

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

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

ĐỀ TÀI:
NGHIÊN CỨU THIẾT KẾ HỆ THỐNG
TRỢ LỰC LÁI ĐIỆN ĐIỀU KHIỂN BẰNG ĐIỆN TỬ

Người hướng dẫn : **PGS.TS. Phạm Quốc Thái**
Giáo viên duyệt : **GS.TSKH. Bùi Văn Ga**
Sinh viên thực hiện : **Nguyễn Hữu Huy**
Mã sinh viên : **103180027**
Lớp : **18C4A**

Đà Nẵng, 12/2022

NHẬN XÉT ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

I. Thông tin chung:

1. Họ và tên sinh viên: Nguyễn Hữu Huy
2. Lớp: 18C4A Số thẻ SV: 103180027
3. Tên đề tài: Nghiên cứu thiết kế hệ thống trợ lực lái điện điều khiển bằng điện tử
4. Người hướng dẫn: Phạm Quốc Thái Học hàm/học vị: PGS.TS

II. Nhận xét đồ án tốt nghiệp:

1. Về tính cấp thiết, sáng tạo và ứng dụng của đồ án: (điểm đánh giá tối đa là 2đ)

.....
.....

2. Về kết quả giải quyết các nội dung nhiệm vụ yêu cầu của đồ án: (điểm tối đa là 4đ)

.....
.....

3. Về hình thức, cấu trúc, bố cục của đồ án tốt nghiệp: (điểm đánh giá tối đa là 2đ)

.....
.....

4. NCKH: (nếu có bài báo khoa học hoặc ĐATN là đề tài NCKH: cộng thêm 1đ)

.....
.....

5. Các tồn tại, thiếu sót cần bổ sung, chỉnh sửa:

.....
.....

III. Tinh thần và thái độ làm việc của sinh viên: (điểm đánh giá tối đa 1đ)

.....

.....

IV. Đánh giá:

1. Điểm đánh giá: /10

2. Đề nghị: Được bảo vệ đồ án/ Bổ sung thêm đề bảo vệ/ Không được bảo vệ

Đà Nẵng, ngày tháng năm 2022

Người hướng dẫn

NHẬN XÉT PHẢN BIỆN ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

I. Thông tin chung:

- Họ và tên sinh viên: Nguyễn Hữu Huy
- Lớp: 18C4A Số thẻ SV: 103180027
- Tên đề tài: Nghiên cứu thiết kế hệ thống trợ lực lái điện điều khiển bằng điện tử
- Người phản biện: Bùi Văn Ga Học hàm/học vị: GS.TSKH

II. Nhận xét, đánh giá đồ án tốt nghiệp:

TT	Các tiêu chí đánh giá	Điểm tối đa	Điểm trừ	Điểm còn lại
1	Sinh viên có phương pháp nghiên cứu phù hợp, giải quyết đủ nhiệm vụ đồ án được giao	80		
1a	- Hiểu và vận dụng được kiến thức Toán và khoa học tự nhiên trong vấn đề nghiên cứu	15		
1b	- Hiểu và vận dụng được kiến thức cơ sở và chuyên ngành trong vấn đề nghiên cứu	25		
1c	- Có kỹ năng vận dụng thành thạo các phần mềm mô phỏng, tính toán trong vấn đề nghiên cứu	10		
1d	- Có kỹ năng đọc, hiểu tài liệu bằng tiếng nước ngoài ứng dụng trong vấn đề nghiên cứu	10		
1e	- Có kỹ năng làm việc nhóm, kỹ năng giải quyết vấn đề	10		
1f	- Đề tài có giá trị khoa học, công nghệ; có thể ứng dụng thực tiễn:	10		
2	Kỹ năng viết:	20		
2a	- Bố cục hợp lý, lập luận rõ ràng, chặt chẽ, lời văn súc tích	15		
2b	- Thuyết minh đồ án không có lỗi chính tả, in ấn, định dạng	5		
3	Tổng điểm đánh giá: theo thang 100			
	Quy về thang 10 (lấy đến 1 số lẻ)			

- Các tồn tại, thiếu sót cần bổ sung, chỉnh sửa:

.....
.....

- Ý kiến khác:

.....

- Đề nghị: Được bảo vệ đồ án/ Bổ sung thêm đề bảo vệ/ Không được bảo vệ

Đà Nẵng, ngày tháng năm 2022

Người hướng dẫn

CÂU HỎI PHẢN BIỆN ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

I. Thông tin chung:

- Họ và tên sinh viên: Nguyễn Hữu Huy
- Lớp: 18C4A Số thẻ SV: 103180027
- Tên đề tài: Nghiên cứu thiết kế hệ thống trợ lực lái điện điều khiển bằng điện tử
- Người phản biện: Bùi Văn Ga Học hàm/học vị: GS.TSKH

II. Nhận xét đồ án tốt nghiệp:

-
.....
-
.....

Đáp án: (người phản biện ghi vào khi chấm và nộp cùng với hồ sơ bảo vệ)

-
.....
.....
.....
-
.....
.....
.....

Đà Nẵng, ngày tháng năm 2022

Người hướng dẫn

TÓM TẮT

Tên đề tài: Nghiên cứu thiết kế hệ thống trợ lực lái điện điều khiển bằng điện tử

Sinh viên thực hiện: Nguyễn Hữu Huy	MSSV: 103180027	Lớp: 18C4A
Phan Quang Long	103180034	18C4A
Nguyễn Hữu Nguyên	103180039	18C4A
Bạch Nguyên Hải Âu	103180067	18C4B

Nội dung chính của đề tài bao gồm:

- Tổng quan về hệ thống lái
- Cấu tạo và nguyên lý làm việc của hệ thống lái trợ lực điện
- Tính toán, thiết kế hệ thống trợ lực lái.
- Xây dựng, thực nghiệm chương trình điều khiển labview.
- Hư hỏng, sửa chữa hệ thống lái trợ lực điện.

Mô hình được thiết kế dựa theo hệ thống lái trợ lực điện của xe KIA Morning. Giao diện mô phỏng trên máy tính được thực hiện bởi phần mềm LabVIEW, chủ yếu thể hiện các thông số như: điện áp thay đổi của cảm biến mô men, khả năng trợ lực của motor, màn hình hiển thị xung khi hệ thống làm việc ở nhiều chế độ khác nhau.

NHIỆM VỤ ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

TT	Họ tên sinh viên	Số thẻ SV	Lớp	Ngành
1	Nguyễn Hữu Huy	103180027	18C4A	Kỹ thuật Cơ khí – CKĐL
2	Phan Quang Long	103180034	18C4A	Kỹ thuật Cơ khí – CKĐL
3	Nguyễn Hữu Nguyên	103180039	18C4A	Kỹ thuật Cơ khí – CKĐL
4	Bạch Nguyễn Hải Âu	103180067	18C4B	Kỹ thuật Cơ khí – CKĐL

1. Tên đề tài đồ án:

Nghiên cứu, thiết kế trợ lực lái điện điều khiển bằng điện tử.

2. Đề tài thuộc diện: ☐ Có ký kết thỏa thuận sở hữu trí tuệ đối với kết quả thực hiện

3. Các số liệu và dữ liệu ban đầu:

.....
.....
.....

4. Nội dung các phần thuyết minh và tính toán:

a. Phần chung:

TT	Họ tên sinh viên	Nội dung
1	Nguyễn Hữu Huy	Tổng quan về hệ thống lái trên ô tô. Cấu tạo chung và nguyên lý làm việc của hệ thống lái trợ lực điện.
2	Phan Quang Long	
3	Nguyễn Hữu Nguyên	
4	Bạch Nguyễn Hải Âu	

b. Phần riêng:

TT	Họ tên sinh viên	Nội dung
1	Nguyễn Hữu Huy	Xây dựng, thực nghiệm chương trình điều khiển trên LabVIEW: - Giới thiệu LabVIEW - Lập trình trên myRIO bằng phần mềm LabVIEW - Thực nghiệm: Lưu đồ thuật toán, chương trình trên LabVIEW(chương trình lấy tín hiệu momen, chương trình phát xung điều khiển motor)

		- Kết quả thực nghiệm: xây dựng đặc tính momen của trục lực.
2	Phan Quang Long	Tính toán, thiết kế hệ thống trục lực lái điện: - Tính toán kiểm tra động học hệ thống lái: xây dựng đường cong lý thuyết, xây dựng đường cong thực tế, xác định mô men cản quay vòng tại chỗ. - Tính bền dẫn động lái: Kiểm tra bền trục lái, kiểm tra bền rô-tuyn.
3	Nguyễn Hữu Nguyên	Xây dựng, thực nghiệm chương trình điều khiển trên LabVIEW: - Kỹ thuật lập trình trên LabVIEW. - Thực nghiệm: Dụng cụ, chương trình trên LabVIEW(chương trình điều khiển motor, chương trình lấy tín hiệu cảm biến dòng điện) - Mô hình hệ thống thực tế: - Kết quả thực nghiệm: xây dựng mối quan hệ giữa dòng điện điều khiển motor và mô men trên vành tay lái.
4	Bạch Nguyễn Hải Âu	Tính toán, thiết kế hệ thống trục lực lái điện: - Tính toán bộ truyền cơ cấu lái: xác định bán kính vòng lăn của bánh răng, xác định các thông số bánh răng, xác định kích thước và thông số của thanh răng, tính bền cơ cấu lái trục răng – thanh răng - Tính toán trục lực điện: xây dựng đặc tính cường hóa lái, tính kiểm nghiệm motor trục lực. Hư hỏng, sửa chữa hệ thống trục lực lái điện.

5. Các bản vẽ, đồ thị (ghi rõ các loại và kích thước bản vẽ):

a. Phần chung:

TT	Họ tên sinh viên	Nội dung
1	Nguyễn Hữu Huy	Bản vẽ bố trí hệ thống lái trên xe (A_3) Bản vẽ mô hình hệ thống trục lực lái điện (A_3)
2	Nguyễn Hữu Nguyên	Bản vẽ cảm biến mô men(A_3) Bản vẽ sơ đồ tín hiệu vào ra (A_3)

TT	Họ tên sinh viên	Nội dung
3	Phan Quang Long	Bản vẽ phương án bố trí motor trợ lực trên hệ thống lái (A_3)
4	Bạch Nguyễn Hải Âu	Bản vẽ chi tiết thanh xoắn (A_3) Bản vẽ lắp cụm trợ lực điện (A_3) Bản vẽ lắp cụm cơ cấu lái (A_3)

b. Phần riêng:

TT	Họ tên sinh viên	Nội dung
1	Nguyễn Hữu Huy	Bản vẽ nguyên lý mạch điều khiển (A_3) Bản vẽ lưu đồ thuật toán và sơ đồ khối (A_3)
2	Phan Quang Long	Bản vẽ đồ thị động học quay vòng (A_3) Bản vẽ chi tiết trục các đăng (A_3)
3	Nguyễn Hữu Nguyên	Bản vẽ lắp cơ cấu bánh vít trục vít (A_3) Bản vẽ khung mô hình (A_3)
4	Bạch Nguyễn Hải Âu	Bản vẽ motor điện (A_3) Bản vẽ chi tiết rotuyn lái (A_3)

6. <i>Họ tên người hướng dẫn:</i>	<i>Phần/ Nội dung:</i>
PGS.TS. Phạm Quốc Thái	

7. Ngày giao nhiệm vụ đồ án: 30/08/2022.

8. Ngày hoàn thành đồ án: .../.../2022.

Đà Nẵng, ngày 09 tháng 09 năm 2022

Trưởng Bộ môn.....

Người hướng dẫn

LỜI NÓI ĐẦU

Trong những năm gần đây, ngành công nghiệp ô tô đã có những bước phát triển đáng kể. Đặc biệt, trên ô tô có sự can thiệp mạnh mẽ của hệ thống điện – điện tử nhằm đáp ứng các yêu cầu như: Tăng công suất động cơ, giảm tiêu hao nhiên liệu, giảm độ độc hại của khí thải, tăng tính năng an toàn và tiện nghi của ô tô. Ngày nay, chiếc ô tô là một sự kết hợp hoàn hảo giữa cơ khí và điện tử.

Hầu hết các hệ thống điện trên ô tô đều có mặt bộ vi xử lý để điều khiển các quá trình hoạt động của hệ thống. Các hệ thống mới lần lượt ra đời và được ứng dụng rộng rãi trên các loại ô tô, từ các hệ thống điều khiển động cơ và hộp số cho đến các hệ thống an toàn và tiện nghi trên ô tô như: Hệ thống chống trượt lệch khi phanh (ABS), hệ thống chống trượt quay (TRC), hệ thống ổn định động học (VSC), hệ thống điều khiển chạy tự động (CCS)...

Không dừng lại ở chỗ đó, các nhà chế tạo ô tô đã đưa điện vào hệ thống lái thay thế cho hệ thống lái trợ lực bằng thủy lực cổ điển nhằm mục đích: trợ lực chính xác hơn và làm cho hệ thống lái đơn giản hơn. Đó là hệ thống lái trợ lực điện hay còn gọi là EPS (Electric Power System).

Với hi vọng tổng hợp lại các kiến thức đã được học và muốn có được những hiểu biết, nắm bắt sâu sắc hơn về hệ thống lái trợ lực điện để bổ sung thêm vốn kiến thức của chúng em khi bước chân ra trường. Nên nhóm em quyết định chọn đề án ***“NGHIÊN CỨU, THIẾT KẾ HỆ THỐNG TRỢ LỰC LÁI ĐIỆN ĐIỀU KHIỂN BẰNG ĐIỆN TỬ”***.

Trên tinh thần làm việc nghiêm túc, với những nỗ lực cao của bản thân, nội dung của bản đề án được xây dựng trên cơ sở những tính toán khoa học có tính thuyết phục cao. Tuy nhiên, do kiến thức còn hạn chế, trong phạm vi thời gian có hạn, lượng kiến thức lớn nên đề án không khỏi có những hạn chế nhất định.

LỜI CẢM ƠN

Chúng em là những sinh viên khoa Cơ khí Giao thông trường đại học Bách khoa – Đại học Đà Nẵng, trong suốt thời gian học tập tại trường chúng em được sự dìu dắt và hướng dẫn tận tình của quý thầy cô tại trường nói chung và khoa Cơ khí Giao thông nói riêng.

Các thầy cô đã không ngại khó khăn thử thách, đã chung tay vun đắp, mài dũa chúng em trở thành những người kỹ sư, giảng viên, hơn thế nữa là những người công dân có ích cho xã hội.

Và đến hôm nay, với đồ án tốt nghiệp này đã đánh dấu một cột mốc lớn trên bước đường trưởng thành của chúng em, chúng em sắp bước ra cánh cửa của trường đại học để bước tới cánh cửa rộng lớn hơn, thử thách hơn. Đó chính là cánh cửa của cuộc đời, công việc tương lai sắp tới, mọi sự thành công trên con đường sắp tới đều nhờ công lao dìu dắt của các thầy cô đối với chúng em. Xin gửi tới quý thầy cô sự kính trọng và lòng biết ơn sâu sắc nhất của chúng em.

Nhóm thực hiện đề tài xin chân thành cảm ơn thầy hướng dẫn **PGS.TS. Phạm Quốc Thái** đã tận tình hướng dẫn, chỉ dạy trong suốt quá trình học tập cũng như trong quá trình thực hiện đề tài, để nhóm chúng em thực hiện hoàn tất đề tài này.

Xin chân thành cảm ơn quý thầy cô trong và ngoài trường đại học Bách khoa – Đại học Đà Nẵng, đặc biệt là tập thể giảng viên khoa Cơ khí Giao thông đã hướng dẫn tận tình và trực tiếp giúp đỡ, tạo điều kiện thuận lợi, cho nhóm chúng em hoàn thành đề tài này. Cảm ơn sự đóng góp ý kiến của các bạn trong và ngoài trường, đặc biệt là các bạn trong khoa Cơ khí Giao thông để nhóm chúng tôi hoàn thiện tốt đề tài này.

Xin chân thành cảm ơn.../.

Nhóm sinh viên thực hiện

Nguyễn Hữu Huy

LỜI CAM ĐOAN

Chúng em xin cam đoan đây là đề tài riêng của nhóm, đề tài không trùng lặp với bất kỳ đề tài đồ án tốt nghiệp nào trước đây. Các thông tin, số liệu được sử dụng và tính toán đều từ các tài liệu có nguồn gốc rõ ràng, theo quy định.

Đà Nẵng, ngày tháng năm 2022

Sinh viên thực hiện

Nguyễn Hữu Huy

MỤC LỤC

TÓM TẮT

NHIỆM VỤ ĐỒ ÁN TỐT NGHIỆP

LỜI NÓI ĐẦU.....	i
LỜI CẢM ƠN.....	ii
LỜI CAM ĐOAN.....	iii
MỤC LỤC	iv
DANH SÁCH CÁC BẢNG, HÌNH VẼ.....	vii
DANH SÁCH CÁC CHỮ VIẾT TẮT	ix
Chương 1: TỔNG QUAN VỀ HỆ THỐNG LÁI TRÊN Ô TÔ	2
1.1. Tổng quan chung về lĩnh vực nghiên cứu.	2
1.2. Công dụng, phân loại, yêu cầu của hệ thống lái.....	2
1.2.1. Công dụng.	2
1.2.2. Phân loại.	3
1.2.3. Yêu cầu.	4
1.3. Nguyên lý hoạt động, các bộ phận hệ thống lái.	4
1.3.1. Nguyên lý hoạt động của hệ thống lái.	4
1.3.2. Vô lăng (vành tay lái).	4
1.3.3. Trục lái.	6
1.3.4. Cơ cấu lái.	8
1.3.5. Dẫn động lái.	13
1.4. Tỷ số truyền và hiệu suất của hệ thống lái.	14
1.4.1. Tỷ số truyền.	14
1.4.2. Hiệu suất của hệ thống lái.....	16
1.5. Tổng quan hệ thống trợ lực	17
1.5.1. Công dụng của hệ thống trợ lực.....	17
1.5.2. Phân loại các hệ thống trợ lực.....	17
1.5.3. Hệ thống lái có trợ lực thủy lực	19

1.5.4. Mô hình toán học hệ thống lái trợ lực thủy lực.....	20
1.5.5. Hệ thống trợ lực thủy lực điều khiển điện tử.....	21
1.5.6. Hệ thống lái trợ lực điện.	25
1.5.7. Các phương pháp điều khiển motor trợ lực lái trong hệ thống lái trợ lực điện:	26
Chương 2: CẤU TẠO CHUNG VÀ NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC HỆ THỐNG LÁI TRỢ LỰC ĐIỆN	31
2.1. Hệ thống lái trợ lực điện điều khiển bằng điện tử.....	31
2.1.1. Khái niệm chung về hệ thống lái trợ lực điện điều khiển điện tử.	31
2.1.2. Các kiểu bố trí hệ thống lái trợ lực điện.	31
2.2. Nguyên lý làm việc của hệ thống lái trợ lực điện.....	36
2.2.1. Sơ đồ khối của hệ thống	36
2.2.2. Nguyên lý hoạt động.....	36
2.3. Cảm biến trong hệ thống trợ lực lái điện điều khiển điện tử:.....	37
2.3.1. Cảm biến mô men xoắn	37
2.3.2. Cảm biến tốc độ đánh lái	43
2.3.3. Cảm biến tốc độ ô tô.....	44
2.4. Motor DC.....	46
2.5. ECU EPS	49
Chương 3: XÂY DỰNG, THỰC NGHIỆM CHƯƠNG TRÌNH ĐIỀU KHIỂN TRÊN LABVIEW	51
3.1. Giới thiệu LABVIEW	51
3.1.1. Tổng quan.....	51
3.1.2. Đặc điểm.....	52
3.1.3. Các khả năng chính của LabVIEW	52
3.1.4. Môi trường làm việc của LabVIEW.....	53
3.1.5. VI (Virtual Instrument) – Thiết bị ảo	54
3.1.6. Front Panel và Block Diagram	54
3.1.7. Icon và Connector	56
3.2. Lập trình Myrio bằng phần mềm LabVIEW	57
3.2.1. Bộ điều khiển trung tâm myRIO	57

3.2.2. <i>Kết nối lập trình trên LabVIEW</i>	60
3.3. Thực nghiệm.....	64
3.3.1. <i>Lưu đồ thuật toán điều khiển</i>	64
3.3.2. <i>Chương trình điều khiển trên LabVIEW</i>	65
3.4. Kết quả thực nghiệm	66
KẾT LUẬN	68
TÀI LIỆU THAM KHẢO	69

DANH SÁCH CÁC BẢNG, HÌNH VẼ

Bảng	Trang
Bảng 2.1. Bảng thông số kỹ thuật của Motor	47
Bảng 3.1. Thông số kỹ thuật cơ bản của NI myRIO	58
Bảng 3.2. Bảng giá trị momen theo tín hiệu cảm biến	66

Hình	Trang
Hình 1.1. Cấu tạo vô lăng (vành lái).	5
Hình 1.2. Kết cấu trục lái.....	6
Hình 1.3. Kết cấu của khớp then trên trục trung gian.	7
Hình 1.4. Cấu tạo trục chữ thập.....	8
Hình 1.5. Khớp các-đăng trên trục lái.	8
Hình 1.6. Cơ cấu lái kiểu bánh răng - thanh răng.....	9
Hình 1.7. Cơ cấu lái kiểu trục vít - cung răng.	10
Hình 1.8. Cơ cấu lái kiểu trục vít - con lăn.	11
Hình 1.9. Cơ cấu lái kiểu trục vít - đòn quay.	12
Hình 1.10. Cơ cấu lái kiểu trục vít - êcu-bi.	12
Hình 1.11. Các cánh bố trí hình thang lái.....	14
Hình 1.12. Quy luật thay đổi thay đổi tỷ số truyền động học của cơ cấu lái.	15
Hình 1.13. Hệ thống trợ lực thủy lực.....	19
Hình 1.14. Sơ đồ khối mô hình toán học hệ thống lái có trợ lực	20
Hình 1.15. Sơ đồ hệ thống lái trợ lực thủy lực với van điện từ lắp ở bơm trợ lực	21
Hình 1.16. Sơ đồ hệ thống lái trợ lực thủy lực với van điện từ trên mạch van trợ lực	22
Hình 1.17. Nguyên lý thay đổi hệ số trợ lực bằng van điện từ tại cửa vào ra.....	23
Hình 1.18. Hệ thống lái trợ lực thủy lực với cách thay đổi tốc độ bơm trợ lực lái	24
Hình 1.19. Hệ thống lái trợ lực điện.....	26
Hình 1.20. Sơ đồ mô phỏng quá trình điều khiển motor trợ lực lái theo phương pháp điều khiển điện áp.....	27
Hình 1.21. Sơ đồ mô phỏng quá trình điều khiển motor trợ lực lái theo phương pháp điều khiển dòng điện	28
Hình 1.22. Mạch tương đương của motor	28
Hình 1.23. Sơ đồ điều khiển tổng quát của ECU trợ lực lái điện.....	29
Hình 1.24. Điều khiển chế độ motor	30
Hình 1.25. Mô hình toán học của hệ thống trợ lực.....	30

Hình 2.1. Trợ lực lái điện với moto trợ lực trên trục lái.....	32
--	----

Hình 2.2. Hệ thống lái EPSp	32
Hình 2.3. Hệ thống lái EPSdq	33
Hình 2.4. Hệ thống lái EPSapa	34
Hình 2.5. Hệ thống lái EPSrc	35
Hình 2.6. Sơ đồ khối của hệ thống lái.	36
Hình 2.7. Đặc tính và vị trí làm việc của cảm biến mô men loại lõi thép trượt	39
Hình 2.8. Cấu trúc và đặc tính của cảm biến mô men lõi loại lõi thép xoay	40
Hình 2.9. Cấu tạo cảm biến mô men xoắn cảm ứng 2 cuộn dây	40
Hình 2.10. Cảm biến mô men lõi loại 4 vành dây	40
Hình 2.11. Cảm biến mô men.....	41
Hình 2.12. Cấu tạo rotor	41
Hình 2.13. Bộ phận cảm ứng và mạch điện.	41
Hình 2.14. Cấu tạo cảm biến mô men xoắn không sử dụng thanh xoắn.....	43
Hình 2.15. Cấu tạo và tín hiệu cảm biến góc lái	43
Hình 2.16. Cấu tạo và tín hiệu cảm biến tốc độ đánh lái loại Hall.....	43
Hình 2.17. Ba loại cảm biến tốc độ ô tô	45
Hình 2.18. Cảm biến tốc độ ô tô loại MRE	45
Hình 2.19. Motor	47
Hình 2.20. ECU EPS	50
Hình 2.21. Mạch điện bên trong ECU EPS	50
Hình 3.1. Cửa sổ Getting Started của LabVIEW	53
Hình 3.2. Bảng điều khiển của LabVIEW.....	54
Hình 3.3. Front Panel và Block Diagram	55
Hình 3.4. Vị trí Icon và Connector	56
Hình 3.5. Bộ điều khiển myRIO.....	57
Hình 3.6. Cấu tạo myRIO.....	59
Hình 3.7. Cổng kết nối mặt trái của NI myRIO	59
Hình 3.8. Cổng kết nối mặt phải của NI myRIO.....	60
Hình 3.9. Cửa sổ NI myRIO USB Monitor.....	61
Hình 3.10. Giao diện kiểm tra các cảm biến và thiết bị	61
Hình 3.11. Cửa sổ lựa chọn	62
Hình 3.12. Các thiết lập ở chế độ create wireless network	63
Hình 3.13. Lưu đồ thuật toán điều khiển.....	64
Hình 3.14. Chương trình lấy tín hiệu cảm biến mô men	65
Hình 3.15. Chương trình phát xung điều khiển motor	65
Hình 3.16. Trang hiển thị các thông số điều khiển.....	66
Hình 3. 17 Biểu đồ momen theo tín hiệu điện áp thực nghiệm.....	67

DANH SÁCH CÁC CHỮ VIẾT TẮT

- *EPS (Electrical Power Steering)*: Hệ thống lái trợ lực điện
- *ABS (Anti-lock Brake System)*: Hệ thống phanh có bộ phận chống hãm cứng phanh
- *TRC (Traction Control System)*: Hệ thống điều khiển lực kéo
- *VSC (Vehicle Stability System)*: Hệ thống cân bằng điện tử
- *CCS (Cruise Control System)*: Hệ thống điều khiển hành trình
- *ECU (Electronic Power Steering)*: Bộ điều khiển điện tử
- *HPS (Hydraulic Power Steering)*: Hệ thống lái trợ lực thủy lực
- *EHPS (Electronic Hydraulic Power Steering)*: Hệ thống lái trợ lực thủy lực - điện
- *EPSP (Single-pinion Electrical Power Steering System)*: Bộ trợ lực lái đặt ngay tại bánh răng lái
- *EPSPd (Dual-pinion Electrical Power Steering System)*: Bộ trợ lực lái được gắn ở bánh răng thứ hai
- *EPSPap (Axial-parallel Electrical Power Steering System)*: Bộ trợ lực có ô trục đặt song song trên hệ thống lái

MỞ ĐẦU

Mục đích nghiên cứu: Vận dụng các kiến thức lý thuyết và hệ thống lái trên ô tô, lý thuyết về vi điều khiển thiết kế mạch giao tiếp, mạch điều khiển, viết chương trình giao tiếp và điều khiển nhằm giúp cho quá trình học tập và nghiên cứu tốt hơn, giúp cho sinh viên có thể trực tiếp quan sát sự hoạt động của hệ thống thông qua dữ liệu hiển thị trên máy tính, đồng thời từ máy tính điều khiển các chế độ của hệ thống lái.

Đối tượng nghiên cứu: Mô hình hệ thống lái trợ lực điện điều khiển bằng điện tử, nghiên cứu ứng dụng phần mềm LabVIEW, các loại card giao tiếp, các card chuyển đổi tín hiệu từ Analog qua Digital và ngược lại.

Phạm vi nghiên cứu: Đề tài là Nghiên cứu thiết kế hệ thống trợ lực lái điện điều khiển bằng điện tử nên phạm vi nghiên cứu chủ yếu tập trung nghiên cứu lý thuyết về hệ thống lái trợ lực điện, mạch giao tiếp giữa máy tính với mô hình thông qua phần mềm LabVIEW, thiết kế giao diện mô phỏng trên máy tính và thiết kế bố trí mô hình.

Phương pháp nghiên cứu:

- Tìm hiểu lý thuyết về nhiệm vụ, cấu tạo và nguyên lý hoạt động của các hệ thống lái trợ lực thủy lực (Hydraulic Power Steering - HPS hay PS), trợ lực thủy lực - điện (Electric Hydraulic Power Steering - EHPS) đang được ứng dụng trên ô tô hiện nay. Từ đó rút ra các ưu nhược điểm của các hệ thống.
- Tìm hiểu lý thuyết về nhiệm vụ, cấu tạo và nguyên lý hoạt động của hệ thống lái trợ lực điện (Electric Power Steering - EPS).
- Nghiên cứu lý thuyết động học quay vòng và động học của hệ thống lái để tìm ra mô men quay của vành tay lái và mô men cản do mặt đường tác dụng lên hệ thống lái. Từ đó tìm ra phương pháp lập trình điều khiển hệ thống từ phần mềm LabVIEW.
- Tìm hiểu và ứng dụng phần mềm LabVIEW trình điều khiển hệ thống và thay đổi một số thông số cần thiết như: tốc độ ô tô, tốc độ động cơ và mô men cản quay vòng.
- Nghiên cứu lý thuyết vi điều khiển các card giao tiếp từ máy tính với mô hình thông qua phần mềm LabVIEW để truyền và nhận tín hiệu.

Chương 1: TỔNG QUAN VỀ HỆ THỐNG LÁI TRÊN Ô TÔ

1.1. Tổng quan chung về lĩnh vực nghiên cứu.

Trong những năm gần đây, ngành Công nghệ ô tô phát triển rất nhanh đặc biệt là các hệ thống điều khiển cơ khí, thủy lực, khí nén... được thay thế điều khiển bằng điện và điện tử. Trong đó, hệ thống lái trợ lực bằng điện (Electric Power Steering - EPS) là một trong những hệ thống đang được ứng dụng rất mạnh mẽ trên hầu hết các hãng xe trên thế giới nói chung và Việt Nam nói riêng. Cũng như tuyên bố hãng Ford về “Hệ thống trợ lực tay lái điện EPS sẽ được lắp đặt cho 80% - 90% số xe Ford.

Hệ thống lái trợ lực bằng điện EPS làm việc trên cơ sở phụ thuộc năng lượng của ắc quy, thực hiện các chức năng trợ lực thông thường nhưng với ưu điểm nổi bật so với các hệ thống lái trợ lực truyền thống trước đây:

- Hệ thống EPS có kích thước nhỏ gọn, dễ lắp đặt, bảo dưỡng.
- Giảm tiêu tốn nhiên liệu, một số nghiên cứu cho thấy rằng nhiên liệu tiêu tốn tiết kiệm (5% - 8%) so với cùng một xe trang bị hệ thống lái HPS.
- Không phụ thuộc vào tốc độ vòng quay của động cơ.
- Tăng khả năng thích ứng của hệ thống lái trong các điều kiện làm việc khác nhau và góp phần quản lý hệ thống tốt hơn, do có khả năng đưa nhiều thông số vào các mạch điều khiển và xử lý các chương trình phần mềm cài đặt sẵn bên trong EPS - ECU.
- Cho phép góp phần hạn chế lượng tiêu thụ nhiên liệu của động cơ nhiệt bằng cách thu hồi năng lượng của động cơ nhiệt khi dư thừa cấp cho bình tích năng lượng (ắc quy) và sau đó sử dụng với mục đích hỗ trợ lực điều khiển của người lái.
- Tạo điều kiện kiểm soát chặt chẽ sự làm việc của hệ thống lái thông qua các đèn báo giúp nâng cao khả năng đảm bảo an toàn trong chuyển động của ô tô.

1.2. Công dụng, phân loại, yêu cầu của hệ thống lái.

1.2.1. Công dụng.

Hệ thống lái trên ô tô có chức năng điều khiển quỹ đạo chuyển động của xe. Việc điều khiển quỹ đạo chuyển động của xe là duy trì phương chuyển động hoặc thay đổi phương chuyển động hiện tại của xe. Hai quá trình này được gọi chung là quay vòng xe.

Việc quay vòng xe hiện nay có thể thực hiện bằng các phương pháp sau đây:

- Xoay các bánh dẫn hướng.
- Truyền các mô men quay có trị số khác nhau đến các bánh xe chủ động ở bên trái và bên phải.
- Kết hợp đồng thời các hai phương pháp trên.

1.2.2. Phân loại.

Tùy thuộc vào yếu tố căn cứ để phân loại, hệ thống lái được chia thành các loại sau:

- Theo cách bố trí vô lăng.
 - + Hệ thống lái với vành lái bố trí bên trái (theo chiều chuyển động của ô tô) được dùng trên ô tô của các nước có luật đi đường bên phải như ở Việt Nam và một số các nước khác.
 - + Hệ thống lái với vành lái bố trí bên phải (theo chiều chuyển động của ô tô) được dùng trên ô tô của các nước có luật đi đường bên trái như ở Anh, Nhật, ...
- Theo số lượng cầu dẫn hướng.
 - + Hệ thống lái với các bánh dẫn hướng ở cầu trước.
 - + Hệ thống lái với các bánh dẫn hướng ở cầu sau.
 - + Hệ thống lái với các bánh dẫn hướng ở tất cả các cầu.
- Theo kết cấu của cơ cấu lái.
 - + Cơ cấu lái loại trực vít – cung răng.
 - + Cơ cấu lái loại trực vít – con lăn.
 - + Cơ cấu lái loại trực vít chốt quay.
 - + Cơ cấu lái loại liên hợp (gồm trực vít, êcu, cung răng).
 - + Cơ cấu lái loại bánh răng trụ – thanh răng.
- Theo kết cấu và nguyên lí làm việc của bộ cường hóa lái.
 - + Cường hóa thủy lực.
 - + Cường hóa khí (khí nén hoặc chân không).
 - + Cường hóa điện.
 - + Cường hóa cơ khí.

1.2.3. Yêu cầu.

Hệ thống lái phải đảm bảo những yêu cầu chính sau:

- Đảm bảo chuyển động thẳng ổn định: nếu có lý do bất kỳ làm xe chuyển động vòng ngẫu nhiên thì tự trả về chuyển động thẳng; hoặc sau khi hết vào đường vòng thì ô tô sẽ tự động trả về chuyển động thẳng mà không cần lái xe điều khiển trả về.
- Đối với chuyển động quay vòng bất kỳ, thì tất cả các bánh xe phải cùng tâm quay tức thời.
- Lực điều khiển hệ thống lái phải nhẹ nhàng.
- Hiệu suất truyền thuận phải cao, hiệu suất nghịch phải thấp cần thiết.
- Độ chậm tác dụng của trợ lực lái: nhằm tránh hiện tượng trợ lực lái có thể cướp lái (mất lái), cơ cấu trợ lực chỉ bắt đầu có tác dụng khi vô lăng đã quay được một góc an toàn nhất định.

1.3. Nguyên lý hoạt động, các bộ phận hệ thống lái.

Hệ thống lái của các loại ô tô ngày nay hết sức đa dạng và phong phú về nguyên lý hoạt động cũng như về kết cấu, tuy nhiên về cơ bản chúng đều có 4 bộ phận chính sau đây:

- Vô lăng (vành lái)
- Trục lái
- Cơ cấu lái
- Dẫn động lái

1.3.1. Nguyên lý hoạt động của hệ thống lái.

Khi vô lăng tiếp nhận lực tác động của tài xế, khi đó vô lăng sẽ truyền tới trục lái mô men và chiều mà tài xế tác động và trục lái truyền tới cơ cấu lái, các thanh dẫn động lái truyền chuyển động từ cơ cấu lái đến các bánh xe dẫn hướng kết quả là di chuyển theo hướng mà tài xế điều khiển. Kết cấu lái phụ thuộc vào cơ cấu chung của xe và từng chủng loại xe.

Để quay vòng được thì người lái cần tác động vào vô lăng một lực. Đồng thời có một phản lực sinh ra từ mặt đường lên mặt vuông góc với bánh xe. Để quay vòng đúng thì các bánh xe dẫn hướng phải quay quanh một tâm quay tức thời khi quay vòng.

1.3.2. Vô lăng (vành tay lái).

Vô lăng (vành tay lái) là bộ phận đặt trên buồng lái, thường có dạng tròn với các nang hoa, dùng để tạo mô men và truyền mô men quay do người lái tác dụng lên trục lái.

Ngoài chức năng chính như trên, vô lăng còn là nơi bố trí một số bộ phận bắt buộc như: công tắc còi và túi khí để bảo vệ người lái khi xảy ra sự cố tai nạn...vv.

Mặc dù trên hầu hết các hệ thống lái ngày nay đều được trang bị bộ trợ lực lái nhưng vô lăng cần phải đủ vững chắc để truyền được mô men yêu cầu lớn nhất kể cả khi bộ trợ lực bị hư hỏng.

Bán kính vô lăng được chọn phụ thuộc vào loại xe và cách bố trí chỗ ngồi của người lái, dao động từ 190mm (đối với xe du lịch) đến 275mm (đối với xe tải và xe khách cỡ lớn).

Ngoài ra vành lái cũng cần đảm bảo tính thẩm mỹ.



Hình 1.1. Cấu tạo vô lăng (vành lái).

1- Xương bằng thép; 2- Vỏ bọc cao su.

1.3.3. Trục lái.

- Chức năng.

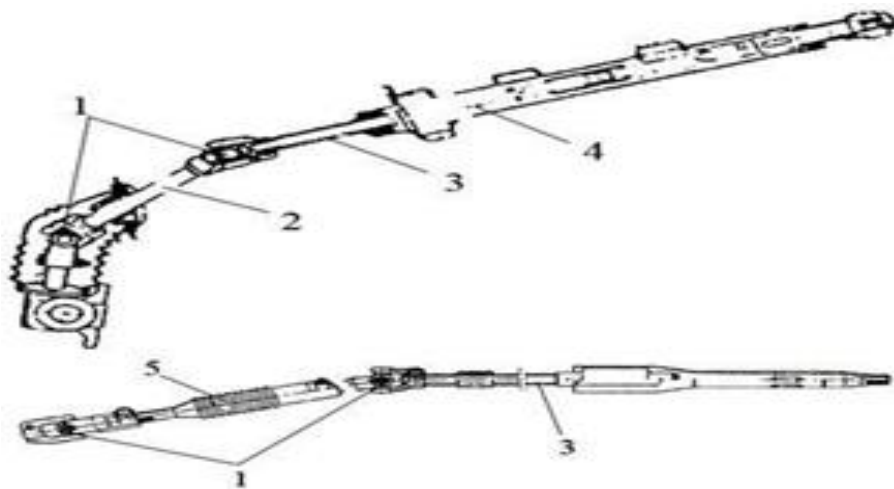
Trục lái là nhân tố cấu thành hệ thống lái có chức năng chính là truyền mô men lái từ vô lăng đến cơ cấu lái. Một trục lái đơn giản chỉ bao gồm trục lái và các bộ phận bao che trục lái.

Trục lái của những ô tô hiện đại có cấu tạo phức tạp hơn nó cho phép thay đổi độ nghiêng của vô lăng hoặc cho phép trục lái chùn ngấn lại khi người lái va đập trong trường hợp xảy ra tai nạn để hạn chế tác hại đối với người lái.

Ngoài ra trục lái còn là nơi lắp đặt nhiều bộ phận khác của ô tô như: cần điều khiển hệ thống đèn, cần điều khiển gạt nước, cần điều khiển hộp số, hệ thống dây điện và các đầu nối điện, ...

- Cấu tạo.

Trục lái là bộ phận đặt bên trong vỏ, trục lái có chức năng truyền chuyển động quay của vành tay lái đến cơ cấu lái. Đầu trên của trục lái thường có ren và then hoa để liên kết và cố định vô lăng lái trên trục lái, đầu dưới trục lái liên kết với trục đầu vào của cơ cấu lái.

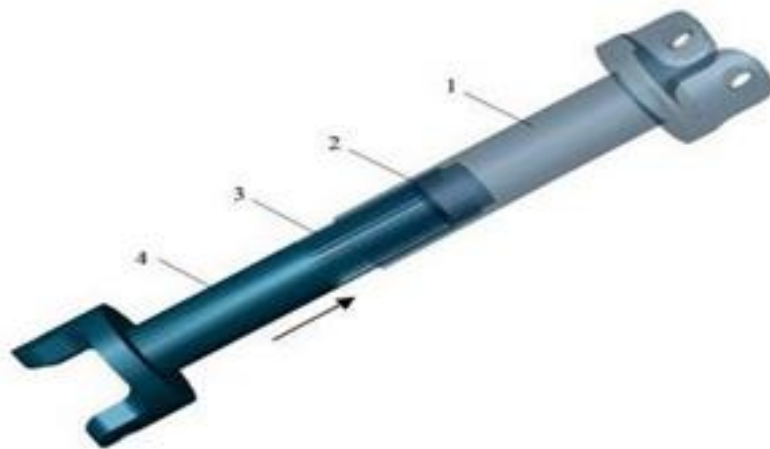


Hình 1.2. Kết cấu trục lái.

- 1- Khớp các-đăng; 2- Trục trung gian có khớp nối dài;
3- Trục lái chính; 4- Vỏ trục lái; 5- Vỏ cao su chắn bụi.

Trục lái có thể chỉ gồm một đoạn trục hoặc gồm nhiều đoạn trục liên kết với nhau và trục lái liên kết với trục đầu vào của cơ cấu lái bằng khớp nối kiểu các-đăng, khớp nối mềm, đôi khi bằng khớp nối kiểu chốt.

Trên trục trung gian có lắp khớp then để giảm thiểu những rung động dọc trục truyền lên vô lăng. Trên các loại xe có hệ thống treo phụ thuộc cơ cấu lái được lắp cố định trên trên dầm cầu, khi xe chuyển động trên đường không bằng phẳng dầm cầu sẽ rung động làm cho khoảng cách từ cơ cấu lái tới vô lăng bị thay đổi, khớp then sẽ khắc phục được những thay đổi này đảm bảo cho quá trình truyền mô men từ vô lăng xuống cơ cấu lái một cách liên tục.

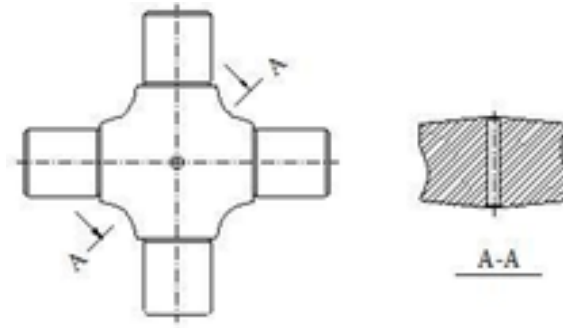


Hình 1.3. Kết cấu của khớp then trên trục trung gian.

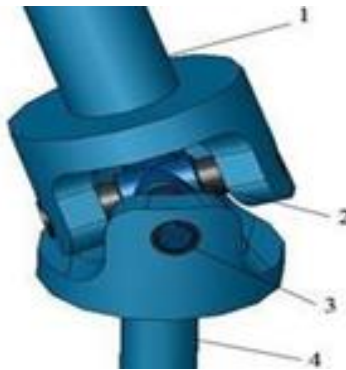
1- Nặng chủ động; 2- Then trong; 3- Then ngoài; 4- Nặng bị động.

Trong truyền động lái sử dụng loại các-đăng kép bao gồm hai các-đăng đơn như trên hình (Hình 1.3). Các-đăng đơn có cấu tạo khá đơn giản bao gồm hai nặng liên kết với nhau bằng một trục chữ thập, sử dụng bạc lót hay ổ bi kim bôi trơn bằng mỡ, nhờ trục các-đăng có thể thiết kế trục lái có hình dạng phù hợp với không gian và các bộ phận xung quanh.

Ngoài khớp các-đăng trục lái của một số loại xe ngày nay có sử dụng loại khớp mềm. Khớp nối mềm được làm bằng vật liệu cao su nhờ đó đường tâm của trục lái và trục đầu vào cơ cấu lái có lệch nhau một góc nhất định. Cao su trong khớp chữ thập có chức năng hấp thụ một phần rung động và giữ cho vô lăng ít bị rung.



Hình 1.4. Cấu tạo trục chữ thập.



Hình 1.5. Khớp các-đăng trên trục lái.

1- Trục chủ động; 2- Trục chữ thập; 3- Bạc lót; 4- Trục bị động.

1.3.4. Cơ cấu lái.

Cơ cấu lái là bộ phận giảm tốc đảm bảo tăng mô men tác động của người lái đến các bánh xe dẫn hướng.

- Cơ cấu lái cần phải đảm bảo các yêu cầu sau:
 - + Có thể quay được cả hai chiều để đảm bảo chuyển động cần thiết của xe.
 - + Có hiệu suất cao để lái nhẹ, trong đó cần có hiệu suất thuận lớn hơn hiệu suất nghịch để các va đập từ mặt đường được giữ lại phần lớn ở cơ cấu lái.
 - + Đảm bảo thay đổi trị số của tỷ số truyền khi cần thiết.
 - + Điều chỉnh khoảng hở ăn khớp của cơ cấu lái dễ dàng.
 - + Độ rơi của cơ cấu lái là nhỏ nhất.
 - + Đảm bảo kết cấu đơn giản nhất, giá thành thấp và tuổi thọ cao.
 - + Chiếm ít không gian và dễ dàng tháo lắp.
- Chức năng

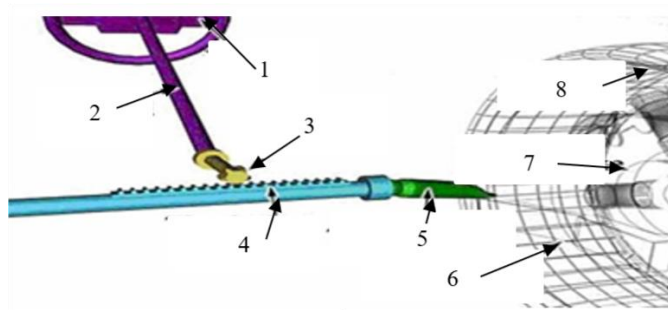
Biến chuyển động quay của trục lái thành chuyển động ngang của thanh lái.

Tăng lực tác động của người lái lên vô lăng lái để thực hiện quay vòng xe nhẹ nhàng hơn. Cơ cấu lái hoạt động tương tự như một hộp số với hai bộ phận cơ bản được gọi quy ước là trục quay của hộp số lái và trục lắc của hộp số lái. Trục quay là đầu vào của hộp số lái, nó trực tiếp liên kết với đầu dưới của trục lái và thực hiện chuyển động quay theo chuyển động của trục lái. Trục lắc là đầu ra của hộp số lái nó liên kết với đòn lắc chuyển hướng của dẫn động lái.

- Các kiểu cơ cấu lái

Căn cứ vào đặc điểm cấu tạo và nguyên lý hoạt động của cặp truyền động trục quay - trục lắc có thể phân biệt các kiểu cơ cấu lái sau:

- Kiểu bánh răng- thanh răng.

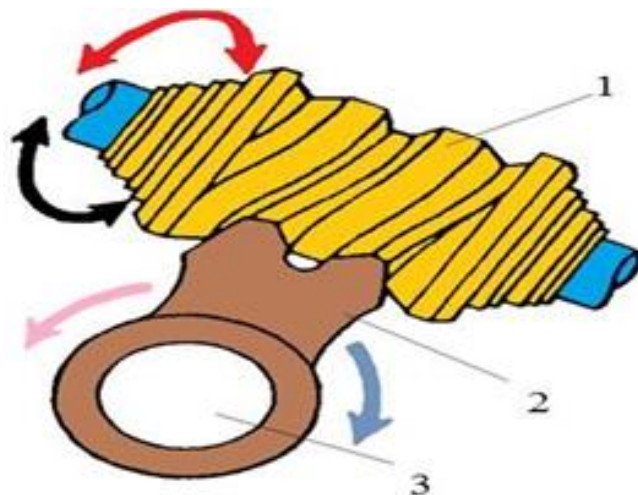


Hình 1.6. Cơ cấu lái kiểu bánh răng - thanh răng.

- 1- Vành lái; 2- Trục lái; 3- Bánh răng; 4- Thanh răng;; 5- Trục dẫn động; 6- Đòn quay; 7- Trục bánh xe; 8- Bánh xe.

Cơ cấu lái kiểu bánh răng - thanh răng có trục quay (đầu vào) được chế tạo như một bánh răng trên đoạn trục liên kết trục lắc (đầu ra). Trục lắc là một thanh răng thẳng. Hai đầu của thanh răng liên kết với hai thanh nối bên của dẫn động lái thông qua các khớp cầu. Các răng trên bánh răng và thanh răng liên kết với nhau. Khi bánh răng quay, thanh răng sẽ chuyển động tịnh tiến trên mặt phẳng ngang sang trái hoặc phải tùy theo chiều quay của vành tay lái. Trong dẫn động lái với hộp số lái kiểu bánh răng - thanh răng không có đòn lắc chuyển hướng mà thanh răng trực tiếp truyền chuyển động ngang cho các thanh nối.

- Kiểu trục vít - cung răng.



Hình 1.7. Cơ cấu lái kiểu trục vít - cung răng.

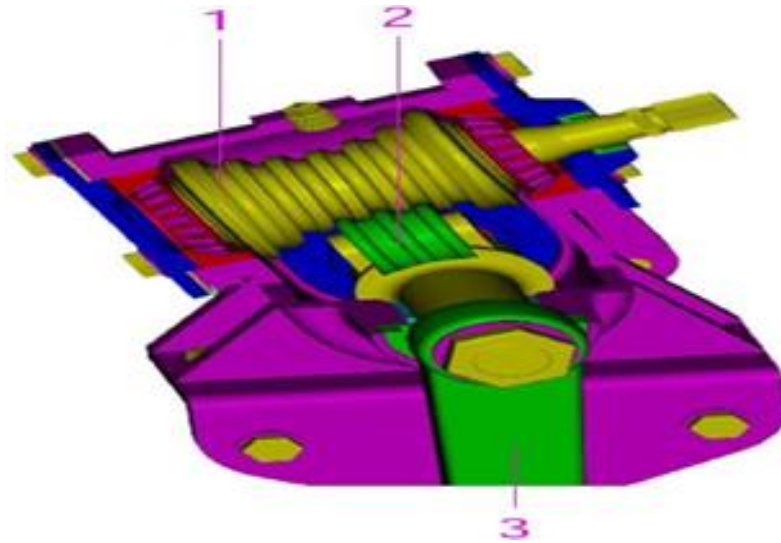
1- Trục vít; 2- Cung răng; 3- Trục lắc.

Loại này có ưu điểm là kết cấu đơn giản, làm việc bền vững. Tuy vậy có nhược điểm là hiệu suất thấp, cụ thể là hiệu suất thuận là $0,5 \div 0,7$ và hiệu suất nghịch là $0,4 \div 0,55$ và đồng thời điều chỉnh khe hở ăn khớp phức tạp nếu bố trí cung răng ở mặt phẳng đi qua trục trục vít.

Cung răng có thể là cung răng thường đặt ở mặt phẳng đi qua trục trục vít hoặc đặt ở phía bên cạnh. Cung răng đặt bên có ưu điểm là đường tiếp xúc giữa răng cung răng và răng trục vít khi trục vít quay dịch chuyển trên toàn bộ chiều dài răng của cung răng nên ứng suất tiếp xúc và mức độ mài mòn giảm, do đó tuổi thọ và khả năng tải tăng. Cơ cấu lái loại này thích hợp cho các xe tải cỡ lớn. Trục vít có thể có dạng trụ tròn hay glôbôit (lỗm). Khi trục vít có dạng glôbôit thì số răng ăn khớp tăng nên giảm được ứng suất tiếp xúc và mài mòn.

Ngoài ra còn cho phép tăng góc quay của cung răng mà không cần tăng chiều dài của trục vít.

- Kiểu trục vít - con lăn.



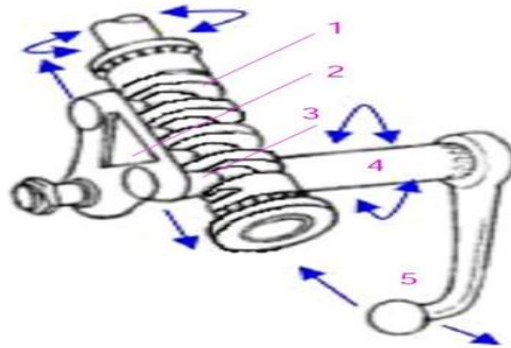
Hình 1.8. Cơ cấu lái kiểu trục vít - con lăn.

1- Trục vít; 2- Con lăn; 3- Đòn chuyển hướng của dẫn động lái.

Trục quay (liên kết với trục lái) của cơ cấu lái kiểu trục vít - con lăn có cấu tạo giống một trục vít vô tận. Trên trục lắp của cơ cấu lái có một bộ phận gọi là con lăn. Con lăn giống một bánh xe có ren phía ngoài. Các ren của con lăn ăn khớp với các ren của trục vít. Khi trục vít quay, con lăn sẽ quay quanh trục của nó đồng thời chuyển động dịch chuyển dọc theo trục của trục vít. Kết quả của các chuyển động đó là chuyển động xoay của trục lắp. Cơ cấu lái kiểu trục vít - con lăn được sử dụng phổ biến nhất hiện nay.

Ưu điểm của cơ cấu lái kiểu này là có kết cấu gọn, trục vít và con lăn có độ bền cao do ma sát giữa chúng là ma sát lăn và ứng suất nhỏ nhờ có nhiều ren của trục vít và con lăn tiếp xúc với nhau, hiệu suất cao, dễ điều chỉnh khe hở giữa các bộ phận liên kết trong hộp số lái.

- Kiểu trục vít – đòn quay.



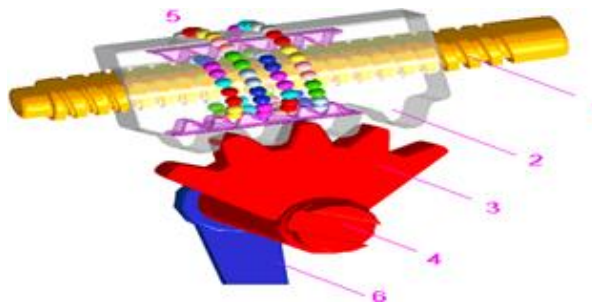
Hình 1.9. Cơ cấu lái kiểu trục vít - đòn quay.

- 1- Trục vít; 2- Đòn quay; 3- Chốt; 4- Trục lái; 5- Đòn lặc chuyển hướng.

Cơ cấu lái kiểu trục vít - đòn quay có trục quay của nó hoạt động tương tự như một trục vít nhưng có mặt cắt ngang giống một trục cam do các rãnh có độ sâu thay đổi theo chu vi, bởi vậy cơ cấu lái kiểu này còn gọi là kiểu cam đòn lặc. Trên trục lái của hộp số lái có gắn chi tiết gọi là đòn lặc, trên đòn lặc có các chốt. Trục quay và trục lái liên kết với nhau thông qua các chốt. Khi trục vít quay theo trục lái, các chốt sẽ trượt lên, xuống trong rãnh của trục vít và làm cho đòn lặc xoay trái, phải.

Cơ cấu lái kiểu trục vít - đòn quay cho phép dễ dàng thay đổi tỷ số truyền theo yêu cầu, nhưng có hiệu suất thấp và các chốt của kiểu cơ cấu lái này thường mòn nhanh. Kiểu cơ cấu lái này ngày càng ít được sử dụng trên các loại ô tô đời mới.

- Kiểu trục vít - êcu-bi.



Hình 1.10. Cơ cấu lái kiểu trục vít - êcu-bi.

- 1- Trục vít; 2- Ecu; 3- Cung răng; 4- Trục lái; 5- Bi;
6- Đòn lặc chuyển hướng (dẫn động lái)

Cơ cấu lái kiểu trục vít - ecu-bi có trục quay là một loại trục vít vô tận, còn trục lắc tương tự như trục lắc của hộp số lái kiểu trục vít - cung răng, nhưng cung răng không ăn khớp với trục vít mà nhận chuyển động từ trục vít thông qua ecu và các viên bi.

Ecu có các răng thẳng phía ngoài và các rãnh phía trong tương ứng với các rãnh trên trục vít. Các viên bi nằm trong rãnh giữa ecu và trục vít và trong ống dẫn bao quanh ecu. Khi trục vít quay các viên bi trong rãnh giữa trục vít và ecu sẽ đẩy nhau và luân chuyển trong ống dẫn để quay trở lại rãnh, đồng thời làm cho ecu dịch chuyển dọc theo trục vít.

Thông qua các răng của ecu và cung răng, chuyển động tịnh tiến của ecu được biến đổi thành chuyển động xoay của trục lắc.

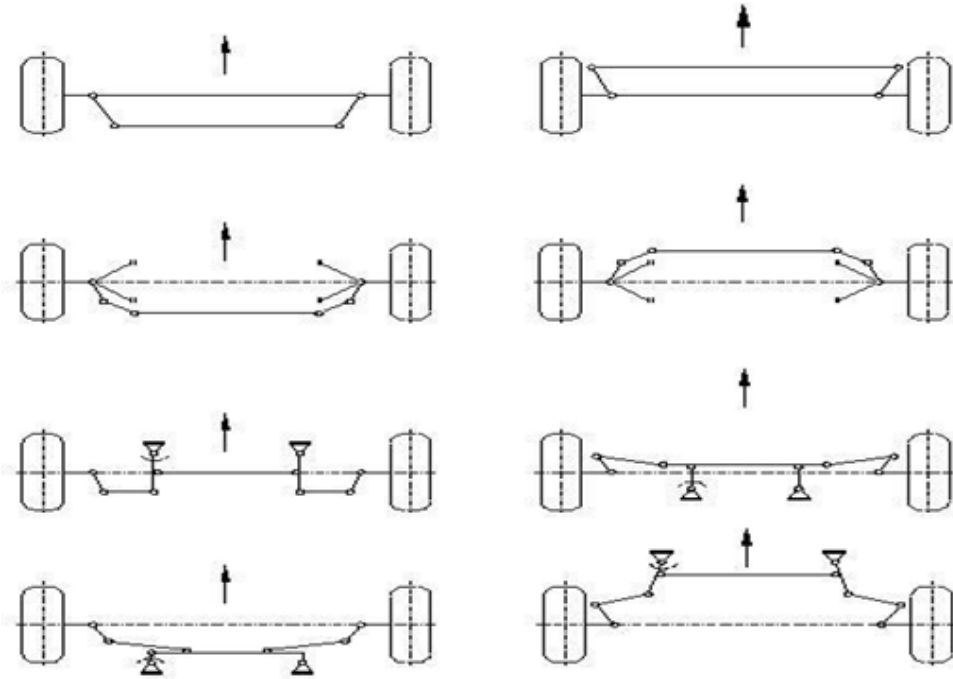
Kiểu hộp số lái này có ma sát trượt giữa các chi tiết chuyển động đã được thay thế bằng ma sát lăn giữa các cặp trục vít - bi và êcu-bi nên có thể đảm bảo tỷ số truyền lớn và hiệu suất cao. Điều này rất có lợi cho hệ thống lái không có trợ lực.

1.3.5. Dẫn động lái.

Cơ cấu dẫn động lái có chức năng truyền chuyển động điều khiển từ hộp cơ cấu lái đến hai ngõng quay của hai bánh xe. Bảo đảm mối quan hệ cần thiết về góc quay của các bánh xe dẫn hướng có động học đúng khi thực hiện quay vòng. Mối quan hệ cần thiết về góc quay của các bánh xe dẫn hướng được đảm bảo bằng kết cấu của hình thang lái.

Cơ cấu dẫn động lái bao gồm tất cả các chi tiết làm nhiệm vụ truyền lực từ cơ cấu lái đến các bánh xe dẫn hướng và đảm bảo cho các bánh xe có động học quay vòng đúng. Tùy theo cấu trúc khung gầm của từng xe mà người ta bố trí các loại cơ cấu dẫn động khác nhau.

Hình thang lái là bộ phận quan trọng nhất của dẫn động lái. Có nhiệm vụ đảm bảo động học quay vòng đúng cho các bánh xe dẫn hướng. Mục đích làm cho các bánh xe khỏi trượt khi quay vòng, làm giảm sự mài mòn lốp, giảm tổn hao công suất và tăng tính ổn định của xe.



Hình 1.11. Các cánh bố trí hình thang lái.

Hình thang lái có nhiều dạng kết cấu khác nhau như trên. Đòn ngang có thể cắt rời hay liền tùy theo hệ thống treo là độc lập hay phụ thuộc. Nhưng dù trường hợp nào thì kết cấu của hình thang lái cũng phải phù hợp với động học bộ phận hướng của hệ thống treo, để dao động thẳng đứng của các bánh xe không ảnh hưởng đến động học của dẫn động lái, gây ra dao động của bánh xe dẫn hướng quanh trục quay.

1.4. Tỷ số truyền và hiệu suất của hệ thống lái.

1.4.1. Tỷ số truyền.

a. Tỷ số truyền động học.

Tỷ số truyền động học i_{ω} là tỷ số truyền giữa góc quay của bánh lái và góc quay của đòn quay đứng. (trang 6 trong tài liệu [1])

$$i_{\omega} = \frac{d\theta}{d\varphi} = \frac{\omega_{\theta}}{\omega_{\varphi}} = \frac{\omega_v}{\omega_r} \quad (1.1)$$

Trong đó:

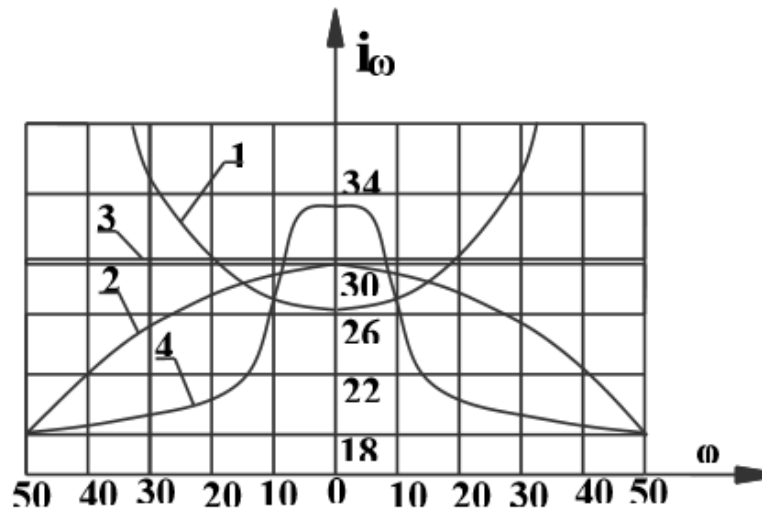
θ, φ : Các góc quay tương ứng của trục vào (vô lăng) và trục ra (đòn quay đứng).

$\omega_{\theta}, \omega_{\varphi}$: Các vận tốc góc tương ứng.

Tỷ số truyền động học i_ω đảm bảo cho góc quay cần thiết của vô lăng để quay các bánh xe dẫn hướng từ vị trí trung gian đến các vị trí biên không lớn hơn 1,8 vòng đối với ô tô du lịch và không lớn hơn 3 vòng đối với ô tô tải và ô tô khách, nhằm đảm bảo yêu cầu cơ động cao và thuận tiện điều khiển khi xe quay vòng. Tỷ số truyền lớn sẽ giảm lực đánh lái nhưng người lái phải quay vô lăng nhiều hơn khi quay vòng.

Giá trị của i_ω phụ thuộc vào loại và cỡ xe, thường nằm trong giới hạn $13 \div 22$ đối với ô tô du lịch và $20 \div 25$ đối với ô tô tải và khách, trong một số trường hợp có thể tới 40.

Quy luật thay đổi tỷ số truyền i_ω có một số dạng khác nhau tùy thuộc vào loại, kích cỡ và tính năng của xe. Đối với các xe thông thường quy luật thay đổi i_ω có dạng đường 4 như hình sau.



Hình 1.12. Quy luật thay đổi thay đổi tỷ số truyền động học của cơ cấu lái.

Trong phạm vi góc quay $\theta \leq \frac{\pi}{2}$, tỷ số truyền i_ω cần phải lớn để tăng độ chính xác điều khiển và giảm lực tác dụng lên vô lăng. Khi xe chạy trên đường thẳng với tốc độ lớn, theo số liệu thống kê thì đa số thời gian hệ thống lái làm việc với góc quay nhỏ của vô lăng quanh vị trí trung gian. Ngoài ra i_ω tăng còn làm giảm được các va đập từ mặt đường.

Ở các góc quay $|\theta| > \frac{\pi}{2}$ tỷ số i_ω cần giảm để tăng tốc độ quay vòng, tăng tính cơ động của xe.

Đối với các xe tốc độ thấp và trọng lượng toàn bộ lớn, quy luật thay đổi i_ω được làm theo (đường 2 trên hình), để khi quay vòng không ngoặt tương đối thường xuyên thì lực tác dụng nhỏ.

Trên các xe tốc độ rất lớn: thường sử dụng quy luật như (đường 1 trên hình). Khi đó, thời gian chuyển động thẳng với tốc độ rất lớn điều khiển ô tô được nhạy, còn khi quay vòng ngoặt với tốc độ vừa phải thì giảm được lực tác dụng.

Đối với các xe có cường hoà lái thì i_ω được làm không đổi (đường 3 trên hình) vì lúc này vấn đề cần giảm nhẹ điều khiển đã có cường hoà giải quyết.

b. Tỷ số truyền lực.

$$i_F = \frac{M_f}{M_v} = \frac{M_{dq}}{M_{vl}}$$

Trong đó:

i_F - Tỷ số truyền lực.

M_r - Mô men ra khỏi cơ cấu lái (hay trên đòn quay đứng).

M_v - Mô men vào cơ cấu lái (hay trên vô lăng).

1.4.2. Hiệu suất của hệ thống lái.

Hiệu suất của cơ cấu lái có thể xác định theo công thức sau (CT 1.3 trang 8 [1])

$$\eta_t = \frac{N_r}{N_v} = \frac{M_r \omega_r}{M_v \omega_v} = \frac{i_F}{i_\omega}$$

Trong đó:

M_r, M_v - Các mô men đo ở đầu ra và đầu vào của cơ cấu lái.

ω_v, ω_r - Các tốc độ góc tương ứng ở đầu ra và đầu vào của cơ cấu lái.

i_F - Tỷ số truyền lực.

i_ω - Tỷ số truyền động học.

Do hiệu suất của cơ cấu lái có giá trị khác nhau tùy theo chiều truyền lực từ trên trục lái xuống hay từ dưới bánh xe dẫn hướng lên, nên người ta phân biệt.

Hiệu suất thuận η_{th} : là hiệu suất tính theo chiều truyền lực từ trên trục lái xuống các bánh xe dẫn hướng.

Hiệu suất nghịch η_{ng} : là hiệu suất tính theo chiều truyền lực từ dưới bánh xe dẫn hướng lên vô lăng.

Hiệu suất thuận của cơ cấu lái cần phải lớn để giảm tổn thất lực và giảm nhẹ lực điều khiển. Trong khi đó hiệu suất nghịch cần phải nhỏ để giảm các va đập truyền từ hệ thống chuyển động lên vô lăng. Tuy vậy hiệu suất nghịch không được quá thấp vì sẽ làm mất tác dụng của mô men ổn định và bánh dẫn hướng sẽ không tự về được vị trí trung gian khi bị lệch khỏi vị trí đó do va đập và người lái bị mất cảm giác đường.

Khi sử dụng cường hoá thì yêu cầu đặt ra với các giá trị hiệu suất sẽ bị giảm. Do lúc này cường hoá vừa đảm bảo lái nhẹ vừa dập tắt những va đập truyền từ bánh xe lên vô lăng.

1.5. Tổng quan hệ thống trợ lực

1.5.1. Công dụng của hệ thống trợ lực

Trợ lực của hệ thống lái có tác dụng giảm nhẹ cường độ lao động của người lái, giảm mệt mỏi khi xe hoạt động trên đường dài. Đặc biệt trên xe có tốc độ cao, trợ lực lái còn nhằm nâng cao tính an toàn chuyển động khi xe có sự cố ở bánh xe như non lốp, hết khí nén trong lốp và giảm va đập truyền từ bánh xe lên vành tay lái.

Để cải thiện tính êm dịu chuyển động, các xe hiện đại đều dùng lốp bản rộng, áp suất thấp để tăng diện tích tiếp xúc với mặt đường. Kết quả là cần một lực lái lớn hơn.

Lực lái có thể giảm bằng cách tăng tỷ số truyền của cơ cấu lái. Tuy nhiên, việc đó lại đòi hỏi phải quay vô lăng nhiều hơn khi xe quay vòng dẫn đến không thể thực hiện được việc quay vòng ngoặt gấp.

Vì vậy, để giữ cho hệ thống lái nhanh nhạy trong khi vẫn chỉ cần lực lái nhỏ, cần phải có trợ lực lái.

Yêu cầu của trợ lực lái:

- Hoạt động tin cậy, chính xác.
- Đáp ứng nhanh khi đánh lái gấp.
- Khi trợ lực hỏng thì vẫn có thể lái được.
- Kết cấu đơn giản, dễ dàng sửa chữa.

1.5.2. Phân loại các hệ thống trợ lực

Hệ thống lái trợ lực được sử dụng phổ biến rộng rãi trên tất cả các ô tô với nhiều hình thức trợ lực khác nhau. Nhưng chủ yếu phụ thuộc 2 nhóm chính:

- Nhóm trợ lực thủy lực đơn thuần
- Nhóm trợ lực có điều khiển điện - điện tử

Các phương pháp điều khiển của 2 nhóm trên có thể được mô tả tóm tắt như sau:

Phương pháp điều khiển lưu lượng (Flow Control Method): trong phương pháp này van điện từ Solenoid được đặt tại vị trí cửa ra của bơm để mở một đường dầu đi tắt về đường hồi dầu. Bộ điều khiển điện tử sẽ điều chỉnh van điện từ solenoid mở khi ô tô chạy ở tốc độ cao để giảm lưu lượng của bơm cấp đến van trợ lực và xi lanh trợ lực. Điều này làm tăng lực lái. Bằng việc giảm độ cản của mạch giữa bơm và xi lanh trợ lực, yêu cầu về trợ lực sẽ giảm. Dòng dầu thủy lực được đưa tới xi lanh trợ lực sẽ giảm khi lái ở tốc độ cao và vậy đối với phương pháp này, lượng tỉ lệ phản hồi và lực phản lái sẽ cân bằng tại điểm cân bằng.

Phương pháp điều khiển mạch tách qua xi lanh trợ lực (Cylinder Bypass Control Method): trong phương pháp này một van điện và một mạch rẽ sẽ được thiết lập hai khoang cửa xi lanh trợ lực. Thời gian mở van sẽ được kéo dài bởi bộ điều khiển điện tử cho phù hợp với việc tăng tốc độ ô tô. Như vậy sẽ giảm được áp suất dầu trong xi lanh trợ lực và tăng cảm giác lái. Giống như phương pháp điều khiển lưu lượng hệ thống này cũng đạt được điểm cân bằng giữa lượng phản hồi lái và lực cản lái.

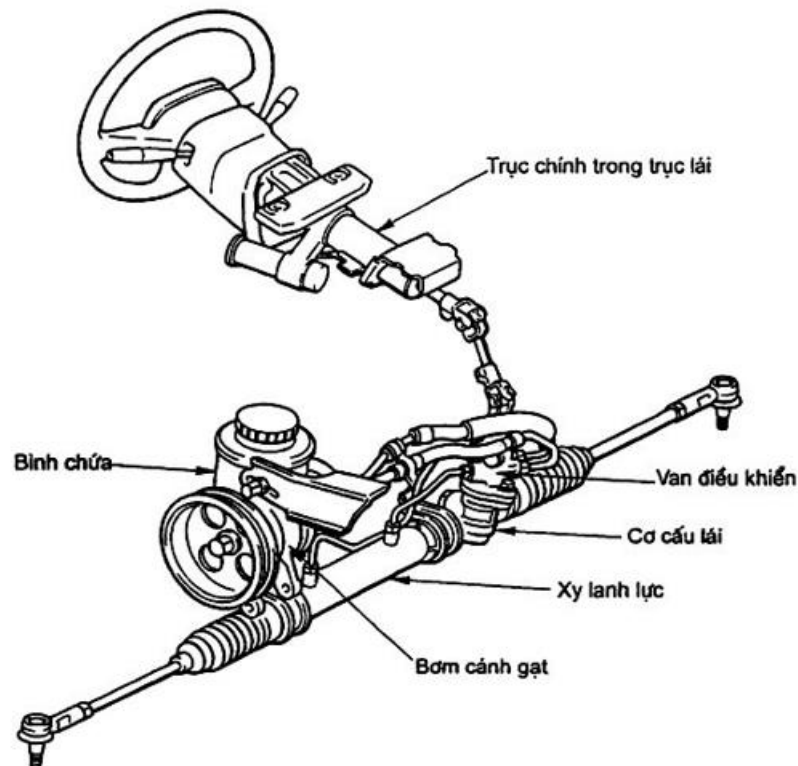
Phương pháp điều khiển đặc tính van (Valve Characteristics Control Method): trong phương pháp này, áp suất điều khiển bị giới hạn bởi cơ cấu van xoay tức là điều khiển lưu lượng và áp suất của dầu cung cấp cho xi lanh trợ lực được chia thành phần thứ hai, phần thứ ba. Còn phần thứ tư được điều khiển bởi tín hiệu động cơ điều khiển dòng dầu giữa phần thứ hai và phần thứ ba của van. Hiệu quả lái được điều khiển bằng cách phát hiện ra những biến đổi điều khiển của phần thứ tư để biến đổi tỉ lệ trợ lực. Do cấu trúc hệ thống đơn giản và dòng dầu được cung cấp hiệu quả từ bơm đến xi lanh trợ lực, hệ thống này thể hiện lượng phản hồi tốt. Khi dòng điện cấp cho van điện từ là 0,3A van sẽ mở hết cỡ và rất phù hợp với chạy xe tốc độ cao.

Phương pháp điều khiển phản lực dầu (Hydraulic Reaction Force Method): trong phương pháp này hiệu quả trợ lực lái được điều khiển bởi cơ cấu phản lực dầu, nó được lắp

trên van xoay (van trợ lực). Van điều khiển phản lực dầu làm tăng áp suất dầu cấp cho khoang phản lực phù hợp với tốc độ xe.

1.5.3. Hệ thống lái có trợ lực thủy lực

Trợ lực lái thủy lực dùng áp suất dầu để hỗ trợ việc đánh lái.



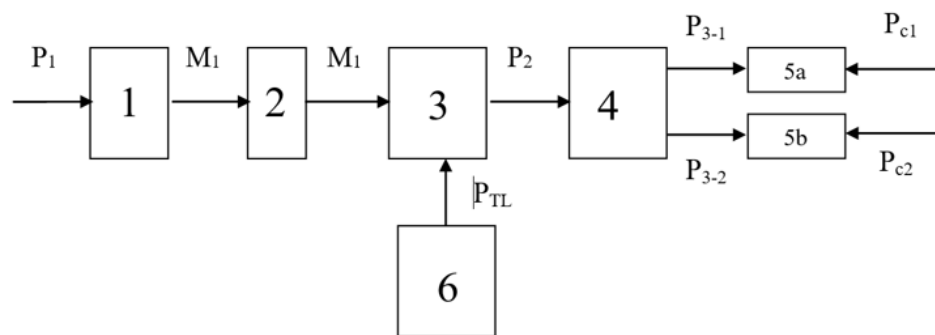
Hình 1.13. Hệ thống trợ lực thủy lực

Hệ thống lái trợ lực thủy lực bao gồm các bộ phận chính sau: vành lái, trục lái, bình chứa dầu, bơm trợ lực, cơ cấu lái, van điều khiển, xi lanh lực và các ống dẫn dầu thủy lực.

- Ưu điểm:
 - + Giúp người lái điều khiển nhẹ nhàng hơn so với hệ thống lái không có trợ lực nhờ có thêm lực tác động từ xilanh lực
 - + Trong trường hợp xe bị nổ lốp hoặc xì hơi thì hệ thống đảm bảo được an toàn về hướng trong quá trình chuyển động
 - + Kết cấu đơn giản hơn so với các hệ thống trợ lực khác như trợ lực khí nén và trợ lực điện
 - + Có độ bền cao và có khả năng chịu va đập nhẹ.

- + Nhược điểm:
- + Áp suất dầu được tạo ra từ bơm dầu và được lai dẫn từ trục khuỷu của động cơ vì vậy bơm dầu luôn luôn hoạt động trong suốt quá trình chạy dẫn đến tổn hao công suất.
- + Hệ thống thủy lực có áp suất, vì vậy cần thiết độ kín khít cao nên thường xuyên phải kiểm tra bảo dưỡng hệ thống trong quá trình làm việc
- + Tuy kết cấu đơn giản nhưng hệ thống có khối lượng lớn và công kênh dẫn đến làm tăng tổng trọng lượng của xe
- + Hệ thống làm việc gây ra tiếng ồn do phải quay bơm dầu liên tục và các đường ống, van dầu là chất thải gây ô nhiễm môi trường

1.5.4. Mô hình toán học hệ thống lái trợ lực thủy lực



Hình 1.14. Sơ đồ khối mô hình toán học hệ thống lái có trợ lực

1- Vô lăng; 2- Trục lái chính; 3- Cơ cấu lái; 4- Dẫn động lái; 5a, 5b – Bánh xe dẫn hướng; 6- Xi lanh trợ lực.

P_1 - Lực quay vòng của người lái đặt trên vành tay lái.

P_2 - Lực trên ngỗng lái (hoặc thanh răng).

P_{3-1}, P_{3-2} - Lực cản quay vòng các bánh xe.

M_1 – Mô men do người lái tác động vào trục lái.

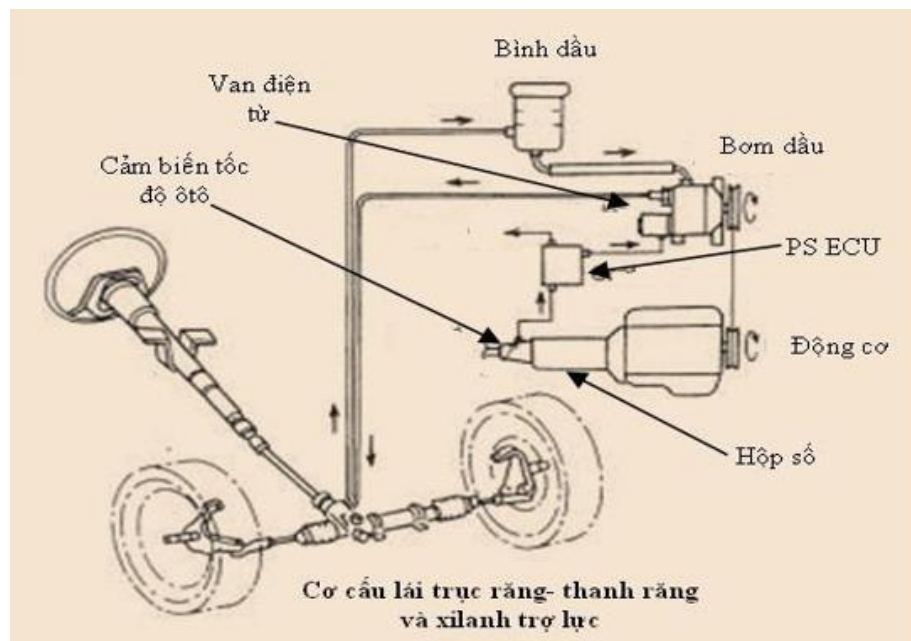
Trên mô hình toán học (Hình 1.14) của hệ thống lái có trợ lực có bố trí thêm phần tử 6, đó là phần tử trợ lực. Phần tử trợ lực tạo ra một lực P_{TL} tác động vào cơ cấu lái để hỗ trợ cho lực của người lái. Như vậy, cơ cấu lái 3 sẽ là bộ phận tổng hợp của 2 lực: Lực do

mô men M_1 được chuyển hoá từ lực của người lái P_1 và lực P_{TL} sinh ra do phần tử trợ lực. Cả 2 thông số này đều biến đổi theo lực cản quay vòng của ô tô.

1.5.5. Hệ thống trợ lực thủy lực điều khiển điện tử

Hệ thống lái trợ lực điều khiển điện-điện tử có nhiều loại được thiết kế bố trí khác nhau. Vì vậy, việc phân tích cấu trúc hệ thống và phương pháp điều khiển cũng được tách riêng đối với từng kiểu.

- Hệ thống lái trợ lực thủy lực với van điện tử lắp ở bơm trợ lực thực hiện điều khiển lưu lượng:



Hình 1.15. Sơ đồ hệ thống lái trợ lực thủy lực với van điện tử lắp ở bơm trợ lực

Trong phương pháp này van điện tử được điều khiển bởi một ECU trợ lực lái (PS - ECU) làm thay đổi độ mở van từ cửa cấp về cửa hồi dầu theo tốc độ ô tô. Nhờ đó mà áp suất trong hệ thống trợ lực lái giảm theo tốc độ ô tô. Tín hiệu tốc độ ô tô được phản ánh bằng cảm biến tốc độ ô tô lắp ở trục thứ cấp hộp số.

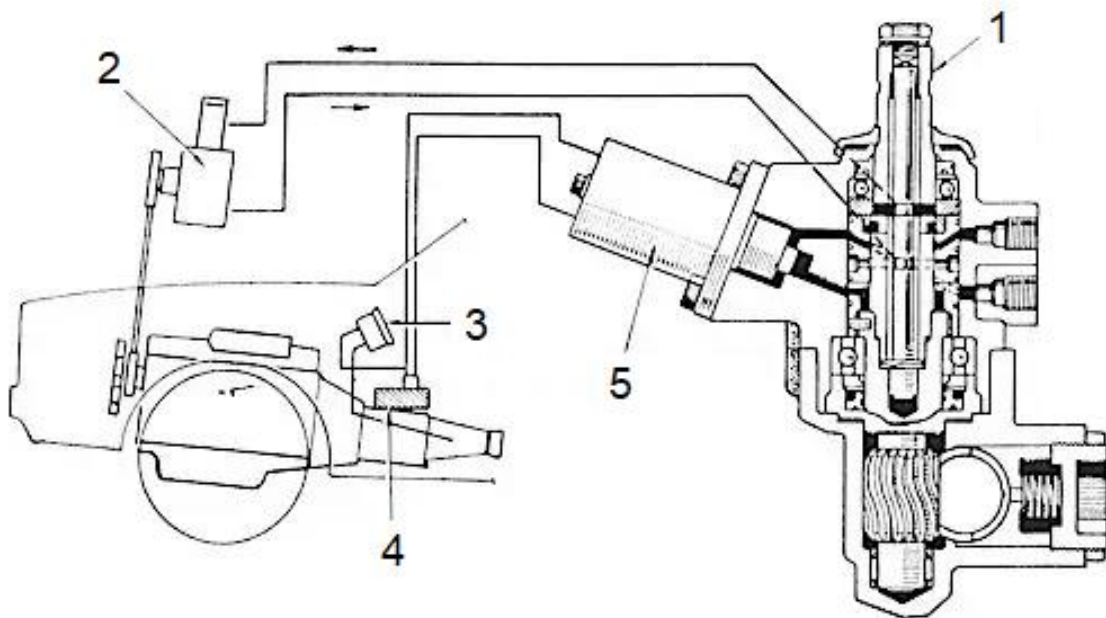
- Hệ thống lái trợ lực thủy lực với van điện tử trên mạch dầu van trợ lực lái:

Van trợ lực lái được chế tạo theo nguyên lý mạch cầu thủy lực gồm 6 cửa:

- + Cửa P: Cửa dầu từ bơm trợ lực đến.

- + Cửa R: Cửa dầu từ van trợ lực về bình dầu.
- + Cửa A và cửa B: Cửa dầu đến 2 phía của piston xi lanh trợ lực.
- + Cửa C và cửa D: Cửa dầu đến van điện từ.

Độ mở của van điện từ được điều khiển bằng chuỗi xung có tỷ lệ thường trực thay đổi từ ECU lái (PS - ECU). Độ mở lớn của van điện từ ở tốc độ cao sẽ làm cản trở dòng dầu từ cửa B của van (tức là từ 1 phía của piston xi lanh trợ lực) hồi về thùng dầu như vậy sẽ cản trở việc di chuyển của piston xi lanh trợ lực lái. Điều này sẽ làm cho hệ thống lái kém nhạy hơn, lái nặng hơn ở tốc độ cao.

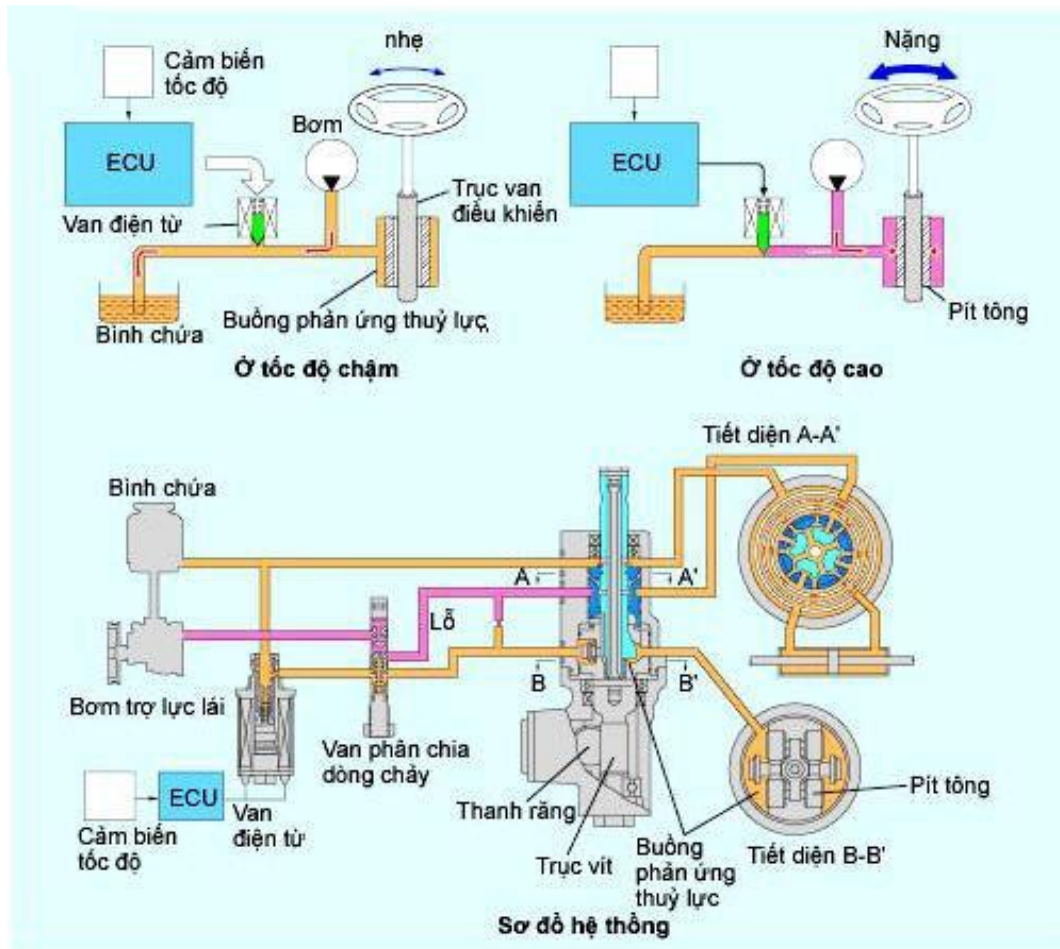


Hình 1.16. Sơ đồ hệ thống lái trợ lực thủy lực với van điện từ trên mạch van trợ lực

- 1- Cơ cấu lái và van trợ lực; 2- Bơm trợ lực;
3- Cảm biến tốc độ; 4- ECU; 5- Motor điều khiển

- Hệ thống lái trợ lực thủy lực với van điện từ tại cửa vào ra của van trợ lực:

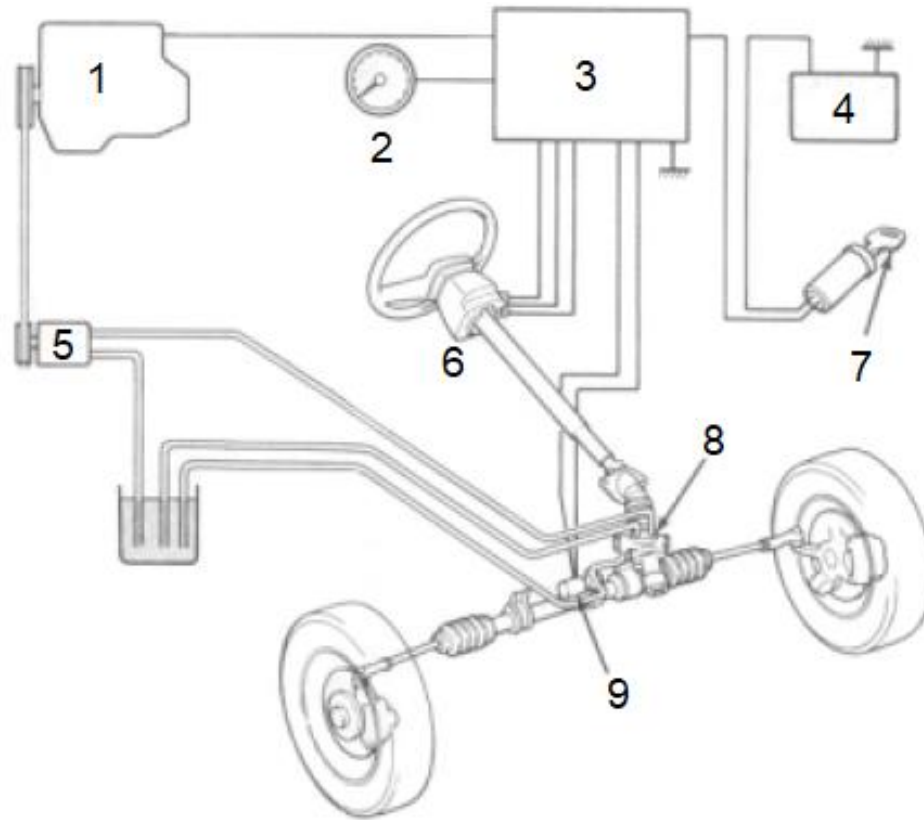
Bằng cách điều khiển độ mở của van điện từ thay đổi theo tốc độ ô tô làm cho một phần dầu từ bơm trợ lực lái được đi tắt qua van điện từ và hồi về bình dầu, dẫn tới thay đổi áp suất và lưu lượng cấp cho xi lanh trợ lực. Từ đó, thay đổi lực lái.



Hình 1.17. Nguyên lý thay đổi hệ số trợ lực bằng van điện từ tại cửa vào ra

- Hệ thống lái trợ lực thủy lực với cách thay đổi tốc độ bơm trợ lực lái:

Trong trường hợp này bơm trợ lực lái không dẫn động bằng dây đai từ động cơ mà được dẫn động từ một động cơ điện, được điều khiển bởi PS - ECU. Tốc độ bơm phụ thuộc vào 2 yếu tố chính là tốc độ ô tô và tốc độ đánh tay lái. Hai yếu tố này được phản ánh bằng hai tín hiệu, tín hiệu cảm biến tốc độ ô tô và cảm biến góc đánh lái. Có hai cách điều khiển phụ thuộc vào loại motor dẫn động bơm trợ lực.



Hình 1.18. Hệ thống lái trợ lực thủy lực với cách thay đổi tốc độ bơm trợ lực lái

- 1- Động cơ; 2- Cảm biến vận tốc; 3- EPSCM; 4- Ắc quy; 5- Bơm trợ lực lái; 6- Cảm biến góc lái; 7- Khoá đánh lửa; 8- Trục lái; 9- Motor điều khiển.

Hình 1.18 là hệ thống trợ lực lái dùng motor điện 1 chiều thông thường (có cổ góp, chổi than) dẫn động bơm trợ lực lái. Tốc độ bơm trợ lực lái thay đổi làm thay đổi lưu lượng và áp suất trong hệ thống, kết quả là ảnh hưởng đến hệ số trợ lực lái.

Ngày nay, do kỹ thuật lập trình phát triển mạnh ở các hệ thống điều khiển ô tô nên những hệ thống lái trợ lực thủy lực điều khiển điện đã áp dụng motor bước (không có cổ góp, chổi than) để dẫn động bơm trợ lực lái.

- Ưu điểm:
 - + Do được cải tiến từ hệ thống trợ lực thủy lực nên bao gồm những ưu điểm của hệ thống trợ lực thủy lực thông thường.
 - + Cảm giác lái chân thực giúp tài xế có trải nghiệm tốt hơn.
 - + Khả năng điều chỉnh lực quay linh hoạt tùy theo điều kiện vận hành của xe.
- Nhược điểm:

- + Tuy được cải tiến nhiều nhưng bản chất vẫn là trợ lực thủy lực nên hệ thống vẫn gây tổn hao công suất do phải lái dẫn bơm trợ lực.
- + Yêu cầu về độ kín khít cao, khối lượng lớn, chiếm diện tích.

1.5.6. Hệ thống lái trợ lực điện.

Trợ lực lái bằng điện hoạt động theo cơ cấu đơn giản với việc giữ lại cơ cấu lái truyền thống (bánh răng - thanh răng), thêm vào đó là cảm biến đặt ở trục lái sẽ gửi tín hiệu đến ECU để xử lý và điều khiển motor điện. motor điện quay sẽ đẩy thanh răng theo chiều xoay của trục lái.

Ưu điểm của trợ lực lái bằng điện:

- Trợ lực lái bằng điện sử dụng motor điện để đẩy thanh răng của hệ thống lái, không sử dụng sức mạnh của động cơ để hoạt động nên giúp động cơ tiết kiệm nhiên liệu từ 2-3% cho xe khi vận hành.
- Kết cấu thiết kế đơn giản, có trọng lượng nhẹ hơn so với trợ lực lái thủy lực. - Hệ thống lái trợ lực điện cho tay lái nhẹ nhàng hơn khi xe chạy ở tốc độ thấp mang đến sự thoải mái cho người lái.
- Tay lái trợ lực điện nặng hơn và cho cảm giác thật hơn khi chạy ở tốc độ cao, mang đến cảm giác an toàn và ổn định cho xe.
- Hệ thống lái trợ lực điện sử dụng dầu thủy lực, kém thân thiện với môi trường.

Tuy vậy, hệ thống EPS vẫn có nhược điểm của nó. Thông qua một cuộc thử nghiệm trên đường đua tốc độ cao, đặc biệt ở đoạn bẻ cua gấp thì do lực quán tính của động cơ điện nên dù đã có tình ngắt điện nhưng động cơ vẫn quay, điều này gần như không khác biệt mấy so với trợ lực thủy lực và cần sẽ được khắc phục trong tương lai.

Ngoài ra, chính việc sử dụng công nghệ kiểm soát điện tử và lập trình khá tinh vi, nên đôi khi hệ thống trợ lực lái điện tử làm cho vô-lăng trở nên quá nhẹ, như không còn cảm giác cầm lái, thậm chí là có người còn cảm nhận được rằng mô-tơ trợ lực phát ra tiếng ồn khiến người ngồi trong khoang xe có thể nghe thấy.



Hình 1.19. Hệ thống lái trợ lực điện

Ở thời điểm hiện tại, ngoại trừ các dòng xe cũ hoặc đã qua sử dụng, không còn nhiều những mẫu xe mới sử dụng hệ thống lái trợ lực thủy lực, thay vào đó sẽ là hệ thống lái trợ lực điện tiên tiến và mới nhất. Có thể kể đến những thương hiệu phổ biến như Kia, Hyundai, Toyota hay Honda, còn những thương hiệu xe sang như MercedesBenz, Audi hay BMW đều đã áp dụng từ trước đây.

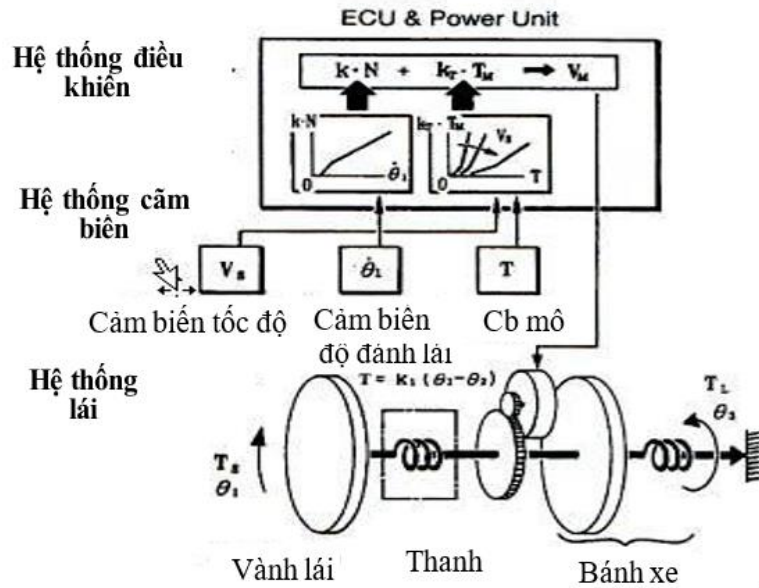
1.5.7. Các phương pháp điều khiển motor trợ lực lái trong hệ thống lái trợ lực điện:

Motor trợ lực lái có thể được điều khiển theo 2 cách:

- Điều khiển điện áp
- Điều khiển dòng điện

Phương pháp điều khiển điện áp (Voltage Control Method):

Trong phương pháp điều khiển điện áp (hình 1.20) tốc độ quay và mô men của motor trợ lực được điều khiển chủ yếu căn cứ vào tín hiệu của cảm biến mô men lái và cảm biến tốc độ đánh lái.



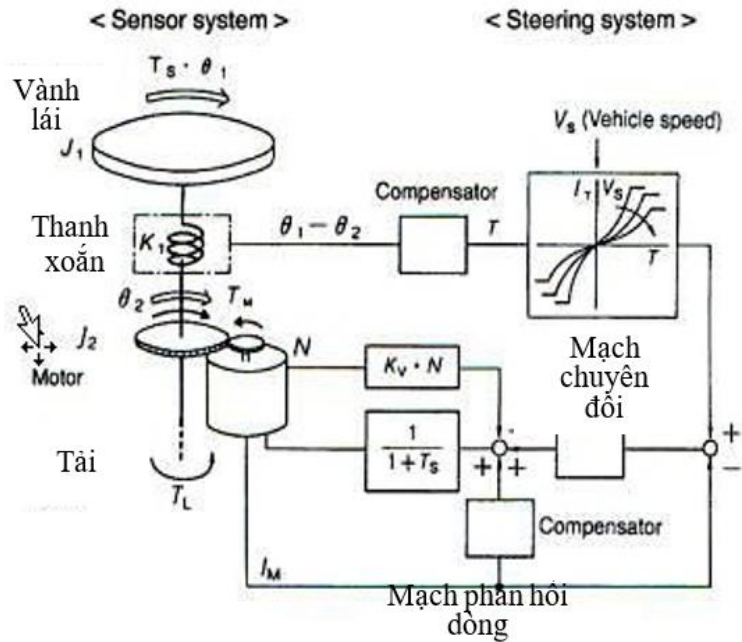
Hình 1.20. Sơ đồ mô phỏng quá trình điều khiển motor trợ lực lái theo phương pháp điều khiển điện áp

Khi ô tô đang chạy ở vận tốc thấp, điều khiển thông thường sẽ được sử dụng. Với loại điều khiển này, giá trị đối với $(R.i + k.N)$ là giá trị đầu ra dẫn tới motor để đạt được vận tốc phản hồi tốt (vận tốc phản hồi hệ thống lái). Và điều này sẽ đưa đến cho hệ thống lái những tính năng tiện lợi. Khi ô tô đang chạy ở vận tốc cao thì có thể tiếp tục sử dụng hai loại điều khiển.

- Trong phương pháp điều khiển thứ nhất: Điều khiển ngược, giá trị $(k.N)$ được lấy giá trị nhỏ hơn để mô men chống rung thường tỉ lệ với với tốc độ động cơ được phát ra.
- Trong phương pháp thứ hai: Điều khiển chống rung, mô men motor sinh ra sẽ ngược chiều với chiều quay của motor với $V = 0$ khi vành lái được tự do.

Phương pháp điều khiển dòng điện (Current Control Method): (xem hình 1.21)

Trong phương pháp này, giá trị cần đạt được đối với dòng điện của motor tương ứng với mô men của motor được thiết lập để nó bằng với tín hiệu tốc độ phản hồi của cảm biến tốc độ động cơ.

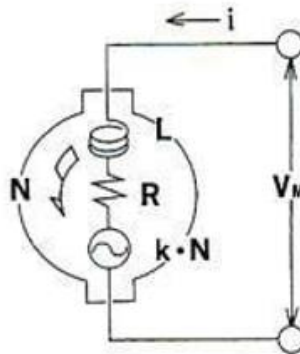


Hình 1.21. Sơ đồ mô phỏng quá trình điều khiển motor trợ lực lái theo phương pháp điều khiển dòng điện

Hai phương pháp điều khiển trên dựa trên mối quan hệ các thông số của motor. Trong mạch tương đương của motor được mối liên hệ giữa điện áp cực V_m trở kháng L , điện trở R , sức điện động cố định K , tốc độ quay vòng N , cường độ dòng điện i , thời gian t được thể hiện trong công thức:

$$V_m = L.(di/dt) + R.i + K.N = R.i + k.N$$

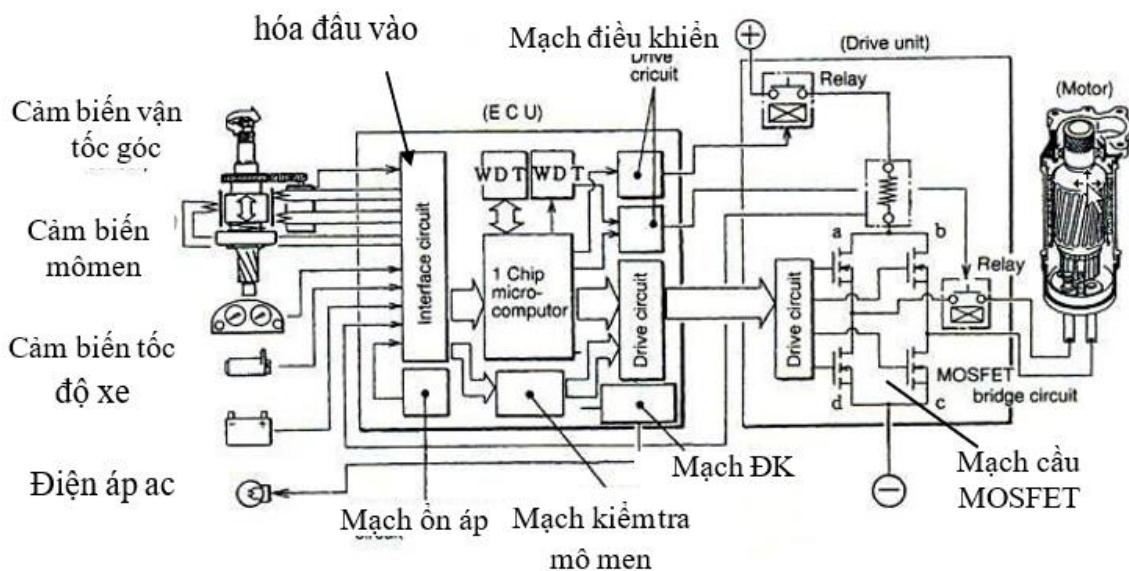
Trong đó cường độ dòng điện i tỉ lệ với mô men quay của motor T_m .



Hình 1.22. Mạch tương đương của motor

Từ công thức trên, có hai phương pháp điều khiển motor. Trong phương pháp điều khiển motor điện dòng điện mục tiêu của motor IT (tỉ lệ với mô men quay TM) được xác định tín hiệu đầu ra T của cảm biến mô men và sự điều khiển được thực hiện để không có sự khác biệt giữa giá trị dòng điện mục tiêu IT và giá trị tìm ra IM thông qua sự phản hồi của cảm biến dòng điện.

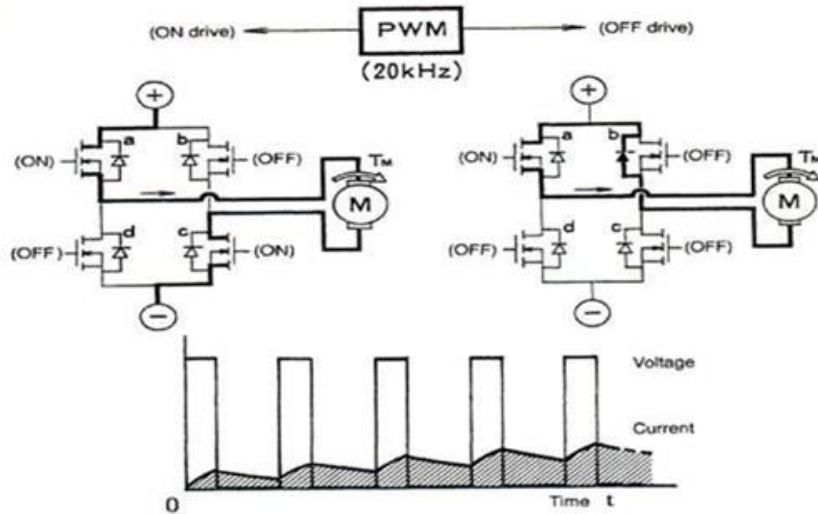
Trong phương pháp điều khiển điện áp điện áp thành phần ($VM1 = R.i = kT.TM$; trong đó kT là hệ số tỉ lệ cố định). Tương ứng với mô men, được tính toán dựa trên tín hiệu đầu ra của cảm biến mô men và điện áp thành phần của motor ($VM2 = k.N$). Nó tương xứng với tốc độ của motor khi được tính toán dựa trên tín hiệu đầu ra $\theta 1$ từ cảm biến vận tốc góc của bánh lái. Có hai điện áp thành phần được đưa vào và lấy ra.



Hình 1.23. Sơ đồ điều khiển tổng quát của ECU trợ lực lái điện

Trong đó các tín hiệu từ cảm biến mô men lái, tốc độ ô tô, điện áp ắc quy, góc quay vô lăng được gửi về bộ xử lý trung tâm (ECU). Từ đây ECU tính toán chế độ điều khiển đã được lập trình sẵn và điều khiển mạch công suất (Drive Unit) và các Transistor hoặc các mạch tổ hợp MOSFET được điều khiển ON/OFF để cấp điện cho motor trợ lực.

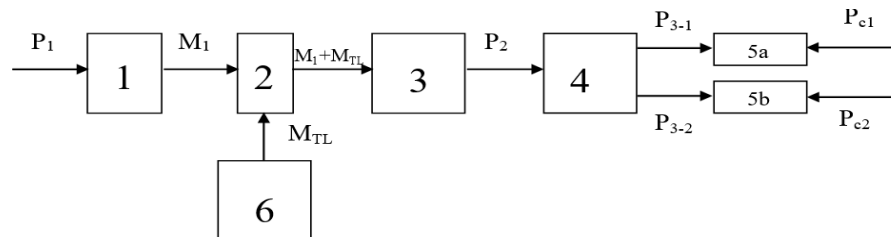
Phương pháp điều khiển các MOSFET dẫn động motor (hình 2.23)



Hình 1.24. Điều khiển chế độ motor

Trong tương lai, để giảm chi phí bảo dưỡng sửa chữa motor trợ lực thông thường được thay bằng motor bước (không cần có góp và chổi than).

Mô hình toán học của hệ thống này có thể được mô phỏng như sau:



Hình 1.25. Mô hình toán học của hệ thống trợ lực

1- Vô lăng; 2- Trục lái chính; 3- Cơ cấu lái; 4- Dẫn động lái; 5a,

5b – Bánh xe dẫn hướng; 6- Motor trợ lực lái

P_1 - Lực quay vòng của người lái đặt trên vành tay lái

P_2 - Lực trên ngõng lái (hoặc thanh răng).

P_{3-1}, P_{3-2} - Lực cản quay vòng các bánh xe.

M_1 – Mô men do người lái tác động vào trục lái.

M_{TL} – Mô men trợ lực lái

Chương 2: CẤU TẠO CHUNG VÀ NGUYÊN LÝ LÀM VIỆC HỆ THỐNG LÁI TRỢ LỰC ĐIỆN

2.1. Hệ thống lái trợ lực điện điều khiển bằng điện tử

2.1.1. Khái niệm chung về hệ thống lái trợ lực điện điều khiển bằng điện tử.

Hệ thống lái trợ lực điều khiển bằng điện tử là hệ thống lái có khả năng tạo ra lực đẩy phụ hỗ trợ lái xe quay vành tay lái khi quay vòng. Việc điều khiển xe không hoàn toàn phụ thuộc vào người lái nữa, bộ trợ lực lái điều khiển bằng điện tử sẽ hỗ trợ một phần trong việc điều khiển xe, đặc biệt là lúc xe chạy với tốc độ cao thì việc điều khiển xe sẽ khó hơn, lúc này bộ trợ lực điện sẽ tự động điều chỉnh để xe có thể chạy bình thường giảm căng thẳng cho người lái và nâng cao độ an toàn cho người và xe.

2.1.2. Các kiểu bố trí hệ thống lái trợ lực điện.

- Kiểu thứ nhất, hộp giảm tốc đặt trực tiếp trên trục lái ngay dưới vành lái (column type).

Hệ thống lái EPS giống hệ thống lái EPS ra đời trước đây. Năm 1988, hệ thống lái EPS được trang bị trên xe Suzuki Cervo (Stoll và Reimpell 1992) tuy nhiên, hệ thống lái EPS chỉ được sử dụng trên dòng xe nhỏ có lực thanh răng và trợ lực lái rất thấp. Ngày nay, EPS cũng được sử dụng trong các loại xe hạng trung. Do sự phát triển các vật liệu mới cho bánh răng trợ lực, trục lái giúp truyền mô-men xoắn cao hơn.

Bộ trợ lực của hệ thống lái EPS được đặt bên trong khoang nội thất ô tô giúp giảm tác động nhiệt từ động cơ. Phạm vi nhiệt độ thấp hơn từ - 40°C đến 85°C trong khi khoang động cơ yêu cầu - 40°C đến 125°C. Đối với các hệ thống trợ lực lái khác đáp ứng yêu cầu nhiệt độ đòi hỏi việc chế tạo phức tạp.

Tuy nhiên, hệ thống lái EPS có một số hạn chế sau:

Động cơ điện trợ lực được đặt rất gần người lái và có thể nghe thấy dễ dàng.

Bộ trợ lực sử dụng cơ cấu trục vít- bánh vít trong đó, trục vít được lắp ở trục động cơ của động cơ điện, bánh vít gắn trên trục lái. Giới hạn về bánh răng trục vít nên không thể truyền mô-men xoắn lớn.



Hình 2.1. Trợ lực lái điện với moto trợ lực trên trục lái.

- Kiểu thứ hai, hộp giảm tốc được tích hợp vào cơ cấu lái (rack-type):

Bộ trợ lực của EPSp được đặt ngay tại bánh răng lái. Mô men trợ lực do động cơ điện tạo ra được đến bánh răng và thanh răng.



Hình 2.2. Hệ thống lái EPSp

Hệ thống có thể đạt được công suất lái cao hơn so với hệ thống lái EPSc, bởi vì các lực không cần được truyền dọc theo trục lái chính và trục lái trung gian. Vì bộ trợ lực EPSp (động cơ và ECU) đặt trong khoang động cơ, nên nó phải đáp ứng các yêu cầu cao hơn về nhiệt độ, mật độ bố trí và độ rung so với hệ thống lái EPSc. Bộ trợ lực chỉ có thể quay quanh

trục của bánh răng lái. Một vấn đề khác là bộ trợ lực nằm gần chân người lái xe. Do đó, cần đảm bảo rằng bộ trợ lực không thể xâm nhập vào khoảng trống của chân khi va chạm.

- Hệ thống lái sử dụng động cơ điện gắn ở thanh răng nhưng được điều khiển bởi một bộ bánh răng giảm tốc(ESPdp):

Hệ thống lái EPSdp sử dụng bộ trợ lực EPS được gắn ở bánh răng thứ hai (Hình 3). Hãng xe Volkswagen lắp đặt đầu tiên trên dòng xe VW GOLF vào năm 2002.



Hình 2.3. Hệ thống lái EPSdq

Việc lắp đặt bộ trợ lực ở bánh răng thứ hai trên cùng một thanh răng cho phép tách bộ cảm biến và bộ truyền động. Vì tỷ số truyền bánh răng truyền động chính độc lập với tỷ số lái nên có thể bố trí tối ưu công suất. Công suất hệ thống lái EPSdp cao hơn 10–15% so với công suất của EPSc hoặc EPSp.

- Kiểu thứ tư, hệ thống lái ESPapa với ổ trục động cơ điện đặt song song trên thanh răng của hệ thống lái.

Bộ trợ lực được tạo ra bởi động cơ điện truyền động tới thanh răng nhờ sự kết hợp của trục vít me bi và bộ truyền động đai. Trục vít me biến chuyển động quay của động cơ điện thành chuyển động của thanh răng.

Bộ trợ lực được bố trí có thể được xoay xung quanh vỏ cơ cấu lái. Hệ thống lái EPSapa hoạt động chính xác, khắc phục tiếng ồn do sử dụng bộ truyền động đai.

Với ưu điểm công suất lớn, vì vậy nó được sử dụng rộng rãi trên các xe hạng sang cỡ lớn, xe cao cấp nhấn mạnh tính năng động cũng như xe thể thao, bao gồm cả Porsche 991.

Bộ truyền động đai được sử dụng giảm tiếng ồn khi động cơ điện truyền động đến trục vít me bi. Dây đai đã được phát triển đặc biệt cho hệ thống lái EPSapa với góc xoắn 50, do đó đảm bảo sự ăn khớp của răng không gặp sự cố và âm thanh được tối ưu hóa. Toàn bộ hệ thống lái có thể kéo hoạt động kéo dài hơn 15 năm mà không cần bảo dưỡng.

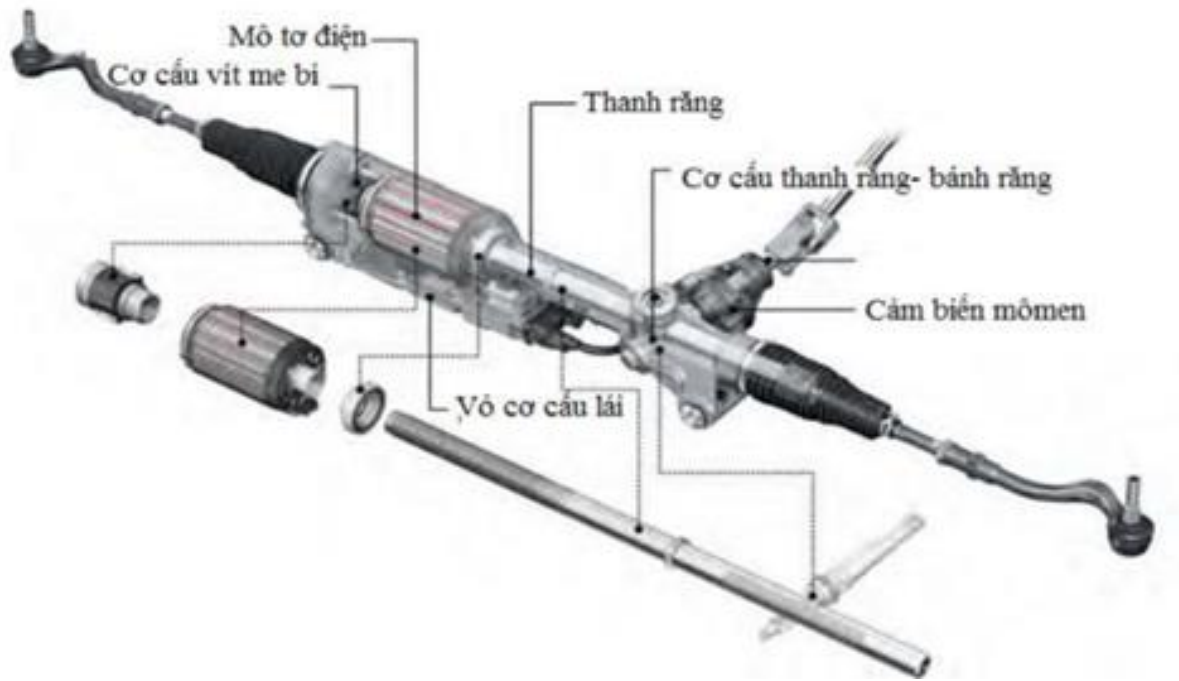


Hình 2.4. Hệ thống lái EPSapa

- Kiểu thứ năm, hệ thống lái EPSrc sử dụng trục vít me làm bánh răng để truyền chuyển động quay của động cơ thành chuyển động tịnh tiến của thanh răng.

Khác với hệ thống lái EPSapa, trục vít me bi được điều khiển trực tiếp bằng động cơ điện. Phần lõi rotor trục rỗng, đồng tâm với thanh răng. Động cơ điện điều khiển yêu cầu cao về mô men xoắn thường sử dụng động cơ servo.

Bộ trợ lực được gắn đồng tâm trên thanh răng nên hệ thống lái EPSrc rất nhỏ gọn, động cơ điện của hệ thống lái EPSrc và trục vít bi của nó chỉ có thể bố trí được dịch chuyển dọc trục trên thanh răng.



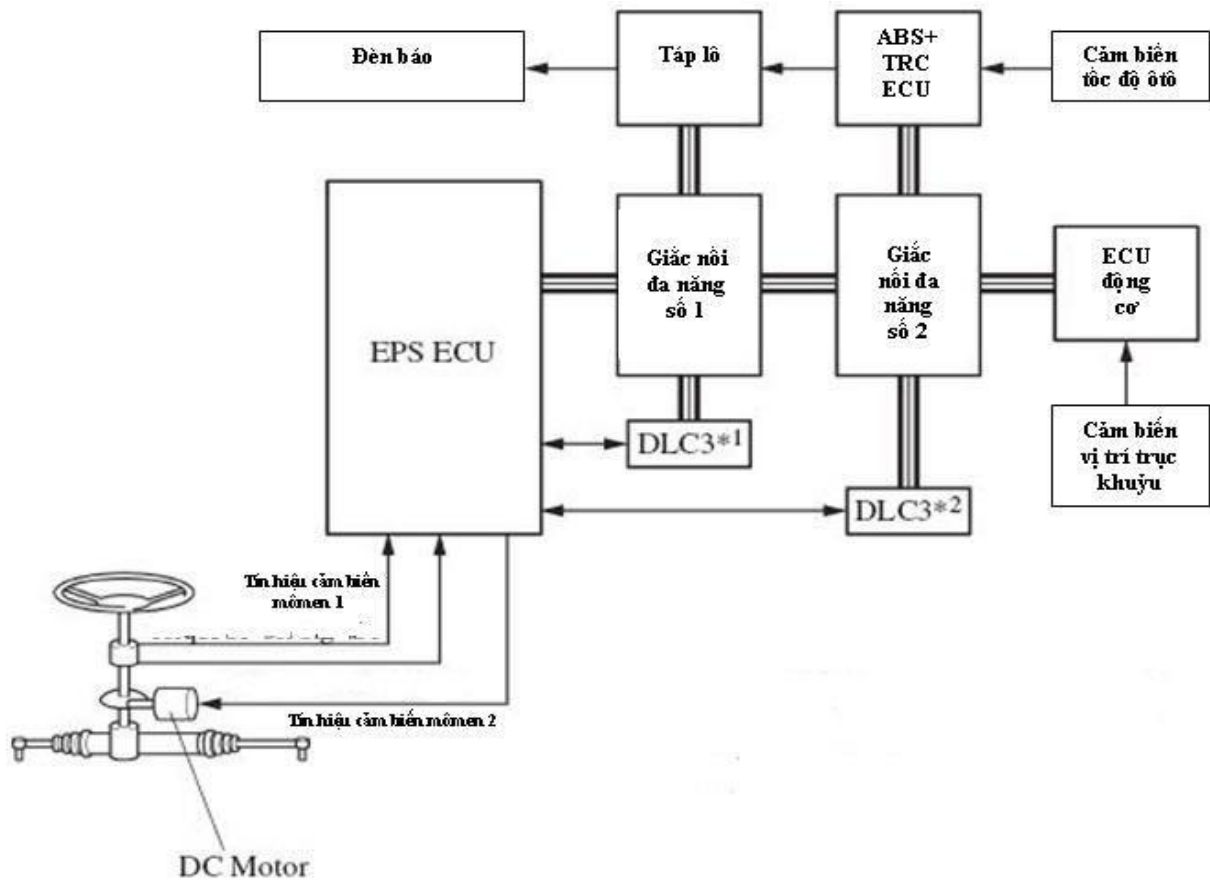
Hình 2.5. Hệ thống lái EPSrc

Trong bài thuyết trình này chúng em sẽ tìm hiểu về kiểu thứ nhất với cơ cấu lái loại bánh răng-thanh răng.

Hệ thống trợ lực lái kiểu thứ nhất gồm một mô tơ điện trợ lực cùng cơ cấu giảm tốc trục vít- bánh vít được bố trí ở trục lái chính (trước đoạn các-đăng trục lái). Tại đây cũng bố trí cảm biến trợ lực Load cell. Cạnh đó là bộ điều khiển điện tử của trợ lực lái điện (EPS ECU).

2.2. Nguyên lý làm việc của hệ thống lái trợ lực điện

2.2.1. Sơ đồ khối của hệ thống



Hình 2.6. Sơ đồ khối của hệ thống lái.

2.2.2. Nguyên lý hoạt động

Hệ thống lái trợ lực điện hoạt động không như các hệ thống lái trợ lực khác. Khi xe chuyển động với tốc độ chậm, bình thường thì tài xế phải mất nhiều lực để thay đổi hướng chuyển động của xe, nhận biết được điều này thông qua cảm biến mô men gắn trên trục lái nên ECU gửi tín hiệu tới động cơ D/C trợ lực cho nó hoạt động mạnh hơn giúp tài xế giảm lực đánh lái.

Khi xe chạy với tốc độ cao thì trợ lực ít hơn để cho người lái không mất cảm giác lái, nếu tình trạng mặt đường xấu và có sự thay đổi đột ngột trong khi lái nhờ qua khúc cua với tốc độ cao, lạng lách để tránh xe khác thì lúc này hệ thống lái trợ lực điện hoạt động nhanh để hỗ trợ cho tài xế xử lý tình huống một cách dễ dàng hơn.

Để biết được những sự thay đổi đó thì ở hệ thống lái trợ lực điện có cảm biến góc lái và cảm biến mô men để thu nhận những tín hiệu và truyền các tín hiệu mà nó nhận được đến bộ xử lý trung tâm (ECU). Trong đó cảm biến quan trọng nhất là cảm biến mô men.

Quá trình hoạt động của trợ lực:

Bước 1. Trợ lực lái sẽ bắt đầu làm việc khi người lái tác dụng lực để quay vô lăng.

Bước 2. Lực tác dụng lên vành lái sẽ làm cho thanh xoắn trong cơ cấu lái xoay. Cảm biến mô men lái sẽ xác định góc quay của thanh xoắn và gửi các lực lái đã được tính toán đến ECU.

Bước 3. Cảm biến góc quay của vô lăng sẽ thông báo góc quay vành lái và tốc độ đánh tay lái hiện thời.

Bước 4. Phụ thuộc vào lực lái, tốc độ chuyển động, tốc độ động cơ, góc quay vô lăng, tốc độ đánh tay lái và bản đồ được lưu giữ trong ECU, EPS ECU sẽ tính toán lực trợ lực cần thiết và gửi đến động cơ điện.

Bước 5. Trợ lực lái sẽ tác động lên cơ cấu lái một lực trợ lực song song với lực đặt lên vành lái.

2.3. Cảm biến trong hệ thống trợ lực lái điện điều khiển điện tử:

Các cảm biến trong hệ thống lái trợ lực điện - điện tử gồm: Cảm biến mô men lái, cảm biến tốc độ đánh lái (Tốc độ quay vô lăng lái), cảm biến tốc độ ô tô.

2.3.1. Cảm biến mô men xoắn

Một trong những cảm biến quan trọng nhất của hệ thống EPS là cảm biến mô-men xoắn trên trục lái. Nó được đo ở trục đầu vào của hệ thống lái. Dựa trên mô men lái đo được, bộ điều khiển hệ thống lái EPS xác định góc đánh lái và điều khiển động cơ EPS phù hợp.

Hệ thống lái EPS ảnh hưởng đến cảm giác lái nên giá trị được của mô men phải chính xác, đáp ứng độ phân giải cao và giá trị đo với độ tin cậy tuyệt đối. Giá trị đo bị sai lệch dẫn đến việc hệ thống điều khiển động cơ EPS không đúng và có thể mất kiểm soát hệ thống lái.

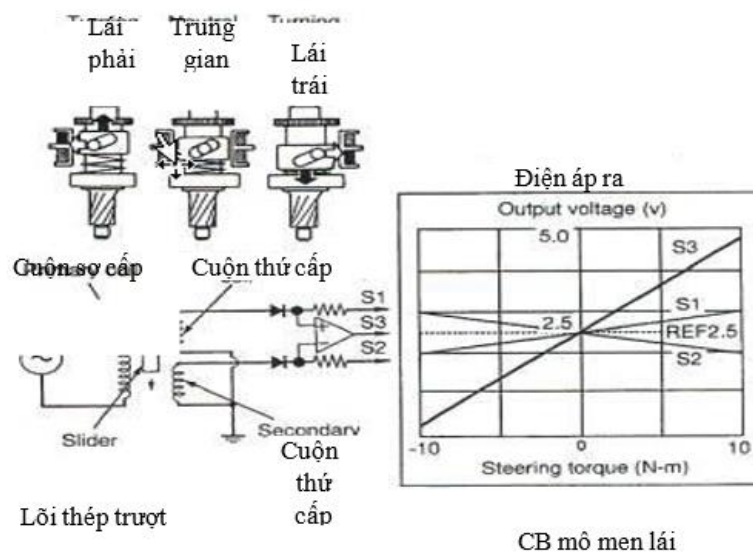
Các yêu cầu kỹ thuật quan trọng nhất đối với cảm biến mô-men xoắn của hệ thống EPS hiện đại được liệt kê như sau:

- Độ tin cậy cao nhất
- Phạm vi đo mô-men xoắn hoạt động khoảng. ± 10 Nm
- Độ phân giải tín hiệu cao và độ chính xác của phép đo.
- Xử lý tín hiệu với độ trễ ít
- Tuổi thọ cao, không cần phải bảo dưỡng trong thời gian dài.
- Hệ thống có khả năng tự chẩn đoán, chống nhiễu với hộp ECU.
- Dải nhiệt độ - 40°C đến + 85°C cho các hệ thống lái (EPSc) và - 40 đến + 125°C cho các ứng dụng khoang động cơ.
- Chống bám bụi, rung động, mài mòn.

Cảm biến mô-men xoắn có thể được phân loại theo cấu tạo của chúng gồm: cảm biến có thanh xoắn và cảm biến không có thanh xoắn. Yêu cầu thanh xoắn của cảm biến chịu lực xoắn trên mỗi góc quay, cảm biến chuyển đổi giá trị đo mô men xoắn thành giá trị góc xoay. Độ cứng của thanh xoắn trong các hệ thống EPS hiện đại là từ 2 đến 2,5 Nm trên mỗi độ góc xoắn (2 – 2,5 Nm/o). Độ xoắn cao nhất được giới hạn $\pm 5^\circ$ để bảo vệ thanh xoắn.

Cảm biến mô men xoắn có 3 loại:

Loại lõi thép trượt (hình 2.7): Gồm một lõi thép được lắp lỏng trượt trên trục lái, trên đó có một rãnh chéo, rãnh này sẽ được lap với chốt trên trục lái. Phía ngoài lõi thép là 3 cuộn dây quấn: 1 cuộn sơ cấp và 2 cuộn thứ cấp. Cuộn sơ cấp được cấp một nguồn điện xoay chiều tần số cao. Tùy thuộc vào vị trí của lõi thép mà suất điện động cảm ứng ra trong hai cuộn dây thứ cấp khác nhau. Tín hiệu của 2 cuộn thứ cấp được chỉnh lưu và đưa về mạch so sánh để biến đổi thành điện áp tuyến tính tỉ lệ với góc xoắn của 1 thanh xoắn đặt giữa trục lái và cơ cấu lái. 3 trạng thái của rãnh chéo và chốt và lõi thép tương ứng với các trường hợp quay vòng phải, vị trí trung gian và quay vòng trái (hình 2.7).

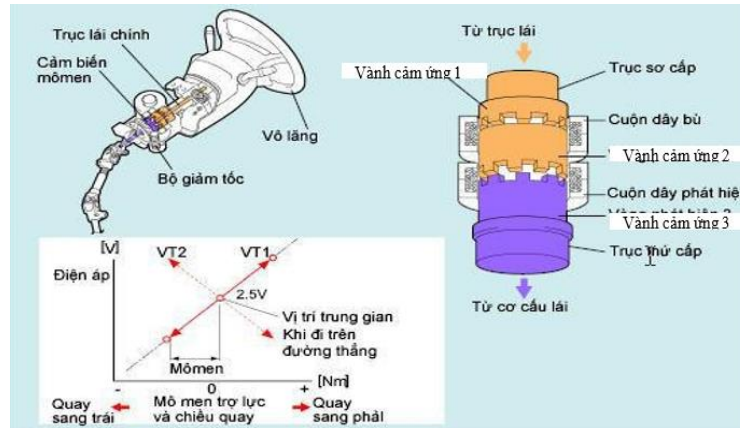


Hình 2.7. Đặc tính và vị trí làm việc của cảm biến mô men loại lõi thép trượt

Loại lõi thép xoay (hình 2.8): Gồm trục vào (gắn với phần trên trục lái), trục ra (gắn với phần nối tiếp của trục lái tới cơ cấu lái), giữa trục vào và trục ra được liên kết bằng 1 thanh xoắn. Trên trục vào lắp một vành cảm ứng số 1 có các rãnh để cài với các răng của vành cảm ứng số 2. Còn vành cảm ứng số 3 cũng có các răng và rãnh được lắp trên trục ra. Phía ngoài các vòng cảm ứng là các cuộn dây được chia ra các cuộn dây cảm ứng và cuộn dây bù (xem hình 2.8).

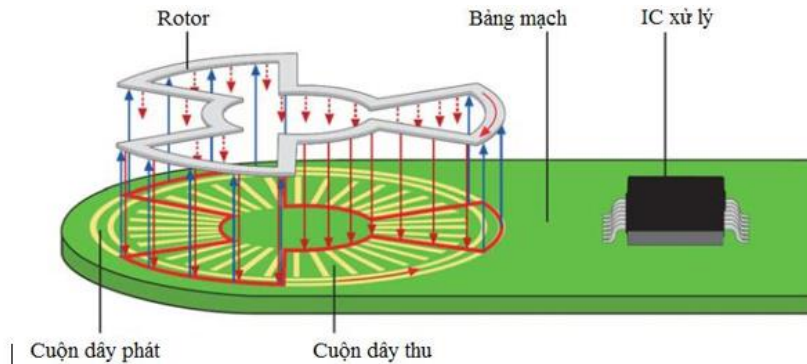
Cảm biến mô men xoắn cảm ứng là một loại cảm biến từ trường, dựa trên hiện tượng cảm ứng điện từ. Ưu điểm chính của phương pháp đo cảm ứng là cảm biến chịu được các tác động bên ngoài như bụi bẩn, dầu và nước. Cảm biến cảm ứng có thể hoạt động đáng tin cậy trong nhiều loại môi trường.

Trục sơ cấp và trục thứ cấp được nối bằng một thanh xoắn. Các vòng phát hiện có cuộn dây phát hiện kiểu không tiếp xúc trên vòng ngoài để hình thành một mạch kích thích. Khi tạo ra mô-men lái thanh xoắn bị xoắn tạo độ lệch pha giữa vòng phát hiện 2 và 3. Dựa trên độ lệch pha này, một tín hiệu tỷ lệ với mô men vào được đưa tới ECU. Dựa trên tín hiệu này, ECU tính toán mô men trợ lực cho tốc độ xe và dẫn động động cơ điện.



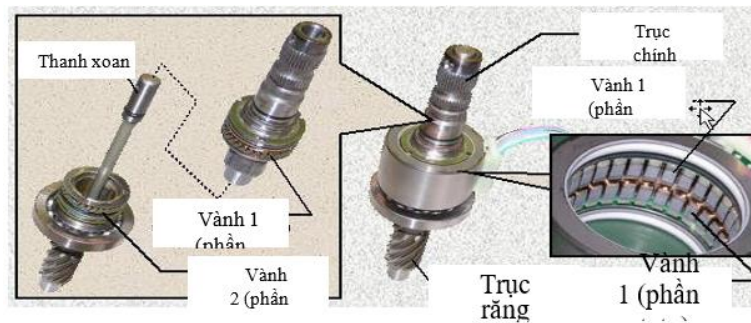
Hình 2.8. Cấu trúc và đặc tính của cảm biến mô men lái loại lõi thép xoay

Hiện nay, một số hãng xe sử dụng cảm biến mô men xoắn cảm ứng loại 2 cuộn dây. cuộn dây phát, cuộn dây thu và rotor bao gồm một vật liệu dẫn điện.



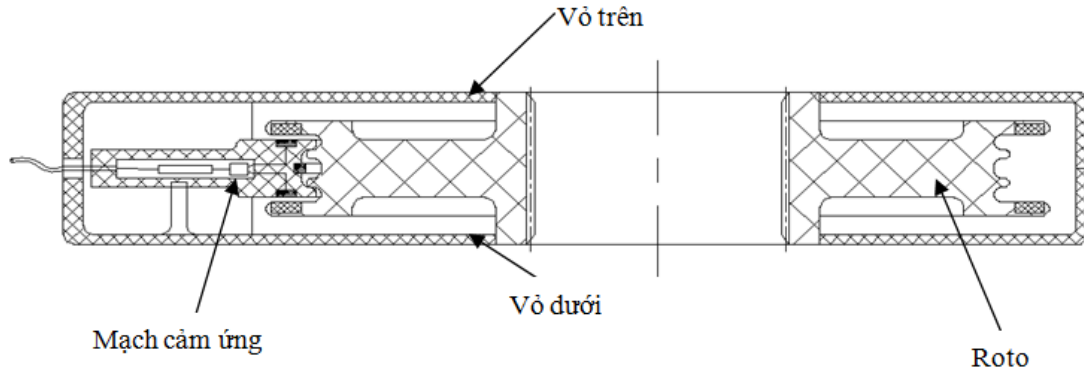
Hình 2.9. Cấu tạo cảm biến mô men xoắn cảm ứng 2 cuộn dây

Loại 4 vành dây:

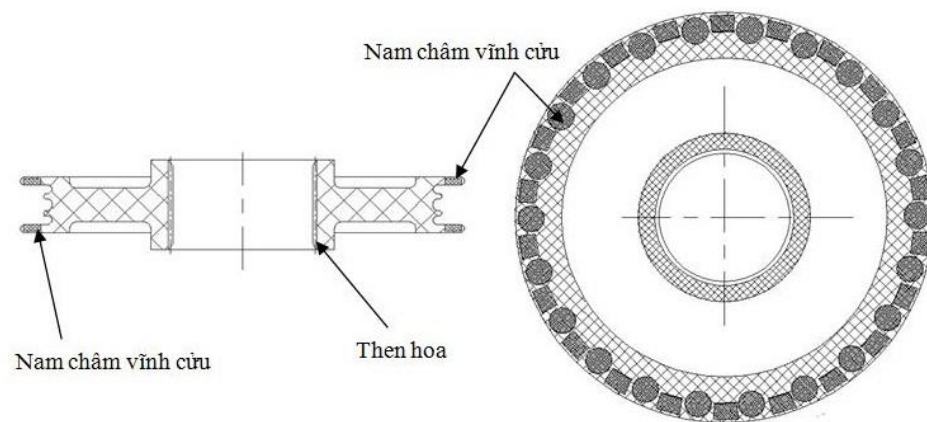


Hình 2.10. Cảm biến mô men lái loại 4 vành dây

- Cấu tạo của cảm biến mô men trên trục lái bao gồm các bộ phận chính sau:
- + Roto là bộ phận ghép vào trục lái bằng then hoa.

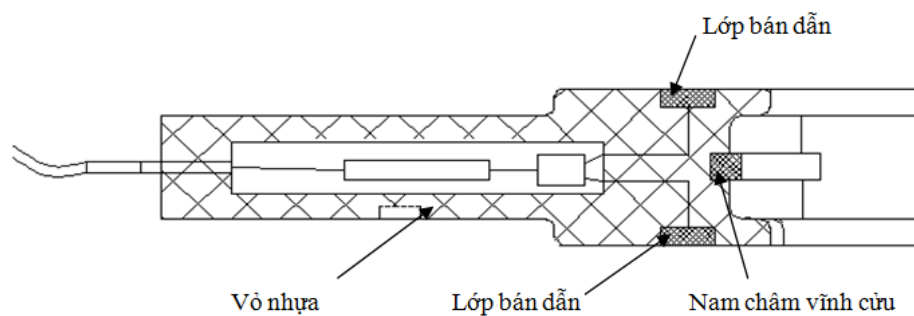


Hình 2.11. Cảm biến mô men.



Hình 2.12. Cấu tạo rotor

- + Trên vỏ rotor có gắn các nam châm vĩnh cửu ở vành trên và vành dưới.
- + Roto có nhiệm vụ tạo ra từ trường biến thiên khi ta quay trục lái.
- + Mạch điện cảm ứng.



Hình 2.13. Bộ phận cảm ứng và mạch điện.

Cấu tạo gồm các phần: Vỏ nhựa, các lớp bán dẫn, nam châm vĩnh cửu, mạch điện.

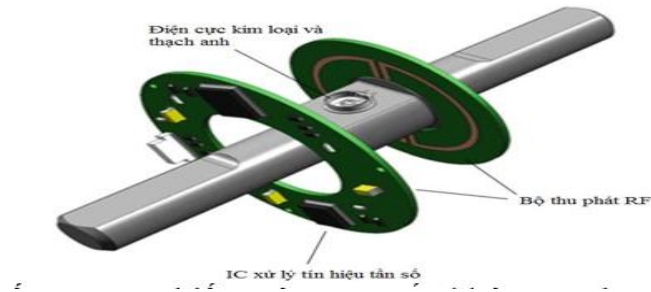
- + Cảm biến có 2 tín hiệu ra: Chính và phụ, để đảm bảo tính an toàn tin cậy của hệ thống.
- + Vô: Có nhiệm vụ giữ và bảo vệ các chi tiết bên trong.
- Nguyên lý hoạt động

Khi tác dụng mô men lên trục lái, roto quay cùng trục lái (nhờ then hoa), lúc này từ thông đi qua các lớp bán dẫn biến thiên, dẫn đến trong mạch bán dẫn xuất hiện suất điện động cảm ứng hall, và giá trị suất điện động này thay đổi tỉ lệ với mô men tác dụng lên trục lái. $E_h = kBi/\delta$.

Loại cảm biến mô men xoắn không sử dụng thanh xoắn:

Một yếu tố quan trọng để tạo cảm giác lái là độ cứng của bộ trợ lực, vành tay lái và các bánh xe dẫn hướng. Độ cứng quá thấp không tạo cảm giác lái chính xác, dẫn đến thường xuyên phải điều chỉnh lái. Độ cứng quá do tác động phản lực giữa các bánh xe và mặt đường dẫn đến điều chỉnh hướng ô tô khó khăn. Các hệ thống lái EPS hiện có xu hướng đạt độ cứng của thanh xoắn trên $2 \text{ Nm} / ^\circ$. Nếu góc xoắn nhỏ dẫn đến việc đo mô men xoắn cần độ chính xác cao hơn. Phương pháp đo mô men chống xoắn đạt hiệu quả cao hơn và có cấu tạo đơn giản.

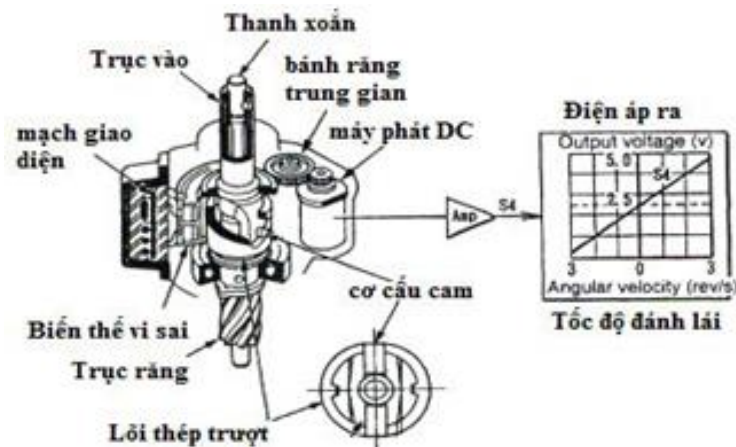
Bộ đo mô men chống xoắn dựa trên biến dạng bề mặt của trục đo được gọi là sóng âm bề mặt (SAW). Nguyên lý đo dựa trên bộ cộng hưởng SAW. Bộ cộng hưởng bao gồm các điện cực kim loại mỏng phủ một lớp thạch anh đặt trên bề mặt trục lái. Ở hai đầu trục đặt bộ thu phát RF. Khi trục lái chịu tác động mô men xoắn làm biến dạng bề mặt trục và để thạch anh của thiết bị SAW, do đó gây ra sự thay đổi tần số cộng hưởng của nó. Về cơ bản, SAW hoạt động như một máy đo biến dạng 'phụ thuộc vào tần số'. Tín hiệu tần số đo tần số cộng hưởng đo được sự sai lệch giữa tần số phát và tần số thu được. IC xử lý phân tích sự khác biệt về tần số cộng hưởng giữa hai thiết bị SAW, với xử lý và hiệu chuẩn điện tử, cho biết chính xác mô-men xoắn được truyền bởi trục.



Hình 2.14. Cấu tạo cảm biến mô men xoắn không sử dụng thanh xoắn

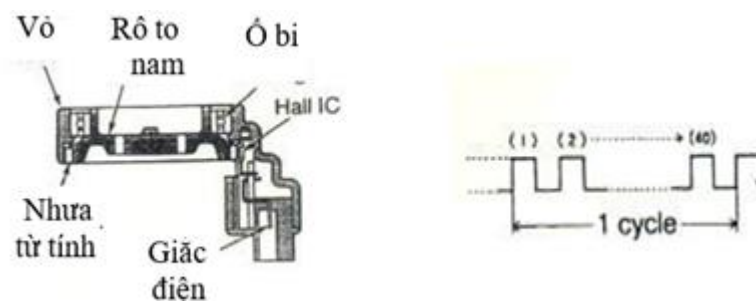
2.3.2. Cảm biến tốc độ đánh lái

Loại máy phát điện: được dẫn động từ trục lái thông qua các cặp bánh răng tăng tốc làm tăng tốc độ quay và phát ra điện áp một chiều tuyến tính tỉ lệ với tốc độ quay của trục lái. Tín hiệu của máy phát phát ra được hiệu chỉnh và khuếch đại thông qua một bộ khuếch đại.



Hình 2.15. Cấu tạo và tín hiệu cảm biến góc lái

Loại cảm biến tốc độ đánh lái loại hiệu ứng Hall:



Hình 2.16. Cấu tạo và tín hiệu cảm biến tốc độ đánh lái loại Hall

Có cấu tạo đơn giản hơn, dễ lắp đặt và đặc tính ra là dạng xung số. Vì vậy các xe ngày nay thường sử dụng loại cảm biến này.

Cấu tạo của cảm biến gồm 1 rotor nam châm nhiều cực gan với trục lái. Một IC Hall được đặt đối diện với vành nam châm (Cách 1 khe hở nhỏ: $0,2 \div 0,4$ mm). Cảm biến được cấp nguồn điện 12v một chiều. Khi đánh tay lái, vành nam châm sẽ quay và từ trường của nam châm tác động vào IC Hall tạo ra chuỗi xung vuông $0v \div 5v$. Số xung tăng dần theo góc quay trục lái. Tín hiệu này sẽ được gửi về EPS ECU và phân tích thành góc quay trục lái và tốc độ đánh lái (nếu đặt vào mạch đếm thời gian).

2.3.3. Cảm biến tốc độ ô tô

Gồm 4 loại:

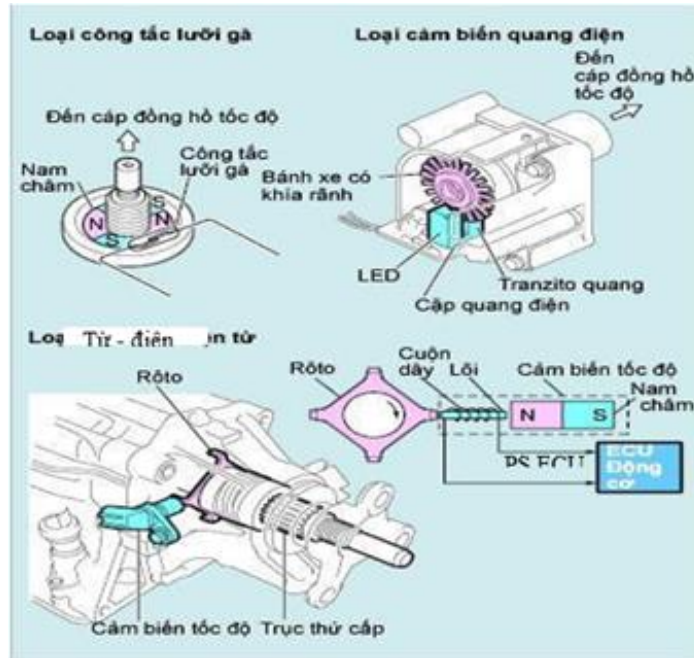
- Loại công tắc lưỡi gà
- Loại từ điện
- Loại quang điện
- Loại mạch từ trở MRE

Loại công tắc lưỡi gà: Gồm một tiếp điểm lá đặt trong một ống thủy tinh nhỏ và đặt cạnh một mâm nam châm quay. Mâm nam châm được dẫn động bởi dây công tơ mét. Khi ô tô chuyển động, thông qua bánh vít- trục vít ở trục thứ cấp hộp số làm cho dây công tơ mét quay và làm quay mâm nam châm. Từ trường của nam châm làm cho công tắc lưỡi gà đóng, mở theo nhịp quay của mâm nam châm và tạo ra chuỗi xung vuông. Cảm biến này thường được lắp ngay sau công tơ mét (đồng hồ tốc độ ô tô) ở bảng táp lô.

Loại từ - điện (hình 2.17): Gồm 1 cánh phát xung được lắp ở trục thứ cấp hộp số và 1 cuộn phát xung với 3 phần tử: Lõi thép, nam châm và cuộn dây. Được đặt cách cánh phát xung một khe hở $0,5 \div 1,0$ mm. Mỗi lần cánh phát xung lướt qua đầu cuộn phát xung thì ở cuộn dây sẽ cảm ứng ra 1 cặp xung xoay chiều. Tần số xung xoay chiều tỉ lệ với tốc độ ô tô.

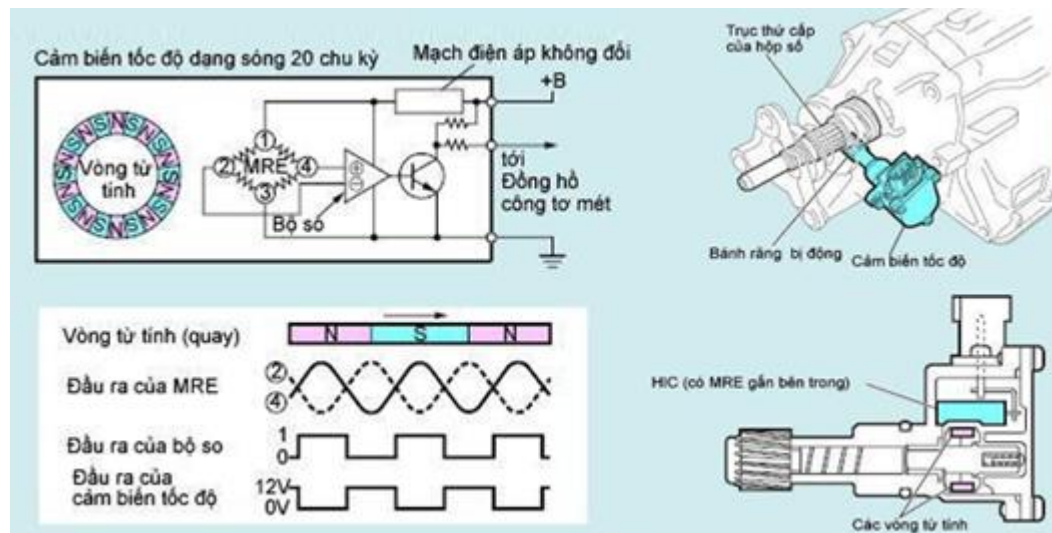
Loại quang điện (hình 2.17): Được lắp ngay sau đồng hồ báo tốc độ ô tô. Bao gồm một cánh xẻ rãnh được dẫn động quay từ dây đồng hồ báo tốc độ ô tô. Cánh xẻ rãnh quay giữa khe của đèn LED và phototransistor (Transistor quang). Tốc độ quay của cánh sẽ rãnh tỉ lệ với tốc độ ô tô và lần lượt che và thông luồng ánh sáng từ đèn LED sang transistor quang để tạo nên chuỗi xung vuông $0V \rightarrow 5V$ tỷ lệ với tốc độ quay của trục thứ cấp hộp số

phản ánh tốc độ ô tô.



Hình 2.17. Ba loại cảm biến tốc độ ô tô

Loại mạch từ trở MRE (hình 2.18):



Hình 2.18. Cảm biến tốc độ ô tô loại MRE

Cảm biến được lắp ở trục thứ cấp hộp số. Cảm biến gồm 1 vòng nam châm nạp nhiều cực lắp trên trục của cảm biến. Khi vòng nam châm quay, từ trường sẽ tác động lên mạch từ trở MRE và tạo ra các xung xoay chiều tại 2 đầu mút 2 và 4 của mạch MRE. Các xung

đưa tới bộ so và điều khiển transistor để tạo xung 0V ->12V ở đầu ra của cảm biến. Tần số xung tỉ lệ với tốc độ ô tô. Tín hiệu ra của cảm biến được đưa tới đồng hồ công tơ mét để báo tốc độ ô tô và đưa tới các ECU như PS ECU, ECT ECU . . . để điều khiển các cơ cấu chấp hành (ví dụ van điện tử trong hệ thống lái trợ lực thủy lực điều khiển điện tử hoặc motor trợ lực lái).

2.4. Motor DC

- Khái niệm

Động cơ điện DC có chổi than là loại động cơ sử dụng một dạng chuyển đổi cơ học để thay đổi cực dòng điện thông qua phản ứng của cuộn dây. Bộ phận chuyển đổi cơ này là cổ góp (Được làm từ loại vật liệu đồng để hiệu suất cao nhất). Phần chổi quét được lắp ráp với cổ góp được làm từ carbon, kim loại, than chì và một số hỗn hợp vật liệu khác.

- Phân loại:

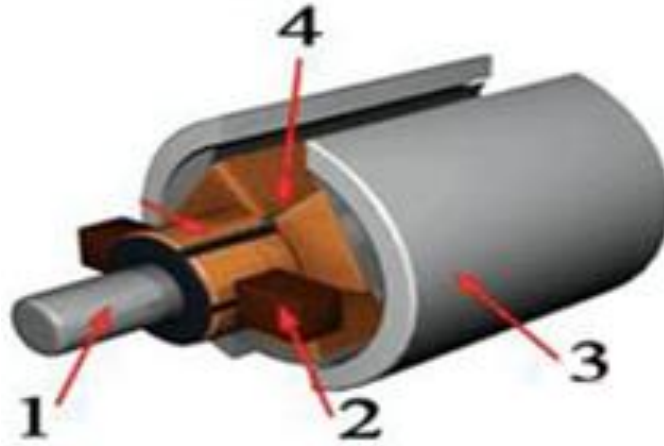
Ngày nay, động cơ DC chổi than được chia làm 2 loại phổ biến nhất: Nam châm vĩnh cửu và nam châm điện, tùy vào mục đích và điều kiện mà những kỹ sư thiết kế sẽ lựa chọn phù hợp.

- + Nam châm vĩnh cửu: Loại động cơ này được phát triển vào năm 1950 cho các loại dụng cụ. Nó làm việc bằng cách sử dụng từ trường vĩnh cửu để tạo ra vùng từ trường giúp động cơ có thể quay được. Từ trở được tạo ra làm giảm tương tác phản ứng, thay đổi điện áp vào rotor sẽ làm thay đổi tốc độ đầu ra. Trong các ứng dụng vòng kín, tín hiệu phản hồi về (Encoder, máy đo tốc độ, bộ đếm xung, ...) giúp theo dõi và động cơ được giữ ở một tốc độ mục tiêu.

Hiện nay, loại động cơ này phù hợp cho các loại thiết bị di động được sử dụng rất nhiều trong các thiết bị điện trên các phương tiện, ứng dụng đóng mở cửa, ứng dụng ghế nâng hạ. Trong công nghiệp nó được dùng trong các thiết bị hàn, bơm sử dụng pin, thiết bị di động trong y tế, X-ray và các máy chụp cắt lớp.

- + Nam châm điện: Đây cũng có thể gọi là động cơ vạn năng hay loại động cơ AC bởi vì nó có thể sử dụng dòng điện AC hoặc DC, động cơ này có cuộn dây quấn trong stator liên kết với rotor thông qua cổ góp. Khi chạy với dòng điện AC, dòng điện sẽ đi vào trong cuộn dây rotor và stator (tạo ra vùng từ trường). Chiều quay

của động cơ ở đâu ra luôn luôn là một chiều. Động cơ thường có mô men xoắn lớn, nhỏ gọn và nhẹ và có thể đạt đến tốc độ rất cao (lên đến 10000 vòng/phút) trên cả loại điện áp là DC hoặc AC



Hình 2.19. Motor

1- Trục rotor; 2- Chổi than chì; 3- Nam châm; 4- Cuộn dây.

Bảng 2.1. Bảng thông số kỹ thuật của Motor

Kiểu động cơ	Động cơ DC 12v
Dòng điện định mức	35 A
Mô men định mức	1.83 N.m
Số vòng quay	1530 vòng/phút

Động cơ DC nam châm điện thường được dùng trong ứng dụng đồ điện gia đình nhỏ như máy hút bụi, máy trộn thức ăn, máy xay thức ăn, ... Loại động cơ này chỉ có một nhược điểm đó là hơi ồn, chính vì thế có thể thấy trong những thiết bị sử dụng loại động cơ này thường phát ra âm thanh rất lớn trong quá trình hoạt động.

Motor điện của trợ lực lái là một motor điện một chiều nam châm vĩnh cửu, gắn với bộ truyền động của trợ lực lái. motor chấp hành của trợ lực lái điện có nhiệm vụ tạo ra mô men trợ lực dưới điều khiển của ECU và phải đáp ứng các yêu cầu:

- Motor phải đưa ra được mô men xoắn và lực xoắn mà không làm quay vô lăng.

- Motor phải có cơ cấu đảo chiều quay khi có sự cố xảy ra.
- Những dao động của motor và mô men xoắn, lực xoắn phải trực tiếp chuyển đổi thông qua vành lái tới tay người lái phải được cân nhắc

Do vậy motor điện có các đặc điểm:

- Nhỏ, nhẹ, và có kết cấu đơn giản.
- Lực, mô men xoắn biến thiên nhỏ thông qua điều khiển.
- Dao động và tiếng ồn nhỏ.
- Lực quán tính và ma sát nhỏ.
- Độ an toàn và độ bền cao.

Nguyên lý làm việc

Stator của động cơ DC chổi có thể có nam châm vĩnh cửu hoặc cuộn dây điện từ. Loại phổ biến hơn cho các ứng dụng servo (và do đó đối với hầu hết các ứng dụng điều khiển chuyển động công nghiệp) là loại nam châm vĩnh cửu - thường được gọi là động cơ DC nam châm vĩnh cửu (PMDC). Rotor bao gồm các cuộn dây quấn quanh lõi sắt có rãnh và được gắn vào cổ góp. Khi rotor quay, chổi tiếp xúc với cổ góp và cung cấp dòng điện cho cuộn dây.

Rotor được làm từ cuộn dây và cổ góp và điều này cho phép trục quay. Ở trung tâm của động cơ là trục, được làm bằng thép cứng, để chịu được tải cho ứng dụng, với điều kiện là động cơ chính xác đã được chọn. Tám cổ góp giữ các thanh góp và tám được cố định vào trục bằng khuôn nhựa. Trên đường kính ngoài của tám giao hoán là cuộn dây không vành tự hỗ trợ, được cố định thông qua việc hàn các tiếp điểm với các thanh góp. Keo bao phủ các tiếp xúc và hàn, cho nó độ bền cơ học. Thông thường, có thể có 7 thanh góp và các đoạn quanh co. Càng nhiều thanh và phân đoạn, lượng năng lượng phải được chuyển đổi càng nhỏ trong quá trình chuyển đổi, làm tăng tuổi thọ phục vụ do giảm các vụ cháy chổi. Mô-men xoắn được tạo ra trong cuộn dây sẽ được chuyển qua tám chuyển đổi sang trục và điều này được hỗ trợ trong stato ống nổi hoặc vòng bi.

Cuối cùng là hệ thống chổi. Chúng có thể là than chì hoặc chổi kim loại quý có kết nối động cơ điện. Để cung cấp năng lượng cho rôto, chúng tôi đặt một hệ thống chổi và mỗi chổi có ký hiệu điện áp trực tiếp (+/-). Các chổi được kết nối với các thanh góp cho phép dòng điện chạy vào cuộn dây. Sau đó, hai dòng điện hình thoi xuất hiện gần trung tâm của

các cực đối diện và ở giữa các đoạn quanh co trong từ trường. Các hình thoi liên tục bị thu hút bởi từ thông mạnh nhất làm cho rotor quay, nhưng do số lượng thanh chuyển đổi lẻ, cả hai không bao giờ có thể gặp nhau ở hai cực đối diện trực tiếp. Do đó, các hình thoi tiếp tục chuyển vào không gian trong phân đoạn tiếp cận. Điều này liên tục xảy ra, tạo ra mô-men xoắn của động cơ.

2.5. ECU EPS

Mục điều khiển chính: có chức năng định mức dòng điện cung cấp tới motor trợ lực lái khi nhận thông tin từ thanh lái và tốc độ của xe.

Chức năng điều khiển bù quán tính: Chức năng này sẽ đảm bảo cho motor trợ lực lái hoạt động ngay khi người lái bắt đầu khởi hành xoay vô lăng.

Chức năng điều khiển trả lái: khi người lái thực hiện thao tác đánh lái hết vô lăng sang bên trái hoặc sang bên phải. Lúc này ECU EPS sẽ điều khiển hỗ trợ lực hồi về của các bánh xe.

Điều khiển giảm rung: với tác dụng làm giảm rung động của các thay đổi trong độ lệch của thân xe, ECU EPS sẽ điều chỉnh lượng trợ lực lái khi xe quay vô lăng ở tốc độ cao. Chức năng này đảm bảo an toàn cho xe tránh phải những rung lắc khi đánh lái và nhanh chóng đưa xe về chế độ hoạt động ổn định.

Điều khiển bảo vệ quá nhiệt: EPS ECU sẽ nhận nhiệm vụ tính toán nhiệt độ của motor trợ lực lái dựa trên cường độ dòng điện và điện áp vào. Khi phát hiện nhiệt độ của motor hay tại ECU vượt quá trị giá cho phép, ngay lập tức ECU EPS điều khiển lại cường độ dòng điện vào để tránh hiện tượng quá nhiệt của ECU cũng như là của motor.



Hình 2.20. ECU EPS



Hình 2.21. Mạch điện bên trong ECU EPS

ECU EPS nhận tín hiệu từ các cảm biến, so sánh với các tín hiệu mà nó nhận được, tính toán rồi đưa ra tín hiệu, điều khiển tốc độ động và hướng quay của motor trợ lực D/C phù hợp với tín hiệu mà ECU nhận được từ các cảm biến.

Chương 3: XÂY DỰNG, THỰC NGHIỆM CHƯƠNG TRÌNH ĐIỀU KHIỂN TRÊN LABVIEW

3.1. Giới thiệu LABVIEW

3.1.1. Tổng quan

LabVIEW (Virtual Instrument Engineering Workbench) là một môi trường lập trình phát triển dựa trên ngôn ngữ lập trình đồ họa, thường được sử dụng cho các mục đích đo lường, kiểm tra, đánh giá, xử lý và điều khiển các tham số của thiết bị. Trong năm 1983, NI bắt đầu nghiên cứu tìm kiếm một cách thức để tối thiểu hóa thời gian cần thiết để lập trình một hệ thống thiết bị. Thông qua sự nỗ lực này mà công cụ ảo LabVIEW với Front Panel trực quan và Block Diagram tân tiến đã ra đời. LabVIEW version 1 được đưa ra năm 1986 chỉ sử dụng trên hệ Macintosh.

Tuy nhiên Mac đã không được sử dụng rộng rãi trong những ứng dụng và công cụ đo lường. Chức năng đồ họa của nó hỗ trợ tốt nhất cho kỹ thuật của LabVIEW cho tới khi hệ thống thống dụng hơn có thể hỗ trợ. Năm 1980 NI đã viết lại LabVIEW kết hợp với nhiều công nghệ phần mềm mới với những đóng góp phản hồi sau nhiều năm của những người sử dụng. Quan trọng hơn nữa LabVIEW 2 còn được nâng cấp làm cho tốc độ của các VI ngang bằng với các chương trình viết bằng ngôn ngữ C và được cấp bằng sáng chế cho những đổi mới trong công nghệ LabVIEW.

Năm 1992 LabVIEW dành cho Window và Sun được giới thiệu với kiến trúc mới linh động. LabVIEW 3 ra đời năm 1993 dùng cho hệ điều hành Windows, Macintosh và Sun. Với LabVIEW 3 thì VI viết trên platform này đã có thể chạy trên Platform khác và danh sách các platform được hỗ trợ bởi LabVIEW ngày càng nhiều (Windows NT, Power Macs và HP Workstation).

Năm 1996 LabVIEW 4 được nâng cấp với những khả năng mạnh hơn trong việc hiệu chỉnh và phát triển không gian làm việc của người dùng trong môi trường LabVIEW, đồng thời hỗ trợ thêm những công năng gỡ rối chương trình cao cấp hơn.

LabVIEW 5 và 5.1 tiếp tục được cải tiến hơn với công nghệ built_in web server, dynamic programming và Control framework (VI Server) ... giúp dễ dàng chia sẻ dữ liệu qua mạng internet hoặc ứng dụng điều khiển qua các mạng.

Sau đó lần lượt LabVIEW 6, 7 được cho ra đời với những cải tiến vượt bậc về tốc độ thực hiện cũng như những tính năng hỗ trợ mới như giao tiếp phần cứng, điều khiển từ xa, lập trình nhúng ... Và hiện nay chúng ta đang sử dụng bản LabVIEW 8.5, 8.6 là version mới nhất của LabVIEW.

LabVIEW ngày càng có nhiều ứng dụng trong khoa học kỹ thuật và sản xuất vì nó cho phép người kỹ sư thiết kế một chương trình trong một thời gian tương đối ngắn mà không đòi hỏi quá nhiều kiến thức về ngôn ngữ lập trình. Mặt khác LabVIEW có thể tương thích với hầu hết các dạng phần cứng và Platform của Apple, Macintosh, Sun, Microsoft Window ...

LabVIEW là một ngôn ngữ lập trình đa năng, giống như các ngôn ngữ lập trình hiện đại khác. LabVIEW gom có các thư viện thu nhận dữ liệu, một loạt các thiết bị điều khiển, phân tích dữ liệu, biểu diễn và lưu trữ dữ liệu. Nó còn có các công cụ phát triển được thiết kế riêng cho việc nối ghép và điều khiển thiết bị.

LabVIEW khác với các ngôn ngữ lập trình thông thường ở điểm cơ bản là: các ngôn ngữ lập trình khác thường dùng cơ chế dòng lệnh, trong khi LabVIEW dùng ngôn ngữ lập trình Graphical để tạo ra các chương trình ở dạng sơ đồ khối.

3.1.2. Đặc điểm

- Đồ họa và biên dịch
- Lập trình theo dạng dòng chảy dữ liệu hướng
- Đa mục tiêu và nhiều nẽ
- n tầng
- Hướng đối tượng
- Khả năng đa luồng

3.1.3. Các khả năng chính của LabVIEW

LabVIEW được dùng nhiều trong các phòng thí nghiệm, lĩnh vực khoa học kỹ thuật như tự động hóa, điều khiển, điện tử, cơ điện tử, hàng không, hóa sinh, điện tử y sinh, ... Hiện tại ngoài phiên bản LabVIEW cho các hệ điều hành Windows, Linux, Hãng NI đã phát triển các mô đun LabVIEW cho máy hỗ trợ cá nhân (PDA). Các chức năng chính của LabVIEW có thể tóm tắt như sau:

- Thu thập các tín hiệu từ các thiết bị bên ngoài như cảm biến nhiệt độ, hình ảnh từ webcam, vận tốc của động cơ, ...
- Giao tiếp với các thiết bị ngoài vi thông qua nhiều chuẩn giao tiếp thông qua các cổng giao tiếp: RS232, RS485, USB, PCI, Ethernet.
- Mô phỏng và xử lý các tín hiệu thu nhận được để phục vụ các mục đích nghiên cứu hay mục đích của hệ thống mà người lập trình mong muốn.
- Xây dựng các giao diện người dùng một cách nhanh chóng và thẩm mỹ hơn nhiều so với các ngôn ngữ khác như Visual Basic, Matlab, ...
- Cho phép thực hiện các thuật toán điều khiển như PID, Logic mờ (Fuzzy Logic), một cách nhanh chóng thông qua các chức năng tích hợp sẵn trong LabVIEW.
- Cho phép kết hợp nhiều ngôn ngữ lập trình truyền thống như C, C++, ...

3.1.4. Môi trường làm việc của LabVIEW

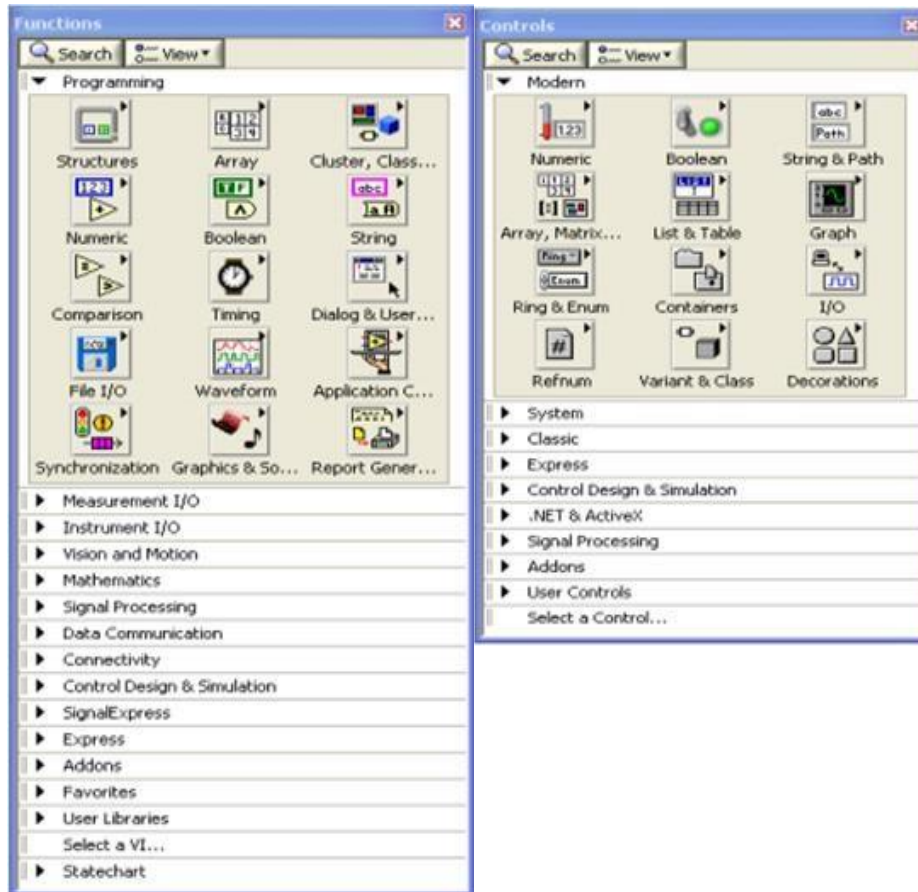
Khi bạn khởi động LabVIEW, cửa sổ Getting Started xuất hiện như Hình 3.1



Hình 3.1. Cửa sổ Getting Started của LabVIEW

Sử dụng cửa sổ Getting Started để tạo ra các dự án mới. LabVIEW có thể tạo ra các chương trình từ đầu hoặc từ các chương trình mẫu và các ví dụ, cũng có thể mở các tập tin LabVIEW đã có sẵn và truy cập vào các tài nguyên và trợ giúp của cộng đồng LabVIEW.

Cửa sổ Getting Started sẽ biến mất khi mở một tập tin hiện có hoặc tạo một tập tin mới, và xuất hiện trở lại khi đóng tất cả các Front Panel và Block Diagram. Chọn View → Getting Started Window để có thể hiện thị cửa sổ này bất cứ lúc nào.



Hình 3.2. Bảng điều khiển của LabVIEW

3.1.5. VI (Virtual Instrument) – Thiết bị ảo

Lập trình LabVIEW được thực hiện trên cơ sở các thiết bị ảo (VI). Các đối tượng trong các thiết bị ảo được sử dụng để mô phỏng các thiết bị thực, chúng được thêm vào bởi phần mềm. Các VI (thiết bị ảo) tương tự như các hàm trong lập trình bằng ngôn ngữ.

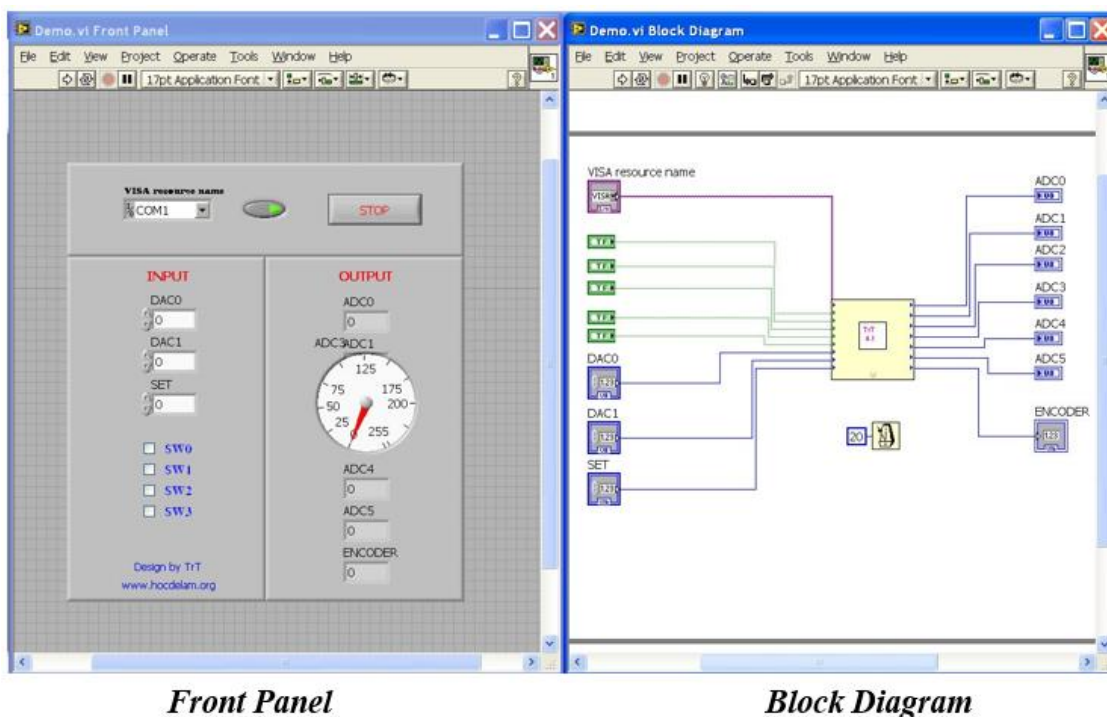
3.1.6. Front Panel và Block Diagram

Một chương trình trong LabVIEW gồm 2 phần chính: một là giao diện với người sử dụng (Front Panel), hai là giao diện dạng sơ đồ khối cung cấp mã nguồn (Block Diagram) và các biểu tượng kết nối (Icon/Connector).

3.1.6.1. Front Panel

Là một panel tương tự như panel của thiết bị thực tế. Ví dụ các nút bấm, nút bật, các đồ thị và các bộ điều khiển. Từ Front Panel người dùng chạy và quan sát kết quả có thể dùng chuột, bàn phím để đưa dữ liệu vào sau đó cho chương trình chạy và quan sát. Front Panel thường gom các bộ điều khiển (Control) và các bộ hiển thị (Indicator):

- Control là các đối tượng được đặt trên Front Panel để cung cấp dữ liệu cho chương trình. Nó tương tự như đầu vào cung cấp dữ liệu.
- Indicator là đối tượng được đặt trên Front Panel dùng để hiển thị kết quả, nó tương tự như bộ phận đầu ra của chương trình.



Hình 3.3. Front Panel và Block Diagram

3.1.6.2. Block Diagram

Block Diagram của 1 VI là một sơ đồ được xây dựng trong môi trường LabVIEW, nó có thể gồm nhiều đối tượng và các hàm khác nhau để tạo các cấu trúc lệnh để chương trình thực hiện. Block Diagram là một mã nguồn đồ họa của 1 VI. Các đối tượng trên Front Panel được thể hiện bằng các thiết bị đầu cuối trên Block Diagram, không thể loại bỏ các thiết bị đầu cuối trên Block Diagram. Các thiết bị đầu cuối chỉ mất đi sau khi loại bỏ đối tượng tương ứng trên Front panel.

Cấu trúc của một Block Diagram gom các thiết bị đầu cuối (Terminal), Nút (Node) và các dây nối (wire).

- Terminal: là các cổng mà dữ liệu truyền qua giữa Block Diagram và Front panel, và giữa các Node trong Block Diagram. Các Terminal dưới dạng các Icon của các Function.
- Nodes: là các phần tử thực hiện chương trình, chúng tương tự như các mệnh đề, toán tử, hàm và các chương trình con trong các ngôn ngữ lập trình thông thường.
- Wires: là các dây nối dữ liệu giữa các node.

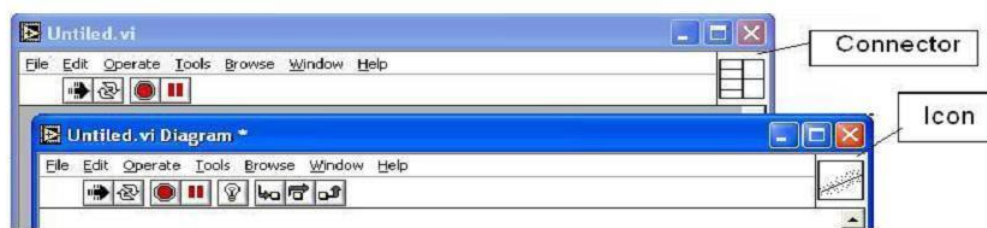
3.1.7. Icon và Connector

3.1.7.1. Icon (biểu tượng):

Là biểu tượng của VI, được sử dụng khi từ một VI muốn sử dụng chức năng của một VI khác. Khi đó VI đó được gọi là SubVI, nó tương đương như một chương trình con trong các ngôn ngữ khác.

3.1.7.2. Connector (đầu nối):

Là một phần tử của Terminal dùng để nối các đầu vào và đầu ra của các VI với nhau khi sử dụng. Mỗi VI có một Icon mặc định hiển thị trong bảng Icon ở góc trên bên phải của so Front Panel và Block Diagram.



Hình 3.4. Vị trí Icon và Connector

Mỗi VI có một Icon mặc định hiển thị trong bảng Icon ở góc trên bên phải của sổ Front Panel và Block Diagram như hình dưới đây. Ta có thể thay đổi được Icon và connector.

Khi các Vi được phân cấp và module hóa thì ta có thể dùng chúng như các chương trình con. Do đó, để xây dựng một VI ta có thể chia thành nhiều VI thực hiện các chức năng đơn giản và cuối cùng kết hợp chúng lại với nhau.

3.2. Lập trình Myrio bằng phần mềm LabVIEW

3.2.1. Bộ điều khiển trung tâm myRIO

3.2.1.1. Tổng quan về bộ điều khiển trung tâm myRIO

Module Myrio là bộ xử lý trung tâm có chức năng chính là nhận tín hiệu từ cảm biến mô men và gửi tín hiệu điều khiển mạch điều khiển động cơ DC 200W.

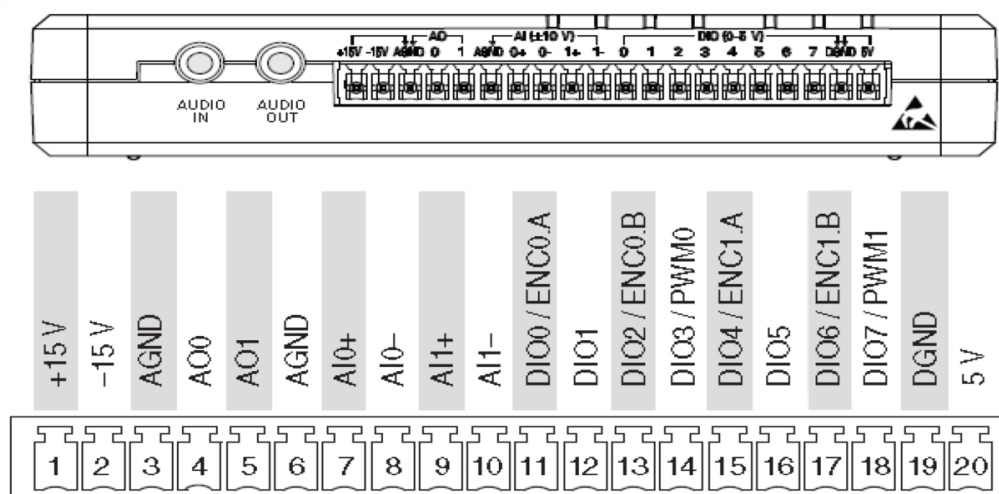


Hình 3.5. Bộ điều khiển myRIO

Bảng 3.1. Thông số kỹ thuật cơ bản của NI myRIO

Vi xử lý	Xilinx Z-7010, 667MHz, 2 lõi
Bộ nhớ không đổi	256 MB
Bộ nhớ DDR3	512 MB
FPGA	Xilinx Z-7010
Wireless	IEEE 802.11 b,g,n, ISM 2.4 GHz, 20MHz, phạm vi phát lên đến 150m
Ngõ vào tương tự	500 kS/s, 12 bit
Các đầu nối MXP	4 kênh một ngõ trên mỗi đầu nối, 0V đến 5V
Đầu nối MSP: hai kênh khác nhau	± 10 V
Ngõ vào Audio	2 Hz đến >20 kHz
Ngõ ra tương tự	345 kS/s, 12 bit
Các đầu nối MXP	hai kênh một ngõ trên mỗi đầu nối, 0V đến 5V
Đầu nối MSP: hai kênh một ngõ	± 10 V
Ngõ ra audio	70 Hz đến >50 kHz vào tải 32 Ω 2 Hz đến >50 kHz vào tải trở kháng cao
Ngõ vào/ra số	5V tương thích với ngõ vào LVTTTL, 3.3V với ngõ ra LVTTTL
Độ rộng xung tối thiểu	20 ns
I2C	400 kHz
Tốc độ baud lớn nhất	230400 bps
Cảm biến gia tốc	3 trục, ± 8 g, 12 bit, 800 S/s
Nguồn cung cấp	6-16 VDC, 14W
Nhiệt độ	0 đến 40°C
Trọng lượng	183g

Ở mặt trái chúng ta sẽ thấy các cổng kết nối A và B với cấu hình chân giống nhau được đánh số từ 1 đến 34.



Hình 3.8. Cổng kết nối mặt phải của NI myRIO

Tương tự, ở mặt phải cũng được cấu hình với 2 cổng AUDIO IN/OUT, nguồn +/- 15V, 2 ngõ vào tương tự, 2 ngõ ra tương tự, 8 ngõ vào ra số, nguồn 5V.

3.2.1.3. Nguyên lý hoạt động của bộ xử lý trung tâm myRIO

Bước 1: Cài đặt phần mềm LabVIEW

Bước 2: Kết nối phần cứng myRIO của bạn với cổng USB trên PC của bạn

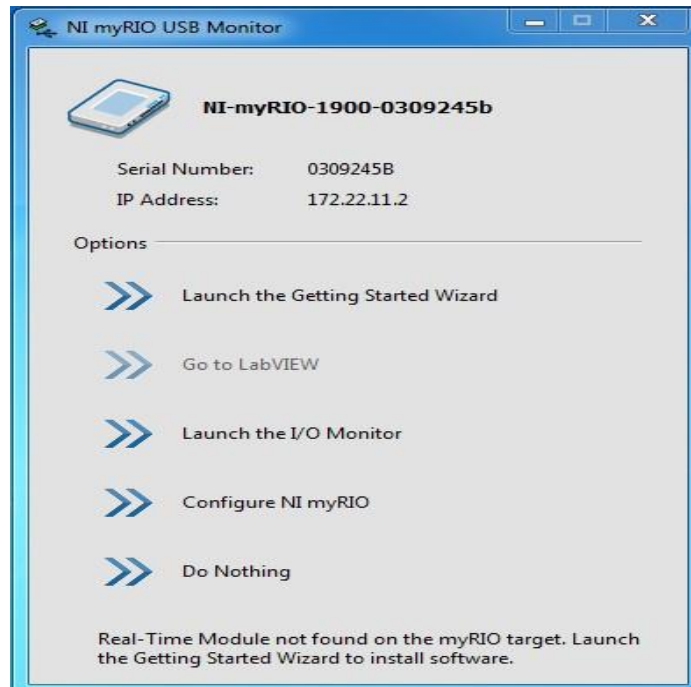
Bước 3: Đảm bảo thiết bị đang hoạt động tốt

Bước 4: Tạo một chương trình thử nghiệm đơn giản trong LabVIEW

3.2.2. Kết nối lập trình trên LabVIEW

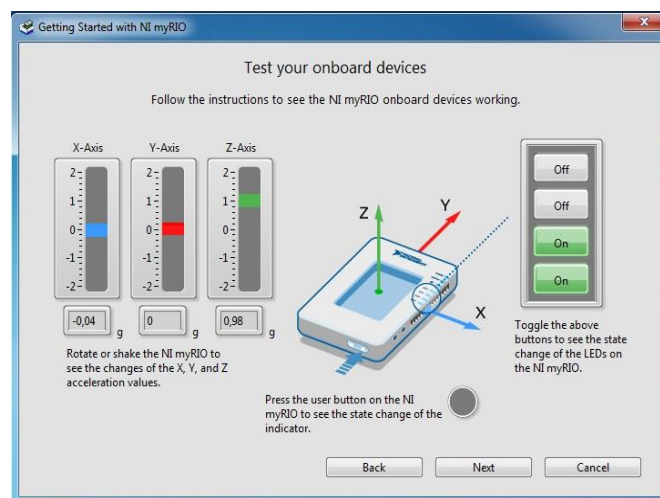
Bước 1: Trước tiên cắm nguồn và cáp USB để kết nối myRIO với máy tính, một cửa sổ NI myRIO USB Monitor xuất hiện thể hiện số sê-ri, địa chỉ IP và các tùy chọn cho myRIO.

Với lần đầu kết nối, bạn hãy nhấn vào tùy chọn Launch Getting Started wizard để thực hiện sửa lại tên (nếu cần thiết) và cài đặt phần mềm vào myRIO.



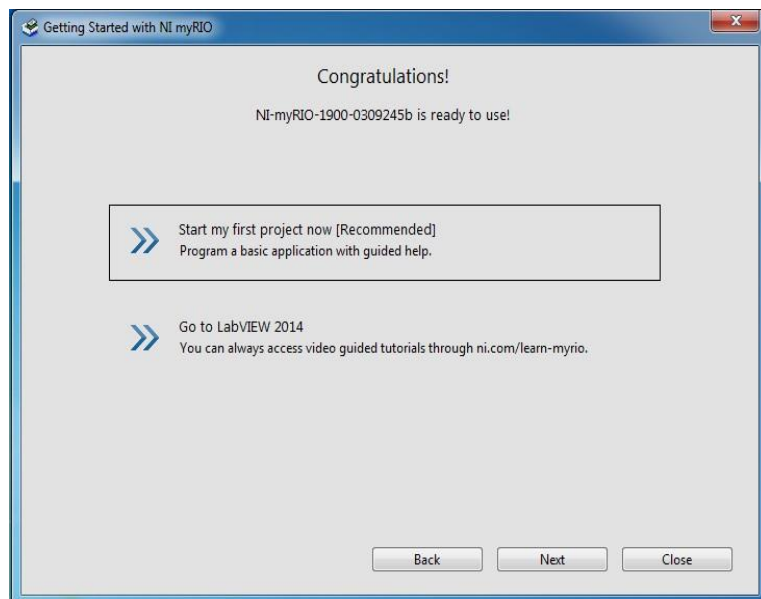
Hình 3.9. Cửa sổ NI myRIO USB Monitor

Bước 2: Sau khi cài đặt hoàn tất, myRIO cần khởi động lại nên cửa sổ NI myRIO USB Monitor sẽ mở lại lần nữa, lúc này bấm chọn Do nothing để vào giao diện kiểm tra các cảm biến và thiết bị trên myRIO. Tại đây có thể kiểm tra cảm biến gia tốc bằng việc theo dõi sự thay đổi của các thông số bên trái, kiểm tra nút nhấn Button 0 với LED hiển thị ở giữa và kiểm tra các LED trên myRIO bằng cách bật tắt LED trên giao diện này.



Hình 3.10. Giao diện kiểm tra các cảm biến và thiết bị

Bước 3: Sau khi tiến hành thử các cảm biến, chương trình sẽ đi đến một cửa sổ với hai lựa chọn: bắt đầu dự án đầu tiên ngay bây giờ hoặc đi thẳng đến LabVIEW.



Hình 3.11. Cửa sổ lựa chọn

Nếu chọn lựa chọn đầu tiên, chương trình sẽ hướng dẫn từng bước để bắt đầu một chương trình. Nếu người mới bắt đầu làm quen với myRIO cũng như Labview thì nên chọn tùy chọn này để bảo đảm một sự khởi đầu thành công.

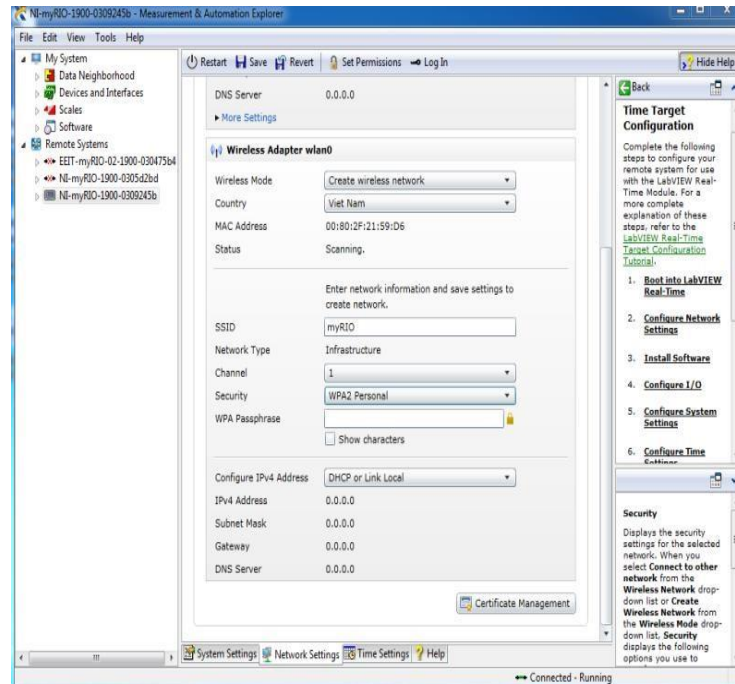
Có thể kết nối myRIO với máy tính thông qua wifi hoặc sử dụng myRIO như một access point. Để thực hiện điều này phải truy cập **NI Web-based Configuration & Monitoring** bằng cách nhấn vào **Configure NI myRIO** trong giao diện NI myRIO USB Monitor hoặc bằng cách truy cập địa chỉ **172.22.11.2** hoặc sử dụng **NI MAX** để cấu hình các thiết lập wifi.

Đầu tiên, truy cập vào NI MAX, chọn myRIO mà bạn kết nối thông qua USB dưới mục **Remote Systems** ở bên trái màn hình. Tiếp theo chọn tab **Network Settings** ở phía dưới, ta sẽ thấy một giao diện để cấu hình wifi.

Tại phần **Wireless Adapter wlan0**, chọn ở phần **Wireless Mode**, **create wireless network** nếu cần sử dụng myRIO như một access point để kết nối nhiều thiết bị với myRIO, hoặc **connect to wireless network** nếu chỉ cần kết nối myRIO với mạng wifi hiện có.

Ở mục **Country**, chọn tên quốc gia

Với chế độ **Create wireless network**, tại phần SSID đặt tên cho myRIO và thiết lập các thông tin như hình bên dưới. Ở mục Security, chọn **WPA2 Personal** nếu cần thiết lập mật khẩu khi truy cập, và nhập mật khẩu vào **WPA Passphrase**.

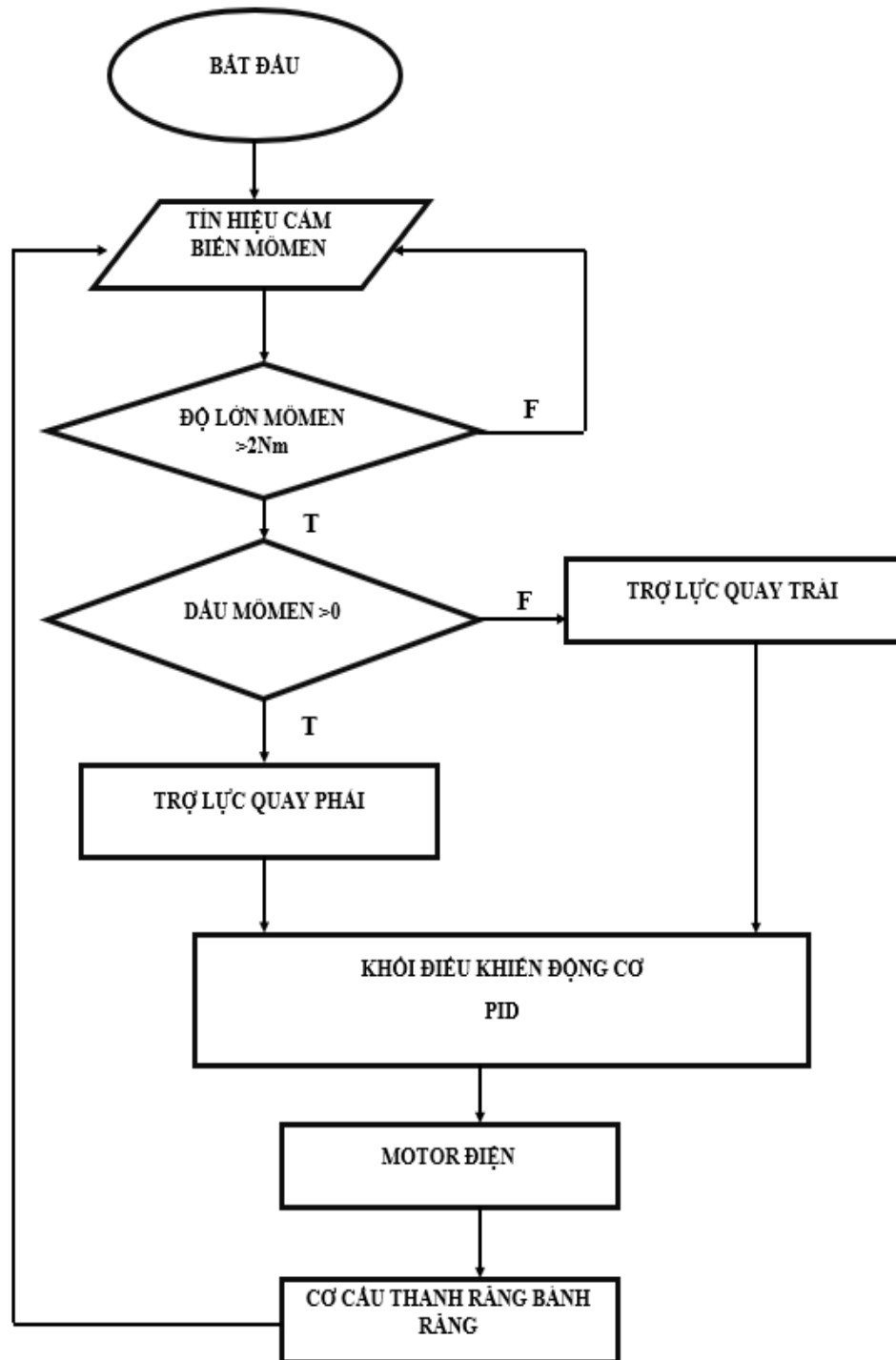


Hình 3.12. Các thiết lập ở chế độ create wireless network

Bước 4: Với chế độ connect to wireless network, tại phần Wireless network chọn mạng wifi mà ta sẽ kết nối và nhập mật khẩu (nếu có).

3.3. Thực nghiệm

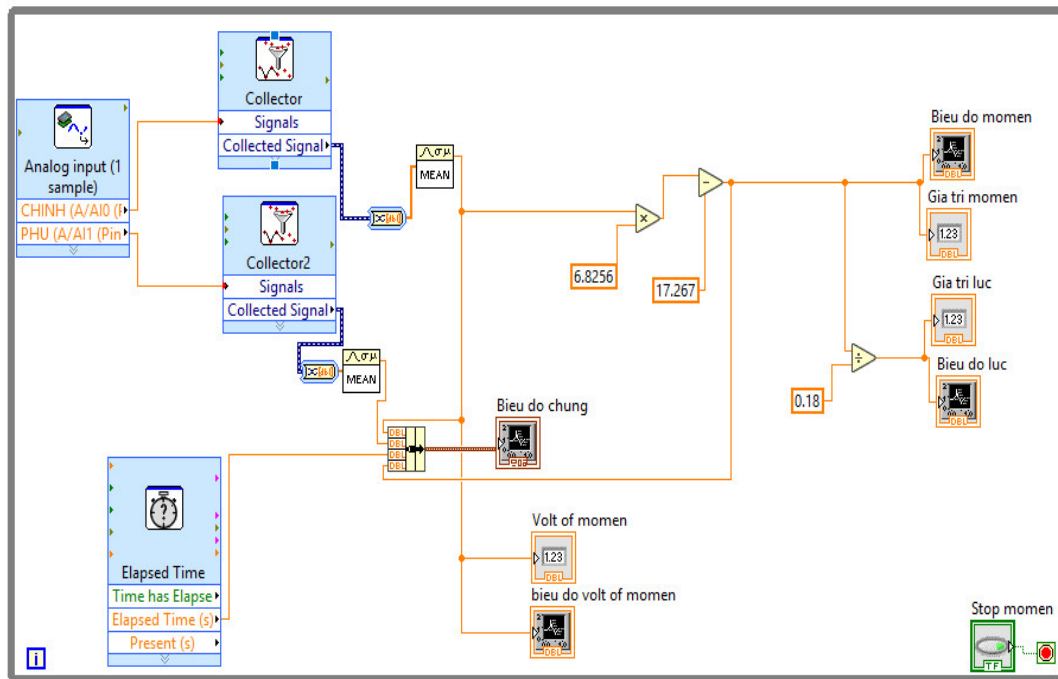
3.3.1. Lưu đồ thuật toán điều khiển



Hình 3.13. Lưu đồ thuật toán điều khiển

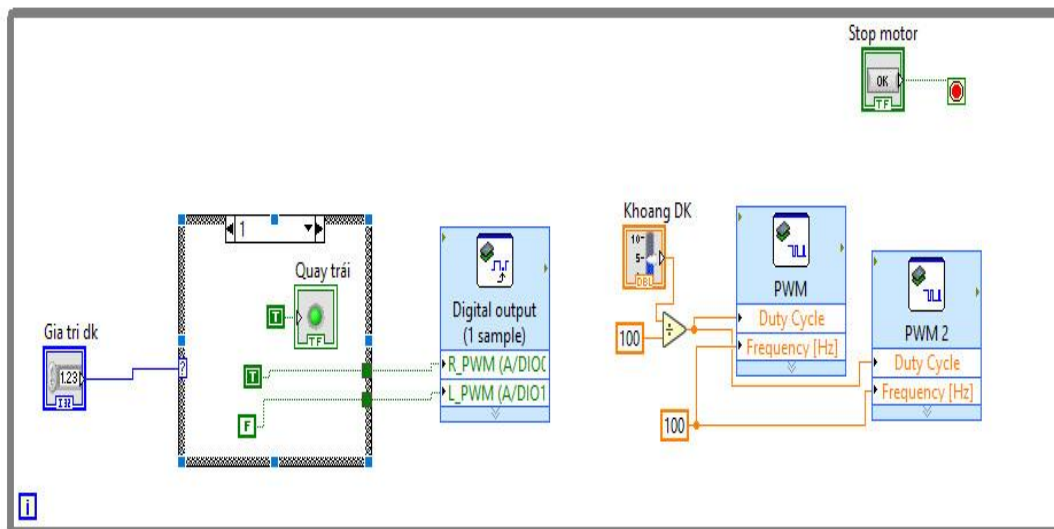
3.3.2. Chương trình điều khiển trên LabVIEW

- Chương trình lấy tín hiệu mô men



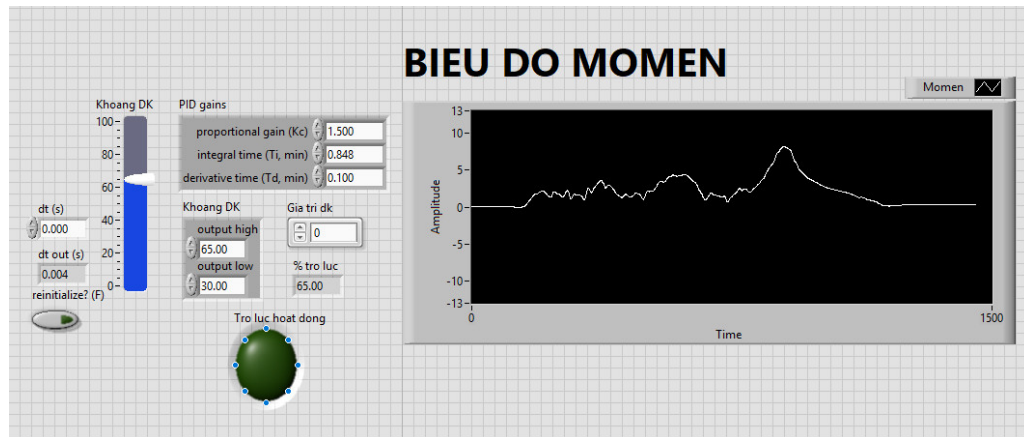
Hình 3.14. Chương trình lấy tín hiệu cảm biến mô men

- Chương trình điều khiển chiều quay của motor



Hình 3.15. Chương trình phát xung điều khiển motor

- Màn hình hiển thị các thông số điều khiển



Hình 3.16. Trang hiển thị các thông số điều khiển

3.4. Kết quả thực nghiệm

Sau khi tiến hành xây dựng bộ phận điều khiển và thiết kế chương trình cho bộ điều khiển ta thực hiện một số thí nghiệm và có kết quả như sau:

Dựa trên lý thuyết hoạt động của cảm biến mô men và các thông số tham khảo cho trước để kiểm tra đặc tính mô men trên thực tế. Lấy điện áp ra của mômen tùy theo mức độ đánh lái khi xe ở trạng thái quay vòng tại chỗ:

Thực hiện lấy xấp xỉ ta thu được bảng giá trị:

Bảng 3.2. Bảng giá trị momen theo tín hiệu cảm biến

Lực đánh lái (N)	Mô men vành lái (Nm)	Cảm biến (V)
64.6	-11.62	0.8
56.8	-10.22	1
50.1	-9.01	1.2
41.8	-7.53	1.4
35.9	-6.47	1.6
27.3	-4.91	1.8
20.3	-3.66	2.0
13.1	-2.35	2.2
0.0	0	2.5
14.0	2.52	2.8

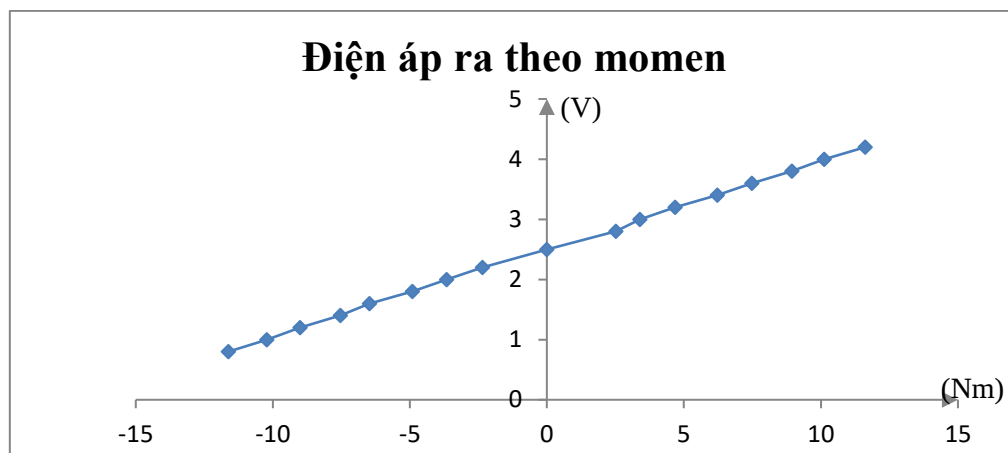
18.9	3.4	3.0
26.0	4.68	3.2
34.6	6.22	3.4
41.6	7.48	3.6
49.7	8.94	3.8
56.2	10.12	4.0
64.6	11.62	4.2

Mô men vành lái được xác theo công thức : $M_{vl} = R_{vl} \cdot P_{vl}$ (Nm)

Trong đó : $R_{vl} = 0.18m$: bán kính vành lái

P_{vl} : lực đánh lái đo bằng cân lực

Từ bảng dữ liệu trên ta xây dựng được đường đặc tính điện áp ra của cảm biến theo mô men vành tay lái :



Hình 3. 17 Biểu đồ momen theo tín hiệu điện áp thực nghiệm

Trên Hình 3.46 thể hiện hiệu điện thế đầu ra của cảm biến ở 2 trạng thái trục lái quay phải và quay trái:

- Khi trục lái quay phải hiệu điện áp tăng từ 2,5 đến 4,2 vol.
- Khi trục lái quay trái hiệu điện áp giảm từ 2,5 đến 0,8 vol.

Xây dựng được đồ thị đặc tính mô men như hình 3.32, giúp cho việc viết chương trình trợ lực lái một cách thuận lợi hơn: là điều kiện ban đầu cho trợ lực quay trái, quay phải hoặc dừng trợ lực một cách phù hợp theo tín hiệu mô men thu được.

KẾT LUẬN

Mô hình hệ thống lái trợ lực điện xây dựng thực hiện các chức năng:

- Khảo sát các đường đặc tính của cảm biến mô men và đặc tính điều khiển motor trợ lực.
- Mô phỏng tín hiệu mô men cản M_c tác dụng từ mặt đường lên vô lăng thông qua khối lượng đặt lên mô hình.
- Xây dựng bộ điều khiển trung tâm với chức năng thu thập tín hiệu đầu vào tín hiệu cảm biến mô men, sau đó tính toán để điều khiển motor trợ lực một cách phù hợp.
- Hiển thị các đại lượng điện áp ra cảm biến mô men, dòng điều khiển motor trợ lực.

Với mô hình này ta có thể sử dụng để khảo sát đặc tính điều khiển của hệ thống lái trợ lực điện, từ đó đưa ra giải pháp tối ưu tùy theo điều kiện lái. Ngoài ra mô hình hệ thống lái trợ lực điện còn sử dụng để giảng dạy trong trường học giúp sinh viên tiếp cận với thực tế nhiều hơn.

Qua thời gian tính toán thiết kế và xây dựng mô hình khảo sát sự làm việc của hệ thống lái trợ lực điện với sự cố gắng của cả nhóm và đặc biệt là sự hướng dẫn tận tình của thầy **PGS.TS. Phạm Quốc Thái** và cùng toàn thể các thầy trong Bộ môn em đã hoàn thành được những nhiệm vụ được giao. Trong đồ án này nhóm đã làm được những việc sau:

- Tìm hiểu cấu tạo và nguyên lý hoạt động, các bộ phận cơ bản của hệ thống lái trợ lực điện.
- Tìm hiểu ưu nhược điểm của hệ thống lái trợ lực điện.
- Tính toán cơ cấu lái, hệ thống trợ lực lái điều khiển bằng điện tử.
- Thiết kế và xây dựng mô hình hệ thống lái trợ lực điện.
- Tìm hiểu được bộ xử lý trung tâm ECU, đường truyền các tín hiệu các cảm biến.

Vì điều kiện thời gian có hạn và trình độ kinh nghiệm còn hạn chế nên đồ án vẫn còn hạn chế nên đồ án vẫn còn nhiều khiếm khuyết trong phần tính toán và kết cấu có thể chưa hợp lý. Rất mong sự đóng góp của các thầy trong bộ môn để đồ án của em được hoàn chỉnh hơn

TÀI LIỆU THAM KHẢO

- [1] Lê Văn Tụy – *Bài giảng môn học “Thiết kế hệ thống lái ô tô”* - Khoa Cơ khí Giao thông – ĐHBK Đà Nẵng.
- [2] Nguyễn Hữu Cần, Dư Quốc Thịnh, Phạm Minh Thái, Nguyễn Văn Tài, Lê Thị Vàng. *“Lý thuyết ô tô máy kéo”*. Nhà xuất bản khoa học và kỹ thuật Hà Nội, năm 2005.
- [3] Nguyễn Trọng Hiệp, Nguyễn Văn Lắm. *“Thiết kế chi tiết máy”*. Nhà xuất bản giáo dục, năm 1999.
- [4] Nguyễn Bá Hải. *“Lập trình LabVIEW”*.
- [5] Dey, R. (2012). Electronic Power Assisted Steering System. International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT) Volume 1, Issue 3, March 2012 23.
- [6] Guobiao, S., et al. (2012). Simulation Analysis for Electric Power Steering Control System Based On Permanent Magnetism Synchronization Motor School of Mechanical and Vehicular Engineering, Beijing Institute of Technology, Beijing 10081, P.R.China 1778.
- [7] Hazelden, R. j. Application of an optical torque sensor to a vehicle power steering system. Lucas Advanced Engineering Centre, Dog Kennel Lane.
- [8] Mehrabi, N. (2014). Dynamics and Model-Based Control of Electric Power Steering Systems. A thesis presented to the University of Waterloo in fulfillment of the thesis requirement for the degree of Doctor of Philosophy in Systems Design Engineering: 1
- [9] <https://dbmstore.net/bat-dau-lap-trinh-voi-ni-myrio/>
- [10] <https://nshopvn.com/product/mach-dieu-khien-dong-co-dc-bts7960-43a-1-dong-co/>
- [11] <https://nshopvn.com/product/cam-bien-dong-dien-hall-ac3712-5a/>
- [12] <https://nguồnled.vn/nguon-tong-12v5a-nho>