

TRƯỜNG ĐẠI HỌC SƯ PHẠM KỸ THUẬT TP HCM
KHOA ĐÀO TẠO CHẤT LƯỢNG CAO



BÁO CÁO MÔN HỌC

**ĐỀ TÀI: ỨNG DỤNG PHẦN MỀM AVL BOOST
TRONG MÔ PHỎNG TÍNH TOÁN ĐỘNG CƠ XĂNG**

GVHD: PGS.TS. LÝ VĨNH ĐẠT

SVTH: VŨ CÔNG ĐỨC 17145121

HOÀNG NGHĨA HIẾU 17145130

ĐỖ MINH SƠN 17145210

NGUYỄN QUỐC TRIỀU 17145239

LÊ BÁ TRẮC 17145376

7/2020

DANH SÁCH NHÓM

HỌC KÌ 2 – NĂM HỌC 2019 – 2020

Đề tài: MÔ PHỎNG AVL ĐỘNG CƠ XĂNG

STT	Họ và tên	MSSV
1	Vũ Công Đức	17145121
2	Đỗ Minh Sơn	17145210
3	Lê Bá Trắc	17145376
5	Nguyễn Quốc Triều	17145239
4	Hoàng Nghĩa Hiếu	17145130

Nhận xét của Giảng viên

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Mục lục

Danh mục hình ảnh.....	1
Danh mục bảng.....	1
DANH SÁCH NHÓM.....	2
LỜI NÓI ĐẦU.....	2
CHƯƠNG 1: LÝ DO CHỌN CHỦ ĐỀ, ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU.....	3
1.1. Mục tiêu của đề tài nghiên cứu.....	3
1.2. Đối tượng nghiên cứu và phương pháp nghiên cứu.....	3
CHƯƠNG 2: GIỚI THIỆU PHẦN MỀM AVL BOOST-CƠ SỞ LÝ THUYẾT.....	4
2.1. Tổng quan.....	4
2.2. Màn hình khởi động và giao diện chung.....	4
2.3. Tính năng và ứng dụng:.....	8
2.4. Các bước để xây dựng một mô hình:.....	10
2.5. Cơ sở lý thuyết.....	10
2.5.1. Phương trình nhiệt động học 1.....	10
2.5.2. Mô hình cháy.....	11
2.5.3. Mô hình truyền nhiệt.....	11
3.1 Thông số chung của mô hình động cơ phun xăng 4 xy lanh.....	12
3.2. Xây dựng mô hình động cơ bằng phần mềm AVL Boost.....	13
3.2.1. Thiết kế mô hình mô phỏng.....	13
3.2.2. Nhập dữ liệu cho mô hình.....	14

a. Nhập dữ liệu chung cho mô hình:.....	14
b. Nhập dữ liệu các phần tử.....	17
3.2.3. Thêm thông số cho nhiều trường hợp.....	26
3.3. Kết quả mô phỏng.....	32
*Tài liệu tham khảo:.....	34

Danh mục hình ảnh

Hình 2.1: Giao diện sau khi đã click vào biểu tượng - Màn hình khởi động của AVL.....	5
Hình 2.2: Giao diện để chọn AVL BOOST.....	5
Hình 2.3: Cửa sổ giao diện chính của phần mềm.....	6
Hình 2.4: Các biểu tượng trong phần mềm.....	10
Hình 3.1: Các phần tử mô phỏng.....	14
Hình 3.2: Sơ đồ mô hình động cơ xăng.....	15
Hình 3.3: Màn hình Simulation.....	16
Hình 3.4: Màn hình thiết lập mô phỏng.....	17
Hình 3.5: Lựa chọn loại nhiên liệu cho động cơ.....	18
Hình 3.6: Thứ tự công tác của động cơ.....	18
Hình 3.7: Các thông số của xy lanh.....	19
Hình 3.8: Thông số quá trình cháy Vibe.....	21
Hình 3.9: Thông số sự truyền nhiệt.....	22
Hình 3.10: Biên dạng mở đóng của xupap nạp.....	23
Hình 3.11: Biên dạng mở đóng của xupap xả.....	24
Hình 3.12: Thông số của lọc gió.....	25
Hình 3.13: Thông số ma sát ở phần tử lọc gió.....	26
Hình 3.14: Bảng thông số khi hoàn thành.....	32
Hình 3.15: Hiệu chỉnh các thông số cần hiển thị.....	33
Hình 3.16: Các giá trị của thông số trong bảng Case Explorer.....	34
Hình 3.17: Đồ thị nhiệt độ của xy lanh 1,2,3,4 tại tốc độ vòng quay 3500 v/p.....	35
Hình 3.18: Đồ thị công suất của động cơ theo tốc độ vòng quay.....	36
Hình 3.19: Mô men và suất tiêu hao nhiên liệu của động cơ.....	36

Danh mục bảng

Bảng 1: Các lệnh cơ bản trong phần mềm AVL BOOST.....	7
Bảng 2: Các phần tử mô phỏng.....	8
Bảng 3: Thông số mô hình động cơ PFI.....	13
Bảng 4: Các phần tử cấu thành mô hình.....	14
Bảng 5: Giá trị lưu lượng của phần tử lọc gió.....	26
Bảng 6: Thiết lập các thông số cho mỗi trường hợp.....	31

LỜI NÓI ĐẦU

Xuất phát từ yêu cầu tiêu chuẩn đầu ra của học phần môn “Ứng dụng máy tính trong thiết kế và mô phỏng động cơ” bao gồm sinh viên cần phải trang bị đầy đủ kiến thức nền tảng có khả năng sử dụng các phần mềm chuyên môn để thiết mô phỏng các bộ phận và quá trình hoạt động của ô tô.

Được sự phân công đề tài từ PGS.TS. Lý Vĩnh Đạt - giảng viên bộ môn “Ứng dụng máy tính trong thiết kế và mô phỏng động cơ”, Nhóm 1 bao gồm các sinh viên: Vũ Công Đức (Nhóm trưởng), Hoàng Nghĩa Hiếu, Lê Bá Trắc, Nguyễn Quốc Triều cùng tham gia thực hiện đề tài “Ứng dụng phần mềm AVL Boost trong mô phỏng động cơ xăng”. Được sự giúp đỡ, hướng dẫn của giảng viên bộ môn khoa Cơ khí động lực trường đại học Sư phạm Kỹ thuật Thành phố Hồ Chí Minh trong suốt quá trình thực hiện đề tài, nhóm 1 đã hoàn thành bài báo cáo môn học.

Nội dung bài báo cáo của nhóm bao gồm có 4 chương:

Chương 1: Lý do chọn đề tài và đối tượng nghiên cứu.

Chương 2: Giới thiệu phần mềm AVL Boost, Cơ sở lý thuyết.

Chương 3: Xây dựng mô hình động cơ xăng bằng phần mềm AVL Boost

Chương 4: Kết quả và phân tích đánh giá

Nội dung bài báo cáo có thể còn nhiều điểm thiếu sót nên rất mong nhận được ý kiến đóng góp và sự chỉ bảo từ giảng viên bộ môn để bài báo cáo môn học được hoàn thiện hơn.

CHƯƠNG 1: LÝ DO CHỌN CHỦ ĐỀ, ĐỐI TƯỢNG VÀ PHƯƠNG PHÁP NGHIÊN CỨU

1.1. Mục tiêu của đề tài nghiên cứu.

Trước sự phát triển phát triển mạnh mẽ của khoa học công nghệ đặc biệt là công nghệ thông tin thì nhu cầu về thiết kế mô phỏng ngày càng tăng cao. Trong các lĩnh vực chế tạo nói chung và ngành công nghiệp ô tô nói riêng thì mô phỏng trong thiết kế giúp giảm thiểu chi phí và tiết kiệm thời gian trước khi đưa ra thành phẩm nhưng vẫn đáp ứng được nhu cầu tính toán của người thiết kế. Nhằm bắt được vai trò của việc mô phỏng thiết kế trong công nghiệp ô tô, nhóm 1 đã chọn đề tài “Ứng dụng phần mềm AVL Boost trong mô phỏng tính toán động cơ xăng” để nghiên cứu và tìm hiểu.

1.2. Đối tượng nghiên cứu và phương pháp nghiên cứu.

Đối tượng : Động cơ xăng 4 xy lanh thẳng hàng

Phương pháp nghiên cứu:

Sử dụng AVL Boost để mô phỏng động cơ xăng và đánh giá hiệu suất hoạt động của động cơ.

CHƯƠNG 2: GIỚI THIỆU PHẦN MỀM AVL BOOST-CƠ SỞ LÝ THUYẾT

2.1. Tổng quan.

Mô phỏng là một công cụ được sử dụng một cách rộng rãi hiện nay, nhất là khi ngành công nghệ thông tin phát triển một cách nhanh chóng. Mô phỏng là một công cụ hữu ích trong hầu hết các ngành, các lĩnh vực khác nhau như trong sinh học, trong công nghệ thông tin, trong kỹ thuật ... Mô phỏng giúp cho chúng ta có cái nhìn trực quan hơn, sinh động hơn về các hệ thống, các công thức, các phản ứng mà rất khó thực hiện và quan sát trong thực tế. Các phần mềm mô phỏng giúp cho những người nghiên cứu, thiết kế có thể loại bỏ bớt các thí nghiệm không cần thiết, có thể dễ dàng phân tích và nghiên cứu để có thể giảm bớt chi phí thực nghiệm. Nói riêng trong ngành động cơ đốt trong thì có một số các phần mềm mô phỏng nhưng nổi bật nhất vẫn là gói phần mềm của hãng AVL trong đó có phần mềm BOOST. Phần mềm BOOST có một số tính năng nổi bật như: Mô phỏng các quá trình công tác của động cơ từ một xy lanh đến nhiều xy lanh, từ động cơ diesel đến động cơ xăng một cách khá chính xác và có độ tin cậy cao. Phần mềm có thể cung cấp cho chúng ta tất cả các thông số về nhiệt động học của động cơ đốt trong.

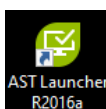
Phần mềm BOOST là một phần mềm được rất nhiều hãng động cơ trên thế giới sử dụng như Audi, VW, Fiat ... và mới được đưa vào Việt Nam những năm gần đây. Phần mềm đã được một số cán bộ và sinh viên thực hiện nghiên cứu và ứng dụng trong đó có một số đề tài như: Tăng áp cho động cơ DSC80-TA – Luận án tiến sỹ của Lê Đình Vũ; mô phỏng động cơ D243 do nhà máy Sông Công chế tạo – Luận văn tiến sỹ của Cù Huy Thành...

2.2. Màn hình khởi động và giao diện chung.

Phần mềm BOOST là một phần mềm nằm trong bộ phần mềm của hãng AVL.

Các phiên bản gần đây cũng đã chú ý tới vấn đề thuận lợi cho người sử dụng nhằm mục đích làm sao có thể khai thác và ứng dụng có hiệu quả các khả năng phần mềm.

Cách khởi động phần mềm: Click

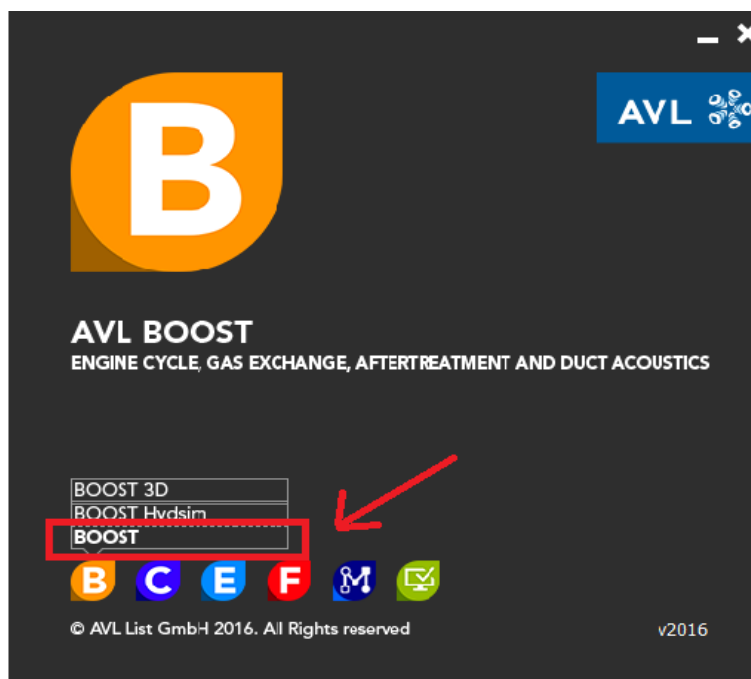


vào biểu tượng trên màn hình Desktop.



Hình 2.1: Giao diện sau khi đã click vào biểu tượng - Màn hình khởi động của AVL

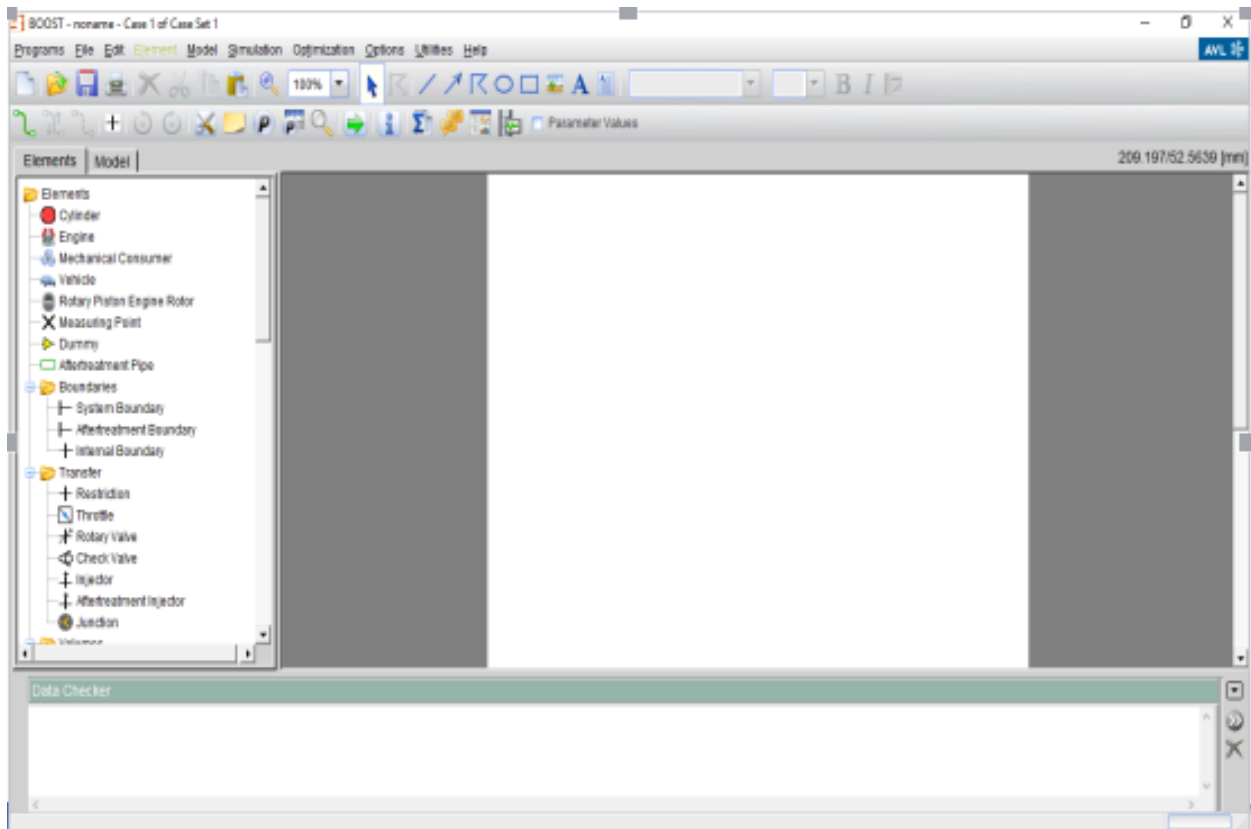
Sau khi đã hiện giao diện như hình 2.1, nếu muốn mở BOOST ta click chuột vào và chọn như hình 2.2 để chọn BOOST.



Hình 2.2: Giao diện để chọn AVL BOOST

Cửa sổ giao diện của phần mềm BOOST khi khởi động xong để chuẩn bị bước vào quá trình xây dựng mô hình để mô phỏng được thể hiện ở hình 2.3.

Thanh công cụ Programs, File, Edit, Element, Model, Simulation, Options, Utilities và Help. Chức năng của các thanh công cụ thể hiện rõ ở phần Help. Các phần tử có sẵn của chương trình được đặt phía bên trái màn hình. Việc xây dựng mô hình được thực hiện bên phải màn hình. Các phần tử được copy từ bên trái màn hình (danh mục các phần tử) và được đưa sang bên phải màn hình (trong vùng vẽ). Việc sắp xếp, thay đổi kích thước và hướng của các phần tử được thực hiện bằng các phím chức năng khác nhau.





Hình 2.3: Cửa sổ giao diện chính của phần mềm

Để có được mô hình tính, trước tiên cần phải triển khai việc xây dựng mô hình trên vùng vẽ. Các biểu tượng sử dụng theo các chức năng riêng biệt khác nhau. Các lệnh cơ bản của chương trình thể hiện ở bảng 1:

 Connection	Chức năng kết nối dùng để nối các phần tử trong mô hình với nhau.
 Direction	Chức năng điều chỉnh lại hướng dòng chảy trong đường ống.
 Change	Chức năng thay đổi thứ tự kết nối giữa các phần tử đã chọn
	Chức năng quay phần tử ngược chiều kim đồng hồ 90°
	Chức năng quay phần tử theo chiều kim đồng hồ 90°
	Chức năng mở cửa sổ điều khiển chung
	Thiết lập mô hình
	Chức năng nhập thông số cho mô hình trên.
	Chức năng thiết lập thông số chuỗi mô hình
	Chức năng chạy mô hình.
	Chức năng hiện trạng thái tức thời của mô hình chạy
	Chức năng xem tổng kết của mô hình chạy.
	Chức năng xem lời nhắn từ mô hình chạy
	Chức năng xem kết quả mô hình chạy

Bảng 1: Các lệnh cơ bản trong phần mềm AVL BOOST

Các phần tử mô phỏng được thể hiện trong bảng 2.

Điều kiện biên		Cho thấy mối tương quan của mô hình phân tích khí thải với các biến do người sử dụng định nghĩa.
Bộ xúc tác		Phần tử này có nhiệm vụ thay thế cho bộ xúc tác khí xả trên mô hình thực.

Bảng 2: Các phần tử mô phỏng.

Sau khi thực hiện xong công việc lựa chọn và định vị các phần tử trên vùng vẽ, tiếp tục thực hiện việc nối các phần tử với nhau thông qua dây nối.

2.3. Tính năng và ứng dụng:

AVL_BOOST là một công cụ mô phỏng các quá trình công tác và quá trình trao đổi khí của động cơ. BOOST cho phép xây dựng mô hình đầy đủ của toàn thể động cơ bằng cách lựa chọn các phần tử có trong hộp công cụ và nối chúng lại bằng các phần tử ống nối. Giữa các đường ống, người ta sử dụng các phương trình động lực học.

Xác định các thông số trong quá trình nhiệt động học, dòng chảy trong quá trình trao đổi khí, quá trình phun nhiên liệu, quá trình cháy.

Đây là một công cụ mô phỏng tin cậy, nó cho phép giảm thời gian phát triển động cơ bằng công cụ mô phỏng và nghiên cứu động cơ chính xác, tối ưu hóa kết cấu và quá trình ngay ở giai đoạn tạo mẫu động cơ mà không cần đến mô hình cứng.

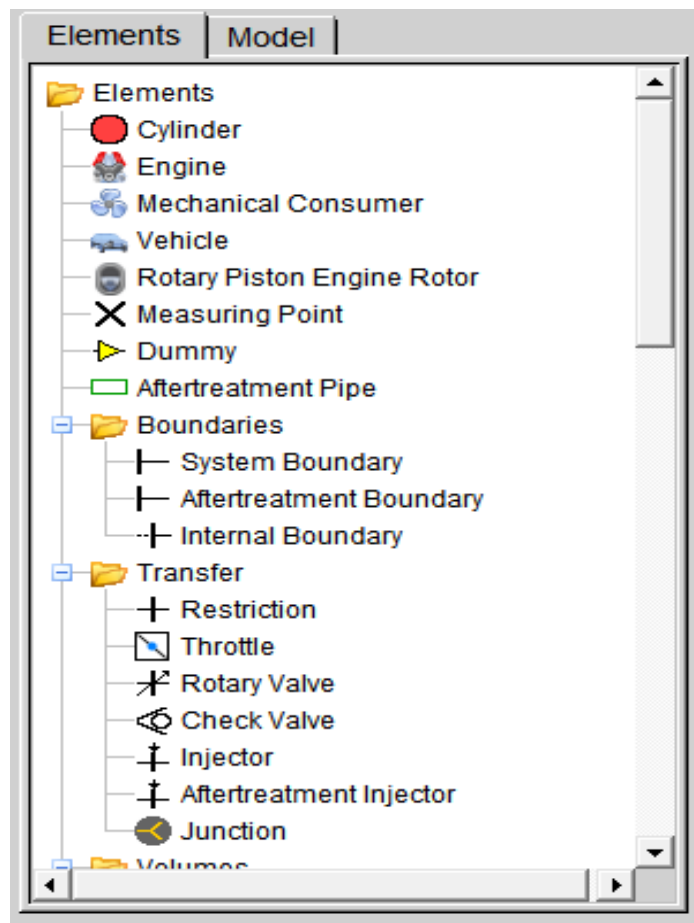
Rút ngắn thời gian thiết kế, giảm chi phí và số lượng sản phẩm mẫu trong quá trình thiết kế.

Giúp chẩn đoán được những hư hỏng ban đầu có thể xảy ra trong một số trường hợp giúp tăng nhanh tiến độ sửa chữa động cơ.

Có khả năng kết nối với các phần mềm khác.

Các ứng dụng điển hình của phần mềm AVL – BOOST bao gồm 8 ứng dụng sau :

- Xác định đặc tính moment, tiêu hao nhiên liệu.
- Thiết kế đường nạp, thải.
- Tối ưu hóa thời điểm đóng mở xupap.
- Phối hợp với cụm tăng áp, van xả.
- Phân tích về âm thanh (độ ồn trên đường nạp, thải).
- Phân tích quá trình cháy và hình thành khí thải.
- Luân hồi khí thải.
- Độ thích ứng của cụm tăng áp.



Hình 2.4: Các biểu tượng trong phần mềm

2.4. Các bước để xây dựng một mô hình:

B1: Chọn các phần tử: các phần tử được lựa chọn phụ thuộc vào kết cấu thực tế của động cơ như số xy lanh, động cơ tăng áp hay không tăng áp, các đường ống dài bao nhiêu...

B2: Nối các phần tử lại với nhau: nối các phần tử bằng pipe (đường ống) hay dây nối riêng theo quy định của các phần tử khi nối với nhau.

B3: Khai báo các thông số cho các phần tử: các thông số đã được đo sẵn trên động cơ thực cho các phần tử.

B4: Chạy mô hình và lấy kết quả.

2.5. Cơ sở lý thuyết

2.5.1. Phương trình nhiệt động học 1.

Định luật nhiệt động học 1 được sử dụng trong phần mềm AVL_BOOST thể hiện mối quan hệ giữa sự biến thiên nội năng hay enthalpy với sự biến thiên của nhiệt và công được trình bày trong phương trình 1.

Trong đó: m_c là khối lượng môi chất bên trong xy lanh.

u là nội năng

p_c là áp suất bên trong xy lanh

V là thể tích xy lanh

Q_F là nhiệt lượng của nhiên liệu cung cấp

Q_w là nhiệt lượng tổn thất cho thành vách

h_{BB} là trị số enthalpy

m_{BB} là lượng lọt khí

α là góc quay trục khuỷu.

2.5.2. Mô hình cháy

Phần mềm AVL_BOOST sử dụng mô hình cháy AVL MCC cho việc dự đoán các chỉ tiêu của quá trình cháy trong những động cơ phun nhiên liệu trực tiếp và tự cháy. Quá trình giải phóng nhiệt được xác định bởi việc điều chỉnh chất lượng nhiên liệu và mật độ chuyển động rối, thể hiện trong phương trình 2.

Với =và

Trong đó: C_{Mod} là mô hình không đổi [Kj/kg. TK]

C_{rate} là hằng số tốc độ hòa trộn [s]

K là mật độ của động năng chuyển động cục bộ [m^2/s^2]

M_F là khối lượng nhiên liệu phun [kg]

LCV là nhiệt trị thấp [kJ/kg]

Q là sự tỏa nhiệt tích lũy [kg]

V là thể tích xy lanh tức thời [m^3]

Φ là góc quay trục khuỷu [TK]

2.5.3. Mô hình truyền nhiệt.

Quá trình truyền nhiệt từ trong buồng cháy qua thành xy lanh và ra ngoài được tính toán dựa vào phương trình truyền nhiệt sau:

Trong đó: Q_{wi} là nhiệt lượng truyền cho thành xy lanh, piston, nắp máy

A_i là diện tích truyền nhiệt piston, xy lanh nắp máy

α_i là hệ số truyền nhiệt

T_c là nhiệt độ môi chất trong xy lanh

T_{wi} là nhiệt độ thành vách

CHƯƠNG 3 : XÂY DỰNG MÔ HÌNH MÔ PHÒNG ĐỘNG CƠ XĂNG 4 XYLANH BẰNG PHẦN MỀM AVL BOOST

3.1 Thông số chung của mô hình động cơ phun xăng 4 xy lanh

Thông số động cơ	Giá trị
Đường kính xy lanh	86 (mm)
Hành trình piston	86 (mm)
Tỷ số nén	10.5
Chiều dài thanh truyền	143.5 (mm)
Số xy lanh	4

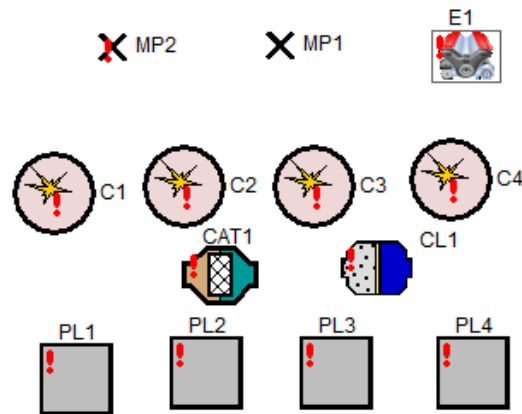
Độ lệch tâm chốt piston	0 (mm)
Dung tích động cơ	2000 (cc)
Góc mở sớm của xupap nạp	20 BTDC (deg)
Góc đóng muộn xupap nạp	70 ABDC (deg)
Góc mở sớm của xupap xả	50 BBDC (deg)
Góc đóng muộn xupap xả	30 ATDC (deg)
Diện tích bề mặt piston	5809 (mm ²)
Diện tích bề mặt xy lanh	7550 (mm ²)
Số hành trình	4

Bảng 3: Thông số mô hình động cơ PFI

3.2. Xây dựng mô hình động cơ bằng phần mềm AVL Boost

3.2.1. Thiết kế mô hình mô phỏng

Kéo các thành phần cần thiết để xây dựng mô hình động cơ từ cửa sổ “Components”.



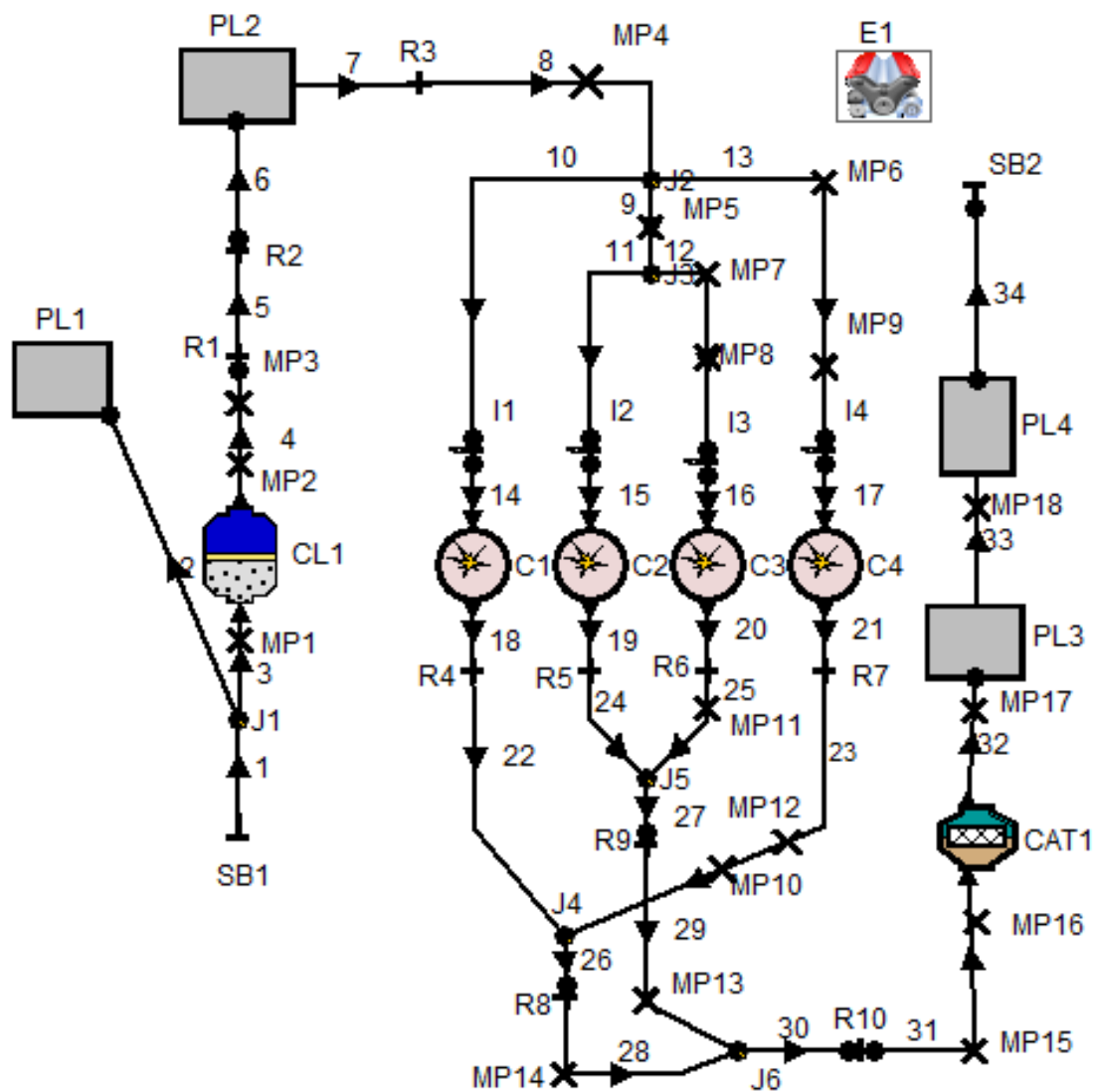
Hình 3.1: Các phần tử mô phỏng

Mô hình bao gồm các phần phần sau đây:

Tên phần tử	Số phần tử	Ký hiệu
Xylanh (Cylinder)	4	C1-C4
Động cơ (Engine)	1	E
Lọc gió (Air cleaner)	1	CL
Bộ xúc tác (Catalyst)	1	CAT
Kim phun (Injector)	4	I
Phần tử biên	2	SB

(System Boundaries)		
Giao điểm (Junction)	6	J
Retriction	10	R
Điểm tính toán (Measuring Points)	18	MP
Đường ống (Pipe)	34	Numbers

Bảng 4: Các phần tử cấu thành mô hình



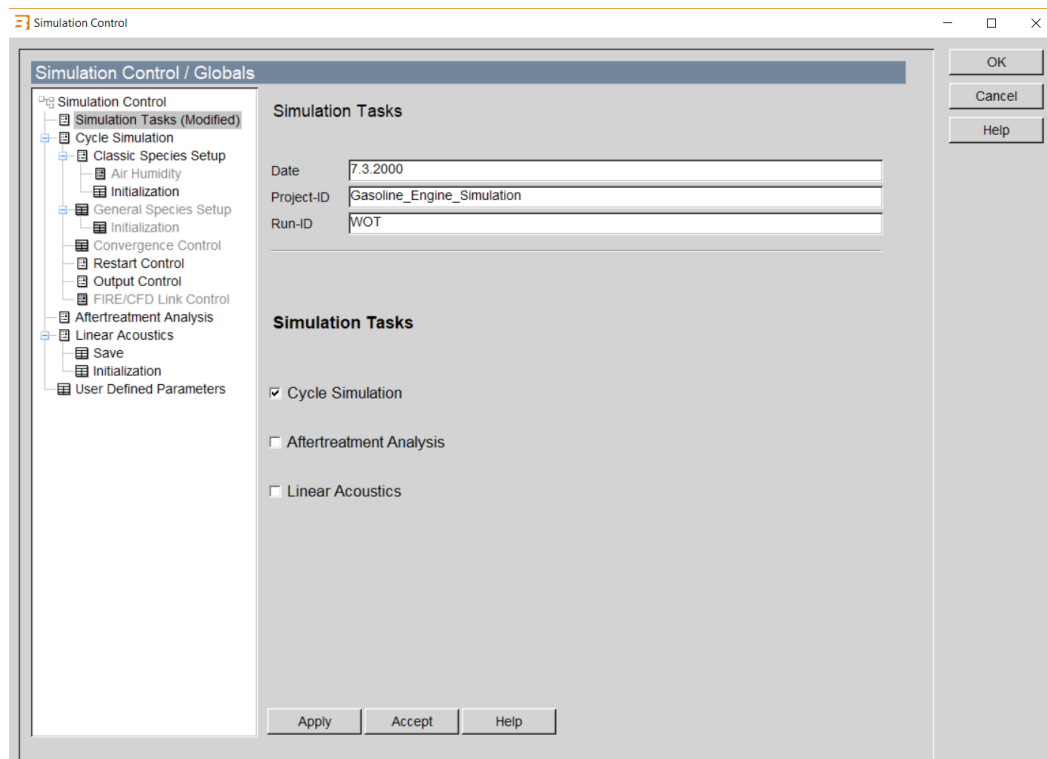
Hình 3.2: Sơ đồ mô hình động cơ xăng

3.2.2. Nhập dữ liệu cho mô hình.

a. Nhập dữ liệu chung cho mô hình:

Boost yêu cầu chúng ta phải ưu tiên xác định các dữ liệu chung hơn là dữ liệu đầu vào của các thành phần nào khác. Dữ liệu chung phải được xác định đầu tiên, chọn Simulation | Control để truy cập miền giá trị đầu vào.

1. Simulation tasks



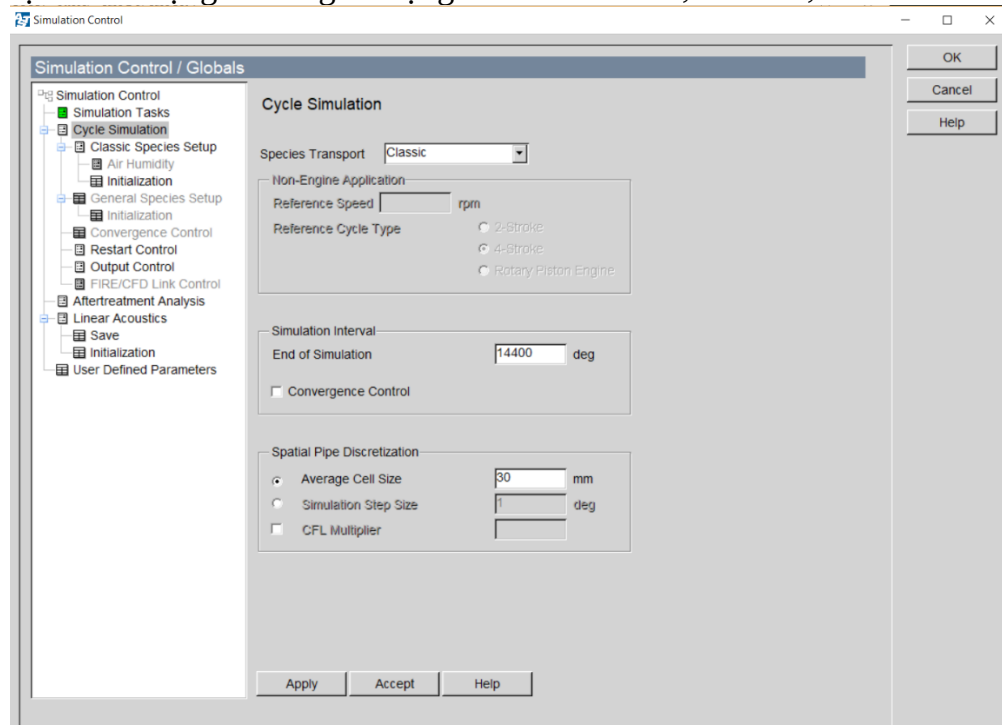
Hình 3.3: Màn hình Simulation

Nhấp chọn vào “Simulation Tasks” sau đó chọn vào phần “Cycle Simulation”

2. Cycle simulation.

Nhấp chọn vào phần “Cycle Simulation” và nhập vào các dữ liệu sau đây
Simulation Transport : Classic (mặc định)

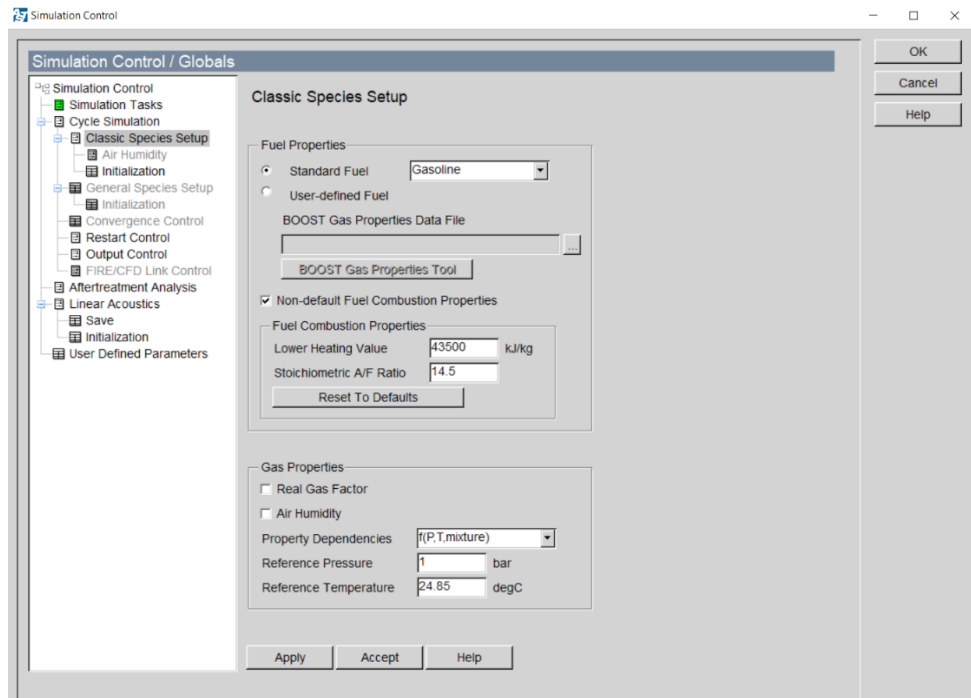
Phần mềm cho phép chúng ta lựa chọn loại nhiên liệu sử dụng trên động cơ của xe: Nhiên liệu đơn (Classic) – Nhiên liệu kép (General), có thể chọn nhiên liệu thực tế mà động cơ đang sử dụng như là Gasoline, Ethanol, Methanol...



Hình 3.4: Màn hình thiết lập mô phỏng

3. Classic species setup.

Các giá trị ở mục này được sử dụng với giá trị mặc định đã có sẵn.



Hình 3.5: Lựa chọn loại nhiên liệu cho động cơ

b. Nhập dữ liệu các phần tử

✓ Phần tử động cơ (Engine):

+Tổng quát (General):

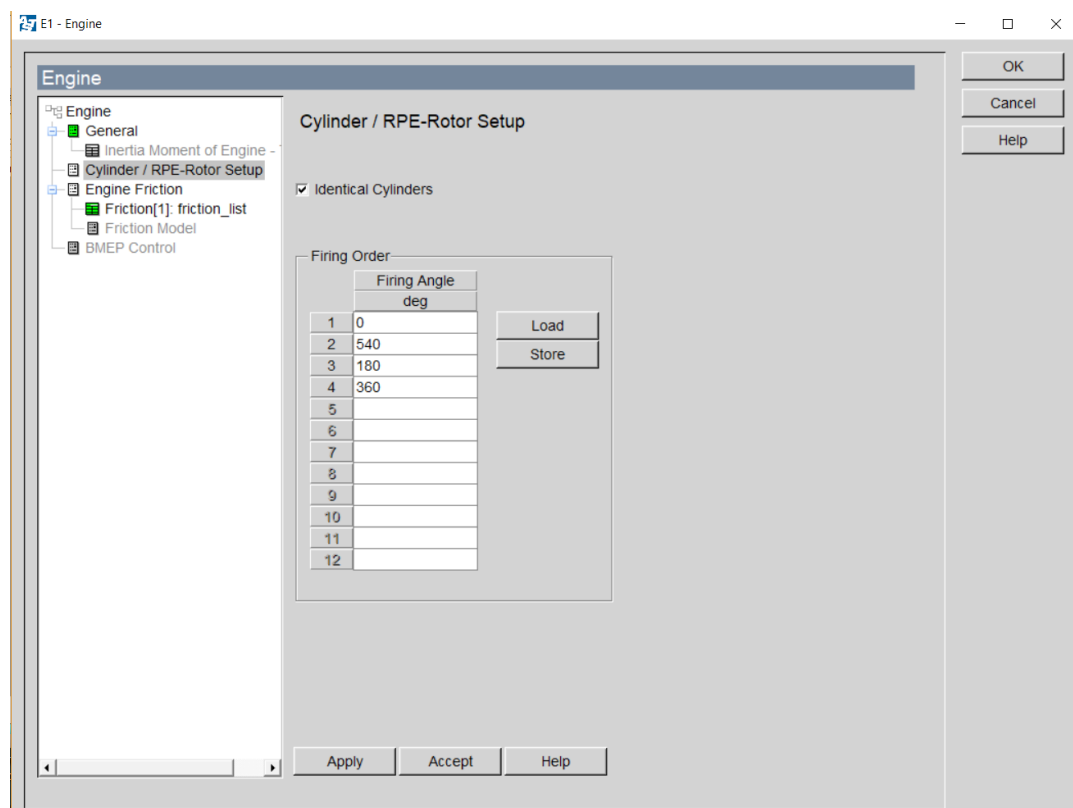
Click vào hình khối động cơ trên giao diện AVL boost và nhập dữ liệu cho từng trường hợp tính toán.

Engine Speed 7000 rpm

Cycle Type 4 stroke

BMEP control Activate

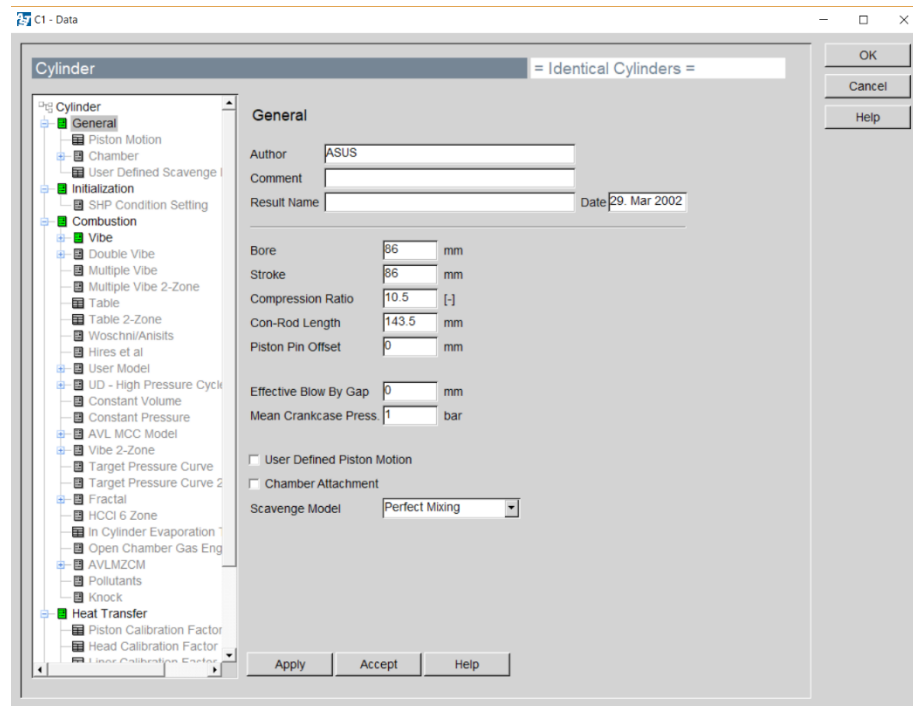
+Thiết lập thứ tự nổ trên động cơ: 1-3-4-2



Hình 3.6: Thứ tự công tác của động cơ

✓ **Phần tử xy lanh (Cylinder):**

1. Tổng quát (General):



Hình 3.7: Các thông số của xy lanh

Boost yêu cầu xác định các thông số của cylinder bao gồm:

- Đường kính xy lanh (Bore) : 86mm
- Hành trình (Stroke): 86 mm
- Tỷ số nén (Compression ratio): 10.5
- Chiều dài thanh truyền (Con-rod length) 143.5mm
- Độ lệch tâm chốt piston (Piston Pin Offset) :12mm

- Khe hở giữ xéc măng và thành xy lanh (Effective Blow By Gap) : 0mm
- Áp suất trung trình trong hộp các-te (Mean Crankse Pressure) 1 bar
- Mô hình trao đổi chất (Scavenge model): Perfect Mixing

2. Khai báo giá trị khởi tạo

Nhấp chọn tệp Initialization và nhập vào các dữ liệu sau đây

Intial Conditions at EO (Exhaust Valve Opening)

Pressure	5 bar
Temperature	726,85 °C

Initial Gas composition

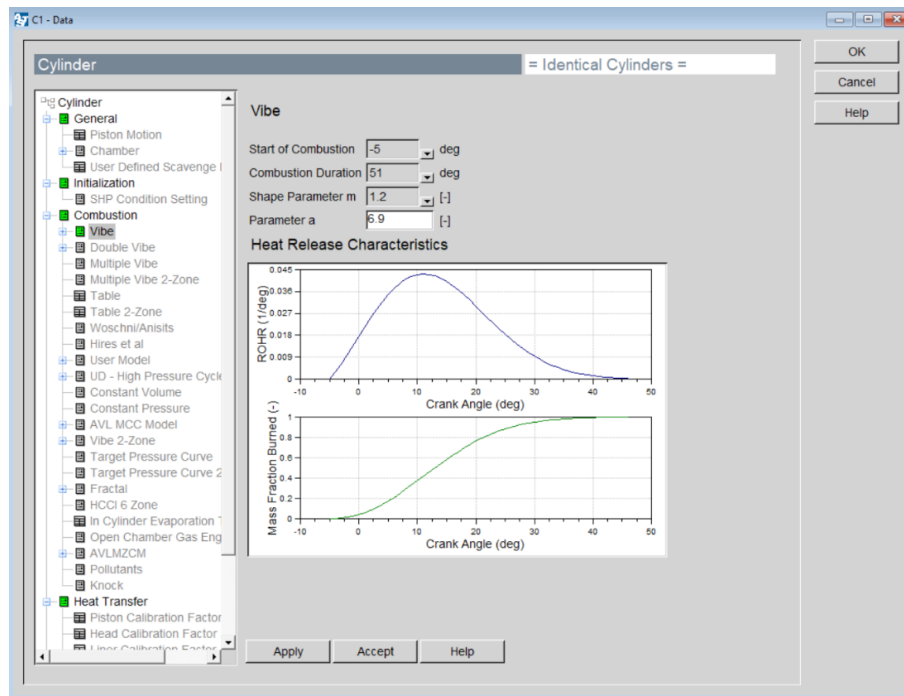
Ratio Type :	A/F ratio
Ratio Value:	14.3
Fuel Vapour:	0
Combustion Products:	1

3. Khai báo quá trình cháy (Combustion)

Trong phần tử Cylinder cho phép chọn các mô hình cháy sau: Vibe, Doublevibe, AVL,MCC Model, Vibe 2-Zone....

Nhấn chọn Vibe và nhập các dữ liệu sau :

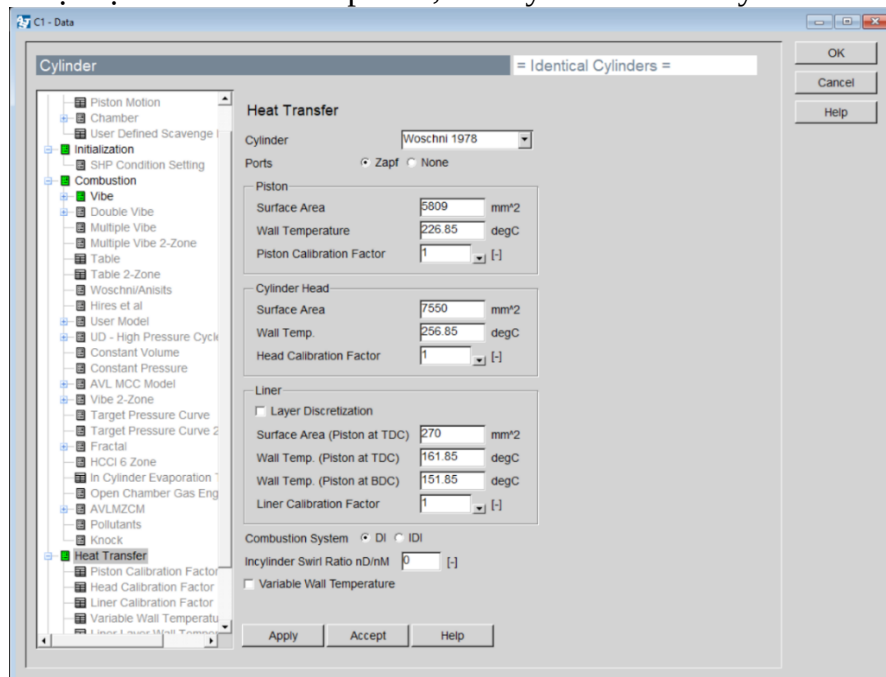
Góc bắt đầu cháy (Start of combustion) :	-5 deg
Góc quá trình cháy (Combustion Duration) :	51 deg
Thông số hình dạng m (Shape parameter) :	1,2
Thông số a :	6,9



Hình 3.8: Thông số quá trình cháy Vibe

4. Truyền nhiệt (Heat transfer)

Hệ số truyền nhiệt được tính bởi mô hình truyền nhiệt, diện tích bề mặt và nhiệt độ thành vách của piston, đầu xylanh và thân xylanh cần được khai báo.



Hình 3.9: Thông số sự truyền nhiệt

5. Thông số các van xupap

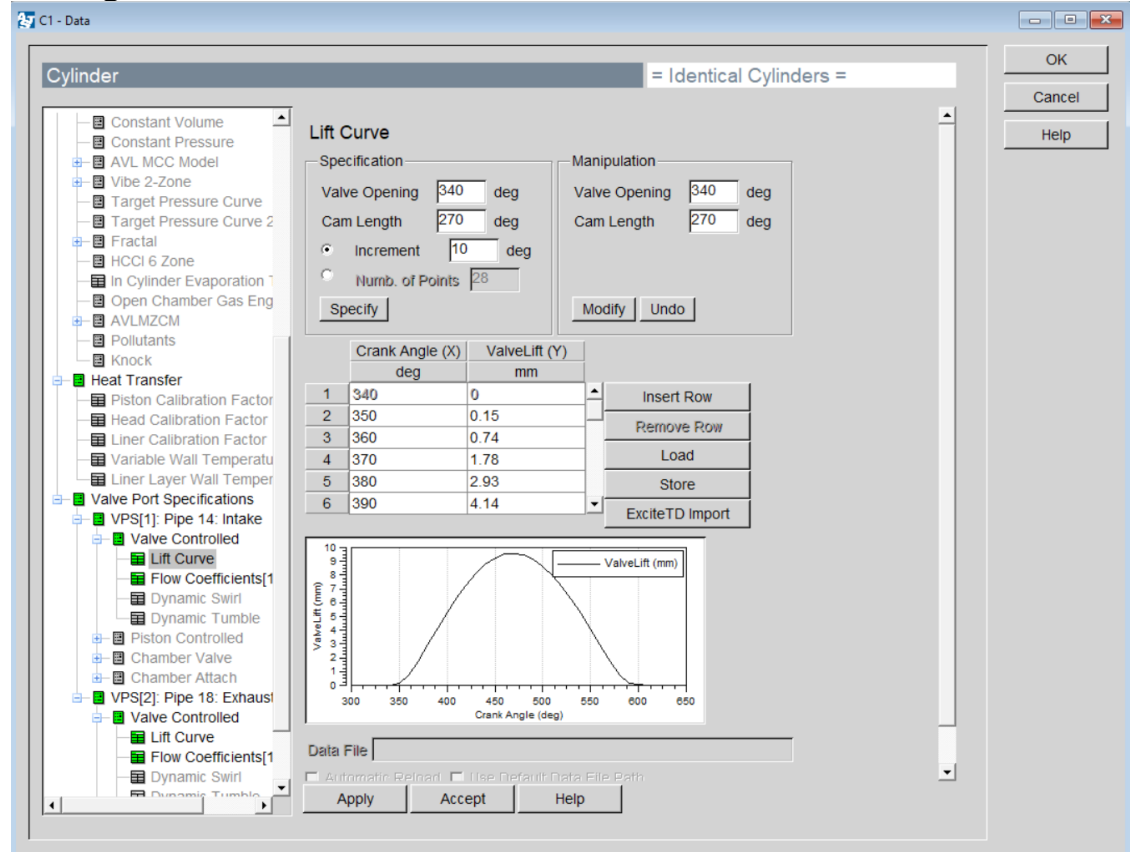
Chọn “Valve Port Specification” , ở phần VPS[1]: Pipe Intake ta nhấp chấn

“Valve Controlled” và nhập các thông số như sau :

Inner Valve Seat (=Reference) Diameter : 43,84 mm

Valve Clearance : 0 mm

Scaling Factor for Eff. Flow Area : 1,712



Hình 3.10: Biên dạng mở đóng của xupap nạp

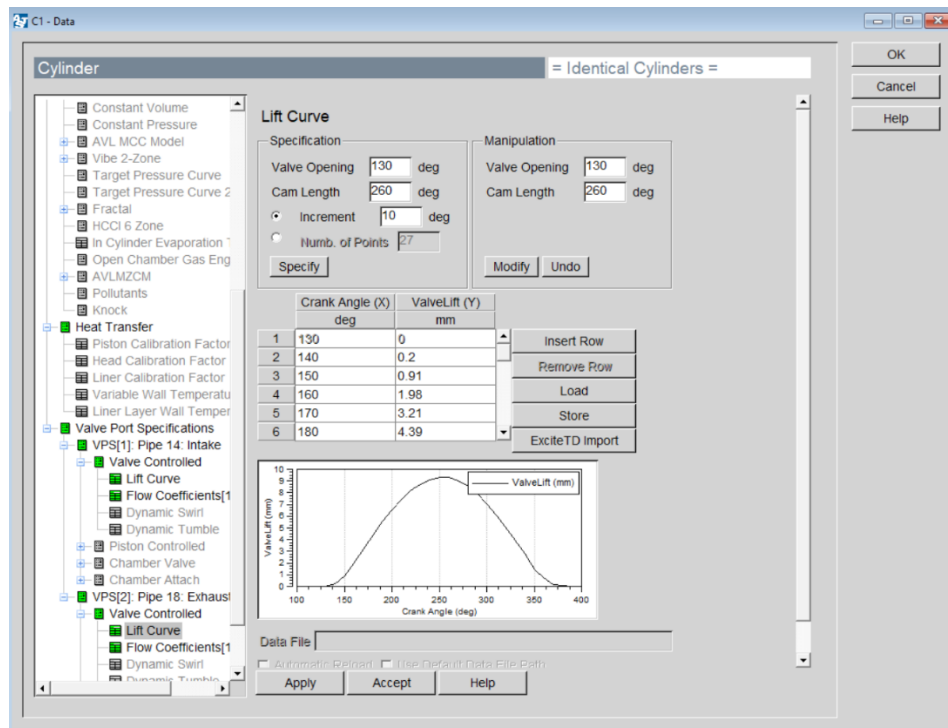
Tương tự ở phần VPS[2]: Pipe 18 Exhaust, click chọn phần “Valve Controlled”

và nhập các thông số sau:

Inner Valve Seat (=Reference) Diameter : 36,77 mm

Valve Clearance : 0 mm

Scaling Factor for Eff. Flow Area : 1,242



Hình 3.11: Biên dạng mở đóng của xupap xả

✓ Phần tử lọc khí

Dữ liệu chung (General): dữ liệu về kích thước hình học của lọc khí gồm:

- Thể tích toàn bộ của bình lọc (Total Air Cleaner Volume)
- Thể tích cổ góp vào bình (Inlet Collector Volume)
- Thể tích của cổ góp ra khỏi bình (Outlet Collector Volume)
- Chiều dài phin lọc (Length Of Filter Element)

Đường kính cơ sở của đường ống lọc được tính toán dựa trên thể tích của đường ống ($V_{\text{pipe}} = V_{\text{total}} - V_{\text{inlet collector}} - V_{\text{outlet collector}}$) và chiều dài của lưới lọc.

Total Air Cleaner Volume	8,7(l)
Inlet Collector Volume	3,0(l)
Outlet Collector Volume	4,3(l)
Length of Filter Volume	300 mm

Air Cleaner

General

Author: ASUS

Comment:

Result Name:

Date: 22. Mar 2002

Geometrical Properties

Total Air Cleaner Volume: 8.7 l

Inlet Collector Volume: 3 l

Outlet Collector Volume: 4.3 l

Length of Filter Element: 300 mm

Hydraulic Setting of Filter Element

☐ Hydraulic Setting

Hydraulic Unit: ☒ Diameter ☐ Area

Hydraulic Diameter: mm

Hydraulic Area: mm²

Apply Accept Help

Hình 3.12: Thông số của lọc gió

– **Ma sát (Friction) bao gồm :**

- + Khối lượng của khí qua bình lọc (Mass Flow)
- + Tổn thất áp suất khí qua bình lọc (Target Pressure Drop)
- + Áp suất không khí vào bình lọc (Inlet Pressure)
- + Nhiệt độ khí vào bình lọc (Inlet Air Temperature)

Air Cleaner

Friction

Friction Specification: ☒ Target Pressure Drop ☐ Coefficient

Target Pressure Drop

Mass Flow: 0.13 kg/s

Target Pressure Drop: 0.008 bar

Inlet Pressure: 1 bar

Inlet Air Temperature: 19.85 degC

Coefficient

Friction Coefficient: [-]

Lam. Friction Coeff.: 54 [-]

Apply Accept Help

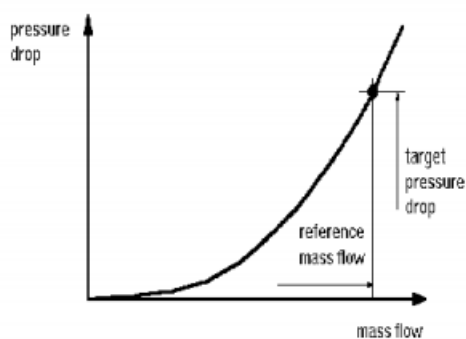
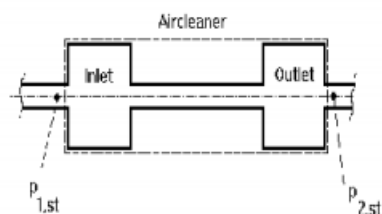
Hình 3.13: Thông số ma sát ở phần tử lọc gió

Hệ số lưu lượng

Pipe 3 Inflow	1	Pipe 3 Outflow	1
Pipe 4 Inflow	1	Pipe 4 Outflow	1

Bảng 5: Giá trị lưu lượng của phần tử lọc gió

Hiệu suất của lọc khí được xác định bởi giá trị lưu lượng tham chiếu, giá trị áp suất giảm cần đạt (được xác định bởi chênh lệch áp suất ở đầu vào và đầu ra của đường ống) tại lưu lượng tham chiếu và điều kiện không khí ở đầu vào.



✓ Phần tử bộ chuyển đổi xúc tác (Catalyst)

Phần tử lọc được xác định bằng các thông số sau

- Phản ứng hoá học (Chemical Reactions): Deactivate

- Thể tích bầu xúc tác (Monolith Volume) : 3,2 (l)
- Chiều dài bầu xúc tác (Length of Monolith) : 300 (mm)
- Thể tích đường ống vào (Inlet Collector Volume) : 0,15 (l)
- Thể tích đường ống ra (Outlet Collector Volume) : 0,15 (l)

✓ **Phần tử đường ống (Pipes)**

Phần tử đường ống được xác định bằng các tham số như đường kính, chiều dài, độ cong ống, hệ số cản thành ống.

Phần tử đường ống gồm dữ liệu chung (General) và điều kiện biên (Initialization):

+Dữ liệu chung (General) gồm:

- Chiều dài ống (Pipe length)
- Đường kính ống (Diameter) đường kính ống có thể thay đổi nên ta có thể nhập đường kính ống vào dưới dạng bảng.
- Hệ số cản ống (Friction Coefficient): hệ số cản phụ thuộc vào đường kính ống, vật liệu chế tạo, độ nhám thành ống.
- Hệ số truyền nhiệt (Heat Transfer): để làm cơ sở tính tổn thất nhiệt do sự chênh lệch nhiệt độ thành ống và dòng môi chất trong ống.
- Nhiệt độ thành ống (Wall temperature)

+Điều kiện biên (Initialization) gồm:

- Áp suất (Pressure)
- Nhiệt độ hỗn hợp khí (Gas temperature)
- Hơi nhiên liệu (Fuel vapour)
- Sản phẩm cháy (Combustion Products)
- Tỷ lệ giữa không khí và nhiên liệu (Ratio type)

✓ **Nhập dữ liệu phần tử điểm đo**

Phần tử điểm đo trong mô hình được xác định bằng các tham số:

- + Vị trí đặt điểm đo.
- + Phạm vi kết quả đo: khi chọn **Standard** kết quả bao gồm áp suất, nhiệt độ, tốc độ và khối lượng của dòng môi chất trong ống theo góc quay trục khuỷu. Nếu chọn **Extended** thì ngoài các kết quả trên còn có thêm các thông số thành phần nhiên liệu, thành phần sản phẩm cháy,...

3.2.3. Thêm thông số cho nhiều trường hợp.

1. Mở phần tử “Động cơ” trong cửa sổ chính
2. Chọn vào phần nhãn Engine Speed, nhấp chuột phải chọn “Assign new parameter”
3. Nhập tên của thông số ví dụ ở đây là *Engine_Speed*
4. Và làm tương tự cho mỗi thông số sau đây:

Thông số	Đường dẫn
AF_Ratio	Injector 1 (Injector / General / <Air Fuel Ratio> Injector 2 (Injector / General / <Air Fuel Ratio> Injector 3 (Injector / General / <Air Fuel Ratio> Injector 4 (Injector / General / <Air Fuel Ratio>
AF_Ratio	Cylinder / Initialization / <Ratio Value>
Start_of_Combustion	Cylinder / Combustion / Vibe / <Start of Combustion>
Duration_of_Combustion	Cylinder / Combustion / Vibe / <Combustion Duration>
Vibe_Shape	Cylinder / Combustion / Vibe / <Shape parameter m>
Cylinder_Head_T	Cylinder / Heat Transfer / <Cylinder Head: Wall Temp.>
Liner_TDC_T	Cylinder / Heat Transfer / <Liner: Wall Temp. (Piston at TDC)>
Liner_BDC_T	Cylinder / Heat Transfer / <Liner: Wall Temp. (Piston at BDC)>

Piston_T	Cylinder / Heat Transfer / <Piston: Wall Temperature>
Exhaust_Port_Wall_T	Cylinder / Valve Port Specification / <Port : Wall Temp : <i>Line for pipe 18</i> >
Exhaust_Wall_1_T	Pipe 22 (Pipe / General / Wall Temperature) Pipe 23 (Pipe / General / Wall Temperature) Pipe 24 (Pipe / General / Wall Temperature) Pipe 25 (Pipe / General / Wall Temperature)
Exhaust_Wall_2_T	Pipe 26 (Pipe / General / Wall Temperature) Pipe 27 (Pipe / General / Wall Temperature)
Exhaust_Wall_3_T	Pipe 28 (Pipe / General / Wall Temperature) Pipe 29 (Pipe / General / Wall Temperature) Pipe 30 (Pipe / General / Wall Temperature) Pipe 31 (Pipe / General / Wall Temperature)

5. Đối với ống 32, 33 và 34 thì nhiệt độ thành ống được xác định thay đổi dọc theo chiều dài của ống. Đầu tiên ta chọn nhập giá trị nhiệt độ thành ống bằng bảng số liệu “Table” và nhập giá trị ban đầu cho mỗi đường ống.

	Location (X) mm	Wall Temperature (Y) K
1	0	750
2	860	750
3		
4		
5		

Sau đó chọn thông số như bảng sau:

Wall_T_Up_Catalyst	Pipe 32 (Pipe / General / Wall Temperature - Table / Wall temperature tại điểm đầu tiên của bảng số liệu, 0 mm)
Wall_T_Down_Catalyst	Pipe 32 (Pipe / General / Wall Temperature - Table / Wall temperature tại điểm cuối của bảng số liệu, 860 mm)
Wall_T_Up_Exhaust	Pipe 33 (Pipe / General / Wall Temperature - Table / Wall temperature tại điểm đầu tiên của bảng số liệu, 0 mm)

Wall_T_Down_Exhaust	Pipe 33 (Pipe / General / Wall Temperature - Table / Wall temperature tại điểm cuối của bảng số liệu, 970 mm)
Wall_T_Up_Tailpipe	Pipe 34 (Pipe / General / Wall Temperature - Table / Wall temperature tại điểm đầu tiên của bảng số liệu, 0 mm)
Wall_T_Down_Tailpipe	Pipe 34 (Pipe / General / Wall Temperature - Table / Wall tại điểm cuối của bảng số liệu, 330 mm)

Bảng 6: Thiết lập các thông số cho mỗi trường hợp

- Sao chép dữ liệu của xylanh 1 cho xylanh 2, 3, 4 bằng cách chọn Element|Copy data.
- Một thông số bổ sung được yêu cầu không liên quan đến một miền đầu vào cụ thể, để giúp xác định nhiệt độ thành ống xả theo hàm của tốc độ động cơ. Mở phần Model|Parameters|New Parameter. Ta sẽ đặt tên lại cho thông số mới là *Exhaust_Wall_T_Factor* và mặc định giá trị 0.01 với đơn vị là Ratio[-].
- Nhập hàm tính nhiệt độ thành ống xả.

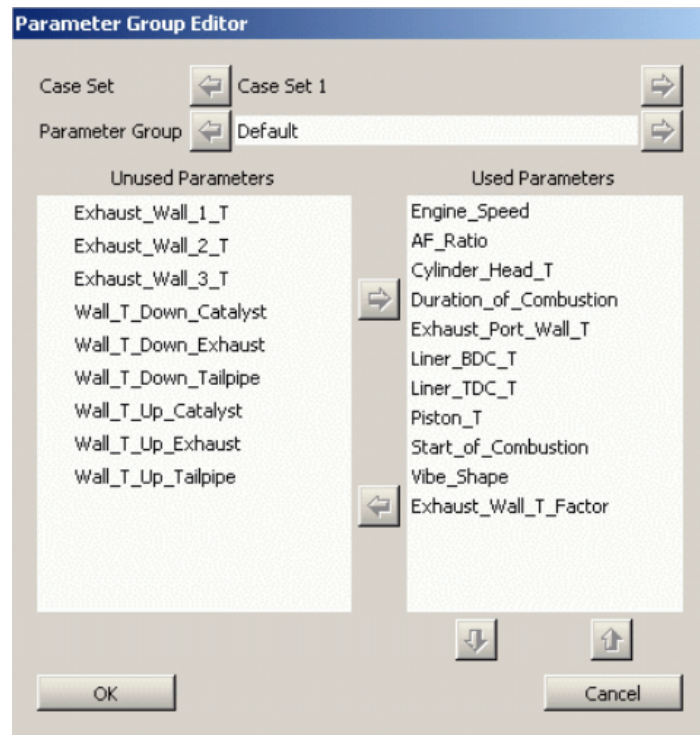
Thông số	Công thức
Exhaust_Wall_1_T	=660+Exhaust_Wall_T_Factor*(980-660)
Exhaust_Wall_2_T	=640+Exhaust_Wall_T_Factor *(950-640)
Exhaust_Wall_3_T	=630+Exhaust_Wall_T_Factor *(930-630)
Wall_T_Up_Catalyst	=550+Exhaust_Wall_T_Factor *(1024-550)
Wall_T_Down_Catalyst	=550+Exhaust_Wall_T_Factor *(965-550)
Wall_T_Up_Exhaust	=510+Exhaust_Wall_T_Factor *(885-510)
Wall_T_Down_Exhaust	=510+Exhaust_Wall_T_Factor *(850-510)
Wall_T_Up_Tailpipe	=480+Exhaust_Wall_T_Factor *(768-480)
Wall_T_Down_Tailpipe	=480+Exhaust_Wall_T_Factor *(737-480)

Model Parameters				
<div> <div> <div></div> <div>Model</div> </div> <div> <div></div> <div>Parameter</div> </div> <div> <div></div> <div>Type</div> </div> <div> <div></div> <div>Value</div> </div> <div> <div></div> <div>Unit</div> </div> </div>				
P AF_Ratio	AF_Ratio	global	12.1	[-] (Ratio)
P Cylinder_Head_T	Cylinder_Head_T	global	624	K (Temperature)
P Duration_of_Combustion	Duration_of_Combustion	global	52	deg (Angle)
P Engine_Speed	Engine_Speed	global	7000	rpm (Angular Velocity)
P Exhaust_Port_Wall_T	Exhaust_Port_Wall_T	global	600	K (Temperature)
P Exhaust_Wall_1_T	Exhaust_Wall_1_T	global	=660 + Exhaust_Wall_T	K (Temperature)
P Exhaust_Wall_2_T	Exhaust_Wall_2_T	global	=640 + Exhaust_Wall_T	K (Temperature)
P Exhaust_Wall_3_T	Exhaust_Wall_3_T	global	=630 + Exhaust_Wall_T	K (Temperature)
P Exhaust_Wall_T_Factor	Exhaust_Wall_T_Factor	global	1.0	[-] (Ratio)
P Liner_BDC_T	Liner_BDC_T	global	455	K (Temperature)
P Liner_TDC_T	Liner_TDC_T	global	462	K (Temperature)
P Piston_T	Piston_T	global	570	K (Temperature)
P Start_of_Combustion	Start_of_Combustion	global	-6	deg (Angle)
P Vibe_Shape	Vibe_Shape	global	1.17	[-] (Ratio)
P Wall_T_Down_Catalyst	Wall_T_Down_Catalyst	global	=550 + Exhaust_Wall_T	K (Temperature)
P Wall_T_Down_Exhaust	Wall_T_Down_Exhaust	global	=510 + Exhaust_Wall_T	K (Temperature)
P Wall_T_Down_Tailpipe	Wall_T_Down_Tailpipe	global	=480 + Exhaust_Wall_T	K (Temperature)
P Wall_T_Up_Catalyst	Wall_T_Up_Catalyst	global	=550 + Exhaust_Wall_T	K (Temperature)
P Wall_T_Up_Exhaust	Wall_T_Up_Exhaust	global	=510 + Exhaust_Wall_T	K (Temperature)
P Wall_T_Up_Tailpipe	Wall_T_Up_Tailpipe	global	=480 + Exhaust_Wall_T	K (Temperature)
1				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				

Hình 3. 14: Bảng thông số khi hoàn thành

9. Thiết lập thông số trong bảng “Case Explorer”.

Để hiển thị ra các thông số yêu cầu ta chọn mục “Edit Parameter groups” thêm vào giá trị cần hiển thị.



Hình 3.15: Hiệu chỉnh các thông số cần hiển thị

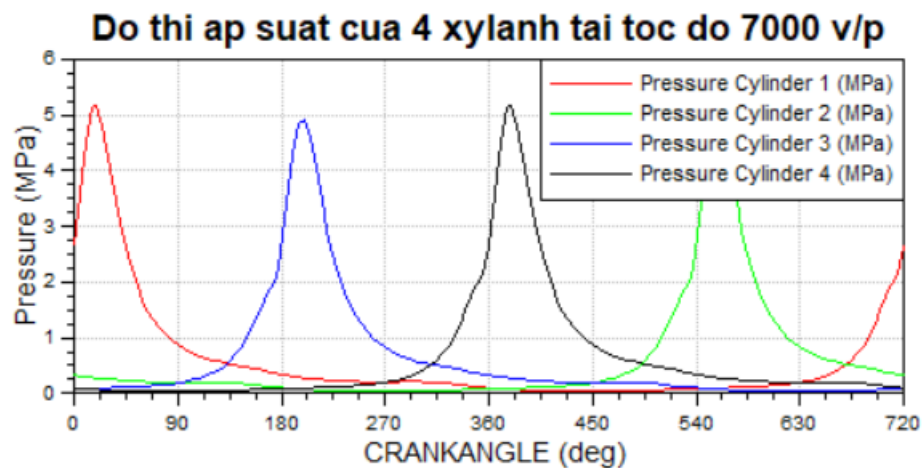
Sau khi hoàn thành, ta tiếp tục chọn “Insert case” để tạo thêm nhiều trường hợp khác. Cứ như vậy tạo ra đủ cho 17 trường hợp.

Case Set 1	Engine_Speed	AF_Ratio	Cylinder_Head_T	Duration_of_Combustion	Exhaust_Port_Wall_T
	rpm	[-]	K	deg	K
Case 1	7000	12.1	624	52	600
Case 2	6500	12.37	612	51	586
Case 3	6000	12.24	600	50	572
Case 4	5500	12.11	588	49	558
Case 5	5200	12.185	582	48.5	550.5
Case 6	5000	12.26	576	48	543
Case 7	4800	12.42	570	47.5	536
Case 8	4500	12.58	564	47	529
Case 9	4000	13.08	552	46	515
Case 10	3500	13.02	540	45	500
Case 11	3200	12.97	534	44.5	493.5
Case 12	3000	12.92	528	44	487.5
Case 13	2800	13.03	522	43.5	480
Case 14	2500	13.14	516	43	473
Case 15	2000	12.8	504	42	458
Case 16	1500	12.56	492	41	444
Case 17	1000	11.64	480	40	430
	368	396	460	-3.5	2.38
	360	390	450	5	2.4
					0.12
					0.01

Hình 3.16: Các giá trị của thông số trong bảng Case Explorer

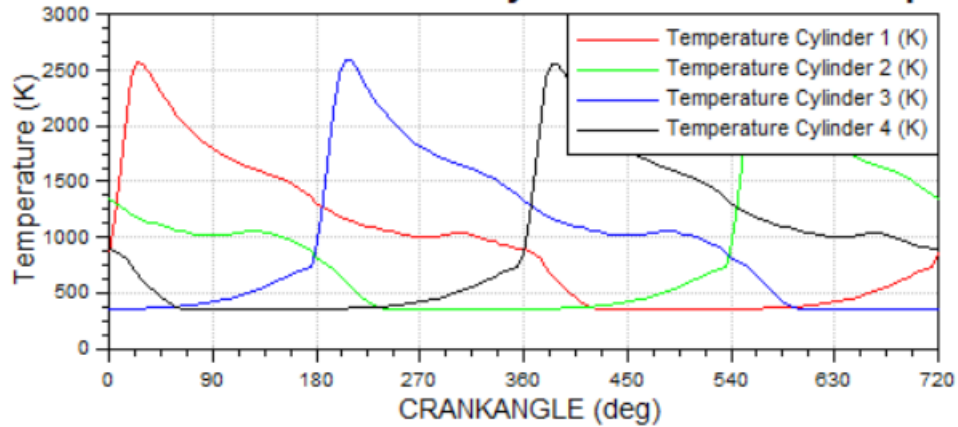
3.3. Kết quả mô phỏng.

Sau khi tiến hành chạy các trường hợp đã được thiết lập, AVL Boost sẽ cho người dùng hiển thị lên các đồ thị đường đặc tính của động cơ, xy lanh, ...



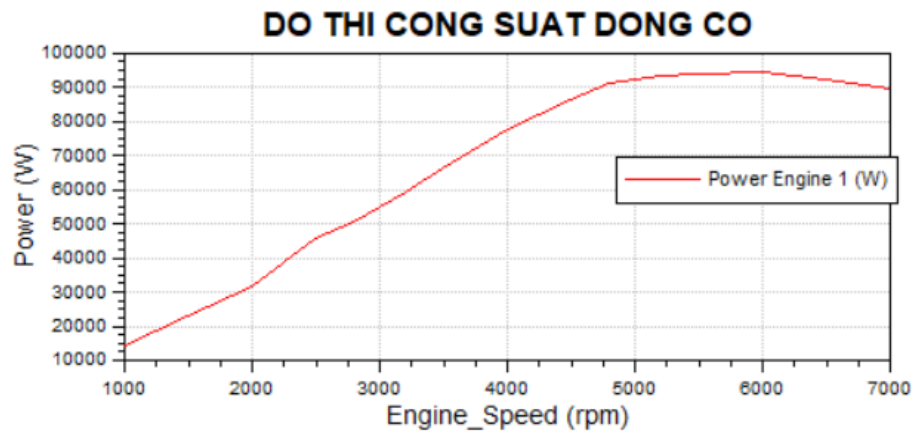
Đồ thị áp suất của xy lanh 1,2,3,4 tại tốc độ quay 7000 v/p

Đồ thị nhiệt độ của 4 xy lanh tại tốc độ 3500 v/p

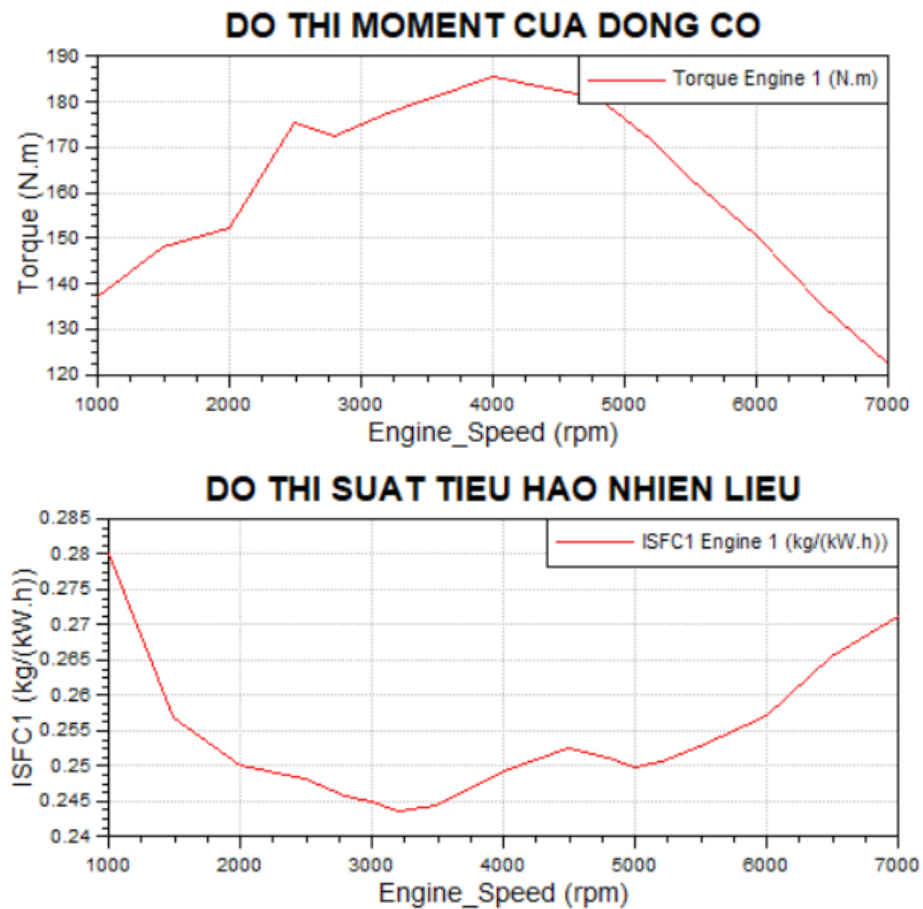


Hình 3.17: Đồ thị nhiệt độ của xy lanh 1,2,3,4 tại tốc độ vòng quay 3500 v/p

Đồ thị áp suất và nhiệt độ của từng xy lanh được thể hiện theo đúng thứ tự công tác của các xy lanh trong động cơ.



Hình 3.18: Đồ thị công suất của động cơ theo tốc độ vòng quay



Hình 3.19: Mô men và suất tiêu hao nhiên liệu của động cơ

Trên thực tế, kết quả mô phỏng của động cơ sẽ dùng để so sánh và đánh giá kết luận trong nhiều điều kiện hoạt động khác nhau.

Tài liệu tham khảo

- [1] 4 Cylinder Gasoline Engine Example – AVL <<https://www.avl.com/simulation-technologies>>
- [2] Users Guide AVL Boost version 2015.1