

سیستم فرمان

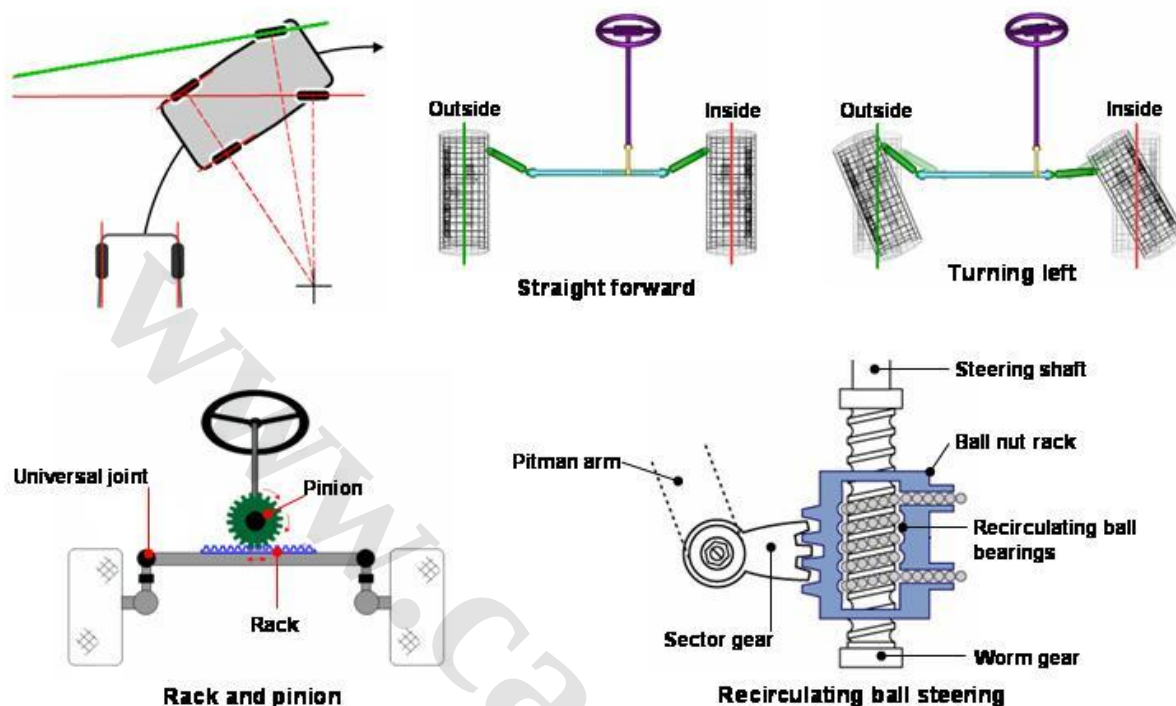
بر اساس استاندارد H-STEP1



تهیه و تدوین
واحد آموزش آسان موتور
مدرس
مهندس حمیدرضا زارعی

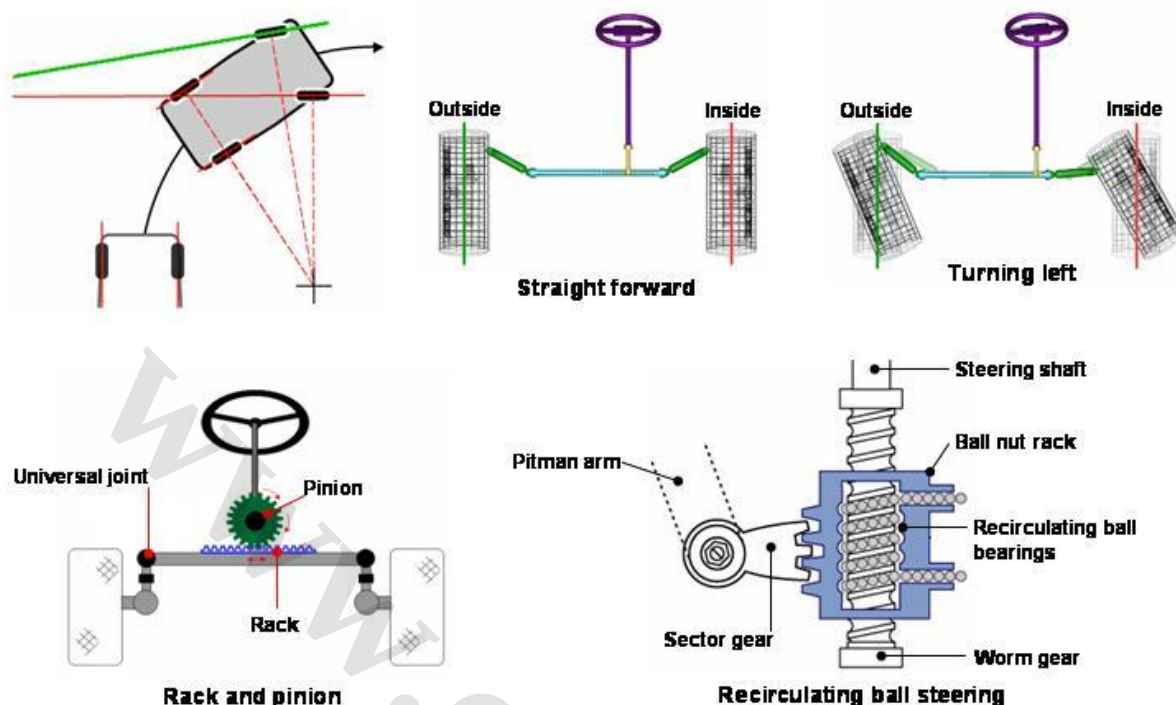
Copyright by Assan Motor Company. All rights reserved.

مبانی سیستم فرمان



در خودروها، فرمان، جرخ دنده ها، اتصالات و سایر اجزا سیستم برای کنترل و حرکت خودروها بکار میروند. به علت وجود اصطکاک بین چرخهای جلو و سطح زمین، مخصوصاً در پارکینگ به تلاش بیشتری برای گردش فرمان نیاز است پس به تلاش کمتری نیاز داریم. فرمان بوسیله اتصالات و چرخدنده ها به چرخهای جلو متصل می باشد. چرخدنده ها قدرت مکانیکی راننده را دریافت می کنند و آن را افزایش می دهند. چرخها برای گردش خود به آرامی و بطور یکنواخت هرکدام از یک محیط دایره متفاوت پیروی میکنند، از آنجاییکه چرخ درونی شعاع کوچکتری دارد و نسبت به چرخ بیرونی دایره کوچکتری می سازد، اگر شما برای هر چرخ یک خط عمودی رسم کنید، خط مجازی مربوطه در گردش چرخ به جهات مختلف از مرکز چرخ عبور خواهد کرد.

در تنظیمات و زوایای هندسی اهرم بندی فرمان چرخ درونی از چرخ بیرونی بیتر چرخش دارد. انواع مختلفی از جعبه فرمان وجود دارد، مدل مدل شانه ای و پینیون در بیشتر مدلهای خودرو استفاده می شود که درون یک استوانه فلزی تعبیه شده است. در 2 سمت استوانه یک برآمدگی وجود دارد که اتصالات فرمان به جعبه فرمان و از طرف دیگر به محور سگدست متصل می شوند. مجموعه شانه ای و پینیون تمام اقدامات انجام شده را به حرکت چرخشی برای چرخها تبدیل می کند و نیروی لازم برای چرخش آنها را کاهش می دهد و آنرا آسانتر می کند.



برخی از جعبه فرمان ها از میل مارپیچ و ساچمه های متعدد تشکیل شده اند ، شما در تصاویر بالا هر 2 نوع جعبه فرمان را می توانید ببینید .

در مدل اول یک میله فلزی که دارای دندانه های متعدد در سطح خارجی آن است دیده می شود که برای حرکت میله درگیر می شوند . شافت اصلی فرمان به مارپیچ متصل می شود و بوسیله پیچ در محل خود روی بدنه ثابت می شود ، هنگامیکه فرمان به چرخش درمی آید ، پیچ نیز در محل خود به گردش درمی آید .

بجای اینکه این پیچ مانند بقیه پیچها به گردش عادی خود ادامه دهد ، پیچ در جای خود ثابت به چرخش درآمده تا بلوکه را به حرکت درآورد که نهایتا بوسیله دندانه ها و اتصالات چرخها به گردش درآیند .

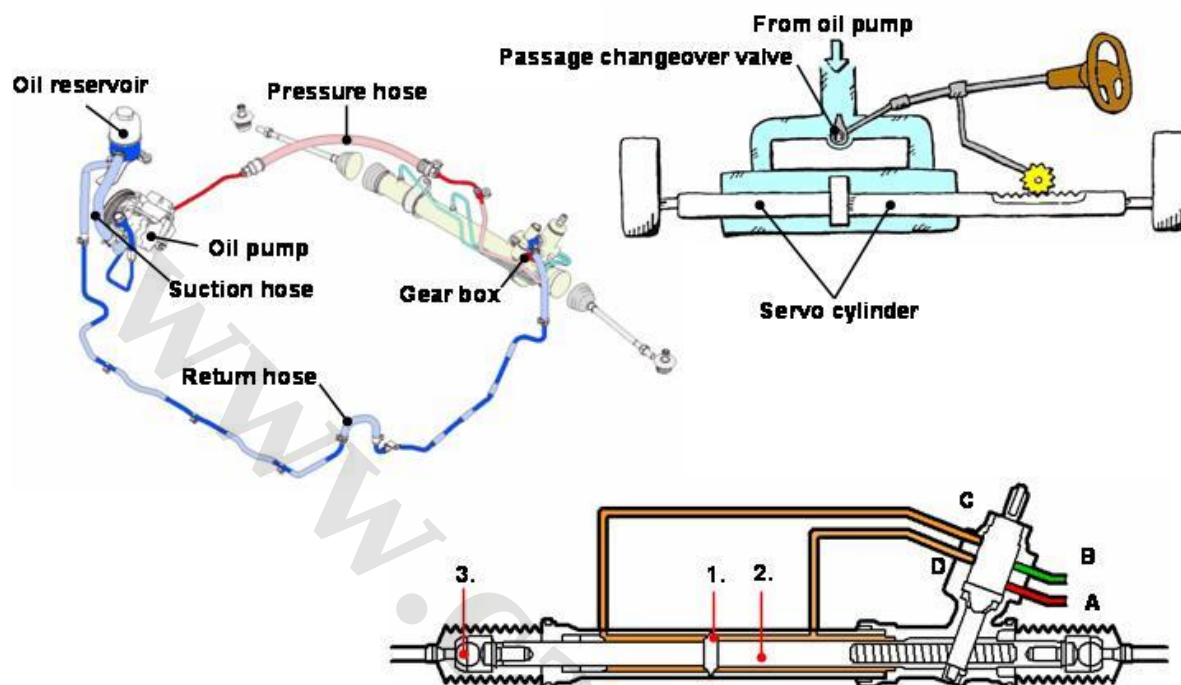
در مدل دوم بجای اینکه میل مارپیچ مستقیما با رزوه های داخل بلوکه درگیر شود ، اطراف دنده حلزونی با ساچمه انباشته شده است که با دوران دنده حلزونی به چرخش درآمده و باعث حرکت بلوکه می شوند. ساچمه ها معمولا 2 هدف را پیگیری می نمایند ؛ اول : کاهش اصطکاک و خوردگی دنده ها ، دوم : خلاصی بین دنده ها را کاهش می دهند .

هنگامیکه شما فرمان را به چرخش درآوردید بدون حضور ساچمه ها در اطراف حلزونی ، بعلت وجود خلاصی بین رزوه ها حرکت بلوکه با تاخیر بوده و برای لحظه ای حرکت دنده حلزونی را احساس نخواهد کرد .

در بیشتر خودروها گردش فرمان به هر سمت 3 یا 4 دور تا رسیدن به انتهای کورس می باشد . در خودروهای سبک و سنگین قدرت زیادی برای چرخاندن چرخها و فرمان لازم است ، خودروهای زیادی از سیستم فرمان هیدرولیک و یا فرمان الکتریکی بهره می برند.

برای ایمنی بیشتر راننده در اغلب خودروهای پیشرفته در هنگام تصادف خودرو و پرتاب راننده به سمت فرمان تلسکوپی فرمان عقب نشینی کرده و جمع می شود .

فرمان هیدرولیک



سیستم کمکی فرمان در مدل شانه ای و پینیون از شیر کنترل و سیلندر تنظیم شونده (خود تنظیم) تشکیل شده است . پمپ هیدرولیک ، مخزن روغن ، شیلنگ فشار و برگشت نیز از قطعات اصلی این سیستم هستند . سیستم فرمان از فشار روغن هیدرولیک برای کاهش صرف نیرو برای چرخاندن اتصالات استفاده میکند و امکان گرداندن راحت تر را به راننده می دهد .

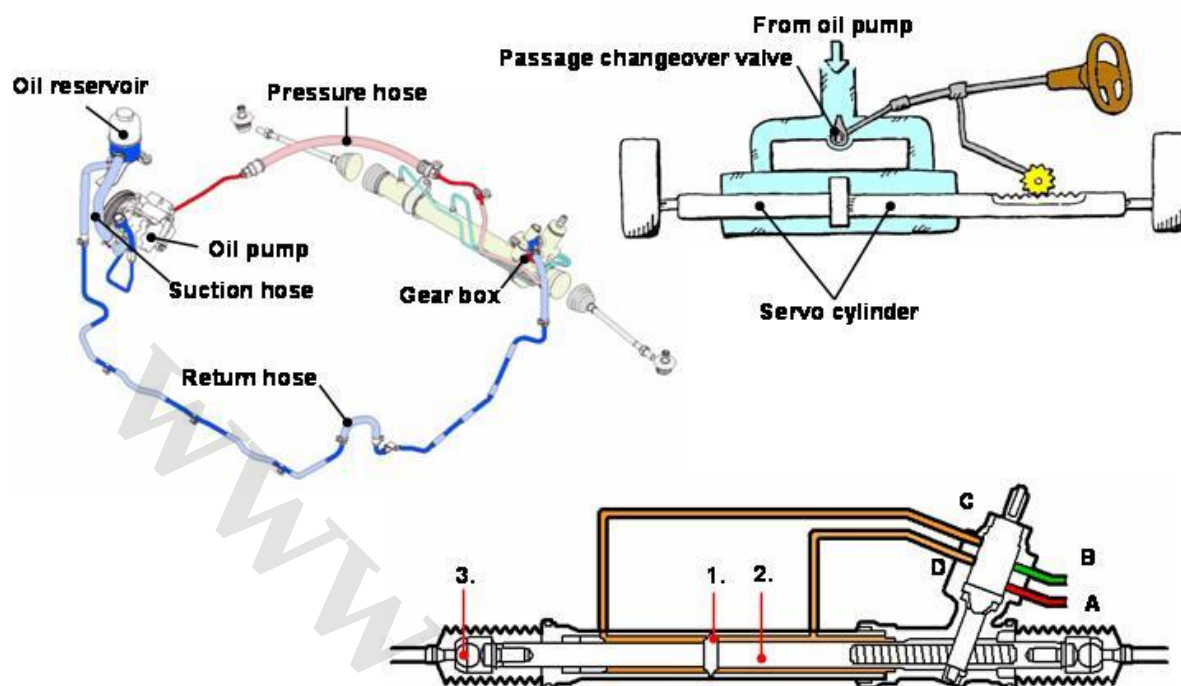
عموما سیستم فرمان به 20 تا 39 نیوتن نیرو نیازمند است . سیستم هیدرولیک باعث افزایش پایداری خودرو در حین رانندگی شده و از رسیدن ضربه های ناشی از ناهمواریهای سطح جاده به فرمان و ایجاد اختلال جلوگیری می کند .

روغن هیدرولیک توسط پمپ به کانال شیر تغییر وضعیت پمپ می شود که در آنجا به سمت گردش فرمان به چپ یا راست ، روغن به سمت سیلندر تنظیم شونده هدایت میشود .

کانال و شیر تغییر وضعیت در اینجا شیر کنترل هیدرولیک نامیده می شود . فشار سیال فرمان هیدرولیک داخل سیلندر روی پیستون شانه ای اعمال میشود (2) ، بنا براین به حرکت شانه ای توسط پینیون کمک می کند .

اجزای مکانیکی و جرخ دنده های سیستم فرمان بوسیله ویسکوزیته بالای گریس روانکاری شده و از مدار هیدرولیک جدا بوده و با استفاده از کاسه نمد آبدی شده است .

برخی از سیستمها نیز ترکیب به خصوصی دارند : در سرعتهای پایین به نیروی کمتری برای چرخش فرمان نیاز بوده و در سرعتهای بالا به نیروی بیشتری برای گردش فرمان نیاز می باشد (EPS)



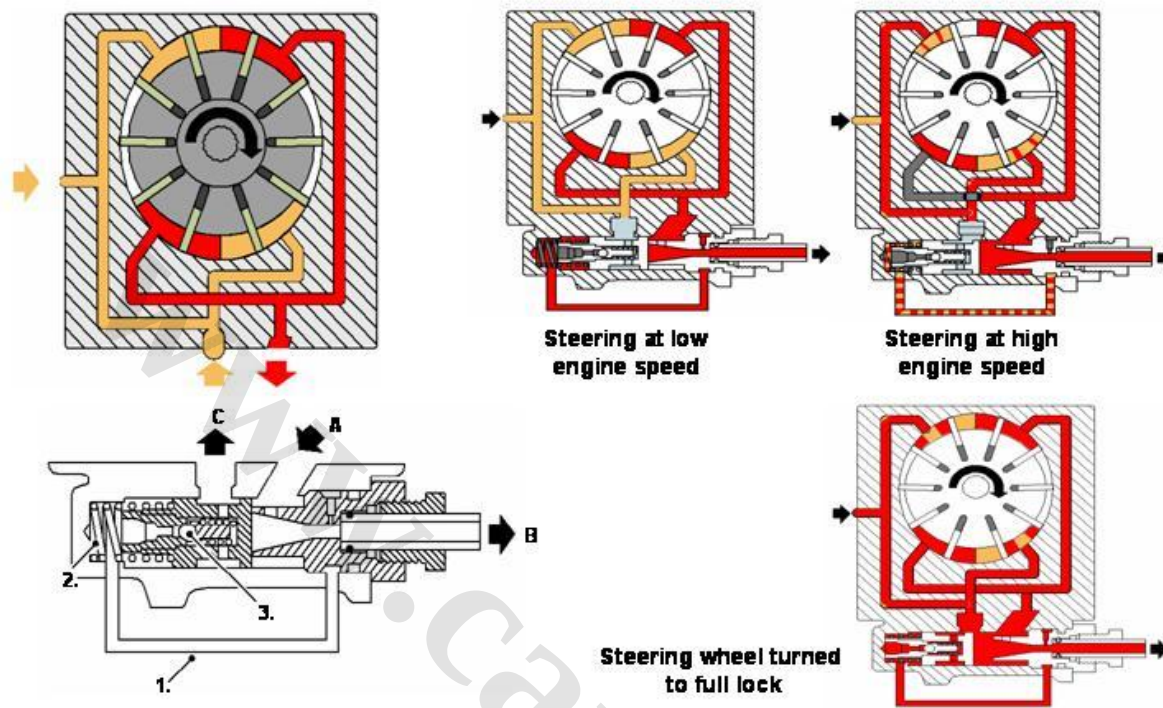
مجموعه شیر کنترل هیدرولیک روی پینیون نصب شده است و از 4 محل لوله های روغن به آن متصل میشوند. دریافت روغن از پمپ به سیلندر (A)، برگشت به مخزن روغن (B)، زمان چرخش فرمان به راست مسیر روغن به سیلندر و زمان چرخش به چپ مسیر روغن از سیلندر به شیر کنترل می باشد (C)، زمان چرخش فرمان به چپ مسیر روغن به سیلندر و زمان چرخش به راست مسیر روغن از سیلندر به شیر کنترل میباشد (D).

اجزای سیلندر: 1) شانه ای (1)، پیستون (2) همگی اجزا دارای کاسه نمد مخصوص می باشند.

برای جریان روغن هیدرولیک از شیر کنترل 2 اتصال روی سیلندر در نظر گرفته شده است، در هرطرف پیستون یک لوله. زمان چرخش فرمان به راست روغن هیدرولیک به قسمت راست سیلندر پمپ می شود. پیستون و شانه ای با قدرت به سمت چپ حرکت کرده و روغن از قسمت چپ سیلندر تخلیه میشود. کاسه نمد سمت چپ بعضی اوقات در این حین باد کرده و کاسه نمد سمت راست متراکم می شود. تغییر مکان شانه ای فرمان، جابجایی مفصل های داخلی را به همراه خواهد داشت (3).

مفصل های انتهایی جعبه فرمان به روانکاری و تنظیم نیازی نداشته و امکان روانکاری و تنظیم هم برای آنها وجود ندارد.

پمپ روغن، سوپاپ کنترل فشار و جریان



پمپ روغن

توان هیدرولیکی مورد نیاز سیستم فرمان، توسط یک پمپ تیغه‌ای-چرخان تولید می‌شود. این پمپ بوسیله موتور خودرو و با استفاده از یک تسمه و پولی به چرخش درمی‌آید. این پمپ شامل یک روتور با چندین شیار که درون هریک تیغه پمپ قرار گرفته، یک رینگ که اطراف روتور قرار گرفته و دو صفحه انتهایی همراه با مجاری ورود و خروج سیال هیدرولیک می‌باشد. بدلیل شکل بیضوی رینگ پمپ، حجم بین تیغه‌ها دوبار در هر دور روتور افزایش و کاهش می‌یابد. مجاری ورودی به سمت فضایی است که حجم افزایش یافته و مجاری خروجی به سمت فضایی است که حجم کاهش می‌یابد. در نتیجه، با چرخش روتور حالت پمپاژ ایجاد می‌شود. صرف نظر از نیروی خارج از مرکزی که در اثر چرخش روتور به سمت خارج ایجاد می‌شود، تیغه‌های روتور نیز بدلیل فشار سیال هیدرولیک و در حالیکه به رینگ پمپ فشار می‌دهند به سمت بیرون فشار داده می‌شوند. در نتیجه سیال به سمت شیارهای درون تیغه‌ها هدایت می‌شود.

شیر کنترل فشار و جریان

هدف از سوپاپ (شیر) کنترل، تنظیم جریان خروجی از پمپ و ثابت نگه داشتن آن صرف نظر از دور موتور/پمپ می‌باشد. شیر کنترل در یک سمت تعبیه شده و در تماس مستقیم با جریان پمپ می‌باشد (A). در مسیر خروجی (B) پمپ، یک محدودکننده از طریق یک مسیر اتصالی (وصل شده)، به سمت دیگر سوپاپ کنترل وصل شده و به سمت دیگر شیر کنترل راه داشته و شامل یک فنر می‌باشد (2).

در حالت عدم فعالیت، شیر به سمت مجرای خروجی فشار وارد می‌کند، وقتی فشار بالاست، شیر بیش جریان (overflow valve)، که در سوپاپ کنترل قرار گرفته، بوسیله فشار سیال هیدرولیک روی فنر سوپاپ کنترل، عمل می‌کند، برای راه‌اندازی سوپاپ کنترل، یک میزان ثابت مایع هیدرولیک، در یک مسیر ثابت و پیوسته از نقطه (A) تا نقطه (C)، در جریان باشد، اما در زمانی که غربیلک فرمان کاملاً قفل است.

فرمان‌دهی و پارک کردن در سرعت پایین موتور:

فشار تولید شده توسط پمپ بر روی محدودکننده، در مسیر خروجی پمپ به آرامی کاهش می‌یابد، فشار کاهش یافته، به سمت فنر سوپاپ کنترل هدایت شده و در هر زمان یک اختلاف فشار جزئی بین دوطرف سوپاپ کنترل وجود دارد، با سرعت پایین پمپ اختلاف فشار به اندازه‌ای نیست که سوپاپ کنترل را بکار اندازد.

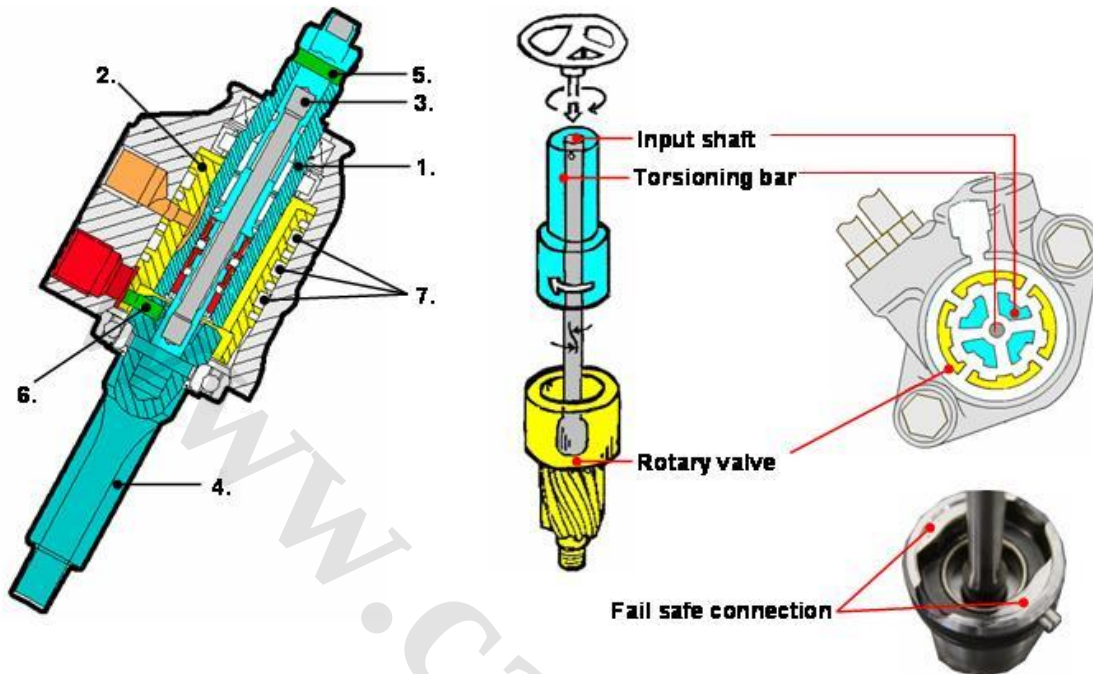
فرمان‌دهی در سرعت بالای موتور (پمپ در مد کنترل جریان):

جریان سیال هیدرولیک داخل پمپ با افزایش دور موتور افزایش یافته و به علت وجود محدودکننده در مسیر خروجی پمپ، سرعت جریان نیز کاهش می‌یابد، این کاهش فشار در مسیر اتصالی، باعث می‌شود فشار روی سمت تحت تأثیر نیروی فنر سوپاپ کنترل، از سمت فعال مسیر خروجی کمتر باشد، بنابراین سوپاپ بر نیروی فنر غلبه کرده مسیر را در جهت مکش پمپ باز می‌کند، و اجازه چرخش داخلی یک مقدار ثابت از سیال را برای جایگزینی داده بنابراین همواره جریان پمپ علیرغم دور موتور/پمپ در یک حد ثابت باقی می‌ماند.

چرخش غربیلک فرمان برای قفل کامل:

سرعت پمپ در این حالت اغلب پایین است، وقتی غربیلک فرمان می‌چرخد تا کامل قفل شود، شیر کنترل جعبه فرمان بسته است، بنابراین جریان سیال از پمپ صفر خواهد بود، در نتیجه فشار بالا از طریق مسیر اتصالی (connection passage)، به سمت تحت فشار فنر شیر کنترل هدایت می‌شود، فشار، سوپاپ بیش فشاری را باز کرده و اجازه می‌دهد جریان به سمت ورودی پمپ منتقل شود، اختلاف فشار مسیر سوپاپ کنترل به آن نیرو وارد کرده تا فنر را به حرکت درآورده و بنابراین مسیر برای چرخش و تخلیه کامل جریان از پمپ را باز کند، فشار ماکسیمم قبلاً تعیین شده، تا زمانی که سوپاپ کنترل بسته است ثابت باقی می‌ماند.

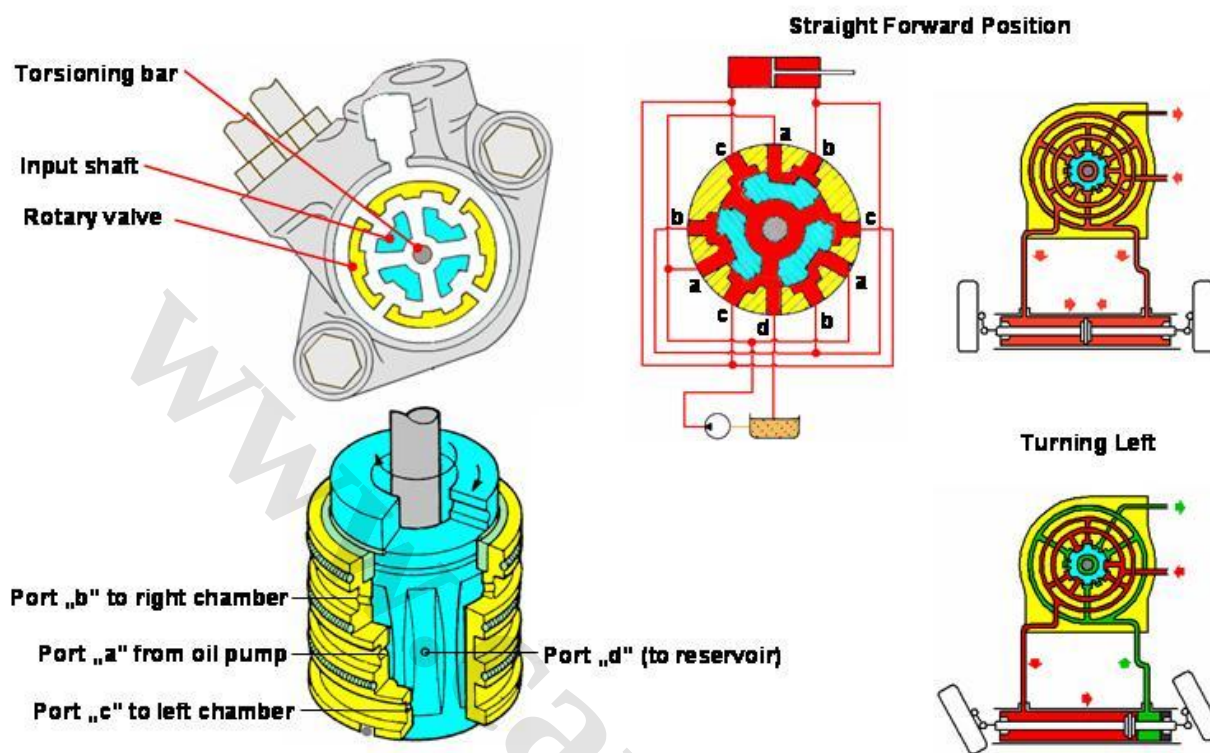
سوآپ کنترل هیدرولیک



سوآپ کنترل هیدرولیکی شامل یک اسپول سوآپ (1) یک بوش (2) یک پیچ فشار (3) و یک چرخ دنده پینیون است. اساس کار هدایت فرمان اتصال میانی با سوآپ از طریق یک اتصال مفصلی است. افزایش فشار قسمت انتهایی سوآپ را به پین اتصال می دهد (5). بقیه افزایش فشار پینیون را تا انتها فیت می کند. بوش به پینیون توسط پین متصل می شود (6) و به دنبال آن پینیون شروع به چرخش می کند. بطور معمول یک سیستم ایمنی بین اتصال اسپول و پینیون مورد نیاز است تا افزایش فشار را بطور کامل در پوسته هدایت کند و از هرگونه شکستگی جلوگیری کند. هر بوش دارای 3 شیار شعاعی است. (7) فشار روغن هیدرولیک فرمان که از پمپ تولید شده است به میان یکی از شیارها وارد می شود. هنگامی که غربیلک فرمان در جهت مستقیم و صاف قرار دارد سوآپ کنترل باز بوده و فشار روغن هیدرولیک فرمان به مخزن بالای بوش انتقال می یابد. در بالاترین قسمت پینیون یک یاطاقان سوزنی شکل قرار گرفته و در پایین ترین قسمت آن یک یاطاقان توپی شکل قرار دارد. یک فنر پلانجر فشار را برای پینیون تغییر می دهد. با تغییر وضعیت، حرکت باعث انتقال افزایش فشار بر پینیون می شود.

بعد از آن افزایش فشار باعث به وجود آمدن خاصیت الاستیکی شده، در این حالت اختلاف بین درجه چرخش و اسپول سوآپ به وجود می آید و بوش با پینیون تنظیم می شود. در نتیجه ایت حالت، جریان نمی تواند از میان سوآپ کنترل عبور کند و به مخزن فشار روغن برود.

اصول کارکرد



در حالت قرارگیری مستقیم، اختلاف فشار روغن داخل از میان قسمت “a” عبور کرده و به راست (قسمت b) و به چپ (قسمت c) در داخل سیلندر سرو می رود، وقتی فشار در دو طرف سیلندرها چپ و راست سرو با هم برابر باشد فشار روغن از قسمت d به مخزن انتقال می یابد، هنگامی که به سمت چپ می رود جریان فشار روغن هیدرولیک فرمان که توسط پمپ هیدرولیک به وجود آمده سیلندر سرو را به چپ انتقال داده و توسط شیار پایینی (قسمت c) به بوش انتقال می دهد. فشار روغن هیدرولیک پس از عبور از سوپاپ و مخزن از اسپول عبور می کند و به مخزن روغن هیدرولیک باز می گردد. در هنگام انتقال به راست، این مراحل بطور عکس انجام می پذیرد.

هنگامی که افزایش بیش از حد فشار روغن به طور غیر معمول به وجود آید، فشار روغن هیدرولیک باعث به وجود آمدن سرو می شود. کاهش اختلاف فشار بین اسپول سوپاپ و بوش هنگامی صورت می گیرد که فشار روغن پینیون را هدایت کند. هنگامی که اختلاف زیاد نباشد، سوپاپ باز شده و روغن به مخزن باز می گردد. مقداری از روغن هیدرولیک هنگامی که وضعیت غربلیک فرمان در انتهای خودش است بطور دائم از سوپاپ کنترل عبور می کند. این حالت باعث ایجاد مشکل برای سوپاپ کنترل در خنک کردن روغن هیدرولیک توسط کارکرد پمپ هیدرولیک می شود.

سرویس و نگهداری



Checking free play



Checking steering wheel return



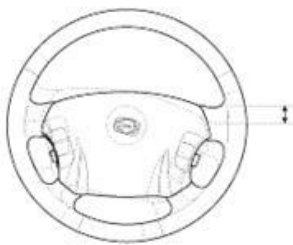
Replacing Power Steering Fluid
Air Bleeding



کنترل کنید که آیا فرمان بطور آزادانه عمل می کند و پس از روشن کردن موتور در حرکت مستقیم حرکت می کند یا خیر. مقدار خلاصی فرمان به چپ و راست را اندازه گیری کنید. مقدار خلاصی مورد نظر و مشخصات در کتاب تعمیراتی گفته شده است. اگر مقدار اندازه گیری شده از مقدار استاندارد آن بیشتر باشد، اتصال بین شفت فرمان و میل مهیار باید کنترل شود.

کنترل کردن بازگشت پذیری فرمان :

نیروی لازم برای حرکت دادن فرمان به دو طرف باید برابر باشد و سرعت بازگشت فرمان در هر دو طرف نیز باید برابر باشد. هنگامی که فرمان را 90 درجه بچرخانید و نگه دارید و با سرعت 20 تا 30 کیلومتر حرکت کنید و فرمان را رها کنید خودرو باید 20 درجه از مرکز اصلی خود تغییر کند. اگر فرمان به سرعت به حالت اول خود بازگردد امکان دارد فرمان یک مشکل لحظه ای داشته باشد. این حالت بد عمل کردن نیست و علت آن کاهش خروجی پمپ روغن است.



Checking free play



Checking steering wheel return

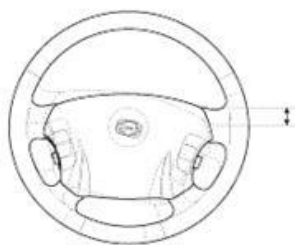
Replacing Power Steering Fluid
Air Bleeding

کنترل کردن روغن هیدرولیک فرمان :

خودرو را بر روی یک سطح صاف قرار داده و روشن کنید، خودرو را بی حرکت نگه داشته و فرمان را به چپ و راست حرکت دهید تا زمانی که دمای روغن به 50 تا 60 درجه سانتیگراد برسد، هنگامی که موتور به حالت ایده آل رسید فرمان را بطور کامل در جهت عقربه های ساعت بچرخانید و تعداد دور آن را بشمارید، مطمئن شوید که حباب و یا کثیفی در داخل مخزن هیدرولیک نباشد، اختلاف سطح روغن در حالت روشن بودن و خاموش بودن موتور را کنترل کنید، اگر اختلاف روغن 5 میلیمتر و یا بیشتر باشد سیستم نشتی دارد، اگر نشتی روغن از داخل باشد امکان دارد صدایی از پمپ روغن هیدرولیک و یا نویزی از سوپاپ کنترلی شنیده شود که در این حالت عمر کارکرد پمپ روغن هیدرولیک کاهش می یابد.

تعویض روغن هیدرولیک فرمان :

چرخ های جلو را توسط جک بالا ببرید، لوله بازگشت را از منبع جدا کرده و درب منبع را باز کنید، لوله وینیل را به لوله بازگشت اتصال دهید و روغن خروجی را داخل ظرف بریزید، فیوز پمپ روغن را جدا کنید، سپس موتور را روشن کنید و منتظر بمانید تا موتور به حالت ایده آل خود برسد، سپس تا زمانی که موتور بطور متناوب روشن شود، فرمان را بطور کامل به چپ و راست تا انتها حرکت دهید تا روغن از خروجی خارج شود، لوله بازگشت را متصل کنید و روغن با مشخات مورد نظر را داخل مخزن بریزید.



Checking free play



Checking steering wheel return

Replacing Power Steering Fluid
Air Bleeding

هواگیری :

فیوز پمپ سوخت را خارج کرده، سپس استارت بزنید و منتظر بمانید تا موتور بطور کامل بیاستد. سپس هنگامی که موتور شروع به کار می کند (در حدود 15 تا 20 ثانیه) فرمان را به سمت چپ و راست 5 یا 6 بار بچرخانید. در هنگام هواگیری، روغن را به سیستم تزریق کنید تا سطح روغن از پایین ترین مقدار مشخص شده کمتر نشود. اگر کار هواگیری بطور کامل انجام شد و خودرو به حالت ایده ال خود رسید، وجود حباب های هوا یک خطر جدی به حساب می آید. فیوز پمپ سوخت را در جای خود قرار دهید و موتور را روشن کنید تا به دور ایده ال خود برسد. فرمان را به چپ و راست حرکت دهید تا دیگر حبابی در داخل مخزن روغن ایجاد نشود. بیش از 10 ثانیه فرمان را در انتها نگه ندارید. مطمئن شوید که رنگ روغن شیری رنگ نشده باشد و مقدار آن از مقدار مشخص شده بالاتر باشد. همچنین مطمئن شوید که سطح روغن با تغییر فرمان به چپ یا راست به مقدار کمی تغییر می کند. اگر تغییرات سطح روغن بسیار بود مجدداً مراحل هواگیری را انجام دهید. اگر سطح روغن بطور ناگهانی کاهش پیدا کرد موتور را خاموش کرده و در سیستم یک حباب هوای ساکن داریم. در این حالت در سیستم یک صدای جرق جرق داریم که به علت وجود هوا در سیستم است. هوا در سیستم عمر کارکرد پمپ روغن هیدرولیک و بقیه قطعات را کاهش می دهد.