

ĐẠI HỌC QUỐC GIA TP. HỒ CHÍ MINH
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA
KHOA KỸ THUẬT GIAO THÔNG



BÁO CÁO ĐỒ ÁN MÔN HỌC

**Đề tài: TÌM HIỂU PHƯƠNG PHÁP MÔ PHỎNG
HỆ THỐNG NÂNG THỦY LỰC BẰNG
MATLAB/SIMSCAPE**

GVHD: TS. TRẦN ĐĂNG LONG

SVTH:

Cao Minh Nghĩa

1810743

Lê Trọng Tín

1814338

Khoa Kỹ thuật Giao thông

Độc lập – Tự do – Hạnh phúc

Bộ môn Ô tô – Máy động lực

**NHIỆM VỤ ĐỒ ÁN MÔN HỌC THIẾT KẾ Ô TÔ
CHUYÊN NGÀNH: KỸ THUẬT Ô TÔ- MÁY ĐỘNG LỰC**

HỌ VÀ TÊN SVTH:

Cao Minh Nghĩa - 1810743 ; Lê Trọng Tín - 1814338

HỌ VÀ TÊN CBHD: TS. TRẦN ĐĂNG LONG

**ĐỀ TÀI ĐỒ ÁN: TÌM HIỂU PHƯƠNG PHÁP MÔ PHỎNG HỆ THỐNG NÂNG
THUỶ LỰC BẰNG MATLAB/SIMSCAPE**

NHIỆM VỤ VÀ NỘI DUNG ĐỒ ÁN:

- Tìm hiểu Matlab/Simscape các tính năng của công cụ mang lại nhằm đáp ứng việc giải quyết các bài toán kỹ thuật một cách hiệu quả.
- So sánh, đối chiếu và đưa ra nhận xét về ưu điểm, nhược điểm và giới hạn áp dụng về việc ứng dụng Matlab/Simscape vào việc giải quyết các bài toán kỹ thuật trên cơ cấu thủy lực so với phương pháp cổ điển trước đây.

SẢN PHẨM ĐỒ ÁN:

- Thuyết minh báo cáo.
- Poster tóm tắt.

THỜI GIAN THỰC HIỆN:

- Ngày giao nhiệm vụ đồ án: Ngày 27 tháng 08 năm 2021.
- Ngày hoàn thành đồ án: Ngày 27 tháng 12 năm 2021.
- Nội dung và yêu cầu của đồ án môn học đã được thông qua Bộ môn.

TP. HCM, ngày 27 tháng 12 năm 2021.

CHỦ NHIỆM BỘ MÔN

(Ký và ghi rõ họ, tên)

CÁN BỘ HƯỚNG DẪN

(Ký và ghi rõ họ, tên)

MỤC LỤC

LỜI NÓI ĐẦU.....	5
CHƯƠNG 1: GIỚI THIỆU ĐỀ TÀI.....	6
1.1. Cơ cấu xylanh thủy lực.....	6
1.2. Giới thiệu công cụ Matlab/Simscape.....	7
1.3. Giới thiệu đề tài.....	8
1.4. Điều kiện làm việc và yêu cầu kỹ thuật của xylanh thủy lực.....	9
1.5. Điều kiện và yêu cầu với việc xây dựng mô hình mô phỏng, điều kiện ứng dụng phần mềm Matlab Simulink/Simscape.....	9
1.6. Quá trình thực hiện Đồ án:.....	10
CHƯƠNG 2: BỐ TRÍ CHUNG CƠ CẤU THỦY LỰC.....	11
2.1. Xylanh thủy lực.....	11
2.2. Các chi tiết khác.....	12
2.3. Cơ cấu thủy lực hoàn chỉnh:.....	14
2.4. Cơ sở lý thuyết:.....	15
CHƯƠNG 3: XUẤT BẢN VẼ TỪ INVENTOR SANG MATLAB SIMULINK... ..	20
3.1. Các liên kết có thể được xuất qua Matlab trong phần mềm Inventor.....	20
3.2. Liên kết Matlab Simulink và Inventor.....	20
3.3. Thực hiện xuất bản vẽ Assembly sang Matlab Simulink.....	21
CHƯƠNG 4: HỆ THỐNG THỦY LỰC CỦA CƠ CẤU.....	26
4.1. Sơ đồ nguyên lý hệ thống thủy lực trong cơ cấu.....	26
4.2. Nguyên lý làm việc của mạch thủy lực.....	26
4.3. Tính toán thiết kế hệ thống thủy lực.....	28
CHƯƠNG 5: HỆ THỐNG XYLANH THỦY LỰC TRÊN MATLAB/SIMSCAPE	31
CHƯƠNG 6: KẾT QUẢ TRÍCH XUẤT TỪ MATLAB.....	54

CHƯƠNG 7: KẾT LUẬN..... 57

TÀI LIỆU THAM KHẢO..... 59

LỜI NÓI ĐẦU

Ở Việt Nam, dưới sự phát triển không ngừng của mọi mặt đời sống xã hội, nền kinh tế nước ta đang ngày càng đi lên, quan trọng nhất phải nói đến các ngành công nghiệp đang đòi hỏi một lượng tri thức rất lớn để đáp ứng nhu cầu công nghiệp hóa đất nước. Điều này đòi hỏi các ngành kỹ thuật phải nắm bắt được các công nghệ, phương pháp mới để nhằm bắt kịp với sự phát triển của các ngành công nghiệp trên thế giới.

Từ sự ứng dụng của thuỷ lực rất rộng lớn trong lĩnh vực kỹ thuật. Chúng ta dễ dàng bắt gặp chúng ở bất kỳ ngành nghề, lĩnh vực sản xuất công nghiệp nào. Khi nói đến thuỷ lực thì chúng ta không thể không nói đến xylyanh thuỷ lực. Đây là một trong những thiết bị đóng vai trò quan trọng và nặng nhọc nhất trong các hệ thống máy móc, vì vậy việc lựa chọn xylyanh thuỷ lực trong hệ thống là rất quan trọng.

Nhằm nâng cao năng suất trong công việc cũng như là đảm bảo sự đúng đắn, ít sai sót trong khi hoạt động thì việc mô phỏng tính toán kiểm nghiệm các bộ phận, kết cấu bắt đầu được chú trọng. Một trong những phần mềm ứng dụng để tính toán và mô phỏng rất được ưa chuộng hiện nay là Matlab, với nhiều ưu điểm mà nó mang lại và nền tảng ứng dụng rộng rãi trong mô phỏng tính toán.

Sau quá trình tìm hiểu, nhóm đã quyết định lựa chọn đề tài “TÌM HIỂU PHƯƠNG PHÁP MÔ PHỎNG HỆ THỐNG NÂNG THUỶ LỰC BẰNG MATLAB/SIMSCAPE” nhằm kiểm tra sự chính xác của việc sử dụng Matlab/Simscape so với việc tính toán bằng phương pháp cổ điển có ưu, nhược điểm như thế nào. Về bản chất, đề tài là việc ứng dụng một khối công cụ mới để giải quyết một bài toán cũ, từ đó kiểm nghiệm một số thông số khảo sát với quá trình thiết kế cổ điển trước đây.

Sau thời gian tìm hiểu và thực hiện, nhóm đã hoàn thành sơ bộ đề tài Đồ án. Song khó tránh khỏi các sai sót do còn thiếu kinh nghiệm, chúng em rất mong nhận được sự góp ý từ quý Thầy để đề tài được hoàn thiện hơn.

Chúng em xin cảm ơn TS. Trần Đăng Long đã định hướng, tận tình chỉ dạy, đưa ra những lời khuyên hữu ích trong quá trình hoàn thành đề tài Đồ án một cách tốt nhất.

CHƯƠNG 1: GIỚI THIỆU ĐỀ TÀI

1.1. Cơ cấu xylanh thủy lực

- Trong nền công nghiệp hiện nay, xylanh thủy lực rất cần thiết cho hoạt động của máy xúc, máy nâng tải, thang máy, máy khoan và xe tải, là phương pháp đẩy, kéo, nâng và hạ thấp hiệu quả nhất.
- Với nhiều ưu điểm như:
 - o Dễ sử dụng truyền áp lực mạnh với công suất cao.
 - o Thiết kế nhỏ gọn, mang tính ứng dụng cao cho nhiều loại máy móc công trình.
 - o Độ tin cậy cao trong hoạt động, ít đòi hỏi phải đảm bảo dưỡng thường xuyên.
 - o Theo dõi dễ dàng bằng áp kế để điều chỉnh hệ số phù hợp ngay cả những hệ thống phức tạp.
- Bên cạnh đó thì xylanh thủy lực cũng có những nhược điểm:
 - o Khi mới hoạt động, nhiệt độ hệ thống không ổn định, vận tốc sẽ bị thay đổi khi độ nhớt trong thay đổi gây ảnh hưởng hệ thống.
 - o Tiêu hao chất lỏng trong quá trình dẫn ống và bị rò rỉ bên trong có thể làm giảm hiệu suất.
 - o Độ tỏa nhiệt cao khi quá trình hoạt động nhanh, công suất lớn.
 - o Cần nguồn sản xuất năng lượng.
 - o Độ kín khít, rò rỉ mất áp, làm tăng chi phí bảo dưỡng.
 - o Giá thành cao, cần bảo vệ khỏi ăn mòn bụi bẩn.

1.2. Giới thiệu công cụ Matlab/Simscape

Công cụ	Khái niệm	Ứng dụng	Ưu điểm
Matlab	Là ngôn ngữ lập trình đa mô hình và môi trường tính toán số cho phép các thao tác ma trận, vẽ các chức năng và dữ liệu, thực hiện các thuật toán tạo giao diện người dùng và giao tiếp với các chương trình được viết bằng ngôn ngữ khác.	Công cụ mạnh trong việc hỗ trợ tính toán các vấn đề vật lý, kỹ thuật phức tạp, đòi hỏi thực thi số lượng phép toán vô cùng lớn.	Cung cấp các tính năng tương tác cho phép người sử dụng thao tác dữ liệu linh hoạt dưới dạng mảng ma trận để tính toán và quan sát. Tính toán nhanh, chính xác. Ngôn ngữ lập trình bậc cao, gần với ngôn ngữ con người hơn so với các ngôn ngữ lập trình khác.
Simulink	Một công cụ mô phỏng trong Matlab, thể hiện quan hệ giữa các cơ cấu cơ khí (body) thông qua các khối và các quan hệ ràng buộc giữa chúng. Bổ sung mô phỏng đa miền đồ họa và thiết kế dựa trên mô hình cho các mô hình hệ thống động và nhúng.	Mô hình, mô phỏng và phân tích các hệ thống động với môi trường giao diện sử dụng bằng đồ họa. Ứng dụng rộng rãi trong lĩnh vực mô phỏng các hệ thống, cụm cơ cấu lớn, phức tạp: hàng không, tàu thủy, robot công nghiệp,	Việc xây dựng mô hình được đơn giản hóa bằng các hoạt động nhấp chuột và kéo thả. Không đòi hỏi người dùng có kỹ năng chuyên sâu về lập trình.

	Bên trong các khối body hàm chứa các đặc tính vật lý của khối (khối lượng, moment quán tính, tọa độ trọng tâm, ...) được kế thừa từ các thông số tính toán được ở phần mềm hỗ trợ thiết kế (CAD).	các hệ thống treo, lái, ... trên ô tô.	Bao gồm một bộ thư viện khối với các hộp công cụ toàn diện cho cả việc phân tích tuyến tính và phi tuyến. Dễ dàng chuyển đổi qua lại trong quá trình phân tích → tận dụng được ưu thế của cả hai môi trường.
Simscape	Là một trong những hộp công cụ trong thư viện của Simulink.	Simscape chứa các công cụ cần thiết để mô phỏng các hệ thống vật lý, được phân loại thành các bộ phận được đưa ra dưới dạng hình ảnh.	Cung cấp giao diện mô phỏng trực quan về cơ cấu, thuận lợi trong quá trình quan sát diễn biến của đối tượng trong suốt quá trình vận hành. Kế thừa toàn bộ những thông số, đặc tính và quan hệ cơ học từ mô hình đồ họa chuyển sang.

1.3. Giới thiệu đề tài

Giới thiệu đề tài	
Thể loại	Tìm hiểu mô phỏng mô hình cơ cấu thuỷ lực.
Mục tiêu	Xây dựng bộ chương trình hỗ trợ tính toán quá trình vận hành của hệ thống xylyanh thủy lực.

Đối tượng	Phương pháp thiết kế cơ cấu xylanh thủy lực sử dụng phần mềm Inventor với Matlab/Simulink – Simscape (SimMechanics và SimHydraulics).
Bài toán cần giải quyết	Trên cơ sở phân tích và tính toán các thông số kỹ thuật quá trình vận hành của hệ thống xylanh thủy lực trên lý thuyết, từ đó sử dụng công cụ Matlab Simulink – Simscape vào việc giải quyết bài toán: kiểm tra và so sánh các thông số kỹ thuật của hệ thống với tính toán lý thuyết.
Tiêu chuẩn kỹ thuật được áp dụng	TCVN 2149 – 77: Xylanh thủy lực yêu cầu kỹ thuật chung.

1.4. Điều kiện làm việc và yêu cầu kỹ thuật của xylanh thủy lực

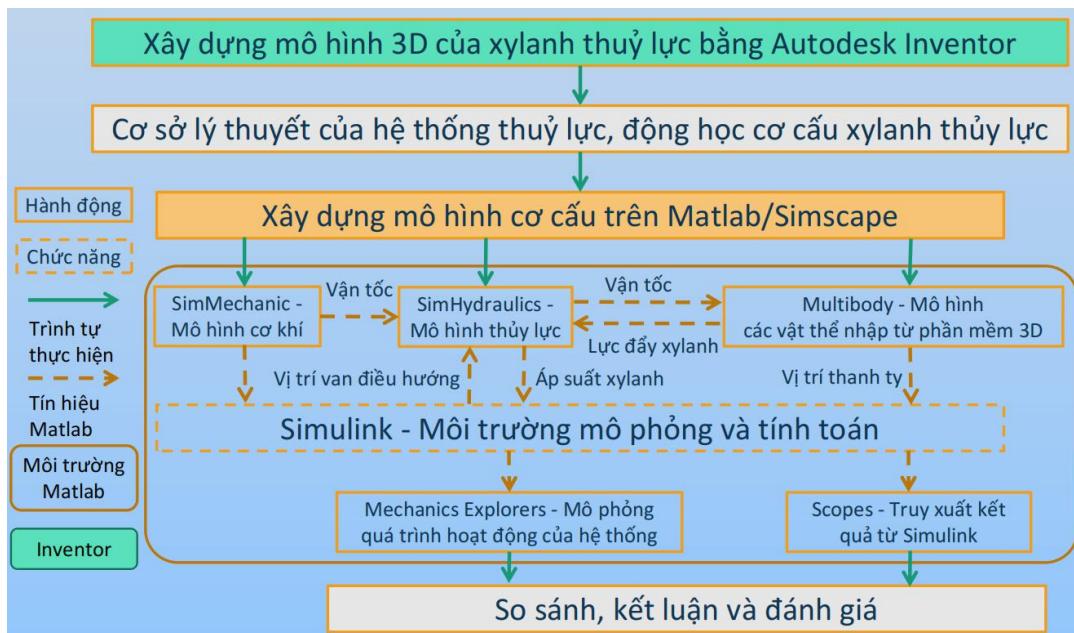
Điều kiện làm việc	Yêu cầu kỹ thuật
<ul style="list-style-type: none"> - Xylanh bị nứt, biến dạng và cong vênh. - Xylanh không hoạt động hoặc khi hoạt động bị giật, kêu hoặc rung. 	<ul style="list-style-type: none"> - Đầu thủy lực không bị cặn, bụi bẩn, lắp đặt xylanh đúng cách thức, tải trọng xylanh không quá lớn hay áp quá cao khiến xylanh bị biến dạng. - Sử dụng những bộ gioăng phớt phù hợp về kích cỡ, áp suất cung cấp cho xylanh và lưu lượng bơm phải ổn định.

1.5. Điều kiện và yêu cầu với việc xây dựng mô hình mô phỏng, điều kiện ứng dụng phần mềm Matlab Simulink/Simscape

Điều kiện xây dựng mô hình và ứng dụng Matlab Simulink - Simscape	Yêu cầu kỹ thuật
Thiết lập liên kết tương thích giữa môi trường đồ họa Inventor với Matlab Simulink.	Xây dựng mô hình cơ cấu sát với thực tế trên Inventor và liên kết vào Matlab.

Về mặt động học, cơ cấu xylanh thủy lực được phân tích thành các khâu, liên kết với nhau qua các khớp xoay hoặc trượt.	Xác định được các khâu thành phần và loại liên kết giữa chúng.
Các khâu trong toàn cơ cấu liên hệ với nhau thông qua liên kết được xác lập.	Xác lập đúng loại liên kết cho mỗi khâu, thiết lập hệ tọa độ chung và tọa độ trên từng khâu làm cơ sở định vị trí mỗi khâu trong không gian.
Sử dụng các khối chức năng trong thư viện Simulink liên kết với mô hình nhằm thiết lập chương trình kiểm tra các thông số làm việc của cơ cấu.	Xác định cơ sở lý thuyết kiểm tra quá trình làm việc. Cung cấp thông số đầu vào ứng với quá trình làm việc.
Được chuyển đổi từ mô hình Inventor sang mô hình Simscape phiên bản giống nhau để dễ dàng giao tiếp giữa 2 phần mềm.	Kiểm tra các khâu khớp có chuyển đổi đúng với yêu cầu thực tế.
Sử dụng SimHydraulic để tạo ra hệ thống thủy lực.	Xác lập các cụm cơ cấu tương đương với mô hình thực tế trong đó có hệ số rò rỉ, tổn thất.

1.6. Quá trình thực hiện Đồ án:

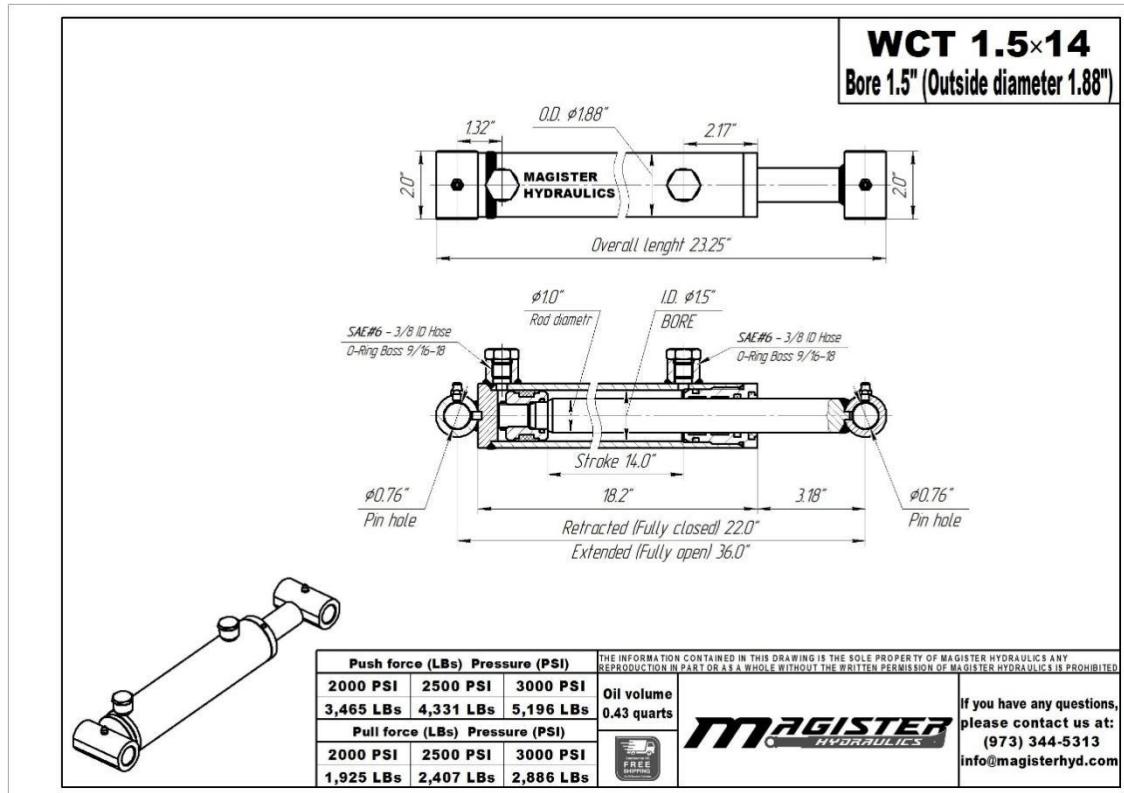


Hình 1.2 Sơ đồ xây dựng quá trình mô phỏng trên Matlab/Simscape

CHƯƠNG 2: BỐ TRÍ CHUNG CƠ CẤU THỦY LỰC

2.1. Xylanh thủy lực

- Sau khi tham khảo nhiều cơ cấu xylanh thủy lực khác nhau, nhóm đã dựa theo thông số của xylanh Magister (*Hình 2.1*) để thiết kế một cơ cấu xylanh thủy lực đơn giản giúp phục vụ cho việc thực hiện đề tài.



Hình 2.1 Bản vẽ kỹ thuật xylanh thủy lực Magister

- Nhóm sử dụng phần mềm vẽ 3D Inventor chế độ vẽ chi tiết (Part) để vẽ lại xylanh thủy lực Magister (*Hình 2.2*) theo bản vẽ kỹ thuật trên.

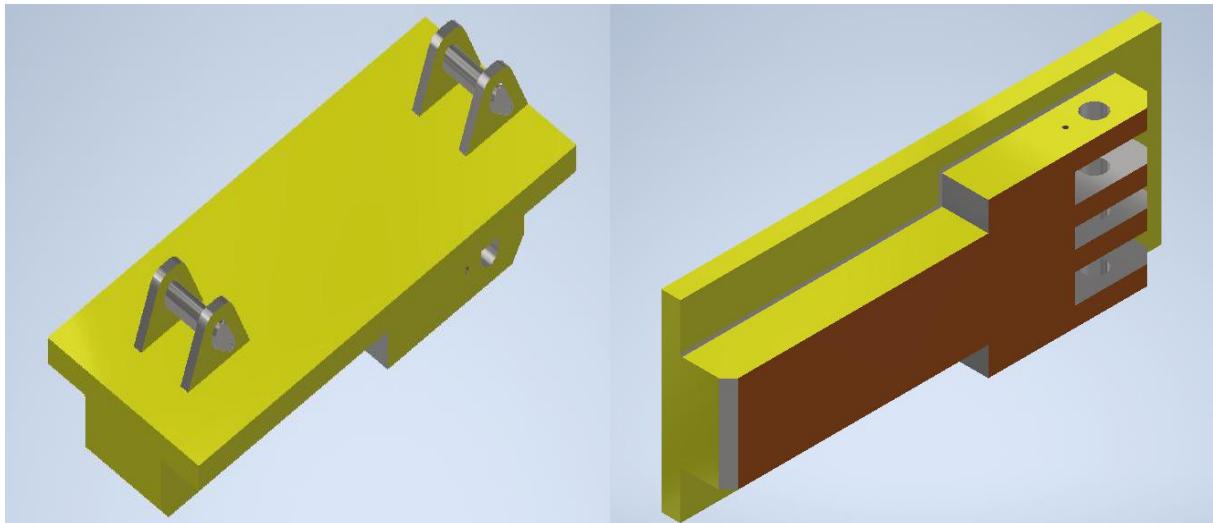


Hình 2.2 Xylanh thủy lực trên phần mềm Inventor

2.2. Các chi tiết khác

- Cũng giống như xylanh thủy lực, nhóm cũng dùng phần mềm vẽ 3D Inventor để thiết kế các chi tiết khác của cơ cấu:

- Khung nền:



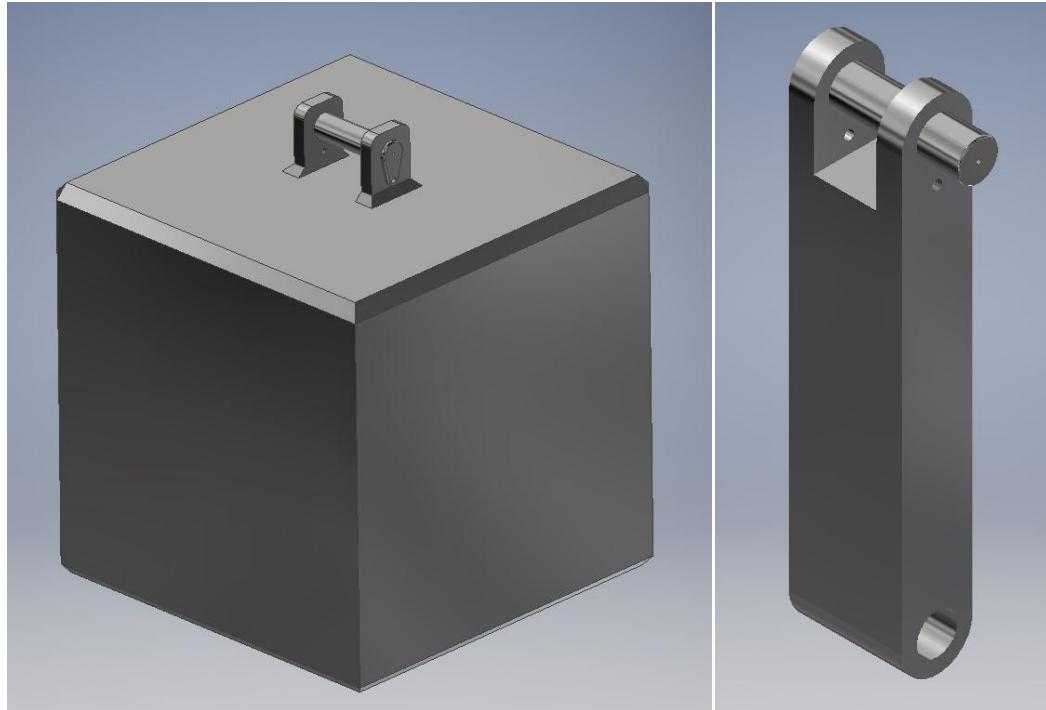
Hình 2.3 Khung nền trên phần mềm Inventor

- Tay quay:



Hình 2.4 Tay quay trên phần mềm Inventor

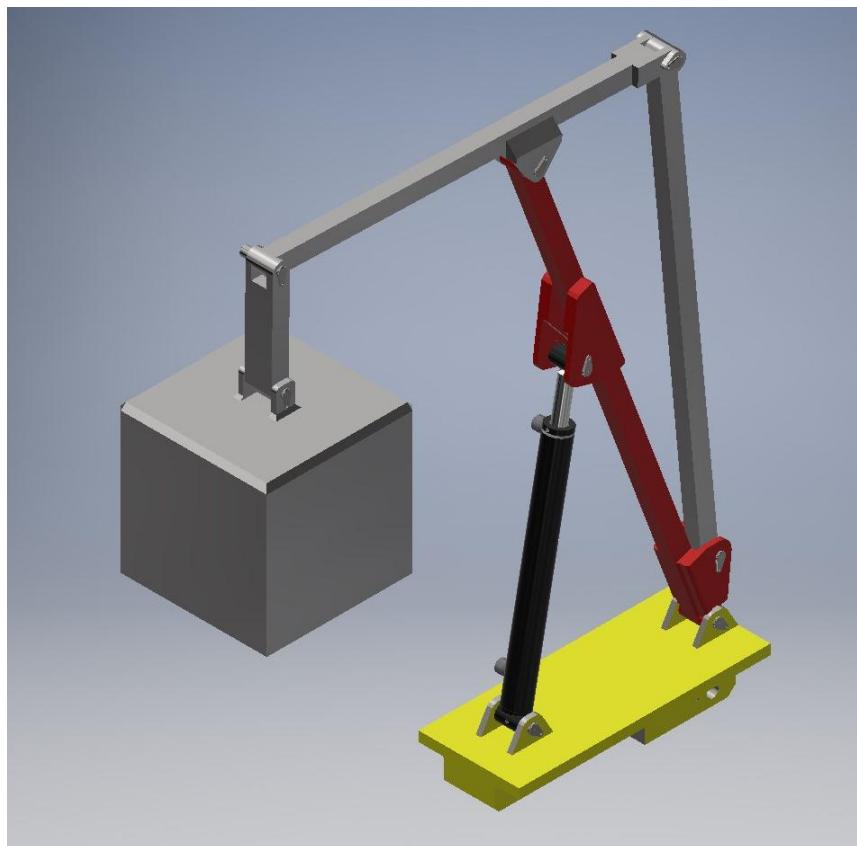
- Vật nặng:



Hình 2.5 Vật nặng và khớp nối của vật nặng trên phần mềm Inventor

2.3. Cơ cấu thủy lực hoàn chỉnh:

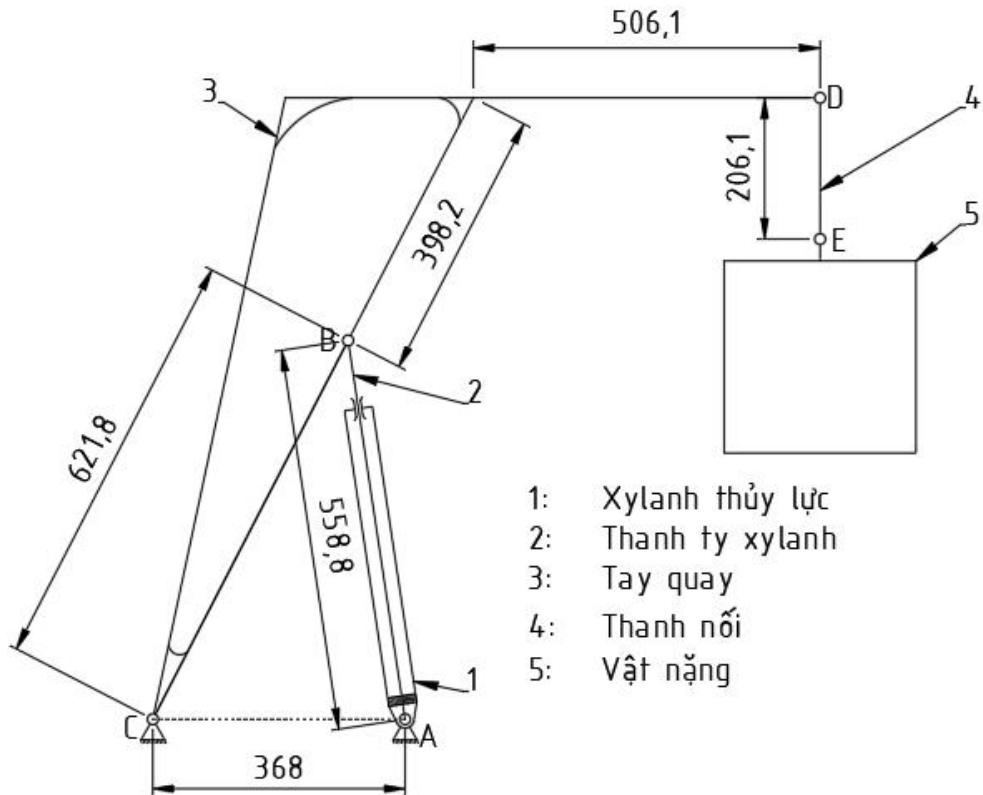
- Sau khi có các chi tiết trong cơ cấu thì nhóm sử dụng phần mềm Inventor chế độ lắp ráp chi tiết (Assembly) để lắp ráp các chi tiết theo chuẩn của Matlab:



Hình 2.6 Cơ cấu thủy lực sau khi lắp ráp trên phần mềm Inventor

2.4. Cơ sở lý thuyết:

2.4.1. Thông số bố trí chung cơ cấu xylanh thủy lực



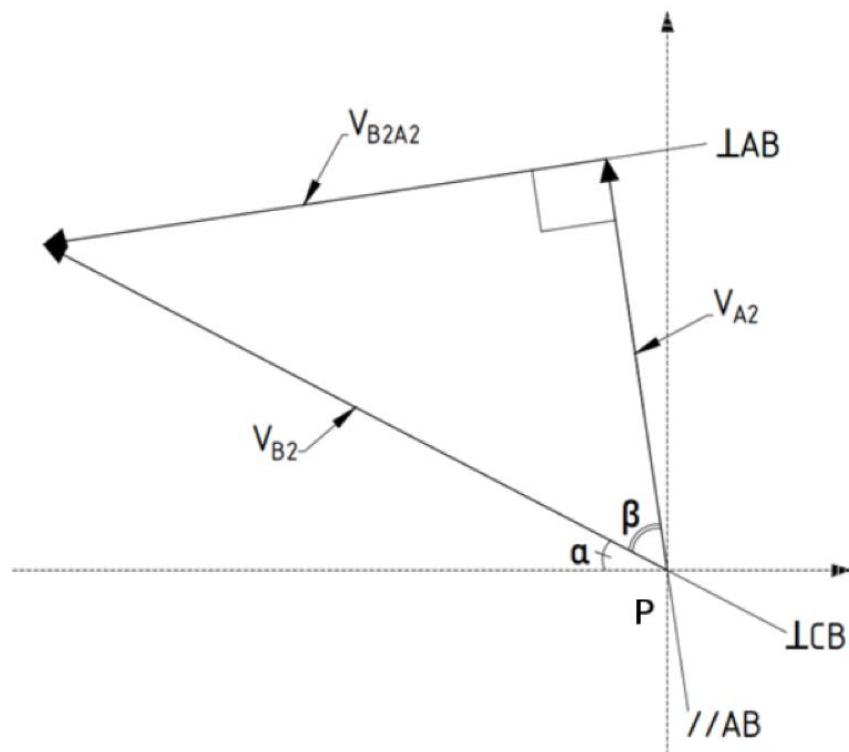
Hình 2.7 Sơ đồ hoá cơ cấu xylanh thủy lực

- Cấu tạo cơ cấu gồm: khung nền AC, xylanh thủy lực AB, tay quay BCD
- Thông số kích thước của cơ cấu:
 - o $AB = 558,8 \text{ mm}$
 - o $BC = 621,8 \text{ mm} \rightarrow \text{Góc } BAC = 81,45902799^\circ$
 - o $AC = 368 \text{ mm} \rightarrow \text{Góc } ACB = 62,71397648^\circ$
- Xếp loại cơ cấu:
 - o Số khâu động: $n = 5$
 - o Số khớp động: $p = 6$ (5 khớp bản lề, 1 khớp trượt)
 - o Số bậc tự do: $W = 3.5 - 2.5 - 1 = 4$ bậc tự do

2.4.2. Phân tích động học cơ cấu

- Các thông số đầu vào:
 - o Vận tốc piston thủy lực: $v_{piston} = v_2 = v_{A2} = \frac{\text{Lưu lượng đầu vào}}{\text{diện tích}}$
 - o Gia tốc piston thủy lực: $a_{piston} = 0$
- Xét trường hợp piston đẩy lên: từ họa đồ vecto của cơ cấu:

- Ta có phương trình: $\overrightarrow{v_{b2}} = \overrightarrow{v_{a2}} + \overrightarrow{v_{b2a2}}$



Hình 2.8 Hoạ đồ vecto cơ cấu lúc xy lanh bắt đầu dây

- Dựa vào các định thức trong tam giác ABC, tính được:

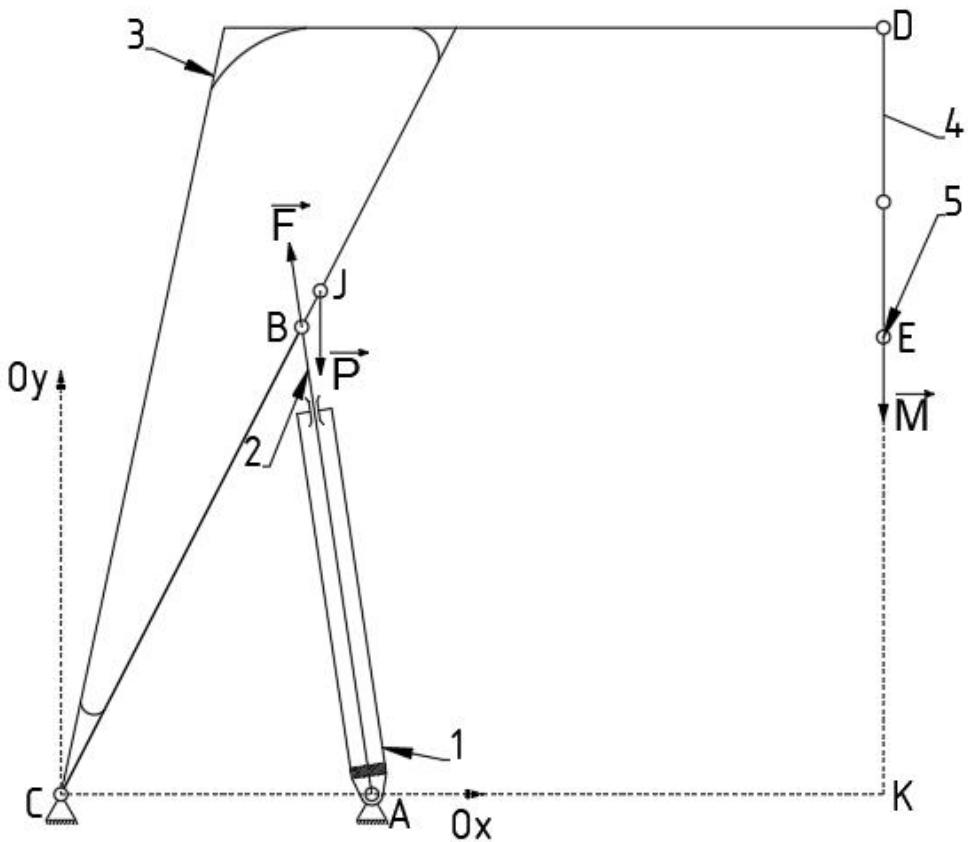
- $\alpha = 27,28602352^\circ$; $\beta = 54,17300447^\circ$
- Từ đó: với ω - vận tốc góc

$$v_{b2} = \frac{v_{a2}}{\cos \beta} \rightarrow \omega_3 = \frac{v_{b2}}{BC}$$

$$v_{a2} = \frac{v_{a2}}{\sin \beta} \rightarrow \omega_2 = \frac{v_{a2}}{AB} = \omega_1$$

2.4.3. Tính toán lực cơ cấu xy lanh thuỷ lực

- Khi gắn vật nặng có khối lượng $m = 214$ kg, ta có sơ đồ lực tác dụng lên mô hình lý thuyết như sau:



Hình 2.9 Sơ đồ lực tác dụng khi có vật nặng

- Với:
- F - Lực tác dụng của xylanh
 - P - Trọng lượng của tay quay BCD
 - M - Trọng lượng của vật nặng ($M = m.g = 214 \cdot 9,81 \approx 2100 \text{ (N)}$)
 - Áp dụng phương pháp giải tích trong tam giác ABC ta có:

$$\overrightarrow{AB} + \overrightarrow{BC} = \overrightarrow{AC} \quad (1)$$

- Chiếu phương trình (1) lên trục Ox:

$$AB \cdot \cos(\widehat{BAC}) + BC \cdot \cos(\widehat{BCA}) = AC \quad (2)$$

- Chiếu phương trình (1) lên trục Oy:

$$AB \cdot \sin(\widehat{BAC}) - BC \cdot \sin(\widehat{BCA}) = 0 \quad (3)$$

- Từ (2) và (3), ta suy ra được biểu thức biểu diễn góc BAC theo hành trình xylanh AB:

$$\sin(\widehat{BAC} + \widehat{BCA}) = \frac{AC}{AB} \cdot \sin(\widehat{BCA}) \quad (4)$$

- Xét cân bằng moment tại điểm C:

$$F \cdot \sin(\widehat{BAC}) \cdot BC \cdot \cos(\widehat{BCA}) + F \cdot \cos(\widehat{BAC}) \cdot BC \cdot \sin(\widehat{BCA}) - P \cdot CJ \cdot \cos(\widehat{BCA}) - M \cdot CK = 0$$

$$\Rightarrow F = \frac{P.CJ. \sin(\widehat{BCA}) + M.CK}{BC. \sin(\widehat{BAC} + \widehat{BCA})} \quad (5)$$

- Từ các phương trình (3), (4),(5) tính toán lực cần thiết để nâng tay quay
- Ta có:

- o BC = 621,8 mm
- o CJ = 669,7 mm
- o CK = CD. cos(\widehat{DCA})
- o P = 13,82 kg \rightarrow 135,5742 N
- o M = 2100 N

- Hệ thức trong tam giác:

$$\cos(\widehat{BAC}) = \frac{AB^2 + AC^2 - BC^2}{2 \cdot AB \cdot AC}$$

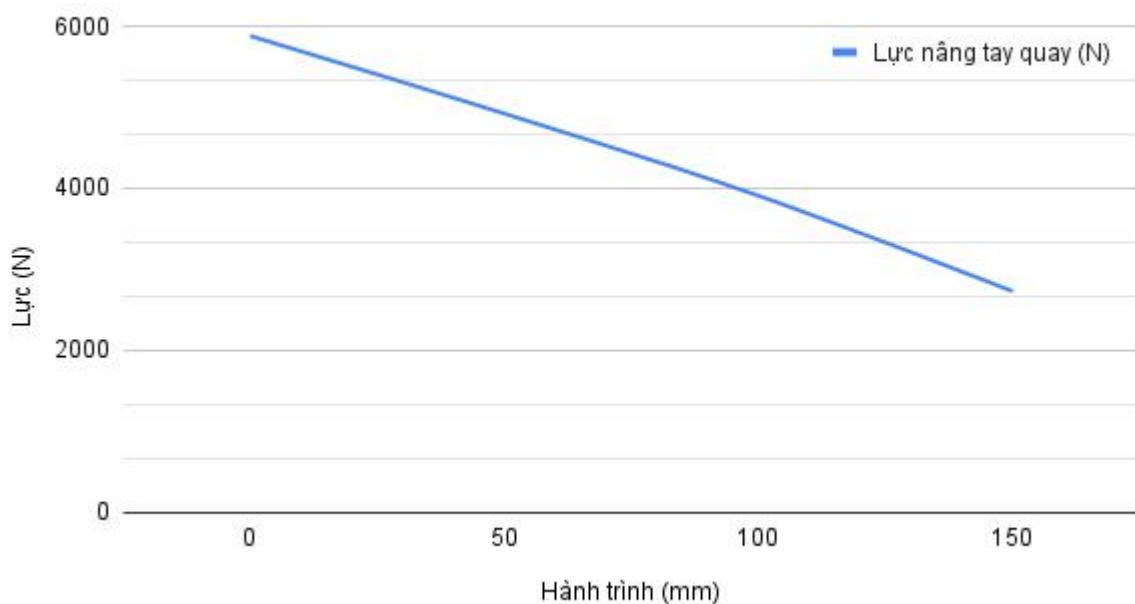
$$\cos(\widehat{BCA}) = \frac{BC^2 + AC^2 - AB^2}{2 \cdot BC \cdot AC}$$

- Ta có bảng thông số tính toán lực:

Bảng 2.1 Tính toán lực nâng theo hành trình nâng của xylanh

Hành trình (mm)	AB (mm)	BAC = Alpha (radian)	BCA = Belta (radian)	Góc DCK (radian)	CK (mm)	Lực nâng tay quay (N)
0	558,8	0,1484309351	0,4584380725	0,8669512209	973,70763 29	5880,24588
50	608,8	0,2665306483	0,3308718902	1,005960776	805,37764 94	4920,465271
100	658,8	0,3770157698	0,192380204	1,149601047	615,15805 41	3905,833201
150	708,8	0,4814977396	0,0429630141 1	1,300211889	402,17153 8	2725,28999

Lực nâng hành trình xylanh



Hình 2.10 Đồ thị lực nâng hành trình xylanh theo phương pháp cổ điển

CHƯƠNG 3: XUẤT BẢN VẼ TỪ INVENTOR SANG MATLAB SIMULINK

3.1. Các liên kết có thể được xuất qua Matlab trong phần mềm Inventor

- Angle offset 
- Mate/Flush 
- Insert 

3.2. Liên kết Matlab Simulink và Inventor

*Lưu ý: phần mềm Matlab và Inventor được khuyến nghị nên có cùng cấu trúc hệ thống, ví dụ như Window 64-bit.

- B1: Cài đặt Simscape Multibody link Plugin theo hướng dẫn của MathWorks trên trang web:

<https://www.mathworks.com/help/physmod/smlink/ug/installing-and-linking-simmechanics-link-software.html>

Step 1: Get the Installation Files

1. Go to the Simscape Multibody Link download page.
2. Follow the prompts on the download page.
3. Select and save the ZIP and MATLAB files that match your MATLAB version and system architecture, such as release R2020b and Win64 (PC) Platform. Do not extract the ZIP file.

Step 2: Run the Installation Function

1. Run MATLAB as administrator. See How to run MATLAB as administrator for more information.
2. Add the folder in which you saved the installation files to the MATLAB path. For example, you can use the `addpath` (MATLAB) function.
3. At the MATLAB command prompt, enter `installAddon('zipname')`, where `zipname` is the name of the ZIP file, such as `smlink_r2020b.win64.zip`.

Step 3: Register MATLAB as an Automation Server

Each time you export a CAD assembly model, the Simscape Multibody Link plugin attempts to connect to MATLAB. To enable the connection, you must register MATLAB as an automation server. You can do this in two ways:

- Open a MATLAB session in administrator mode. At the MATLAB command prompt, enter `regmatlabserver`.
- Open an MS-DOS window running in administrator mode. At the command prompt, enter `matlab -regserver`.

Step 4: Enable the Simscape Multibody Link Plugin in a CAD Application

Before you can export a CAD assembly, you must enable the Simscape Multibody Link plugin on your CAD application. To do this, see:

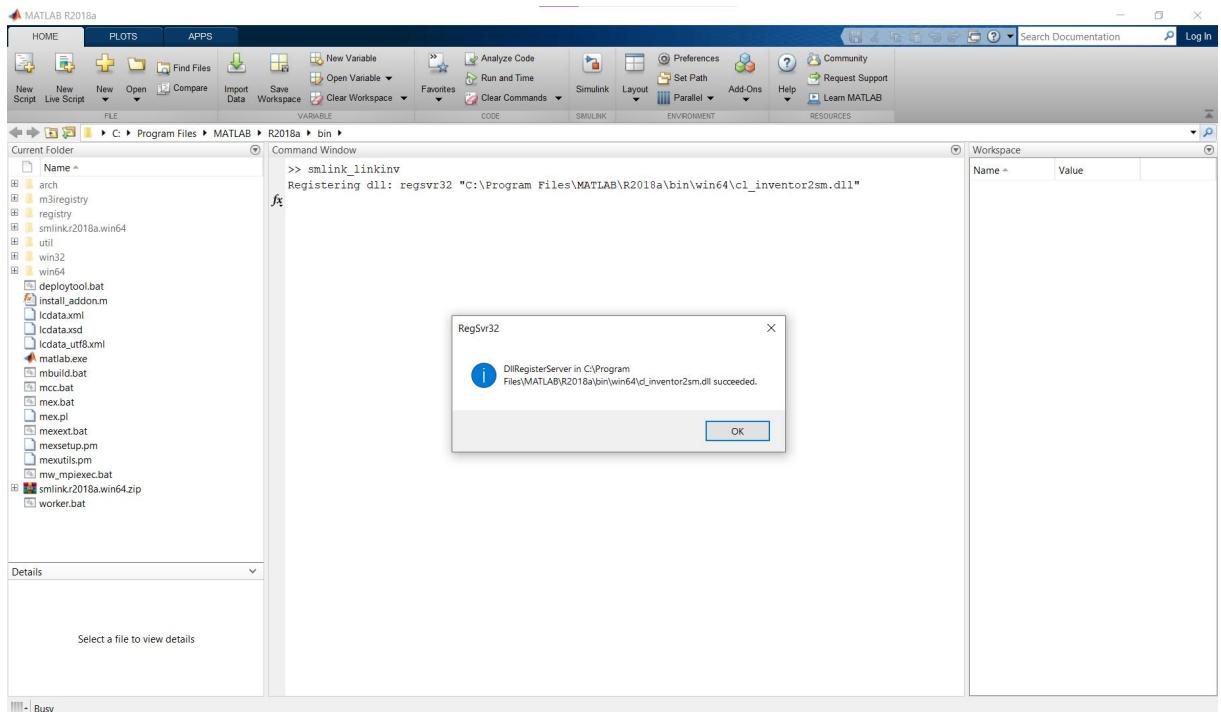
- Enable Simscape Multibody Link Plugin in SolidWorks
- Enable Simscape Multibody Link Plugin in Creo-Pro/E
- Enable Simscape Multibody Link Plugin in Inventor Plugin

Importing CAD Files from Applications Not Supported by Simscape Multibody Link

- To import an Onshape® CAD assembly model into the Simscape Multibody, you can use the `slexportonshape` and `smimport` functions.
- If you use a CAD application other than Onshape, SolidWorks, PTC Creo, and Autodesk Inventor, you can create a custom model export application based on the Simscape Multibody XML schema. This approach requires some knowledge of XML. See the schema web page for more information.
- You can also create a Simscape Multibody model from a URDF file or Robotics System Toolbox™ model. See the `smimport` for more information.

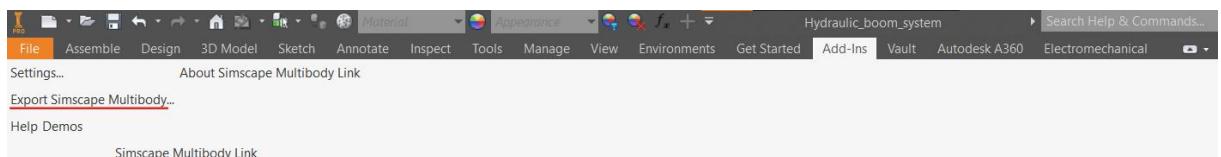
Hình 3.1 Hướng dẫn liên kết Matlab Simulink và Inventor

- B2: Đăng ký tài khoản MathWorks, nhập lệnh `smlink_linkinv` để thực hiện liên kết. Khi xuất hiện bảng như *Hình 3.2* thì ấn ok để hoàn tất.



Hình 3.2 Thực hiện liên kết Matlab và Inventor

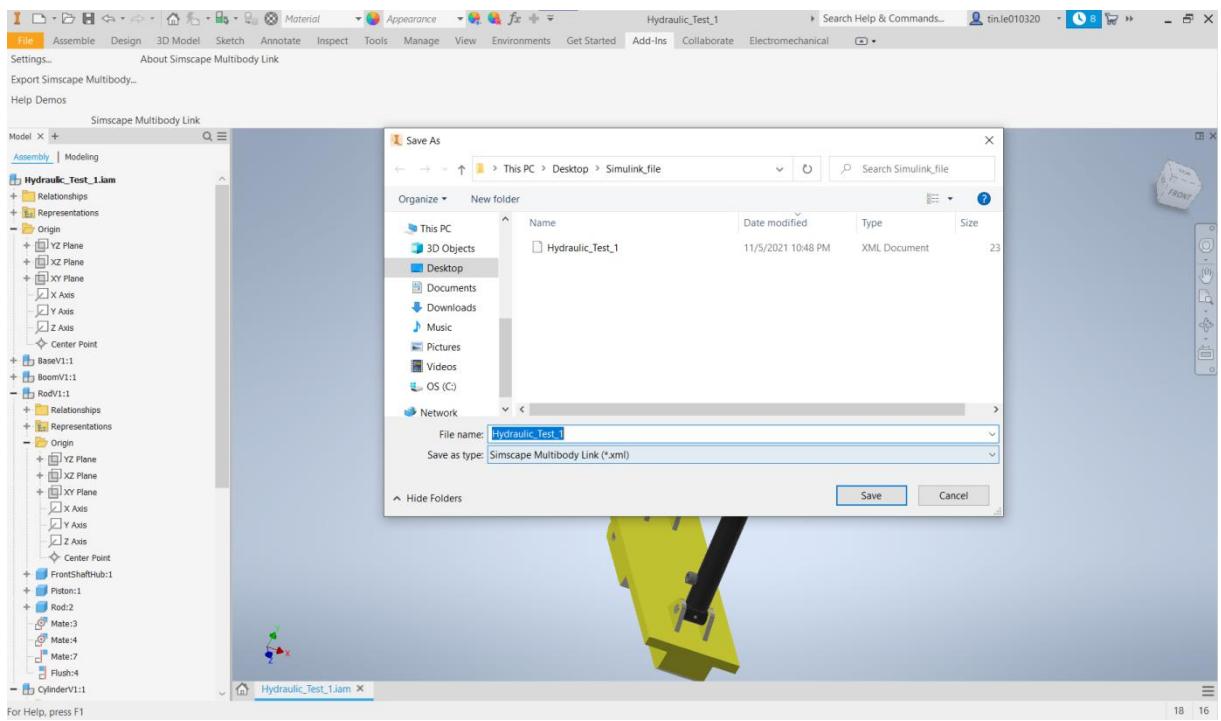
- B3: Kiểm tra liên kết đã hoàn thành hay chưa bằng cách vào trong mục Add-Ins trong Inventor:



Hình 3.3 Kiểm tra liên kết trong mục Add-Ins

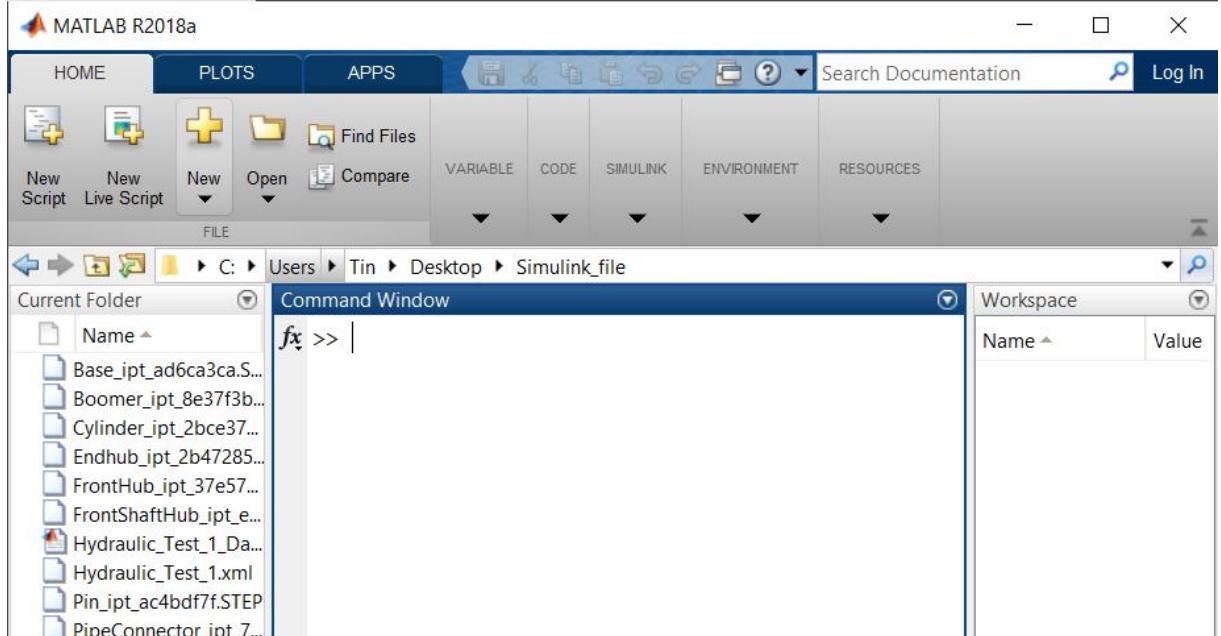
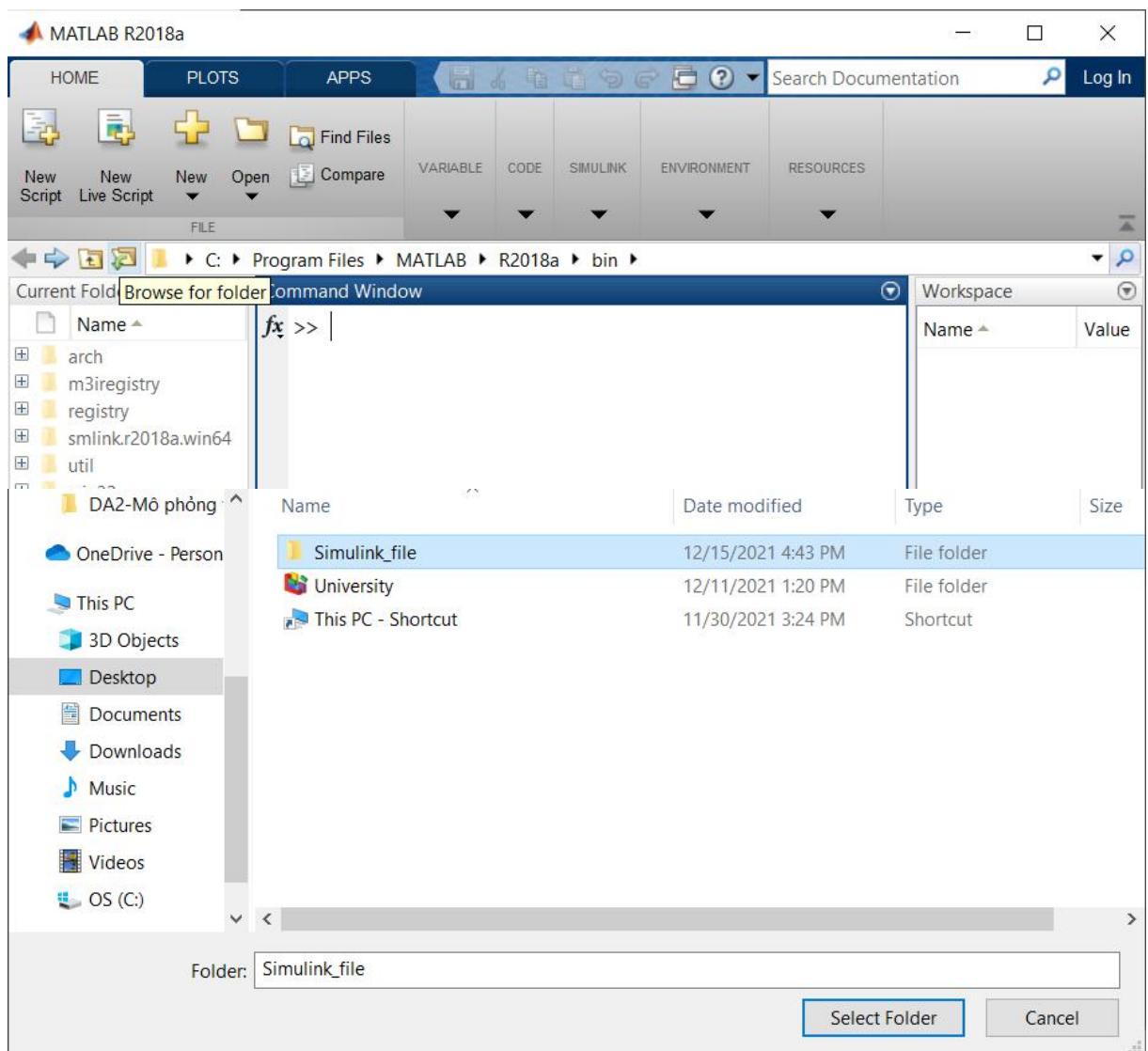
3.3. Thực hiện xuất bản vẽ Assembly sang Matlab Simulink

- B1: Để xuất bản vẽ dạng Assembly vào Matlab Simulink, ta cần mở file bản vẽ dạng Assembly vào mục Add-Ins và kích chọn Export Simscape Multibody, chọn nơi lưu file và tên file (thường tên file được khuyến khích chọn theo tên bản vẽ Assembly), file sẽ được tạo ở định dạng .xml của Simscape Multibody Link.



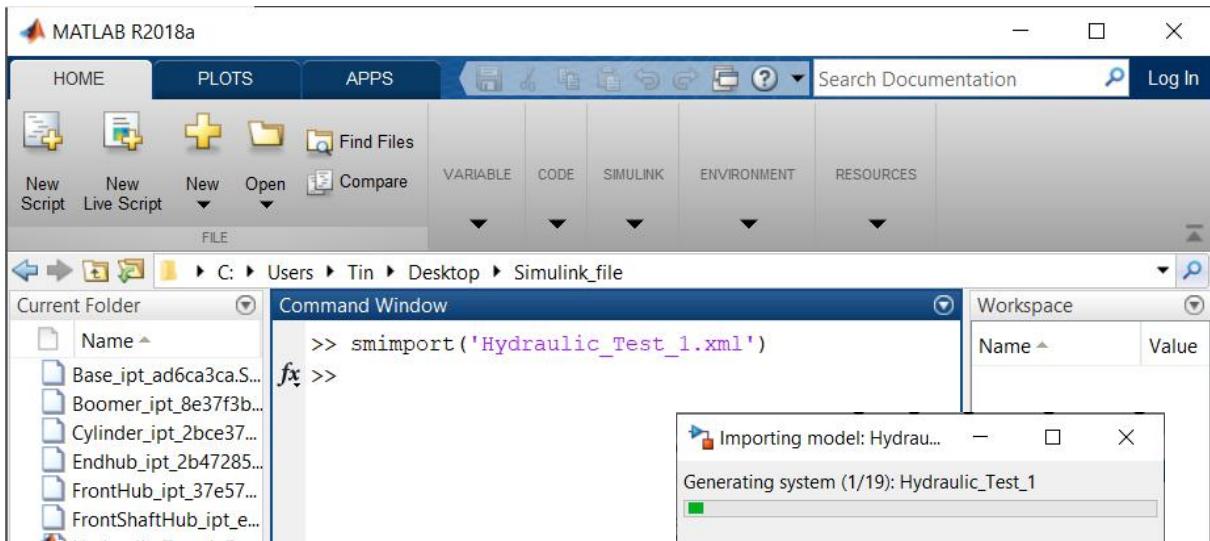
Hình 3.4 Xuất bản vẽ Assembly sang Matlab Simulink

- B2: Để mở file, đầu tiên sau khi khởi động Matlab cần chọn vào thư mục chứa file: click vào Browse for folder và chọn thư mục chứa file, sau đó click vào Select Folder



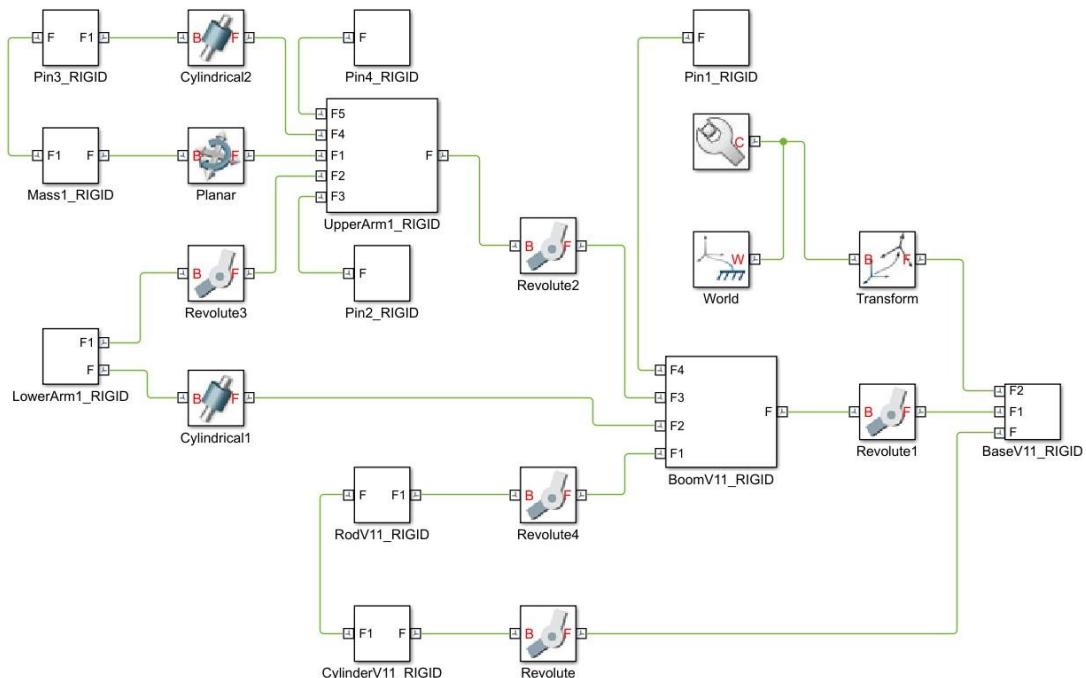
Hình 3.5 Mở thư mục lưu file .xml

- B3: Tại Command Window trong Matlab, ta nhập lệnh `smimport('tenfile.xml')` và chờ quá trình Importing model chạy xong



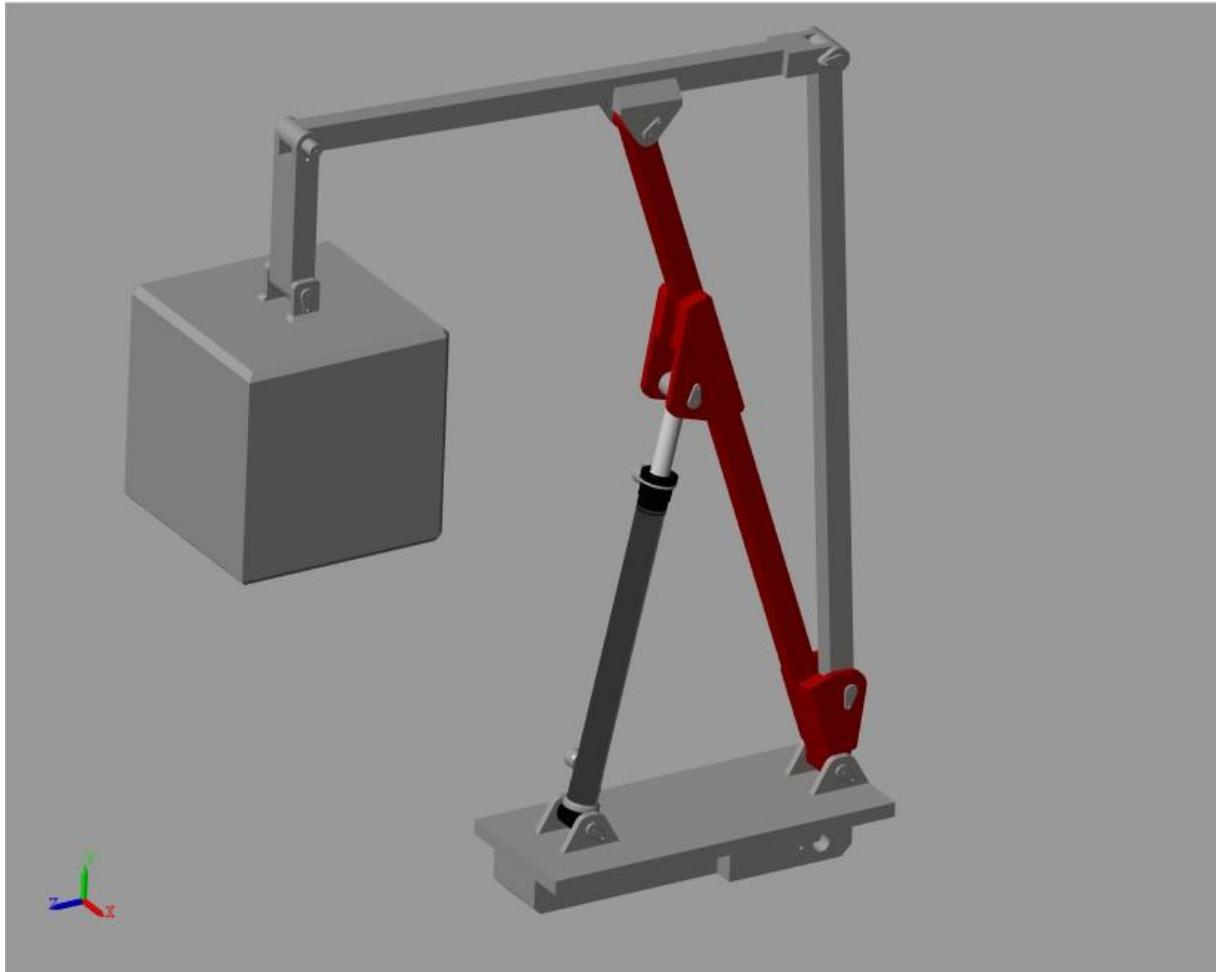
Hình 3.6 Quá trình Import model

- B4: Sau đó, ta sẽ có được cửa sổ Simulink với bản vẽ 3D trong Inventor đã được chuyển đổi sang Matlab Simulink dưới dạng các khối (Block) chức năng



Hình 3.7 Cơ cấu xylanh thủy lực được biểu diễn bằng các Khối (Block) trong Simulink

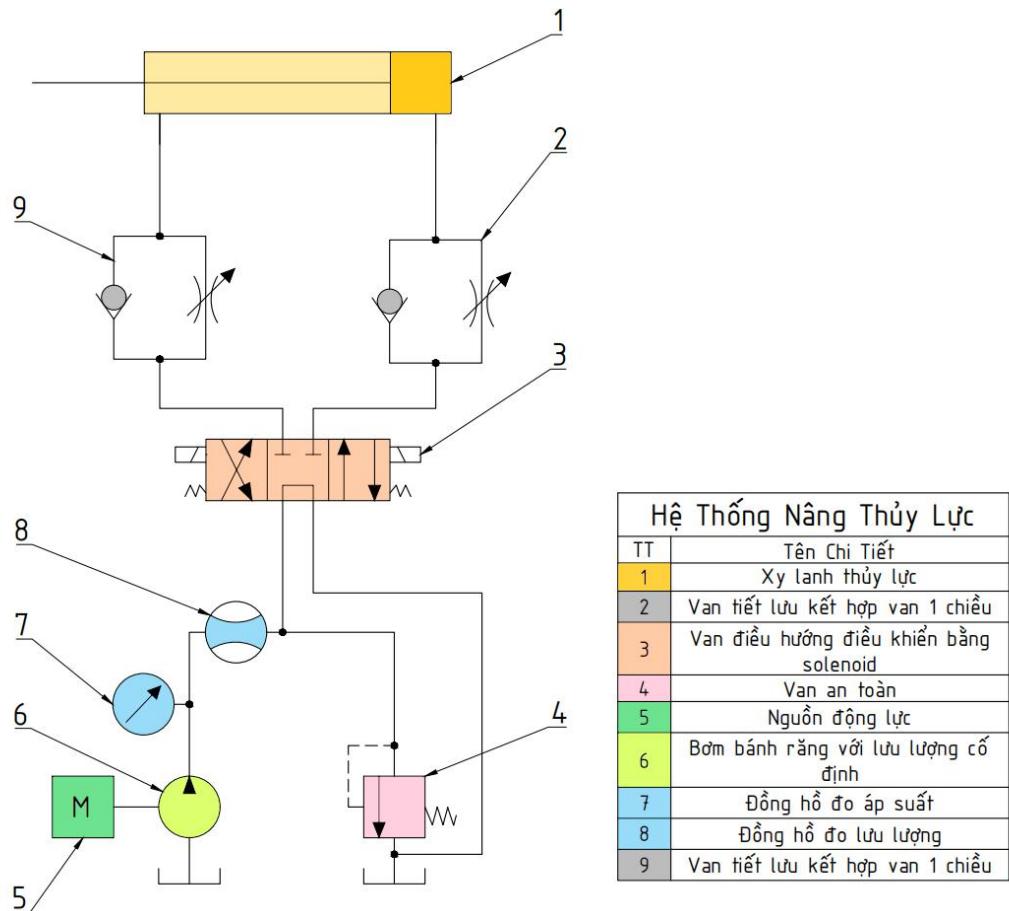
- B5: Trong cửa sổ Simulink, ta có thể chọn Run và kiểm tra xem cơ cấu chạy đúng với thiết kế hay không trong hộp thoại Mechanics Explorers



Hình 3.8 Kiểm tra chuyển động của cơ cầu

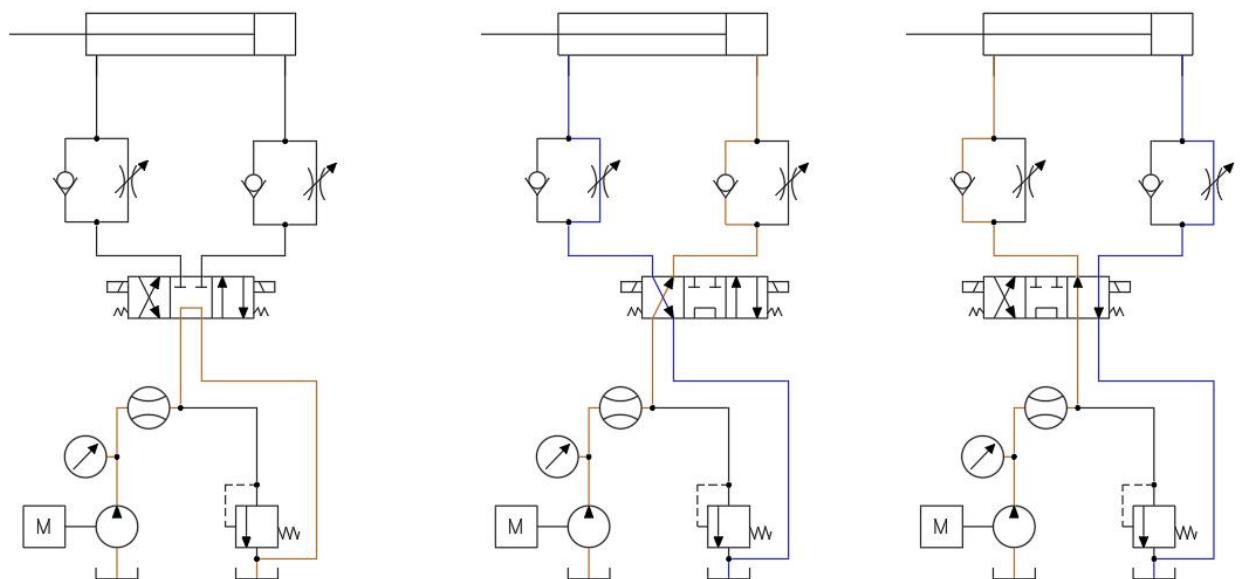
CHƯƠNG 4: HỆ THỐNG THỦY LỰC CỦA CƠ CẤU

4.1. Sơ đồ nguyên lý hệ thống thủy lực trong cơ cầu



Hình 4.1 Sơ đồ nguyên lý hệ thống thủy lực

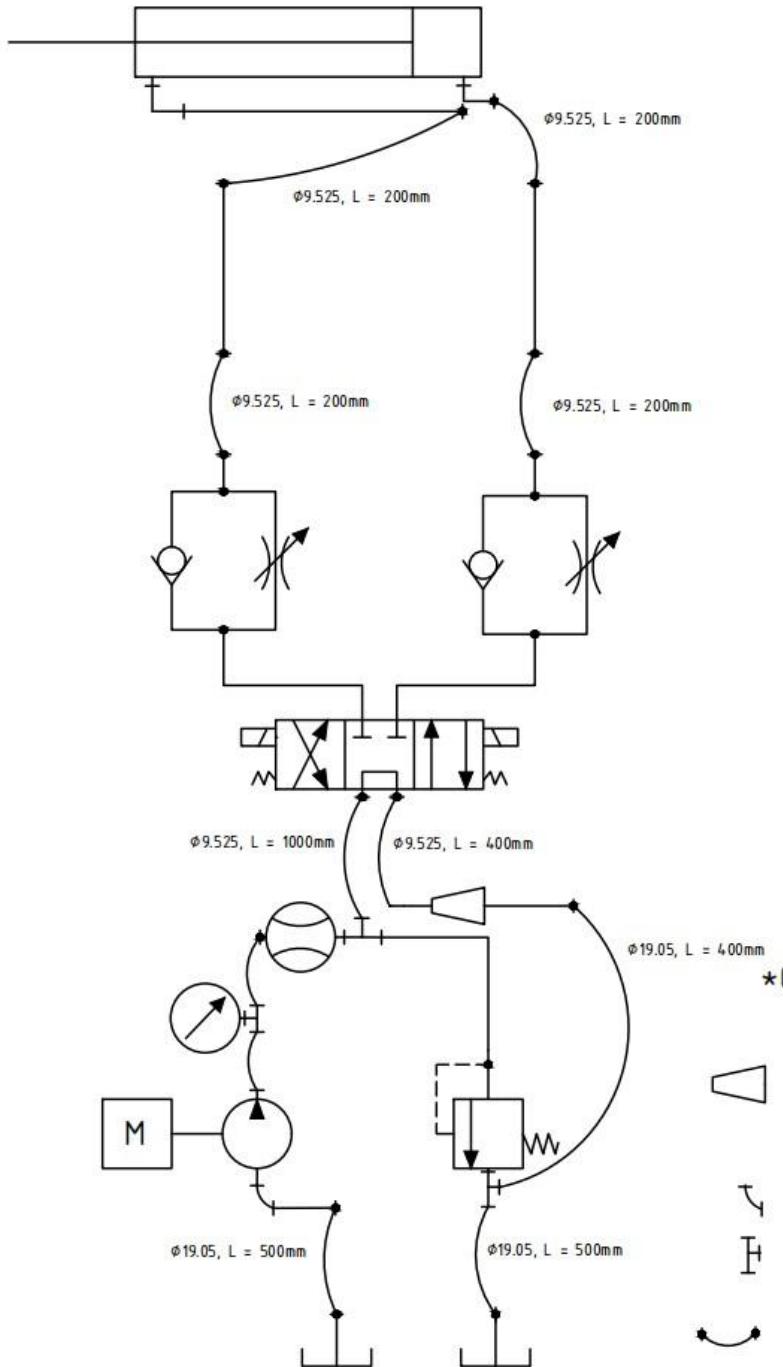
4.2. Nguyên lý làm việc của mạch thủy lực



Hình 4.2 Nguyên lý làm việc của mạch thủy lực

- Khi ở chế độ không tải, bơm được dẫn động bằng nguồn động lực (ở đây là khói M), đưa dầu thuỷ lực từ thùng chứa đi qua van điều hướng ở vị trí trung gian và quay trở về thùng chứa.
- Khi bắt đầu hành trình nâng piston, nguồn động lực dẫn động bơm vận chuyển dầu từ thùng chứa. Do van điều hướng được gạt qua trái, đưa dầu qua van một chiều (với áp suất 150 bar) của cụm van tiết lưu. Dầu được đưa vào xylanh và đẩy piston di chuyển bắt đầu hành trình nâng. Khi piston bắt đầu nâng thì dầu ở bên dưới còn lại của xylanh bắt dầu xả qua van tiết lưu của cụm van tiết lưu (diện tích tiết lưu $6,258 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$). Dầu bắt đầu đi qua van điều hướng và được đưa trở về thùng dầu.
- Khi bắt đầu hành trình thu hồi, nguồn động lực dẫn động bơm vận chuyển dầu từ thùng chứa. Do van điều hướng được gạt qua phải, đưa dầu qua van một chiều (với áp suất 145 bar) của cụm van tiết lưu. Dầu được đưa vào xylanh và đẩy piston phía có ty di chuyển bắt đầu hành trình thu. Khi piston bắt đầu thu thì dầu ở bên dưới còn lại của xylanh bắt dầu xả qua van tiết lưu của cụm van tiết lưu (diện tích tiết lưu $6,258 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$). Dầu bắt đầu đi qua van điều hướng và được đưa trở về thùng dầu.

4.3. Tính toán thiết kế hệ thống thủy lực



*Chú thích:

Ống nối thay đổi diện tích,
đường kính nhỏ = 9.525 mm,
đường kính lớn = 19.05mm

↳ Co nối 90°

↗ Co nối chữ T

↔ Ống nối mềm

Hình 4.3 Hệ thống đường ống trong hệ thống thủy lực

- Bỏ qua các tổn thất từ đường ống, các co nối, ống nối thay đổi diện tích, thay đổi tiết diện ở van điều hướng.
- Xylanh thủy lực có đường kính đường dầu vào và ra $d_3 = 3/8$ inch = 9,525mm.
Suy ra diện tích đường dầu là:

$$A_3 = \frac{\pi d_3^2}{4} = 71,256 \text{ mm}^2 = 7,126 \cdot 10^{-5} \text{ m}^2$$

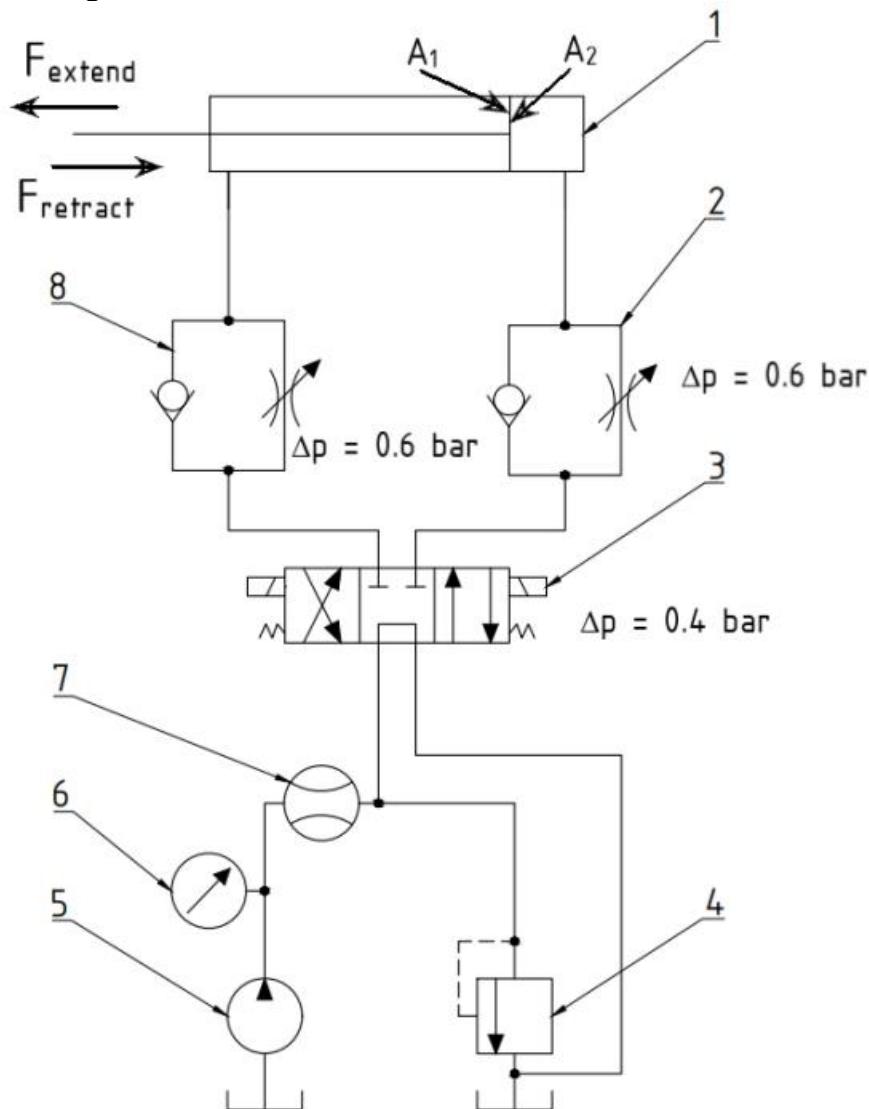
- Đường kính piston $d_2 = 1,5$ inch = 38,1 mm. Suy ra diện tích piston (phần đẩy đi) là:

$$A_2 = \frac{\pi d_2^2}{4} = 1140,091 \text{ mm}^2 = 1,14 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$$

- Đường kính ty $d_1 = 1$ inch = 25,4 mm. Suy ra diện tích phần kéo về là:

$$A_1 = \frac{\pi(d_2^2 - d_1^2)}{4} = 633,38 \text{ mm}^2 = 6,334 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2$$

- Hành trình piston $S = 14$ inch = 0,3556 m
- Áp suất hệ thống tiêu chuẩn $P_1 = 2500$ psi = 17,237 MPa, chọn áp suất ở mức 15MPa = 150 bar.
- Lực đẩy ty: $F_{ex} = P_1 \cdot A_2 = 15 \cdot 10^6 \cdot 1,14 \cdot 10^{-3} = 17100\text{N}$
- Lực kéo ty: $F_{re} = P_1 \cdot A_1 = 15 \cdot 10^6 \cdot 6,334 \cdot 10^{-4} = 9500\text{N}$
- So sánh với lực đẩy ty ban đầu ($F = 6800\text{N}$) thì lực đẩy đủ để nâng quả nặng trong hệ thống.



Hình 4.4 Tốn thất áp suất trong hệ thống thủy lực

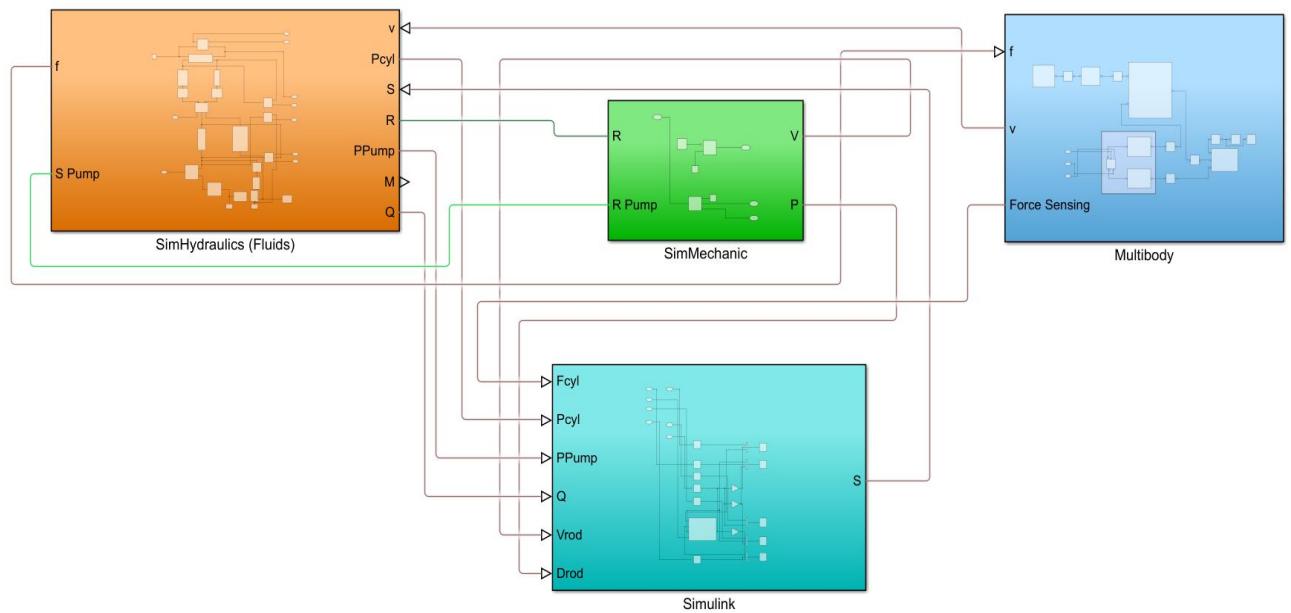
- Do hệ thống xylanh nâng quả nặng chứa tải, theo điều kiện ổn định, ta chọn vận tốc thanh ty khi đẩy ra $v_{rod} = 4,8\text{m/phút} = 0,08\text{m/s}$.
- Lưu lượng tại phần đẩy ty A_2 , $Q_2 = A_2 \cdot v_{rod} = 1,14 \cdot 10^{-3} \cdot 0,08 = 9,12 \cdot 10^{-5} (\text{m}^3/\text{s}) = 5,472 \text{ LPM}$.

- Vận tốc thanh đẩy khi lùi về $v_{rodR} = Q_2/A_1 = 9,12 \cdot 10^{-5} / 6,334 \cdot 10^{-4} = 0,144 \text{ m/s}$.
- Áp suất bơm cần dùng trong hệ thống: $P_{pump} = P_1 + \Delta p_{dcv} + \Delta p_{fcv} + \Delta p_t = 150 + 0,4 + 0,6 + 0,5 = 151,5 \text{ bar} \Rightarrow P_{pumpset} = 151,5 \cdot 1.14 = 173 \text{ bar}$

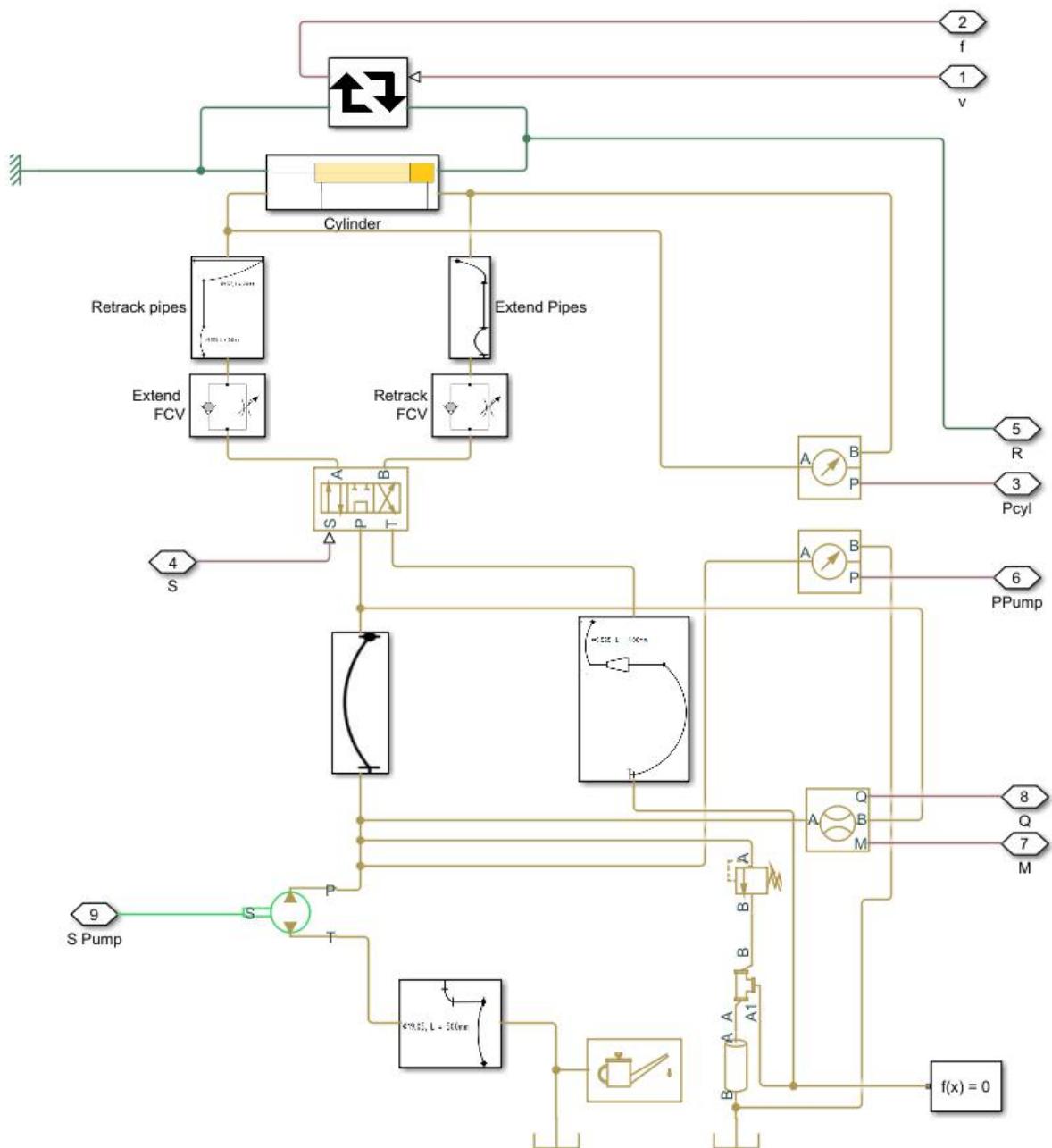
(Với Δp_{dcv} : tổn thất áp tại van điều hướng, Δp_{fcv} : tổn thất áp tại van tiết lưu, Δp_t : tổn thất áp trong đường ống)

- Áp suất cài đặt van an toàn (Pressure Relief Valve) $P_o = 151,5 \cdot (1 + 10\%) \approx 167 \text{ bar}$.
- Từ các tính toán trên, ta chọn các thiết bị cho hệ thống thủy lực như sau:
 - o Bơm: Parker PGP610 0100, lưu lượng riêng $7\text{cm}^3/\text{rev}$, áp suất thiết lập 173 bar.
 - o Van 1 chiều kéo piston về, cỡ van 3/8, áp suất mở cực đại 145 bar, áp suất mở van (crack pressure) 5psi (0,345 bar).
 - o Van 1 chiều đẩy piston đi, cỡ van 3/8, áp suất mở cực đại 150 bar, áp suất mở van (crack pressure) 5psi (0,345 bar).
 - o Van điều hướng 3 vị trí dạng tandem Parker D1V 008, độ mở tối đa thiết lập 5mm, diện tích mở tối đa $71,26\text{mm}^2$, tổn thất áp suất qua van 0,4 bar.
 - o Van tiết lưu đường đẩy piston đi là van Parker F600 có diện tích tiết lưu $6,258 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$. Hệ số tiết lưu $C_v = 0,787$.
 - o Van tiết lưu đường kéo piston về là van Parker F600 có diện tích tiết lưu $6,258 \cdot 10^{-6} \text{ m}^2$. Hệ số tiết lưu $C_v = 0,787$.

CHƯƠNG 5: HỆ THỐNG XYLANH THỦY LỰC TRÊN MATLAB/SIMSCAPE

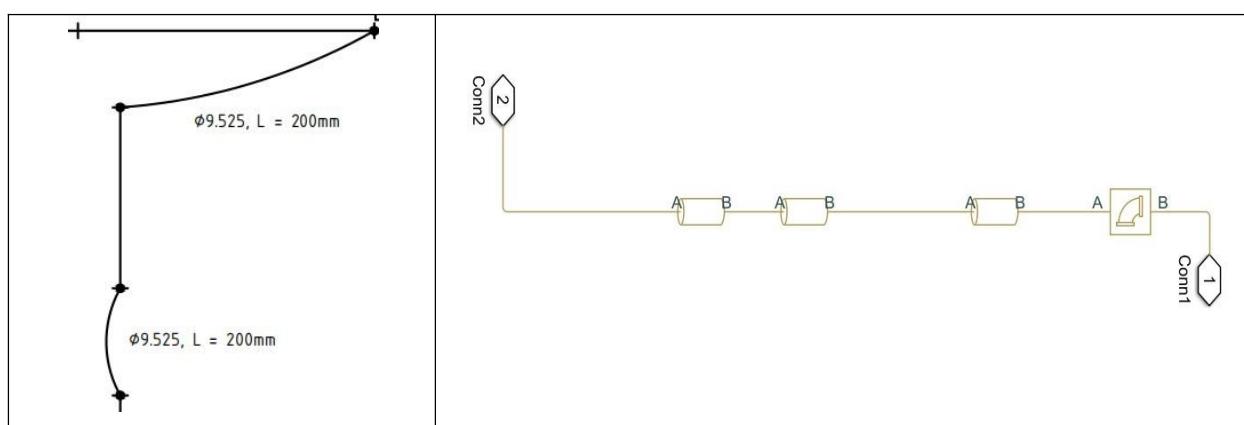


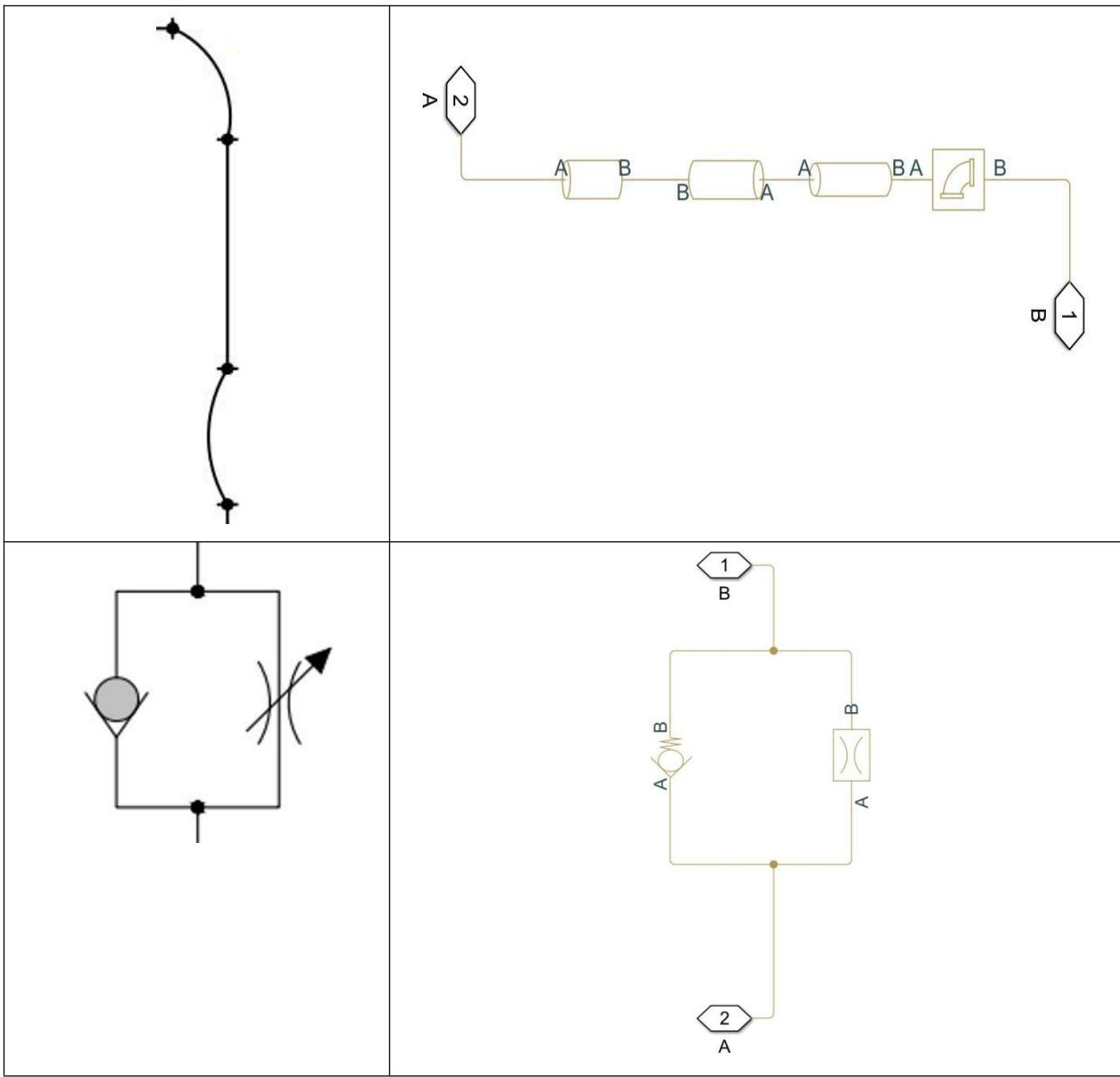
Hình 5.1 Mạch thủy lực thiết kế liên kết với cụm cơ cầu xylanh thủy lực

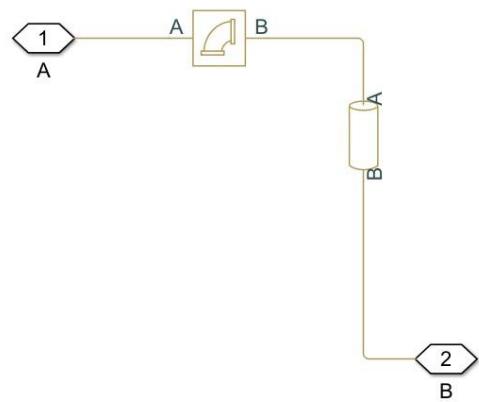
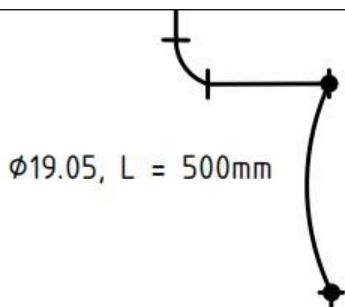
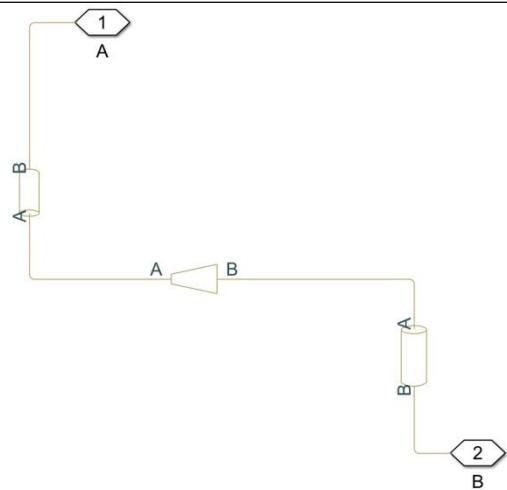
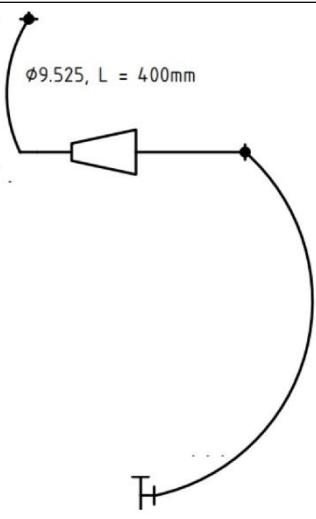
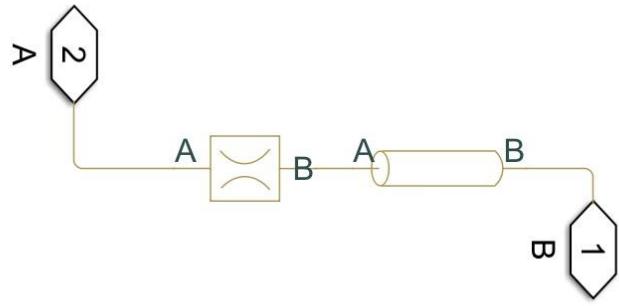


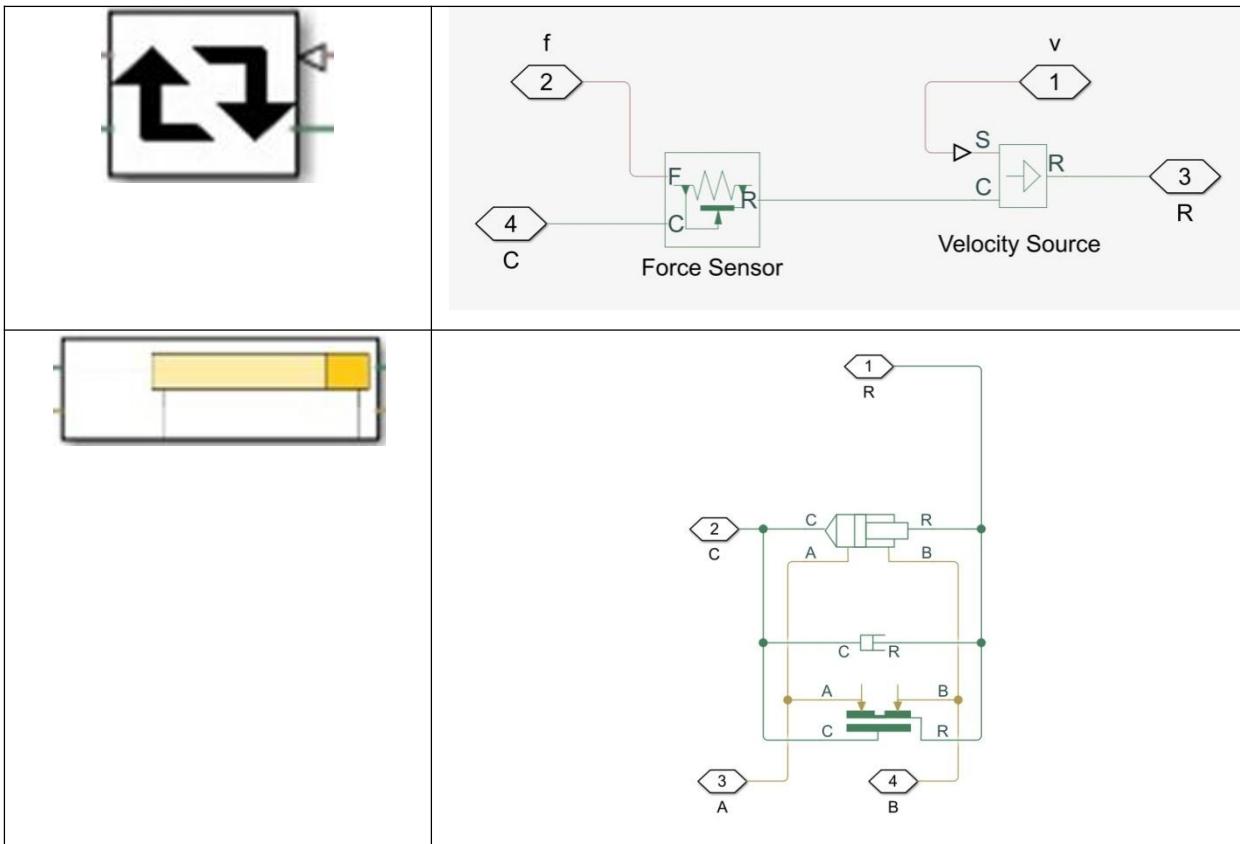
Hình 5.2 Các khối trong hệ thống con Fluids

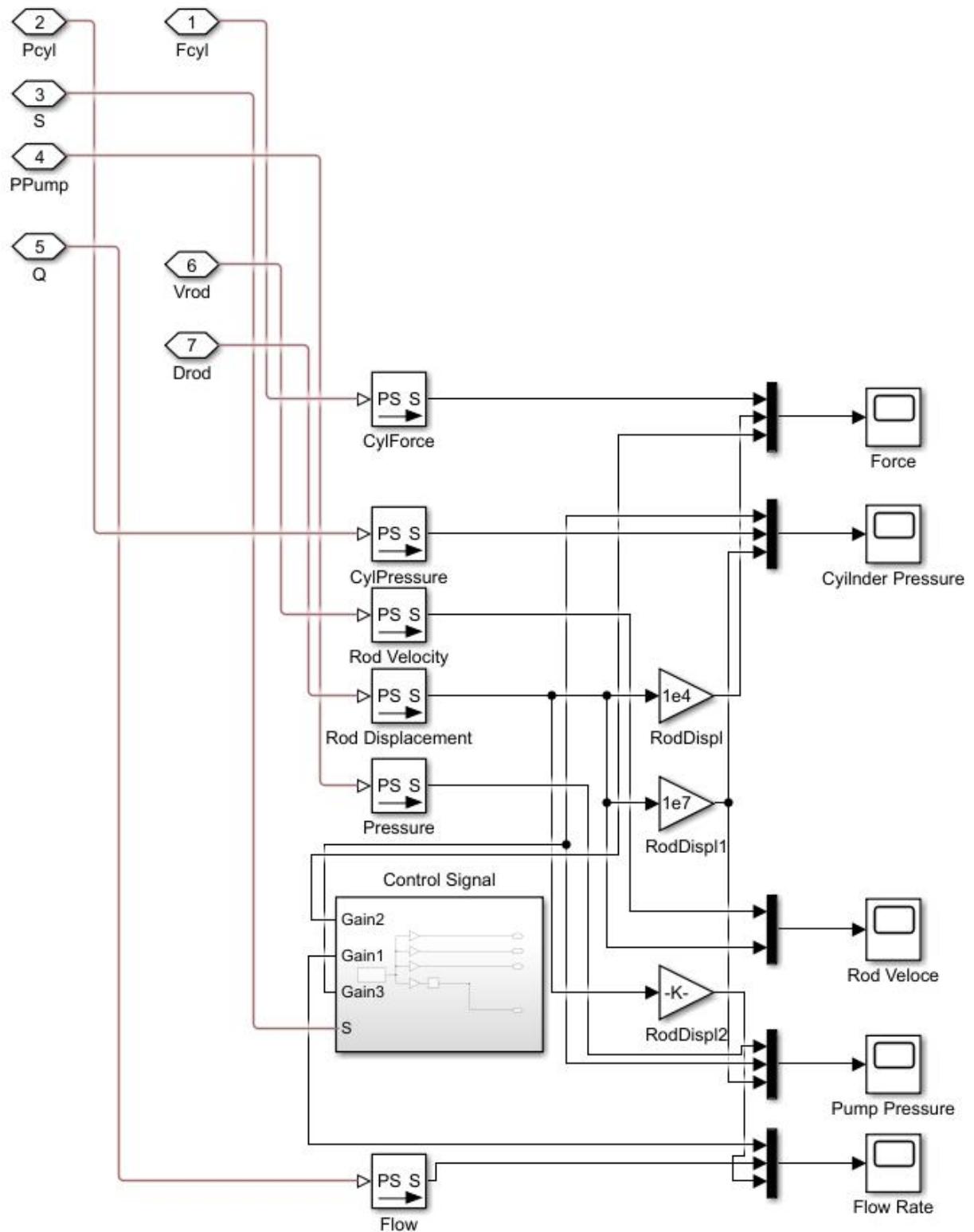
Bảng 5.1 Chú thích các khối trong hệ thống con Fluids





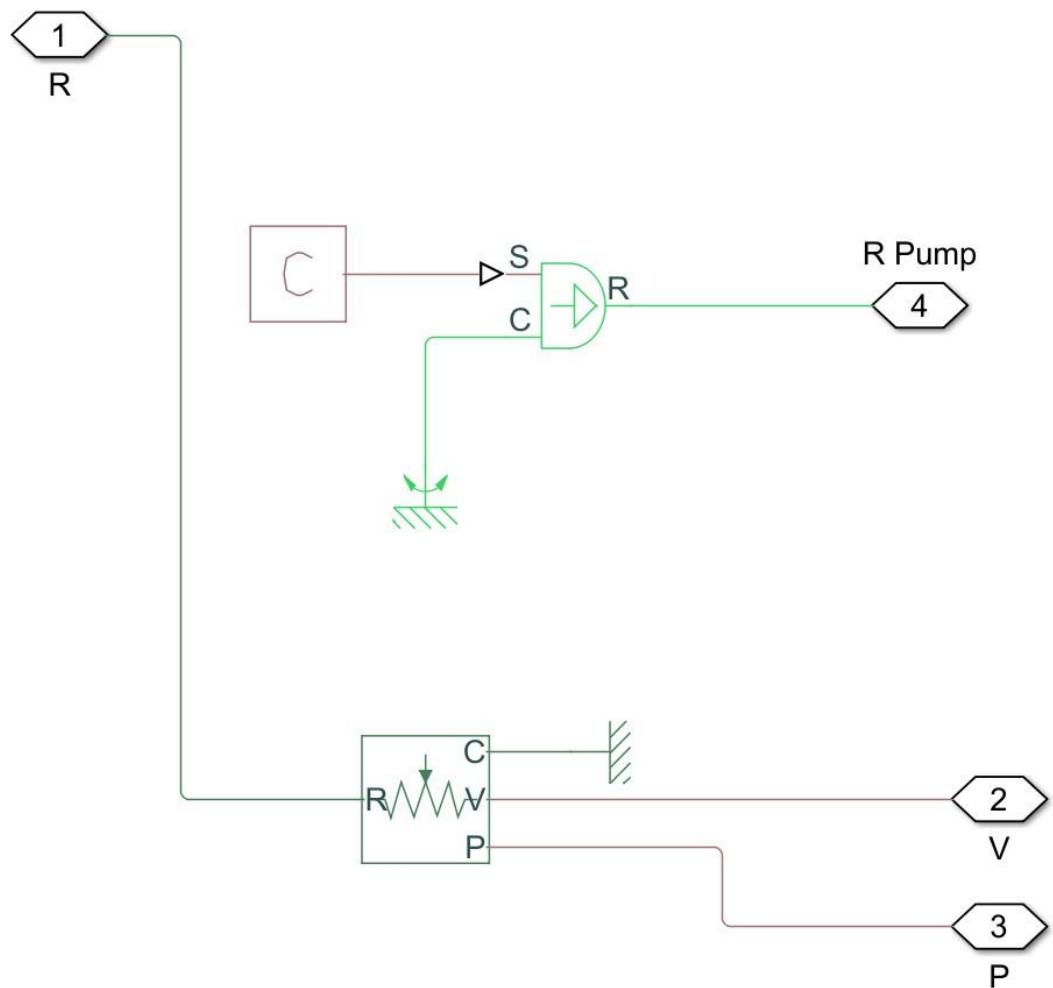
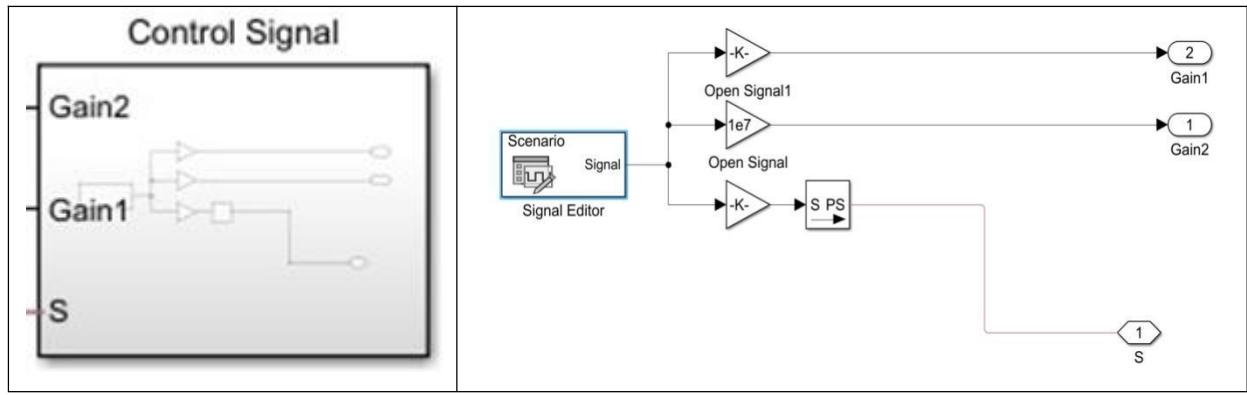




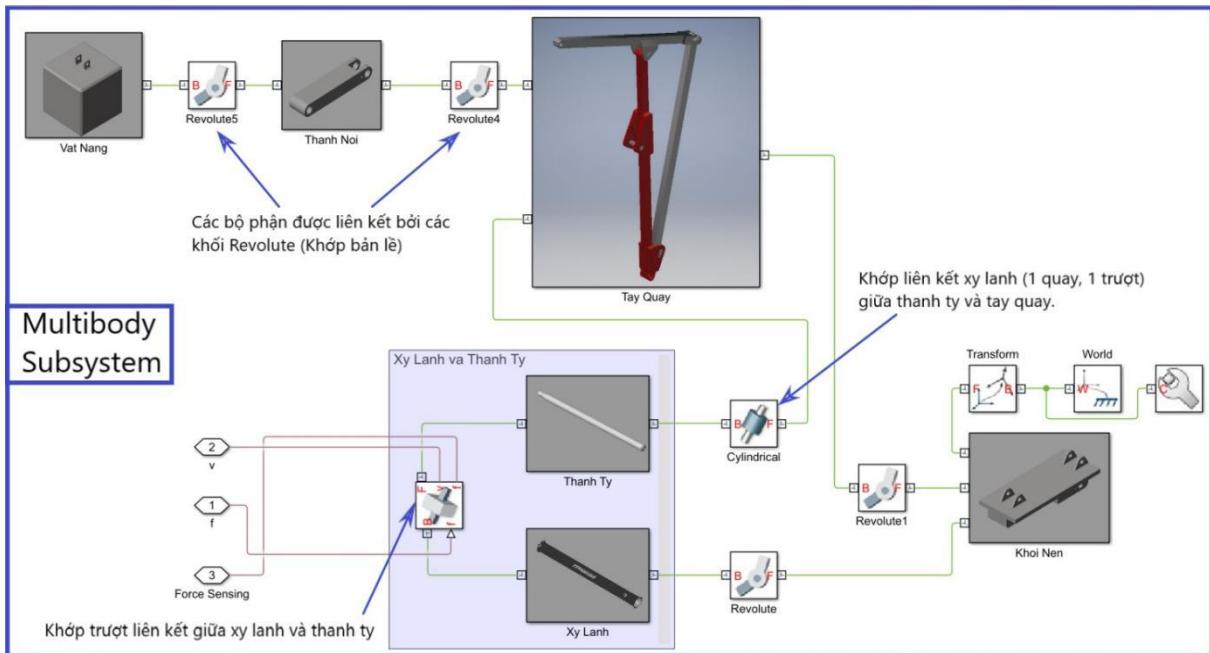


Hình 5.3 Các khối trong hệ thống con Simulink

Bảng 5.2 Chú thích các khối trong hệ thống con Simulink



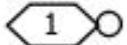
Hình 5.4 Các khối trong hệ thống con Mechanics

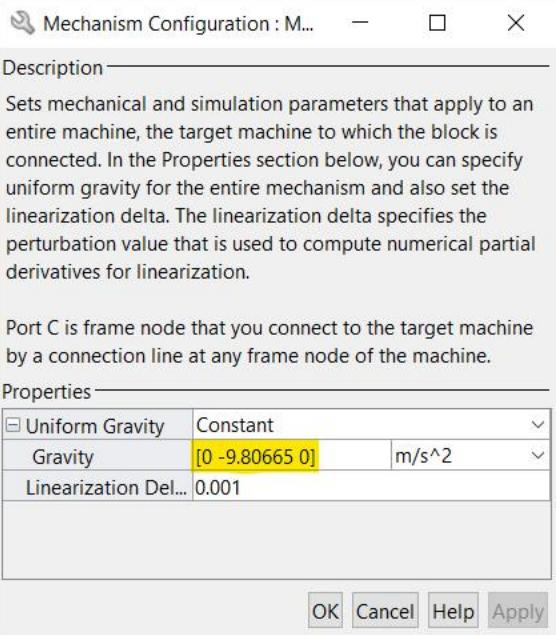
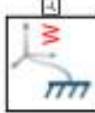
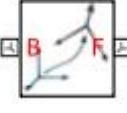
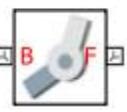


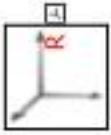
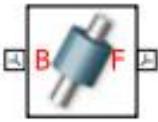
Hình 5.5 Các khối trong hệ thống con Multibody

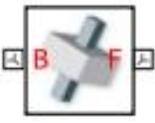
Bảng 5.3 Giải thích khái niệm điều khiển trong hệ thống thuỷ lực

Tên và ký hiệu	Chức năng và cài đặt
	<p>Khối Subsystem chứa một tập hợp con các khối trong một mô hình hoặc hệ thống. Khối Hệ thống con có thể đại diện cho một hệ thống con ảo hoặc một hệ thống con phi ảo.</p> <p>Ví dụ như <i>Hình 5.1</i>, có khối Subsystem (hệ thống con): Fluids, Simulink, Multibody, ...</p>
	<p>Khối Import đưa tín hiệu liên kết từ bên ngoài một hệ thống vào hệ thống. Số cổng của khối Import được chỉ định theo quy tắc:</p> <p>Nó tự động đánh số thứ tự các khối Import trong hệ thống cấp cao nhất hoặc hệ thống con một cách tuần tự, bắt đầu bằng 1.</p> <p>Nếu thêm một khối Import, nhãn là số có sẵn tiếp theo.</p> <p>Nếu xóa một khối Import, các số cổng khác sẽ tự động được đánh số lại để đảm bảo rằng các khối Import theo thứ tự và không có số nào bị bỏ qua.</p> <p>Nếu sao chép một khối Import vào một hệ thống, số cổng của nó không được đánh số lại trừ khi số hiện tại của nó xung đột với</p>

	<p>một cổng vào đã có trong hệ thống. Nếu số cổng của khối Import được sao chép không theo thứ tự, hãy đánh số lại khôi. Nếu không, sẽ nhận được thông báo lỗi khi chạy mô phỏng hoặc cập nhật sơ đồ khôi.</p>
 Outport	<p>Khối Outport gửi các tín hiệu liên kết từ một hệ thống đến một đích bên ngoài hệ thống. Chúng có thể kết nối các tín hiệu truyền từ một hệ thống con đến các phần khác của mô hình. Chúng cũng có thể cung cấp các đầu ra bên ngoài ở cấp cao nhất của hệ thống phân cấp mô hình.</p> <p>Số cổng khôi Outport được chỉ định theo các quy tắc sau:</p> <p>Các khôi Outport trong hệ thống cấp cơ sở hoặc hệ thống con được đánh số theo thứ tự, bắt đầu bằng 1.</p> <p>Nếu bạn thêm một khôi Outport, nó sẽ được xác định số có sẵn tiếp theo.</p> <p>Nếu bạn xóa một khôi Outport, các số cổng khác sẽ tự động được đánh số lại để đảm bảo rằng các khôi Outport theo thứ tự và không có số nào bị bỏ qua.</p>
 Connection Port	<p>Cổng kết nối, khôi này dùng trong subsystem khi cần kết nối các cổng vật lý.</p>
 Mechanism Configuration	<p>Đặt các thông số cơ học và mô phỏng áp dụng cho toàn bộ máy, máy mục tiêu mà khôi được kết nối. Trong phần Properties bên dưới, ta có thể chỉ định lực hấp dẫn (Gravity) thống nhất cho toàn bộ cơ cấu và cũng có thể đặt delta tuyến tính hóa.</p> <p>Cổng C là nút khung mà ta kết nối với máy mục tiêu bằng một đường kết nối tại bất kỳ nút khung nào của máy.</p>

	 <p>The dialog box shows the following details:</p> <ul style="list-style-type: none"> Description: Sets mechanical and simulation parameters that apply to an entire machine, the target machine to which the block is connected. In the Properties section below, you can specify uniform gravity for the entire mechanism and also set the linearization delta. The linearization delta specifies the perturbation value that is used to compute numerical partial derivatives for linearization. Port C is frame node that you connect to the target machine by a connection line at any frame node of the machine. Properties section: <table border="1"> <tr> <td>Uniform Gravity</td> <td>Constant</td> </tr> <tr> <td>Gravity</td> <td>[0 -9.80665 0] m/s²</td> </tr> <tr> <td>Linearization Del...</td> <td>0.001</td> </tr> </table> Buttons at the bottom: OK, Cancel, Help, Apply. 	Uniform Gravity	Constant	Gravity	[0 -9.80665 0] m/s ²	Linearization Del...	0.001
Uniform Gravity	Constant						
Gravity	[0 -9.80665 0] m/s ²						
Linearization Del...	0.001						
 World Frame	<p>Cung cấp không gian bằng một khung tọa độ bất động, trực giao, theo nguyên tắc bàn tay phải được xác định trước trong bất kỳ mô hình cơ học nào. World Frame là nền của tất cả các mạng khung trong một mô hình cơ học.</p> <p>Một mô hình có thể có nhiều khôi World Frame, nhưng tất cả đều đại diện cho cùng một khung.</p> <p>Cổng W là một cổng khung được xác định với World Frame. Bất kỳ cổng khung nào kết nối trực tiếp với W cũng được xác định với World Frame.</p>						
 Rigid Transform	<p>Xác định phép biến đổi cứng 3-D cố định giữa hai khung. Hai thành phần chỉ định độc lập các phần tịnh tiến và quay của phép biến hình. Các chuyển động tịnh tiến và xoay có thể kết hợp tự do.</p> <p>Cổng B và F lần lượt là Base (nền) và Following Frame (Khung đính vào nền).</p>						
 Revolute Joint	<p>Lắp khớp bản lề, chỉ có 1 bậc tự do duy nhất.</p> <p>Cổng B tương ứng với Base (nền) và F tương ứng với Following Frames.</p> <p>Trong các nút có thể mở rộng bên dưới Properties, ta có thể xác định trạng thái (State Targets), phương pháp hoạt động (Actuations), đo bằng cảm biến (sensing) và cơ học nội</p>						

	(Internal Mechanics)(vị trí cân bằng, độ cứng lò xo, hệ số giảm chấn) của khớp này (1 xoay theo Z). Sau khi áp dụng các cài đặt này, khôi sẽ hiển thị các công tín hiệu vật lý tương ứng.
 Reference Frame	Xác định một khung mà các khung khác trong mạng có thể được tham chiếu đến hoặc các khôi nào có thể được gắn vào. (Không bắt buộc) Cỗng R là một cỗng khung được xác định với hệ quy chiếu. Bất kỳ cỗng khung nào kết nối trực tiếp với R cũng được xác định với hệ quy chiếu.
 Cylindrical Joint	Lắp kiểu trụ tròn, có 1 chuyển động tịnh tiến và 1 chuyển động xoay. Cỗng B tương ứng với Base (nền) và F tương ứng với Following Frames. Trong các nút có thể mở rộng bên dưới Properties, ta có thể xác định trạng thái (State Targets), phương pháp hoạt động (Actuations), đo bằng cảm biến (sensing) và cơ học nội (Internal Mechanics)(vị trí cân bằng, độ cứng lò xo, hệ số giảm chấn) của các khớp này (1 tịnh tiến theo Z và 1 xoay theo Z). Sau khi bạn áp dụng các cài đặt này, khôi sẽ hiển thị các công tín hiệu vật lý tương ứng.
 Planar Joint	Đại diện cho một khớp phẳng giữa hai khung. Khớp này có hai bậc tự do tịnh tiến và một bậc quay. Cỗng B tương ứng với Base (nền) và F tương ứng với Following Frames. Trong các nút có thể mở rộng bên dưới Properties, ta có thể xác định trạng thái (State Targets), phương pháp hoạt động (Actuations), đo bằng cảm biến (sensing) và cơ học nội (Internal Mechanics)(vị trí cân bằng, độ cứng lò xo, hệ số giảm chấn) của các khớp này (2 tịnh tiến lần lượt theo X và Y, 1 xoay theo Z) . Sau khi áp dụng các cài đặt này, khôi sẽ hiển thị các công tín hiệu vật lý tương ứng.

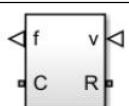
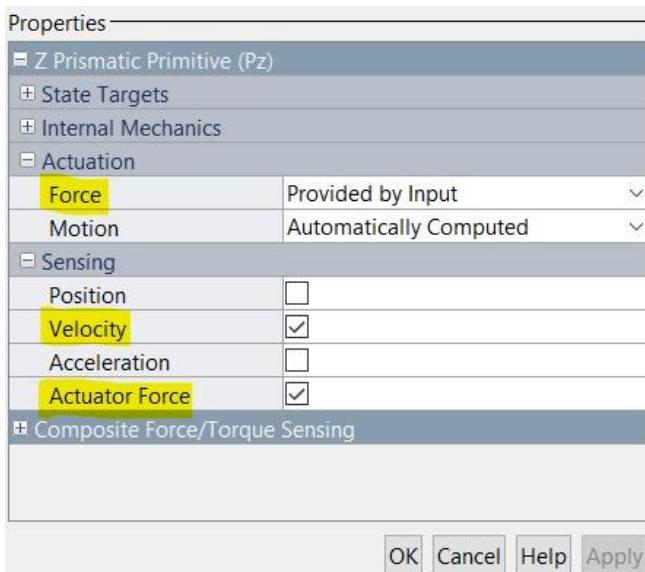


Prismatic Joint

Lắp kiểu trượt, chỉ có 1 bậc tự do duy nhất.

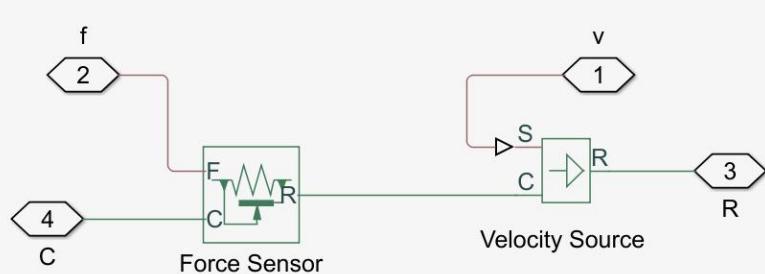
Cổng B tương ứng với Base (nền) và F tương ứng với Following Frames.

Trong các nút có thể mở rộng bên dưới Properties, ta có thể xác định trạng thái (State Targets), phương pháp hoạt động (Actuations), đo bằng cảm biến (sensing) và cơ học nội (Internal Mechanics)(vị trí cân bằng, độ cứng lò xo, hệ số giảm chấn) của khớp này (1 tịnh tiến theo Z) . Sau khi áp dụng các cài đặt này, khói sẽ hiển thị các cổng tín hiệu vật lý tương ứng.



Translational Intf

Dùng để kết hợp phần cơ khí và phần thủy lực thông qua việc kích thích động học và phản hồi lực. (Trao đổi không tồn tại)



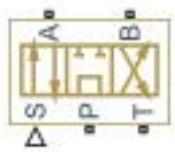
Double-Acting
Hydraulic Cylinder

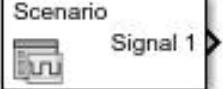
Khối xy lanh thủy lực tác động kép chuyển đổi năng lượng thủy lực thành cơ năng dưới dạng chuyển động tịnh tiến. Chất lỏng thủy lực được bơm dưới áp suất vào một trong hai buồng xy lanh buộc piston chuyển động và tác dụng lực lên thanh ty xi

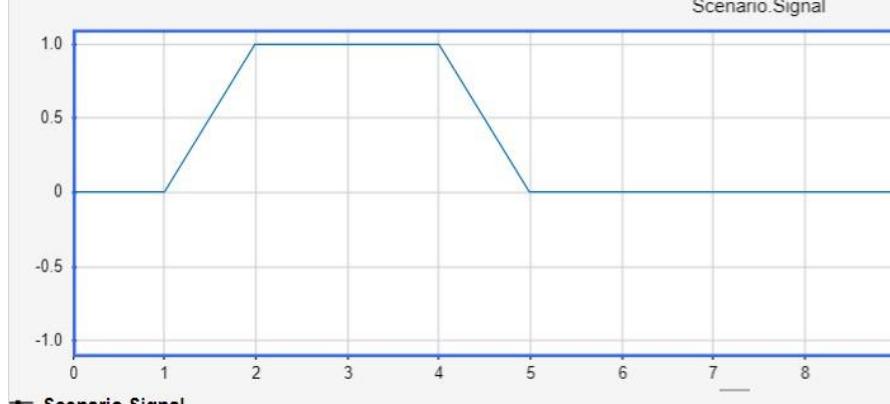
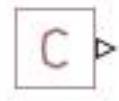
	<p>lanh. Xi lanh tác dụng kép truyền lực và chuyển động theo cả hai phương.</p> <p>Cổng R và C là các cổng bảo toàn tịnh tiến cơ học tương ứng với thanh xi lanh và cơ cấu kẹp xi lanh. Cổng A và B là các cổng bảo toàn thủy lực. Cổng A được kết nối với bộ chuyển đổi A và cổng B được kết nối với bộ chuyển đổi B.</p>
 Mechanical Translational Reference	<p>Đại diện cho một điểm tham chiếu, hoặc khung, cho tất cả các cổng tịnh tiến cơ học. Tất cả các cổng tịnh tiến được kẹp chặt vào khung (mặt đất) phải được kết nối với khối tham chiếu tịnh tiến cơ học.</p>
 Translational Damper	<p>Đại diện cho một van điều tiết nhót tịnh tiến cơ học lý tưởng.</p> <p>Chiều dương của khối là từ cổng R đến cổng C. Điều này có nghĩa là lực là dương nếu nó tác dụng theo chiều từ R đến C.</p>

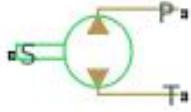
 Cylinder Friction	<p>Khối ma sát xi lanh mô phỏng ma sát khi tiếp xúc giữa các bộ phận chuyển động trong xi lanh thủy lực và được sử dụng chủ yếu như một khối kết hợp với cả xi lanh tác động kép và đơn để phát triển mô hình xi lanh có ma sát. Lực ma sát được mô phỏng như một hàm của vận tốc và áp suất tương đối, và được giả định là tổng của Stribeck, Coulomb và các thành phần nhót. Lực ma sát Coulomb bao gồm lực tải trước, gây ra bởi sự ép chặt con dấu trong quá trình lắp ráp, và lực tỷ lệ với áp lực. Tổng của lực ma sát Coulomb và Stribeck ở vận tốc bằng không thường được gọi là lực ma sát ly khai. Để biết thêm thông tin, hãy xem trang tham chiếu khối Ma sát tĩnh tiến.</p>
 Elbow	<p>Khối Elbow đại diện cho đoạn cong của đường ống như một lực cản thủy lực cục bộ. Tần số tự do được tính theo công thức bán thực nghiệm dựa trên hệ số tần số tự do, được xác định theo các khuyến nghị của Crane Co. Hai loại elbow là: cong tròn (tiêu chuẩn) và nhọn (khía cạnh). Khối bao phủ khuỷu tay trong phạm vi 5–100 mm và 0–90 độ.</p>

	<p>Settings</p> <p>Parameters</p> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>Elbow type:</td><td>Smoothly curved</td></tr> <tr> <td>Elbow internal diameter:</td><td>9.525e-3</td></tr> <tr> <td>Elbow angle:</td><td>90</td></tr> <tr> <td>Laminar transition specification:</td><td>Pressure ratio</td></tr> <tr> <td>Laminar flow pressure ratio:</td><td>0.999</td></tr> </tbody> </table>	Elbow type:	Smoothly curved	Elbow internal diameter:	9.525e-3	Elbow angle:	90	Laminar transition specification:	Pressure ratio	Laminar flow pressure ratio:	0.999												
Elbow type:	Smoothly curved																						
Elbow internal diameter:	9.525e-3																						
Elbow angle:	90																						
Laminar transition specification:	Pressure ratio																						
Laminar flow pressure ratio:	0.999																						
 Hydraulic Pipeline	<p>Mô hình hóa các đường ống thủy lực có mặt cắt hình tròn và không tròn. Khối này giải thích cho sự mất mát ma sát dọc theo chiều dài đường ống và cho khả năng nén của chất lỏng. Khối này không tính đến quán tính của chất lỏng và không thể được sử dụng để dự đoán các tác động như búa nước hoặc sự thay đổi áp suất do gia tốc chất lỏng gây ra.</p> <p>Parameters</p> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>Pipe cross section type:</td> <td>Circular</td> </tr> <tr> <td>Pipe internal diameter:</td> <td>9.525e-3</td> </tr> <tr> <td>Geometrical shape factor:</td> <td>64</td> </tr> <tr> <td>Pipe length:</td> <td>0.5</td> </tr> <tr> <td>Aggregate equivalent length of local resistances:</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Internal surface roughness height:</td> <td>15e-6</td> </tr> <tr> <td>Laminar flow upper Reynolds number limit:</td> <td>2000</td> </tr> <tr> <td>Turbulent flow lower Reynolds number limit:</td> <td>4000</td> </tr> <tr> <td>Pipe wall type:</td> <td>Rigid</td> </tr> <tr> <td>Specific heat ratio:</td> <td>1.4</td> </tr> <tr> <td>Initial pressure:</td> <td>0</td> </tr> </tbody> </table>	Pipe cross section type:	Circular	Pipe internal diameter:	9.525e-3	Geometrical shape factor:	64	Pipe length:	0.5	Aggregate equivalent length of local resistances:	1	Internal surface roughness height:	15e-6	Laminar flow upper Reynolds number limit:	2000	Turbulent flow lower Reynolds number limit:	4000	Pipe wall type:	Rigid	Specific heat ratio:	1.4	Initial pressure:	0
Pipe cross section type:	Circular																						
Pipe internal diameter:	9.525e-3																						
Geometrical shape factor:	64																						
Pipe length:	0.5																						
Aggregate equivalent length of local resistances:	1																						
Internal surface roughness height:	15e-6																						
Laminar flow upper Reynolds number limit:	2000																						
Turbulent flow lower Reynolds number limit:	4000																						
Pipe wall type:	Rigid																						
Specific heat ratio:	1.4																						
Initial pressure:	0																						
 Check Valve	<p>Đại diện cho một van một chiều thủy lực dưới dạng mô hình dựa trên bảng dữ liệu. Mục đích của van một chiều là cho phép dòng chảy theo một hướng và chặn nó theo hướng ngược lại.</p>																						

	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Parameters</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Maximum passage area:</td><td>7.126e-5 <input type="text"/></td></tr> <tr> <td>Cracking pressure:</td><td>0.345 <input type="text"/> bar</td></tr> <tr> <td>Maximum opening pressure:</td><td>150 <input type="text"/> bar</td></tr> <tr> <td>Flow discharge coefficient:</td><td>0.7 <input type="text"/></td></tr> <tr> <td>Leakage area:</td><td>1e-12 <input type="text"/> m^2</td></tr> <tr> <td>Laminar transition specification:</td><td>Pressure ratio <input type="text"/></td></tr> <tr> <td>Laminar flow pressure ratio:</td><td>0.999 <input type="text"/></td></tr> <tr> <td>Opening dynamics:</td><td>Do not include valve opening dynamics <input type="text"/></td></tr> </tbody> </table>	Parameters		Maximum passage area:	7.126e-5 <input type="text"/>	Cracking pressure:	0.345 <input type="text"/> bar	Maximum opening pressure:	150 <input type="text"/> bar	Flow discharge coefficient:	0.7 <input type="text"/>	Leakage area:	1e-12 <input type="text"/> m^2	Laminar transition specification:	Pressure ratio <input type="text"/>	Laminar flow pressure ratio:	0.999 <input type="text"/>	Opening dynamics:	Do not include valve opening dynamics <input type="text"/>
Parameters																			
Maximum passage area:	7.126e-5 <input type="text"/>																		
Cracking pressure:	0.345 <input type="text"/> bar																		
Maximum opening pressure:	150 <input type="text"/> bar																		
Flow discharge coefficient:	0.7 <input type="text"/>																		
Leakage area:	1e-12 <input type="text"/> m^2																		
Laminar transition specification:	Pressure ratio <input type="text"/>																		
Laminar flow pressure ratio:	0.999 <input type="text"/>																		
Opening dynamics:	Do not include valve opening dynamics <input type="text"/>																		
 Fixed Orifice	<p>Tạo mô hình một lỗ có độ lớn nhỏ hơn độ lớn đường ống để giảm tốc độ dòng chảy, có diện tích không đổi được mài sắc cạnh, tốc độ dòng chảy qua đó tỷ lệ với chênh lệch áp suất qua lỗ.</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 10px;"> <p> Block Parameters: Fixed Orifice2 X</p> <p>Fixed Orifice</p> <p>The block models a square-edged constant-area orifice with flow rate proportional to the pressure differential across the orifice. The model accounts for the laminar and turbulent flow regimes by monitoring the Reynolds number and comparing its value with the critical Reynolds number.</p> <p>Connections A and B are conserving hydraulic ports associated with the orifice inlet and outlet, respectively. The block positive direction is from port A to port B. This means that the flow rate is positive if fluid flows from A to B, and the pressure differential is determined as $p = p_A - p_B$.</p> <p>Settings</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="padding: 2px;">Parameters</td> <td style="padding: 2px;">Variables</td> </tr> <tr> <td>Orifice area: <input type="text" value="6.258e-6"/></td> <td><input type="text"/> m^2</td> </tr> <tr> <td>Flow discharge coefficient: <input type="text" value="0.787"/></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Laminar transition specification: <input type="text"/> Pressure ratio</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Laminar flow pressure ratio: <input type="text" value="0.999"/></td> <td></td> </tr> </table> <p style="text-align: right; margin-top: 10px;"> OK Cancel Help Apply </p> </div>	Parameters	Variables	Orifice area: <input type="text" value="6.258e-6"/>	<input type="text"/> m^2	Flow discharge coefficient: <input type="text" value="0.787"/>		Laminar transition specification: <input type="text"/> Pressure ratio		Laminar flow pressure ratio: <input type="text" value="0.999"/>									
Parameters	Variables																		
Orifice area: <input type="text" value="6.258e-6"/>	<input type="text"/> m^2																		
Flow discharge coefficient: <input type="text" value="0.787"/>																			
Laminar transition specification: <input type="text"/> Pressure ratio																			
Laminar flow pressure ratio: <input type="text" value="0.999"/>																			
 4-way Directional Valve A	<p>Mô phỏng cấu hình của van điều hướng 4 cổng 3 vị trí kiểu tandem, trong đó van không tải khi máy bơm ở vị trí trung tính. Chất lỏng được bơm trong van qua đường vào P và được phân phối giữa hai đường thủy lực bên ngoài A và B (thường được kết nối với thiết bị truyền động tác động kép) và đường hồi T. Khối có bốn kết nối thủy lực, tương ứng với cổng vào. (P), cổng bộ truyền động (A và B), và cổng trả về (T), và một kết nối cổng tín hiệu vật lý (S), điều khiển vị trí ống chỉ.</p>																		

	<p>Settings</p> <p>Basic Parameters Valve Opening Offsets</p> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>Model parameterization:</td><td>By maximum area and opening</td></tr> <tr> <td>Valve passage maximum area:</td><td>7.126e-5 <input type="text"/> m² <input type="button"/></td></tr> <tr> <td>Valve maximum opening:</td><td>0.005 <input type="text"/> m <input type="button"/></td></tr> <tr> <td>Flow discharge coefficient:</td><td>0.7 <input type="text"/></td></tr> <tr> <td>Leakage area:</td><td>1e-12 <input type="text"/> m² <input type="button"/></td></tr> <tr> <td>Laminar transition specification:</td><td>Pressure ratio <input type="button"/></td></tr> <tr> <td>Laminar flow pressure ratio:</td><td>0.999 <input type="text"/></td></tr> </tbody> </table>	Model parameterization:	By maximum area and opening	Valve passage maximum area:	7.126e-5 <input type="text"/> m ² <input type="button"/>	Valve maximum opening:	0.005 <input type="text"/> m <input type="button"/>	Flow discharge coefficient:	0.7 <input type="text"/>	Leakage area:	1e-12 <input type="text"/> m ² <input type="button"/>	Laminar transition specification:	Pressure ratio <input type="button"/>	Laminar flow pressure ratio:	0.999 <input type="text"/>
Model parameterization:	By maximum area and opening														
Valve passage maximum area:	7.126e-5 <input type="text"/> m ² <input type="button"/>														
Valve maximum opening:	0.005 <input type="text"/> m <input type="button"/>														
Flow discharge coefficient:	0.7 <input type="text"/>														
Leakage area:	1e-12 <input type="text"/> m ² <input type="button"/>														
Laminar transition specification:	Pressure ratio <input type="button"/>														
Laminar flow pressure ratio:	0.999 <input type="text"/>														
 Gain	<p>Khối Gain nhân đầu vào với một giá trị không đổi (gain).</p> <p>Đầu vào có thể là một tín hiệu vô hướng, vectơ hoặc ma trận. Có thể chỉ định giá trị của Gain trong tham số Gain. Tham số Multiplication cho phép chỉ định phép nhân theo phần tử hoặc phép nhân ma trận. Đối với phép nhân ma trận, tham số này cũng cho phép chỉ ra thứ tự của các phép nhân.</p> <p>Gain</p> <p>Element-wise gain ($y = K \cdot u$) or matrix gain ($y = K \cdot u$ or $y = u \cdot K$).</p> <table border="1"> <tbody> <tr> <td>Main</td> <td>Signal Attributes</td> <td>Parameter Attributes</td> </tr> </tbody> </table> <p>Gain:</p> <p>1e7 <input type="text"/> <input type="button"/></p> <p>Multiplication: Element-wise($K \cdot u$) <input type="button"/></p>	Main	Signal Attributes	Parameter Attributes											
Main	Signal Attributes	Parameter Attributes													
 Signal Editor	<p>Hiển thị, tạo và chỉnh sửa các thông số tín hiệu có thể hoán đổi cho nhau. Có thể sử dụng khối để chuyển đổi các thông số tín hiệu trong và ngoài mô hình.</p>														

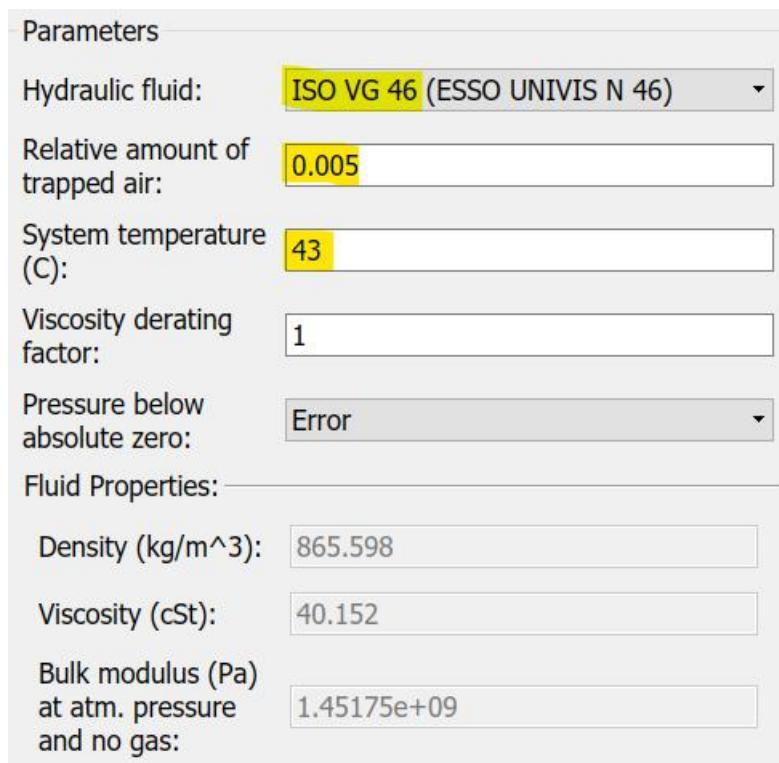
	 <p>Scenario.Signal</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>TIME</th><th>DATA</th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>2</td><td>1</td></tr> <tr><td>3</td><td>1</td></tr> <tr><td>4</td><td>1</td></tr> <tr><td>5</td><td>0</td></tr> <tr><td>6</td><td>0</td></tr> <tr><td>7</td><td>0</td></tr> </tbody> </table>	TIME	DATA	0	0	1	0	2	1	3	1	4	1	5	0	6	0	7	0
TIME	DATA																		
0	0																		
1	0																		
2	1																		
3	1																		
4	1																		
5	0																		
6	0																		
7	0																		
 Simulink-PS Converter	Chuyển đổi tín hiệu Simulink sang tín hiệu vật lý.																		
 PS Constant	Tạo ra một tín hiệu vật lý có giá trị không đổi. Có thể chỉ định giá trị và đơn vị của tín hiệu làm hằng số. 																		
 Mechanical Rotational Reference	Đại diện cho một điểm tham chiếu, hoặc khung, cho tất cả các cỗng quay cơ học. Tất cả các cỗng quay được kẹp chặt vào khung (mặt đất) phải được kết nối với khối Mechanical Rotational Reference.																		

 Ideal Angular Velocity Source	<p>Đại diện cho một nguồn vận tốc góc lý tưởng tạo ra chênh lệch vận tốc tại các thiết bị đầu cuối của nó tỷ lệ với tín hiệu vật lý đầu vào. Nguồn là lý tưởng theo nghĩa được cho là đủ mạnh để duy trì vận tốc xác định bất kể mô-men xoắn tác dụng lên hệ thống là bao nhiêu.</p> <p>Cổng R và C là các cổng bảo toàn quay cơ học. Cổng S là một cổng tín hiệu vật lý, qua đó tín hiệu điều khiển dẫn động nguồn được áp dụng. Vận tốc tương đối (chênh lệch vận tốc) qua nguồn tỷ lệ thuận với tín hiệu tại cổng điều khiển S. Toàn bộ nguồn tín hiệu Simulink có thể được sử dụng để tạo ra cấu hình biến thiên vận tốc mong muốn.</p>
 Fixed-Displacement Pump	<p>Bơm có lưu lượng cố định. Nó giải thích cho tồn thắt do dòng rò rỉ và mômen ma sát. Máy bơm có thể hoạt động theo cả chiều thuận và chiều ngược lại tùy thuộc vào chuyển động quay của trục. Nó cũng có thể hoạt động như một động cơ truyền động trực.</p> <p>Nhấp chuột phải vào khối và chọn Simscape → Block choices để chọn giữa các tùy chọn tham số hóa. Để tham số hóa dữ liệu phân tích hoặc lập bảng, hãy nhấp chuột phải vào khối và chọn Fluids → Plot Characteristic để trực quan hóa các đường cong đặc trưng. Tham khảo trang tham chiếu khối để biết mô tả về các biến thể và đầu vào khối.</p> <p>Kết nối P và T lần lượt là các cổng bảo toàn thủy lực được liên kết với đầu ra và đầu vào của bơm. Kết nối S là một cổng bảo toàn quay cơ học được liên kết với trục dẫn động bơm. Chiều dương của khối là từ cổng T đến cổng P. Điều này có nghĩa là máy bơm chuyển chất lỏng từ T sang P nếu trục S quay theo chiều dương.</p>

	<p>Settings</p> <p>Parameters</p> <p>Displacement: <input type="text" value="7e-6"/> m³/rev</p> <p>Leakage and friction parameterization: Analytical</p> <p>Nominal shaft angular velocity: <input type="text" value="57.6"/> rad/s</p> <p>Nominal pressure gain: <input type="text" value="173e5"/> Pa</p> <p>Nominal kinematic viscosity: <input type="text" value="40.152"/> cSt</p> <p>Nominal fluid density: <input type="text" value="865.598"/> kg/m³</p> <p>Volumetric efficiency at nominal conditions: <input type="text" value="0.92"/></p> <p>No-load torque: <input type="text" value="0.05"/> N*m</p> <p>Friction torque vs. pressure gain coefficient: <input type="text" value="0.6e-6"/> N*m/Pa</p> <p>Check if lower side pressure violating minimum valid condition: None</p>
--	--

 Pressure Relief Valve	<p>Mô hình hóa dòng chảy qua van an toàn để duy trì mức giảm áp suất đặt trước giữa đầu vào (cổng A) và đầu ra (cổng B). Van thường đóng mở khi áp suất giảm từ A đến B vượt quá áp suất cài đặt của van. Diện tích mở van được tính như một hàm của lượng dư trong quá trình giảm áp suất, hoặc là một biểu thức tuyến tính đơn giản hoặc một hàm lập bảng (thường là phi tuyến tính). Van phục vụ mục đích của nó cho đến khi diện tích mở của nó đạt đến mức tối đa - một điểm ở giới hạn của phạm vi điều chỉnh van, vượt quá mức đó áp suất giảm một lần nữa tự do tăng lên, không suy giảm.</p> <p>Settings</p> <p>Parameters</p> <p>Opening area parameterization: Linear area-pressure relationship</p> <p>Maximum passage area: <input type="text" value="3.17e-3"/> m²</p> <p>Valve pressure setting: <input type="text" value="151e5"/> Pa</p> <p>Valve regulation range: <input type="text" value="100e5"/> Pa</p> <p>Flow discharge coefficient: <input type="text" value="0.7"/></p> <p>Leakage area: <input type="text" value="1e-12"/> m²</p> <p>Laminar transition specification: Pressure ratio</p> <p>Laminar flow pressure ratio: <input type="text" value="0.999"/></p> <p>Opening dynamics: Do not include valve opening dynamics</p> <p>OK Cancel Help Apply</p>
--	--

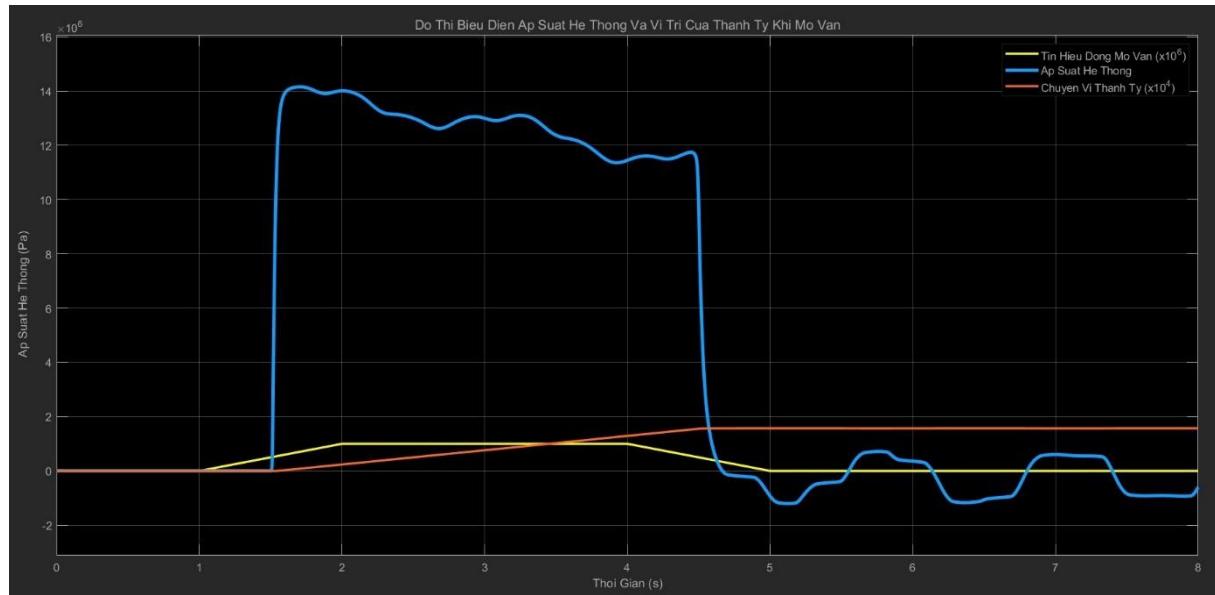
	<p>Thể hiện mối liên hệ với áp suất khí quyển. Các cổng bảo toàn thủy lực của tất cả các khối liên quan đến khí quyển (ví dụ,</p>
---	--

Hydraulic Reference	các cỗng hút của máy bơm thủy lực, hoặc các cỗng hồi lưu của van, xi lanh, đường ống, nếu chúng được coi là kết nối trực tiếp với khí quyển) phải được kết nối với khối Hydraulic Reference.																				
Solver Configuration	<p>Mỗi mạng vật lý được đại diện bởi một sơ đồ khối Simscape được kết nối yêu cầu thông tin cài đặt bộ giải mô phỏng.</p> <p>Khối Solver Configuration chỉ định các tham số bộ giải mà mô hình cần trước khi có thể bắt đầu mô phỏng.</p> <p>Mỗi sơ đồ khối Simscape riêng biệt về mặt cấu trúc liên kết yêu cầu chính xác một khái niệm Cấu hình Bộ giải được kết nối với nó.</p>																				
Hydraulic Fluid	<p>Khối Hydraulic Fluid cho phép chỉ định loại chất lỏng thủy lực được sử dụng trong một vòng lặp của khái niệm thủy lực. Nó cung cấp các đặc tính của chất lỏng thủy lực, chẳng hạn như độ nhớt động học, tỷ trọng và mô đun số lượng lớn, cho tất cả các khái niệm thủy lực trong vòng lặp. Các đặc tính chất lỏng này được giả định là không đổi trong thời gian mô phỏng. Tỷ trọng được xác định bởi loại chất lỏng, trong khi độ nhớt động học cũng yêu cầu nhiệt độ được chỉ định.</p>  <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">Parameters</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Hydraulic fluid:</td> <td>ISO VG 46 (ESSO UNIVIS N 46)</td> </tr> <tr> <td>Relative amount of trapped air:</td> <td>0.005</td> </tr> <tr> <td>System temperature (C):</td> <td>43</td> </tr> <tr> <td>Viscosity derating factor:</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Pressure below absolute zero:</td> <td>Error</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Fluid Properties:</td> </tr> <tr> <td>Density (kg/m^3):</td> <td>865.598</td> </tr> <tr> <td>Viscosity (cSt):</td> <td>40.152</td> </tr> <tr> <td>Bulk modulus (Pa) at atm. pressure and no gas:</td> <td>1.45175e+09</td> </tr> </tbody> </table>	Parameters		Hydraulic fluid:	ISO VG 46 (ESSO UNIVIS N 46)	Relative amount of trapped air:	0.005	System temperature (C):	43	Viscosity derating factor:	1	Pressure below absolute zero:	Error	Fluid Properties:		Density (kg/m^3):	865.598	Viscosity (cSt):	40.152	Bulk modulus (Pa) at atm. pressure and no gas:	1.45175e+09
Parameters																					
Hydraulic fluid:	ISO VG 46 (ESSO UNIVIS N 46)																				
Relative amount of trapped air:	0.005																				
System temperature (C):	43																				
Viscosity derating factor:	1																				
Pressure below absolute zero:	Error																				
Fluid Properties:																					
Density (kg/m^3):	865.598																				
Viscosity (cSt):	40.152																				
Bulk modulus (Pa) at atm. pressure and no gas:	1.45175e+09																				

 <p>Ideal Translational Motion Sensor</p>	<p>Đại diện cho một thiết bị chuyển đổi một biến số được đo giữa hai nút tịnh tiến cơ học thành tín hiệu điều khiển tỷ lệ với vận tốc hoặc vị trí. Có thể chỉ định vị trí ban đầu (độ lệch) làm tham số khôi.</p> <p>Cảm biến là lý tưởng vì nó không tính đến quán tính, ma sát, độ trễ, tiêu thụ năng lượng, v.v.</p> <p>Kết nối R và C là các cổng bảo toàn tịnh tiến cơ học kết nối khôi với các nút có chuyển động đang được theo dõi. Kết nối V và P lần lượt là các cổng xuất tín hiệu vật lý cho vận tốc và vị trí.</p> <p>Cổng R và C là các cổng bảo toàn tịnh tiến cơ học kết nối khôi với các nút có chuyển động đang được theo dõi. Kết nối V và P lần lượt là các cổng xuất tín hiệu vật lý cho vận tốc và vị trí.</p> <p>Chiều dương của khôi là từ cổng R đến cổng C.</p>
 <p>PS-Simulink Converter</p>	<p>Chuyển đổi tín hiệu vật lý sang tín hiệu Simulink.</p>
 <p>Hydraulic Pressure Sensor</p>	<p>Đại diện cho một cảm biến áp suất thủy lực lý tưởng, tức là một thiết bị chuyển đổi chênh lệch áp suất thủy lực đo được giữa hai điểm thành tín hiệu điều khiển tỷ lệ với áp suất này. Cảm biến lý tưởng vì nó không tính đến quán tính, ma sát, độ trễ, mất áp suất, v.v.</p> <p>Cổng A và B bảo toàn các cổng thủy lực kết nối cảm biến với đường thủy lực. Cổng P là một cổng tín hiệu vật lý xuất ra giá trị áp suất. Chiều dương của cảm biến là từ A đến B.</p>
 <p>Scope</p>	<p>Hiển thị các tín hiệu được tạo ra trong quá trình mô phỏng.</p>

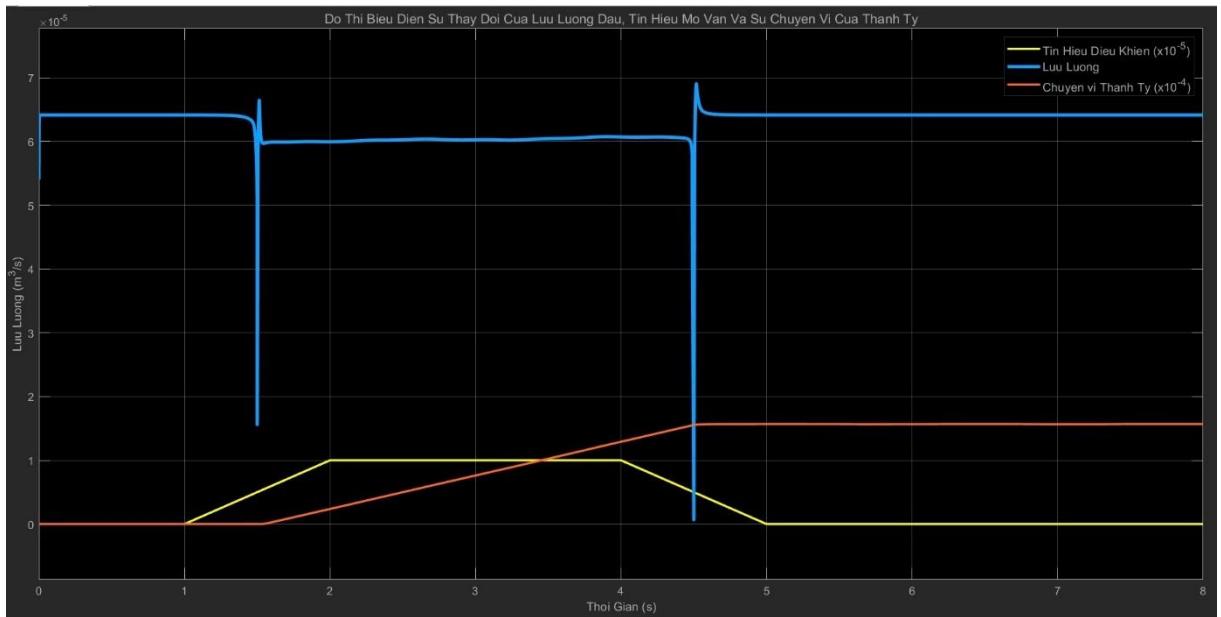
 Mux	Chập các tín hiệu riêng rẽ thành 1 vector tín hiệu mới.																
 Gradual Area Change	<p>Đại diện cho một lực cản thuỷ lực cục bộ chằng hạn như sự thay đổi diện tích mặt cắt ngang, ... Chất lỏng chảy từ A đến B đặc trưng là bộ khuếch tán, còn từ B về A đặc trưng cho bộ thắt dòng.</p> <div style="border: 1px solid #ccc; padding: 5px; width: fit-content;"> <p>Settings</p> <table border="0" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="background-color: #f2f2f2;">Parameters</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="vertical-align: top; width: 30%;">Model parameterization:</td> <td style="vertical-align: top;"><input type="button" value="Semi-empirical correlation"/></td> </tr> <tr> <td>Small diameter:</td> <td style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;"><input type="text" value="9.525e-3"/></td> </tr> <tr> <td>Large diameter:</td> <td style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;"><input type="text" value="19.05e-3"/></td> </tr> <tr> <td>Cone angle:</td> <td style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;"><input type="text" value="30"/></td> </tr> <tr> <td>Correction coefficient:</td> <td style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;"><input type="text" value="1"/></td> </tr> <tr> <td>Laminar transition specification:</td> <td style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;"><input type="button" value="Pressure ratio"/></td> </tr> <tr> <td>Laminar flow pressure ratio:</td> <td style="border: 1px solid #ccc; padding: 2px;"><input type="text" value="0.999"/></td> </tr> </tbody> </table> </div>	Parameters		Model parameterization:	<input type="button" value="Semi-empirical correlation"/>	Small diameter:	<input type="text" value="9.525e-3"/>	Large diameter:	<input type="text" value="19.05e-3"/>	Cone angle:	<input type="text" value="30"/>	Correction coefficient:	<input type="text" value="1"/>	Laminar transition specification:	<input type="button" value="Pressure ratio"/>	Laminar flow pressure ratio:	<input type="text" value="0.999"/>
Parameters																	
Model parameterization:	<input type="button" value="Semi-empirical correlation"/>																
Small diameter:	<input type="text" value="9.525e-3"/>																
Large diameter:	<input type="text" value="19.05e-3"/>																
Cone angle:	<input type="text" value="30"/>																
Correction coefficient:	<input type="text" value="1"/>																
Laminar transition specification:	<input type="button" value="Pressure ratio"/>																
Laminar flow pressure ratio:	<input type="text" value="0.999"/>																

CHƯƠNG 6: KẾT QUẢ TRÍCH XUẤT TỪ MATLAB



Hình 6.1 Đồ thị biểu diễn áp suất bom và sự chuyển vị của thanh ty

- Đồ thị trên, trục hoành là giá trị thời gian (đơn vị là giây), trục tung là giá trị áp suất (đơn vị Pa), đường màu cam biểu diễn sự chuyển vị của thanh ty (đơn vị m - đã được nhân lên 10^7 lần), đường màu xanh biểu diễn áp suất hệ thống, từ giây thứ 1 đến giây 1,5 thì áp suất hệ thống không thay đổi nhiều (đạt giá trị $6,68 \cdot 10^3$ Pa do dùng van điều hướng 4 cỗng, 3 vị trí Tandem), sau khi qua 1,5 giây thì áp suất tăng vọt lên đo được $1,416 \cdot 10^7$ Pa tại thời điểm 1,59 giây, kế tiếp giảm nhanh do lúc mở van làm chất lỏng lưu thông qua van an toàn và van điều hướng. Sau đó đo được $1,175 \cdot 10^7$ Pa tại thời điểm 4,445 giây (van an toàn đóng tại thời điểm từ giây thứ 5 tới giây thứ 8 có sự dao động của áp suất do sự không ổn định của vật nặng ảnh hưởng tới áp suất hệ thống).



Hình 6.2 Đồ thị biểu diễn sự thay đổi của lưu lượng dầu và sự chuyển vị của thanh ty

- Đồ thị trên, trục hoành là giá trị thời gian (đơn vị là giây), trục tung là giá trị lưu lượng dầu (đơn vị m^3/s), đường màu cam biểu diễn sự chuyển vị của thanh ty (đơn vị m - đã được nhân lên 10^7 lần), đường màu xanh biểu diễn sự thay đổi của lưu lượng dầu trong hệ thống thủy lực, đo được $6,416 \cdot 10^{-5} m^3/s$ tại thời điểm 1 giây và $5,107 \cdot 10^{-5} m^3/s$ tại thời điểm 1,5 giây (do dầu vừa đi về thùng vừa đi lên để mở xylyanh) và khi tín hiệu mở van hoàn toàn (tại giây thứ 2) thì lưu lượng dầu đo được là $6 \cdot 10^{-5} m^3/s$ và ổn định cho tới khi tín hiệu mở van đóng một nửa thì dầu sẽ tràn về thùng làm giảm lưu lượng dầu trong hệ thống. Cuối cùng tại thời điểm 5 giây khi tín hiệu mở van điều hướng đóng hoàn toàn thì lưu lượng dầu sẽ quay về giá trị $6,416 \cdot 10^{-5} m^3/s$ như lúc mới bắt đầu mở van tại giây thứ 1.
- ⇒ Nhìn chung, ta thấy được sự khác biệt giữa lực nâng của xylyanh khi tính toán theo phương pháp cổ điển và sử dụng phần mềm Matlab/Simscape. Sự khác biệt ở đây do:
- Trong quá trình tính toán lực nâng của xylyanh trong hệ thống thủy lực theo phương pháp cổ điển đã bỏ qua các tổn thất các chi tiết trong hệ thống thủy lực như: van điều hướng, van tiết lưu, van một chiều, các đường ống, ...
 - Về phần tính toán bên cơ cấu xylyanh thủy lực thì chỉ xét bài toán tĩnh học và bỏ qua các yếu tố về quán tính.

Từ đó, kết quả tính toán có sự sai lệch tương đối lớn ở phương pháp cỗ điển so với tính toán bằng Simscape. Khi tính toán Simscape, các giá trị đo được chưa tính đến độ trễ tác động của hệ thống thuỷ lực.

CHƯƠNG 7: KẾT LUẬN

Từ các phần báo cáo trên, nhóm chúng em rút ra được các kết luận sau:

- Về nhiệm vụ của Đồ án:
 - o Nhóm đã tìm hiểu được cách ứng dụng bài toán thuỷ lực cụ thể trong Matlab/Simscape như Simscape Fluids, Simscape Multibody, Simscape Mechanics và Simulink.
 - o So sánh đối chiếu kết quả tính toán lực nâng của xylyanh theo phương pháp cổ điển và sử dụng phần mềm Matlab/Simscape, cho thấy điểm khác biệt trong kết quả tính toán và nguyên nhân của sự khác biệt đó.
- Về hạn chế của Đồ án:
 - o Kết quả tính toán giữa hai phương pháp còn có sự sai lệch tương đối lớn.
 - o Trong hệ thống thuỷ lực ở Simscape, các chi tiết như: bộ phận giảm chấn của xylyanh thuỷ lực, mắp mô bề mặt của đường ống vẫn chưa có số liệu cụ thể từ thực tế. Ở các đường dầu vào và ra khỏi thùng chứa vẫn chưa có lọc.
 - o Khi tính toán Simscape, các giá trị đo được chưa tính đến độ trễ tác động của hệ thống thuỷ lực.
- So sánh ưu nhược điểm của hai phương pháp tính toán:

	Matlab/Simscape	Phương pháp cổ điển
Ưu điểm	<ul style="list-style-type: none">- Hỗ trợ tính toán bài toán thuỷ lực khi có đường ống dẫn và các chi tiết có ảnh hưởng tới hệ thống mà quá trình tính toán cổ điển không làm được.- Cho phép thay đổi số liệu tính toán để tính ra được kết quả nhanh chóng.- Mô phỏng được quá trình hoạt động thực tế của hệ thống thông qua môi trường Simscape Multibody.	<ul style="list-style-type: none">- Thiết lập và tính toán các bài toán đơn giản, ngắn gọn.

Nhược điểm	<ul style="list-style-type: none"> - Yêu cầu người dùng phải có hiểu biết về nguyên lý vận hành của các môi trường khác nhau trong Simscape và các khối liên kết giữa các môi trường đó. - Quá trình thiết lập các môi trường mô phỏng, tính toán phức tạp, tốn nhiều thời gian. 	<ul style="list-style-type: none"> - Tính toán không xét đến các chi tiết làm giảm hiệu suất của hệ thống. Dẫn đến kết quả có sự sai lệch. - Không tính toán được các thông số của cơ cấu trong lúc vận hành.
------------	--	---

- Hướng phát triển đề tài: mô hình hoá cơ cấu thực tế và tính toán kiểm nghiệm các thông số trong quá trình vận hành của cơ cấu, từ đó tính toán kiểm nghiệm bền các chi tiết khi chuyển động.

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1. Boran Kilic, DYNAMIC MODELLING OF A BACKHOE-LOADER, Master of Science in Mechanical Engineering Department, Middle East Technical University, 2009.
2. Kevin Russell, Qiong Shen, Raj S. Sodhi, KINEMATICS and DYNAMICS of MECHANICAL SYSTEMS, Second Edition.
3. Owen C. Duffy, Scott A. Heard, Gus Wright, FUNDAMENTALS of MOBILE HEAVY EQUIPMENT, 2019.
4. Magister Hydraulics Catalog, 2021.
5. SimscapeTM MultibodyTM Link Reference, 2021a.
6. SimscapeTM User's Guide, 2021a.
7. Parker Hannifin:
<https://www.parker.com/portal/site/PARKER/menuitem.b90576e27a4d71ae1bfcc510237ad1ca/?vgnextoid=c38888b5bd16e010VgnVCM1000000308a8c0RCRD&vgnextfmt=EN>
8. Physical Modeling Tutorial, Mathlab, 2019.
9. Hồng Đức Thông, Slide bài giảng Kỹ thuật Thuỷ lực và Khí nén.
10. Nguyễn Hoàng Tiến, Luận văn tốt nghiệp “Ứng dụng Matlab/Simscape – SimHydraulics trong mô phỏng hệ thống thủy lực xe cứu hộ sàn trượt”, 2021.
11. Hồ Bảo Nam, Hoàng Công Tâm, Luận văn tốt nghiệp “Ứng dụng Matlab/Simscape trong việc tính toán kiểm nghiệm cơ cấu nâng hạ của xe tự đổ”, 2021.