به نام خدا

سمند LX

محمد عزیزی

۹۸/۴/۲۰

۱. معرفی خودرو

۱,۱,۱. مقدمه:

سمند LX یکی دیگر از تیپ های پر طرفدار از سری خودروی سمند است که در سال ۱۳۸۳ تولید شد. در این مدل از موتور XU۷ پژو ۴۰۵ GLX استفاده شده بود ولی از آنجایی که خانواده های ایرانی به دنبال خودرویی ایمن با مصرف سوخت پایین هستند، در سال ۱۳۸۹ سمند LX با موتور EF۷ به صورت بنزینی و گازسوز تولید شد. موتور EF۷ محصول مشترک ایران خودرو و مرکز تحقیقات آلمان (F.E.V) است. موتور سمند LX EF۷ از پایه بر اساس سوخت گاز طراحی شده و قابلیت کار با بنزین را هم دارد و از ده موتور برتر گازسوز دنیا رتبه سوم را دارد. سیستم مدیریت موتور سمند LX EF۷ به این صورت است که به صورت خودکار سوخت گاز را به عنوان اولین سوخت انتخاب می کند و در صورت اتمام سوخت بدون احساس در تغییر عملکرد خودرو نوع سوخت تغییر می کند. تجهیزات ایمنی و رفاهی سمند LX شامل : کیسه هوای راننده و سرنشین جلو – سیستم ترمز ABS و EBD – ستون فرمان تلسکوپی (جمع شونده در هنگام تصادفات) – قابلیت تنظیم ارتفاع صندلی راننده – آینه های جانبی برقی و تنظیم برقی شیشه ها.

پس از گذشت سه دهه از تولید پیکان و عدم تنوع در شکل ظاهری و فنی آن نیاز مبرم به طراحی و ساخت خودرو جدیدی کاملاً متفاوت از نوع فعلی مد نظر قرار گرفت که شرکت را بر آن داشت در جهت پیشبرد اهداف سازندگی کشور و رقابت با شرکتهای خودروساز خارجی در مرکز تحقیقات ایران خودرو با همکاری مهندسین و متخصصین ایرانی، نمونه هایی از خودرو ملی را با نام سمند طراحی و تولید کند. در ادامه شرکت در راستای ارتقاء محصول سمند اقدام به طراحی و ساخت نسل جدید و مجهزتری از خودروی سمند با نام سمندLX در سال ۱۳۸۳ نمود. در ادامه و از سال ۱۳۸۹ سیستم الکترونیکی جدیدی با نام سیستم عیب یاب هوشمند (مالتی پلکس) در کنار سیستم الکترونیکی قبلی «سیستم هشدار دهنده گویا» برای این خودرو طراحی و تولید شد؛ که مشتریان می-توانند متناسب با سلیقه خویش یکی از این دو سیستم را انتخاب نمایند. سمندLX با بهره مندی از مزایایی همچون قطعات یدکی ارزان و در دسترس ، ایمنی بالا به دلیل برخورداری از بدنه مستحکم، راحتی سرنشینان با صندلی-های طراحی شده متناسب با ویژگی-های بدنی آنها، ابعاد مناسب برای استفاده درون و برون شهری، فضای قابل توجه داخل اتاق و صندوق عقب، فرمان پذیری عالی به ویژه در جاده-های پر پیچ و خم و امکانات مناسب به یکی از محبوب-ترین خودروهای روز ایران و حتی برخی از کشورهای هدف صادرات، تبدیل شده است. امروزه، حفظ محیط زیست در صنعت خودرو از جایگاه مهمی برخوردار است، به همین منظور خودروهای شرکت از جمله سمندLX، به تجهیزات استاندارد آلایندگی یورو ۴ مجهز شده-اند.

شکل ۱. سمند LX

۱,۱,۲. مشخصات فنی:

کد کلاس(های) خودرو	۲۹۱۱۶-۲۹۱۱۰
نوع موتور	EF۷
حجم موتور (cc)	۱۶۴۵
حداکثر توان موتور (hp)	"اسب بخار در ۶۰۰۰ دور در دقیقه (بنزین) ۱۰۰ اسب بخار در ۶۰۰۰ دور در دقیقه (گاز) ۱۱۳"
حداکثر گشتاور (Nm)	نیوتن متر در(۳۵۰۰-۴۵۰۰) دور در دقیقه (بنزین) ۱۳۶ نیوتن متر در (۳۵۰۰-۴۵۰۰) دور در ۱۵۵" "دقیقه (گاز)
نسبت تراکم	۱۱
تعداد سوپاپ	۱۶
نوع سوخت سازگار	"بنزین بدون سرب اکتان ۹۵ ، گاز طبیعی سی ان جی"
سیستم انژکتوری	پاشش الکترونیکی چند نقطه ای
استاندارد حد آلایندگی	یورو ۴
حداکثر سرعت (km/h)	بنزین،۱۸۰ گاز ۱۹۰
شتاب صفر تا ۱۰۰ (ثانیه)	بنزین ۱۲
سیستم انتقال قدرت	دستی پنج سرعته
مصرف سوخت خارج شهر (Lit/۱۰۰ km)	بنزین ۵,۸
مصرف سوخت ترکیبی (Lit/۱۰۰ km)	" بنزین ۷,۸ متر مکعب گاز ۷,۵٤"
طول خودرو (mm)	۴۵۰۲
عرض خودرو(mm)	۱۷۲۰
ارتفاع خودرو (mm)	۱۴۶۰
فاصله بین دو محور چرخهای عقب و جلو (mm)	۲۶۷۱
وزن خودرو بدون سرنشین با مخزن سوخت پر و بدون تجهیزات اضافی (kg)	۱۳۴۴
حجم فضای صندوق عقب (Lit)	۳۵۰
گنجایش مخزن سوخت (Lit)	"لیتر بنزین وکلاس ۲۹۱۱۰ : ۷۵ لیتر (گاز) کلاس ۲۹۱۱۶ : ۱۰۰ لیتر (گاز) ٦٦"

۱,۲. سیستم تعلیق:

۱,۲,۱. سیستم تعلیق جلو

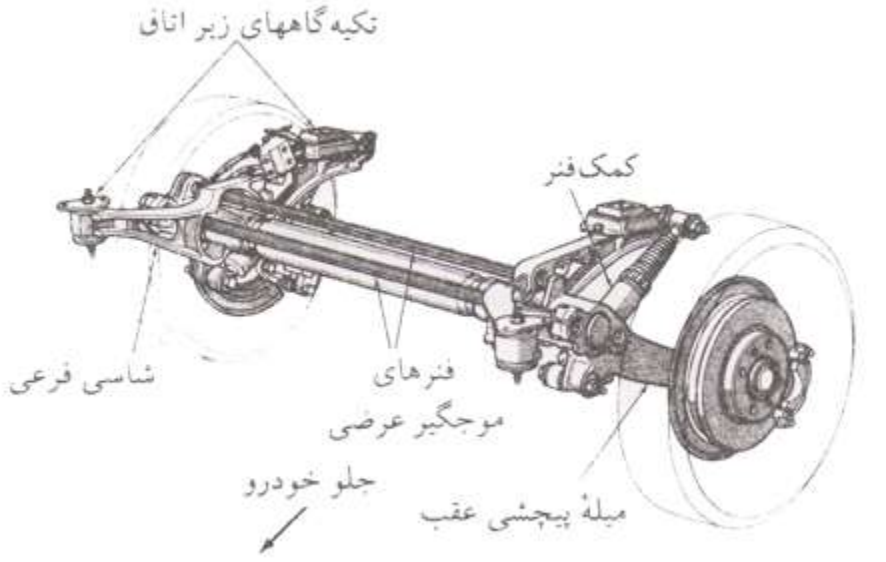
سیستم تعلیق مک فرسون را می‌توان یکی از پرکاربردترین انواع سیستم تعلیق به ویژه در خودروهای کوچک و متوسط دانست. ایده‌های اولیه این سیستم به دهه ۲۰ میلادی باز می‌گردد اما در دهه ۴۰ میلادی فردی به نام مک فرسون توانست این ایده را توسعه دهد و عملاً سیستم تعلیق مک فرسون را ابداع کرد. در سیستم تعلیق مک فرسون یک لوله عمومی‌از بالا به کاسه چرخ متصل می‌شود که وظیفه نگه‌داشتن چرخ در محور قائم را بر عهده دارد و فنر و کمک‌فنر بر روی آن سوار می‌شوند. این سیستم تعلیق فضای کمی‌اشغال می‌کند و هزینه تولید و پیچیدگی آن نیز پایین است و به همین دلیل در بسیاری از خودروهای کلاس متوسط دیده می‌شود و نمونه‌های آن را می‌توان در پراید، انواع پژو، سمند و ... دید. این سیستم هر چند درمقابل سیستم جناغی دوبل (که پیش از این تشریح کردیم) در زمینه هندلینگ معایبی دارد اما آنقدر خوب عمل می‌کند که هنوز هم در خودروی پورشه ۹۱۱ از آن استفاده می‌شود. سیستم تعلیق مستقل در محور عقب سیستمی‌است که به چرخ‌های این محور اجازه می‌دهد به صورت مستقل از یکدیگر بالا و پایین بروند.

شکل۲. سیستم تعلیق مک فرکسون در تعلیق جلو

۱,۲,۲. سیستم تعلیق عقب

این سیستم زیرشاخه ای از سیستم Trailing Arm محسوب می گردد که در آن Trailing Arm های دو چرخ بوسیله یک میله مشابه آنچه در Solid Axle دیده می شود ، به یکدیگر متصل هستند . تفاوت بیم یا میله رابط در این سیستم با سیستم صلب (Solid Beam) در اینجاست که بیم یا میله در سیستم پیچشی (Twist Beam) ، توانایی پیچش مختصری را نیز داراست ، از همین رو آنرا ، Twist Beam یا میله پیچشی می نامند . Twist Beam سیستمی است نیمه مستقل ، چرا که با وجود قابلیت پیچش مختصر محور رابط دو چرخ ، همین اتصال ، خود باعث عدم استقلال چرخها می گردد . این سیستم بدلیل نحوه قرارگیری کمکها ، عدم نیاز به میله موج گیر و عدم نیاز به فضای عرضی زیاد ، فضای بسیار کمی را اشغال می نماید . همین امر باعث شده ،

این سیستم در اکسل عقب اکثر خودروهای Compact دیفرانسیل جلو ، مورد استفاده قرار گیرد . در ادامه توضیح این نکته ضروری است که نام اصلی این سیستم Twist Beam می باشد اما به اشتباه آنراTorsion Beam که نام دیگر Torsion Bar (یک نوع فنر خودرو ، که در بخش اول این مطلب بررسی شد) است ، نیز می نامند و همین امر نیز باعث اشتباه آن با Torsion Bar که در واقع تنها نوعی فنر محسوب می شود و نه یک نوع از سیستم تعلیق ، می گردد . خصوصا در ترجمه فارسی ، که هر دو ، میله پیچشی ترجمه می شوند و همین امر تشخیص آنها را از یکدیگر مشکل می نماید .

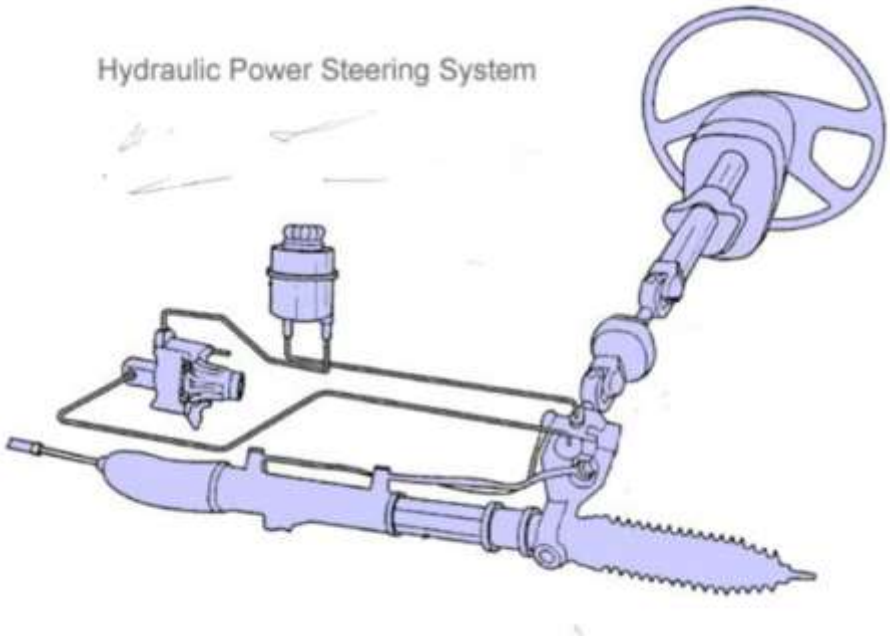


شکل۳. سیستم تعلیق میل پیچشی عقب

۱,۳. سیستم فرمان

خودرویی که فرمان هیدرولیکی دارد به یک منبع انرژی برای کمک به راننده در هنگام پیچیدن و دور زدن مجهز است. بیشتر فرمانهایی که از چنین منبع انرژی برخوردار می شوند هیدرولیکی اند . وقتی راننده فلکه فرمان را می چرخاند پمپی روغن تحت فشار تأمین می کند روغن تحت فشار بیشتر تلاش لازم برای فرمان دادن به چرخها را انجام می دهد بعضی از اتومبیل ها سیستم فرمان الترونیکی دارند. در این خودروها نیروی کمکی به وسیله یک الکتروموتور تأمین می شود.

در مکانیزم سیستم فرمان هیدرولیک از فشار هیدرولیکی تولید شده توسط پمپ هیدرولیکی، برای کمک به حرکت چرخ دنده شانه ای و کاهش نیروی دست راننده استفاده می شود. این پمپ نیروی مورد نیاز خود را توسط تسمه و پولی از میل لنگ موتور دریافت می کند. فشار هیدرولیکی، توسط تجهیزاتی که به جعبه فرمان دنده شانه ای افزوده شده است، توان سیستم فرمان را افزایش می دهد. از این رو روی شفت ورودی جعبه فرمان، یک شیر هیدرولیکـی نصب شده است، که با دَوران غربیلک فرمان، موقعیت آن (شیر) تغییر می کند و باعث می شود روغن هیدرولیک وارد جک هیدرولیک گردد.



شکل۴. سیستم فرمان هیدرولیک

۱,۴. بدنه خودرو

در طراحی شاسی سرخود از ورق های نازک فلزی استفاده می کنند که آن ها را به روش شکل دادن (پروفیل) و همچنین تکیه گاه محورهای جلو و عقب تولید می کنند. البته قسمتهایی از شاسی مانند کف و محوطه موتور که بیشترین نیرو و فشار بر آن ها اعمال می شود باید از ورق هایی ساخته شوند که ضخامت بیش تری دارند.

ضخامت ورق ها معمولا دو تا سه میلی متری است و به گونه ای جوشکاری می شوند که از استحکام خوبی برخوردار شوند.

خودروهای سواری در مقایسه با خودروهای سنگین نیروی کمی را تحمل می کنند و روی شاسی آن ها بار استاتیکی کمتری وارد می شود. بنابرین خودروهای سواری می توانند با سرعت بالا حرکت کنند. اصولا طراحی شاسی سرخود به همین منظور بوده است.

۲. پارامتر های طراحی

۲,۱. ممان اینرسی

ممان اینرسی (Moment of inertia) یا همان گشتاور ماند در واقع میزان مقابله جسم در برابر چرخش از حالت طبیعی حول محور مشخصی است. به ممان اینرسی، اینرسی دورانی نیز می گویند. در واقع ممان اینرسی همان نقشی را که جرم ماده در دینامیک خطی دارد، در دینامیک دورانی بازی می کند.

ایمنی خودروها از لحاظ پایداری تمامی چرخ‌ها بر سطح جاده در کلیه سرعت‌ها و در همه‌ی مانورهای گردشی، مستلزم رعایت موقعیت مکانی CG آن‌هاست. محاسبات درست استحکامی سیستم تعلیق و فرمان نیز در گروی دانستن ممان‌های اینرسی خودرو در راستای محورهای اصلی می‌باشد. بدیهی است، یکی از فعالیت های مهم در شرکت های تحقیقاتی و واحدهایR&D ، اندازه گیری پارامترهای مذکور برای طرح‌های جدید خودرویی می باشد.

۲,۲. سفتی فنر ها

قسمتی از سیستم تعلیق می باشد که وزن خودرو را ساپورت کرده ، ارتفاع خودرو را در حد استانداردش ثابت نگه داشته و ضربات جاده را نیز دفع می نماید .فنرها که اغلب میله ها یا حلقه های فولادی انعطاف پذیری هستند ، به شاسی و اتاق خودرو اجازه می دهند تا بدون اخلال در حرکت خودرو ، دست اندازها را یکی پس از دیگری پشت سر بگذارد .

فنر بندی برای خودروهایی که با شتاب نسبی زیادی حرکت می کنند به دلایل زیر ضروری میباشد :

الف: جذب ضربات چرخ که از جاده وارد می شود و کاستن انتقال ان به اتاق و سرنشینان

ب: استهلاک ضربات چرخ ها و جلوگیری از انتقال ان ها به اتصالات و مفصل ها

ج: فشردن دائم چرخ ها به سطح زمین و نتیجه افزایش نیروی کششی چرخ ها محرک

د: تماس چرخ های جلو با سطح جاده و تسلط راننده بر هدایت و کنترل بهتر خودرو

شاخص نرمی یا سختی فنر را ضریب فنر می نامند. ضریب فنر باری است که برای جابجا کردن فنر، به اندازه معین، لازم است ضریب فنری که به صورت یکنواخت فشرده می شود(ضریب فنر خطی) باری است که برای فشردن فنر به اندازه ۲۵ میلیمتر لازم است اگر وزنه ۲۵۰ کیلوگرمی بتواند این فنر را به اندازه ۷۵ میلیمتر فشرده کند ، وزنه ۵۰۰ کیلوگرمی آن را به اندازه ۱۵۰ میلیمتر فشرده کند.

فنرهای ضریب متغیر با آهنگ ثابت حرکت نمی کند یا تغییر طول نمی دهند . هر گاه فنر لول بااستفاده از مفتول مخروطی پیچیده شود ضریب آن متغیر خواهد بود ضریب فنر از مقدار اولیه ۲۹ ر۱ کیلوگرم بر میلیمتر (۷۲ر۲ پوند بر اینچ) تا ۲ر۹۲ کیلوگرم بر میلیمتر (۱۶۳ر۵ پوند بر اینچ) تغییر می کند. در نوع دیگری از فنر لول ضریب- متغیر، پیچه ها در بالای فنر، نسبت به پایین فنر به هم نزدیک ترند ، یا به صورت مخروط یا بشکه پیچیده شده اند.

$$\text{ضریب سختی فنر} = \frac{\text{نیرو یا بار وارد بر فنر}}{\text{مقدار تغییرشکل در اثر نیرو}} \Rightarrow K = \frac{F}{X}$$

۳. نرم افزار Adams

۳,۱. Control arm

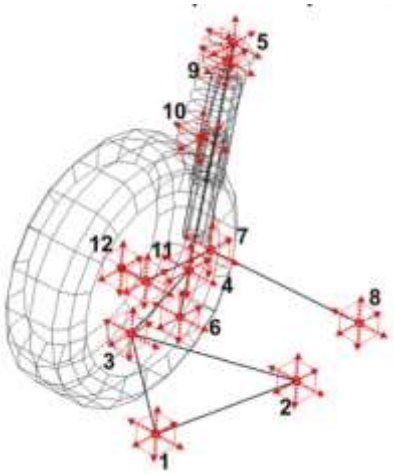
بازو های کنترلی در سیستم تعلیق خودرو مورد استفاده قرار میگیرد و در تعلیق جلو خودرو مورد استفاده قرار میگیرد. این بازو ها از یک سمت به اتاق خودور متصل بوده اند و از سمت دیگر به چرخ خودرو و کمک فنر متصل میشوند.

در طراحی اصلی MacPherson، یک نوار ضد رول همچنین به عنوان میله شعاع عمل کرد. این کار نیاز به اتصال نوار از طریق یک اتصال توپ به آن دارد تا کنترل طولی را نیز فراهم کند. در بسیاری از طرح های معاصر، هنوز هم معمولا نامیده می شود مک فرسون استقرار، میله شعاعی و نوار ضد رول در حال حاضر جدا، با نوار ضد رول نصب شده در یک بوش کشویی.

شکل۵. کنترل ارم در خودرو

۳,۲. Hardpoint

هارد پوینت به در اصطلاح به نقاطی گفته میشود که سختی بیشتری دارند و این نقاط نیز باید در روند طراحی لحاظ شوند و از اصطحکام بالاتری در ساخت داشته باشند و تقویت شوند زیرا بار های وارد از سمت تعلیق یا از سمت خودرو را تحمل میکنند و باید در برابر این نیرو ها مقاومت داشته باشند.



شکل۶. هاردپوینت ها در سیستم تعلیق مک فرکسون

مقادیر هارد پوینت در سیستم تعلیق خودرو مورد نظر:

جدول۱.هاردپینت های سیستم تعلیق جلو

Assembly Subsystem | sedan_FWD.front_macpherson_strut_susp | Name Filter: *

	loc_x	loc_y	loc_z	remarks
hpl_lca_front	300.0	-200.0	-90.0	(none)
hpl_lca_outer	250.2	-609.3	-200.0	(none)
hpl_lca_rear	600.0	-200.0	-75.0	(none)
hpl_spring_lwr_seat	267.28	-500.0	110.0	(none)
hpl_strut_lwr_mount	257.5	-603.0	-100.0	(none)
hpl_subframe_front	-250.0	-300.0	-75.0	(none)
hpl_subframe_rear	980.0	-200.0	-75.0	(none)
hpl_tierod_inner	200.0	-248.0	-40.0	(none)
hpl_tierod_outer	157.0	-617.7	-109.0	(none)
hpl_top_mount	291.9	-438.0	514.0	(none)
hpl_wheel_center	260.0	-670.0	-100.0	(none)

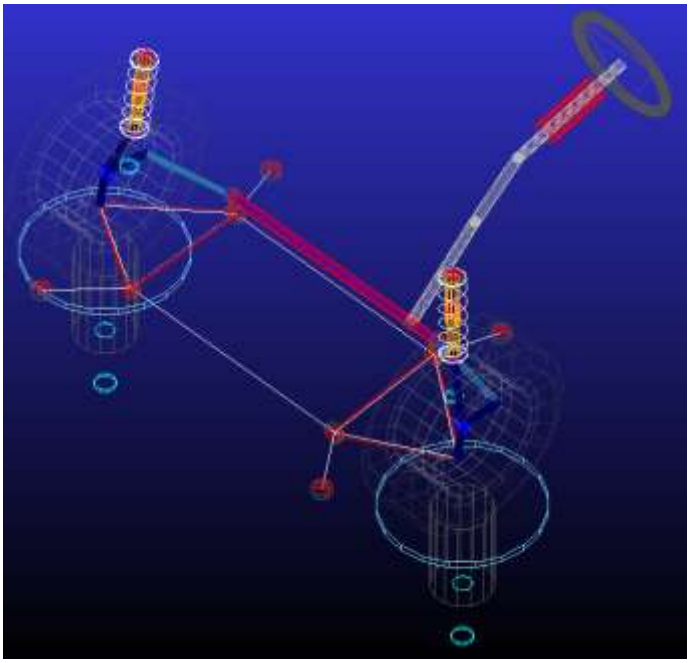
جدول۳. هارد پینت های سیستم فرمان خودرو

Assembly Subsystem | sedan_FWD.sedan_steering | Name Filter: *

	loc_x	loc_y	loc_z	remarks
hpl_rack_house_mount	200.0	-238.0	-65.0	(none)
hpl_tierod_inner	200.0	-238.0	-55.0	(none)
hps_intermediate_shaft_forward	208.13	105.6	162.63	(none)
hps_intermediate_shaft_rearward	-254.0	238.5	400.0	(none)
hps_pinion_pivot	200.0	-15.5	-55.0	(none)
hps_steering_wheel_center	661.4	248.02	700.0	(none)

۴. تست تعلیق

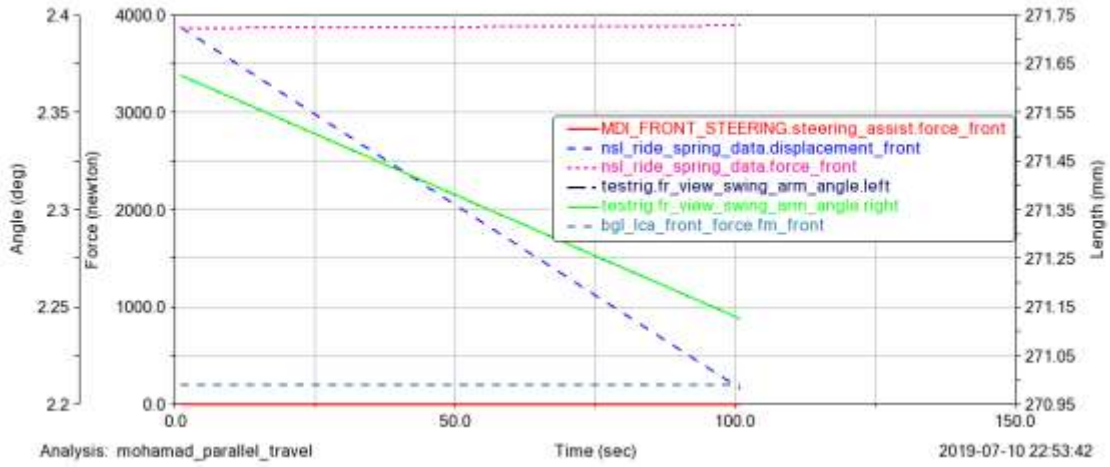
در این تست هدف بر این است که سیستم تعلیق خودرو به صورت جدا از خودرو مورد بررسی قرار بگیرد تا رفتار سیستم تعلیق به خوبی بررسی شود و بتوان سیستم تعلیقی برای این خودرو سدان طراحی کرد که بتواند هم از ایمنی بالایی برخوردار باشد و هم بتواند مقدار ارتعاشات وارد شده به مسافرین را به کمترین مقدار برساند.



شکل۷. سیستم تعلیق جلو خودرو

۴,۱ Parallel wheel

پارال ویل در لغت به معنی چرخ ها موازی میباشد که که در این تست به فرمان زاویه ای وارد نمیشود و سیستم در حالت چرخ مستقیم قرار دارد و رفتار سیستم تعلیق و مقدار جهش سییتم تعلیق مورد نظر است و محاسبه میشود که در شکل زیر بنا به همین دلیل نمودار فرمان خودرو حالت خطی داشته.



۵. رنفرنس

۱. https://car.ir/۲۰۸-iran-khodro-samand-lx-xu۷-۱-۸-۱۳۸۱-۱۳۹۷
۲. https://car.ir/prices/۲۰۸-iran-khodro-samand-lx-xu۷-۱-۸-۱۳۸۱-۱۳۹۷

٣. https://sepandkhodro.com/cars/%D٩٪٨١٪D٨٪B١٪D٩٪٨٨٪D٨٪B٤-%D٨٪A٧٪D٩٪٨٢٪D٨٪B٣٪D٨٪A٧٪D٨٪B٧٪DB%٨C-%D٨٪B٣٪D٩٪٨٥٪D٩٪٨٦٪D٨٪AF-%D٨٪A٧٪D٩٪٨٤-%D٨٪A٧٪DB%٨C%DA%A٩٪D٨٪B٣-٩٧/

٤. https://fa.wikipedia.org/wiki/%D٨٪B٣٪D٩٪٨٥٪D٩٪٨٦٪D٨٪AF

٥. ZHANG, JINGMING, JING PEI, and JINHUA ZHANG. "The Optimization Study of the Front Suspension Structure Parameters for the Mine Truck Based on Adams/car." DEStech Transactions on Engineering and Technology Research icvmee (٢٠١٦).

٦. Liu, Xintian, et al. "Analysis for suspension hardpoint of Formula SAE car based on correlation theory." Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology ٦,٢٤ (٢٠١٣): ٤٥٦٩-٤٥٧٤.

٧. https://www.dentonisd.org/site/handlers/filedownload.ashx?moduleinstanceid=١٠١٣٤٠&dataid=١٢٠٤٠٠&FileName=Chapter%٢٠٦.pdf

٨. Klomp, Matthijs. "Passenger car all-wheel drive systems analysis." (٢٠٠٥).

٩. https://www.khodrotak.com/%D8%A8%D8%AE%D8%B4-%D9%81%D9%88%D8%AA-%D9%81%D9%86-%D8%AE%D9%88%D8%AF%D8%B1%D9%88-65/9167-%D8%B3%DB%8C%D8%B3%D8%AA%D9%85-%D8%AA%D8%B9%D9%84%DB%8C%D9%82-%D9%85%DA%A9-%D9%81%D8%B1%D8%B3%D9%88%D9%86-%DA%86%DB%8C%D8%B3%D8%AA

١٠. https://www.finds.ir/iran-news/Car-specifications-technical/what-is-MacPherson-strut-automotive-suspension-system/14478

١١. http://www.gerdavari.com/sis-taligh-mile-picheshi.aspx

١٢. https://www.rexsun.ir/pgarticledetail/1/%D9%81%D8%B1%D9%85%D8%A7%D9%86-%D9%87%DB%8C%D8%AF%D8%B1%D9%88%D9%84%DB%8C%DA%A9-%DA%86%DA%AF%D9%88%D9%86%D9%87-%DA%A9%D8%A7%D8%B1-%D9%85%DB%8C-%DA%A9%D9%86%D8%AF

١٣.