www.softkomak.com

به نام خدا

دانشکده مهندسی خودرو

دانشگاه علم و صنعت ایران

تکنولوژی های سیستم تعلیق

مدرس: دکتر مسعود مسیح طهرانی

دستیار آموزشی: بهنام جعفری

زمستان ۱۳۹۷

www.softkomak.com

فهرست موضوعات

فصل اول پیشینه
- مقدمه
- تاریخچه

فصل دوم مفاهیم
- مفاهیم اصلی
- تاریخچه
- اجزاء سیستم تعلیق

فصل سوم اجزاء و گونه ها
- انواع سیستم تعلیق
- تعلیق فعال و غیر فعال
- چند مثال و مقایسه

فصل چهارم طراحی
- ملاحظات طراحی سیستم تعلیق
- نرم افزار های طراحی
- نرم افزار های تخصصی خودرو

فصل پنجم هزینه
- مثال های بارز
- نمونه :
داخلی
خارجی

www.softkomak.com

فصل اول

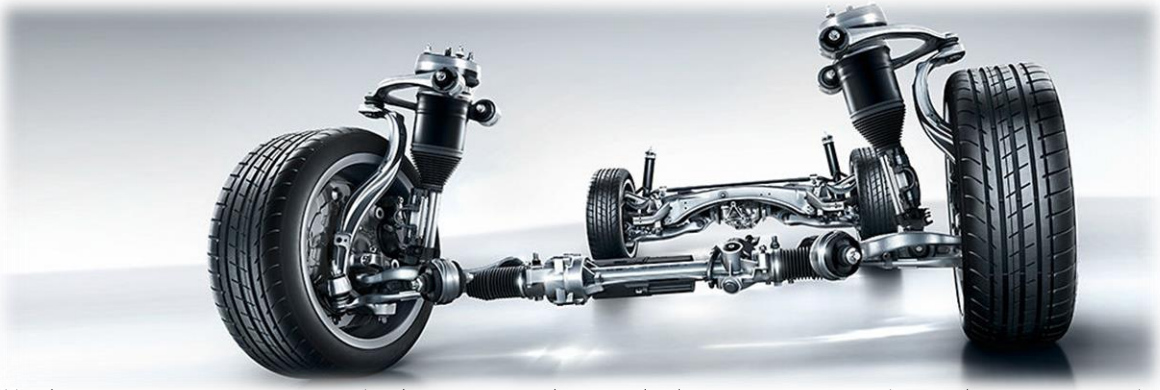
پیشینه

www.softkomak.com

مقدمه

- سیستم تعلیق قسمتی از خودرو است که باعث می‌شود نوسانات حاصل از حرکت خودرو بر روی سطوح ناهموار مستقیماً به جرم معلق (شامل اتاق ، شاسی ، متعلقات و سرنشینان) وارد نشود .
- سیستم تعلیق از جرم فنربندی شده (Sprung mass) ، فنر (Spring) ، کمک‌فنر (Strut) و جرم فنربندی‌نشده (Unsprung mass) (تایر، هوای داخل تایر و اتصالات) تشکیل شده است که :

۱- یک خودرو را به چرخ‌های آن متصل می‌کند . ۲- اجازه حرکت نسبی بین خودرو و چرخ‌ها را می‌دهد .



www.softkomak.com

مقدمه

وظایف تعلیق

- تأمین جاده چسبی (Road holding) ، فرمان‌پذیری و ترمزگیری برای ایمنی بهتر و لذت رانندگی
- راحتی سرنشینان و بهبود کیفیت سواری به کمک جذب ارتعاشات و نویزهای خارجی خودرو (جاده، دست‌اندازها، ارتعاشات و ...)
- به طور کلی این اهداف در تقابل با هم هستند ، بنابراین به منظور یافتن حالت بهینه ، باید سیستم‌های تعلیق تنظیم شوند .

www.softkomak.com

مقدمه

وظایف تعلیق

- سیستم تعلیق ، باید چرخ ها را در تماس با سطح جاده نگه دارد زیرا تمام نیروهای وارده بر خودرو از سمت جاده ، از طریق تماس‌گاه‌های (contact patches) تایرها اعمال شده و عدم وجود تماسگاه کافی باعث کاهش توانایی جاده چسبی ، فرمان‌پذیری و ترمزگیری خودرو می شود.
- همچنین سیستم تعلیق از خود خودرو و بار روی آن در برابر آسیب و سایش محافظت می‌کند.

سیستم تعلیق خودروی مسابقه‌ای
Van Diemen RF01

www.softkomak.com

تاریخچه

- کالسکه‌ها ، سکویی نوسانی بر روی زنجیرهای آهنی متصل به قاب چرخ کالسکه ، داشتند.
- این سیستم ، نسخه ی اولیه سیستم تعلیق بود و پایه‌ای برای همه سیستم‌های تعلیق باقی ماند.
- وسایل نقلیه‌ای که توسط اسب کشیده می‌شدند برای سرعت‌های نسبتاً آهسته طراحی شده بودند و سیستم تعلیق آنها برای سرعت‌های بالاتر ارائه شده توسط موتور احتراق داخلی ، مناسب نبود.

سیستم تعلیق بندی ۱۶۰۵

www.softkomak.com

تاریخچه

- اولین سیستم تعلیق فنری عملی به دانش و مهارت متالورژی پیشرفته نیاز داشت و تنها با ظهور صنعتی سازی امکان‌پذیر شد.
- اولین اختراع یک خودروی سیستم تعلیق فنری را فردی به نام الیوت ثبت کرد . هر چرخ ، دو فنر برگی فولادی با دوام در هر طرف داشت و بدنه کالسکه به طور مستقیم به فنرهایی ثابت شده بودند که به محورها متصل شده بودند.
- فنرهای برگی (leaf springs) از اوایل دوران مصریان وجود داشته است.
- مهندسان نظامی باستان از فنرهای برگی به شکل کمان برای قدرت دادن به ادوات جنگی‌شان، استفاده می‌کردند.

MULTI TYPE LEAF SPRING

www.softkomak.com

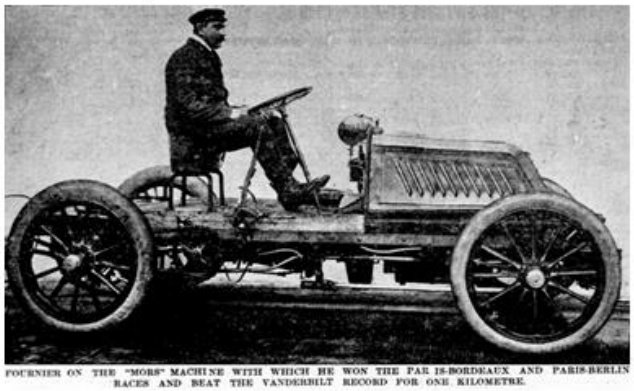
تاریخچه

- سیستم تعلیق فنری اولین سیستم تعلیق مدرن بود و همراه با پیشرفت در ساخت جاده‌ها، بزرگترین بهبود در عرصه ی حمل و نقل جاده ای ، تا زمان ظهور خودرو بود.
- فنرهای فولادی انگلیسی برای استفاده در جاده‌های ناهموار آمریکا در آن زمان مناسب نبودند، بنابراین سیستم تعلیقی طراحی شد که یک حرکت نوسانی را به جای بالا و پایین رفتن سیستم تعلیق فنری ارائه می‌داد.

www.softkomak.com

تاریخچه

- در سال ۱۹۰۱ کارخانه خودروسازی مورس (Mors) برای اولین بار روی یک خودرو، کمک‌فنر (shock absorber) نصب کرد.
- در سال ۱۹۰۶ فنرهای پیچه‌ای (Coil springs) برای اولین بار روی خودروی Brush Runabout ساخته شده توسط شرکت Brush Motor ظاهر شد.
- در سال ۱۹۲۰، لیلاند موتورز (Leyland Motors) از میله‌های پیچشی (torsion bars) در یک سیستم تعلیق استفاده کرد.



FOURNIER ON THE "MORS" MACHINE WITH WHICH HE WON THE PAR IS-BORDEAUX AND PARIS-BERLIN RACES AND BEAT THE VANDERBILT RECORD FOR ONE KILOMETRE.

هنری فورنیه روی "خودروی مورس"
میرای منحصر به فرد و برنده‌اش

www.softkomak.com

فصل دوم

مفاهیم

www.softkomak.com

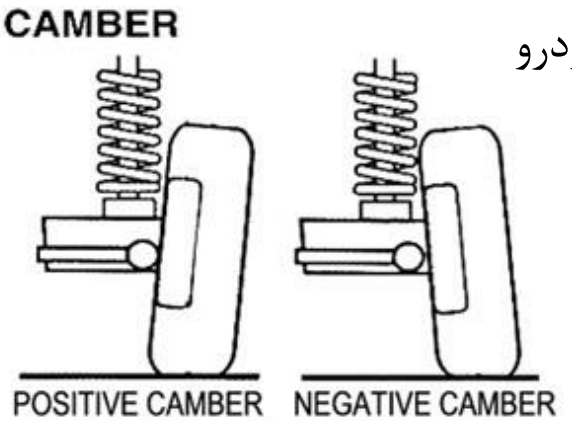
مفاهیم اصلی

- زاویه کجی : Camber
- زاویه پیرو : Caster
- کج پنجگی : Toe (in/out)
- نرخ فنر : Spring Rate
- نرخ چرخ : Wheel Rate
- نرخ غلت : Roll Rate
- درصد جفت شدگی غلت : Roll Couple Percentage

www.softkomak.com

زاویه کجی: (Camber)

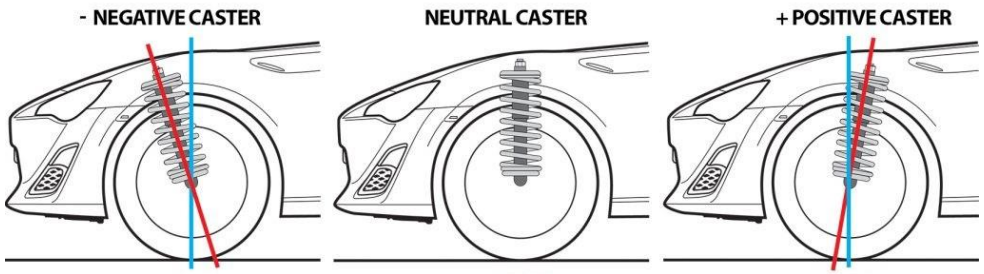
- زاویه ایجاد شده توسط چرخ‌های یک خودرو است ؛ به طور خاص ، زاویه بین محور عمودی چرخ مورد استفاده برای فرمان‌گیری و محور عمودی خودرو زمانی که از جلو یا عقب مشاهده شود است.
- زاویه کجی باعث تغییر در کیفیت‌های فرمان‌پذیری یک طراحی سیستم تعلیق خاص می‌شود ؛ به طور خاص، کجی منفی، چنگ‌زنی (grip) را هنگام دور زدن بهبود می‌بخشد.
- **زاویه کمبر مثبت** : چنانچه قسمت بالای تایر به سمت بیرون خودرو منحرف شود.
- **زاویه کمبر منفی** : چنانچه قسمت بالای تایر به سمت داخل خودرو منحرف شود.



www.softkomak.com

زاویه پیرو: (Caster)

- زاویه محور فرمان از محور عمودی یک چرخ فرمان‌گیر در یک خودرو، موتورسیکلت، دوچرخه یا خودروهای دیگر است که در جهت طولی اندازه‌گیری می‌شود.
- هنگامی که سیستم تعلیق جلوی یک خودرو تراز باشد، زاویه پیرو برای رسیدن به یک عمل خود مرکزی (self centering) تنظیم می‌شود که بر پایداری در راستای مستقیم خودرو تأثیر می‌گذارد.
- زاویه کستر مثبت خودرو را در سرعت بالا بسیار پایدار تر و همچنین تمایل تایر را به چسبندگی بیشتر می کند . این عامل سبب فرمان گیری بیشتر هم می شود .

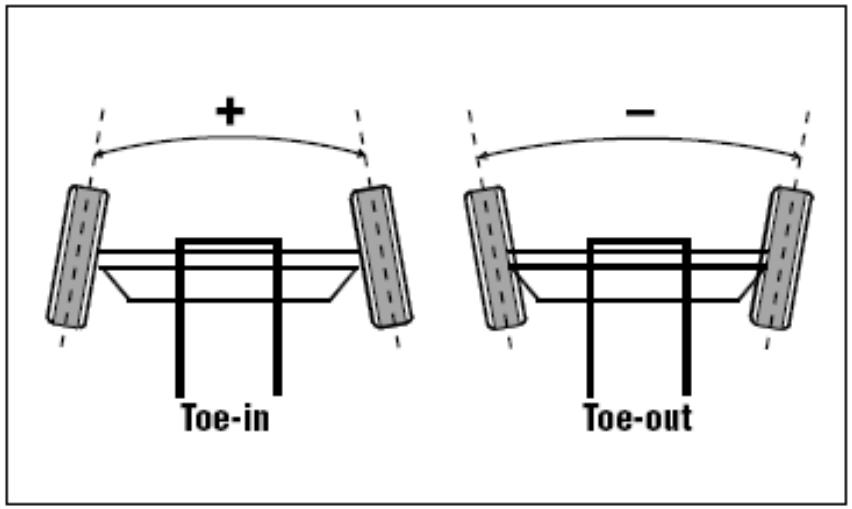


نمونه ای از یک موتور سیکلت با زاویه پیرو شدید

www.softkomak.com

کج‌پنجگی: (Toe)

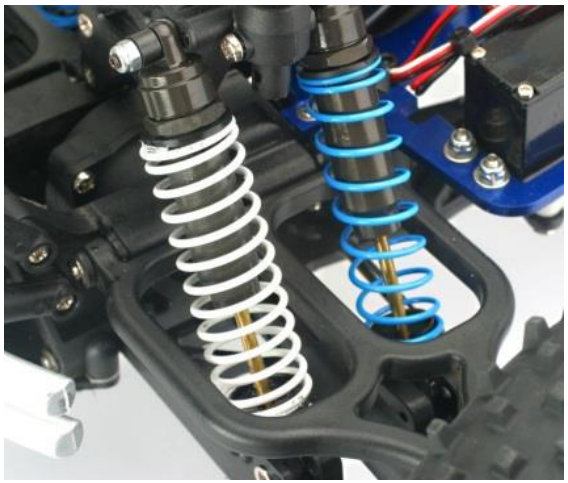
- زاویه متقارنی است که هر چرخ با محور طولی خودرو می‌سازد و به عنوان تابعی از هندسه ثابت و اثرات سینماتیکی و انطباقی است.
- در یک خودروی محرک چرخ عقب، کج‌پنجگی جلوی افزایش یافته، پایداری در راستای مستقیم بهتری، به قیمت برخی کندی‌ها در پاسخ دور زدن، فراهم می‌کند.



www.softkomak.com

نرخ فنر : (Spring rate)

- یک جزء در تنظیم ارتفاع سواری خودرو یا مکان آن در جابه‌جایی سیستم تعلیق است.
- فنرهایی که بیش از حد سخت یا بیش از حد نرم باشند موجب می‌شوند سیستم تعلیق بی‌اثر شود زیرا نمی‌توانند به درستی خودرو را از جاده جدا کنند.
- خودروهایی که معمولاً بارهای سیستم تعلیق سنگین‌تری نسبت به حالت طبیعی تجربه می‌کنند، فنرهای سنگین یا سخت با نرخ فنر نزدیک به حد بالا برای وزن آن خودرو دارند.



www.softkomak.com

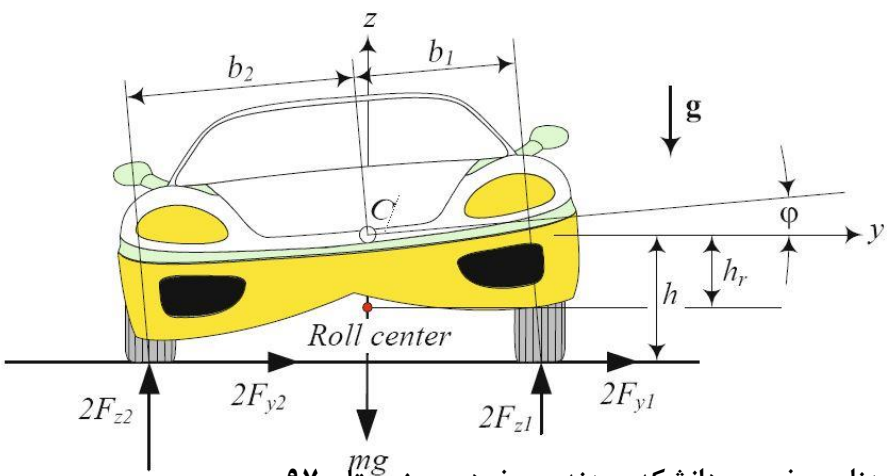
نرخ چرخ : (Wheel rate)

- نرخ فنر مؤثر است که در چرخ اندازه‌گیری می‌شود.
- این عنوان با اندازه‌گیری نرخ فنر به تنهایی، فرق دارد.
- نرخ چرخ معمولاً برابر یا به طور قابل توجهی کمتر از نرخ فنر است.
- نرخ‌های چرخ معمولاً با هم جمع می‌شوند.

www.softkomak.com

نرخ غلت (Roll rate):

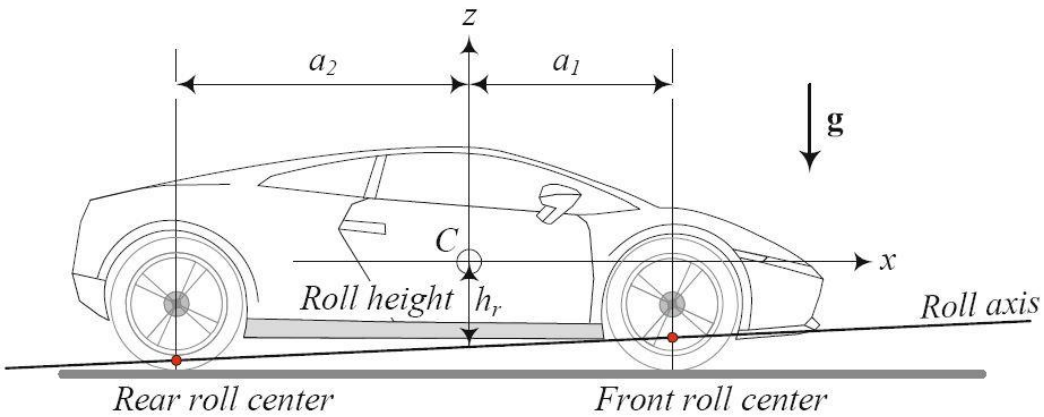
- غلت (roll) دوران خودرو حول محور طولی
- نرخ غلت معمولاً ناشی از شتاب جانبی حاصل از گردش خودرو است .
- نرخ غلت به‌صورت گشتاور در هر درجه از غلت جرم فنربندی شده بیان می‌شود.



www.softkomak.com

درصد جفت‌شدگی غلت : (Roll Couple Percentage)

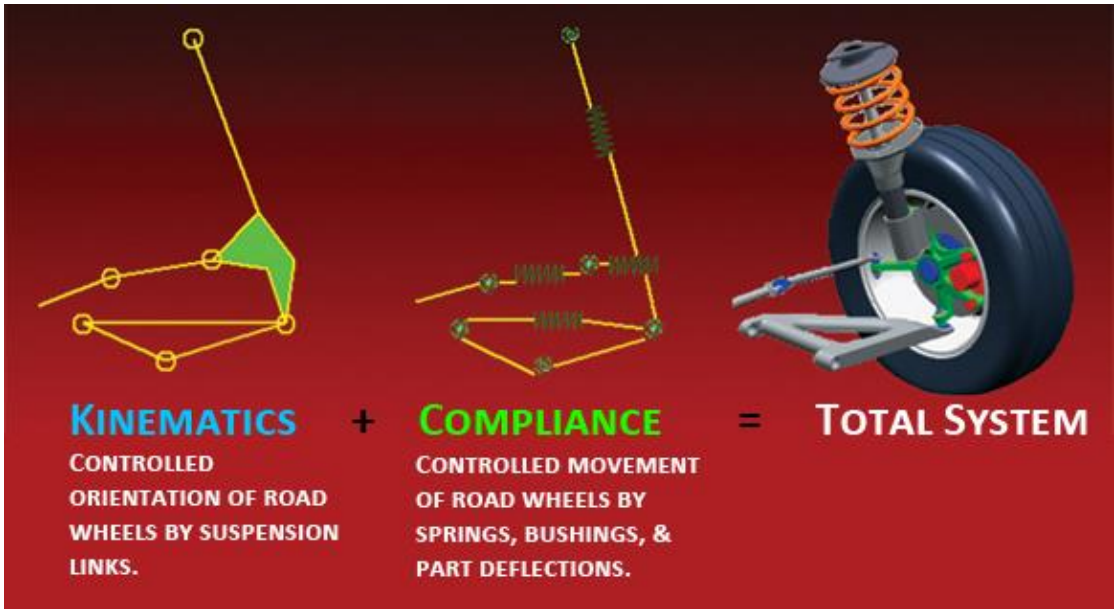
- یک روش ساده برای توصیف‌کیفیت انتقال بار جانبی جلو به عقب و تعادل فرمان‌پذیری ناشی از آن است.
- مرکز غلت (roll center): مرکز آنی دوران غلت هر کدام از محورهای جلو و عقب خودرو
- محور غلت (roll Axis): خط واصل مرکزهای غلت جلو و عقب



www.softkomak.com

Kinematic and Compliance : K & C

- حرف K مربوط به هندسه خودرو (کجی و کج پنجگی و ...) و حرف C مربوط به سختی فنر (به این معنا که به چه اندازه ، اجزاء ، خم می شوند ، هنگامی که چرخ ها در اثر فراز و نشیب جاده بالا و پایین می رود) .



www.softkomak.com

K & C Test Rig :

نحوه عملکرد :

۱- این دستگاه ، شاسی خودرو را از زیر خودرو می گیرد و میتواند زوایای Pitch ، Bounce و Roll را با حرکت عمودی چرخ ها روی خودرو پیاده نماید و نتایج تست را نشان دهد .
۲- تایر ها با یک جاده صاف به طور دائم در تماس می مانند .
۳-این تست ، یک تست شبه تعادلی می باشد .
۴-با استفاده از شبیه سازی نیرو های جاده ای ، ترمزگیری ، شتاب و بارهای ناشی از پیچش (cornering) خودرو را شبیه سازی می نماید.

www.softkomak.com

فصل سوم

اجزاء و گونه ها

www.softkomak.com

- **فنرها (Springs):**

فنرهای مارپیچ (Coil springs):

- مزایا:

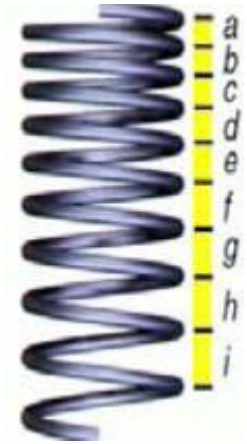
۱ـ صدای کم و همچنین عملکرد نرم به دلیل تماس نداشتن حلقه های فنر با یکدیگر
۲ـ قیمت پایین ، ورن کم و اشغال فضای کم

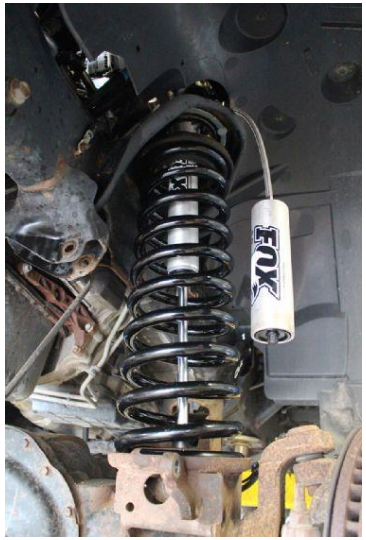
- معایب:

۱ـ تحمل نکردن نیروهای طولی و عرضی ، منجر به فشار بیشتر به اجزای دیگر
۲ـ احتمال بروز خطر کمانش و انحراف فنر از حالت عمودی

www.softkomak.com

فنرها (Springs):





فنرهای مارپیچ پیشرونده (Progressive Coil Springs):

- مزیت:

۱ـ با مخروطی ساختن شکل فنر می توان خاصیت سخت شوندگی در آن ایجاد نمود .

www.softkomak.com

○ فنرها (Springs):

فنرهای برگی (شمشی) (Leaf Springs):

- مزایا:

۱ـ انتقال نیروهـای طولی ، عـرضی و عمودی از چرخ به بدنه ی خودرو و بالعکس
۲ـ وجود خاصیت میرایی به علت وجود اصطکاک بین لایه های فنر

- معایب:

۱ـ اشغال کردن فضای زیاد

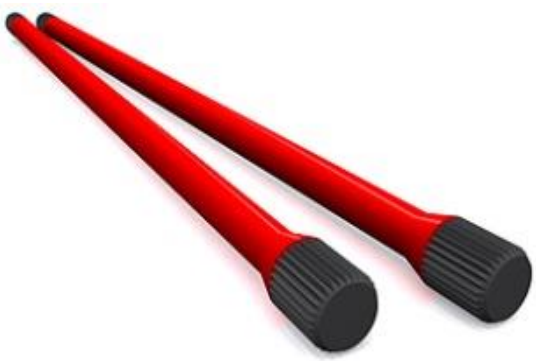
۲- وزن زیاد که منتج به افزایش نسبت جرم غیر معلق به جرم معلق میگردد.

۳- مشکلات هندسی تعلیق

www.softkomak.com

- **فنرها (Springs):**

فنرهای پیچشی(Torsion Bars):



- مزایا:

۱ـ داشتن عمر و دوام طولانی
۲- داشتن قابلیت تنظیم ارتفاع
۳- اشغال نکردن فضای عمودی و اشغال فضای کم
۴- داشتن قابلیت تغییر رفتار ارتعاشی در بازه های فرکانسی متفاوت

- معایب:

۱ـ احتمال گسیختگی و ایجاد خطرات احتمالی برای خودرو

www.softkomak.com

فنرها (Springs):

فنرهای لاستیکی (Rubber Springs):

- مزایا:

۱ـ سبک بوده و جای کمی می گیرد
۲- قیمت پایین

- معایب:

۱ـ نداشتن هیچ یک از قابلیت های فنر های فولادی
۲- انعطاف پذیری کم

www.softkomak.com

فنرها (Springs):

فنرهای هوایی (Air Springs):

- دارای یک پایه و محفظه ای کشسان که با هوای کم پر شده است .

مزیت :

۱ - استفاده عمده در خودرو های سنگین و قطار های شهری و بین شهری

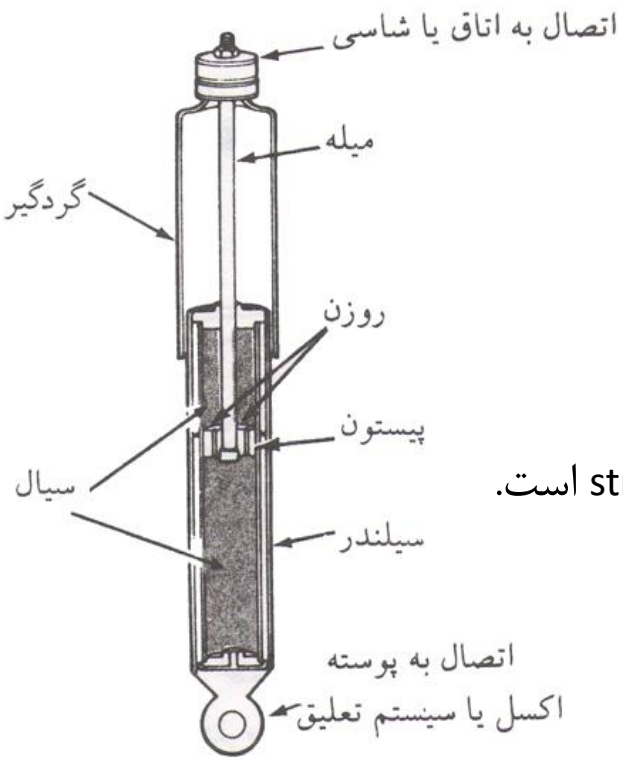
معایب :

۱ - پیچیدگی سیستم

۲ – قیمت بالا و همچنین مشکلات تعمیرات و نگهداری

www.softkomak.com

کمک فنرها (Shock absorbers / Dampers):



- انواع :

۱- کمک فنر تک مخزنه

۲- کمک فنر دو مخزنه

- مزایا:

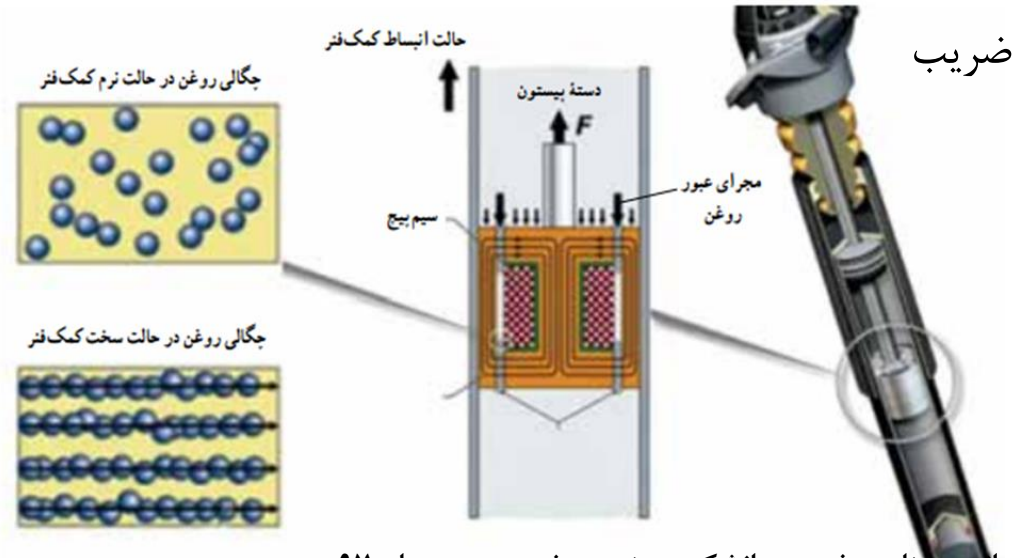
۱ـ مزیت اصلی کمک فنر دو مخزنه امکان جابجایی بیشتر برای strut است.

www.softkomak.com

کمک فنرها (Dampers):

دمپرهای سیستم های تعلیق نیمه فعال

- با ایجاد یک جریان الکتریکی ، ویسکوزیته روغن داخل دمپر تغییر می کند و سبب تغییر ضریب میرایی دمپر خواهد شد



www.softkomak.com

بوش ها (Bushes):

- اکثرا از جنس لاستیک طبیعی هستند
- برای اتصال قطعات متحرک سیستم تعلیق به یک
- بوش‌های لاستیکی مقاومت خوبی در برابر کشش دارند ، هم‌چنین در دماهای پایین بسیار مقاوم می‌باشند .
- مزایا:

۱ـ حذف سر و صدا (Noise) در حین حرکت

۲- حذف لرزش‌ها و تحمل مقداری از ضربات وارده به جهت خاصیت الاستیکی

www.softkomak.com

بوش ها (Bushes):

- در سرعت‌های بالا به علت گرمای زیاد بوش‌های لاستیکی مقاومت خوبی ندارند لذا از بوش‌های ساخته شده از اورتان (Urethane)که مقاومت بیشتری در برابر گرما دارند، استفاده شود.
- این نوع بوش‌ها انعطاف‌پذیری نوع لاستیکی را دارا نبوده و نرمی خودرو و هندلینگ آن را تا حدی تحت تاثیر قرار می‌دهند .

www.softkomak.com

طَبَق (Control Arm):

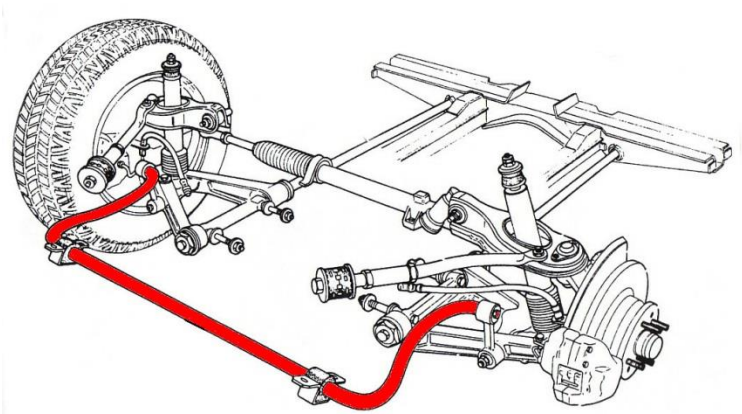
- قطعه‌ای است فلزی با بوش‌های محوری در دو سر خود .
- از یک سمت به قطعات متحرک سیستم تعلیق و از سمت دیگر به شاسی خودرو متصل می‌گردد .
- و نقش اتصال شاسی به قطعات سیستم تعلیق را بر عهده دارد .
- در برخی موارد طبق‌ها به شکل حرف A می‌باشند یعنی در سمتی که به شاسی متصل می‌شوند دارای دو محور هستند که در این صورت آن‌ها را جناغی (Wish Bone) و یا A-Arm می‌نامند .

www.softkomak.com

میل‌تعادل (Anti-Roll Bar ،Stabilizer):

UPR-200-03
Mustang
anti-roll bar

- میله تعادل یک میله فولادی است که در دو سر دارای بوش بوده و غالبا بین دو چرخ یک محور قرار می‌گیرد.
- میله تعادل (موج‌گیر) ، بین دو چرخ چپ و راست ارتباط برقرار کرده و باعث ایجاد یک وابستگی بین دو چرخ چپ و راست می گردد ، این وابستگی در نهایت منجر به کاهش roll در خودرو می گردد .



www.softkomak.com

سیستم فنر و کمک‌فنر یکپارچه (Strut):

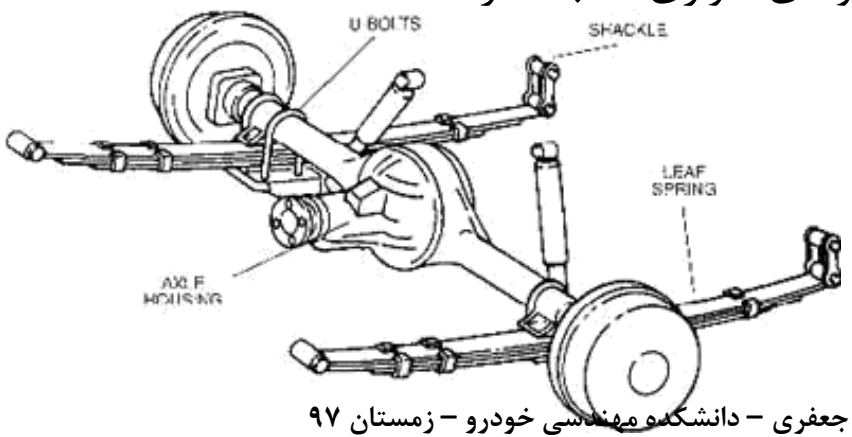
- زمانی که کمک‌فنر در درون فنر مارپیچ قرار گیرد به این ترکیب اصطلاحا Strut گفته می‌شود.
- در این حالت فنر و کمک فنر علاوه بر انجام وظایف اصلی خود، با حذف سیبک و طَبَق بالا، نقش یک رابط را نیز مابین سیستم تعلیق و شاسی ایفا می کنند .
- این سیستم رکن اصلی سیستم‌های تعلیق McPherson محسوب می‌شود .
- این نوع قرارگیری فضای کمتری اشغال نموده و قیمت ارزانی نیز دارد .

www.softkomak.com

انواع سیستم‌های تعلیق

سیستم تعلیق وابسته : (Dependent Suspension)

- اتصال چرخ‌ها و محور به صورت صلب بوده و سیستم تعلیق بین محور و شاسی قرار دارد.
- در سیستم تعلیق وابسته وقتی به یکی از چرخ‌ها ضربه‌ای اعمال شود، ارتعاشات ناشی از ضربه به چرخ مقابل هم انتقال می‌یابد و آن چرخ هم دچار نوسان می‌شود.
- کاربرد در خودروهای سنگین و محور عقب خودروهای سواری عقب محرک



www.softkomak.com

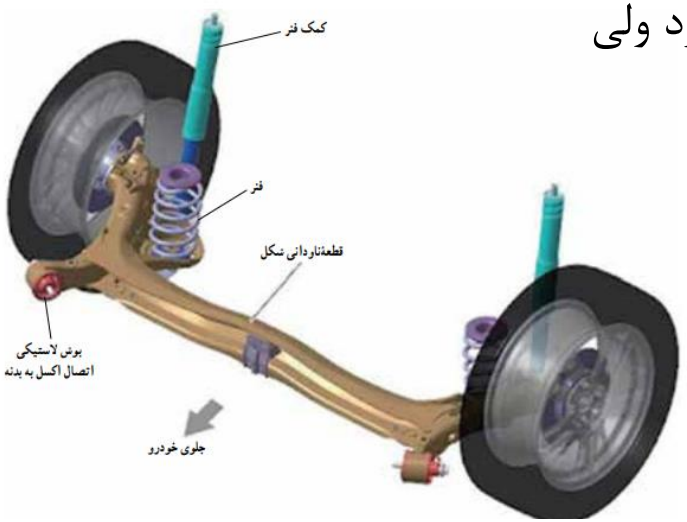
سیستم تعلیق وابسته : (Dependent Suspension)

- برای اتصال محور به شاسی به‌صورت تعلیقی وابسته از فنرهای شمشی (برگی) و گاهی از فنرهای مارپیچ استفاده می‌شود.
- این سیستم تعلیق از استحکام و پایداری مناسبی برخوردار است.
- قدرت فرمان‌پذیری و کیفیت سواری آن ضعیف است، زیرا نوسانات ناشی از ضربات وارد به چرخ‌ها بیشتر به بدنه و سرنشینان منتقل می‌شود.

www.softkomak.com

سیستم تعلیق نیمه مستقل : (Semi Independent Suspension)

- سیستم تعلیق نیمه مستقل، حالتی بین دو نوع سیستم تعلیق وابسته و مستقل دارد ؛ نه کاملاً مستقل است و نه کاملاً وابسته.
- در سیستم تعلیق نیمه مستقل، چرخ‌های طرفین با یکدیگر ارتباط دارند ولی این ارتباط کاملاً صلب نیست.
- نوسانات یک چرخ تا حدی روی چرخ مقابل اثر می‌گذارد ولی شدت این تأثیر به اندازه وابسته نیست.
- از این نوع سیستم تعلیق در محور عقب خودروهای پراید ، سمند و اغلب خودروهای میان قیمت استفاده می‌شود.



www.softkomak.com

سیستم تعلیق نیمه مستقل : (Semi Independent Suspension)

- مزایا:

۱ـ سبک و نصب آن ساده است.
۲ـ فضای کمی اشغال می‌کند. بنابراین فضای صندوق عقب مسطح و وسیع است.
۳ـ امکان نصب فنرها با فاصله ی بیشتر نسبت به هم ، بنابراین حرکت غلت بدنه خودرو کاهش می‌یابد.
۴- هزینه طراحی و ساخت آن کم است.

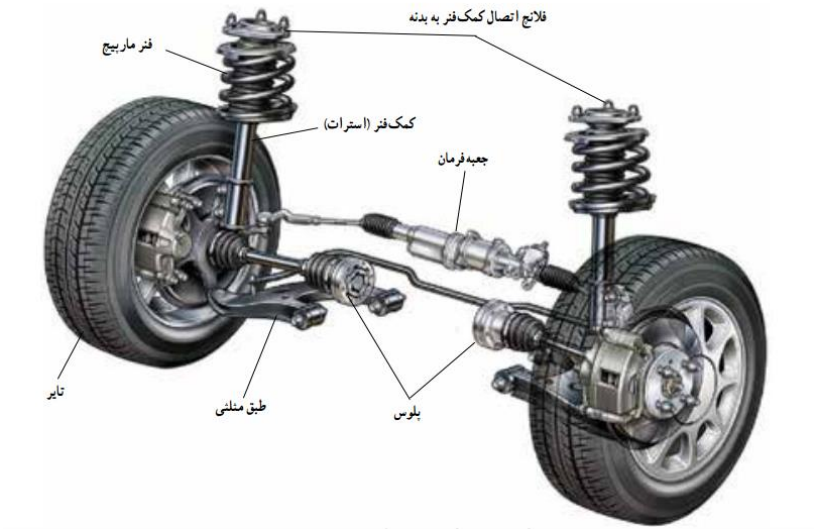
- معایب:

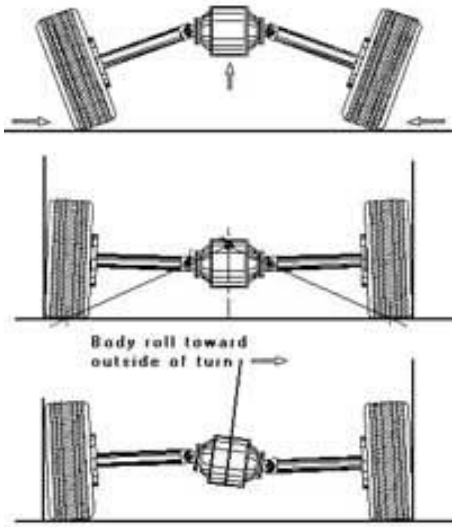
۱ـ این مکانیزم تعلیق که معمولاً از آن در تعلیق عقب استفاده می‌شود در پیچ جاده منجر به بیش‌فرمانی خودرو می‌شود .
۲ـ استحکام این نوع مکانیزم تعلیق کم است، به طوری که برای بارهای زیاد و جاده‌های با ناهمواری زیاد مناسب نیست .

www.softkomak.com

سیستم تعلیق مستقل : (Independent Suspension)

- هر چرخ جداگانه و مستقل می‌باشد، هنگامی که به چرخی ضربه‌ای وارد شود، فقط همان چرخ دچار نوسان می‌شود و این ضربه و نوسان به چرخ مقابل منتقل نمی‌شود.





www.softkomak.com

سیستم تعلیق مستقل : (Independent Suspension)

- مزایا:

۱ـ قابلیت فرماندهی بهتر به چرخ ها ، حرکت چرخ ها بر روی یکدیگر تأثیر متقابل ندارد .
۲ـ انطباق بهتر چرخ‌ها با سطح جاده (چون سیستم تعلیق هر چرخ مستقل است) هنگام شتاب‌گیری یا ترمزگیری و حتی سر پیچ‌ها، سطح اتکای هر چرخ با جاده حفظ می شود و این تطابق باعث ایجاد هندسه فرمان بهتر ، افزایش قدرت فرمان‌پذیری و هدایت خودرو می‌شود.

- معایب:

۱ـ هزینه طراحی و ساخت زیاد
۲ـ طراحی پیچیده اتصالات چرخ‌ها و تنظیم سخت‌تر زوایای چرخ
۳- هزینه‌های بالای تعمیر و نگهداری به دلیل زیاد بودن تعداد مفاصل و سیبک ها

www.softkomak.com

تفاوت سیستم تعلیق جلو و سیستم تعلیق عقب

- بدیهی است هر خودروی چهارچرخ به سیستم تعلیق برای هر یک از چرخ‌های جلو و عقب نیاز دارد، اما در خودروهای دوچرخ محرک این سیستم‌ها می‌توانند پیکربندی بسیار متفاوتی داشته باشند.
- برای خودروهای چرخ جلو محرک، سیستم تعلیق عقب دارای چند قید است

و در آن از انواع محورهای تیر(beam axles) و سیستم‌های تعلیق مستقل استفاده می‌شود.

- برای خودروهای چرخ عقب محرک، سیستم تعلیق عقب دارای قیدهای بسیار است

و استفاده از سیستم تعلیق مستقل بهتر اما گران‌تر و دشوارتر است.

- خودروهای چهارچرخ محرک اغلب سیستم‌های تعلیقی دارند که برای چرخ‌های جلو و عقب مشابه هستند.

www.softkomak.com

سیستم تعلیق موتور سیکلت

- اولین سیستم تعلیق موتور سیکلت در آغاز قرن بیستم معرفی شد . در ابتدا سیستم تعلیق تنها در چرخ جلوی موتور استفاده می شد .
- این سیستم به موتور کمک می کند تا در جاده های مختلف ، حرکت عادی تری داشته باشد و برای راننده ایمنی و راحتی بیشتری فراهم نماید .

AJS Model 16 350
Spectre 1957

www.softkomak.com

سیستم تعلیق موتور سیکلت

- انواع سیستم تعلیق :

سیستم تعلیق جلو :

- تعلیق تلسکوپی

سیستم تعلیق عقب :

- کمک فنر هیدرولیکی
- کمک فنر هیدرولیکی پر شده با گاز Nitrox
- مونوشاک

www.softkomak.com

سیستم تعلیق موتور سیکلت

- تعلیق تلسکوپی :

تقریبا در تمام موتور سیکلت های امروزی و در سیستم تعلیق جلو استفاده می شود .

طراحی بسیار ساده و ساخت ارزان

- کمک فنر هیدرولیکی :

استفاده از یک نوع روغن (روغن دمپر) به عنوان پایه سیستم تعلیق

در مدت زمان طولانی ،، ثبات عملکرد خود را از دست می دهند

- کمک فنر هیدرولیکی پر شده با گاز Nitrox :

گاز مورد استفاده در این سیستم نیتروژن است

افزایش دوام ، ایمنی و راحتی سرنشین

- مونوشوک

هندلینگ و کیفیت سواری عالی – تنظیم آسان - هزینه تعمیر و نگهداری بالا – طول عمر کمتر

www.softkomak.com

سیستم تعلیق خودرو های Off-Road

- طراحی سیستم تعلیق جلوی خودرو های Off-Road به دو دلیل دشوار تر است :
چرخ ها معمولا بزرگتر هستند و زمین دارای ناهمواری های تند و شدید است .
- سیستم تعلیق جلوی خودرو Off-Road اغلب محور صلب با فنر برگی می باشد .

www.softkomak.com

سیستم تعلیق خودرو های Off-Road

- انواع دیگر سیستم های تعلیق جلوی خودرو های Off-Road :
- محور صلب با فنر های مارپیچ :

بسیاری از رانندگان آفرود فنر های مارپیچ را به خاطر طراحی جمع و جور و ارائه سواری کم صداتر و نرم تر ترجیح می دهند .

www.softkomak.com

سیستم تعلیق خودرو های Off-Road

- انواع دیگر سیستم های تعلیق جلوی خودرو های Off-Road :

- تعلیق جلو مستقل :

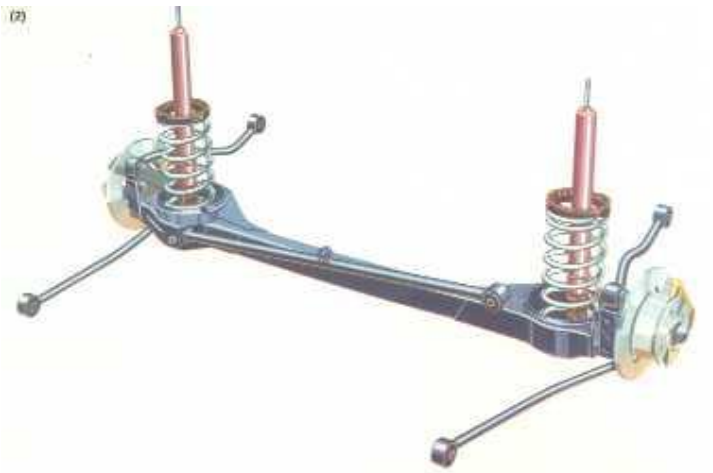
نوعی تعلیق است که در آن چرخ های جلو به طور مستقل حرکت می کنند . استفاده از میله های پیچشی (Torsion Bar) و استرات (Strut) .

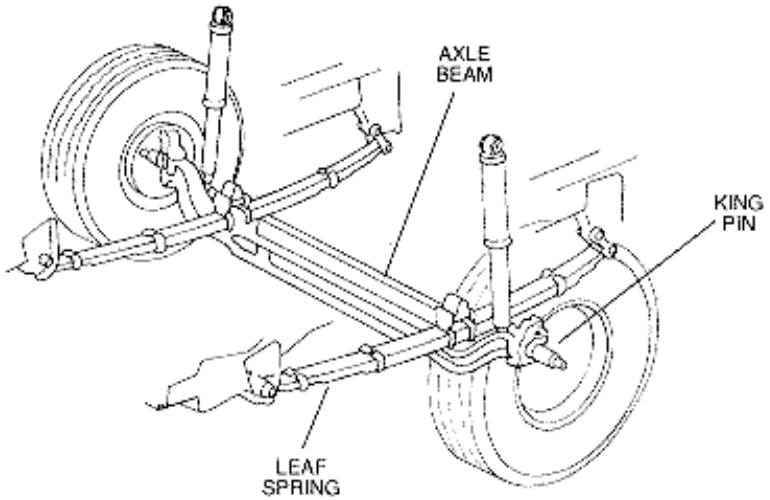
www.softkomak.com

مکانیزم های متداول سیستم های تعلیق :

سیستم تعلیق صلب (Solid axle)

- ارتباط چرخ های چپ و راست توسط لوله یا تیری صلب و یکپارچه برقرار می شود. از این رو حرکت عمودی یک چرخ بر اثر ناهمواری جاده بر روی عملکرد چرخ دیگر تاثیر می گذارد .





www.softkomak.com

سیستم تعلیق صلب (Solid axle)

- مزایا:

۱- ساده، کم هزینه و کم استهلاک است

۲- ظرفیت بار بالا

- معایب:

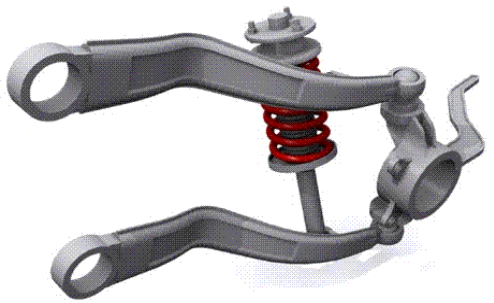
۱- بالا بودن نسبت وزن فنر بندی نشده به وزن فنر بندی شده

۲- چسبندگی کمتر چرخ ها به جاده

www.softkomak.com

سیستم تعلیق دو جناغی (Double Wishbone)

- این نوع سیستم تعلیق مستقل ترین نوع می باشد ، بنابراین دارای مشخصات مربوط به سیستم های تعلیق مستقل است (قابلیت فرماندهی بهتر به چرخ ها ، انطباق بهتر چرخ ها با سطح ، هندسه فرمان بهتر ، افزایش قدرت فرمان پذیری و ...)



www.softkomak.com

سیستم تعلیق دو جناغی (Double Wishbone)

- مزایا:

۱- آزادی عمل مناسب در طراحی بازوها

۲- مرکز غلت و محور تاب می‌توانند توسط طراح جانمایی شوند.

۳- تغییرات زاویه کجی و فاصله بین چرخ‌ها می‌تواند محدود شود.

- معایب:

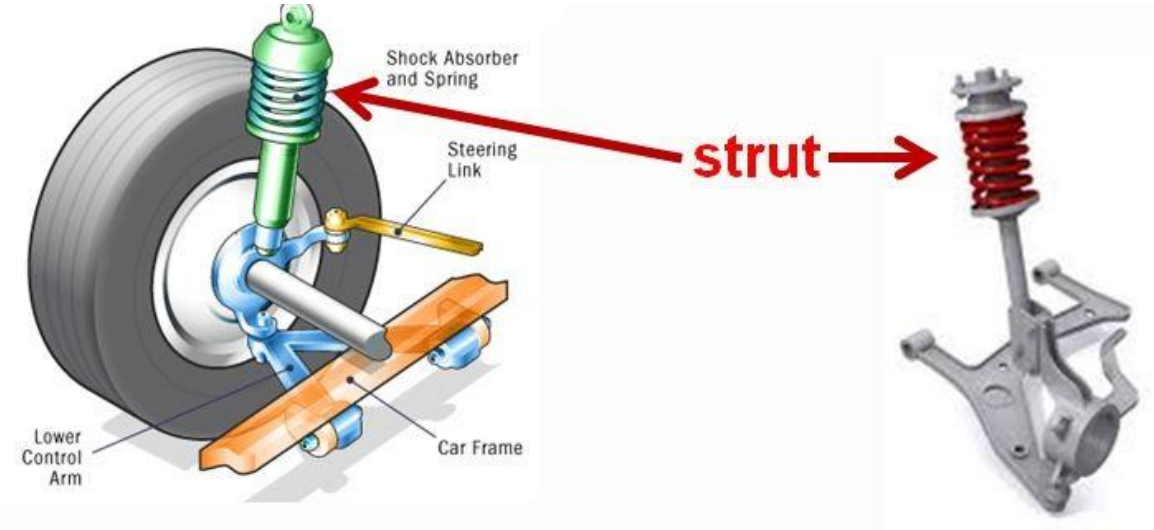
۱- هزینه ساخت و حجم اشغالی زیاد

۲- نیروی زیادی به محل اتصال در قسمت شاسی وارد می‌شود.

www.softkomak.com

سیستم تعلیق مک فرسون (Mc Pherson)

- این سیستم در دهه ۷۰ میلادی در محور جلو اکثر خودروها رواج یافت.
- در این سیستم رکن اصلی Strut می‌باشد ، خود Strut به عنوان یک اتصال برای کنترل وضعیت چرخ استفاده می‌شود و شاسی را به سیستم تعلیق متصل می‌نماید.



www.softkomak.com

سیستم تعلیق مک فرسون (Mc Pherson)

- مزایا:

۱- فضای عرضی کمی اشغال می‌کند. بنابراین برای خودروهای محرک جلو که موتور آن به‌صورت عرضی نصب می‌شود، فضای مناسبی فراهم می‌کند.

۲ـ نسبت به مکانیزم دوجناقی ساده تر، ارزانتر وکم استهلاک تر است .

۳ـ از استرات به عنوان یکی از بازوهای مکانیزم تعلیق استفاده شده بنابراین نسبت به مکانیزم تعلیق دوجناقی بازوها و اتصالات کمتری دارد.

www.softkomak.com

سیستم تعلیق مک فرسون (Mc Pherson)

- معایب:

۱- با توجه به اینکه استرات، در نقش بازوهای مکانیزم تعلیق، مستقیماً به بدنه خودرو متصل‌اند، ارتعاشات و ضربات بیشتری از چرخ به بدنه خودرو منتقل می‌شود.

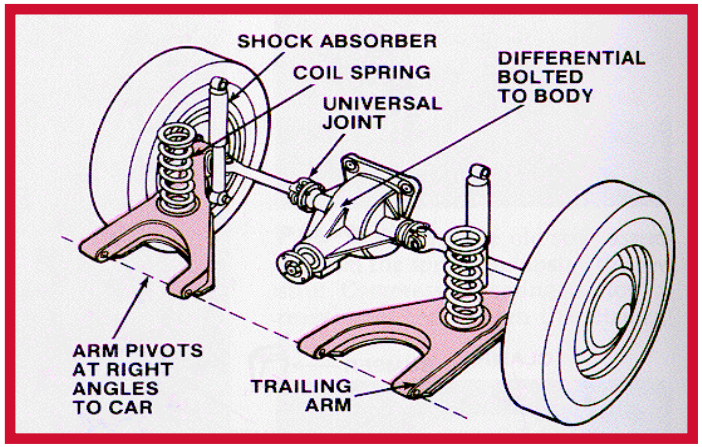
۲- به دلیل آنکه فنر و کمک فنر روی یک مجموعه (استرات) قرارمی‌گیرند طراحی و ساخت تکیه‌گاه استرات روی بدنه خودرو مشکل است .

۳- تغییرات فواصل و زوایای چرخ این مکانیزم نسبت به مکانیزم دوجناقی نامناسب و در نتیجه پایداری خودرو با استفاده از این مکانیزم کمتر است.

www.softkomak.com

سیستم تعلیق بازوی پیرو(Trailing arm)

- این سیستم تعلیق از نوع مستقل است و بیشتر در خودروهای قدیمی مورد استفاده قرار می‌گرفت اما در بعضی خودروهای امروزی نیز همچنان استفاده می‌شود.
- این نوع سیستم تعلیق بیشتر در محور عقب خودروها استفاده می‌شود .
- هر چند در برخی خودروها مانند فولکس واگن بیتل (۲۰۰۳- ۱۹۳۸) همزمان در محور جلو و عقب مورد استفاده قرار می گیرد.



www.softkomak.com

سیستم تعلیق بازوی پیرو(Trailing arm)

- مزایا:

۱- سادگی طراحی و ساخت

۲- پایداری و خوش فرمانی

۳- فضای صندوق عقب بیشتر و مسطح تر

۴- داشتن ویژگی anti roll & anti squat به صورت ذاتی

- معایب:

۱- قیمت بالاتر نسبت به انواع دیگر سیستم تعلیق

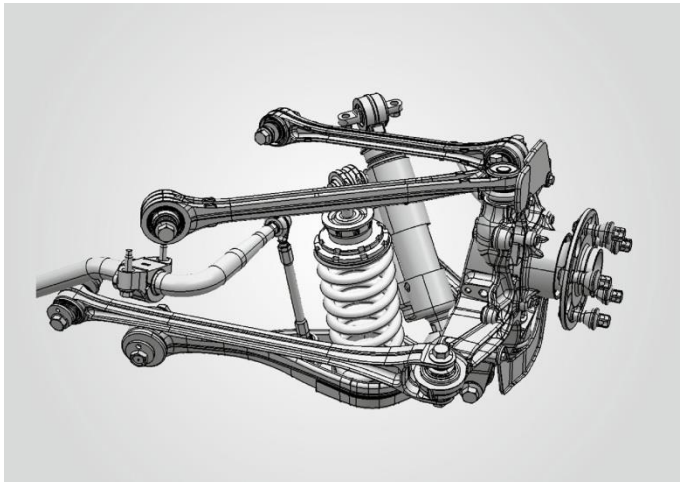
۲- اشغال فضای زیاد

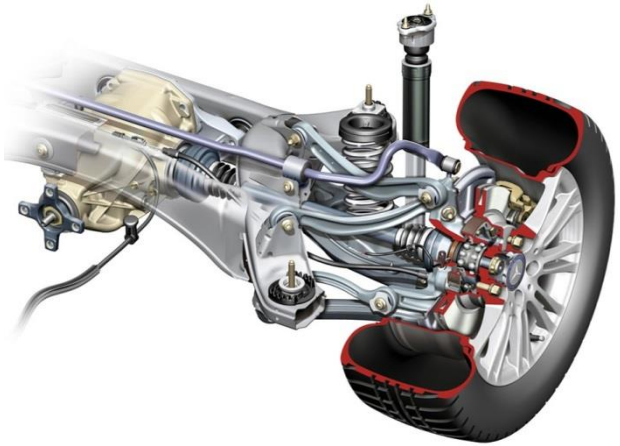
۳- این مکانیزم به بیش فرمانی خودرو منجر می شود

www.softkomak.com

سیستم تعلیق چند میله ای(Multi-link)

- بهترین سیستم تعلیق است زیرا بیشترین سازش بین فرمان‌پذیری ، کیفیت سواری و اشغال فضای کم را دارد .
- برای طراحی دست طراح بسیار باز است چون با تغییر یک پارامتر پارامترهای دیگر تغییری نمی کند
- پیچیده ترین نوع سیستم تعلیق است .

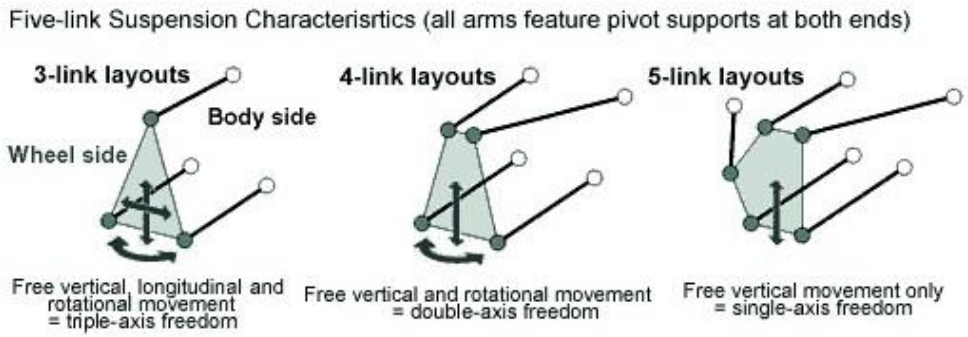




www.softkomak.com

سیستم تعلیق چند میله ای(Multi-link)

- سیستم تعلیق مستقل دارای بیش از دو بازو (طبق)
- در مواردی این سیستم با سیستم بازوی عقبی (Trailing Arm) نیز تلفیق می‌گردد که مقاومت بالاتری را پدید می‌آورد.
- اما نوع مرسوم آن که دارای چهار بازو می‌باشد، تقریباً همانند سیستم دوجناقی است، با این تفاوت که طبق‌های هر جناق به یکدیگر متصل نیستند و هر یک به صورت جداگانه تنظیم پذیری بهتری را برای سیستم تعلیق فراهم می‌نماید.



www.softkomak.com

سیستم تعلیق چند میله ای(Multi-link)

- مزیت:

این مکانیزم تعلیق از لحاظ افزایش ایمنی، پایداری خودرو و راحتی سرنشین ، نسبت به سایر مکانیزم‌های تعلیق برتری دارد.

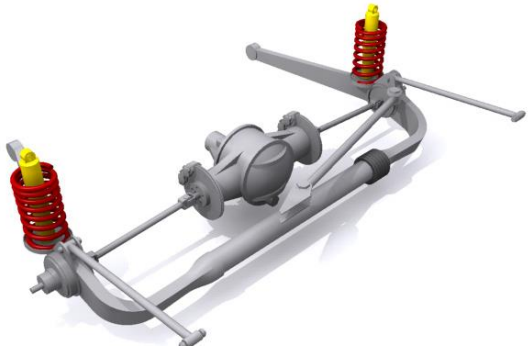
- عیب:

عیب اصلی آن هزینه‌های طراحی، تولید و تعمیر بالای آن است.

www.softkomak.com

سیستم تعلیق دِ دیون (Dedion)

- یک سیستم تعلیق غیر مستقل است
- دارای مزایای اصلی سیستم تعلیق صلب (تحمل بار بالا و تغییر نکردن زاویه کمبر است)
- استفاده از دو مفصل universal joint یا معادل آنها، از مرکز دیفرانسیل به هر دو چرخ
- سال‌ها در خودروهای اسپورت استفاده می‌شد اما با پیدایش سیستم‌های تعلیق مستقل کمتر مورد استفاده قرار گرفت.



www.softkomak.com

سیستم تعلیق دِ دیون (Dedion)

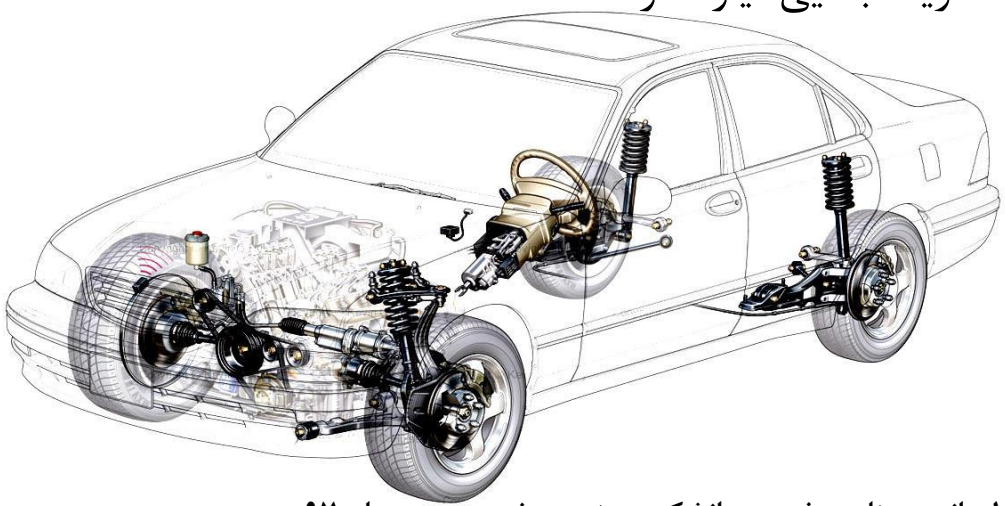
- مزایا:
  داشتن خواص محور صلب و وزن کمتردر مقایسه با آن
  نسبت وزن غیر معلق به وزن معلق در این سیستم کمتر از سیستم تعلیق صلب است .
- معایب:
  طراحی پیچیده
  عملکرد نا مناسب در ناهمواری های یکطرفه

www.softkomak.com

دسته بندی سیستم های تعلیق از منظر فعال و غیر فعال:

سیستم تعلیق غیر فعال (Passive)

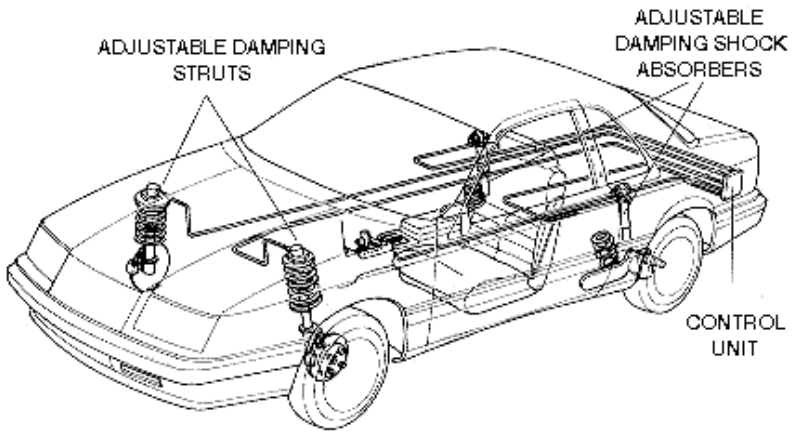
- سیستم تعلیق غیرفعال شامل اجزای با مشخصات فنریت و میرایی ثابت هستند.
- عملکرد سیستم تعلیق غیرفعال نیاز به انرژی خارجی ندارد.
- بیشتر خودروها تعلیق غیرفعال دارند که هزینه بالایی نیاز ندارد.



www.softkomak.com

سیستم تعلیق نیمه فعال (Semi-Active)

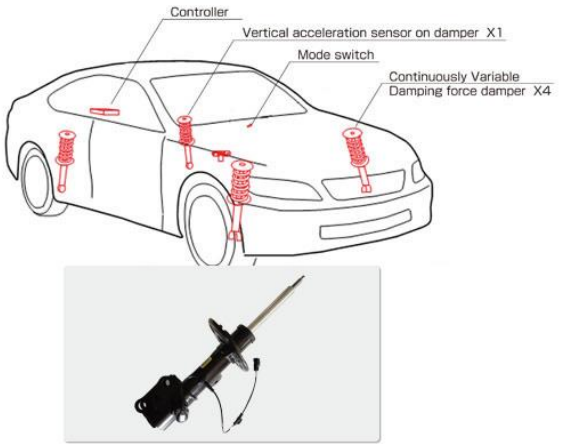
- سیستم تعلیق نیمه فعال دارای اجزایی با ضریب فنریت و میرایی متغیر می‌باشد که به‌وسیله کنترل خارجی قابل تنظیم است.
- از لحاظ عملکرد اجزای تعلیق مانند تعلیق غیرفعال است و انرژی خارجی تنها برای تغییر مشخصات فنر و میراگر استفاده می‌شود، نه خود فرایند کاری فنر و میراگر.



www.softkomak.com

سیستم تعلیق نیمه فعال (Semi-Active)

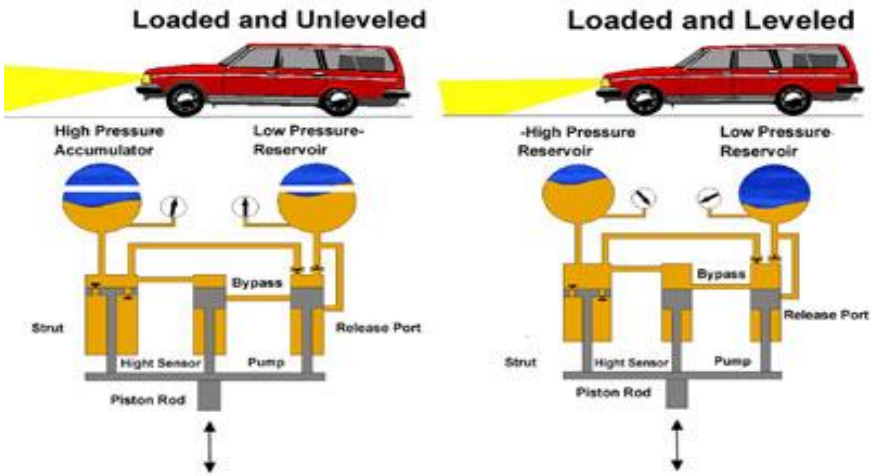
- اغلب تنها ضریب میرایی متغیر است (مشخصات فنر تغییر نمی‌کند) . بنابراین کنترل میرایی را می‌توان اصلی ترین وظیفه ی این نوع سیستم دانست .
- کمک‌فنرهای انطباق‌پذیر ، سنسور و واحد کنترل از اجزای این نوع سیستم تعلیق می‌باشند.
- این نوع تعلیق می تواند به‌طور محسوسی راحتی سفر و فرمان‌پذیری خودرو را بهبود بخشد.
- در بسیاری از خودروهای لوکس استفاده می‌شود.



www.softkomak.com

سیستم تعلیق خود تنظیم (Self-adjusting)

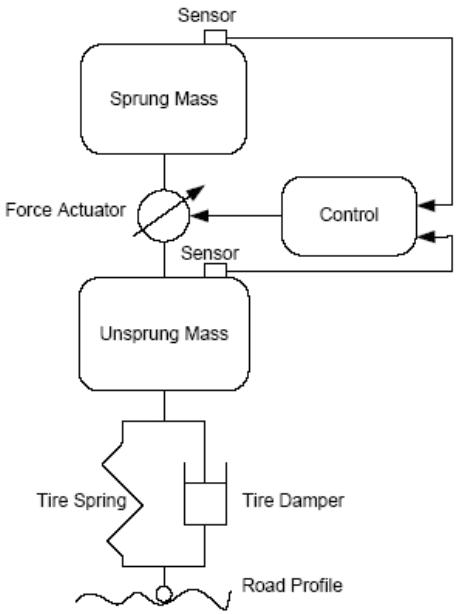
- زمانی که از حداکثر تحمل بار خودرو استفاده می‌نماییم خودرو تمایل به کاهش ارتفاع از سطح جاده دارد .
- تغییر ارتفاع خودرو باعث تغییر شاخصه‌های راحتی سفر و چسبندگی به جاده می‌شود.
- وظیفه سیستم تعلیق خودتنظیم، تنظیم ارتفاع متناسب با بار خودرو است.
- این نوع سیستم‌ها مجهز به مدار پنوماتیک و در برخی خودروها مجهز به مدار هیدرو-پنوماتیک هستند.



www.softkomak.com

سیستم تعلیق فعال (Active)

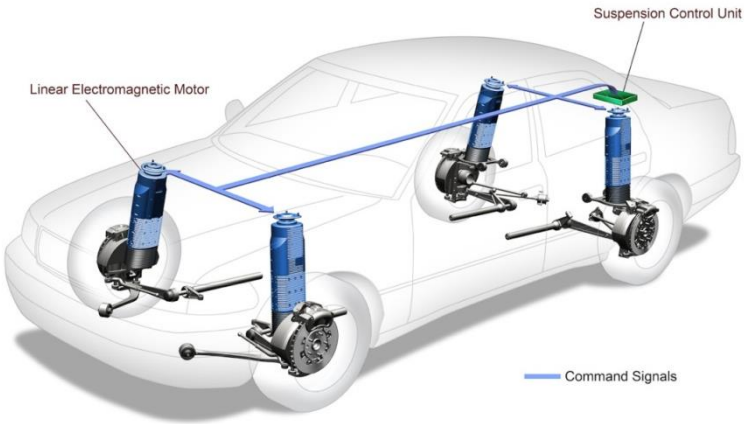
- تعلیق فعال نوعی تعلیق است که حرکت عمودی چرخ‌ها را نسبت به شاسی یا بدنه خودرو کنترل می‌کند.
- در این نوع تعلیق، فنر و کمک‌فنر با عملگرهای هیدرولیکی جایگزین می‌شوند.
- تمام نیروهای لازم برای عملکرد سیستم تعلیق از خارج سیستم تأمین می‌شود.
- شرایط عملیاتی خودرو توسط سنسورها پیوسته کنترل می‌شود.
- مشکل اصلی : گرانی بیش از حد و مصرف انرژی زیاد



www.softkomak.com

سیستم تعلیق فعال (Active)

- اطلاعات ارتفاع هر چرخ نسبت به بدنه در هر لحظه توسط سنسورهای ارتفاع سنج به ECU ارسال می شود.
- کاربرد : کنترل ارتفاع ،کنترل زاویه تاب، شیرجه، چمباتمه و واجهش بدنه خودرو
- تنظیم ارتفاع و زاویه حمله خودرو به منظور کمینه‌کردن نیروی مقاوم آیرودینامیکی و نیروی لیفت
- در جاده‌های ناهموار می‌توان ارتفاع خودرو و جابجایی سیستم تعلیق را برای هماهنگی با شرایط جاده کنترل کرد.



www.softkomak.com

مقایسه

- **تعلیق غیرفعال :**

ضریب فنریت و میرایی ثابت ، عدم نیاز به انرژی خارجی ، کم هزینه

- **تعلیق نیمه فعال :**

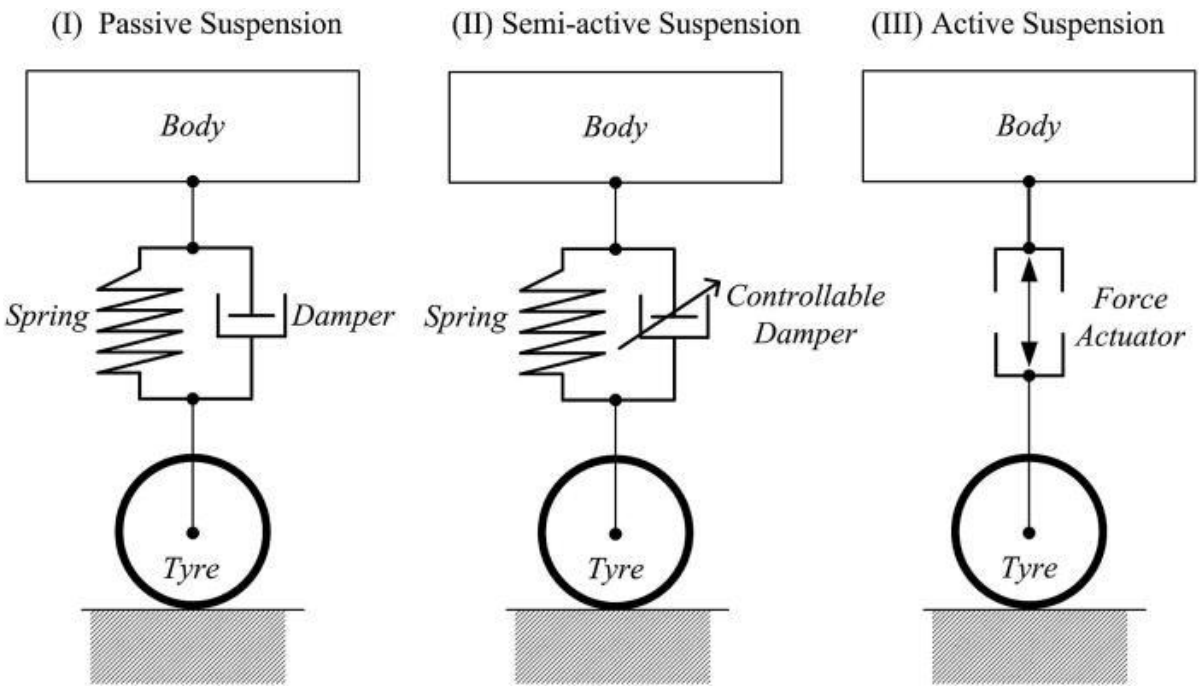
ضریب فنریت و میرایی متغیر ، قابلیت تنظیم توسط کنترل خارجی ، انرژی خارجی تنها برای تغییر مشخصات فنر و میراگر استفاده می‌شود

- **تعلیق فعال :**

فنر و کمک‌فنر با عملگرهای هیدرولیکی جایگزین می‌شوند. تأمین تمام نیروهای لازم برای عملکرد سیستم تعلیق از خارج سیستم ، مشکل اصلی گرانی بیش از حد و مصرف انرژی زیاد

www.softkomak.com

مقایسه

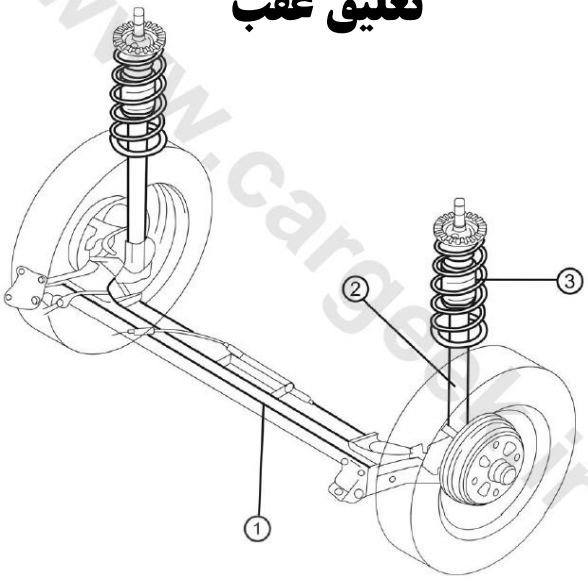


www.softkomak.com

چند مثال و مقایسه

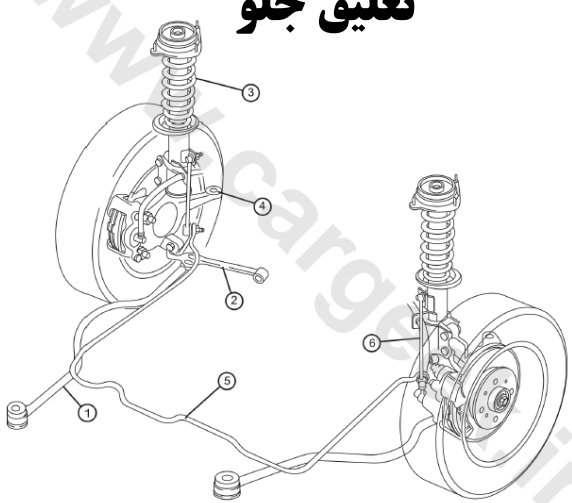
- **سیستم تعلیق خودرو تیبا**

تعلیق عقب



۱- اکسل پیچشی
۲- کمک فنر عقب
۳- فنر لول عقب

تعلیق جلو



۱- میل تعادل
۲- طبق پایین
۳- کمک فنر جلو
۴- سگدست
۵- میل موجگیر
۶- میل رابط

www.softkomak.com

چند مثال و مقایسه

- **سیستم تعلیق خودرو تیبا**

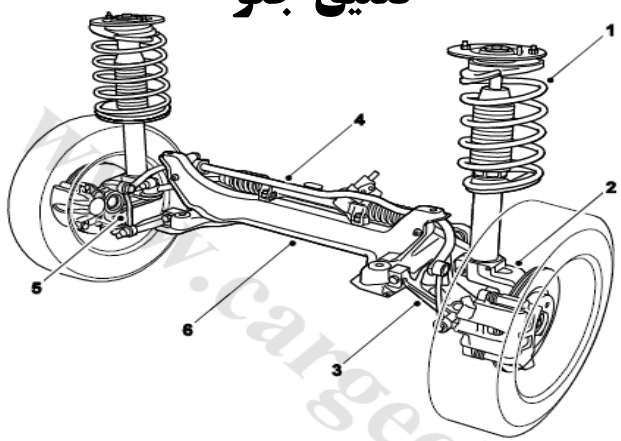
- ❖ **سیستم تعلیق خودرو تیبا کاملا شبیه خودرو ریو و از نوع مک فرسون می باشد .**
- ❖ **پایداری و عملکرد خیلی بهتری نسبت به پراید دارد .**
- ❖ **میله موج گیر و میل کششی به صورت مستقل از هم می باشند .**
- ❖ **سیستم تعلیق محور عقب از نوع تیر پیچشی نیمه مستقل و مشابه خودرو های تندر ، دوو سیلو و پراید می باشد .**

www.softkomak.com

چند مثال و مقایسه

- **سیستم تعلیق خودروهای پژو ۴۰۵ ، پارس و سمند**

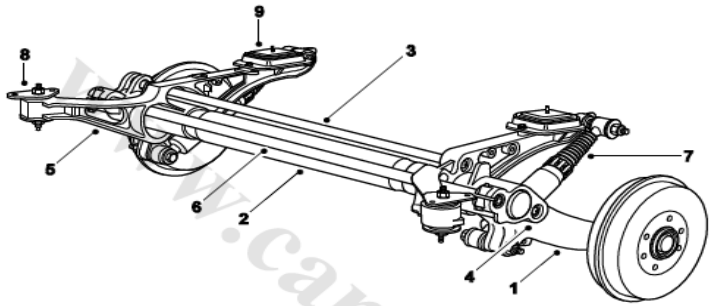
تعلیق جلو



۱- مجموعه تعلیق جلو (شامل فنر،کمک فنرو...)
۲- سگدست
۳- طبق
۴- میل موج گیر بلند
۵- میل موج گیر کوتاه
۶- رام

سیستم تعلیق مستقل جلو از نوع MacPherson می‌باشد که شامل فنر اول و کمک فنر های تلسکوپی شکل یکپارچه می‌باشد. مجموعه سگدست و کمک فنر به وسیله طبق عرضی و بوشهای لاستیکی به رام متصل می باشد. سگدست جلو که بلبرینگ چرخ،کالیپرهای ترمز و مجموعه توپی چرخ و دیسک ترمز در آن تعبیه شده، با پیچ به مجموعه کمک فنر متصل می شود. همچنین سگدست‌ها به وسیله سیبک با طبقها در ارتباط می‌باشند. میل موج گیر بلند جلو بوسیله بستهای لاستیکی به رام متصل بوده و در انتها از طریق میل موج گیر کوتاه با طبق در ارتباط است.

تعلیق عقب



۱- ژامپون
۲- رام لوله ای
۳- فنر پیچشی سمت راست (علامت شناسایی: یک خط رنگی)
۴- فنر پیچشی سمت چپ (علامت شناسایی: دو خط رنگی)
۵- طبق (بصورت یکپارچه و دارای دو قسمت جلو و عقب)
۶- میلهٔ موج گیر
۷- کمک فنر
۸- اتصالات لاستیکی جلو
۹- اتصال عقب

کمک فنرعقب از نوع ژامپونی نیمه مستقل است که از دو ژامپون تشکیل شده که توسط یک رام لوله ای به یکدیگر متصل میباشند.یک یک فنر پیچشی بطور عرضی مابین هر ژامپون و طبق سمت مقابل کمک فنر نصب شده است.یک میلهٔ موج گیر مابین ژامپونها نصب شده است. تمام تعلیق عقب بوسیله ۴ اتصال لاستیکی به زیر بدنهٔ خودرو متصل می‌شود.

www.softkomak.com

چند مثال و مقایسه

- **سیستم تعلیق خودروهای پژو ۴۰۵ ، پارس و سمند**

- **تعلیق جلو از نوع مکفرسون می باشد که شامل فنر اول و کمک فنر های یکپارچه می باشد .**
- **کمک فنر عقب از نوع ژامبونی نیمه مستقل است که از دو ژامبون تشکیل شده که توسط رام لوله ای به یکدیگر متصل می باشند .**
- **تمام تعلیق عقب به وسیله ۴ اتصال لاستیکی به زیر بدنه خودرو متصل است .**
- **در برخی مجلات گفته شده که تمام چرخ ها دارای تعلیق مستقل از یکریگر می باشند که البته در مجلات ایساکو گفته شده که نیمه مستقل است .**

www.softkomak.com

اجزاء غیر اصلی

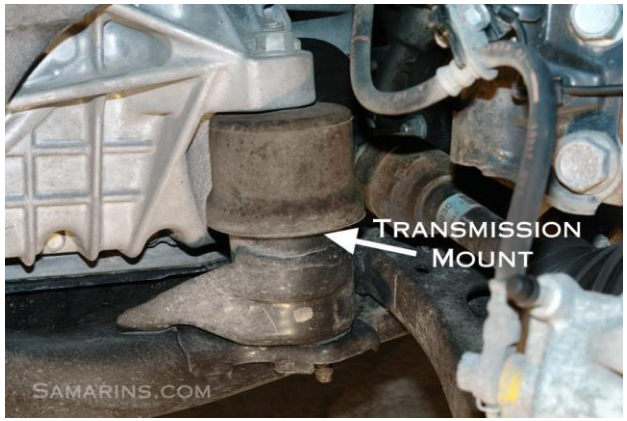
دسته موتور (Engine Mount/Engine Mount Bracket) :

- بخشی از خودرو می باشد که موتور خودرو را در داخل خودرو نگهداری می کند .
- در اغلب خودرو ها ، موتور و سیستم انتقال قدرت (گیربکس) به یکدیگر متصل (پیچ) شده اند و هر دو آن ها به وسیله سه یا چهار دسته موتور به در جایشان نگه داشته شده اند .
- دسته موتوری که به گسربکس متصل است را دسته گیربکس یا Transmission mount می نامند . قلاب کوب موتور (Engine Bracket) تکان ها و ارتعاشات جاده را ، با محکم نمودن موتور به قاب خودرو جذب می نماید و از آسیب ها ناشی از حرکت خودرو محفوظ می دارد .
- یک طرف دسته موتور به بدنه و قاب خودرو متصل است و طرف دیگر موتور را نگه می دارد .
- وظیفه دسته موتور تنها نگهداری موتور نمی باشد بلکه کاهش ارتعاشات حاصل از اجزاء متحرک ارتعاش زای موتور (پیستون ، میل لنگ و ...) در داخل خودرو نیز می باشد .

www.softkomak.com

Engine Mount Bracket

Engine Mount



Toyota Camry Transmission Mount

Dorman OE Solutions Engine Mount Bracket

www.softkomak.com

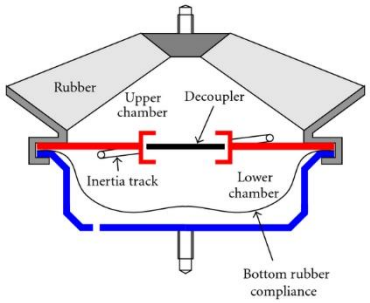
انواع دسته موتور :

۱– نگهدارنده های لاستیکی ۲– نگهدارنده های هیدرولیکی۳– نگهدارنده های هیدرولیکی با منفذ ساده ۴– نگهدارنده های هیدرولیکی با شیار اینرسی ۵– نگهدارنده های هیدرولیکی با شیار اینرسی و جدا کننده ۶– نگهدارنده های شبه فعال (نیمه فعال) ۷– نگهدارنده های فعال

- **دسته موتور های لاستیکی ارزان تر هستند ، ساختار ساده و ابعاد مختلفی دارند و به نگهداری نیاز ندارند .**
- **دسته موتور های هیدرولیکی از مجموع قابلیت های فنر ، لاستیک و یک سیال روغنی برای دفع و جذب ضربه بهره می برد .**
- **در دسته موتور های هیدرولیکی دو لایه فنر که در هم قلاب هستند ، کار اصلی جذب نیرو های وارده را انجام می دهند .**

www.softkomak.com

انواع دسته موتور :



Semi-active Engine mount

www.softkomak.com

منجید یا آویز اگزوز :

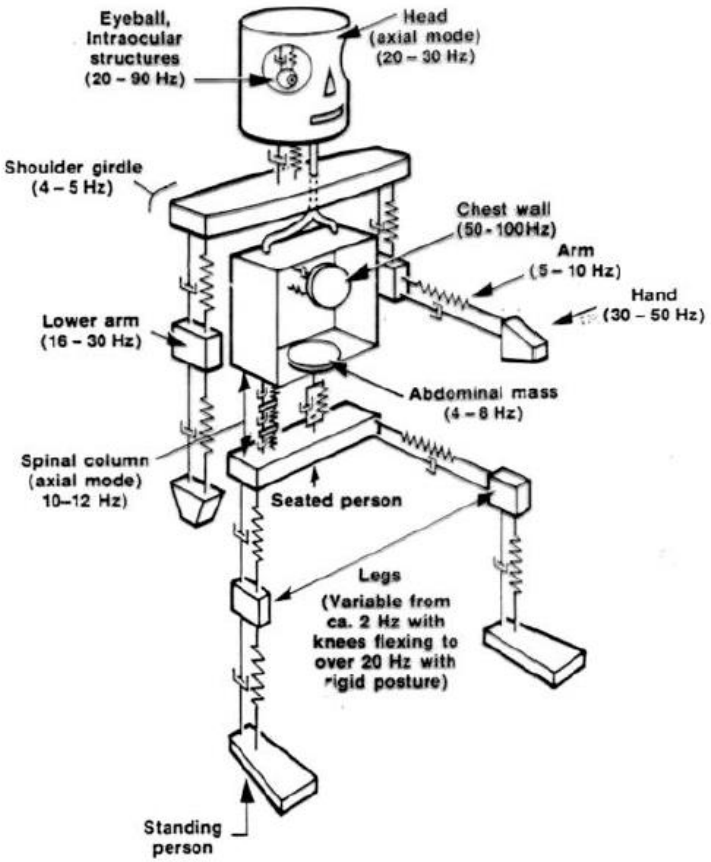
- سیستم اگزوز خودرو یا موتور سیکلت ساختار ثابتی ندارد و در عوض بافاصله مشخصی از بدنه ، معلق است .
- دلیل آزاد بودن نسبی سیستم اگزوز ، حرکات دائمی و لقی های پیشرانه به هنگام شتابگیری ، معکوس دادن و حتی عبور خودرو از روی دست انداز است که باعث می شود در صورت ثابت بودن سیستم اگزوز ، واشر گلویی منیفولد اگزوز به سرعت از بین برود .
- منجید قطعه ای لاستیکی مقاوم ، شکل دار یا نواری است که با قرار گیری در محل اتصال اگزوز به بدنه خودرو ضمن مهار کردن وزن سیستم اگزوز ، از انتقال لرزه های سیستم اگزوز به اتاق و لقی بیش از حد آن جلوگیری می کند ، این قطعه مانند هر نوع لاستیک دیگری عمر مفید دارد و در دراز مدت خشک شده و پاره می شود .

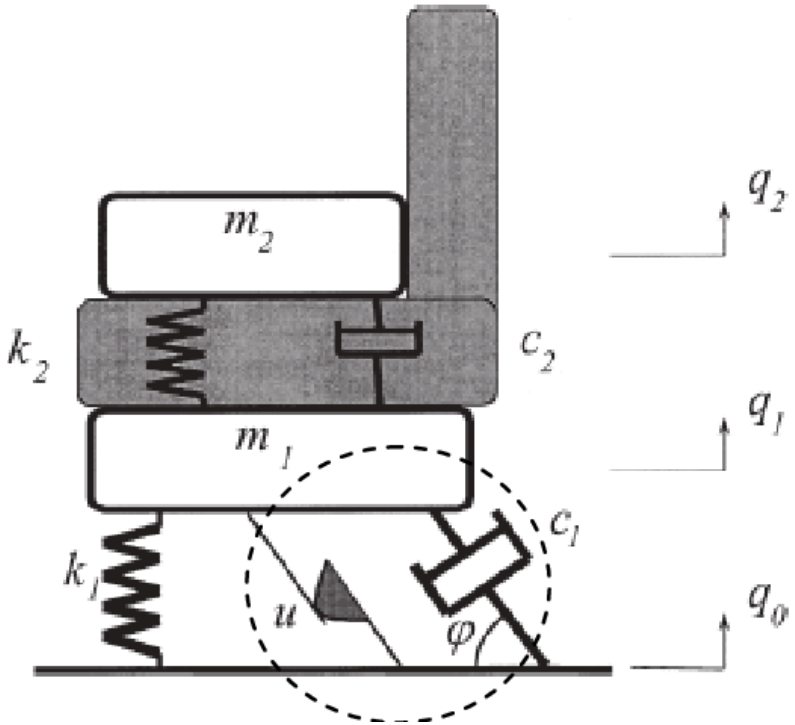
www.softkomak.com

منجید یا آویز اگزوز :

www.softkomak.com

مدل صندلی خودرو و بدن انسان :



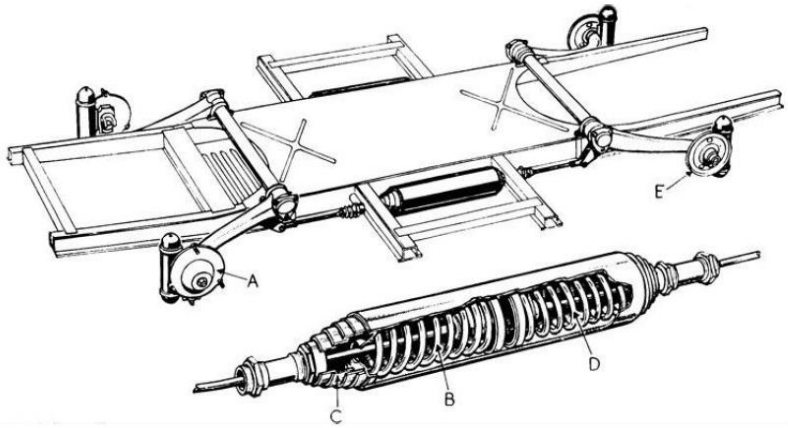


www.softkomak.com

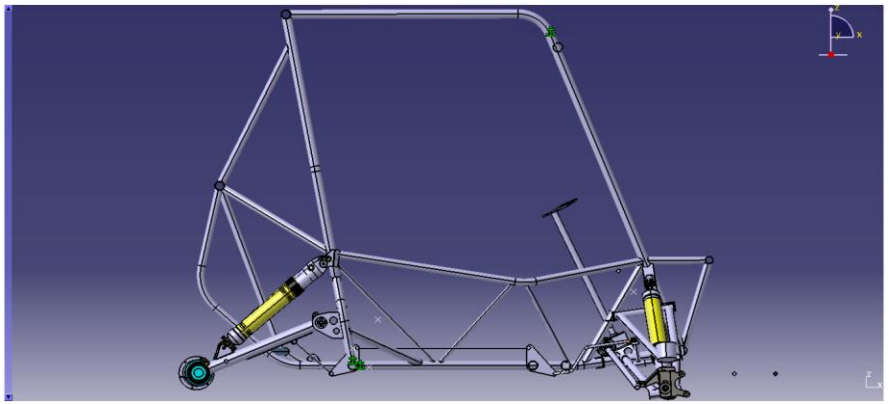
سیستم های خاص

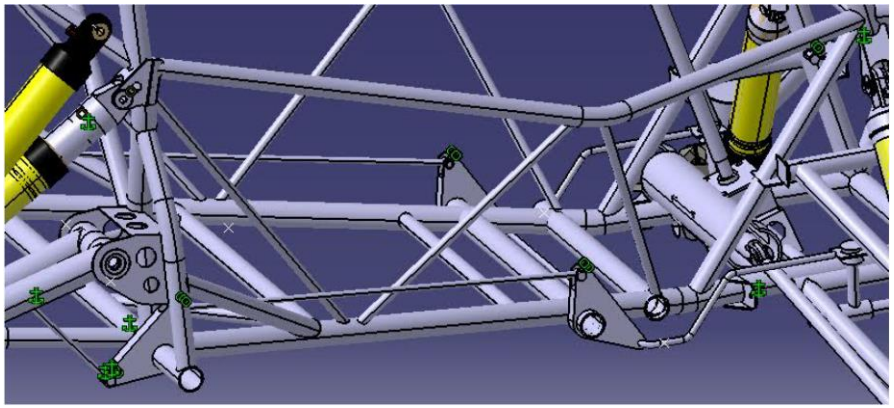
سیستم های تعلیق با ارتباط مکانیکی

Citroen 2CV



Baja SAE 2016

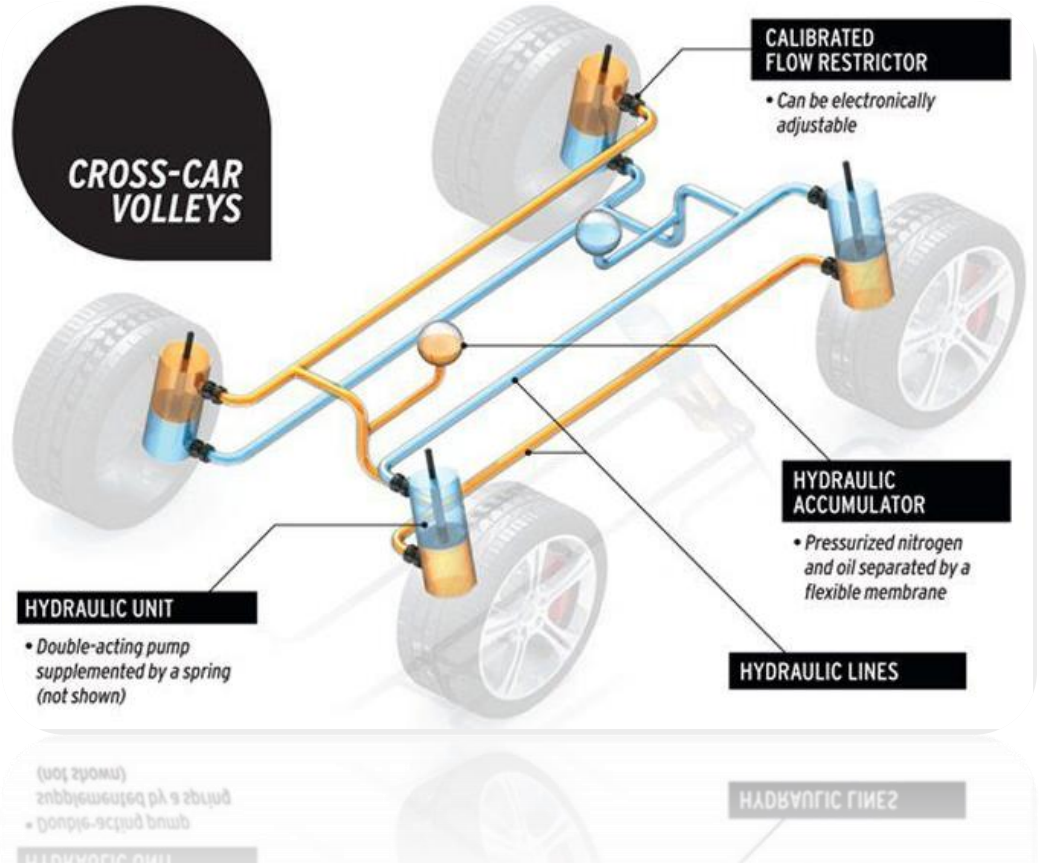




www.softkomak.com

سیستم های تعلیق با ارتباط هیدرولیکی(HIS)

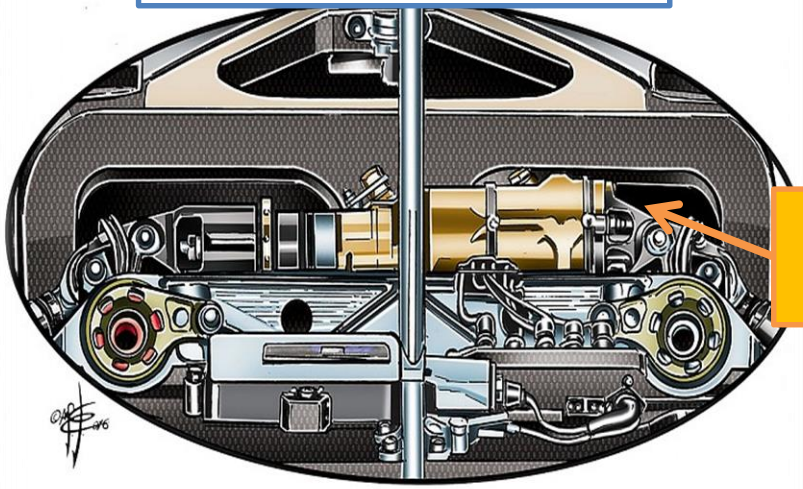
۱– فعال
۲– نیمه فعال
۳– غیر فعال

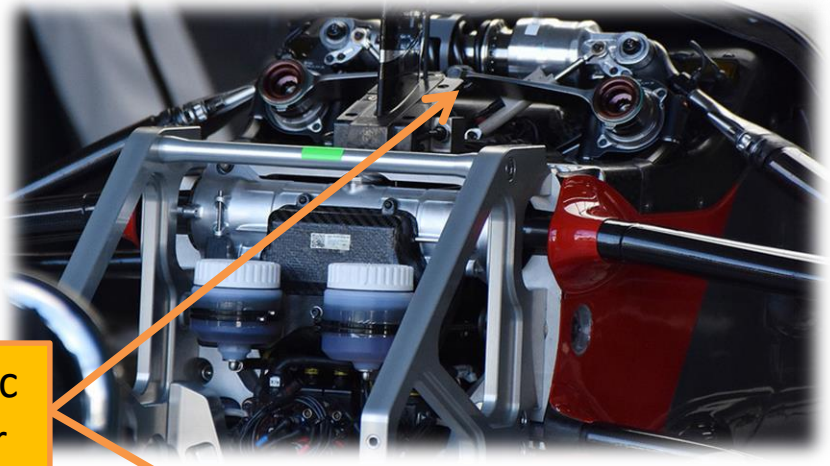


www.softkomak.com

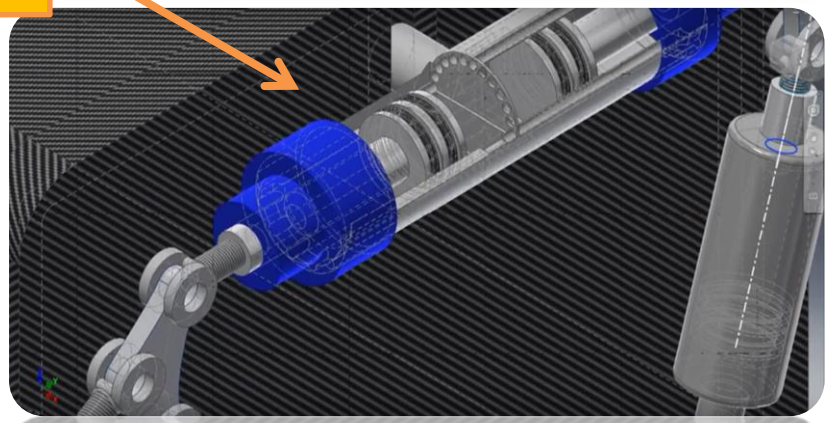
سیستم های تعلیق با ارتباط هیدرولیکی در خودرو های مسابقه ای

چیدمان تمام هیدرولیک در بخش جلو سیستم W07 خودرو Mercedes F1 2016





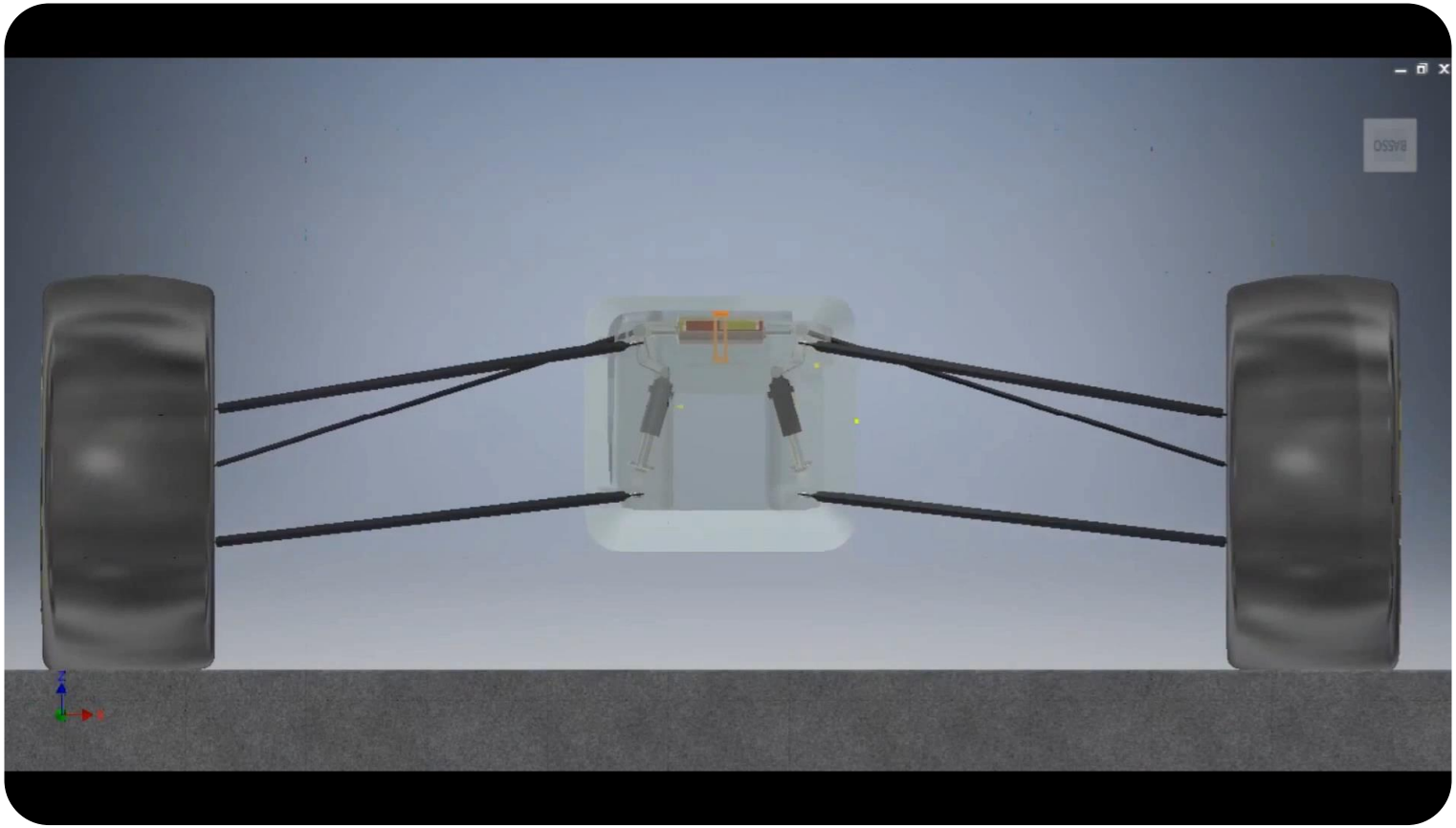
Hydraulic Cylinder



دارای یک اتصال Anti-Oppositional برای مقاومت در برابر Roll می باشد .

www.softkomak.com

سیستم های تعلیق با ارتباط هیدرولیکی در خودرو های مسابقه ای



www.softkomak.com

فصل چهارم

طراحی

www.softkomak.com

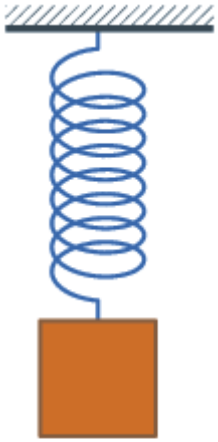
جابه‌جایی : (Travel)

- اندازه فاصله از پایین کورس سیستم تعلیق (مانند زمانی که خودرو روی یک جک است و چرخ آزادانه آویزان قرار دارد) تا بالای کورس سیستم تعلیق (مانند زمانی که چرخ خودرو دیگر نمی‌تواند به سمت بالا در جهت خودرو جابه‌جا شود) .
- پایین یا بالا بردن یک چرخ می‌تواند باعث مشکلات کنترلی جدی و یا باعث آسیب شود.

www.softkomak.com

میرایی : (Damping)

- میرایی ، کنترل حرکت یا نوسان است .
- میرایی ممکن است خواسته یا ناخواسته تغییر کند.
- میرایی ، سرعت جابه‌جایی و مقاومت سیستم تعلیق را کنترل می‌کند.
- یک خودروی نامیرا به بالا و پایین نوسان خواهد کرد.



www.softkomak.com

کنترل کجی : (Camber Control)

- کجی به علت جابه‌جایی چرخ ، غلت بدنه و جابه‌جایی یا انطباق سیستم تعلیق تغییر می‌کند.
- به طور کلی، یک تایر در ۱- تا ۲- درجه از کجی نسبت به خط عمود به بهترین وجه ترمز می‌گیرد.

خودروی Milliken MX1 ۱۹۶۰ در حال
نشان دادن یک کجی منفی بزرگ

www.softkomak.com

ملاحظات طراحی سیستم تعلیق

- ضد شیرجه و ضد چمباتمه (Anti dive and anti squat)
- تراز کردن بار (load levelling)
- کمک به وزن فنربندی نشده و وزن کل
- هزینه

www.softkomak.com

ملاحظات طراحی سیستم تعلیق

ضد شیرجه و ضد چمباتمه: (Anti-Dive and Ant-Squat)

- درصدهایی هستند که درجه‌ای را نشان می‌دهند که جلوی خودرو تحت ترمزگیری شیرجه رفته و عقب خودرو تحت شتاب‌گیری چمباتمه می‌رود.
- روش تعیین ضد شیرجه و ضد چمباتمه بستگی به واکنش نشان دادن یا ندادن اتصالات سیستم تعلیق به گشتاور ترمزگیری و شتاب‌گیری دارد.

Dive

Squat

www.softkomak.com

ملاحظات طراحی سیستم تعلیق

تراز کردن بار: (Load levelling)

- خودروها می‌توانند به شدت توسط چمدان‌ها، مسافرها و یدک‌ها سنگین شوند.
- این بارگذاری باعث می‌شود انتهای یک خودرو پایین رود.

حالت دماغه بالا، دم پایین خودروی بدون سیستم تعلیق خودتراز

www.softkomak.com

ملاحظات طراحی سیستم تعلیق

کمک به وزن فنربندی نشده و وزن کل :

- کاهش وزن فنربندی نشده توسط سیستم تعلیق وابسته به فنربندی بودن یا نبودن ترمزها و دیفرانسیل (ها) است .
- کاهش وزن فنربندی نشده ، مزیت عملکردی اصلی چرخ‌های آلومینیومی نسبت به چرخ‌های فولادی است.

چرخ آلومینیومی روی یک خودروی سواری

www.softkomak.com

نرم افزار های طراحی

3DS MAX

Blender

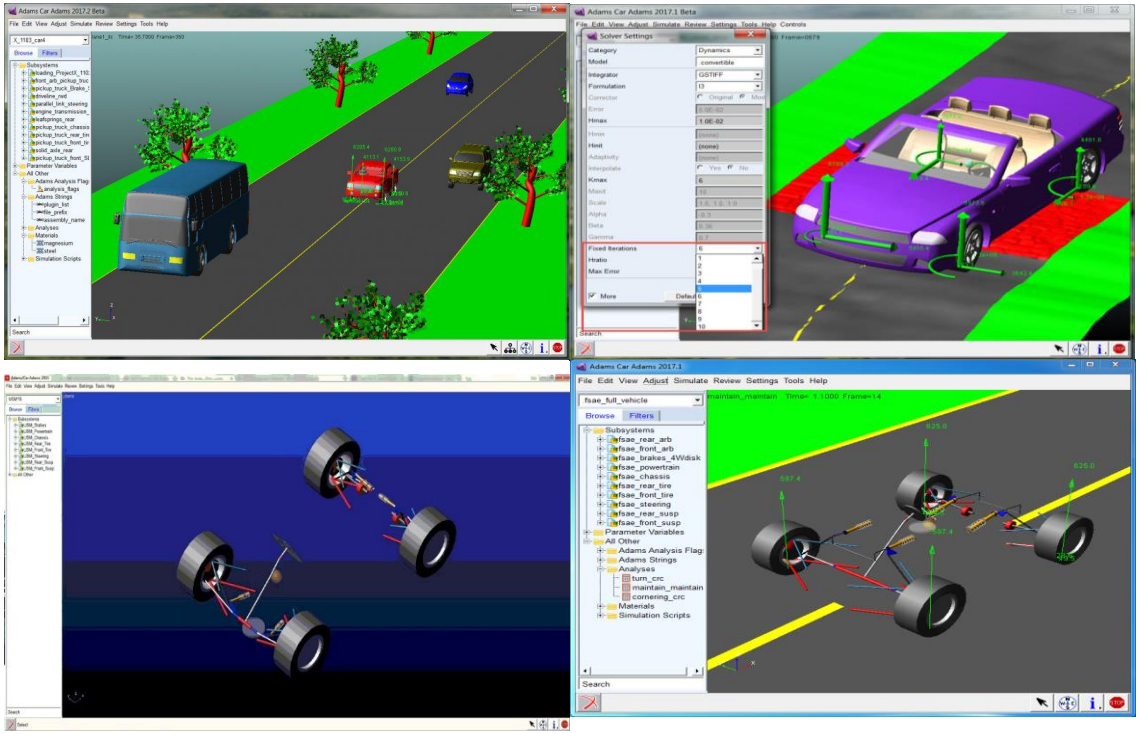
SolidWorks

AutoCAD

CATIA

www.softkomak.com

نرم افزار های طراحی تخصصی خودرو



www.softkomak.com

نرم افزار های طراحی تخصصی خودرو

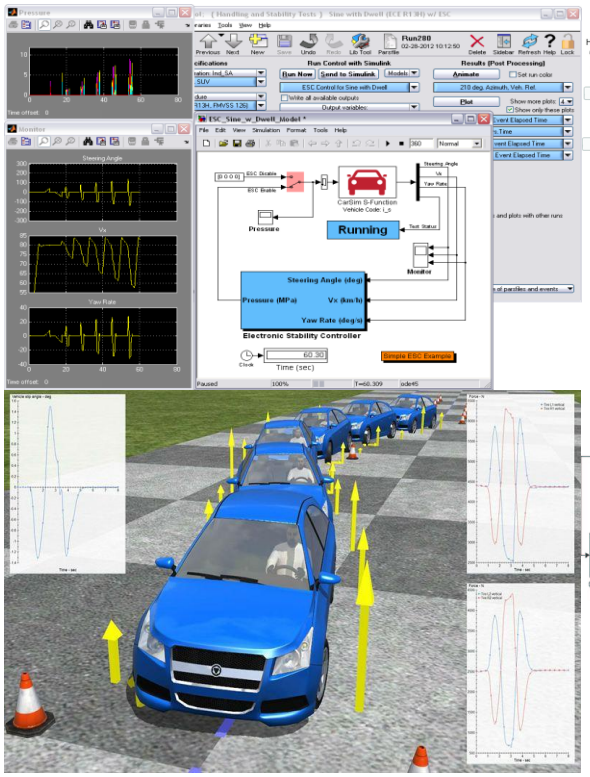
قابلیت های نرم افزار Adams/car :

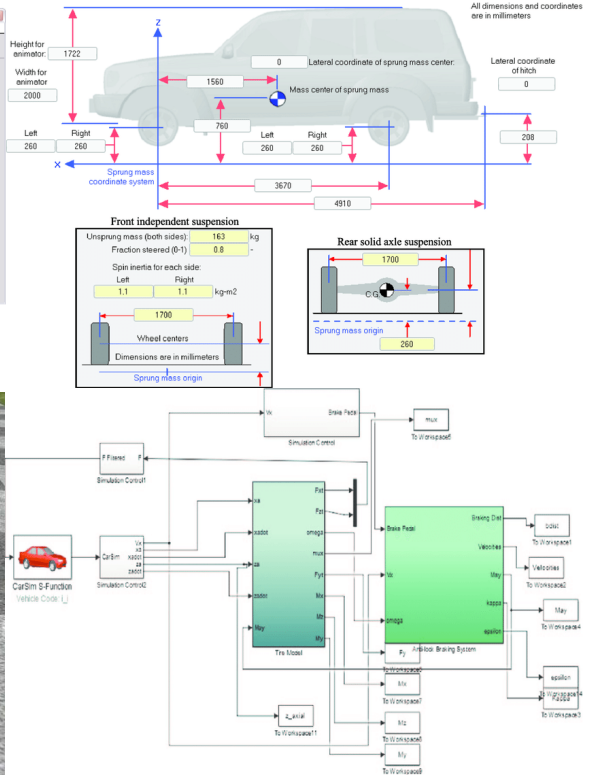
- تحقیق در عملکرد خودرو و اصلاح طراحی قبل از ساخت و آزمایش یک مدل فیزیکی اولیه .
- تجزیه و تحلیل تغییرات طراحی با سرعت بسیار بیشتر با هزینه ای پایین تر از به آزمایش مدل اولیه
- تغییر انواع آنالیز با سرعت و سادگی بیشتر
- کار در محیطی امن بدون ترس از گم کردن اطلاعات در اثر خرابی تجهیزات و یا از دست دادن زمان آزمایش به خاطر شرایط جوی .
- اجرای تحلیل و سناریو های شرطی ، بدون خطرات مربوط به آزمایشات فیزیکی (استفاده از مدل واقعی انسان در خودرو)
- اجرای گروهی از آزمایشات مکرر بر مبنای جهانی ، برای اطمینان از اطلاعات رایج ، آزمایشات و نتایج .

www.softkomak.com

نرم افزار های طراحی تخصصی خودرو

CarSim®
Mechanical Simulation





www.softkomak.com

نرم افزار های طراحی تخصصی خودرو

قابلیت های نرم افزار CarSim :

- اجرای آزمایشات و تست ها به صورت انفرادی و عدم نیاز به نرم افزار های دیگر برای اجرای شبیه سازی ها .
- قابلیت ارتباط استاندارد با MATLAB/Simulink .
- قابلیت ساخت سناریو ها و آزمایشات جاده ای پیچیده .
- شامل مثال خودرو ها ، جاده ها و دستور العمل های متعدد در جهت راحتی کار برای کاربران جدید می باشد .
- شامل ۲۰ نوع مثال خودرویی (که دارای ۸۰ متغیر به طور کل می باشد) است که در حدود ۲۰۰ شبیه سازی قابل استفاده می باشد .
- در مقایسه با نرم افزار های دینامیک خودرویی تبلیغاتی دیگر ، به صرفه می باشد .

www.softkomak.com

فصل پنجم

هزینه

www.softkomak.com

مثال های بارز:

- روش‌های تولید بهبود می‌یابند، اما هزینه همیشه یک عامل مهم است.
- تداوم استفاده از محور عقب صلب، با دیفرانسیل بدون فنر، به خصوص در خودروهای سنگین بارزترین مثال برای این امر می باشد.

محور تیر و میله پانارد روی یک
مزدا ۲۰۰۲ MPV

www.softkomak.com

نمونه :

- به گزارش پایگاه خبری «عصر خودرو»، سیستم تعلیق و جلو بندی خودرو از اجزایی شامل فنرها، کمک فنرها، بوش یا سیبک و طبق‌ها تشکیل شده است که هرکدام از این اجزا دارای انواع گوناگونی بوده و وظیفه و عملکرد مشخص و معینی را دارا است. در ادامه به بررسی قیمت اجزاء خواهیم پرداخت .

www.softkomak.com

۱٬۰۵۰٬۰۰۰	جعبه فرمان هیدرولیک تیبا – گروه صنعتی ماریپچ باختر
۲۴۵٬۰۰۰	دسته موتور عقب راست ام وی ام 315 مدل ba151001310a
۴٬۰۰۰	بوش پلاستیکی جعبه فرمان پراید – گروه صنعتی ماریپچ باختر
۳۰۰٬۰۰۰	دسته موتور جلو چپ لیفان 520 مدل 310LA
۳۴۰٬۰۰۰	دسته موتور لیفان 520 مدل 2A10
۱٬۹۰۰٬۰۰۰	طبق جلو پایین چپ کیا سورتو از سال 2009 تا 2012
۱۴۰٬۰۰۰	Front engine handle for MVM110
	دسته موتور جلو ام وی ام 110 مدل 111001510S
۱۲۵٬۰۰۰	سیبک فرمان چپ ام وی ام 315 مدل BB11-3003050A
۳۶٬۰۰۰	میل موجگیر زانتیا
۹۰٬۰۰۰	سیبک فرمان راست لیفان 620 مدل 3401200B
۳٬۵۰۰٬۰۰۰	جعبه فرمان سوزوکی ویتارا ۲۰۰۰ و ۲۴۰۰
۳٬۳۰۰٬۰۰۰	جعبه فرمان کامل لیفان 60X مدل 3401100S
۱٬۳۲۰٬۰۰۰	سیلندر چرخ جلو راست سوزوکی ویتارا
۲٬۹۲۰٬۰۰۰	MANDO Kia Rio Steering Gearbox
	جعبه فرمان مدل MANDO مناسب برای خودرو ریو
۲۰٬۰۰۰	توپی سر کمک التکس مناسب برای پژو 405
	-
۱۴۵٬۰۰۰	طبق راست مدل -213PG مناسب برای پژو 206
	-
۴۱۰٬۰۰۰	مجموعه کامل جلوبندی مدل -200PG مناسب برای پژو 206
	-
۱٬۲۰۰٬۰۰۰	طبق عقب بالا چپ هیوندای وراکروز 55ix از سال 2009 تا 2012
۹۸۰٬۰۰۰	قرقری فرمان بنز 350ML
۱٬۲۰۰٬۰۰۰	سیبک جلو پایین هوندا ACCORD سال 2013 تا 2017
۶۰٬۰۰۰	MVM A21-2909060BB Arm Joint For MVM 530
	سیبک طبق ام وی ام مدل BB21-2909060A مناسب برای ام وی ام 530
۳۴۰٬۰۰۰	BDA1001110 Front Suspension Component For Lifan
	دسته موتور جلو مدل 1001110BDA مناسب برای خودروهای لیفان
۲۴۰٬۰۰۰	Front engine handle for MVM315
	دسته موتور جلو ام وی ام 315 مدل FA131001510A
۱۹۰٬۰۰۰	دسته موتور عقب ام وی ام 530 مدل 211001710a
۱۴۰٬۰۰۰	دسته موتور راست ام وی ام 110 مدل 111001310s
۵۸۰٬۰۰۰	دسته موتور راست لیفان ایکس 60 مدل 1001410s
۱۷۵٬۰۰۰	طبق ام وی ام 110 مدل 112909010s
۶۵۰٬۰۰۰	طبق عقب ام وی ام 530 مدل 212919210a
۴۶۰٬۰۰۰	طبق راست لیفان 620 با سیبک طبق مدل 2904200b
۵۷۰٬۰۰۰	طبق جلو چپ ام وی ام 530 مدل 212909010a
۱۵۵٬۰۰۰	توپی سر کمک ام وی ام 530 مدل 2901110BJ21A
۱۱۰٬۰۰۰	سیبک فرمان ام وی ام 110 جدید مدل BB00-3401012J

۱۱۰٬۰۰۰	میل موجگیر جلو ام وی ام 315 مدل 13-2906020A
۲۳۰٬۰۰۰	طبق چپ رنو تندر پلاس – ترک
۶۵۰٬۰۰۰	طبق جلو چپ سوزوکی ویتارا
۳۵۰٬۰۰۰	میل موجگیر جلو سوزوکی ویتارا
۱۷٬۰۰۰	سیم ترمزدستی راست زانتیا
۱٬۱۰۰٬۰۰۰	دسته موتور ام جی مدل 30000250
۱۱۹٬۰۰۰	میل موجگیر لیفان 60X مدل 11-2906030T
۱۱۵٬۰۰۰	میل موجگیر جیلی 7EC مدل 1064000097
۸۵٬۰۰۰	سه شاخه پلوس رنو مگان ۲۰۰۰
۲۷۰٬۰۰۰	دسته موتور عقب ام وی ام 33X مدل BA11-1001710T
۳٬۳۸۰٬۰۰۰	جعبه فرمان کامل لیفان 520 مدل 3411000L
۸۵۰٬۰۰۰	کمک فنر عقب چپ سوزوکی ویتارا – KYB
۴۵۰٬۰۰۰	شاتون سوزوکی ویتارا ۲۰۰۰
۲۶۵٬۰۰۰	توپی چرخ جلو ام وی ام 315 مدل 13-3001017A
۵۵٬۰۰۰	بوش طبق عقب بالا هیوندای آزرا – GENUINE
۱۳۵٬۰۰۰	سیبک طبق جیلی مدل 1064001876
۳۹٬۰۰۰	توپی سرکمک رنو ال ۹۰ – اصلی
۸۵٬۰۰۰	بوش طبق کوچک ام وی ام 315 مدل 13-22020A
۲۵۷٬۰۰۰	سیبک فرمان کیا مدل 090H2 56820 سمت راست خودروی کیا سراتو 2000 و 1600
	-
۹۰٬۰۰۰	ترموستات کیا مدل A15171 0C2K0 مناسب برای کیا ریو
	-
۲۵۵٬۰۰۰	سیبک سگدست کیا مدل 000G2 51760 مناسب برای کیا سراتو 1600 و 2000
	-
۸۰٬۰۰۰	بوش طبق پایین کوچک مدل 030Ag20204 کره ای مناسب برای کیا سراتو 1600 و 2000
	-
۴۰۰٬۰۰۰	مجموعه کامل جلوبندی مدل -400LN مناسب برای 90L
	-
۱٬۸۰۰٬۰۰۰	طبق جلو پایین سمت چپ لکسوس H200CT سال 2014
۵۸۵٬۰۰۰	طبق جلو سمت چپ بی ام و سری 3 از سال 1999 تا 2006
۵٬۰۰۰٬۰۰۰	طبق جلو پایین سمت چپ لکسوس 250is سال 2014 تا 2015
۳۹۰٬۰۰۰	لوازم طبق پایین بنز 123
۱٬۴۰۰٬۰۰۰	طبق جلو پایین راست اصلی توبوتا هایلوکس از سال 2005 تا 2011
۵۹۰٬۰۰۰	قرقری فرمان بی ام و -02-F12-F10F
۱٬۶۰۰٬۰۰۰	پلوس چرخ جلو راست هیوندای النترا - MOBIS
۱٬۰۰۰٬۰۰۰	مخزن روغن هیدرولیک فرمان بی ام و - سال 2007 تا 2018
۳٬۲۰۰٬۰۰۰	پمپ هیدرولیک بی ام و سری 5 و 7 - سال 2009 تا 2012
۷۶۰٬۰۰۰	طبق توبوتا برادو از سال 2009 تا 2013

www.softkomak.com

۳۰۰،۰۰۰	طبق عقب بالا راست کیا سورنتو از سال 2009 تا 2012
۳۹،۰۰۰	بوش طبق جلو پایین هیوندای و کیا از سال 2010 تا 2018
۹۰۰،۰۰۰	بوش طبق جلو کامل سری 5 و 6 و 7 و 8i بی ام و
۱،۸۳۰،۰۰۰	طبق جلو پایین سمت راست کیا اسپورتیج سال 2015
۳،۲۶۰،۰۰۰	پمپ هیدرولیک بی ام و سری 1X - سال 2011 تا 2015
۶۰۰،۰۰۰	میل موجگیر عقب بنز کلاس Eو S و SL از سال 1968 تا 1991
۲۳۶،۰۰۰	میل موجگیر عقب بنز ون
۷۴،۰۰۰	سیبک طبق بالا هیوندای ازرا از سال 2007 تا 2010
۵۷۰،۰۰۰	طبق چدنی بنز 200SLK از سالهای 2000 تا 2011
۱،۵۰۰،۰۰۰	طبق عقب راست سری 5 و 6 و 7
۱۰۲،۰۰۰	سیبک فرمان راست هیوندای آزرا از سال 2007 تا 2010
۲۸۰،۰۰۰	سیبک فرمان بنز slو s از سالهای 1971 تا 1991
۸۰۰،۰۰۰	دسته موتور عقب کیا کادنزا از سال 2013 تا 2016
۸۲،۰۰۰	درب روغن موتور بی ام و سری 3 از سال 2005 تا 2012
۷۵۰،۰۰۰	طبق جلو پایین چپ هیوندای وراکروز 55ix از سال 2009 تا 2012
۳،۱۲۰،۰۰۰	طبق جلو پایین سمت چپ تویوتا لند کروز 2013
۵۳۰،۰۰۰	لوازم طبق پایین بنز140
۹۰۰،۰۰۰	پولی هرزگرد تسمه دینام بی ام و 11288570439 سال 2014 تا 2018
۱،۲۰۰،۰۰۰	طبق U شکل بنز 350S از سالهای 2006 تا 2009
۱،۱۵۰،۰۰۰	طبق عقب پایین راست کیا اسپورتیج از سال 2010 تا 2015
۹،۹۰۰	Amirnia F-72 Steering Wheel Hydraulic Bush For Peugeot 405
	بوش کمک هیدرولیک جعبه فرمان امیرنیا مدل -72F مناسب برای پژو 405
۲۶۰،۰۰۰	LAL1001210A2 Elastic Joint For Lifan
	دسته موتور مدل 2A1001210LAL مناسب برای خودروهای لیفان
۲۵۰،۰۰۰	LAL1001310 SuspensionComponent For Lifan
	دسته موتور مدل 1001310LAL مناسب برای خودروهای لیفان
۱،۰۵۵،۰۰۰	1001600U1510 Rear Engine Elastic Support For Jac S5
	دسته موتور عقب مدل 1510U1001600 مناسب برای خودروهای جک 5S
۱۰۵،۰۰۰	B3401600 Left Steering wheel For Lifan LF 620
	میل فرمان سمت چپ مدل 3401600B برای خودرو های لیفان -1.6 620LF و -1.8 620LF
۷۰۰،۰۰۰	2904400U1510 Right Front Control Arm For JAC
	طبق جلو راست مدل 1510U2904400 مناسب برای خودروهای جک
۱۸۵،۰۰۰	MVM 520 Front Hub Bearing L3001103B1
	بلبرینگ چرخ جلو ام وی ام 520 مدل 1B3001103L
۴۶۰،۰۰۰	دسته موتور عقب جیلی غیر اتومات مدل 1064001148
۳۹۰،۰۰۰	دسته موتور جلو لیفان ایکس 60 مدل 100151110s
۴۰۰،۰۰۰	دسته موتور عقب جک جی 5 غیر اتومات مدل ba2010u1001110
۴۰۰،۰۰۰	دسته موتور عقب لیفان ایکس 60 مدل 1001210s
۱۵۰،۰۰۰	قرقری فرمان ام وی ام 530 مدل bb3401300
۱۵۰،۰۰۰	طبق عقب کوچک ام وی ام 530 مدل 2129194 10a

۱،۰۰۰،۰۰۰	طبق چپ لیفان ایکس 50 مدل 2904100a
۱،۰۰۰،۰۰۰	طبق جلو چپ ولکس 30C مدل 082904100g

www.softkomak.com

ایساکو
فروشگاه مجاز ایساکو کد:۴۱۹۱۰۰۳ احمدی

نمونه قیمت قطعات داخلی

کمک فنر جلوراست

نوع خودرو: پژو ۲۰۶

شماره فنی: ۱۵۰۰۱۰۶۵۰۱

قیمت: ۲,۳۴۳,۴۹۷ ریال

کمک فنر جلو گازی ماندو

نوع خودرو: سمند

شماره فنی: ۱۵۰۰۱۰۴۹۰۱

قیمت: ۲,۰۷۰,۹۹۷ ریال

کمک فنر جلو(طرح کوشاوران)

نوع خودرو: پژو پارس

شماره فنی: ۱۵۰۰۱۰۵۶۰۱

قیمت: ۱,۹۶۱,۹۹۷ ریال

کمک فنر جلو-مارکGABRIEL

نوع خودرو: رنوتندر

شماره فنی: ۱۵۰۰۱۰۵۰۰۳

قیمت: ۲,۲۸۸,۹۹۷ ریال

www.softkomak.com

نمونه قیمت قطعات خارجی

CARiD™

MOOG®
Coil Spring Set
★★★★★ (14 Reviews)
$27.13 - $210.32

ACDelco®
Professional™ Coil Spring Set
★★★★★ (3 Reviews)
$28.29 - $230.03

LESJOFORS®
Coil Springs
★★★★☆ (3 Reviews)
$24.00 - $222.88

Dorman®
Coil Spring
☆☆☆☆☆ (0 Reviews)
$86.95

Mevotech®
Coil Spring Set
★★★★★ (3 Reviews)
$30.55 - $215.69

Bilstein®
B3 Series Replacement Coil Spring
★★★★☆ (4 Reviews)
$27.00 - $90.00

Select Product Options

YEAR: 2018
MAKE: Ford
MODEL: F-150
WHEEL DRIVE: 4WD (Four Wheel Drive)
SUBMODEL: 1st Digit Of Spring Code On Door Is S

Front Coil Springs 81118

Description Features Specifications

Problem Solver™ Front Coil Springs by MOOG®. Quantity: 2 per Pack. Upgrade your vehicle to MOOG coil springs that are designed to restore the original handling, reduce body sway and bring ride height to OE specifications. These coil springs ensure a seamless fit and reliable, consistent function even on uneven pavement.

Fitment Notes: Constant Rate Spring.

$71.50

• In Stock (52) - **Ships Today** if ordered within next: 2 hrs 17 min 58 sec

www.softkomak.com

CARiD™

Dorman®
Leaf Springs
★★★★★ (9 Reviews)
$84.95 - $450.95

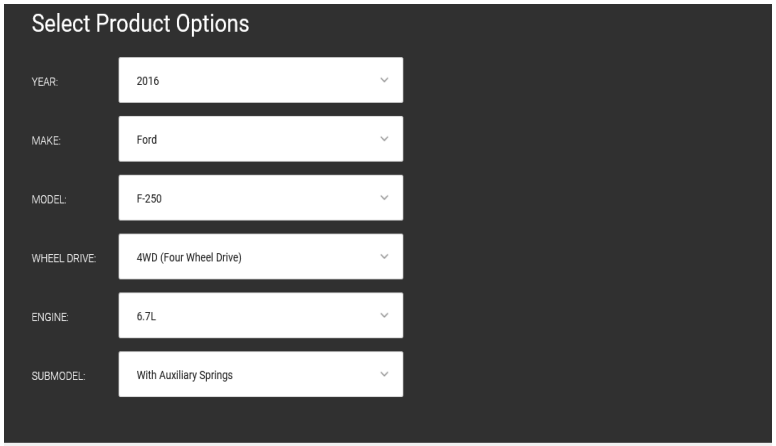
Crown®
Leaf Spring
★★★★☆ (1 Review)
$80.05 - $458.44

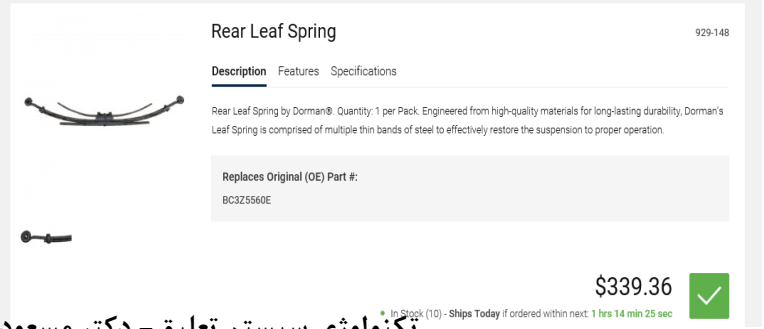
Omix-ADA®
Leaf Spring
★★★★☆ (1 Review)
Mail-in Rebate
$72.87 - $568.35

Omix-ADA®
Leaf Spring Rebuild Kit
★★★★★ (0 Reviews)
Mail-in Rebate
$643.91 - $794.48

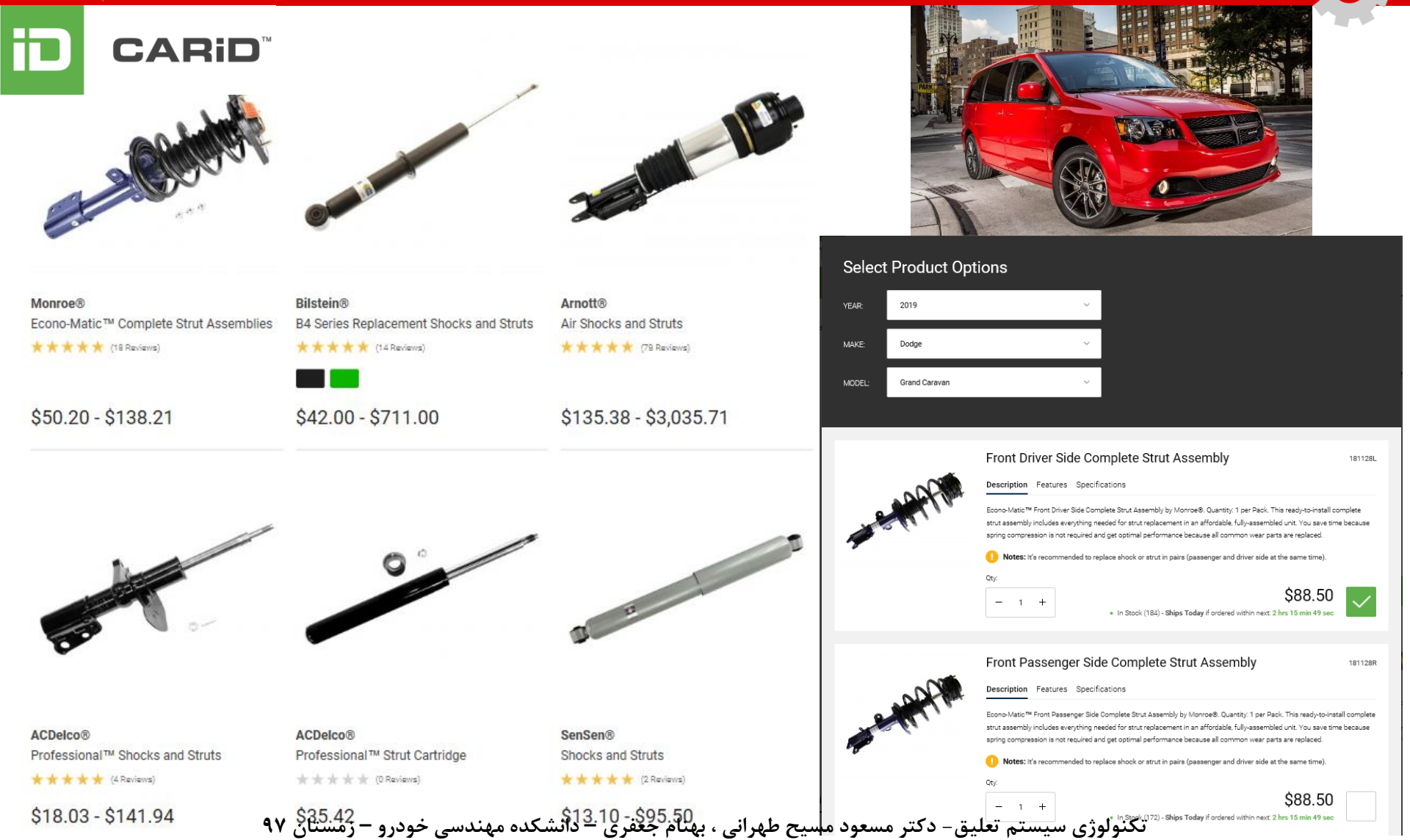
OER®
Leaf Spring Set
★★★★★ (0 Reviews)
$257.49 - $497.23

OER®
Multi-Leaf Spring Set
★★★★★ (0 Reviews)
$257.49 - $316.44





www.softkomak.com



www.softkomak.com

نوسان قیمت قطعات داخلی نسبت مشابه سال گذشته ۹۷-۹۶

www.softkomak.com

نوسان قیمت قطعات خارجی دو شرکت نسبت به سال گذشته ۹۶-۹۷

Price development	Latest	1 week	1 month	3 months	6 months	1 year
	41.32	4.8% ▲	12.4% ▲	2.5% ▲	-20.0% ▼	-41.6% ▼

Price development	Latest	1 week	1 month	3 months	6 months	1 year
	27.76	5.3% ▲	5.6% ▲	6.3% ▲	-27.7% ▼	-55.1% ▼

www.softkomak.com

خسته نباشید!