

۱-۸-۴- موترونیک (M-Motro): موترونیک-ام

یک سیستم مدیریت موتور برای تزریق در مانی فولد موتورهای بنزینی است. این حقیقت، که هوای مورد نیاز از میان دریچه‌ی هوای ورودی عبور می‌کند، اساس شکل‌گیری این سیستم شده است. پدال گاز به وسیله‌ی یک کابل به دریچه‌ی ورودی هوا متصل می‌شود. محل قرارگیری پدال گاز نشان دهنده‌ی میزان باز بودن دریچه‌ی هوای ورودی است. این سیستم حجم هوای عبور کرده از دریچه‌ی هوای ورودی به سیلندرها را کنترل می‌کند. هم‌چنین، اجازه می‌دهد، در صورت نیاز، مقداری از حجم هوای عبوری به دریچه‌ی ورودی بازگردد. در نتیجه با اضافه کردن هوای توان سرعت موتور را در یک جو ثابت نگه داشت. برای مثال، زمانی که به کاهش قدرت (کنترل سرعت ایده‌ال) نیاز است، برای تحقق آن، باید ای‌سی‌یوی (ECU) موتور کنترل شود تا سبب باز شدن مقطع عرضی کانال کناری گردد. این سیستم، در گسترش و توسعه‌ی جدید بازار اروپا و امریکا زیاد مطرح نبود. لذا طرح کامل شده‌ی موترونیک ام ای (ME-Motronic) جانشین آن شد.

۲-۸-۴- موترونیک ام ای (ME-Motronic):

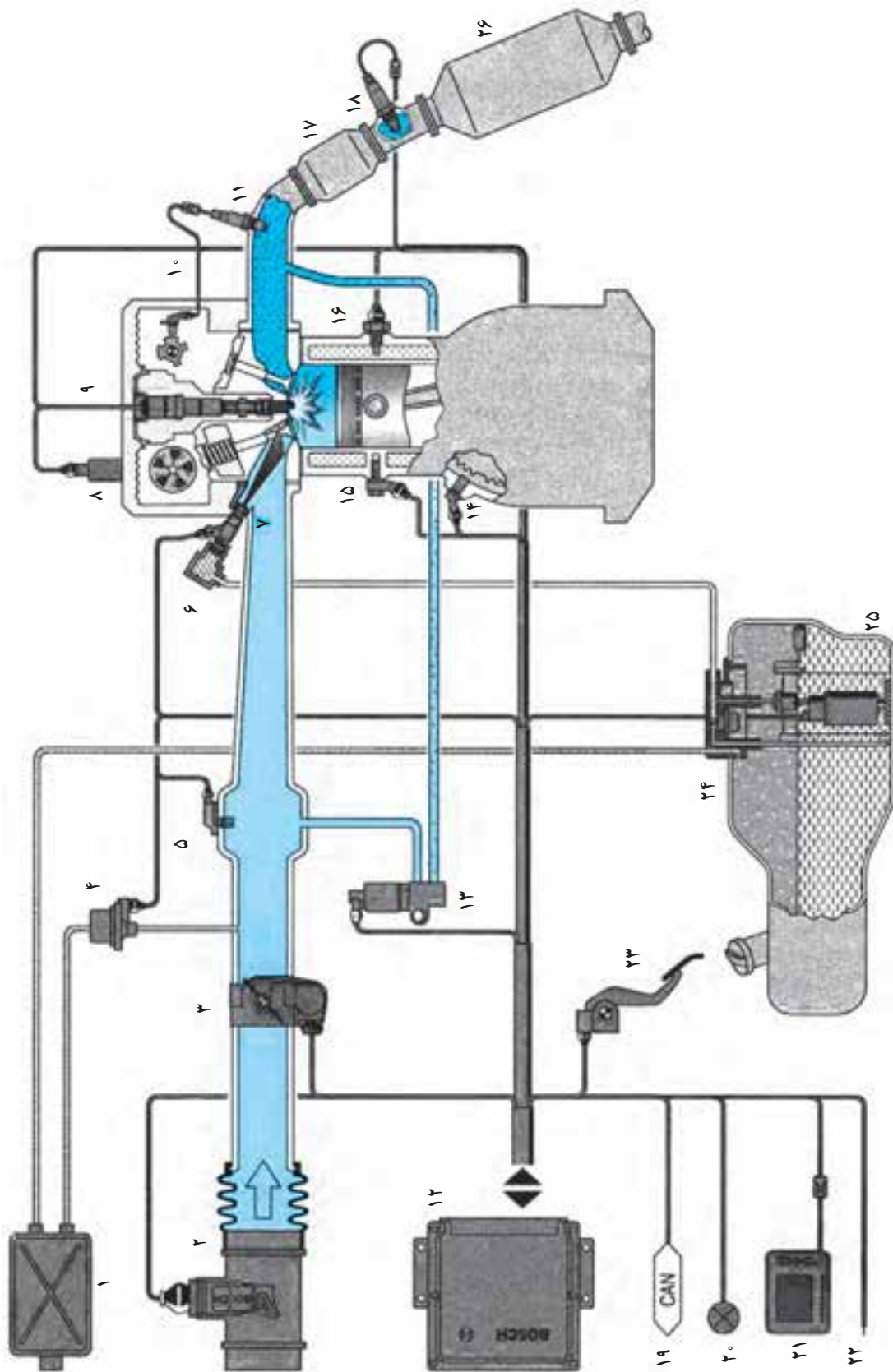
سیستم موترونیک-ام ای به وسیله‌ی کنترل الکترونیکی قدرت موتور توصیف می‌شود. در این سیستم، بین پدال گاز و دریچه‌ی هوای ورودی اتصال مکانیکی (کابل سیمی) وجود ندارد. محل قرارگیری پدال گاز براساس خواسته‌ی راننده در حین راندن، به وسیله‌ی یک پتانسیومتر نصب شده روی پدال گاز (شماره‌ی

۲۳ در شکل دیاگرام سیستم موترونیک-ام ای) به واحد کنترل الکترونیکی (ECU) اعلام می‌شود. واحد کنترل الکترونیکی (ECU) سیگنال ولتاژ آنالوگ ارسال شده از پتانسیومتر را بررسی می‌کند. در پاسخ واحد کنترل الکترونیکی سیگنال خروجی را تولید می‌کند و با به حرکت درآوردن الکتروموتور دریچه‌ی هوای ورودی به اندازه‌ی لازم باز می‌شود. در نتیجه موتور قدرت و گشتاور مورد نظر را تولید می‌کند.

سیستمی، که دارای قدرت موتور منظم در یک مسیر باشد، اولین بار توسط شرکت بوش در سال ۱۹۸۰ معرفی شد. این سیستم، علاوه بر واحد کنترل الکترونیکی (ECU) موتور، دارای سیستم جدایش بین واحد کنترل الکترونیکی برای کنترل قدرت موتور نیز هست.

افزون بر این، دانسته‌ی موجود در آن، جهت هدایت سیستم‌های الکترونیکی، به ترکیب عملکرد موترونیک و کنترل قدرت موتور در یک واحد کنترل الکترونیکی (ECU) اجازه می‌دهد.

با وجود این، عملکردهای باقی ماند، بین دو میکروکنترلر تقسیم می‌شود. قدم بعدی در سال ۱۹۹۸ با ایجاد نسل جدیدی از موترونیک (ME7) برداشته شد، به طوری که همه‌ی عملکردهای مدیریتی موتور در یک میکروکنترلر انجام می‌شود. این پیشرفت در اثر افزایش ظرفیت برد سپسینگ میکروکنترلرها امکان پذیر شد.



شکل ۱۰-۴- دیاگرام سیستم مورد استفاده در کنترل حلقه‌ی باز و بسته‌ی الکترونیکی موترونیک - ام ای (ME - Motronic)

۳-۸-۴- سیستم تزریق مستقیم موتورونیک

دی آی (DI-Motronic): طراحی این سیستم و استفاده از آن، به عنوان سیستم سوخت رسانی تزریق مستقیم موتورونیک در موتورهای بنزینی، موجب کنترل دقیق تر اجزا و آسان سازی مراحل سوخت رسانی و جرقه گردید.

سوخت رسانی در اثر تحریک تزریق کننده ی سوخت (اتژکتور) و پاشش مستقیم، سبب تولید مخلوط همگن می گردد و این مخلوط در محفظه ی احتراق پخش می شود.

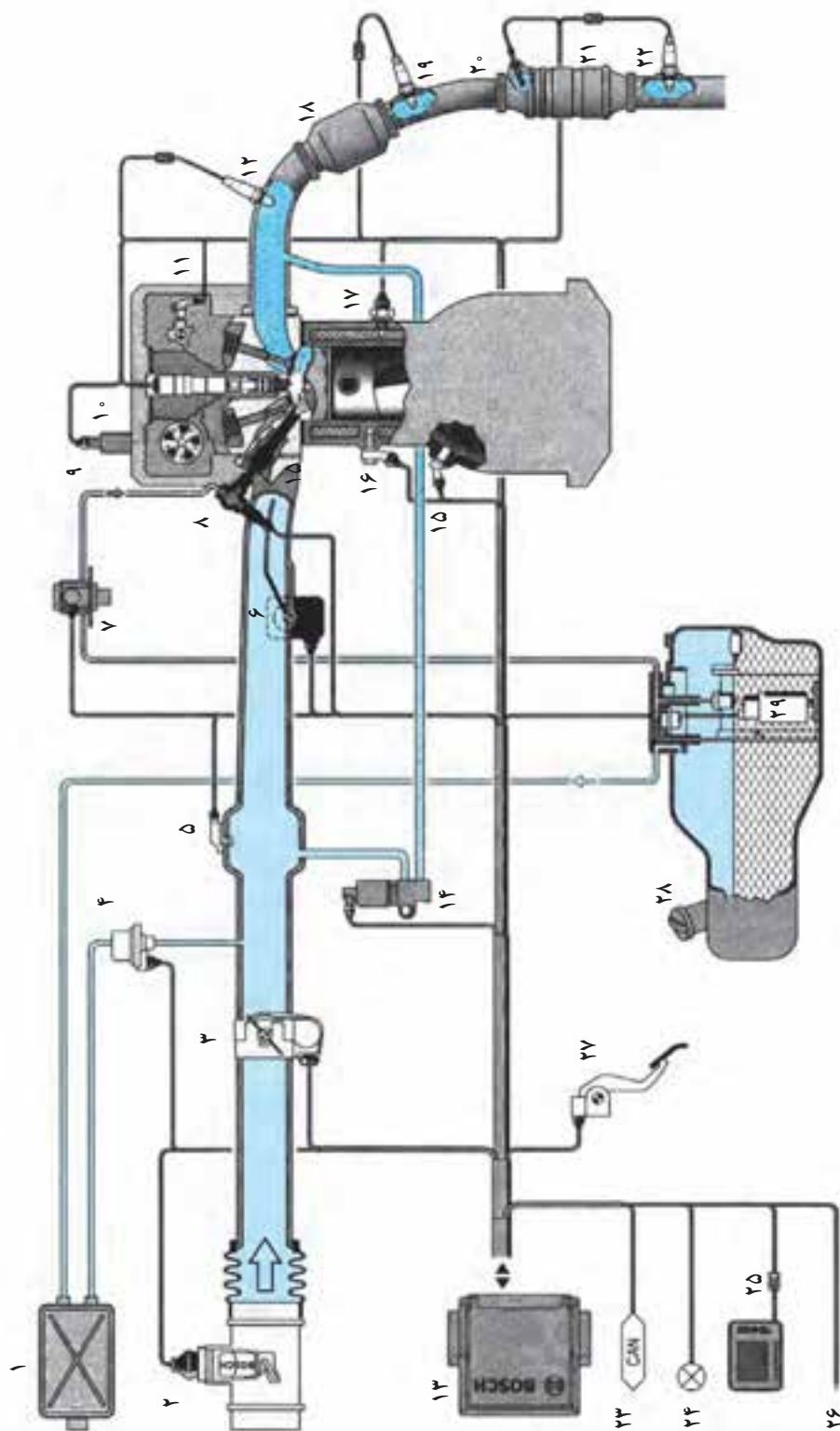
هوای سیلندر در این سیستم، در مدت زمان پاشش سوخت برای تأمین مخلوط کامل و قدرت بیش تر، به گردش در می آید. در سیستم جرقه زنی (اشتعال)، فرآیند تأخیر تزریق (ریتارد) تا زمان تراکم کامل (کمی قبل از اشتعال) برای ایجاد مخلوط در مکان محدود وجود دارد و همین اختلاط موضعی را در محل نصب شمع کامل می کند. به علاوه، این سیستم (DI-Motronic) هماهنگ سازی مرحله ی جرقه زنی و سوخت رسانی مخلوط را کاملاً همگن می کند تا موتور به طور هماهنگ و منظم (۱-۸) در یک محدوده ی کاملاً عملی کار کند.

در این سیستم عملیات مورد نیاز در هر مرحله تغییر می کند و مرحله ی بعدی، با توجه به هماهنگ سازی و کنترل و هدایت سیستم اشتعال و سوخت رسانی، برنامه ریزی می شود.

سوخت پاش در زمان دریافت پاشش مورد نظر اولین کمیت سوخت را برای تولید قدرت و گشتاور مورد نیاز در محفظه احتراق تزریق می کند و سیستم جرقه با توجه به شرایط معین شده شمع را آماده ی جرقه زدن می نماید. شمع در این زمان به وسیله ی مخلوط همگن منتشر شده در تمام اتاق احتراق احاطه شده است. مد عملکرد مجدد (برای مثال گرم کردن کاتالیست کنورتور) با اطلاعات دریافتی از حسگرها باعث ریتارد کردن زمان پاشش سوخت و تعیین زمان دقیق جرقه زدن می گردد تا فرایند گرم کردن کاتالیست انجام شود. سیستم پاشش مستقیم سوخت موتورونیک به یک عملگر هم پایه کننده احتیاج دارد تا مرحله ی تغییر از حالتی به حالت دیگر را فراهم کند.

این سیستم به مد عملگرهای مختلف دیگری نیز احتیاج دارد. از آن جمله انتخاب کردن حسگر مپ (MAP) است که عملکرد آن برخلاف سرعت و گشتاور موتور است.

اولین بار سیستم سوخت رسانی تزریق مستقیم موتورونیک (DI-Motronic) در سال ۲۰۰۰ میلادی روی موتور یکی از خودروهای شرکت فولکس واگن نصب شده است. برای آشنایی بیش تر با این سیستم و اجزای آن به شکل ۱۱-۴ مراجعه کنید.

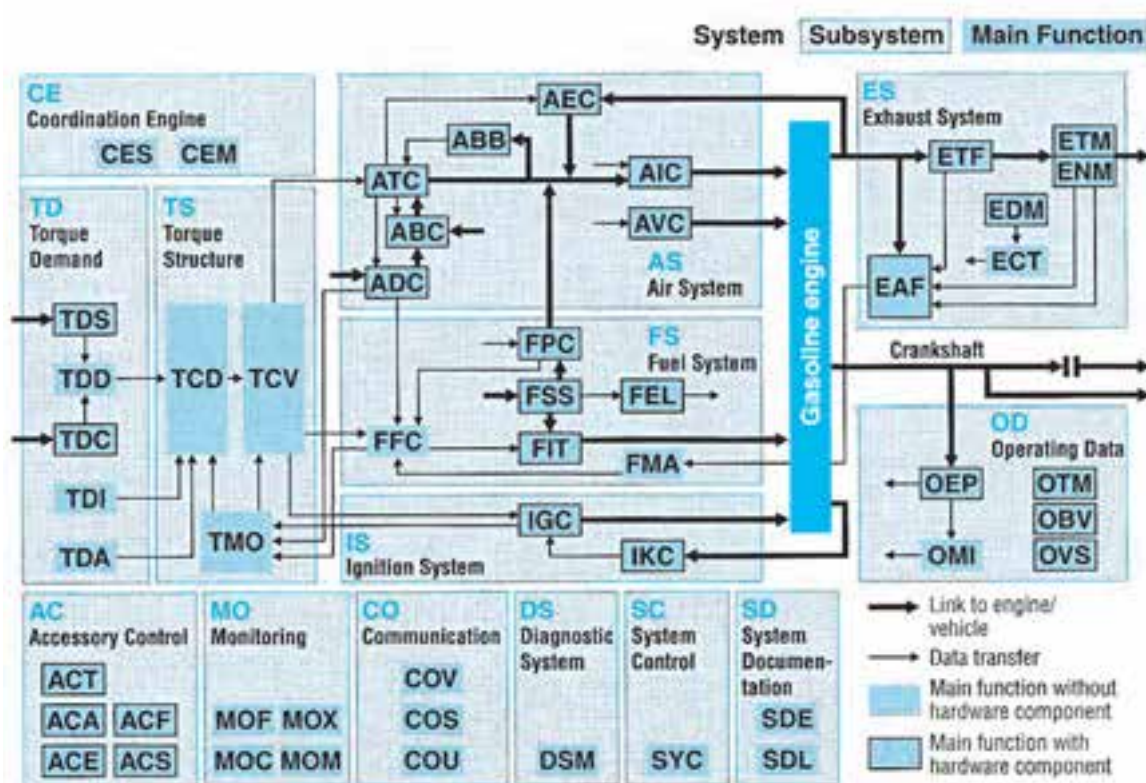


- ۱- کنیستر
- ۲- حسگر فیلم داغ جریان هوا
- ۳- کنترلگر الکترونیکی دریچه‌ی گازی
- ۴- شیربرقی کنیستر
- ۵- حسگر فشار مانی فولد
- ۶- سوپاپ کنترل
- ۷- پمپ فشارقوی
- ۸- ریل سوخت و سوخت پاش
- ۹- تنظیم کننده‌ی میل سوپاپ
- ۱۰- کویل
- ۱۱- حسگر میل سوپاپ
- ۱۲- حسگر لامبدا
- ۱۳- ECU
- ۱۴- EGR
- ۱۵- حسگر دور موتور
- ۱۶- حسگر کوبش
- ۱۷- حسگر دمای موتور
- ۱۸- کاتالیست کنورتور اولیه
- ۱۹- حسگر لامبدا
- ۲۰- حسگر دمای اگزوز
- ۲۱- عملگر NOX (کاتالیست کنورتور)
- ۲۲- حسگر لامبدا
- ۲۳- شبکه‌ی CAN
- ۲۴- چراغ عیب یاب
- ۲۵- سوکت عیب یاب
- ۲۶- شبکه‌ی سیستم ضدسرقت ECU
- ۲۷- مدول پدال گاز
- ۲۸- مخزن سوخت
- ۲۹- پمپ بنزین

شکل ۱۱-۴- سیستم تزریق مستقیم موترونیک دی‌آی

سیستم‌های الکترونیکی را به واحد کنترل الکترونیکی (ECU) متصل کنند. تقسیم‌بندی ساختار این سیستم مکترونیک، معیار تعیین وظیفه برای ۱۴ زیرسیستم (سیستم هوا و سیستم سوخت) است که در حدود ۵۲ وظیفه معین را دربرمی‌گیرد.

در شکل ۱۲-۴ سیستم‌ها و زیرسیستم‌ها نشان داده شده و در آن وظایف سیستم مدیریت موتور مکترونیک درخصوص ترتیب عملکرد هر نقطه بیان گردیده است. این سیستم (ECU) شامل نرم‌افزار و سخت‌افزار و ترکیب‌کننده‌ی خارجی (حسگر) تحریک‌کننده و ترکیب‌کننده‌ی ماشین) است که می‌تواند



شکل ۱۲-۴ سیستم‌ها و زیرسیستم‌های موتور مکترونیک

سیستم‌های ایمنی و حفاظتی خودرو

جاده به وجود می‌آید، هماهنگ گردد.

در قسمت زیر، شرایط و پارامترهای مورد لزوم تشریح و سپس انواع سیستم ABS و چگونگی عملکرد آن بیان شده است.

در شرایط عادی با اصلاح طراحی اجزای مکانیکی، هیدرولیکی و یا پنوماتیکی (در سیستم‌های ترمز فاقد مدیریت الکترونیکی) امکان ترمز سریع و مؤثر برای خودرو وجود دارد، ولی در شرایط نامطلوبی مانند:

– لغزنده بودن سطح جاده (رطوبت، یخزدگی)؛

– عکس‌العمل ناگهانی راننده (مانع پیش‌بینی نشده)؛

– ارتکاب اشتباه توسط رانندگان دیگر یا عابر پیاده؛

ممکن است به ترمز همراه با قفل شدن یک یا چند چرخ منتهی شود و کاهش اصطکاک چرخ (اصطکاک لغزشی) سرخوردن خودرو و ازدست رفتن هدایت آن را در پی داشته باشد که با فعالیت سیستم کنترل ترمز ABS می‌توان از قفل شدن چرخ جلوگیری کرد و تعادل و هدایت خودرو را در یک فرآیند ویژه تنظیم و با رانندگی مناسب ترمز نمود.

شرایط، محدوده و توانایی تحت پوشش عملکرد سیستم کنترل ترمز: ادامه دادن عمل هدایت و تعادل خودرو در تمام مواقع و بدون توجه به شرایط جاده (امتداد خشکی، سطوح لغزنده).

– بهره‌مندی از ضریب اصطکاک بین تایر و سطح جاده (اصطکاک غلشی) برای ایجاد حداکثر توان ترمز، بدون قفل شدن چرخ‌ها برای ادامه‌ی عمل هدایت و به حداقل رساندن مسافت متوقف ساختن، بدون اعمال نیروی ناگهانی و فقط با افزایش تدریجی به پدال توسط راننده (بعد از قفل شدن

سیستم‌های ایمنی و حفاظتی در خودرو، جهت جلوگیری

از بروز سوانح و ایجاد امنیت سرنشینان و خودرو مورد استفاده قرار می‌گیرد و به دو گروه الف) سیستم ایمنی فعال، ب) سیستم ایمنی غیرفعال تقسیم می‌گردد.

جدول ۵-۱

مثال‌هایی از سیستم‌های ایمنی – حفاظتی	
غیرفعال	فعال
AirBag کمر بند صندلی با پیش‌کشنده	ABS و TCS و ESP

۵-۱- سیستم ترمز ABS

سیستم ترمز ABS که امروزه در اکثر خودروهای سواری و حمل و نقل مورد استفاده قرار می‌گیرد ابتدا بر روی هواپیما نصب می‌شد و مورد بهره‌برداری قرار می‌گرفت. سپس، در اواخر دهه‌ی ۶۰ و اوایل دهه‌ی ۷۰ توسط شرکت‌های خودروسازی روی چرخ‌های عقب خودروها نصب شد و بعد از رفع مشکلات فنی آن برای ترمز تمام چرخ‌ها مورد استفاده قرار گرفت.

هر طرح جدید در صنعت خودروسازی باید از سه دیدگاه مورد بررسی قرار گیرد. این سه عامل عبارت‌اند از: ۱- خودرو ۲- راننده ۳- شرایط محیطی. یک طراح موظف است طرح خود را براساس این عوامل پایه‌ریزی کند. شرایط دینامیکی خودرو، بار و وزن وارد بر آن، سرعت عکس‌العمل، مهارت راننده، چگونگی سطح جاده و... نیز بایستی در نظر گرفته شود، و طرحی ارائه گردد که بتواند با این پارامترها و شرایط تطبیق پیدا کند. این اصل کلی در مورد سیستم ABS نیز صدق می‌کند و سیستم باید بتواند با تغییراتی، که در کسری از ثانیه در شرایط

دارای ضریب اصطکاک (μ) متفاوت) نیروی چرخشی حول محور عمودی خودرو ایجاد می‌شود و عامل چرخش خودرو می‌گردد، که باید اثر این انحراف اجتناب‌ناپذیر متعادل شود و به حداقل مقدار برسد.

– حفظ تعادل هدایت خودرو و توقف آن در کوتاه‌ترین مسافت ممکن (در گردش همراه با ترمز)

– توانایی شناسایی و پاسخ‌گویی به تعادل خودرو در روی یک جاده‌ی ناهموار (بدون تأثیر گرفتن از شدت ترمز اعمال شده).

– داشتن آمادگی تطبیق سریع با تغییرات در مولد و انتقال قدرت در خودرو.

– تأثیر نکردن در عمل ترمز هنگام بروز عیب در سیستم کنترل و اعلام اخطار لازم (برگشت به ترمز بدون ABS) – سیستم کنترل باید با تمامی تایرهایی که برای خودرو معین شده است (حتی با زاپاس‌های با قطر کم‌تر) درست عمل کند.

چرخ تا زمان توقف نهایی، به وجود آمدن عاملی خطرناک بعید نیست).

– قابل استفاده بودن سیستم کنترل ترمز در سرتاسر دامنه‌ی سرعت خودرو (به عبارت دیگر، این سیستم باید اثر کاهنده‌ی خود را در هر سرعتی از خودرو اعمال کند).

– داشتن توانایی تطابق با تغییرات در سطح اصطکاک چرخ. برای مثال در جاده‌های خشک، که لکه‌های یخی پراکنده دارد، هر چرخ‌ی که قفل شود باید در کوتاه‌ترین زمان آزاد گردد و به‌طور هم‌زمان، از چسبندگی چرخ روی بخش‌های خشک جاده (برای حداکثر تأثیرگذاری) بهره‌برداری شود تا توانایی حفظ تعادل و عمل هدایت در خودرو از بین نرود.

– ایجاد نیروی چرخشی به‌منظور چرخش خودرو و متعادل ساختن آن. توضیح این که وقتی راننده‌ی خودرو در جاده‌ای که دارای سطوح اصطکاک متفاوت در دو طرف وسیله‌ی نقلیه است، ترمز می‌گیرد (برای مثال چرخ سمت راست روی یخ و چرخ سمت چپ روی آسفالت خشک و دو سمت خودرو

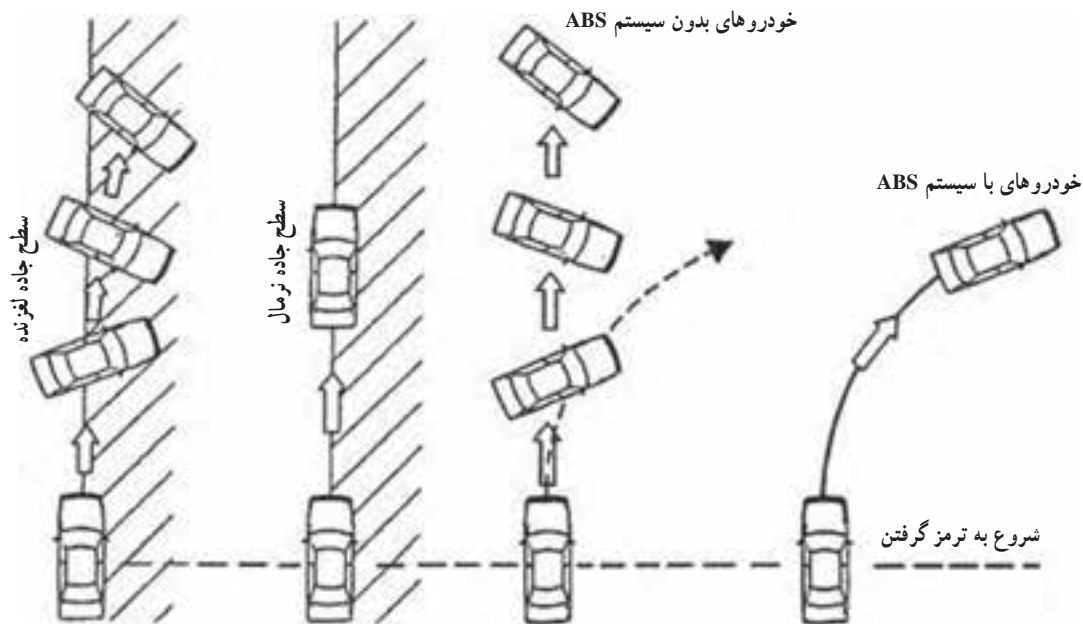
تأثیر سیستم ترمز ضد قفل در خودرو ABS

در زمان گردش

زمان رانندگی در جاده‌های مستقیم

خودروهای بدون سیستم ABS

خودروهای با سیستم ABS



شکل ۵-۱

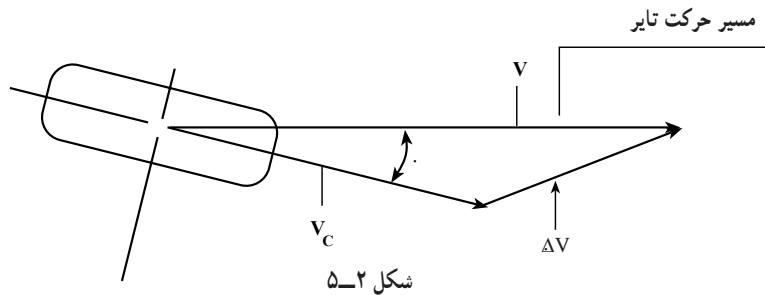
۵-۲- نسبت لغزش تایر

ارتباط دارد و به صورت نسبی برابر است با تفاضل سرعت محیطی سطح تماس تایر با زمین از سرعت مطلق تایر (سرعت وسیله نقلیه) تقسیم بر سرعت مطلق.

همان طوری که در شکل ۵-۲ نشان داده شده است، مقطع برخورد تایر با جاده در خلاف جهت اعمال نیروی ترمزگیری در راستای زاویه α حرکت می کند. زاویه α ، از زاویه مابین خط حرکت مقطع در تماس تایر با جاده و راستای سرعت محیطی تایر تشکیل شده است، که «زاویه لغزش» نامیده می شود. هم چنین نیروی جانبی تایر با زاویه 90° نسبت به راستای α اعمال می شود.

نقش مشخصات لاستیک و ویژگی های تایر آن در ترمزگیری و هدایت خودرو بسیار مهم است. در وسایل نقلیه مجهز به ABS کارایی و عملکرد تایر موضوعی اساسی و با اهمیت است. تمام نیروهای ترمزگیری و هدایت فرمان باید در سطح مقطع کوچک اتصال یا برخورد تایر با جاده ایجاد گردد. نیروی کششی تایر مثل نیروهای در راستای طول یا نیروهای ترمزگیری یا نیروی جانبی فقط هنگامی می تواند تولید شود که اختلافی بین سرعت محیطی چرخ و سرعت وسیله نقلیه، نسبت به سطح جاده اختلاف وجود داشته باشد.

اطلاعات نیروی ترمزگیری تایر به لغزش ترمزگیری تایر



قفل کامل باشد 100% و زمانی که بدون لغزش باشد 0% می شود:

لغزش مقطع ترمزگیری λ به صورت زیر محاسبه می شود:

ΔV : اختلاف سرعت

$$\lambda = \frac{V - V_c}{V} \cdot 100\%$$

لغزش ترمزگیری در راستای حرکت وسیله نقلیه:

V : سرعت مطلق تماس تایر

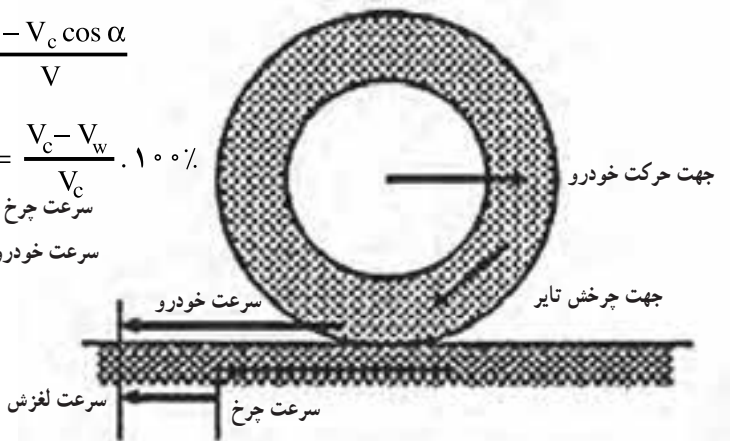
V_c : سرعت محیطی محل برخورد تایر (زمانی که چرخ

$$\lambda_x = \frac{V - V_c \cos \alpha}{V}$$

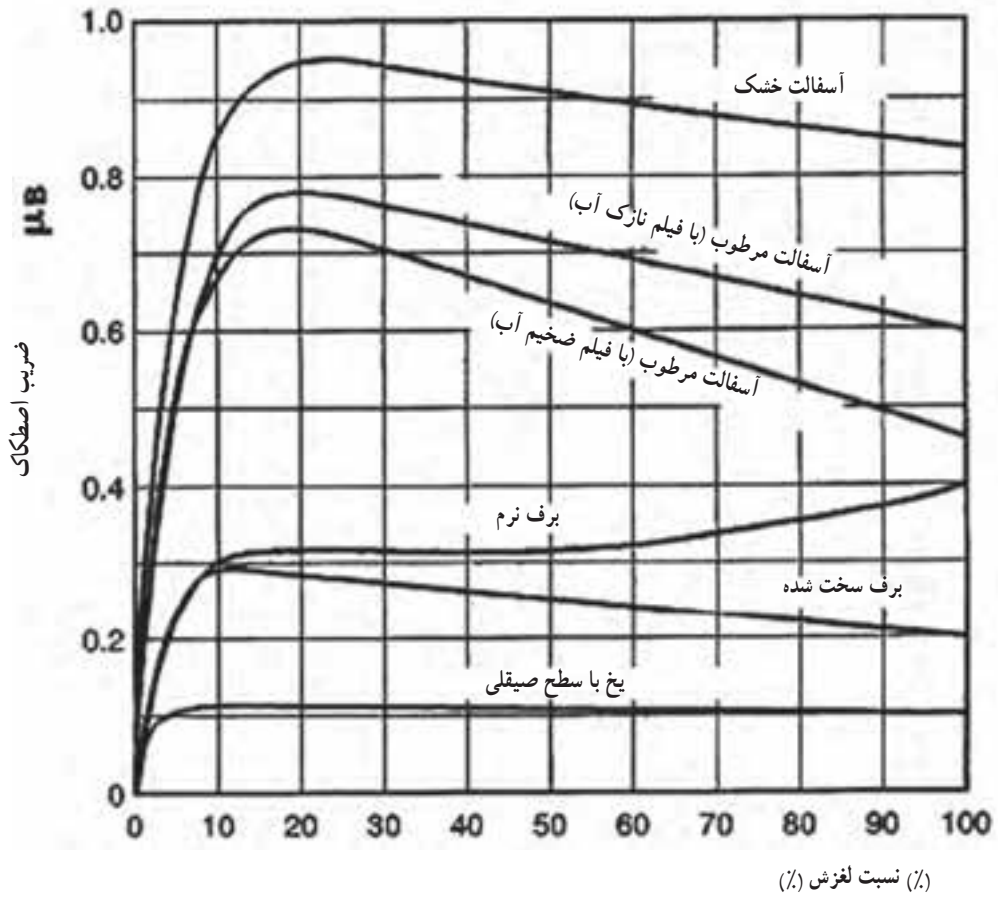
$$\text{نسبت لغزش} = \frac{V_c - V_w}{V_c} \cdot 100\%$$

سرعت چرخ V_w : (km/h)

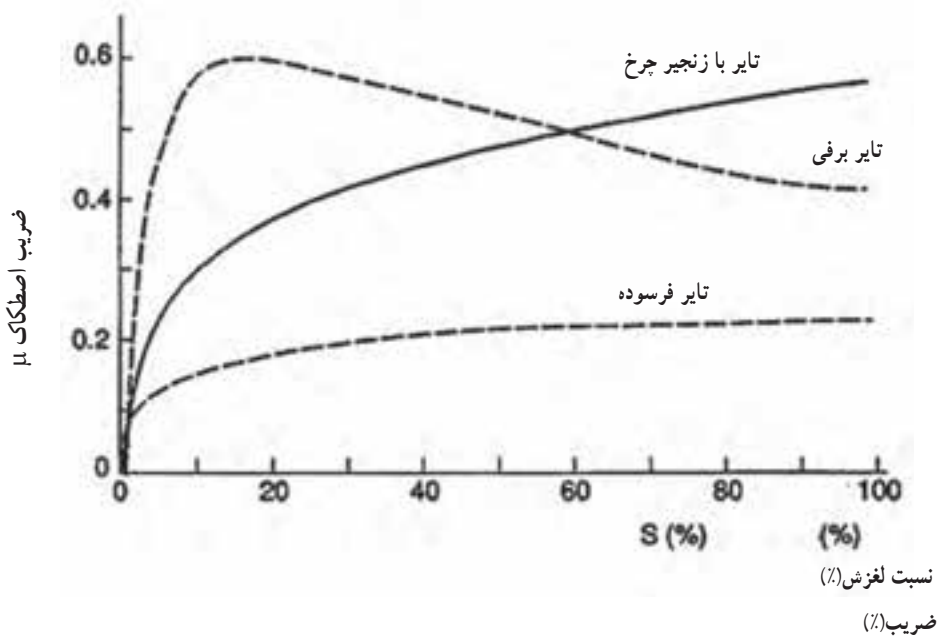
سرعت خودرو V_c : (km/h)



شکل ۵-۳



شکل ۵-۴



شکل ۵-۵

۳-۵- نیروهای دینامیکی چرخ در اثر ترمز

شکل‌های ۵-۶ و ۵-۷ نسبت‌های فیزیکی تعریف شده در فرآیند ترمزگیری با ABS را نشان داده و محدوده‌های کنترل حلقه‌ای بسته ABS توسط سطح هاشور خورده مشخص گردیده است. نمودارهای شکل ۵-۶ شامل چهار منحنی، به ترتیب سطح خشک (۱)، سطح مرطوب (۲)، سطح برفی (۳) و سطح مرطوب با یخ شفاف (۴) است، که نشان‌دهنده کوتاه بودن فاصله‌ی ترمزگیری با استفاده از ABS در وضعیت ترمز ناگهانی همراه با قفل شدن چرخ‌ها (لغزش ترمز ۱۰٪ λ) است. در منحنی (۳) تجمع گوه‌ای شکل برف در زیر لاستیک، افزایش نیروی ترمزی را در چرخ‌های قفل شده مشخص می‌کند. تحت این شرایط محیطی، اصلی‌ترین استفاده از ABS در ناحیه‌ی پایداری خودرو و فرمان‌پذیری آن است.

شکل ۵-۶ دامنه‌ی عملکرد ABS را برای ترمز در شرایط مختلف سطح جاده مشخص می‌کند. ضریب نیروی ترمزی μ_{HF} تابعی از ضریب لغزش ترمز λ

۱- تایرهای رادیال روی سطح بتون خشک :

۲- تایرهای زمستانی بایاس روی سطح آسفالت مرطوب؛

۳- تایرهای رادیال روی سطح برف؛

۴- تایرهای رادیال روی سطح مرطوب همراه با یخ شفاف

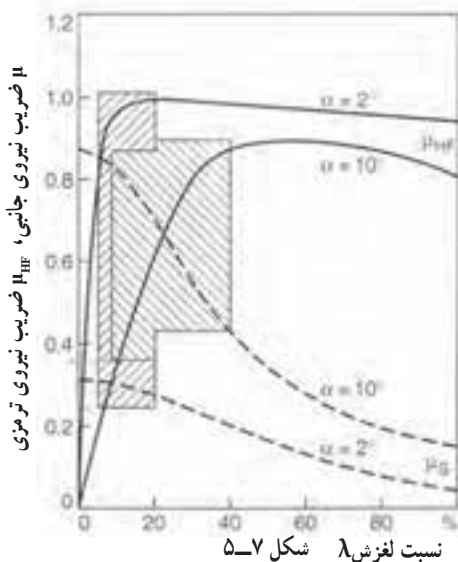
سطح‌های هاشور خورده دامنه‌ی کنترل ABS

در نمودارهای شکل ۵-۷ منحنی‌های ضریب نیروی ترمزی μ_{HF} و ضریب نیروی جانبی تأیر μ_s برای دامنه‌ی کنترل ABS، که از زاویه‌ی لغزش ترمز 2° تا زاویه‌ی لغزش ترمز 10° افزایش می‌یابد، به نمایش درآمده است.

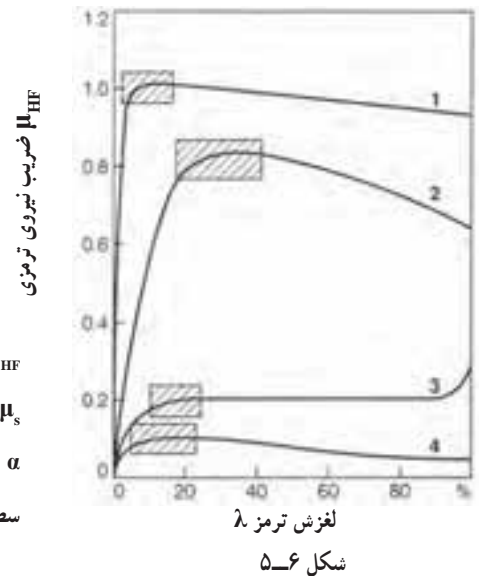
در زمان دور زدن خودرو با بیش‌ترین شتاب جانبی و اعمال حداکثر نیروی ترمزی، ABS با پاسخ سریع نسبت به آن واکنش نشان می‌دهد (برای مثال در لغزش ترمز ۱۰٪). در 10° مقدار ابتدایی ضریب نیروی ترمزی در حد $0.35 \mu_{HF}$ محدود می‌گردد در صورتی که ضریب نیروی جانبی در حداکثر مقدار خود، یعنی تقریباً $0.8 \mu_s$ باقی می‌ماند و با ادامه‌ی ترمزگیری خودرو، منحنی مقدار لغزش به وسیله‌ی ABS، متناسب با معکوس سرعت چرخشی و شتاب جانبی افزایش می‌یابد.

حاصل کاهش شتاب جانبی، ضریب نیروی جانبی کم‌تر است که با سطح بالایی از افت شتاب همراه است. بنابراین، وقتی ترمز در مدت گردش خودرو اعمال می‌شود، نیروهای ترمزی سریعاً افزایش می‌یابند، به طوری که کل مسافت ترمزگیری (فقط اندکی بیش‌تر از مسافت ترمزگیری در حالت مستقیم) دارای شرایط محیطی مشابهی می‌شود.

شکل ۵-۷ دامنه‌ی عملکرد ABS را در شرایط گردش خودرو همراه با ترمز مشخص می‌کند.



شکل ۵-۷ نسبت لغزش λ



شکل ۵-۶ لغزش ترمز λ

μ_{HF} ضریب نیروی ترمزی
 μ_s ضریب نیروی جانبی تابع نسبت لغزش λ
 α زاویه‌ی لغزش
 سطوح هاشور خورده: دامنه‌ی عملکرد ABS

۱- μ_{HF} : ضریب نیروی ترمز یا ضریب اصطکاک یا چسبندگی مثبت است. این ضریب خصوصیات و مشخصه‌های مواد تشکیل‌دهنده‌ی جاده و تایر را نشان می‌دهد. ضریب

نیروی ترمزی را می‌توان به صورت یک شاخص برای مقدار یا میزان نیروی ترمزگیری به کار برد.

۴-۵- حلقه‌ی کنترل ABS

با توجه به شکل می‌توان حلقه‌ی کنترل ABS را به موارد زیر تقسیم‌بندی کرد:

- سیستم کنترل: خودرو با ترمزهای چرخ، چرخ‌ها و اصطکاک بین تایرها و سطح جاده
- متغیرهای کنترلی: سرعت چرخ و اطلاعات استنتاجی از آن، جهت شتاب کاهنده‌ی تایر، سرعت چرخ، لغزش ترمز

- کنترل‌گر: واحد کنترل الکترونیکی ABS و حسگرها

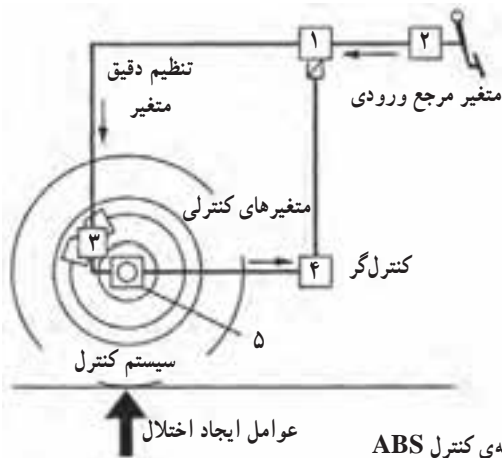
- عوامل ایجاد اختلال: شرایط سطح جاده، شرایط

ترمز، بار خودرو، لاستیک‌ها (آج، فشار باد)، نامیزان بودن لاستیک

- متغیر مرجع ورودی: فشار اعمال شده بر پدال ترمز

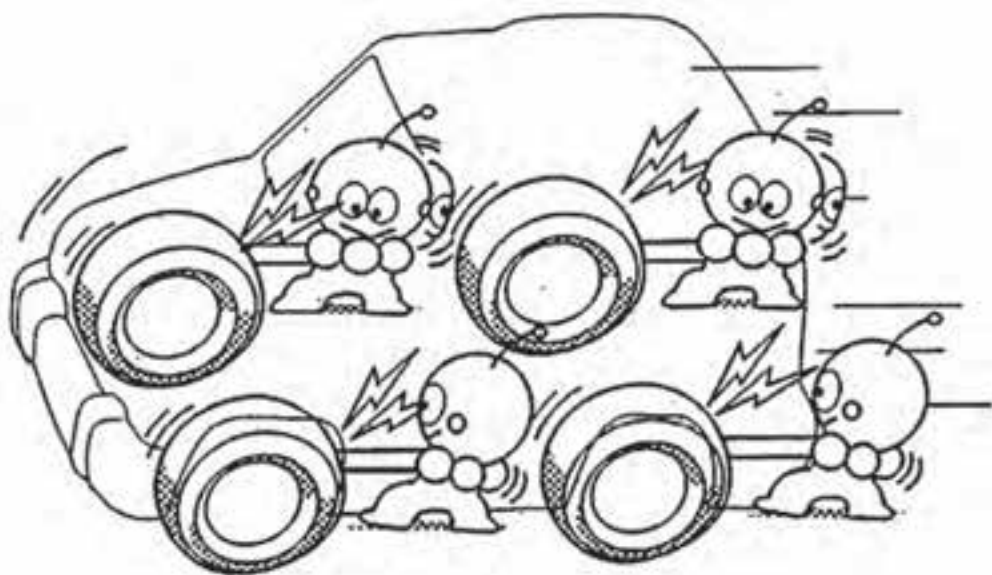
(توسط راننده)

- تنظیم دقیق متغیرها: فشار ترمز

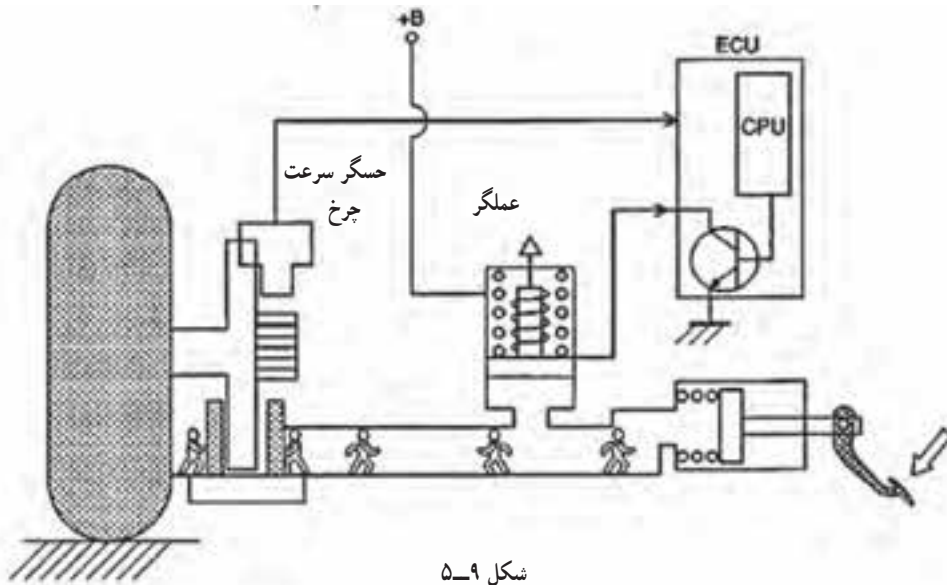


- ۱- مدولاتور هیدرولیکی با سوپاپ‌های سولونوئیدی
- ۲- سیلندر اصلی ترمز
- ۳- سیلندر ترمز چرخ
- ۴- ECU
- ۵- حسگر سرعت چرخ

شکل ۸-۵- حلقه‌ی کنترل ABS



کنترل همزمان دو چرخ عقب

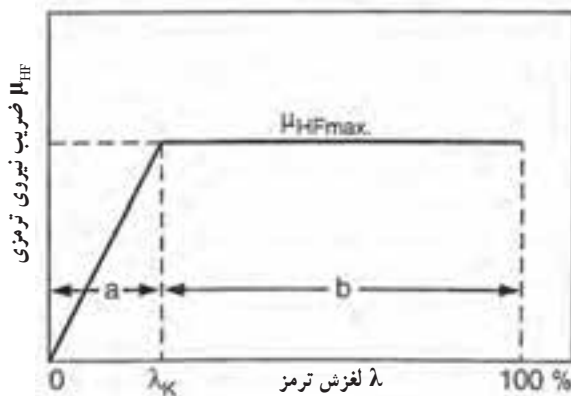


شکل ۵-۹

۵-۵- سیستم کنترل

نسبت لغزش λ مشخص گردیده و نمودار به دو بخش تقسیم شده است. دامنه‌ی پایدار نمودار به وسیله‌ی افزایش خطی و دامنه‌ی غیرپایدار آن با یک پاسخ خطی ثابت ($\mu_{HF} \max$) توصیف گردیده است. در عین حال، برای عمل ترمز کردن در راستای خط مستقیم، همانند ترمز ناگهانی، پردازش ساده‌ی دیگری به وقوع می‌پیوندد.

پردازش اطلاعات در واحد کنترل ABS بر مبنای سیستم کنترلی ساده‌ای بنا شده است. این سیستم شامل یک چرخ غیرمحرک، یک چهارم وزن خودرو (که به این چرخ اعمال می‌شود) ترمز چرخ‌ها و کوپلینگ اصطکاکی بین تایر و سطح جاده است. در شکل ۵-۱۰، منحنی تئوریک بین ضریب اصطکاک و



(a) بخش پایدار
(b) بخش ناپایدار
 λ_k لغزش بهینه‌ی ترمز
 $\mu_{HF} \max$ ضریب نیروی ترمزی حداکثر

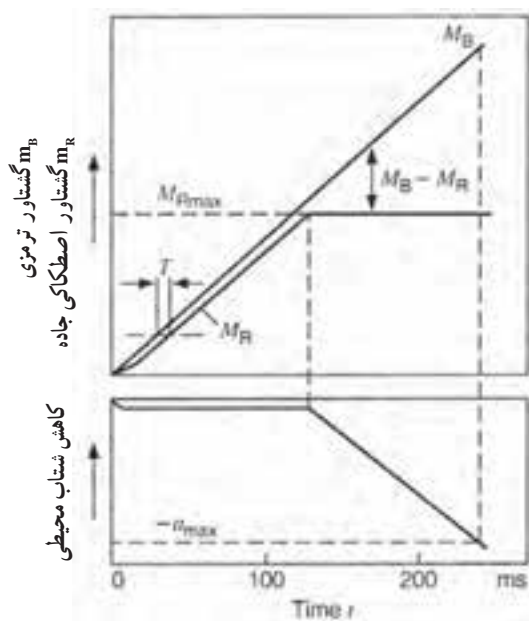
شکل ۵-۱۰

فرآیند ترمزگیری در داخل دامنه‌ی پایداری منحنی ضریب نیروی ترمزی/لغزش باقی بماند از گشتاور ترمزی (MB) پیروی می‌نماید و بعد از حدود ۱۳۰ میلی ثانیه نمودار فوق‌الذکر به حداکثر سطح خود ($\mu_{HF} \max$) می‌رسد، که از این نقطه وارد دامنه‌ی ناپایدار نمودار ضریب ترمزی/لغزش می‌گردد.

همان‌طوری که در نمودار نشان داده شده است گشتاور ترمزی MB به‌طور پیوسته افزایش می‌یابد در حالی که گشتاور

در شکل ۵-۱۰ نسبت مابین گشتاور ترمز M_B ، یعنی نیروی اعمالی ترمز به تایر و گشتاور اصطکاکی جاده MR، یعنی نیروی اعمالی از سطح جاده به چرخ یا کوپلینگ اصطکاکی تایر و زمان نمایش داده شده است. هم‌چنین، نسبت مابین کاهش شتاب محیطی چرخ (a-) و زمان (t) را مشخص می‌کند. گشتاور ترمزی نمایشگر افزایش خطی در واحد زمان است. گشتاور اصطکاکی سطح جاده (MR) با یک تأخیر زمانی (T)، تا زمانی که

کاهش شتاب محیطی چرخ به سطح پایین دامنه‌ی پایدار محدود می‌شود و بعد از انتقال به دامنه‌ی ناپایدار سریعاً افزایش می‌یابد. در نتیجه‌ی انتقال یک واکنش معکوس در الگو، برای دامنه‌های پایداری و ناپایداری روی نمودار ضریب نیروی ترمزی/ لغزش ایجاد می‌شود و ABS از واکنش مخالف بهره‌برداری می‌کند.



اصطکاکی سطح جاده MR نمی‌تواند بیش‌تر افزایش پیدا کند و ثابت باقی می‌ماند. در پرورد زمانی مابین 13° تا 24° میلی‌ثانیه (در چرخ قفل شده) اختلاف MB – MR که در کم‌ترین محدوده، ثابت باقی مانده است، سریعاً با تناسب بیش‌تری افزایش می‌یابد. این اختلاف گشتاور، شاخص دقیقی از کاهش شتاب محیطی (a –) در چرخ ترمز گرفته را محقق می‌کند (قسمت پایین شکل ۵-۱۰).

(-a) کاهش شتاب محیطی چرخ
 (-a max) حداکثر کاهش شتاب محیطی چرخ
 m_B گشتاور ترمزی
 m_R گشتاور اصطکاکی بین جاده و تایر
 m_{Rmax} حداکثر گشتاور اصطکاکی بین جاده و تایر
 T تأخیر زمانی

شکل ۵-۱۱- فرآیند ساده‌ی ترمزگیری

شرایط مطلوب ترمزگیری (لغزش ترمز بهینه)، یک شکل معادل را برآورد می‌کند.

جریان دائمی سیگنال‌های سرعت، که توسط حسگر سرعت چرخ ارسال شده مبنای تصمیم‌گیری ECU است. این سیگنال‌ها به صورت قطری انتخاب می‌شوند (برای مثال چرخ راست جلو و چپ عقب) و برای سرعت مرجع مورد استفاده قرار می‌گیرند. در شرایط ترمزگیری متوسط، سرعت مرجع همیشه بر مبنای چرخ‌هایی که دارای سرعت بیش‌تر است، تعیین می‌شود. ولی در زمان ترمزگیری ناگهانی و با کنترل ABS فعال، سرعت چرخ‌ها با سرعت خودرو اختلاف پیدا می‌کنند و برای محاسبه‌ی سرعت مرجع فاکتور مناسبی نخواهد بود.

در مدت فاز کنترل، ECU سرعت مرجع را بر پایه‌ی مقیاسی از سرعت در شروع سیکل کنترل، تولید می‌کند. از طریق پردازش منطقی سیگنال‌ها و ارزیابی آن‌ها، زاویه‌ی دقیق شیب

۵-۵-۱- متغیرهای کنترلی: انتخاب مناسب متغیرها

برای کنترل، عامل اصلی در محاسبه‌ی اثر کنترلی ABS است. سیگنال‌هایی که از حسگرهای سرعت چرخ به واحد کنترل الکترونیکی (ECU) ارسال می‌شوند و در آن‌جا برای محاسبه‌ی کاهش و افزایش شتاب محیطی چرخ، لغزش ترمز، سرعت مرجع و شتاب منفی خودرو به کار می‌روند.

کاهش یا افزایش شتاب محیطی و لغزش ترمز هیچ یک به تنهایی برای متغیر کنترلی مناسب نیست و عکس‌العملی که چرخ محرک در قبال ترمزگیری از خود نشان می‌دهد با عکس‌العمل یک چرخ غیرمحرک، بسیار فرق دارد.

این متغیرها می‌توانند برای رسیدن به نتایج مطلوب و نسبت‌های منطقی ترکیب شوند و مورد بهره‌برداری قرار گیرند. لغزش ترمز به‌طور مستقیم قابل اندازه‌گیری نیست. بنابراین، ECU براساس سرعت مرجع مشابه با مشخصات سرعت برای

محاسبه می‌گردد.

سطوح با اصطکاک بالا مؤثر است و در ابتدای ترمزگیری با سرعت زیاد، فاکتوری با اهمیت ویژه تلقی می‌شود.

۳-۵-۵- متغیرهای کنترلی در چرخ‌های محرک :

اگر خودرو، هنگام حرکت، بادنده‌ی ۱ یا ۲ ترمز کند، موتور روی چرخ‌های محرک تأثیر می‌گذارد. بازتاب این تأثیر موجب افزایش قابل توجهی در ممان اینرسی چرخ می‌شود و چرخ‌ها بیش‌تر از وزن واقعی خود واکنش نشان خواهند داد.

نتیجه‌ی نهایی این عمل کاهش متناسب میزان افت شتاب محیطی چرخ در واکنش به تغییرات گشتاور ترمزی و در محدوده‌ی دامنه‌ی ناپایدار، نمودار ضریب نیروی ترمزی/ لغزش خواهد بود. چرخ‌های غیرمحرک الگویی با واکنش متفاوت و وابسته به دامنه‌ی پایدار یا غیرپایدار، نمودار ضریب نیروی ترمزی/ لغزش از خود نشان می‌دهند.

اثر شرح داده شده در بالا، مقدار اختلاف در کاهش شتاب محیطی چرخ (متغیر کنترلی) را خنثا می‌کند و به عنوان شاخصی جهت تعیین لغزش ترمزگیری با بزرگ‌ترین اصطکاک موجود به کار می‌رود.

با بروز این حالت لازم است از متغیر مکملی مانند لغزش ترمز (که به صورت ترکیبی با مقدار کاهش شتاب محیطی است)، استفاده کرد.

شکل ۱۲-۵، مقایسه‌ی یک فرآیند ترمزگیری را، برای چرخ غیرمحرک و چرخ محرکی که به موتور متصل اند، به نمایش می‌گذارد. در این مثال، اینرسی موتور گشتاور مؤثر، اینرسی جرمی چرخ را چهار برابر می‌کند. چرخ غیرمحرک پس از گذر از آستانه‌ی معین شده‌ی کاهش شتاب محیطی (a_p) فوراً از محدوده‌ی دامنه‌ی پایداری منحنی نیروی ترمزی/ لغزش خارج خواهد شد.

به علت این که اینرسی در چرخ محرک در فاکتور چهار ضرب می‌شود باید اختلاف گشتاور اینرسی قبل از گذر کردن از آستانه‌ی a_p ، چهاربرابر گردد.

$$\Delta m_p = 4 \Delta m_c$$

در این نقطه، چرخ محرک در داخل دامنه‌ی ناپایدار منحنی ضریب نیروی ترمزی/ لغزش قرار دارد، که نتیجه‌ی آن

کنترل حلقه بسته‌ی پردازش ترمز زمانی به خوبی رخ می‌دهد که برای تنظیم کاهش شتاب در پردازش منطقی ECU از اطلاعات لغزش ترمز و میزان کاهش یا افزایش شتاب در محیط چرخ، به صورت اطلاعات تکمیلی، استفاده شود.

۲-۵-۵- متغیرهای کنترلی در چرخ‌های غیرمحرک :

مقادیر افزایش یا کاهش شتاب در محیط چرخ غیرمحرک متغیرهای کنترلی هستند که مورد استفاده قرار می‌گیرند و هم‌چنین در چرخ‌های محرک، آزاد شدن کلاچ را (هنگام ترمز کردن توسط راننده) مشخص می‌کنند.

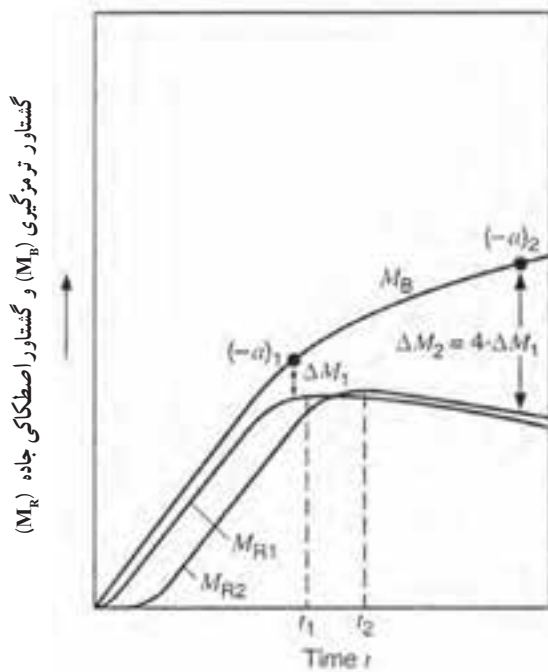
برای واکنش متقابل سیستم کنترل در دامنه‌ی پایدار و یا غیرپایدار ضریب نیروی ترمزی/ لغزش ترمز شرایطی به شرح زیر وجود دارد :

الف - مقدار کاهش شتاب محیطی موجود، در حد دامنه‌ی پایداری است. یعنی وقتی راننده نیروی زیادی به پدال اعمال می‌کند، واکنش خودرو کاهش شتاب بیش‌تری بدون قفل شدن چرخ است.

ب - دامنه‌ی غیرپایدار نمایشگر الگوی متفاوتی است. یعنی کوچک‌ترین افزایش فشار به پدال ترمز برای قفل شدن بلافاصله‌ی چرخ‌ها کافی است. این الگوی واکنش می‌تواند بارها برای تعیین کاهش یا افزایش شتاب محیطی چرخ و مقدار لغزش بهینه در ترمز مورد استفاده قرارگیرد. با فرض فعال بودن کنترل ABS، برای تعیین حد آستانه‌ی کاهش شتاب محیطی چرخ، هیچ مقداری بیش‌تر از حداکثر پتانسیل ذاتی خودرو اعلام نشده است و از آن تجاوز نخواهد کرد.

تعیین حد آستانه‌ای برای ترمزگیری، با شدت زیاد و در نتیجه‌ی اعمال ابتدایی و کم نیروی پدال ترمز اهمیت ویژه‌ای دارد. وجود یک حد آستانه‌ای بالا قبل از واکنش ABS به ناپایداری اولیه، تمایل چرخ را به سمت محدوده‌ی ناپایدار نمودار ضریب نیروی ترمزی/ لغزش امکان‌پذیر می‌کند. در هنگام ترمز ناگهانی و تا رسیدن یک چرخ به حد آستانه‌ی کاهش شتاب محیطی، سیستم به کاهش اتوماتیک فشار ترمز در این چرخ واکنش نشان نمی‌دهد.

در فاصله‌ی ترمزگیری، استفاده از تایرهای مدرن روی



شاخص ۱: چرخ غیرمحرک
 شاخص ۲: چرخ محرک
 (-a): آستانه‌ی کاهش شتاب
 $M_B - M_R$: اختلاف گشتاور ΔM

شکل ۱۲-۵- فرآیند اولیه‌ی ترمزگیری برای چرخ‌های غیرمحرک و چرخ‌های محرک متصل به موتور

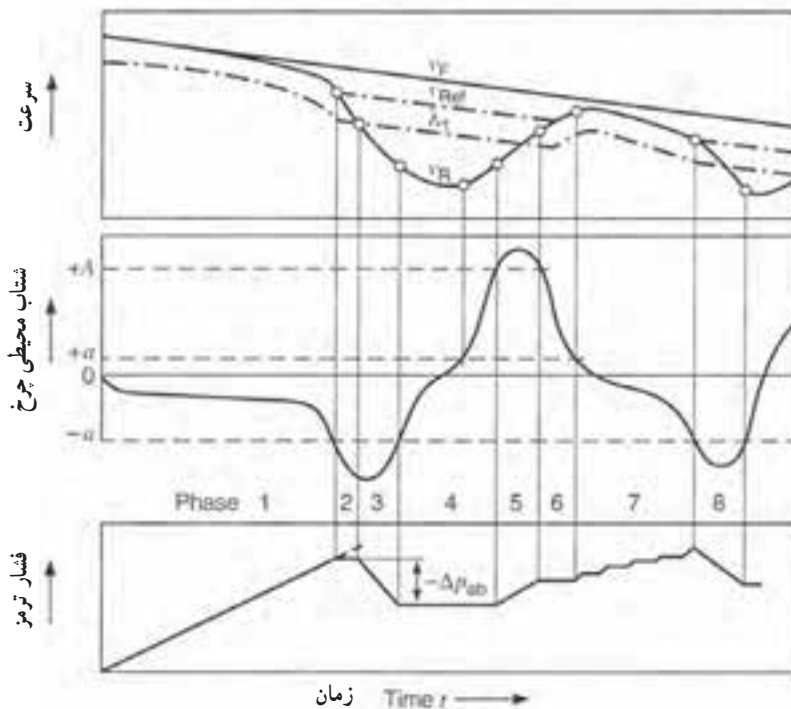
بالا فعال می‌گردد روش جلوگیری از رزونانس سیستم تعلیق و خط تولید و انتقال قدرت به‌وجود می‌آید و آن افزایش تدریجی فشار (به‌وسیله‌ی فاکتور پنج‌تایی) در مقایسه با فاز ترمزگیری اولیه است.

منحنی‌های شکل ۱۳-۵ نمایانگر جزء به جزء عملکرد

متناسب با پایداری خودرو است.

۴-۵-۵- نموداری از سیکل‌های کنترل

کنترل حلقه‌ی بسته‌ی ترمزگیری روی سطوح با اصطکاک بالا (ضریب نیروی ترمزی بالا): وقتی کنترل حلقه‌ی بسته‌ی ABS فرآیند ترمزگیری روی سطوح، با اصطکاک



V_F سرعت خودرو

V_{Ref} سرعت مرجع

V_R سرعت محیطی چرخ

λ_1 آستانه‌ی سوئیچینگ لغزش

$+a$ و $+A$ حد آستانه‌ای شتاب محیطی چرخ

$-a$ حد آستانه‌ی کاهش محیطی چرخ

Δp_{ab} کاهش فشار ترمز

شکل ۱۳-۵- کنترل ترمزگیری برای ضریب نیروی بالا

کنترل ترمزگیری تحت شرایط ضریب نیروی ترمزی بالاست. هدف در این کنترل، کاهش VF است به شرطی که VR به VF نزدیک باشد (یعنی بالاترین ضریب اصطکاک).

در شروع فاز (۱) فشار ترمز متناسب با نیروی اعمالی توسط راننده افزایش می‌یابد و به همراه آن شتاب محیطی چرخ منفی می‌شود و کاهش می‌یابد و در انتهای فاز (۱) کاهش شتاب چرخ به سمت حد آستانه‌ای (a) حرکت می‌کند و از آن می‌گذرد و سوپاپ سلونوئیدی به سمت موقعیت «نگهداری فشار» انتقال می‌یابد (فشار ثابت).

هنوز به شروع کاهش فشار ترمز باقی مانده است و حد آستانه‌ای (a) نمی‌تواند در داخل دامنه‌ی پایدار ورودی منحنی نیروی ترمزگیری/لغزش افزایش یابد و فاصله‌ی ارزشمند ترمزگیری به هدر می‌رود.

سرعت مرجع (V_{Ref}) همزمان و مطابق با یک شیب معین کاهش می‌یابد و این سرعت، که مبنای تعیین سوئیچینگ آستانه‌ای لغزش (λ_p) تلقی می‌شود، مورد استفاده قرار می‌گیرد. در انتهای فاز (۲) سرعت محیطی چرخ (V_R) به زیر حد آستانه‌ای (λ_p) می‌رسد و سوپاپ سلونوئیدی با انتقال به حالت «تخلیه‌ی فشار» در مقابل آن واکنش نشان می‌دهد.

فشار ترمز، تا زمان برگشت کاهش شتاب محیطی چرخ به بالاتر از حد آستانه‌ای (a)، پیوسته افت خواهد کرد.

در انتهای فاز (۳) تنزل کاهش شتاب به پایین‌تر از حد آستانه‌ای (a) می‌رسد. این عمل به وسیله‌ی ثابت نگه داشتن فشار تخلیه‌ی فاز در مدت زمان معین صورت می‌گیرد. با شروع فاز (۴) شتاب محیطی چرخ افزایش می‌یابد و در مدت این فاز شتاب محیطی چرخ به بالاتر از حد آستانه‌ای (a) می‌رسد و فشار مدار ترمز به صورت ثابت باقی می‌ماند.

در انتهای فاز (۴) شتاب محیطی چرخ به صورت متناسبی به بالاتر از حد آستانه‌ای (a) می‌رسد و تا زمانی که شتاب بالاتر از حد آستانه‌ای (a) باقی بماند فشار ترمز پیوسته افزایش می‌یابد (فاز ۵).

در فاز (۶) برای واکنش به بالاتر رفتن از حد آستانه‌ای (a) فشار ترمز ثابت نگه‌داشته می‌شود. این حالت نشان‌دهنده‌ی ورود چرخ به دامنه‌ی پایدار در منحنی ضریب نیروی ترمزی/لغزش است و تحت نیروی ترمزی کمی قرار دارد.

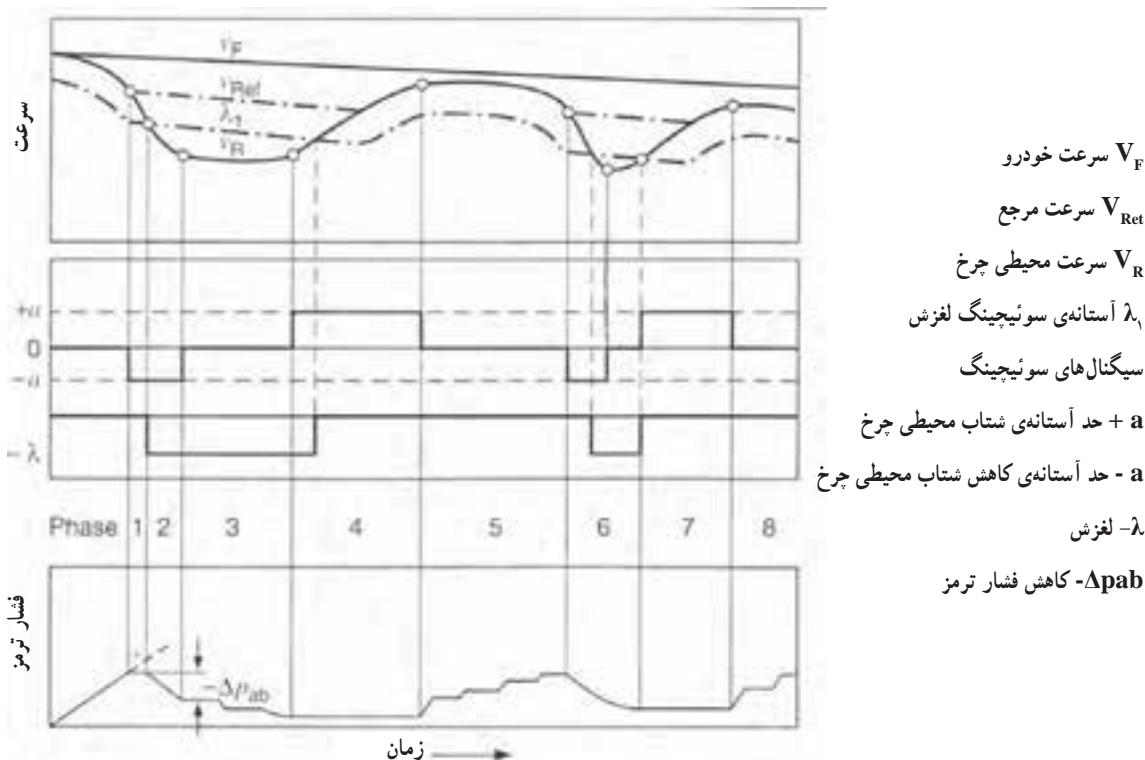
در ابتدای فاز (۷)، فشار مورد نیاز برای ترمزگیری به وجود می‌آید و تا زمانی که کاهش شتاب محیطی دوباره به بالاتر از حد آستانه‌ای (a)، یعنی انتهای فاز (۷) برسد در یک فرآیند پیوسته‌ی ایجاد فشار ادامه پیدا می‌کند و بعد از این فاز، فشار ترمزگیری بدون تولید سیگنال λ_p سریعاً کاهش می‌یابد.

۵-۵-۵- کنترل حلقه‌ی بسته‌ی ترمزگیری روی

سطح جاده‌ی لغزنده: برخلاف الگوی رفتاری ترمز روی سطح جاده با اصطکاک بالا، در سطح جاده‌ی لغزنده حتی با اعمال فشار اندکی روی پدال ترمز کافی است تا چرخ وادار به قفل شدن گردد. هم‌چنین چرخ‌ها، اساساً، برای خارج شدن از یک پیروید لغزش بالا و شتاب‌گیری مجدد به زمان بیش‌تری نیاز دارند. مدار منطقی در واحد ECU با تشخیص شرایط جاده مشخصه‌های واکنش ABS را با آن‌ها سازگار می‌کند. هدف در این کنترل نیز کاهش VF و رساندن VR به VF در هر لحظه است.

شکل ۱۴-۵ نشان‌دهنده‌ی یک نمونه از الگوی ترمزگیری برای ضریب پایین نیروی ترمزی است. در فازهای ۱ و ۲ فرآیند کنترل ترمزگیری همانند عملکرد روی سطوح با اصطکاک بالا است.

سیگنال‌های سوئیچینگ:
شتاب محیطی چرخ، لغزش



شکل ۱۴-۵- کنترل ترمزگیری برای ضریب نیروی ترمزی پایین

تخلیه می‌گردد و سپس، یک سیکل کنترل جدید آغاز می‌شود. در سیکل فوق‌الذکر، عوامل مورد لزوم برای تشخیص کنترل منطقی، دو عملکرد کاهش فشار مکمل یکدیگرند. در این روش کاهش شتاب، چرخ از کاهش شتاب ابتدایی که به وسیله سیگنال (a) ایجاد می‌شود، پیروی می‌کند. چرخ در دامنه لغزش بالا و متناسب با پیروی مشخص باقی می‌ماند و این حالت در پایداری و فرمان‌پذیری خودرو اثر منفی دارد.

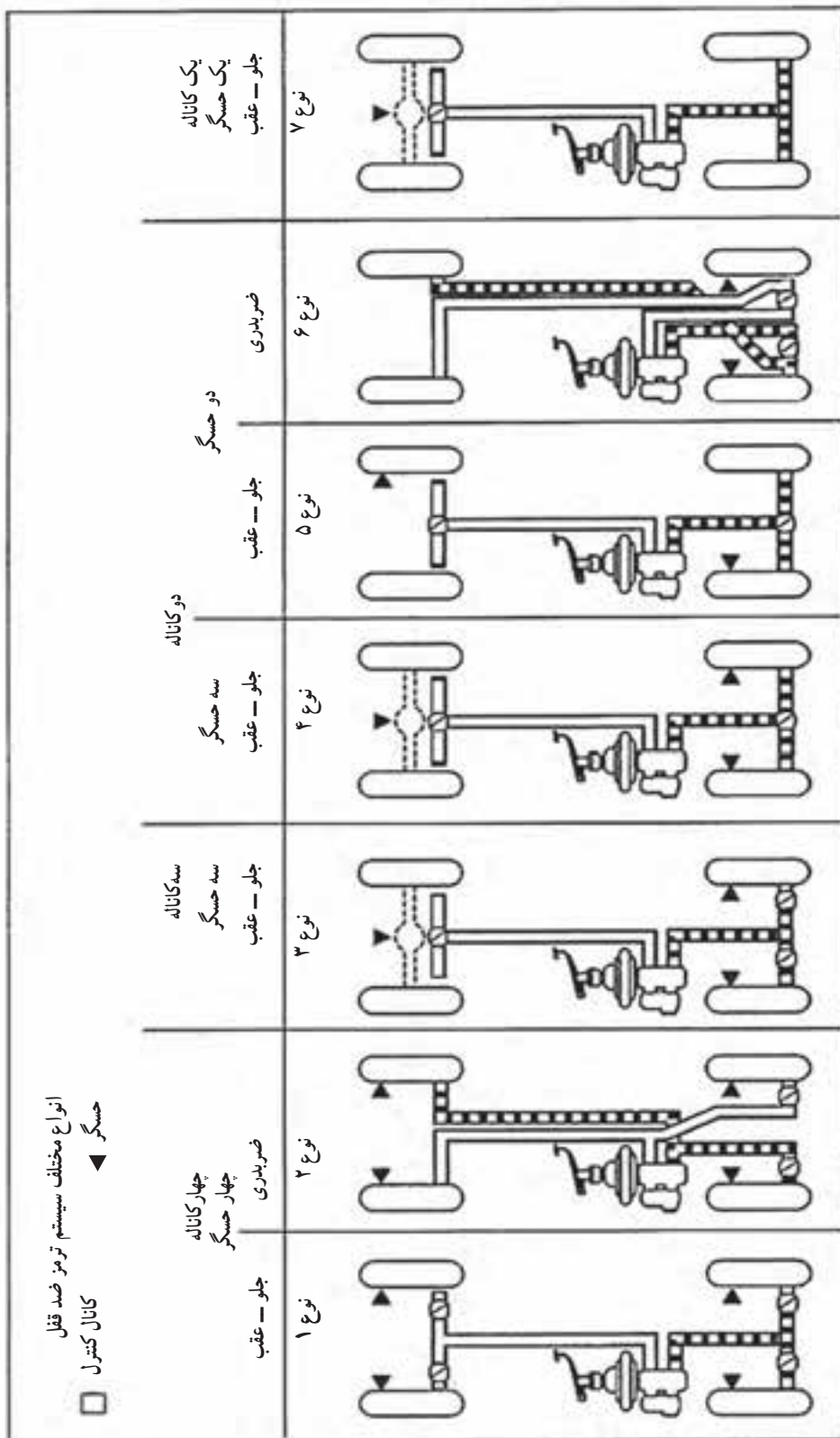
سیستم، جهت بهبود این فاکتورها (پایداری و فرمان‌پذیری)، پیوسته سرعت محیطی چرخ و سوئیچینگ آستانه لغزش λ_1 را در سیکل‌های کنترل مونتور (پایش) مورد مقایسه قرار می‌دهد. فاز ۶، تا وقتی که سرعت محیطی چرخ به بالاتر از حد آستانه‌ای (a) در فاز ۷ برسد، توصیف‌کننده کاهش پیوسته فشار ترمز هم‌چنان است. به اقتضای کاهش پیوسته فشار، چرخ فقط برای مدت زمان کوتاهی در دامنه لغزش بالا قرار می‌گیرد که نتیجه آن به دست آمدن فرمان‌پذیری و پایداری خودرو در اولین سیکل کنترل است.

فاز ۳ با دستور ثابت نگه‌داشتن فشار شروع می‌شود و به وسیله مقایسه‌ی سریع مابین سرعت چرخ و سوئیچینگ آستانه‌ای لغزش λ_1 ادامه می‌یابد.

سرعت محیطی چرخ پایین‌تر از مقدار لازم برای سوئیچینگ آستانه‌ای لغزش است، بنابراین، فشار ترمزگیری برای یک پیروی کوتاه و معین کاهش می‌یابد.

فاز ۴ دومین مرحله‌ی نگه‌داری فشار به صورت ثابت است در اثر تخلیه‌ی فشار یک پیروی کوتاه و معین، سیستم سرعت محیطی، چرخ و سوئیچینگ آستانه‌ای لغزش را دوباره مقایسه می‌کند. بعد از فاز ثابت نگه‌داشتن فشار شتاب، چرخ دوباره به نقطه‌ای، که در آنجا شتاب محیطی بالاتر از حد آستانه‌ای (a) قرار می‌گیرد، می‌رسد. این آغاز یک پیروی مجدد جهت نگه‌داری فشار است و تا زمانی که سرعت محیطی، دوباره به پایین‌تر از حد آستانه‌ای (a) برگشت کند، ادامه دارد. (انتهای فاز ۴).

فاز ۵ دارای مشخصه‌ی تغییر فشار با افزایش تدریجی، همانند بخش قبلی، است. در انتها فاز ۶ قرار دارد که در آن فشار



شکل ۱۵-۵- انواع گوناگون ترمز ABS

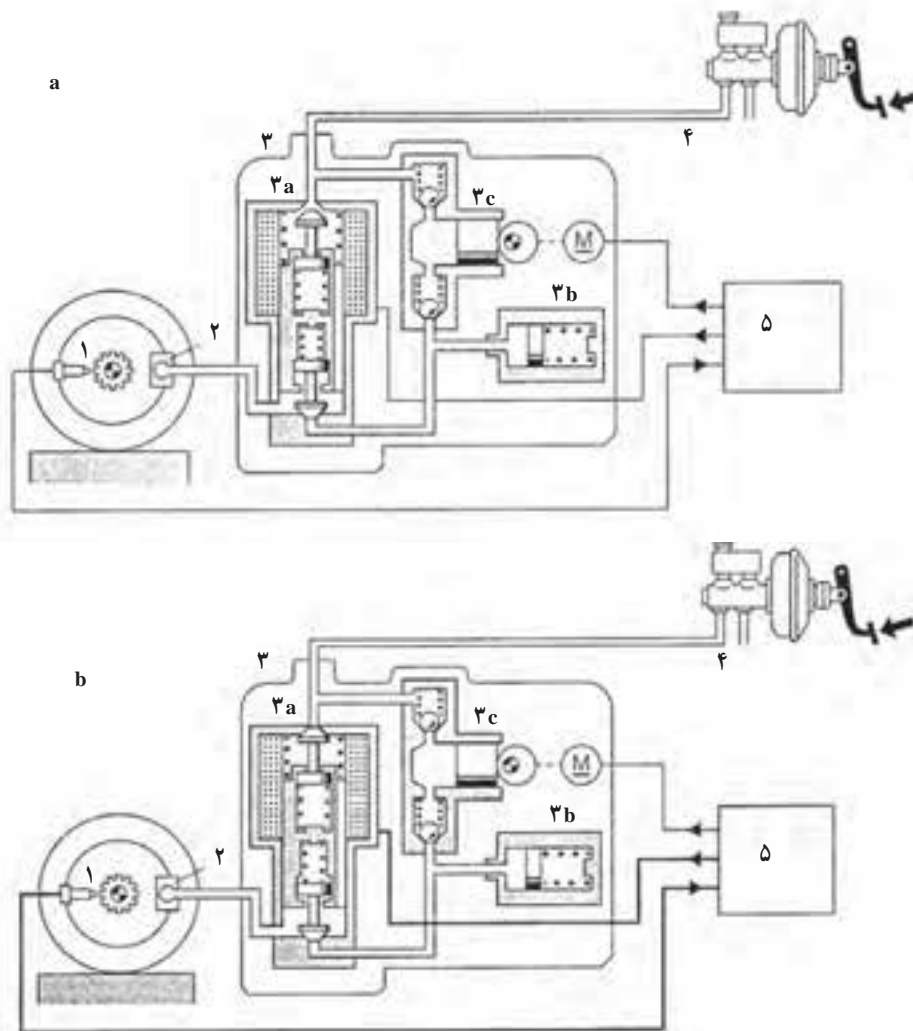
۵-۵-۶- چگونگی تعدیل فشار در سیستم ABS :

در شکل ۵-۱۵، انواع گوناگونی از سیستم ABS به نمایش درآمده است و فشار، بنابر ساختار ارتباطی مدار هیدرولیکی بین چرخ‌ها و قرار گرفتن مدولاتور در آن، مطابق با اطلاعات ارسالی از حسگرهای چرخ به ECU، تعدیل می‌گردد. همچنین حد آستانه‌ی قفل شدن چرخ تشخیص داده می‌شود. سپس، از طریق فعال کردن شیر سلونوئیدی فشار مدار متعادل می‌گردد و از قفل شدن چرخ جلوگیری به عمل می‌آید. در زیر، عملکرد نوعی مدولاتور، جهت تعدیل فشار به اختصار تشریح می‌گردد.

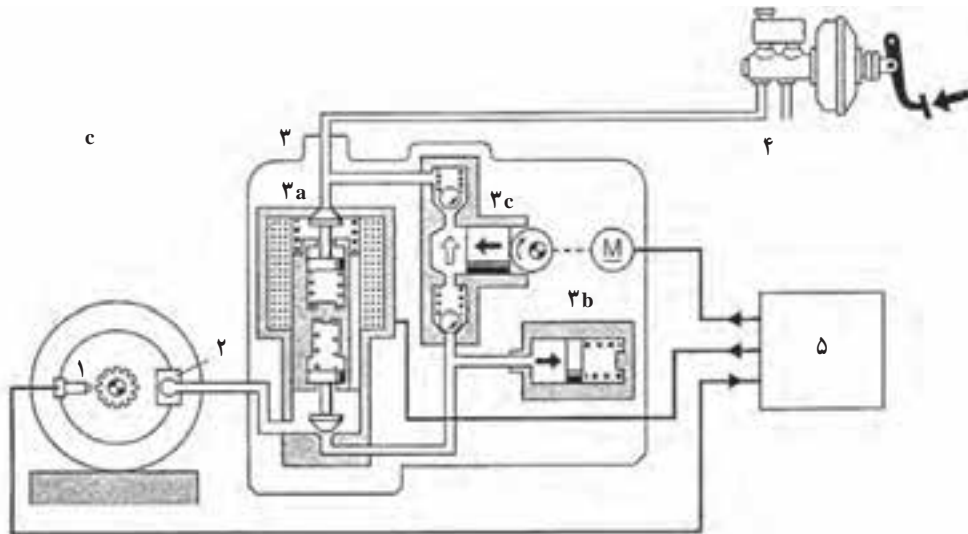
در شکل ۵-۱۶، وضعیت تولید فشار نشان داده می‌شود و در آن، سیلندر اصلی از طریق مدولاتور فشار، به سیلندر چرخ متصل می‌گردد. با این توضیح که سوپاپ سلونوئیدی به دلیل حد آستانه‌ای نرسیدن کاهش شتاب چرخ، فعال نمی‌شود.

در شکل ۵-۱۶، کاهش شتاب چرخ از حد آستانه‌ای (a) عبور می‌کند و سوپاپ سلونوئیدی، با قطع ارتباط مدار مابین سیلندر اصلی و سیلندر ترمز چرخ، در موقعیت ثابت نگه‌داشتن فشار قرار می‌گیرد. در این حالت سلونوئید به وسیله‌ی ECU دارای 50% انرژی است.

در شکل ۵-۱۶، سرعت محیطی چرخ (N_R) به زیر حد آستانه‌ای (λ_c) می‌رسد و ECU حداکثر جریان را به سوپاپ سلونوئیدی ارسال می‌کند و مسیر برگشت بین سیلندر اصلی و سیلندر ترمز از طریق پمپ برگشت برقرار می‌شود و امکان کاهش فشار ایجاد می‌گردد. باید توجه داشت که بنابه شرایط جاده، تعداد سیکل‌های کنترل و تعدیل فشار با پردازش سیگنال‌های ارسالی و پاسخ‌گویی به آن‌ها توسط ECU، مابین ۴ تا ۱۵ تغییر در ثانیه است.



- (a) تولید فشار
- (b) ثابت بودن فشار
- (c) کاهش فشار
- ۱- حسگر سرعت چرخ
- ۲- سیلندر ترمز چرخ
- ۳- مدولاتور فشار هیدرولیکی
- ۳ a سوپاپ سلونوئیدی
- ۳ b آکومالاتور
- ۳ c پمپ برگشت
- ۴- سیلندر اصلی
- ۵- ECU



شکل ۱۶-۵- تعدیل فشار ترمز

۷-۵-۵- فرآیند کنترل حلقه‌ی بسته : سیگنال‌های

انتقالی از حسگرهای سرعت چرخ، به‌طور مجزا به‌وسیله‌ی هر میکروکنترلر (به صورت مبنا برای محاسبه‌ی تمام اطلاعات کنترلی) مورد استفاده قرار می‌گیرند. از سرعت‌های چرخ محاسبه شده (برای استنتاج یک «نیمه از مقدار» تعریف لغزش) در تابع سرعت مرجع، استفاده می‌شود. در شرایط ایده‌آل، سرعت مرجع در نزدیکی مقدار لغزش با حداکثر اصطکاک تشخیص داده خواهد شد. در شرایط عملکرد استاندارد، سرعت سریع‌ترین تأیر معمولاً، جهت فراهم کردن مرجع مورد انتخاب قرار می‌گیرد. این اطلاعات برای جبران عوامل زمانی و تأمین کردن یک شاخص برای مقدار کاهش شتاب خودرو فیلتر می‌گردد.

۸-۵-۵- پایش و وظایف : ECU با استفاده از دو

میکروکنترلر در مونتورینگ وضعیت کلیه‌ی دستگاه‌ها، مدارهای منطقی و نرم‌افزار پردازش می‌شوند. دو میکروکنترلر در مقابل سیگنال‌های ورودی، با تولید سیگنال‌های خروجی مشابه واکنش نشان می‌دهند. ABS، سیستم را در واکنش به تغییرات منطقی زیاد مابین سیگنال کنترل و فید-بک و با شناسایی خطا، غیرفعال می‌کند. از طریق این طرح، پردازش سیگنال و عملیات منطقی ۱۰۰٪ پایش خواهند شد. تمام اجزای مسیرهای زیر به‌طور پیوسته مونتور می‌گردند :

– حسگرها

– سوپاپ‌های سلونوئیدی

– سوئیچ چراغ ترمز

– هم‌چنین، ECU به پایش موارد زیر می‌پردازد :

– وضعیت‌های عملکردی موتور پمپ برگشت

– حالت ایست موتور پمپ در پمپ برگشت بر مبنای

اندازه‌گیری ولتاژ

– سطح ولتاژ برای پیدا کردن قطعی در مدار

– سرعت‌های چرخ و مرجع در مدت شتاب‌گیری اولیه

– لغزش استاتیکی در مدت عملکرد طبیعی خودرو (به

دلیل تغییر قطر تائر)

– زمان‌های فرمان برای سوپاپ‌های سلونوئیدی

– پایش خطاهای قابل ردیابی از تداخل با منبع خطای

تصادفی

در زمان روشن بودن خودرو، به محض رسیدن سرعت به

بالتر از ۶ km/h، کمی از جریان‌های الکتریکی به سوپاپ‌های

سلونوئیدی و موتور پمپ انتقال می‌یابد. سپس، سیستم اطلاعات

مراحل خروجی را آزمایش می‌کند. شناسایی یک کد خطا در

مدت عملکرد فوق‌الذکر موجب غیرفعال شدن ABS و روشن

شدن لامپ اخطار خواهد شد. خطای شناسایی شده در حافظه‌ی

سیستم، قبل از خاموش شدن، ذخیره می‌شود و می‌توان آن را از

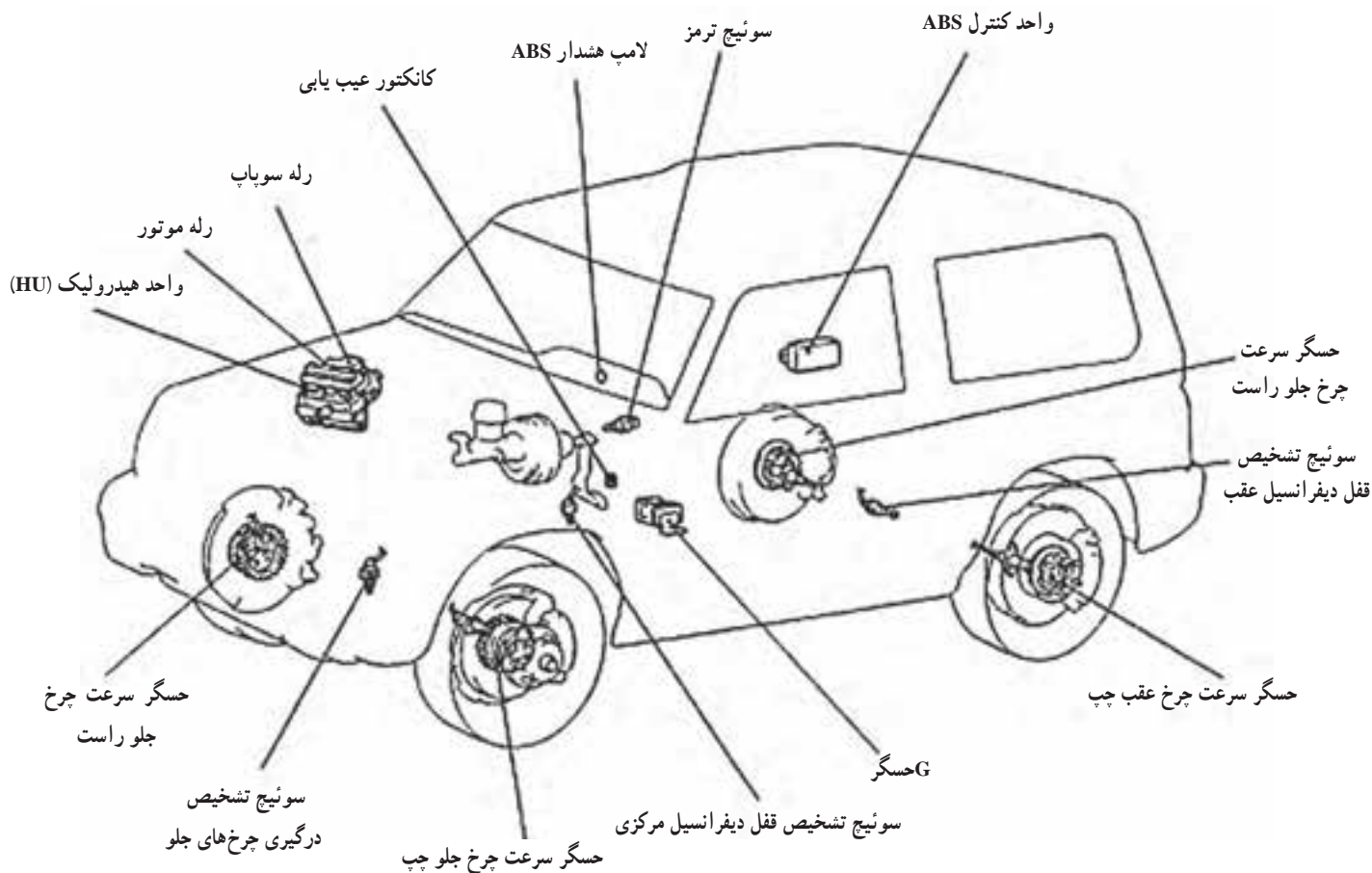
طریق دستگاه‌های عیب‌یاب مورد بازیافت قرار داد.

۵-۶ سیستم ABS در خودروهای چهار چرخ محرک

مقدمه

ضد قفل نه تنها در خودروهای تک دیفرانسیل و دو دیفرانسیل بدون قفل دیفرانسیل مرکزی مورد استفاده قرار می‌گیرند، بلکه در خودروهای دو دیفرانسیل با قفل دیفرانسیل غیر قابل استفاده‌اند. سیستم ترمز ضد قفل کنترل و نیروی ترمزگیری را بهبود می‌بخشد. در هر شرایط آب و هوایی، مانند جاده‌های لغزنده، سیستم ترمز ضد قفل به توازن وزن بهتر خودرو کمک می‌کند.

سیستم ترمز ضد قفل، که هم‌اکنون در خودروهای تک دیفرانسیل و دو دیفرانسیل مورد استفاده قرار می‌گیرد، با حالت‌های چهارچرخ محرک نیز سازگاری دارند. سیستم ترمز



شکل ۱۷-۵- اجزا در یک خودرو چهارچرخ محرک با ترمز ضد قفل

ویژگی‌ها و مزایای ترمز ضد قفل در خودروهای دو دیفرانسیل

<p>سیستم کنترل سه‌کاناله و چهار حسگره که به صورت مستقل چرخ‌های جلو (چپ و راست) را کنترل می‌نماید و به صورت همزمان چرخ‌های عقب را نیز کنترل می‌نماید این سیستم کنترل مناسبی را برای حالت‌های مختلف رانندگی مهیا می‌سازد</p>	<p>۱- قابل استفاده در خودروهای تک دیفرانسیل و دو دیفرانسیل (با قفل دیفرانسیل و بدون قفل دیفرانسیل)</p>
<p>کنترل را برای جلوگیری از لرزش در خودروهای 4WD که به صورت مستقیم درگیر می‌شوند، اعمال می‌نماید</p>	<p>۲- لرزش را در خودروهای دو دیفرانسیل کم می‌نماید</p>