

ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA
KHOA CƠ KHÍ GIAO THÔNG

ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP
CAPSTONE PROJECT
NGÀNH: KỸ THUẬT CƠ KHÍ
CHUYÊN NGÀNH: CƠ KHÍ ĐỘNG LỰC

ĐỀ TÀI:
KHẢO SÁT VÀ MÔ PHỎNG HỆ THỐNG ĐỘNG LỰC 4WD
TRÊN XE HYUNDAI SANTAFE

Sinh viên thực hiện : **PHAN TRỌNG QUÂN**
Số thẻ sinh viên : **103190075**
Lớp : **19C4CLC2**
Giáo viên hướng dẫn : **TS. NGUYỄN QUANG TRUNG**
Giáo viên phản biện : **PGS. TS. DƯƠNG VIỆT DŨNG**

Đà Nẵng, 6/2025

ĐẠI HỌC ĐÀ NẴNG
TRƯỜNG ĐẠI HỌC BÁCH KHOA
KHOA CƠ KHÍ GIAO THÔNG

ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP
CAPSTONE PROJECT
NGÀNH: KỸ THUẬT CƠ KHÍ
CHUYÊN NGÀNH: CƠ KHÍ ĐỘNG LỰC

ĐỀ TÀI:
KHẢO SÁT VÀ MÔ PHỎNG HỆ THỐNG ĐỘNG LỰC 4WD
TRÊN XE HYUNDAI SANTAFE

Sinh viên thực hiện : **PHAN TRỌNG QUÂN**
Số thẻ sinh viên : **103190075**
Lớp : **19C4CLC2**
Giáo viên hướng dẫn : **TS. NGUYỄN QUANG TRUNG**
Giáo viên phản biện : **PGS. TS. DƯƠNG VIỆT DŨNG**

Đà Nẵng, 6/2025

TÓM TẮT

Tên đề tài : Khảo sát và mô phỏng hệ thống động lực 4WD trên xe Hyundai Santafe

Sinh viên thực hiện : Phan Trọng Quân

Số thẻ SV : 10319075

Lớp : 19C4CLC2.

Hệ thống 4WD (Four-Wheel Drive) trên xe Hyundai Santa Fe có vai trò quan trọng trong việc cải thiện khả năng vận hành và độ an toàn của xe trong nhiều điều kiện địa hình và thời tiết khác nhau. Khi xe vận hành trên đường trơn trượt (mưa, tuyết, bùn), hệ thống 4WD phân phối mô-men xoắn đến cả 4 bánh xe, giúp tăng độ bám đường, giảm hiện tượng trượt bánh. Ngoài ra 4WD giúp xe di chuyển dễ dàng hơn trên địa hình khó như đồi dốc, đường đá, đường cát, nhờ khả năng truyền lực đều đến các bánh. Trong đề tài này chúng tôi tiến hành “ Khảo sát và mô phỏng hệ thống động lực 4WD trên xe Hyundai Santafe ” để tìm hiểu , phân tích , so sánh các chế độ làm việc của hệ thống 4WD.

Mục tiêu của đề tài:

Trong đồ án này, em đã tập trung khảo sát và mô phỏng hệ thống 4WD . Nghiên cứu tầm quan trọng của hệ thống 4WD khi xe vận hành. Các bước chính bao gồm như tìm hiểu , khảo sát, phân tích kết cấu cấu tạo, nguyên lý hoạt động của hệ thống 4WD, tính toán động lực học và sử dụng phần mềm mô phỏng để kiểm tra hiệu quả hệ thống.

Phương pháp nghiên cứu :

- Thu thập tài liệu về hệ thống 4WD trên xe Hyundai Santafe.
- Nghiên cứu nguyên lý hoạt động của hệ thống 4WD.
- Dựa vào thông số tài liệu ban đầu, tính toán động lực học của hệ thống 4WD.
- Xây dựng hệ thống 4WD bằng phần mềm Matlab/Simulink.
- Tiến hành thí nghiệm mô phỏng và ghi nhận kết quả.

Kết luận:

Hệ thống 4WD trên Hyundai Santa Fe là một công nghệ hữu ích, nâng cao khả năng vận hành, độ an toàn và sự linh hoạt của xe trong nhiều điều kiện địa hình và thời tiết. Với khả năng truyền lực đến cả bốn bánh, xe có thể bám đường tốt hơn, ổn định hơn khi vào cua, và vượt qua các địa hình khó khăn một cách dễ dàng hơn.

LỜI NÓI ĐẦU

Trong những năm gần đây, sự phát triển nhanh chóng của ngành công nghiệp ô tô đã đặt ra yêu cầu ngày càng cao đối với các hệ thống truyền động – không chỉ đảm bảo hiệu suất vận hành mạnh mẽ, mà còn phải thích ứng tốt với các điều kiện đường sá và khí hậu phức tạp. Trong bối cảnh đó, hệ thống dẫn động bốn bánh 4WD ngày càng khẳng định vai trò quan trọng trong việc nâng cao tính ổn định, độ an toàn và khả năng vượt địa hình của xe, đặc biệt là ở phân khúc xe thể thao đa dụng SUV

Xe Hyundai Santa Fe, một trong những dòng SUV được ưa chuộng tại thị trường Việt Nam và quốc tế, đã ứng dụng hiệu quả hệ thống 4WD như một giải pháp công nghệ nhằm tăng cường trải nghiệm người dùng. Hệ thống này cho phép xe vận hành linh hoạt hơn trong các điều kiện khắc nghiệt như mưa, bùn lầy, tuyết, hay địa hình đồi núi.

Từ vấn đề đó, với những kiến thức đã học và sự hướng dẫn tận tình của giáo viên hướng dẫn, cùng mong muốn tìm hiểu sâu hơn về cấu tạo và nguyên lý hoạt động của hệ thống truyền động, em đã chọn đề tài: “ KHẢO SÁT VÀ MÔ PHỎNG HỆ THỐNG ĐỘNG LỰC 4WD TRÊN XE HYUNDAI SANTAFE ”

Trong thời gian thực hiện đề tài do thời gian có hạn và kiến thức còn hạn chế nên trong quá trình thực hiện không thể tránh khỏi những thiếu sót nhất định. Em rất mong sự giúp đỡ, ý kiến đóng góp của quý thầy cô cùng tất cả các bạn để đề tài được hoàn thiện hơn.

Cuối cùng em xin chân thành cảm ơn thầy **TS. Nguyễn Quang Trung** cùng các thầy trong bộ môn đã giúp em hoàn thành đồ án này.

Đà Nẵng, tháng 06 năm 2025
Sinh viên thực hiện.

Phan Trọng Quân

MỤC LỤC

LỜI NÓI ĐẦU.....	i
DANH SÁCH CÁC HÌNH VẼ	iv
CHƯƠNG 1 TỔNG QUAN VỀ HỆ THỐNG 4WD	3
1.1 Khái niệm về hệ thống 4WD.....	3
1.1.1 4WD là gì?.....	3
1.1.2 Phân loại.....	3
1.2. Lịch sử hình thành của hệ thống 4WD.....	7
1.3. Cấu tạo và kết cấu của hệ thống 4WD.....	10
1.3.1 Cấu tạo cơ bản của 4WD.....	10
1.3.2 Kết cấu của hệ thống 4WD.....	11
1.4. Nguyên lý hoạt động của hệ thống 4WD	11
1.4.1 4WD gián đoạn.....	11
1.4.2. 4WD thường xuyên	13
1.4.3 4WD thường xuyên có khớp mềm V	15
1.5. Ưu, nhược điểm của hệ thống 4WD.....	16
1.5.1 Ưu điểm của xe 4WD	16
1.5.2 Nhược điểm của xe 4WD	17
1.5.3 Khi nào nên sử dụng xe 4WD ?.....	17
1.6 Các lỗi thường gặp và biện pháp khắc phục của hệ thống 4WD	18
1.7 So sánh hệ dẫn động giữa 2WD, 4WD và AWD.....	19
CHƯƠNG 2 GIỚI THIỆU XE HYUNDAI SANTAFE FE 2.2 CRDI 4WD...20	
2.1 Giới thiệu chung về Hyundai Santafe.....	20
2.2 Đặc tính một số hệ thống chính trên xe Hyundai Santafe Fe 2.2 CRDi	24
2.2.1 Động cơ	24
2.2.2 Hệ thống phanh.....	28
2.2.3 Hệ thống lái	30
2.2.4 Hệ thống treo	32
CHƯƠNG 3 HỆ THỐNG TRUYỀN LỰC 4WD TRÊN XE HYUNDAI SANTAFE FE 2.2 CRDI	34
3.1 Giới thiệu hệ thống 4WD trên xe Hyundai Santafe Fe 2.2 CRDi	34
3.2 Hệ thống EST (Electronic shift transfer)	35
3.3. Các thành phần của hệ thống 4WD kiểu EST	37
3.4 Nguyên lý làm việc.....	38
3.4.1 Chế độ 2H.....	38
3.4.2 Chế độ 4H.....	39
3.4.3 Chế độ 4L	41

DANH SÁCH CÁC HÌNH VẼ

- Hình 1.1 Sơ đồ chung hệ dẫn động 4WD
- Hình 1.2 4WD gián đoạn
- Hình 1.3 4WD thường xuyên
- Hình 1.4 Chiếc xe đầu tiên được trang bị hệ thống 4WD vào năm 1903
- Hình 1.5 Quadra Trac System
- Hình 1.6 Eagle AMC 1980s
- Hình 1.8 Cấu tạo cơ bản của hệ thống 4WD
- Hình 1.9 Kết cấu của 4WD có vi sai trước và 1 hệ thống truyền lực
- Hình 1.10 Hoạt động của 4WD gián đoạn
- Hình 1.11 Hoạt động của 4WD thường xuyên
- Hình 1.12 Hoạt động của 4WD với khớp thủy lực V
- Hình 1.13 Phân bố lực ra các bánh xe giữa xe 2WD và 4WD
- Hình 1.14 Sử dụng xe trong địa hình bùn đất
- Hình 2.1 Hình dáng ngoài Hyundai Santafe
- Hình 2.2 Mẫu xe Hyundai Santa Fe 2.2 CRDi
- Hình 2.3 Đầu xe Hyundai SantaFe Fe 2.2 CRDi
- Hình 2.4 Thân xe Hyundai SantaFe Fe 2.2 CRDi
- Hình 2.5 Đuôi xe Hyundai Santafe Fe 2.2 CRDi
- Hình 2.6 Sơ đồ tổng thể xe Hyundai Santafe Fe 2.2 CRDi
- Hình 2.7 Động cơ D4HB
- Hình 2.8. Hệ thống nhiên liệu.
- Hình 2.9. Sơ đồ hệ thống bôi trơn
- Hình 2.10. Sơ đồ hệ thống làm mát động cơ D4HB
- Hình 2.11. Sơ đồ hệ thống xả động cơ D4HB
- Hình 2.12 Cơ cấu đĩa phanh
- Hình 2.13 Cơ cấu phanh sau
- Hình 2.14 Sơ đồ dẫn động phanh thủy lực hai dòng cho 2 cầu riêng biệt
- Hình 2.15 Sơ đồ lắp cơ cấu lái bánh răng-thanh răng
- Hình 2.16 Cơ cấu lái bánh răng – thanh răng
- Hình 2.17 Hệ thống treo trước.
- Hình 2.18 Hệ thống treo sau.
- Hình 3.1 Hệ thống 4WD gián đoạn trên Hyundai Santafe Fe 2.2 CRDi
- Hình 3.2 Hệ thống EST
- Hình 3.3 Sơ đồ hệ thống điều khiển 4WD kiểu EST
- Hình 3.4 Hệ thống điều khiển 4WD và dòng công suất ở chế độ 2H
- Hình 3.5 Hệ thống điều khiển 4WD ở chế độ 4H
- Hình 3.6 Sự gài bánh răng hành tinh ở chế độ 4H.

Hình 3.7 Dòng công suất qua hộp số phân phối ở chế độ 4H

Hình 3.8 Hệ thống điều khiển 4WD ở chế độ 4L

Hình 3.9 Sự gài bánh răng hành tinh ở chế độ 4L.

Hình 3.10 Kết cấu hộp số phân phối 4WD kiểu EST

Hình 3.11 Cấu tạo chi tiết hệ thống EST

Hình 3.12 Núm xoay chọn chế độ

Hình 3.13 Motor chuyển số

Hình 3.14 Chế độ hoạt động của motor khi sang số

Hình 3.15 Cảm biến vị trí motor

Hình 3.16 Tín hiệu đầu ra MPS

Hình 3.17 Ly hợp điện từ

Hình 3.18 Hệ thống chuyển đổi dẫn động từ 2WD sang 4WD

Hình 3.19 Sơ đồ tín hiệu và tín hiệu đầu ra

Hình 3.20 Cổng chuẩn đoán

Hình 3.21 Sơ đồ điện

Hình 4.1 Giao diện của phần mềm MATLAB

Hình 4.2 Sơ đồ phát xung điều khiển của các thyristor

Hình 4.3 Hộp thoại và thông số của khối phát xung điều khiển

Hình 4.4 Mô hình simulink của hệ thống 4WD ở chế độ 4H, 4L

Hình 4.5 Mô hình simulink của hệ thống 4WD ở chế độ 2H

Hình 4.6 Kết quả mô phỏng vận tốc của xe ở chế độ 4H, 4L

Hình 4.7 Kết quả mô phỏng vận tốc của xe ở chế độ 2H

MỞ ĐẦU

Trong bối cảnh ngành công nghiệp ô tô ngày càng phát triển mạnh mẽ, các hệ thống truyền động hiện đại ngày càng đóng vai trò quan trọng trong việc nâng cao hiệu quả vận hành, độ an toàn và khả năng thích nghi với điều kiện đường xá khác nhau. Trong số đó, hệ thống dẫn động bốn bánh toàn thời gian (4WD – Four Wheel Drive) là một trong những giải pháp kỹ thuật được ứng dụng rộng rãi trên nhiều dòng xe SUV, bán tải và các dòng xe địa hình nhằm nâng cao khả năng bám đường, khả năng vượt địa hình và sự ổn định khi vận hành.

Hyundai Santafe – một trong những dòng SUV bán chạy tại thị trường Việt Nam – đã và đang được trang bị hệ thống truyền động 4WD hiện đại, kết hợp giữa khả năng vận hành linh hoạt trên đường bằng và khả năng vượt địa hình phức tạp. Việc khảo sát, phân tích và tính toán hệ thống 4WD trên xe Hyundai Santafe giúp em hiểu rõ hơn về nguyên lý hoạt động, cấu tạo là cơ sở quan trọng cho việc thiết kế, cải tiến và tối ưu hóa các hệ thống truyền động hiện đại trong tương lai.

Đề tài “Khảo sát và mô phỏng hệ thống động lực 4WD trên xe Hyundai Santafe” được em lựa chọn với mục tiêu tìm hiểu kiến thức về cấu tạo, nguyên lý làm việc, và phương pháp tính toán các thông số cơ bản trong hệ thống 4WD. Thông qua đó, em có thể vận dụng kiến thức lý thuyết vào thực tế, phục vụ cho công tác thiết kế, bảo dưỡng hoặc nghiên cứu chuyên sâu trong lĩnh vực kỹ thuật ô tô.

Mục tiêu của đề tài:

- Hiểu rõ nguyên lý hoạt động và cấu tạo của hệ thống 4WD.
- Tính toán động lực học hệ thống 4WD dựa trên thông số Hyundai Santafe.
- Đánh giá hiệu quả hệ thống qua các thử nghiệm mô phỏng.

Phạm vi và đối tượng nghiên cứu:

Đối tượng nghiên cứu là hệ thống động lực 4WD trên xe Hyundai Santafe, một dòng xe phổ biến tại thị trường Việt Nam. Phạm vi nghiên cứu bao gồm việc tìm hiểu khảo sát, tính toán, mô phỏng và đánh giá hiệu quả hoạt động của hệ thống 4WD thông qua các chế độ làm việc trên xe.

Phương pháp nghiên cứu:

Nghiên cứu lý thuyết: Thu thập và phân tích tài liệu về nguyên lý và cấu tạo của hệ thống 4WD.

Mô phỏng: Sử dụng phần mềm chuyên dụng MATLAB/Simulink để thiết kế và kiểm tra hiệu quả.

Phân tích kết quả: Đánh giá các thông số hiệu suất và độ an toàn dựa trên dữ liệu mô phỏng.

Cấu trúc của đồ án:

Tổng quan: Giới thiệu hệ thống động lực 4WD

Cơ sở lý thuyết: Trình bày các nguyên lý hoạt động, cấu tạo của hệ thống, khảo sát tìm hiểu hệ thống 4WD trên xe Hyundai Santafe.

Tính toán động lực học hệ thống động lực 4WD.

Mô phỏng 4WD trên MATLAB/Simulink: Tiến hành mô phỏng, đánh giá hiệu quả hoạt động của hệ thống .

Kết luận: Tổng hợp kết quả nghiên cứu, đánh giá hiệu quả làm việc của hệ thống 4WD.

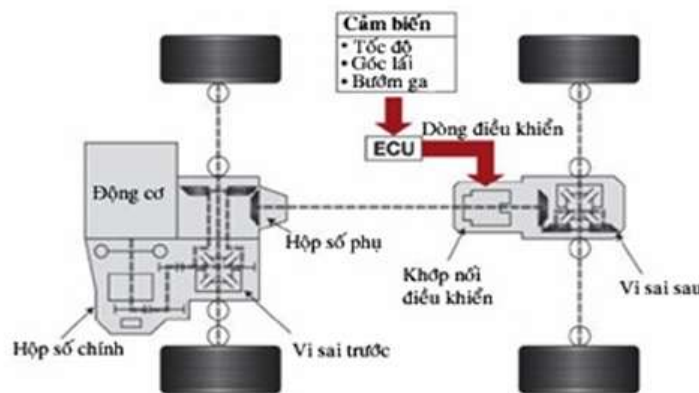
CHƯƠNG 1 TỔNG QUAN VỀ HỆ THỐNG 4WD

1.1 Khái niệm về hệ thống 4WD

1.1.1 4WD là gì?

4WD là chữ viết tắt của 4 Wheel Drive, nghĩa là 4 bánh xe dẫn động. Điều này có nghĩa là khác với loại 2WD, cả 4 bánh xe đều được dẫn động và dẫn động thông qua hộp số phụ.

Nhìn chung các xe 4WD thể chia thành xe chạy đường tốt và xe chạy đường xấu tùy theo mục đích sử dụng của chúng. Những xe chạy đường xấu có gầm và thân xe được thiết kế cứng, có khoảng sáng gầm xe lớn vì vậy phù hợp để hoạt động ở địa hình đồi núi, sông suối. Ngược lại những xe 4WD chạy đường tốt được dùng để chạy trên những đường bình thường, mặc dù gầm và thân xe cứng vững hơn nhưng hình dáng bên ngoài giống hệt như các xe du lịch bình thường.



Hình 1.1 Sơ đồ chung hệ dẫn động 4WD

Hệ dẫn động 4WD (4×4) thường xuất hiện ở những xe tải, bán tải dẫn động bánh sau và xe SUV cỡ lớn, hệ dẫn động 4×4 cung cấp sức kéo tốt nhất trong điều kiện đường địa hình. Các mẫu xe được trang bị hệ thống dẫn động bốn bánh 4WD được thiết kế với:

- Gầm cao hơn (điều chỉnh được độ cao thông qua hệ thống treo)
- Góc thoát trước/sau cao nhằm để đi đường đồi núi
- Hệ thống treo cứng vững hơn và được trang bị lốp chuyên dụng
- Lực kéo cực mạnh với bộ khóa vi sai
- Hỗ trợ khởi hành ngang dốc và ngắt kết nối hoạt động của thanh giằng

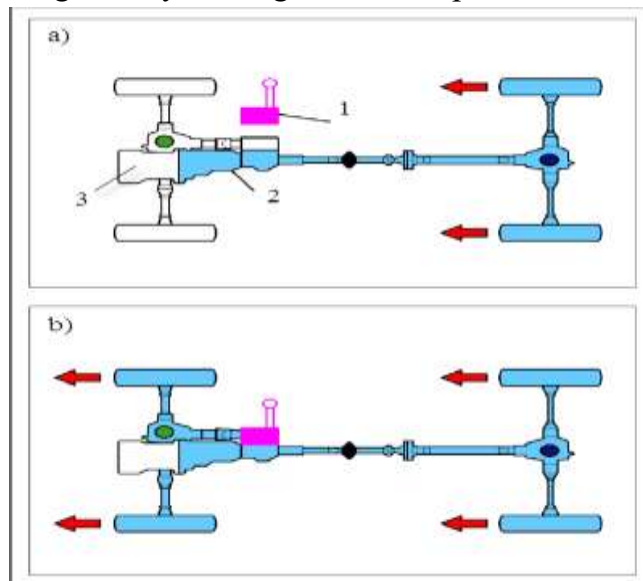
1.1.2 Phân loại

Các xe 4WD hiện nay được chia thành hai loại chính là 4WD thường xuyên và 4WD gián đoạn. Ngoài ra cũng có thể phân loại thành: loại FF – động cơ ở phía trước, dẫn động bánh trước và FR – động cơ ở phía trước, dẫn động bánh sau. Nếu căn cứ vào

phạm vi sử dụng thì có thể phân loại thành loại chạy trên địa hình phức tạp và loại chạy trên đường bằng phẳng.

a, 4WD gián đoạn

Đây là hệ dẫn động phổ biến nhất trên các mẫu xe địa hình, nó hoạt động sau khi tài xế nhấn nút hoặc chuyển chế độ. Khi tài xế chuyển chế độ từ 2WD sang 4WD trên hộp số phụ, trục trước và trục sau khóa lại với nhau, dẫn đến các bánh trước và bánh sau quay với cùng một tốc độ, giúp cải thiện độ bám đường trong điều kiện xe đi thẳng. Trước khi có vi sai trung tâm, hệ dẫn động này gần như không có cách nào để các bánh quay với vận tốc khác nhau tại những khúc cua. Vì vậy, rất ít khi tài xế kích hoạt chế độ 2 cầu trừ khi xe di chuyển trên những mặt đường trơn trượt (như trên tuyết) hoặc sa lầy. Nếu cố gắng lái một chiếc xe trên đường khô, khi ở chế độ 4 bánh được kích hoạt, tài xế sẽ cảm thấy khó khăn và bánh cứng lại khi chuyển hướng. Ngoài ra, điều này có thể làm hỏng các thiết bị trong bộ truyền động và khiến lốp mòn nhanh hơn.



Hình 1.2 4WD gián đoạn

a) 2WD; b) 4WD.

1- Hộp số phân phối; 2- Hộp số dọc; 3- Động cơ.

4WD gián đoạn có những điểm đáng lưu ý cần thiết cho những ai đang sử dụng, đặc điểm đầu tiên là ở chế độ bình thường xe dẫn động thông qua một cầu (2WD), thông thường là cầu sau. Việc cài cầu hoặc cắt cầu hoàn toàn do tài xế. Khi chuyển sang chế độ 4WD, công suất từ động cơ được truyền cho cả 4 bánh xe. Trong điều kiện cần thiết, tài xế có thể chọn chế độ 2 cầu số chậm để cải thiện mô-men xoắn. 4WD gián đoạn không có vi sai trung tâm và được khuyến cáo là không sử dụng 4WD trên mặt đường khô hay quá cứng.

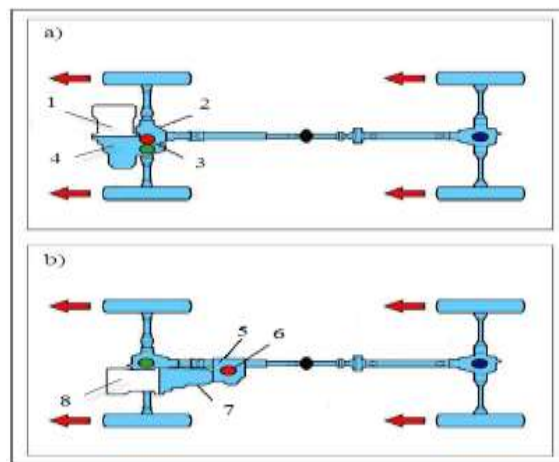
➤ Ưu điểm của 4WD gián đoạn:

- Có cấu tạo đơn giản hơn so với các hệ dẫn động 4 bánh khác.
- Giá thành thấp và không quá phức tạp. Điều này giải thích tại sao nó lại xuất trên những mẫu xe rẻ tiền và ở cấp thấp.

- Ít tổn nhiên liệu hơn so với 4WD thường xuyên.
- Nhược điểm của 4WD gián đoạn:
 - Có yêu cầu khắt khe là tài xế phải dừng trước khi chuyển từ chế độ 2WD sang 4WD.
 - Nó khiến người lái phải chịu trách nhiệm hoàn toàn vào quyết định cài cầu của mình, tùy thuộc vào địa hình và thời tiết. Vì vậy chuyển cắt cầu cũng quan trọng không hề kém.
 - Khi quay vòng sẽ xuất hiện hiện tượng tuần hoàn công suất.
 - Quay vòng không êm.

b, 4WD thường xuyên

4WD được sử dụng tại mọi thời điểm trong tất cả các điều kiện lái xe và điều kiện đường xá (từ đường bình thường đến đường gồ ghề và đường có hệ số ma sát thấp...). Đối với loại 4WD thường xuyên, người ta bố trí thêm một bộ vi sai trung tâm ở giữa bộ vi sai trước và bộ vi sai sau để triệt tiêu sự chênh lệch tốc độ quay của các bánh xe trước và sau. Có 3 bộ vi sai khác nhau làm cho xe chạy được êm do đảm bảo việc truyền công suất đều nhau đến cả 4 bánh xe, kể cả khi quay vòng. Một vi sai ở cầu xe phía trước, một ở cầu xe phía sau và một vi sai trung tâm. Đây là ưu điểm chủ yếu của loại 4WD thường xuyên, nó có thể sử dụng trên đường xá bình thường, đường gồ ghề hay đường có độ ma sát thấp. Tuy nhiên, để tránh hiện tượng bộ vi sai trung tâm phải làm việc liên tục thì các lốp trước và sau phải có đường kính giống nhau, kể cả các bánh bên trái và bên phải.



Hình 1.3 4WD thường xuyên

a) 4WD loại FF; b) 4WD loại FR.

1,8- Động cơ; 2,5- Hộp số phụ; 3,6 - Bộ vi sai trung tâm; 4 - Hộp số ngang; 7- Hộp số dọc.

Để đảm bảo tính điều khiển ổn định trong khi chạy ở các điều kiện đường xá khác nhau, ở loại 4WD thường xuyên người ta còn bố trí thêm một khớp thủy lực (Viscous Coupling) làm cho xe thích hợp hơn ở chế độ 2WD khi không có sự chênh lệch về tốc độ quay giữa các bánh trước và sau. Khi xe chạy vào đường gồ ghề hay đường có tuyết,

xuất hiện sự chênh lệch tốc độ quay giữa bánh trước và sau, hệ thống này lập tức truyền lực dẫn động từ bánh trước đến các bánh sau giúp cho xe chuyển động êm hơn.

➤ Ưu điểm của 4WD thường xuyên:

- Không bắt tài xế phải lựa chọn chế độ, như vậy họ có thể tập trung điều khiển xe.
- Xe sẽ tự quyết định việc phân bổ mô-men xoắn tới các trục.
- Tính ổn định tốt trên đường tuyết.

Do cả 4 bánh đều chủ động, lực kéo truyền tới mặt đường gấp đôi xe 2WD, vì vậy nó có tính thông qua rất cao trên đường có hệ số ma sát thấp.

- Tính thông qua tuyệt vời trên đường xóc.

Do cần công suất lớn hơn khi chạy trên đường cát, bùn hay đường xóc, 4 bánh đều chủ động khi ở chế độ 4WD nên các bánh trước và sau sẽ giúp đỡ lẫn nhau. Vì vậy tính năng thông qua của nó rất cao trên loại đường này.

- Tính năng leo dốc tuyệt vời.

Do lực kéo xấp xỉ gấp đôi xe 2WD nên xe 4WD có thể leo những dốc mà xe 2WD không thể leo được.

• Tính ổn định khi quay vòng (không xảy ra hiện tượng tuần hoàn công suất bởi vì có vi sai trung tâm).

Do 4 lốp đều truyền lực được thay vì hai lốp, tải trọng lên mỗi lốp giảm xuống và lực quay vòng của lốp có thể được sử dụng hiệu quả hơn, nên tính ổn định quay vòng tốt.

- Tính năng khởi hành và tăng tốc tốt.

Độ bám đường của lốp xe 4WD gần gấp đôi xe 2WD nên ngay cả những xe có công suất lớn, lốp vẫn không bị trượt khi xe khởi hành hay tăng tốc

- Tính ổn định khi chuyển động thẳng.

Trong xe 4WD, độ bám dư của từng lốp xe tăng lên, các thay đổi bên ngoài sẽ không ảnh hưởng đến xe. Do vậy sẽ có được tính ổn định chuyển động thẳng.

➤ Nhược điểm của 4WD thường xuyên:

- Cấu tạo phức tạp.

Cần một hộp số phụ, trục các đăng... để phân phối công suất đến các bánh trước và sau làm kết cấu thêm phức tạp.

- Trọng lượng tăng.

Tăng các số lượng chi tiết như hộp số phụ, trục các đăng... làm tăng trọng lượng xe. Cho nên nó tiêu thụ nhiên liệu nhiều hơn 4WD gián đoạn

- Giá thành tăng.

Cấu tạo phức tạp và số lượng chi tiết tăng làm tăng giá thành xe.

- Tăng tiếng ồn và rung động.

Tăng số lượng các chi tiết quay (hộp số phụ, trục các đăng...) làm tăng nguồn phát ra tiếng ồn và rung động.

c, 4WD thường xuyên có khớp thủy lực (Viscous Coupling).

4WD thường xuyên có khớp thủy lực làm cho xe có thể hoạt động thích hợp với chế độ 2WD trong thời gian xe chạy bình thường khi không có sự chênh lệch về tốc độ quay giữa các bánh xe trước và sau. Khi có sự chênh lệch về tốc độ quay giữa các bánh xe trước và sau như khi xe quay vòng hoặc chạy trên đường tuyết, hệ thống này truyền lực dẫn động đến các bánh sau. Nhờ vậy nó đảm bảo điều khiển tính ổn định trong khi chạy ở các điều kiện đường xá và chạy xe khác nhau.

d, Dẫn động tất cả các bánh xe (AWD).

AWD nhiều khi còn được gọi là 4WD thường xuyên, 4 bánh chủ động toàn bộ thời gian. AWD được thiết kế đáp ứng mục tiêu vận hành an toàn trên mọi bề mặt nhưng AWD không có chế độ "Low" hay "High".

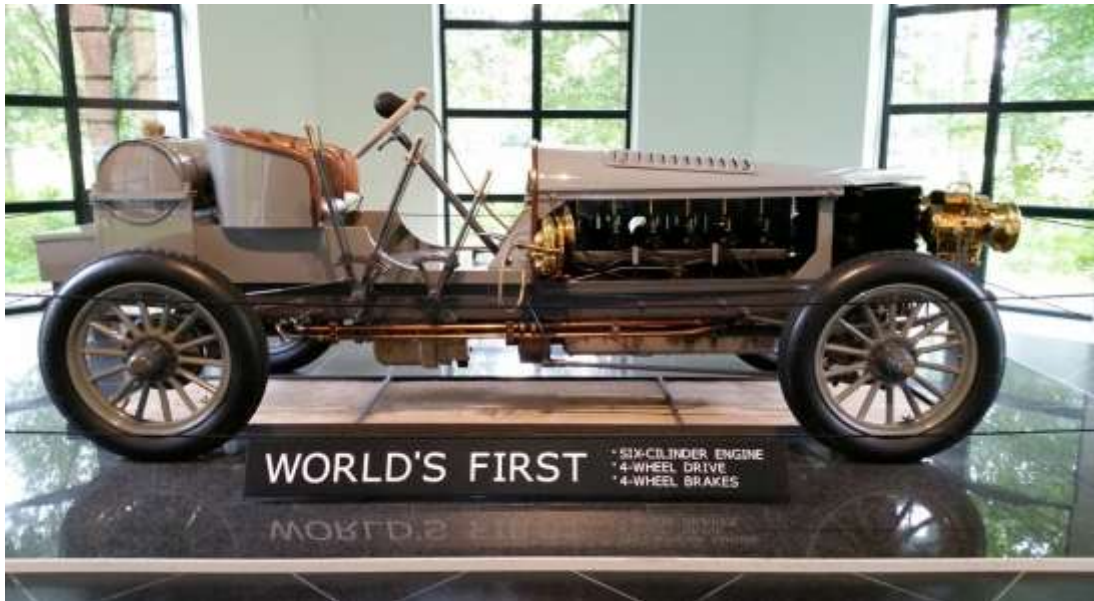
Một xe 4WD có một hệ thống truyền lực, hệ thống truyền lực sẽ gửi công suất tới tất cả các bánh xe. Điều này cung cấp lực kéo cực đại khi lái xe trên các đường xấu. Nó cũng cung cấp lực kéo cực đại khi bề mặt đường bị trơn hoặc đường tuyết. Một vài xe có hệ thống 4WD được gài một cách tự động.

Trên thực tế phần lớn AWD vận hành thường xuyên với 2 bánh trước và tiến hành dẫn động xuống hai bánh sau khi bộ phận cảm biến phát hiện tình trạng bám đường không tốt ở bánh trước. Tóm lại, ở AWD, động năng sẽ được lấy bớt đi từ bánh bị trượt và chuyển sang bánh bám đường tốt hơn khiến cho xe vận hành ổn định hơn, an toàn hơn.

1.2. Lịch sử hình thành của hệ thống 4WD

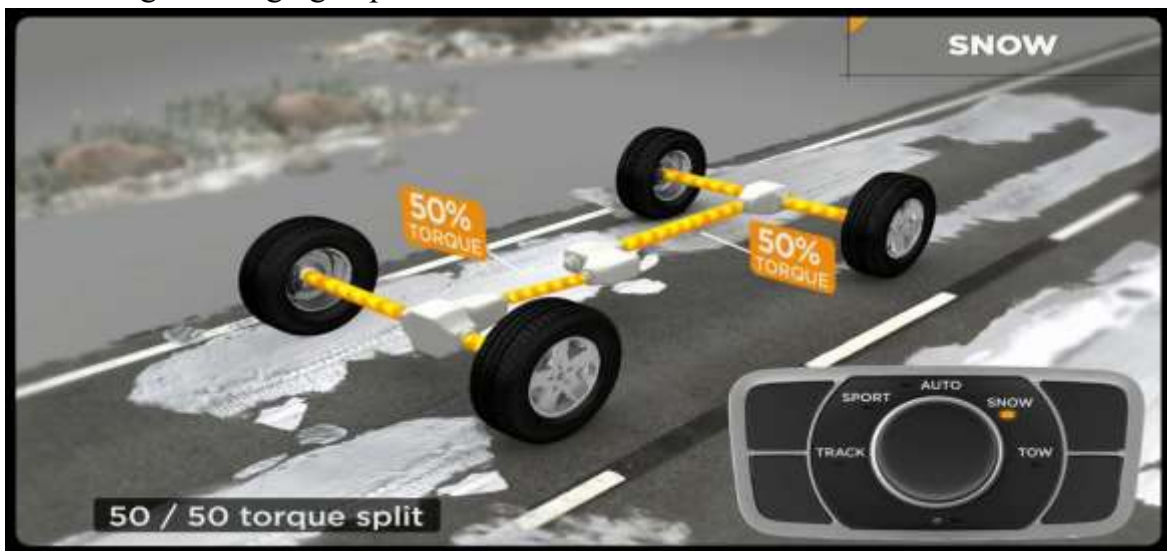
Năm 1893, kỹ sư người Anh tên là Bramah Joseph Diplock đã kết hợp một động cơ đốt ngoài cùng hệ thống dẫn động bốn bánh (4WD) được thiết kế cho những con đường gồ ghề kèm, hệ thống này sử dụng ba bộ vi sai và có bốn bánh xe dẫn động.

Chiếc xe có động cơ đốt trong và được trang bị hệ thống dẫn động bốn bánh (4WD) đầu tiên là mẫu Spyker 60 HP, được anh em nhà Dutch Jacobus và Hendrik-Jan Spijker sáng chế vào năm 1903, mẫu xe này chỉ được trang bị hai chỗ ngồi và nhằm mục đích đi đường đồi núi. Sau đó là mẫu xe Dernburg Wagen được sản xuất bởi tập đoàn Daimler Motoren Gesellschaft, một sản phẩm khác của Mercedes-Benz hợp tác cùng BMW là dòng G-series đã xuất hiện trước khi huyền thoại của Đế nhị thế chiến – Jeep được trang bị hệ thống dẫn động bốn bánh với khả năng lựa chọn giữa cấp số nhanh, cấp số chậm và thông thường.



Hình 1.4 Chiếc xe đầu tiên được trang bị hệ thống 4WD vào năm 1903

Hệ thống dẫn động bốn bánh đã được phát triển trong suốt thập niên 1950 và 1960, với việc bộ visai trước được tách biệt nhằm giúp cho chiếc xe cải thiện hiệu suất tiêu hao nhiên liệu. Năm 1963, mẫu xe gia đình Jepp Wagoner trang bị hệ thống dẫn động bốn bánh đi cùng hộp số tự động. Cho đến 1973, Jeep tạo được bước tiến lớn với hệ thống có tên gọi Quadra Trac, đây là hệ thống dẫn động bốn bánh toàn thời gian đầu tiên của ngành công nghiệp xe hơi.



Hình 1.5 Quadra Trac System

Trong thời gian này, mẫu Leone của Subaru đã đánh dấu bước ngoặt trong phân khúc xe du lịch bằng việc ra mắt hệ thống dẫn động bốn bánh bán thời gian vào năm 1972, giúp xe di chuyển trong điều kiện thời tiết xấu. Năm 1980, mẫu Eagle AMC được ra mắt và được xem là mẫu xe thể thao đa dụng được trang bị hệ thống dẫn động tự động bốn bánh AWD.



Hình 1.6 Eagle AMC 1980s

Trong cùng thời gian đó, Audi trở thành kẻ tiên phong với hệ thống Quattro giúp kiểm soát tất cả các bánh xe để cải thiện hiệu suất và tăng độ bám đường. Năm 1983 hệ thống dẫn đường Select-Trac của Jeep được biết với cái tên “set-it-and-forget-it” giúp cho xe chạy trên đường cao tốc mà không có bất cứ tiếng ồn nào vọng vào cabin. Một năm sau đó, chiếc Jeep Cherokee được trình làng cùng với hệ thống Command-Trac.

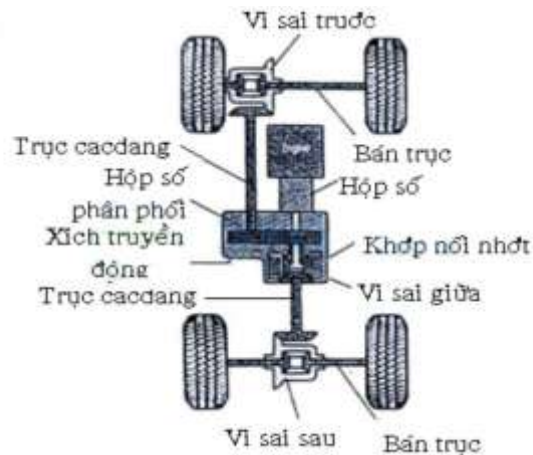


Hình 1.7 Jeep Select-Trac

Giữa những năm 90 của thế kỷ trước, hầu hết các hãng xe tại thị trường Mỹ đều sản xuất các mẫu SUV dựa trên cơ sở khung gầm xe tải, kết hợp bộ khung gầm vững chãi cùng hệ thống dẫn động bốn bánh 4WD vào xe của mình. Sự phổ biến của dòng SUV khiến các hãng xe hơi mong muốn thiết kế một kiểu xe dẫn động hai cầu thân thiện hơn với người sử dụng.

1.3. Cấu tạo và kết cấu của hệ thống 4WD

1.3.1 Cấu tạo cơ bản của 4WD



Hình 1.8 Cấu tạo cơ bản của hệ thống 4WD

Cấu tạo cơ bản của hệ thống 4WD bao gồm các bộ phận chính sau, phối hợp nhịp nhàng để truyền lực kéo từ động cơ đến cả bốn bánh xe:

- **Hộp số phụ (Transfer Case):** Là bộ phận trung gian giữa hộp số chính và các trục dẫn động cầu trước và cầu sau. Có chức năng phân phối lực kéo từ động cơ đến hai cầu theo tỷ lệ nhất định (thường là 50/50) hoặc tùy chỉnh theo chế độ lái. Một số hộp số phụ còn có các chế độ “High” và “Low” để điều chỉnh tỷ số truyền, cung cấp lực kéo lớn hơn ở tốc độ thấp khi vượt địa hình khó khăn.
- **Vi sai trung tâm (Center Differential):** Có nhiệm vụ phân phối lực kéo giữa cầu trước và cầu sau một cách linh hoạt, cho phép các bánh xe quay với tốc độ khác nhau khi xe vào cua. Giúp xe vận hành ổn định và tránh hiện tượng trượt bánh khi vào cua trên đường trơn trượt.
- **Trục các đăng (Driveshafts):** Là các trục nối giữa hộp số phụ với vi sai cầu trước và cầu sau. Truyền mô-men xoắn từ hộp số phụ đến các bánh xe.
- **Khớp nối (Universal Joints):** Được lắp đặt ở hai đầu của trục các đăng. Cho phép trục các đăng chuyển động linh hoạt theo các góc độ khác nhau khi xe di chuyển trên địa hình không bằng phẳng.
- **Vi sai cầu trước và cầu sau (Front and Rear Differentials):** Tương tự như vi sai trung tâm, vi sai cầu trước và cầu sau có nhiệm vụ phân phối lực kéo giữa các bánh xe trên cùng một trục. Cho phép các bánh xe quay với tốc độ khác nhau khi xe vào cua.

Ngoài ra, hệ thống 4WD còn có thể bao gồm các bộ phận khác như:

- **Khóa vi sai:** Giúp khóa cứng vi sai trung tâm hoặc vi sai cầu để tăng lực kéo khi vượt địa hình khó.
- **Bộ điều khiển điện tử:** Điều khiển hoạt động của hệ thống 4WD, bao gồm việc chuyển đổi giữa các chế độ lái, kích hoạt khóa vi sai,...

1.3.2 Kết cấu của hệ thống 4WD



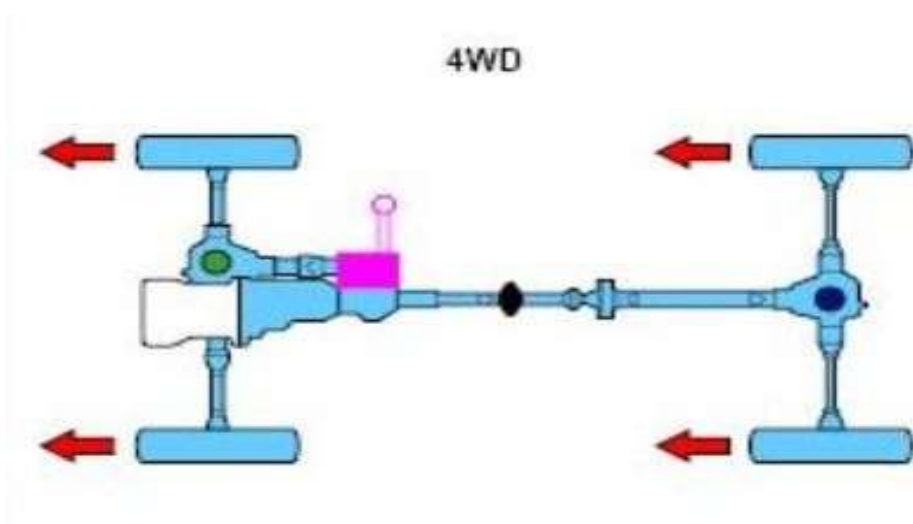
Hình 1.9 Kết cấu của 4WD có vi sai trước và 1 hệ thống truyền lực

Có 2 hệ thống dẫn động 4WD cơ bản. Nếu xe có động cơ đặt theo kiểu truyền thống, các bộ phận bánh sau chủ động tương tự như lắp đặt hai bánh trước chủ động. Thêm vào đó là hộp số phụ được lắp giữa trục ra của hộp số và trục các đăng.

- Hộp số phụ có vai trò trực tiếp đưa công suất. Cả hai trục các đăng được gắn đến hộp số phụ, trục các đăng sau đưa công suất đến bộ vi sai giống như hệ thống dẫn động hai bánh trước. Trục các đăng trước đưa công suất đến bộ vi sai trước.
- Trong hệ thống dẫn động 4WD này, hai bánh trước được dẫn động giống nhau như kiểu xe dẫn động cầu sau chủ động. Hộp số phụ được lắp trên hộp số đặt ngang hay trên một phần của nó. Công suất truyền qua trục các đăng sau đến bộ vi sai sau.

1.4. Nguyên lý hoạt động của hệ thống 4WD

1.4.1 4WD gián đoạn



Hình 1.10 Hoạt động của 4WD gián đoạn

Trục ra của hộp số chia làm hai thành phần:

- Phần dài được dẫn động bởi càng gạt. Phần dài của trục ra quay sẽ dẫn động các đăng sau.

- Phần ngắn hơn phía trước được nối đến phần dài chỉ khi càng gạt dẫn động bốn bánh xe được dịch chuyển ăn khớp với đầu trục của trục ngắn.

Khi muốn hai bánh dẫn động:

- Trục ra không nối bởi sự dịch chuyển càng gạt dẫn động bốn bánh không ăn khớp.
- Trục dài dẫn động trục các đăng sau nhưng không truyền mô men ra trước.
- Dẫn động bốn bánh được ăn khớp bằng cách dịch chuyển càng gạt bốn bánh ăn khớp với trục ngắn.
- Mô men khi ấy được truyền đến cả 2 trục các đăng trước và sau.

Xe trang bị kiểu hộp số phụ này sẽ không được hoạt động, có thể hư hỏng nếu bật chế độ 4WD trên mặt đường nhựa cứng và khô, bởi vì:

- Các bánh trước của xe sẽ quay nhanh hơn các bánh sau.
- Kết quả là sự quay tăng lên của bánh chủ động dẫn đến hư hỏng chúng.

Sự quay này xuất phát từ sự gia tăng ứng suất bên trong giữa các phần của trục trước và sau. Đây là nguyên nhân gây nên sự khác nhau giữa tốc độ của hai trục này. Khi ấy, các bánh xe sẽ bị mòn lốp hay các bộ phận dẫn động sẽ bị hư hỏng.

Trên những chiếc xe trang bị hệ thống dẫn động 4WD bán thời gian với khóa vi-sai, mỗi bánh xe được nhận 25% lực mô-men xoắn để tránh tình trạng bánh xe quay tít và mất độ bám, cả ở chế độ High và chế độ Low.

Trên những dòng xe đời mới hơn, lái xe có thể chuyển từ chế độ 2WD sang chế độ 4WD High ngay trong khi xe chạy, nhưng phải dừng xe hoàn toàn nếu muốn chuyển sang chế độ 4WD Low.

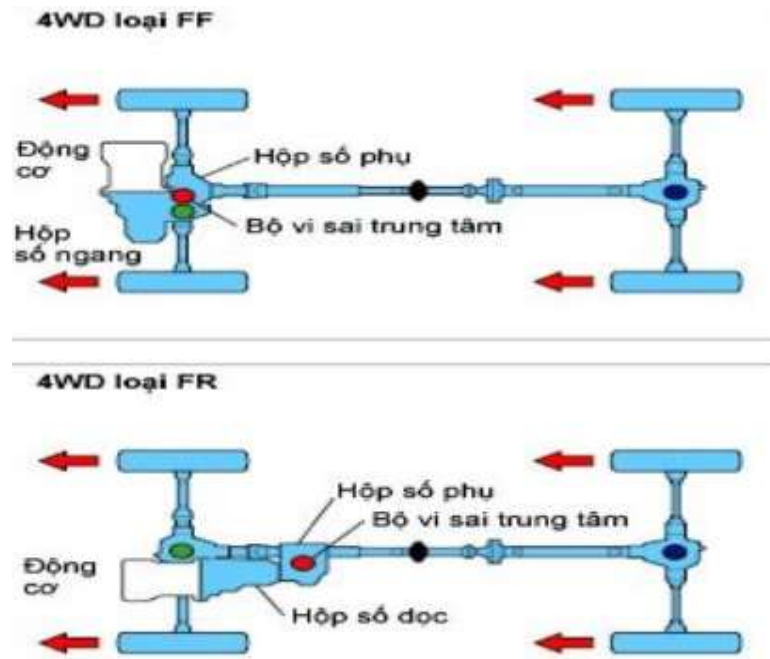
Ưu điểm của 4WD gián đoạn :

- Có cấu tạo đơn giản hơn so với các hệ dẫn động 4 bánh khác.
- Giá thành thấp và không quá phức tạp. Điều này giải thích tại sao nó lại xuất trên những mẫu xe rẻ tiền và ở cấp thấp.
- Ít tốn nhiên liệu hơn so với 4WD thường xuyên.

Nhược điểm của 4WD gián đoạn :

- Có yêu cầu khắt khe là lái xe phải dừng trước khi chuyển từ chế độ 2WD sang 4WD.
- Nó khiến người lái phải chịu trách nhiệm hoàn toàn vào quyết định cài cầu của mình, tùy thuộc vào địa hình và thời tiết. Vì vậy việc cài cầu cũng quan trọng không hề kém.
- Khi quay vòng sẽ xuất hiện hiện tượng tuàn hoàn công suất.
- Quay vòng không êm.

1.4.2. 4WD thường xuyên



Hình 1.11 Hoạt động của 4WD thường xuyên

Xích dẫn động truyền công suất từ bánh xe chủ động đến bánh xích vô vi sai. Một bộ vi sai bên trong vô truyền moment đến cả hai trục của hộp số phụ. Bộ vi sai cho phép trục trước và sau quay khác tốc độ trong khi vẫn truyền động công suất. Điều này cho phép sử dụng liên tục ở chế độ 4WD.

Bộ vi sai được trang bị với một bộ vi sai chống trượt, nó cung cấp sự dẫn động đến cả hai trục trước và sau nếu một trong các bánh xe bị quay.

Trong điều kiện kéo xấu, bộ vi sai có cơ cấu để khóa hoạt động của vi sai. Điều này cung cấp một sự dẫn động trực tiếp đến cả hai trục trước và sau.

Một hộp số phân phối:

- Sử dụng xích dẫn động và một bộ vi sai.
- Dây tốc độ thấp và cao được hoàn thành qua các bánh răng.
- Bộ vi sai này có thể khóa khi một bánh quay trơn, khóa không dính khi xe dịch chuyển trên đường khô.

Ưu điểm của 4WD thường xuyên :

- Không bắt lái xe phải lựa chọn chế độ, như vậy họ có thể tập trung điều khiển xe.
- Xe sẽ tự quyết định việc phân bổ mô-men xoắn tới các trục.
- Tính ổn định tốt trên đường tuyết.
- Do cả 4 bánh đều chủ động, lực kéo truyền tới mặt đường gấp đôi xe 2WD, vì vậy nó có tính thông qua rất cao trên đường có hệ số ma sát thấp.
- Tính thông qua tuyệt vời trên đường gồ ghề.

- Do cần công suất lớn hơn khi chạy trên đường cát, bùn hay đường gồ ghề, 4 bánh đều chủ động khi ở chế độ 4WD nên các bánh trước và sau sẽ giúp đỡ lẫn nhau. Vì vậy tính năng thông qua của nó rất cao trên loại đường này.
- Tính năng leo dốc tuyệt vời.

Do lực kéo xấp xỉ gấp đôi xe 2WD nên xe 4WD có thể leo những dốc mà xe 2WD không thể leo được.

- Tính ổn định khi quay vòng (không xảy ra hiện tượng tuần hoàn công suất bởi vì có vi sai trung tâm).
- Do 4 lốp đều truyền lực được thay vì hai lốp, tải trọng lên mỗi lốp giảm xuống và lực quay vòng của lốp có thể được sử dụng hiệu quả hơn, nên tính ổn định quay vòng tốt.
- Tính năng khởi hành và tăng tốc tốt.
- Độ bám đường của lốp xe 4WD gần gấp đôi xe 2WD nên ngay cả những xe có công suất lớn, lốp vẫn không bị trượt khi xe khởi hành hay tăng tốc
- Tính ổn định khi chuyển động thẳng.

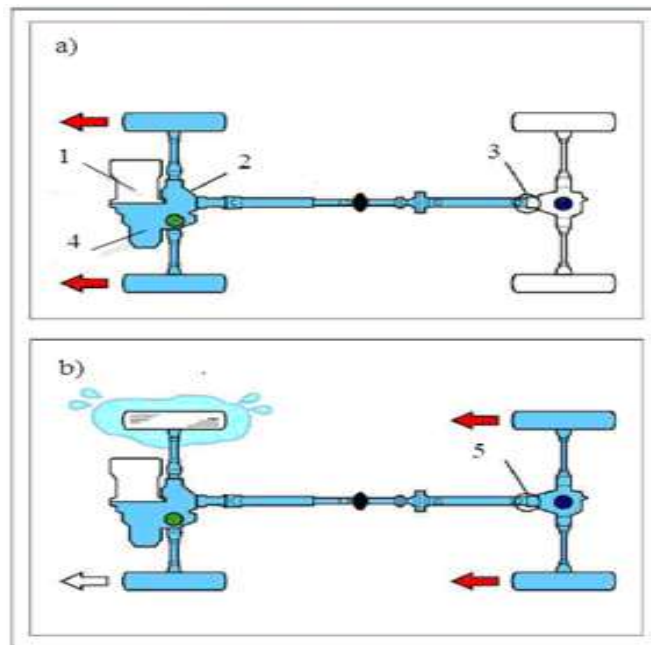
Trong xe 4WD, độ bám dư của từng lốp xe tăng lên, các thay đổi bên ngoài sẽ không ảnh hưởng đến xe. Do vậy sẽ có được tính ổn định chuyển động thẳng.

Nhược điểm của 4WD thường xuyên :

- Cấu tạo phức tạp.
- Cần một hộp số phân phối , trục các đăng...để phân phối công suất đến các bánh trước và sau làm kết cấu thêm phức tạp.
- Trọng lượng tăng.
- Tăng các số lượng chi tiết như hộp số phân phối, trục các đăng...làm tăng trọng lượng xe. Cho nên nó tiêu thụ nhiên liệu nhiều hơn 4WD gián đoạn
- Giá thành tăng.
- Cấu tạo phức tạp và số lượng chi tiết tăng làm tăng giá thành xe.
- Tăng tiếng ồn và rung động.

Tăng số lượng các chi tiết quay (hộp số phân phối, trục các đăng...) làm tăng nguồn phát ra tiếng ồn và rung động.

1.4.3 4WD thường xuyên có khớp mềm V



Hình 1.12 Hoạt động của 4WD với khớp thủy lực V

a) Lái xe bình thường; b) Một bánh dẫn động chạy không tải.

1- Động cơ; 2- Hộp số phân phối ; 3- Khớp thủy lực; 4- Hộp số ngang; 5- Khớp thủy lực.

Những hộp số phân phối loại này hoạt động một phần giống với bộ vi sai ở trên. Sự khác nhau cơ bản là sử dụng khớp thủy lực để thay thế bộ vi sai hạn chế trượt kiểu cơ khí.

Khớp nối thủy lực:

- Gồm một chuỗi các đĩa thép và rãnh các đĩa không chạm vào nhau.
- Khớp nối được đổ đầy dầu silicon trong không gian giữa các đĩa.
- Công suất truyền đến các bánh sau phải qua đi qua khớp thủy lực này.

Trong suốt quá trình hoạt động bình thường (bánh xe không trượt), khớp thủy lực không hoạt động. Nhưng khi một bánh xe xuất hiện hiện tượng quay trơn, khớp thủy lực sẽ truyền mô men đến các cầu để điều kiện kéo tốt nhất.

Chất lỏng silicon trong khớp thủy lực rất đặc, nhầy và đặc biệt không chuyển thành trạng thái lỏng nếu nhiệt độ trong quá trình hoạt động tăng lên.

- Khi một trục quay nhiều do một trong các bánh xe bị trượt, tốc độ khớp nối cũng tăng lên.
- Các đĩa ly hợp được đẩy quay trong dầu, khi ấy tốc độ của chúng cũng tăng lên.
- Khi chất lỏng được kéo giữa các đĩa và dịch chuyển, nó giãn nở, tăng ma sát và cản trở tốc độ trục quay nhanh.

Khớp nối không khóa các trục với nhau nhưng nó điều khiển độ trượt bằng cách gửi mômen đến trục quay chậm. Khớp nối thủy lực hộp số phụ cũng có một bộ vi sai bên trong.

Hệ thống dẫn động 4WD loại thường xuyên và gián đoạn với khớp mềm V làm cho xe có thể hoạt động thích hợp với chế độ 2WD trong thời gian chạy bình thường khi không có sự chênh lệch về tốc độ quay giữa các bánh trước và sau.

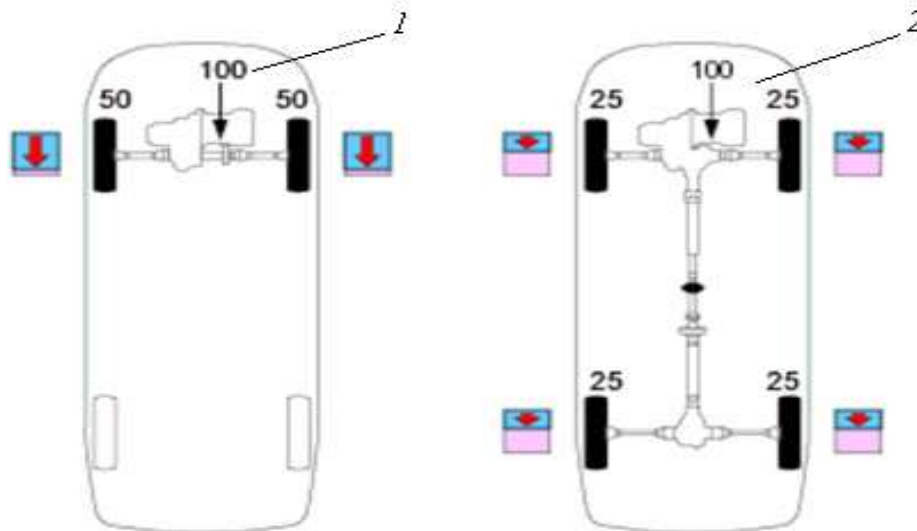
Khi có sự chênh lệch về tốc độ quay giữa các bánh xe trước và sau như khi xe quay vòng hoặc chạy trên đường trơn, có tuyết, hệ thống này truyền lực dẫn động đến các bánh sau. Nhờ vậy, nó đảm bảo điều kiện ổn định trong khi chạy ở các điều kiện đường xá khác nhau.

1.5. Ưu, nhược điểm của hệ thống 4WD

1.5.1 Ưu điểm của xe 4WD

Yêu cầu đặt ra là một chiếc xe phải có khả năng chạy được trên nhiều loại đường xá từ địa hình bằng phẳng cho đến các địa hình gồ ghề hoặc có bề mặt thay đổi do điều kiện thời tiết.

Cách tốt nhất để chạy trên các đường gồ ghề là xe có cả bốn bánh đều được truyền lực. Hình 1.8 chỉ rõ sự khác nhau về việc phân bố mô men ra các cầu khi xe chuyển động của xe 2WD và 4WD.



Hình 1.13 Phân bố lực ra các bánh xe giữa xe 2WD và 4WD

1- Xe 2WD dẫn động cầu trước; 2- Xe 4WD.

Về mặt này, các xe 4WD có một số ưu điểm vượt trội hơn các xe 2WD loại FF, FR hoặc MR (động cơ đặt ở giữa xe, bánh sau chủ động):

- Tính ổn định khi quay vòng tốt hơn vì có đến bốn bánh chủ động nên tải trọng đặt lên mỗi bánh giảm đi.
- Tính ổn định khi chạy trên đường thẳng tốt hơn vì lực bám của các lốp tăng lên nên những thay đổi bên ngoài không ảnh hưởng gì đến xe.
- Khởi động và tăng tốc tốt hơn.
- Tăng tính năng leo dốc tốt hơn vì lực bám tăng gấp khoảng hai lần so với xe 2WD.

- Chạy được trên các đường gồ ghề và đường có bề mặt thay đổi theo thời tiết vì cả bốn bánh xe đều truyền lực và các bánh trước và bánh sau hỗ trợ lẫn nhau giúp đạt tính cơ động cao.

1.5.2 Nhược điểm của xe 4WD

Do nối trực tiếp trục các đăng giữa cầu trước và cầu sau nên triệt tiêu được sự chênh lệch về tốc độ quay giữa các bán trục trước và bán trục sau. Đặc biệt là trên các đường có hệ số ma sát cao.

Sở dĩ như vậy là vì khi đi trên đường có hệ số ma sát thấp, nếu có lốp xe nào bị trượt quay thì sẽ triệt tiêu được sự chênh lệch về tốc độ quay giữa các bán trục trước và sau. Nhưng đối với đường có hệ số ma sát cao điều này khó xảy ra nên xuất hiện hiện tượng tuần hoàn công suất làm cho hệ thống truyền lực phải chịu tải quá mức. Hiện tượng này còn được gọi là “Phanh góc hẹp” tương tự như khi ta đạp phanh. Ngoài ra xe 4WD còn có những nhược điểm dễ nhận thấy là cấu tạo phức tạp vì cần thêm hộp số phân phối, trục các đăng, bộ vi sai, ... làm tăng trọng lượng xe, tăng số nguồn phát sinh rung động và tiếng ồn, tăng giá thành sản phẩm.

1.5.3 Khi nào nên sử dụng xe 4WD ?



Hình 1.14 Sử dụng xe trong địa hình bùn đất

Ở hệ dẫn động 4WD này sức mạnh của động cơ sẽ được truyền đi từ hộp số tới hộp truyền động và hộp số phụ. Bộ phận này có nhiệm vụ phân phối lực giữa cầu trước và cầu sau của xe, sao cho mô men xoắn luôn được duy trì ở mức cao nhất giúp xe dễ dàng vượt qua những con đường đầm lầy hoặc khi tải nặng.

Nhìn chung, hệ dẫn động 4WD giúp xe cải thiện độ bám đường cho xe trong điều kiện địa hình bùn đất, gồ ghề và không được khuyến nghị sử dụng trên những con đường bằng phẳng, trơn tru, khô ráo. Đặc biệt khi di chuyển off-road thường xuyên thì xe 4WD là một sự lựa chọn hợp lý nhất.

Xe 4WD gián đoạn đặc biệt phù hợp để sử dụng trên địa hình khó khăn hoặc trong điều kiện thời tiết không thuận lợi như đường trơn trượt, đường đất hay địa hình không bằng phẳng. Các điều kiện này giúp hệ thống 4WD cung cấp sự ổn định và khả năng vượt trội. Tuy nhiên, việc sử dụng 4WD cũng còn phụ thuộc vào loại xe cụ thể và thiết kế hệ thống 4WD của nó.

Xe 4WD thường xuyên được ưu tiên sử dụng khi đường bị ướt, tuyết, băng hoặc đầy trơn trượt, 4WD giúp cải thiện độ bám và ổn định xe. Ngoài ra, trên những địa hình núi non, rừng rậm hoặc đất đai gồ ghề, nơi cần khả năng vượt qua chướng ngại vật tốt cũng nên sử dụng xe 4WD. Khi vượt những loại địa hình này, bạn cần chú ý vững tay lái và hiểu rõ khả năng của xe để tránh gặp nguy hiểm.

1.6 Các lỗi thường gặp và biện pháp khắc phục của hệ thống 4WD

Hệ thống 4WD (Four-Wheel Drive) mang lại khả năng vận hành vượt trội trên nhiều địa hình, nhưng cũng có thể gặp phải một số lỗi thường gặp. Dưới đây là danh sách các lỗi phổ biến và cách khắc phục:

a, Tiếng ồn và rung lắc

Nguyên nhân:

- Lốp xe mòn không đều
- Áp suất lốp không đúng
- Các bộ phận truyền động bị mòn hoặc hư hỏng
- Dầu hộp số/vi sai quá cũ hoặc thiếu

Cách khắc phục:

- Kiểm tra và khắc phục các vấn đề về lốp xe.
- Thay thế các bộ phận bị mòn hoặc hư hỏng.
- Thay dầu hộp số/vi sai theo định kỳ.
- Nếu không tự khắc phục được, nên mang xe đến gara để kiểm tra và sửa chữa.

b, Rò rỉ dầu

Nguyên nhân:

- Gioăng phốt bị hỏng
- Vỏ hộp số/vi sai bị nứt hoặc thủng

Cách khắc phục:

- Thay thế các gioăng phốt bị hỏng.
- Siết chặt các ốc vít.
- Sửa chữa hoặc thay thế vỏ hộp số/vi sai nếu cần.
- Mang xe đến gara nếu rò rỉ dầu nghiêm trọng.

c, Đèn báo lỗi 4WD

Nguyên nhân:

- Lỗi cảm biến
- Lỗi hệ thống điện
- Lỗi cơ khí

Cách khắc phục:

- Đọc mã lỗi bằng máy chẩn đoán chuyên dụng để xác định nguyên nhân cụ thể.
- Thay thế cảm biến hoặc sửa chữa hệ thống điện nếu cần.
- Mang xe đến gara để kiểm tra và sửa chữa nếu đèn báo lỗi vẫn tiếp tục sáng.

1.7 So sánh hệ dẫn động giữa 2WD, 4WD và AWD

*2WD và 4WD

Xe 2WD	Xe 4WD
Lực kéo chỉ có ở 2 bánh xe	Lực kéo có ở 4 bánh xe
Khả năng leo dốc không tốt	Khả năng leo dốc tốt
Độ bám đường của lốp xe thấp	Độ bám đường của lốp xe gần gấp đôi xe 2WD
Cấu tạo đơn giản	Cấu tạo phức tạp
Không đảm bảo tính ổn định khi di chuyển trên những loại đường xấu	Có khả năng hoạt động tốt ở mọi loại đường
Ít tiếng ồn và rung động	Tăng tiếng ồn và rung động
Trọng lượng nhỏ	Trọng lượng lớn
Giá thành thấp	Giá thành cao

* AWD và 4WD.

Sự khác biệt giữa hai hệ thống dẫn động này là:

4WD: là hệ thống dẫn động 2 cầu thông thường dành cho xe địa hình chuyên nghiệp. Tuy nhiên, trên xe còn có 2WD dùng để vận hành trong điều kiện bình thường, tay lái nhẹ hơn, tiết kiệm nhiên liệu hơn. Ở chế độ 4WD, cần gạt cầu thông thường có các chức năng: 4WD H (high) - dùng khi chạy trên đường mưa trơn trượt, nhưng lái xe tốc độ nhanh như trên đường quốc lộ, cao tốc với vận tốc trên 50km/h, v.v.... 4WD L (low) - cài chế độ này khi đi trên địa hình gồ ghề, bùn trơn trượt, cát, tuyết, v.v... Ở xe 4WD có hộp số phụ để phân phối công suất đến các bánh xe.

AWD: là chế độ dùng cho xe ô tô mui trần hai người ngồi (roadster hoặc crossover), nghĩa là 4 bánh xe luôn quay, ta không điều chỉnh được nên thường hao nhiên liệu hơn. Ở các đời xe hiện đại sau này người ta còn có các bộ phận điện tử để phân bổ lực đến các bánh xe để tối ưu hoá vận hành, giảm sự tiêu thụ nhiên liệu,... Ở xe 4WD không có hộp số phụ.

CHƯƠNG 2 GIỚI THIỆU XE HYUNDAI SANTAFE FE 2.2 CRDI 4WD

2.1 Giới thiệu chung về Hyundai Santafe



Hình 2.1 Hình dáng ngoài Hyundai Santafe

Hyundai SantaFe là một mẫu xe thể thao đa dụng cỡ trung dựa trên nền tảng của Hyundai Sonata. Được đặt tên dựa theo thành phố Santa Fe ở tiểu bang New Mexico, Hoa Kỳ. Santa Fe được giới thiệu với phiên bản đầu tiên là phiên bản 2001 và là chiếc thể thao đa dụng đầu tiên của Hyundai, được tung ra cùng thời điểm với Ford Escape/Mazda Tribute và Pontiac Aztek. Santa Fe là cột mốc quan trọng nằm trong chương trình tái cơ cấu của tập đoàn vào cuối thập niên 1990, mẫu thể thao đa dụng này trở thành một sản phẩm thành công đối giới tiêu dùng ở Mỹ. Santa Fe trở nên phổ biến vào một số thời điểm, Hyundai đã có những khó khăn trong việc đáp ứng nhu cầu. Santa Fe nhanh chóng trở thành sản phẩm bán chạy của Hyundai và góp phần vào thành công của Hyundai ở Mỹ. Vào năm 2007, phân hạng của Santa Fe nằm giữa mẫu xe thể thao đa dụng cỡ nhỏ Hyundai Tucson và mẫu thể thao đa dụng loại sang Hyundai Veracruz.

Để phục vụ cho việc khảo sát và mô phỏng hệ thống truyền lực dẫn động 4 bánh (4WD), em tiến hành lựa chọn một mẫu xe thực tế đang được sử dụng phổ biến tại Việt Nam để làm đối tượng khảo sát, em chọn xe HYUNDAI SANTAFE FE 2.2 CRDi 4WD (đời 2012) làm đối tượng nghiên cứu. Lý do chọn như sau:

- Xe thuộc phân khúc SUV 7 chỗ phổ biến tại Việt Nam.
- Được trang bị hệ thống dẫn động 4WD kiểu (EST), có chế độ gài cầu như 2H, 4H, 4L.
- Động cơ dầu 2.2L CRDi mạnh mẽ, phù hợp với nghiên cứu mô phỏng truyền lực.
- Có tài liệu, sơ đồ hệ thống, và thông số kỹ thuật tương đối đầy đủ.



Hình 2.2 Mẫu xe Hyundai Santa Fe 2.2 CRDi

Phần đầu xe chính là nơi có nhiều thay đổi nhất so với các phiên bản trước. Xét về tổng thể thân xe, Hyundai SantaFe 2012 được bổ sung thêm các đường gân uốn lượn ở phần đầu và đuôi xe giúp nó trở nên mạnh mẽ hơn. Điểm khác biệt dễ nhận ra nhất của Hyundai Santafe 2012 chính là bộ lưới tản nhiệt hình mang cá trông khá lạ mắt. Đèn sương mù với kiểu dáng mới "xéch" lên trên tăng thêm phần bướng bỉnh cho bộ mặt của xe. .



Hình 2.3 Đầu xe Hyundai SantaFe Fe 2.2 CRDi

Thân xe vẫn mang những đường nét thôn gọn và không có nhiều thay đổi so với các bản trước



Hình 2.4 Thân xe Hyundai SantaFe Fe 2.2 CRDi

Phần đuôi xe, cụm đèn hậu dù không có sự đột phá về kiểu dáng song lại hiện diện bằng một diện mạo nổi bật với hai vòng tròn phía trong. Ống xả kép thiết kế dẹt hơn trước, có thể thấy kiểu dáng ống xả này đã từng xuất hiện trên mẫu Hyundai Genesis Coupe. Tất cả đều giúp cho Hyundai Santafe 2012 toát lên một phong cách thể thao khỏe khoắn.

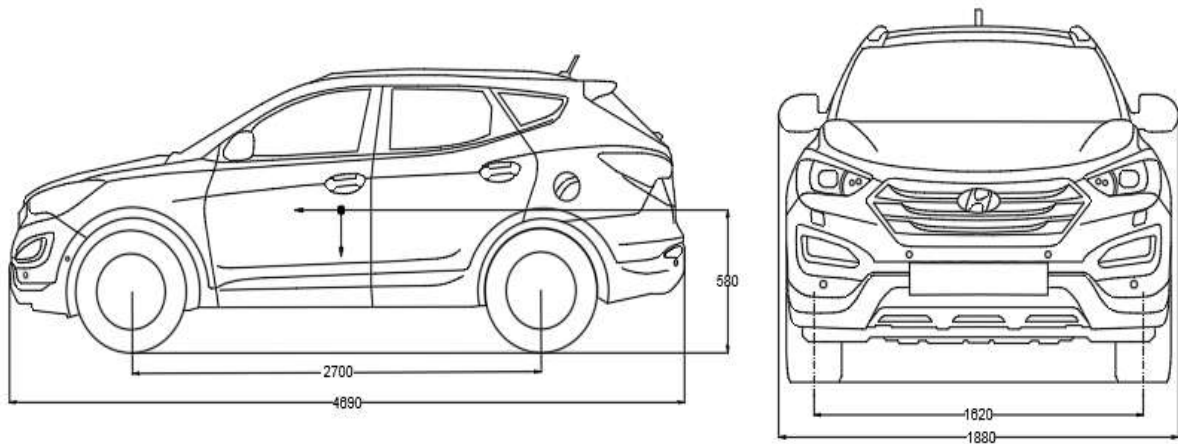


Hình 2.5 Đuôi xe Hyundai Santafe Fe 2.2 CRDi

Bảng 2.1. Các thông số kỹ thuật cơ bản của xe Hyundai Santafe Fe 2.2 CRDi

Thông số	KT/TL	Đơn vị
Kích thước tổng thể (DxRxH)	4690 x 1880 x 1680	Mm
Chiều dài cơ sở	2700	Mm
Chiều rộng cơ sở	1620	Mm
Công suất cực đại	3.800	v/p
Tốc độ quay không tải	500	v/p
Mô-men xoắn cực đại	2.750	v/p
Khoảng sáng gầm xe:	185	m
Tỉ số truyền hộp số	$i_g=3.5$	
Tỉ số truyền cầu sau	$i_f=3.91$	
Khối lượng xe	1.900	Kg
Bán kính bánh xe	0.33	m
Độ cứng của lốp	28000	N/m
Hệ số ma sát bánh-đường(μ)	0.8	
Hệ số cản lăn(f)	0.015	
Hệ số cản (không khí)	0.29	
Dung tích xi lanh	2.199	Cc
Trọng lượng không tải	1.850	Kg
Trọng lượng toàn tải	2.510	Kg
Hệ thống phanh	Phanh đĩa trước & sau trống guốc	
Truyền động	4WD	

❖ Sơ đồ tổng thể xe :



Hình 2.6 Sơ đồ tổng thể xe Hyundai Santafe Fe 2.2 CRDi

2.2 Đặc tính một số hệ thống chính trên xe Hyundai Santafe Fe 2.2 CRDi

2.2.1 Động cơ

Hyundai 2.2 CRDi (động cơ D4HB) là động cơ diesel tăng áp bốn xi-lanh 2.2 lít thuộc dòng R của Hyundai và được sản xuất từ năm 2009. Động cơ này chủ yếu được cung cấp cho các xe SUV và xe crossover của Hyundai và KIA (Hyundai Santa Fe, Hyundai Palisade và Kia Sorento). Động cơ diesel 2.2L được sản xuất tại nhà máy của Hyundai ở Hàn Quốc cùng với phiên bản 2.0 lít - động cơ 2.0 CRDi D4HA.



Hình 2.7 Động cơ D4HB

Động cơ D4HB có khối xi lanh sắt graphite nén chặt. Vật liệu sắt graphite nén chặt nhẹ hơn gang và cung cấp độ bền lớn hơn, điều này rất quan trọng đối với động cơ diesel tải nặng. Để giảm rung động, có một trục cân bằng thấp hơn được lắp bên trong vỏ khung thang cứng được lắp ở phía dưới của khối động cơ 2.2 CRDi. Phía trên khối, có một đầu xi lanh DOHC 16 van nhẹ. Trục cam nạp và xả được truyền động bằng xích. Hệ thống truyền động van được trang bị bộ dẫn cam thủy lực (không cần điều chỉnh khe hở van).

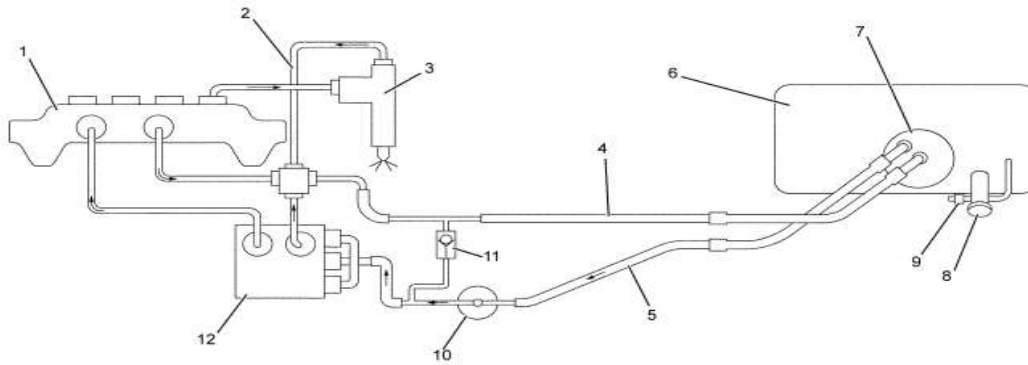
Bảng 2.2 Thông số kỹ thuật động cơ D4HB

Năm sản xuất	2009
Số xilanh/ Số kỳ/ Cách bố trí	4/ 4/ In-line
Hành trình piston (mm)	96
Tỷ số nén	16
Đường kính xi lanh (mm)	85,4
Dung tích dầu động cơ (lít)	7,4 / 7,8
Loại nhiên liệu	dầu diesel
Tuổi thọ động cơ (Km)	450 000
Cân nặng(Kg)	215,5
Hệ thống nhiên liệu	CRDI
Hệ thống bôi trơn	Cưỡng bức cacte ướt
Mức tiêu thụ nhiên liệu, L/100 km (cho Hyundai Santa Fe)	
- Thành phố	8.8
- Đường cao tốcDS	5.3
- Kết hợp	6.6

a, Hệ thống nhiên liệu

Hệ thống nhiên liệu của động cơ DIESEL trong động cơ đốt trong có nhiệm vụ như sau: Cung cấp nhiên liệu vào xilanh động cơ đúng lúc theo một quy luật đã định. Phun tơi và phân bố đều hơi nhiên liệu trong thể tích buồng cháy. Đó là dùng chung cho động cơ đốt trong nói chung. Còn với hệ thống nhiên liệu của động cơ D4HB của xe HYUNDAI SANTAFE FE 2.2 CRDI thì được trình bày như sau:

Hệ thống nhiên liệu của động cơ D4HB chứa nhiên liệu dự trữ đảm bảo cho động cơ hoạt động liên tục trong khoảng thời gian quy định, lọc sạch nước và tạp chất cơ học lẫn trong nhiên liệu, cung cấp lượng nhiên liệu cần thiết cho mỗi chu trình ứng với chế độ làm việc qui định của động cơ, cung cấp nhiên liệu đồng đều vào các xy lanh theo trình tự làm việc của động cơ và cung cấp vào các xy lanh động cơ đúng lúc theo một quy luật đã định. Để đảm bảo được chức năng trên động cơ D4HB sử dụng hệ thống nhiên liệu hiện đại CRDI là hệ thống phun nhiên liệu trực tiếp dùng ống dẫn chung và được điều khiển bởi ECU.



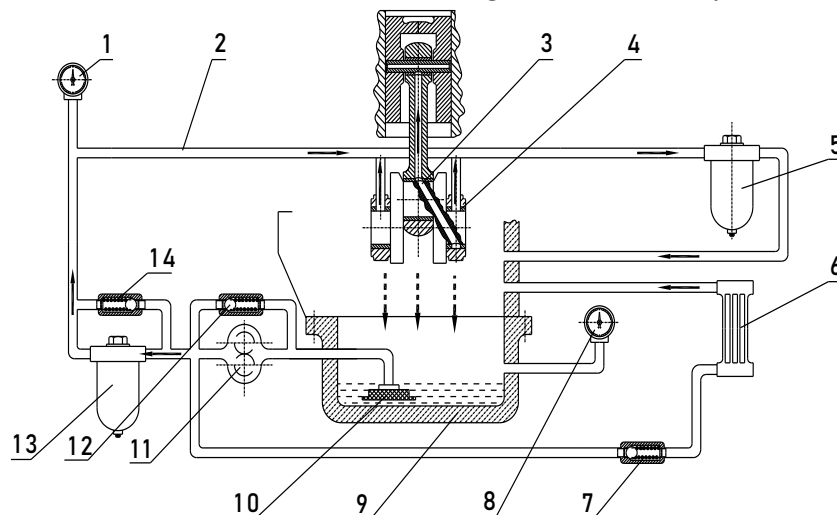
Hình 2.8. Hệ thống nhiên liệu.

- 1-Ống phân phối; 2-Đường dầu đến vòi phun; 3-Vòi phun; 4-Đường dầu hồi;
5-Đường dầu đến bơm; 6-Thùng dầu; 7-Lọc dầu thô; 8-Nắp thùng dầu;
9-Van kiểm tra; 10-Lọc tinh; 11- Van 1 chiều; 12-Bơm cao áp.

b, Hệ thống bôi trơn

Hệ thống bôi trơn cung cấp dầu bôi trơn đến các chi tiết chuyển động quay và trượt của động cơ sao cho chúng có thể làm việc êm dịu, tránh mài mòn. Nó cũng đóng một vai trò quan trọng trong việc làm mát.

Hệ thống bôi trơn gồm có: bơm dầu, bầu lọc dầu, cacte dầu, các đường ống... dầu sẽ từ cacte được hút bằng bơm dầu, qua lọc dầu, vào các đường dầu dọc thân máy vào trục khuỷu, lên trục cam, từ trục khuỷu vào các bạc biên, theo các lỗ phun lên thành xy lanh, từ trục cam vào các bạc trục cam, rồi theo các đường dẫn dầu tự chảy về cacte.



Hình 2.9. Sơ đồ hệ thống bôi trơn

- 1- Đồng hồ áp suất; 2- Đường dầu chính; 3- Đường dầu lên chốt khuỷu;
4- Trục khuỷu; 5- Bầu lọc tinh; 6- Kết làm mát dầu nhớt; 7- Van hằng nhiệt;
8- Đồng hồ đo nhiệt độ dầu; 9- Cacte; 10- Phao hút dầu; 11- Bơm dầu;
12- Van an toàn của bơm; 13- Bầu lọc thô;
14- Van an toàn của hệ thống bôi trơn.

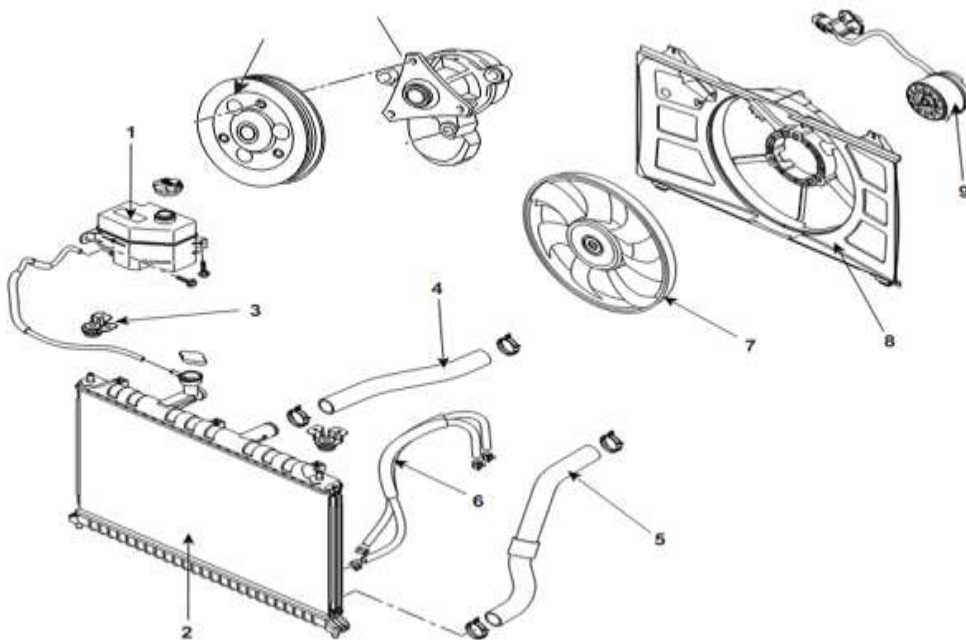
Nguyên lý làm việc:

Dầu nhờn chứa trong cárcte 9 được bơm dầu 11 hút qua phao lọc 10 đến bầu lọc thô 13 rồi theo đường dầu chính 2 để đi bôi trơn các ổ trục khuỷu, trục cam.... Khi dầu qua bầu lọc thô 13 thì dầu được lọc sạch sơ bộ các chất cặn bẩn có kích thước hạt lớn. Một phần dầu (khoảng 15÷ 20%) lượng dầu bôi trơn do bơm cung cấp đi qua bầu lọc tinh 5 rồi trở về lại cárcte.

c, Hệ thống làm mát

Động cơ D4HB có hệ thống làm mát bằng nước kiểu một vòng kín. Tuàn hoàn cưỡng bức bao gồm: Áo nước xi lanh, nắp máy, két nước, bơm nước, van hằng nhiệt, quạt gió và các đường ống dẫn nước. Hệ thống làm mát sử dụng nước nguyên chất có pha chất phụ gia chống gỉ. Két làm mát lắp trên phía đầu xe, két làm mát có đường nước vào từ van hằng nhiệt và có đường nước ra đến bơm, trên két nước có các giàn ống dẫn nước gắn cánh tản nhiệt.

Bơm nước kiểu ly tâm được dẫn động bằng dây đai từ trục khuỷu. Quạt gió được dẫn động bằng động cơ điện riêng.



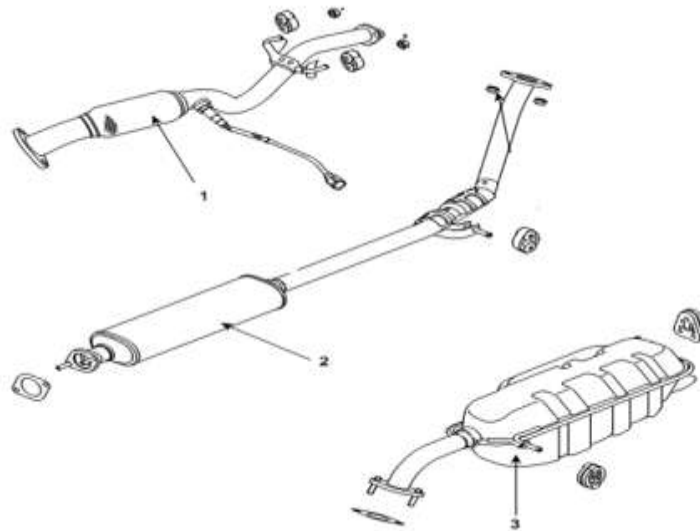
Hình 2.10. Sơ đồ hệ thống làm mát động cơ D4HB

- 1.Thùng chứa nước mát; 2.Lưới tản nhiệt; 3.Giá lắp lưới tản nhiệt;
4. Ống nước trên; 5. Ống nước dưới; 6.Ống đầu làm mát ;7.Quạt làm mát;
- 8.Giá gắn quạt; 9.Mô tơ quạt làm mát; 10-Bơm nước; 11-Puly bơm

d, Hệ thống xả

Khí xả được thải ra ngoài môi trường qua ống xả.

Hệ thống xả gồm: ống góp xả và ống xả nối với nhau bằng khớp cầu. Trên ống xả có các bộ trung hòa khí xả để làm cho các chất độc hại CO (cacbon oxit), HC (Hiđrô cacbon) và NOx (Nitơ ôxit) phản ứng với các chất vô hại (H₂O, CO₂, N₂) khi luồng khí xả đi qua, với các chất xúc tác platin, pladini, iridi, rodi. Để khí xả ra ngoài môi trường không độc hại đối với sức khỏe con người.



Hình 2.11. Sơ đồ hệ thống xả động cơ D4HB
1-Đường dẫn khí xả ra ngoài ; 2-Bộ giảm âm; 3-Bộ chuyển đổi khí thải.

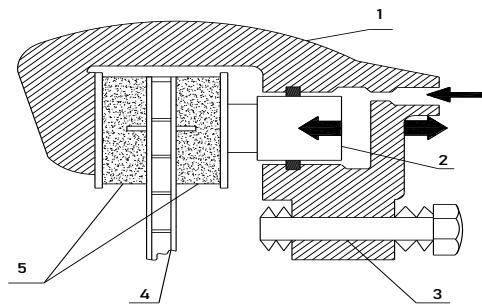
2.2.2 Hệ thống phanh

2.2.2.1 Cơ cấu phanh

a, Đối với cầu trước

Cơ cấu phanh trước của xe HYUNDAI SANTAFE FE 2.2 CRDi là phanh đĩa. Phanh đĩa có khả năng dừng xe tốt hơn so với phanh tang trống. Rất nhiều xe hiện đại sử dụng phanh đĩa vì tốc độ và trọng lượng của xe cao hơn. Các tấm ma sát cọ vào bề mặt của đĩa và làm cho đĩa dừng quay.

Phanh đĩa cũng chuyển năng lượng chuyển động thẳng của xe thành năng lượng nhiệt nhờ ma sát. Phanh đĩa được chế tạo để dừng xe hiệu quả hơn phanh tang trống. Mặc dù phanh tang trống hoạt động tốt nhưng cũng còn tồn tại nhiều nhược điểm như giữ nhiệt và bụi tạo ra trong quá trình phanh. Phanh đĩa làm việc ở nhiệt độ thấp hơn vì đĩa để hở cho không khí lưu thông qua. Phanh đĩa cũng có thể tự làm sạch và bền hơn so với phanh trống. Phanh đĩa dùng hai tấm ma sát ép vào đĩa quay để làm chậm hoặc dừng hẳn xe.



Hình 2.12 Cơ cấu đĩa phanh
1. Má kẹp 2. Piston 3. Chốt dẫn hướng
4. Đĩa Phanh 5. Má phanh

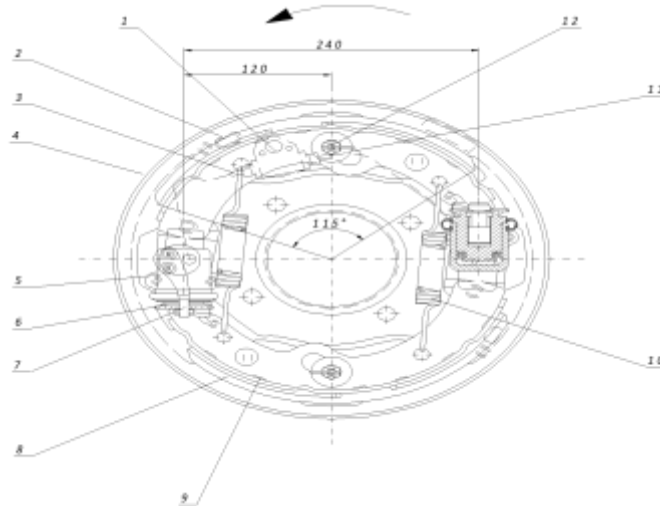
Nguyên lí làm việc :

Áp suất dầu phanh trong các hệ thống thủy lực đẩy pittong (2) ra khỏi kẹp hãm (1). Tấm ma sát tì vào pittong. Tấm ma sát được pittong đẩy tỳ vào đĩa phanh. Phản lực từ chỗ tiếp xúc giữa đĩa phanh và tấm ma sát đẩy kẹp theo hướng ngược lại. Sự dịch chuyển này làm cho tấm ma sát ở phía trong tiếp xúc với mặt kia của đĩa phanh. Như vậy đĩa phanh bị kẹp giữa hai tấm ma sát.

Khi áp suất tăng lên thì đĩa phanh càng bị kẹp chặt hơn và tốc độ quay của nó giảm dần. Kết quả là tốc độ xe giảm xuống. Cũng giống như trống phanh, các tấm ma sát phải định kỳ thay thế và đĩa phanh cũng cần gia công lại.

b, Đối với cầu sau

Cơ cấu phanh sau của xe HYUNDAI SANTAFE FE 2.2 CRDi là loại phanh trống guốc.



Hình 2.13 Cơ cấu phanh sau

- 1 - Đầu nối ống dẫn dầu 2 - Bít lỗ 3 - Ống dầu 4 - Mâm phanh
5 - Cụm xy lanh bánh xe 6 - Đai ốc điều chỉnh khe hở 7 - Khóa điều chỉnh
8 - Má phanh 9 - Guốc phanh 10 - Lò xo kéo 11 - Đệm giữ
12 - Đai ốc giữ guốc phanh

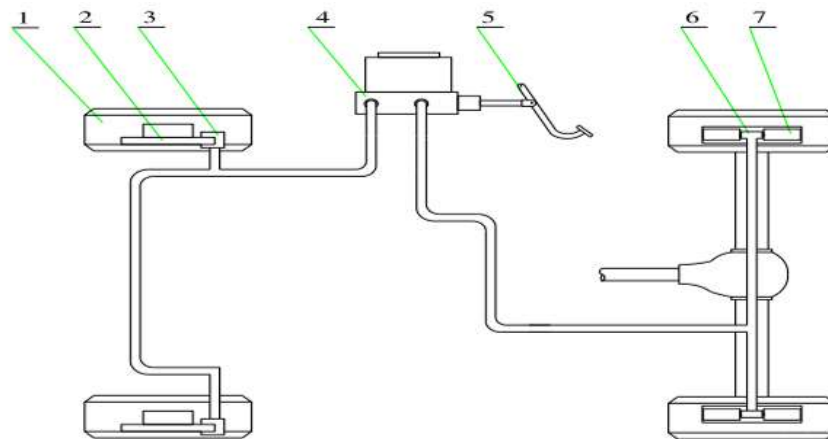
Nguyên lí làm việc:

Ma sát trong cơ cấu phanh khi phanh được tạo ra do má phanh áp vào tang trống, có được điều đó là do đầu dưới của hai má được định vị bởi chốt xoay còn đầu trên có thể bung ra tựa như bản lề và áp vào tang trống dưới tác dụng của cam ép hoặc cụm piston-xi lanh của cơ cấu phanh. Khi tác dụng vào bàn đạp phanh chất lỏng với áp suất cao truyền đến xi lanh 1 tạo nên lực ép trên các piston và đẩy các guốc phanh ép sát vào trống phanh, do đó quá trình được tiến hành.

Khi nhả bàn đạp phanh, lò xo sẽ kéo các guốc phanh trở lại vị trí ban đầu, giữa má phanh và trống phanh có khe hở và quá trình phanh kết thúc.

2.2.2.2 Dẫn động phanh

Hệ dẫn động phanh chính trên xe HYUNDAI SANTAFE FE 2.2 CRDI được trang bị hệ thống dẫn động thủy lực hai dòng cho hai cầu riêng biệt.



Hình 2.14 Sơ đồ dẫn động phanh thủy lực hai dòng cho 2 cầu riêng biệt.

1. Bánh xe ; 2. Đĩa phanh ; 3. Xy lanh bánh trước. 4. Xy lanh chính ; 5. Bàn đạp 6. Xy lanh bánh sau ; 7. Má phanh sau.

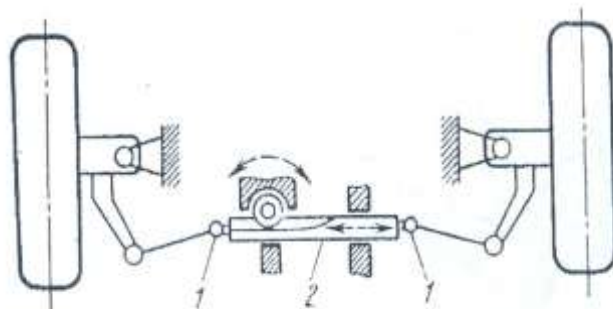
Nguyên lý làm việc :

Dẫn động hai dòng sử dụng xy lanh chính tác dụng độc lập, một dòng dẫn động ra hai bánh xe cầu trước, còn một dòng dẫn động ra hai bánh xe ở cầu sau giống như phương án dẫn động thủy lực một dòng. Khi không phanh dầu áp suất thấp nằm chờ trên đường ống; Khi người lái tác động vào bàn đạp, qua thanh đẩy sẽ tác động vào piston nằm trong xy lanh, ép dầu trong xy lanh phanh chính đi đến đường ống dẫn động ra hai bánh xe cầu trước và đường ống dẫn động ra hai bánh xe sau. Chất lỏng với áp suất cao sẽ tác dụng vào các piston ở xy lanh bánh xe ép sát má phanh vào đĩa phanh thực hiện quá trình phanh; Khi thôi phanh người lái thôi tác dụng lên bàn đạp phanh lò xo hồi vị sẽ ép dầu từ xy lanh bánh xe và xy lanh phanh đĩa về xy lanh chính.

2.2.3 Hệ thống lái

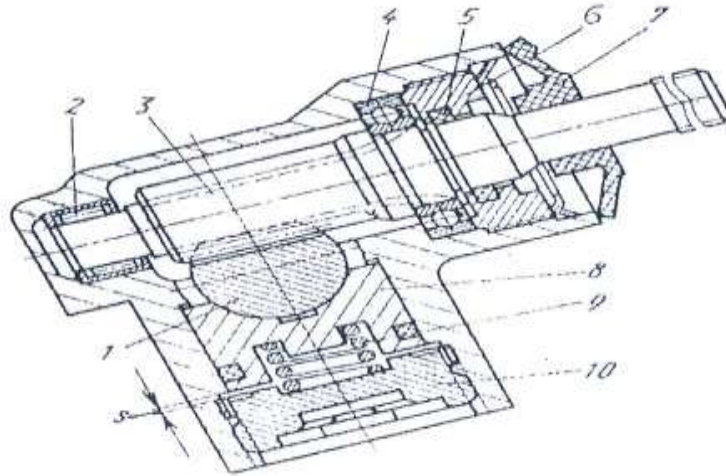
a, Cơ cấu lái

Hệ thống lái xe HYUNDAI SANTAFE FE 2.2 CRDI sử dụng cơ cấu lái bánh răng - thanh răng.



Hình 2.15 Sơ đồ lắp cơ cấu lái bánh răng-thanh răng

1. Khớp nối; 2. Thanh răng



Hình 2.16 Cơ cấu lái bánh răng – thanh răng

1. Thanh răng 2,4. Ổ bi 3. Bánh răng 5. Vòng làm kín
6. Đai ốc 7. Nắp cao su 8. Đệm ép
9. Lò xo 10, Nút – Đai ốc

Nguyên lí làm việc:

Cơ cấu lái bánh răng – thanh răng gồm một bánh răng nối trực tiếp với một ống kim loại và một thanh răng được gắn trên ống kim loại khác. Thanh nối có nhiệm vụ nối hai mút của thanh răng. Kết cấu cơ khí này khá đơn giản, phù hợp với những dòng xe du lịch, ô tô tải nhỏ và xe SUV.

Nguyên lý hoạt động của hệ thống này chính là việc chuyển đổi động truyền động của vành tay lái thành chuyển động thẳng. Điều này với mục đích chỉnh hướng xe, giảm tốc và tăng thêm lực để bánh xe có thể chuyển hướng một cách chính xác và dễ dàng.

Phần lớn những mẫu xe ô tô mới hiện nay đều phải quay vành tay lái ba đến bốn vòng khi muốn chuyển hướng từ tận cùng bên phải sang tận cùng bên trái hoặc ngược lại. Lúc này mối quan hệ của góc bánh xe đối hướng với góc quay của vành tay lái sẽ được thể hiện bằng tỷ số truyền.

Ưu điểm của hệ thống thanh răng – bánh răng:

- Độ chính xác cao, phản hồi nhanh.
- Nhỏ gọn, dễ bố trí trong khoang máy.
- Hộp số lái thanh răng và bánh răng có kết cấu đơn giản.
- Tiết kiệm và dễ sản xuất.

Nhược điểm :

- Độ bền thấp.
- Góc quay vô lăng nhỏ hơn.
- Sự mài mòn và phản ứng ngược của thanh răng và bánh răng có thể gây ra các vấn đề về hoạt động.

b, Dẫn động lái

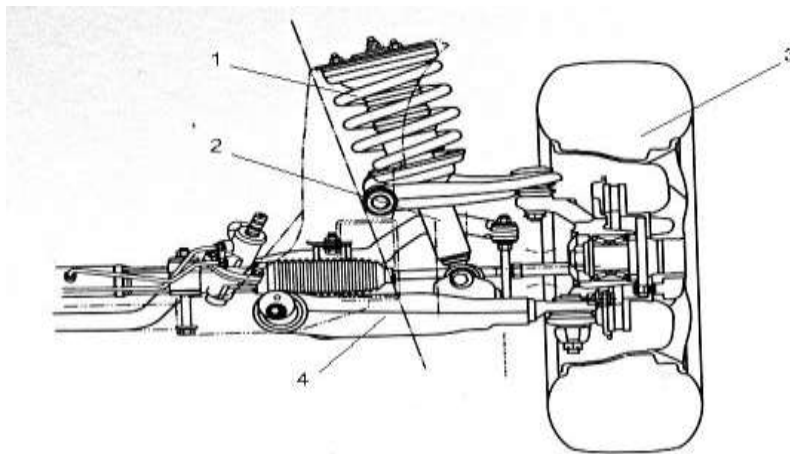
Cũng như những dòng xe khác bộ phận này có vai trò truyền những chuyển động của người lái đến cơ cấu lái từ đó điều khiển bánh xe xoay theo hướng mong muốn. Đồng thời dẫn động lái có nhiệm vụ tiếp nhận những phản ứng từ mặt đường tạo nên cảm giác lái chân thực hơn, phải đảm bảo an toàn cho người lái khi có va chạm xảy ra. Dẫn động lái bao gồm các chi tiết sau:

- Vô lăng: Bộ phận được người lái sử dụng để điều khiển hướng di chuyển của xe, tích hợp nhiều tính năng khác hỗ trợ quá trình lái.
- Trục lái: Đây là ống kim loại nối với vô lăng và cơ cấu lái, có vai trò truyền momen quay từ vô lăng đến cơ cấu lái.
- Thanh dẫn động: Bộ phận liên kết giữa cơ cấu lái và dẫn động lái, có các khớp liên kết để giúp thanh xoay theo nhiều góc khác nhau.

2.2.4 Hệ thống treo

a, Hệ thống treo phía trước:

Là loại thanh chống McPherson có lò xo ống được sử dụng ở hệ thống treo phía trước cho xe HYUNDAI SANTAFE FE 2.2 CRDI.



Hình 2.17 Hệ thống treo trước.

- | | |
|--------------|--------------|
| 1. Lò xo | 2. Giảm chấn |
| 3. Cầu trước | 4. Lốp xe |

Đặc điểm:

- Thiết kế đơn giản, nhỏ gọn
- Khả năng giảm chấn tốt, duy trì tiếp xúc mặt đường tốt
- Phù hợp xe du lịch, SUV

Đây thực chất là kết cấu biến thể của loại hai đòn chiều dài khác nhau, với chiều dài đòn trên bằng không, trụ quay đứng hay thanh nối hai đòn được làm dưới dạng ống lồng thay đổi được độ dài để đảm bảo động học của xe, do vậy có thể bố trí luôn giảm chấn

nhờ đó đơn giản được kết cấu, giảm được số lượng khâu khớp và giảm được khối lượng cũng như không gian bố trí hệ thống treo.

Sơ đồ cấu tạo của hệ thống treo bao gồm : một đòn ngang nằm dưới, giảm chấn đặt theo phương thẳng đứng, một đầu được gối ở khớp cầu được giao đòn ngang nằm dưới với giảm chấn, đầu còn lại được bắt vào khung xe. Bánh xe được nối cứng với vỏ giảm chấn. Lò xo có thể được đặt lồng giữa vỏ giảm chấn và trục giảm chấn.

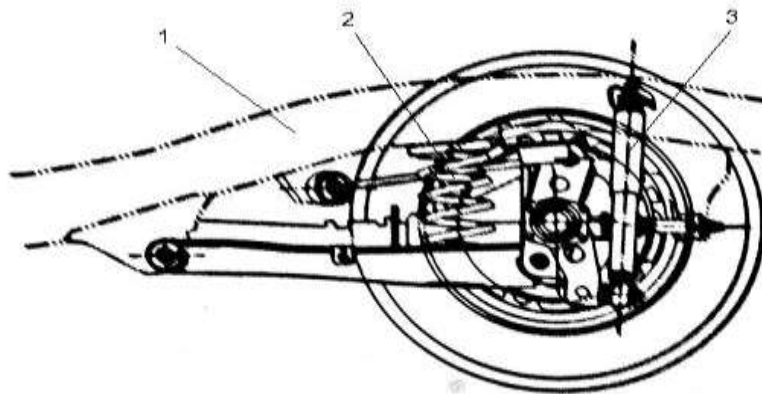
Nếu ta so sánh với hệ treo 2 đòn ngang thì hệ treo McPherson kết cấu ít chi tiết hơn, không chiếm nhiều khoảng không và có thể giảm nhẹ được trọng lượng kết cấu. Nhưng nhược điểm chủ yếu của hệ treo McPherson là do giảm chấn vừa phải làm chức năng của giảm chấn lại vừa làm nhiệm vụ của trụ đứng nên trụ giảm chấn chịu tải lớn vì thế giảm chấn cần phải có độ cứng vững và độ bền cao hơn. Do đó kết cấu của giảm chấn phải có những thay đổi cần thiết.

b, Hệ thống treo sau:

Vì với mẫu xe HYUNDAI SANTAFE FE 2.2 CRDI có trọng tải khá lớn nên đã sử dụng cho hệ thống treo sau là hệ thống treo phụ thuộc kiểu lò xo.

Đặc điểm:

- Tăng độ ổn định và bám đường cho bánh sau
- Hấp thụ rung động tốt, cải thiện độ êm
- Tốt cho xe dẫn động 4 bánh (4WD/AWD)



Hình 2.18 Hệ thống treo sau.

1. Sát xi

2. Lò xo

3. Giảm chấn

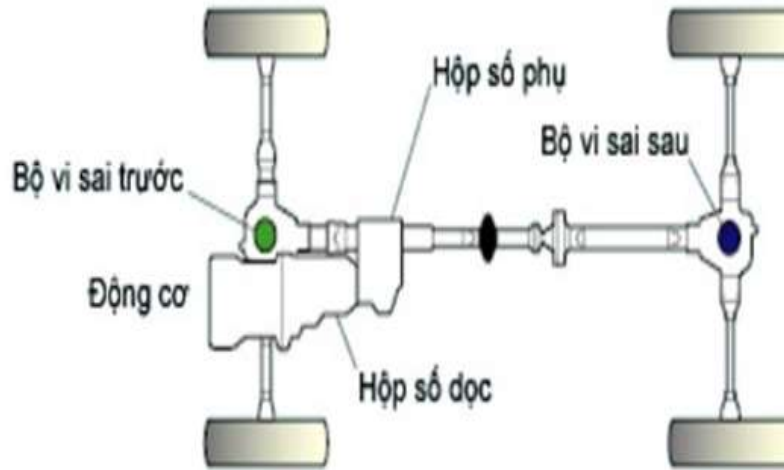
Đặc tính : Xe chạy êm, độ cứng vững cao. Ở hệ thống treo này phải dùng thêm hai đòn dọc dưới và một đòn dọc trên một hoặc hai đòn dọc trên. Đòn dọc dưới được nối với cầu, đòn dọc trên được nối với khớp trụ. Để đảm bảo truyền được lực ngang, lò xo xoắn ốc trong trường hợp này có thể đặt trên đòn dọc hoặc đặt ngay trên cầu.

Ưu điểm: Hệ thống treo phụ thuộc sử dụng lò xo có ưu điểm cơ bản là chiếm ít chỗ trong không gian hơn loại lá nhíp. Lò xo không có khả năng truyền lực dọc và lực ngang, do vậy các bộ phận dẫn hướng đảm nhận chức năng này nhờ các thanh đòn liên kết.

CHƯƠNG III HỆ THỐNG TRUYỀN LỰC 4WD TRÊN XE HYUNDAI SANTAFE FE 2.2 CRDI

3.1 Giới thiệu hệ thống 4WD trên xe Hyundai Santafe Fe 2.2 CRDi

Xe Hyundai SantaFe FE 2.2 CRDi được trang bị hệ thống dẫn động 4 bánh (4WD) dạng gián đoạn.



Hình 3.1 Hệ thống 4WD gián đoạn trên Hyundai Santafe Fe 2.2 CRDi

Ưu điểm của 4WD gián đoạn :

- Có cấu tạo đơn giản hơn so với các hệ dẫn động 4 bánh khác.
- Giá thành thấp và không quá phức tạp. Điều này giải thích tại sao nó lại xuất hiện trên những mẫu xe rẻ tiền và ở cấp thấp.
- Ít tốn nhiên liệu hơn so với 4WD thường xuyên.

Nhược điểm của 4WD gián đoạn :

- Có yêu cầu khắt khe là lái xe phải dừng trước khi chuyển từ chế độ 2WD sang 4WD.
- Nó khiến người lái phải chịu trách nhiệm hoàn toàn vào quyết định cài cầu của mình, tùy thuộc vào địa hình và thời tiết. Vì vậy việc cắt cầu cũng quan trọng không hề kém.
- Khi quay vòng sẽ xuất hiện hiện tượng tuần hoàn công suất.
- Quay vòng không êm.

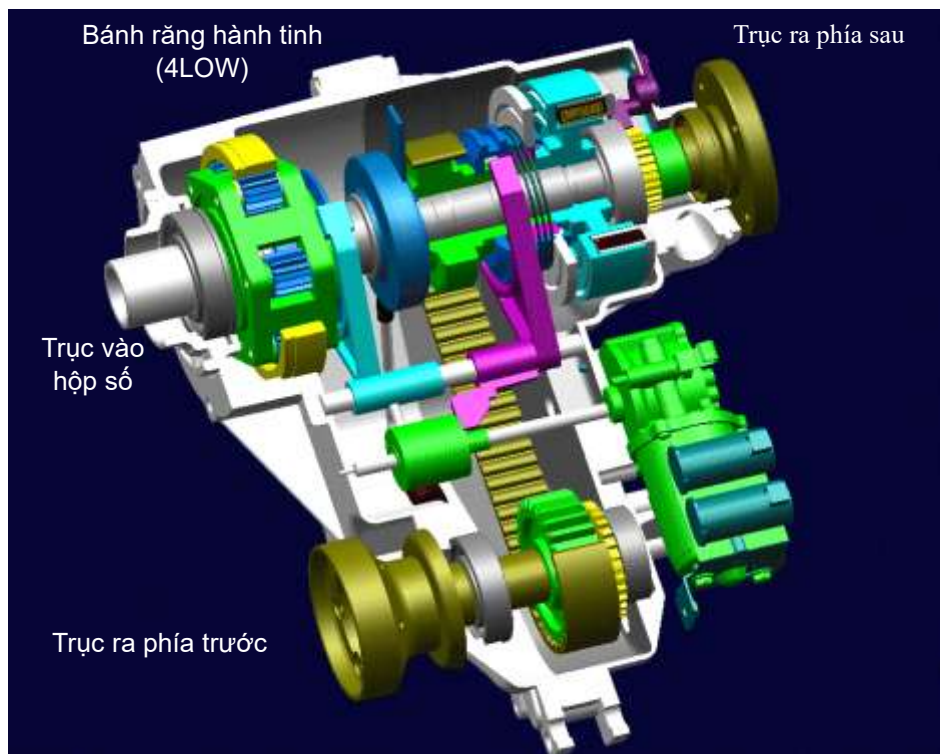
Hệ dẫn động bốn bánh (4WD – Four-Wheel Drive) là một trong những hệ thống truyền động được trang bị phổ biến trên các dòng xe SUV nhằm tăng khả năng bám đường, vượt địa hình và đảm bảo an toàn trong điều kiện đường trơn trượt hoặc địa hình xấu. Hyundai Santa Fe phiên bản Fe 2.2 CRDi, đặc biệt là một trong số ít mẫu xe phổ thông được trang bị hệ dẫn động 4WD kiểu EST(Electronic Shift Transfer).

Hệ thống này cho phép người lái linh hoạt chuyển đổi giữa các chế độ truyền động (2H – 4H – 4L) thông qua một núm xoay trên bảng điều khiển, thay vì cần cơ cấu chuyển

số cơ khí truyền thống, giúp xe thích nghi với nhiều điều kiện đường xá khác nhau như trơn trượt, đèo dốc, mưa, bùn, đầm lầy. Hệ thống 4WD kiểu EST trên Santa Fe 2.2 CRDi sẽ được phân tích chi tiết về cấu tạo, nguyên lý hoạt động và hiệu quả vận hành trong thực tế.

3.2 Hệ thống EST (Electronic shift transfer)

Hệ thống EST là một kiểu của hệ thống 4WD gián đoạn và tên đầy đủ của nó là “Electronic shift transfer”. Khi xe hoạt động trở lại với 2WD, trục cầu trước sẽ được quay trơn bởi tốc độ của xe và điều này sẽ sinh ra dao động, tiếng ồn ở trục các đăng và bánh răng bao. Cho nên cơ cấu ngắt vi sai trung tâm (CABS) sẽ ngăn chặn hiện tượng này để ổn định sự truyền động. Cơ cấu ngắt vi sai trung tâm sẽ được giới thiệu ở phần tiếp theo.



Hình 3.2 Hệ thống EST

EST (Electronic Shift Transfer) là một hệ thống chuyển chế độ truyền động điện tử, cho phép người lái dễ dàng chuyển đổi giữa các chế độ:

- 2H (dẫn động cầu sau)
- 4H (dẫn động 4 bánh tốc độ cao)
- 4L (dẫn động 4 bánh tốc độ thấp, dành cho off-road)

Thông qua một nút xoay điều khiển đặt trên táp-lô, hệ thống điều khiển trung tâm sẽ gửi tín hiệu đến motor chuyển số hộp số phụ (Shift Actuator Motor), từ đó thay đổi cơ cấu truyền động phù hợp.

Bảng 3.1. Các chế độ làm việc kiểu dẫn động EST

Kiểu dẫn động	Mục	Chế độ		Giải thích	Điều kiện sử dụng
EST	Chế độ dẫn động	2H		2WD, dẫn động bánh sau	Dùng cho đường bình thường.
		4H		4WD “cao”	*Dùng cho đường xấu hoặc tuyết và ẩm ướt có bề mặt trơn trượt. *Khi quay trên đường bình thường ở tốc độ thấp thì sẽ sinh ra tiếng ồn và rung động do có hiện tượng “phanh góc hẹp”
		4L		4WD “thấp”	Dùng trong điều kiện mà lực dẫn động dùng để leo dốc, vượt những đoạn gồ ghề hoặc kéo xe.
	Chuyển đổi	2H↔4H		2WD↔4WD	Có thể chuyển từ 2WD sang 4WD và ngược lại ở 80km/h hoặc thấp hơn trong quá trình hoạt động.
		4H↔4L		4WD(H)↔4WD(L)	*Cần phải dừng xe lại để chuyển chuyển chế độ - Đối với hộp số thường: chuyển đổi sau khi đã đạp ly hợp - Đối với hộp số tự động: chuyển đổi sau khi vị trí tay số là “N”. *Hầu hết mọi xe với chế độ 4L thì phải dừng xe để chuyển đổi.

3.3. Các thành phần của hệ thống 4WD kiểu EST

Phần truyền lực bao gồm: Bộ truyền hành tinh, ly hợp điện từ, bộ truyền xích được tích hợp trong hộp số phân phối.

Phần điều khiển bao gồm : Bộ xử lý ECU, công tắc chọn chế độ, motor chuyển chế độ, các cảm biến.

- Bộ xử lý ECU là "bộ não" điều khiển toàn bộ hoạt động của hệ thống 4WD. Nhận tín hiệu từ cảm biến và công tắc, xử lý thông tin để điều khiển motor chuyển chế độ, ly hợp điện từ, v.v.
- Công tắc chọn chế độ 4WD cho phép người lái chọn giữa các chế độ 2H / 4H / 4L, thường là dạng nút xoay điện từ trên bảng điều khiển và gửi tín hiệu đến ECU 4WD khi người dùng chuyển chế độ.
- Các cảm biến gồm có cảm biến tốc độ góc cầu trước, sau, vị trí chân ga.
- Mô tơ chuyển chế độ nhận tín hiệu điều khiển từ ECU 4WD.

Hệ thống truyền lực 4WD kiểu EST có 3 chế độ làm việc:

Chế độ 2H:

Đặc điểm:

- Trên SANTAFE FE 2.2 CRDI sử dụng dẫn động cầu sau ở chế độ 2H
- Đường áp dụng cho chế độ là đường nhựa, khô ráo, đô thị, cao tốc.
- Mức độ bán đường của chế độ này thấp hơn so với 4H và 4L.

Chế độ 4H:

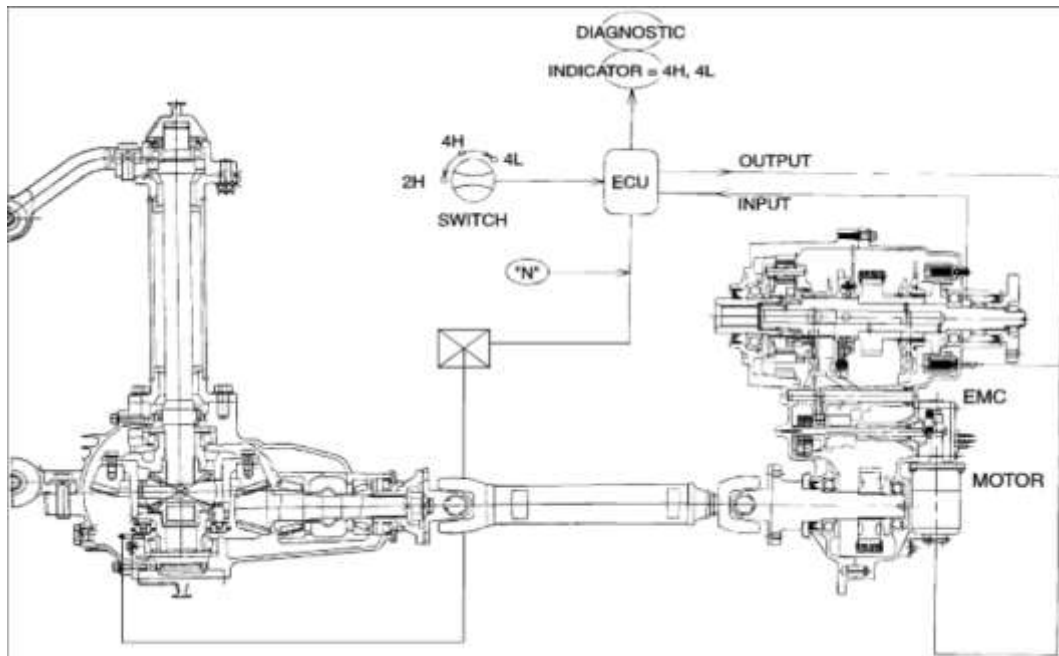
Đặc điểm:

- Sử dụng cả cầu trước và sau
- Phù hợp cho các mặt đường mưa, đường trơn, bùn nhẹ, tuyết, đá dăm.
- Có thể sử dụng ở tốc độ cao, giúp xe duy trì tốc độ ổn định và tăng cường khả năng kiểm soát trên những cung đường cua.

Chế độ 4L:

Đặc điểm:

- Sử dụng cả hai cầu trước và sau.
- Phù hợp cho các địa hình khó: leo đồi dốc, bùn, cát, kéo tải nặng.
- Ở chế độ 4L, tốc độ xe sẽ rất thấp (khoảng dưới 60 km/h) vì lúc này cơ cấu truyền lực ưu tiên sức kéo của động cơ thay vì tốc độ giúp xe thoát hố, thoát lầy.



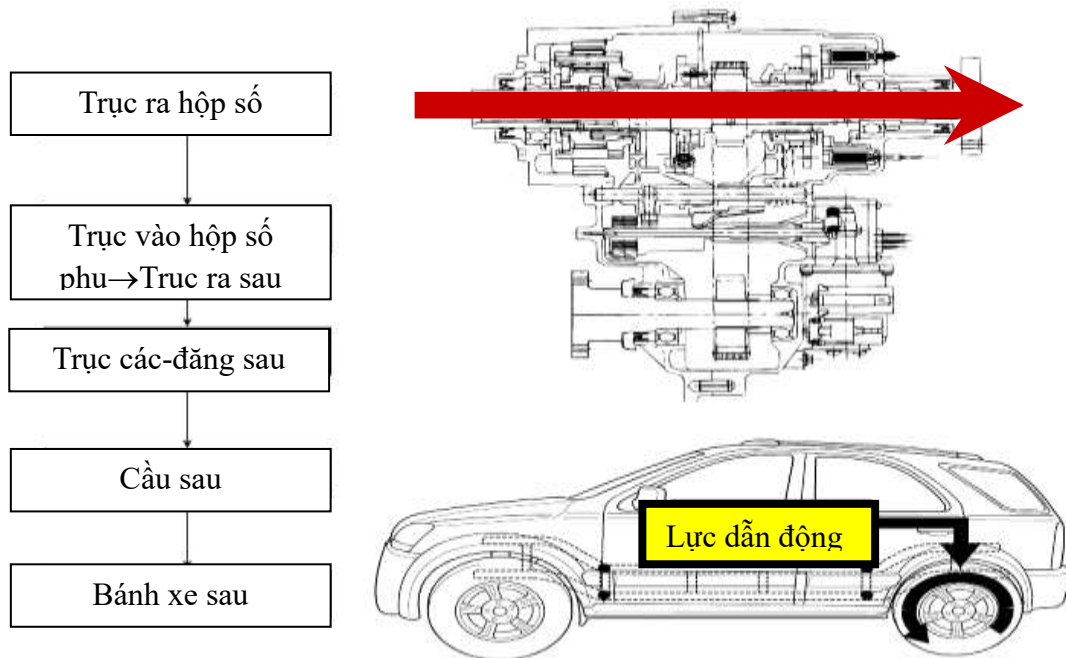
Hình 3.3 Sơ đồ hệ thống điều khiển 4WD kiểu EST

3.4 Nguyên lý làm việc

Hệ thống điều khiển 4WD kiểu EST có ba chế độ làm việc là chế độ 2H, 4H và chế độ 4L được xác định bởi người lái nhờ công tác chọn chế độ.

3.4.1 Chế độ 2H

Chế độ 2H, lực dẫn động từ đầu ra trục hộp số được truyền trực tiếp tới trục ra phía sau (cầu sau). Motor chuyển số không hoạt động làm cho khóa càng của vẫn ở vị trí cũ. Tuy nhiên, dây xích truyền động sẽ truyền tốc độ đầu ra phía sau tới làm xoay trục đầu ra phía trước làm các bánh xe phía trước quay theo. Để tránh hiện tượng này thì trục dẫn động trước và trục các đăng trước phải không được nối với nhau ở chế độ 2H. Cơ cấu ngắt vị sai trung tâm được thêm vào để thực hiện điều đó.



Hình 3.4 Hệ thống điều khiển 4WD và dòng công suất ở chế độ 2H

Nguyên lí làm việc :

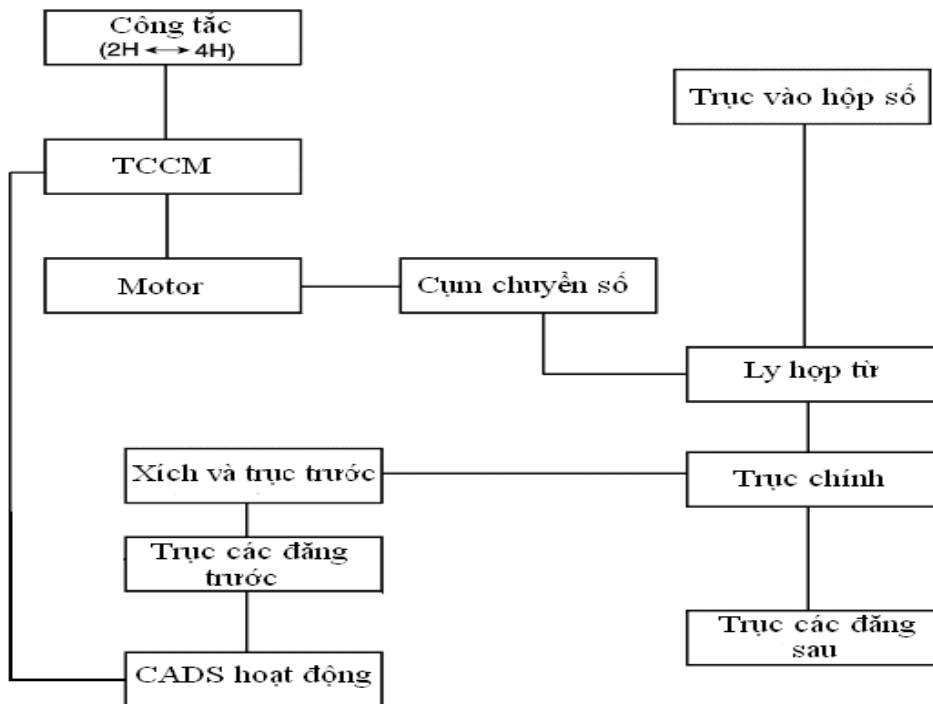
Trong chế độ 2H (2-Wheel Drive High), hệ thống truyền động của xe chỉ sử dụng hai bánh dẫn động, thường là bánh sau, để truyền lực từ động cơ xuống mặt đường. Khi người lái chọn chế độ 2H, hộp phân phối (transfer case) sẽ ngắt kết nối cầu trước và chỉ cho phép mô-men xoắn được truyền từ động cơ, qua hộp số, đến cầu sau. Điều này có nghĩa là chỉ có hai bánh sau nhận lực đẩy, trong khi hai bánh trước quay tự do mà không nhận lực từ hệ thống truyền động. Vì không sử dụng cấp số phụ và không chia mô-men xoắn ra bốn bánh, chế độ 2H giúp xe vận hành nhẹ nhàng, tiết kiệm nhiên liệu hơn và phù hợp với điều kiện mặt đường bằng phẳng, khô ráo như đường nhựa trong đô thị hoặc quốc lộ. Đây là chế độ được sử dụng phổ biến nhất khi xe không cần đến khả năng vượt địa hình hoặc độ bám đường cao.

❖ Đường truyền công suất:

Đầu ra hộp số được truyền đến trục đầu vào của hộp số phụ. Do motor không hoạt động cho nên càng cua vẫn ở vị trí ban đầu, lúc này nó sẽ không kết nối với cần dẫn bánh răng hành tinh mà sẽ kết nối với trục đầu vào. Vì thế trục đầu vào được nối trực tiếp với trục ra phía sau. Lúc này tốc độ quay của hai trục là như nhau. Công suất sẽ được truyền tới trục các đăng sau tới vị sai sau, phân phối moment tới các bánh xe sau. Ly hợp từ lúc này không hoạt động.

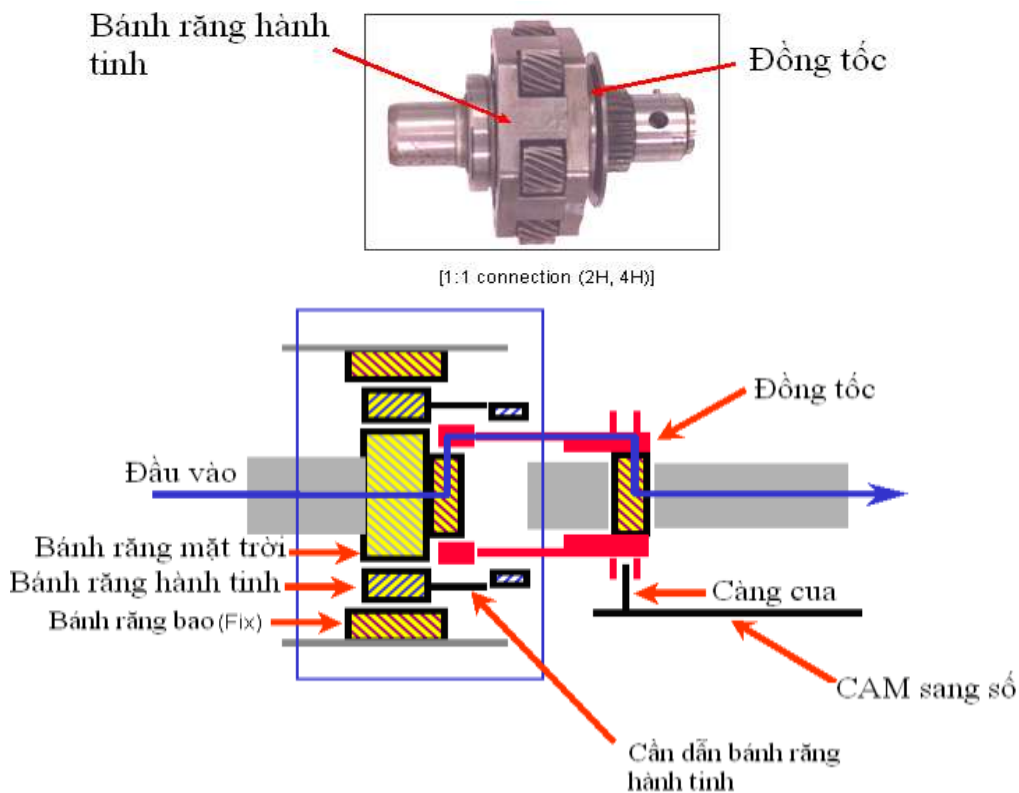
3.4.2 Chế độ 4H

Chế độ 4H, bộ điều khiển hộp số phụ gửi một tín hiệu tới ly hợp từ làm ly hợp đóng lại. Motor chuyển số xoay trượt lên khóa càng cua, khóa càng cua sẽ được nối với khóa mặt bích, khóa mặt bích được gài lên bánh xích, bánh xích điều khiển xích truyền động phân phối lực dẫn động tới trục phía trước nhanh chóng.



Hình 3.5 Hệ thống điều khiển 4WD ở chế độ 4H

➤ Sự gài bánh răng hành tinh ở chế độ 4H.



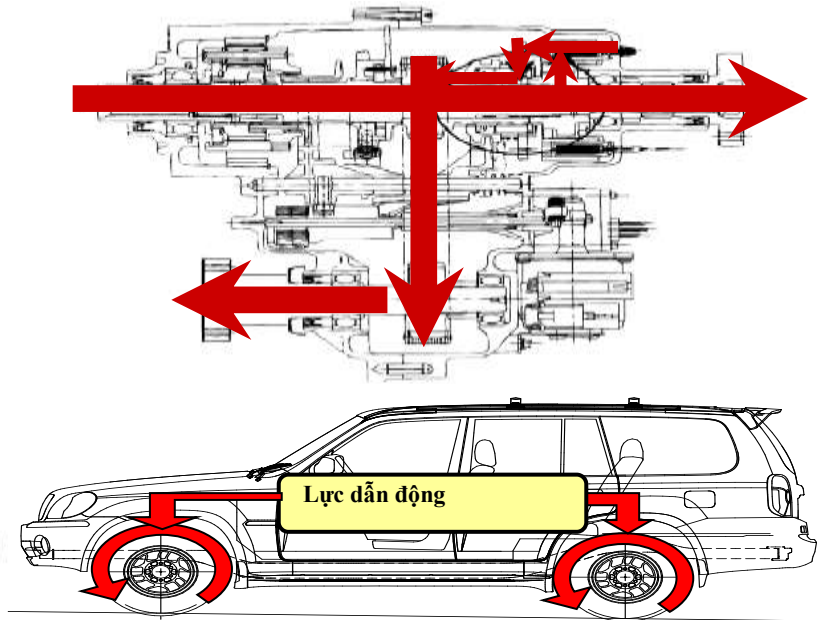
Hình 3.6 Sự gài bánh răng hành tinh ở chế độ 4H.

❖ Nguyên lý làm việc:

Đầu ra hộp số được truyền đến trục đầu vào của hộp số phụ. Khi chọn ở chế độ 4H (hoặc 2H) thì có một tín hiệu được gửi tới bộ điều khiển hộp số phụ, sau đó bộ điều khiển hộp số phụ sẽ điều khiển làm quay motor chuyển số, motor chuyển số quay nó sẽ

dẫn động cam sang số, cam sang số sẽ tác động lên càng cua và đẩy đồng tốc đi về phía bộ bánh răng hành tinh, nhưng lúc này nó sẽ không kết nối với cần dẫn bánh răng hành tinh mà sẽ kết nối với trục đầu vào. Vì thế trục đầu vào được nối trực tiếp với trục ra phía sau. Lúc này tốc độ quay của hai trục là như nhau.

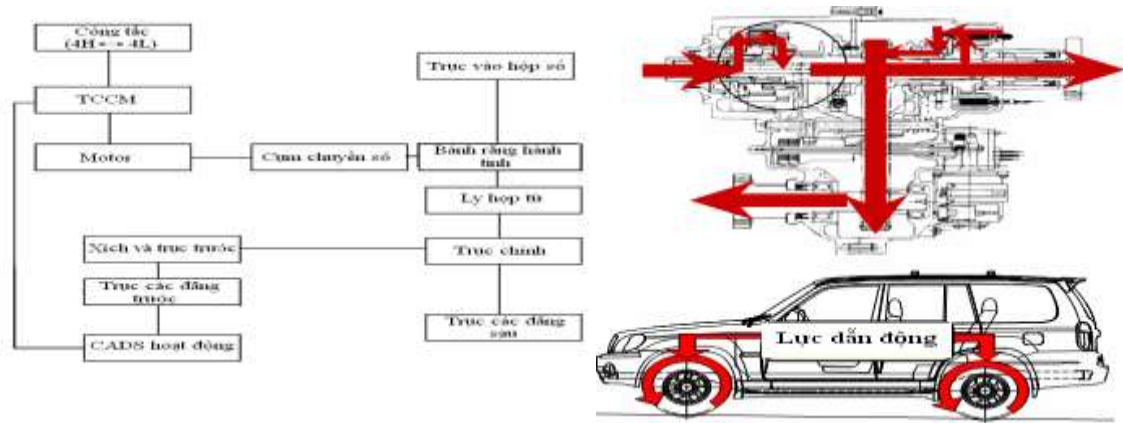
Ngay lúc đó, bộ điều khiển hộp số phụ cũng gửi tín hiệu 'ON' tới các van solenoid của cơ cấu ngắt vi sai trung tâm để mà kết nối vi sai trung tâm.



Hình 3.7 Dòng công suất qua hộp số phân phối ở chế độ 4H

3.4.3 Chế độ 4L

Trong chế độ 4L, mô-men xoắn từ động cơ được truyền đến hộp số phân phối (Transfer Case), nơi sử dụng bộ bánh răng hành tinh hoặc cụm bánh răng giảm tốc để tăng mô-men xoắn và giảm tốc độ đầu ra. Lúc này, mô-men xoắn được chia đều đến cả cầu trước và cầu sau thông qua trục truyền động. Cơ cấu xích, ly hợp từ và hệ thống ngắt trục (CADS) cũng được kích hoạt để đảm bảo truyền động đồng thời đến cả bốn bánh, giúp xe có lực kéo mạnh hơn nhưng chạy ở tốc độ chậm hơn.



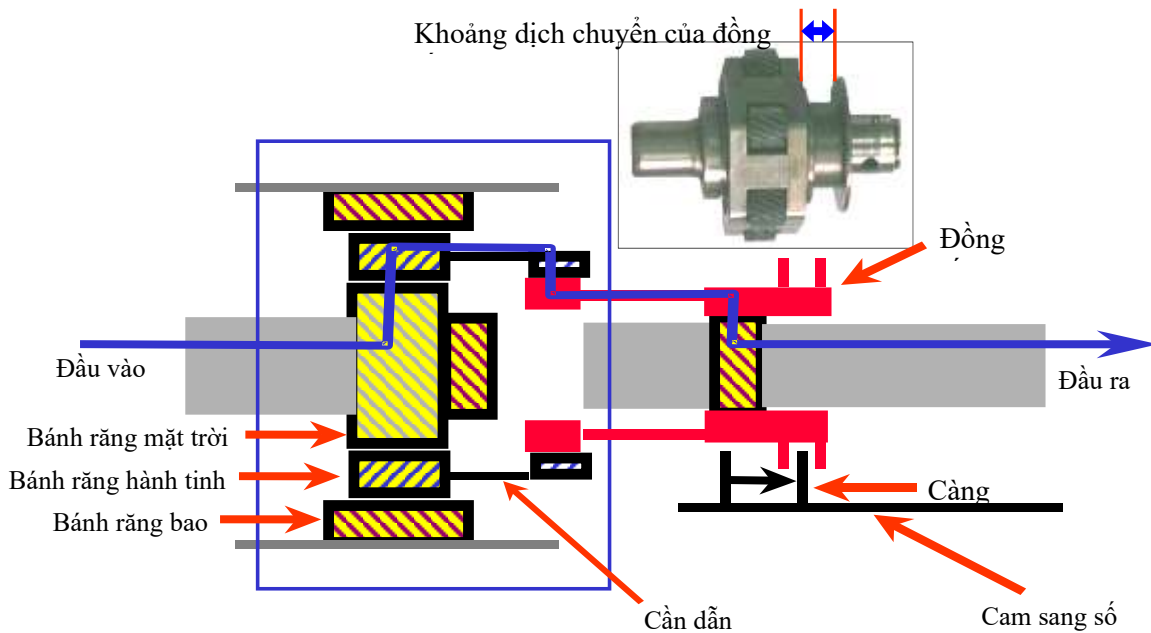
Hình 3.8 Hệ thống điều khiển 4WD kiểu EST ở chế độ 4L

Nguyên lý làm việc:

Chế độ 4L, bộ điều khiển hộp số phụ gửi tín hiệu tới để điều khiển motor chuyển số. Motor chuyển số quay làm cho khóa càng của được kết nối với khóa mặt bích. Khi đó vòng đồng tốc trượt ra phía ngoài cùng với càng của và bánh răng hành tinh được gài lại để tạo nên tốc độ thấp.

Khóa mặt bích trượt ra phía ngoài cùng với khóa càng của và ăn khớp với đĩa xích và đĩa xích được gài với bánh xích và bánh xích này dẫn động xích truyền động phân phối lực dẫn động tới trục phía trước. Trong khi đó ly hợp từ ON.

Ngay lúc đó, bộ điều khiển hộp số phụ gửi tín hiệu ON tới các valve solenoid của cơ cấu ngắt vi sai trung tâm để nối vi sai trung tâm. Khi đang ở chế độ 4H mà ta chuyển sang chế độ 4L thì lúc đó các van solenoid của cơ cấu ngắt vi sai trung tâm vẫn giữ ở vị trí ON và vi sai trung tâm được gài khớp.



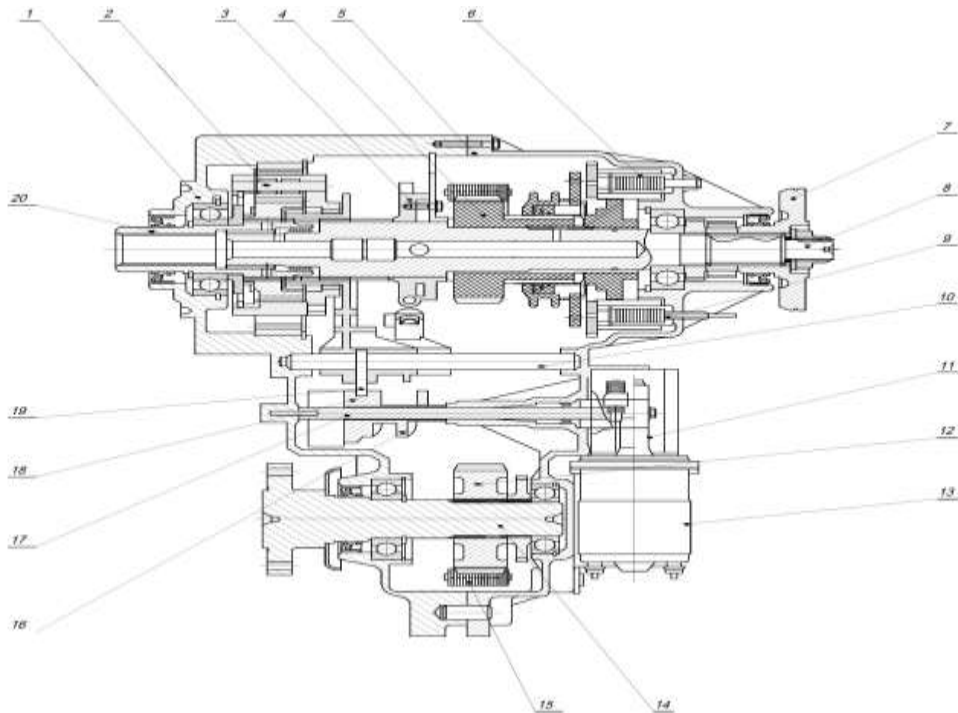
Hình 3.9 Sự gài bánh răng hành tinh ở chế độ 4L.

Đầu ra hộp số được truyền đến trục đầu vào hộp số phụ. Khi chọn ở chế độ 4L thì có một tín hiệu được gửi tới bộ điều khiển hộp số phụ. Sau đó bộ điều khiển hộp số phụ sẽ điều khiển làm quay motor chuyển số, motor chuyển số quay nó sẽ dẫn động cam sang số, cam sang số sẽ tác động lên càng cua và đẩy đồng tốc đi ra phía ngoài bộ bánh răng hành tinh, thì bộ bánh răng hành tinh được kết nối đến bộ đồng tốc. Vì thế trục vào được nối với bánh răng hành tinh rồi qua bộ đồng tốc và phân phối đến trục ra phía sau với tỉ số truyền 2.48:1 cho phép tốc độ quay của 2 trục là khác nhau.

3.5 Kết cấu hệ thống động lực 4WD trên xe Hyundai Santafe Fe 2.2 CRDi

3.5.1 Hộp số phân phối

Kết cấu hộp số phân phối thể hiện trên hình 3.9. Hộp số phân phối bao gồm các phần tử: Bộ truyền hành tinh, bộ truyền xích, ly hợp điện từ và động cơ chuyển số, cơ cấu chuyển số, bơm dầu bôi trơn.



Hình 3.10 Kết cấu hộp số phân phối 4WD kiểu EST

1- Vỏ thân trước hộp số phân phối; 2- Cụm hành tinh; 3- Bơm dầu; 4- Bánh răng chủ động của bộ truyền xích; 5- Vỏ thân sau hộp số phân phối; 6- Ly hợp điện từ; 7- Mặt bích; 8- Trục ra; 9- Giắc nối của ly hợp điện từ; 10- Trục trượt của cơ cấu chuyển số; 11- Giắc nối vào động cơ chuyển số; 12- Bánh răng bị động bộ truyền xích; 13- Động cơ; 14-Trục ra cầu trước ; 15- Xích; 16- Cam chuyển số; 17- Trục cam cơ cấu chuyển số; 18- Càng cua; 19- Cần chuyển số; 20- Trục vào.

Mục đích của hộp số phân phối là phân phối công suất đến hai bánh trước và sau được dẫn động bởi công suất động cơ khi cần thiết. Công suất động cơ đưa vào hộp số phân phối từ trục ra đầu hộp số. Công suất được truyền đến mỗi trục các đăng cũng như qua các bánh răng hay xích truyền động.

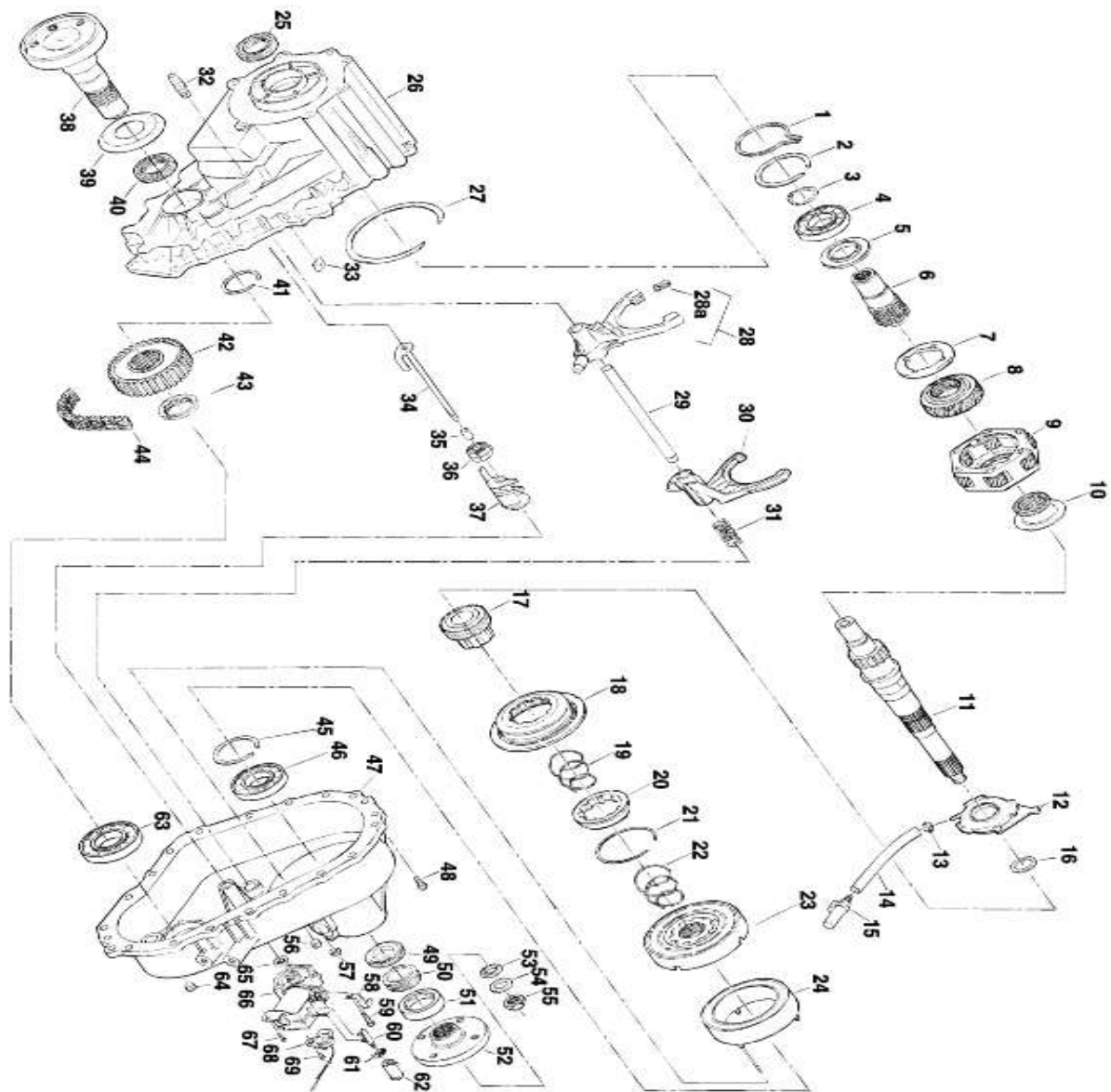
Hộp số phân phối cũng có thể là loại sử dụng cho 4WD thường xuyên hay gián đoạn. Loại thường xuyên với dẫn động xích được sử dụng hầu hết nay. Các loại thường

xuyên có một vi sai giữa hai trục hay một khớp nối nhót để bù cho sự thay đổi tốc độ bánh trước và bánh sau.

Công dụng:

- Phân phối mô men xoắn cho các cầu chủ động.
- Cài cào hay tách ra cầu chủ động trước đối với hộp số chính.
- Đổi số chậm nhằm tăng mô men xoắn cho các bánh xe chủ động khi xe phải di chuyển trên mặt đường xấu.

3.5.2 Cấu tạo EST



Hình 3.11 Cấu tạo chi tiết hệ thống EST

1. Vòng chặn
2. Khoen chặn
3. Cái phe

4. Bạc đạn
5. Đùm trục
6. Trục đầu vào

7. Đĩa bị động
8. Bánh răng mặt trời
9. Cần dẫn

- | | |
|------------------------|----------------------|
| 10. Moayơ giảm tốc | 50. Bánh răng tốc độ |
| 11. Trục ra của hộp số | 51. Phốt dầu |
| 12. Bơm rotor | 52. Mặt bích |
| 13. Cái kẹp ống | 53. Phốt dầu |
| 14. Ống nối | 54. Gioăng |
| 15. Bộ lọc | 55. Đai ốc |
| 16. Vòng đệm chặn | 56. Nút ống có ren |
| 17. Bánh xích trên | 57. Đai ốc |
| 18. Khóa mặt bích | 58. Móc “J” |
| 19. Lò xo | 59. Bu lông |
| 20. Khóa mayơ | 60. Cái kẹp |
| 21. Khoen chặn | 61. Móc hãm |
| 22. Lò xo | 62. Khớp nối |
| 23. Vỏ ly hợp | 63. Bạc đạn |
| 24. Cuộn dây | 64. Cái chốt |
| 25. Phốt dầu | 65. Phốt dầu |
| 26. Hộp số phụ | 66. Motor điện |
| 27. Khoen chặn | 67. Bu lông |
| 28. Càng cua | 68. Cảm biến tốc độ |
| 29. Thanh trượt | 69. Bu lông |
| 30. Khóa càng cua | |
| 31. Lò xo | |
| 32. Ống thông hơi | |
| 33. Nam châm | |
| 34. Trục chuyển số | |
| 35. Miếng đệm | |
| 36. Vòng xoắn | |
| 37. Cam sang số | |
| 38. Trục đầu ra hộp số | |
| 39. Che bụi | |
| 40. Phốt dầu | |
| 41. Cái phe | |
| 42. Bánh xích dưới | |
| 43. Miếng đệm | |
| 44. Dây xích | |
| 45. Vòng hãm | |
| 46. Bạc đạn | |
| 47. Vỏ | |
| 48. Đai ốc | |
| 49. Bánh răng | |

3.5.3 Các bộ phận chính

a, Công tắc chọn chế độ.

- Chế độ 2H: Chế độ bánh sau chủ động.
- Chế độ 4H: Chuyển từ 2WD sang 4WD có thể được thực hiện ngay cả khi xe đang chạy. Tại thời điểm đó, tốc độ xe không được vượt quá 80km/h. Nếu chuyển đổi thành công thì đèn báo chế độ 4WD sẽ được bật sáng.

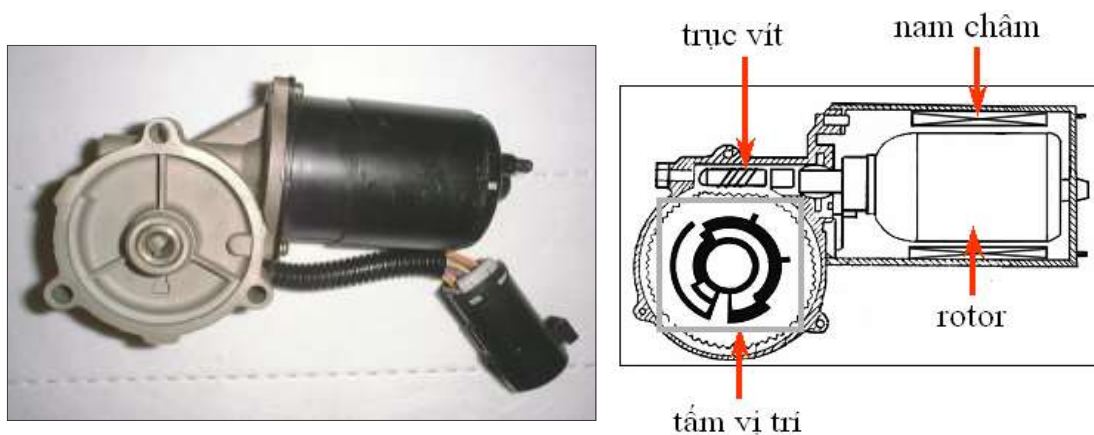


Hình 3.12 Nút xoay chọn chế độ

- Chế độ 4L: Xe nên dừng hẳn. Khi chuyển đổi thì tay số phải ở vị trí “N” (hộp số tự động) hoặc phải đạp ly hợp trước khi chọn chế độ 4L. Sau khi sự thay đổi chế độ được hoàn thành, đèn báo chế độ 4L sẽ bật sáng.

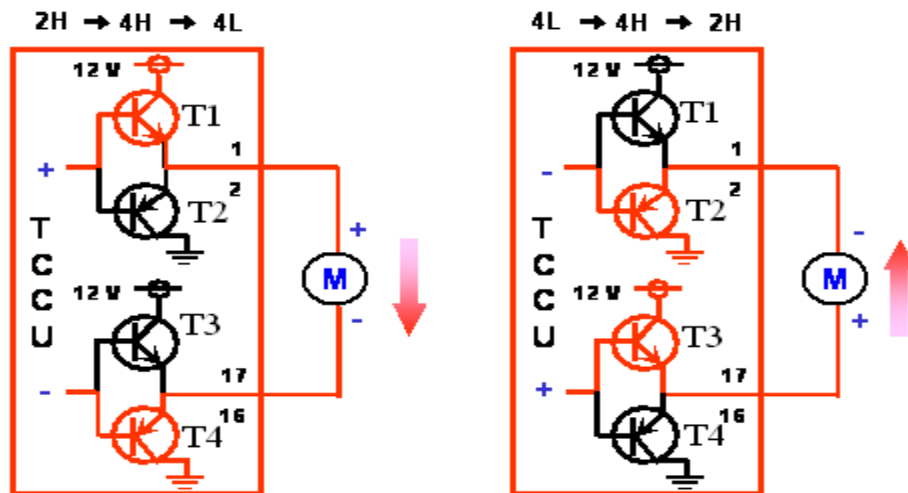
b, Motor chuyển số và cảm biến vị trí motor.

Khi tài xế chọn chế độ điều khiển, một tín hiệu được gửi tới bộ điều khiển hộp số phụ (TCCM). Sau đó bộ điều khiển hộp số phụ sẽ điều khiển motor chuyển số. Có một cảm biến vị trí motor (MPS) ở bên trong motor chuyển số, nó sẽ xác định vị trí của motor và gửi tín hiệu đến bộ điều khiển hộp số phụ. Bộ điều khiển hộp số phụ nhận tín hiệu này và đưa ra tín hiệu để điều khiển phù hợp với từng vị trí đã chọn ở nút chọn chế độ.



Hình 3.13 Motor chuyển số

◆ Hoạt động của motor sang số trong khi thay đổi chế độ:

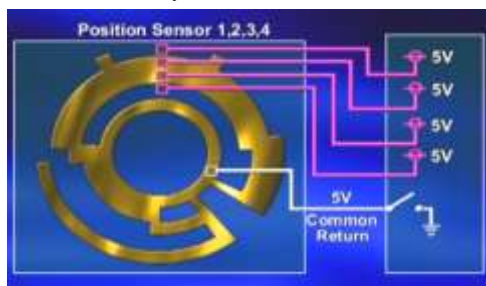


Hình 3.14 Chế độ hoạt động của motor khi sang số

- Khi chọn chế độ từ 2H→4H→4L thì lúc này Transistor T1 và Transistor T4 dẫn, Transistor T2 và Transistor T3 khóa. Dòng điện lúc này sẽ đi như sau: (+) accu→T1→Motor sang số→T4→mass→(-) accu. Motor sẽ quay theo chiều kim đồng hồ.

- Khi chọn chế độ từ 4L→4H→2H thì lúc này motor sẽ đổi chiều quay. Lúc này T2, T3 dẫn, T1 và T4 khóa lại. Dòng điện lúc này sẽ đi như sau: (+) accu→T3→Motor sang số→T2→mass→(-) accu. Motor sẽ quay ngược chiều kim đồng hồ.

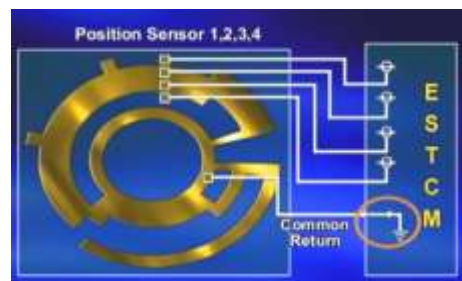
* Cảm biến vị trí motor :



[Điện áp đầu ra cảm biến ở chế độ 2H/4H/4L]

Dây chung về hộp điều khiển không nối mass.

Điện áp ra cảm biến vị trí 1,2,3,4 giữ mức 5 vôn.



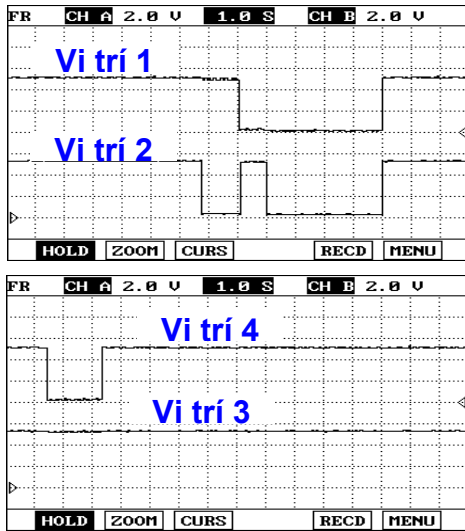
[Điện áp đầu ra cảm biến trong khi thay đổi chế độ]

Dây chung hộp điều khiển nối mass khoảng 7 giây.

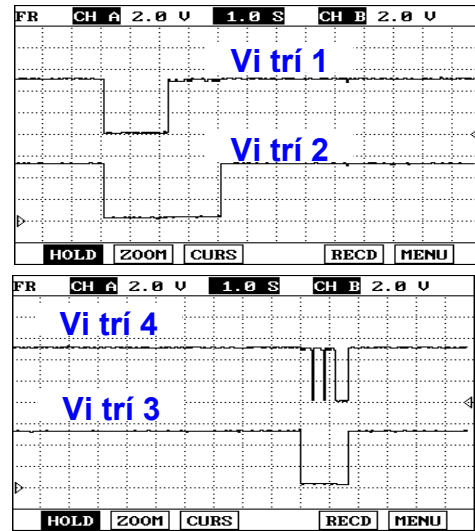
Điện áp ra cảm biến mà tiếp xúc với tâm thép sẽ bị giảm xuống 0 vôn

Hình 3.15 Cảm biến vị trí motor

Tín hiệu đầu ra MPS (2H → 4H)



Tín hiệu đầu ra MPS (4H → 4L)



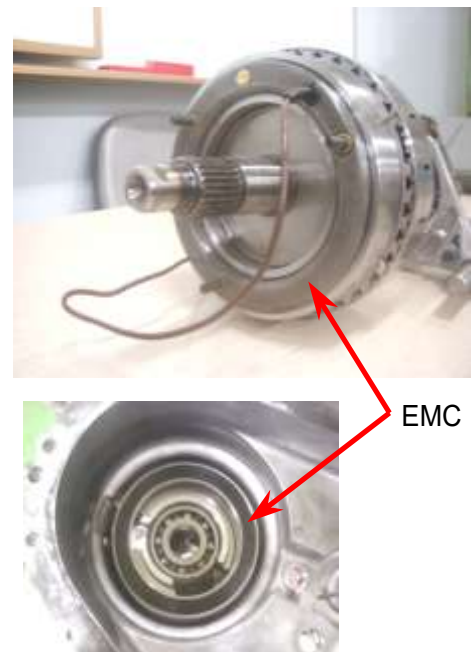
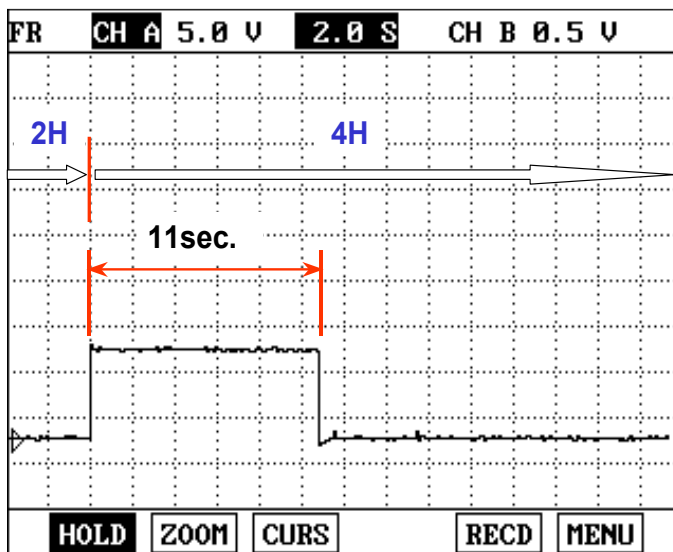
Tín hiệu đầu ra MPS (2H → 4H)

Tín hiệu đầu ra MPS (4H → 4L)

Hình 3.16 Tín hiệu đầu ra MPS

c, Ly hợp điện từ (Electronic Magnetic Clutch - EMC).

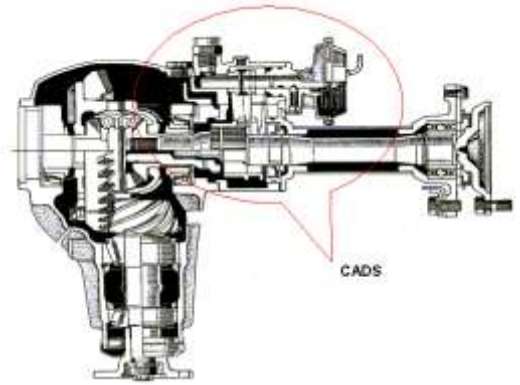
Ly hợp điện từ (EMC) được cấp điện để đẩy khóa càng của tới chế độ 4H.



Hình 3.17 Ly hợp điện từ

d, Cơ cấu ngắt vi sai trung tâm (Center axle disconnect system -CADS).

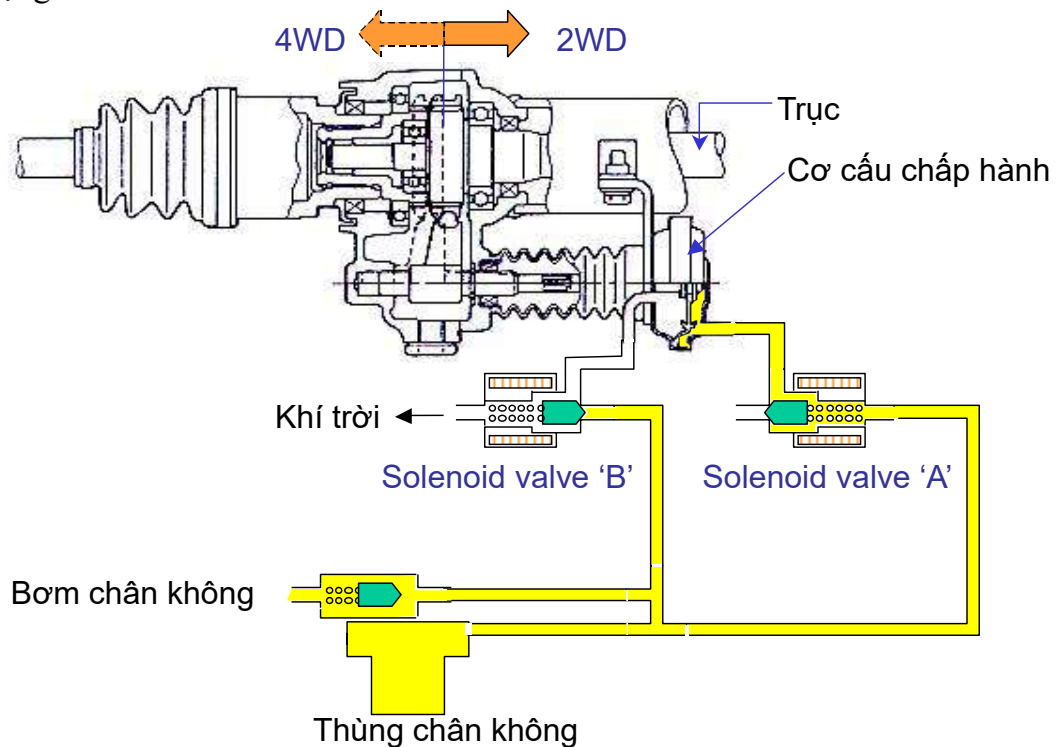
Cơ cấu ngắt vi sai trung tâm (CADS) được dùng để thay thế cho khóa moayơ. Cơ cấu này đặt ở cầu trước đối với xe dẫn động bốn bánh. Nó làm cho bán trục phân chia thành hai nửa, một nối với trục trong vi sai, một nối với bánh xe.



- Cơ cấu ngắt vi sai trung tâm được kích hoạt tại 80km/h hoặc thấp hơn.

- Ứng dụng trên các xe: HMC Terracan, MMC Pajero, Challenger.

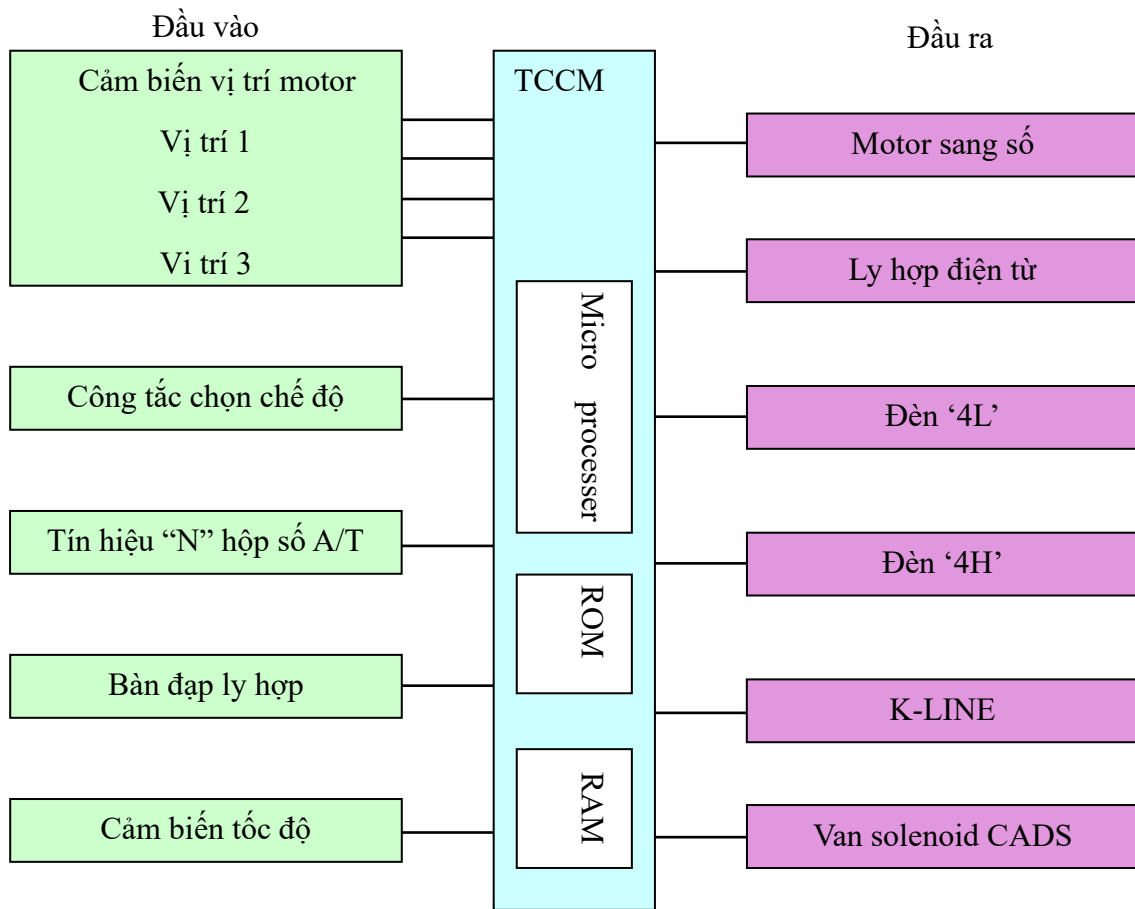
◆Hoạt động:



Hình 3.18 Hệ thống chuyển đổi dẫn động từ 2WD sang 4WD

Khi tài xế chọn chế độ 2WD, càng cua của cơ cấu ngắt vi sai trung tâm được di chuyển do sự khác biệt áp suất ở 2 phía màng ngăn bên trong cơ cấu chấp hành. Khi chế độ 2WD được chọn thì lúc này trục cầu trước sẽ quay không tác dụng đối với tốc độ của xe và điều này sẽ sinh ra dao động và tiếng ồn ở trục các đăng và bánh răng vành chậu. Cho nên nhờ cơ cấu ngắt vi sai trung tâm sẽ ngăn chặn hiện tượng này để ổn định sự truyền động. Kết quả là bán trục và trục vi sai không được nối với nhau. Trong trường hợp ngược lại, khi tài xế chọn chế độ 4WD thì bán trục và trục vi sai được kết nối.

3.5.4 Tín hiệu đầu vào và tín hiệu đầu ra.



Hình 3.19 Sơ đồ tín hiệu và tín hiệu đầu ra

Bộ điều khiển hộp số phụ (TCCM) trong hệ thống dẫn động 4WD kiểu điện điều khiển (EST) có nhiệm vụ tiếp nhận các tín hiệu đầu vào từ nhiều cảm biến và công tắc để xác định chế độ dẫn động phù hợp.

Các tín hiệu đầu vào bao gồm: cảm biến vị trí motor sang số (với các mức vị trí 1, 2 và 3), công tắc chọn chế độ dẫn động (2H, 4H, 4L), tín hiệu từ hộp số chính (ở vị trí N), cảm biến tốc độ, bàn đạp ly hợp và các tín hiệu khác. Sau khi xử lý thông tin nhờ vi xử lý tích hợp trong TCCM (gồm các khối ROM và RAM), bộ điều khiển sẽ đưa ra các tín hiệu điều khiển đầu ra như: điều khiển motor chuyển số, điều khiển ly hợp điện từ để kết nối truyền động cầu trước, kích hoạt đèn báo chế độ ‘4H’ hoặc ‘4L’, truyền tín hiệu qua đường truyền K-Line tới các thiết bị chẩn đoán, và điều khiển van solenoid CADS để gài hoặc ngắt trực dẫn động cầu trước. Nhờ sự điều khiển tự động và chính xác của TCCM, hệ thống có thể chuyển đổi giữa các chế độ dẫn động một cách mượt mà, an toàn và phù hợp với điều kiện vận hành thực tế.

3.5.5 Chuẩn đoán

a, Vị trí chuẩn đoán

Giắc chuẩn đoán được đặt ở gần công tắc mở ca-bô trước(sau khi đã tháo tấm ốp ra), bên trên bàn đạp phanh.



Hình 3.20 Cổng chuẩn đoán

Cổng chuẩn đoán này được dùng để:

- Kiểm tra tình trạng ly hợp điện từ, van solenoid CADS, motor sang số.
- Giám sát các tín hiệu đầu vào/đầu ra của TCCM.
- Gửi lệnh điều khiển hoặc kiểm tra sự phản hồi của các chế độ 2H, 4H, 4L.

b, Mã lỗi

Mã lỗi được hỗ trợ với mã nhị phân. Mã lỗi nhị phân sẽ được hiển thị nếu thông tin bộ phận đầu vào hoặc đầu ra bị lỗi. Bảng sau là một số mã lỗi thường gặp:

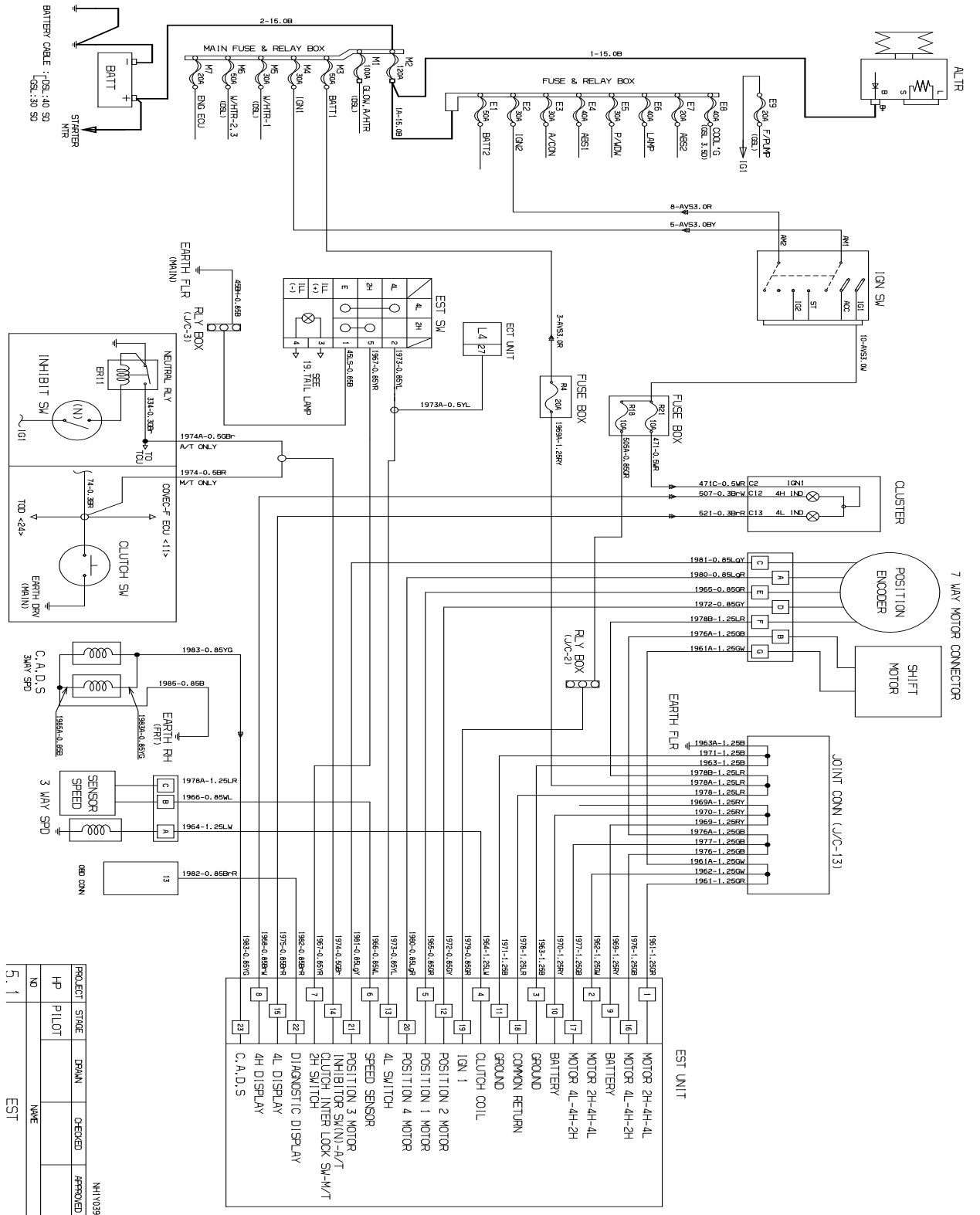
Thập phân	Nhị phân	Lỗi
1	0001	TCCM (hộp điều khiển hộp số phụ)
2	0010	Motor chuyển số
3	0011	Ly hợp điện từ
4	0100	Cảm biến tốc độ
5	0101	CADS solenoid valve
6	0110	Công tắc 2H-4H-4L
7	0111	Cảm biến vị trí motor

Giá trị chuẩn tín hiệu đầu vào và đầu ra của EST trong bộ điều khiển hộp số phụ.

Bảng mã lỗi trong hệ thống điều khiển dẫn động 4WD kiểu EST được hiển thị dưới dạng mã nhị phân và thập phân, giúp kỹ thuật viên dễ dàng xác định vị trí hư hỏng hoặc sự cố. Mỗi mã lỗi tương ứng với một bộ phận cụ thể trong hệ thống. Cụ thể:

- Mã 1 (0001) báo lỗi liên quan đến TCCM (hộp điều khiển hộp số phụ) – trung tâm xử lý và ra lệnh cho các thành phần điều khiển dẫn động.
- Mã 2 (0010) báo lỗi tại motor chuyển số, thiết bị thực hiện thay đổi cơ cấu truyền động (2H, 4H, 4L).
- Mã 3 (0011) là lỗi ở ly hợp điện từ, bộ phận đảm nhiệm việc gài truyền động cầu.
- Mã 4 (0100) liên quan đến cảm biến tốc độ, giúp TCCM xác định điều kiện vận hành xe.
- Mã 5 (0101) chỉ lỗi ở van solenoid CADS, điều khiển việc gài/dẫn động trực trước.
- Mã 6 (0110) báo lỗi ở công tắc chọn chế độ 2H–4H–4L, nơi người lái thao tác chuyển chế độ dẫn động.
- Mã 7 (0111) thể hiện lỗi tại cảm biến vị trí motor, giúp xác định đúng trạng thái chuyển số thực tế của motor.

3.5.6 Sơ đồ điện.



Hình 3.21 Sơ đồ điện

3.6 Tính toán động lực học hệ thống truyền lực 4WD

3.6.1 Thông số kỹ thuật Hyundai Santafe Fe 2.2 CRDi.

Thông số		Đơn vị
Kích thước tổng thể (DxRxC)	4690 x 1880 x 1680	mm
Chiều dài cơ sở	2700	Mm
Công suất cực đại	3.800	v/p
Mô-men xoắn cực đại	2.750	v/p
Khoảng sáng gầm xe:	185	m
Tỉ số truyền hộp số	$i_g=3.5$	
Tỉ số truyền cầu sau	$i_f=3.91$	
Khối lượng xe	$m=1.900$	Kg
Bán kính bánh xe	$r=0.33$	m
Hệ số ma sát bánh-đường	$\mu=0.8$	
Hệ số cản lăn	$f=0.015$	
Truyền động	4WD	

3.6.2 Tính mô-men xoắn tại bánh xe

$$T_b = T_e \cdot i_g \cdot i_f \cdot \eta_{tr}$$

Trong đó :

- T_e : Mô-men xoắn động cơ (Nm)
- i_g : Tỉ số truyền của hộp số (số 1) – tăng mô-men khi xe bắt đầu chuyển động.
- i_f : Tỉ số truyền vi sai (Final Drive) – tăng thêm mô-men cho bánh xe.
- η_{tr} : Hiệu suất truyền động – mô-men không truyền hoàn toàn do ma sát & tổn hao cơ khí (thường 85–95%).

Mô-men xoắn động cơ được khuếch đại qua hộp số và truyền đến các bánh xe:

$$T_b = 441 \cdot 3.51 \cdot 3.91 \cdot 0.9 \approx 5,456 \text{ Nm}$$

Tổng mô-men chia đều:

- **Cầu trước:** 50% \Rightarrow 2.728 Nm
- **Cầu sau:** 50% \Rightarrow 2.728 Nm

3.6.3 Tính lực kéo tại bánh xe

$$F_{ke} = \frac{T}{r}$$

Trong đó

- T : Mô-men tại bánh (Nm)
- r : Bán kính bánh xe (m)

Lực kéo F chính là lực đẩy xe về phía trước sinh ra bởi mô-men xoắn quay bánh. Dựa vào mối quan hệ giữa mô-men và lực:

Mỗi cầu có 2 bánh \Rightarrow mô-men mỗi bánh:

$$T_{1b} = \frac{2.728}{2} = 1.364 \text{ Nm}$$

Lực kéo:

$$F_{1b} = \frac{1.364}{0.33} \approx 4.133 \text{ N}$$

Lực kéo toàn xe:

$$F_{k_t\text{ổng}} = 4 \cdot 4.133 = 16,532 \text{ N}$$

3.6.4 Tính lực bám tối đa (giới hạn không trượt)

$$F_b = \mu \cdot m \cdot g$$

Trong đó :

- μ : Hệ số ma sát giữa lốp và mặt đường (0.8 với nhựa khô, 0.3 với ướt, 0.1 với tuyết)
- m : Khối lượng xe
- g : Gia tốc trọng trường (9.81 m/s^2)

Lực bám chính là lực ma sát cực đại giữa lốp và mặt đường. Nếu lực kéo bánh > lực bám \Rightarrow bánh quay trơn, xe không tăng tốc hiệu quả.

$$F_b = \mu \cdot m \cdot g = 0.8 \cdot 1,900 \cdot 9.81 \approx 14,911 \text{ (N)}$$

3.6.5 Tính lực cản lăn

$$F_{can_lan} = f \cdot m \cdot g$$

Trong đó

- f : Hệ số ma sát lăn ($\approx 0.01-0.03$ cho mặt nhựa)
- Cản lăn là lực cản sinh ra do biến dạng lốp và mặt đường, luôn tồn tại kể cả khi xe đi thẳng.

$$F_{can_lan} = f \cdot m \cdot g = 0.015 \cdot 1900 \cdot 9.81 \approx 279.5 \text{ N}$$

Tại tốc độ thấp ($v \approx 0$), lực cản không khí không đáng kể.

Gia tốc:

$$a = \frac{F_{thuc} - F_{can_lan}}{m} = \frac{14.922 - 279.5}{1900} \approx 7.7 \text{ m/s}^2$$

CHƯƠNG IV MÔ PHỎNG HỆ THỐNG ĐỘNG LỰC 4WD BẰNG PHẦN MỀM MATLAB

4.1. Tổng quan về phần mềm mô phỏng *Matlab / Simulink*

4.1.1. Tổng quan về Matlab / Simulink

Matlab là từ viết tắt của Matrix Laboratory, Matlab là một ngôn ngữ lập trình cấp cao dạng thông dịch, nó là môi trường tính toán số được thiết kế bởi công ty MathWorks. Matlab cho phép thực hiện các phép tính toán số, ma trận, vẽ đồ thị hàm số hay biểu diễn thông tin (dưới dạng 2D hay 3D), thực hiện các thuật toán và giao tiếp với các chương trình của các ngôn ngữ khác một cách dễ dàng. Matlab là phần mềm được phổ cập ở mức độ toàn cầu. Hiện nay ở nước ta, Matlab cũng khá quen thuộc trong lĩnh vực điều khiển và tự động hóa.

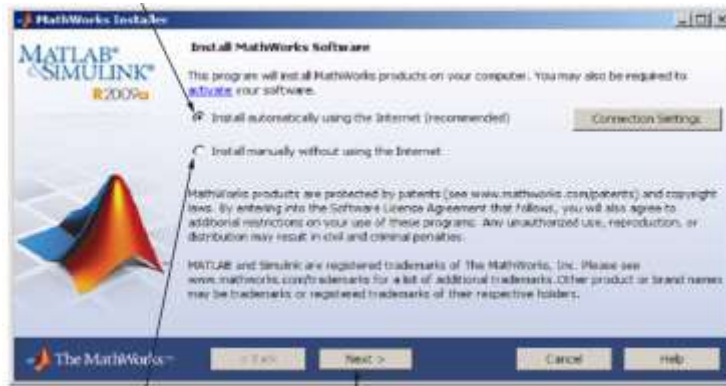
4.1.2. Đặc điểm của Matlab/Simulink

Matlab mới cho phép thâm nhập vào lĩnh vực điện tử công suất (Power electronic). Đây là phần mềm bổ sung của mục “power system blockset” nằm trong phần simulink. Trong đó đưa ra mô hình các phần tử bán dẫn là: tiristo, điôt, GTO, MOSFET và ideal switch. Tất cả các phần tử này đều được mô phỏng như một mạch gồm điện trở mắc nối tiếp điện cảm khi ở trạng thái dẫn dòng điện, còn khi không dẫn dòng thì tương ứng đứt mạch (tổng trở bằng vô hạn), ngoài ra luôn có mạch RC đấu song song. Bằng cách ghép từng hình theo một sơ đồ cụ thể nào đó, có thể thiết lập một thư viện các mạch điện tử công suất theo ý muốn (thí dụ như mạch chỉnh lưu cầu hoặc mạch băm xung,...)

Phần mềm mô phỏng bằng Simulink rất thuận lợi khi cần phân tích và khảo sát ở khía cạnh hệ thống, nhất là với hệ thống kín, ở đó mạch điện tử công suất chỉ là một khối của hệ thống. Trong simulink, các van được mô phỏng hoặc như một khoá lý tưởng, hoặc như một điện trở hai trạng thái. Như vậy, phần tử bán dẫn mô phỏng không phản ánh chính xác đặc tính Von-ampe của chúng nữa song điều đó không ảnh hưởng đến bản chất của hệ thống được nghiên cứu, mặt khác lại giảm được đáng kể thời gian tính máy. Lưu ý rằng trong simulink, các xung điều khiển cho các van là tín hiệu mức logic 0/1, không phải là điện áp điều khiển hay dòng điều khiển cho van nên không cần chú ý về phương diện cách ly giữa lực và điều khiển.

4.1.3. Cài đặt matlab/simulink

Chạy file Setup



Chọn Install manually without using the internet sau đó ấn **Next**



Điền đầy đủ thông tin vào thẻ **connection settings** rồi ấn **Ok**



Chọn **Yes** rồi ấn **Next**

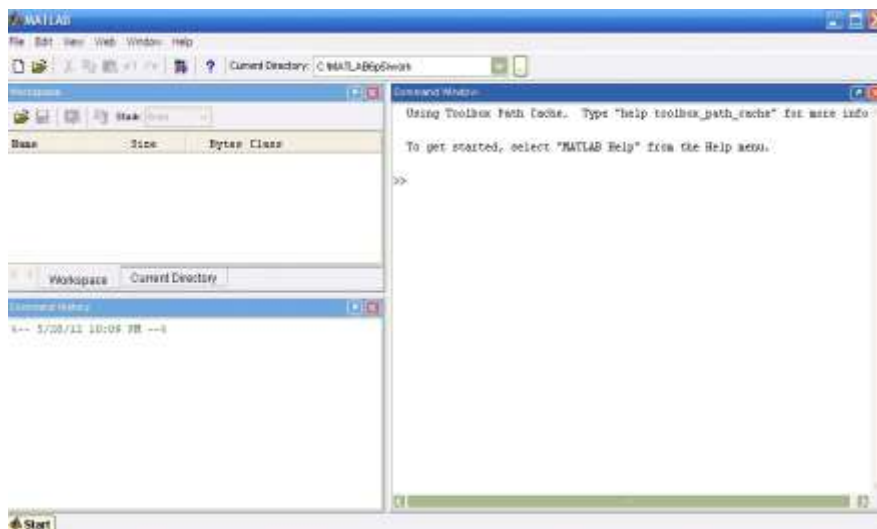


Chọn **I need to create a Mathword account** sau đó ấn **Next**



Điền đầy đủ thông tin vào thẻ **Account Creation** sau đó ấn **next** . Hệ thống sẽ tự động cài đặt

Giao diện chính



Hình 4.1 Giao diện của phần mềm MATLAB

Nút Start: ở góc dưới bên trái của màn hình, cho phép chạy các ứng dụng mẫu (demos), các công cụ và cửa sổ chưa hiển thị khi khởi động Matlab.

Ví dụ : Start/Matlab/Demos và chạy một ứng dụng mẫu.

Cửa sổ lệnh: Quá trình khởi động đưa người dùng đến Cửa sổ lệnh, nơi các dòng lệnh được biểu thị bằng dấu '>>'. Đây là dấu hiệu cho thấy Matlab đang chờ đánh một (câu) lệnh. Có thể xóa trắng toàn bộ cửa sổ lệnh bằng lệnh: >> *clc* hoặc vào Edit/ Clear Command Window. Khi thực hiện lệnh này, toàn bộ giá trị của các biến hiện có không thay đổi hay mất đi.

Cửa sổ không gian làm việc (workspace): Nơi lưu giữ các biến và dữ liệu do người dùng nhập vào ngoài trừ những biến cục bộ thuộc về một M-file.

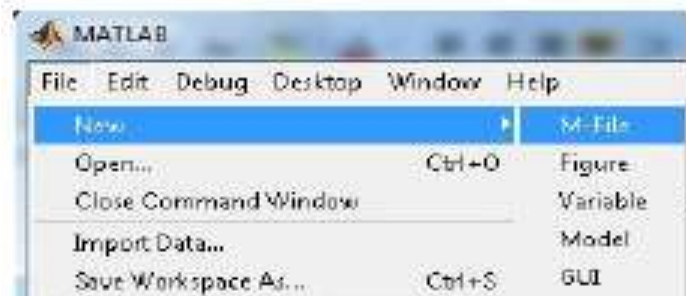
Dùng lệnh 'who' hoặc 'whos' để liệt kê các biến hiện có trong không gian làm việc. Để biết giá trị của biến, ta gõ tên biến tại dấu nhắc lệnh. Để xóa một hàm hoặc biến khỏi không gian làm việc, sử dụng lệnh 'clear':


```
>> clear tên_biến;
```

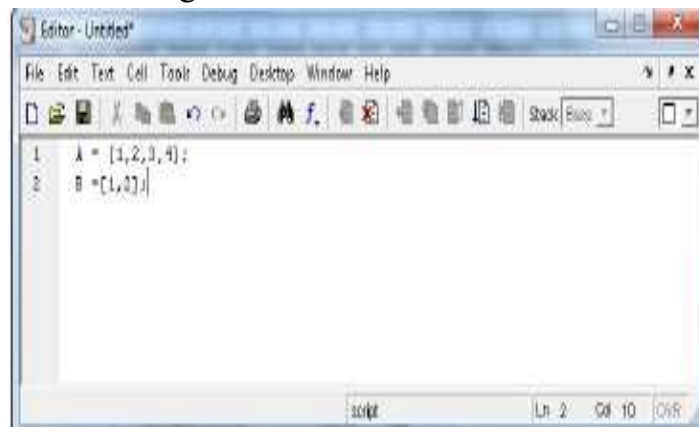
Cửa sổ biên tập mảng (ma trận nói chung): Khi đã có một mảng, có thể chỉnh sửa, biên tập lại bằng Array Editor. Công cụ này làm việc như một bảng tính (spreadsheet) cho ma trận.

Cửa sổ địa chỉ thư mục hiện thời: Thư mục hiện thời là nơi chương trình Matlab sẽ tìm các M-file, và các file không gian làm việc (.mat files) đã tải và lưu lại. Để tạo một file.m trong thư mục làm việc bạn đọc có thể thực hiện:

➤ Nhấp vào **File/New/M-File:**



➤ Cửa sổ soạn thảo xuất hiện, gõ chương trình cần thiết vào file. Sau khi đã hoàn tất nhấn vào biểu tượng  để lưu vào thư mục hiện tại.

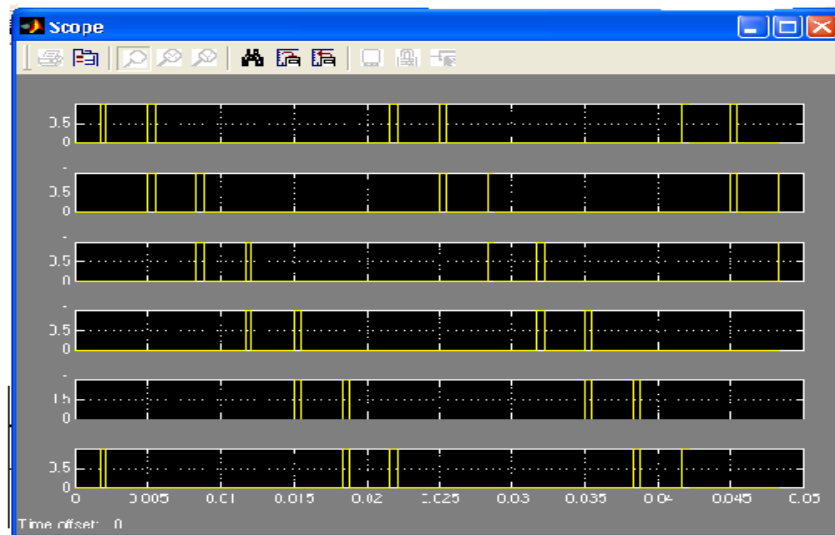


➤ Để thực thi tập lệnh có trong file.m trong thư mục làm việc thì người dùng chỉ cần gõ tên file đó và Matlab sẽ tự động thực thi các dòng lệnh có trong file.m này (ví dụ để thực thi các lệnh có trong file test.m, chỉ cần gõ lệnh test).

thyristor .

Khối Synchronized 6 – Pulse Generator được dùng kích cho 6 con thyristor của bộ chỉnh lưu 6 xung . Đầu ra là một vector 6 xung được đồng bộ một cách riêng biệt trên 6 điện áp của thyristor . Các xung này được tạo ra góc độ sau khi qua điểm 0 của điện áp ngược .

Hình dưới minh hoạ sự đồng bộ hoá của 6 xung đối với một góc $\alpha = 0^0$. Những xung này được tạo ra chính xác tại điểm 0 của ba điện áp đồng bộ từng pha ...



Hình 4.2 Sơ đồ phát xung điều khiển của các thyristor

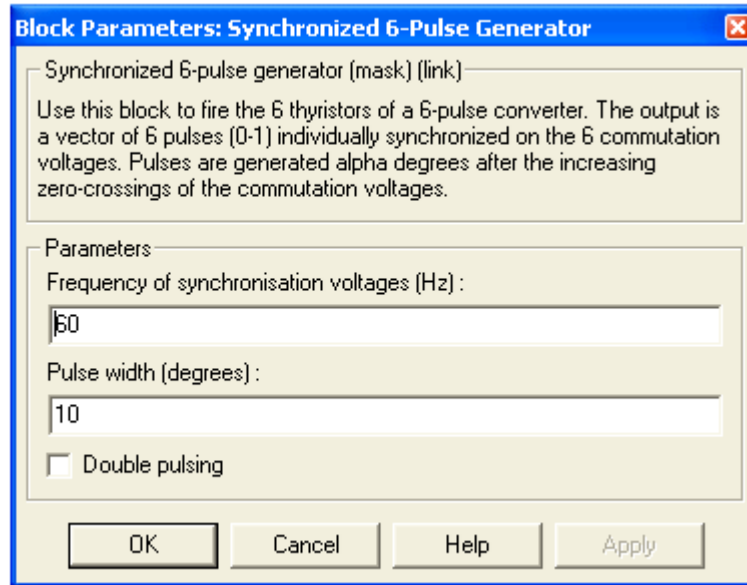
Khối Synchronized 6 – Pulse Generator có thể cấu hình để làm việc ở kiểu xung đôi . Trong kiểu này , hai xung được gửi tới mỗi thyristor :

- Xung thứ nhất tiến tới góc thì xung thứ hai tiến tới $+\pi/3$ khi thyristor thứ hai được kích .

Xung này yêu cầu đầu vào của khối phù hợp với yêu cầu tự nhiên của điện áp ngược ở cầu thyristor ba pha . Khi kết nối khối Synchronized 6 – Pulse Generator tới đầu vào xung của khối Universal Bridge (với các thyristor như là những thiết bị điện tử công suất) các xung này được gửi đến các thyristor theo trật tự sau :

Khi tạo cầu thyristor ba pha riêng bằng những khối thyristor đơn cần kết nối tín hiệu xung của khối Synchronized 6 – pulse Generator tới đầu vào cổng của thyristor tương ứng .

Hộp thoại và thông số của khối phát xung điều khiển thyristor .



Hình 4.3 Hộp thoại và thông số của khối phát xung điều khiển .

- Tần số điện áp đồng bộ .

Tần số điện áp đồng bộ có đơn vị là Hez , ký hiệu là : Hz , nó thường tương ứng với tần số của hệ thống .

- Đầu vào và đầu ra .

+ Alpha_deg

Đầu vào 1 là tín hiệu alpha có đơn vị là độ . Đầu vào này có thể được kết nối tới khối hằng số hoặc kết nối tới hệ thống điều khiển để điều khiển các xung của máy phát xung .

+ AB , BC , CA .

Đầu vào 2 , 3 và 4 là điện áp dây đồng bộ V_{ab} , V_{bc} và V_{ca} . Những điện áp đồng bộ nên là điện áp giữa pha của những điện áp dây ở những đầu cực của bộ chỉnh lưu . Điện áp đồng bộ thường được xuất phát từ cuộn sơ cấp của máy biến thế chỉnh lưu . Nếu bộ chỉnh lưu kết nối đến cuộn tam giác của máy biến thế , điện áp đồng bộ nên là điện áp pha – đất của cuộn sơ cấp .

+ Freq .

Sẵn có đối với kiểu rời rạc của Synchronized 6 – Pulse Generator . Đầu vào này nên kết nối với khối hằng số chứa tần số cơ bản có đơn vị là Hz hoặc kết nối tới PLL tự điều chỉnh tần số của hệ thống .

+ Block .

Đầu vào 5 để ngăn chặn vận hành máy phát . Các xung bị vô hiệu khi tín hiệu ứng dụng vượt quá 0 .

+ Pulse .

Đầu ra chứa đựng 6 tín hiệu xung .

4.2. Mô phỏng hộp số

4.2.1. Khối động cơ



Trong mô phỏng hệ thống hộp số, em sử dụng khối Generic Engine để đại diện cho động cơ đốt trong. Khối này có chức năng tạo ra mô men xoắn đầu ra dựa vào tín hiệu chân ga (throttle) và tốc độ quay của động cơ.

Thông số cần thiết khi dùng Generic Engine:

- Maximum power hoặc torque : Công suất hoặc mô men xoắn tối đa
- Engine speed at peak torque & peak power: Tốc độ động cơ ở mômen xoắn và tốc độ cực đại
- Idle speed: Tốc độ không tải
- Throttle response time: Thời gian đáp ứng ga

Mô-men xoắn động cơ theo ga và tốc độ quay

$$T_{eng} = T_{max} \cdot \delta \cdot f(\omega)$$

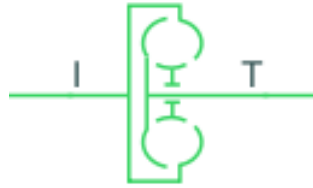
Trong đó:

- T_{eng} : Mô-men xoắn đầu ra của động cơ (Nm)
- T_{max} : Mô-men xoắn cực đại ở toàn tải
- δ : Tín hiệu bàn đạp ga (throttle input), giá trị từ 0 đến 1
- ω : Tốc độ quay động cơ (rad/s hoặc rpm)
- $f(\omega)$: Hàm mô tả sự thay đổi của mô-men theo tốc độ

Ưu điểm của khối Generic Engine

- Là có thể mô phỏng đặc tính làm việc của động cơ một cách đơn giản, dễ hiểu mà không cần đi sâu vào quá trình cháy hoặc kết cấu bên trong.
- Trong mô hình, động cơ sẽ cung cấp công suất đầu vào cho hộp số, từ đó em có thể quan sát sự thay đổi tốc độ và mô men ở đầu ra khi chuyển số.
- Có sẵn trong thư viện Simscape Driveline

4.2.2. Khối biến mô thủy lực

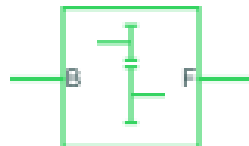


Trong mô hình mô phỏng hệ thống truyền lực, em sử dụng khối Torque Converter (bộ biến mô) để mô phỏng quá trình truyền mô men giữa động cơ và hộp số tự động. Bộ biến mô có vai trò giống như ly hợp thủy lực, cho phép truyền công suất từ động cơ đến hộp số một cách êm dịu, đặc biệt khi xe khởi hành hoặc thay đổi tải.

Khối Torque Converter trong Simulink mô phỏng đầy đủ ba phần chính gồm bánh bơm (pump), bánh tuabin (turbine) và bộ stator, giúp tái hiện đúng hiện tượng tăng mô men xoắn khi tốc độ đầu vào và đầu ra chênh lệch lớn.

Nhờ có khối này, em có thể quan sát quá trình truyền lực thực tế trước khi mô men đi vào hộp số, góp phần làm cho mô phỏng hệ thống hộp số tự động trở nên chính xác và sát với nguyên lý hoạt động của xe ô tô thực tế.

4.2.3. Hộp số



Khối Simple Gear trong Simulink (Simscape Driveline) dùng để mô phỏng bộ truyền bánh răng có tỉ số truyền cố định giữa hai trục quay. Nó không có quán tính hay độ đàn hồi, chỉ truyền moment và tốc độ theo tỉ số đã định.

Gear ratio (N) – Tỉ số truyền:

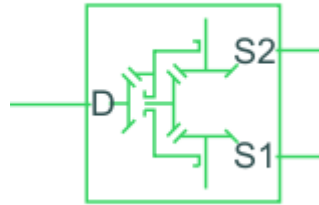
$$N = \frac{\omega_B}{\omega_F}$$

Với:

- ω_B : tốc độ góc trục vào
- ω_F : tốc độ góc trục ra

Người dùng có thể thiết lập các thông số như tỉ số truyền, tổn thất do ăn khớp bánh răng, ma sát nhớt tại trục vào và trục ra. Khối này thường được sử dụng trong mô phỏng hệ thống truyền lực của ô tô, như hộp số hoặc cơ cấu truyền động.

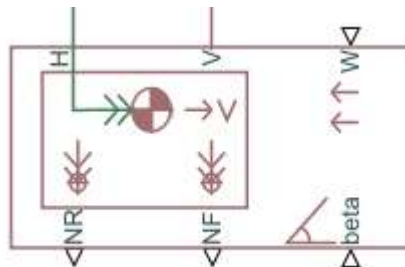
3.2.4. Khối vi sai



Khối Differential trong Simulink (thuộc Simscape Driveline) dùng để mô phỏng vi sai cơ khí – một cơ cấu truyền động phân chia moment và tốc độ quay giữa hai bánh xe (hoặc hai trục) trong hệ dẫn động.

Khối này có ba cổng: trục vào (vỏ vi sai) và hai trục ra (bánh xe trái và phải). Vi sai cho phép hai bánh xe quay với tốc độ khác nhau khi xe ôm cua, đồng thời vẫn truyền moment hiệu quả. Khối còn cho phép cấu hình tỉ số truyền và các tổn thất để mô phỏng chính xác hơn hệ dẫn động thực tế.

4.2.5. Khối thân xe



Khối Vehicle Body trong Simulink (Simscape Driveline) dùng để mô phỏng chuyển động của toàn bộ xe theo hướng dọc (longitudinal). Khối này tính toán vận tốc xe, lực cản, và phản lực từ mặt đường dựa trên lực truyền từ bánh xe.

Nó có các cổng kết nối với bánh xe (thông qua khối Tire) và đầu vào như lực cản gió, khối lượng xe, và độ dốc đường. Khối cho phép mô phỏng quán tính xe, lực kéo, lực phanh và phản hồi vận tốc – rất cần thiết trong các mô hình truyền động và điều khiển xe.

4.2.6. Bánh xe



Khối Tire (Simple) trong Simulink (Simscape Driveline) dùng để mô phỏng lực tương tác giữa bánh xe và mặt đường trong mô hình động lực học xe. Khối này chuyển đổi moment quay từ trục bánh xe thành lực kéo hoặc lực phanh tác dụng lên thân xe, đồng thời tính toán trượt bánh xe (slip).

Khối Tire sử dụng công thức trượt – lực kéo để tính lực đẩy xe:

$$F_x = \mu \cdot F_n \cdot f(\text{slip})$$

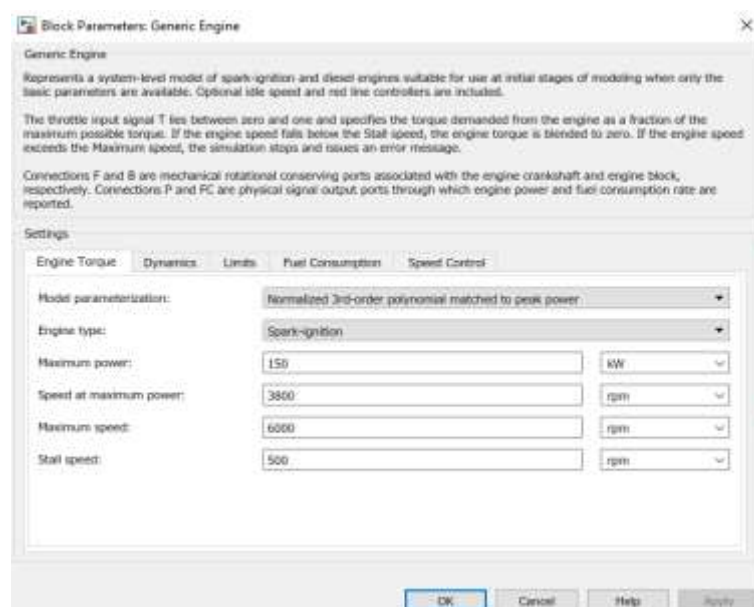
Trong đó:

- μ : hệ số ma sát
- F_n : tải trọng dọc đứng (normal load)
- $f(\text{slip})$: hàm lực theo độ trượt

Các thông số chính gồm bán kính bánh xe, hệ số ma sát và lực tải đứng. Khối thường được dùng kết hợp với khối Vehicle Body để mô phỏng hệ thống truyền động theo hướng dọc (longitudinal).

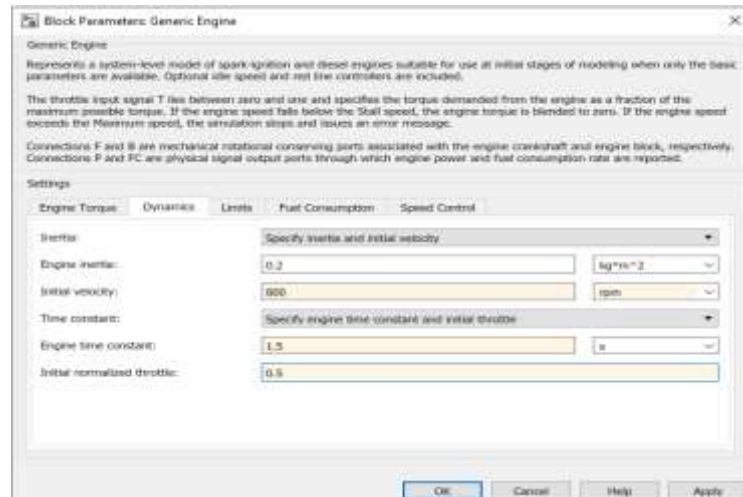
4.3. Nhập thông số đầu vào

4.3.1. Thông số động cơ

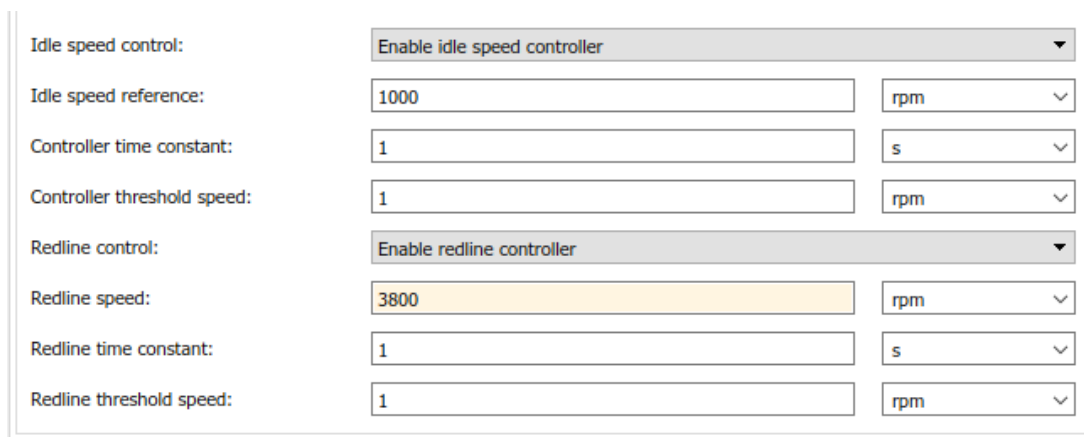


CTa nhập thông số đầu vào của động cơ như sau:

- Loại động cơ: Diesel
- Công suất cực đại của động cơ: 150 kW
- Tốc độ vòng quay tại công suất cực đại: 3800 vòng/phút
- Số vòng quay lớn nhất: 6000 vòng/phút
- Tốc độ quay không tải của động cơ: 500 vòng/phút

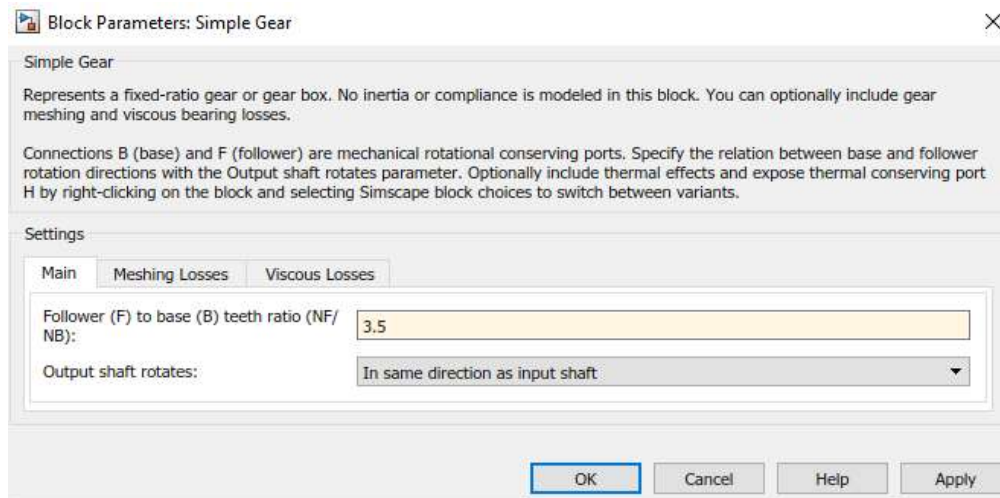


- Mô men quán tính của động cơ: 0,2 kg.m²
- Tốc độ ban đầu: 800 vòng/phút.
- Tham số Engine Time Constant được dùng để xác định tốc độ phản ứng của khối máy khi có sự thay đổi từ đầu vào ga. Đối với động cơ Diesel ta chọn Engine Time Constant: 1.5 s.
- Initial normalized throttle là giá trị đầu vào ban đầu cho vị trí bướm ga (throttle) dưới dạng chuẩn hóa (từ 0 đến 1), tại thời điểm bắt đầu mô phỏng (t = 0 giây). Chọn chế độ mở bướm ga là 0.5 tức 50%.



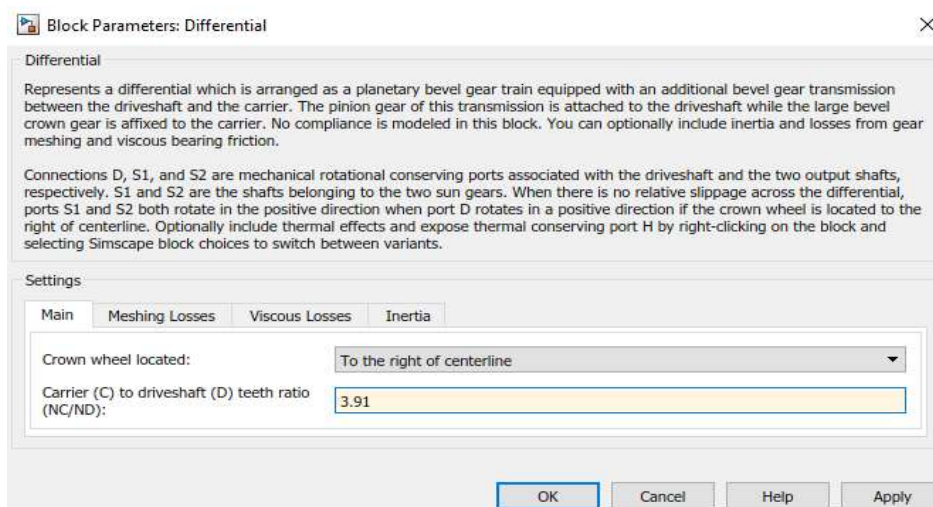
- Idle speed reference: Tham chiếu tốc độ không tải 1000 vòng/phút.
- Controller time constant: Hằng số thời gian bộ điều khiển: 1s
- Controller threshold speed: Tốc độ ngưỡng bộ điều khiển: 1 vòng/phút
- Redline speed: Tốc độ quay tối đa: 3800 vòng/phút
- Redline time constant: Hằng số thời gian tại tốc độ tối đa: 1s
- Redline threshold speed: Hằng số thời gian tại tốc độ tối đa: 1 vòng/phút

4.3.2. Tỉ số truyền hộp số



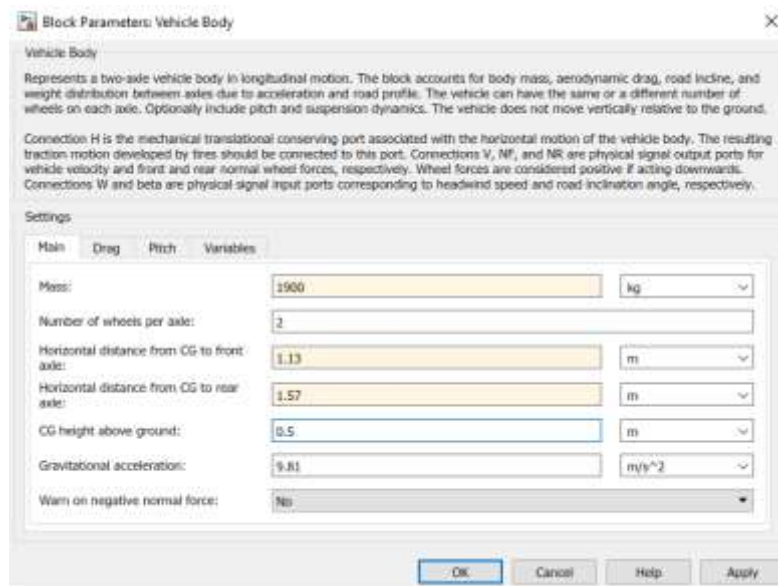
- Follower (F) to base (B) teeth ratio (NF/NB): Tỷ số số răng giữa bánh bị dẫn (F) và bánh cơ sở (B) (NF/NB) hay tỉ số truyền của hộp số. Ở đây ta nhập tỉ số truyền của hộp số là 3.5 hay $NF/NB = 3.5$.

4.3.3. Tỉ số truyền của truyền lực chính



- Carrier (C) to driveshaft (D) teeth ratio (NC/ND): Tỷ số giữa bánh răng bị động (C) và bánh răng chủ động (D) (NC/ND). Ta chọn tỉ số truyền của truyền lực chính là 3.91

4.3.4. Thông số xe



- Mass: Khối lượng của xe: 1900 kg.

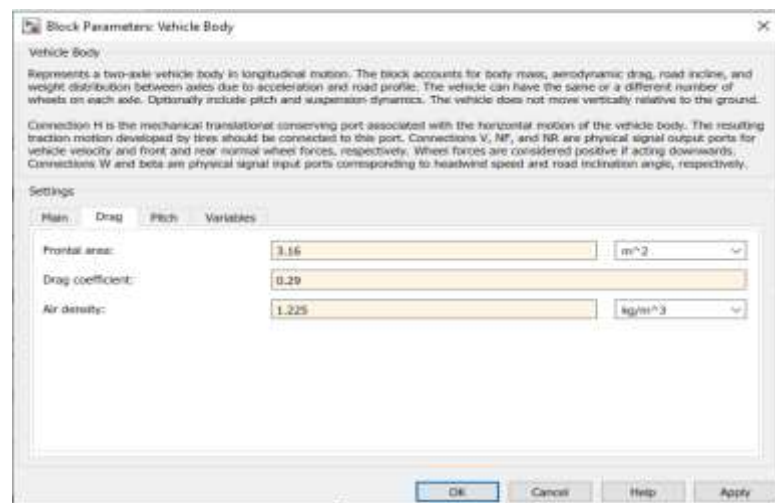
- Number of wheels per axle: Số lượng bánh xe trên 1 trục: 2 bánh.

- Horizontal distance from CG to front axle: Khoảng cách nằm ngang từ trọng tâm (CG) đến trục trước: 1.13 m

- Horizontal distance from CG to rear axle: Khoảng cách nằm ngang từ trọng tâm (CG) đến trục sau: 1.57 m

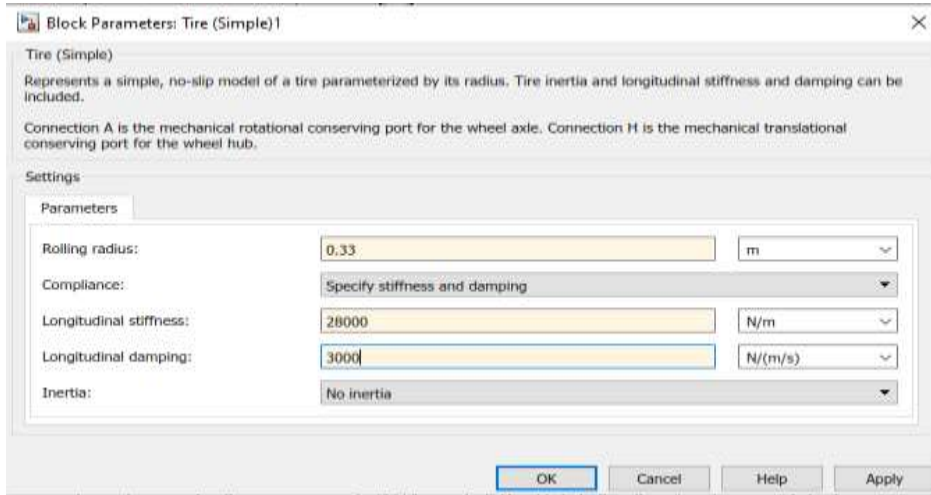
- CG height above ground: Chiều cao của trọng tâm (CG) so với mặt đất: 0.5 m

- Gravitational acceleration: Gia tốc trọng trường: 9,81 m/s²



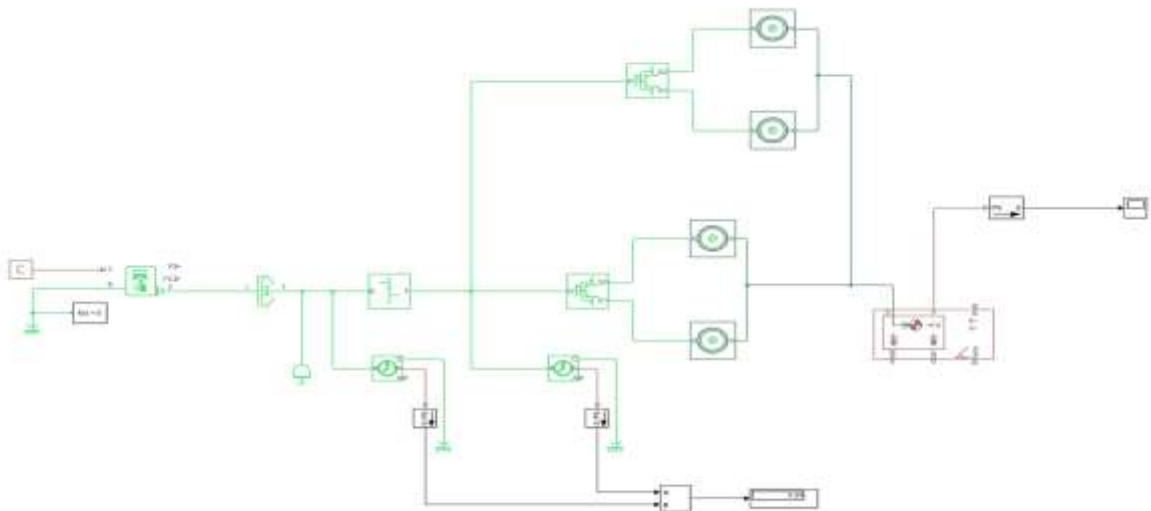
- Frontal area: Diện tích cản phía trước: 3.16 m^2
- Drag coefficient: Hệ số cản (không khí): 0.29
- Air density: Khối lượng riêng của không khí hoặc Mật độ không khí: 1.225 kg/m^3

4.3.5. Thông số bánh xe



- Rolling radius: Bán kính của bánh xe: 0.33 m
- Longitudinal stiffness: Độ cứng của lốp: 28000 N/m.
- Longitudinal damping: Giảm chấn của lốp xe: 3000 N.s/m

4.4. Mô hình mô phỏng chế độ 4H, 4L



Hình 3.4 Mô hình simulink của hệ thống 4WD ở chế độ 4H, 4L

Chế độ 4H (4 High) và 4L (4 Low) là hai chế độ dẫn động 4 bánh (4WD) được sử dụng để cải thiện khả năng bám đường của xe trong các điều kiện địa hình khác nhau.

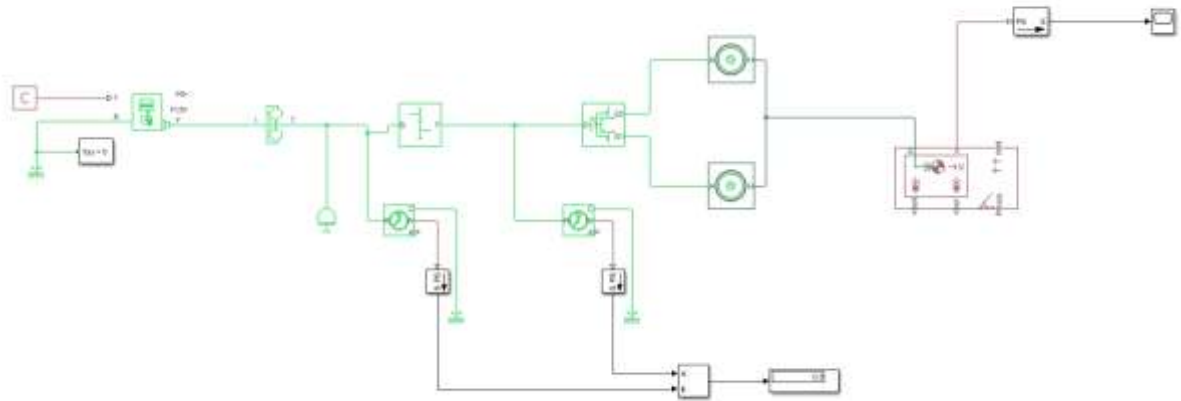
Trong hình mô phỏng:

Chế độ 4H cho phép truyền mô-men đồng đều đến cả cầu trước và cầu sau với tỉ số truyền 1:1, phù hợp khi xe chạy ở tốc độ cao trên địa hình trơn trượt. Trong khi đó, chế độ 4L sử dụng hộp số phụ với tỉ số truyền thấp (thường từ 2.5:1 đến 4:1), giúp tăng mô-men xoắn truyền đến bánh xe, phù hợp với địa hình dốc, lầy lội hoặc chở tải nặng.

Mô hình mô phỏng được xây dựng trên nền tảng Simulink, bao gồm :

- Khối Engine
- Khối Transfer Case
- Khối Differential
- Khối Simple Gear
- Khối Vehicle Body

4.5 Mô hình mô phỏng chế độ 2H



Hình 3.5 Mô hình simulink của hệ thống 4WD ở chế độ 2H

Chế độ 2H (2 High) là chế độ dẫn động một cầu, thường là cầu sau, được sử dụng trong điều kiện đường bằng phẳng và khô ráo.

Trong chế độ này, mô-men xoắn từ động cơ được truyền qua hộp số chính đến cầu sau, trong khi cầu trước được ngắt hoàn toàn nhằm giảm tiêu hao nhiên liệu và tăng hiệu suất vận hành.

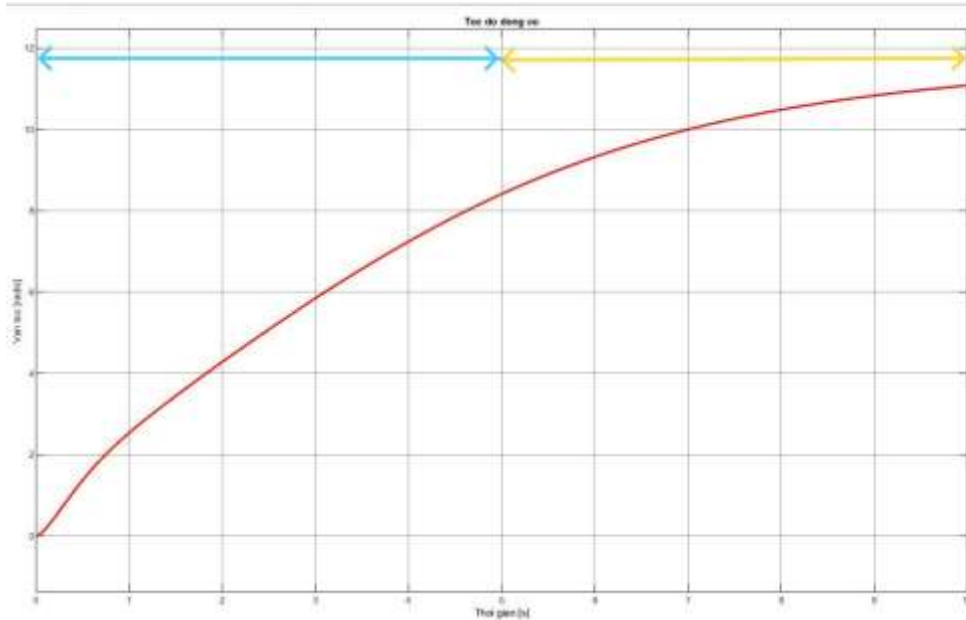
Trong mô hình mô phỏng, chế độ 2H được xây dựng bằng cách sử dụng các khối như:

- Engine
- Transmission
- Simple Gear
- Rear Differential
- Vehicle Body.

Cầu trước được ngắt khỏi hệ thống bằng cách vô hiệu hóa đường truyền lực từ hộp phân phối (Transfer Case) đến cầu trước. Mô hình cho phép đánh giá khả năng tăng tốc, tiêu hao năng lượng và phản ứng của xe trong điều kiện vận hành thông thường.

4.6 Kết quả mô phỏng

4.6.1. Chế độ 4H, HL



Hình 3.6 Kết quả mô phỏng vận tốc của xe ở chế độ 4H, 4L

❖ Dữ liệu đồ thị:

Trục hoành (X): Thời gian (giây) từ $t = 0$ đến $t = 10$ giây, dùng để theo dõi sự thay đổi trạng thái truyền động theo thời gian.

Trục tung (Y): Vận tốc của bánh xe được đo bằng rad/s.

Đường mũi tên xanh: Xe đang ở chế độ 4L.

Đường mũi tên vàng: Xe đang ở chế độ 4H.

❖ Phân tích đồ thị:

Đồ thị mô phỏng thể hiện mối quan hệ giữa vận tốc và thời gian của hệ thống truyền động trên xe sử dụng hộp số có chế độ 4H và 4L. Đường cong màu vàng biểu diễn sự tăng tốc của xe dưới tác động của hệ thống truyền động ở hai chế độ khác nhau 4L ở giai đoạn đầu và 4H ở giai đoạn sau.

• Giai đoạn đầu (0 - 3 giây):

Trong khoảng từ 0 đến khoảng 3 giây đầu tiên, đường cong cho thấy vận tốc xe tăng dần nhưng khá chậm. Điều này phản ánh đúng đặc điểm của chế độ 4L chế độ truyền động chậm với tỉ số truyền lớn.

Ở chế độ này, hộp số trung gian nhân mô-men xoắn lên rất cao, giúp xe có sức kéo mạnh mẽ để vượt qua các địa hình phức tạp như dốc cao, bùn lầy, tuyết dày hoặc khi cần kéo tải nặng. Tuy nhiên, vì tỉ số truyền lớn nên vận tốc đầu ra của hộp số bị giảm, dẫn đến xe tăng tốc chậm. Biểu đồ thể hiện rõ đặc điểm này qua độ dốc đường cong còn thấp ở giai đoạn đầu.

- Giai đoạn giữa (3 - 5 giây):

Sau thời điểm khoảng 3-5 giây trở đi, đường cong bắt đầu có độ dốc lớn hơn, vận tốc tăng nhanh hơn, tuy nhiên sau đó có xu hướng ổn định lại, tiến tới bão hòa. Giai đoạn này tương ứng với chuyển chế độ từ 4L sang 4H truyền động cao. Ở chế độ 4H, tỉ số truyền nhỏ hơn so với 4L, nên hệ thống truyền động cung cấp mô-men xoắn ít hơn nhưng đổi lại vận tốc xe cao hơn.

Chế độ này phù hợp khi xe di chuyển trên các địa hình trơn trượt như đường cát, đường tuyết hoặc đường đất ướt nhưng vẫn cho phép chạy ở tốc độ tương đối cao. Đặc điểm của 4H được phản ánh trên đồ thị thông qua việc vận tốc tăng nhanh hơn trong thời gian ngắn rồi dần ổn định ở mức cao hơn.

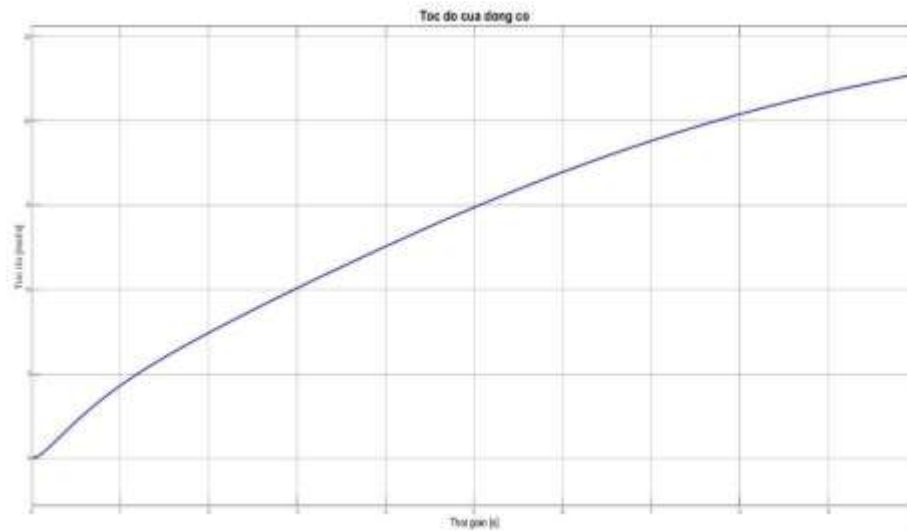
- Giai đoạn cuối (5 - 10 giây):

Tốc độ xe tiếp tục tăng đều và ổn định ở tốc độ cao thể hiện xe đang ở chế độ 4H. Đặc điểm của 4H được phản ánh trên đồ thị thông qua việc vận tốc tăng nhanh hơn trong thời gian ngắn rồi dần ổn định ở mức cao hơn.

- ❖ Kết quả:

Thông qua đồ thị vận tốc – thời gian trong mô phỏng, ta dễ dàng nhận thấy sự khác biệt rõ rệt giữa hai chế độ truyền động 4L và 4H. Chế độ 4L giúp xe vượt địa hình khó khăn nhờ mô-men lớn nhưng có vận tốc thấp, còn chế độ 4H cho phép xe chạy nhanh hơn khi không cần sức kéo lớn. Đồ thị là minh chứng trực quan giúp đánh giá hiệu quả hoạt động của từng chế độ, từ đó hỗ trợ việc thiết kế hoặc lựa chọn hộp số phù hợp cho từng mục đích vận hành thực tế của xe.

4.6.2. Chế độ 2H



Hình 3.7 Kết quả mô phỏng vận tốc của xe ở chế độ 2H

❖ Dữ liệu đồ thị:

Trục hoành (X): Thời gian (giây) từ $t = 0$ đến $t = 10$ giây, dùng để theo dõi sự thay đổi trạng thái truyền động theo thời gian.

Trục tung (Y): Vận tốc của bánh xe được đo bằng rad/s.

❖ Phân tích đồ thị:

- Giai đoạn đầu (0 - 1 giây):

Đồ thị mô phỏng thể hiện mối quan hệ giữa vận tốc và thời gian của hệ thống truyền động trên xe khi hoạt động ở chế độ 2H (2 High). Đường cong trong đồ thị thể hiện sự thay đổi vận tốc theo thời gian khi xe bắt đầu tăng tốc từ trạng thái đứng yên. Dựa vào hình dạng và độ dốc của đường cong, ta có thể phân tích được đặc điểm tăng tốc của xe trong chế độ 2H.

Trong quá trình từ 0 đến 1 giây, đường cong có lõm nhẹ, vận tốc xe tăng, chứng tỏ hệ thống truyền động đang hoạt động với tỉ số truyền thấp – đặc trưng của chế độ 2H. Đây là dấu hiệu bắt đầu quá trình tăng tốc nhanh.

- Giai đoạn giữa (1- 5 giây):

So với đồ thị mô phỏng trước (4L và 4H), đường cong trong chế độ 2H cho thấy vận tốc tăng nhanh và liên tục hơn, đặc biệt là trong giai đoạn từ 1 đến 5 giây. Độ dốc lớn hơn chứng tỏ xe phản ứng nhanh hơn với chân ga, tăng tốc mượt và không bị “kìm” bởi cơ cấu truyền mô-men như trong chế độ 4L. Ngoài ra, vì chỉ có hai bánh truyền động, lực cản và tổn hao cũng thấp hơn so với chế độ 4 bánh, giúp xe duy trì hiệu suất vận hành cao hơn trong điều kiện lý tưởng.

- Giai đoạn ổn định (5 - 10 giây):

Nhìn theo đồ thị ta thấy khá rõ rệt đường cong có độ dốc mịn, liên tục chứng tỏ xe đang trong quá trình ở tốc độ cao, tăng tốc nhanh và hiệu suất tốt. Chế độ này phù hợp khi xe di chuyển trên đường trơn láng, khô ráo, không cần lực kéo lớn.

* So sánh 3 chế độ:

Qua việc phân tích hai đồ thị vận tốc theo thời gian tương ứng với chế độ truyền động 2H và 4H, em nhận thấy sự khác biệt rõ rệt về khả năng tăng tốc và hiệu quả truyền động của từng chế độ:

- Ở chế độ 2H, đường cong vận tốc có độ dốc lớn hơn, thể hiện xe tăng tốc nhanh và đạt vận tốc cao hơn trong thời gian ngắn. Điều này là do mô-men xoắn chỉ được truyền đến hai bánh (thường là bánh sau), giúp giảm tổn hao năng lượng và tăng hiệu suất truyền động trên mặt đường bằng phẳng.
- Ở chế độ 4H, đường cong vận tốc có xu hướng tăng chậm hơn, độ dốc thấp hơn so với chế độ 2H. Nguyên nhân là vì lực kéo được chia đều cho cả bốn bánh, làm tăng lực bám nhưng cũng đồng thời làm giảm khả năng tăng tốc.
- Chế độ 4H lại phù hợp hơn khi xe di chuyển trên các địa hình trơn trượt, bùn lầy hoặc cát lún, nhờ vào việc phân phối mô-men xoắn đều cho cả bốn bánh, giúp xe ổn định và dễ kiểm soát hơn.

* Kết luận

Từ hai đồ thị trên, em rút ra được rằng mỗi chế độ truyền động đều có ưu và nhược điểm riêng và cần lựa chọn phù hợp với điều kiện mặt đường để đảm bảo khả năng vận hành tối ưu và an toàn cho xe

KẾT LUẬN

Hệ thống truyền động 4WD trên xe Hyundai Santafe không chỉ giúp tăng khả năng bám đường và ổn định trong điều kiện vận hành phức tạp, mà còn được điều khiển thông minh nhờ hệ thống điện tử EST. Việc kết hợp giữa lý thuyết và mô phỏng trong đề án giúp làm rõ đặc điểm kỹ thuật và hiệu quả vận hành của hệ dẫn động 4 bánh.

Tổng hợp kết quả đạt được:

Về phần tổng quan hệ thống động lực 4WD : Em đã cung cấp cái nhìn tổng quan về hệ thống 4WD, tập trung vào việc tìm hiểu các dạng và nguyên lý hoạt động của hệ thống, công dụng của hệ thống đối với người sử dụng.

Cơ sở lý thuyết hệ thống 4WD: Đã tóm tắt đầy đủ nguyên lý hoạt động của hệ thống 4WD trên xe, phân tích các chế độ làm việc quan trọng trên xe và công dụng của các chế độ khi sử dụng. Từ đó nhận thấy được các ưu điểm và nhược điểm của hệ thống 4WD.

Ưu điểm:

- Tăng lực bám đường (traction): Lực được truyền đến cả 4 bánh xe giúp xe bám tốt hơn khi di chuyển trên đường trơn trượt (bùn, tuyết, sỏi đá...).
- Khả năng vượt địa hình tốt: Xe 4WD đặc biệt hiệu quả trong điều kiện off-road, leo dốc, vượt chướng ngại vật hay lội nước.
- An toàn hơn trong điều kiện đường xấu: Người lái kiểm soát xe tốt hơn khi vào cua, phanh hoặc xử lý tình huống khẩn cấp trên đường có độ bám thấp.
- Đa dạng chế độ vận hành: Nhiều xe 4WD có thể chọn giữa chế độ 2H, 4H, 4L giúp tối ưu hiệu suất hoặc tiết kiệm nhiên liệu tùy điều kiện.

Nhược điểm:

- Tăng mức tiêu hao nhiên liệu: Ma sát cơ học tăng do truyền lực đến cả 4 bánh, dẫn đến tiêu hao nhiên liệu cao hơn hệ thống FWD/RWD.
- Giá thành cao hơn: Xe có hệ thống 4WD thường đắt hơn, chi phí bảo dưỡng và sửa chữa cũng cao hơn.

Tính toán : Dựa trên các thông số kỹ thuật của xe, em đã tiến hành phân tích động lực học nhằm xác định mô-men kéo, lực truyền xuống bánh xe, và ảnh hưởng của điều kiện mặt đường tới khả năng vận hành của hệ thống dẫn động.

Mô phỏng : Tiến hành mô phỏng hệ thống động lực 4WD trên phần mềm MATLAB/Simulink. Kết quả cho thấy chế độ truyền động đều có ưu và nhược điểm riêng và cần lựa chọn phù hợp với điều kiện mặt đường để đảm bảo khả năng vận hành tối ưu và an toàn cho xe.

Ưu nhược điểm của đề tài:

Ưu điểm:

- Đã xây dựng được quy trình khảo và tính toán đầy đủ cho hệ thống 4WD.
- Sử dụng hiệu quả các công cụ phần mềm để phân tích, mô phỏng và xác minh tính đúng đắn của hệ thống.
- Tính ứng dụng cao trong thực tế, đóng góp vào việc nâng cao giúp kiểm chứng và hình dung rõ hơn về quá trình truyền động trên xe thực tế.

Nhược điểm:

- Chưa thực hiện mô phỏng trong môi trường thực tế hoặc kiểm nghiệm trên xe thực tế.
- Do không có điều kiện đo đạc trực tiếp trên xe Hyundai Santafe thực tế nên một số thông số được lấy từ tài liệu kỹ thuật làm giảm độ chính xác trong quá trình tính toán

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] File hướng dẫn (pdf) sử dụng phần mềm Malap.
- [2] Các file bài tập nhỏ của những sinh viên cơ khí động lực.
- [3] Giáo trình Ô Tô 1 (GVC. TS. Lâm Mai Long) và Ô Tô 2 (GVC. MSc. Đặng Quý của Trường ĐH Sư Phạm Kỹ Thuật Tp.HCM.
<https://matlab.mathworks.com/>
- [4]. Nguyễn Trọng Hoan, Nguyễn Khắc Tuân “ *Hệ thống truyền lực ô tô* ”. NXB khoa học và kỹ thuật.
- [5]. Công ty Hyundai-Vinamotor. “*EMS & Troubleshooting*” tài liệu của hãng Hyundai, 2007.
- [6]. Hyundai Viet Nam. *Hyundai Santafe, Hyundai Viet Nam.*