*						
* Set values for Earth gravity in global coordinates.									
	OK Cancel								

Hình 57. Thiết lập gia tốc trọng trường Gravity Settings

Nhấp chọn Setting, chọn Working Grid. Cửa sổ Working Grid xuất hiện, tại ô Orientation chọn Global XZ.

剩 Wor	剩 Working Grid Settin 🛛 🗙						
Show	Working Grid	t 🏢					
Recta	ingular 🔿 I	Polar					
	х	Y					
Size	(375mm)	(250mm)					
Spacing	(5mm)	(5mm)					
	Color	Weight					
🗹 Dots	Contrast	▼ 1 ▼					
🗹 Axes	Contrast	▼ 1 ▼					
🗌 Lines	Contrast	▼ 1 ▼					
🔲 Triad	Solid	-					
Set Location							
Set Orientation							
ОК	Apply	Cancel					

Hình 58. Thiết lập lưới làm việc Working Grid

Bước 3: Tạo các Marker

Chọn thẻ Bodies trên Toolbox, nhấp chuột chọn Construction Geometry: Marker. Tại ô cửa sổ Geometry: Marker chọn Add to Ground, còn ô Orientation chọn Global XY Plane.

Geometry: Marker	
Add to Ground	•
Orientation	
Global XY Plane	•

Hình 59. Cửa sổ Geometry: Marker

Sau đó chọn điểm gốc tọa độ (0, 0, 0) để tạo Marker_1. Tương tự như vậy ta có thể tạo các Marker khác tại toạ độ (0,0,50), (200, 0, 50), (200, 0, 70), (350, 0, 70), (350,0,100), (350,0,150), (350,0, 35)

Bước 4: Tạo chi tiết đế robot

Chọn thẻ Bodies trên Toolbox, nhấp chuột chọn Rigidbody: Cylinder. Trên cửa số Geometry: Cylinder chọn New Part, nhấp chuột chọn Length và Radius. Sau đó nhập (5.0 cm) và (2.0 cm) vào các ô Length và Radius tương ứng (hình 60).

Di chuyển chuột và chọn gốc tọa độ **Marker_1**, sau đó di chuyển chuột dọc trục **Z**+ (dọc theo đường màu trắng) và nhấp chọn chuột trái để tạo khối trụ. Đặt tên cho khối trụ là **Base**.

Geometry: Cylinder						
New Part	•					
 Length 	(5.0cm)	-				
Radius	(2.0cm)	-				

Hình 60. Cửa số Rigidbody: Cylinder

Bước 5: Tạo thanh số 1 (Link1)

Để tạo thanh số 1, chúng ta đổi không gian làm việc (**Working grid**) về mặt phẳng **XY** bằng cách chọn **Working Grid** tại **Setting** của **Main Menu**. Trong cửa sổ **Working Grid**, tại ô Orientation ta chọn **Global XY**. Chọn thẻ **Bodies** trên **Toolbox**, nhấp chuột chọn **Rigidbody: Link.** Cửa sổ **Geometry Link** xuất hiện bên trái vùng làm việc. Trong cửa sổ này, ta chọn **New Part**, nhấp chuột chọn các ô **Width**, **Depth** và nhập các giá trị (**5.0 cm**), (**2.0 cm**) tương ứng. Di chuyển con trỏ chuột và chọn **Marker_3** và **Marker_2** để tạo chi tiết thanh 1 màu vàng như hình 62. Ta có thể đổi tên chi tiết này thành **Link1**.



Hình 61. Tạo chi tiết thanh số 1

Bước 6: Tạo thanh số 2 (Link2)

Tương tự bước 5, chọn thẻ **Bodies** trên **Toolbox**, tiếp tục chọn **Rigidbody: Link.** Cửa sổ **Geometry Link** xuất hiện bên trái vùng làm việc, chọn **New Part**, nhấp chuột chọn các ô **Width, Depth** và nhập các giá trị (**4.0 cm**), (**2.0 cm**) tương ứng. Di chuyển chuột và chọn **Marker_4** và **Marker_5** để tạo chi tiết thanh màu hồng như hình 63. Ta có thể đổi tên chi tiết này thành Link2.



Hình 62. Tạo chi tiết thanh cho Link2

Trên thẻ Bodies của Toolbox, chọn Rigidbody: Cylinder. Trên cửa sổ Geometry: Cylinder chọn Add Part, nhấp chuột chọn Radius và nhập giá trị (2.0 cm). Di chuyển chuột đến và chọn Link2, sau đó chọn hai Marker_5 và Marker_6 để tạo một khối trụ cho chi tiết thanh Link2 như hình 64.



Hình 63. Tạo chi tiết khối trụ cho Link2

Bước 7: Tạo thanh trượt (Link3)

Chọn thẻ Bodies trên Toolbox, nhấp chuột chọn Rigidbody: Cylinder. Trên cửa số Geometry: Cylinder chọn New Part, nhấp chuột chọn Radius và nhập giá trị (1.0 cm). Sau đó di chuyển chuột và chọn hai Marker_6 và Marker_7 để tạo khối trụ màu vàng như hình 65.



Hình 64. Tạo chi tiết khối trụ cho Link3

Bước 8: Tạo các khớp cho robot

Để tạo khớp cố định cho **Base**, nhấp chuột chọn **Connector**, sau đó chọn **Create a Fixed Joint**. Cửa sổ **Fixed Joint** xuất hiện bên trái, tại ô **Construction**: chọn **1 Location – Bodies impl.** và chọn **Normal To Grid**. Sau đó di chuyển con trỏ chuột đến chọn **Marker_1** tại gốc tọa độ.

Tiếp tục tạo khóp quay cho khâu 1 (**Base**) và khâu 2 (**Link1**) bằng cách chọn **Connector**, chọn **Create a Revolute Joint** (biểu tượng bản lề). Cửa sổ **Revolute Joint** xuất hiện và chọn **2 Bodies – 1 location**, **Pick Geometry Feature** và **Pick Body** cho ô **1st** và **2nd**. Di chuyển con trỏ chuột đến chọn hai khâu liên kết với nhau: **Base** và **Link1**. Sau đó chọn điểm đặt khớp quay là **Marker_2** và chọn chiều trục quay là trục **Z**.

Tương tự, để tạo khớp quay cho khâu 2 (Link1) và khâu 3 (Link2) ta chọn Connector, chọn Create a Revolute Joint (biểu tượng bản lề). Cửa sổ Revolute Joint xuất hiện và chọn 2 Bodies – 1 location, Pick Geometry Feature và Pick Body cho ô 1st và 2nd. Sau đó chọn hai khâu liên kết với nhau: Link1 và Link2. Sau đó chọn điểm đặt khớp quay là Marker_3 và chọn chiều trục quay là trục Z.

Tiếp theo ta sẽ tạo khóp tịnh tiến cho khâu 3 (Link2) và khâu 4 (Link3), ta chọn Connector, chọn Create a Translational Joint (biểu tượng piston). Cửa sổ Translational Joint xuất hiện và chọn 2 Bodies – 1 location, Pick Geometry Feature và Pick Body cho ô 1st và 2nd. Di chuyển chuột để chọn hai khâu nối với nhau: Link2 và Link3. Sau đó chọn điểm đặt khóp tịnh tiến là Marker_6 và chọn chiều trục khóp là dọc theo trục Z.

Fixed Joint	Revolute .	Joint	Translational Joint Construction:			
Construction:	Construct	tion:				
1 Location - Bodies impl.	Pick Ge	Pick Geometry Feature		Pick Geometry Feature		-
Normal To Grid 🔹	1st	Pick Body	•	1st	Pick Body	-
	2nd	Pick Body	•	2nd	Pick Body	•

Hình 65. Thiết lập thông số cho các khớp cố định (Fixed Joint), khớp quay (Revolute joint), và khớp tịnh tiến (Translational Joint)



Hình 66. Mô hình robot Scara sau khi thiết lập các khớp.

Bước 9: Tạo chuyển động cho khớp

Ta chọn thẻ **Motion** của **Toolbar**, sau đó chọn **Rotational Joint Motion** (biểu tượng bản lề), cửa sổ **Rotational Joint Motion** xuất hiện. Tại ô **Rot. Speed** ta nhập tốc độ quay là **5**, sau đó di chuyển con trỏ chuột đến chọn khớp quay đầu tiên giữa **Base** và **Link1**.

Bạn đọc thực hiện tương tự để tạo chuyển động cho khớp quay thứ 2 giữa Link1 và Link2.

Tiếp theo, ta sẽ tạo chuyển động cho khớp tịnh tiến bằng cách chọn thẻ **Motion**, rồi chọn **Translational Joint Motion** (biểu tượng hình piston). Tại cửa sổ **Translational joint Motion**, nhập **Trans. Speed** là **10**, sau đó di chuyển chuột đến khớp tịnh tiến giữa **Link2** và **Link3**.

Rotational Joint Motion	Translational Joint Motion
Construction:	Construction:
Applied to a Joint	Applied to a Joint
Characteristic:	Characteristic:
Rot. Speed 5.0	
	Trans. Speed 10.0

Hình 67. Thiết lập thông số chuyển động cho khớp quay (Revolute Joint Motion), và khớp tịnh tiến (Translational Joint Motion).

Bước 10: Tiến hành chạy thử mô phỏng

Tiến hành chạy mô phỏng với **End time** bằng 50 và **Steps** bằng 500. Ta sẽ thấy robot hoạt động, tuy nhiên các khớp quay sẽ quay liên tục và không dừng. Để khắc phục này, ta sẽ thiết lập lại quỹ đạo chuyển động của các khớp quay.

Bước 11: Thiết lập quỹ đạo chuyển động cho các khớp truyền động.

Tại thẻ Browse của Model Tree, ta chọn Motion_1 (đây là chuyển động quay giữa Base và Link1), nhấp chuột phải và chọn Modify. Cửa sổ Joint Motion như hình 69 xuất hiện, tại ô Function (time) nhập 60d*sin(time).

Bạn đọc thực hiện tương tự cho Motion_2, và nhập 40d*cos(time) tại ô Function (time).

Đối với khớp tịnh tiến, ta chọn Motion_3, nhấp chuột phải và chọn Modify, sau đó nhập30.0 * cos(time)

Joint Motion				×
Name	MOTION_1			
Joint	JOINT_2			
Joint Type	revolute			
Direction	Rotational			•
Define Using	Function			-
Function (time)	20.0d * sin(time)			
Туре	Displacement			•
Displacement IC				
Velocity IC				
		OK	Apply	Cancel

Hình 68. Cửa sổ Joint Motion

Bước 12: Tiến hành mô phỏng

Chọn thẻ **Simulation** trên **Toolbox** và chọn **Run an Interactive Simulation** (hình bánh răng) để mở cửa sổ **Simulation Control**. Trên của sổ **Simulation**, bạn có thể thiết lập thời gian mô phỏng (**End Time**) 5.0 và số bước (**Steps**) là 500.



Hình 69. Kết quả mô phỏng robot Scara

2.2.2 Tối ưu hóa trong Adams View.

Mục tiêu phần này là tìm hiểu chức năng tối ưu hóa trong phần mềm Adams View

Bước 1: Tạo dự án mới

Bạn đọc thực hiện tạo dự án mới như các bài trên nhưng lưu ý đơn vị sử dụng trong bài này là **MKS** (hình 71):

- Model name: Nhập tên dự án Bai5
- Gravity: Thiết lập chiều gia tốc trọng trường -Global Y
- Unit: Chọn đơn vị sử dụng MKS mm, Kg, s, deg
- Working Direction: Chọn thư mục lưu dự án.

Create New Model				
	Create New Model			
Model Name	Bai5_1			
Gravity	Earth Normal (-Global Y)			
Units	MKS - m,kg,N,s,deg			
Working Directory	D:\Documents\Dynamic of Machinery\Vi			
	OK Apply Canc	el		
	OK Apply Calic	ei		

Hình 70. Tạo dự án mới

Bước 2: Tạo quả bóng

Chọn thẻ Bodies trên Toolbox, nhấp chuột chọn Construction Geometry: Sphere. Trên cửa sổ Geometry: Sphere, chọn New Part và nhấp chuột chọn Radius với giá trị (12.0 cm). Sau đó di chuyển chuột đến vùng trống của Working Grid và nhấp chuột phải để mở cửa sổ LocationEvent. Nhập tọa độ đặt quả bóng là -7, 2.1, 0. Sau đó chọn Apply.

Bước 3. Thay đổi lưới vùng làm việc

Chọn Settings trên Main Menu và chọn Working Grid. Trên cửa số Working Grid Settin..., ta chọn Global XZ plane tại ô Orientation.

Bước 4: Tạo vành bóng rổ.

Tại thẻ **Bodies**, chọn **Rigidbody: Torus**. Trên cửa sổ **Geometry: Torus**, nhấp chuột chọn **Minor Radius** và **Major Radius**. Ta nhập hai giá trị bán kính tương ứng là (**1 cm**) và (**24 cm**). Sau đó di chuyển chuột phải đến vùng trống **Working grid** và nhấp chuột phải để mở cửa sổ **Location Event**. Ta nhập tọa độ điểm đặt vành bóng rổ là **0, 3.05, 0**. Nhấn phím **f** để nhìn thấy kết quả. Tiếp theo, chúng ta cần phải cố định vành bóng rổ để nó không bị rơi xuống. Tại thẻ **Connector**, chọn **Create a Fixed Joint**. Trên cửa sổ **Fixed Joint**, ta thiết lập thông số **Construction** là **2 Bodies – 1 Location** và **Normal To Grid**.

Sau đó di chuyển chuột đến chọn **Ground** và chọn vành bóng rổ tạo ở trên. Tiếp theo ta chọn vị trí đặt **Fixed Joint** là tâm vành bóng rổ.



Hình 71. Kết quả tạo bóng và vành bóng rổ

Bước 5: Tạo lực tiếp xúc giữa bóng và vành bóng rổ

Tại thẻ Forces, ta chọn Create a Contact ở nhóm Special Forces (hình 73). Cửa sổ Create Contact xuất hiện.



Hình 72. Create a Contact 64

Trên cửa sổ **Create Contact** ta thiết lập như hình 74 như sau:

Contact Name: Ta để mặc định

Contact Type: chọn Solid to Solid

I Solid(s): Nhấp chuột phải và chọn Contact Solid, chọn Pick sau đó di chuyển chuột và chọn quả bóng.

J Solid(s): Thực hiện tương tự I Solid(s), di chuyển chuột và chọn vành bóng rổ.

Các thông số khác ta để mặc định. Chọn OK thì kết quả được như hình 74

🔞 Create Contact	t X	
Contact Name	.Bai5_1.CONTACT_1	
Contact Type	Solid to Solid	
I Solid(s)	ELLIPSOID_1	
J Solid(s)	TORUS_2	
 Force Display 	Red	
Normal Force	Impact 💌	
Stiffness	1.0E+08	- SCH 11
Force Exponent	2.2	
Damping	1.0E+04	
Penetration Depth	1.0E-04	
Augmented Lagrar	ngian	
Friction Force	None	
	OK Apply Close	

Hình 73. Thiết lập thông số cửa sổ Create a Contact và Lực tiếp xúc giữa bóng và rổ được tạo thành.

Bước 6: Tạo biến thiết kế (Design variables)

Tại thẻ **Design Exploration**, chọn **Create a Design Variable** tại nhóm **Design Variable** (hình 75).



Hình 74. Create a Design Variable

Trong cửa sổ Create Design Variable... xuất hiện, ta thiết lập các thông số như sau:

- Name: Đặt tên cho biến là x_vel
- Units: Velocity
- Standard Value: 5
- Value Range by: Absolute Min and Max values
- Min value: 5
- Max value: 10

Sau đó nhấp chuột chọn **Apply**. Tương tự, bạn đọc tạo biến **y_vel** với các thông số thiết lập như biến **x_vel** (hình 76).

Create Design Variable X	ৰ Create Design Variable			
Name x_vel	Name y_vel			
Type Real Units velocity	Type Real 💌 Units velocity	-		
Standard Value 5	Standard Value 5			
Value Range by Absolute Min and Max Values	Value Range by Absolute Min and Max Values	-		
Min. Value 5	Min. Value 5			
Max. Value 10	Max. Value 10			
Allow Optimization to ignore range	Allow Optimization to ignore range			
List of allowed values	List of allowed values			
1				
OK Apply Cancel	OK Apply Ca	ncel		

Hình 75. Thiết lập thông số cho biến x_vel và y_vel

Bước 7: Thiết lập vận tốc ban đầu cho quả bóng

Tại **Model Tree**, chọn quả bóng hình cầu tạo ở bước 2, sau đó nhấp chuột phải để chọn **Modify**. Lúc này, cửa sổ **Modify Body** xuất hiện. Ta thiết lập các thông số như sau (hình 77):

- Category: Chon Velocity Initial Conditions
- Nhấp chuột chọn X axis và Y axis bên phía Translational Velocity Along. Tại ô X axis, nhấp phải chuột và chọn Parameterize sau đó chọn tiếp Reference Design Variable và chọn biến x_vel tại cửa sổ Database navigation. Bạn đọc thực hiện tương tự cho ô Y axis và chọn biến y_vel.

Nhấp chọn OK



Hình 76. Thiết lập vận tốc ban đầu cho quả bóng

Bước 8: Tạo đối tượng đo

Tại thẻ **Design Exploration**, chọn **Create a new Point-to-Point Measure** tại nhóm **Measure** (hình 2.50). Sau đó, di chuyển con trỏ chuột đến chọn hai điểm là **Marker** tâm của quả bóng và **Marker** tâm của vành bóng rổ (trong máy tính của tôi là **Marker_5** và **Marker_6**). Đối tượng đo vừa tạo thành khoảng cách giữa quả bóng và vành bóng rổ, phần mềm Adams View tự động đặt tên đối tượng là **MEA_PT2PT_1.** Bạn đọc có thể đặt lại tên khác theo mong muốn của mình.



Hình 77. Create a new Point-to-Point Measure

Bước 9: Chạy mô phỏng thử

Sau khi hoàn thành các bước trên, ta chọn thẻ **Simulation** trên **Toolbox** và chọn **Run an Interactive Simulation** (hình bánh răng) để mở cửa sổ **Simulation Control**. Trên của sổ **Simulation**, bạn có thể thiết lập thời gian mô phỏng (**End Time**) 1.0 và số bước (**Steps**) là 10. Kết quả sẽ giống như hình 80.



Hình 78. Kết quả mô phỏng giữa quả bóng và vành bóng rổ

Bước 10: Thiết lập tính toán tối ưu

Tại thẻ **Design Exploration**, chọn **Design Evaluation Tools** tại nhóm **Design Evaluation** (hình 81).



Hình 79. Design Evaluation Tools

Cửa sổ **Design Evaluation Tool** xuất hiện và ta thiết lập các thông số như sau (hình 2.45):

- Study a: Minimum of. Sau đó ta nhấp chuột phải chọn Measure, tiếp tục chọn
 Guesses và chọn MEA_PT2PT_1. (Hình 82 trái)
- Nhấp chuột chọn **Optimization**
- Tại ô **Design Variable**: nhấp phải chuột và chọn hai biến **x_vel** và **y_vel**.
- Tại ô Goal: ta chọn Minimize Des. /Mea. /Objective.

Sau đó nhấp nút Start. Kết quả thu được như hình 83.

d Design Evaluation Too	ls ×	Design Evaluation Too	× xel
Model: Simulation Script:	.Bai5_1 .Bai5_1.Last_Sim	Model: Simulation Script:	.Bai5_1 .Bai5_1.Last_Sim
Study a: Minimum of Cosign Study Cobesign Design Variable: Default Levels:	← Measure ← Objective Measure ← Pick Browse Bai5_1: MEA_PT2PT_1 5 Field Info →	Study a: Minimum of C Design Study C Design Design Variables:	Image: Comparison of Experiments Optimization
		Goal: └── Constraints:	Auto. Save Save Restore
Settings: Display	Output Optimizer	Settings: Display	Output Optimizer
2.	Start 500P	P. 🗠 🎟 🖮	Start 💷

Hình 80. Thiết lập thông số Design Evaluation Tool

MEA_PT2PT_1 vs. Iteration	×	Design Evaluation Tools
2.5 1.25	-Current: 0.1900	Model: Ba6_1 Simulation Script: Ba6_1Last_Sim Study # ® Measure © Objective Minimum of
0.8.0	2.5 5.0	Design Variables: R.vva. g_vel
		Goal Goal Goat Goat Goat
•	₹ MGL #721.3 × 7.5 Time: 1,000 - Iter_0: 2,175 - Iter_1: 0,1594	Setting: Display. Output Optimizer Display Output Optimizer Start @
	3.75 	

Hình 81. Kết quả quá trình tính toán tối ưu

Bước 11: Xem kết quả tính toán tối ưu

Trong ô cửa sổ **Design Evaluation Tools**, chọn **Create tabular report of results** phía bên dưới. Sau đó nhấp chọn **OK**. Lúc này kết quả hiển thị như hình 84. Ta nhận thấy rằng, sau 5 vòng lặp Iterations, kết quả tối ưu nhất là khi x_vel = 7.1502 m/s và y_vel = 5.7374 m/s

Information X								
Apply	Parent	Children	Modify	Verbose	Clear	Read from File	Save to File	Close
							I.	
Optimiz	ation Summary	z						
Model N	ame : Bai5 l							
Date Ru	in : 2020-07	7-17 00:2	4:22					
Objecti	ves							
-								
01)	Minimum of MB	EA_PT2PT_	.1					
	Units Tritial Value	: meter	17450					
	Final Value	: 0.	189982 (-91	.3%)				
Design	Variables							
V1)	x vel							
	Units	: meter/	sec					
	Initial Value	e :	5					
	Final Value	÷	7.1502 (+43	%)				
V2)	v vel							
	Units	: meter/	sec					
	Initial Value		5					
	Final Value	: 8	5.73736 (+14	.7%)				
Iter.	MEA_PT2PT_	_1	x_vel	y_vel				
0	2.174	16	5.0000	5.0000				
1	0.1594	11	7.1675	5.9241				
2	0.2092	21	7.1659	5.7262				
3	0.09479	91	7.1711	5.7662				
4	0.1899	98	7.1502	5.7374				
5	0 1899	88	7 1502	5 7374				
5	0.100.			0.7074				

Hình 82. Kết quả tối ưu hóa

2.3. Mô phỏng bộ truyền động

2.3.1. Mô phỏng Gear Coupler.

Mục tiêu phần này là tìm hiểu cách tạo Gear Coupler trong phần mềm Adams View.

Bước 1: Tạo dự án mới và tạo hai khối trụ tượng trưng cho hai bánh răng

Sau khi tạo dự án mới, ta sử dụng **Rigidbody: Cylinder** trong thẻ **Bodies** để tạo hai khối trụ có kích thước lần lượt là: Length = 2 cm, Radius = 5 cm (khối trụ 1) và Length = 2 cm, Radius = 10 cm (khối trụ 2) tượng trưng cho hai bánh răng như hình 85. Tiếp theo, ta sử dụng **Construction Geometry: Marker** để tạo điểm tiếp xúc giữa hai bánh răng (trong hình mô phỏng là điểm có tọa độ (**0**, **0**, **0**). Ta đặt tên điểm **Marker** này là **DiemTiepXuc**.



Hình 83. Tạo hai khối trụ tượng trưng cho hai bánh răng và tạo khop quay cho

hai bánh răng

Bước 2: Tạo khớp quay cho các bánh răng

Tại thẻ **Connectors**, chọn **Create a Revolute Joint**. Trong cửa sổ Revolute Joint, ta thiết lập thông số như sau: Chọn **2 Bodies – 1 Location** và **Normal To Grid** và sau đó chọn **Bánh răng nhỏ** và chọn **Ground**, tiếp theo chọn tâm quay là tâm bánh răng nhỏ. Tiếp tục thực hiện tương tự cho bánh răng lớn như hình 86 (hình phải)

Bước 3: Tạo ràng buộc truyền động bánh răng

Trong thẻ Connectors, nhấp chuột chọn Joint (Add-On Constraint): Gear. Cửa sổ Constraint Create Complex Joint Gear xuất hiện. Tại ô Joint Name, ta nhấp chuột phải

và chọn **Joint**, tiếp tục chọn **Guesses** rồi chọn **Joint_1**. Sau đó, ta tiếp tục để bổ sung **Joint_2** (hình 87)

Tại ô **Common Velocity Marker**, nhấp chuột phải chọn Marker là **DiemTiepXuc**. Nhấp chuột chọn **OK**. Lúc này ta thấy hình bánh răng tượng trưng giữa hai hình trụ (hình 88).



Hình 84. Tạo ràng buộc truyền động cho hai bánh răng



Hình 85. Kết quả tạo ràng buộc truyền động cho hai bánh răng và Tạo truyền động cho bánh răng nhỏ

Bước 4: Tạo chuyển động cho bánh răng nhỏ

Trên thẻ **Motions**, chọn **Rotational Joint Motion** và nhập vận tốc góc quay là **30** deg/s tại ô Rot. Speed. Sau đó di chuyển chuột đến chọn Joint_1 trên bánh răng nhỏ (hình 89).
Bước 5: Tiến hành mô phỏng

Chọn **Run an Interactive Simulation** để mở cửa sổ **Simulation Control**. Ta thiết lập thời gian mô phỏng **End Time** là 5 và số bước **Steps** là 200. Sau đó nhấp chuột chọn **Start Simulation** để xem kết quả.

2.3.2. Mô phỏng truyền động đai.

Mục tiêu phần này tìm hiểu cách mô phỏng truyền động đai bằng phần mềm Adams View

Bước 1: Tạo dự án mới và tạo Pulley

Sauk hi tạo dự án mới, để tạo Pulley, ta chọn thẻ **Machinery**, tiếp tục chọn **Create Pulley** trong nhóm lệnh Belt. Lúc này, cửa sổ **Create Pulley** xuất hiện và ta thực hiện thiết lập như sau:

Cửa sổ Step 1 of 11: Đặt tên cho bộ truyền động là Truyendongdai tại ô Name, sau đó chọn Smooth tại ô Type (Loại đai cần mô phỏng), chọn Next để chuyển sang cửa sổ Step 2 of 11



Hình 86. Cửa sổ Step 1 of 11

- Cửa sổ Step 2 of 11: Chọn 2D Link tại ô Method sau đó chọn Next.

- 0 -6 44						
	Туре	٠	Method	٠	Geometry-Pulleys	
lethod	2D Links		-			
	The belt is co	onstrained to	a plane. The belt is	modeled with	h planar part segments co	onnected
	to each other the segments the axis of ro	r with stiffnes: s and pulleys itation must b	s elements and ana . This modeling met e parallel to one of t	ytically calc hod is faster he global ax	ulated contact forces betw to simulate than 3D links es.	veen but
	to each other the segments the axis of ro	r with stiffnes: s and pulleys tation must b	s elements and ana . This modeling met e parallel to one of t	ytically calc hod is faster he global ax	ulated contact forces betv to simulate than 3D links es.	veen but
	to each other the segment the axis of ro	r with stiffnes: s and pulleys tation must b	s elements and ana . This modeling met le parallel to one of t	ytically calc hod is faster he global ax	ulated contact forces betv to simulate than 3D links es.	veen but
	to each there the segment the axis of ro	r with stiffnes: s and pulleys itation must b	s elements and ana. This modeling met	ytically calc	ulated contact forces betv to simulate than 3D links es.	veen but

Hình 87. Cửa sổ Step 2 of 11

- Cửa sổ Step 3 of 11: Thiết lập thông số cho Pulley, ta nhập Number of Pulleys (số pulley): 2. Lúc này có hai thẻ để nhập thông số kỹ thuật cho Pulley
 - + Tại thẻ Pulley số 1:
 - Name: Banhdandong
 - Center Location: -150, 0, 0
 - Pulley Width: 30
 - Puley Pitch Diameter: 50
 - + Tại thẻ Pulley số 2:
 - Name: Banhbidong
 - Center Location: 200, 0, 0
 - Pulley Width: 30
 - Puley Pitch Diameter: 125

Sau đó chọn Next để tiếp tục Step 4 of 11

🔞 Create Pulley	/S				×
Step 3 of 11					
	Method	Geometry-Pulleys	• Mat	erial-Pulleys	
Number of Pulleys	s 2	Axis of F	otation Global Z	▼ 0.0,0.0,0.0	
1 2					
Pulley		Name	Banhbidong		—
Center Location	200,0,0				
Geometry					
Pulley Width	30	Pulley Pitch Diameter 125			
<u> </u>			< Back Ne	xt > Clo	ose



 Cửa sổ Step 4 of 11: Thiết lập vật liệu cho Pulley ta để mặc định, sau đó chọn Next để tiếp tục cửa sổ tiếp theo.

Create Pulleys	×
Step 4 of 11	
Geometry-Pulleys Material-Pulleys Connection-Pulley	ys 🕨
1 2	
Define Mass By Geometry and Material Type	-
Material Type .materials.steel	-
Density 7.801E-06 kg/mm**3	
Young's Modulus 2.07E+05 newton/mm**2	
Poisson's Ratio 0.29	
Note: Mass calculation assumes a cylindrical geometry estimation	
< Back Next >	Close

Hình 89. Cửa sổ Step 4 of 11

 Cửa số Step 5 of 11: Thiết lập liên kết cho các Pulley. Ở đây chọn cả Pulley 1 và Pulley 2 đều là chuyển động quay (Rotational) và cả hai Pulley đều lắp liên kết vào Ground.

ৰ Create	Pulleys					×
Step 5 of 11						
	Material-Pulleys	٠	Connection-Pulleys		Output-Pulleys	
1 2	1					
Туре	Rotational		•			
Body	.Bai8_Belt.grou	nd				
	1			1		
🥌 🖬			<	Back	Next >	Close

Hình 90. Cửa sổ Step 5 of 11

- Cửa sổ Step 6 of 11: Chọn tất cả các Output motion

Connection-Pulleys	•	Output-Pulleys	-	Completion Unllevie	
		,	· ·	Completion-Pulleys	
Motion					
Angular Displace	ement				
Angular Velocity					
Angular Accelera	ation				
r vuguun toosta	lion				
Joint Force					
	Motion Angular Displace Angular Velocity Angular Accelera Joint Force	Motion Angular Displacement Angular Velocity Angular Acceleration Joint Force	Motion Angular Displacement Angular Velocity Angular Acceleration Joint Force	Motion Angular Displacement Angular Velocity Angular Acceleration Joint Force	Motion Motion Angular Displacement Angular Velocity Angular Acceleration Joint Force

Hình 91. Cửa sổ Step 6 of 11

- Cửa số Step 7 of 11: Chọn mặc định
- Cửa sổ **Step 8 of 11**: Nhập số bánh căng đai, chọn 0 như mặc định
- Cửa số Step 9 of 11: Nhập vật liệu cho bánh căng đai như mặc định

- Cửa số Step 10 of 11: Tạo liên kết cho bánh căng đai như mặc định

Kết quả hai Pulley được tạo như hình 96



Hình 92. Hai pulley được tạo thành.

Bước 3: Tạo dây đai cho bộ truyền động

Chọn **Create Belt** tại nhóm **Belts**, cửa sổ **Create Belt** xuất hiện. Tại ô **Name**, nhấp chuột phải chọn **pulley_set**, chọn **Guesses** rồi chọn **Truyendongdai.pulleyset**. Sau đó chọn **Next** (Hình 97).



Hình 93. Create Belt

Cửa số Step 2 of 7: Tại ô method chọn 2D Links và chọn Next.



Hình 94. Cửa số Step 2 of 7.

Cửa sổ **Step 3 of 7**: Nhập các thông như sau

- Axis of Rotation: Global Z và tọa độ 0, 0, 0
- Reference Location: -150, 0, 0
- Segment length: 10
- Belt Height: 3
- Cordial Distance: 0.5

Sau đó chọn Next

ৰ Create Belt				×
Step 3 of 7				
	Method	 Geometry 	 Contact and Mas 	s 🕨
Belt			Name belt_1	
Axis of Rotation	Global Z	- 0.0,0.0,0.0	Reference Location -150.0,0.0,0	0
Geometry				
Total Segme	ents 0	Segment Length 10		
Belt Height		Belt Width 30.0	Cordial Distance 0.5	-
5 10		100.0	10.0	
Belt Stiffness Stiffness	Geometry & N	Aaterial 💌		
Segment Area	30.0	Section Inertia	0.5	
Young's Modulus	1.0E+04	Damping Ratio	1.0E-03	
	,		,	
Geometry Settin	a 8			
Balt Graphics	Shall	Force Graphic	Cashle	
Den Graphics				
🗾 🖬			< Back Next >	Close

Hình 95. Cửa sổ Step 3 of 7.

Cửa số **Step 4 of 7**: Thiết lập các thông số tiếp xúc (Contact) và Mass mặc định như hình 100

	Geometry	 Contac 	ct and Mass	•	Wrapping Order	
Belt Segme	nt					
Belt Segment	1					
Mass	8.0E-04					
Center of Mas	35					
Location with	respect to Part	0.0,-0.5,0.0				
Inertia						
lxx 2.55E-	-02 lyy	2.6E-02	lzz 2.1E-0	03		
		,				
Contact Par	ameters Fric	tion Parameters				
Contact Para	meters Create	<u> </u>				
Both Sides						
Stiffness	1.0E+04	Scale Factor	1.0	Exponent	2.0	
Damping	30.0	Penetration Depth	2.0	Contact	Force Preview	
						-

Hình 96. Cửa sổ Step 4 of 7.

Cửa sổ Step 5 of 7: Tại cửa số Wrapping Order, nhấp chuột phải, chọn UDE_instance, chọn Guesses và Pulleyset.Banhdandong. Sau đó thực hiện tương tự và chọn Pulleyset.Banhbidan. Chọn Next, lúc này cửa sổ tính toán số Segment sẽ hiển thị. Chọn Yes. (Hình 101)

剩 Create Belt						×		
Step 5 of 7								
_ Contact :	and Mass 🔹 Wra	apping Order		Output Req	uest			
Belt Wrapping Order			_					
		UDE_Instance Text	Pic Bro Gu	k wse esses ▶	Bai8_Belt:			
	Specify wrapping order cloc	Field Info	Cre	ate	pulleyset_ pulleyset_ *	1.pulleyset 1.pulleyset	_1_Banhdand _1_Banhbidar	long 1
				_			X · · ·	
B		< Bac	k	Next >	Clo	ose		

Hình 97. Cửa sổ Step 5 of 7.

Cửa số Step 6 of 7: Chọn cả hai ô Span Request và Segment Request. Tại ô Belt Parts chọn segment_1, tại ô Reference Part chọn ground. Tại thẻ Belt Segment, ô link part chọn segment_1. Sau đó chọn Next.

🧹 Create Belt	\times
Step 6 of 7	
Wrapping Order Output Request Completion	
▼ Span Request ▼ Segment Request	
Belt Span Belt Segment	
Belt Parts	
segment_1	
Reference Part bround	
Motion Average Force Average	
Back Next >	Close

Hình 98. Cửa sổ Step 6 of 7.

Cửa số Step 7 of 7: Chọn Finish



Hình 99. Cửa sổ Step 7 of 7.

Lúc này bộ truyền bánh đai đã được tạo như hình 2.65.



Hình 100. Bộ truyền đai được tạo thành.

Bước 4: Gắn chuyển động cho bánh pulley chủ động

Chọn **Belt Actuation Input** tại nhóm lệnh **Belt**. Cửa sổ **Create Pulley Actuator** xuất hiện.

Tại ô Name của cửa số Step 1 of 5, nhấp chuột phải chọn pulley_set, chọn Guesses và chọn beltsys_1.pulleyset

Tại ô Pulley, nhấp chuột phải chọn UDE_instance – chọn Guesses và chọn pulleyset.Banhchudong

ৰ Crea	te Pulley Actu	uator						×	
Step 1 of !	5								
	Actuator		Туре			Fu	nction		
Pulley S	et								
Name			pulley_set	•	Pick				
Belt Sys	tem		Text	×	Browse			Ì	
Nama			Parameterize	•	Create		.Bai8_Belt:	pullov	pot 1
Name			Field Info	•				pune y	
Actuator									
Name		actuator	_1						
Pulley									
🥶 🖌	4		< Back		Next >	•	Close	•	

Hình 101. Cửa sổ Step 1 of 5

- Cửa số Step 2 of 5: tại ô Type chọn Torque và chọn Next

🛃 Cr	eate Pulley A	ctuator				×
Step 2	of 5					
	Actuato	r 🕘	Туре	٠	Function	
Туре		Torque	•			
)	The torque actua profile and the re based on the res	ation method sulting rotatic sistance defin	applies a spe nal motion is ed in the syst	cified torque determined em.	
<u>.</u>			< Back	Next	t>	Close

Hình 102. Cửa sổ Step 2 of 5

Cửa số Step 3 of 5: Ô Function chọn Constant và nhập giá trị là 75 tại ô Value.
 Sau đó chọn Next

d Create Pulley Act	uator				×	┥ Crea	ate Pulley Actua	tor				×
Step 3 of 5						Step 4 of	5					
Туре		Function		Output			Function	•	Output	•	Completion	
Function	Constant	•				Motion						
Value	75						Angular Disp	placement				
							Angular Velo	ocity				
							Angular Acc	eleration				
						Tor	que					
Direction	Clockwise	•										
Geometry Scaling	1	•										
Active	On	•										
B		< Back	Next	>	Close		a		< Back	Ne	xt >	Close

Hình 103. Cửa sổ Step 3 of 5 và Cửa sổ Step 4 of 5

- Cửa số **Step 4 of 5**: Chọn tất cả theo mặc định

- Cửa số Step 5 of 5: Chọn Finish



Hình 104. Cửa sổ Step 5 of 5

Bước 5: Tiến hành mô phỏng

Chọn thẻ **Simulation** trên **Toolbox** và chọn **Run an Interactive Simulation** (hình bánh răng) để mở cửa sổ **Simulation Control**. Trên của sổ **Simulation**, thiết lập thời gian mô phỏng (**End Time**) là 50 và số bước (**Steps**) là 300. Sau đó Nhấp chọn **Start Simulation**.





Hình 105. Kết quả mô phỏng bộ truyền đai

CHƯƠNG 3. ỨNG DỤNG PHÂN TÍCH VÀ MÔ PHỎNG HỆ TRUYỀN ĐỘNG CƠ KHÍ PHỨC TẠP

3.1. Ứng dụng mô phỏng cơ cấu robot song song RCM

Mục tiêu phần này trình tự mô phỏng cơ cấu robot RCM bằng cách import dữ liệu từ phần mềm CAD khác.

Bước 1: Sử dụng phần mềm CAD như **Creo** để tạo mô hình robot trước như hình dưới đây và lưu dạng file **Assembly** như hình 109.



Hình 106 Mô hình 3D robot trên phần mềm Creo 3

Bước 2: Tạo dự án mới và Import file đồ họa ASM từ Creo vào Adams View

Sau khi tạo một dự án mới, chọn **File** và chọn **Import**. Lúc này cửa sổ **File Import** xuất hiện.

Tại ô **Fille Type**: Chọn định dạng file mà cần import vào Adams View

Ô File To Read: Nhấp chuột phải, chọn Browse và tìm đến file đã tạo bằng phần mềm 3D CAD khác. Trong ví dụ này là file Assembly được tạo ở bước 1.

Sau đó tại ô **Part Name**, nhấp chuột vào mũi tên và chọn **Model Name**. Ô bên phải **Model Name**, nhấp chuột phải chọn **Model**, tiếp theo chọn **Guesses** và chọn **Tên mô hình**.

┥ File Import					×	Plugins		
File Type	File Type ProE (*.prt;*.prt.*;*.asm;*.asm.*)							
File To Read	F:\1_Mr Wan	project\RCM rot	oot ve	er 1\3D cad\Panto	gran	z (
Model Name 🔻		Model	•	Diak		uction		
Scale	1.0	Test	-	Browse				
Ref. Markers	Global	lext	-1	Guesses ▶	Pant	togram		
		Parameterize	<u> </u>	Create				
¢		Field Info	•					
Blanked Entities Consolidate To Shells Display Summary								
Geometry Option	IS	OK		Apply Cano	cel			

Ô **Scale**: Bạn để mặc định là **1.0** nếu bạn không muốn hiệu chỉnh tỷ mô hình.

Hình 107. Cửa sổ File Import

Bước 3: Tạo các hệ tọa độ Marker.

Đối với các mô hình phức tạp, đặc biệt là khi import file từ phần mềm khác, việc tạo Marker sẽ giúp việc thiết lập khóp và chuyển động các chi tiết chính xác hơn. Tọa độ của các Marker này phụ thuộc vào mô hình mô phỏng. Trong ví dụ này là mô hình robot dạng Cơ cấu song song, nên tác giả sẽ thiết lập các Marker tại các khóp của robot như hình 111.



Hình 108. Mô hình robot sau khi các marker được tạo.

Bước 4: Gắn khớp liên kết cho các chi tiết.

Tùy thuộc vào các loại khớp giữa các chi tiết với nhau mà ta phải thiết lập. Trong mô phỏng này thì các khớp cố định (**Fixed Joint**), khớp chuyển động quay (**Revolute Joint**) và khớp Tịnh tiến (**Translational Joint**) được sử dụng. Kết quả như hình 112



Hình 109. Mô hình robot sau khi các khớp được tạo.

Bước 5: Gắn chuyển động cho các khớp chủ động và tiến hành mô phỏng

Tạo thẻ **Motions**, chọn chuyển động phù hợp cho khớp chủ động. Như phần này thì 2 chuyển động quay và tịnh tiến được sử dụng.

Chọn thẻ **Simulation** trên **Toolbox** và chọn **Run an Interactive Simulation** (hình bánh răng) để mở cửa sổ **Simulation Control** và thực hiện mô phỏng.



Hình 110. Kết quả mô phỏng

3.2. Mô phỏng và đánh giá kết quả giữa Adams và Matlab

Mục tiêu phần này là trình bày phương pháp phân tích và mô phòng động học robot song song bằng cách so sánh kết quả mô phỏng giữa Adams View và Matlab

3.2.1. Giới thiệu mô hình robot và động học robot

Mô hình robot như hình 114 bao gồm sự kết hợp giữa 2 robot song song 3 bậc tự do: Robot song song kiểu 3-RPS được giới thiệu bởi Kok-Meng Lee, Dharmen (1987) [1] và robot song song phẳng kiểu 3-PRP giới thiệu bởi Daniali (1993) [2]. Robot 3-RPS có ba bậc tự do là chuyển động tịnh tiến theo phương z, quay quanh trục x và trục y. Robot song song phẳng 3-PRP là mô hình robot ba bậc tư do với 2 chuyển động tịnh tiến theo phương x, y và một chuyển động quay theo phương z.

Để phân tích động học robot, ta đặt các hệ trục tọa độ như hình 115. Hệ trục tọa độ Oxyz đặt tại đế robot 3-RPS có gốc O trùng với tâm vòng tròn tam giác A1A2A3 trục z vuông góc với tấm đế cố định. Hệ trục tọa độ O'x'y'z' và O''x''y''z'' lần lượt đặt tại tâm vòng tròn ngoại tiếp hai tấm di động B1B2B3 và C1C2C3 với trục z' và z" vông góc với mặt phẳng tấm di động.

Ta xác định được véc tơ tọa độ các khớp như sau:

$$\overrightarrow{OA_1} = \begin{bmatrix} -\frac{\sqrt{3}}{2}r\\ -\frac{1}{2}r\\ 0 \end{bmatrix} \overrightarrow{OA_2} = \begin{bmatrix} \frac{\sqrt{3}}{2}r\\ -\frac{1}{2}r\\ 0 \end{bmatrix} \overrightarrow{OA_3} = \begin{bmatrix} 0\\ r\\ 0 \end{bmatrix}$$
(3.1)

Tọa độ khớp cầu đối với O'x'y'z':



Hình 111. Mô hình robot song song kiểu kết hợp



Hình 112. Sơ đồ động học robot song song kiểu kết hợp

$$\overrightarrow{O'B_1} = \begin{bmatrix} -\frac{\sqrt{3}}{2}r\\ -\frac{1}{2}r\\ 0 \end{bmatrix} \overrightarrow{O'B_2} = \begin{bmatrix} \frac{\sqrt{3}}{2}r\\ -\frac{1}{2}r\\ 0 \end{bmatrix} \overrightarrow{O'B_3} = \begin{bmatrix} 0\\ r\\ 0 \end{bmatrix}$$
(3.2)

Tọa độ các điểm C_1 , C_2 , và C_3 đối với hệ tọa độ O"x"y"z":

$$\overrightarrow{O''C_1} = \begin{bmatrix} -\frac{\sqrt{3}}{2}r\\ -\frac{1}{2}r\\ 0 \end{bmatrix} \overrightarrow{O''C_2} = \begin{bmatrix} \frac{\sqrt{3}}{2}r\\ -\frac{1}{2}r\\ 0 \end{bmatrix} \overrightarrow{O''C_3} = \begin{bmatrix} 0\\ r\\ 0 \end{bmatrix}$$
(3.3)

Trong đó q_i là chiều dài khâu

Tọa độ khớp cầu B_i trong hệ tọa độ O là:

$$\overrightarrow{OB_{i}} = \overrightarrow{OA_{i}} + \overrightarrow{A_{i}B_{i}} = \overrightarrow{OA_{i}} + q_{i} \cdot \overrightarrow{k_{i}}$$
(3.4)

Và

$$\overrightarrow{OB_{l}} = \overrightarrow{OO'} + \mathbf{R}. \ \overrightarrow{O'B_{l}} = \overrightarrow{OO'} + \{0\} \cdot \overrightarrow{O'B_{l}}$$
(3.5)

Với $\overrightarrow{OO'} = \begin{bmatrix} x_{0'} \\ y_{0'} \\ z_{0'} \end{bmatrix}$ là tọa độ O' đối với hệ trục Oxyz

R là ma trận chỉ phương hệ trục tọa độ O'x'y'z' đối với Oxyz, ba góc α , β , và γ là ba góc quay Roll-Pitch-Yaw.

$$R = \begin{bmatrix} \cos(\alpha)\cos(\beta) & \cos(\alpha)\sin(\beta)\sin(\gamma) - \sin(\alpha)\cos(\beta) & \cos(\alpha)\sin(\beta)\cos(\gamma) + \sin(\alpha)\sin(\gamma)\\ \sin(\alpha)\cos(\beta) & \sin(\alpha)\sin(\beta)\sin(\gamma) + \cos(\alpha)\cos(\gamma) & \sin(\alpha)\sin(\beta)\cos(\gamma) - \cos(\alpha)\sin(\gamma)\\ -\sin(\beta) & \cos(\beta)\sin(\gamma) & \cos(\beta)\cos(\gamma) \end{bmatrix}$$

Mặc dù có 6 tọa độ, nhưng trong đó các biến không độc lập nhau.

Tương tự, tọa độ O" đối với hệ tọa độ O'x'y'z':

$$\overrightarrow{O'O''} = \begin{bmatrix} x_{0''} \\ y_{0''} \\ d \end{bmatrix}$$
(3.6)

Đặt $C_2 R'_1 = l_1, C_3 R'_2 = l_2, C_1 R'_3 = l_3$, ta có

$$\overrightarrow{C_2 R_1} = \begin{bmatrix} l_1 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \overrightarrow{C_3 R_2} = \begin{bmatrix} l_2 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \overrightarrow{C_1 R_3} = \begin{bmatrix} l_3 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix}$$
(3.7)

Trong hệ trục O"-x"y"z", Tọa độ khớp tịnh tiến R'i

$$\overrightarrow{O''R'_1} = \overrightarrow{O''C_2} + \operatorname{Rotz}\left(\pi - \widehat{A_2}\right) \cdot \overrightarrow{C_2R_1}$$
(3.8)

$$\overrightarrow{O''R'_2} = \overrightarrow{O''C_3} + \operatorname{Rotz}\left(\pi + \widehat{A_1}\right) \cdot \overrightarrow{C_3R_2}$$
(3.9)

$$\overrightarrow{O''R'_{3}} = \overrightarrow{O''C_{1}} + \operatorname{Rotz}(0) \cdot \overrightarrow{C_{1}R_{3}}$$
(3.10)

Trong đó **Rotz** là ký hiệu ma trận quay quanh trục z

Suy ra tọa độ điểm R'i đối với hệ O'-x'y'z':

$$\overrightarrow{O'R_{\iota}} = \overrightarrow{O'O''} + Rotz \left(\frac{\pi}{3} + \varphi\right) \cdot \overrightarrow{O''R'_{\iota}}$$
(3.11)

Tương tự ta tìm được tọa độ R_i đối với O'-x'y'z'

$$\overline{R_1 O'} = \overline{O'B_2} + \operatorname{Rot} \mathbf{z} \left(\pi - \widehat{B_2} \right) \cdot \overline{B_2 R_1}$$
(3.12)

$$\overline{R_2 O'} = \overline{O'B_3} + \operatorname{Rot} \mathbf{z} \left(\pi + \widehat{B_1} \right) \cdot \overline{B_3 R_2}$$
(3.13)

$$\overrightarrow{R_3 0'} = \overrightarrow{0' B_1} + \operatorname{Rot} \mathbf{z} (0) \cdot \overrightarrow{B_1 R_3}$$
(3.14)

Ta có ràng buộc khớp quay như sau

$$OB_1(x) = \sqrt{3} OB_1(y) \tag{3.15}$$

$$OB_2(x) = -\sqrt{3} OB_2(y) \tag{3.16}$$

$$OB_3(x) = 0$$
 (3.17)

$$O'R_i(x) = O'R_i(x)$$
 (3.18)

Bằng cách sử dụng phần mềm Matlab ta có thể tìm được tọa độ các biến khóp như sau:

anfa = atan(sin(beta)*sin(gamma)/(cos(beta) + cos(gamma)))

 $\mathbf{xOB} = r^*[\cos(\text{gamma})^*\sin(\text{anfa}) - \cos(\text{anfa})^*\sin(\text{beta})^*\sin(\text{gamma})]$

yOB = 1/2*r*[cos(anfa)*cos(gamma) + sin(anfa)*sin(beta)*sin(gamma) - cos(anfa)*cos(beta)]

 $q1_sol = (((3^{(1/2)*r})/2 - (r*cos(beta)*(3*sin(beta)*sin(gamma) + 3^{(1/2)*cos(beta)} + 3^{(1/2)*cos(beta)}))/(2*((sin(beta)^{2*sin(gamma)}^{2})/(cos(beta) + cos(gamma))^{2} + 1)^{(1/2)*(cos(beta) + cos(gamma)))} + (zOB + (3^{(1/2)*r*sin(beta)})/2 - (r*cos(beta)*sin(gamma))/2)^{2} + (r/2 - (r*cos(beta)*(cos(beta) + cos(gamma) + 3^{(1/2)*sin(beta)*sin(gamma))})/(2*((sin(beta)^{2*sin(gamma)}^{2})/(cos(beta) + cos(gamma)))/2 + 1)^{(1/2)*(cos(beta) + cos(gamma)))}) + 2^{(1/2)*sin(beta)*sin(gamma))}/2 + 1)^{(1/2)*(cos(beta) + cos(gamma)))}/2)^{(1/2)}$

 $q2_sol = (((3^{(1/2)*r*sin(beta))/2} - zOB + (r*cos(beta)*sin(gamma))/2)^{2} + ((3^{(1/2)*r})/2 - (r*cos(beta)*(3^{(1/2)*cos(beta)} - 3^{sin(beta)*sin(gamma)} + 3^{(1/2)*cos(gamma)}))/(2*((sin(beta)^{2*sin(gamma)^{2}})/(cos(beta) + cos(gamma))^{2} + 1)^{(1/2)*(cos(beta) + cos(gamma))})^{2} + (r/2 - (r*cos(beta)*(cos(beta) + cos(gamma)) - 3^{(1/2)*sin(beta)*sin(gamma)}))/(2*((sin(beta)^{2*sin(gamma)^{2}})/(cos(beta) + cos(gamma)) + cos(gamma)))/(2*((sin(beta)^{2*sin(gamma)^{2}})/(cos(beta) + cos(gamma))))/(2*((sin(beta)^{2*sin(gamma)^{2}})/(cos(beta) + cos(gamma)))/(2*((sin(beta)^{2*sin(gamma)^{2}})/(cos(beta) + cos(gamma)))/(2*((sin(beta)^{2*sin(gamma)^{2}})/(cos(beta) + cos(gamma)))/(2*((sin(beta)^{2*sin(gamma)^{2}})/(cos(beta) + cos(gamma)))/(2*(cos(beta) + cos(gamma))))/(2*(cos(beta) + cos(gamma)))/(2*(cos(beta) + cos(gamma)))/(2*(cos(beta) + cos(gamma))))/(2*(cos(beta) + cos(gamma)))/(2*(cos(beta) + cos(gamma)))/(2*(cos(beta) + cos(gamma))))/(2*(cos(beta) + cos(gamma))))/(2)/(1/2))/(1/2))/(1/2$

 $q3_sol = ((zOB + r*cos(beta)*sin(gamma))^{2} + (r - (r*(3*cos(beta)^{2}*cos(gamma)^{2} - 4*cos(beta)^{2} + 2*cos(beta)*cos(gamma) + 3))/(2*((sin(beta)^{2}*sin(gamma)^{2})/(cos(beta) + cos(gamma))^{2} + 1)^{(1/2)}*(cos(beta) + cos(gamma))))^{2}/(1/2)$

 $q4_sol = (r*cos(phis)^2 + r*sin(phis)^2 + r*cos(phis) + 2*y*cos(phis) - 2*x*sin(phis) + 3^{(1/2)}r*sin(phis))/(sin(phis) + 3^{(1/2)}cos(phis))$

 $q5_sol = (r*cos(pi/3 + phis)^2 + r*sin(pi/3 + phis)^2 - r*cos(pi/3 + phis) + y*cos(pi/3 + phis) - x*sin(pi/3 + phis) - 3^(1/2)*x*cos(pi/3 + phis) + 3^(1/2)*r*sin(pi/3 + phis) - 3^(1/2)*y*sin(pi/3 + phis))/(2*sin(pi/3 + phis))$

 $q6_sol = -((cos(phis) - 3^(1/2)*sin(phis))*(r + 2*y - 2*r*cos(phis) - (2*sin(pi/3 + phis)*(2*x + 3^(1/2)*r + 2*r*sin(phis)))/(cos(phis) - 3^(1/2)*sin(phis))))/(4*sin(pi/3 + phis))$

Phân tích vận tốc, từ mô hình động học robot ta suy ra:

$$q_i \cdot \overrightarrow{k_i} = \overrightarrow{O'B_i} - \overrightarrow{OA_i}$$
(3.19)

Trong đó $\vec{k_i}$ là véc tơ đơn vị dọc theo 3 khớp tịnh tiến q_i

Đạo hàm theo thời gian phương trình 3.19

$$\dot{q}_{i} \cdot \overrightarrow{k_{i}} + q_{i} \cdot \left[\dot{\theta}_{i} \times \overrightarrow{k_{i}}\right] = \overrightarrow{OO'} + \overrightarrow{\omega} \times \{0\} \cdot \overrightarrow{O'B_{i}}$$
(3.20)

Trong đó θ_i là vân tốc góc của các chân robot q_i và ω vận tốc góc tấm di động 1 đối với trục tọa độ cố định.

$$\dot{q}_{l} = \overrightarrow{OO'} \cdot \overrightarrow{k_{l}} + \left(\overrightarrow{\omega} \times \{0\} \cdot \overrightarrow{O'B_{l}} \right) \overrightarrow{k_{l}}$$
(3.21)

$$\dot{q}_{l} = \overrightarrow{OO'} \cdot \overrightarrow{k_{l}} + \overrightarrow{\omega} \left(\overrightarrow{O'B_{l}} \times \overrightarrow{k_{l}} \right)$$
(3.22)

Đặt

$$J_x = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$
(3.33)

$$J_{y} = \begin{bmatrix} \overrightarrow{k_{1}}^{T} & \overrightarrow{O'B_{1}} \times \overrightarrow{k_{1}} \\ \overrightarrow{k_{2}}^{T} & \overrightarrow{O'B_{2}} \times \overrightarrow{k_{2}} \\ \overrightarrow{k_{3}}^{T} & \overrightarrow{O'B_{3}} \times \overrightarrow{k_{3}} \end{bmatrix}$$
(3.34)

Ta được phương trình thu gọn:

$$J_{x} \cdot \begin{bmatrix} q_{1} \\ q_{2} \\ q_{3} \end{bmatrix} = J_{y} \cdot \begin{bmatrix} \dot{x}_{0'} \\ \dot{y}_{0'} \\ \dot{z}_{0'} \\ \dot{\alpha} \\ \dot{\beta} \\ \dot{\gamma} \end{bmatrix}$$
(3.35)

3.2.2. Mô phỏng mô hình bằng ADAMS VIEW

Bước 1: Tạo mô hình 3D robot bằng phần mềm Creo và lưu dữ liệu file Assembly



Hình 113. Vẽ mô hình robot bằng phần mềm Creo

Bước 2: Thiết lập vật liệu và tọa độ các điểm trong robot

Stt	Tên tọa độ các điểm của robot	Giá trị				
1	Base_Origin (O)	(0,0,20)				
2	Origin_Platform_1 (O')	(0,0,330)				
3	Origin_Platform_2 (O")	(0,0,350)				
4	A1	(-188.53, -108.84, 20)				
5	A2	(188.53, -108.84, 20)				
6	A3	(0, 217.7, 20)				
7	Prismatic_Joint_1	(-188.53, -108.84, 170)				
8	Prismatic_Joint_2	(188.53, -108.84, 170)				
9	Prismatic_Joint_3	(0, 217.7, 170)				
10	B1	(-188.53, -108.84, 260)				
11	B2	(188.53, -108.84, 260)				
12	B3	(0, 217.7, 330)				
13	R1, R2, R3 and R'1, R'2, R'3	Using CM markers				
14	Revolute_Joint_1, 2, 3	Using default marker				

							.,
\mathbf{D}^{2}	T 1^		1. ~	<u>،</u>	•	,	1. ~
Dong'l		000	diam	TTO TON	001	000	diam
nano /		1.40	(110111	VAIEL	000	1.40	(IICIII
Dung 2.	104 40	ouv	arenn	va ton	501	ouv	arenn
\mathcal{O}	• •				\mathbf{v}		

Stt	Tọa độ điểm	Loại khớp	Khớp chủ
			động/bị động
1	A1, A2, A3	Revolute joint	Passive joint
2	Prismatic_Joint_1, 2, 3	Translational joint	Active joint
3	B1, B2, B3	Spherical joint	Passive joint
4	R1, R2, R3	Translational joint	Active joint
5	R'1, R'2, R'3	Translational joint	Passive joint
6	R1R'1, R2R'2, R3R'3	Revolute joint	Passive joint

Bảng 3. Khớp tại các tọa độ điểm của robot

Sau khi thiết lập tọa độ điểm và các khớp như hình 117, ta kiểm tra ràng buộc robot đúng chưa như hình 3.10



Hình 114. Thiết lập tọa độ các điểm Marker và khớp trên robot



Hình 115. Kiểm tra mô hình động học robot trên phần mềm Adams View

3.2.3. Mô phỏng và so sánh kết quả giữa ADAMS và MATLAB

Kiểm tra mô hình động học thuận robot, ta tạo chuyển động tổng quát như hình 119. Sau đó xuất dữ liệu để so sánh đánh giá với phần mềm Matlab.

Mimpo:	se Motion(s)			×	🔞 Impo	se Motion(s)			×	
	Name MOTION_8					Name MOTION_7				
M	Moving Point MARKER_113			Moving Point MARKER_100						
Refer	ence Point MAF	RKER_114			Reference Point MARKER_101					
DoF	Туре	f(time)	Disp. IC	Velo. IC	DoF	Туре	f(time)	Disp. IC	Velo. IC	
Tra X	free	-			Tra X	disp(time) =	▼ 40 *sin(time)			
Tra Y	free	•			Tra Y	disp(time) =	▼ 40 *cos(time)			
Tra Z	disp(time) =	▼ 20 *sin(time)			Tra Z	free	-			
Rot X	disp(time) =	▼ 20d*cos(time)	<u></u>		Rot X	free	•			
Rot Y'	disp(time) =	20d*sin(time)			Rot Y	free	<u> </u>			
Rot Z"	free	<u> </u>			Rot Z"	disp(time) =	✓ 20d * sin(time)			
2										
		OK	Apply	Cancel			ОК	Apply	Cancel	

Hình 116. Tạo chuyển động cho robot



Hình 117. Kết quả tọa độ biến khớp q1, q2, q3 giữa Adams View và Matlab.

Giả sử ta chọn thời điểm t = 1s thì kết quả giữa Matlab và Adams View như sau: $q^2 = 252.9535$ (ADAMS) and $q^2 = 252.7$ (MATLAB)



Hình 118. Kết quả tọa độ biến khóp q1, q2, q3 giữa Adams View và Matlab.

Tương tự ta kiểm tra điểm tọa độ khớp ở thời điểm t = 3s, q1 = 359.1678 (ADAMS) và q1 = 358.9 (MATLAB)



Hình 119. Kết quả tọa độ biến khớp q1, q2, q3 giữa Adams View và Matlab.

Tương tự ta kiểm tra điểm tọa độ khớp ở thời điểm t = 6s, q3 = 375.9198 (ADAMS) and q3 = 375.7 (MATLAB)



Hình 120. Kết quả tọa độ biến khớp q4, q5, q6 giữa Adams View và Matlab.

Tương tự ta kiểm tra điểm tọa độ khớp ở thời điểm t = 1s, q6 = 304.4744 (ADAMS) and q6 = 303.4 (MATLAB)



Hình 121. Kết quả tọa độ biến khớp q4, q5, q6 giữa Adams View và Matlab.

Tại thời điểm t = 4s, q4 = 187.9485 (ADAMS) and q4 = 186.5 (MATLAB)



Hình 122. Kết quả tọa độ biến khớp q4, q5, q6 giữa Adams View và Matlab.

Tại thời điểm t = 7s, q5 = 228.8396 (ADAMS) và q5 = 227.7 (MATLAB)

Kiểm tra động học thuận robot, ta tạo chuyển động cho các biến khớp như hình 126 và đo dữ liệu ngõ ra của robot, cụ thể là tọa độ chuyển động và góc quay robot.

Q1 = $20*\sin(\text{time})$; Q2 = $50*\sin(\text{time})$; Q3 = $-50*\sin(\text{time})$; Q4 = $50\cos(\text{time})$; Q5 = $50\sin(\text{time})$ và Q6 = $30\cos(\text{time})$



Hình 123. Tọa độ các biến khóp



Hình 124. Tọa độ tịnh tiến và quay của robot

So sánh kết quả giữa ADAMS and Matlab

Tại thời điểm t = 3.5: x = 0.2605, y = 3.5119, phis angle = 64.2408

Phần mềm ADAMS: q4 = 261.8908; q5 = 256.0565; q6 = 256.0560

Phần mềm MATLAB: q4 = 260.737; q5 = 254.436; q6 = 255.435

Thiết lập tọa độ biến khớp: Q1 = $20*\sin(time)$; Q2 = $50*\sin(time)$; Q3 = $-50*\sin(time)$; Q4 = $10\cos(time)$; Q5 = $10\sin(time)$; Q6 = $10\sin(time)$



Hình 125. Chuyển động quay và tịnh tiến của tấm di động 1

Tại thời điểm t = 2.5: x = 24.6788, y = 30.7475, phis = 68.625.

ADAMS: q4 = 301.9774; q5 = 245.5097; q6 = 282.2139

MATLAB: q4 = 300.9774; q5 = 244.4; q6 = 281.2



Hình 126. Chuyển động quay quanh x,y,z và chuyển động tịnh tiến x và y

So sánh giữa ADAMS and Matlab

Thời điểm t = 5s:

Beta = 4.3737

Gamma = -14.5321

ADAMS:

Anfa = 0.5579

xOB = -2.1127

yOB = -3.1512

MATLAB:

Anfa = 0.557916513

xOB = -2.113642724

yOB = -3.144996624



Hình 127. So sánh chuyển động quay quanh x,y,z và tịnh tiến của tấm di động 1, 2

Kiểm tra mô hình vận tốc



Hình 128. So sánh vận tốc khớp cầu Bi giữa Matlab và Adams View

Tại thời điểm t = 1s, Leg 1_velocity = 44.2764 (ADAMS) và Leg 1_velocity = 44.57 (MATLAB)



Hình 129. So sánh vận tốc khớp cầu Bi giữa Matlab và Adams View

Tại thời điểm t = 5s, Leg 2_velocity = -21.5133 (ADAMS) và Leg 1_velocity = -21.88 (MATLAB)



Hình 130. So sánh vận tốc khớp cầu Bi giữa Matlab và Adams View

Tại thời điểm t = 8s, Leg 3_velocity = -39.9557 (ADAMS) và Leg 1_velocity = -40.5 (MATLAB)



Hình 131. Tổng hợp tọa độ các biến mô phỏng trên Adams View

Tại thời điểm t = 1.5s:

Beta = -4.5559

Gamma = 15.0728

ADAMS

Anfa = 0.603

- $Bx{O} = -3.3807$
- $By{O} = -3.3807$
- $Bz{O} = 283.26$
- $Cx{O} = 0.1008$
- $Cy{O} = -11.1519$
- $Cz{O} = 312.1458$

MATLAB

- Anfa = 0.603
- $Bx{O} = -3.3807$
- $By{O} = -3.3807$
- $Bz{O} = 283.2600$
- $Cx{O} = 0.9977493$
- $Cy{O} = -11.157434$

 $Cz{O} = 312.13635$

KÊT LUÂN

Nghiên cứu này đã trình bày về ứng dụng phần mềm Adams View để mô phỏng và phân tích các hệ truyền động cơ khí cũng như cơ cấu cơ khí từ đơn giản đến phức tạp. Qua quá trình tìm hiểu phần mềm Adams View, ta nhận thấy rằng phần mềm hỗ trợ việc mô phỏng động học, động lực học và tối ưu trong các hệ cơ khí rất hiệu quả. Phần mềm này không chỉ cung cấp các công cụ mô phỏng động học, động lực học mà còn cho phép phân tích các yếu tố như ma sát, va chạm, và các tác động môi trường đối với hệ cơ khí. Nhờ đó, các kỹ sư và nhà thiết kế có thể đưa ra những quyết định chính xác hơn về cấu trúc và chức năng của sản phẩm, giảm thiểu rủi ro và nâng cao hiệu quả hoạt động.

Báo cáo của đề tài trình bày khá chi tiết các bước sử dụng và ứng dụng phần mềm trong mô phỏng hệ truyền động cơ khí. Việc sử dụng phần mềm không quá phức tạp, nhưng để hiểu rõ và ứng dụng được phần mềm này trong học tập thì người sử dụng vẫn cần sự am hiểu sâu sắc về lý thuyết cơ học và kỹ thuật mô phỏng, đồng thời yêu cầu người sử dụng phải có kỹ năng và kinh nghiệm để tối ưu hóa kết quả mô phỏng. Bên cạnh đó, phần mềm cũng có những hạn chế nhất định về chi phí và yêu cầu phần cứng.

Dựa trên kết quả nghiên cứu này, tác giả sẽ tiếp tục nghiên cứu để trình bày nhiều ứng dụng hơn và hướng đến việc xuất bản tài liệu học tập và ứng dụng tại Khoa Cơ khí, Trường Đại học Sư phạm Kỹ thuật, Đại học Đà Nẵng.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Ruochen An, Shuxiang Guo, Liang Zheng, Hideyuki Hirata, Shuoxin Gu, "Uncertain moving obstacles avoiding method in 3D arbitrary path planning for a spherical underwater robot", Robotics and Autonomous Systems, Volume 151, 2022, 104011, ISSN 0921-8890, <u>https://doi.org/10.1016/j.robot.2021.104011</u>.
- [2] S. Kazeminasab, A. Akbari, R. Jafari and M. K. Banks, "Design, Characterization, and Control of a Size Adaptable In-pipe Robot for Water Distribution Systems," 2021 22nd IEEE International Conference on Industrial Technology (ICIT), Valencia, Spain, 2021, pp. 39-46, doi: 10.1109/ICIT46573.2021.9453583.
- [3] Getachew A. Ambaye, Hirpa G. Lemu, "Dynamic analysis of spur gear with backlash using ADAMS", Materials Today: Proceedings, Volume 38, Part 5, 2021, Pages 2959-2967, ISSN 2214-7853,
- [4] Nair, A.S., Ezhilarasi, D. Performance Analysis of Super Twisting Sliding Mode Controller by ADAMS–MATLAB Co-simulation in Lower Extremity Exoskeleton. *Int. J. of Precis. Eng. and Manuf.-Green Tech.* 7, 743–754 (2020). https://doi.org/10.1007/s40684-020-00202-w
- [5] Hroncová, Darina & Frankovský, Peter & Virgala, Ivan & Delyová, Ingrid. (2014). Kinematic Analysis of the Press Mechanism Using MSC Adams. American Journal of Mechanical Engineering. 2. 312-315. 10.12691/ajme-2-7-30.
- [6] Nguyễn Thái Dương, " Ứng dụng phần mềm adams/view để khảo sát đặc tính động lực học trong máy sàn rung," Tạp chí Khoa học và Công nghệ Đại học Đà Nẵng, ISSN 1859-1531, Vol. 18, No. 5, 2, 2020.
- [7] Nguyễn Thái Dương, "Ứng dụng phần mềm Workbench và ADAMS/VIEW để phân tích chế độ làm việc đối với bánh răng hành tinh," Hội nghị Khoa học và Công nghệ toàn quốc về Cơ khí lần thứ V, 2018
- [8] Daniali, M., Zsombor-Murray, H.P. and Angeles, P.J.: The kinematics of 3-DoF planar and spherical double-triangular parallel manipulators, Computational Kinematics - Solid Mechanics and Its Applications, 28, 153-164, 1993.

[9] Abhishek Gupta, Marcia K.O'Malley, Design of a Haptic Arm Exoskeleton for Traing and Rehabilitation, IEEE/ASME Transactions on Mechatronics, Vol. 11, No.3, June 2006