

Nguyên lý hoạt động của hệ thống lái oto



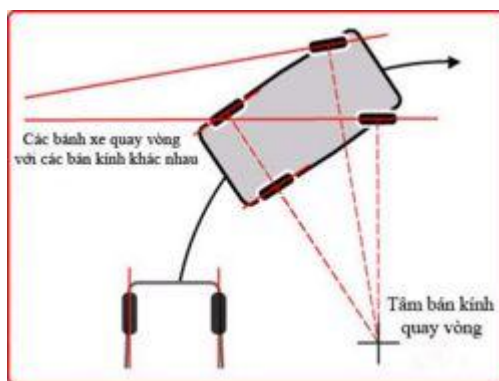
Sơ đồ bố trí hệ thống lái trên xe hơi

Khi bạn xoay vành tay lái đi, đương nhiên chiếc xe của bạn sẽ chuyển hướng theo phía mà bạn muốn. Thế nhưng quan hệ “nhân quả” của chúng như thế nào? Chắc chắn sẽ có nhiều điều thú vị khi bạn tìm hiểu về nguyên lý làm việc của hệ thống lái trên xe ô tô.

Sau đây sẽ là một số kiến thức cơ bản nhất về hệ thống chuyển hướng của xe. Chúng ta sẽ cùng nghiên cứu về nguyên lý làm việc, một số hệ thống chuyển hướng cơ bản và ảnh hưởng của nó đến tính kinh tế nhiên liệu của xe. Chúng ta hãy cùng xem xét cái gì làm cho chiếc xe chuyển hướng. Chắc chắn nó không đơn giản như bạn nghĩ!

Đầu tiên, bạn sẽ rất ngạc nhiên vì khi chuyển hướng, các bánh xe trước không đi theo cùng một hướng. Tại sao vậy? Để chiếc xe chuyển hướng êm dịu, mỗi bánh xe cần phải đi theo một đường tròn khác nhau. Bởi vì bánh xe bên trong chuyển động theo một vòng tròn có bán kính nhỏ hơn, việc quay vòng khó khăn hơn so với bánh xe phía ngoài.

Nếu bạn vẽ một đường thẳng vuông góc với từng bánh xe, các đường thẳng đó sẽ giao nhau tại tâm quay vòng. Sơ đồ hình học dưới đây cho biết bánh xe bên trong sẽ phải quay nhiều hơn bánh xe ngoài.

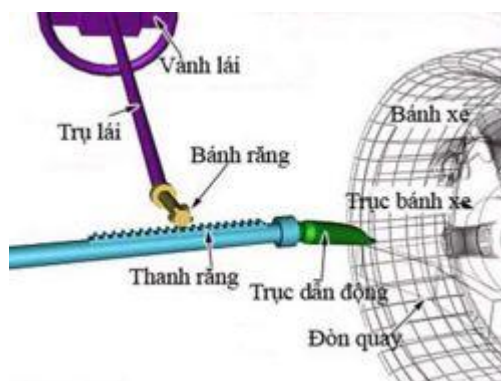


Sơ đồ mô phỏng bán kính quay vòng

Từ trước đến nay tồn tại một cặp cơ cấu lái khác nhau. Có thể tóm tắt chung nhất là cơ cấu bánh răng – thanh răng (Rack-and-pinion) và trục vít – bánh vít (recirculating ball). Trước hết chúng ta cùng xem xét nguyên lý của hệ thống bánh răng – thanh răng.

Cơ cấu lái bánh răng – thanh răng xuất hiện và rất nhanh được sử dụng phổ biến trên các xe ô tô du lịch và xe tải nhỏ, xe SUV. Nó là một cơ cấu cơ khí khá đơn giản. Một bánh răng được nối với một ống kim loại, một thanh răng được gắn trên một ống kim loại. Một thanh nối (tie rod) nối với hai đầu mút của thanh răng.

Bánh răng tròn được nối với trục tay lái. Khi bạn xoay vành tay lái, bánh răng quay làm chuyển động thanh răng. Thanh nối ở hai đầu thanh răng được gắn với một cánh tay đòn trên một trục xoay



Hệ thống lái với bánh dẫn hướng trong hệ thống treo độc lập

Cặp bánh răng – thanh răng làm hai nhiệm vụ:

- Chuyển đổi chuyển động xoay của vành tay lái thành chuyển động thẳng cần thiết để làm đổi hướng bánh xe.
- Nó cung cấp một sự giảm tốc, tăng lực để làm đổi hướng các bánh xe dễ dàng và chính xác hơn.

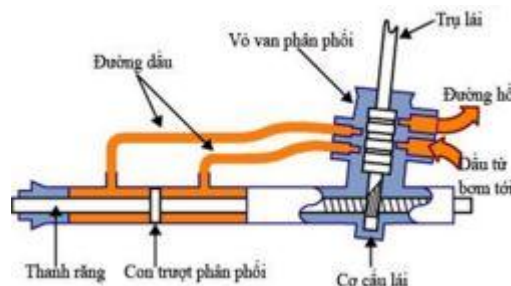
Trên đa số xe hơi hiện nay người ta thường phải xoay vành tay lái ba đến bốn vòng để chuyển hướng bánh xe từ cuối cùng bên trái sang tận cùng bên phải và ngược lại. Tỷ số truyền của hộp tay lái là tỷ số biểu thị mối quan hệ của góc quay vành tay lái với góc mà bánh xe đổi hướng.

Ví dụ, nếu vành tay lái quay được một vòng (360 độ) mà chiếc xe đổi hướng 20 độ, thì khi đó tỷ số lái là 360 chia 20 bằng 18: 1. Một tỷ số cao nghĩa là bạn cần phải quay vành tay lái nhiều hơn để bánh xe đổi hướng theo một khoảng cách cho trước. Tuy nhiên, một tỷ số truyền cao sẽ không hiệu quả bằng tỷ số truyền thấp. Nhìn chung, những chiếc ô tô hạng nhẹ và thể thao có tỷ số này thấp hơn so với các xe lớn hơn và các xe tải hạng nặng.

Tỷ số thấp hơn sẽ tạo cho tay lái phản ứng nhanh hơn, bạn không cần xoay nhiều vành tay lái khi vào cua gấp, và đây chính là một đặc điểm có lợi cho các xe đua. Các ô tô loại nhỏ này khá nhẹ nên chỉ cần loại tay lái có tỷ số thấp, các loại xe lớn thường phải dùng loại hộp tay lái có tỷ số cao hơn để giảm lực tác động của người lái khi điều khiển xe vào cua.

Một số chiếc xe có hộp số với tỷ số thay đổi được, vẫn sử dụng bộ bánh răng thanh răng nhưng có bước răng ở phần giữa và phần bên ngoài khác nhau (bước răng là số răng trên một đơn vị độ dài). Điều này làm cho chiếc xe có phản ứng nhanh hơn khi bác tài bắt đầu đánh lái nhưng lại giảm được lực khi các bánh xe gần ở vị trí hạn chế.

Hệ thống lái bánh răng-thanh răng có trợ lực



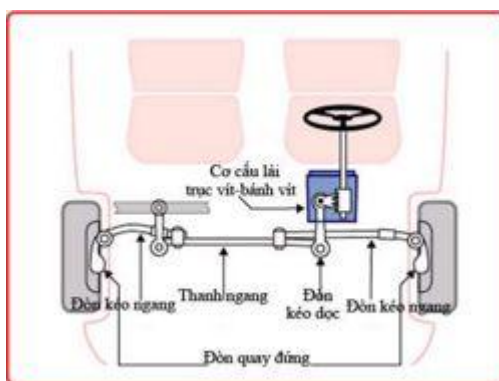
Sơ đồ hệ thống lái có trợ lực

Ở hệ thống lái này, thanh răng được thiết kế hơi khác so với loại thường một chút. Một phần của thanh răng có chứa một xi lanh và một piston luôn ở vị trí giữa. Piston được nối với thanh răng. Có hai đường ống dẫn chất lỏng ở hai bên của piston.

Một dòng chất lỏng (thường là dầu thủy lực) có áp suất cao sẽ được bơm vào một đầu đường ống để đẩy piston dịch chuyển, hỗ trợ thanh răng chuyển dịch. Như vậy, khi bạn đánh lái sang bên nào thì cũng có sự hỗ trợ của hệ thống thủy lực sang bên đó.

Cơ cấu lái trực vít-êcu-bi-cung răng

Cơ cấu này hiện đang được sử dụng trên hầu hết các xe tải và SUV. Sự liên kết của các chi tiết trong cơ cấu hơi khác với cơ cấu lái kiểu bánh răng – thanh răng.

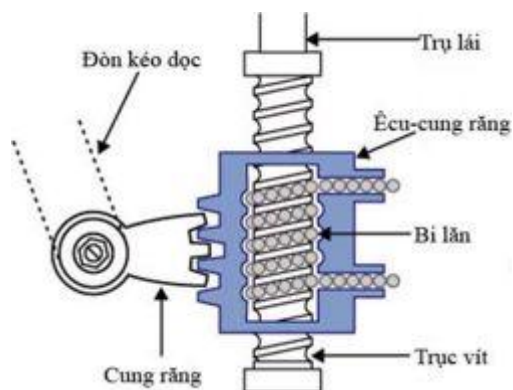


Sơ đồ bố trí các chi tiết trong hệ thống lái

Bạn có thể tưởng tượng rằng cơ cấu có hai phần. Phần thứ nhất là một khối kim loại có một đường ren rỗng trong đó. Bên ngoài khối kim loại này có một vành răng ăn khớp với một vành răng (có thể dịch chuyển một cánh tay đòn). Vành tay lái được nối với một trục có ren (giống như một cái êcu lớn) và ăn khớp với các rãnh ren trên khối kim loại nhờ các viên bi tròn (xem hình 7). Khi xoay vành tay lái, êcu quay theo.

Đáng lẽ khi vặn chiếc êcu này, nó phải đi sâu vào trong khối kim loại đúng theo nguyên tắc ren nhưng nó đã bị giữ lại nên khối kim loại phải di chuyển ngược lại. Điều này đã làm cho bánh răng ăn khớp với khối kim loại này

quay và dẫn đến di chuyển các cánh tay đòn làm các bánh xe chuyển hướng.



Cơ cấu lái trục vít-êcu-bi-cung răng

Như trên hình vẽ đã thể hiện, chiếc êcu ăn khớp với khối kim loại nhờ các viên bi tròn. Các bi này có hai tác dụng: một là nó giảm ma sát giữa các chi tiết. Thứ hai, nó làm giảm độ rơ của cơ cấu. Độ rơ xuất hiện khi đổi chiều tay lái, nếu không có các viên bi, các răng sẽ rời nhau ra trong chốc lát gây nên độ dơ của tay lái.

Hệ thống trợ lực của cơ cấu lái này cũng tương tự như của cơ cấu lái bánh răng – thanh răng. Việc hỗ trợ cũng được thực hiện bằng cách đưa dòng chất lỏng áp suất cao vào một phía của khối kim loại.

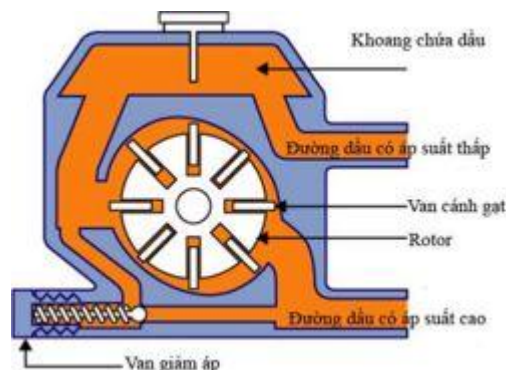
Bơm thủy lực



Vị trí bơm trợ lực trong hệ thống lái

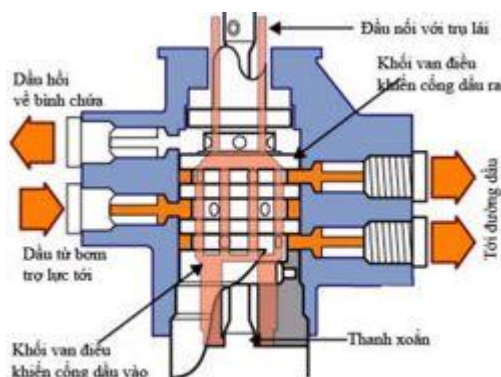
Để cung cấp cho hệ thống thủy lực hoạt động hỗ trợ cho hệ thống lái, người ta sử dụng một bơm thủy lực kiểu cánh gạt (hình 8). Bơm này được dẫn động bằng mô men của động cơ nhờ truyền động puli – đai. Nó bao gồm rất nhiều cánh gạt (van) vừa có thể di chuyển hướng kính trong các rãnh của một rô to. Khi rô to quay, dưới tác dụng của lực ly tâm các cánh gạt này bị văng ra và tì sát vào một không gian kín hình ô van.

Dầu thủy lực bị kéo từ đường ống có áp suất thấp (return line) và bị nén tới một đầu ra có áp suất cao. Lượng dầu được cung cấp phụ thuộc vào tốc độ của động cơ. Bơm luôn được thiết kế để cung cấp đủ lượng dầu ngay khi động cơ chạy không tải, và do vậy nó sẽ cung cấp quá nhiều dầu khi động cơ hoạt động ở tốc độ cao. Để tránh quá tải cho hệ thống ở áp suất cao, người ta phải lắp đặt cho hệ thống một van giảm áp (xem hình 9).



Kết cấu bơm trợ lực kiểu cánh gạt

Hệ thống trợ lực lái sẽ hỗ trợ người lái khi anh ta tác dụng một lực trên vành tay lái (khi muốn chuyển hướng xe). Khi người lái không tác động một lực nào (khi xe chuyển động thẳng), hệ thống không cung cấp bất cứ một sự hỗ trợ nào. Thiết bị dùng để cảm nhận được lực tác động lên vành tay lái được gọi là van quay.



Sơ đồ kết cấu van quay

Chi tiết chính của van quay là một thanh xoắn. Thanh xoắn là một thanh kim loại mỏng có thể xoắn được khi có một mô men tác dụng vào nó. Đầu trên của thanh xoắn nối với vành tay lái còn đầu dưới nối với bánh răng hoặc trục vít, vì vậy toàn bộ mô men xoắn của thanh xoắn cân bằng với tổng mô men người lái sử dụng để làm đổi hướng bánh xe. Mô men mà người lái tác động càng lớn thì mức độ xoắn của thanh càng nhiều.

Đầu vào của trục tay lái là một thành phần bên trong của một khối van hình trụ ống. Nó cũng nối với đầu mút phía trên của thanh xoắn. Phía dưới của thanh xoắn nối với phía ngoài của van ống. Thanh xoắn cũng làm xoay đầu ra của cơ cấu lái, nối với bánh răng hoặc trục vít phụ thuộc vào kiểu hệ thống lái.

Khi thanh xoắn bị vặn đi, nó làm bên trong của van ống xoay tương đối với phía ngoài. Do phần bên trong của van ống cũng được nối với trục tay lái (tức là nối với vành tay lái) nên tổng số góc quay giữa bên trong và ngoài của van ống phụ thuộc vào việc người lái xoay vành tay lái.

Khi vành tay lái không có tác động, cả hai đường ống thủy lực đều cung cấp áp suất như nhau cho cơ cấu lái. Nhưng nếu van ống được xoay về một bên, các đường ống sẽ được mở để cung cấp dòng cao áp cho đường ống phía bên đó. Tuy nhiên các hệ thống hỗ trợ trên có hiệu quả thấp. Chúng ta cùng nghiên cứu một số hệ thống trong tương lai cho hiệu suất cao hơn.

Hệ thống trợ lực lái trong tương lai

Vì bơm trợ lực lái làm việc liên tục nên rất lãng phí năng lượng của động cơ. Bạn sẽ thấy một vài hệ thống mới để có thể cải thiện tính kinh tế nhiên liệu của ô tô.

Một trong những ý tưởng mới mẻ đang nằm trên bàn giấy là hệ thống “steer-by-wire” hay “drive-by-wire”, tạm hiểu là lái bằng dây. Những hệ thống này đã loại bỏ hoàn toàn việc liên kết cơ khí giữa vành tay lái và hộp tay lái, thay thế chúng là hệ thống điều khiển điện tử hoàn toàn. Về cơ bản, vành tay lái có thể làm việc giống như bàn phím của bộ chơi game điện tử.

Nó có thể bao gồm các cảm biến để “nói” cho chiếc xe của bạn biết bạn đang làm gì với bánh xe, và có vài mô tơ điện để cung cấp cho người lái những phản hồi mà chiếc xe sẽ làm. Đầu ra của các cảm biến này sẽ được sử dụng để điều khiển một hệ thống lái được cơ giới hoá. Điều này sẽ làm rộng rãi thêm khoang chứa động cơ bởi vì không cần trực tay lái đồng thời tiếng ồn trong cabin xe cũng được giảm đáng kể.



Mẫu concept Hy-wire của General Motor

Hãng General Motor đã từng giới thiệu một chiếc concept, đó là chiếc Hy-wire, đây là tên xe mang đặc điểm của hệ thống lái. Một trong những điều thú vị nhất của hệ thống drive-by-wire được sử dụng trên chiếc GM Hy-wire là bạn có thể điều khiển chiếc xe cực kỳ chính xác mà không cần tác động lên bất cứ thành phần cơ khí nào trên xe.

Tất cả những gì bạn là để điều chỉnh tay lái giống như một số phần mềm máy tính mới. Trong các xe hơi drive-by-wire tương lai, vành tay lái hình tròn có thể sẽ không tồn tại nữa. Tất cả những gì để bạn dùng để chuyển hướng bánh xe chỉ là những nút, nút giống như dùng để điều chỉnh vị trí ghế ngồi hiện nay. Như vậy, hệ thống lái của xe có thể được điều khiển bằng nhiều loại nút nút riêng biệt, phù hợp với sở thích của từng người trong một gia đình.

Trong 50 năm qua, hệ thống lái của xe không thay đổi nhiều lắm, nhưng chỉ cần một thập kỷ nữa thôi, bạn sẽ nhìn thấy những chiếc xe tiện nghi có hệ thống lái cực kỳ thông minh và hiệu quả. Bạn có tin như vậy không?