بسم الله الرحمن الرحیم

کتاب راهنمای معلم

(راهنمای تدریس)

رشتهٔ مکانیک خودرو

۶۴۸ کتاب معلّم رشتهٔ مکانیک خودرو/ مؤلفین : کیومرث قاجاریه، شهرام امینیان، احمد آقاخانی.
ر۶۳ ــ تهران : شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران، ۱۳۹۴.
۱۳۹۴ ۱۶۲ ص. ــ برنامه‌ریزی و نظارت، بررسی و تصویب محتوا : دفتر تألیف کتاب‌ها درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش وزارت آموزش و پرورش.
۱. رشتهٔ مکانیک خودرو. ۲. برنامه‌ریزی آموزشی. الف. قاجاریه، امینیان، آقاخانی. ب. ایران. وزارت آموزش و پرورش. دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش. ج. شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران. د. عنوان. هـ. فروست.

۱۳۹۴

همکاران محترم و دانش‌آموزان عزیز :

پیشنهادات و نظرات خود را دربارهٔ محتوای این کتاب بـه نشانی تهران ـ صندوق پستی شمارهٔ ۴۸۷۴/۱۵ دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش، ارسال فرمایند.

پیام‌نگار(ایمیل) info@tvoccd.sch.ir

وب‌گاه (وب‌سایت) www.tvoccd.sch.ir

وزارت آموزش و پرورش

سازمان پژوهش و برنامه‌ریزی آموزشی

برنامه‌ریزی محتوا و نظارت بر تألیف : دفتر تألیف کتاب‌های درسی فنی و حرفه‌ای و کاردانش

نام کتاب : کتاب راهنمای معلم رشتهٔ مکانیک خودرو ـ ۵۵۱/۴

مؤلفان : کیومرث قاجاریه، شهرام امینیان و احمد آقاخانی

ویراستار فنی : مهدی اسمعیلی

ویراستار ادبی : حسین داوودی

آماده‌سازی و نظارت بر چاپ و توزیع : ادارهٔ نظارت بر نشر و توزیع مواد آموزشی

تهران :خیابان ایرانشهرشمالی ـ ساختمان شمارهٔ ۴ آموزش و پرورش (شهید موسوی)

تلفن : ۹ـ۸۸۸۳۱۱۶۱، دورنگار : ۸۸۳۰۹۲۶۶، کدپستی : ۱۵۸۴۷۴۷۳۵۹،

وب سایت : www.chap.sch.ir

صفحه‌آرا : معصومه چهره‌آرا ضیابری

طراح جلد : طاهره حسن‌زاده

ناشر : شرکت چاپ و نشر کتاب‌های درسی ایران : تهران ـ کیلومتر ۱۷ جادّهٔ مخصوص کرج ـ خیابان ۶۱ (دارو پخش)

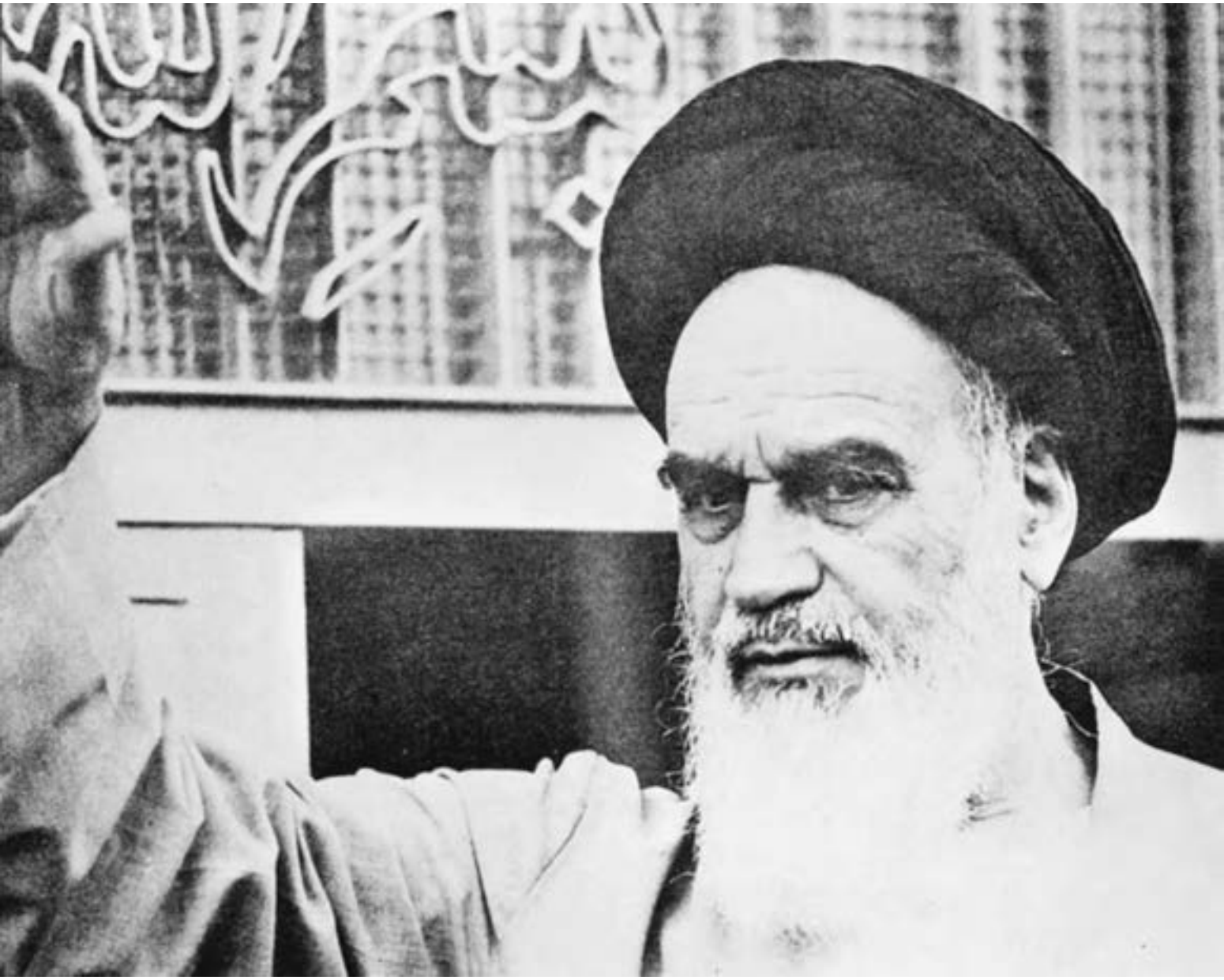
تلفن : ۵ـ ۴۴۹۸۵۱۶۱، دورنگار : ۴۴۹۸۵۱۶۰، صندوق پستی : ۱۳۹ـ۳۷۵۱۵

چاپخانه : سهند

سال انتشار و نوبت چاپ : چاپ دوم ۱۳۹۴

حقّ چاپ محفوظ است.

شابک ۸ -۱۶۸۴- ۰۵ - ۹۶۴ ISBN 964 -05- 1684 - 8



شما عزیزان کوشش کنید که از این وابستگی بیرون آیید و احتیاجات کشور خودتان را برآورده سازید، از نیروی انسانی ایمانی خودتان غافل نباشید و از اتّکای به اجانب بپرهیزید.

امام خمینی «قدّس سرّه الشّریف»

فهرست مطالب

مقدمه

فصل اول ــ نگاه کلی به خودرو ۱

۱ــ سیر تکامل صنایع اتومبیل در جهان ۱

۲ــ مکانیزم کلی خودروها ۳

۱ــ۲ــ برق و کنترل الکترونیکی خودرو ۳

۲ــ۲ــ کنترل آلاینده‌ها ۳

۳ــ۲ــ سیستم‌های عیب‌یاب هوشمند همراه خودرو ۳

۴ــ۲ــ سیستم انتقال قدرت ۴

۵ــ۲ــ سیستم تعلیق و فرمان ۴

۶ــ۲ــ ترمز خودرو ۴

۷ــ۲ــ لاستیک خودروها ۴

۸ــ۲ــ سیستم تهویه، گرمایش و تهویه‌ی مطبوع ۴

۹ــ۲ــ سیستم‌های برقی و الکترونیکی ۵

۱ــ۹ــ۲ــ نیروی محرکه ۶

۲ــ۹ــ۲ــ سیستم ارتباطات ۶

۳ــ۹ــ۲ــ سیستم ایمنی ۶

۴ــ۹ــ۲ــ سیستم آسایش سرنشین ۷

۱۰ــ۲ــ سایر موارد ۷

فصل دوم ــ حسگرهای خودرو ۸

۱ــ حسگرهای خودرو ۸

۱ــ۱ــ تعاریف و اصطلاحات ۸

۲ــ۱ــ کاربرد در وسایل نقلیه ۸

۳ــ۱ــ طبقه‌بندی ۹

۴ــ۱ــ نیازسنجی و روند توسعه حسگر در خودرو ۱۱

۱ــ۴ــ۱ــ ضریب اطمینان بالا ۱۱

۲ــ۴ــ۱ــ هزینه‌ی تولید پایین ۱۲

۳ــ۴ــ۱ــ سختی شرایط عملکرد ۱۲

۴ــ۴ــ۱ــ طراحی فشرده ۱۳

۵ــ۴ــ۱ــ درصد خطا ۱۴

۲ــ انواع حسگر ۱۶

۱ــ۲ــ حسگرهای تشخیص موقعیت ۱۶

۲ــ۲ــ حسگر با القا مغناطیسی ۱۸

۱ــ۲ــ۲ــ حسگرهای مگنتواستاتیک ۱۹

۲ــ۲ــ۲ــ حسگرهای گالوانومگنتیک ۱۹

۳ــ۲ــ۲ــ اثر هال ۱۹

۳ــ۲ــ انواع حسگر موقعیت و زاویه ۲۱

۱ــ۳ــ۲ــ حسگر دریچه‌ی گاز ۲۱

۲ــ۳ــ۲ــ حسگر سطح سوخت ۲۲

۳ــ۳ــ۲ــ حسگر پدال گاز ۲۳

۴ــ۳ــ۲ــ حسگر زاویه‌ی فلکه‌ی فرمان ۲۵

۵ــ۳ــ۲ــ حسگرهای زاویه‌ی فلکه‌ی فرمان با اثرهال ۲۶

۴ــ۲ــ حسگرهای سرعت و دور در دقیقه ۲۷

۱ــ۴ــ۲ــ حسگر سرعت موتور القایی ۲۹

۲ــ۴ــ۲ــ حسگر فاز اثرهال ۳۰

۳ــ۴ــ۲ــ حسگر سرعت چرخ ۳۲

۴ــ۴ــ۲ــ حسگرهای دور جعبه‌دنده ۳۳

۵ــ۲ــ حسگرهای نوع القایی برای سیستم جرقه‌زنی ۳۴

۶ــ۲ــ حسگر پیزوالکتریک یاو دیاپازونی ۳۵

۷ــ۲ــ حسگر پیزوالکتریک یاو با نوسانگر استوانه‌ای ۳۶

۸ــ۲ــ حسگرهای یاو میکرومکانیکال ۳۷

۱ــ۸ــ۲ــ حسگر یاو میکرومکانیکال با حرکت سطحی ۳۷

۲ــ۸ــ۲ــ حسگر میکرومکانیکال با ساختمان شانه‌ای ۳۸

۹ــ۲ــ حسگرهای شتاب و ارتعاش ۳۹

۱ــ۹ــ۲ــ حسگر شتاب اثرهال ۴۰

۲ـ۹ـ۲ـ حسگر شتاب میکرومکانیکال سطحی ۴۱
۳ـ۹ـ۲ـ حسگرهای شتاب پیزوالکتریک ۴۳
۴ـ۹ـ۲ـ حسگر ناک ۴۴
۱۰ـ۲ـ حسگرهای فشار ۴۵
۱۱ـ۲ـ حسگرهای میکرومکانیکال فشار ۴۶
۱ـ۱۱ـ۲ـ حسگر فشار مانی‌فولد ۴۶
۲ـ۱۱ـ۲ـ حسگر فشار اتمسفریک ۴۶
۳ـ۱۱ـ۲ـ حسگر فشار روغن و سوخت ۴۶
۴ـ۱۱ـ۲ـ حسگر با اجزای داخل خلأ مَرْجَع ۴۶
۵ـ۱۱ـ۲ـ حسگر مانی‌فولد با محفظه‌ی خلأ مرجع ۴۸
۶ـ۱۱ـ۲ـ حسگر فشار زیاد ۴۹
۷ـ۱۱ـ۲ـ حسگر فشار ریل بنزین ۴۹
۸ـ۱۱ـ۲ـ حسگر فشار روغن ترمز ۴۹
۱۲ـ۲ـ حسگرهای گاز و غلظت‌سنج ۵۰
۱ـ۱۲ـ۲ـ حسگر کیفیت هوا ۵۱
۲ـ۱۲ـ۲ـ حسگر اکسیژن لامبدا دومرحله‌ای ۵۲
۳ـ۱۲ـ۲ـ حسگر اکسیژن لامبدا زیر صفحه‌ای ۵۵

فصل سوم ــ پردازش اطلاعات و شبکه‌ی ارتباطی در وسایل نقلیه ۵۷
۱ـ۳ـ پردازش اطلاعات ۵۷
۱ـ۱ـ۳ـ واحد کنترل الکترونیکی ECU ۵۸
۲ـ۱ـ۳ـ سیگنال‌های ورودی دیجیتال ۵۸
۳ـ۱ـ۳ـ سیگنال‌های ورودی آنالوگ ۵۸
۴ـ۱ـ۳ـ سیگنال‌های خروجی به شکل پالس ۵۸
۵ـ۱ـ۳ـ آماده‌سازی اولیه‌ی سیگنال‌های ورودی ۵۸
۶ـ۱ـ۳ـ پردازش سیگنال ۵۸
۷ـ۱ـ۳ـ سیگنال‌های خروجی ۵۸
۸ـ۱ـ۳ـ میکروکامپیوتر ۵۸
۹ـ۱ـ۳ـ توان محاسبه ۵۸
۱۰ـ۱ـ۳ـ پردازش سیگنال حسگر ۶۰
۱۱ـ۱ـ۳ـ مثال‌های کاربردی ۶۱
۲ـ۳ـ کارترونیک ۶۲
۱ـ۲ـ۳ـ سیستم شبکه‌ی خودرو ۶۲
۲ـ۲ـ۳ـ طراحی و معماری ۶۳
۳ـ۲ـ۳ـ قواعد معماری ۶۳
۴ـ۲ـ۳ـ تجزیه و تحلیل نیازمندی‌ها ۶۳
۵ـ۲ـ۳ـ تشریح سیستم ۶۴
۳ـ۳ـ اصول مقدماتی شبکه‌سازی ۶۵
۱ـ۳ـ۳ـ توپولوژی باس ۶۷
۲ـ۳ـ۳ـ توپولوژی ستاره ۶۷
۳ـ۳ـ۳ـ توپولوژی حلقه ۶۸
۴ـ۳ـ۳ـ توپولوژی مشبک ۶۸
۵ـ۳ـ۳ـ توپولوژی ترکیبی ۶۸
۴ـ۳ـ شبکه‌های ارتباطی در خودرو ۶۹
۱ـ۴ـ۳ـ عملکرد بین سیستمی ۶۹
۲ـ۴ـ۳ـ الزامات و نیازمندی‌ها برای سیستم‌های Bus ۷۰
۳ـ۴ـ۳ـ طبقه‌بندی سیستم‌های Bus ۷۲
۴ـ۴ـ۳ـ کاربرد شبکه در خودرو ۷۲
۵ـ۴ـ۳ـ کوپلینگ شبکه‌های ارتباطی ۷۴
۶ـ۴ـ ۳ـ مثال‌هایی از شبکه‌ی ارتباطی خودرو ۷۴

فصل چهارم ــ سیستم‌های سوخت رسانی ۷۸
۱ـ۴ـ تاریخچه‌ی سیستم‌های تزریق سوخت ۷۸
۲ـ۴ـ سیستم‌های مدیریت موتور ۷۹
۳ـ۴ـ وظایف سیستم‌های سوخت‌رسانی ۷۹
۴ـ۴ـ انواع مواضع تزریق سوخت ۷۹
۵ـ۴ـ سیستم مدیریت موتور ۸۰
۱ـ۵ـ۴ـ واحد کنترل الکترونیکی موتور ای‌سی‌یو ۸۱
۲ـ۵ـ۴ـ سیستم‌های حلقه‌ی باز و حلقه‌ی بسته ۸۲

۶ـ۴ـ انواع سیستم‌های تزریق سوخت ۸۳
۱ـ۶ـ۴ـ سیستم K-Jetronic ۸۳
۲ـ۶ـ۴ـ سیستم KE-Jetronic ۸۳
۳ـ۶ـ۴ـ سیستم Mono-Jetronic ۸۳
۷ـ۴ـ سیستم موترونیک ۸۶
۸ـ۴ـ انواع سیستم موترونیک ۸۶
۱ـ۸ـ۴ـ سیستم موترونیک (M - Motro) ۸۸
۲ـ۸ـ۴ـ موترونیک ام ای (ME - Motronic) ۸۸
۳ـ۸ـ۴ـ سیستم تزریق مستقیم موترونیک دی‌آی (DI-Motronic) ۹۰

فصل پنجم ــ سیستم‌های ایمنی و حفاظتی خودرو ۹۳
۱ـ۵ـ سیستم ترمز ABS ۹۳
۲ـ۵ـ نسبت لغزش تایر ۹۴
۳ـ۵ـ نیروهای دینامیکی چرخ در اثر ترمز ۹۷
۴ـ۵ـ حلقه‌ی کنترل ABS ۹۸
۵ـ۵ـ سیستم کنترل ۹۹
۱ـ۵ـ۵ـ متغیرهای کنترلی ۱۰۰
۲ـ۵ـ۵ـ متغیرهای کنترلی در چرخ‌های غیرمحرک ۱۰۱
۳ـ۵ـ۵ـ متغیرهای کنترلی در چرخ‌های محرک ۱۰۱
۴ـ۵ـ۵ـ نمونه‌ای از سیکل‌های کنترلی ۱۰۲
۵ـ۵ـ۵ـ کنترل حلقه‌ی بسته‌ی ترمزگیری روی سطح جاده‌ی لغزنده ۱۰۳
۶ـ۵ـ۵ـ چگونگی تعدیل فشار در سیستم ABS ۱۰۶
۷ـ۵ـ۵ـ فرآیند کنترل حلقه‌ی بسته ۱۰۷
۸ـ۵ـ۵ـ پایش وظایف ۱۰۷
۶ـ۵ـ سیستم ABS در خودروهای چهارچرخ محرک ۱۰۸
۱ـ۶ـ۵ـ حسگر سرعت چرخ ۱۱۳
۲ـ۶ـ۵ـ حسگر G ۱۱۳
۳ـ۶ـ۵ـ سوئیچ تشخیص درگیری چرخ جلو سوئیچ و تشخیص قفل دیفرانسیل مرکزی ۱۱۵
۴ـ۶ـ۵ـ سوئیچ تشخیص قفل دیفرانسیل عقب ۱۱۵
۵ـ۶ـ۵ـ سوئیچ لامپ ترمز ۱۱۶
۶ـ۶ـ۵ـ کنترل فشارروغن ترمز ۱۱۷
۷ـ۵ـ سیستم کیسه‌ی هوا ۱۲۰
۱ـ۷ـ۵ـ عملکرد کیسه‌ی هوا ۱۲۰
۲ـ۷ـ۵ـ انواع سیستم ۱۲۱
۳ـ۷ـ۵ـ حسگر G شتاب و حسگر ضربه ۱۲۳
۴ـ۷ـ۵ـ سیستم ایمنی تکمیلی (SRS) ۱۲۵
۵ـ۷ـ۵ـ منبع تغذیه‌ی انرژی واحد منبسط کننده ۱۲۶
۶ـ۷ـ۵ـ عملکرد دستگاه عیب‌یابی ۱۲۶
۷ـ۷ـ۵ـ مدول کیسه‌ی هوا ۱۲۸
۸ـ۷ـ۵ـ منبسط کننده ۱۲۹
۹ـ۷ـ۵ـ فنر ساعتی ۱۲۹
۱۰ـ۷ـ۵ـ چراغ نشانگر سیستم ایمنی تکمیلی ۱۳۲
۱۱ـ۷ـ۵ـ کمربند ایمنی با پیش‌کشنده ۱۳۲

فصل ششم : فرمان‌های پرقدرت و روش‌های تقویت نیروی ترمز ۱۳۴
۱ـ۶ـ فرمان‌های پرقدرت ۱۳۴
۲ـ۶ـ روش‌های تقویت نیروی ترمز ۱۴۱

فصل هفتم : خدمات پس از فروش ۱۴۵
۱ـ۷ـ مقدمه ۱۴۵
۲ـ۷ـ تعریف خدمات پس از فروش ۱۴۵
۱ـ۲ـ۷ـ گارانتی ۱۴۵
۲ـ۲ـ۷ـ وارانتی ۱۴۵
۳ـ۲ـ۷ـ شرکت خدمات پس از فروش ۱۴۵
۴ـ۲ـ۷ـ تعمیرگاه مجاز ۱۴۶

۵ـ۲ـ۷ـ عاملیت مجاز ۱۴۶
۶ـ۲ـ۷ـ قطعات داغی ۱۴۶
۳ـ۷ـ انواع خدمات ۱۴۶
۱ـ۳ـ۷ـ خدمات کلی ۱۴۷
۲ـ۳ـ۷ـ خدمات معین ۱۴۷
۳ـ۳ـ۷ـ خدمات مقدماتی ۱۴۷
۴ـ۳ـ۷ـ خدمات مرجع ۱۴۸
۵ـ۳ـ۷ـ خدمات چرخ و لاستیک ۱۴۸
۶ـ۳ـ۷ـ خدمات راننده ۱۴۸
۷ـ۳ـ۷ـ خدمات طلایی ۱۴۸
۴ـ۷ـ ضمانت بخش‌های مختلف خودرو ۱۴۸
۱ـ۴ـ۷ـ ضمانت موتور ۱۴۸
۲ـ۴ـ۷ـ ضمانت جعبه دنده ۱۴۸
۳ـ۴ـ۷ـ ضمانت چرخ‌های محرک جلو ۱۴۸
۵ـ۷ـ اخلاق حرفه‌ای ۱۴۸
۶ـ۷ـ مشتری‌مداری ۱۵۱
۷ـ۷ـ مهارت کسب اطلاعات از مشتری ۱۵۱
۸ـ۷ـ اهمیت مشتری ۱۵۱
۱ـ۸ـ۷ـ تعریف ارتباط ۱۵۲
۲ـ۸ـ۷ـ شرایط ارتباط اثر بخش ۱۵۲
۳ـ۸ـ۷ـ روش‌های برقراری ارتباط ۱۵۲
۴ـ۸ـ۷ـ نحوه‌ی شروع مکالمه ۱۵۲
۵ـ۸ـ۷ـ اثرات برخورد اولیه ۱۵۳
۶ـ۸ـ۷ـ ارتباط با مشتری ۱۵۳
۷ـ۸ـ۷ـ راه‌های ایجاد و حفظ ارتباط اثر بخش با مشتری ۱۵۳
۸ـ۸ـ۷ـ کسب اطلاعات از مشتری ۱۵۳

فصل هشتم : گامی به آینده ۱۵۵

پیوست :
۱ـ نمادشناسی ۱۵۸
۲ـ واژه‌شناسی ۱۵۸
۳ـ منابع و مآخذ ۱۶۲

مقدمه

سپاس خدای را عزّوجل که به ما توفیق داد تا لحظاتی از عمر خودرا صرف تفکر و فعالیت در جهت ائتلای اهداف نظام آموزش و پرورش کشورصرف نماییم.

کتابی که در پیش روی دارید بنا به درخواست دفتر برنامه‌ریزی و تألیف آموزش‌های فنی و حرفه‌ای وکار دانش جهت دانش‌افزایی مدرسان رشته‌ی مکانیک خودرو تهیه و تدوین گردیده است.

سرعت تغییرات تکنولوژی در جامعه‌ی صنعتی علی‌الخصوص در صنایع خودرو به قدری سریع و متنوع است که به طراحان، تکنولوژیست‌ها مخصوصاً به استادکاران و تکنسین‌های کشورمان مجال تفکر و تدبّر باقی نگذاشته است با علم به این که یادگیری و توانمندشدن فارغ‌التحصیلان حرف و رشته‌های مکانیک خودرو درصد زیادی در ارتباط با سطح آگاهی مدرسان و استادکاران مجهّز به علم روز است این فرضیه وظیفه‌ی اصلی وزارت آموزش و پرورش و به تبع آن آموزشکده‌های فنی و مهندسی را به خوبی مشخص می‌کند که قسمت اعظم فعالیت خود را به تربیت تکنسین و معلم فنی معطوف بدارند.

مسلماً کم‌سوادی و عدم توانمندی در اجرای کارهای فنی فارغ‌التحصیلان در جامعه‌ی صنعتی در درجه‌ی اول نتیجه‌ی کمبود مدرسان و استادکاران ماهر در هنرستان‌ها و آموزشکده‌های فنی است، مسلماً هرچه این طبقه در رشته‌های خود متعهد و توانمند باشند برون داد مؤسسات افراد باسواد کارآمد خواهد بود. فارغ‌التحصیلان مجهز به تکنولوژی‌های جدید متولیان خوبی برای حفاظت از به هدر رفتن سرمایه‌های سرگردان مردم و دولت که بدون انجام سرویس و تعمیرات لازم در خیابان‌ها و جاده‌ها حرکت کرده و مستهلک می‌شوند خواهند بود.

پر واضح است که کشورهای سازنده هر نوع ماشین‌آلات سود اصلی را از فروش آن‌ها به‌دست نمی‌آورند، بلکه سود اصلی از فروش قطعات یدکی است که به علت عدم آگاهی تعمیرکاران و مصرف‌کنندگان به جیب آن‌ها سرازیر می‌شود.

در این کتاب مختصری از تکنولوژی‌های جدید به‌کار گرفته شده در خودروهای مدل جدید به خدمت همکاران تقدیم می‌شود. امید است مدرسین عزیزی که دغدغه بی‌محتوا بودن کتاب‌های فنی دارند ادامه دهنده‌ی کار اینجانبان باشند تا در خلال این دگرگونی‌ها هنرجویان عزیز با دستی پر از هنرستان‌ها یا آموزشکده‌ها فارغ‌التحصیل شوند.

در این کتاب شناخت کلی در ارتباط با مبانی برق و الکترونیک وکاربرد آن در حسگرها و عملگرها و همچنین سیستم انتقال قدرت، سیستم‌های ایمنی و حفاظتی، سیستم جرقه‌زنی، پردازش اطلاعات و شبکه ارتباطی، سیستم ایربگ، فرمان‌های پرقدرت و ترمزهای ABS و موضوعات تازه‌ای که در محتوای کتاب می‌باشد آمده است.

در خاتمه از دوستان و همکاران که به نوعی در تهیه و تدوین این کتاب اینجانب را یاری داده‌اند بی‌نهایت متشکرم. از خوانندگان عزیز (مدرسان، تکنسین‌ها، استادکاران) انتظار دارم که هرگونه انتقاد اشکال و نقصی که می‌تواند در غنای کتاب مؤثر واقع شود دریغ نفرمایند.

مؤلفان

فصل اول

نگاه کلی به خودرو

۱ــ سیر تکامل صنایع اتومبیل در جهان

اتومبیل را شخص به‌خصوصی اختراع نکرده، بلکه این وسیله به تدریج تکامل یافته و به شکل امروزی درآمده است. صنعت اتومبیل در ابتدا به صورت چندین تجربه‌ی اتفاقی و به‌وسیله‌ی چند مخترع ابداع گردید ولی به‌طور پیوسته روی آن کار کرده‌اند تا به شکل امروزی درآمده است و تأثیر عمیقی در جوامع بشری داشته و دارد.

اتومبیل پس از اختراع یک وسیله‌ی ساده بود، که در اختیار اشرافیت قرار داشت، ولی در حال حاضر، برای میلیون‌ها انسان، یک وسیله‌ی زندگی تلقی می‌شود. بیش از ۱۲٪ اشتغال در کشور ما، مستقیم و غیرمستقیم، به خودرو مربوط است و حدود ۱۵٪ از پرداخت حقوق و دستمزد را نیز به خود اختصاص داده است.

درگذشته با پی‌بردن به روش‌های «اختراع»، تکامل این صنعت ادامه یافت. در بین سال‌های ۱۸۶۰ و ۱۹۷۰ میلادی در اروپا تجارب مختلفی به‌وسیله‌ی چندین تن از مهندسین تحقق یافت.

یکی از این تجربیات، ساختن یک موتور چهارسیلندر و نصب آن به روی یک گاری کوچک بود، که توسط شخصی به نام زیگفرید مارکوس (Siegfried Marcus)، در سال ۱۸۷۴ میلادی، در شهر وین انجام گرفت. موتور این وسیله‌ی نقلیه بخاری بود و عمل احتراق در خارج از سیلندر صورت می‌گرفت، به این موتورها احتراق خارجی یا موتور برون سوز می‌گویند. رفته رفته موتورهای برون‌سوز به موتورهای درون‌سوز تبدیل گردید. عمل احتراقِ مخلوط هوا وگاز زغال‌سنگ این موتورها، در داخل سیلندر به‌وسیله‌ی جرقه‌زنی انجام می‌شد.

نمونه‌ی بارز و عملی موتور احتراق داخلی در سال ۱۸۷۶ میلادی، به‌وسیله‌ی یک مهندس آلمانی به نام نیکلاس اتو (Nicholass Otto) با موفقیت ساخته شد. دراین سیستم، عمل تراکم سوخت قبل از شروع احتراق، در داخل سیلندر انجام می‌گرفت و راندمان قابل توجهی را به‌وجود می‌آورد. تبدیل سوخت مایع به گاز تأثیر مهمی در این صنعت ایجاد کرد و امکان افزایش قدرت و سرعت را فراهم نمود. البته در این عصر عوامل مختلفی آماده گردید و قهرمانان صنعت در هموار نمودن مسیر، کوشش بسیار نمودند. از آن جمله می‌توان گات‌لیب دایملر (Cottlib Dimler) و کارل‌بنز (Carl Benz) را نام برد.

بنز، که یک مهندس مکانیک متبحر بود، برای سیستم جرقه‌زنی خود از الکتریسیته استفاده نمود. کمک «لواسور» به تکامل صنعت اتومبیل بسیار بااهمیت بود. او توانست سیستم انتقال قدرت را، که تا آن زمان تسمه‌ای بود، به صورت کلاچ و گیربکس درآورد. به علاوه، سیستم موتور جلو و محرک عقب را طرح نمود که سال‌ها به عنوان سیستم استاندارد اتومبیل مورد استفاده قرار می‌گرفت.

در سال ۱۸۹۸، یک فرد انگلیسی به نام «فردریک لنچستر» موتور دوسیلندری ساخت که درآن ازگیربکس سیاره‌ای (epicyclic) یامحور محرک به جای زنجیر استفاده می‌شد.

به علاوه، چرخ دنده‌ی حلزونی، محور زنده، در عقب، میل‌لنگ متعادل و سیستم روغنکاری تحت فشار را به ثبت رساند. (تا آن زمان روش روغنکاری قطره‌ای یا پاششی بود).

درسال ۱۸۹۴، «دودیون» (Count Albert Dodion) احساس کرد که آینده وسایط نقلیه مرتبط با نفت خواهد بود و درصدد ساختن یک موتور یک سیلندر هوا خنک برآمد. رنو از یک محور برای انتقال حرکت به چرخ‌های عقب استفاده نمود و در مسیر آن قفل گاردان به کار برد تا تأثیر ارتعاشات تعلیق مستقل عقب بر محور محرک راحذف نماید.

طرح دیگر رنو ساخت اتومبیل مسقّف بود. گرچه قبلاً پانارد آن را مورد توجه قرار داده بود. درست قبل از آغاز قرن بیستم میلادی، رنو اولین اتومبیل با بدنه‌ی کاملاً بسته را عرضه نمود.

یکی ازمهم ترین انگیزه‌های پیشرفت صنایع اتومبیل، مسابقات اتومبیل‌رانی است که می‌توان گفت اکثر قطعات اساسی در اتومبیل با انگیزه‌ی سبقت‌جویی ابداع گردیده‌اند. از آن جمله می‌توان سیستم ترمزها، تایرها، سوخت، چراغ‌ها، تعلیق، طراحی شاسی و موتور را نام برد.

مشکل ترمز خودروها تا چند سال هم‌چنان باقی ماند، «لنچستر» درسال ۱۹۰۲اولین ترمز دیسکی را به ثبت رساند ولی پنجاه سال طول کشید تا ترمز دیسکی در خودروها به کارگرفته شود.

در سال ۱۹۰۸ اولین مدل Fordt به نام مدل Tin lizzie وارد خط تولید گردید و فرهنگ قرن بیستم را بنا نمود.

طرح‌های «هنری فورد» وبرنامه‌ریزی دقیق او به تولید انبوه امروز منجر گردید و اولین خط مونتاژ زنجیری و شیوه‌های تکنیکی تولیدات ریخته‌گری بدنه‌ی موتور به صورت یک پارچه و سرسیلندر جداگانه به صنعت عرضه شد.

تا سال ۱۹۳۰، دلیل مهم پایین بودن شتاب اتومبیل‌ها مسئله‌ی وزن موتور بود. زیرا موتور و اتومبیل بسیار سنگین ساخته می‌شد. رفته رفته با تولید فولادهای بهسازی شده، از قبیل فولاد وانادیم به‌وسیله‌ی هنری فورد قطعات به‌کار رفته در اتومبیل سبک‌تر و ارزان‌تر تمام شد.

در سال ۱۹۱۱، کادیلاک یک استارت الکتریکی روی موتور نصب کرد و مرحله‌ی مهمی را در عمومیت بخشیدن استفاده از اتومبیل آغاز نمود. به‌خصوص برای استفاده‌ی خانم‌ها نیز معمول گردید.

اختراع برف پاک‌کن الکتریکی در سال ۱۹۲۲، صندلی قابل تنظیم در سال ۱۹۱۴، مجهز شدن اتومبیل‌های مسقف به بخاری در سال ۱۹۱۷ و نصب چراغ اتوماتیک دنده عقب در سال ۱۹۲۱، سوخت نمای الکتریکی در سال ۱۹۲۲ و شیشه بالابر در سال ۱۹۲۵ ساختار اتومبیل‌ها را به سوی تکامل به پیش برد.

در اروپا سیر تحولاتی چون سرعت‌سنج، کمک فنر، چراغ‌های الکتریکی و استارت به این تکامل سرعت بخشید.

برای استفاده‌ی همگان از اتومبیل،کارخانه‌ی فولکس واگن به سرعت تولید انبوه خویش را آغاز کرد و به همراه آن محصول خویش را به امکانات و تسهیلات استاندارد مجهز نمود. «پورشه» با به‌کار گرفتن روشی در تولید در سال ۱۹۳۲ بالغ بر ۱۲ میلیون اتومبیل فولکس واگن تولید نمود. طرح مطلوب فولکس واگن تا آن‌جا مورد پسند بود که در مدت ۴۰ سال تغییرات اساسی در آن داده نشد.

وقتی در سال ۱۹۲۲ ساخت اولین اتومبیل‌های بدون شاسی «لانچیا» در ایتالیا آغاز شد، «سیتروئن» در فرانسه از آن برای اتومبیل‌های محرک جلو استفاده نمود. در مدل‌های ۱۹۳۴ شاسی را حذف کرد، در سال ۱۹۳۷ انگلیسی‌ها اتومبیل «واکسال» خود را بدون شاسی ساختند.

امروزه، بااستفاده از سیستم‌های الکتریسیته و هیدرولیک، تحولات مهمی دربهبود وضع خودروها به‌وجود آورده‌اند که از تنظیم صندلی‌ها گرفته تا ساخت فرمان‌ها و سیستم تعلیق هیدرولیکی و شیشه بالابرها و جعبه‌دنده‌های اتوماتیک و... پیش رفته است.

اتومبیل‌های NSURO80 آلمانی و Mazda cosmo به موتورهای وانکل مجهزند. از طرف دیگر توجه به مقررات ایمنی و اجتماعی در طراحی اتومبیل‌ها بالا رفته است.

وضع قوانین ایمنی، کنترل آلودگی محیط زیست، استانداردهای مصرف مواد در خودروها به‌قدری سازندگان خودروها را تحت فشار قرار داده است که می‌توان گفت در دنیای اتومبیل، هم‌اکنون مجموعه‌ای از قوانین اجتماعی برآن

حکومت می‌کند. با توجه به روند تغییرات فناوری در خودرو، می‌توان به این نکته اشاره نمود که اجزای الکتریکی و الکترونیکی تا آن‌جا که ممکن است جایگزین اجزای مکانیکی موجود می‌شود و سیستم‌های نرم‌افزاری تا آن‌جا که امکان دارد جای سیستم‌های الکتریکی و الکترونیکی فعلی را می‌گیرند.

به‌طور کلی تغییرات درخودرو را به سه صورت می‌توان بیان کرد :

الف : بهبود سیستم‌های موجود در خودرو، جهت تحت کنترل در آوردن سیستم‌ها؛

ب : ایجاد سیستم‌های جدید، جهت بهبود کارایی کلی خودرو و بهبود در نگهداری و تعمیرات؛

ج : هوشمند نمودن خودرو.

۲ــ مکانیزم کلی خودروها

خودرو مجموعه‌ای از قطعات طراحی شده‌ی گوناگون است، که با نظم خاصی و مرتبط به یک‌دیگر، طوری کنار هم قرارگرفته‌اند که هدف موردنظر را تأمین می‌نماید.

اگرچه هم‌اکنون درکتب آموزشی قسمت‌های مختلف خودروها به هفت گروه اصلی تولید قدرت (موتور)، انتقال قدرت، فنربندی و تعلیق، چرخ‌بندی و ترمزها، بدنه و اتاق و شاسی، هدایت و فرمان و مدارات الکتریکی تقسیم‌بندی شده است، لیکن با تحولات شگرف رخ داده در صنعت اتومبیل، ضمن تکمیل این بخش‌ها، بخش‌های دیگری به قسمت‌های مختلف اتومبیل اضافه گردیده است.

۱ــ۲ــ برق و کنترل الکترونیکی خودرو

اکنون بیش‌تر موتورها کنترلگرهای الکترونیکی دارند که زمان جرقه‌زنی هر شمع را تعیین می‌کنند تا هر شمع در لحظه‌ی مناسب جرقه بزند، این لحظه درست لحظه‌ی پیش از رسیدن پیستون به نقطه‌ی مرگ بالایی در حرکت تراکم است.

در موتورها،کنترلگرهای الکترونیکی زمان بازشدن سوخت‌پاش‌ها (انژکتورها) را نیز تنظیم می‌کنند. این سوخت‌پاش‌ها در لحظه‌ی مناسب باز می‌شوند و به سوخت و هوا امکان می‌دهند که درحین ورود به سیلندرهای موتور باهم مخلوط شوند. درواقع کنترلگرهای الکترونیکی موتور تعیین می‌کنند که سوخت‌پاش‌ها چه‌مقدار سوخت باید به موتور تزریق کنند.

۲ــ۲ــ کنترل آلاینده‌ها

بیش‌تر آلاینده‌هایی که ازخودروها خارج می‌شوند، نتیجه‌ی احتراق سوخت هستند، اما همه‌ی آن‌ها در نتیجه‌ی احتراق پدید نمی‌آیند.

در خودروها چهارمنبع برای آلاینده‌های هوا معرفی شده‌اند. این منبع‌ها عبارت‌اند از کارتر، هواکش یا کاربراتور، باک و لوله‌ی اگزوز. کنترلگر های آلایندگی خودرو مقدار آلاینده‌های تولید شده در منبع را کنترل می‌کنند. این کنترلگرها در حقیقت از سه سیستم تشکیل می‌شوند :

۱ــ سیستم کنترل آلایندگی کارتر؛

۲ــ سیستم کنترل آلایندگی تبخیری؛

۳ــ سیستم کنترل آلایندگی اگزوز.

۳ــ۲ــ سیستم‌های عیب‌یا ب هوشمند همراه خودرو

بیش‌تر خودروهایی که موتور آن‌ها با کامپیوتر کنترل می‌شود به یک سیستم عیب‌یاب هوشمند مجهز شده‌اند و می‌توان بااستفاده از دستگاه‌های عیب‌یاب پرتابل و رایانه‌ای همه‌ی رمزهای عیب ذخیره شده در حافظه‌ی سیستم کامپیوتری را بازیابی کرد. با استفاده از این اطلاعات عیب‌یابی سریع‌تر و دقیق‌تر می‌شود. اما بیش‌تر رمزهای عیب فقط به مدار یا سیستم معیوب اشاره می‌کنند.

۴ــ۲ــ سیستم انتقال قدرت

در سیستم انتقال قدرت، تغییراتی چون حذف دیفرانسیل وکاردان و جانشین شدن جعبه دنده‌ی دیفرانسیل سرخود دستی و اتوماتیک به جای جعبه دنده‌های قبلی باعث شده بتوان موتورها را به صورت عرضی قرار داد.

برای خودکارکردن کلاچ‌ها نیز از وسایل الکترونیکی مختلفی استفاده شده است. در این نوع کلاچ‌ها، حسگرها اطلاعات لازم را درباره‌ی کار دریچه‌ی گاز، موتور، کلاچ و جعبه دنده به یک مدول الکترونیکی می‌فرستند. وقتی راننده دسته‌ی دنده را جابه‌جا می‌کند، مدول کنترل الکترونیکی به دستگاه محرک هیدرولیکی سیگنال می‌دهد. این دستگاه، فشار سیّال را در سیلندر هیدرولیکی کنترل می‌کند تا کلاچ را درگیر یا خلاص کند. کلاچ خودکار انواع دیگر هم دارد. همه‌ی‌این کلاچ‌ها هنگامی خلاص می‌شوند که واحد کنترل، سیگنال مقتضی را به یک کارانداز برقی، هیدرولیکی، بادی (پنوماتیکی) یا خلأی بفرستد. علاوه برآن، می‌توان به جعبه‌دنده‌های دوحالته یا دومنظوره (دستی و اتوماتیک)، که در حال جای‌گزینی جعبه دنده‌های قبلی است اشاره نمود.

۵ــ۲ــ سیستم تعلیق و فرمان

در سیستم‌های تعلیق خودروهای مختلف از کمک فنرهایی که می‌توانند ارتفاع خود را تنظیم کنند و یا با چنان تنظیمی فرمان‌پذیری خودرو و راحتی سفر را تغییر دهند، استفاده شده است.

کمک فنرهایی که قابلیت اضافی دارند عبارت‌اند از کمک‌فنرهای فنرــ معین، کمک فنرهای تنظیم‌پذیر، کمک فنرهای بادی با کنترل الکترونیکی. اکنون بسیاری از خودروها هم به سیستم کنترل خودکار فنرها مجهز شده‌اند.

بیش‌تر سیستم‌های تعلیق درگذشته غیرفعال بوده‌اند، که در حال حاضر، در بعضی از خودروها با استفاده از سیستم تعلیق فعال و نیمه‌فعال، به جای فنر، کمک فنر از کاراندازهای هیدرولیکی یا پنوماتیکی با سیستم‌های کنترل الکترونیکی استفاده می‌شود. پس از استفاده از فرمان‌های هیدرولیکی بعضی از اتومبیل‌ها مجهز به سیستم فرمان الکتریکی شده‌اند. در این خودروها نیروی کمکی به وسیله‌ی یک الکتروموتور تأمین می‌شود.

فرمان‌پذیری چهارچرخ یکی دیگر از پدیده‌های حال حاضر خودروها محسوب می‌شود که در انواع مکانیکی، هیدرولیکی و الکترونیکی وجود دارند. هم‌چنین در این بخش می‌توان از تجهیزات کنترل و اندازه‌گیری زوایا (هندسه تعلیق) چرخ‌ها که امکان کنترل را بسیار دقیق و راحت‌تر کرده نام برد.

۶ــ۲ــ ترمز خودرو

در بیش‌تر اتومبیل‌ها ترمزپایی هیدرولیکی به کاررفته است. در بسیاری از کامیون‌های سبک و سنگین و اتوبوس‌ها از ترمز بادی استفاده می‌شود و هم‌چنین بسیاری از یدک‌کش‌های قایق و کاروان ترمز برقی دارند.

سیستم‌های مختلف دیگری در ترمزها پدید آمده‌اند که قابلیت‌های بیش‌تری دارند، از جمله ضدقفل نمودن سیستم ترمز، استقرار روی جاده در حالت‌های مختلف (یخ‌زدگی، خیس بودن و ناهمواری‌های غیرمعمول)، استقرار درسرپیچ‌ها در کلیه‌ی حالات جاده‌ای، هماهنگ‌سازی عملیات ترمزگیری چهارچرخ برای جلوگیری از هرگونه انحراف خودرو در حین ترمز کردن و کاهش فاصله‌ی زمانی و مکانی از لحظه‌ی ترمز گرفتن تا لحظه‌ی ایستادن خودروها.

۷ــ۲ــ لاستیک خودروها

استفاده از لاستیک‌های رادیال و لاستیک‌های بدون تیوب، درکنار استفاده از لاستیک‌های مقاوم با امکان حرکت تا حدود ۲۰۰ کیلومتر بعد از پنچری (آسیب دیدن لاستیک) از جمله تحولات به‌کار گرفته شده در لاستیک خودروهاست.

۸ــ۲ــ سیستم تهویه، گرمایش و تهویه‌ی مطبوع

برای سلامتی و آسایش سرنشینان خودرو، فرآیند تهویه در خودروها انجام می‌شود. تهویه در خودروها به دو روش صورت می‌گیرد. تهویه‌ی کنترل نشده، تهویه‌ی تحت کنترل.

اضافه شدن گرمکن‌های الکتریکی برای گرم شدن فضای

اتاق خودروها، قبل از گرم شدن مایع خنک‌کننده و جایگزینی اتوماتیک حرارت مایع سیستم خنک‌کننده‌ی موتور به جای گرمکن‌های الکتریکی در زمان مقتضی از جمله تحولات سیستم گرمایش خودروهاست.

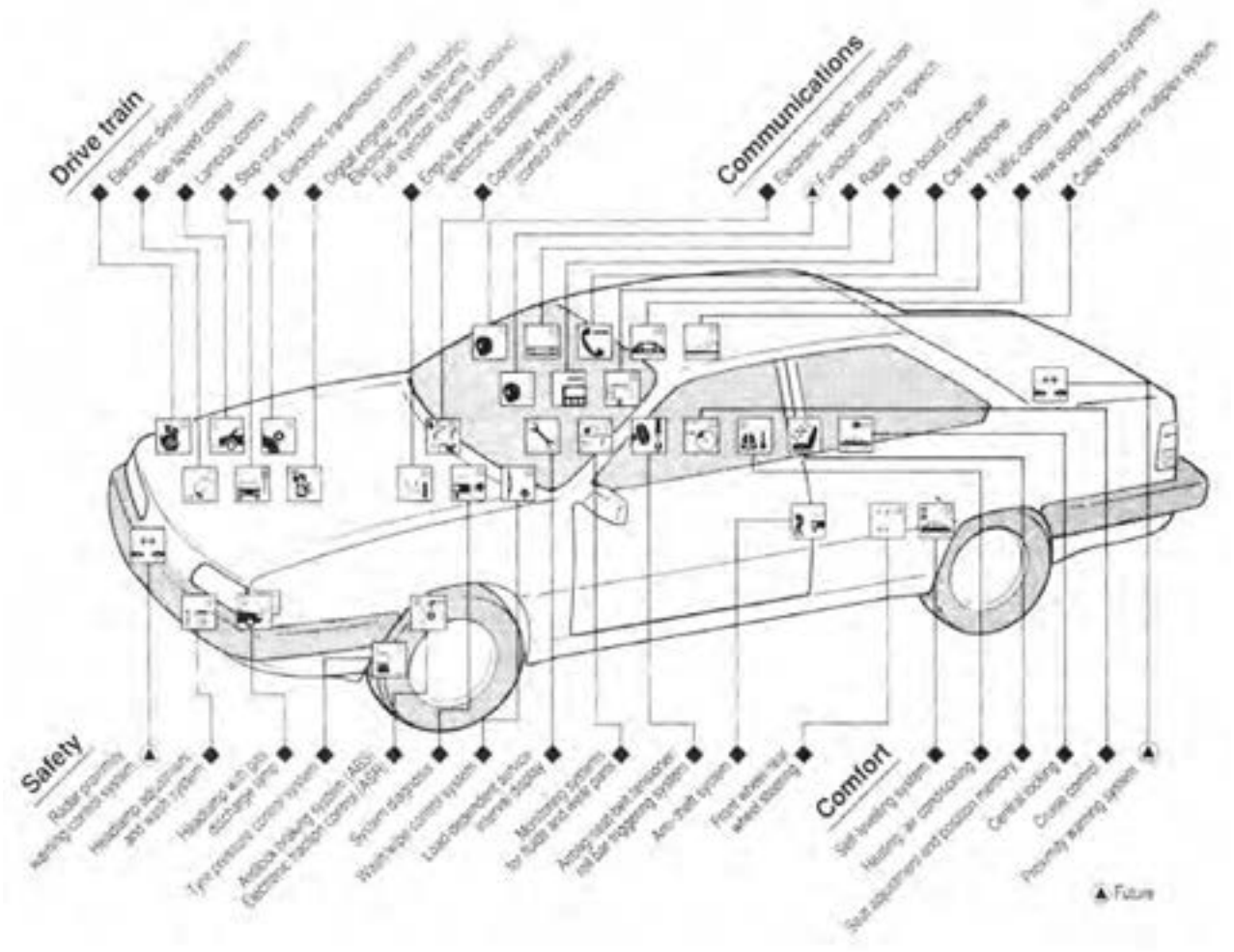
وسایل ایمنی سیستم تهویه‌ی مطبوع کامل‌تر شده‌اند، ازجمله کلید دمای محیط، کلید قطع فشارکم، شیر فشار شکن فشارزیاد، کلید قطع فشار زیاد، مراقب گرمایی وکلید گرمایی بیش ازحد، به سیستم‌های تهویه‌ی مطبوع خودروها اضافه شده‌اند.

در بعضی از خودروها، مدول کنترل سیستم تهویه‌ی کولر و سایر سیستم‌های تهویه و گرمایشی راکنترل می‌کنند.

۹ــ۲ــ سیستم‌های برقی و الکترونیکی

در طی بیست سال گذشته، صنعت الکترونیک تغییرات شگرفی درخودروها ایجاد کرده است. این تغییرات هم‌چنان ادامه دارد و درتصویر نمایش داده شده است.

همچنین باید به رشته‌های جدیدی در زمینه‌ی خودرو، از قبیل مکانزونیک خودرو، خدمات بعد از فروش خودرو و غیر آن‌ها اشاره نمود.



شکل۱ــ۱

ماهیت این موضوع به‌گونه‌ای است که در حین برنامه‌ریزی،تألیف و چاپ این کتاب، نوآوری‌های دیگر پدیدار شده یا می‌شوند.

این تغییرات، همان‌گونه که در تصویر نشان داده شده است، در چهار بخش ذیل طبقه‌بندی می‌شود.

۱ــ۹ــ۲ــ نیروی محرکه شامل (Drive train)

ــ سیستم کنترل الکترونیکی دیزل
(Electronic diesel control system)

ــ سیستم کنترل دور آرام
(Idle-speed control)

ــ کنترل لامبدا
(lambda control)

ــ سیستم راه‌انداز و توقف
(stop-start system)

ــ سیستم کنترل الکترونیکی جعبه‌دنده
(Electronic transmission control)

ــ سیستم کنترل دیجیتالی موتور (موترونیک)
(Digital engine control) (motronic)

ــ سیستم جرقه الکترونیکی
(Electronic ignition systems)

ــ سیستم سوخت‌رسانی انژکتوری
(Fuel injection system)

ــ سیستم کنترل توان موتور
(Engine power control)

ــ پدال گاز الکترونیکی
(electronic accelerator pedal)

ــ کنترل سطوح شبکه‌ای (واحد کنترل ارتباط)
(controller Area Network)

۲ــ۹ــ۲ــ سیستم ارتباطات شامل : communications

ــ سیستم تولید صدا (گفتار)
(Electronic speech reproduction)

ــ سیستم کنترل وظیفه صدا
(Function control by speech)

ــ رادیو
(Radio)

ــ رایانه‌ی همراه
(on- board computer)

ــ تلفن
(car telephone)

ــ سیستم اطلاع‌رسانی کنترل ترافیک
(Traffic control and information systems)

ــ فناوری جدید نمایشگرها
(New display technologies)

ــ سیستم سیم‌کشی مولتی پلکس
(cable harness multiplex system)

۳ــ۹ــ۲ــ سیستم ایمنی شامل : Safety

سیستم کنترل رادار فاصله‌یاب
(Radar proximity warning/control system)

ــ سیستم تنظیم نور و شست‌وشوی چراغ‌های جلو
(Head lamp adjustment and wash system)

ــ چراغ‌های جلو با لامپ گازی
(Head lamp with gas dischagarge lamp)

ــ سیستم کنترل فشار باد تایرها
(Tyre Pressure control system)

ــ سیستم ترمز ضد قفل
Auntilock braking system (ABS)

ــ کنترل الکترونیکی گشتاور
Electronic traction control (ASR)

ــ سیستم عیب‌یاب
(system diagnosis)

ــ سیستم کنترل برف‌پاک‌کن و شیشه‌شوی
(wash/wipe control system)

ــ نمایشگر فاصله (مدت)ی سرویس
(Load- dependent service in terval display)
ــ سیستم پایش سیالات و قطعات (دمای موتور، میزان سوخت، روغن ترمز، آب رادیاتور، روغن موتور و . . .)
(Monitoring systems for fluids and wear parts)
ــ سیستم فعال‌کننده‌ی کیسه‌ی هوا/ کمربند، پیش‌کشنده/ سیستم میله‌ی محافظ سرنشین
(Air bag/ seat - belt tensioner/ roll bar triggering system)
ــ سیستم ضدسرقت
(Anti- theft system)
ــ سیستم فرمان‌پذیری چرخ‌های جلو و عقب
(Frout wheel/ rear wheel steering)

۴ــ۹ــ۲ــ سیستم آسایش سرنشین (راحتی سرنشین) شامل (comfort)

ــ سیستم تنظیم ارتفاع اتومبیل
(self- levelling system)
ــ گرمایش، تهویه‌ی هوای مطبوع
(Heating, air - conditioning)
ــ حافظه‌ی تنظیم و وضعیت صندلی
(Seat adjust ment and position memory)
ــ قفل مرکزی
(central Locking)
ــ کنترل سرعت
(Cruse control)
ــ سیستم فاصله‌یاب
(Proximity warning system)

۱۰ــ۲ــ سایر موارد

به موارد ذکرشده قبلی می‌توان تحولات ذیل را اضافه نمود :

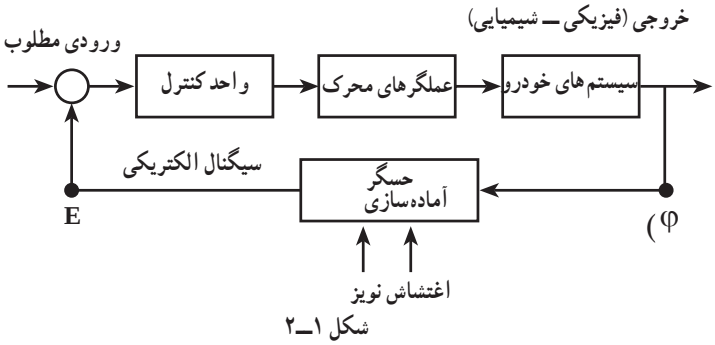
ــ سیستم بهینه‌سازی موتورهای دیزل دوزمانه
ــ موتور باکورس متغیر
ــ خودرو با منبع مولد قدرت مرکب (برقی + احتراقی)
ــ استفاده از دیودهای نوری به جای لامپ‌های فعلی (LDE)
ــ راه انداز موتور و ژنراتور (مولد برق) همزمان
ــ سیستم‌های کنترل و راه‌اندازی برقی سوپاپ‌ها
ــ سیستم کنترل پویایی تمام خودرو (مدیریت خودرو)
ــ سیستم‌های فعال فرمان و تعلیق چهار چرخ
ــ باتری‌های سدیم گوگردی، پیل سوختی، باتری‌های قلیایی (نیکل ــ کادمیمی)
ــ جعبه دنده‌های دوحالته (دستی + اتوماتیک) با امکان تعیین حالت
ــ شمع‌های پلاتینی (بادو یا چند الکترود)
ــ سیستم‌های کنترل و کاهش آلایندگی گازهای خروجی موتور (مبدل‌های کاتالیزوری)
ــ سیستم منبع نور مرکزی برای تعیین نور کلید چراغ‌ها
ــ تصویر سه‌بعدی روی شیشه‌ی جلو برای تقویت دید راننده در شب
ــ سوئیچ‌های کارتی، رمزدار، کددار، لمسی (تاچ)، چشمی و . . .
ــ منبع اگزوز فعال خود تنظیم (تنظیم صدا و آلاینده‌ها)
ــ سیستم‌های عیب‌یابی با تأمین داده‌ها از راه دور
ــ پرکردن القایی باتری‌های خودروهای برقی
ــ سیستم بهینه‌سازی نرم‌افزاری ماهواره‌ای
ــ سیستم عیب‌یاب از راه دور
ــ و غیر آن‌ها

فصل دوم

حسگرهای خودرو

۱ــ حسگرهای خودرو (Automotive Sensors)

امروزه در صنعت خودرو انواع وسیعی حسگر مورد استفاده قرار می‌گیرند. این قطعات از طریق ورودی‌های فیزیکی و شیمیایی حالت‌های اجزای خودرو را احساس و شبیه‌سازی می‌کنند و می‌توانند به‌وسیله‌ی سیگنال‌های الکتریکی تولیدی، اسباب موردنیاز واحدهای کنترل (Ecuها) را جهت اجرای تکنیک کنترل حلقه‌ی بسته یا حلقه‌ی باز برای سیستم‌های مدیریت موتور فراهم سازند و موجب ایمنی و آسایش گردند: (در شکل ۱ــ۲ جایگاه حسگرها در سیستم کنترل حلقه بسته نشان داده شده است).



شکل ۱ــ۲

۱ــ۱ــ تعاریف و اصطلاحات

در این کتاب اصطلاح «حسگر» به وسایلی (پراب و پیکاپ) اطلاق می‌شود که دارای تشابه رفتاری در کاوش و انتخاب باشد. حسگر با دریافت مقادیر متغیر (y_i)، یک کمیت فیزیکی یا شیمیایی ورودی (Φ) را به یک کمیت خروجی الکتریکی (E) تبدیل می‌کند. خروجی الکتریکی حسگرها فقط در قالب جریان و ولتاژ نیست، بلکه به صورت یک نوسان الکتریکی ظهور می‌کند؛ از جمله در امپدانس، فرکانس، پالس زمانی، سیکل یا پریود، جریان یا ولتاژ و یا در تغییر پارامترهای مقاومت، کاپاسیتانس و اندوکتانس ظهور می‌کند (شکل ۲ــ۲ و ۳ــ۲). یک حسگر را می‌توان با استفاده از معادلات زیر تعریف کرد:

۱ــ معادله‌ی سیگنال خروجی حسگر

$$E=F(\varphi,y_1,y_2,...)$$

۲ــ معادله‌ی اندازه‌گیری متغیرها

$$\varphi=g(E,y_1,y_2,...)$$

اگر توابع F و g معلوم باشند، این معادلات نمایش‌دهنده‌ی آن است که یک مدل حسگر به کدام‌یک از اندازه‌گیری‌های قابل تغییر نیاز دارد و هم‌چنین می‌توان استفاده‌ی محاسباتی و کاربردی سیگنال خروجی (E) و مقادیر متغیر (y_i) را به درستی استنتاج نمود. برای مثال در یک حسگر شتاب خودرو E (خروجی) می‌تواند ولتاژ باشد. (φ) همان شتاب خودرو است و y_iها، می‌توانند جابه‌جایی اجزای مکانیکی حسگر به دلیل وارد آمدن شتاب به آن‌ها باشند. برای آن‌که بتوان حسگرها را از اجزای فرآیند تولید سیگنال محسوب کرد و یا مخالف را مطرح نمود قانونی وجود ندارد.

۲ــ۱ــ کاربرد در وسایل نقلیه

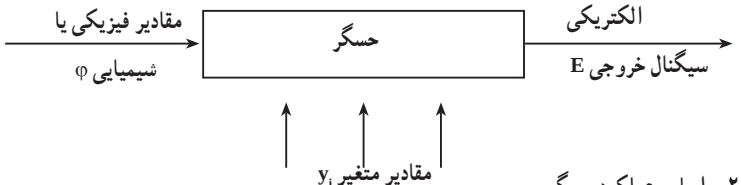
حسگرها و عملگرها بخشی از وسیله‌ی نقلیه‌اند که جهت هدایت و ناوبری، بین عملکرد پیچیده مدیریت موتور، فرمان، ترمز، تعلیق و ... جهت هدایت و ناوبری فعالیت دارند و به همراه واحد کنترل مرکزی (Ecu) فرآیند هر واحد را اداره می‌کنند.

برای سازگاری این واحدهای کنترل با سیگنال حسگرها و هماهنگی با مدارها به یک قانون استاندارد نیاز است (اندازه‌گیری

زنجیره‌ای، اندازه‌گیری داده‌های جمع‌آوری شده (شکل ۴ــ۲).

ساختار هماهنگی بین مدارها مناسب با ویژگی حسگرها و شرایط واقعی وسیله‌ی نقلیه است. هم‌چنین این مدارها به صورت مجموعه، طراحی می‌شوند و نسخه‌های متنوعی دارند و پردازش واحدهای کنترل دیگر، اطلاعات حسگر یا فرامین راننده بر فرآیند پردازش پیچیده یا حلقه کنترل در وسیله‌ی نقلیه تأثیر می‌گذارد.

در شکل ۵ــ۲ سیستم‌های الکترونیکی متداول خودرو به نمایش درآمده است.



شکل ۲ــ۲ــ اساس عملکرد حسگر

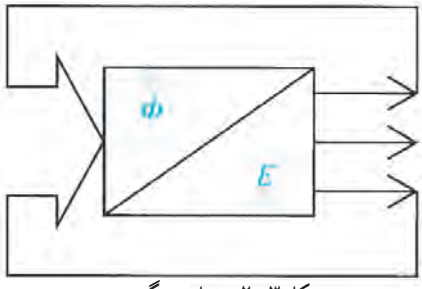
۳ــ۱ــ طبقه‌بندی

حسگرهای وسایل نقلیه را می‌توان به سه روش طبقه‌بندی کرد.

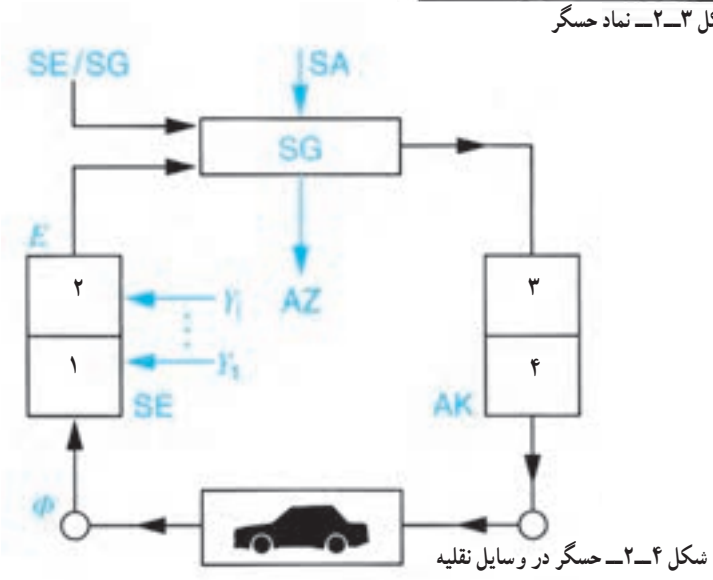
الف ــ وظایف و کاربرد

از این دیدگاه می‌توان برای حسگرها سه گروه متمایز تعیین نمود :

- حسگرهای به‌کار رفته جهت کنترل حلقه‌ی باز یا حلقه‌ی بسته
- حسگرهای به‌کار رفته جهت ایمنی سرنشین و ضد سرقت
- حسگرهای به‌کار رفته جهت پایش[1] (عیب‌یابی هوشمند (OBD)، مصرف سوخت و پارامترهای فرسایشی) و اطلاعات راننده و سرنشین



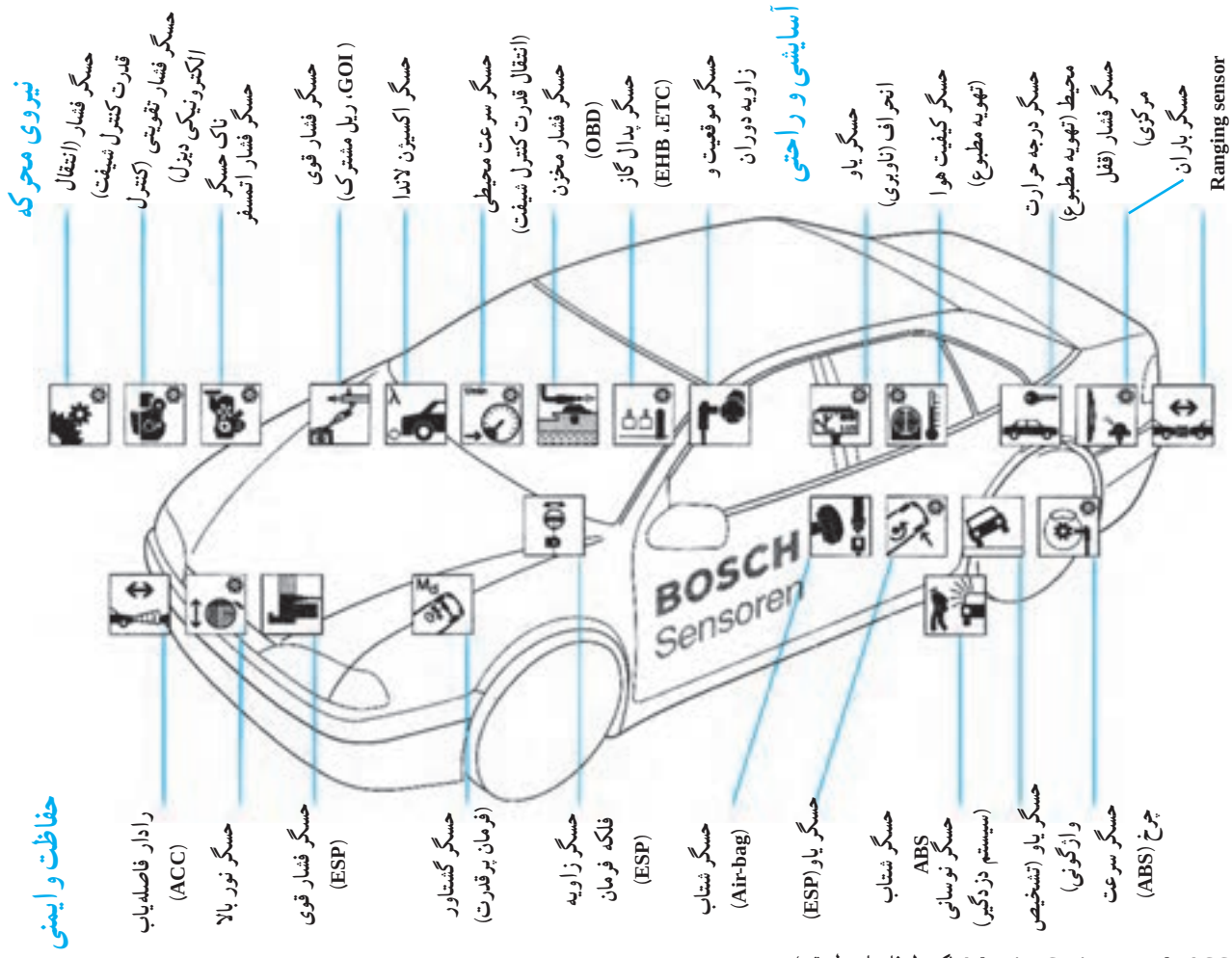
شکل ۳ــ۲ــ نماد حسگر



شکل ۴ــ۲ــ حسگر در وسایل نقلیه

۱ــ اندازه‌گیری حسگر
۲ــ مدار انطباق‌دهنده
۳ــ راننده
۴ــ عملگرها
AK عملگر
AZ نمایشگر
SA سوئیچ
SE حسگر
SG واحد کنترل
Φ مقادیر فیزیکی
E مقادیر بار الکتریکی
$y_{1...i}$ مقادیر متغیر

۱ــ Monitoring : پایش (نظارت و کنترل)



Adaptive Cruise control : ACC (کنترل فاصله تطبیقی)

Electronic Stability Program : ESP (برنامه پایداری الکترونیکی)

Antilock Braking System : ABS (سیستم ضد قفل ترمز)

gasoline direct-injection : GDI (با شش مستقیم سوخت)

on - Board Diagnostics (عیب‌یابی هوشمند)

Electronic the rottle control : ETC (کنترل الکترونیکی دریچه)

electrohydraulic brake : EHB (ترمز الکتروهیدرولیکی)

شکل ۵ــ۲ــ سیستم‌های خودرو و حسگرهای مربوطه

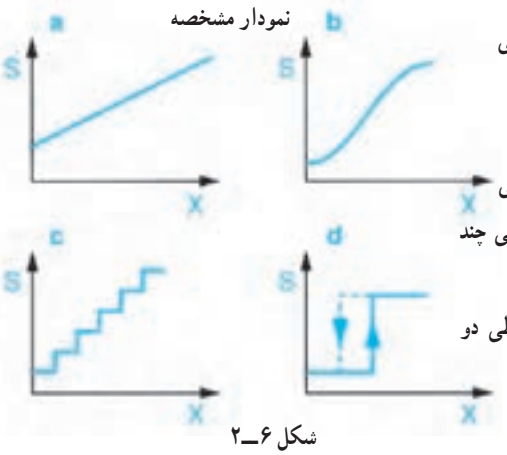
ب ــ انواع نمودار و شکل سیگنال خروجی

حسگرها را می‌توان با توجه به شکل و نوع سیگنال‌های خروجی و هم‌چنین مشخصات پایش و کنترل حلقه‌ی باز و بسته طبقه‌بندی کرد (شکل ۴ــ۲). شکل سیگنال‌های خروجی به انواع زیر تقسیم می‌شوند :

ــ ***نمودار خطی پیوسته :*** از این نمودار، به‌طورکلی، برای مشخصات کنترل یک دامنه‌ی اندازه‌گیری استفاده می‌گردد. به علاوه نمودارهای خطی ابزار تشخیصی جهت آزمایش و مقیاس اندازه‌گیری‌های ساده‌اند.

ــ ***نمودار غیرخطی پیوسته :*** از این نمودار برای کنترل حلقه‌ی بسته، جهت اندازه‌گیری منظم و سراسری یک دامنه‌ی خاص و محدود از یک مقدار متغیر، استفاده می‌گردد.

(**مثال** : کنترل گاز خروجی اگزوز $\lambda=1$، تغییر ارتفاع خودرو)



s ــ سیگنال خروجی

x ــ مقدار متغیر

a ــ نمودار خطی

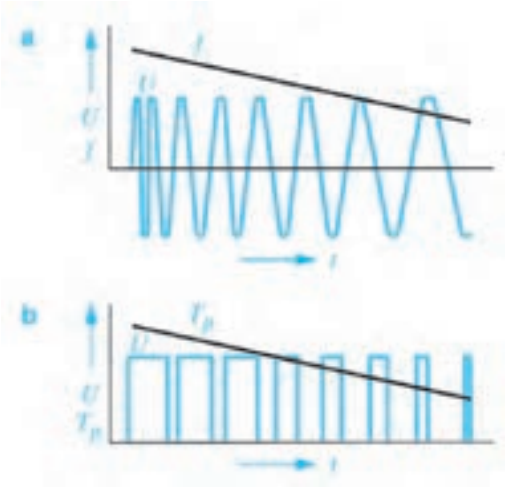
b ــ نمودار غیرخطی

c ــ نمودار غیرخطی چند مرحله‌ای (پله‌ای)

d ــ نمودار غیرخطی دو مرحله‌ای

شکل ۶ــ۲

نمونه‌ای از شکل سیگنال خروجی



شکل ۷ــ۲

a ــ سیگنال خروجی U با فرکانس F

b ــ سیگنال خروجی U زمان پالس Tp

برای مثال وقتی منظور از برآورد، انحراف نسبت به کل دامنه و اندازه‌گیری باشد (جریان سنج هوا) هر کدام از دو شکل نمودار غیرخطی و نوع خاص (مانند نمودار لگاریتمی) مزیّتی دارند.

ــ ***نمودار غیرخطی دو مرحله‌ای:*** از این نوع نمودار (شکل هیستر زیسی) برای پایش یک مقدار مرزی استفاده می‌شود. در این حالت‌ها وقتی مقادیر به حد مرزی رسید موقعیت مناسب جهت اندازه‌گیری آسان حاصل می‌گردد.

ج ــ نوع سیگنال خروجی

تفاوت دیگر حسگرها در ارتباط با سیگنال‌های خروجی آن‌هاست (شکل ۷ــ۲)

سیگنال‌های خروجی پیوسته (آنالوگ)

- جریان / ولتاژ
- فرکانس/ پریود
- زمان پالس

سیگنال خروجی گسسته

- دو مرحله‌ای (کد باینری)
- چند مرحله‌ای با مراحل منظم (کدآنالوگ)
- چند مرحله‌ای با مراحل متساوی الفاصله (کد آنالوگ یا دیجیتال)

نکته : تفاوت حسگرها در تغییرات مداوم سیگنال‌های خروجی یا در تغییرات زمانی که به صورت گسسته و لحظه‌ای بروز می‌کند، وجود دارد.

۴ــ۱ــ نیاز سنجی و روند توسعه حسگر در خودرو

با توجه به ساخت و کاربرد انواع گوناگون حسگرها در وسایل مختلف، نمونه‌های مورد استفاده از خودرو نیز باید متناسب با نیازمندی‌های سیستم‌های الکتریکی و الکترونیکی خاص آن وسیله‌ی نقلیه، طراحی و ساخته شود.

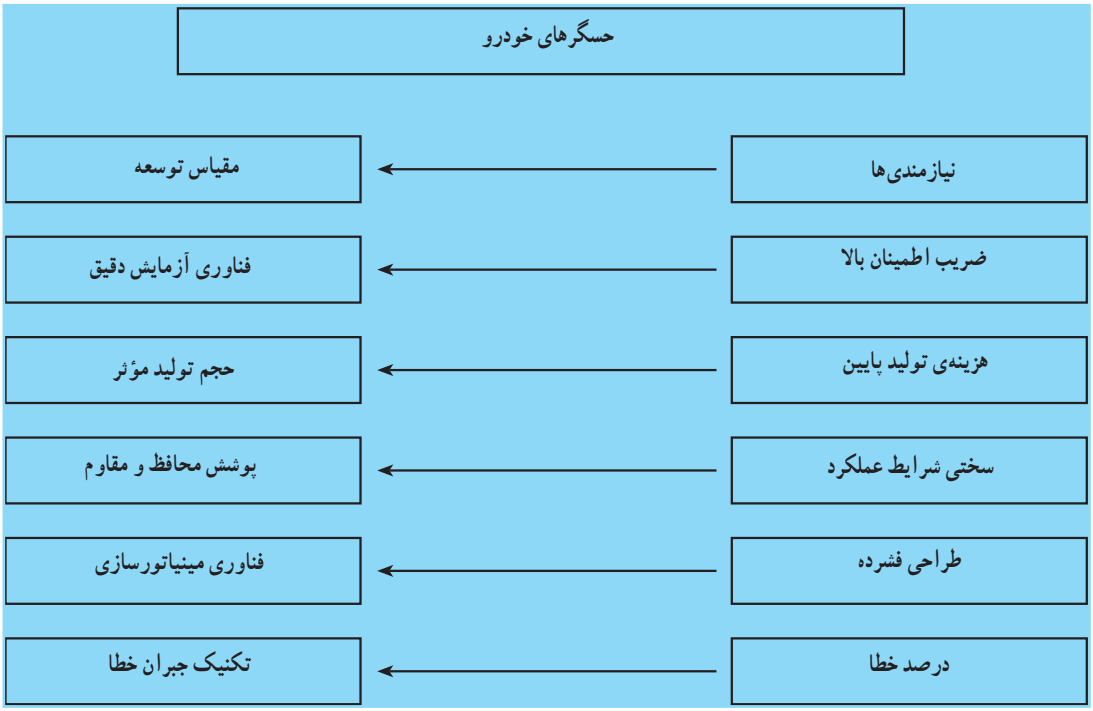
در هر شرکت خودروسازی، دپارتمان پژوهش و توسعه عهده‌دار پی‌گیری پنج نیازمندی اصلی (بیان شده در شکل ۸ــ۲) است و برآورده شدن این نیازمندی‌ها در روند مهندسی حسگر بسیار مهم و چشم‌گیر است.

۱ــ۴ــ۱ــ ضریب اطمینان بالا : مشخصات حسگرهای اتومبیل را براساس رده‌ی ضریب اطمینان می‌توان به شرح زیر تقسیم‌بندی نمود :

- فرمان، ترمز، ایمنی سرنشین؛
- موتور و خط انتقال قدرت، تعلیق، تایر؛
- راحتی و آسایش، عیب‌یابی هوشمند (OBD) و اطلاعات و سیستم ضد سرقت.

در مهندسی خودرو رده‌ی ضریب اطمینان جایگاه ویژه‌ای دارد و همانند بعضی از حالت‌های اندازه‌گیری مانند سیستم‌های هوانوردی و فضانوردی است.

برنامه‌ریزی تولید: ساخت با طراحی اختصاصی، میزان تضمین در ضریب اطمینان است. برای مثال، به منظور ایجاد ضریب اطمینان، استفاده از مواد با کیفیت بالا همراه با روش‌های آزمایش دقیق مهندسی لازم است.



شکل ۸ ــ۲ــ نیازمندی‌های اصلی برای حسگرهای خودرو و مقیاس توسعه‌ی آن‌ها

اتصالات یکی از عوامل ایجاد خرابی‌اند. برای رفع این نقیصه حتی‌المقدور سیستم‌های یکپارچه و یا حسگرهای «رادیواسکن» را می‌توان به کار گرفت. این سیستم‌ها براساس امواج اکوستیکی سطحی (SAW) فعالیت می‌کنند و کاملاً بدون سیم‌اند.

توجه بیش‌تر به ایمنی باعث می‌شود حسگرهای استفاده شده در سیستم‌های خودرو افزایش یابند. این حسگرها به‌طور موازی به سیستم متصل می‌شوند و مطابق وظیفه‌ی خود اندازه‌گیری لازم را انجام می‌دهند.

۲ــ۴ــ۱ــ هزینه‌ی تولید پایین : روش جدید نصب قطعات الکترونیکی، که بخشی از فناوری خودرو است، به آسانی امکان استفاده از ۶۰ الی ۷۰ حسگر را ایجاد می‌کند. تقاضای استفاده از حسگر در بخش‌های مختلف خودرو خیلی زیاد است و این درخواست به شرطی امکان‌پذیر است که هزینه‌ی تولید پایین باشد.

برنامه‌ریزی و روش تولید : روش‌های تولید خودکار مؤثرترین عامل در ساخت حسگر است، برای مثال می‌توان در حسگرهای ساخته شده از نیمه‌ی رسانا با استفاده از «پردازش و تولید دسته‌ای[1]» روی یک تراشه با مبنای سیگنال SI ۱۰۰ تا ۱۰۰۰۰ حسگر ایجاد کرد.

از طرف دیگر ساخت حسگرهای مشابه به تعداد زیاد و به منظور تولید تجهیزات، باید توجیه اقتصادی داشته باشد.

تعداد درخواست صنایع خودروسازی، معمولاً مابین ۱ الی ۱۰ میلیون قطعه در سال است. این تعداد حسگر موردنیاز صنایع خودروسازی نقش انقلابی و بی‌سابقه‌ای برای صنعت ساخت حسگر به‌وجود آورد و استانداردهای جدیدی تعیین و ایجاد کرد.

۳ــ۴ــ۱ــ سختی شرایط عملکرد : حسگرها در موقعیت‌های خاصی روی خودرو نصب می‌گردند، بنابراین، آن‌ها باید در مقابل طیف گسترده ای از عوامل و بارهای تأثیرگذار زیر، پایداری و مقاومت داشته باشند :

- مکانیکی (ارتعاش و شتاب و ضربه)
- محیطی (درجه‌ی حرارت، رطوبت)

۱ــ **پردازش دسته‌ای :** روشی در رایانه که طی آن داده‌های مورد پردازش ابتدا رمزگذاری و سپس به گروه‌های مختلف تقسیم، آن‌گاه پردازش می‌شوند.

- شیمیایی (پاشش آب، سوخت، روغن، اسید باتری، بخار نمک)
- الکترومغناطیس (تشعشع، پالس خودالقا، افزایش ولتاژ، معکوس شدن قطب)

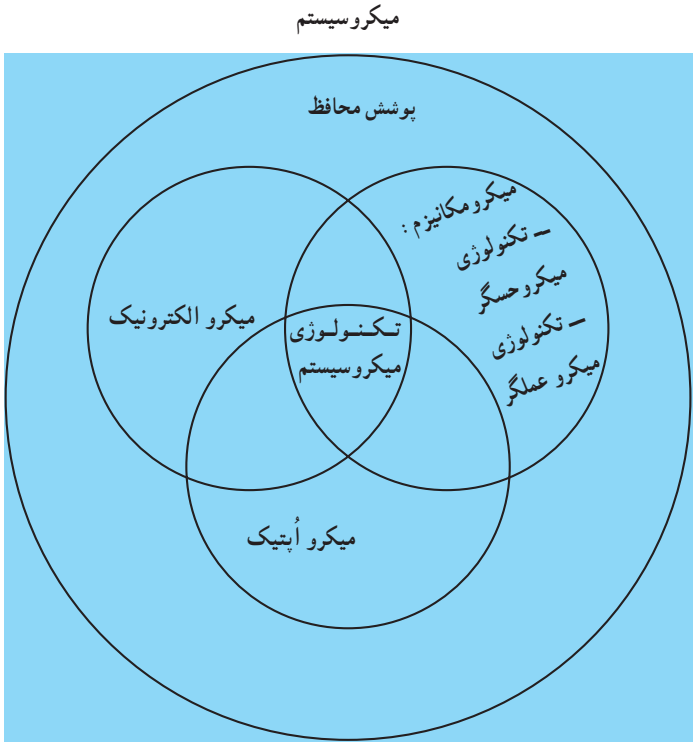
از مزیت‌های اصلی حسگرها، نصب مستقیم در نقطه‌ی اندازه‌گیری است و این حالت تماس، دقت در کار حسگر را به‌طور قابل توجهی افزایش می‌دهد.

برنامه‌ریزی و روش تولید: اقدامات حفاظتی برای حسگر به گونه‌ای باید طراحی گردد که حد بالاتری از بار وارد شده را تحمل نماید. جهت تعیین سطح ایمنی حسگر و قرار دادن قطعه یا مدار در پوشش محافظ مناسب (Packaging[1])، به شناخت دقیق این موارد نیاز داریم:

- روش غیرفعال‌سازی و اتصال نیمه‌ی رسانا
- روش آب‌بندی و اتصال
- سازگاری الکترومغناطیسی
- چگونگی نصب با ارتعاش کم
- طول عمر، آزمایش، مدل‌های شبیه‌سازی
- استفاده تلفیقی از مواد با مقاومت زیاد و آگاهی از جزئیات عوامل و بارهای تأثیرگذار در محل نصب حسگر.

فاکتور اصلی در کیفیت حسگر، در نظر گرفتن مجموعه‌ای از کارآیی و عملکرد صلاحیت‌ها و اجرای مناسب اقدامات حفاظتی است. این اقدامات در تأمین ارزش و بهای حسگر بسیار تأثیرگذار است. در نتیجه باید به صورت یک المنت مستقل برآورد گردد.

۴ــ۴ــ۱ــ طراحی فشرده: امروزه، با توجه به روند رو به صعود تعداد سیستم‌های الکترونیکی در خودرو و نیاز به حداکثر آسایش سرنشین از یک طرف، و به حداقل رساندن وزن و حجم خودرو در جهت کاهش مصرف سوخت از طرف دیگر ضرورت دارد، شرکت‌های تولید برای طراحی فشرده‌ی اجزای سیستم‌ها متمرکز شوند (شکل ۹ــ۲).



شکل ۹ــ۲

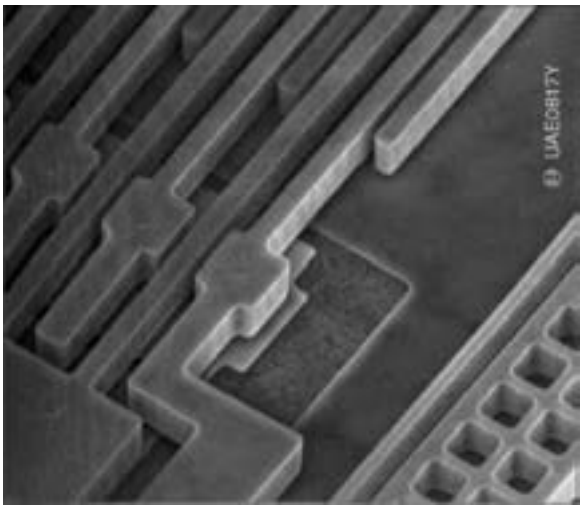
۱ــ **Packaging**: فرآیند در پوشش قرار دادن قطعه یا مدار در پوشش محافظ (نوعی بسته‌بندی)

برنامه‌ریزی و روش تولید: برای کوچک و مینیاتورسازی اجزای الکترونیکی از تکنولوژی‌های ساخت مهندسی مدار به شرح زیر استفاده می‌شود :

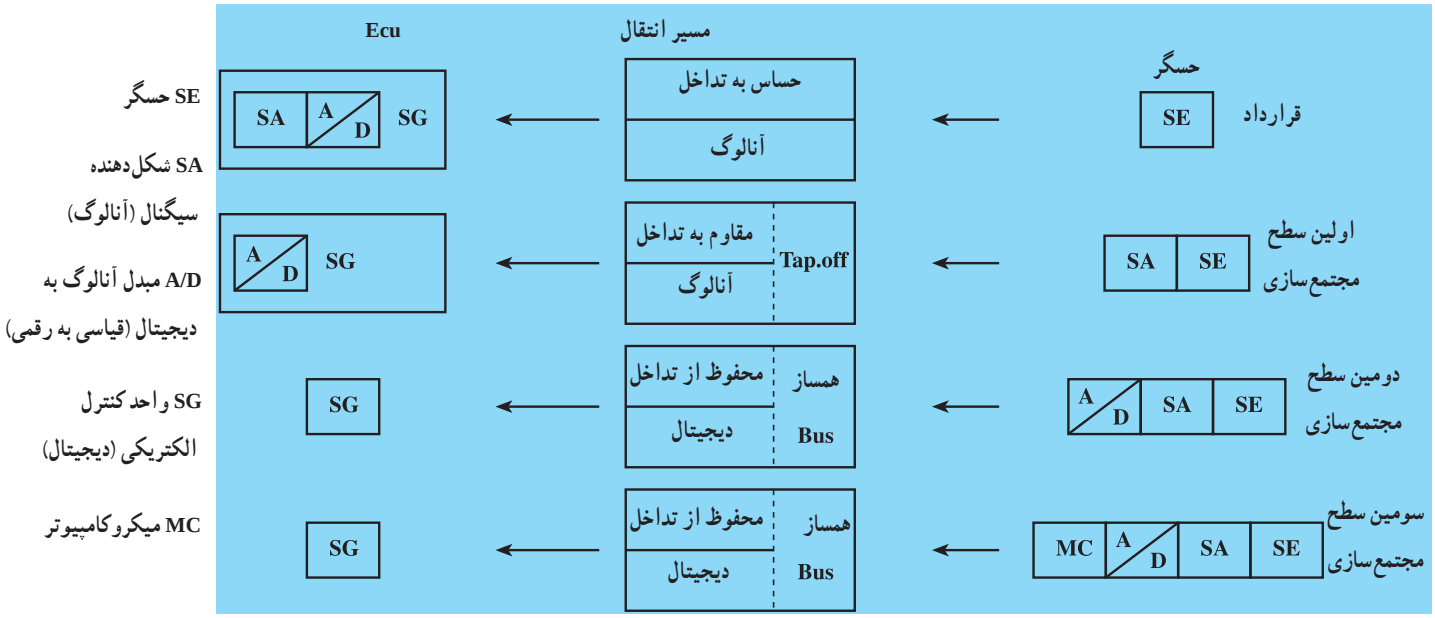
- تکنولوژی فیلم و هیبرید (تغییرشکل و اتصال مقاومت‌ها، ترمیستورها و مگنورزیستورها[1])
- تکنولوژی نیمه‌ی رسانا (اثر هال و حسگرهای درجه‌ی حرارت)
- تکنولوژی میکرومکانیکال سطحی و حجمی (حسگرهای فشار و شتاب شکل ۱۰ــ۲).
- تکنولوژی میکروسیستم (تلفیق و ترکیب دو تکنولوژی میکروالکترونیک و میکرومکانیک)

ضرورت وابستگی کارکرد بین قطعات مکانیکی و حسگرها جایگاه کاربردی و سازگاری کاری ویژه‌ای برای حسگرها به‌وجود می‌آورد. به این ترکیب کاری الکترونیک و مکانیک، مکاترونیک گفته می‌شود و جایگاه خاصی دارد.

۵ــ۴ــ۱ــ درصد خطا (Error percent) : با مقایسه‌ی کاربرد پراب‌ها و حسگرها در پردازش و با کمی اغماض می‌توان دقت انتقال داده‌ها را نسبتاً یک‌نواخت دانست. معمولاً در اثر عوامل فرسایشی اجتناب ناپذیر، خطا ایجاد شده که مقدار مجاز آن حداکثر ٪۱≤ می‌باشد. خطای مجاز را می‌توان به‌وسیله‌ی تکنیک‌های مختلف جبران‌سازی، تصحیح و برطرف نمود و نتیجه‌ی اندازه‌گیری شده را در برابر اختلال سیگنال‌ها به‌کار برد و قابل استفاده نمود. با دقت در مطالب فوق، به این نکته پی می‌بریم که بیش‌ترین موارد استفاده از این تکنیک‌ها در سیستم‌های پیچیده و پیشرفته است.



شکل ۱۰ــ۲ــ ساختمان یک المنت اندازه‌گیری میکرومکانیکال



شکل ۱۱ــ۲ــ سطح‌بندی حسگر

۱ــ **magnetaesistor** : مقاومتی است که مقدار آن با شدت میدان مغناطیسی اعمال شده به آن تغییر می‌کند. از آن‌ها به‌طور معمول به صورت زوج مدار پل استفاده می‌کنند که یک آهن‌ربای دائمی با بایاس مغناطیسی آن را تأمین می‌کند.

برنامه‌ریزی و روش تولید: برای رسیدن به سطح بالایی از دقت در اندازه‌گیری، ساخت همراه با تلرانس کم، کالیبراسیون دقیق و تکنیک، جبران‌سازی ویژه‌ای را می‌طلبد (شکل ۱۱ــ۲).

یک مرحله‌ی مهم در مجتمع‌سازی پیوند عناصر مختلف حسگر، روش Monolithic یا Hybrid است، که در آن سیگنال‌های الکترونیکی، مستقیماً در محل اندازه‌گیری می‌شوند و مدارهای دیجیتال پیچیده‌ای (متشکل از مبدل آنالوگ/دیجیتال و میکروکامپیوترها) را فعال می‌کنند. به این گونه سیستم‌ها حسگرهای هوشمند می‌گویند.

مزیت این حسگرها دقت ذاتی آن‌هاست و مهم‌ترین خصوصیات‌شان عبارت‌اند از :

۱ــ کاهش در بارگذاری واحدهای کنترل مرکزی (Ecuها)

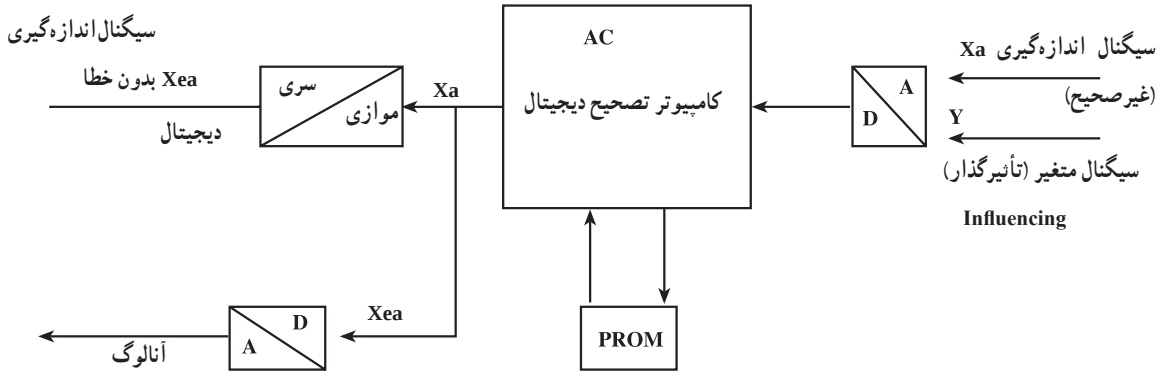
۲ــ یک‌نواختی، انعطاف‌پذیری و سازگاری با Bus

۳ــ توانایی استفاده حسگرها برای پردازش سریع محاسبات توابع مختلف

۴ــ تقویت و تفکیک متناسب عوامل اندازه‌گیری جهت استفاده از خروجی ضعیف و فرکانس بالا

۵ــ تصحیح خطای حسگر در محل اندازه‌گیری و جبران کالیبره کردن حسگر و سیگنال‌های واسط که موجب ساده شدن و بهبود ذخیره‌ی اطلاعات در یک PROM می‌شود.

«حسگرهای هوشمند»، در صورت همزمانی خطای اجرای برنامه و پارازیت تبدیل سیگنال‌های آنالوگ به دیجیتال، می‌توانند تقریباً بدون اشتباه، با تأثیر گذاشتن بر مدل محاسباتی حسگر، داده‌ی قابل تغییر و مورد نیاز را برآورد کنند (معادله‌ی ۲ و ۱)



شکل ۱۲ــ۲ــ الگوی تصحیح و خطا در حسگر هوشمند

از پارامترها، با الگوی مخصوص، دربرآورد مقدار ذخیره‌سازی استفاده می‌شود و موجب ثبت یک مقدار متغیر پردازش شده را، که همانند با کالیبراسیون است، در مکان طراحی شده برای حسگر داخل PROM ثبت می‌کند (شکل ۱۲ــ۲).

در این روش، توسط معادلات دیفرانسیل، هر یک از مقادیر ثبت شده ارزش‌یابی می‌شوند و اصلاح ویژگی‌های استاتیک و دینامیک آن‌ها در سطح وسیعی امکان‌پذیر است.

مدارات الکترونیکی با ساختار چند حسگری (متشکل از تعدادی حسگر مشابه یا متمایز) با استفاده از روش پردازش فوق‌الذکر فشرده می‌شوند و برای ذخیره‌سازی وقایع پیچیده، فضای مناسبی را ایجاد می‌کنند. کاربرد تعداد زیاد حسگر افزایش ضریب اطمینان را در اندازه‌گیری امکان‌پذیر نمی‌کند ولی موجب می‌شود تغییرات در مقادیر اندازه‌گیری شده (خروجی از منبع اصلی تولید) کاهش یابد.

اگر طراحی سیستم به گونه‌ای باشد که از چند حسگر با دامنه‌ی اندازه‌گیری مختلف، در یک زمان، جهت نمونه‌برداری استفاده گردد، می‌توان با این روش، دقت اندازه‌گیری را افزایش و درصد خطا را به‌طور قابل ملاحظه‌ای کاهش داد.

به‌طورکلی حسگرها را، با توجه به متغیرهای فیزیکی اندازه‌گیری شده در خودرو، می‌توان به صورت‌های زیر نشان داد.

الف : حسگرهای موقعیت (جابه‌جایی و زاویـه) شامل حسگرهای دریچه‌ی گاز، پدال، موقعیت آینه‌ها، صندلی، سطح سوخت، جابه‌جایی کلاچ سرو، فاصله مانع، فرمان، زاویه چرخ و ...

ب : حسگر سرعت و دور شامل سرعت دورانی حول محور عمودی Yaw، دور میل‌لنگ، دور میل بادامک، دور چرخ‌ها (در ABS)، پمپ تزریق سوخت در دیزل و ...

ج : حسگرهای شتاب و ارتعاش شامل ضربه، کیسه هوا کمربند ایمنی، حسگر به‌کار رفته در سیستم ضد قفل ترمز و ...

د : حسگر فشار : شامل فشار منیفولد ورودی، فشار ترمز، فشار فنر بادی، فشار چرخ، فشار ضربه‌گیر، فشار مخزن هیدرولیک، فشار در کولرگازی و تهویه مطبوع، فشار در سیلندر اصلی و فرعی تقسیم ترمز، فشار محفظه احتراق، فشار ریل سوخت و ...

هـ : حسگر گشتاور و نیرو شامل نیروی دمپینگ در سیستم تعلیق اتوماتیک، محافظت از دستان در سقف‌های اتوماتیک خودرو و ...

و : حسگر دبی : شامل جریان هوا در منیفولد

ز : حسگرهای دما : شامل، کالیپر ترمز، دمای سوخت، باتری، هوای چرخ، مایع خنک‌کاری، روغن، کابین سرنشین

ح : دیگر حسگرها شامل رطوبت، گرد و غبار، باران، تصویر و ...

۲ــ انواع حسگر

۱ــ۲ــ حسگرهای تشخیص موقعیت (جابه‌جایی/ زاویه)

این حسگرها اَشکال مختلف موقعیت جابه‌جایی و زاویه را ثبت می‌کنند و بیش‌ترین کاربرد را در وسایل نقلیه دارند. به دلیل کاربرد طولانی مدت این نوع حسگرها در خودرو، این قطعات تغییرات و تکامل زیادی یافته‌اند.

این حسگرها ضد سایش‌اند. بنابراین، از دوام بالا و قابلیت اطمینان بیش‌تری برخوردارند و غالباً کارخانه‌های تولید وسایل نقلیه از این نوع حسگرها در نقاط مختلف خودرو استفاده می‌کنند.

کیفیت اندازه‌گیری و ابعاد حسگرها به یکدیگر وابسته‌اند و این نوع حسگرها فقط برای مقادیر حدی مورد استفاده قرار می‌گیرند.

روش طبقه‌بندی مورد استفاده در این بخش مبتنی بر اصول اندازه‌گیری و مقدار شدت تغییر مکان یا حرکت لحظه‌ای است و این حسگرها برای اندازه‌گیری مقادیر نیرو، گشتاور و شتاب که در حد میکرو است کاربرد ندارند.

اندازه‌گیری حسگرهای تشخیص جابه‌جایی، جهت فواصل، دامنه‌ای بزرگ‌تر از (mm ≥۱) و زوایای (° ≥۱) دارد.

برای درک بهتر مشخصات هر یک از مواضع واقعی اندازه‌گیری جدول‌های ۱ــ۲ و ۲ــ۲ را مطالعه نمایید.

جدول ۱ــ۲ــ تغییرات جابه‌جایی یا زاویه با اندازه‌گیری مستقیم

نوع متغیر	دامنه‌ی اندازه‌گیری
زاویه‌ی دریچه‌ی گاز در موتورهایSI	۹۰°
موقعیت پدال گاز / پدال ترمز	۳۰°
موقعیت صندلی، چراغ جلو، آینه	-
موقعیت میل شانه گاز در پمپ انژکتور خطی	۲۱mm
زاویه‌ی نشست سوخت پاش روی پمپ انژکتور آسیایی	۶۰°
سطح سوخت داخل باک	۲۰ ــ ۵۰cm
فاصله‌ی مابین دو خودرو از مانع	۱۵۰ m
مسیر حرکت عملگر کلاچ	۵۰mm
زاویه‌ی فلکه فرمان	±۲×۳۶۰°
زاویه‌ی مسیر حرکت خودرو	۳۶۰°

جدول ۲ــ۲ــ تغییرات جابه‌جایی یا زاویه با اندازه‌گیری غیرمستقیم

نوع متغیر	دامنه‌ی اندازه‌گیری
تغییر مکان فنر	۲۵mm
(ارتفاع چراغ جلو، انحراف محور طولی خودرو نسبت به راستای افق)	
زاویه‌ی پیچش (گشتاور)	۱ـــــ۴°
انحراف صفحه‌ی حسگر جریان سنج هوا	۳۰ـــــ۹۰°
انحراف حسگر شتاب	۰/۵ـــــ۱mm
فاصله با دامنه، نزدیک (سیستم پارک کمکی)	۱۰m
دوربین مادون قرمز با دامنه‌ی کوچک و بزرگ	۱۰۰m

حسگرهای نوع پتانسیومتری: در پتانسیومتر نوع جاروبکی (شکل ۱۳ـ۲) اندازه‌گیری، توسط مطابقت مابین طول معین از یک سیم یا نوار مقاومتی (از جنس سرمت[1] یا پلاستیک با قابلیت هدایت) و مقاومت کل، صورت می‌گیرد.

در حال حاضر، این نوع حسگرها پایین‌ترین قیمت را برای جابه‌جایی یا زاویه دارند. همیشه، از طریق مقدار ولتاژ عبوری مابین نوار با مقاومت کم و مقاومت RV، می‌توان مقاومت را اندازه‌گیری کرد و کالیبراسیون نقطه‌ی صفر را تعیین نمود.

حسگرهای نوع پتانسیومتری دارای جاروبک در سه طرح «قاشقی»، «تیغه‌ای» و «زغالی» هستند و فرم منحنی نوار مقاومتی هر یک از آن‌ها متأثر از شکل مقطع نوارند.

اتصال نوع جاروبکی همیشه به صورت دوتایی است و در تماس با مسیر متفاوت در مقاومت (رسانا و مقاومت‌دار) طراحی می‌گردد و بار الکتریکی انتقالی آن، در اثر فرسایش یا پوشیده شدن سطح تماس با مواد زاید، کاهش می‌یابد.

مزایای حسگر نوع پتانسیومتری عبارت‌اند از :

- داشتن قیمت پایین
- داشتن طراحی ساده
- نیاز نداشتن به مدار الکترونیکی
- داشتن دامنه‌ی اندازه‌گیری بالا (ولتاژ تغذیه زیاد)
- برخورداری از سطح بالای مصونیت در مقابل امواج الکترومغناطیسی
- داشتن دامنه‌ی وسیع حرارتی (تا ۲۵۰°c)
- داشتن دقت بالا یا درصد خطای پایین (۱٪ در کل دامنه‌ی اندازه‌گیری)
- برخورداری از دامنه‌ی حرکت زیاد (تقریباً تا ۳۶۰درجه)
- داشتن قابلیت طراحی و نصب قطعه‌ی اضافی به آن
- داشتن امکان کالیبراسیون
- برخورداری از مشخصات قابل انعطاف (عرض متغیر نوار رسانا)
- داشتن سهولت در تجمیع (اجزا)
- برخورداری از تولیدهای متنوع وگوناگون
- فرآورده‌ای با قابلیت نمونه‌سازی سریع

معایب حسگرهای نوع پتانسیومتری عبارت‌اند از :

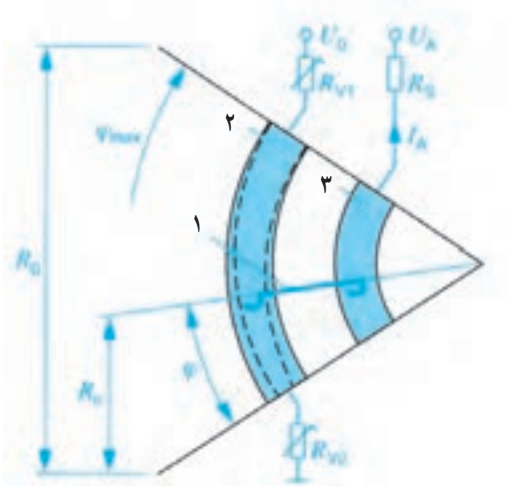
- داشتن فرسایش مکانیکی
- داشتن خطا در اندازه‌گیری (به سبب ذرات حاصل شده از سایش)
- داشتن شرایط مشکل محیطی (کار کردن در سوخت)
- امکان تغییر در مقاومت تماس بین جاروبک و مسیراندازه‌گیری
- جدا شدن جاروبک در اثر تغییرات شدید شتاب حرکتی (منفی یا مثبت)
- داشتن هزینه‌ی بالای آزمایش
- داشتن محدودیت در مینیاتورسازی
- داشتن نویز (ارتعاش)

مثال‌هایی از کاربرد حسگر نوع پتانسیومتری عبارت‌اند از :

- موقعیت دریچه‌ی گاز
- پدال گاز ــ مدول پدال گاز
- سطح سوخت داخل باک

۲ـ۲ـ حسگر با القای مغناطیسی

۱ـ **cermet** : واژه‌ای برای آلیاژ سرامیک ــ فلز. سرمت مخلوطی از پودر یک فلز گران‌بها مانند پالادیم با پودر شیشه و یک چسب فرّار است، که به صورت پوسته‌ی ضخیم رسانا روی بستری سرامیکی قرار داده می‌گیرد و سپس با پخت کوره‌ای سخت می‌شود. عناصر مقاومتی سرمتی در ساخت انواع مختلف مقاومت‌ها و پتانسیومترها به‌کار می‌روند.



۱ــ جاروبک
۲ــ نوار مقاومتی
۳ــ نوار رسانا
I_A ــ جریان جاروبک
U_O ولتاژ تغذیه
U_A ولتاژ اندازه‌گیری
R مقاومت
φmax حداکثر زاویه‌ی پیچش
φ زاویه‌ی اندازه‌گیری

شکل ۱۳ــ۲ــ پتانسیومتر نوع جاروبکی

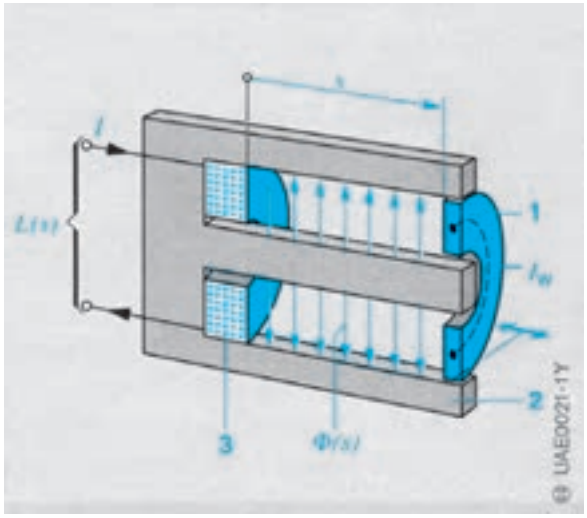
حسگرهای مغناطیسی، از میان انواع گوناگون حسگرهای مجاورتی و بدون تماس (جهت اندازه‌گیری موقعیت) بیش‌ترین پایداری و عدم حساسیت نسبت به تداخل را دارند و اصول عملکرد آن‌ها بر مبنای جریان متناوب (القای مغناطیسی) استوار است.

در مقایسه با حسگرهای میکرومکانیکال، پیکربندی وشکل سیم‌پیچ به فضای فوق‌العاده زیادی احتیاج دارد و این مسئله امکان طراحی مناسب را کاهش می‌دهد. به علاوه سیم‌پیچ‌ها از لحاظ ضریب اطمینان و قیمت، جایگاه مطلوبی را ندارند.

این حسگرها به صورت تک سیم‌پیچ یا دو سیم‌پیچ‌اند و سیم‌پیچ دوم باعث تعادل می‌گردد (انواع این حسگر در شکل‌های ۱۴ــ۲، ۱۵ــ۲ و ۱۶ــ۲ آمده است)

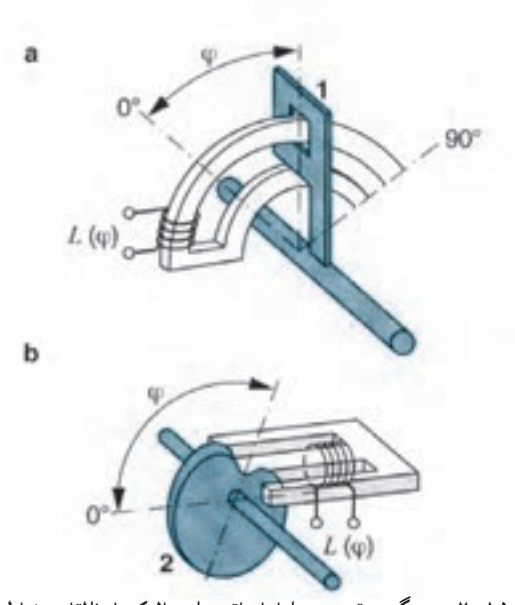
سیم‌پیچ با جریان AC و با فرکانس بالا فعال می‌شود و خطوط شارمغناطیسی ایجاد شده توسط سیم‌پیچ از سطح جسم رسانای الکتریسیته، که به شکل دیسک، حلقه و یا استوانه است، عبور می‌کند و به ایجاد جریان گردابی (Eddy-current) در سطح آن‌ها می‌انجامد. تغییر فاصله‌ی مکانی جسم رسانای الکتریسیته نسبت به سیم‌پیچ باعث می‌شود جریان گردابی و امپدانس در سیم پیچ تغییر کند ودر ولتاژ عبوری از آن نوسان تولید نماید. این تغییر در دامنه‌ی ولتاژ برای اندازه‌گیری به‌کار می‌رود. حسگرهای القایی را می‌توان جهت اندازه‌گیری زوایا یا حرکت خطی به‌کار برد.

به‌طور خلاصه حسگرهای مجاورتی القایی مغناطیسی به



شکل ۱۴ــ۲ــ حسگر با حلقه‌ی اتصال کوتاه

۱ــ حلقه‌ی اتصال کوتاه
۲ــ هسته‌ی آهن‌ربای نرم
۳ــ سیم‌پیچ
I جریان
I_w جریان گردابی Eddy current
I(s) ظرفیت القایی
Φ (S) حوزه‌ی مغناطیسی برای اندازه‌گیری مسیر S



a ـ حسگر با حلقه‌ی اتصال کوتاه

b ـ با دیسک اتصال کوتاه

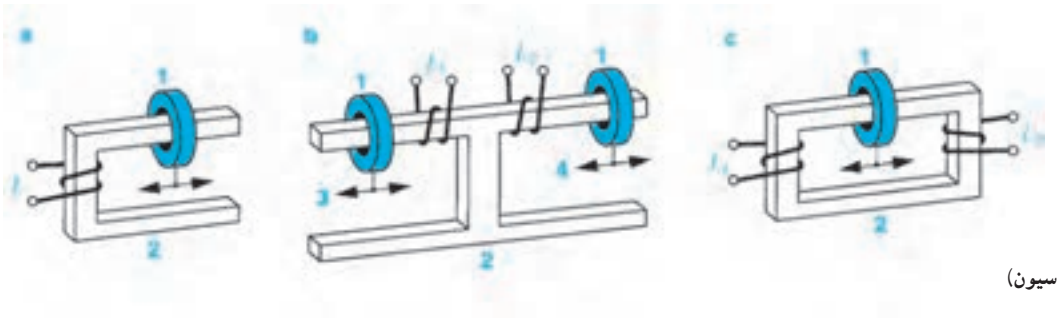
۱ـ رینگ اتصال کوتاه

۲ـ دیسک اتصال کوتاه

L(φ) ـ ظرفیت القایی

φ ـ زاویه‌ی اندازه‌گیری

شکل ۱۵ـ۲ـ حسگر موقعیت زوایا با حلقه‌ی اتصال کوتاه (القای مغناطیسی)



a- نوع تکی

b- نوع نیمه دیفرانسیلی

c - نوع تمام دیفرانسیلی

۱- حلقه‌ی اتصال کوتاه

۲ـ هسته

۳ـ سیستم اندازه‌گیری

۴ـ سیستم مرجع (کالیبراسیون)

L - ظرفیت القایی

شکل ۱۶ـ۲ـ حسگر اندازه‌گیر طولی با حلقه‌ی اتصال کوتاه

سه نوع تقسیم می‌شوند : ۱ـ نوع جریان گردابی ۲ـ نوع حلقه‌ی اتصال کوتاه ۳ـ حسگر هِلا

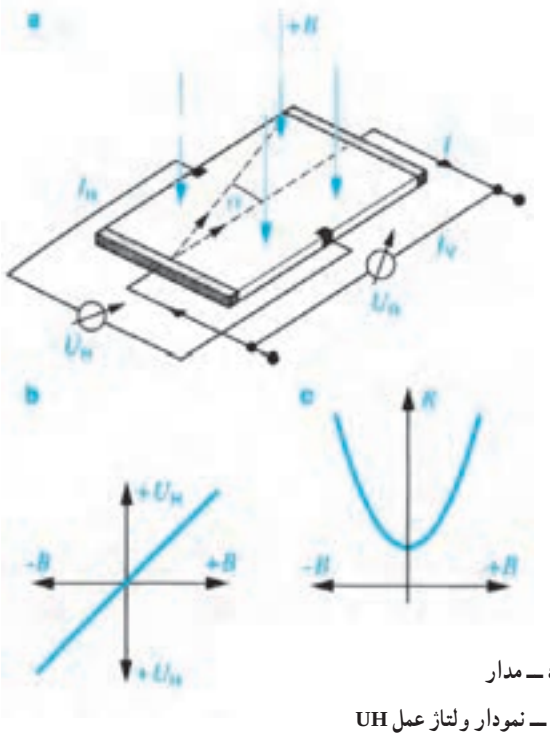
۱ـ۲ـ۲ـ حسگرهای مگنتواستاتیک[1] : حسگرهای مگنتواستاتیک میدان مغناطیسی DC را اندازه‌گیری می‌کنند (اثر هال، گاوس) در مقایسه با حسگرهای القایی با سیم پیچ، این قطعات برای مینیاتورسازی متناسب‌ترند و می‌توان آن‌ها را با هزینه‌ای مناسب توسط تکنولوژی میکروسیستم تولید نمود.

۲ـ۲ـ۲ـ حسگرهای گالوانو مگنتیک : در این حسگرها میدان مغناطیسی به یک سیگنال الکتریکی تبدیل و تغییر شکل می‌یابد. از موارد کاربردی گالوانومگنتیک می‌توان به ولتاژ هال، مقاومت مغناطیسی و تمرکز مغناطیسی اشاره کرد.

۳ـ۲ـ۲ـ اثر هال (Hall effect) : اگر ماده‌ی نیمه رسانا حامل جریان در یک میدان مغناطیسی عمود بر جریان عبوری قرار گیرد ولتاژی در عرض نیمه رسانا تولید می‌شود که به آن «اثر هال» گفته می‌شود. انحراف الکترون‌ها در اثر میدان مغناطیسی و تجمع الکترون‌ها در یک لبه و کم‌بود آن‌ها در طرف مقابل، به نداشتن تعادل و به‌وجود آمدن ولتاژ هال منجر می‌شود (شکل ۱۷ـ۲).

کاربرد اثر هال

۱ـ **magnetostatic** : خواص مغناطیسی‌ای است که به حرکت میدان‌های مغناطیسی بستگی ندارد.



a ــ مدار

b ــ نمودار ولتاژ عمل UH

C ــ افزایش مقاومت ویفر R (اثرگاوس)

B ــ القای مغناطیسی

I ــ جریان ویفر

I_H ــ جریان هال

I_V ــ جریان تغذیه

U_R ــ ولتاژ طولی

α ــ انحراف الکترون‌ها در اثر میدان مغناطیسی

شکل ۱۷ــ۲ــ اثر گالوانومگنتیک (هال)

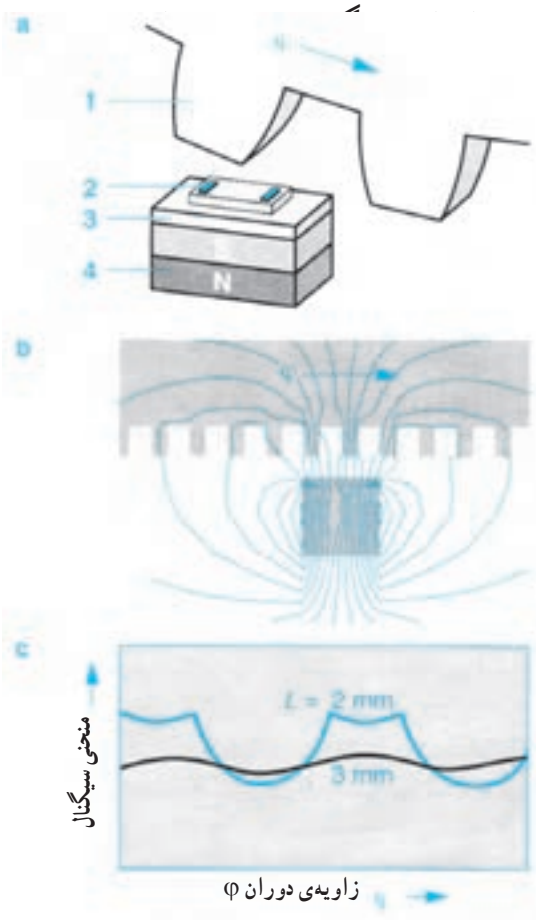
الف) سوئیچ هال: با استفاده از یک مولد هال و تقویت آن روی تراشه و کنترل ولتاژ و یک اشمیت تریگر[1] می‌توان عملکرد یک سوئیچ را ایجاد کرد. هم‌چنین می‌توان از این اثر در ساخت حسگرهای اندازه‌گیری جابه‌جایی، سرعت و زاویه استفاده نمود.

حسگرهای دیفرانسیلی اثر هال: اگر دو سیستم کامل هال روی یک تراشه و در یک فاصله معین قرار داشته باشند، مدار الکترونیک اختلاف ولتاژهای هال مابین آن‌ها را ارزیابی می‌کند.

حسگرهای دیفرانسیلی اثر هال فقط تغییر القای مغناطیسی را ثبت می‌کند و پلاریته‌ی سیگنال خروجی آن‌ها نیز مستقل از فاصله‌ی هوایی، بین روتور و حسگر است. سیگنال‌های خروجی این حسگرها را نمی‌توان در واقعیت، از مقدار مطلق شدت میدان مغناطیسی مستقل دانست (نام عمومی این قطعات حسگرهای گرادیان است). این قطعات بیش‌ترین استفاده را جهت اندازه‌گیری سرعت دورانی دارند و برای دست‌یابی به سیگنال خروجی مطلوب دو حسگر روی لبه‌ی تراشه و در فاصله‌ای تقریباً نصف فاصله‌ی دندانه‌های روتور قرار می‌گیرند. (شکل ۱۸ــ۲)

هر چه مقدار فاصله‌ی هوایی کم‌تر باشد کیفیت سیگنال خروجی بهتر خواهد بود.

۳ــ



a ــ طرح و ساختمان

b ــ شدت میدان مغناطیسی

c ــ منحنی سیگنال برای فاصله‌ی هوایی با عرض L

۱ــ روتور

۲ــ IC اثر هال دیفرانسیلی

۳ــ ویفر هموژنیزه (آهن نرم)

۴ــ آهن‌ربای دائم

شکل ۱۸ــ۲ــ حسگر اثر هال دیفرانسیلی

۱ــ **اشمیت تریگر** : مدار فرمانی است که سیگنال ورودی AC را به عملکرد سویچینگ و سیگنال خروجی موج مربعی تبدیل می‌کند.

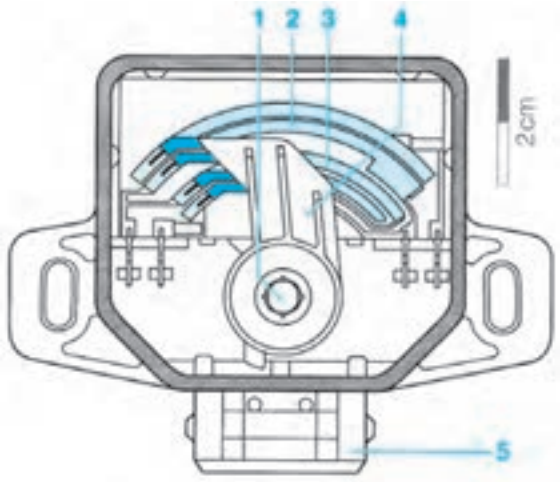
۱ــ۳ــ۲ــ حسگر دریچه‌ی گاز : از حسگر دریچه‌ی گاز برای ثبت زوایای چرخش دریچه‌ی گاز موتورهای بنزینی استفاده می‌شود (شکل ۱۹ــ۲). از دیگر موارد کاربرد آن می‌توان به وظیفه‌ی تعیین اطلاعات مستمر برای شناسایی دامنه‌ی عملکرد موتور (دور آرام، بخش بار)، حالت واماندگی اولیه (سکته داشتن) و ارسال سیگنال اضطراری اشاره کرد. در حسگرهای دریچه‌ی گاز، که به عنوان حسگر بار موتور مورد استفاده قرار می‌گیرند، برای دست‌یابی به دقت مورد لزوم از دو پتانسیومتر جهت اندازه‌گیری بهره گرفته می‌شود.

طراحی و نحوه‌ی عملکرد: حسگر دریچه‌ی گاز یک پتانسیومتر از نوع حسگر زاویه‌سنج با یک یا دو نوار مقاومتی منحنی شکل است. بازوی جاروبک به صورت مکانیکی از یک طرف به محور دریچه‌ی گاز و از طرف دیگر به ترتیب خاصی به زغال‌های لغزنده به نوارهای مقاومتی پتانسیومتر متصل است.

در عمل پردازش، مقدار چرخش محور دریچه‌ی گاز به نسبت ولتاژ $\frac{U_A}{U_V}$ و متناسب با زاویه‌ی چرخش تبدیل می‌شود (شکل ۲۰ــ۲) و ولتاژ عملکردی ۵V است.

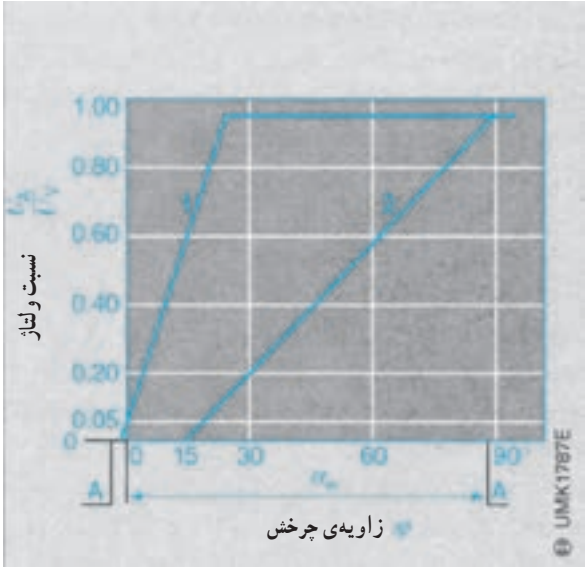
پتانسیومتر دو نوار مقاومتی دارد، با این توضیح که مدار نوار دوم همیشه از طریق اتصال الکتریکی جاروبک کامل می‌شود. این نوار مقاومتی دارای سطح و شکل یکسان با نوار اول است ولی از مواد رسانا با مقاومت پایین و به صورت چاپی تشکیل شده است (شکل‌های ۱۹ــ۲ و ۲۰ــ۲). جهت محافظت در مقابل بار بیش از حد ولتاژ عبوری و ایجاد نقطه‌ی صفر و کالیبراسیون، مقاومت کوچکی به‌طور سری با نوارهای مقاومتی در مدار نصب می‌شود. تغییر مقاومت در پتانسیومتر را می‌توان با ایجاد شکل ویژه‌ای برای نوار مقاومتی که به صورت تغییر عرض در سراسر نوار یا در بخش‌هایی از آن به‌وجود آورد.

۲ــ۳ــ۲ــ حسگر سطح سوخت : کار این حسگر ثبت



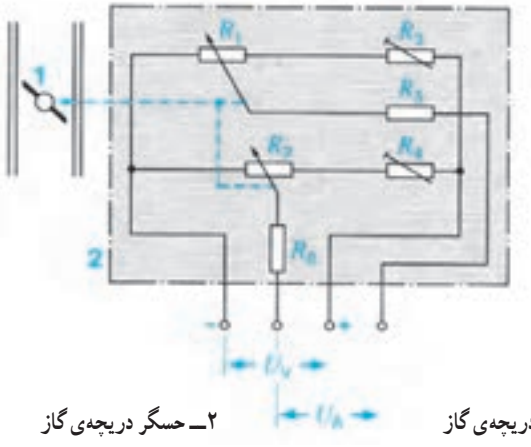
۱ــ محور دریچه‌ی گاز
۲ــ نوار ۱ مقاومت
۳ــ نوار ۲ مقاومت
۴ــ بازو و جاروبک آن
۵ــ اتصال الکتریکی (چهار سیمه)

شکل ۱۹ــ۲ــ حسگر دریچه‌ی گاز



A ــ ایست داخلی
۱ــ منحنی برای دقت زیاد دامنه‌ی زوایای ۲۳° ... ۰°
۲ــ منحنی برای دامنه‌ی زوایای ۸۸° ... ۱۵°
U_O ــ ولتاژ تغذیه
u_A ــ ولتاژ اندازه‌گیری شده
u_v ــ ولتاژ کاری
a_w ــ زاویه‌ی اندازه‌گیری شده‌ی مؤثر

شکل ۲۰ــ۲ــ حسگر دریچه‌ی گاز با دو منحنی



۱ــ دریچه‌ی گاز ۲ــ حسگر دریچه‌ی گاز

U_A ــ ولتاژ اندازه‌گیری شده U_V ــ ولتاژ عملکرد

R_1 و R_2 ــ نوارهای مقاومت ۱ و ۲

R_3 و R_4 ــ مقاومت کالیبراسیون (واسنجی)

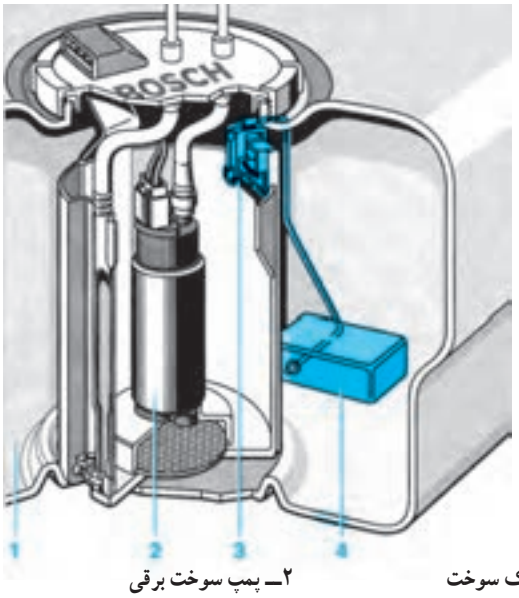
R_5 و R_6 ــ مقاومت حفاظتی

شکل ۲۱ــ۲ــ حسگر دریچه‌ی گاز (مدار)

میزان سطح سوخت داخل باک و ارسال سیگنال مقتضی به واحد کنترل الکترونیکی (Ecu) یا صفحه‌ی نشان دهنده‌های خودرو است.

واحد باک شامل پمپ الکتریکی، فیلتر سوخت و حسگر است. این مجموعه داخل باک نصب می‌شود و علاوه بر ارسال سیگنال میزان سطح سوخت، سوخت تمیز را برای موتور تأمین می‌کند (شکل ۲۲ــ۲).

ساختمان حسگر: حسگر میزان سطح سوخت (شکل



۱ــ باک سوخت ۲ــ پمپ سوخت برقی

۳ــ حسگر میزان سطح سوخت ۴ــ شناور

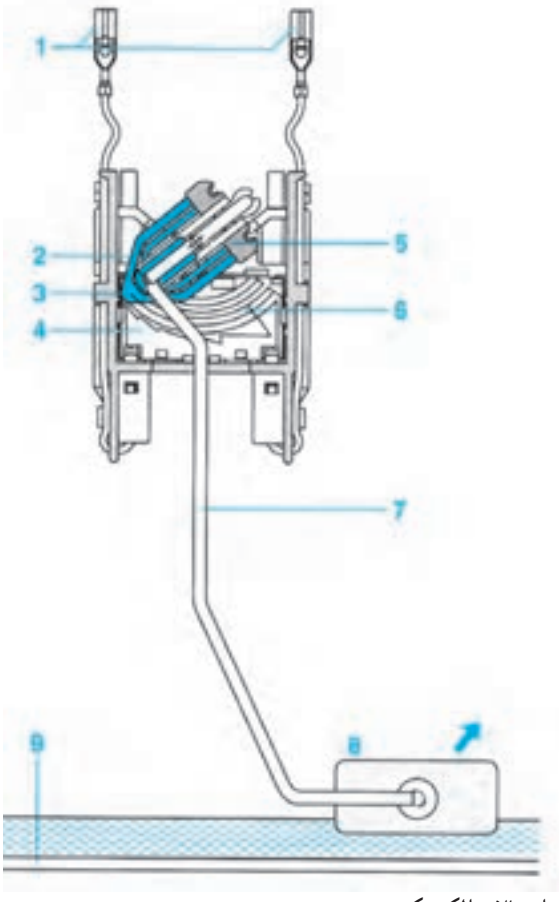
شکل ۲۲ــ۲ــ حسگر میزان سطح سوخت

۲۲

۲۳ــ۲) شامل یک پتانسیومتر با جاروبک فنری، رسانای چاپی یا اتصال زوجی، صفحه‌ی مقاومت (فیبر مدار چاپی) و اتصالات الکتریکی بوده است. این قطعه داخل محفظه‌ای مقاوم و آب‌بندی (نسبت به سوخت) قرار دارد.

اهرم جاروبک، که قابلیت حرکت چرخشی دارد، از یک انتها به شناور و از طرف دیگر به محور پتانسیومتر متصل است. شناور را می‌توان در دو وضعیت ثابت یاگردش به حالت آزاد روی اهرم شناور نصب کرد. طرح تخته‌ی مقاومت (فیبر مدار چاپی) و شکل اهرم شناور و شناور با طراحی مخصوص باک سوخت متناسب است.

نحوه‌ی عملکرد: جاروبک فنری پتانسیومتر به‌وسیله‌ی



۱ــ اتصالات الکتریکی ۶ــ اتصال زوجی

۲ــ فنر جاروبک ۷ــ اهرم شناور

۳ــ اتصال پرچی ۸ــ شناور

۴ــ صفحه‌ی مقاومت ۹ــ کف باک بنزین

۵ــ پین

شکل ۲۳ــ۲ــ حسگر سنجش سوخت

یک پین به اهرم شناور ثابت می‌شود و از طریق اتصال مخصوصی به شکل پرچ با جاروبک فنری و نوارهای مقاومتی پتانسیومتر در ارتباط است. وقتی اهرم شناور جاروبک‌ها را در مسیر نوارها حرکت می‌دهد، متناسب با هرکدام از زوایای چرخش شناور یک نسبت ولتاژ تولید می‌گردد. حداکثر دامنه‌ی چرخش ۱۰۰° و ولتاژ عملکردی بین ۵ تا ۱۳ ولت است.

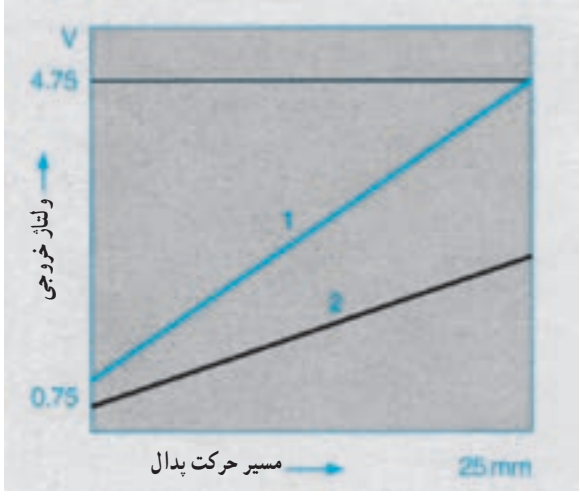
۳ــ۳ــ۲ــ حسگر پدال گاز : به‌طور معمول در سیستم مدیریت موتور انتقال درخواست راننده برای شتاب‌دهی، سرعت ثابت یا کاهش سرعت موتور به‌وسیله‌ی کاربرد پدال گاز و تأثیر آن از طریق مکانیکی روی دریچه‌ی گاز موتورهای بنزینی ویا پمپ سوخت‌پاش (پمپ انژکتور) در موتورهای دیزل صورت می‌پذیرد. معمولاً ارتباط از پدال گاز به دریچه‌ی گاز یا پمپ سوخت‌پاش انژکتور به‌وسیله‌ی کابل کنترل یا اهرم‌بندی انجام می‌گیرد ولی امروزه کابل کنترل یا اهرم‌بندی در سیستم مدیریت موتور الکترونیکی جای‌گزین دارد. در نتیجه خروجی پدال گاز راننده به Ecu به‌وسیله‌ی حسگر پدال گاز انجام می‌شود و هر حرکت یا زاویه‌ی استقرار پدال گاز را ثبت و به Ecu موتور یک سیگنال الکتریکی ارسال می‌کند. این سیستم، به عنوان «drive-by-wire» (فرمان به‌وسیله‌ی سیم) شناخته می‌شود.

هر مدول پدال گاز (شکل‌های b ــ ۲۵ــ۲ و c ــ ۲۵ــ۲) دارای حسگر پدال گاز منحصر به فردی است (شکل a ــ۲۵ــ۲) و این مدول‌ها در موقع نصب روی خودرو، به تنظیم اولیه نیاز ندارند.

حسگر پدال گاز نوع پتانسیومتری: قلب این حسگر پتانسیومتر است که وضعیت‌های عملکرد پدال گاز را با افزایش ولتاژ عبوری مشخص می‌کند و در واحد کنترل الکتریکی (Ecu) برنامه‌ی ویژه‌ای به‌کار رفته است، که در آن دستور محاسبه‌ی زاویه‌ی استقرار با مسیر پدال گاز از طریق ولتاژ میسر می‌گردد. یک نسخه از حسگر پدال گاز دارای یک پتانسیومتر ثانویه می‌باشد این حسگر ثانویه بخشی از سیستم پایش[1] است. و قابلیت دارد عملکرد نامطلوب را در مدیریت موتور تشخیص دهد. ولتاژ عبوری از پتانسیومتر ثانویه نصف ولتاژ عبوری از پتانسیومتر اولیه است و این سیگنال مستقل عیب‌یابی را میسر می‌سازد (شکل ۲۴ــ۲).

در نسخه‌ی دیگر حسگر پدال گاز پتانسیومتر ثانویه دارای یک سوئیچ دور آرام است که امکان ارسال یک سیگنال برای واحد کنترل الکتریکی (Ecu) را، وقتی پدال گاز در وضعیت دور آرام است، ایجاد می‌کند.

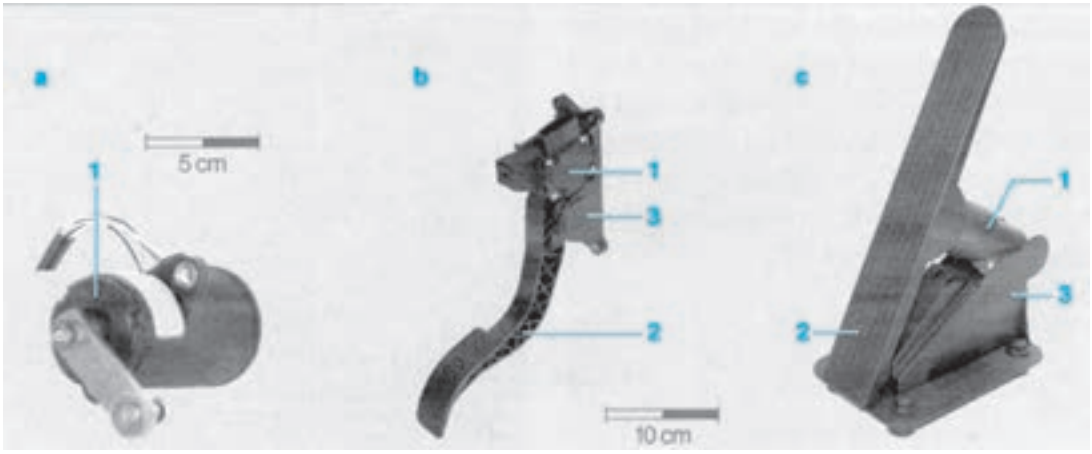
برای خودروهای مجهز به سیستم انتقال قدرت اتوماتیک،



۱ــ پتانسیومتر ۱ــ (پتانسیومتر اصلی)
۲ــ پتانسیومتر ۲ (۰/۵ ولتاژ)

شکل ۲۴ــ۲ــ منحنی مشخصه‌ی یک حسگر پدال گاز با پتانسیومتر ثانویه

۱ــ **Monitoring** : پایش، نظارت و کنترل



a ــ حسگر پدال گاز
b ــ پدال گاز معلق
c ــ پدال گاز مستقر در کف

۱ــ حسگر
۲ــ پدال گاز
۳ــ پایه‌ی پدال

شکل ۲۵ــ۲ــ نسخه‌های حسگر پدال گاز

جهت ارسال سیگنال دنده‌ی معکوس، می‌توان از یک سوئیچ اضافی استفاده نمود.

حسگر زاویه‌ی چرخش اثر هال : اصول عملکرد حسگر زاویه‌ی چرخش بر مبنای حرکت مغناطیسی می‌باشد و دامنه‌ی اندازه‌گیری تقریباً ۹۰° است (شکل‌های ۲۶ــ۲ و ۲۷ــ۲).

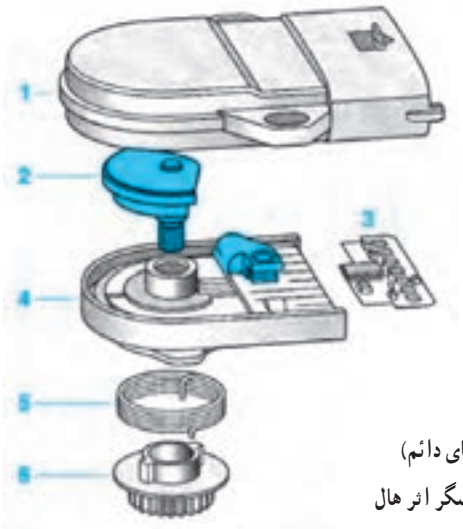
نوع اول : یک روتور دیسکی از آهن‌ربای دائم و به شکل نیم دایره (شکل ۲۷ــ۲ شماره‌ی ۱) حوزه‌ی مغناطیسی تولید شده را، از طریق قطب کفشکی (۲) و اِلمنت رسانای آهن‌ربای نرم (۳) و شفت (۶) به روتور برگشت می‌دهد.

پردازش مقدار میدان برگشتی از طریق المنت رسانا، زاویه‌ی چرخش φ روتور را مشخص می‌کند و در آن‌جا یک حسگر اثر هال (۵) در مسیر حرکت مغناطیس المنت رسانا وجود دارد که امکان تولید یک منحنی ویژه‌ی خطی و عملی را برای تمام دامنه‌ی اندازه‌گیری ایجاد می‌نماید.

نوع دوم : با نوع اول طراحی یک‌سانی دارد ولی بدون المنت رسانای آهن‌ربای دائم است. یک آهن‌ربا دور حسگر اثر هال چرخش می‌کند و مسیر طی شده توسط آن یک قوس دایره‌ای شکل است (شکل ۲۸ــ۲).

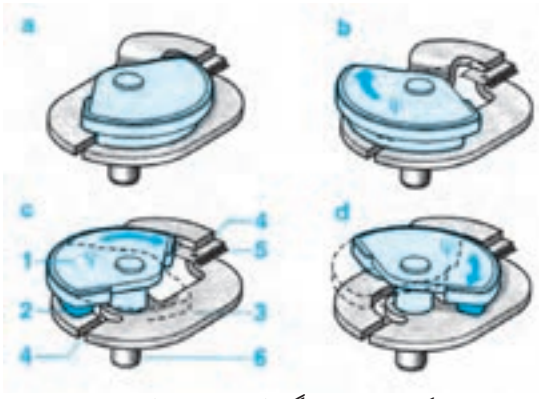
جهت تبدیل منحنی سینوسی به حالت خطی، حسگر اثر هال را اندکی خارج از مرکز قوس (و با زاویه‌ی چرخش بیش‌تر از ۱۸۰°) قرار می‌دهند، ضمن این که نصب این حسگر در داخل مدول گاز به صورت مناسب امکان‌پذیر است.

۴ــ۳ــ۲ــ حسگر زاویه‌ی فلکه‌ی فرمان : برنامه‌ی



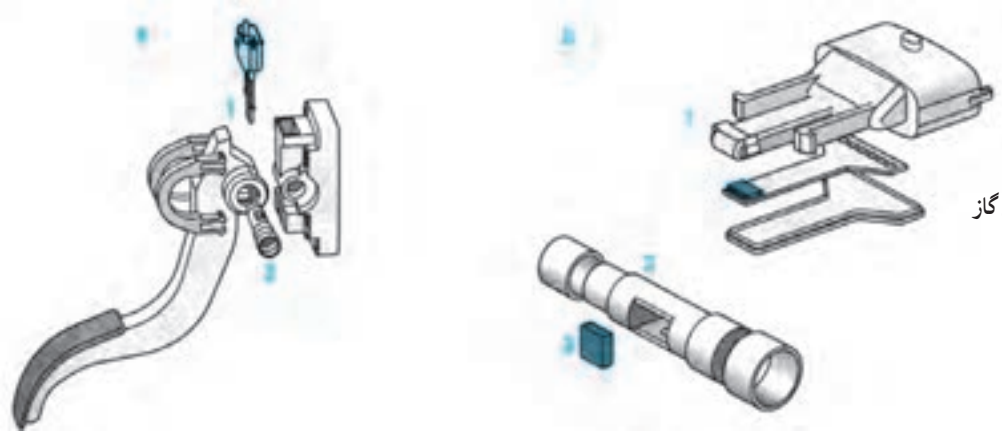
۱ــ کاور
۲ــ روتور (آهن‌ربای دائم)
۳ــ سنجش‌گر و حسگر اثر هال
۴ــ پوسته‌ی اصلی
۵ــ فنر برگشت
۶ــ دنده‌ی واسط

شکل ۲۶ــ۲ــ حسگر زاویه‌ی چرخش اثر هال



۱ــ روتور (آهن‌ربای دائم)
۲ــ کفشک
۳ــ المنت رسانا
۴ــ فاصله‌ی هوایی
۵ــ حسگر اثر هال
۶ــ شفت (آهن‌ربای نرم)
ρــ زاویه‌ی گردش

شکل ۲۷ــ۲ــ حسگر زاویه‌ی چرخش اثر هال



a
۱ــ نصب شده داخل مدول پدال گاز
b ــ اجزا
۱ــ حسگر اثر هال
۲ــ محور پدال
۳ــ آهن‌ربا

شکل ۲۸ــ۲ــ حسگر زاویه‌ی چرخش

پایداری الکترونیکی (Esp) با گزینش ترمز انفرادی چرخ‌ها دستور نگه‌داشتن خودرو را طی مسیر مطلوب و توسط راننده انتخاب می‌کند. در این کنترل، مقادیر زاویه‌ی فلکه‌ی فرمان و فشار ترمزگیری یا حرکت چرخشی واقعی خودرو حول محور عمودی و سرعت خودرو مقایسه می‌شود و در صورت لزوم ترمز چرخ‌ها به صورت انفرادی به‌کار می‌افتند.

این مقایسه‌ی مقادیر برای نگه‌داری زاویه‌ی شناوری؛ یعنی انحراف مابین محور خودرو و میزان گردش واقعی خودرو، کم‌تر از یک مقدار حداقل تا رسیدن به یک محدوده‌ی فیزیکی مناسب از پایداری به منظور جلوگیری از ترمز کردن نامطلوب صورت می‌گیرد. به‌طور کلی تمام انواع حسگرهای زاویه‌ی چرخش برای ثبت زاویه‌ی فلکه فرمان مناسب‌اند. ولی برای رعایت ایمنی بیش‌تر، فقط استفاده از انواعی که اندازه‌گیری را در حالت ایده‌آل و یا به صورت خودکار انجام می‌دهند، توصیه می‌شود. بنابراین، اندازه‌گیری مقادیر فوق‌الذکر با استفاده از حسگرهایی که بر مبنای اصول پتانسیومتر، ثبت کد نوری و اصول مغناطیسی کار می‌کنند، امکان‌پذیر است.

باید در نظر داشت مقدار چرخش فلکه‌ی فرمان یک خودروی سواری $\pm 720^\circ$ است که مساوی با چهار دور گردش فلکه‌ی فرمان است. معمولاً حسگرهای زاویه‌ی گردش فقط می‌توانند حداکثر تا زاویه‌ی 360° را اندازه‌گیری می‌کنند و این به آن معناست که برای این منظور از حسگرهایی می‌توان استفاده کرد که توانایی ثبت و ذخیره‌سازی داده‌ها و اطلاعات موقعیت واقعی فلکه‌ی فرمان را دارا باشند.

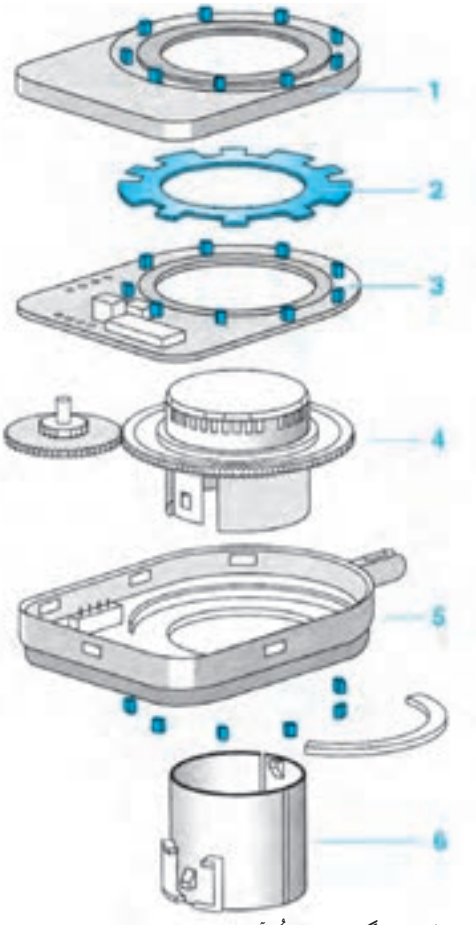
نحوه‌ی عملکرد: دو اندازه گیر مطلق برای بررسی تفاوت‌های دو مجموعه اطلاعات اندازه‌گیری در حسگرهای

زاویه‌ی دوران مغناطیسی وجود دارد. این حسگرها برای زاویه‌ی فلکه فرمان به‌طور کامل و در سراسر محدوده‌ی حرکت فرمان و یا در هر لحظه از زمان دارای خروجی هستند.

۵ــ۳ــ۲ــ حسگرهای زاویه‌ی فلکه‌ی فرمان با اثر هال : در این حسگرها (شکل ۲۹ــ۲) ۱۴ تیغه‌ی سوئیچ اثر هال برای ثبت زاویه‌ی گردش فلکه‌ی فرمان وجود دارد. یک المنت اثر هال، حوزه‌ی مغناطیسی آهن‌ربای هم‌جوار را می‌سنجد و یک دیسک ــ کد مغناطیسی که همراه با میل فرمان دوران می‌کند می‌تواند حوزه‌ی مغناطیسی ایجاد شده را شدیداً کاهش بدهد و یا آن را کاملاً قطع کند.

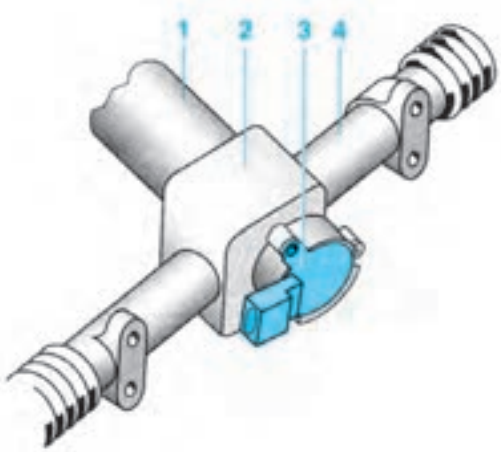
با این روش، نُه حسگر اثر هال امکان به‌دست آوردن موقعیت‌های مختلف زوایای فلکه‌ی فرمان را در حالت دیجیتال ایجاد می‌نمایند و پنج حسگر اثر هال باقی مانده مخصوص ثبت دوران فلکه‌ی فرمان‌اند و این مقدارتوسط دنده‌های موجود و با نسبت چهار به یک، نهایتاً تبدیل به زاویه‌ی ۳۶۰° می‌گردد.

در داخل اولین مورد، که در شکل گسترده‌ی حسگر زاویه‌ی فلکه‌ی فرمان به نمایش درآمده، مشخص شده نُه عدد آهن‌ربای دائم است. (شکل ۲۹ــ۲ شماره‌ی ۱). این حسگرها(در زمانی که به‌وسیله‌ی دیسک ــ کد، که از جنس آهن‌ربای نرم است و با شفت اصلی جعبه فرمان در ارتباط است) مطابق تغییر مکان فلکه‌ی فرمان حرکت کرده و برای هر سوئیچ اثر هال به صورت انفرادی، مانند پرده‌ای حائل عمل می‌کند. سوئیچ‌های اثر هال که در زیر دیسک ــ کد قرار دارند، به همراه یک میکروپروسسور، اطلاعات موقعیت زوایا را به داده‌های کدگذاری شده‌ی هم‌ساز با سیستم CAN - Bus تبدیل می‌کنند.



۱ــ درپوش محفظه‌ی حسگر به همراه نُه آهن‌ربا با فاصله‌ی متقارن
۲ــ دیسک ــ کد (از جنس آهن‌ربای نرم)
۳ــ فیبر مدار چاپی با نُه سوئیچ اثر هال و میکروپروسسور
۴ــ دنده تبدیل دور
۵ــ پنج تیغه‌ی اثر هال باقی‌مانده
۶ــ غلاف نگه‌دارنده‌ی لوله‌ی محافظ میل فرمان

شکل ۲۹ــ۲ــ گسترده‌ی حسگر زاویه‌ی فلکه‌ی فرمان



۱ــ لوله‌ی محافظ میل فرمان
۲ــ جعبه فرمان
۳ــ حسگر زاویه‌ی فلکه فرمان
۴ــ محفظه‌ی میل دنده‌ی شانه‌ای

شکل ۳۰ــ۲ــ حسگر زاویه‌ی فلکه‌ی فرمان برای اتصال به انتهای میل فرمان

۴ــ۲ــ حسگرهای سرعت و دور در دقیقه (RPM)

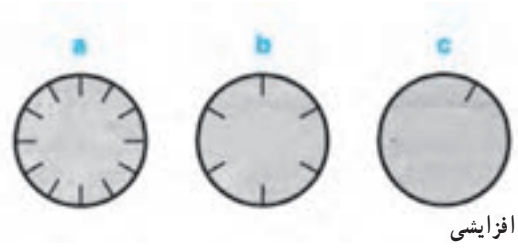
حسگرهای سرعت و دور (rpm)، تعداد دَوَران یا فاصله‌ی طی شده در واحد زمان را اندازه‌گیری می‌کنند.

دست‌یابی به اطلاعات برای خودرو در دو حالت الف) اندازه‌گیری مابین دو قطعه ب) اندازه‌گیری نسبت به سطح جاده یا وسایل نقلیه‌ی دیگر، صورت می‌گیرد.

بعضی از اندازه‌گیری‌ها نیاز به مقدار مطلق سرعت دورانی یا انحراف محور خودرو دارند. برای مثال می‌توان به برنامه‌ی پایداری الکترونیکی (ESP) اشاره کرد که در آن مقدار انحراف عمودی (یاو) محور خودرو به‌وسیله‌ی pick_off حس می‌گردد.

مقدار تغییرات تشخیص داده شده (وابسته به تعداد و مقدار اسکن روتور علامت‌گذاری شده در حسگرها، در انواع مختلف به شرح زیرند (شکل ۳۱ــ۲).

- **حسگر افزایشی (Incremental Sensor)** : در حسگر افزایشی محیط جانبی یک روتور به دقت علامت‌گذاری می‌شود و توسط این نوع حسگر و از طریق نقاط روی محیط، که به زوایای خیلی ظریف تقسیم شده است، امکان ثبت سرعت لحظه‌ای میسر می‌گردد.
- **حسگر سگمنت (قطایی) (Segment Sensor)** : روتور این حسگرها دارای تعداد کمی علامت جانبی است. (برای مثال اندازه‌گیری تعداد سیلندرها)
- **حسگر دور ساده** : روتور حسگرها دارای یک علامت جهت اسکن چرخش است و فقط می‌تواند مجموع سرعت دورانی را ثبت کند.



a ــ حسگر افزایشی

b ــ حسگر سگمنت

c ــ حسگر سرعت دورانی

شکل ۳۱ــ۲ــ انواع روتور سرعت دورانی

شکل‌های مختلف این حسگرها به‌صورت میله‌ای، چنگالی و پیچشی وجود دارد.

مثال‌هایی برای سرعت دورانی :

- سرعت میل لنگ و میل سوپاپ
- سرعت چرخ (ESP/ TCS/ ABS)
- سرعت پمپ سوخت پاش (پمپ انژکتور) موتور دیزل

در موارد ذکر شده همیشه با استفاده از سیستم پیکاپ صعودی که شامل یک چرخ فرمان دندانه‌دار و یک حسگر سرعت است عمل اندازه‌گیری صورت می‌گیرد.

مثال‌هایی از روش‌های پیشرفته :

- اندازه‌گیری سرعت دورانی با استفاده از حسگر دور ساده در بلبرینگ (بلبرینگ چرخ یا حسگر مرکب با کاسه نمد میل لنگ)

مقدار انحراف کم محور طولی خودرو (غلتش) و حداکثر آن (واژگونی)

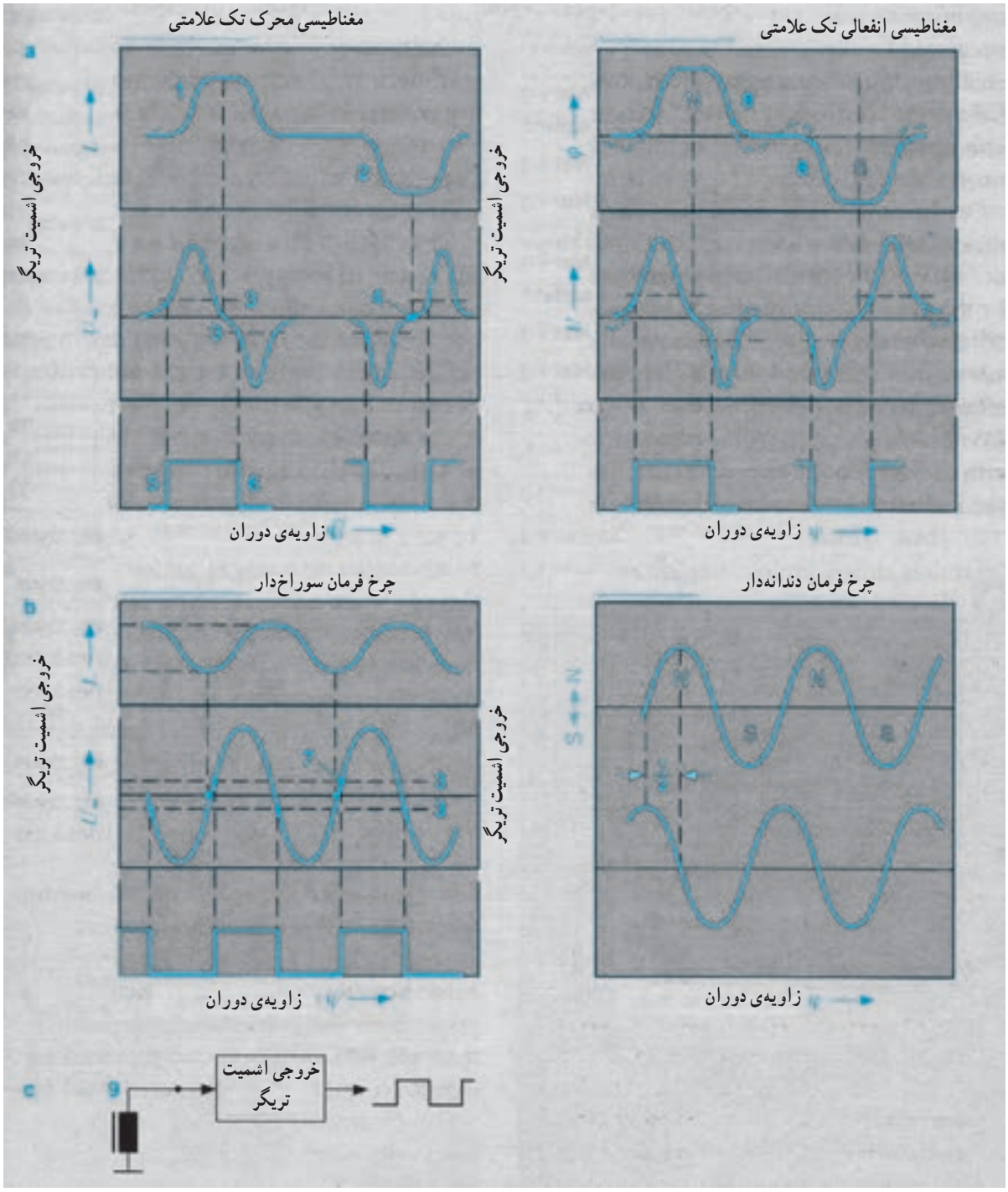
اصول اندازه‌گیری : اصول اندازه‌گیری در حسگرهای سرعت و دور بر مبنای القا و اثر هال است. اثر القایی در اندازه‌گیری سرعت دورانی و اثر هال برای اندازه‌گیری مطلق سرعت دورانی به‌کار می‌روند. حسگرهای اندازه‌گیر مطلق، یک مدار ارزیاب الکترونیکی به‌صورت یک‌پارچه دارد تا بعد از اندازه‌گیری، سیگنال خروجی را آماده‌سازی نماید (شکل ۳۲ــ۲).

از مزایا و معایب حسگرهای سرعت و دور به‌موارد زیر می‌توان اشاره کرد :

مزایا :

- هزینه‌ی ساخت کم
- مقاومت پایین استاتیکی و مقاومت دینامیکی بالا (مقاوم در برابر تداخل)
- فاقد مدار الکترونیکی بودن حسگرهای انفعالی
- توانایی کار با ولتاژ DC (مقاوم در برابر تغییرات ولتاژ)
- دامنه‌ی دمای کاری بالا
- **معایب** : محدودیت درکاهش اندازه به دلیل استفاده از سیم‌پیچ و تکنولوژی آن
- حساسیت نسبت به فاصله‌ی هوایی

شکل ۳۲ــ۲مسیر حوزه و منحنی ولتاژ برای یک حسگر نوع القایی با یک سیگنال مغناطیسی مطابق چرخش علامت، یک ساختار افزایش متناوب (چرخ فرمان دندانه‌دار یا سوراخ‌دار) و یک مدار ارزیاب را مشخص می‌کند.



a ــ سیگنال مغناطیسی مطابق چرخش علامت
b ــ ساختار افزایش متناوب
c ــ مدار ارزیاب
۱ ــ بادامک
۲ــ دهانه باشکاف
۳ــ نقطه‌ی سوئیچ‌کردن
۴ــ نقطه‌ی صفر از شیب منفی
۵ــ Priming edge
۶ــ Switching Flank
۷ــ نقطه‌ی سوئیچ‌کردن
۸ــ قطب میله‌ای
۹ــ حسگر
$\frac{\gamma}{2}$ ــ فاز شفت
L ــ اندوکتانس
U ــ ولتاژ
Q ــ شار مغناطیسی

شکل ۳۲ــ۲

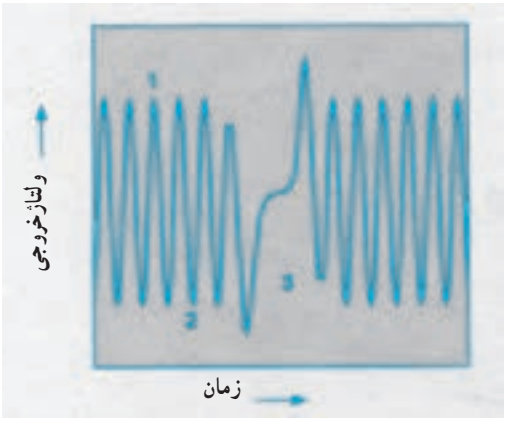
۱ــ۴ــ۲ــ حسگر سرعت موتور القایی :این قبیل حسگرهای سرعت موتور برای اندازه‌گیری پارامترهایی به‌شرح زیر مورد استفاده قرار می‌گیرند :

- دور موتور (دَوَران موتور در دقیقه)
- موقعیت میل لنگ (برای اطلاع دربـاره‌ی موقعیت پیستون‌های موتور)

سیگنال خروجی حسگرسرعت دورانی یک کمیت خیلی مهم در مدیریت الکترونیکی موتور است و مقدار سرعت دورانی از فرکانس سیگنال حسگر برآورد می‌گردد.

طراحی و نحوه‌ی عملکرد : حسگر مستقیماً در مقابل یک چرخ فرمان (۷) فرو مغناطیسی قرار دارد، (شکل ۳۴ــ۲) و با یک فاصله‌ی هوایی کم، این دو قطعه از یکدیگر جدا شده‌اند. حسگر دارای یک هسته از جنس آهن نرم (قطب میله‌ای) (۴) است که به سیم سلونوئید (۵) ضمیمه می‌گردد. این قطب میله‌ای (هسته) از طرف دیگر به یک آهن‌ربای دائم (۱) متصل است که با عبور یک حوزه‌ی مغناطیسی از میان آن در امتداد قطب به داخل چرخ فرمان نفوذ می‌کند.

میدان مغناطیسی پراکنده به‌وسیله‌ی یک دندانه‌ی متمرکز و هدایت شده و موجب افزایش میدان فعال در سراسر سیم پیچ می‌گردد و کاهش آن به‌وسیله‌ی فاصله (دهانه) صورت می‌پذیرد. پس میزان حوزه‌ی مغناطیسی سراسر سیم پیچ وابسته به آن، که دندانه‌ی چرخ فرمان یا فاصله (دهانه) در مقابل حسگر قرار بگیرد، به‌دلیل کاهش و افزایش حوزه‌ی مغناطیسی که در زمان دَوَران چرخ فرمان به‌وقوع می‌پیوندد یک ولتاژ سینوسی در سیم پیچ که متناسب با نسبت تغییر یا نوسان حوزه است، تولید می‌شود (شکل ۳۳ــ۲).



۱ــ دندانه ۲ــ فاصله (دهانه) ۳ــ علامت مرجع

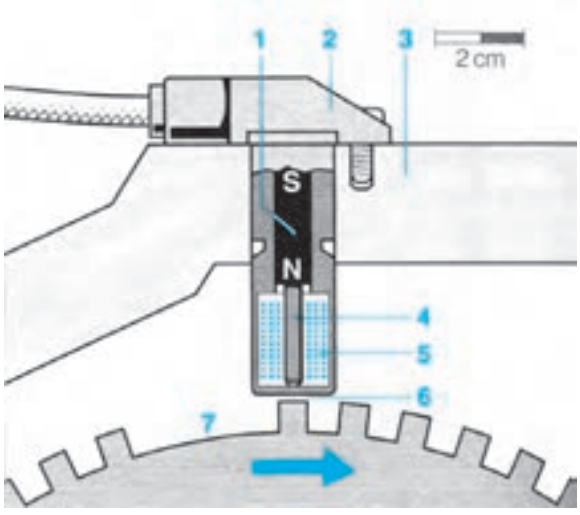
شکل ۳۳ــ ۲ــ سیگنال القایی یک حسگر rpm

همراه با افزایش سرعت چرخ فرمان، دامنه‌ی ولتاژ AC تولیدی نیز شدیداً افزایش می‌یابد (ولتاژ با دور متناسب است)، از چند mv تا ۱۰۰v و کم‌ترین میزان تعداد دوران مورد نیاز برای تولید یک سیگنال کافی ۳۰rpm است.

تعداد دندانه‌های روی چرخ فرمان دارای مشخصات ویژه‌ای است. برای مثال معمولاً در سیستم مدیریت موتور روی فلایویل، چرخ فرمانی با ۶۰ گام استفاده شده که دو دندانه‌ی آن حذف گردیده است (۷) یعنی چرخ فرمان دارای ۵۸=۲-۶۰ دندانه است.

در روی چرخ فرمان برای تعریف یک موقعیت از میل‌لنگ و علامت مرجع جهت برآورد و همزمان‌سازی با واحد کنترل الکترونیکی(ECU) یک فاصله‌ی (دهانه) خیلی بزرگ اختصاص یافته است.

در نوع دیگر از چرخ فرمان، برای هر سیلندر موتور یک دندانه وجود دارد، یعنی در این نوع برای یک موتور چهار سیلندر، چهار دندانه و در نتیجه در هر دور از دَوَران موتور چهار پالس تولید می‌گردد. در واحد کنترل الکتریکی با تبدیل ولتاژ سینوسی از کل مدار ارزیابی الکترونیکی صورت می‌گیرد و این کار توسط میکروکنترل موجود در آن (ECU) و تبدیل ولتاژ با دامنه‌های جدا و مختلف از یکدیگر به یک ولتاژ با موج مربعی شکل صورت می‌گیرد.



۱ــ آهن‌ربای دائم ۲ــ محفظه‌ی حسگر ۳ــ بلوکه‌ی سیلندر ۴ــ قطب

۵ــ سیم پیچ ۶ــ فاصله‌ی‌هوایی ۷ــ چرخ فرمان با علامت مرجع

شکل ۳۴ــ۲ــ حسگر دور القایی

۲ــ۴ــ۲ــ حسگر فاز اثرهال : به‌دلیل نامعین بودن وضعیت پیستون برای رسیدن به TDC و با توجه به این‌که سرعت میل سوپاپ نصف سرعت دوران موتور است. می‌توان از موقعیت دورانی میل سوپاپ به‌عنوان یک نشانه جهت مشخص شدن فاز کورس کمپرس یا تخلیه‌ی پیستون استفاده کرد.

حسگر فاز روی میل سوپاپ این اطلاعات را برای ECU آماده می‌کند.

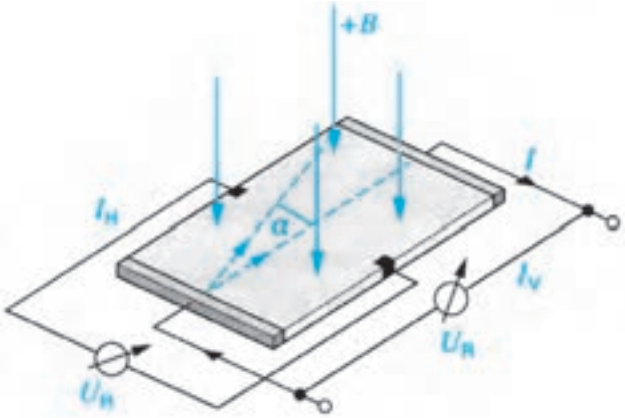
نحوه‌ی عملکرد

حسگر میله‌ای اثرهال: همان‌طوری‌که از نام آن پیداست این نوع حسگرها (شکل ۳۶ــ۲) با استفاده از اثر هال ساخته شده‌اند.

یک چرخ فرمان فرو مغناطیسی با دندانه و فاصله (دهانه) یا روتور سوراخ‌دار (شماره‌ی ۷) به میل سوپاپ متصل می‌شود و دوران می‌کند.

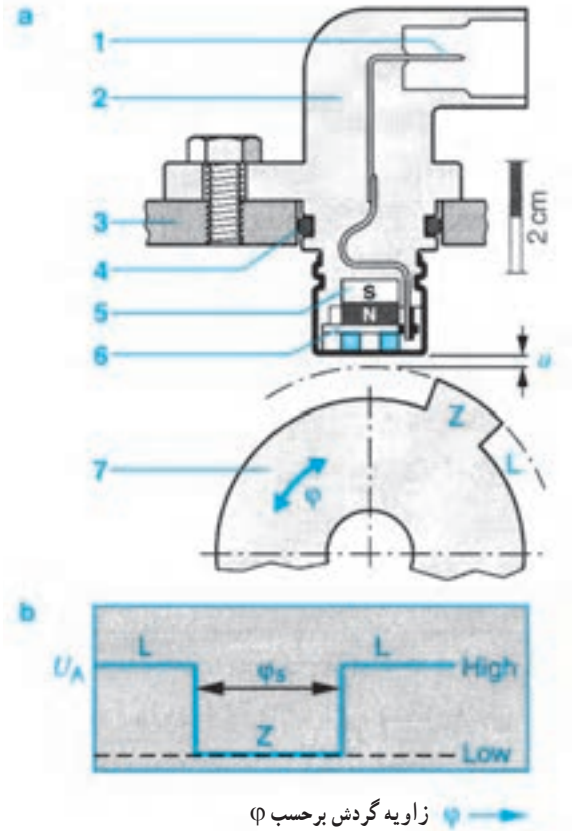
محل قرار گرفتن IC اثر هال ما بین چرخ فرمان و یک آهن‌ربای دائم (شماره‌ی ۵) است که حوزه‌ی مغناطیسی عمود بر المنت هال را ایجاد می‌کند. اگر یک دندانه‌ی چرخ فرمان (z) از مقابل المنت (ویفرنیمه رسانا) حسگر میله‌ای عبور کند در شدت حوزه‌ی مغناطیسی عمود بر المنت‌های تغییر ایجاد می‌شود و این حالت دلیل حرکت و انحراف الکترون‌ها در سوئیچ اثر هال شده (شکل ۳۵ــ۲ زاویه‌یα) و در نتیجه‌ی این عمل یک سیگنال ولتاژ فرمان (ولتاژهال) که در محدوده‌ی میلی ولت و مستقل از نسبت سرعت ما بین حسگر و چرخ فرمان است، تولید می‌گردد.

سنجش کلی و الکترونیکی شرایط سیگنال IC هال و یک صفحه‌ی سوراخ‌دار یا طرح ویژه (شکل ۳۷ــ۲ــ a) و یک چرخ فرمان دو دندانه‌ی مجاور (شکل ۳۷ــ۲ــ b) برای تولید سیگنال و اندازه‌گیری مورد استفاده قرار می‌گیرند (شکل ۳۸ــ۲). این حسگرها در خودروهایی که دقت ساخت درآن‌ها بالاست به‌کاررفته و از مزایای آن‌ها می‌توان به فاصله‌ی زیاد بین حسگر و محل اندازه‌گیری و هم‌چنین خنثی کردن حرارت اشاره کرد.



I. جریان ویفر — I_M . جریان هال — I_V. جریان تولیدی
U_H. ولتاژ هال — U_R. ولتاژ طولی
B. القای مغناطیسی — α. انحراف الکترون در اثر حوزه‌ی مغناطیسی

شکل ۳۵ــ۲ــ المنت هال (تیغه‌ی سوئیچ اثرهال)



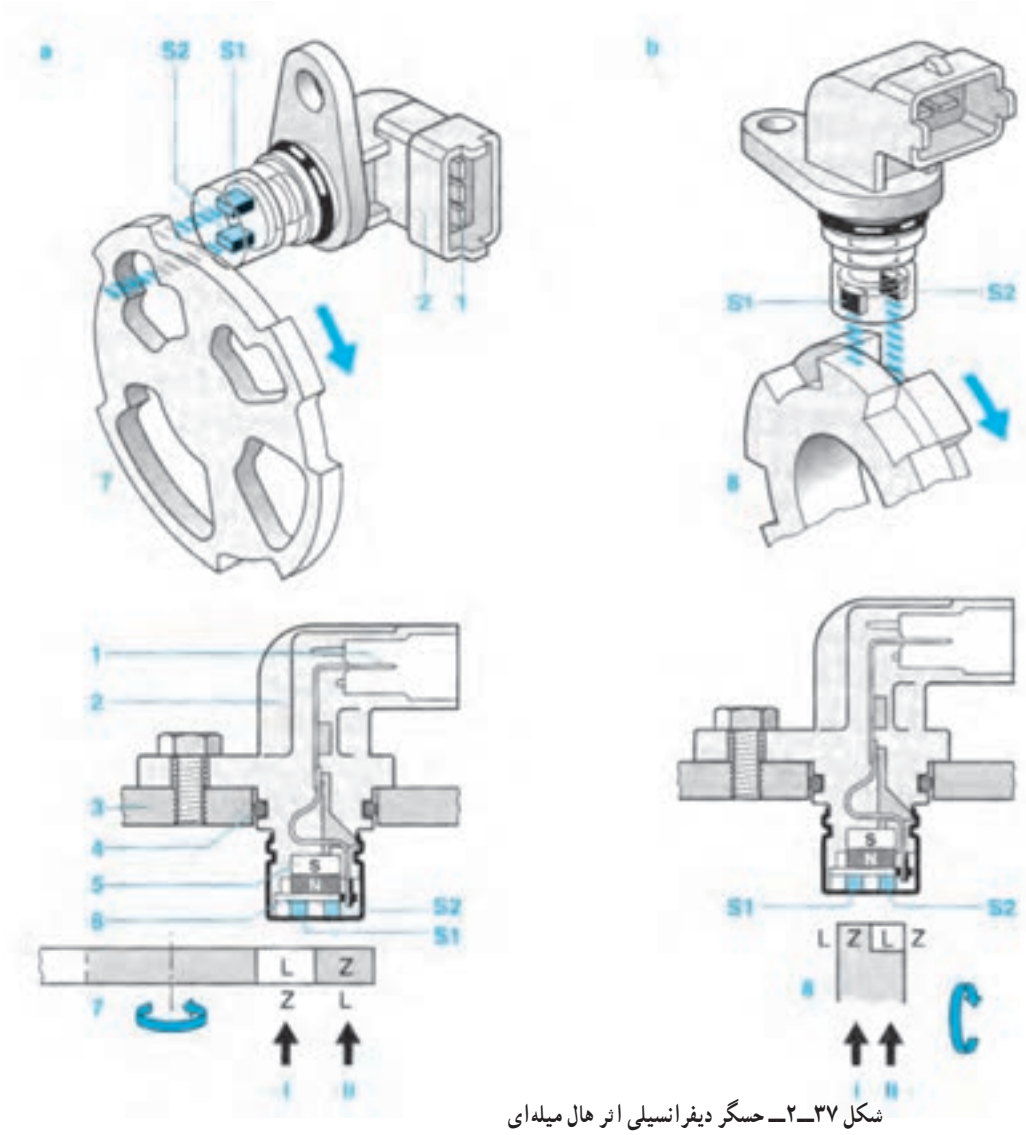
زاویه گردش برحسب φ

a ــ موقعیت حسگر و چرخ فرمان تک شیاری

b ــ مشخصات سیگنال خروجی U_A

۱ ــ اتصال الکتریکی — ۲ــ پوسته‌ی حسگر
۳ ــ بلوکه‌ی موتور — ۴ــ اُــ رینگ
۵ ــ آهن‌ربای دائم — ۶ــ IC هال
۷ــ چرخ فرمان با دندانه یا شیار (z) و فاصله (دهانه‌ی L)
a ــ فاصله هوایی — φ ــ زاویه‌ی چرخش

شکل ۳۶ــ۲ــ حسگر اثرهال میله‌ای



a ــ محوری (صفحه‌ی سوراخ‌دار)

b ــ شعاعی (چرخ فرمان با دو دندانه)

۱ــ اتصال الکتریکی

۲ــ پوسته‌ی حسگر

۳ــ بلوکه‌ی موتور

۴ــ اُ ــ رینگ

۵ــ آهن‌ربای دائم

۶ــIC هال دیفرانسیلی با المنت‌های S_1 و S_2

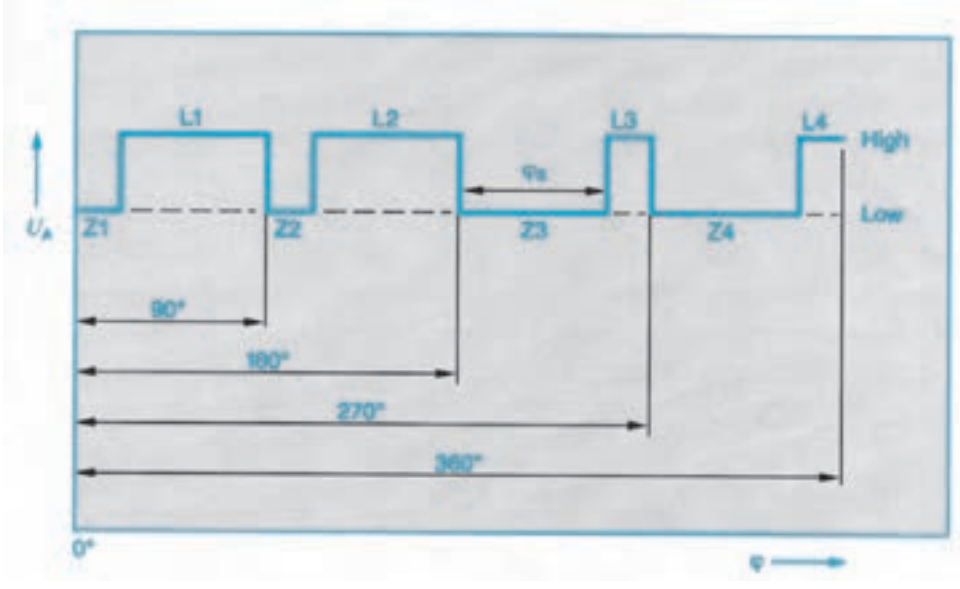
۷ــ صفحه‌ی سوراخ‌دار

۸ــ چرخ فرمان با دودندانه

۱ــ شیار ۱

۲ــ شیار ۲

شکل ۳۷ــ۲ــ حسگر دیفرانسیلی اثر هال میله‌ای



سیگنال خروجی «پایین» : دندانه‌ی z در جلو S_1 و شیار در جلوی S_2

سیگنال خروجی «بالا» : شیار در جلوی S_1 و دندانه‌ی z در جلوی S_2

φ_s عرض سیگنال

شکل ۳۸ــ۲ــ مشخصات منحنی سیگنال خروجی U_A از یک حسگر دیفرانسیلی اثر هال میله‌ای

۳ــ۴ــ۲ــ حسگر سرعت چرخ : از طریق سیگنال‌های حسگر سرعت چرخ، ECU، سیستم‌های ABS، ESP و TCS مقدار دَوَران هر چرخ را برآورد می‌کنند. کاربرد اندازه‌گیری سرعت چرخ درپیش‌گیری از توقف یا دوران غیر مؤثر (لغزش) چرخ است و در ایجاد وضعیت مناسب و کارایی صحیح در پایداری و فرمان‌پذیری خودرو، نقش مؤثری دارد. هم‌چنین، سیگنال‌های ارسالی توسط حسگر چرخ در سیستم ناوبری جهت محاسبه‌ی فاصله‌ی پیموده شده توسط خودرو به‌کار می‌رود. این حسگرها در دو نوع انفعالی (passive) و فعال (Active) وجود دارند. در زیر به شرح نوع انفعالی آن می‌پردازیم :

حسگر سرعت چرخ انفعالی: قطب میله‌ای حسگر و سرعت چرخ القایی توسط سیم پیچ احاطه و مستقیماً در بالای یک چرخ فرمان (روتور) و روی توپی چرخ نصب شده است.

قطب میله‌ای از جنس آهن نرم بوده و به یک آهن‌ربای دائم متصل است و میدان مغناطیسی از طریق آن به داخل چرخ فرمان انتشار می‌یابد.

حرکت بدون توقف چرخ فرمان به‌طور مستمر القای نظیر به نظیر میدان مغناطیسی را در داخل قطب میله‌ای و سیم پیچ ایجاد می‌کند و دندانه‌ها و فواصل بین آن‌ها موجب می‌شود برای تولید جریان متناوب و مطلوب جهت پایش، در یک انتهای سیم پیچ نوسانات القایی ایجاد شود.

فرکانس و دامنه‌ی جریان متناوب، با سرعت چرخ فرمان متناسب است و نداشتن دَوَران چرخ، مقدار ولتاژ القایی را به صفر می‌رساند. شکل دندانه‌ها و فاصله‌ی هوایی در مقدار افزایش ولتاژ و مقدار تعریف شده برای حساسیت ECU (نسبت به تعداد دوران چرخ قابل اندازه‌گیری جهت سوئیچینگ ABS) مؤثر است.

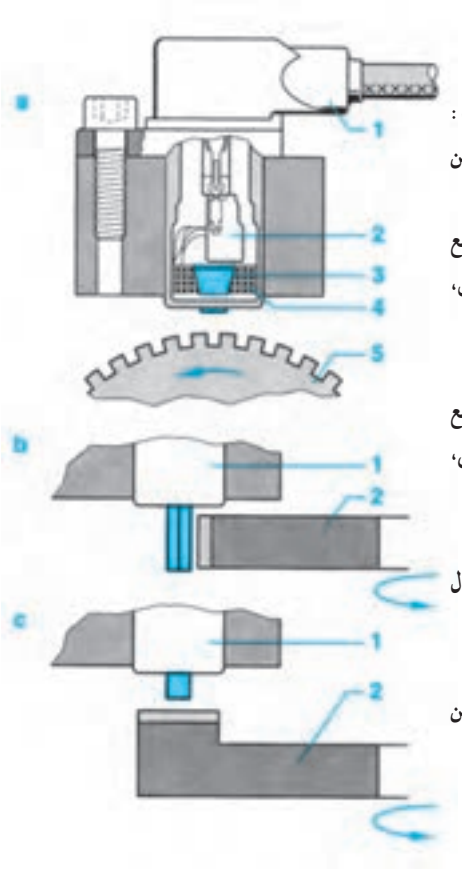
فاصله‌ی بیش از حد حسگر از چرخ فرمان، مطمئناً تداخل امواج الکترومغناطیس و ایجاد سیگنال منفی را به‌دنبال دارد و مقدار تلرانس مجاز آن در حدود ۱mm است. حسگر سرعت چرخ روی یک پایه‌ی محکم نصب می‌شود تا از نوسان و لرزش در آن که موجب بدکارکردن ترمز و نقصان در سیگنال‌های حسگر می‌شود، جلوگیری به‌عمل می‌آید.

در موقع انتخاب نوع قطب و روش نصب قابل اجرا و سازگار با سیستم‌های کنترلی، با شرایط مختلف نصب روی چرخ مواجه می‌شویم.

از متداول‌ترین نوع اسکنه‌ی قطب، که آن‌را قطب نوع تخت می‌نامند (شکل ۳۹ــ۲)، برای نصب محیطی (یعنی محور حسگر عمود بر محور چرخ فرمان باشد) و عمود بر روتور پالس (چرخ فرمان) استفاده می‌گردد.

نوع لوزی شکل قطب (شکل ۳۹ــ۲) مخصوص نصب محوری (یعنی محور حسگر موازی با محور چرخ فرمان باشد) وبه‌صورت محیطی با چرخ فرمان در رابطه است.

در طرح فوق‌الذکر برای دریافت پالس درست، قطب باید به‌طور دقیق و در راستای چرخ فرمان قرار گیرد. ولی در نوع میله‌ای شکل (شکل cــ ۳۹ــ۲)، که دارای مقطع گرد است، دقیق ودر راستا قرار گرفتن قطب و چرخ فرمان ضرورتی ندارد. فقط چرخ فرمان باید دارای قطر بزرگ‌تر و تعداد دنده‌ی بیش‌تر باشد.



a ــ قطب میله‌ای تخت : نصب محیطی، اسکن شعاعی

b ــ قطب میله‌ای با مقطع لوزی : نصب محوری، اسکن شعاعی

c ــ قطب میله‌ای با مقطع گرد : نصب شعاعی، اسکن محوری

۱ــ حسگر با اتصال الکتریکی

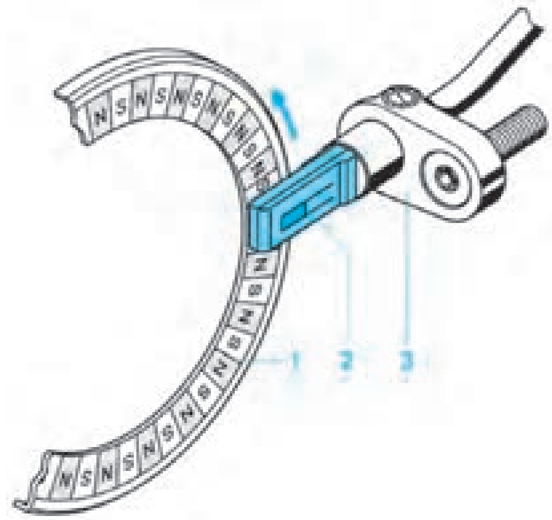
۲ــ آهن‌ربای دائم

۳ــ قطب میله‌ای (آهن نرم)

۴ــ سیم پیچ

۵ــ چرخ فرمان

شکل ۳۹ــ۲ــ حسگر انفعالی سرعت چرخ با شکل‌های مختلف قطب و نوع قرارگیری



۱ــ رینگ چند قطبی ۲ــ المنت حسگر ۳ــ محفظه‌ی حسگر

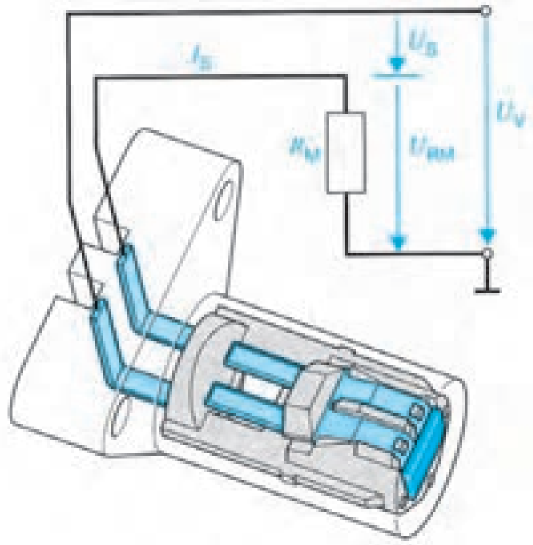
شکل ۴۰ــ۲ــ حسگر فعال سرعت چرخ با رینگ چند قطبی

۴ــ۴ــ۴ــ حسگرهای دور جعبه دنده : این حسگرهای جعبه دنده، اسکن سرعت را در سیستم‌های انتقال قدرت AT، انتقال قدرت CVT، AST انجام می‌دهند. مشخصات این حسگرها به‌گونه‌ای طراحی شده است که در مقابل روغن‌های مورد مصرف در انتقال قدرت اتوماتیک (ATF) غیر حساس‌اند و بسته بندی حسگر امکان یک پارچه‌سازی با مدول تعیین وضعیت انتقال قدرت و یا استفاده‌ی مجزا از آن‌را میسر می‌سازد.

این حسگرها جهت کارکرد، احتیاج به منبع تغذیه‌ای با ولتاژ ۴/۵ الی ۱۶/۵ ولت دارند. و هم‌چنین دمای مجاز عملکرد آن‌ها ۴۰ الی ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد است.

نحوه‌ی عملکرد : حسگر دور، از یک IC هال و دو سیم هادی جریان تشکیل شده است، که برای شروع به‌کار آن (حسگر)، باید به منبع تغذیه (U_V) متصل گردد.

اِعمال اثر هال در موقع اسکن روتور با دندانه‌ی فرومغناطیس، روتور با صفحه‌ی سوراخ‌دار یا رینگ‌های چند قطبی، که دارای فاصله‌ی هوایی ۰/۱ الی ۲/۵ میلی‌مترند، یک سیگنال با دامنه‌ی ثابت و مستقل از سرعت دورانی تولید می‌کند. این وسیله امکان ثبت سرعت‌های دورانی پایین را در حدود n=۰ ایجاد می‌کند، و جریان تغذیه باعث افزایش سیگنال خروجی از آن می‌گردد.



I_S ــ جریان حسگر (تغذیه و سیگنال) R_M ــ مقاومت اندازه‌گیری (در Ecu)
R_{RM} ــ سیگنال ولتاژ U_V ــ ولتاژ تغذیه
U_Sــ ولتاژ حسگر

شکل ۴۱ــ۲ــ نمونه‌ای از یک حسگر اثرهال با ۲ سیم

با استفاده از یک مقاومت اندازه‌گیر R_M و یا تعدیل جریان (حداقل ۷_{MA} و حداکثر ۱۴_{MA}) می‌توان پس از تبدیل داخلی، یک سیگنال ولتاژ U_{RM} را به ECU ارسال کرد.

دو نوع مختلف حسگر در جعبه دنده وجود دارد که به شرح زیرند :

نوع اول (Rs50)

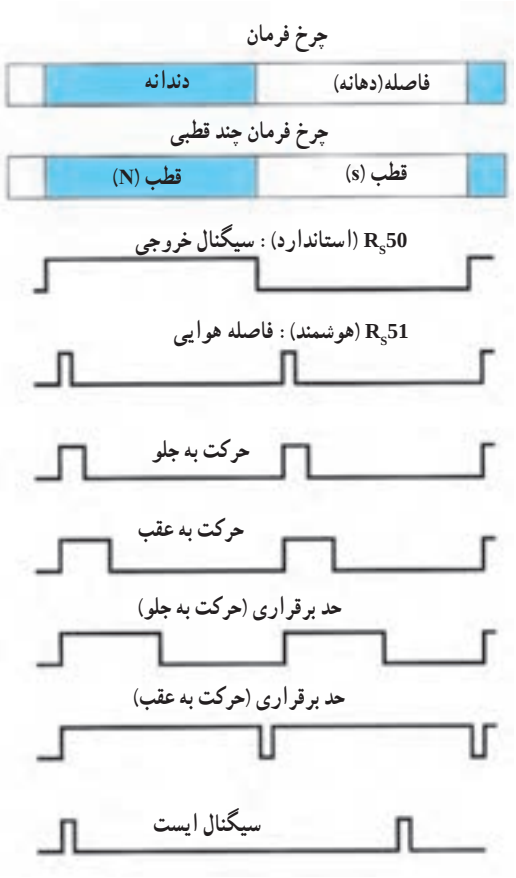
پروتکل دیتا (استاندارد تبادل داده‌ها) : اطلاعات دور در دقیقه به شکل یک سیگنال پالس مستطیلی

نمایش فرآیند داخلی : یک فرکانس سیگنال فرمان به‌وسیله‌ی عبور نور از مقابل حسگر که متناسب با سرعت روتور است.

نوع دوم (Rs51)

پروتکل دیتا : اطلاعات دور در دقیقه به شکل سیگنال پالس مستطیلی که اطلاعات متمم با استفاده از اصول مدوله‌سازی پهنای پالس (P_{wm}) ارسال می‌گردد.

نمایش فرآیند داخلی : سیگنال دوردر دقیقه آشکارسازی است،جهت دَوَران،فاصله هوایی و موقعیت اتصال.



شکل ۴۲ــ۲ــ شکل و محتوای اطلاعات سیگنال‌های خروجی از نسخه‌های مختلف حسگر

۵ــ۲ــ حسگرهای نوع القایی برای سیستم جرقه زنی

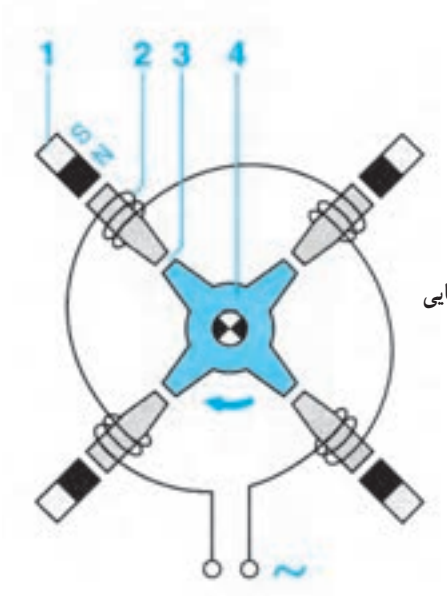
برای فرمان جرقه‌زنی از یک حسگر نوع القایی به‌عنوان یک ژنراتور ACدر سیستم جرقه‌زنی ترانزیستوری استفاده می‌گردد.

به‌ازای زاویه‌ی داول، نقطه‌ی سوئیچ تعریف می‌شود، که به‌وسیله‌ی مقایسه‌ی سیگنال AC با یک سیگنال ولتاژ مطابق با زمان کنترل، جریان حاصل می‌آید.

طراحی وساختمان : حسگرهای القایی در محفظه‌ی توزیع کننده‌ی جرقه (دلکو) و در محل نقاط قطع و وصل جریان قرار دارند (شکل ۴۳ــ۲). هسته، که از جنس آهن نرم و متورق است و سیم پیچ را القا می‌کند، به همراه سیم پیچ و آهن‌ربای دائم، یک مجموعه‌ی ثابت را تشکیل می‌دهد که به آن «استاتور» اطلاق می‌شود.

روتور (چرخ فرمان) به شفت توزیع کننده‌ی جرقه متصل است و همراه آن(دلکو) دَوَران می کند و از انتهای استاتورها عبور می‌نماید و همانند بادامک جداکننده‌ی پلاتین عمل می‌کند.

هسته و روتـور از جنس آهن نرم‌اند و دندانه دارند. دندانه‌های استاتور به‌صورت باله و عمود به طرف بالا، در انتهای آن قرار دارد وروتور هم دندانه‌ی یکسان با استاتور ولی عمود به طرف پایین دارد. دندانه‌های روتور واستاتور، زمانی که مستقیماً روبـه‌روی یکدیگر قرار دارنـد، دارای فاصله‌ای برابر ۰/۵ میلی‌مترند.



۱ــ آهن‌ربای دائم

۲ــ سیم پیچ و هسته‌ی القایی

۳ــ فاصله‌ی هوایی متغیر

۴ــ روتور

شکل ۴۳ــ۲ــ حسگر نوع القایی در توزیع کننده‌ی جرقه

نحوه‌ی عملکرد : اصول کارکرد به‌فاصله‌ی هوایی مابین دندانه‌ی روتور و دندانه‌ی استاتور وابسته است و به همراه دَوَران روتور مرتباًحوزه‌ی مغناطیسی آن‌ها تغییر می‌کند. این تغییرات در حوزه‌ی مغناطیسی یک ولتاژ AC را در سیم پیچ القا می‌کند و مقدار پیک (حداکثر) ولتاژ سیم پیچ ±US متناسب با سرعت دورانی روتور است. در حداقل سرعت این ولتاژ۰/۵V و در حداکثر سرعت تقریباً ۱۰۰V است. همچنین فرکانس (F) این ولتاژ AC (شکل ۴۴ــ۲) برابر تعداد جرقه‌ی شمع در دقیقه است.

رابطه‌ی فرکانس به‌شرح زیر است :

در فرمول

$$F = Z.\frac{n}{z}$$

F ــ فرکانس یا تعداد جرقه (min^{-1})

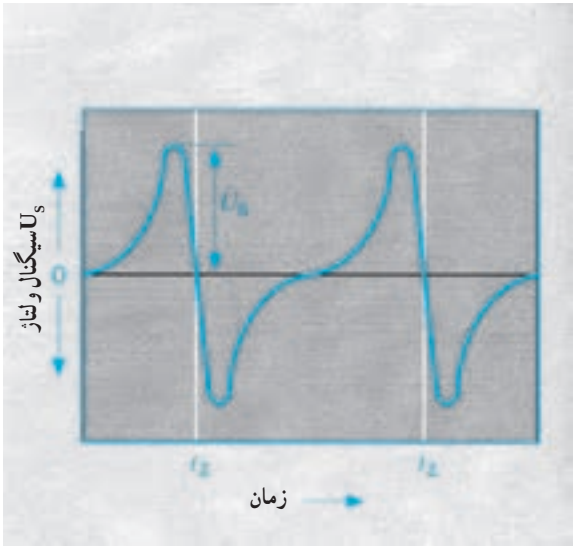
z ــ تعداد سیلندر موتور

n ــ سرعت موتور(min^{-1})

U_Sــ سیگنال ولتاژ

$\hat{U}_S$ ــ ولتاژ پیک (حداکثر)

t_z ــ نقطه‌ی جرقه



شکل ۴۴ــ۲ــ منحنی مشخصه‌ی حسگر القایی

۶ــ۲ــ حسگر پیزوالکتریک یا دیاپازونی Tuning - fork yaw- rate sensor

در این روش اطلاعات مورد نیاز از تغییر مکان خودرو با محاسبه فواصل راندن برآورد شده و نقشه دیجیتال جاده روی CD-ROM سیستم ناوبری خودرو ذخیره می‌گردد.

در موقع گردش خودرو (برای مثال در تقاطع جاده‌ها) مقدار انحراف خودرو حول محور عمودی توسط حسگر دیاپازونی (yaw- rete sensor) سیستم ناوبری ثبت می‌گردد.

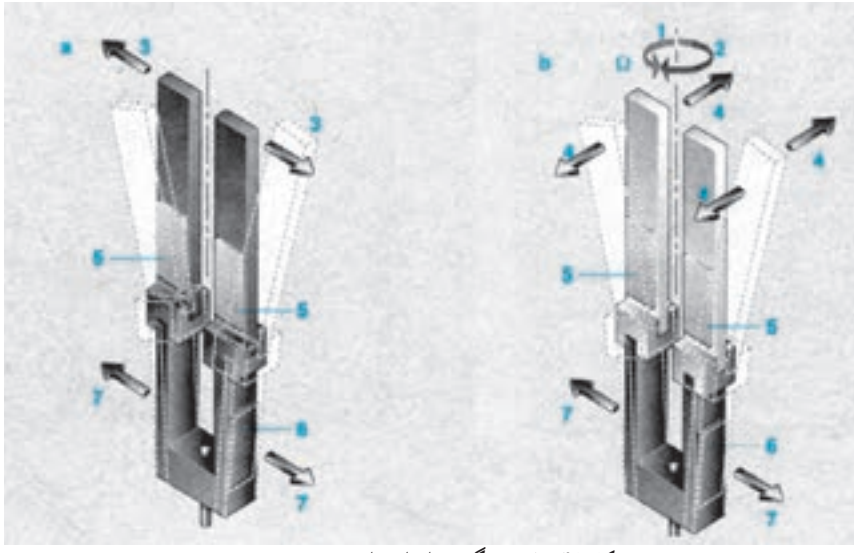
سیگنال ولتاژ تولیدی در این فرآیند و پردازش سیگنال‌های ارسالی از سرعت سنج یا حسگر را دارد (در محاسبه‌ی شعاع انحنای حرکت از راستای مسیر خودرو)، در کامپیوتر سیستم ناوبری به‌کار می‌روند.

طراحی و ساختمان : حسگر زاویه‌ی گردش شامل چهار المنت پیزو است (دو عدد بالا دو عدد پایین)، که به شکل یک دوشاخه‌ی واحد در آمده و قسمت الکترونیک حسگر می‌باشد.

نحوه‌ی عملکرد : در زمان اعمال ولتاژ، المنت پیزوی پایین شروع به نوسان می‌کند و در نتیجه قسمت بالای دوشاخه تحریک می‌شود و بعد از حرکت توأم المنت پیزوی بالا و پایین، فاز شمارش نوسان شروع می‌گردد.

حرکت در مسیر مستقیم به جلو: در زمان راندن خودرو درمسیر مستقیم به جلو نیروهای پیچشی روی دو شاخه اثر نمی‌گذارد ولی همیشه در فاز شمارش، المنت پیزوی بالایی نوسان می‌کند، آن‌ها فقط به نوسانات در جهت عمودی (شکل ۴۶ــ۲) حساس‌اند و توانایی تولید ولتاژ در حرکت مستقیم را ندارند.

پیچیدن : در زمان پیچیدن به یک سمت، شتاب پیچشی (کریولیس) رخ می‌دهد و نوسانات عمودی ایجاد شده جهت اندازه‌گیری مورد استفاده قرار می‌گیرند. حرکت پیچشی خودرو سبب نوسان قسمت بالایی دو شاخه (شکل b ــ۴۶ــ۲) و تولید ولتاژ AC در المنت‌های پیزوی بالایی می‌شود. این ولتاژ از طریق مدار الکتریکی موجود در محفظه‌ی حسگر به کامپیوتر سیستم ناوبری انتقال می‌یابد. دامنه‌ی سیگنال ولتاژ تولیدی تابعی از سرعت نوسان و میزان انحراف المنت‌هاست. هم‌چنین این دو پارامتر متأثر از مسیر منحنی طی شده و در جهت حرکت به چپ یا راست خودرو است.



a ــ در زمان راندن خودرو در مسیر مستقیم به جلو
b ــ در زمان پیچیدن خودرو
۱ــ جهت دو شاخه در اثر نوسان پیچشی
۲ــ جهت پیچیدن خودرو
۳ــ جهت نوسان در اثر راندن، در مسیرمستقیم و به جلو
۴ــ نیروی پیچشی
۵ــ المنت‌های پیزوی بالایی (حسگر)
۶ــ المنت‌های پیزوی پایینی (محرک)
۷ــ جهت نوسانات تحریک
Ω ــ انحراف

شکل ۴۵ــ۲ــ حسگر مقدار انحراف دیاپازونی

۷ــ۲ــ حسگر پیزوالکتریک یاو یا نوسانگر استوانه‌ای

در خودروهای با سیستم کنترل دینامیکی (ESP) حسگرهای پیزوالکتریک در شرایطی مانند پیچیدن یا سرخوردن خودرو، که انحراف ایجاد می‌شود، مقدار گردش خودرو را حول محور عمودی ثبت می‌کنند.

طراحی و ساختمان : حسگر پیزوالکتریک یاو، از نوع حسگرهای مکانیکی بسیار دقیق و دارای هشت پیزوالکتریک است. روی یک سیلندر فلزی توخالی دوالمنت پیزو الکتریک (شکل۴۶ــ۲، ´۱+۱) در امتداد قطر و در مقابل یکدیگر، برای ثبت نوسان‌ها با فاز موافق به‌کار رفته است.

زوج المنت پیزوالکتریک (´۲+۲) برای کنترل و ادامه‌ی نوسان در یک دامنه‌ی ثابت مورداستفاده قرار می‌گیرد وبرای دریافت نوسانات چهار نقطه‌ی اتصال موازی درزاویه‌ی ۴۵° وجود دارد. (به شکل ۴۶ــ۲ الی ۴۸ــ۲ مراجعه کنید).

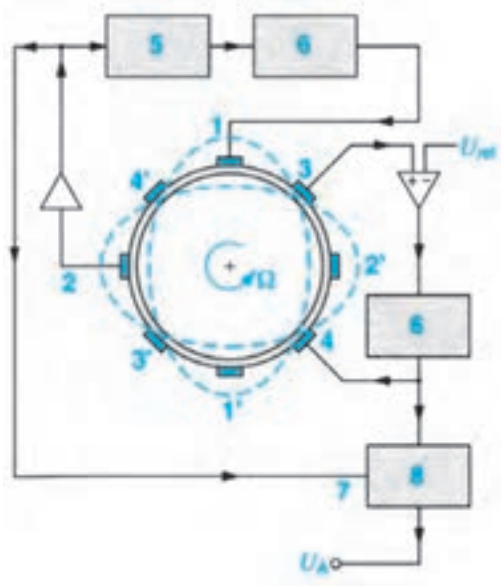
در زمان گردش خودرو، محور استوانه در یک میزان انحراف Ω قرار می‌گیرد و نقاط اتصال در محیط استوانه، در اثر شتاب پیچشی (کریولیس) اندکی تغییر مکان می‌یابد و در غیر این صورت مقدار نیروی مؤثر صفر است.

نیروی تولیدی، متناسب با سرعت دورانی است و به‌وسیله‌ی زوج سوم المنت پیزوالکتریک (´۳+۳) نمایان می‌شود. برای کنترل حلقه‌ی بسته از پیزوالکتریک چهارم استفاده می‌شود و نیروهای اعمالی بعد از تطبیق با مقدار مبنای $U_{ref}=0$ برگشت می‌کنند.

ایجاد یک سیگنال خروجی بدون خطا، نیاز به فیلترکردن و یک‌سوسازی با دقت زیاد است.

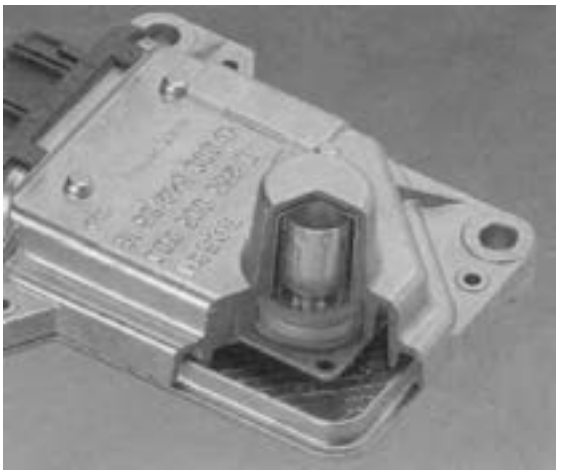
انتخاب لحظه‌ای مقادیر حاصل شده و تبدیل آن‌ها به $U_{ref}=0$ اجازه‌ی بررسی آسان کل سیستم حسگر را ایجاد می‌نماید.

این حسگرها در مقابل حرارت حساس‌اند و نیاز به مدار جبران کننده دارند و ماده‌ی تشکیل دهنده بر مبنای المنت پیزوسرامیک است.

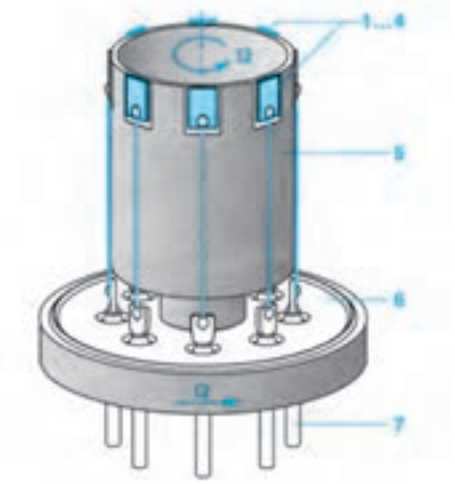


۱ ..... ۴ ــ المنت‌های پیزو
۵ــ مدار
۶ــ Bandpass Filter (Phase- locked)
۷ــ فاز مرجع
۸ــ یک‌سو ساز (فاز انتخابی)
U_Aــ ولتاژ خروجی
Ω ــ دَوَران
$U_{ref}=0$ (عملکرد طبیعی)
$U_{ref}\neq 0$ (در موقع تست)

شکل ۴۶ــ۲ــ طرح واره‌ی حسگر پیزوالکتریک



شکل ۴۷ــ۲ــ حسگر پیزوالکتریک یاو



۱...۴ ــ زوج المنت پیزو
۵ــ استوانه‌ی نوسانگر
۶ــ صفحه‌ی پایه
۷ــ پین‌های اتصال
Ω ــ یاو

شکل ۴۸ــ۲ــ حسگر یاو پیزوالکتریک (اصول طراحی)

۸ــ۲ــ حسگرهای یاو میکرومکانیکال

انحراف محوری خودرو موقع پیچیدن فرمان، کشیده شدن به یک سمت در اثر ترمز کردن و یا سرخوردن خودرو به‌وجود می‌آید. در خودروهای مجهز به برنامه‌ی پایداری الکترونیکی ESP، مقدار گردش خودرو حول محور عمودی (یاو) به‌وسیله‌ی حسگرهای مقدار یاو انحراف میکرومکانیکال ثبت می‌شود و برای کنترل دینامیکی خودرو به‌کار می‌روند.

۱ــ۸ــ۲ــ حسگر یاو میکرومکانیکال با حرکت سطحی : برای دست‌یابی به کارکرد صحیح سیستم دینامیکی خودرو نیاز به استفاده از یک تکنولوژی ترکیبی است، که در ادامه توضیح داده شده است :

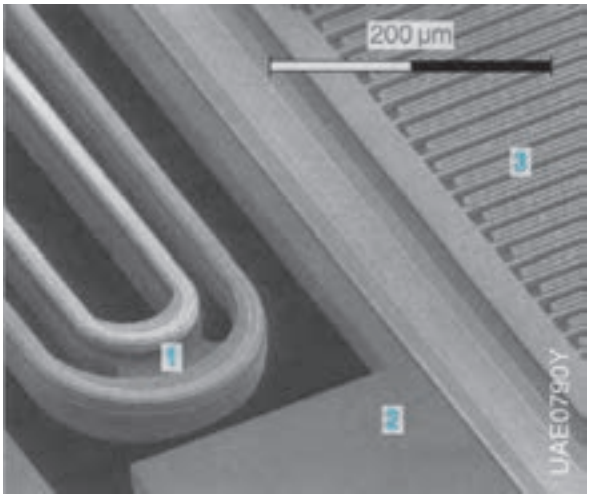
دو مدار که قطعات آن‌ها روی یک پایه‌ی عایق قرار دارند و در صورت نیاز به یکدیگر متصل می‌شوند در سطح یک ویفر زدایش شده (Etch) که المنت‌های نوسانی را تشکیل می‌دهند.

هنگام اندازه‌گیری اجزای حسگر، میکرومکانیکال نوسان می‌کند و به‌وسیله‌ی جرم و زوج فنرهای موجود تشدید فرکانس بیش‌تر از ۲KHz را معین می‌کند و هرالمنت نوسانی شامل یک حسگر شتاب خازنی میکرومکانیکال سطحی مینیاتوری است.

سرعت زاویه‌ای Ω که میزان شتاب پیچشی (کریولیس) است، زمانی‌که تراشه‌ی حسگر حول محور عمودی اندکی دَوَران کند، جهت نوسان عمودی در ویفر ثبت می‌شود (شکل ۴۹ــ۲ و ۵۰ــ۲).

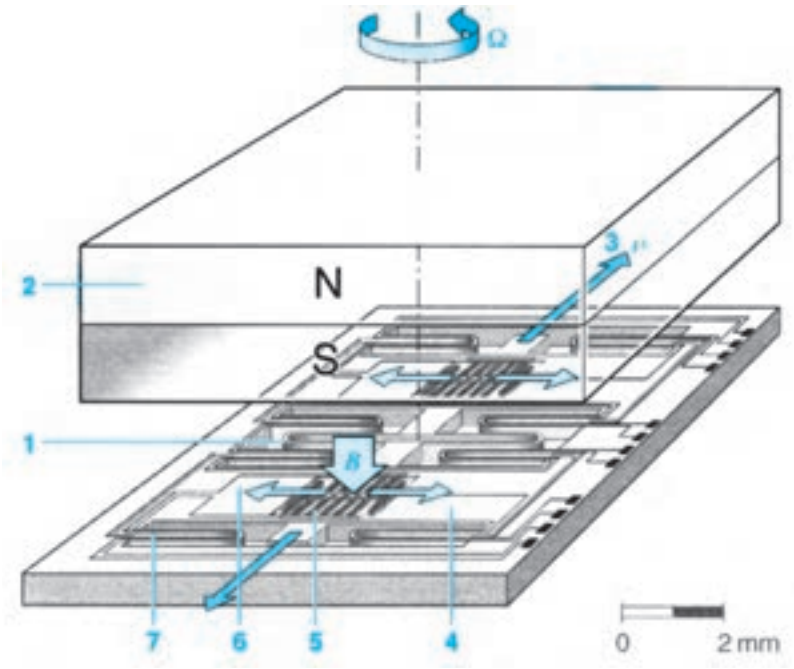
این شتاب متناسب با مقدار انحراف وسرعت نوسانی است که با روش الکترونیکی در یک مقدار ثابت نگه‌داری می‌شود و تمام حرکات حسگر را به روی مدار چاپی رسانای هریک از المنت‌های نوسانی منتقل می‌کند.

در ویفر حوزه‌ی مغناطیسی آهن‌ربای دائم B، عمود بر سطح تراشه، عامل تولید پیزوالکترودینامیک (Lorentz) روی المنت نوسان کننده است و از طرف دیگر با کاربرد یک رسانای چاپی روی سطح تراشه، به‌همراه میدان مغناطیسی موجود، می‌توان اندازه‌ی سرعت نوسان را به‌وسیله‌ی القا مشخص نمود.



۱ــ فنر راهنما یا نگه‌دارنده
۲ــ قسمتی از المنت نوسانگر
۳ــ حسگر شتاب پیچشی (کریولیس)

شکل ۴۹ــ۲ــ ساختمان حسگر یاو میکرو مکانیکال با حرکت سطحی



۱ــ فنر تعیین کننده‌ی فرکانس رزونانس
۲ــ آهن‌ربای دائم
۳ــ جهت نوسان
۴ــ المنت نوسانگر
۵ــ حسگر شتاب پیچشی (کریولیس)
۶ــ جهت شتاب پیچشی (کریولیس)
۷ــ فنر راهنما یا نگه‌دارنده
Ω ــ سرعت زاویه‌ای (یاو)
V ــ سرعت نوسانی
B ــ حوزه‌ی آهن‌ربای دائم

شکل ۵۰ــ۲ــ طرح واره‌ی حسگر یاو میکرو مکانیکال

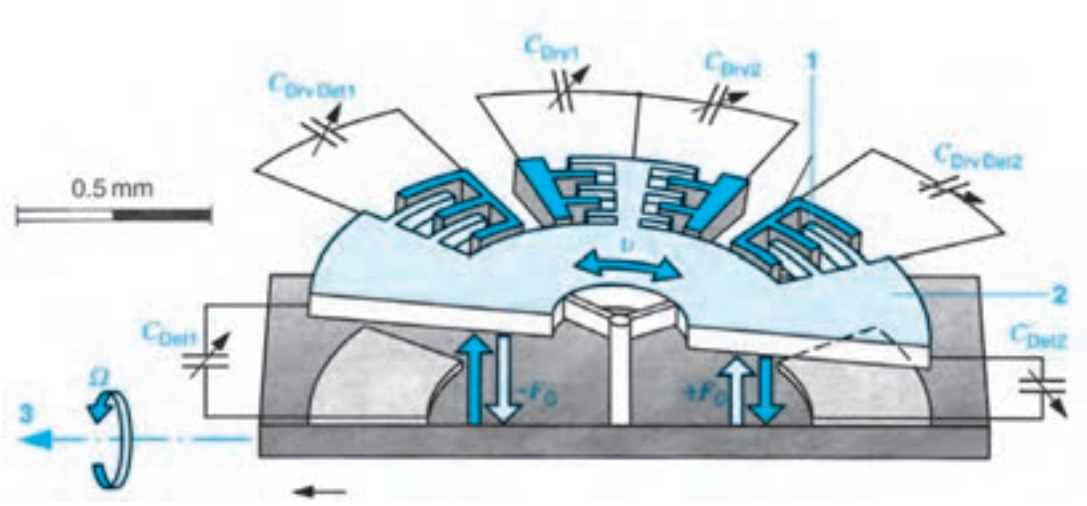
ساختمان فیزیکی سیستم حرکت با سیستم حسگر از اتصال نامطلوب دو بخش جلوگیری می‌کند. اثراتی از شتاب خارجی، که برای اندازه‌گیری مورد نیاز نیست باعث کاهش سیگنال حسگر می‌شود و جهت رفع این حالت، اندازه‌گیری به‌صورت کلی صورت می‌گیرد. هم‌چنین، دقت بالا در ساخت ساختمان میکرومکانیکال اثرات شتاب نوسانی زیاد را که تحت تأثیر بیش از ده فاکتور است، از بین می‌برد و امکان سنجش شتاب پیچشی (کریولیس) سطوح پایین یعنی حساسیت کم‌تراز $40 d_B$ را به‌وجود می‌آورد.

۲ــ۸ــ۲ــ حسگر میکرومکانیکال با ساختمان شانه‌ای : این حسگر یاو از نوع سیلیکونی است و در ساخت آن تکنولوژی میکرومکانیکال سطحی استفاده شده است و یک سیستم الکترونیکی، جایگزین مغناطیس محرک و سیستم کنترل موجود در حسگر قبلی شده و تفکیک سیستم قدرت یا محرک از سیستم اندازه‌گیری غیر ممکن است.

ساختمان داخلی حسگر به‌شکل دندانه‌های شانه است (شکل‌های ۵۱ــ۲ و۵۲ــ۲) و نیروی الکترواستاتیکی در اثر نوسانات یک نوسانگر، که روی نقطه مرکز خود مهار شده، ایجاد می‌شود و دامنه‌ی نوسانات به کمک یک pick-off [۱] که همانند یک خازن عمل می‌کند، ثابت می‌شود.

در اثر نیروهای پیچشی (کریولیس) ومتناسب با آن صفحه به مقدار Ω انحراف پیدا می‌کند و الکترودها در زیر نوسانگر، دارای حالت خازنی می‌شوند. برای دوری از استهلاک ارتعاش حرکات اجزاء، حسگر باید درخلأ کار کند. درحسگر قبلی، کوچک کردن تراشه‌ها برساده شدن پردازش تأثیر می‌گذارد و موجب کاهش قیمت حسگر می‌گردد. اما مینیاتور سازی، علاوه بر کاهش قیمت، رسیدن به دقت لازم را میسر می‌سازد. این سیستم دارای انعطاف‌پذیری بالاست و نیروی جاذبه‌ی زمین، که بر محور آن اعمال می‌شود، از تأثیر عوامل دیگر به غیر از نیروی شتاب جلوگیری می‌کند.

۱ــ **Pick-off** : وسیله‌ای که حرکات مکانیکی را به سیگنال الکتریکی تبدیل می‌کند.

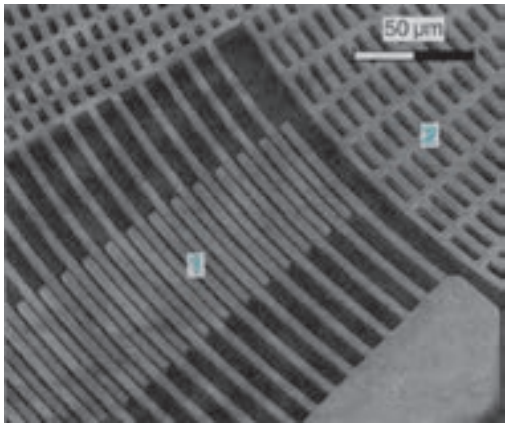


۱ــ ساختمان شانه‌ای شکل ۲ــ نوسانگر ۳ــ محور اندازه‌گیری

C_{Drv} ــ الکترودها C_{Det} ــ off ــ Pick خازنی

F_C ــ نیروی پیچشی v ــ سرعت نوسانی $\Delta C_{Det} = \Omega$ زاویه‌ای (یاو)

شکل ۵۱ــ۲ــ طرح واره‌ی حسگر زاویه‌ای (یاو) میکرومکانیکال با ساختمان شانه‌ای



۱ــ ساختمان شانه‌ای شکل ۲ــ نوسانگر

شکل ۵۲ــ۲ــ حسگر زاویه‌ای (یاو) با ساختمان شانه‌ای

۹ــ۲ــ حسگرهای شتاب و ارتعاش

حسگرهای شتاب و ارتعاش برای استفاده در IC کنترل ناک موتور (کوبش) مناسب‌اند و برای فرامین درسیستم‌های محافظت سرنشین و بازدارنده (ایر ــ بگ، کشنده‌ی کمربند صندلی و ...)، ثبت شتاب‌گیری و تغییرات سرعت در جاده برای خودروهای چهار چرخ محرک مجهز به ABS یا ESP و کنترل سیستم تعلیق، به‌خوبی کاربرد دارند.

شتاب a یک کمیت قابل اندازه‌گیری است و از شتاب جاذبه‌ی g ($۱ g = ۹/۸ m/s^۲$) مستقل است.

نمونه‌های کاربردی اندازه‌گیری شتاب در مهندسی خودرو رادر جدول زیر ملاحظه می‌کنید.

جدول ۳ــ۲

حسگرهای شتاب و ارتعاش	
مشخصات	دامنه‌ی اندازه‌گیری
کنترل ناک (کوبش)	۱ الی ۱۰g
سیستم‌های محافظت وبازدارنده‌ی سرنشین ــ ایرــ بک، کشنده‌ی کمربند صندلی ــ میله‌ی محافظ سرنشین (Roll- overbar) ــ قفل کننده‌ی کمربند صندلی	 ۵۰g ۴g ۰/۴g
ABS, ESP	۰/۸ الی ۱/۲g
سیستم کنترل تعلیق : ــ بدنه ــ اکسل	 ۱g ۱۰g

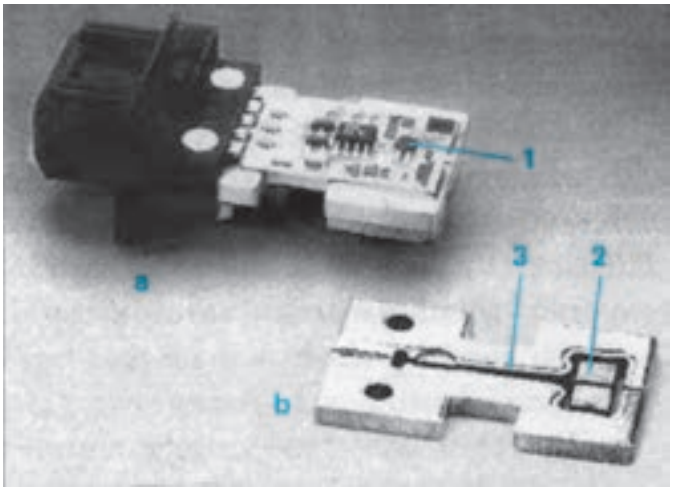
اصول اندازه‌گیری : اصول اندازه‌گیری تمام حسگرهای شتاب بر مبنای قوانین پایه‌ی مکانیک است، یعنی با اعمال نیروی F بر جرم m و صرف نظر از مقاومت هوا، شتابی به مقدار a در آن به‌وجود می‌آید.

$$F = m.a$$

اندازه‌گیری مقدار نیرو در سیستم‌های دارای جابه‌جایی و حرکت همانند اندازه‌گیری در سیستم کوبش مکانیکی است.

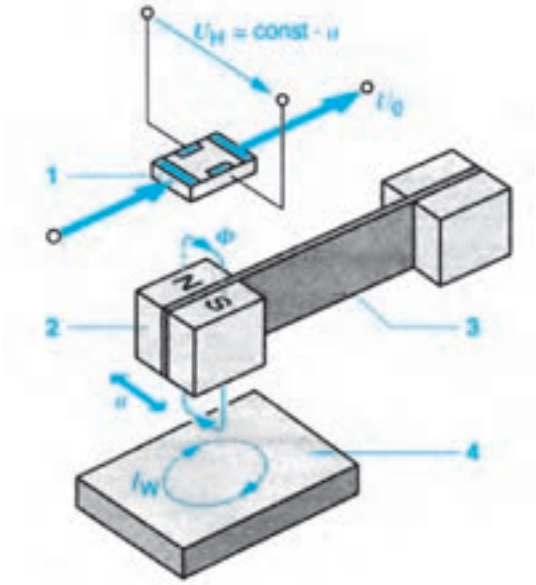
۱ــ۹ــ۲ــ حسگر شتاب اثرهال : خودروهای مجهز به سیستم‌های ترمز ضد قفل ABS، کنترل گشتاور TCS،تمام چرخ‌ها محرک و یا برنامه‌ی الکترونیکی پایداری ESP دارای یک حسگر شتاب،علاوه بر حسگرهای سرعت چرخ هستند که شتاب‌های طولی و عرضی خودرو را منوط به موقعیت نصب و جهت حرکت اندازه‌گیری می‌کند.

طراحی و ساختمان : در حسگر شتاب اثر هال، یک سیستم جرم ــ فنر ارتجاعی قرار دارد (شکل‌های ۵۳ــ۲ و۵۴ــ۲) این سیستم شامل یک فنر (۳) که از طرف لبه‌ی نازک و یک انتها ثابت و از انتهای دیگر به آهن‌ربای دائم (۲) که به منزله‌ی جرم مرتعش عمل می‌کند، متصل است. حسگر اثر هال (۱) به همراه مدار الکتریکی در بالای آهن‌ربای دائم واقع است و یک صفحه‌ی میرا کننده‌ی مسی (۴) در زیر آهن ربای دائم قرار دارد.



a ــ مدار الکترونیکی　　b ــ سیستم جرم ــ فنر
۱ــ حسگر اثرهال　　۲ــ آهن‌ربای دائم　　۳ــ فنر

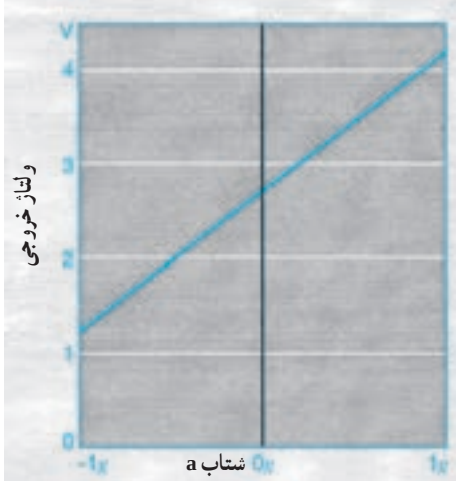
شکل ۵۳ــ۲ــ حسگر اثرهال



۱ــ حسگر اثرهال　　۲ــ آهن‌ربای دائم　　۳ــ فنر
۴ــ صفحه‌ی میراکننده　　I_W ــ جریان گردابی (میراکننده)
U_Hــ ولتاژ هال　　U_oــ ولتاژ تولیدی
Ø ــ حوزه‌ی مغناطیسی　　a ــ شتاب مؤثر

شکل ۵۴ــ۲ــ طرح واره‌ی حسگر اثرهال

نحوه‌ی عملکرد : وقتی حسگر در معرض شتاب پیچشی (نسبت به فنر) قرار می‌گیرد، سیستم جرم ــ فنر از حالت تعادل خارج می‌شود و این انحراف یک اندازه برای شتاب است. حرکت آهن ربا و حوزه‌ی مغناطیسی در حسگر اثرهال یک ولتاژ هال U_H تولید می‌کند. ولتاژ خروجی U_A از مدار الکترونیکی مشتق از ولتاژ هال است و همراه با شتاب به‌صورت خطی افزایش می‌یابد (شکل ۵۵ــ۲ دامنه‌ی تقریبی اندازه‌گیری ۱g). این حسگر برای اندازه‌گیری باند با پهنای کم یعنی چند H_Z طراحی شده و میراکننده الکترودینامیکی است.



شکل ۵۵ــ۲ــ مثالی از نمودار حسگر اثرهال

۲ــ۹ــ۲ــ حسگر شتاب میکرومکانیکال سطحی :
حسگرهای میکرومکانیکال سطحی در سیستم‌های بازدارنده، مقدار شتاب ایجاد شده در اثر تصادف از روبه‌رو یا طرفین خودرو را ثبت می‌کنند و این قطعات فرمان‌های کشنده‌ی کمربند صندلی، ایر ــ بگ و میله‌ی محافظ سرنشین را صادر می‌کنند.

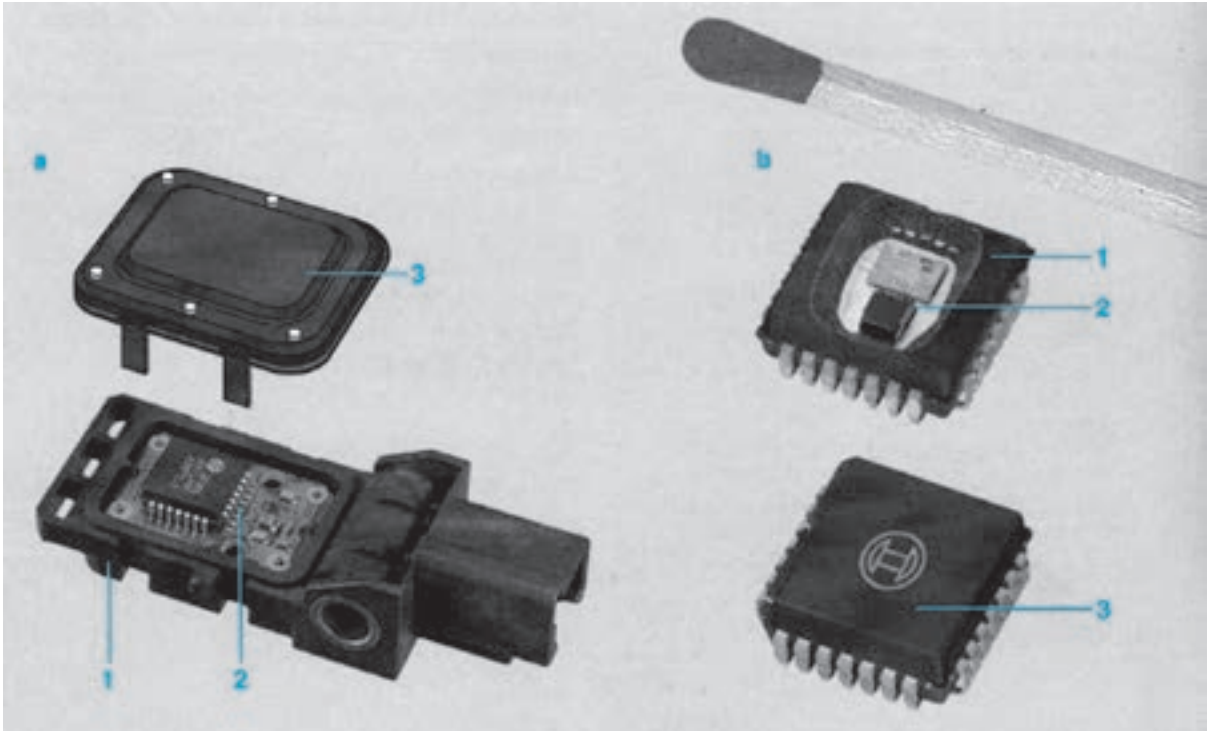
طراحی و نحوه‌ی عملکرد : اگر چه این حسگرها در ابتدا برای استفاده در شتاب‌های بالا (۵۰ الی ۱۰۰g) در نظر گرفته شده بودند ولی به‌دلیل توانایی کارکرد در شتاب‌های پایین، از آن‌ها در سیستم‌های بازدارنده استفاده گردید. این قطعات از حسگرهای سیلیکونی بسیار کوچک هستند (طول لبه‌ی آن‌ها تقریباً ۱۰۰ الی ۵۰۰μm) و روی یک مدار ارزیاب نصب می‌شوند و در داخل یک محفظه‌ی آب‌بندی شده قرار دارند (شکل ۵۶ــ۲).

یک فرآیند چند جانبه برای ساخت سیستم جرم ــ فنر روی ویفرسیلیکونی انجام می‌شود.

در سلول اندازه‌گیری،جرم ارتعاش کننده با الکترودهای شانه‌ای (شکل ۵۶ــ۲ ، ۵۷ــ۲ و شماره‌ی ۱) روی فنر نصب شده‌اند. این پیکره‌بندی مطابق الکترودهای متحرک است و مدار آن با دوخازن دیفرانسیلی (با ظرفیت الکتریکی ساختمان شانه‌ای حسگر حدود $_{PF}$۱) به‌طور سری است. در مقابل اجزای ثابت، جرم ارتعاش کننده و مولد فاز AC است، که هیچ گونه ارتباط مکانیکی مابین ترمینال‌های C_1 و C_2 و C_m (اندازه‌گیری ظرفیت الکتریکی) وجود ندارد.

جرم ارتعاش کننده (۲) در نتیجه‌ی شتاب خطی، تغییری در فضای مابین الکترودهای ثابت و متحرک ایجاد می‌کند و این دگرگونی موجب تغییر ظرفیت الکتریکی C_1 و C_2 و هم‌چنین سیگنال الکتریکی می‌گردد.

مدار الکترونیکی می‌تواند به‌صورت یک‌پارچه با حسگر و یا جدا از آن باشد و تغییرات دامنه، فیلتر کردن و آماده‌سازی دیجیتالی برای سیگنال ثانویه‌ی پردازش در ECU ایر ــ بگ در آن صورت می‌گیرد و مقدار تغییرات ظرفیت در حدود $_{PF}$۱ است.



a ــ حسگر ایر ــ بگ جانبی
b ــ حسگر ایر ــ بگ جلو
۱ــ محفظه
۲ــ حسگر و چیپ ارزیابی
۳ــ کاور

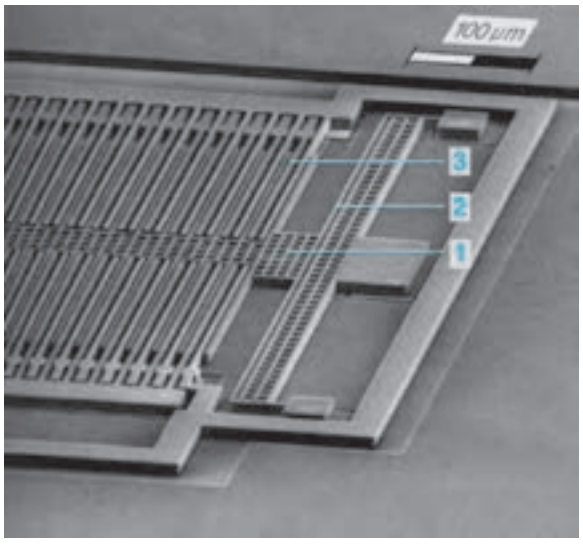
شکل ۵۶ــ ۲ــ نمونه‌ای از حسگر میکرومکانیکال شتاب برای ایر ــ بگ

دستورات ترکیبی برنامه برای دو منظور، یعنی جبران انحراف حسگر و راه‌اندازی حسگر برای فاز عیب‌یابی هوشمند در مدار ارزیاب وجود دارد.

در مدت عیب‌یابی هوشمند، نیروی الکترواستاتیک جهت انحراف ساختار شانه‌ای به‌کار می‌رود و پردازش را در مدت شتاب خودرو شبیه‌سازی می‌کند.

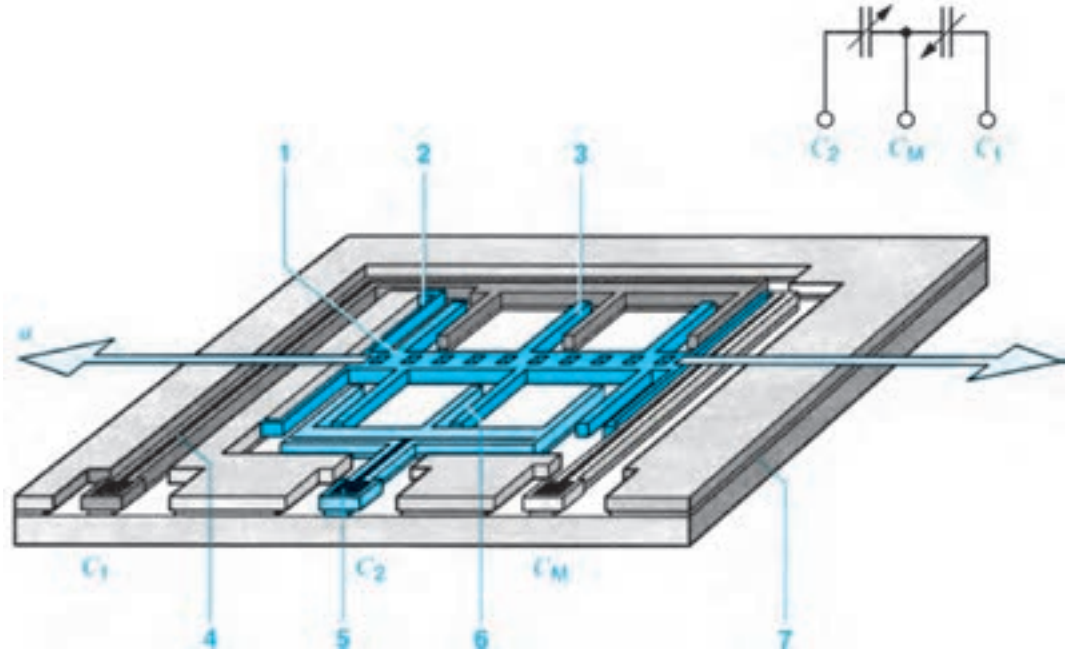
برای مثال، در برنامه‌ی کنترل پایداری خودرو (ESP) یک جفت حسگر میکرومکانیکال به‌کار رفته است (شکل ۵۹ــ۲) اصولاً در این ترکیب از دو حسگر مختلف یعنی یک حسگر میکرو مکانیکال زاویه‌ای (yaw-rate sensor) و یک حسگر میکرومکانیکال شتاب استفاده شده و یک واحد را تشکیل می‌دهند.

تبدیل تعداد اجزای خاص و سیگنال آن‌ها موجب اشغال فضای کم‌تر و کاهش وابستگی خودرو به سخت افزار می‌شود.



شکل ۵۷ــ۲ــ المنت اندازه‌گیری حسگر با ساختار شانه‌ای

۱ــ فنر و جرم ارتعاش کننده ۲ــ فنر ۳ــ الکترودهای ثابت

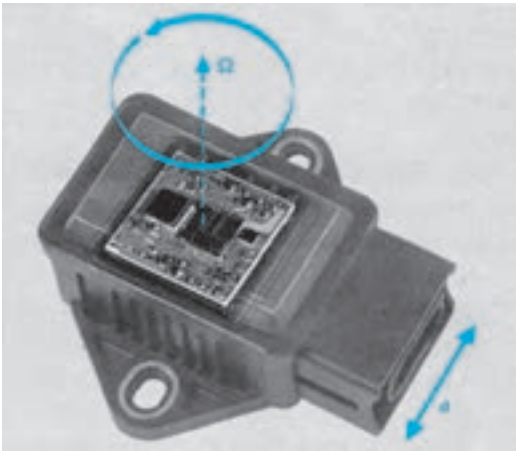


۱ــ فنر و جرم ارتعاش کننده ۲ــ فنر ۳ــ الکترودهای ثابت با ظرفیت C_1 ۴ــ رسانای چاپی AL

۵ــ محل ارتباط روی مدار چاپی ۶ــ الکترودهای ثابت با ظرفیت C_2 ۷ــ اکسید سیلیکون

a ــ جهت دریافت شتاب C_m ــ ظرفیت اندازه‌گیری

شکل ۵۸ــ۲ــ حسگر میکرومکانیکال شتاب و اندازه‌گیری خازنی



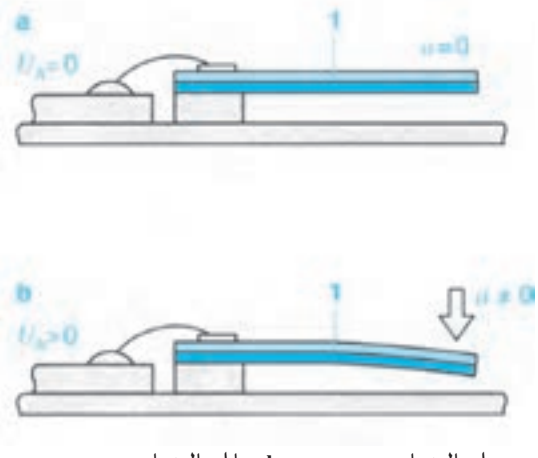
α ــ جهت دریافت شتاب Ω ــ مقدار انحراف زاویه‌ای یاو

شکل ۵۹ــ۲ــ ترکیب حسگر شتاب جانبی با حسگر زاویه‌ای یاو

۳ــ۹ــ۲ــ حسگرهای شتاب پیزوالکتریک:

این حسگرها المنت‌های خمشی هستند و از دولایه‌ی المنت پیزوسرمیک تشکیل شده‌اند و در سیستم‌های بازدارنده برای فرمان‌های کشنده‌ی کمربند صندلی، ایر ــ بگ و میله‌ی محافظ سرنشین به‌کار می‌روند.

طراحی و نحوه‌ی عملکرد: المنت خمشی پیزو به منزله‌ی قلب حسگر شتاب است و ساختار آن شامل دولایه‌ی پیزوالکتریک (که پلاریته‌ی مخالف یکدیگر دارند) است. در زمان اعمال شتاب، یک نیمه از ساختار لایه‌ای دچار کشش و دیگری فشرده می‌شود و نتیجه‌ی آن یک تنش خمشی مکانیکی است (شکل ۶۰ــ۲).



a ــ بدون اعمال شتاب b ــ با اعمال شتاب a

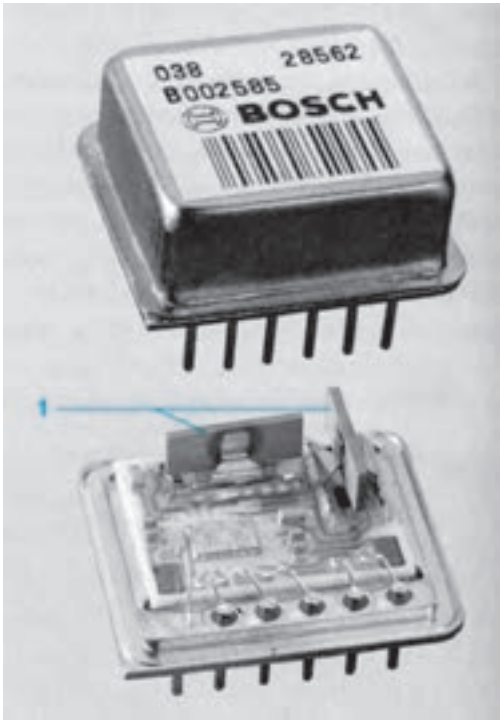
۱ــ المنت‌های خمشی پیزو الکتریک

U_Aــ ولتاژ اندازه‌گیری

شکل ۶۰ــ۲ــ المنت خمشی از یک حسگر شتاب پیزوالکتریک

ولتاژ تولیدی در اثر خمش المنت از طریق الکترود فلزی متصل به سطح حسگر خارج می‌شود و جهت حفاظت مکانیکی این حسگر در داخل ژل قرار دارد و محفظه‌ی آن ممهور است. برای اصلاح و تقویت سیگنال حسگر شتاب، از یک مدار چند لایه (Hybrid circuit)،شامل یک مبدّل امپدانس، یک فیلتر و یک تقویت کننده استفاده شده است و مقدار حساسیت و دامنه‌ی سیگنال اجزا را معین می‌کند. وقتی نیروی شتاب به حسگر اعمال می‌شود در المنت‌های خمشی پیزو انحراف به‌وجود می‌آید و به‌اندازه‌ی جرم آن‌ها نیروی دینامیکی تولید و سنجش سیگنال غیر α با یک فرکانس حداکثر $۱۰ H_Z$ ممکن می‌گردد. در چهار چوب عیب‌یابی هوشمند با اعمال ولتاژ معکوس از طریق یک الکترود در پایه‌ی حسگر تبدیل به یک عملگر شده است و می‌توان عملکرد صحیح حسگر را بررسی نمود.

نوع کاربرد حسگرهای شتاب پیزوالکتریک وابسته به موقعیت نصب و جهت شتاب دارد ولی مدلی از حسگر با طرحی خاص وجود دارد که می‌توان آن را در دو محور افقی و عمودی مورد استفاده قراردارد (شکل ۶۱ــ۲).



شکل ۶۱ــ۲ــ حسگر شتاب پیزوالکتریک (حسگر دوبل برای نصب عمومی)

۴ــ۹ــ۲ــ حسگر ناک (کوبش) : اصول کارکرد حسگرهای ناک (کوبش) براساس حسگرهای ارتعاشی است و جهت پیداکردن نوسانات با ساختار صوتی مناسب است. برای مثال، زمانی‌که در موتور خودرو احتراق کنترل شده‌ای صورت می‌گیرد ناک (کوبش) رخ می‌دهد، که توسط حسگر به سیگنال‌های الکتریکی تبدیل و به ای‌سی‌یو (ECU) وارد می‌شود.

کاربرد حسگر ناک در موتورها، یک قاعده‌ی کلی دارد. به این صورت که در موتور ۴ سیلندر یک، در موتور ۵ و ۶ سیلندر ۲ و در موتورهای ۸ و ۱۲ سیلندر از دو حسگرناک و یا بیش‌تر استفاده شده است. این قطعات، سوئیچ تطابق زمانی احتراق در موتورها هستند.

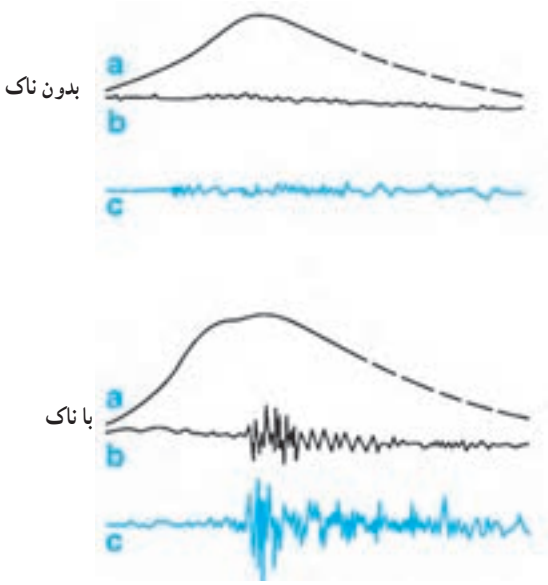
طراحی و نحوه‌ی عملکرد: به میزان تحریک (نوسان یا ارتعاش) یک جرم دارای اینرسی در حسگر، نیروی فشاری ایجاد می‌شود که تأثیر آن روی المنت مارپیچ پیزوالکتریک، تولید نوسانی با فرکانس مشابه است. نیروی فشار داخل المنت سرامیکی، موجب شارژ سراسری و انتقال ولتاژ به دو سطح خارجی المنت می‌شود و ولتاژ تولیدی از طریق دیسک‌های اندازه‌گیری (Pick-off) در دو طرف المنت جمع‌آوری و به ECU جهت پردازش ارسال می‌گردد و مقدار حساسیت خروجی حسگر با واحد شتاب [mv/g] معین می‌شود.

ولتاژ خروجی حسگر به‌وسیله‌ی تقویت‌کننده‌ی AC مقاومت بالا در ECU، سیستم مدیریت موتور ارزیابی می‌گردد.

روش نصب: محل نصب مخصوص حسگر ناک روی موتور و وابسته به نقطه‌ی پدید آمدن ناک از هر سیلندر است. این حسگرها باید همیشه با پیچ به بلوکه سیلندر موتور متصل شوند و در نتیجه‌ی این نوع اتصال، سیگنال‌ها (نوسانات با ساختار صوتی) می‌توانند بدون اثرات تشدید فرکانس در حسگر از نقطه‌ی اندازه‌گیری روی بلوکه سیلندر موتور با منحنی مشخصه‌ی واضح انتقال پیدا کنند.

نکات زیر باید در نقاط اندازه‌گیری رعایت شود :

- پیچ تثبت حسگر باید با گشتاور معین سفت شود.
- سطح تماس حسگر و سوراخ بلوکه سیلندر باید کیفیت و شرایط لازم را داشته باشد.
- هیچ نوع واشری برای نصب نباید استفاده گردد.

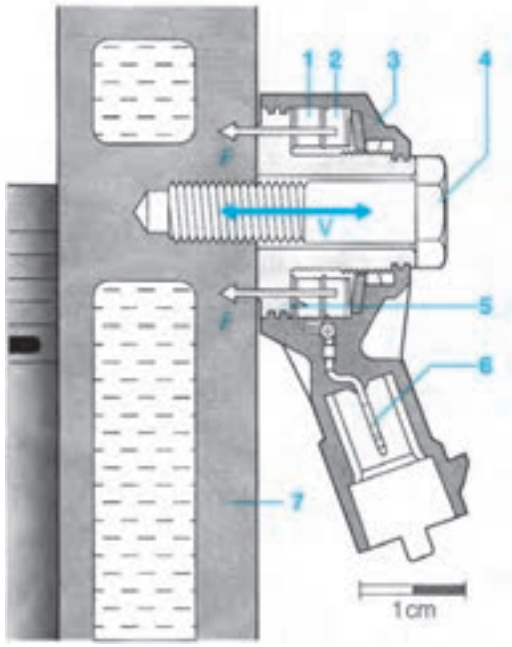


a- منحنی فشار سیلندر

b ــ سیگنال فیلتر شده فشار

c ــ سیگنال حسگر ناک

شکل ۶۲ــ۲ــ سیگنال حسگر ناک



۱ــ المنت پیزوسرمیک

۲ــ جرم ارتعاشی با نیروی فشاری

۳ــ محفظه

۴ــ پیچ سفت‌کننده

۵ ــ سطح تماس

۶ ــ اتصال الکتریکی

۷ــ بلوکه‌ی سیلندر

V ــ ارتعاش

شکل ۶۳ــ۲ــ موقعیت نصب حسگرناک

۱۰ــ۲ــ حسگرهای فشار

اندازه‌گیری مستقیم فشار هر مکان، از طریق تغییر شکل دیافراگم یا کاربرد یک حسگر نیرو امکان‌پذیر است (شکل ۶۴ــ۲). برای اندازه‌گیری فشار می‌توان به موارد زیر اشاره کرد :

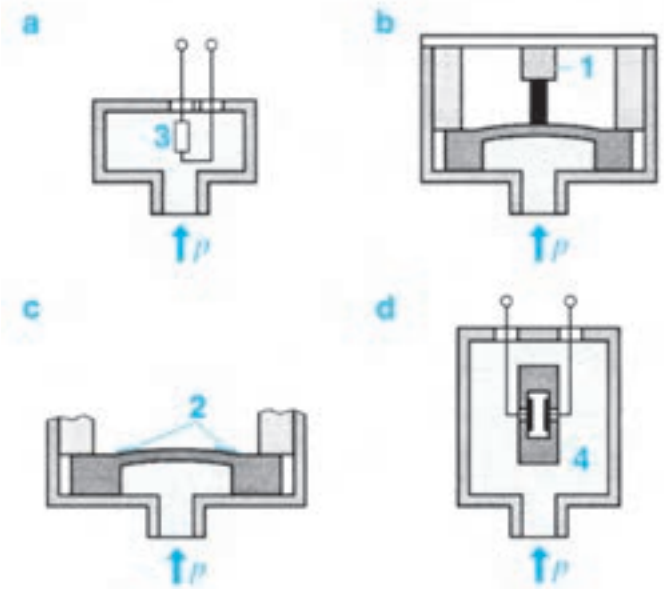
- فشار مانی فولد هوای ورودی (۱ الی ۵ bar) برای احتراق موتورهای بنزینی
- فشار هوای فنر (۱۶bar) در خودروهای مجهز به تعلیق پنوماتیک
- فشار تایر (مطلق ۵bar) برای پایش فشار تایر و کنترل حلقه‌ی بسته‌ی فشار تایر
- فشار تغذیه‌ی هیدرولیک (تقریباً ۲۰۰bar) برای ABS و فشار کمکی فرمان
- فشار ارتعاش گیر (کمک فنر) (۲۰۰bar+) برای سیستم کنترل تعلیق
- فشار مایع خنک‌کننده (۳۵bar) برای سیستم تهویه‌ی مطبوع
- تعدیل فشار (۳۵bar) در جعبه‌دنده‌های اتوماتیک
- فشار ترمزگیری در سیلندر اصلی و سیلندرهای ترمز چرخ (۲۰۰bar) و جبران اتوماتیک مقدار گشتاور در کنترل الکتریکی ترمز
- فشار بالا یا پایین (۰/۵bar) در عیب‌یابی هوشمند (OBD)
- فشار محفظه‌ی احتراق (دینامیکی ۱۰۰bar) برای پیداکردن missfire وناک (کوبش) احتراق
- المنت فشار روی پمپ انژکتور دیزل (دینامیکی ۱۰۰bar) برای کنترل الکترونیکی موتور دیزل
- فشار سوخت در سیستم ریل مشترک (۱۵۰۰ یا ۱۸۰۰bar)
- فشار سوخت روی سیستم ریل مشترک موتور بنزینی (۱۰۰bar)

اصول اندازه‌گیری : مقدار تغییر فشار یک اثر دینامیکی است که در گازها و مایعات رخ می‌دهد و عامل مؤثر در اندازه‌گیری است. به دلیل گسترش یک‌نواخت فشار در سیالات و اجسام ژله‌ای می‌توان از پیکاپ یا حسگرها برای اندازه‌گیری استاتیک یا دینامیک فشار استفاده کرد.

حسگرهای دینامیکی فشار جهت اندازه‌گیری نوسانات در گازها و مایعات به‌کار می‌روند. برای مثال میکروفون یک حسگر دینامیکی است که نسبت به فشار استاتیکی حساسیت ندارد. از مطالب فوق‌الذکر یک نکته استنباط می‌گردد که در مهندسی خودرو، حسگرهای فشار استاتیکی موارد کاربرد بیش‌تری دارند.

با کاربرد مقاومت الکتریکی و استفاده از اثر حجمی سیال می‌توان مقادیر مختلف فشار را مشخص نمود. اما در فشار خیلی زیاد ($>10^4$bar) برای اندازه‌گیری توسط مقاومت الکتریکی نیاز به عنصر واسطه است.

عوامل ایجاد کننده‌ی محدودیت در اندازه‌گیری فشار سیال، درجه‌ی حرارت مختلف آب‌بندی سخت قسمت واسط است.



a ــ اندازه‌گیری فشار به‌واسطه‌ی مقاومت (3)

b ــ اندازه‌گیری فشار با استفاده از حسگر نیرو (1)

c ــ اندازه‌گیری فشار با استفاده از تغییر شکل دیافراگم (2)

d ــ اندازه‌گیری خازنی با استفاده از تغییر شکل یک سلول دیافراگمی

شکل ۶۴ــ۲ــ روش‌های اندازه‌گیری فشار

۱۱ــ۲ــ حسگرهای میکرو مکانیکال فشار

۱ــ۱۱ــ۲ــ حسگر فشار مانی فولد : این حسگرهای اندازه‌گیری فشار مطلق داخل مانی فولد ورودی مابین سوپر شارژ و موتور (۲۵۰ kpa یا ۲/۵bar) را از طریق مقایسه با یک مقدار خلأ مرجع و بدون در نظر گرفتن فشار محیط انجام می‌دهند. با این روش اندازه‌گیری می‌توان جرم دقیق هوا را معین و فشار تقویت هوای ورودی را بر طبق شرایط واقعی موتور کنترل نمود.

۲ــ۱۱ــ۲ــ حسگر فشار اتمسفر یک : این قطعه یک حسگر فشار هوای محیط است و محل قرار گرفتن آن در ECU و یا محفظه‌ی موتور است. سیگنال ایجاد شده برای تصحیح ارتفاع از سطح دریا جهت نقطه‌ی تنظیم حجم در لوپ کنترل است و این کار از طریق محاسبه‌ی اختلاف چگالی هوای ورودی و محیط صورت می‌گیرد. حسگر فشار اتمسفر یک، اندازه‌گیر فشار مطلق است (۶۰ الی ۱۱۵bar یا ۰/۶ الی ۱/۱۵bar) و برای مثال می‌توان به استفاده از سیستم برگشت گاز اگزوز (EGR) اشاره نمود.

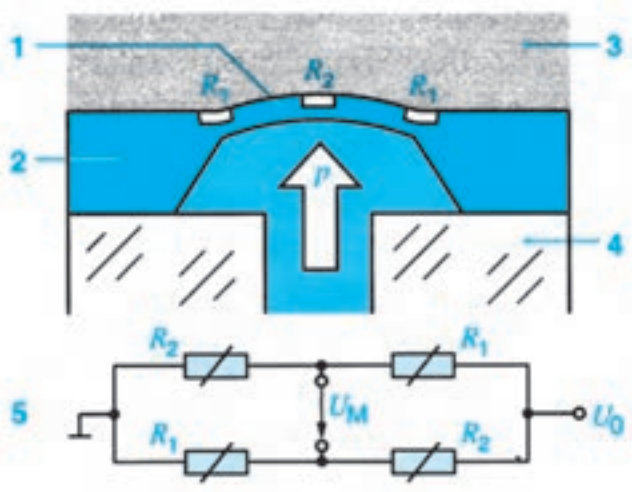
۳ــ۱۱ــ۲ــ حسگر فشار روغن و سوخت : حسگر فشار روغن، در مسیر روغن فیلتر شده نصب می‌شود و فشار مطلق روغن را اندازه‌گیری می‌کند. اطلاعات ارسالی توسط این قطعه جهت محاسبه‌ی بار وارد شده بر موتور و زمان تعویض روغن است و دامنه‌ی اندازه‌گیری فشار آن از ۵۰ الی ۱۰۰۰ kpa یا ۰/۵ الی ۱۰ bar است.

به دلیل مقاومت بالای المنت اندازه‌گیری، می‌توان از آن در اندازه‌گیری فشار سوخت، با فشار پایین استفاده نمود. این قطعه در داخل واحد باک یا درمسیر سوخت فیلتر شده نصب می‌شود و سیگنال ارسالی توسط آن، جهت پایش فیلتر سوخت از نظر کثیف شدن مورد استفاده قرار می‌گیرد و دامنه‌ی اندازه‌گیری آن ۲۰ الی ۴۰۰ kpa یا ۰/۲ الی ۴ bar است.

۴ــ۱۱ــ۲ــ حسگر با اجزای داخل خلأ مَرْجَع

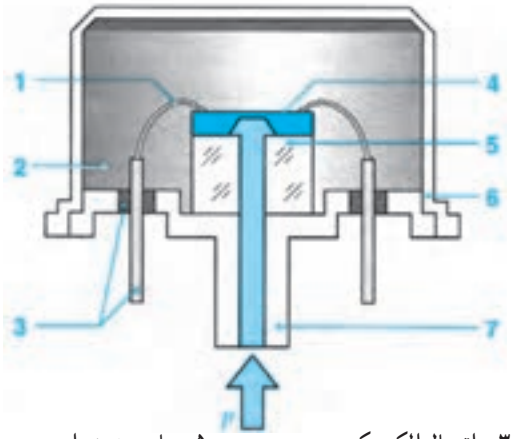
طراحی و ساختمان : المنت اندازه‌گیری، قلب حسگر فشار میکرو مکانیکال است و شامل یک تراشه‌ی سیلیکونی (شکل ۶۵ــ۲ شماره‌ی ۲) است. این المنت روی یک دیافراگم نازک، که با استفاده از روش زدایش (etching) میکرو مکانیکی ایجاد شده (۱) و چهار مقاومت تغییر شکل‌پذیر (R_2 و R_1) که روی دیافراگم قرار دارند، واقع است.

المنت اندازه‌گیری توسط خلأ مرجع احاطه می‌شود و در زیر درپوش قرار دارد (شکل ۶۶ــ۲ و ۶۷ــ۲). این المنت در اثر اعمال نیروی مکانیکی به دیافراگم مقاومت الکتریکی تغییر می‌کند. می‌توان حسگر فشار را با حسگر درجه‌ی حرارت به صورت یک مجموعه ساخت و سیگنال‌های حرارتی را مستقلاً مورد ارزیابی قرار داد.



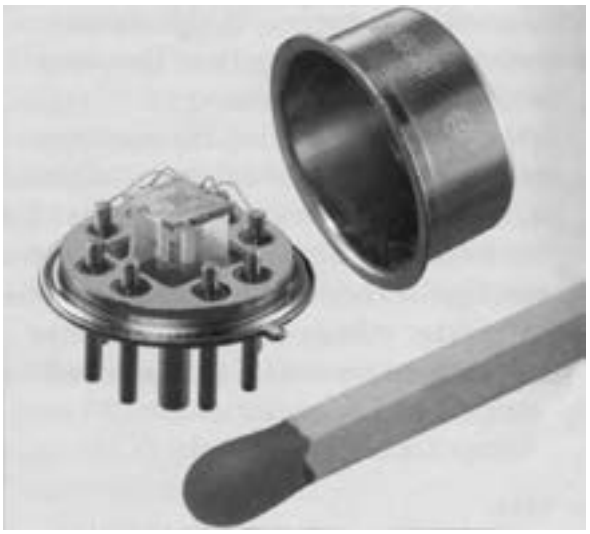
۱ــ دیافراگم
۲ــ تراشه‌ی سیلیکونی
۳ــ خلأ مرجع
۴ــ شیشه‌ی پیرکس
۵ــ مدار پل
P ــ فشار اندازه‌گیری
U_0ــ ولتاژ اندازه‌گیری
R_1 ــ مقاومت تغییر شکل‌دهنده (فشاری)
R_2 ــ مقاومت تغییرشکل‌دهنده (کششی)

شکل ۶۵ــ۲ــ المنت حسگر اندازه‌گیر فشار با خلأ مرجع داخلی



۱ و ۳ــ اتصال الکتریکی
۲ــ خلأ مرجع
۴ــ المنت اندازه‌گیری همراه تراشه و مدارالکترونیک
۵ــ پایه‌ی شیشه‌ای
۶ــ درپوش
۷ــ مجاری ورود فشار

شکل۶۶ــ۲ــ المنت حسگر اندازه‌گیر فشار با درپوش و خلأ مرجع داخلی



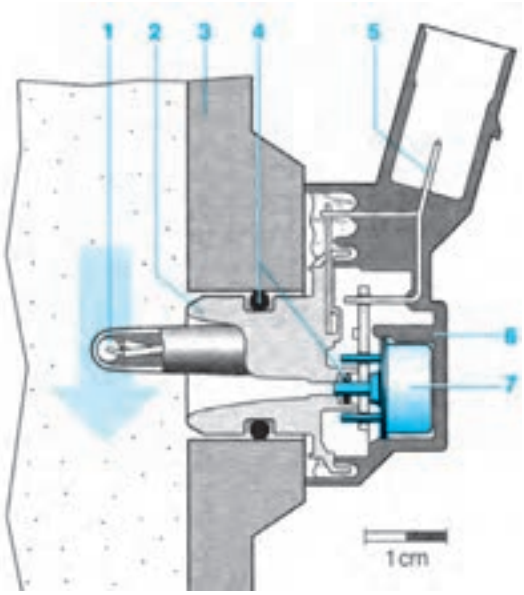
شکل ۶۷ــ۲ــ المنت حسگر اندازه‌گیر فشار با درپوش و خلأ مرجع داخلی

نحوه‌ی عملکرد: شکل دیافراگم برحسب فشار وارد شده تغییر می‌کند (۱۰ الی ۱۰۰۰ µm) تغییر مقاومت الکتریکی در نتیجه‌ی فشار مکانیکی به دیافراگم و چهار مقاومت تغییر شکل‌پذیر روی آن ایجاد می‌گردد (اثر پیزوالکتریک).

چهار مقاومت اندازه‌گیر به صورت منظم روی تراشه‌ی سیلیکونی قرار می‌گیرد و در زمان تغییر شکل دیافراگم، مقدار دو مقاومت افزایش و مقدار دو مقاومت دیگر کاهش می‌یابد و باعث می‌شود مقدار مقاومت و ولتاژ عبوری از مدار پل الکتریکی (شکل ۶۵ــ۲، شماره‌ی ۵) و ولتاژ اندازه‌گیری U_m تغییر کند و تقویت نشدن ولتاژ به دلیل اندازه‌ی فشار اِعمال شده به دیافراگم است.

با کاربرد حالت خاصی از مقاومت، یعنی یک مدار پل الکتریکی، می‌توان ولتاژ اندازه‌گیری را افزایش داد و این افزایش حساسیت حسگر توسط مدار پل الکتریکی وتسون امکان‌پذیر است. طرف دیگر اجزای حسگر، که به آن‌ها فشار اِعمال نمی‌شود، تحت تأثیر خلأ، مرجع (شکل ۶۶ــ۲ شماره‌ی ۲) که اندازه‌ی فشار مطلق است قرار دارند.

مدار الکترونیکی تولید سیگنال، روی تراشه قرار دارد و پل تقویت ولتاژ، برای جبران‌سازی تأثیر حرارت و تبدیل منحنی فشار به حالت خطی است. مقدار ولتاژ خروجی ۰ الی V_v ۵ است و از طریق ترمینال‌های الکتریکی ۶۸ــ۲، شماره‌ی ۵) به ECU مدیریت موتور، که از ولتاژ خروجی جهت محاسبه‌ی فشار استفاده می‌کند، ارسال می‌گردد (شکل ۶۹ــ۲).



۱ــ حسگر درجه‌ی حرارت (NTC)

۲ــ قسمت پایین محفظه

۳ــ دیواره‌ی مانی فولد

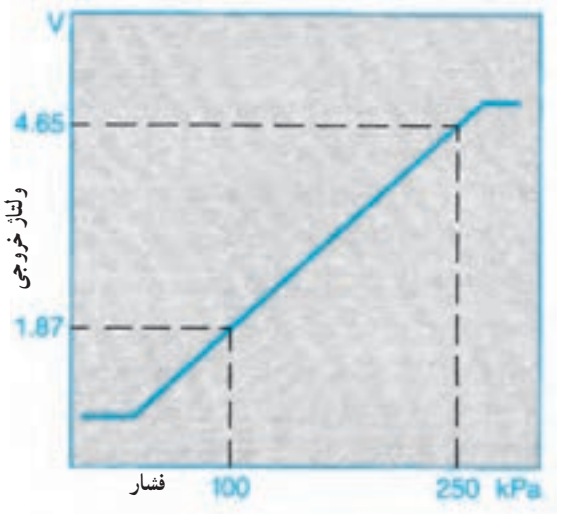
۴ــ اُ ــ رینگ آب‌بندی

۵ــ ترمینال الکتریکی

۶ــ کاور

۷ــ المنت اندازه‌گیری

شکل ۶۸ــ۲ــ حسگر میکرومکانیکال با خلأ مرجع داخلی



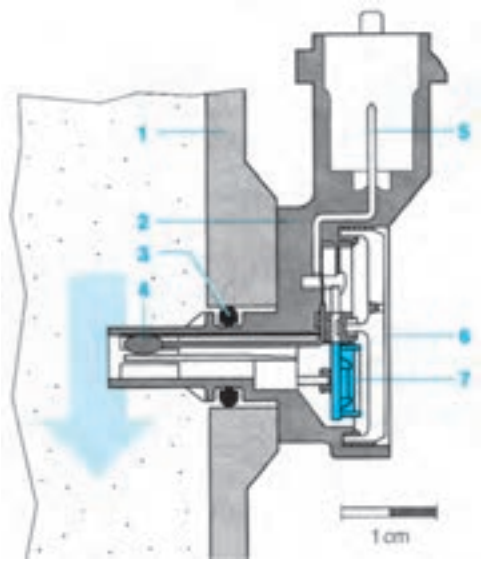
شکل ۶۹ــ۲ــ نمونه‌ای از منحنی حسگر فشار میکرومکانیکال

۵ــ۱۱ــ۲ــ حسگر مانی‌فولد با محفظه‌ی خلأ مرجع

طراحی و ساختمان: این نوع حسگر مانی‌فولد با محفظه‌ی خلأ مرجع (شکل‌های ۷۰ــ۲ و ۷۱ــ۲) همانند حسگر با اجزای داخل خلأ مرجع به راحتی نصب می‌شوند و مقدار فشار و خلأ مؤثر روی اجزای هر دو المنت حسگر یک‌سان است. المنت حسگر شامل یک تراشه‌ی سیلیکونی است که با استفاده از روش زدایش خاص[1] (etching) روی آن، چهار مقاومت تغییر شکل‌پذیر و مدار پل الکتریکی به وجود آمده و از شیشه‌ی پیرکس به منزله‌ی پایه استفاده شده است و وجه تفاوت این حسگر با حسگری که اجزای آن داخل خلأ مرجع قرار دارد، نبود گذرگاه در پایه‌ی شیشه‌ای برای انتقال فشار به المنت حسگر است. در عوض جهت اعمال فشار به تراشه‌ی سیلیکونی تغییر یافته و از سمت مدار ارزیاب است. در این وسیله یک ژل مخصوص نسبت به نوع قبلی بیش‌تر به‌کار می‌رود تا اجزای داخلی در برابر عوامل محیطی حفاظت شوند (شکل ۷۲ــ۲، شماره‌ی ۱) هم‌چنین، خلأ مرجع در محفظه‌ی مابین تراشه‌ی سیلیکونی (۶) و پایه‌ی شیشه‌ای (۳) محصور است، المنت اندازه‌گیری به‌طور کامل روی یک صفحه‌ی چند لایه‌ی سرامیکی (۴) نصب می‌شود و سطح محل تماس برای اتصال الکتریکی داخل حسگر قلع‌کاری شده است.

یک حسگر حرارت می‌تواند در محفظه‌ی حسگر فشار وجود داشته باشد و با قرار گرفتن در جریان هوا نسبت به تغییرات حرارت با حداقل خطا واکنش نشان دهد (شکل ۷۳ــ۲ شماره‌ی ۴).

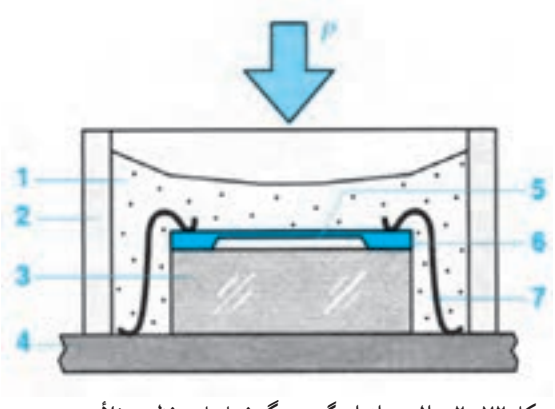
۱ــ ژل محافظ
۲ــ محفظه‌ی ژل
۳ــ پایه‌ی شیشه‌ای
۴ــ صفحه‌ی سرامیک چند لایه
۵ــ محفظه با حجم مرجع
۶ــ المنت اندازه‌گیری (تراشه) با ارزیاب الکترونیکی
۷ــ اتصال لحیمی
P ــ فشار اندازه‌گیری



۱ــ دیواره‌ی مانی فولد
۲ــ محفظه
۳ــ اُ ــ رینگ
۴ــ حسگر حرارت (NTC)
۵ــ اتصالات الکتریکی
۶ــ درپوش
۷ــ المنت اندازه‌گیری

شکل ۷۰ــ۲ــ حسگر فشار میکرومکانیکال با محفظه‌ی خاص خلأ مرجع

شکل ۷۱ــ۲ــ حسگر شار میکرومکانیکال با محفظه‌ی خاص خلأ مرجع و حسگر حرارت



شکل ۷۲ــ۲ــ المنت اندازه‌گیر حسگر فشار با محفظه‌ی خلأ مرجع

۱ــ **etching** : تکنیک خاص زدایش عمیق برای ایجاد شکل سه بعدی در عناصر سیلیکونی مینیاتوری

نحوه‌ی عملکرد: عملکرد سیگنال‌های ارسالی، روش تقویت سیگنال و منحنی مشخصه‌ی این حسگر با حسگر فشار نوع قبلی برابر است و فقط در تغییر شکل دیافراگم المنت اندازه‌گیری، که در جهت مخالف صورت می‌گیرد و در نتیجه‌ی آن مقاومت‌های تغییر شکل‌پذیر در جهت دیگر خم می‌شوند، تفاوت دارد.

۶ــ۱۱ــ۲ــ حسگر فشار زیاد: در وسایل نقلیه، حسگر فشار زیاد برای اندازه‌گیری فشارهای سوخت و روغن ترمز به‌کار می‌رود.

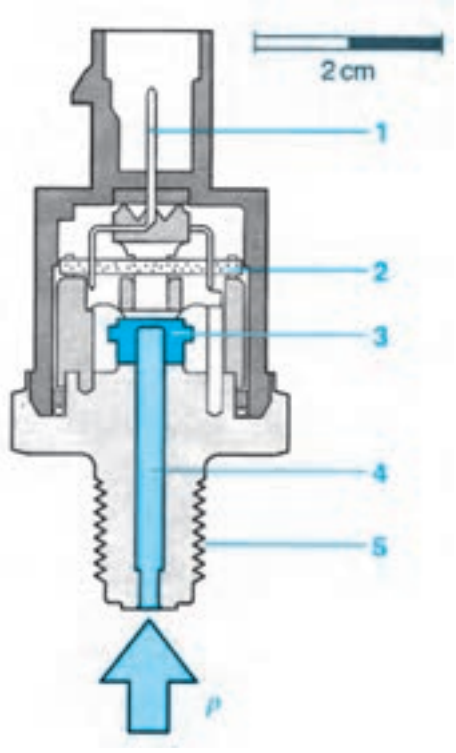
حسگر فشار ریل دیزل: در موتور دیزل، این حسگر مقدار فشار آکومالاتور ریل مشترک را در سیستم پاشش سوخت اندازه‌گیری می‌کند و حداکثر فشار عملکردی Pmax (اسمی) ۱۶۰mpa (۱۶۰۰bar) است. فشار سوخت به‌وسیله‌ی یک حلقه‌ی بسته کنترل می‌شود و مستقل از بار و سرعت موتور، مقدار آن ثابت می‌ماند و انحراف آن از نقطه‌ی تنظیم فشار توسط سوپاپ کنترل جبران می‌گردد.

۷ــ۱۱ــ۲ــ حسگر فشار ریل بنزین: این حسگر فشار در ریل سوخت، سیستم پاشش مستقیم بنزین (DI motronic) را اندازه‌گیری می‌کند. فشار، تابع بار و سرعت موتور و مقدارش ۵ الی ۱۲Mpa (۵۰ الی ۱۲۰bar) است. و به اندازه‌ی واقعی در کنترل حلقه‌ی بسته فشار ریل به‌کار می‌رود. دور و بار موتور وابسته به مقدار نقطه‌ی تنظیم طراحی شده است و توسط سوپاپ کنترل تنظیم می‌گردد.

۸ــ۱۱ــ۲ــ حسگر فشار روغن ترمز: حسگر فشار روغن ترمز در مدولاتور سیستم ایمنی از ESP نصب می‌شود و برای اندازه‌گیری فشار روغن‌ترمز، که معمولاً ۲۵mpa (۲۵۰bar) است، به‌کار می‌رود و مقدار حداکثر فشار Pmax می‌تواند تا ۳۵Mpa (۳۵۰bar) صعود نماید. اندازه‌گیری فشار و پایش فرمان این حسگر به‌وسیله‌ی ECU و سیگنال‌های برگشتی ارزیابی اجرا می‌گردد.

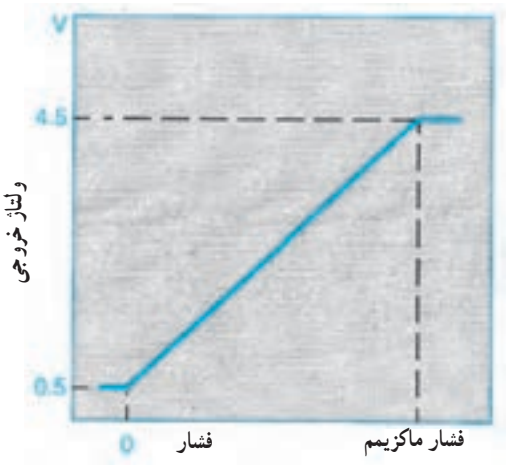
طراحی و نحوه‌ی عملکرد: قلب این حسگر یک دیافراگم فلزی بوده که مقاومت تغییر شکل‌پذیر آن همانند یک پل الکتریکی است (شکل ۷۳ــ۲ شماره‌ی ۳) و دامنه‌ی اندازه‌گیری حسگر فشار وابسته به ضخامت دیافراگم (دیافراگم ضخیم برای فشار بالا و بالعکس) است.

وقتی فشار از طریق راهگاه چهار به یک طرف سطح دیافراگم اعمال می‌شود مقاومت پل الکتریکی به میزان تغییر شکل دیافراگم تغییر می‌کند (تقریباً ۲۰μm در ۱۵۰۰bar) و ۱۰ الی ۸۰mV ولتاژ خروجی تولیدی به‌وسیله‌ی پل الکتریکی به مدار ارزیاب هدایت می‌شود و بعد از تقویت شدن به مقدار ۰ الی 5_V می‌رسد. این ولتاژ ورودی به ECU برای ذخیره‌سازی منحنی مشخصه در محاسبات فشار به‌کار می‌رود (شکل ۷۴ــ۲).



۱ــ اتصال الکتریکی
۲ــ مدار ارزیاب
۳ــ دیافراگم فلزی با مقاومت‌های تغییر شکل‌پذیر
۴ــ راهگاه فشار
۵ــ رزوه

شکل ۷۳ــ۲ــ حسگر فشار زیاد



شکل ۷۴ــ۲ــ نمونه‌ای از منحنی حسگر فشار زیاد

۱۲ــ۲ــ حسگرهای گاز و غلظت‌سنج

غلظت یک ماده، درصد جرم یا حجم یک ماده به صورت مخلوط یا ترکیب در ماده‌ی دیگر است. یک حسگر یا پراپ غلظت‌سنج، در حالت ایده‌آل، فقط نسبت به یک عنصر حساس است و سنجش عناصر دیگر را اجرا نمی‌کند. حساسیت هر حسگر غلظت سنج در عمل به اندازه‌گیری در «درجه‌ی حرارت» و در فشار «ثابت» بستگی دارد.

در خودرو، پارامترهای اندازه‌گیری به شرح زیرند :

- حجم اکسیژن در گاز خروجی اگزوز (کنترل حلقه‌ی بسته‌ی احتراق ــ مونیتورینگ کاتالیست کنورتور)
- حجم منواکسیدکربن و اکسید نیتروژن، رطوبت داخل خودرو (کیفیت هوا، بخار گرفتگی شیشه)
- رطوبت در سیستم ترمز پنوماتیکی (پایش خشک‌کن هوا)
- رطوبت هوای خارج خودرو (اخطار یخ‌زدگی)
- غلظت دوده در گاز اگزوز موتورهای دیزل

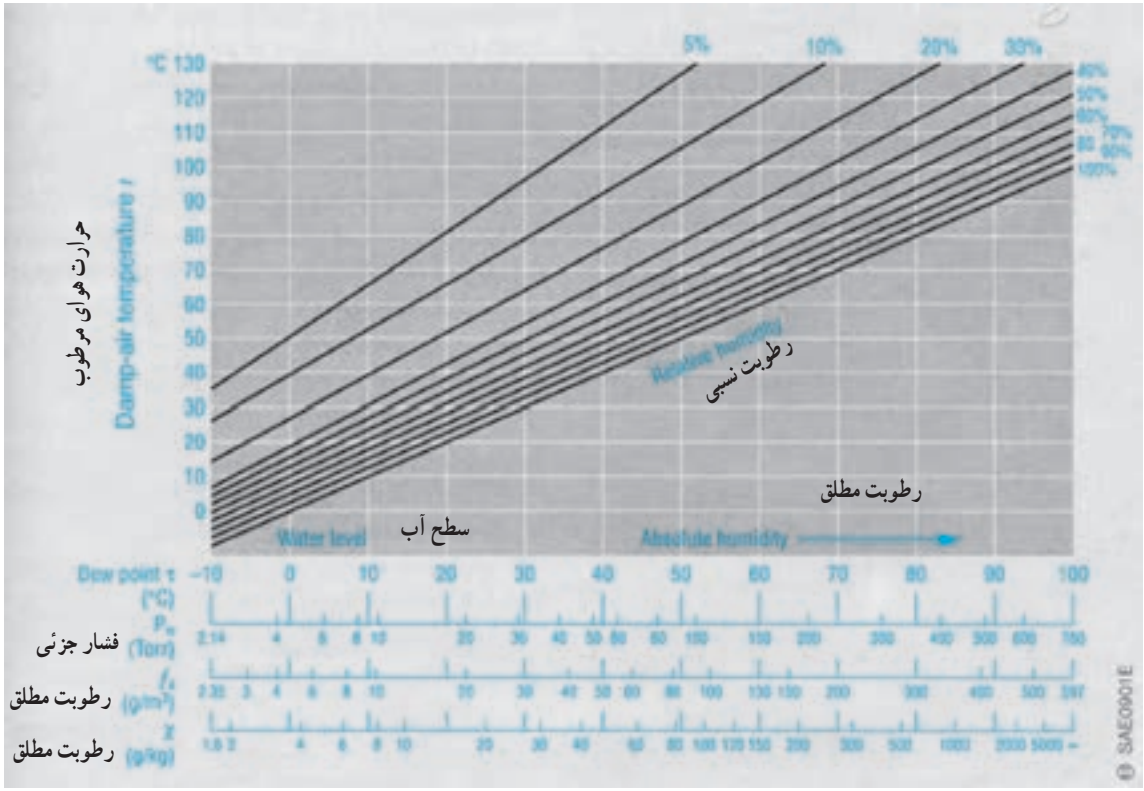
از مقایسه‌ی مطالب بالا به‌وجود مشکلی پی‌می‌بریم و آن اشباع گاز است که موجب سخت‌تر شدن عمل اندازه‌گیری می‌شود. هم‌چنین، در دراز مدت می‌تواند باعث انسداد در حسگر شود. در روش‌های اندازه‌گیری غلظت مواد (جامد، مایع، گاز) به مرور زمان پیشرفت‌هایی حاصل شده و از میان این روش‌ها، آن‌هایی که در حیطه‌ی آنالیز گاز و اندازه‌گیری رطوبت است در خودرو مورد استفاده قرار گرفته است. با توجه به جدول ۴ــ۲، می‌توان نظری اجمالی به عمل پردازش و تکنیک‌های اندازه‌گیری کاربردی در خودرو داشت.

جدول ۴ــ۲

روش‌های آنالیزگاز (بدون در نظر گرفتن و اندازه‌گیری رطوبت) (X) کاربر در اتومبیل				
روش فیزیکی		روش فیزیکی ــ شیمیایی		روش شیمیایی
قابلیت هدایت حرارتی		اثرکاتالیست		جذبی
روش مغناطیسی		حرارت جذبی		جذبی با تبدیل شیمیایی اولیه
پرتوافکنی جذبی		مشخصات واکنش رنگ		
کروماتوگرافی گاز		هدایت الکتریکی	×	
روش رادیواکتیوی		روش الکتروشیمیایی	×	

اندازه‌گیری گاز : حسگرهای گاز همیشه در معرض تماس با مواد خارجی است و این امر موجب خرابی برگشت‌ناپذیر در آن‌ها می‌شود. این نوع خرابی ناشی از مواد آلاینده‌ای است که با حسگر یاد شده در تماس است. برای مثال، سرب موجود در بنزین می‌تواند به منزله‌ی الکترولیت حسگر غلظت اکسیژن عمل کند (حسگر اکسیژن لاندا) و آن را غیرقابل استفاده می‌نماید.

اندازه‌گیری رطوبت : اندازه‌گیری رطوبت همانند حسگر اکسیژن لاندا (در رفتار گازهای خروجی از اگزوز) دارای اهمیت است. رطوبت در هوا می‌تواند به صورت‌های مایع، جامد و گاز وجود داشته باشد و نوع بخار آب آن برای ما قابل حس است. در فشار ثابت و متناسب با درجه‌ی حرارت برای هوا نقطه‌ی اشباع یا نقطه‌ی شبنم وجود دارد. این عدد جهت اندازه‌گیری رطوبت دارای اهمیت است.



شکل ۷۵ــ۲ــ دیاگرام حرارت / رطوبت برای هوا

۱ــ۱۲ــ۲ــ حسگر کیفیت هوا : این حسگر (شکل ۷۷ــ۲) دائماً کیفیت هوا را در نقطه‌ی تهویه‌ی هوا به داخل خودرو پایش می‌کند و در مقابل گاز سمی اگزوز CO (مهم‌ترین گاز در موتور بنزینی) و NOX (مهم‌ترین گاز در موتور دیزل) واکنش نشان می‌دهد. وظیفه‌ی ثانویه‌ی این حسگر جلوگیری از بخار گرفتن شیشه‌هاست. هر حسگر رطوبت سطح بخار آب موجود در هوا را ثبت می‌کند.

طراحی و نحوه‌ی عملکرد : حسگر، در ECU کیفیت هوا (شکل ۷۶ــ۲ و ۷۷ــ۲) قرار دارد و شامل یک فیلم مقاومت از جنس اکسید قلع است. در موقع پردازش و اندازه‌گیری، مقدار مقاومت مؤثّر تغییر می‌کند (۱ الی ۱۰۰kΩ). مقاومت روی یک لایه‌ی سرامیکی، که انتهای آن گرم می‌شود، قرار می‌گیرد و درجه‌ی حرارت عملکرد آن تقریباً ۳۳۰°c است، که به‌وسیله‌ی یک رسانای حرارتی ایجاد می‌گردد و به دلیل وجود درجه‌ی حرارت بالا یک فاصله‌ی هوایی بین اجزا و صفحه‌ی پایه وجود دارد.

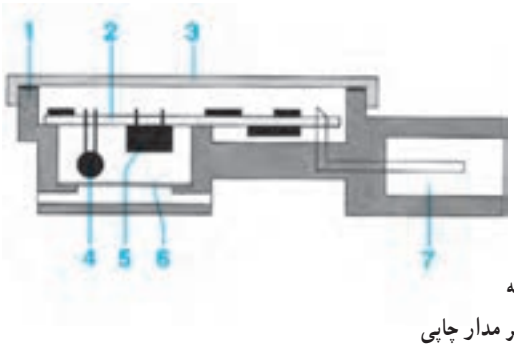
حسگر CO مقدار غلظت آن را در حدود ۱۰ الی ۱۰۰ppm[۱] حسگر NOX در حدود ۰/۵الی ۵ppm اندازه‌گیری می‌کند و در صورتی‌که مقدار آلایندگی گاز بسیار بیش‌تر از (در بعضی مواقع تقریباً ۱۰۰ برابر بیش‌تر از هوای تازه) هوا باشد، ECU کیفیت هوا دریچه‌ی هوای تازه را می‌بندد. با این کار از تنفس گازهای مضر توسط راننده و خسته شدن او جلوگیری می‌کند و عمل تصفیه‌ی هوا به‌وسیله‌ی فیلتر، با زغال فعال انجام می‌گردد.

هر دو حسگر دارای کاور محافظ فلزی‌اند و در زیر آن‌ها یک دیافراگم تفلونی وجود دارد، که گاز و بخار آب از آن عبور می‌کند ولی رطوبت مایع در پشت آن نگه داشته می‌شود. این به آن معناست که گازها برای اندازه‌گیری، ابتدا باید از دیافراگم تفلونی عبور کنند، زمان واکنش حسگرها در حد میلی ثانیه است.

می‌توان ECU کیفیت هوا و حسگر رطوبت را به صورت

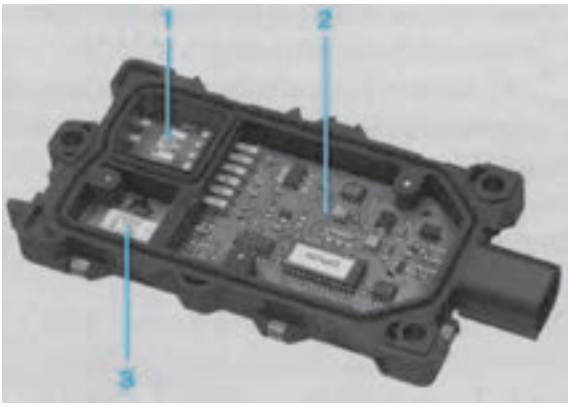
۱ــ **ppm** : ذرّه در میلیون

یک‌پارچه ساخت (شکل ۷۸ــ۲) به‌طوری که دارای یک درجه‌ی اندازه‌گیری حرارت داخلی از نوع مقاومت NTC باشد و از سیگنال آن برای محاسبه‌ی نقطه‌ی شبنم، که فاکتور مهمی برای شروع بخار گرفتگی شیشه‌ی خودرو است، استفاده نمود.



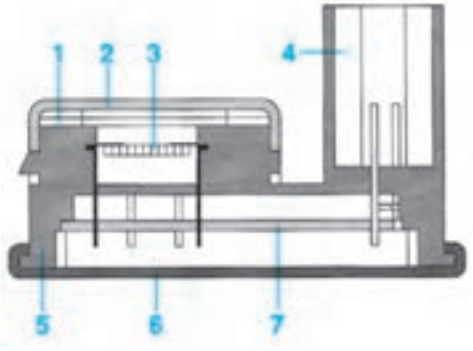
۱ــ بدنه
۲ــ فیبر مدار چاپی
۳ــ کاور با واشر
۴ــ حسگر درجه حرارت
۵ــ المنت اندازه‌گیر رطوبت
۶ــ دیافراگم تفلونی
۷ــ درپوش

شکل ۷۸ــ۲ــ حسگر رطوبت



۱ــ المنت اندازه‌گیر CO یا NOX
۲ــ ارزیاب الکترونیکی
۳ــ حسگر رطوبت

شکل ۷۶ــ۲ــ ای‌سی‌یوی کیفیت هوا با حسگرها



۱ــ دیافراگم تفلونی
۲ــ کاور (نفوذپذیر نسبت به گاز)
۳ــ المنت اندازه‌گیر CO یا NOX
۴ــ درپوش
۵ــ بدنه
۶ــ کاور با واشر
۷ــ فیبر مدار چاپی

شکل ۷۷ــ۲ــ حسگر کیفیت هوا

۲ــ۱۲ــ۲ــ حسگر اکسیژن لامبدا دو مرحله‌ای:

این حسگرها در موتورهای بنزینی با کنترل دو مرحله‌ای لامبدا λ[۱] به‌کار می‌روند و محل قرار گرفتن آن‌ها در داخل لوله‌ی اگزوز است و به‌طور یک‌نواخت جریان گاز اگزوز هر سیلندر را ثبت می‌کنند. اصول عملکرد آن بر مبنای پیل الکتریکی با الکترولیت جامد و غلظت اکسیژن است.

حسگرهای دو مرحله‌ای نشان‌دهنده‌ی دقیق (λ>۱) یا منحنی (λ<۱) بودن نسبت مخلوط هوا به سوخت (A/F) در گاز اگزوزاند و تغییر ناگهانی در منحنی مشخصه‌ی این حسگرها اجازه می‌دهد نسبت مخلوط هوا به سوخت (A/F) در حد λ=۱ کنترل شود.

به‌طور کلی حسگرهای اکسیژن به انواع لوله‌ای و صفحه‌ای تقسیم‌بندی می‌شوند و هرکدام از آن‌ها انواع گوناگون دارد.

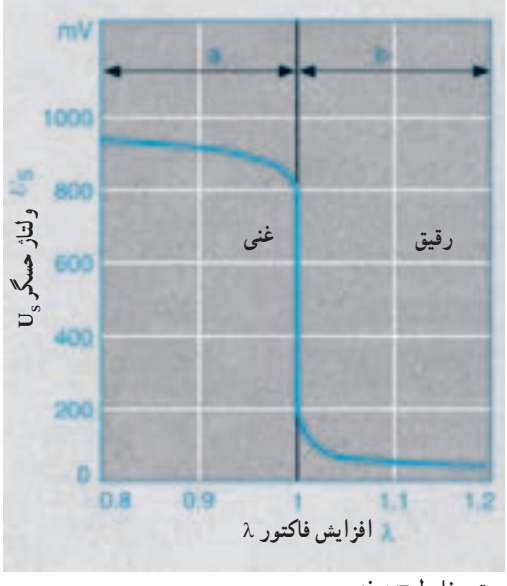
حسگر نوع لوله‌ای: الکترولیت جامد متشکل از یک بدنه‌ی توخالی از جنس سرامیک دی‌اکسید زیر کونیوم است که جهت استحکام، به آن دی اکسیدتیتریوم اضافه می‌شود و نسبت به گاز، غیرقابل نفوذ و از یک انتها مسدود است.

سطح داخلی و خارجی الکترولیت دارای پوششی از جنس پلاتین است و وظیفه‌ی الکترود را به عهده دارد. بدنه‌ی سرامیکی و الکترودهای پلاتینی روی سطح خارجی آن، داخل لوله‌ی اگزوز

۱ــ λ لامبدا : نسبت اختلاط استوکیومتری

رفتاری شبیه کاتالیست کنورتر دارد و با رسیدن گاز اگزوز به این الکترودها پردازش کاتالیستی[1] شروع می‌شود و نسبت مخلوط سوخت و هوا بالانس و به حد استوکیومتری (λ=۱) می‌رسد. سطح خارجی حسگر که در تماس با گاز اگزوز است از لایه‌ای با جنس سرامیک متخلخل[2] پوشیده شده تا آن را در مقابل آلاینده‌ها محافظت کند و بدنه‌ی سرامیکی میز توسط لوله‌ی فلزی شکاف‌دار محافظت می‌شود. محفظه‌ی داخلی حسگر باز و با هوا در تماس است و هوا به منزله‌ی گاز مرجع رفتار می‌کند (شکل ۸۰ــ۲).

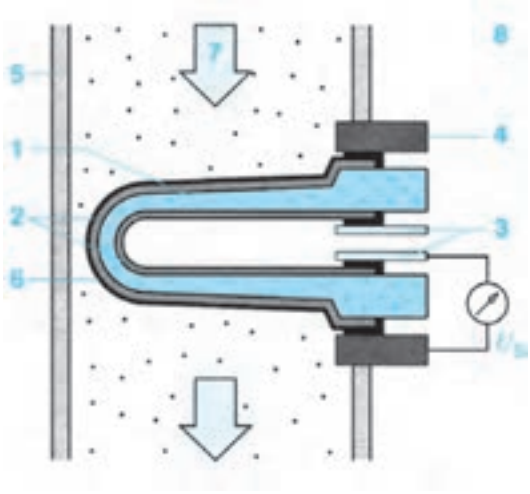
حسگر لوله‌ای بدون گرم‌کن: محل قرار گرفتن یک لوله‌ی سرامیکی توسط دیسک فنری تعیین و ثابت می‌شود و قسمت سرامیکی فعّال انگشتی شکل در محفظه‌ی حسگر (شکل ۸۱ــ۲، طرح و ساختار مشابهی با حسگر لامبدا گرم شونده شکل ۸۲ــ۲ داشته اما فاقد المنت گرم‌کن است) توسط یک المنت بین لوله‌ی سرامیکی و قسمت سرامیکی فعّال حسگر، ارتباط برقرار می‌کند و اتصال بین الکترود داخلی و کابل رابط را میسر می‌نماید و الکترود خارجی به‌وسیله‌ی یک حلقه‌ی آب‌بندی فلزی به محفظه‌ی حسگر متصل است.



a ــ نسبت مخلوط A/F غنی

b ــ نسبت مخلوط A/F رقیق

شکل ۷۹ــ۲ــ منحنی ولتاژ حسگر لامبدا دو مرحله‌ای در دمای کارکرد C ° ۶۰۰



۱ــ المنت سرامیکی حسگر
۲ــ الکترودها
۳ــ اتصالات
۴ــ محفظه‌ی نصب
۵ــ لوله‌ی اگزوز
۶ــ پوشش متخلخل سرامیکی محافظ
۷ــ هوای محیط
U_Sــ ولتاژ حسگر

شکل ۸۰ ــ۲ــ پیکره‌بندی یک نوع حسگر اکسیژن لامبدا در لوله‌ی اگزوز

یک بوش فلزی (غلاف)، به همراه دیسک فنری، موقعیت اجزای داخلی حسگر را تعیین و تثبیت می‌نماید. ضمناً، در برابر آلودگی از آن‌ها محافظت می‌کند. هم‌چنین یک کلاهک مقاوم در برابر حرارت زیاد از کابل خروجی حسگر در برابر حرارت، رطوبت و معایب مکانیکی محافظت می‌کند.

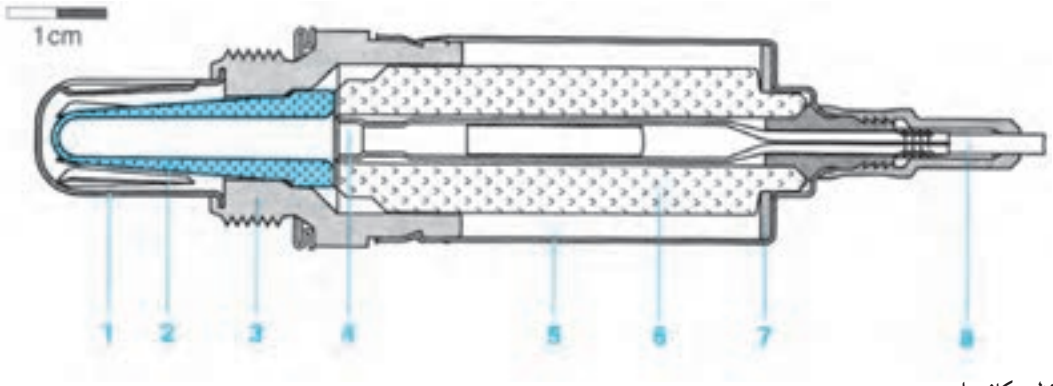
برای باقی نگه‌داشتن گاز حاصل شده از احتراق در اگزوز، در اطراف المنت سرامیکی فعال حسگر، لوله‌ی محافظ دارای شکاف است و پیکره‌بندی این شکاف‌ها به گونه‌ای است که در مقابل حرارت و تأثیر بارهای مکانیکی فوق‌العاده مقاوم هستند.

حسگر لوله‌ای با گرم کن: حسگر لوله‌ای (شکل ۸۲ــ۲) مجهز به یک المنت گرم‌کننده است و المنت سرامیکی حسگر در بارهای کم موتور (پایین بودن درجه‌ی حرارت گاز اگزوز) توسط گرم‌کن الکتریکی و دربارهای بالا توسط حرارت گاز اگزوز فعال می‌شود. در نتیجه‌ی فعالیت گرمکن الکتریکی و قبل از رسیدن المنت سرامیکی به حرارت مطلوب، حرارت

۱ــ **Catalytic convertor** : مبدل کاتالیست

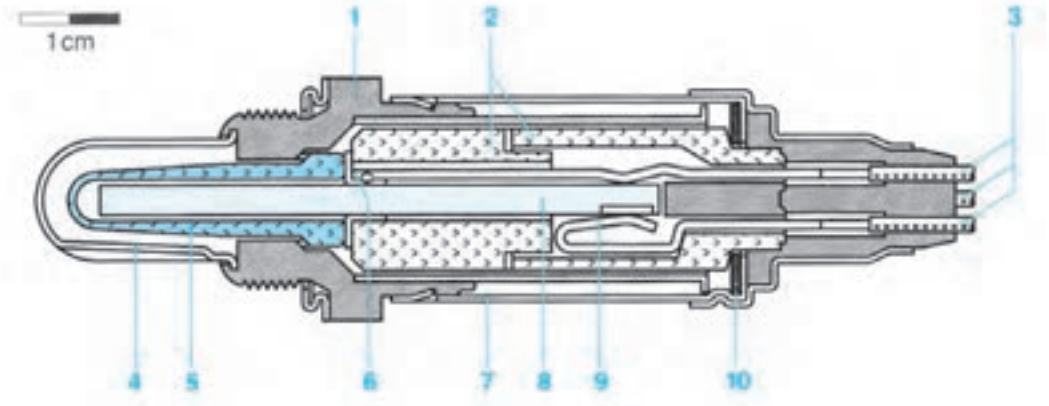
۲ــ **Spinel layar** : لایه‌ی اسپنل، لایه‌ی متخلخل از ترکیبات یاقوت است، که بر روی الکترودهای حسگر لامبدا قرار دارد تا آن‌ها را از آلودگی‌های گاز خروجی محافظت دارد.

حسگر سریعاً افزایش می‌یابد(۲۰ الی ۳۰ ثانیه بعد از روشن شدن موتور) و این امر موجب عملکرد سیستم حلقه‌ی بسته‌ی لامبدا می‌گردد. بنابراین، حسگر لوله‌ای گرم شونده می‌تواند در فاصله‌ای دورتر از موتور نصب و در زمان کم‌تر شرایط پریود حرکتی خودرو را با حالت تمام بار، بدون مشکل مهیا کند. در واقع حرارت عملکرد حسگر لامبدا گرم شونده همواره در مقداربهینه قرار دارد، که موجب کم و ثابت شدن آلایندگی گاز انتشار یافته از اگزوز می‌گردد.



۱ــ لوله‌ی محافظ شکاف‌دار
۲ــ سرامیک فعال حسگر
۳ــ محفظه‌ی حسگر
۴ــ المنت ارتباط
۵ــ پوشش فلزی (غلاف)
۶ــ لوله‌ی سرامیکی تثبیت‌کننده
۷ــ دیسک فنری
۸ــ کابل رابط

شکل ۸۱ــ۲ــ حسگر لامبدا نوع لوله‌ای بدون گرم‌کن



۱ــ محفظه‌ی حسگر
۲ــ لوله‌ی سرامیکی تثبیت‌کننده
۳ــ کابل رابط
۴ــ لوله‌ی محافظ شکاف‌دار
۵ــ سرامیک فعال حسگر
۶ــ المنت ارتباط
۷ــ پوشش فلزی (غلاف)
۸ــ المنت گرم‌کن
۹ــ گیره‌ی اتصال المنت گرم‌کن
۱۰ــ دیسک فنری

شکل ۸۲ــ۲ــ حسگر لامبدا نوع لوله‌ای گرم شونده

۳ــ۱۱ــ۲ــ حسگر اکسیژن لامبدا زیر صفحه‌ای :
کارکرد حسگر لامبدا صفحه‌ای مطابق حسگرنوع لوله‌ای گرم شونده است و تغییر ناگهانی (جهش) در منحنی ولتاژ این حسگرها اجازه‌ی کنترل نسبت هوا به سوخت در حالت استوکیومتری $\lambda=1$ را می‌دهد. این حسگرها دارای الکترولیت جامدند و یک تعداد لایه‌ی مخصوص را، که روی یکدیگر قرار دارند شامل می‌شود (شکل ۸۳ــ۲). هم‌چنین، در مقابل حرارت و عوامل مکانیکی به وسیله‌ی یک دیواره‌ی لوله‌ای شکل دوبل، محافظت می‌گردد.

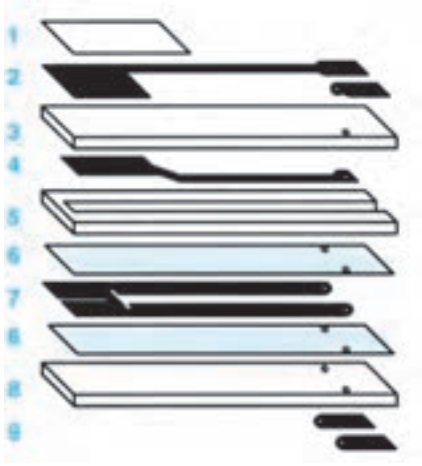
المنت سرامیکی سطح (المنت اندازه‌گیری گرم‌کن) همانند تراشه‌ای مستطیل شکل با برش‌های متقاطع است. سطح المنت اندازه‌گیر از فلز قیمتی متخلخل با سوراخ‌های میکرونی تشکیل شده و سمتی که در تماس با گاز اگزوز است برای محافظت در مقابل سایش (که در اثر برخورد اجزای گاز اگزوز به‌وجود می‌آید) از سرامیک متخلخل با سوراخ‌های میکرونی پوشیده شده است.

یک‌پارچه‌سازی و آب‌بندی ویفرسرامیک حسگر موجب افزایش سریع دمای حسگر می‌گردد و محفظه‌ی داخلی آن (شکل ۸۴ــ۲ و ۸۵ــ۲)، که مستقیماً با هوا در ارتباط است، حکم مقدار مرجع را دارد.

نحوه‌ی عملکرد : حسگر دو مرحله‌ای براساس اصول نرنست(Nernst)[1] عمل می‌کند و تقریباً از دمای $350^{\circ}C$ سرامیک آن برای یون‌های اکسیژن به صورت رسانا فعال می‌گردد. اکسیژن در گاز اگزوز همیشه وجود دارد حتی در مواقعی که موتور با سوخت بیش از حد کار می‌کند (برای مثال $\lambda=0/15$ درصد حجمی ۰/۲ الی ۰/۳).

به دلیل متفاوت بودن غلظت اکسیژن سمت داخل با خارج حسگر، مابین لایه‌ها ارتباط برقرار می‌گردد و ولتاژ تولید می‌شود. این به آن معناست که می‌توان از طریق حجم اکسیژن موجود در گازهای اگزوز، در یک اندازه، برای تعیین نسبت هوا به سوخت A/F استفاده کرد. ولتاژ خروجی حسگر تابعی از حجم اکسیژن در گاز اگزوز است و در یک مخلوط غنی ($\lambda<1$) به ۸۰۰ الی ۱۰۰۰mv و برای یک مخلوط رقیق ($\lambda<1$) به حدود ۱۰۰mv می‌رسد و سطح انتقال از حالت رقیق به غنی تقریباً در ۴۵۰ الی ۵۰۰mv رخ می‌دهد.

حرارت ساختمان سرامیکی حسگر بر قابلیت رسانایی برای یون‌های اکسیژن تأثیر دارد و شکل منحنی ولتاژ خروجی تابعی از فاکتور λ یعنی افزایش حجم هواست. (شکل ۷۹ــ۲ منحنی ولتاژ در دمای حدود $600^{\circ}C$ را نشان می‌دهد). علاوه بر این، زمان واکنش برای تغییر ولتاژ (وقتی مخلوط A/F تغییر می‌کند) وابسته به درجه‌ی حرارت است و زمان واکنش در سرامیک با حرارت زیر $350^{\circ}C$ در حدود ثانیه و در درجه‌ی حرارت مطلوب $600^{\circ}C$ کم‌تر از ۵۰ms است.



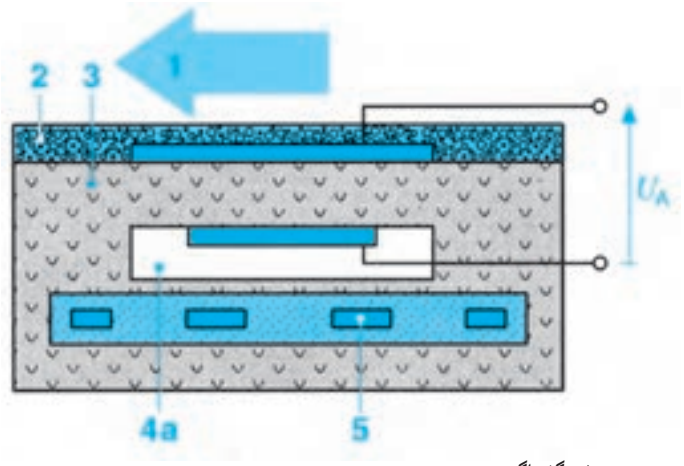
۱ــ لایه‌ی محافظ متخلخل
۲ــ الکترود خارجی
۳ــ تراشه‌ی حسگر
۴ــ الکترود داخلی
۵ــ لایه‌ی گذرگاهی هوای مرجع
۶ــ لایه‌ی عایق
۷ــ گرم‌کن
۸ــ لایه‌ی گرم‌کن
۹ــ اتصالات الکتریکی

شکل ۸۳ــ۲ــ اجزای تشکیل‌دهنده‌ی لایه‌های حسگر لامبدا صفحه‌ای

در مدت روشن بودن موتور و تا زمان رسیدن حسگر به حداقل درجه‌ی حرارت عملکردی $350^{\circ}C$، موتور با کنترل حلقه‌ی بسته فعال نیست و موتور با کنترل حلقه‌ی باز کار می‌کند. لازم است یادآوری شود افزایش بیش از حد حرارت، عمر مفید

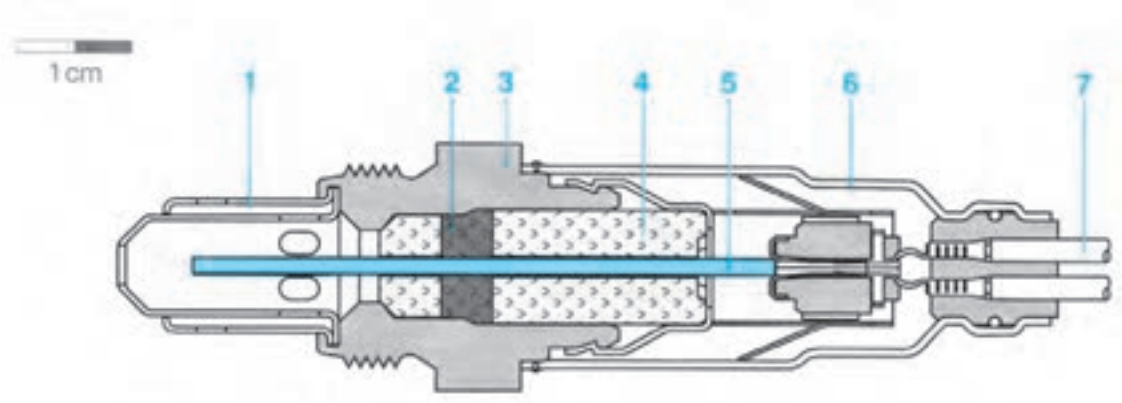
۱ــ **Nernst effect** : اثر نرنست اگر حرارت در نواری از فلز جاری شود که سطح آن عمود بر میدان مغناطیسی باشد، ولتاژ بین لبه‌های نوار به‌وجود می‌آید.

حسگر را کاهش می‌دهد و این به آن معناست که حسگر لامبدا طولانی از $850^{\circ}C$ تجاوز نکند.
باید در محلی نصب گردد که درجه‌ی حرارت آن برای مدت زمان



۱ــ گاز اگزوز
۲ــ لایه‌ی سرامیکی متخلخل محافظ
۳ــ المنت اندازه‌گیر با پوشش فلز گران‌قیمت
۴ــ گذرگاه هوای مرجع
۵ــ گرم‌کن
U_Aــ ولتاژ خروجی

شکل ۸۴ــ۲ــ طرح واره‌ی حسگر لامبدا صفحه‌ای



۱ــ لوله‌ای محافظ
۲ــ سرامیک آب‌بندی
۳ــ محفظه‌ی حسگر
۴ــ لوله‌ی تثبیت سرامیکی
۵ــ المنت اندازه‌گیری صفحه‌ای
۶ــ لوله‌ی محافظ
۷ــ کابل رابط

شکل ۸۵ــ۲ــ حسگر لامبدا صفحه‌ای

فصل ۳

پردازش اطلاعات و شبکه‌ی ارتباطی در وسایل نقلیه

۱ــ۳ــ پردازش اطلاعات

تشریح تکنولوژی کنترل حلقه‌ی باز یا حلقه‌ی بسته برای انتقال داده‌ها بین پردازشگرها جهت سازگاری محیطی و آسودگی در وسایل نقلیه بسیار پیچیده است. زیرا زیر سیستم‌های متشکل از حسگرها، ای‌سی‌یوها، میکروکامپیوترها و شبکه‌ی ارتباطیِ نصب شده در خودروهای مدرن بسیار زیادند.

حسگرها نقاط مونیتورینگ (پایش)اند و واحد کنترل الکترونیکی (ECU)، با تبدیل سیگنال‌ها، المنت‌ها و یا عملگرها را تنظیم و کنترل نهایی می‌کنند. سیگنال‌های ورودی به‌صورت آنالوگ (ولتاژ حسگر فشار) و دیجیتال‌اند و یا پالسی شکل (اطلاعات تابع زمان مانند سیگنال سرعت موتور) هستند. این سیگنال‌ها را می‌توان به‌وسیله‌ی فرآیندهای مخصوص، شرطی‌سازی (فیلتر کردن، تقویت کردن، تغییر شکل پالس) و تبدیل (آنالوگ/ دیجیتال) کرد تا در پردازش دیجیتال سیگنال بهتر مورد استفاده قرار گیرد.

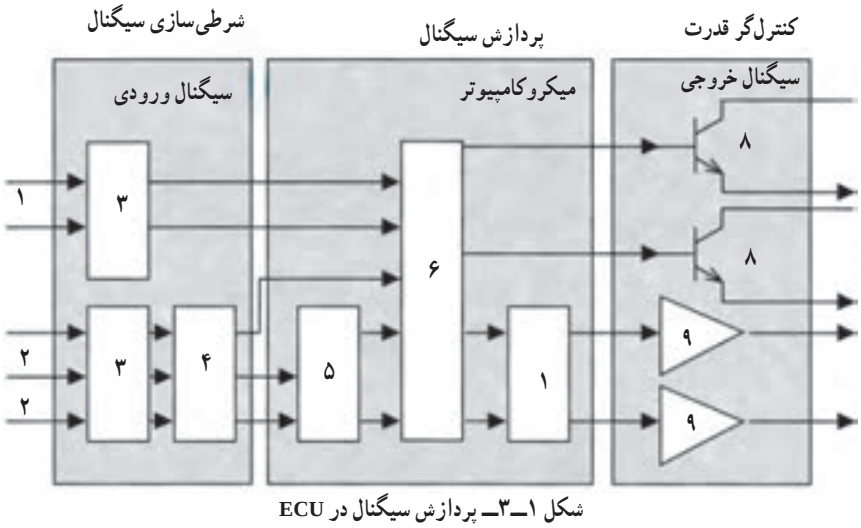
تکنولوژی مدرن نیمه رسانا این امکان را به‌وجود آورده است تا میکرو کامپیوترهایی قدرتمند، از طریق یک پارچه‌سازی تعداد محدودی تراشه با برنامه‌ی خاص و حافظه‌ی دیتا و مدارهایی ویژه با طراحی مخصوص، تولید شوند و آن‌ها را در جهت انتقال سریع اطلاعات به کار بندند.

خودروهای مدرن به ۲۰ تا ۶۰ واحد کنترل‌کننده‌ی الکتریکی مجهزند. برای مثال، می‌توان به موارد زیر اشاره کرد :

- سیستم مدیریت موتور
- سیستم ترمز ضد قفل ABS

در این صورت، اصلاح و بهبود سیستم، با سنکرون کردن و کنترل پردازش مجزّای ECU و انطباق پارامترهای مربوطه در عملیات اجرایی، به وجود می‌آید. برای مثال، می‌توان از وضعیت کنترل کشش (TCS) نام برد که در آن، گشتاور چرخ در حال لغزش، کاهش می‌یابد.

اساساً انتقال اطلاعات مابین ای‌سی‌یو (ECU)ها (برای مثال ABS، TCS و مدیریت موتور) از راه سیم صورت می‌گیرد. البته، این نوع ارتباط نقطه به نقطه، فقط برای تعداد محدودی سیگنال مناسب است.



شکل ۱ــ۳ــ پردازش سیگنال در ECU

۱ــ سیگنال‌های ورودی دیجیتال
۲ــ سیگنال‌های ورودی آنالوگ
۳ــ مدار محافظ
۴ــ تقویت‌کننده، فیلتر
۵ــ مبدل A/D
۶ــ پردازشگر سیگنال دیجیتال
۷ــ مبدل D/A
۸ــ مدار شکن[1]
۹ــ تقویت‌کننده‌ی توان

۱ــ Circuit breaker : مدار شکن، وسیله‌ای است، حفاظتی که در شرایط عبور جریان اضافه بار (Overload carrent) به صورت خودکار، اتصال‌های الکتریکی آن باز می‌شود.

۱ــ۱ــ۳ــ واحد کنترل الکترونیکی ECU : امروزه کاربرد ECUها در وسایل نقلیه توسعه یافته است و تمام آن‌ها طراحی یک‌سانی دارند. ساختمان آن‌ها به اجزای فرعی تقسیم شده است و عملیات زیر را انجام می‌دهند :

ــ آماده‌سازی سیگنال‌های ورودی؛

ــ پردازش منطقی سیگنال‌های ورودی در میکروکامپیوتر؛

ــ تبدیل منطقی و سطح توان تنظیم یا کنترل سیگنال‌های خروجی

۲ــ۱ــ۳ــ سیگنال‌های ورودی دیجیتال : این سیگنال‌ها در اثر ثبت یا پدید آمدن حالت سوئیچی یا سیگنال‌های حسگر دیجیتال ایجاد می‌شود و دامنه‌ی ولتاژ آن‌ها از ۰ تا حداکثر ولتاژ باتری است. برای مثال، می‌توان به پالس سرعت دَوَرانی از یک حسگر اثر هال اشاره کرد.

۳ــ۱ــ۳ــ سیگنال ورودی آنالوگ : این سیگنال‌ها توسط حسگرهای آنالوگ (همانند حسگر لامبدا، حسگر فشار و پتانسیومتر) ایجاد می‌شوند و دامنه‌ی ولتاژ آن‌ها از چند mv تا ۵v است.

۴ــ۱ــ۳ــ سیگنال‌های خروجی به شکل پالس : سیگنال‌های پالسی شکل توسط حسگرها القایی، همانند حسگر تعداد دوران به‌وجود می‌آیند و بعد از آماده‌سازی سیگنال، آن‌ها به صورت دیجیتال پردازش می‌شوند.

۵ــ۱ــ۳ــ آماده‌سازی اولیه‌ی سیگنال‌های ورودی : مدارهای محافظ انفعالی[1] و فعال[2] که برای سطح قابل قبول حد ولتاژ سیگنال‌های ورودی استفاده می‌شوند (مثل ولتاژ عملکرد میکروکامپیوتر) و فیلترها نویز اضافه شده برروی سیگنال‌ها را جدا می‌نمایند. سپس، سیگنال‌های مطلوب را تا سطح ولتاژ مناسب ورودی میکروپروسسور تقویت می‌کنند. ضمناً دامنه‌ی ولتاژ از ۰ تا ۵v است.

۶ــ۱ــ۳ــ پردازش سیگنال : همیشه در ECU پردازش سیگنال‌ها در حالت دیجیتال صورت می‌گیرد و در داخل مدول‌ها سخت‌افزار ویژه‌ای، برای توابع خاص در نظر گرفته شده است که پردازش سیگنال‌ها، انتقال اطلاعات، ارسال به رجسترها و زمان قرائت را بدون کاهش سرعت، متناوباً و بی‌درنگ (real time) فراهم می‌آورد. با این روش اساساً وقفه (intrupts) در پاسخ‌گویی آن‌چه موردنیاز است تا حد μs کاهش می یابد.

الگوریتم‌های کنترل، داخل سخت‌افزار قرار دارد و مقدار زمان برای محاسبه در سیستم کنترل حلقه‌ی باز یا بسته در حد ms است (مثل مدیریت موتور) به طوری که می‌توان توسط الگوریتم‌ها تعداد نامحدودی از عملکرد منطقی را برقرار ساخت. هم‌چنین، می‌توان ذخیره‌ی داده‌ها، پردازش پارامترها، منحنی مشخصه و برنامه‌ی چند بعدی نحوه‌ی ارتباط رکوردها و فیلدها در پایگاه داده‌ها را ایجاد نمود.

۷ــ۱ــ۳ــ سیگنال‌های خروجی : بعد از تغییر در داده‌ها و کنترل متغیرها، مدول‌های سیگنال خروجی با سطح توانی لازم برای عملگرها (مثل موتور الکتریکی برای تنظیم صندلی، پنجره یا فرمان پرقدرت) آماده می‌شود. سیگنال خروجی میکروپرسسور تا ۵ میلی‌آمپر است و با استفاده از مدارهای قطع‌کن محافظ و تقویت کننده، می‌توان برای مدت زمان کوتاه آن را تا ۱۰۰ آمپر افزایش داد.

۸ــ۱ــ۳ــ میکرو کامپیوتر : میکرو کامپیوتر از دو واحد پردازش‌گر مرکزی (cpu) برای پردازش عددی و منطقی[3] تشکیل می‌یابد و مدول‌ها با توابع ویژه، پایش سیگنال‌های خارجی و تولید سیگنال‌های کنترل برای فرمان به المنت‌های خارجی را انجام می‌دهند. هم‌چنین، برنامه‌های کنترل cpu باعث افزایش پیچیدگی و محدودیت تعداد توابع کاربردی می‌گردد.

۹ــ۱ــ۳ــ توان محاسبه : جدا از معماری میکروکامپیوتر (آکومالاتور، ماشین ثبات) و طول واحد پردازش (۴ الی ۳۲bit)، توان cpu توسط عواملی هم‌چون فرکانس

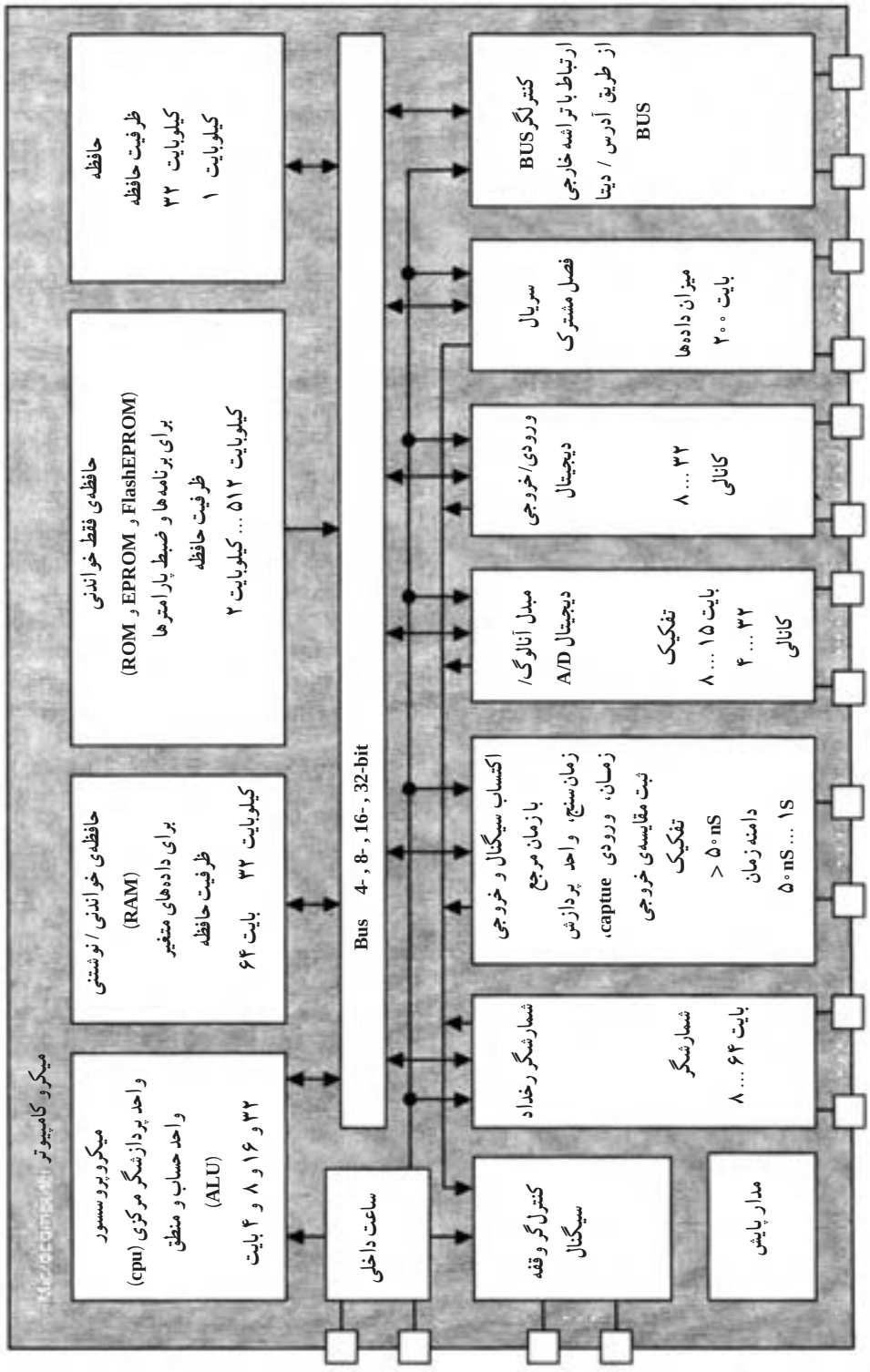
۱ــ **انفعالی** : مدارهای R (مقاومتی) و RC (مقاومتی ــ خازنی)

۲ــ **فعال** : المنت‌های نیمه رسانای مخصوص کنترل سطح ولتاژ

۳ــ **واحد حساب منطقی** : بخشی از یک ریز پردازند باریز کنترل است که عملیات ریاضی، نظیر جمع، تفریق،تقسیم، ضرب و منطق را روی ورودی‌های عددی انجام می‌دهد و خروجی متناسب با ورودی‌ها تولید می‌کند.

ساعت داخلی و مجموع تعداد پالس‌ها و زبان برنامه‌نویسی کامپیوتر با شرایط زیر تعیین می‌گردد :

- فرکانس ساعت از ۱ الی ۴۰ MHZ
- پالس‌های ساعت توسط زبان برنامه‌نویسی : ۱ الی ۳۲ پالس، وابسته به معماری cpu و زبان برنامه‌نویسی (برای مثال ۶ پالس برای جمع، ۳۲ پالس برای مالتی پلکس)



شکل ۲ــ۳

۱۰ــ۱ــ۳ــ پردازش سیگنال حسگر :

آماده‌سازی سیگنال (IC ارزیاب) : سیگنال‌های حسگر قبل از ارزیابی دیجیتال باید دارای شرایط خاص کاری گردند و تا آن‌جایی که نیاز باشد می‌توان آماده‌سازی سیگنال را از طریق توابع (وظایف ودستورات) زیر تعریف نمود.

- تقویت ولتاژ DC/AC
- جبران (انطباق فازی)
- سنجش مقدار آستانه‌ای (تغییرات آستانه‌ای، شکل‌دهی پالس)
- تبدیل ولتاژ یا فرکانس، مدوله کردن زمان پالس (تلفیق زمان پالس)
- فیلتر کردن فرکانس که شامل حفاظت اندازه‌گیری در برابر اختلال سیگنال است.
- تبدیل آنالوگ به دیجیتال (AD) و دیجیتال به آنالوگ (DA)
- کالیبراسیون و تقویت (منحنی مشخصه در حالت کلی) آنالوگ و دیجیتال
- کالیبراسیون برای جبران اثر حرارتی (آنالوگ و دیجیتال)
- صفر شدن اتوماتیک، به علاوه‌ی کالیبراسیون مدت عملکرد
- عیب‌یابی هوشمند (OBD) و تست عملکرد
- کنترل کردن فرمان حسگر
- تولید ولتاژ AC برای انتقال فرکانس حسگر
- ثبات منبع تغذیه
- نشانه‌ی اتصال کوتاه یا نشانه‌ی ولتاژ نهایی خروجی و مرحله‌ی تحریک
- سیگنال مولتی پلکسر مرتب کردن سیگنال آنالوگ یا دیجیتال و کدگذاری برای پیدا شدن خطا
- فصل مشترک BUS

تمام توابع به شکل ASIC[1]ها قابل دسترسی‌اند. این مدارها به صورت سفارشی برای کاربرد حسگرها ساخته می‌شوند و می‌توانند در هر دو محل حسگر و یا ECU نصب گردند. در بعضی وضعیت‌ها تقسیم شدن توابع بین حسگر و ECU مناسب است. مجتمع‌سازی مدار با حسگر (شکل ۳ــ۳ طبقه‌بندی مجتمع‌سازی ۱ تا ۳) دارای مزیت است و آن تصحیح و کالیبره کردن در آماده‌سازی سیگنال است.

این قطعات تداخل و ارتباط زیادی با یکدیگر دارند و یک واحد تفکیک ناپذیرند و در صورتی که بخشی از آن‌ها معیوب شود باید کلاً تعویض گردند.

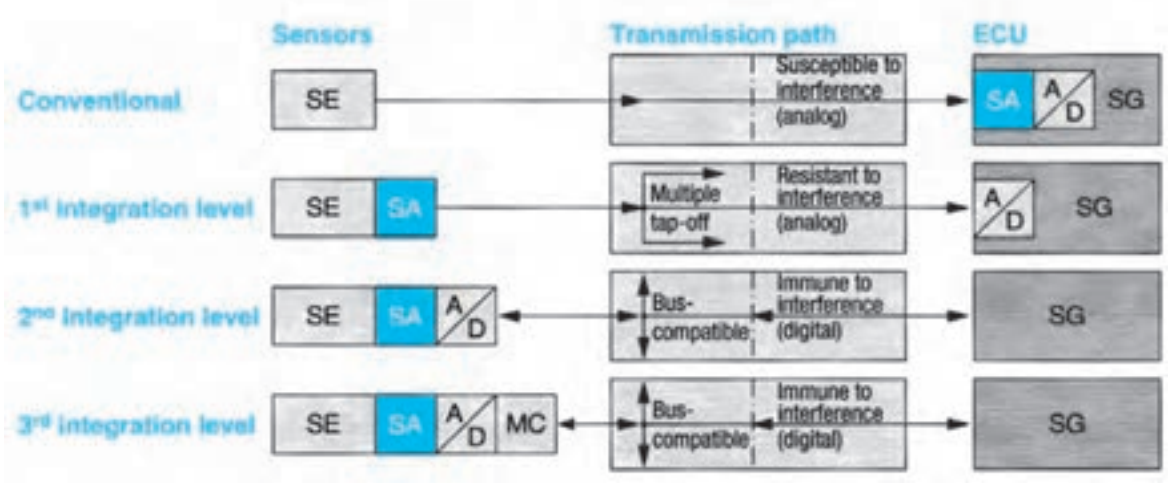
امروزه تکنولوژی ترکیبی (برای مثال BICMOS، BCD[2]) توانایی لازم را برای مجتمع‌سازی روی یک تراشه (از هر نوع سلول حافظه‌ی دیجیتال قابل برنامه‌ریزی) دارد (Rpom) اساساً اجرای تمام حالت‌های ویژه‌ی یک پارچه‌سازی و مجتمع‌سازی حسگر و پردازش (برای مثال حسگرهای فشارهای فولد si و حسگرهای اثر هال) امکان‌پذیر است.

در ابتدا، مجتمع‌سازی به منزله‌ی یک تکنولوژی توأم یا رضایتمندی بود و بعدها به یک راه‌حل اقتصادی تبدیل گشت. در حال حاضر روش مجتمع‌سازی عامل مؤثری در کاهش قیمت قطعات است (برای مثال، تکنولوژی ساخت حسگر لایه‌ی ضخیم، Lead-Frame[3] ترکیبی).

۱ــ Application - Specific Integrated Cirait : مدارهای مجتمع با کاربرد ویژه

۲ــ Cmos - Is : تکنولوژی تولید مدار مجتمع با استفاده از لایه‌ی نشانی سطحی

۳ــ Lead - Frame : قاب فلزی پرسی یا زدوده شده به روش شیمیایی است که دارای سطحی برای نصب تراشه و سرسیم‌های ورودی یا خروجی است.



شکل ۳ــ۳

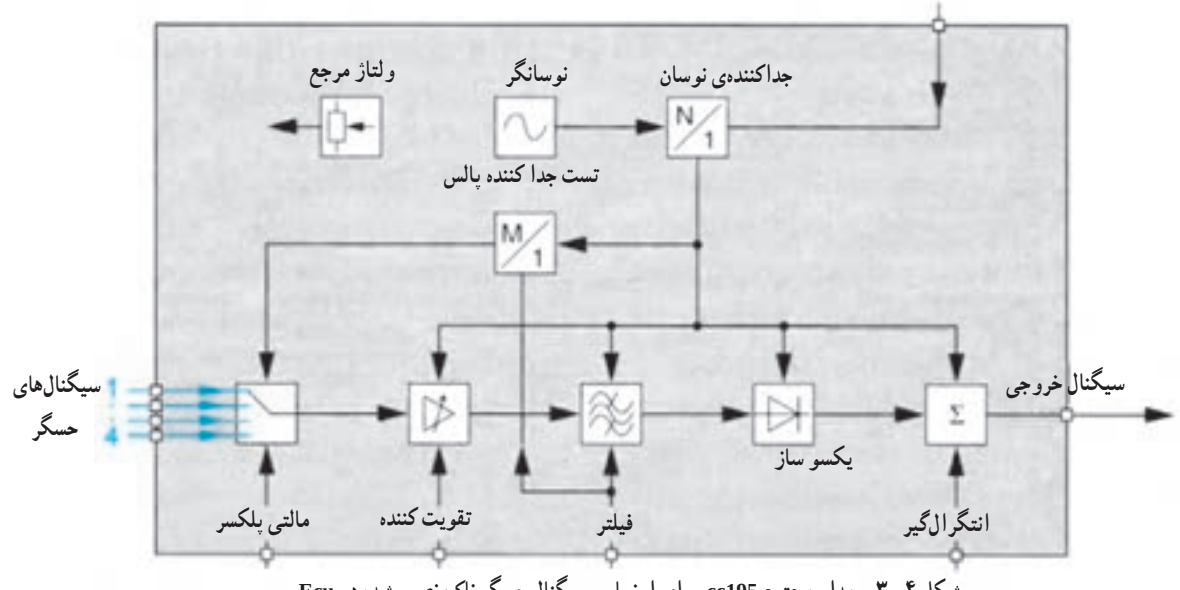
۱۱ــ۱ــ۳ــ مثال‌های کاربردی : در ابتدا تصور بر این بود که محل نصب ASICها باید در ECU باشد ولی به دلیل احتیاجات خاص قطعات و شکل‌های منحصر به فرد حسگرها، این امکان از بین رفت.

ASICها به گونه‌ای طراحی شده‌اند که مستقیماً روی حسگرها نصب شوند و توانایی داشته باشند تا پارامترها برای کالیبراسیون و جبران ذخیره‌سازی کنند. هم‌چنین از آن‌ها به منزله‌ی ابزار اصلاح اندازه‌گیری استفاده شود.

ASICCC195: CC195 یک مدار مجتمع ویژه‌ی ناک (حسگر کوبش) است. ناک حسگر مستقیماً روی موتور نصب می‌شود و سیگنال‌های شتاب با ساختار صوتی شکل را تشخیص می‌دهد.

سیگنال‌های ناک احتراق ۵ الی ۱۵KHz است و باید فیلتر شوند. به صورت تئوریک می‌توان مدت فاز قدرت یک سیلندر معین از لحاظ زمانی تقسیم‌بندی نمود و سیگنال رخ داده را دقیقاً کنترل کرد. سیگنال ایجاد شده با دامنه‌ی فرکانس بحرانی یک‌سوسازی و میانگین‌گیری می‌شود و سپس، به‌وسیله‌ی ECU ارزیابی می‌گردد. در نتیجه ECU تا پایان ناک نقطه‌ی جرقه‌زنی را نسبت به گردش میل‌لنگ تغییر مکان می‌دهد.

مدار مجتمع تشریح شده در بالا برای پاسخ‌گویی به توابع داخل ECU قرار دارد و قادر است سیگنال‌های ارسالی را تا چهار حسگر ناک ارزیابی کند.

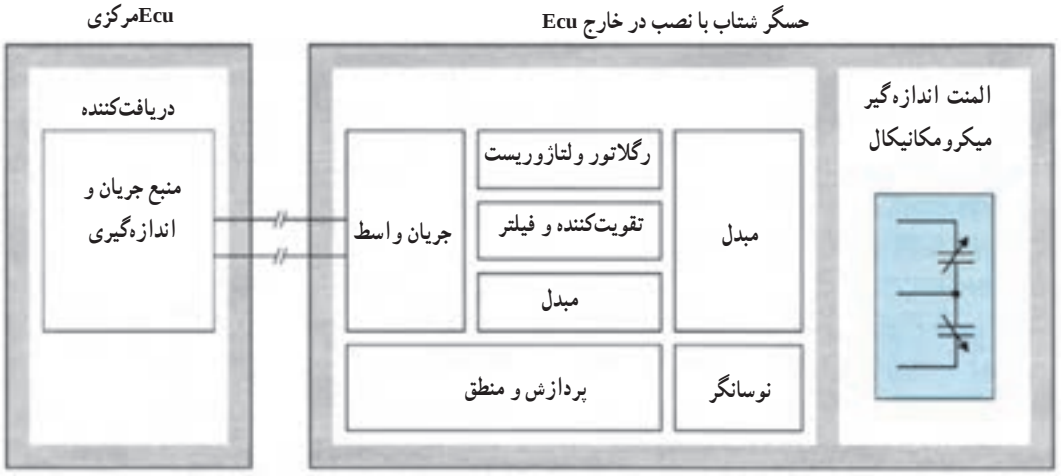


شکل ۴ــ۳ــ مدار مجتمع cc195 برای ارزیابی سیگنال حسگر ناک نصب شده در Ecu

مدار مجتمع واسط : در یک تصادف از جلوی خودرو، حسگر شتاب، فرمان سیستم محافظتی سرنشین را صادر می‌کند. این حسگرها در Ecu ایر ــ بگ که در کنسول خودرو نصب می‌شود، قرار دارند و درتصادف جانبی فرمان سیستم حفاظتی توسط حسگر شتابی که در قسمت جانبی خودرو مثل اعضای جانبی شاسی قرار دارند، صادر می‌گردد.

حسگرهای شتاب جانبی از نوع خازنی، سیگنال را به‌صورت دیجیتال تولید می‌کنند و از طریق دو سیم رابط به Ecu مرکزی انتقال می‌دهند.

در حسگرهای شتاب خازنی دو تراشه وجود دارد که مدار فرمان و مدار ارزیابی الکترونیکی را تشکیل می‌دهند. مدار مجتمع (ASIC) کاربردی با مدار فرمان یا مدار ارزیابی ادغام نمی‌گردد ولی به‌عنوان واسطه برای فرمان خروجی و عیب‌یابی هوشمند حسگر عمل می‌کند.



شکل ۵ــ۳ــ ASIC واسط برای ارزیابی سیگنال حسگر شتاب (یک‌پارچه با Ecu)

۲ــ۳ــ کارترونیک (cartronic)

۱ــ۲ــ۳ــ سیستم شبکه‌ی خودرو : کاربرد سیستم‌های الکترونیکی به‌دلیل تقاضا و نیازمندی‌های روزافزون وسایل نقلیه در حال توسعه است. این نیازمندی‌ها شامل سیستم‌های حفاظتی و ایمنی سرنشین، سازگاری محیطی، انتقال اطلاعات، سیستم سرگرمی و ارتباط با کامپیوترهای خارجی، خدمات دیتا از طریق رادیو (بدون اتصال) است و نیازمند دستورات و قوانین دقیق و سخت‌گیرانه است. انجام این عملیات پیچیده و کاهش بهای سیستم‌های اختصاصی خودرو (تزریق سوخت، ABS و ...) با مجهز شدن خودرو به سیستم شبکه‌ی مرکب و جابه‌جایی اطلاعات از طریق Bus دیتا (مانند CAN) و فعل و انفعال متقابل بین دستگاه‌ها امکان‌پذیر است. یک سیستم مرکب، به استانداردسازی انتقال اطلاعات و پیوندهای اختصاصی اجزا، زیر سیستم‌ها و توابع داخل آن نیازمند است. در عین حال، قابلیت اطمینان و استفاده از سیستم افزایش می‌یابد و به‌وسیله‌ی اشتراک اطلاعات مابین سیستم‌های مختلف خودرو از تعداد اجزا کاسته می‌شود.

مثالی از سیستم‌های مرکب : خودروها پیش از این دارای سیستم‌های مرکب، از قبیل سیستم کنترل گشتاور (Tcs) و برنامه‌ی پایداری الکترونیکی (ESP) بوده‌اند. زمان شروع حرکت خودرو، در چرخ‌ها لغزش پدید می‌آید. در این‌صورت، از طریق پیوند کارکرد این دو سیستم و انتقال اطلاعات توسط واحد کنترل الکترونیکی Tcs به Ecu موتور، آگاهی داده می‌شود. در نتیجه می‌توان گشتاور محرک را کاهش داد.

مثالی دیگر : تهویه‌ی مطبوع این امکان را دارد که سیستم مدیریت موتور را درباره‌ی قرار گرفتن سوئیچ در حالت روشن

(ON) آگاه سازد، که نتیجه‌ی آن نیاز به افزایش گشتاور و سرعت موتور است.

نیازمندی‌ها : پیاده‌سازی سیستمی که در آن چندین عمل با هم انجام می‌شود به سازگاری و استانداردسازی واسطه‌ها و طرز کار زیر سیستم‌ها نیازمند است. این کار با تعریف مخصوص اطلاعات زیر سیستم و کنترل تغییرات روی اطلاعات مبنا صورت می‌گیرد. نکته‌ی با اهمیت نمایش واقعی زیر سیستم است و چگونگی توسعه‌ی جداگانه (تولید به‌وسیله‌ی چند شرکت) و تغییرات مورد تقاضا در یک مدل خودرو، با نیازمندی ویژه که یک کارخانه دارد. سازگاری واسطه‌ها و استانداردسازی سیستم‌ها از طریق نرم افزار عامل حاصل می‌شود.

تصویر کلی: تقاضاهای فوق‌الذکر در توسعه‌ی کارترونیک این تأثیر را دارد که برای تمام سیستم‌های مدیریت و کنترل خودرو طبقه‌بندی و خصوصیات روش اجرا ایجاد می‌شود. این طبقه‌بندی و خصوصیات روش اجرا، که حاوی قواعد ثابت برای فعل و انفعال مابین زیر سیستم‌هاست، به‌خوبی قابل گسترش است.

معماری مدولار برای «طرز کار»، «ایمنی»، «الکترونیک» برمبنای قوانین رسمی صورت می‌پذیرد و بدین گونه وسایل برای کل سیستم خودرو تعریف و تهیه می‌گردد. براین پایه شرکت‌های تولیدکننده می‌توانند فعل و انفعال هماهنگ مابین محصولات را بدون در نظر گرفتن نوع پردازش درونی و بدون وابستگی به مدل ایجاد و در مقیاس بزرگ، تولید نمایند.

۲ــ۲ــ۳ــ طراحی و معماری : طراحی کلی سیستم و روش پیاده‌سازی بخش‌های فرعی نیازمند ساختار رسمی است. معماری در خودرو از سطوح مختلف کنترل و مدیریت در خودرو شکل می‌گیرد و منطق حاکم بر اجرا وظایف یک سیستم مرکب را تعیین می‌کند.

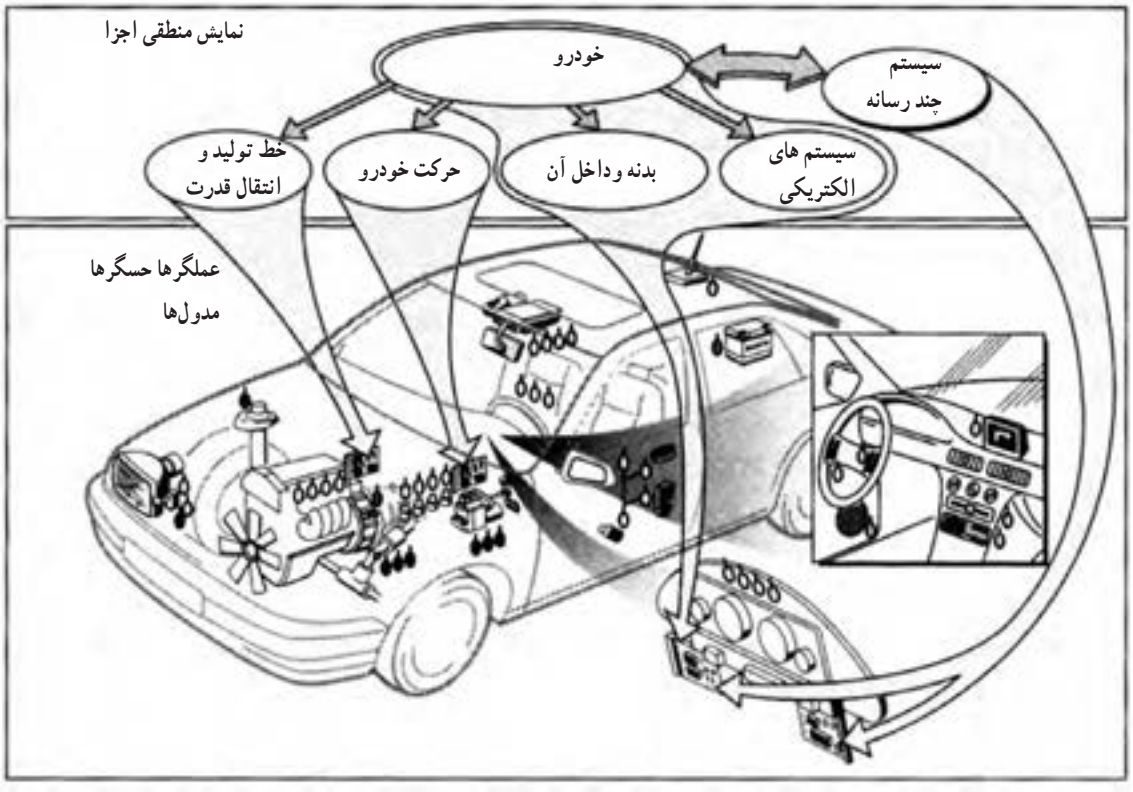
با تجزیه و تحلیل نیازمندی‌ها، ارتباط و وجه مشترک مابین اجزا و عملیات متقابل آن‌ها روشن می‌شود. معماری ایمنی (یعنی امکان افزایش المنت‌ها به سیستم) با اجرای یک سیستم مستقل معماری میسر می‌گردد.

با تغییر شکل گوناگونی منطق حاکم بر وظایف اجزای یک شکل سخت‌افزار (مانند مدارهای الکترونیکی)، Ecuها و میکرو کامپیوترها را می‌توان تولید کرد. در نتیجه‌ی بهینه‌سازی توپولوژیِ (مکان‌شناسی) سخت‌افزار، مانند موقعیت فیزیکی اجزا و تعیین ابعاد آن، مشخصات مدل خودرو تعیین می‌شود.

۳ــ۲ــ۳ــ قواعد معماری : در معماری شبکه، از تعریف و تقسیم‌بندی سازمان برای سیستم مرکب، قواعد حاکم بر وظایف یا قلمرو آن‌ها نتیجه گرفته می‌شود. این قواعد براساس نیازمندی‌ها و مستقل از سخت‌افزار یا توپولوژی شبکه‌ی ارتباطی در نظر گرفته شده است.

قواعد منحصراً براساس منطق، وظایف و عوامل دیگر مثل ارزش، قابلیت اطمینان و ... اجزا و فعل و انفعال مجاز در انتقال اطلاعات و رابطه‌ی متقابل بین آن‌ها را تبیین و تعیین می‌کند.

۴ــ۲ــ۳ــ تجزیه و تحلیل نیازمندی‌ها : با تجزیه و تحلیل کارکرد و دیگر پارامترهای کلی (مثل کیفیت)،استقلال عملکرد و محیط‌کاری (مثل تلرانس خطا در سیستم ایمنی). نیازمندی‌ها برای سیستم موجود و طرح‌ریزی آن تعیین می‌گردد. اساس طراحی در امکان استفاده از سخت‌افزار و نرم‌افزارهای گوناگون وکاربرد یکسان مدول‌های الکترونیکی با دستگاه‌های اصلی، به تعداد زیاد در انواع خودروها موجود است.



کارترونیک : شکل ۶ــ۳ــ زیر مجموعه‌ی سیستم‌های منطقی خودرو و اجزای فیزیکی آن‌ها

طراحی عناصر : معماری عناصر سیستم، اجزا و انتقال اطلاعات بین آن‌ها را در یک سیستم مرکب توصیف می‌کند که شامل طراحی و مدل‌سازی قوانین برای تعریف وابستگی، فعل و انفعال اجزا با هم و درجه‌ی استفاده در سیستم‌های دیگر است.

سیستم‌ها، اجزا و واسطه‌ها : یک سیستم، نوع ترکیبی از اجزاست، که در آن اجزا با مکانیزم ارتباطی به‌یکدیگر متصل می‌شوند و یک وظیفه‌ی جامع را که فراتر از وظایف مخصوص هر جز است، انجام می‌دهند. اجزای تشکیل دهنده‌ی سیستم به یک دستگاه خاص محدود نمی‌شوند اما یک وظیفه‌ی واحد را انجام می‌دهند.

کارترونیک سه نوع اجزای مشخص دارد :

ــ اجزا با وظیفه‌ی اصلی هماهنگی

ــ اجزا با وظیفه‌ی اصلی عمل‌کنندگی

ــ اجزا با وظیفه‌ی اصلی منحصر به تولید، تهیه و فرستادن اطلاعات

واسطه‌ها امکان ارتباط متقابل مابین آن‌ها و دیگر اجزا را ایجاد می‌کنند و هرکجا که تغییرات فیزیکی امکان پذیر باشد واسطه تعیین می‌گردد. (مثل گشتاور موتور یا هدایت خودرو).

۵ــ۲ــ۳ــ تشریح سیستم : بنابراین، یک سیستم را می‌توان با ارائه‌ی کل وظایف اجزا، ارتباط متقابل آن‌ها و حالت‌های مرتبط با آن تشریح کرد.

قواعد طراحی: منظور از «قواعد طراحی» مشخصات ارتباط و رابطه‌ی متقابل و مجاز مابین اجزای مختلف در داخل ساختار سیستم است.

مفهوم ساختار سلسله مراتبی در خودروها آن است که، ضمن داشتن وجود مستقل، تقسیم آن به اجزای دیگر تا آن‌جا که ممکن است عملی باشد. بنابراین، قواعد طراحی برای ارتباط متقابل مابین سطوح یک‌سان و سطوح مختلف اجزای سیستم و هم‌چنین برای چگونگی انتقال ارتباط از یک زیر سیستم به زیر سیستم دیگر به‌کار می‌رود.

قواعد مدل‌سازی: قواعد مدل‌سازی عبارت است از الگوهایی که از ترکیب اجزا و ارتباط متقابل آن‌ها با یکدیگر ایجاد می‌شوند و برای یافتن پاسخ به اشکالی که در داخل یک سیستم خودرو به‌وجود آمده است، به‌کار می‌روند. این الگوها می‌توانند در نقاط گوناگون ساختمان خودرو تکرار شوند.

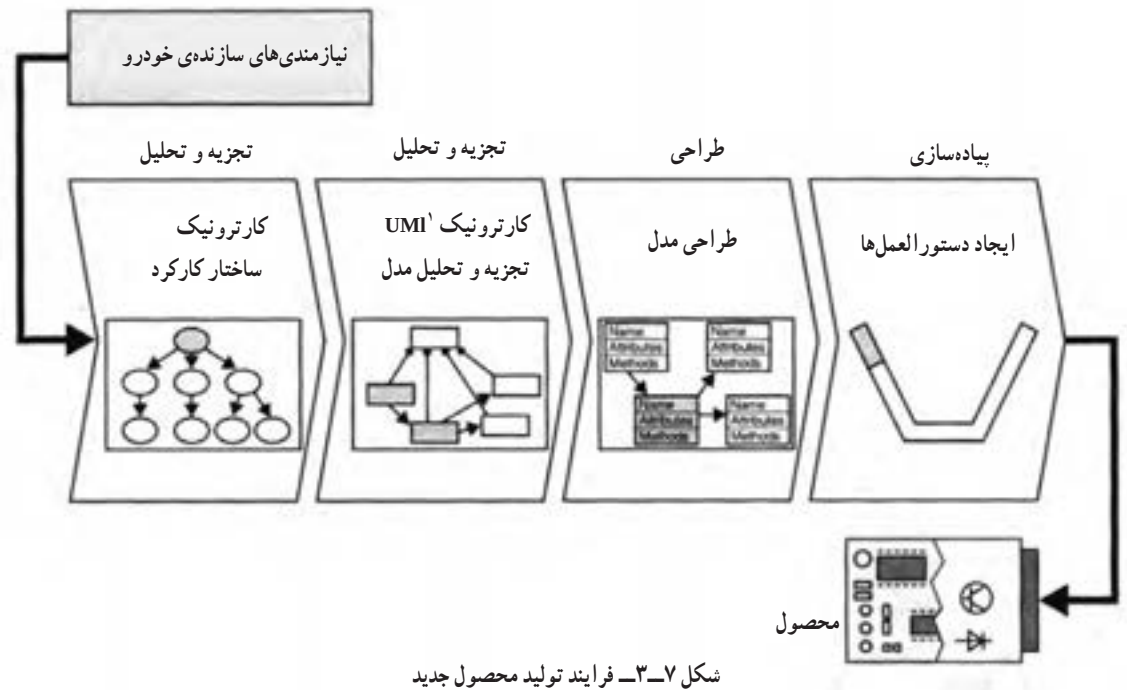
خصوصیات معماری: در یک ساختار ارائه شده به‌وسیله‌ی طراحی مخصوص و قواعد مدل‌سازی خصوصیات معماری استاندارد به شرح زیر ارائه می‌شود :

ــ جریان کار سلسله مراتبی (یک کار زمانی پذیرفته می‌شود که از سطح یک‌سان یا بالاتر رسیده باشد)

ــ تفاوت آشکار بین هماهنگ کننده و تولید کننده‌ی اطلاعات (کنترل کننده‌ها و حسگرها)

ــ محدوده‌ی مشخص اجزای منحصر به فرد استفاده شده برمبنای اصول کارکرد جعبه‌ی سیاه (Black box) (تا آن‌جا که ممکن است پوشیده و در صورت لزوم آشکار باشد).

نتیجه : کارترونیک مفهوم استاندارد سازی را برای تمام وسایل خودرو توصیف می‌کند. با این مزیت می‌توان به‌آسانی وسایل سازگار با سیستم‌های کنترل و مدیریت خودرو را استانداردسازی نمود. در مرحله‌ی بعد به تعریف واسطه‌های مابین اجزا با زیر سیستم و سطح فیزیکی نیاز است. شکل ۷ــ۳ مراحل اجازه‌ی پیاده‌سازی شبکه‌ی پیچیده‌ی ارتباطی داخل خودرو و اجرای همکاری مابین چند شرکت تولید کننده را نشان می‌دهد.



شکل ۷ــ۳ــ فرایند تولید محصول جدید

۳ــ۳ــ اصول مقدماتی شبکه‌سازی

شبکه‌ی ارتباطی، یک سیستم است که در آن گروهی از عناصر می‌توانند اطلاعات را از طریق رسانه مبادله کنند یا انتقال دهند. هر عنصر یا گره (Node)[۲] به خطوط متصل می‌شود و ارتباط متقابل برقرار می‌گردد.

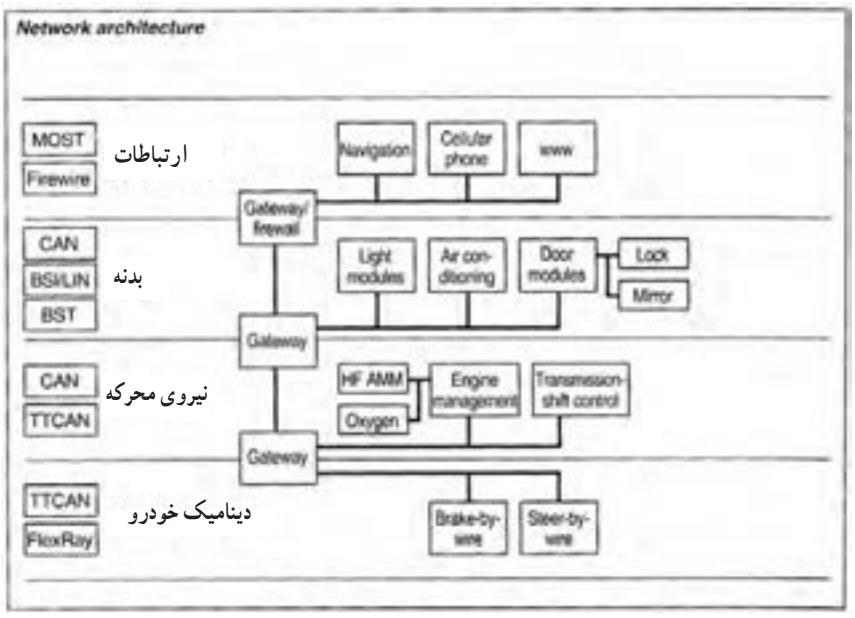
امکان ساخت یک شبکه‌ی ارتباطی، به‌صورتی که در آن گره‌های متعدد به یک یا چند گره خاص شوند، وجود دارد.

از گره‌های شبکه‌ی ارتباطی می‌توان زیر بارها به عنوان مراجع مشترک یا ایستگاهی در شبکه‌ی ارتباطی استفاده کرد.

شبکه‌های اطلاعاتی براساس، توپولوژی، نرخ انتقال اطلاعات، سطح دسترسی، پروتکل‌ها و دیگر موارد، تقسیم‌بندی می‌شوند.

۱– unifie modeling language

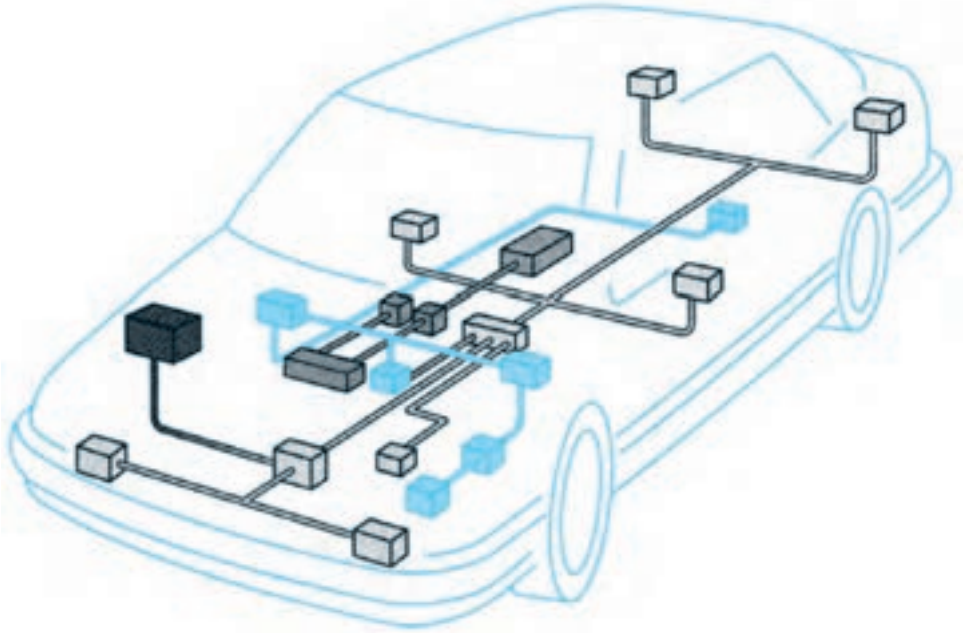
۲ــ **Node** : گره، نقطه‌ی اتصال در یک شبکه



شکل ۸ــ۳

در وسایل نقلیه، مجموعه‌ای از واحدهای کنترل برای سیستم مدیریت موتور، برنامه‌ی پایداری الکترونیکی (ESP)، سیستم کنترل انتقال قدرت و مدول‌های در، می‌توانند در شبکه‌ی ارتباطی به‌کار روند (شکل ۹ــ۳)

یک حسگر با مدار آماده‌سازی سیگنال به‌عنوان یک مشترک شبکه فقط می‌تواند مقدار اندازه‌گیری شده را دیجیتالی نماید و سیگنال اندازه‌گیری قابل استفاده توسط مشترک دیگر شبکه ساخته شود. انتقال رسانه از طریق ارتباط با یک باس (Bus) یا یک دیتا باس (Data bus) صورت می‌گیرد.



شکل ۹ــ۳ــ سیستم شبکه‌ی ارتباطی خودرو

توپولوژی شبکه‌ی ارتباطی شامل چگونگی ساختار گره‌ها و اتصالات در شبکه است و در آن فقط اتصال گره‌ها را به یکدیگر نشان می‌دهد، اما اصول و جزئیات تشریح نمی‌گردد. برای سهیم شدن در شبکه‌ی ارتباطی، هر مشترک باید با مشترک دیگر، حداقل یک اتصال داشته باشد.

تفاوت درنیازمندی‌ها موجب ساخت شبکه‌های ارتباطی با مشخصات مختلف شده است. اگرچه توپولوژی، تعیین کننده‌ی بعضی از مشخصات کلی شبکه است. تمام توپولوژی‌های شبکه، براساس چهار توپولوژی اصلی، به شرح زیر ایجاد شده‌اند :

ـ توپولوژی باس (Bus)

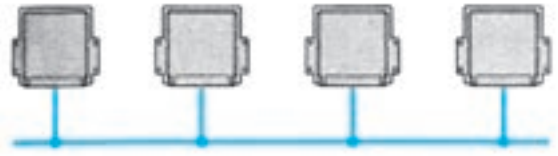
ـ توپولوژی ستاره (Star)

ـ توپولوژی حلقه (Ring)

ـ توپولوژی مشبک (Mesh)

ساختار انواع دیگر توپولوژی‌ها (توپولوژی ترکیبی[1]) از ترکیب توپولوژی‌های اصلی با یکدیگر به‌وجود می‌آیند.

۱ـ۳ـ۳ـ توپولوژی باس : این توپولوژیِ شبکه‌ی ارتباطی با یک خط باس کار می‌کند، و توپولوژی خطی نیز نامیده می‌شود. عامل اصلی توپولوژی باس یک کابل واحد است که تمام گره‌ها به آن متصل‌اند. (شکل ۱۰ـ۳)

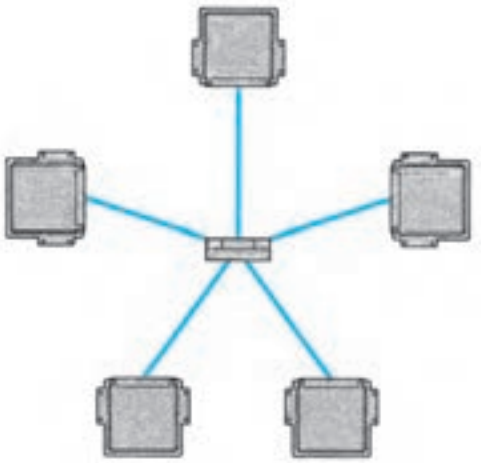


شکل ۱۰ـ۳ـ توپولوژی باس خطی

این توپولوژی امکان افزایش مشترک‌ها را خیلی آسان می‌کند. انتقال اطلاعات منحصراً به‌وسیله‌ی باس در شکل پیغام فراخوانده شده روی شبکه توزیع می‌گردد.

از گره‌ها، برای ارسال اطلاعات از یک وسیله به وسیله‌ی دیگر، استفاده می‌شود و پذیرش پیغام‌ها از طریق یک خط ارتباطی صورت می‌گیرد. اگر یک گره درست کار نکند داده‌های آن (گره) برای استفاده‌ی دیگر گره‌ها روی شبکه فرستاده نمی‌شود. ولی گره‌های باقی مانده امکان ادامه‌ی مبادله‌ی اطلاعات را دارند، یک شبکه‌ی ارتباطی با توپولوژی باس وقتی کاملاً از فعالیت باز می‌ایستد که خط اصلی آن معیوب گردد (برای مثال شکستن کابل).

۲ـ۳ـ۳ـ توپولوژی ستاره : توپولوژی شبکه‌ی ستاره شامل یک گره اصلی (ریپیتر، Hub) است و تمام گره‌های دیگر یک‌پارچه به آن متصل می‌شوند، (شکل ۱۱ـ۳). بنابراین، شبکه‌ی ارتباطی با این توپولوژی، در صورت آزاد بودن ظرفیت (اتصالات، کابل‌ها) به آسانی قابل گسترش است.



شکل ۱۱ـ۳ـ توپولوژی ستاره

در توپولوژی ستاره اطلاعات مابین گره اصلی و گره‌های دیگر به‌صورت منحصر به فرد مبادله می‌شود. کیفیت این مبادله در ایجاد توپولوژی فعال و انفعالی مؤثر است.

در توپولوژی ستاره‌ای فعال، گره اصلی داخل یک کامپیوتر قرار دارد و اطلاعات را پردازش و رله می‌کند. مقدار کارآیی یک شبکه‌ی ارتباطی به توان اجرایی این کامپیوتر بستگی دارد وگره اصلی دارای کنترل ویژه نیست.

در سیستم شبکه‌ی انفعالی،فقط خطوط باس به‌یکدیگر می‌پیوندند و شبکه‌ی ارتباطی مشترک تشکیل می‌دهند.

کارکرد شبکه‌ی ستاره‌ای فعال و انفعالی به شرح زیر است :

اگر یک مشترک شبکه خراب یا یک خط متصل به گره اصلی معیوب شود، شبکه‌ی ارتباطی به‌کارکردن ادامه می‌دهد. ولی اگر گره اصلی معیوب شود کل شبکه از کار می‌افتد.

از شبکه، با ساختار ستاره در خودرو، برای سیستم‌های

۱ـ **Hybrid topologies**: توپولوژی ترکیبی

ایمنی و رفاهی مثل ترمز و هدایت استفاده می‌شود.

این حالت، یعنی طراحی شبکه با گره اصلی و قطعات متصل به آن، از خطر معیوب شدن کامل شبکه جلوگیری می‌کند.

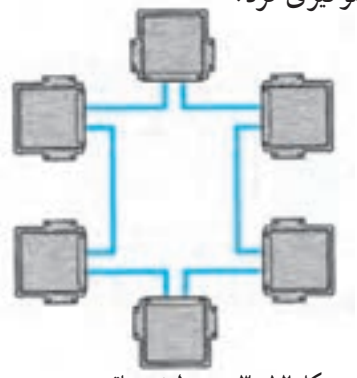
جهت کسب اطلاعات مورد احتیاج برای عملکرد ایمنی خودرو، می‌توان چندین گره اصلی را به‌صورت موازی به‌یکدیگر متصل کرد و به‌کار برد.

۳ــ۳ــ۳ــ توپولوژی حلقه (Ring) : در توپولوژی حلقه، هرگره به دو گره مجاور متصل است و اتصال آن‌ها به هم یک حلقه‌ی بسته را تشکیل می‌دهد، (شکل ۱۲ــ۳). با استفاده از این روش می‌توان دو شبکه به شکل تک حلقه‌ای و دوبل ساخت.

در شبکه‌ی تک حلقه‌ای، اطلاعات در یک جهت و از یک ایستگاه به ایستگاه بعدی انتقال می‌یابد و در هر ایستگاه مورد بررسی قرار می‌گیرد. اگر اطلاعات ورودی مورد کاربرد ایستگاه نباشد، آن اطلاعات پس از تکرار و تقویت به ایستگاه بعدی رله می‌شود. ضمناً تا رسیدن اطلاعات به مقصد، رله وانتقال آن‌ها ادامه می‌یابد و پس ازآن متوقف خواهد شد. به محض معیوب شدن یک ایستگاه در شبکه‌ی تک حلقه‌ای انتقال اطلاعات قطع می‌شود و در کارکرد شبکه وقفه ایجاد می‌گردد.

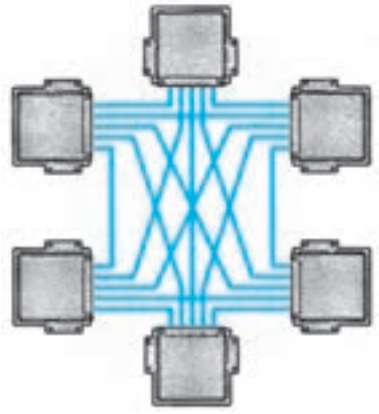
اتصال بین حلقه‌ها رامی‌توان به گونه‌ای برقرار نمود که به شکل شبکه‌ی حلقه‌ای دوبل درآید، به‌طوری که در آن انتقال اطلاعات به‌صورت دو طرفه رخ دهد.

با این شکل توپولوژی می‌توان بر عیب یک ایستگاه یا اتصال مابین دو ایستگاه غلبه نمود و تمام اطلاعات را در همه‌ی ایستگاه‌های موجود شبکه به گردش درآورد. ولی در صورت معیوب شدن چند ایستگاه یا اتصالات،نمی‌توان از عملکرد نامطلوب شبکه جلوگیری کرد.



شکل ۱۲ــ۳ــ توپولوژی حلقه

۴ــ۳ــ۳ــ توپولوژی مشبک : در شبکه‌ی مشبک هر گره به یک یا تعداد زیادی گره متصل می‌شود. در یک شبکه‌ی مشبک کامل هرگره به گره دیگر متصل است (شکل ۱۳ــ۳).



شکل ۱۳ــ۳ــ توپولوژی مشبک

اگر یک مد یا اتصال معیوب شود امکان ایجاد اغتشاش در اطلاعات وجود دارد. این نوع شبکه دارای درجه‌ی بالایی از پایداری است. البته قیمت آن نیز بالاست.

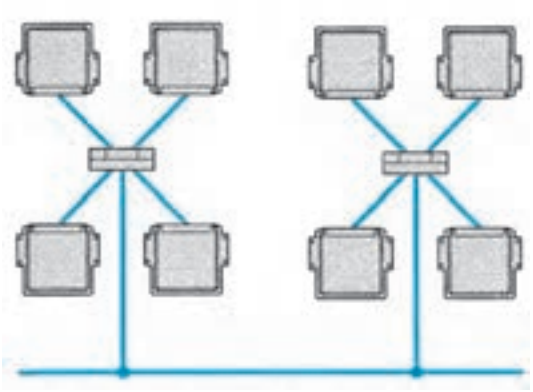
شبکه‌ی ارتباطی رادیویی نمونه‌ای از توپولوژی مشبک است، از این رو، پیغام ارسالی از هر ایستگاه به‌وسیله‌ی هر ایستگاه دیگری که در داخل محدوده‌ی رادیویی قرار داشته باشد، دریافت می‌گردد.

یک توپولوژی مشبک، بسته به‌نوع پیغام مبادله شده، می‌تواند مانند شبکه‌ی باس، یا شبکه‌ی ستاره عمل کند.

از این رو، هر ایستگاه پیغام‌ها و اطلاعات ارسالی از ایستگاه‌های دیگر را دریافت می‌کند و می‌توان با این روش بر عیوب در اتصالات غلبه کرد.

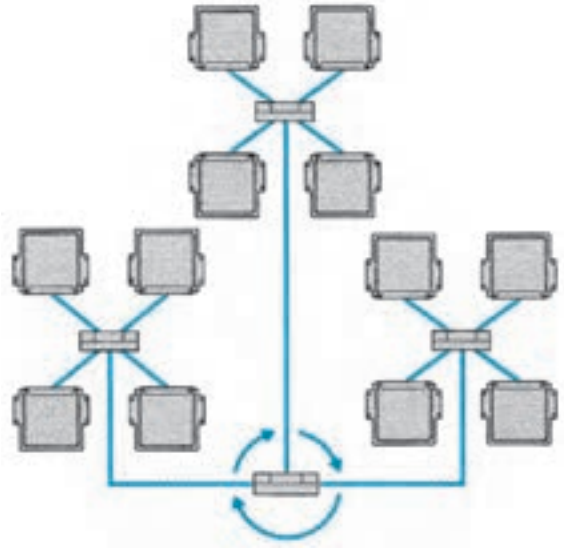
۵ــ۳ــ۳ــ توپولوژی ترکیبی (Hybrid) : توپولوژی پیوندی از ترکیب چند شبکه‌ی ارتباطی مختلف ایجاد می‌شود. در زیر چند نمونه از این نوع شبکه آمده است.

توپولوژی باس ستاره‌ای: در این توپولوژی چندین Hub از شبکه‌ی ستاره‌ای توسط یک خط باس به یکدیگر متصل شده است، (شکل ۱۴ــ۳).



شکل ۱۴ــ۳ــ توپولوژی باس ستاره‌ای

توپولوژی حلقه ستاره‌ای: در این توپولوژی چندین Hub از شبکه‌ی ستاره‌ای به یک Hub اصلی متصل شده است (شکل ۱۵ــ۳). Hubهای شبکه‌ی ستاره‌ای به شکل یک حلقه به Hub اصلی متصل هستند.



شکل ۱۵ــ۳ــ توپولوژی حلقه ستاره‌ای

۴ــ۳ــ شبکه‌های ارتباطی در خودرو

مقدمه

امروزه وسایل نقلیه‌ی موتوری به تعداد زیادی از واحدهای کنترل الکترونیکی (Ecu) مجهز شده‌اند، به‌طوری که حجم زیادی از اطلاعات را، به منظور اجرا و کاربردهای گوناگون مبادله، و جابه‌جا می‌کنند. خطوط اطلاعاتی، از نظر روش مرسوم ارتباطی، دارای محدودیت گنجایش و ظرفیت در انتقال است و استفاده از آن‌ها سیم کشی خودرو را متراکم، پیچیده، طولانی و سنگین می‌کند و سازماندهی سیم‌کشی را مشکل می‌سازد. از طرف دیگر محدودیت استفاده از پین‌ها در کانکتورها، موجب می‌شود استفاده از Ecu کاهش یابد.

پاسخ به این مشکل مشروط است به گسترش و استفاده از سیستم‌های سریال باس، که توانایی انتقال حجم بالای اطلاعات را از منابع مختلف دارند.

دست یافتن به رانندگی ایمن، راحت و اقتصادی (که با رعایت قوانین زیست محیطی نیز توأم باشد). به کمک افزایش کاربرد سیستم‌های الکترونیکی در خودرو امکان پذیر است.

از این رو، تعداد سیستم‌های الکترونیکی خودرو با گذشت زمان رو به افزایش است (شکل ۱۶ــ۳).

۱ــ۴ــ۳ــ عملکرد بین سیستمی: اگر پردازش سیگنال‌ها را در یک سیستم خاص بررسی نمایید، آشکار می‌گردد که بعضی از اطلاعات، به چند کنترل یونیت نیاز دارد. برای مثال به مورد زیر می‌توان اشاره کرد :

اطلاعات سرعت رانندگی: در برنامه‌ی الکترونیکی پایداری (ESP) از این اطلاعات جهت کنترل دینامیک خودرو استفاده می‌شود.

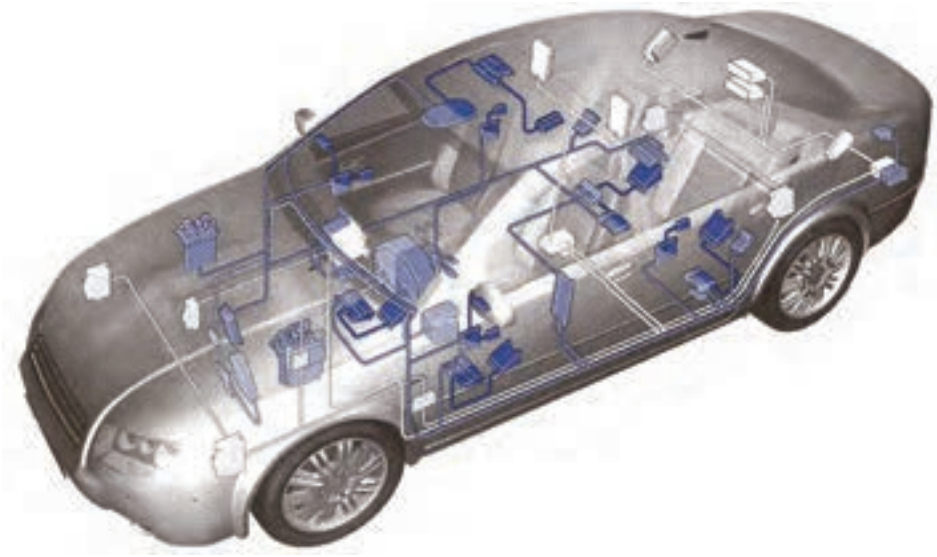
ــ در مدیریت خودرو جهت کنترل اتوماتیک سرعت خودرو (کروزکنترل) به‌کار گرفته می‌شود.

ــ سیستم صوتی برای کنترل حجم صدا، متناسب با سرعت خودرو ارسال می‌شود.

آماده کردن سیگنال‌های متغیرهای ارسالی از حسگرها، به محاسبات دقیق و منابع سخت‌افزاری و نرم‌افزاری نیاز است. بنابراین، لازم است که محاسبه و برآورد متغیرها همیشه در یک کنترل یونیت صورت گیرد و از طریق شبکه‌ی ارتباطی به کنترل یونیت‌های دیگر انتقال یابد.

هرچند در این اجرا (جریان اطلاعات بین‌سیستمی)، اطلاعات می‌تواند مستقلاً بین سیستم‌های الکترونیکی مبادله شود. حسگرهای هوشمند موجود در سیستم‌های الکترونیکی، سیگنال حسگر را در یک مدار ارزیاب آماده می‌سازند و اطلاعات را از طریق استاندارد باس روی دیتاباس قرار می‌دهند. برای مثال در یک تصادف، مطابق با نوع برخورد حس شده توسط حسگر،

جهت محافظت سرنشینان در مقابل اشیای خارجی، واحد کنترل ایربگ با ارسال سیگنال به مدول درها، پنجره‌ها و سقف کشویی بسته بودن آن‌ها را خواستار می‌شود.



شکل ۱۶ــ۳ــ شبکه‌ی ارتباطی خودرو

در مثالی دیگر، می توان به یک سیستم تابع عملکرد حلقه‌ای، مانند کنترل سرعت انطباقی (Acc)[1]، که در آن حسگر رادار، مدیریت موتور، برنامه‌ی الکترونیکی پایداری و کنترل انتقال قدرت با یکدیگر در ارتباط‌اند، اشاره نمود.

به‌دلیل حجم بالای اطلاعات مبادله شده در عملکرد بین سیستمی، نیاز است کارهای پیچیده‌ی مابین سیستم‌های خاص (منحصر به فرد) سازمان‌دهی شوند.

وسایل نقلیه‌ی موتوری برای سیستم ارتباطی بین اجزا به یک شبکه‌ی ارزان و قدرتمند نیاز دارند. به‌منظور دست‌یابی به این هدف، سیستم دیتاباس مخصوص مورد استفاده قرار گرفته و گسترش یافته است.

مزایای سیستم‌های باس، که در زیر تشریح شده، پاسخ‌گوی مشکل سیم‌کشی مرسوم در خودروهاست.

- محدودشدن کابل‌ها در دسته‌ی سیم و فضای نصب کم‌تر (که سبب کاهش وزن و در نتیجه کاهش قیمت می‌شود).
- افزایش قابلیت اطمینان و عملکرد قابل اعتماد (به‌دلیل کم‌شدن سوکت‌های اتصال)
- ساده‌سازی عملیات مونتاژ اجزای خودرو در هنگام تولید
- استفاده‌ی چند گانه از سیگنال‌های حسگر
- اتصال ساده‌ی اجزای سیستم به (Bus)
- امکان استفاده از تجهیزات مختلف استاندارد و خاص در خودرو

۲ــ۴ــ۳ــ الزامات و نیازمندی‌ها برای سیستم‌های Bus

: برای انتخاب سیستم Bus هر دو جنبه‌ی مالی (مثل قیمت کابل و اجزا) و محدودیت فنی باید در نظر گرفته شود. در زیر، معیارهای مهم فنی جهت انتخاب، شرح داده شده است :

نرخ انتقال دیتا

این متغیر، حجم دیتای انتقالی در یک واحد زمان را تعیین می‌کند. کوچک‌ترین واحد دیتا bit است و نرخ انتقال دیتا بر حسب bits/sec تعیین می‌گردد.

۱ــ **Acc**: Adaptive cruise control: سیستم کنترل فاصله و سرعت تطبیقی (کروز کنترل تطبیقی)

برای تعریف این متغیر اسامی جای‌گزین به‌شرح زیرند :

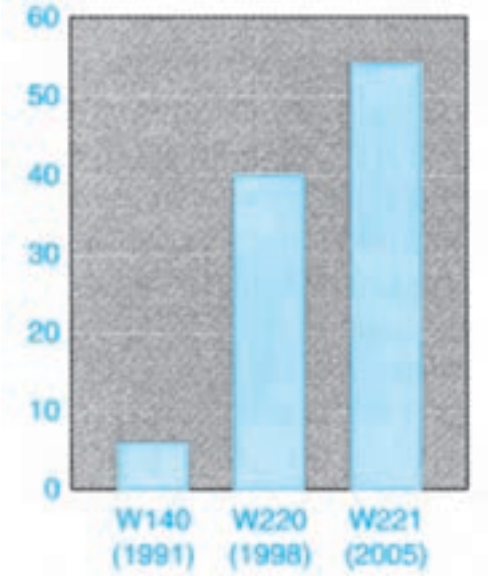
ـ نرخ (میزان، مقدار) انتقال (transfer rate)

ـ نرخ (میزان، مقدار) دیتا (data rate)

ـ نرخ (میزان، مقدار) bit (Bit rate)

نرخ دیتای مورد لزوم وابسته به کاربرد آن در سیستم است. برای مثال، یک نرخ انتقال دیتای کم برای سوئیچ کردن کمپرسور سیستم تهویه‌ی مطبوع، به‌حالت ON یا OFF، استفاده می‌گردد.

مصونیت در مقابل تداخل امـواج مغناطیسی (Interfrence immunity) : اگرچه انتقال دیتا بدون تداخل امواج ایده‌آل است، ولی تأمین این حالت در وسایل نقلیه‌ی موتوری به‌دلیل عوامل الکترومغناطیسی امکان‌پذیر نیست با توجه به درجه‌ی ایمنی، سیستم‌های الکترونیکی به‌گونه‌ای ساخته می‌شوند که درمقابل تداخل امواج مغناطیسی مصونیت داشته باشند. به‌طور مثال، سیستم‌های راحتی و آسایشی، نسبت به سیستم ABS با مصونیت کم‌تری ساخته می‌شوند.



شکل ۱۷ــ۳ــ تعداد واحدهای کنترل در مرسدس بنز S کلاس با شبکه‌ی CAN

برای برآوردن این نیازمندی‌ها از مکانیزم کشف خطاهایی که در ارسال سیگنال‌ها (در اثر به‌هم پیوستن پروتوکل‌های شبکه‌ی ارتباطی) به‌وجود می‌آید استفاده می‌شود.

از یک روش بررسی ساده می‌توان به استفاده از بیت توازن (Parity bit)، که در فرستنده محاسبه می‌شود، بیت‌ها را به‌صورت توازن زوج (even parity) یا توازن فرد (odd parity) درآورد و بعد از انتقال به گیرنده، با بررسی مقیاسی بیت ۰ یا ۱، به صحیح یا خطا بودن اطلاعات اشاره کرد. روش دیگر، استفاده از کد چند جمله‌ای و محاسبه‌ی مجموع چک (check sum) است، که در آن از قبل برای فرستنده و گیرنده یک چند جمله‌ای مولد (generator polynominal) با فرمول و حجم معین تعریف شده است و گیرنده با محاسبه و مقایسه بین دیتابیت‌های دریافتی خطا در اطلاعات را مشخص می‌کند. اگر در دیتای انتقال یافته خطا کشف شود مورد استفاده قرار نمی‌گیرد و ارسال سیگنال بین فرستنده و گیرنده تکرار می‌گردد.

قابلیت زمانی ارسال و دریافت پیغام (قابلیت بی‌درنگ Real- Time) : زمان حقیقی ارسال و دریافت پیغام بر اثر توقف زمانی کوتاه و ثابت (جهت انجام محاسبات) ایجاد می‌گردد. مدت زمان توقف به کاربرد پیغام بستگی دارد. سیستم ترمز ضد قفل (ABS) باید نسبت به اولین قفل شدن چرخ، در چند میلی ثانیه واکنش نشان دهد. در صورتی که زمانی در حدود ۱۰۰ میلی ثانیه برای پاسخ‌گویی به عمل‌کردن موتور شیشه بالابر کافی است. انسان تأخیر زمانی کم‌تر از ۱۰۰ میلی ثانیه را نمی‌تواند حس کند. کاربردهای گوناگونی از قابلیت زمانی بی‌درنگ با توجه به کاربردشان به‌شرح زیر وجود دارد :

- ***نیازمندی‌های نرم افزاری :*** به‌طور کلی یک سیستم منظم و قانونمند به رفلکس‌های زمان، پاسخ می‌دهد. اگر این زمان‌ها به‌طور ناگهانی افزایش یابد هیچ اثر جدی تولید نمی‌شود (مثلاً لرزش در طول ارسال عکس را تصور نمایند).
- ***نیازمندی‌های سخت‌افزاری :*** زمان تعیین شده به سختی نظم و قانون‌مندی را می‌پذیرد. اگر مدت زمان پاسخ‌گویی افزایش یابد نتیجه‌ی محاسبه قابل استفاده نیست. این موضوع می‌تواند در ایمنی سیستم‌ها مشکلات جدّی به‌وجود آورد و آن را بحرانی نماید.

برای مثال، اگر زمان حقیقی ارسال و دریافت پیغام در سیستم ABS از مقدار مجاز تجاوز کند، ابتدای قفل شدن

چرخ‌ها مشخص نمی‌شود و فشار در سیلندر اصلی ترمز به مقدار مناسب کاهش پیدا نخواهد کرد. نتیجه‌ی این اتفاق قفل‌شدن چرخ‌هاست. مقدار مجاز زمان برای سیستم مدیریت موتور و توابع آن باید دقیقاً مشخص گردد. تأخیر در انتقال سیگنال‌های جرقه و پا شش سوخت موجب لرزیدن و احتراق ناقص در موتور می‌گردد. از این واکنش‌ها باید اجتناب کرد، زیرا نشانه‌ی عوامل تولید کننده‌ی خطرند. در ساخت سیستم‌ها، زمان حقیقی سخت‌افزاری را باید در نظر داشت.

برای انتقال اطلاعات از طریق Bus فقط موضوع سخت‌افزاری جهت زمان حقیقی کافی نیست و در صورت استفاده از سیگنال دیگر یونیت‌ها به پشتیبانی نرم‌افزار است. سیستم Bus اطلاعات را با سرعت بیش‌تر و تأخیر زمانی کم‌تر انتقال می‌دهد، به‌طوری‌که تمامی سیستم با تجهیزات زمان حقیقی تعیین شده تطابق و توافق حاصل می‌نماید.

تعداد گره‌های شبکه‌ی ارتباطی: حداکثر تعداد گره‌های یک‌پارچه‌سازی برای بخش‌های مختلف عملکردی در خودرو، متغیر است. تعداد گره‌ها برای سیستم‌های راحتی و آسایشی، ناشی از سرو موتورها در شبکه‌ی‌بندی (مثل تنظیم‌کننده‌ی صندلی) حسگرهای هوشمند (مثل حسگر باران) است. در صورت لزوم می‌توان از خطوط ارتباطیِ دقیقاً مشابه استفاده نمود.

۳ــ۴ــ۳ــ طبقه‌بندی سیستم‌های Bus : به‌دلیل متفاوت بودن نیازمندی‌ها، سیستم‌های Bus را می‌توان به‌شرح صفحه‌ی بعد تقسیم‌بندی نمود :

۴ــ۴ــ۳ــ کاربرد شبکه در خودرو : تمام سیستم‌های خودرو از نظر الکتریکی یا الکترونیکی به چهار حوزه یا سطح وظیفه تقسیم می‌شوند :

- خط تولید و انتقال قدرت
- سیستم‌شاسی
- تجهیزات داخلی خودرو
- Telematics

در حوزه‌های سیستم‌شاسی، خط تولید و انتقال قدرت تکیه‌ی اصلی روی کاربرد زمان حقیقی (سیستم بی‌درنگ)

جدول ۱ــ۳

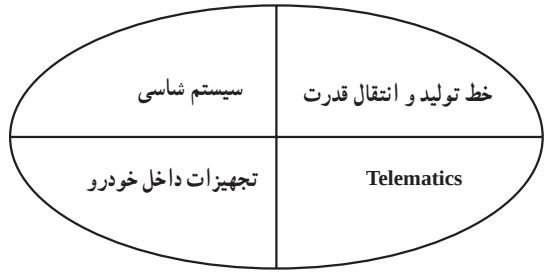
کلاس A	
سرعت انتقال	دیتا با سرعت پایین (تا ۱۰kBit/s)
کاربرد	شبکه‌بندی عملگر و حسگر
سیستم (نماینده این کلاس)	LIN
کلاس B	
سرعت انتقال	میانگین سرعت دیتا (تا ۱۲۵KBit/s)
کاربرد	رسیدگی به خطا برای مجموعه‌ی مکانیزم‌ها، شبکه‌بندی کنترل یونیت سیستم راحتی
سیستم	CAN با سرعت پایین
کلاس C	
سرعت انتقال	دیتا با سرعت بالا (تا ۱MKBit/s)
کاربرد	نیازمند به زمان حقیقی، شبکه‌بندی کنترل یونیت در سیستم هدایت و انتقال قدرت
سیستم	CAN با سرعت بالا
کلاس C^+	
سرعت انتقال	سرعت فوق‌العاده زیاد (تا سرعت ۱۰MBit/s)
کاربرد	نیازمند به زمان حقیقی، شبکه‌بندی کنترل یونیت در سیستم هدایت و انتقال قدرت
سیستم	Flex Ray
کلاسD	
سرعت انتقال	سرعت فوق‌العاده زیاد (>۱۰MBit/s)
کاربرد	شبکه‌بندی کنترل یونیت سیستم چند رسانه‌ای و Telematics
سیستم	Most[1]

ارسال و دریافت سیگنال‌هاست. در حوزه‌ی تجهیزات داخلی تمرکز روی جنبه‌ی مالتی پلکس شبکه‌ی ارتباطی است. اساساً سیستم چند رسانه‌ای و اطلاعات به‌صورت شبکه در حوزه‌ی Telematic قرار دارد.

۱ــ **Most:** Media Orientated System Transport

کاربرد زمان حقیقی (بی درنگ) : در ساخت شبکه‌بندی سیستم‌ها، نکته‌ی مهم قابلیت کارایی سیستم ارتباطی است. برای طرح نمونه‌ی بارزی از کارایی سیستم ارتباطی، می‌توان به پردازش هماهنگ میل‌لنگ و یا پردازش چهار چوب زمانی ثابت با سیکل زمانی چند میلی ثانیه اشاره کرد. اگر سیستم، پاسخ زمانی مناسبی به جریان کار نشان دهد، دارای قابلیت زمان حقیقی مطلوب است.

(به‌طور مثال واکنش سریع آوانس تایمینگ جرقه در سیستم موترونیک بعد از تقاضای سیستم کنترل گشتاور برای کاهش گشتاور و به‌دلیل جلوگیری از لغزش چرخ)



شکل ۱۸ــ۳ــ حوزه‌های سیستم خودرو

سیستم شاسی، مولد قدرت و انتقال قدرت در کلاس C قلمداد می‌شوند. در این سیستم‌ها، برای استفاده به سرعت زیاد انتقال و اطمینان از رفتار صحیح زمان حقیقی پاسخ‌گویی نیاز است. در موقع ساخت شبکه باید به ترانس خطا در انتقال اطلاعات توجه نمود. نیازمندی‌ها مطابق با شرایط و به‌وسیله‌ی فعالیت CAN، با سرعت انتقال ۵۰۰KBit/s (CAN با سرعت زیاد)، مرتفع می‌گردد.

مثال :

- سیستم مدیریت موتور (موترونیک یا کنترل الکترونیکی موتوردیزل EDC)
- کنترل سیستم انتقال قدرت
- سیستم ترمز ضد قفل (ABS)
- کنترل دینامیکی خودرو (به‌طور مثال برنامه‌ی پایداری الکترونیکی ESP)
- سیستم کنترل شاسی (به‌طور مثال کنترل فعال بدنه ABC)
- سیستم‌های پشتیبانی (به‌طور مثال سیستم کنترل تطبیقی سرعت ACC)

کاربرد مالتی پلکس : کاربرد مالتی پلکس، برای کنترل و تنظیم کردن اجزای الکترونیکی بدنه و سیستم‌های راحتی و آسایشی با کلاس B مناسب است.

از قبیل :

- صفحه‌ی نمایش
- توانایی دسترسی به دسته سیم سیستم ضد سرقت
- تهویه‌ی مطبوع
- تنظیم آینه و صندلی
- مدول‌های در (شیشه بالابر برقی، تنظیم آینه)
- برف پاک‌کن
- تنظیم چراغ‌های جلو

سرعت انتقال اطلاعات در کلاس B زیاد نیست و به‌همین دلیل از CAN با سرعت پایین (بعضی با سرعت انتقال ۱۲۵KBit/s یا در CAN تک سیمی ۳۳KBit/s) می‌توان استفاده نمود.

اگر سرعت انتقال مورد نیاز به کم‌تر از ۲۰KBit/s برسد اغلب از سیستم LiN استفاده می‌گردد و اساساً کاربردها در حوزه‌ی مکاترونیک است (مثل انجام انتقال اطلاعات سوئیچینگ با فعال‌سازی عملگرها).

شبکه بندی چند رسانه‌ای : استفاده از ارتباط متحرک و ترکیبی اجزا از قبیل :

- سیستم صوتی خودرو
- CD چنجر
- سیستم ناوبری
- سیستم اطلاعات راننده
- تلفن
- سیستم ویدئو
- فرمان صوتی
- اینترنت، Email
- Back up camera

شبکه‌بندی این اجزا که با استانداردسازی اطلاعات و خلاصه‌کردن آن‌ها صورت می‌گیرد مارا به ساخت یک نمایشگر و واحد کنترل مرکزی با چندین کاربرد قادر می‌سازد که نتیجه‌ی

آن به حداقل رساندن حواس‌پرتی راننده است.

باید بین دیتا کنترل و دیتا ویدئو صوتی به‌تفاوت ویژه‌ای قائل شد. نرخ اطلاعات در کارهای کنترلی از قبیل تعویض CD و غیره نیازمند سرعت تا حدود ۱۳۵KBit/s است. و یک سیستم CAN-Bus با سرعت پائین مناسب است. ولی برای انتقال مستقیم اطلاعات ویدئو و صوت به سرعت تا ۱۰MBit/s نیاز است که با Most Bus برآورده می‌شود.

۵ــ۴ــ۳ــ کوپلینگ شبکه‌های ارتباطی: از شبکه‌ی ارتباطی توپولوژی‌ها و پروتکل‌های[1] مناسب، برای کاربردهای مختلف استفاده می‌شود. متفاوت بودن پروتکل‌ها در شبکه‌ی ارتباطی ناسازگاری ایجاد می‌کند و این به معنای آن است که مبادله‌ی دیتا بین شبکه‌ی ارتباطی به سادگی رخ نمی‌دهد. در این حالت به یک گذرگاه[2] (Get way) نیاز است. گذرگاه به منزله‌ی یک مفسر عمل می‌کند. یعنی از یک عضو گفت وگو گر شبکه، دیتا را دریافت و آن را ترجمه می‌کند. سپس، به عضو دیگر انتقال می‌دهد.

این گفت‌وگو مطابق با اصول فنی صورت می‌گیرد و گذرگاه، یک کامپیوتر خواندن دیتاست،که دیتای انتقالی شبکه را به فرمت دیگری تبدیل می‌نماید. استفاده از گذرگاه، به‌دلیل ایجاد امکان مبادله‌ی اطلاعات مابین شبکه‌های ارتباطی متفاوت است.

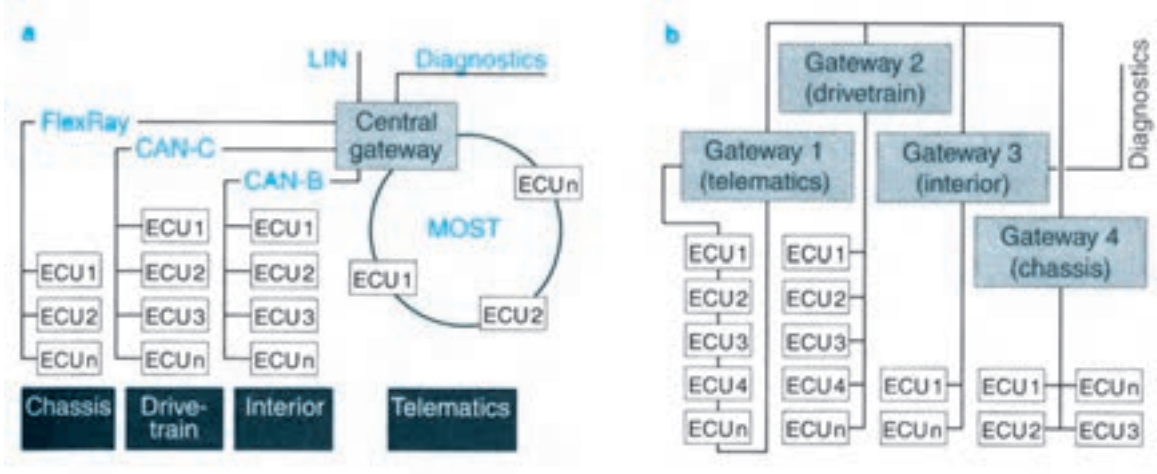
یک گذرگاه مرکزی (شکل ۱۹a ــ۳) یا چند گذرگاه تقسیم شده (شکل ۱۹b ــ۳) را می‌توان برای اتصال قسمت‌های مختلف سیستم Bus مورد استفاده قرار داد. تمام مسیرهای خطوط Bus توسط گذرگاه مرکزی تعیین می‌گردد و در حالت دیگر یک گذرگاه می‌تواند به دو یا تعدادبیش‌تری از خطوط Bus متصل شود.

۶ــ۴ــ۳ــ مثال‌هایی از شبکه‌ی ارتباطی خودرو: توپولوژی شبکه‌های ارتباطی به‌طور قابل ملاحظه‌ای با یکدیگر تفاوت دارند و به تجهیزات خودرو وابسته‌اند. اشکال ۲۰ــ۳ و ۲۱ــ۳ مثال‌هایی را برای شبکه‌ی ارتباطی طراحی شده جهت کلاس‌های مختلفی از خودرو نشان می‌دهند.

سیگنال انتقالی

انواع سیگنال: در یک شبکه‌ی ارتباطی خودرو اطلاعات گوناگون زیادی را می‌توان انتقال داد. از جمله:

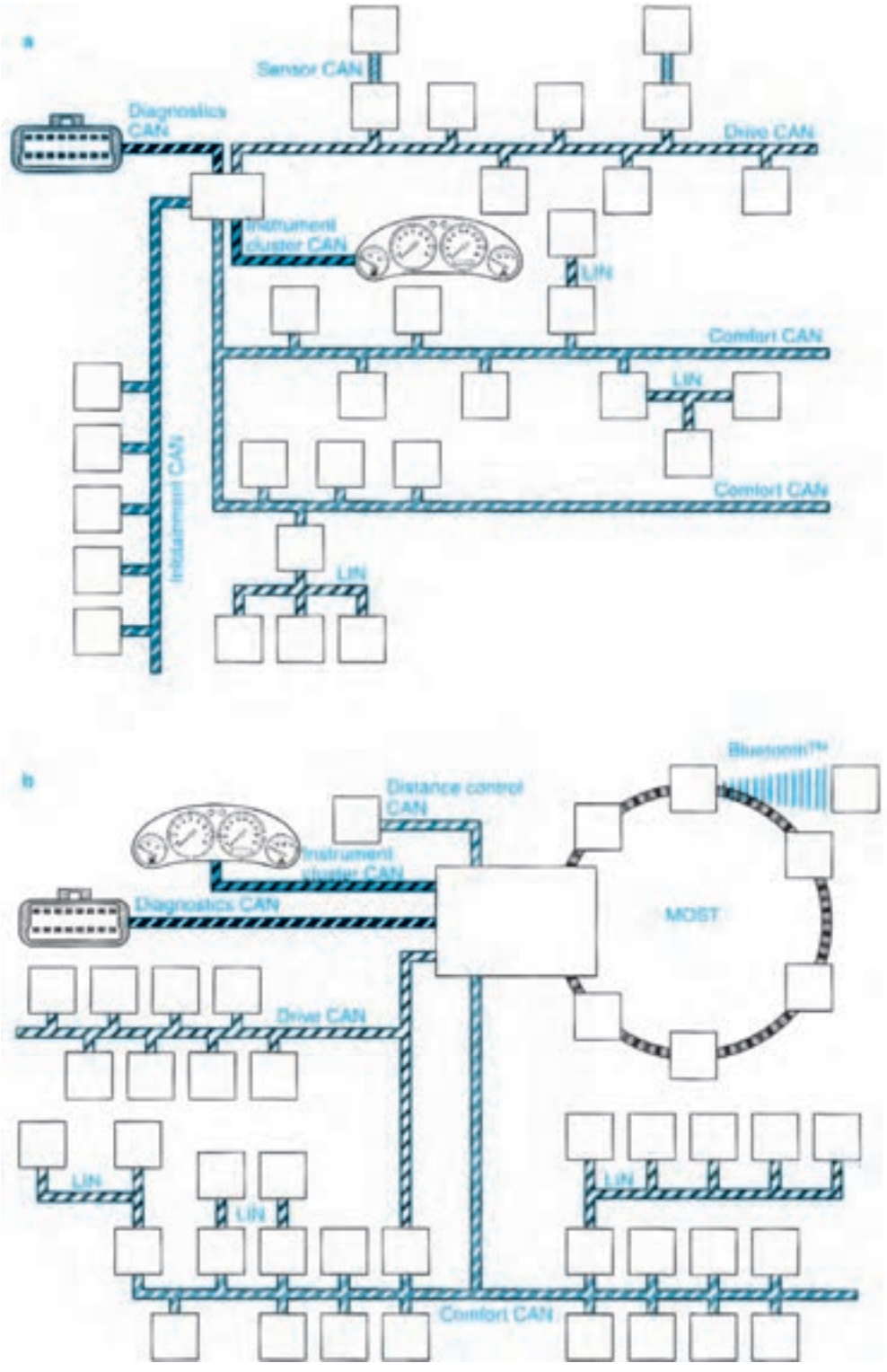
- شرایط عملکرد موتور (مثال: حرارت موتور، سرعت موتور، بار موتور)
- ثبت اندازه‌گیری‌ها به‌وسیله‌ی حسگرها (مثال درجه‌ی حرارت محیط)
- سیگنال‌های کنترل برای فعالیت سرو موتورها (مثال یونیت‌های شیشه بالابر)
- وضعیت‌های سوئیچینگ کنترل المنت‌ها (مثال برف پاک‌کن)



شکل ۱۹ــ۳ــ ساختار گذرگاه

۱ــ **پروتکل**: استاندارد تبادل اطلاعات، قرار داد تعریف زمان‌بندی، قالب داده‌ها، روش آشکار سازی و تصحیح خطا و ساختار نرم افزاری.

۲ــ **Gateway**: گذرگاه، وسیله‌ی ترجمه‌ی پروتکل نرم افزار، که امکان ارتباط با یک شبکه‌ی دیگر را می‌دهد، وسیله‌ای که دو شبکه‌ی غیرمشابه را به هم وصل می‌کند.



a :کلاس فشرده b : کلاس لولکس

شکل ۲ــ۳ــ توپولوژی‌های شبکه‌ی ارتباطی

دقّت (Resolution): سیگنال‌ها باید دارای دقت مناسب باشند. موقعیت‌های سوئیچ را می‌توان با استفاده از یک‌مقدار bit-۱ (۰ برای قطع بودن و ۱ برای متصل بودن) نشان داد. برای مثال، جهت نشان دادن دیجیتالی کردن ولتاژهای آنالوگ از حسگر درجه‌ی حرارت موتور یا محاسبه‌ی سرعت موتور، که وابسته به دقّت بوده به مقادیر ۱ بایت و ۲ بایت نیاز است. هر بایت، مقدار ۲۵۶ و دو بایت مقدار ۶۵۵۳۶ را نشان می‌دهد (۲۵۶×۲۵۶).

دقت سیگنال حسگرها با دامنه‌ی ۰ تا ۵V تقریباً ۲۰mV است که با یک بایت به نمایش در می‌آید (۵V ≃ ۲۵۶). یک ریزولوشن ۵mV جهت نمایش به ۱۰ بیت دیتا نیاز دارد. مقادیر فیزیکی و باینری باید به یک شکل درآیند، همان‌طوری‌که سیگنال‌های انتقالی برای تمام مقادیر فیزیکی در سیستم به‌صورت یک‌سان به‌نمایش درمی‌آیند.

ریزولوشن ۳۰rpm برای دسترسی به نقشه‌ی جرقه‌زنی مرتبط با سرعت موتور (n) کافی است. مقدار تحت پوشش از ۰ تا ۳۰rpm×۲۵۵ (=۷/۶۵۰rpm) است. بنابراین، می‌توان تمام دامنه‌ی سرعت را به‌وسیله‌ی یک بایت (۸bits) به نمایش درآورد. از طرف دیگر برای کنترل دور آرام، مقدار تغییر ۳۰rpm زیاد است.

دامنه‌ی اندازه‌گیری یک‌نواخت سیگنال بارزولوشن بالا نیازمند بیت‌های زیادتر است.

خروجی: اصولاً، سیستم‌هایی که در فرآیند هر مرحله از اجرا به عملیات خارجی وابسته‌اند، به‌صورت تکی در خودرو مورد استفاده قرار می‌گیرند و هنگام به‌وقوع پیوستن این فعالیت‌ها سیگنال‌ها روی دیتا Bus انتقال می‌یابند. برای مثال می‌توان به عملکرد سوئیچ برای روشن شدن سیستم تهویه‌ی مطبوع یا برف پاک‌کن اشاره کرد.

نکته‌ی دیگر این که وضعیت عملکرد موتور به یک فعالیت وابسته نیست. معمولاً درجه‌ی حرارت موتور آهسته تغییر می‌کند و در یک سیکل منظم و با زمان‌بندی توسط واحد کنترل موتور اندازه‌گیری می‌شود (مثلاً ۱ ثانیه). از طرف دیگر، سرعت موتور می‌تواند سریعاً تغییر کند و هم‌زمان با آن، سیستم مدیریت موتور، متناسب با وضعیت میل لنگ و مطابق سیکل احتراق به اندازه‌گیری و محاسبه می‌پردازد. در صورتی که سرعت موتور زیاد باشد فاصله‌ی زمانی بین دو عمل در حد میلی ثانیه است. در یک موتور شش سیلندر با رور ۶۰۰۰rpm این مقدار به ۳/۳ms می‌رسد.

به هر حال دسترسی به اطلاعات سرعت مورد نیاز برای کنترل و تنظیم برای هر سیستمی فراهم نیست.

بنابراین، واحد کنترل موتور به خروجی اطلاعات سرعت،روی دیتا Bus (به محض محاسبه و برآورد) نیاز ندارد. در چنین حالتی، انتقال دیتا بر طبق یک چارچوب با سیکل زمانی خاص اتفاق می‌افتد. یک چهار چوب زمانی ۱۰ms برای حوزه‌ی کنترل موتور طبیعی است. این موضوع به‌معنای آن است که اطلاعات سرعت در هر ثانیه ۱۰۰ بار انتقال می‌یابد.

انتقال دیتا: مثال‌های زیر اندازه‌گیری و ارزیابی سیگنال‌ها را در سیستم نشان می‌دهند.

سرعت حرکت: واحد کنترل ESP سرعت حرکت را از طریق حسگر سرعت چرخ‌ها محاسبه می‌کند. تغییرات سرعت روی سیستم CAN-C bus انتقال می‌یابد. سیستم مدیریت موتور این مقدار را برای کروز کنترل نیاز دارد و واحد کنترل سیستم انتقال قدرت از طریق سرعت حرکت تغییرات دنده را تعیین می‌کند. سیستم کنترل سرعت تطبیقی (Acc) جهت تعیین فاصله از خودرو جلویی، به اطلاعات سرعت حرکت نیاز دارد و از آن به‌صورت یک مقدار مرجع استفاده می‌کند.

یک گذرگاه اطلاعات سرعت را از طریق CAN bus به صفحه‌ی نشان‌دهنده‌ها منتقل کنید و از این راه مقدار سرعت به نمایش در می‌آید.

هم‌چنین، CAN bus (Comfort CAN)از طریق گذرگاه به شبکه‌ی ارتباطی متصل می‌گردد.

بعضی از خودروهای لوکس به منظور ایمنی بیش‌تر به صندلی با بالشتک‌های هوایی مجهزند در نتیجه نیروهای گریز از مرکز وارد بر راننده را در پیچ‌ها خنثی می‌کنند.

اطلاعات سرعت از طریق گذرگاه به Infotainment CAN ارسال و به سیستم صوتی خودرو رله می‌شود. با این عمل امکان

تطابق حجم صدا با سرعت حرکت امکان‌پذیر است. هم‌چنین سیستم ناوبری در صورت قطع شدن سیگنال GPS (مثلاً در داخل تونل) جهت محاسبه موقعیت خودرو به اطلاعات سرعت احتیاج دارد. واسطه‌ی تشخیص عیوب (سوکت اتصال دستگاه عیب‌یاب) از طریق خط Serialk مستقیماً به واحد کنترل موتور و سیستم انتقال قدرت متصل می‌گردد. تمام کنترل یونیت‌های دیگر از طریق خط virtual k، که در CAN bus شبیه‌سازی شده است به‌واسطه‌ی تشخیص عیوب متصل می‌شوند.

در یک تعمیرگاه با اتصال به دستگاه عیب‌یاب امکان قرائت سرعت حرکت خارج از خودرو ممکن می‌شود (برای مثال جهت آزمون عملکرد ABS باید سرعت ارسالی از حسگرها مورد بررسی قرار گیرد).

سرعت موتور: در یک موتور بنزینی، جرقه و زمان‌بندی آن با دقّت کم‌تر از 1° گردش میل لنگ است. با این مقدار، رفتار زمان حقیقی موقعیت میل لنگ در واحد کنترل موتور ثبت می‌گردد.

حسگر سرعت موتور،ضمن اسکن کردن چرخ فرمان میل لنگ، سیگنال‌ها را به واحد کنترل رله می‌کند. با این عمل هر دو موقعیت میل‌لنگ و سرعت موتور محاسبه وبرآورد می‌گردد. خروجی واحد کنترل موتور، روی دیتا Bus است.

سرعت موتور یک متغیر است و مورد استفاده‌ی تعدادی از سیستم‌ها به شرح زیر قرار می‌گیرد :

ــ محاسبه و برآورد زمان جرقه زنی و زاویه‌ی جرقه‌زنی :

ــ تعیین نقطه‌ی تعویض در واحد کنترل سیستم انتقال قدرت :

ــ سیستم کنترل کشش (Tcs) :

ــ برنامه‌ی الکترونیکی پایداری (ESP) :

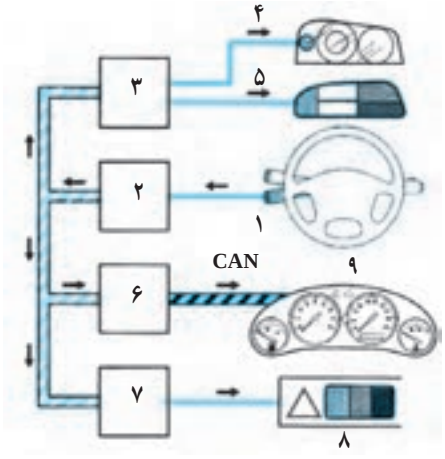
ــ صفحه‌ی نشان دهنده‌ها (دورسنج).

سیگنال چراغ راهنما : وقتی راننده اهرم دسته‌ی راهنما را حرکت می‌دهد (شکل ۲۱ــ۳، شماره‌ی ۱) متناسب با جهت آن (به‌سمت راست یا چپ)، یک سیگنال از طریق مسیر مجاز، به واحد کنترل مجموعه فرمان ارسال می‌گردد.

واحد کنترل سیگنال ارسالی را ارزش‌یابی و جهت انتخابی راننده را مشخص می‌کند. برای مثال، Comfort CAN این اطلاعات را به واحد کنترل سیستم الکتریکی (۳) رله می‌کند.

براساس اطلاعات رسیده، مسیر روشن شدن چراغ‌ها تعیین می‌گردد. (روشن و خاموش شدن با فرکانس طبیعی، افزایش فرکانس روشن و خاموش شدن در موقع خرابی لامپ)

لامپ‌های چراغ راهنمای جلوی سمت چپ و عقب سمت چپ (۵و۴) هرکدام از مسیر جدا فعال می‌گردند. هم‌چنین، واحد کنترل سیستم الکتریکی خودرو اطلاعات «سیگنال گردش به چپ» را روی Comfort CAN انتقال می‌دهد. گذرگاه (۶) اطلاعات را به CAN صفحه نشان دهنده‌ها رله می‌کند و موجب روش وخاموش شدن لامپ شاخص (۹) می‌گردد. اگر خودرو دارای یک تریلر یدکی باشد، از طریق Comfort CAN اطلاعات را به واحد کنترل تریلر (۷) می‌رساند و موجب روشن شدن لامپ راهنمای تریلر (۸) می‌گردد.



۱ــ دسته‌ی راهنما ۲ــ واحد کنترل مجموعه‌ی زمان
۳ــ واحد کنترل سیستم الکتریکی خودرو
۴و۵ــ لامپ راهنما ۶ــ گذرگاه
۷ــ واحد کنترل تریلر ۸ــ لامپ راهنما روی تریلر
۹ــ صفحه‌ی نشان‌دهنده‌ها

شکل ۲۱ــ۳ــ انتقال اطلاعات در مدت عمل چراغ راهنما

فصل ۴

سیستم‌های سوخت‌رسانی

۱ــ۴ــ تاریخچه‌ی سیستم‌های تزریق سوخت

داستان تزریق سوخت به بیش از یکصد سال پیش برمی‌گردد. درسال ۱۸۹۸ شرکت موتورسازی دوتیز (Deutz) پمپ‌های پلانچری را به‌منظور تزریق سوخت در سری محدودی از تولیدات خود به‌کار گرفت. مدتی پس از آن، کاربردهای اثر ونتوری برای طراحی کاربراتور کشف شد و سیستم‌های تزریق سوخت مبتنی بر تکنولوژی آن زمان از دایره‌ی رقابت خارج شدند. در سال ۱۹۱۲ کمپانی بوش تحقیقات خود را بر روی پمپ‌های تزریق بنزین آغاز کرد.

تلاش‌های مستمر این کمپانی موجب شد در سال ۱۹۳۷ تولید انبوه نخستین موتور هواپیما مجهز به سیستم تزریق سوخت بوش آغاز شود. مشکلات ناشی از یخ‌زدن سوخت در مسیر ونتوری کاربراتور موتور هواپیما و خطرات آتش‌سوزی، انگیزه‌ی اصلی برای توسعه‌ی سیستم‌های تزریق بنزین در کاربردهای هوایی بود. تکمیل این سیستم سرآغازی برای ساخت سیستم‌های تزریق بنزین بوش گردید.

ــ درسال ۱۹۵۱ برای اولین بار یک واحد تزریق مستقیم بنزین به‌داخل سیلندر (GDI)، که به‌صورت بخشی از قطعات استاندارد یک خودرو کوچک طراحی شده بود، در معرض دید عموم قرار گرفت.

ــ چند سال بعد کمپانی مرسدس بنز یک واحد تزریق سوخت را بر روی اتومبیل اسپرت و افسانه‌ای خود (SI–300) نصب کرد.

ــ در سال ۱۹۶۷ تکنولوژی تزریق سوخت الکترونیکی به نام D-Jetronic بر مبنای فشار هوای ورودی طراحی شد.

ــ در سال ۱۹۷۳ سیستم K-Jetronic، که به شکل هیدرولیکی، مکانیکی جریان هوا را کنترل می‌کرد و توانایی آن کم‌تر از حسگر مربوط به جریان هوا در L-Jetronic نبود، طراحی شد.

ــ سال ۱۹۷۹ سرآغاز ظهور سیستم موترونیک (motronic) است. در این سال پردازشگر دیجیتالی برای وظایف متعدد موتور طراحی شد. در این سیستم، L-Jetronic با یک برنامه‌ی نرم‌افزاری برای کنترل سیستم جرقه‌زنی ترکیب شده است که اولین میکروپروسسور (ریزپردازنده) مربوط به خودرواست.

ــ در سال ۱۹۸۲، مدل K-Jetronic در طرح‌های متنوع شامل یک مدار کنترل حلقه بسته‌ی الکترونیکی و حسگر اکسیژن لاندا (λ) (برای مدل KE- Jetronic) به بازار عرضه شد.

ــ در سال ۱۹۸۳، مدل mono-Jetronic به مدل‌های بالا اضافه شد. این واحد تزریق سوختِ تک نقطه‌ای کارآمد با قیمت ارزان، تجهیز خودروهای کوچک را به سیستم تزریقی امکان‌پذیر ساخت. در سال ۱۹۹۷ تعداد خودروهای مجهز به سیستم تزریق سوخت بوش در سراسر دنیا بالغ بر ۳۷ میلیون خودرو بود. با توسعه‌ی به‌کارگیری سیستم سوخت‌رسانی انژکتوری، سیستم‌های ذیل نیز طراحی و به‌کار گرفته شده‌اند.

ــ M-motronic یک سیستم مدیریت موتور برای پاشش بنزین در مانی فولد ورودی است.

ــ ME-Motronic توصیف کنترل کامل الکترونیکی موتور است. این سیستم فاقد اتصال دهنده‌ی مکانیکی در میان پدال و دریچه‌ی گاز است و یک پتانسیومترآنالوگ ولتاژی کار آن را انجام می‌دهد.

ــ DI-Motronic این پیش درآمد موجب درک کنترل پاشش مستقیم در موتور بنزینی شد که می‌تواند به نحوی طبقه‌بندی شارژ را آسان نماید.

۲ــ۴ــ سیستم‌های مدیریت موتور

تا قبل از دهه‌ی ۸۰ میلادی رایج‌ترین روش سوخت رسانی در موتورهای بنزینی استفاده از سیستم‌های مختلف کاربراتوری بود. اما از ابتدا این دهه سیستم‌های کارآمد مدیریت سوخت و در مفهوم وسیع‌تر مدیریت موتور به‌سرعت جای‌گزین روش‌های قدیمی شد.

علت این امر از یک طرف ناتوانی سیستم‌های کاربراتوری در تأمین نیازهای متنوع موتور خودروها و از طرف دیگر ضعف این سیستم‌ها برای سازگار شدن با قوانین جدید زیست محیطی بود. امروزه سیستم‌های مدیریت موتور به مدد تجهیزات الکترونیکی قادرند مخلوط هوا و سوخت مورد نیاز موتورهای بنزینی را با دقت بسیار بالایی فراهم کنند و معایب غیرقابل اجتناب کاربراتورها را مرتفع سازند. برتری سیستم‌های انژکتوری در مقایسه با کاربراتورها عبارت‌اند از :

۱ــ کاهش مصرف سوخت

۲ــ توزیع یک‌نواخت سوخت در کلیه‌ی سیلندرها

۳ــ قدرت خروجی بیش‌تر

۴ــ تنظیم دقیق نسبت سوخت به هوا در تمام دورها

۵ــ پاسخ سریع به دریچه‌ی گاز

۶ــ قطع سوخت به‌هنگام شتاب منفی

۷ــ اصلاح استارت شدن و بهبود رفتار موتور در فاز گرم شدن

۸ــ کاهش سطح انتشار آلاینده‌ها

۳ــ۴ــ وظایف سیستم‌های سوخت‌رسانی

وظیفه‌ی سیستم سوخت‌رسانی، تغذیه‌ی موتور با یک مخلوط هوا و سوخت بهینه شده و متناسب با شرایط عملیاتی هر لحظه از کار موتور است. از آن‌جا که موتور خودروها هنگام حرکت خودرو با شرایط کاملاً متفاوتی مواجه هستند، پس سیستم سوخت‌رسانی باید به‌سرعت خود را با شرایط متفاوت هماهنگ سازد. این حالات عبارت‌اند از :

۱ــ استارت موتور سرد (Cold start)

۲ــ فاز پس از استارت (Past start)

۳ــ فاز گرم شدن موتور (Warm up)

۴ــ نیمه بار (Part load)

۵ــ بار کامل (Full load)

۶ــ شتاب‌گیری (Acceleration)

۷ــ به‌حرکت درآوردن (Overrun)

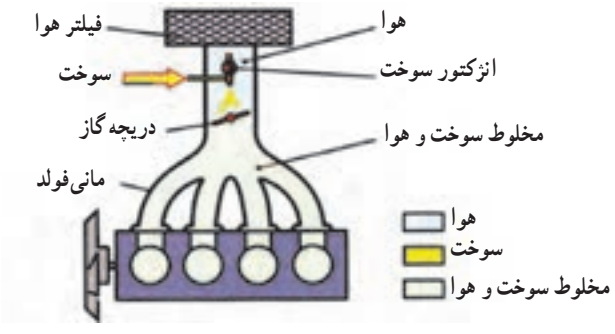
۸ــ افزایش ارتفاع و کم‌شدن جرم هوا

در سیستم سوخت‌رسانی کاربراتوری، مخلوط سوخت و هوا با نصب کاربراتور روی مانی فولد هوا (گاز) و خلأ به‌وجود آمده در اثر مکش سیلندرها، در حالات مختلف ایجاد شده و فقط در شرایط گرم شدن و شتاب‌گیری موتور، مکانیزم‌های دیگری نیز بهره‌گیری شده است.

در سیستم سوخت‌رسانی انژکتوری، با پاشش سوخت در مواضع دریچه‌ی گاز، سوپاپ‌ها و درون سیلندر، با توجه به زمان پاشیدن سوخت، مخلوط مناسب جهت اشتغال تأمین می‌گردد.

۴ــ۴ــ انواع مواضع تزریق سوخت

۱ــ سیستم تزریق سوخت تک نقطه‌ای (تزریق مرکزی) SPFI[1] : این سیستم از یک واحد کنترل الکترونیکی تزریق بهره می‌گیرد و شامل یک انژکتور الکترومغناطیسی است که مستقیماً بر روی دریچه‌ی گاز نصب شده است. این انژکتور، سوخت را مطابق با یک الگوی متفاوت به داخل مانی‌فولد ورودی تزریق می‌کند. کمپانی بوش این طرح را Mono-Jetronic می‌نامد.

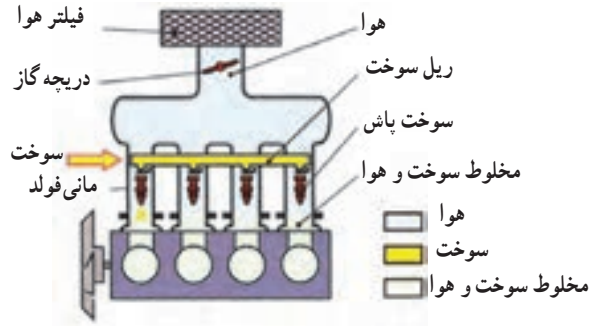


شکل ۱ــ۴ــ تصویر شماتیک تزریق سوخت تک نقطه‌ای

۱ــ Single Point Fuel Injection

۲ــ سیستم تزریق سوخت چند نقطه‌ای MPFI[1] :

در این سیستم به هر سیلندر یک انژکتور اختصاص می‌یابد. محل استقرار این انژکتورها برروی مانی فولد هوا طوری است که سوخت مستقیماً به داخل راهگاه ورودی سیلندرها تزریق می‌شود.



شکل ۲ــ۴ــ تصویر شماتیک تزریق سوخت چند نقطه‌ای

این سیستم سرآغازی ایده‌آل برای دست‌یابی به اهداف مورد نظر در ارتباط با کاهش مصرف سوخت و انتشار آلاینده‌ها و همین‌طور ارتقای عملکرد موتور است. در حال حاضر بسیاری از موتورهای انژکتوری از این سیستم استفاده می‌کنند.

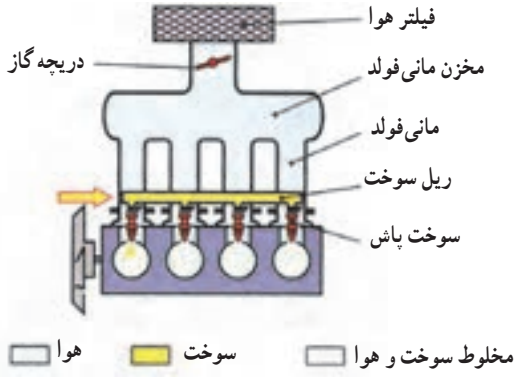
انواع این سیستم‌ها عبارت‌اند از :

الف) سیستم تزریق مکانیکی: از طرح‌های جذّاب انژکتوری بوش که از روش تزریق سوخت چند نقطه‌ای بهره می‌گیرد، سیستم (K-Jetronic) است. این سیستم سوخت را به روش هیدرولیکی تزریق و کنترل می‌کند.

KE- Jetronic، نسخه‌ی پیشرفته‌ی سیستم اولیه کا‌ــ جترونیک است. این سیستم، طیف وسیعی از داده‌های مربوط به عملکرد موتور را جهت سنجش دقیق سوخت (تحت شرایط عملیاتی متفاوت به سیستم کنترل الکترونیکی حلقه‌ی باز تهیه‌ی مخلوط) اعلام می‌دارد.

ب) سیستم‌های تزریق الکترونیکی: سیستم های تزریق سوخت چند نقطه‌ای با کنترل الکترونیکی از انژکتورهای الکترومغناطیسی جهت تزریق سوخت به صورت متناوب بهره می‌گیرند. برای مثال می‌توان از Jetronic و Motronic systems و Sagem systems در محصولات مختلف تولید خودرو در جهان در کشور ما ایران نام برد.

ج) سیستم تزریق سوخت مستقیم (GDI[2]): در این سیستم برای هر سیلندر یک انژکتور وجود دارد با این تفاوت که پاشش سوخت به‌صورت مستقیم، داخل محفظه‌ی احتراق انجام می‌گیردکه از تکنولوژی نسبتاً بالایی برخوردار است.



شکل ۳ــ۴ــ تصویر شماتیک تزریق سوخت مستقیم

۵ــ۴ــ سیستم مدیریت موتور

کار سیستم مدیریت موتور عبارت است از حصول اطمینان از عملکرد مناسب براساس گزارش دستورات راننده، از قبیل راه اندازی موتور (استارتر)، حرکت اولیه‌ی خودرو، شتاب‌گیری، توقف و ...

مدیریت موتور تمامی توابع و عملکردهای موتور را به گونه‌ای تنظیم می‌کند که موتور، گشتاور مورد نیاز را با درنظر گرفتن میزان مصرف سوخت و محدودیت‌های آلایندگی تولید کند.

به‌بیان دیگر، سیستم مدیریت موتور، با درنظر گرفتن یک سری اطلاعات ورودی (حسگرها) و با فراهم کردن (صادر کردن) دستوراتی برای عملگرهای سیستم (به‌عنوان خروجی)، اهداف ذیل را به منظور کنترل و هدایت سیستم، برآورده می‌کند :

۱ــ کاهش میزان آلایندگی :

۲ــ کاهش میزان مصرف سوخت :

۳ــ افزایش توان و بهینه‌سازی عملکرد؛

۴ــ افزایش قابلیت رانندگی.

برای برآورده شدن اهداف فوق، سیستم‌های زیر در یک

۱- Multi Point Fuel injection

۲- Gasoline directinjection

فرآیند منطقی و کنترل شده با مرکزیت ای سی یو (رایانه‌ی موتور) فعالیت می‌کنند.

۱ــ سیستم تنظیم هوای ورودی

۲ــ سیستم سوخت‌رسانی

۳ــ سیستم مراقبت از گازهای خروجی

۴ــ سیستم تنظیم و تطبیق زمان‌بندی موتور

۵ــ سیستم جرقه

می‌توان گفت واحد کنترل الکترونیکی ای سی یو (ECU) داده‌های عملیاتی تغذیه شده توسط حسگرها را ارزیابی می‌کند. سپس، برمبنای این داده‌ها و به کمک نمودارهای برنامه‌ریزی شده، پالس‌های کنترل انژکتورها و تایمینگ جرقه را کنترل می‌کند.

۱ــ۵ــ۴ــ واحد کنترل الکترونیکی موتور ای‌سی یو (Ecu) : واحد کنترل الکترونیکی موتور (رایانه‌ی موتور) در واقع قلب سیستم مدیریت موتور و اصلی‌ترین قطعه از قطعات این سیستم است. این قطعه‌ی الکترونیکی شامل مدارهای دیجیتال و بخش‌های ورودی و خروجی و قدرت مربوط به کنترل انژکتورها، جرقه و پمپ سوخت است. با دریافت علائم (سیگنال‌ها) مربوط به حسگرهای مختلف و ورودی‌های گوناگون شرایط مختلف محیطی و عملکردی موتور را درک می‌کند و از قسمت های اصلی زیر تشکیل شده است (شکل ۴ــ۴) :

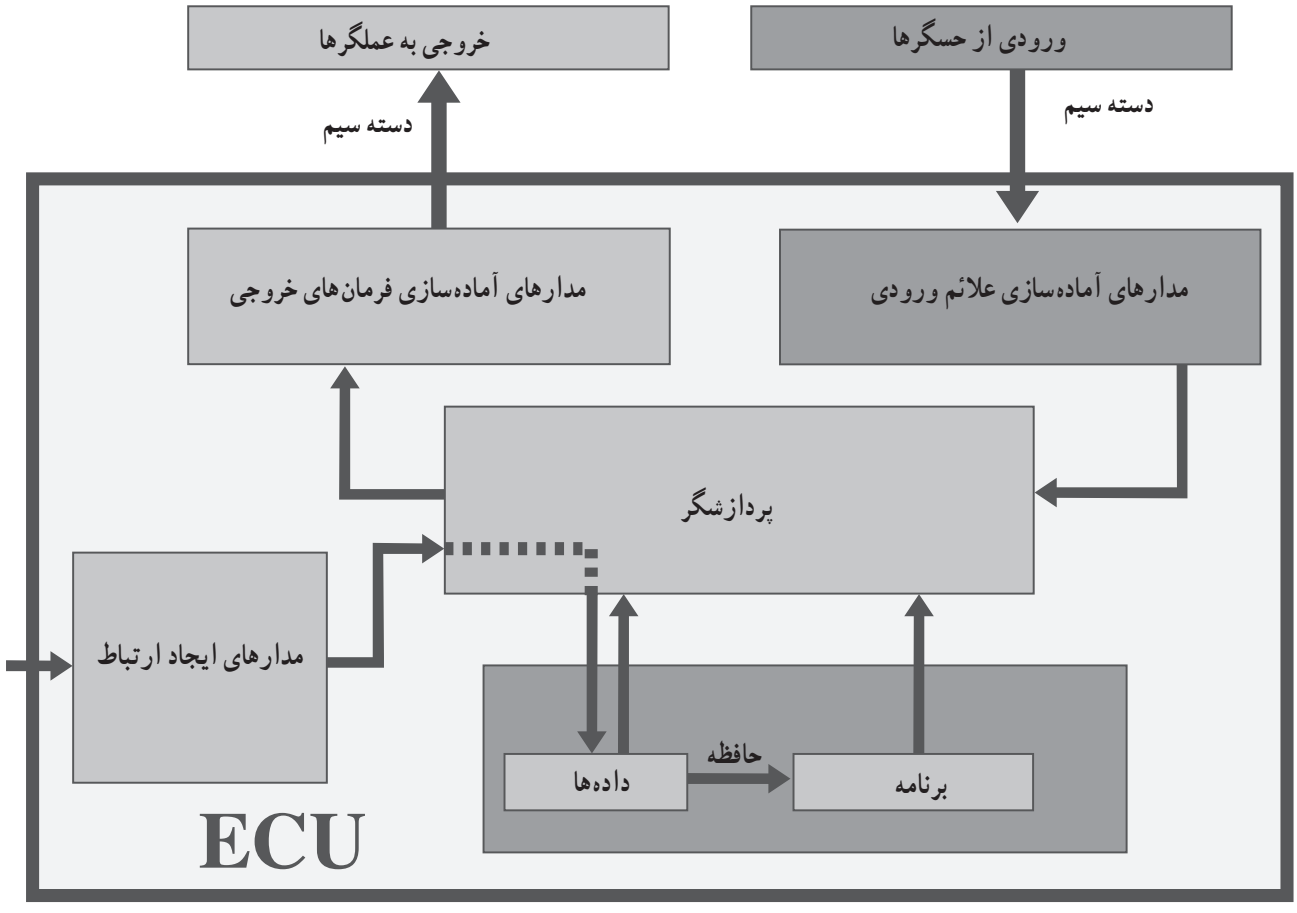
الف ــ مدار آماده‌سازی علائم ورودی (Signal condilioing)

ب ــ پردازشگر (CPU)

ج ــ حافظه

د ــ مدار آماده‌سازی علائم خروجی out put stages

هـ ــ مدارهای ایجاد ارتباط



شکل ۴ــ۴ــ قسمت‌های اصلی واحد کنترل الکترونیکی موتور(ECU)

با دریافت اطلاعات از حسگرها، عمل پردازش در رایانه‌ی موتور، با استفاده از برنامه و داده‌های موجود، در حافظه‌ی رایانه‌ی موتور انجام می‌شود و متناسب با برنامه‌ی موجود دستورات لازم به‌منظور کنترل نسبت هوا به سوخت و جرقه با استفاده از فرمان‌هایی به‌عملگرهای مربوط صادر می‌گردد.

ای‌سی‌یو (ECU) ی موتور از طریق یک کانکتور و دسته سیم با دنیای خارج در ارتباط است. تغذیه‌ی مورد نیاز آن عموماً از طریق رله‌ی اصلی تأمین می‌شود و تغذیه‌ی دائم ندارد. نوع ریزپردازنده و مشخصات اصلی آن ازقبیل سرعت (تعداد محاسبات در ثانیه بر حسب Mips)، فرکانس‌کاری، مقدار حافظه‌ی داخلی و ... در میزان کارایی و هم‌چنین قابلیت‌های ای‌سی‌یو (ECU) و در نتیجه در کل سیستم مدیریت موتور بسیار مؤثر است.

مدار رایانه‌ی موتور اغلب برروی بردهای چند لایه (۴به‌بالا) طراحی می‌شود و در داخل محفظه‌های مخصوصی قرار می‌گیرد. این محفظه‌ها در مقابل شرایط محیطی و جوّی، از قبیل نفوذ آب، دما و ...، باید ایمن باشد. به‌این منظور سازندگان سیستم کنترل الکترونیکی، براساس استانداردهای تعریف شده طراحی را به انجام می‌رسانند. محل قرارگیری رایانه‌ی موتور، با توجه به نوع طراحی، متفاوت است و می‌تواند در داخل اتاق یا محفظه‌ی موتور (در مسیر جریان هوا یا در درون جعبه و ...) باشد.

از جمله آزمون‌های مهمی که برای صحه‌گذاری عملکرد یک سیستم کنترل الکترونیکی (ECU) از اهمیت خاصی برخوردارند عبارت‌اند از: آزمون ایمنی در مقابل میدان‌های الکترومغناطیسی (EMC)، آزمون (ESD) محافظت در برابر اتصال کوتاه به زمین و تغذیه برای اغلب پایه‌ها و ... (به‌صورت آزمون‌های الکتریکی) و آزمون‌هایی از قبیل شوک حرارتی، ارتعاش، رطوبت و ... (به‌صورت آزمون‌های محیطی).

۲ــ۵ــ۴ــ سیستم‌های حلقه‌ی باز و حلقه‌ی بسته (open loop و close loop) : خودروهای انژکتوری شامل دو سیستم ذیل‌اند:

۱ــ سیستم حلقه‌ی باز (open loop) : در این نوع سیستم، تعمیرکار و کاربر می‌توانند در نسبت اختلاط سوخت به هوا و میزان آوانس، وریتارد موتور تأثیر بگذارند. در سیستم حلقه‌ی باز (open loop) جهت تنظیم و کنترل سوخت، خودرو را به دستگاه آنالیز گازهای خروجی (چهارگاز CO و HC و CO_2 و O_2) متصل می‌نمایند.

با توجه به مشخصه‌ی موتور از نظر آلایندگی، میزان درصد وجود این گازها باید در محدوده‌ی تعیین شده‌ی شرکت سازنده‌ی موتور قرار گیرد. به همین جهت با استفاده از دستگاه‌های عیب‌یاب سیستم انژکتوری و دستگاه آنالیز گازهای خروجی (دود)، نسبت اختلاط سوخت به هوا را تنظیم می‌کنیم.

آوانس استاتیکی (اولیه) موتور حدود ۱۰درجه است، که توسط دستگاه عیب‌یاب در این سیستم قابل تنظیم است.

پس، به‌طور کلی سیستم‌های حلقه‌ی باز (open loop) سیستم‌هایی هستند که کاربر می‌تواند در حجم پاشش سوخت و آوانس و ریتارد موتور تأثیر بگذارد.

۲ــ سیستم حلقه‌ی بسته (close loop) : در این سیستم تعمیرکار و کاربر نمی‌توانند در نسبت اختلاط سوخت به هوا و میزان آوانس و ریتارد موتور تأثیر بگذارند. در این سیستم با قرار دادن دو عدد حسگر به نام‌های حسگر اکسیژن و حسگرکوبش میزان خام سوزی و رقیق‌سوزی و میزان آوانس وریتارد موتور به‌صورت سیگنال به واحد کنترل الکترونیکی موتور ارسال می‌شود.

واحد کنترل الکترونیکی موتور بر اساس برنامه‌ی «Look up Lable» داخل خود نسبت به اختلاط صحیح سوخت به هوا و آوانس وریتارد موتور اقدام می‌کند. در این سیستم‌ها میزان پاشش سوخت و تغییرات آوانس و ریتارد توسط کاربر به هیچ عنوان قابل تنظیم نیست و تنها کاربر می‌تواند به‌وسیله‌ی دستگاه‌های عیب‌یاب نحوه‌ی عملکرد سیستم را مشاهده کند.

اگر به هر دلیل یکی از این حسگرها از کار بیفتد سیستم از حالت حلقه‌ی بسته به حلقه‌ی باز تبدیل می‌شود. با این تفاوت که کاربر در این سیستم (حلقه‌ی باز) نمی‌تواند در حجم پاشش سوخت و میزان آوانس وریتارد هیچ تغییری به‌وجود آورد و

خودرو با مصرف بیش‌تر و نامنظم‌تر کار می‌کند و تنها با تعویض حسگر یا حسگرهای معیوب، می‌تواند سیستم را به‌حالت اولیه بازگرداند.

۶ــ۴ــ انواع سیستم‌های تزریق سوخت

۱ــ۶ــ۴ــ سیستم تزریق سوخت کا ــ جترونیک

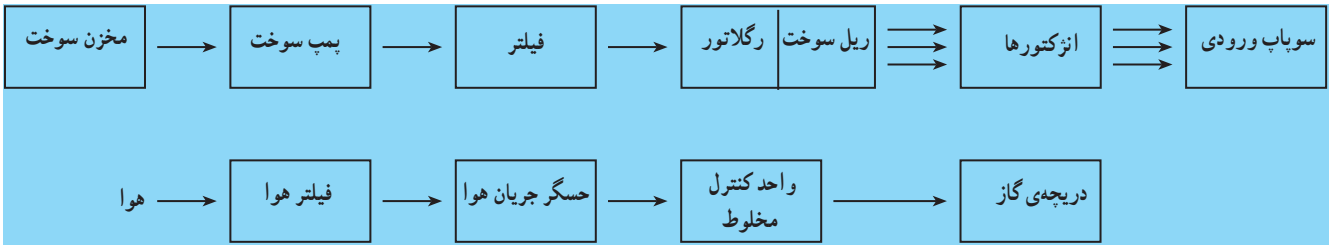
(k-Jetronic) : کا ــ جترونیک، یک سیستم تزریق سوخت با کنترل مکانیکی ــ هیدرولیکی است که برای تولید فشار تزریق از نیروی موتور استفاده نمی‌کند. دراین سیستم سوخت مورد نیاز موتور، با تبعیت از میزان هوای ورودی، به‌طور پیوسته برروی سوپاپ‌های ورودی تزریق می‌شود. کا ــ جترونیک پیوسته نسبت اختلاط سوخت و هوا را متناسب با شرایط عملیاتی متفاوت موتور اصلاح می‌کند.

حوزه ی وظایف سیستم تزریق سوخت کا ــ جترونیک شامل موارد ذیل است :

ــ ارسال سوخت از باک به موتور؛

ــ اندازه‌گیری جریان هوای ورودی موتور؛

ــ اندازه‌گیری دقیق سوخت تحویلی به موتور.



شکل ۵ــ۴ــ دیاگرام عملکرد سیستم تزریق سوخت کا ــ جترونیک (k-Jetronic)

۲ــ۶ــ۴ــ سیستم تزریق سوخت کا ای ــ جترونیک

(KE-Jetronic) : سیستم تزریق سوخت کا ای ــ جترونیک مانند کا ــ جترونیک بر مبنای یک سیستم تزریق هیدرولیکی ــ مکانیکی استوار است. یعنی سیستم اصلی (کا ــ جترونیک) به منظور افزایش انعطاف و توانایی انجام وظایف بیش‌تر، توسط یک واحد کنترل الکترونیکی پشتیبانی می‌شود.

اجزای اضافی این سیستم عبارت‌اند از :

ــ حسگری برای سنجش دقیق وضعیت دریچه ی هوای ورودی (پتانسیومتر)

ــ یک عمل کننده ی الکتروهیدرولیکی که بر ترکیب مخلوط تأثیر می‌گذارد.

ــ یک رگلاتور تثبیت فشار با مأموریت قطع تزریق سوخت در هنگام خاموش شدن موتور.

مأموریت اصلی کا ای ــ جترونیک اندازه‌گیری سوخت به منزله‌ی تابعی از هوای مکش شده توسط موتور است. بنابراین، مقدار هوای ورودی متغیر اصلی کنترل است.

مأموریت‌های کمکی نیز شامل :

ــ قطع تزریق در شرایط ... (over ran)

ــ محدودکردن سرعت موتور در حداکثر مجاز

ــ تبدیل نسبت اختلاط متناسب با فشار هوا (شرایط تغییر ارتفاع نسبت به سطح دریا)

۳ــ۶ــ۴ــ سیستم مدیریت سوخت مونو ــ جترونیک

(Mono-Jetronic) : مونو جترونیک یک سیستم تزریق سوخت تک نقطه‌ای (کم فشار) با کنترل الکترونیکی برای موتورهای ۴ سیلندر است. در این طرح فقط یک انژکتور الکتریکی (با استقرار مرکزی) وجود دارد که با کارانداز سلونوئیدی برای تزریق متناوب سوخت برروی دریچه‌ی گاز بهره می‌گیرد و مانی فولد هوا سوخت را بین هریک از سیلندرها توزیع می‌کند.

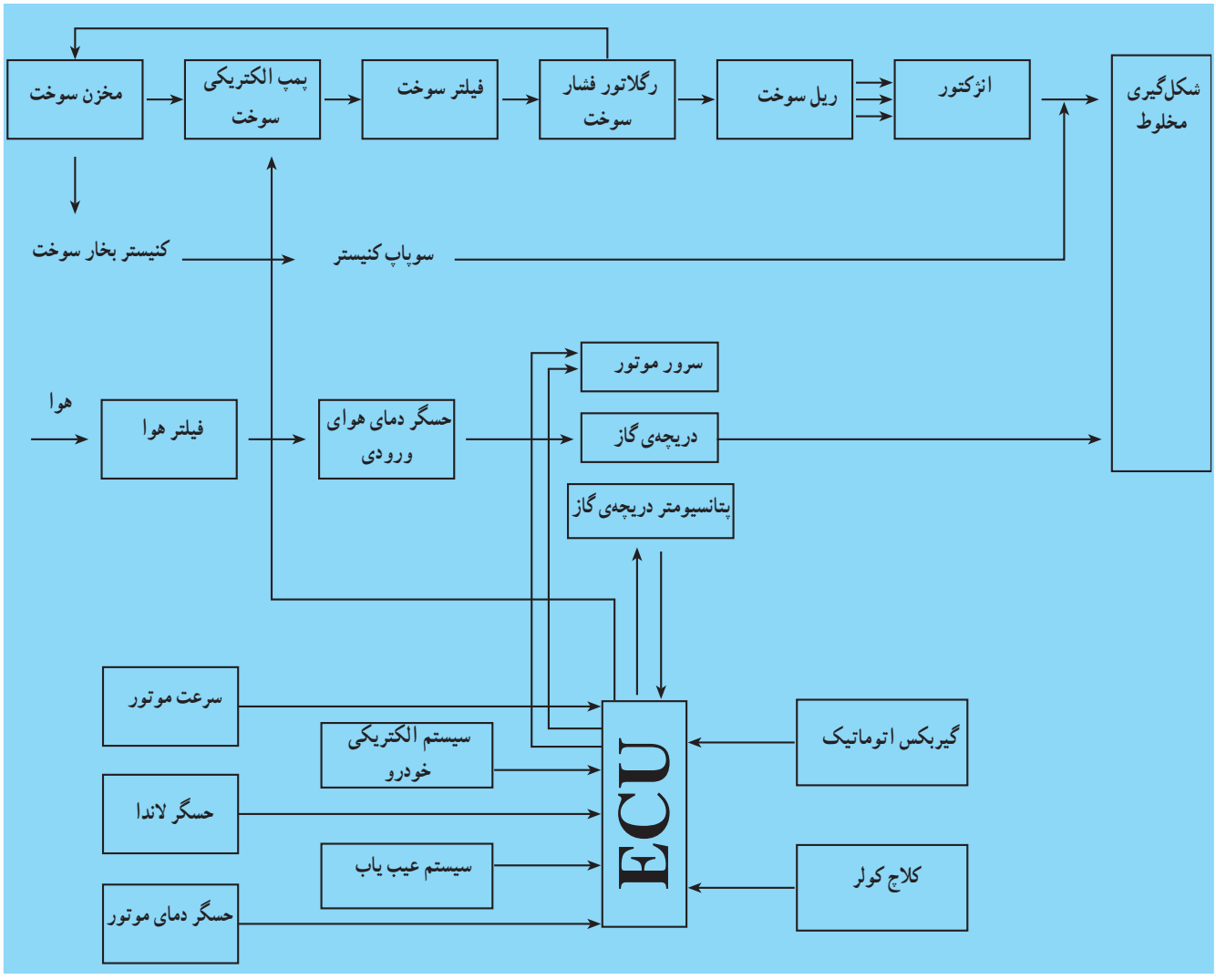
مونوجترونیک طیف وسیعی از حسگرهای مختلف را برای کنترل عملکرد موتور و تدارک پارامترهای کنترلی لازم به منظور تبدیل بهینه‌ی نسبت اختلاط به خدمت می‌گیرد. این عوامل (پارامترها) عبارت‌اند از :

ـ زاویه‌ی دریچه‌ی هوای ورودی
ـ سرعت موتور
ـ دمای موتور و هوای ورودی به مانی فولد
ـ موقعیت‌های دریچه‌ی گاز
ـ مقدار اکسیژن موجود در گازهای خروجی (اگزوز)

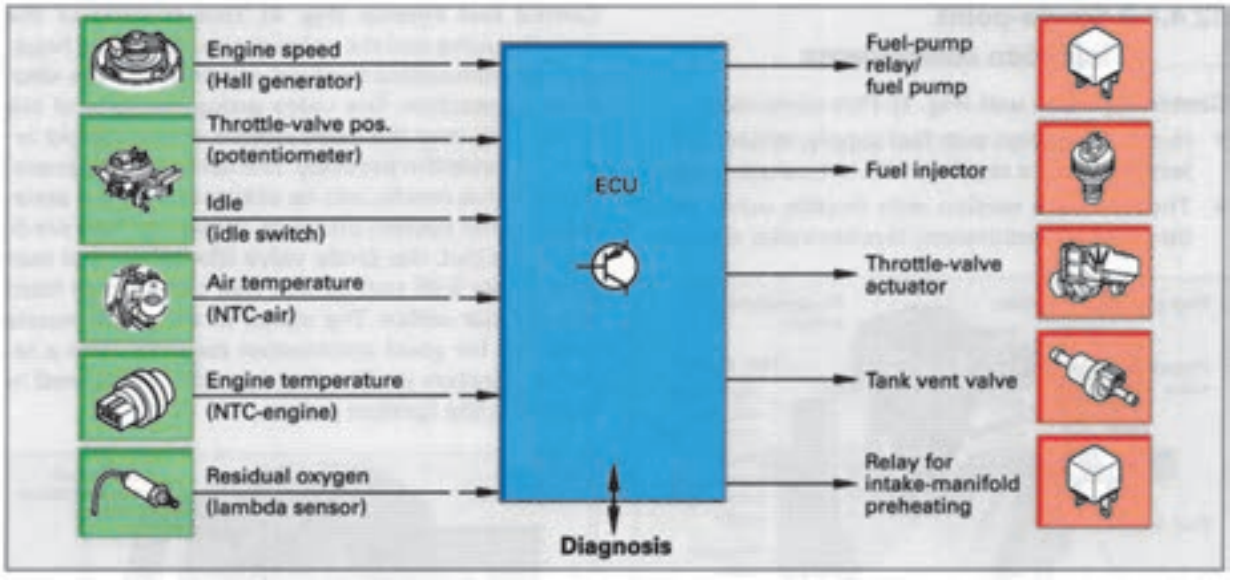
علاوه بر موارد فوق، ممکن است وضعیت درگیری گیربکس اتوماتیک (D یا N)، وضعیت درگیری کلاچ، کمپرسور کولر نیز در کنترل نسبت اختلاط مؤثر باشند. در سیستم مونو جترونیک واحد کنترل الکتریکی (ECU) وظایف زیر را برعهده دارد :

ـ جمع‌آوری داده‌های عملیاتی؛
ـ پردازش داده‌های عملیاتی؛
ـ تنظیم و تزریق سوخت.

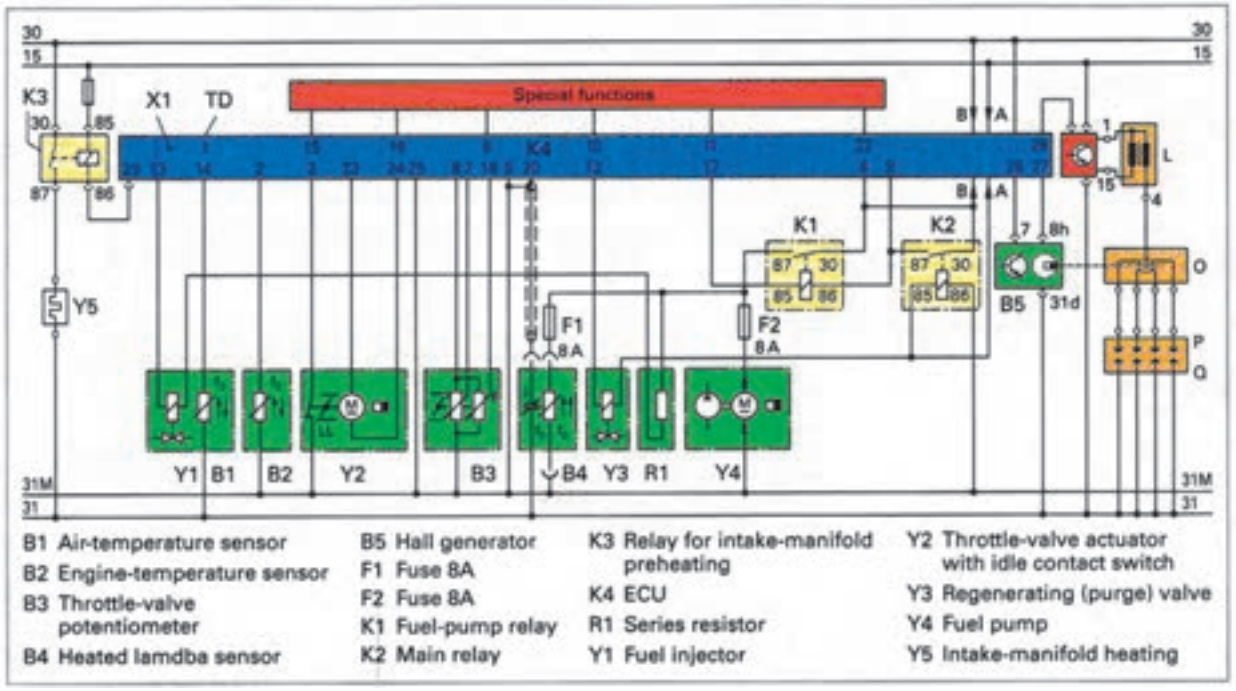
این سیستم دارای مأموریت اصلی کنترل فرآیند تزریق سوخت است و مأموریت‌های کمکی دیگری شامل کنترل‌های حلقه‌ی بسته و باز را برعهده دارد که به کمک آن‌ها عملکرد قطعات مرتبط با انتشار آلاینده‌ها را کنترل می‌کند.



شکل ۶ـ۴ـ دیاگرام مونوـ جترونیک (Mono-jetronic)



شکل ۷ــ۴ــ اجزای سیستم تزریق سوخت تک نقطه‌ای



شکل ۸ــ۴ــ عملکرد و مدار الکتریکی سیستم تزریق سوخت تک نقطه‌ای

همان گونه که در تصویر اجزای سیستم تزریق سوخت تک نقطه‌ای مونو جترونیک (M-Jetronic) مشاهده می‌شود حسگرهای سرعت موتور، وضعیت دریچه ی گاز، درجه ی حرارت هوا، درجه‌ی حرارت موتور و لامبدا، اطلاعات مورد نیاز را به واحد کنترل الکترونیکی (ECU) اعلام می‌کند. سپس، واحد کنترل الکترونیکی براساس اطلاعات دریافتی و برنامه‌های موجود در حافظه، پس از پردازش، نحوه و زمان عملکرد هر یک از عملگرهای پمپ سوخت، سوخت پاش، محرک دریچه‌ی گاز، دریچه‌ی مخزن سوخت و رله‌ی سیستم را تعیین و بر آن مدیریت می‌نماید.

۷ــ۴ــ سیستم موترونیک (Motronic system)

سیستم موترونیک، نام یک سیستم کنترل‌کننده و مدیریت کننده است. این سیستم، کنترل حلقه‌ی باز ــ بسته‌ی موتورهای بنزینی را توسط واحد کنترل الکترونیکی کنترل می‌کند.

اولین سیستم موترونیک به تولیدات شرکت بوش (Bosch) در سال ۱۹۷۹ مربوط است. ضرورتاً این سیستم در بردارنده‌ی کاربردهای تزریق سوخت الکترونیکی و احتراق (سیستم جرقه) الکترونیکی است. با پیشرفت در زمینه‌ی ساخت میکروالکترونیک، افزایش مداوم توانایی سیستم موترونیک در مقابل زمان امکان‌پذیر است. محدوده‌ی این کاربردها به‌طور مداوم می‌تواند با پاسخ مناسب به خواسته‌ها و پیچیدگی‌های سیستم موترونیک، دقیقاً هماهنگ شود و به افزایش کیفی عملکرد آن منجر گردد.

گران بودن سیستم‌های اولیه موترونیک، استفاده از آن‌ها را برای ماشین‌های لوکس محدود کرده و پیشرفت آن نیز تا حدی محدود شده است. اما، با توجه به قوانین زیست محیطی، تقاضا برای سیستم‌های سوخت‌رسانی پاک (با آلایندگی کم) به مرور، افزایش یافته و سبب گسترش استفاده از این سیستم شده است.

از اواسط دهه‌ی ۱۹۹۰، تمام پروژه‌های مربوط به سیستم سوخت‌رسانی موتور، که توسط شرکت بوش اجرا شده است با بهره‌گیری از سیستم موترونیک می‌باشند.

۸ــ۴ــ انواع سیستم موترونیک

انواع سیستم موترونیک شامل امکاناتی می‌شود که برای کنترل موتورهای بنزینی مورد نیازند. هدف این سیستم دست‌یابی به حداکثر قدرت موتور (مانند گازهای خروجی اگزوز ــ توربوشارژ)، مصرف بهینه‌ی سوخت و کنترل آلاینده‌ها (با توجه به قوانین وضع شده) است.

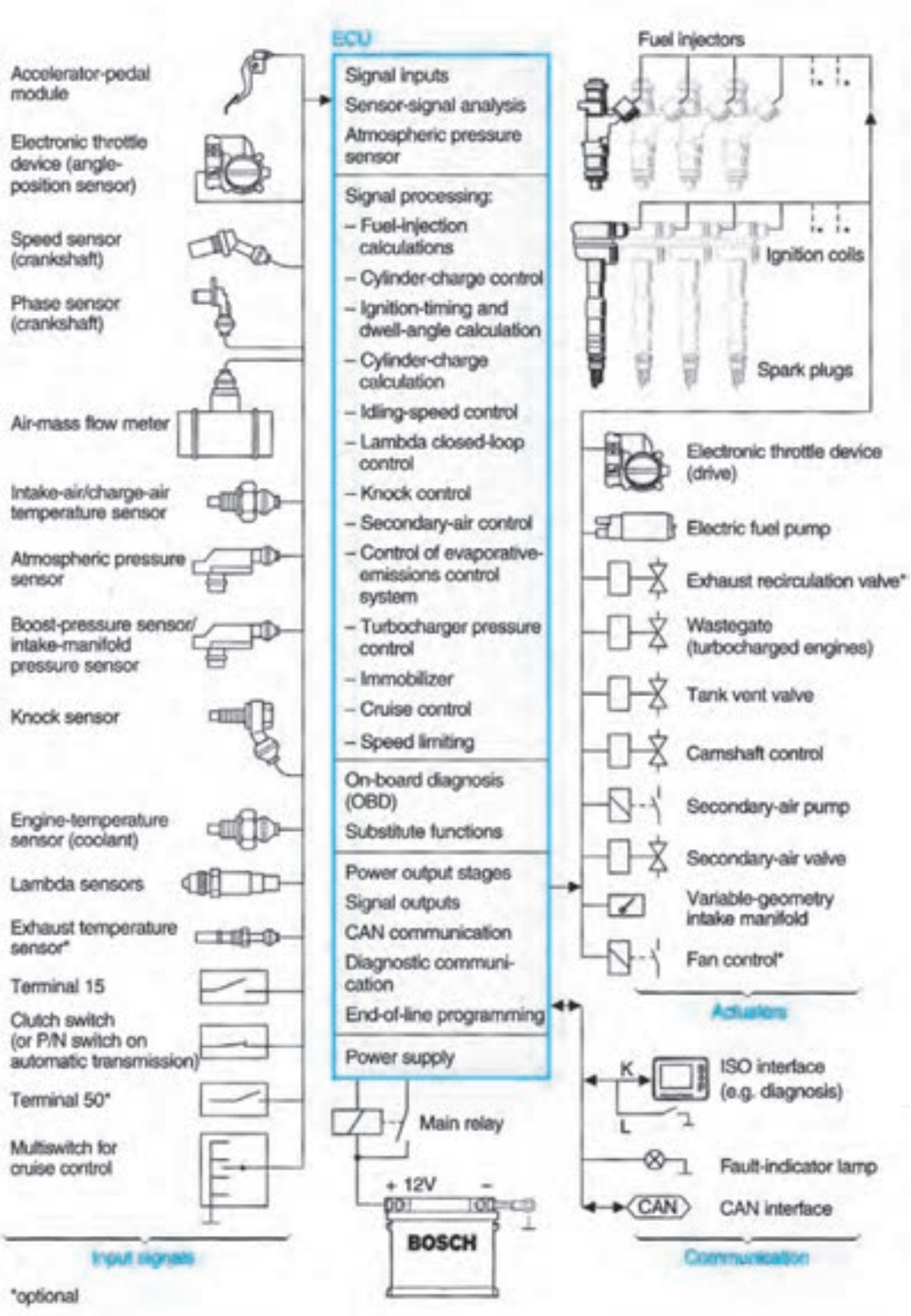
اجرای قوانین حفاظت محیط زیست کالیفرنیا، در خصوص آلایندگی های مجاز گازهای خروجی موتور بنزینی (قوانین کنترل و حفاظت هوای کالیفرنیا CARB)، به سیستم تشخیص و کنترل موترونیک نیاز دارد. برخی از عوامل سیستم‌های وابسته، تنها می‌توانند اهداف اجزای اضافه شده را تشخیص دهند (برای مثال سیستم کنترل عامل تبخیر)

در بخش تاریخچه‌ی سیستم موترونیک و توسعه‌ی آن، این سیستم، موفقیت‌هایی داشته است (برای مثال M_1 ، M_3 ، ME_7) و در طراحی سخت‌افزار آن تفاوت‌های اساسی دیده می‌شود.

خانواده‌ی میکروکنترلرها دارای چهره‌ی برجسته‌ی اصلی، مدل‌های محیطی و درجه‌ی محصول (chipset) هستند و تولیدات سخت‌افزاری آن‌ها، به‌دلیل نیاز به ماشین آلات، متنوع و گوناگون است. کد خاص شناسایی تولیدات یاد شده، بیانگر این مسئله است. به‌علاوه، انواع مختلفی نیز وجود دارد که شامل سیستم موترونیک با مدیریت عبوری مکمل است. (برای مثال MEG Motronic و MG). به هر حال چنین سیستم‌هایی فقط با افزایش تقاضا گسترش خواهند یافت. انواع مختلف سیستم موترونیک، معمولاً از تعدادی از اجزای[1] تصویر ۹ــ۴ بهره برداری می‌کنند. همان‌طور که در تصویر نشان داده شده است گروهی از حسگرها، اطلاعات شرایط مختلف اجزای موتور را با عنوان ورودی «in put» (وضعیت پدال، وضعیت دریچه ی گاز، سرعت موتور، وضعیت میل لنگ و میل سوپاپ، هوای ورودی، ترمینال‌ها، کلاچ اتوماتیک، حالت گیربکس اتوماتیک و میکروسوئیچ کروزکنترل «کنترل بهینه‌ی سوخت» به مرکز کنترل الکترونیکی تحویل می‌دهند.

این اطلاعات در مرکز کنترل الکترونیکی (ECU) و با توجه به اطلاعات موجود در حافظه ی آن پردازش می‌شوند. سپس، دستورات لازم با عنوان خروجی (out put)، برای کنترل آلایندگی، هدایت و کنترل سیستم سوخت‌رسانی، سیستم کن (CAN)، سیستم عیب‌یاب، سیستم شارژ و... صادر می‌کند. این دستورات به‌صورت سیگنال سوخت پاش‌ها (انژکتورها)، سیستم جرقه، تغییر حالت دریچه‌ی گاز، پمپ سوخت الکتریکی، دریچه‌ی برگشت گازهای خروجی، سیستم شارژ هوای ورودی، سوپاپ دریچه‌ی مخزن، وضعیت میل سوپاپ، پمپ هوای دوم، دریچه‌ی هوای دوم، وضعیت جغرافیایی، کنترل فن و ... را راه‌اندازی و با توجه به نیازهای پردازش شده هدایت می‌کنند (برای مثال زمان باز بودن سوخت پاشش‌ها را تعیین می‌نماید و یا میزان بازشدن دریچه‌ی هوای اضافی (دوم) را مشخص می‌کند).

۱ــ برای استفاده‌ی هرچه بیش‌تر و آشنایی بهره‌برداران این کتاب، از ترجمه‌ی کلمات و واژه‌های رقمی در متن تصاویر خودداری شده است.



شکل ۹ــ۴ــ اجزای مورد استفاده در سیستم‌های موترونیک با سیستم کنترل الکتریکی حلقه‌ی بازــ بسته

۱ــ۸ــ۴ــموترونیک(M-Motro): موترونیک ــ ام یک سیستم مدیریت موتور برای تزریق در مانی‌فولد موتورهای بنزینی است. این حقیقت، که هوای مورد نیاز از میان دریچه‌ی هوای ورودی عبور می‌کند، اساس شکل‌گیری این سیستم شده است. پدال گاز به‌وسیله‌ی 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 ازحجم هوای عبوری به دریچه‌ی ورودی بازگردد. در نتیجه با اضافه کردن هوامی‌توان 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 بازشدن مقطع عرضی کانال کناری گردد.

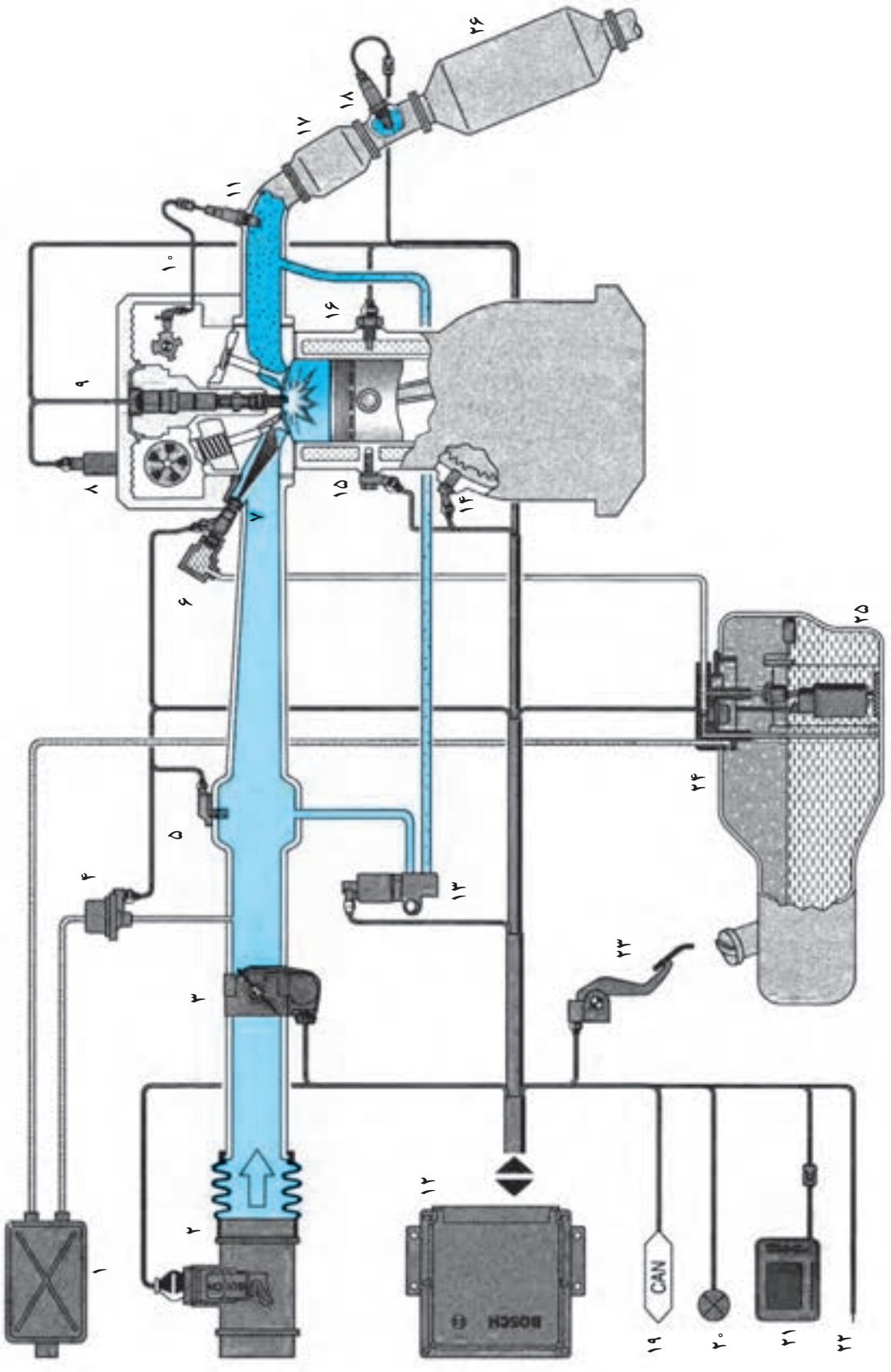
این سیستم، در گسترش و توسعه‌ی جدید بازار اروپا و امریکا زیاد مطرح نبود. لذا طرح کامل شده‌ی موترونیک ام ای (ME-Motronic) جانشین آن شد.

۲ــ۸ــ۴ــ موترونیک ام ای (ME-Motronic): سیستم موترونیک ــ ام ای به‌وسیله‌ی 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، به‌وسیله‌ی یک پتانسیومتر نصب شده روی پدال گاز (شماره‌ی ۲۳ درشکل دیاگرام سیستم موترونیک ــ ام‌ای) 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 موردنظر 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، دانسیته‌ی 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، به‌طوری که همه‌ی عملکردهای مدیریتی موتور در یک میکروکنترلر انجام می‌شود. این پیشرفت در اثر افزایش ظرفیت برد سپسینگ میکروکنترلرها امکان‌پذیر شد.



شکل ۱۰ــ۴ــ دیاگرام سیستم مورداستفاده در کنترل حلقه‌ی باز و بسته‌ی الکترونیکی موترونیک ــ ام‌ای (ME - Motronic)

۳ــ۸ــ۴ــ سیستم تزریق مستقیم موترونیک دی‌آی (DI-Motronic): طراحی این سیستم و استفاده از آن، به‌عنوان سیستم سوخت‌رسانی تزریق مستقیم موترونیک در موتورهای بنزینی، موجب کنترل دقیق‌تر اجزا و آسان‌سازی مراحل سوخت‌رسانی و جرقه گردید.

سوخت‌رسانی در اثر تحریک تزریق‌کننده‌ی سوخت (انژکتور) و پاشش مستقیم، سبب تولید مخلوط همگن می‌گردد و این مخلوط در محفظه‌ی احتراق پخش می‌شود.

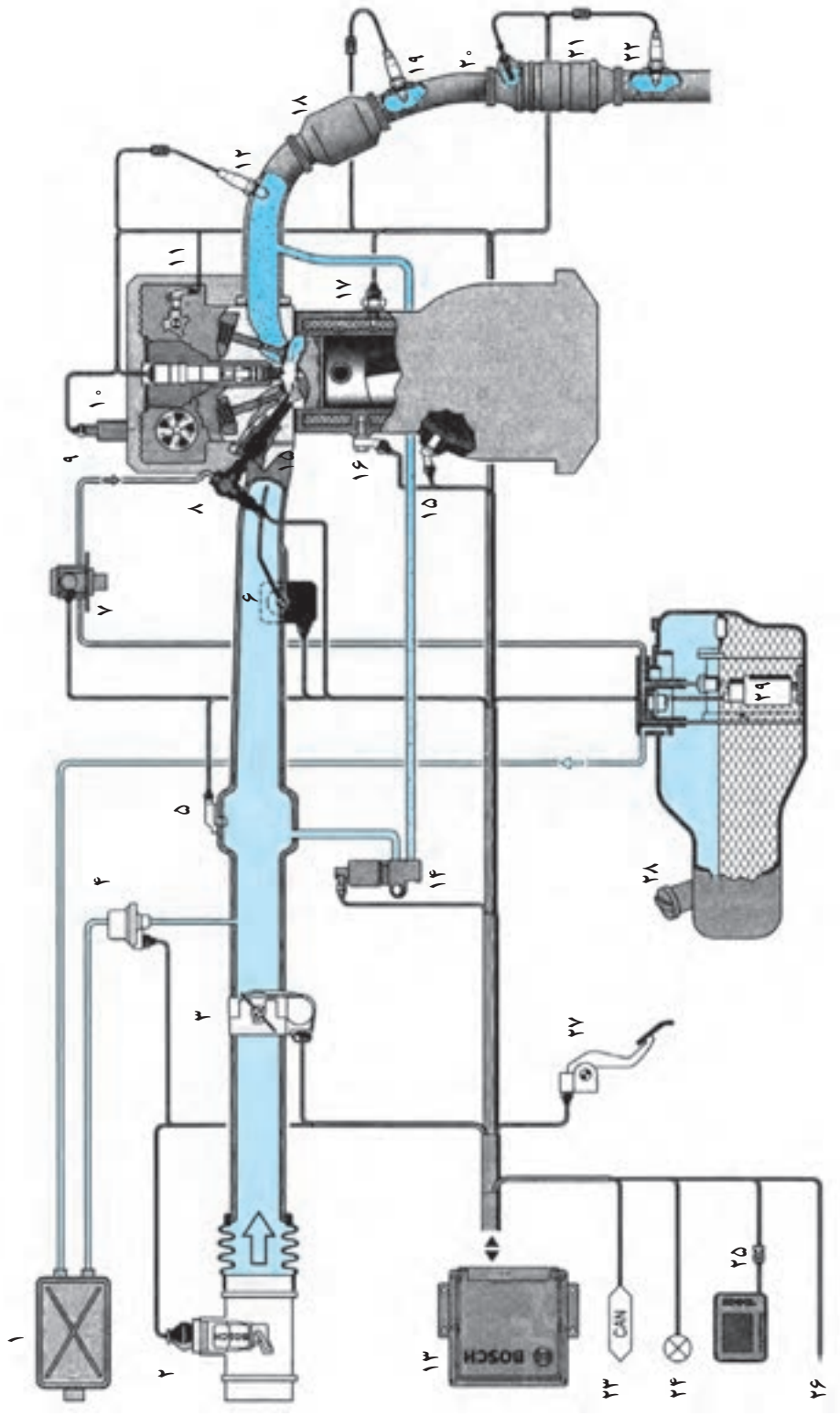
هوای سیلندر در این سیستم، در مدت زمان پاشش سوخت برای تأمین مخلوط کامل و قدرت بیش‌تر، به گردش درمی‌آید. در سیستم جرقه‌زنی (اشتعال)، فرآیند تأخیر تزریق (ریتارد) تا زمان تراکم کامل (کمی قبل از اشتعال) برای ایجاد مخلوط در مکان محدود وجود دارد و همین اختلاط موضعی را در محل نصب شمع کامل می‌کند. به‌علاوه، این سیستم (DI-Motronic) هماهنگ‌سازی مرحله‌ی جرقه‌زنی و سوخت‌رسانی مخلوط را کاملاً همگن می‌کند تا موتور به‌طور هماهنگ و منظم ($\lambda = ۱$) در یک محدوده‌ی کاملاً عملی کار کند.

در این سیستم عملیات موردنیاز در هر مرحله تغییر می‌کند و مرحله‌ی بعدی، با توجه به هماهنگ‌سازی و کنترل و هدایت سیستم اشتعال و سوخت‌رسانی، برنامه‌ریزی می‌شود.

سوخت‌پاش در زمان دریافت پاشش موردنظر اولین کمیت سوخت را برای تولید قدرت و گشتاور موردنیاز در محفظه احتراق تزریق می‌کند و سیستم جرقه با توجه به شرایط معین شده شمع را آماده‌ی جرقه‌زدن می‌نماید. شمع در این زمان به‌وسیله‌ی 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 می‌گردد تا فرایند گرم کردن کاتالیست انجام شود. سیستم پاشش مستقیم سوخت موترونیک به یک عملگر هم‌پایه‌کننده احتیاج دارد تا مرحله‌ی 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 موتوراست.

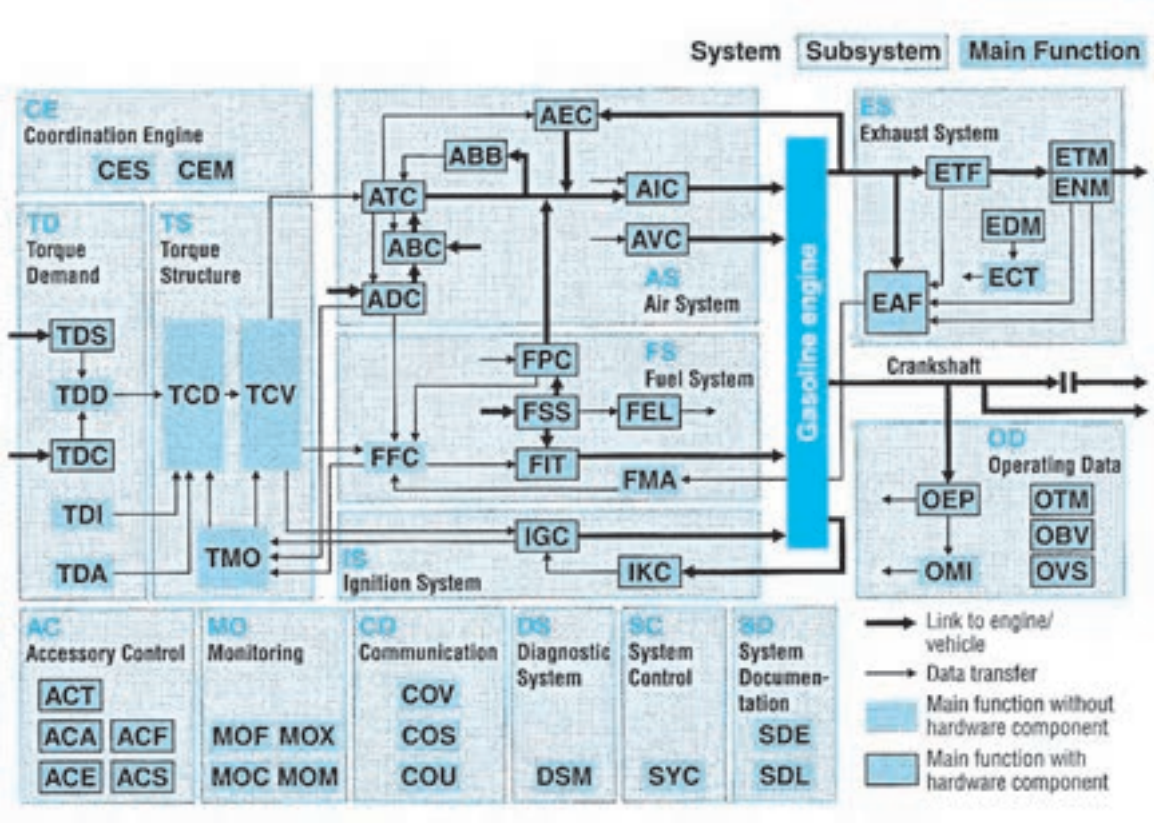
اولین بار سیستم سوخت‌رسانی تزریق مستقیم موترونیک (DI-Motronic) در سال ۲۰۰۰ میلادی روی موتور یکی از خودروهای شرکت فولکس واگن نصب شده است. برای آشنایی بیش‌تر با این سیستم و اجزای آن به شکل ۱۱ــ۴ مراجعه کنید.



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

شکل ۱۱ــ۴ــ سیستم تزریق مستقیم موتورونیک دی‌آی

در شکل ۱۲ــ۴ سیستم‌ها و زیرسیستم‌ها نشان داده شده و در آن وظایف سیستم مدیریت موتور موترونیک 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 سیستم‌های الکترونیکی را به واحد کنترل الکترونیکی (ECU) متصل کنند. تقسیم‌بندی ساختار این سیستم مکاترونیک، معیار تعیین وظیفه برای ۱۴ زیرسیستم (سیستم هوا و سیستم سوخت) است که در حدود ۵۲ وظیفه معین را دربرمی‌گیرد.



شکل ۱۲ــ۴ــ سیستم‌ها و زیرسیستم‌های موترونیک

فصل ۵

سیستم‌های ایمنی و حفاظتی خودرو

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 ۱ــ۵

مثال‌هایی از سیستم‌های ایمنی ــ حفاظتی	
فعال	غیرفعال
ABS و TCS و ESP	AirBag کمربند صندلی با پیش‌کشنده

۱ــ۵ــ 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 قرارمی‌گرفت. 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 قرارگیرد. این سه عامل عبارت‌اند از : ۱ــ خودرو ۲ــ راننده ۳ــ 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 درنظر 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 جاده به‌وجود می‌آید، هماهنگ گردد.

درقسمت 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 :

ــ لغزنده بودن سطح جاده (رطوبت، یخ‌زدگی)؛

ــ عکس‌العمل ناگهانی راننده (مانع پیش‌بینی نشده)؛

ــ 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 راندمان 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).

ــ بهره‌مندی از ضریب اصطکاک بین تایر و سطح جاده (اصطکاک غلتشی) 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

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

ــ 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).

ــ داشتن توانایی تطابق با تغییرات در سطح اصطکاکی 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.

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

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

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

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

ــ تأثیر نکردن در عمل ترمز هنگام بروز عیب در سیستم کنترل و اعلام اخطار لازم (برگشت به ترمز بدون ABS)

ــ سیستم کنترل باید با تمامی تایرهایی که برای خودرو معین شده است (حتی با زاپاس‌های با قطر کم‌تر) درست عمل کند.

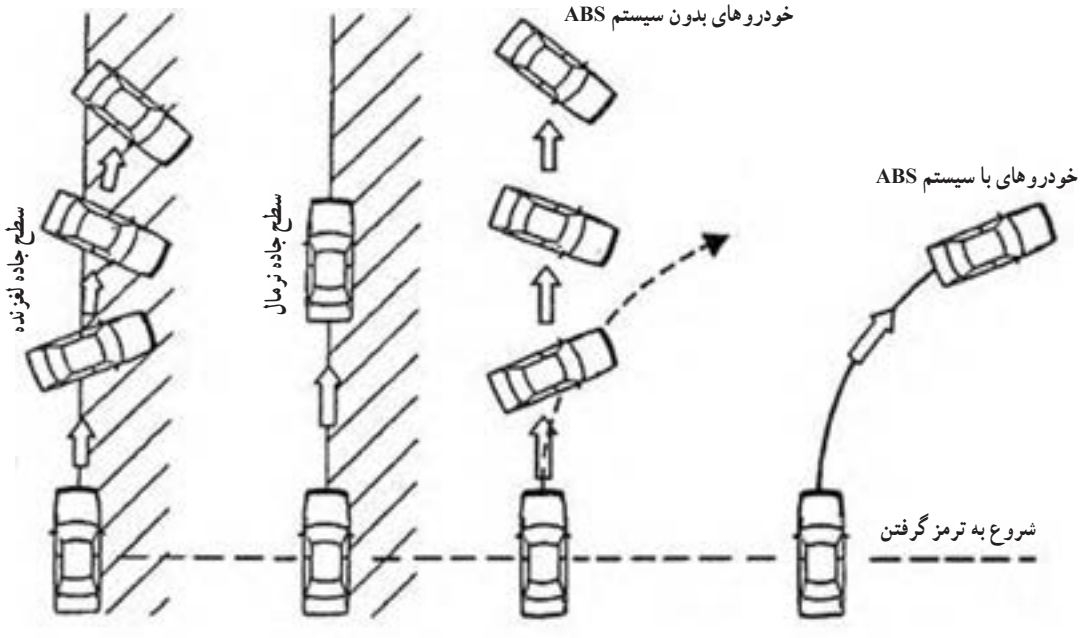
تأثیر سیستم ترمز ضد قفل در خودرو ABS

در زمان گردش

زمان رانندگی در جاده‌های مستقیم

خودروهای با سیستم ABS

خودروهای بدون سیستم ABS



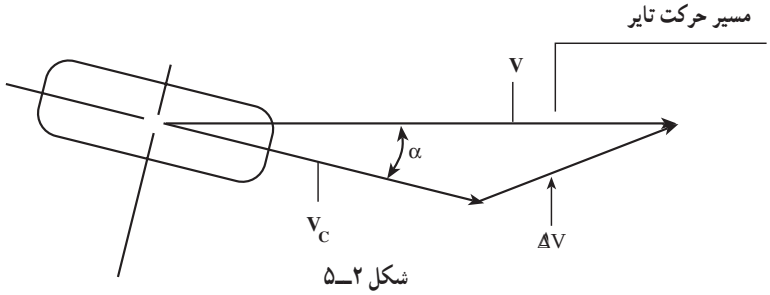
شکل ۱ــ۵

۲ــ۵ــ نسبت لغزش تایر

نقش مشخصات لاستیک و ویژگی های تایر آن در ترمزگیری و هدایت خودرو بسیار مهم است. در وسایل نقلیه‌ی 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 می‌تواند تولید شود که اختلافی بین سرعت محیطی چرخ و سرعت وسیله‌ی نقلیه، نسبت به سطح جاده اختلاف وجود داشته باشد.

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

همان‌طوری که در شکل ۲ــ۵ نشان داده شده است، مقطع برخورد تایر با جاده در خلاف جهت اعمال نیروی ترمزگیری در راستای زاویه‌ی α حرکت می‌کند. زاویه‌ی α[1]، از زاویه‌ی مابین خط حرکت مقطع در تماس تایر با جاده و راستای سرعت محیطی تایر تشکیل شده است، که «زاویه‌ی لغزش» نامیده می‌شود. هم‌چنین نیروی جانبی تایر با زاویه‌ی ۹۰° نسبت به راستای α اعمال می‌شود.



شکل ۲ــ۵

لغزش مقطع ترمزگیری λ به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\lambda = \frac{V - V_c}{V} \cdot ۱۰۰٪$$

v : سرعت مطلق تماس تایر

V_C : سرعت محیطی محل برخورد تایر (زمانی که چرخ قفل کامل باشد $\lambda = ۱۰۰$ و زمانی که بدون لغزش باشد $\lambda = ۰$ است)

ΔV: اختلاف سرعت

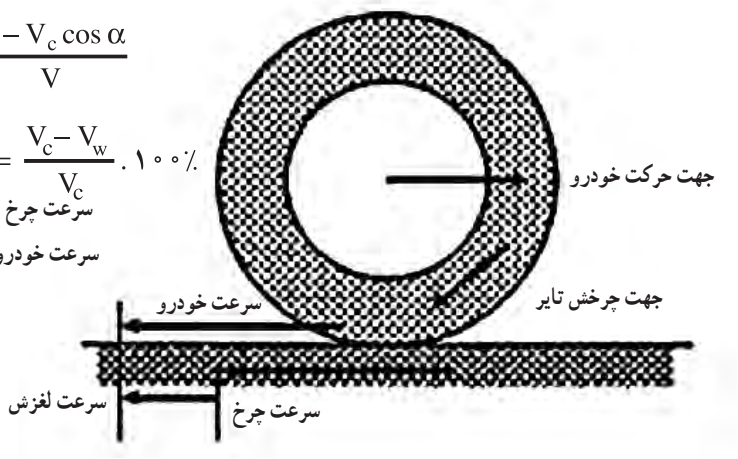
لغزش ترمزگیری در راستای حرکت وسیله‌ی نقلیه :

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

$$\text{نسبت لغزش} = \frac{V_c - V_w}{V_c} \cdot ۱۰۰٪$$

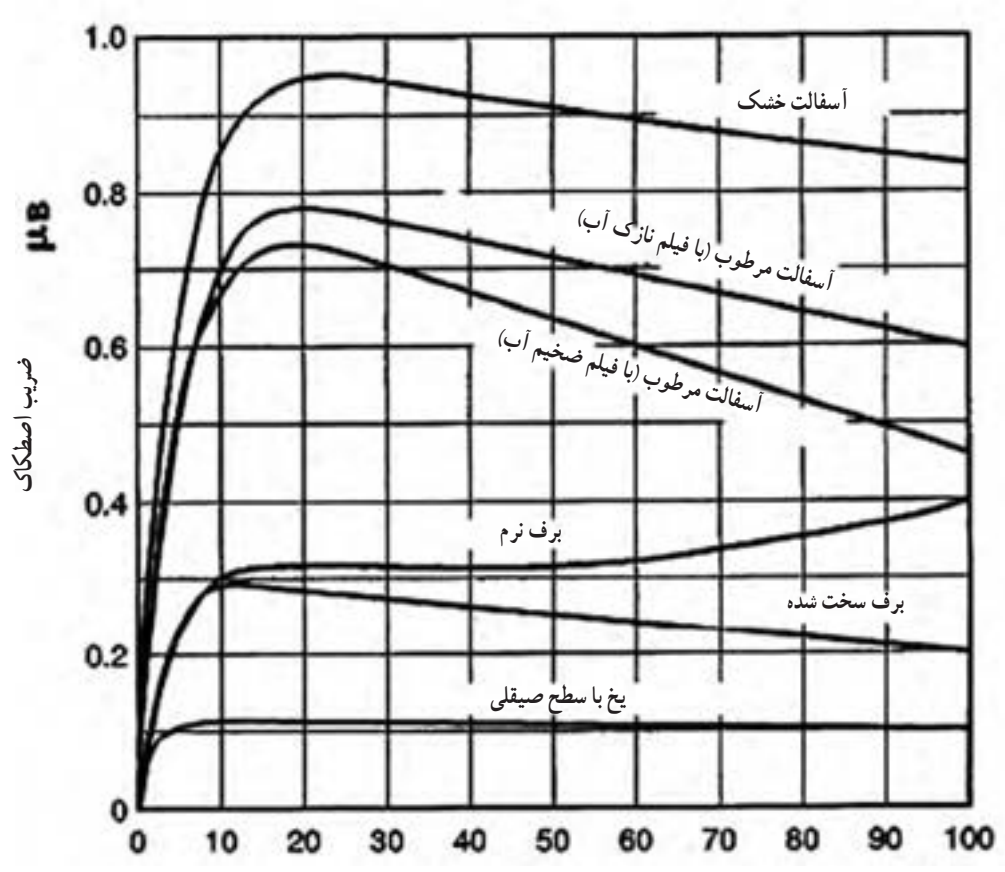
سرعت چرخ Vw:(km/h)

سرعت خودرو Vc:(km/h)

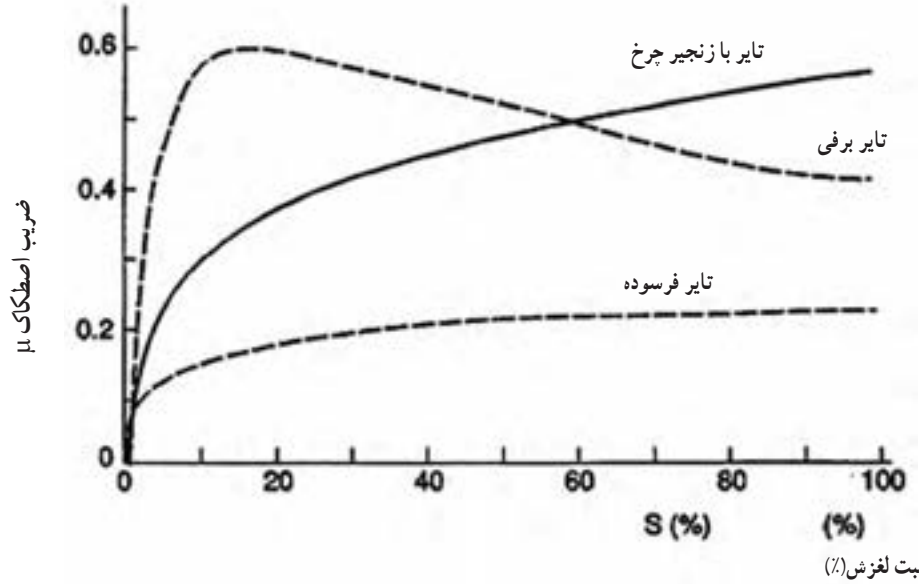


شکل ۳ــ۵

۱ــ α : زاویه‌ی لغزش



شکل ۴ــ۵



شکل ۵ــ۵

۳ــ۵ــ نیروهای دینامیکی چرخ در اثر ترمز

شکل‌های ۶ــ۵ و ۷ــ۵ نسبت‌های فیزیکی تعریف شده در فرآیند ترمزگیری با ABS را نشان داده و محدوده‌های کنترل حلقه‌ی بسته ABS توسط سطح هاشور خورده مشخص گردیده است. نمودارهای شکل ۶ــ۵ شامل چهارمنحنی، به ترتیب سطح خشک (۱)، سطح مرطوب (۲)، سطح برفی (۳) و سطح مرطوب با یخ شفاف (۴) است، که نشان‌دهنده‌ی کوتاه بودن فاصله‌ی ترمزگیری با استفاده از ABS در وضعیت ترمز ناگهانی همراه با قفل شدن چرخ‌ها (لغزش ترمز $\lambda = ۱۰۰\%$) 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 ۶ــ۵ دامنه‌ی عملکرد ABS را برای تایر در شرایط مختلف سطح جاده مشخص می‌کند. ضریب نیروی ترمزی μ_{HF} [۱] تابعی از ضریب لغزش ترمز λ

۱ــ تایرهای رادیال روی سطح بتون خشک :

۲ــ تایرهای زمستانی بایاس روی سطح آسفالت مرطوب؛

۳ــ تایرهای رادیال روی سطح برف؛

۴ــ تایرهای رادیال روی سطح مرطوب همراه با یخ شفاف

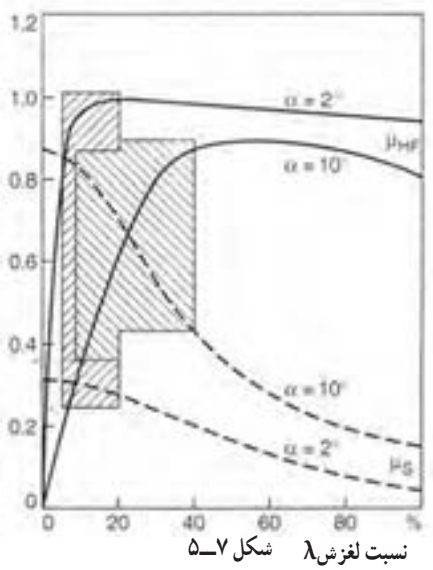
سطح‌های هاشورخورده دامنه‌ی کنترل ABS

در نمودارهای شکل ۷ــ۵ منحنی‌های ضریب نیروی ترمزی μ_{HF} و ضریب نیروی جانبی تایر μ_s برای دامنه‌ی کنترل ABS، که از زاویه‌ی لغزش ترمز $\alpha = ۲^\circ$ تا زاویه‌ی لغزش ترمز $\alpha = ۱۰^\circ$ افزایش می‌یابد، به نمایش درآمده است.

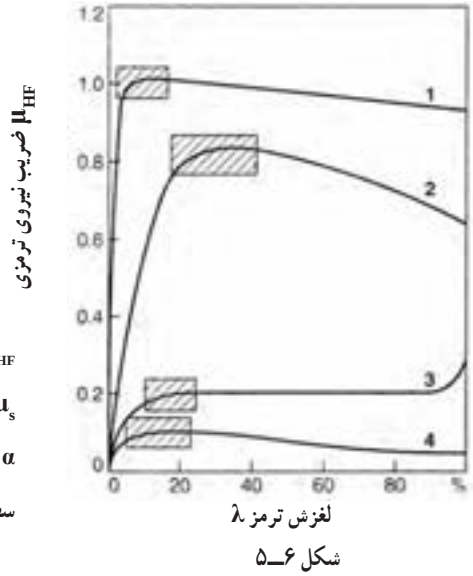
در زمان دور زدن خودرو با بیش‌ترین شتاب جانبی و اعمال حداکثر نیروی ترمزی، ABS با پاسخ سریع نسبت به آن واکنش نشان می‌دهد (برای مثال در لغزش ترمز ۱۰٪). در $\alpha = ۱۰^\circ$ مقدار ابتدایی ضریب نیروی ترمزی در حد $\mu_{HF} = ۰/۳۵$ محدود می‌گردد در صورتی که ضریب نیروی جانبی درحداکثر مقدار خود، یعنی تقریباً $\mu_s = ۰/۸۰$ 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 درمدت گردش خودرو اعمال می‌شود، نیروهای ترمزی سریعاً افزایش می‌یابند، به‌طوری که کل مسافت ترمزگیری (فقط اندکی بیش‌تر از مسافت ترمزگیری در حالت مستقیم) دارای شرایط محیطی مشابهی می‌شود.

شکل ۷ــ۵ دامنه‌ی عملکرد ABS را در شرایط گردش خودرو همراه با ترمز مشخص می‌کند.



شکل ۷ــ۵



μ_{HF} ضریب نیروی ترمزی

μ_s ضریب نیروی جانبی تابع نسبت لغزش λ

α زاویه‌ی لغزش

سطوح هاشورخورده : دامنه‌ی عملکرد ABS

شکل ۶ــ۵

۱ــ 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 به‌صورت یک شاخص برای مقدار یا میزان نیروی ترمزگیری به‌کار برد.

۴ــ۵ــ حلقه‌ی کنترل ABS

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

ــ **سیستم کنترل** : خودرو با ترمزهای چرخ، چرخ‌ها و اصطکاک بین تایرها و سطح جاده

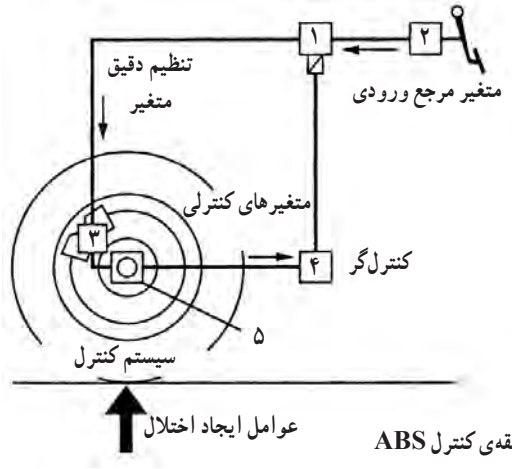
ــ **متغیرهای کنترلی** : سرعت چرخ و اطلاعات استنتاجی از آن، جهت شتاب کاهنده‌ی تایر، سرعت چرخ، لغزش ترمز

ــ **کنترل‌گر** : واحد کنترل الکترونیکی ABS و حسگرها

ــ **عوامل ایجاد اختلال** : شرایط سطح جاده، شرایط ترمز، بار خودرو، لاستیک‌ها (آج، فشار باد)، نامیزان بودن لاستیک

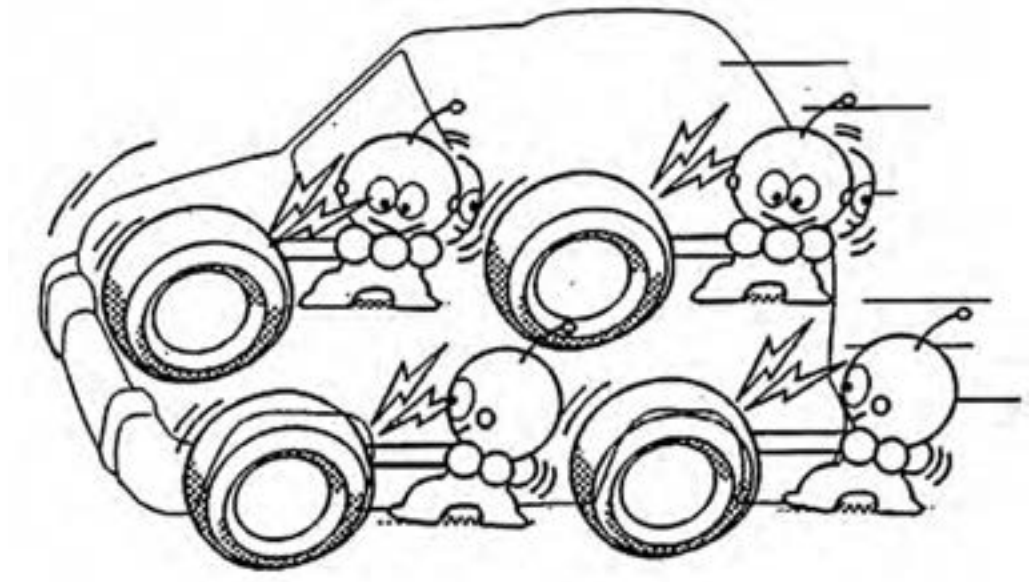
ــ **متغیر مرجع ورودی** : فشار اعمال شده بر پدال ترمز (توسط راننده)

ــ **تنظیم دقیق متغیرها** : فشار ترمز

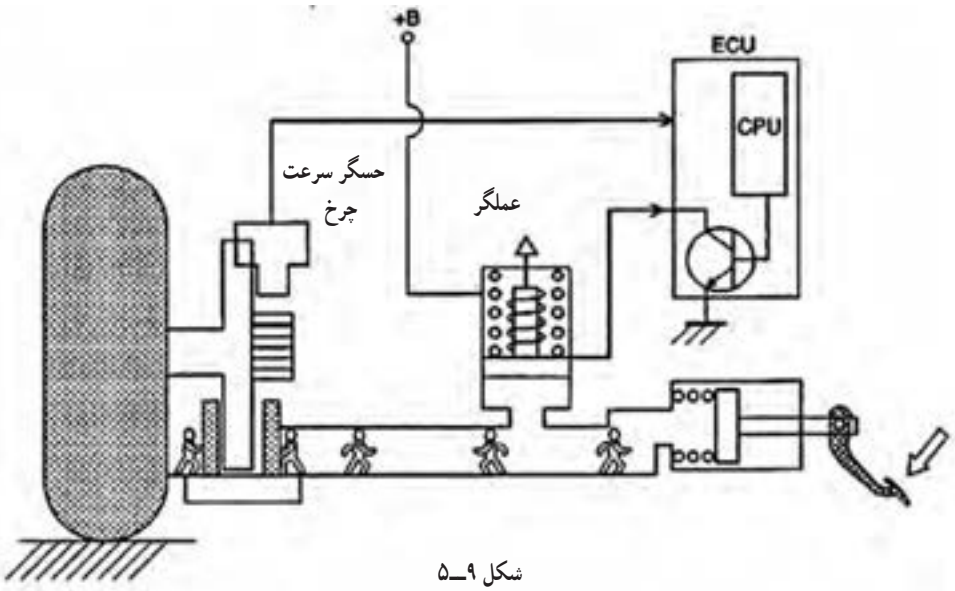


۱ــ مدولاتور هیدرولیکی با سوپاپ‌های سولونوئیدی
۲ــ سیلندر اصلی ترمز
۳ــ سیلندر ترمز چرخ
۴ــ ECU
۵ــحسگر سرعت چرخ

شکل ۸ــ۵ــ حلقه‌ی کنترل ABS



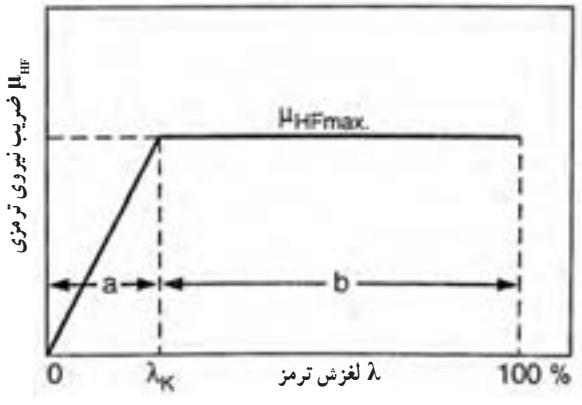
کنترل همزمان دوچرخ عقب



شکل ۹ــ۵

۵ــ۵ــ سیستم کنترل

پردازش اطلاعات در واحد کنترل ABS برمبنای سیستم کنترلی ساده ای بنا شده است. این سیستم شامل یک چرخ غیر محرک، یک چهارم وزن خودرو (که به این چرخ اعمال می‌شود) ترمز چرخ‌ها و کوپلینگ اصطکاکی بین تایر و سطح جاده است. در شکل ۱۰ــ۵، منحنی تئوریک بین ضریب اصطکاک و نسبت لغزش λ مشخص گردیده و نمودار به دو بخش تقسیم شده است. دامنه‌ی پایدار نمودار به‌وسیله‌ی افزایش خطی و دامنه‌ی غیرپایدار آن با یک پاسخ خطی ثابت ($\mu_{HF}\,max$) توصیف گردیده است. در عین حال، برای عمل ترمزکردن در راستای خط مستقیم، همانند ترمز ناگهانی، پردازش ساده‌ی دیگری به وقوع می‌پیوندد.



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

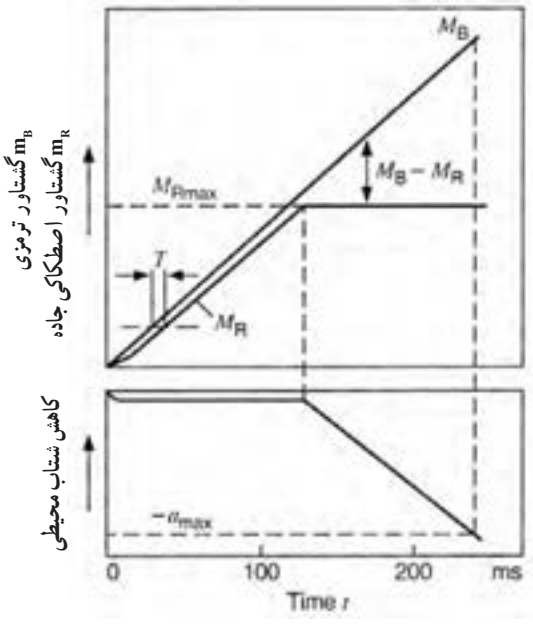
شکل ۱۰ــ۵

در شکل ۱۰ــ۵ نسبت مابین گشتاور ترمز M_B، یعنی نیروی اعمالی ترمز به تایر و گشتاور اصطکاکی جاده MR، یعنی نیروی اِعمالی 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 می کند. گشتاور ترمزی نمایشگر افزایش خطی در واحد زمان است. گشتاور اصطکاکی سطح جاده (MR) با یک تأخیر زمانی (T)، تا زمانی که فرآیند ترمزگیری در داخل دامنه‌ی پایداری منحنی ضریب نیروی ترمزی/لغزش باقی بماند از گشتاور ترمزی (MB) پیروی می‌نماید و بعد از حدود ۱۳۰ میلی‌ثانیه نمودار فوق‌الذکر به حداکثر سطح خود ($\mu_{HF}\,max$) می‌رسد، که ازاین نقطه وارد دامنه‌ی ناپایدار نمودار ضریب ترمزی/لغزش می‌گردد.

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

اصطکاکی سطح جاده MR نمی‌تواند بیش‌تر افزایش پیدا کند و ثابت باقی می‌ماند. در پریود زمانی مابین ۱۳۰ تا ۲۴۰ میلی‌ثانیه (در چرخ قفل شده) اختلاف MB – MR که درکم‌ترین محدوده، ثابت باقی مانده است، سریعاً با تناسب بیش تری افزایش می‌یابد. این اختلاف گشتاور، شاخص دقیقی از کاهش شتاب محیطی (a –) در چرخ ترمزگرفته را محقق می‌کند (قسمت پایین شکل ۱۰ــ۵).

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.



(a-) کاهش شتاب محیطی چرخ
(a max-) حداکثرکاهش 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 ۱۱ــ۵ــ فرآیند ساده‌ی ترمزگیری

۱ــ۵ــ۵ــ متغیرهای کنترلی : انتخاب مناسب متغیرها برای کنترل، عامل اصلی در محاسبه‌ی اثر کنترلی ABS است. سیگنال هایی 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 به‌کار 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 شرایط مطلوب ترمزگیری (لغزش ترمز بهینه)، یک شکل معادل را برآورد می کند.

جریان دائمی سیگنال های سرعت، که توسط حسگر سرعت چرخ ارسال شده مبنای تصمیم‌گیری ECU است. این سیگنال ها 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 برمبنای چرخی 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

محاسبه می‌گردد.

کنترل حلقه بسته ی 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.

۲ــ۵ــ۵ــ متغیرهای کنترلی در چرخ‌های غیرمحرک : مقادیر افزایش یا کاهش شتاب در محیط چرخ غیرمحرک متغیرهای کنترل‌گری 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 ــ مقدارکاهش شتاب محیطی موجود، درحد دامنه‌ی پایداری است. یعنی وقتی راننده نیروی زیادی به پدال اعمال می‌کند، واکنش خودرو کاهش شتاب بیش‌تری بدون قفل شدن چرخ است.

ب ــ 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 اِعمال ابتدایی و کم نیرو روی پدال ترمز اهمیت ویژه‌ای دارد. وجود یک حد آستانه‌ای بالا قبل از واکنش ABS به ناپایداری اولیه، تمایل چرخ را به سمت محدوده ی 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.

درفاصله‌ی ترمزگیری، استفاده از تایرهای مدرن روی سطوح با اصطکاک بالا مؤثر است و در ابتدای ترمزگیری با سرعت زیاد، فاکتوری با اهمیت ویژه تلقی می‌شود.

۳ــ۵ــ۵ــ متغیرهای کنترلی در چرخ‌های محرک : اگر خودرو، هنگام حرکت، با دنده‌ی 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.

نتیجه ی 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. چرخ های 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 درکاهش شتاب محیطی چرخ (متغیر کنترلی) را خنثا می‌کند و به عنوان شاخصی جهت تعیین لغزش ترمزگیری با بزرگ‌ترین اصطکاک موجود به کار می‌رود.

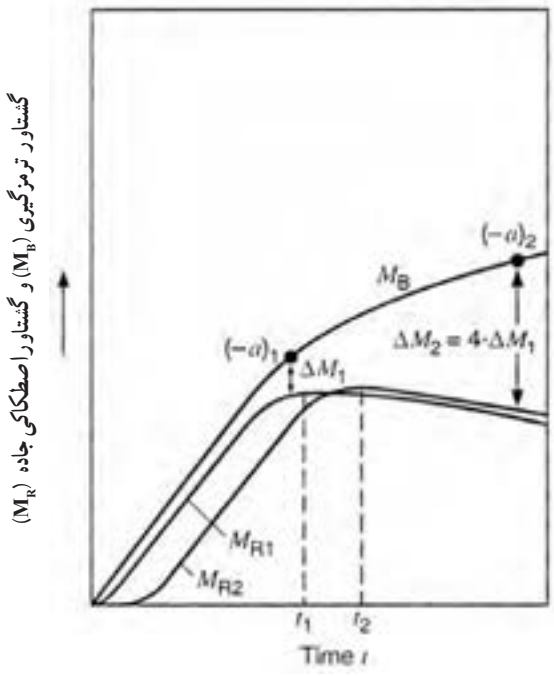
با بروز این حالت لازم است از متغیر مکملی مانند لغزش ترمز (که به صورت ترکیبی با مقدار کاهش شتاب محیطی است)، استفاده کرد.

شکل ۱۲ــ ۵، مقایسه‌ی یک فرآیند ترمزگیری را، برای چرخ غیرمحرک و چرخ محرکی که به موتور متصل‌اند، به نمایش می‌گذارد. در این مثال، اینرسی موتور گشتاور مؤثر، اینرسی جرمی چرخ را چهار برابر می‌کند. چرخ غیرمحرک پس از گذر ازآستانه‌ی معین شده‌ی کاهش شتاب محیطی (a_1 –) 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_2 (–)، چهاربرابر گردد.

$$\Delta m_2 = 4\Delta m_1$$

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



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

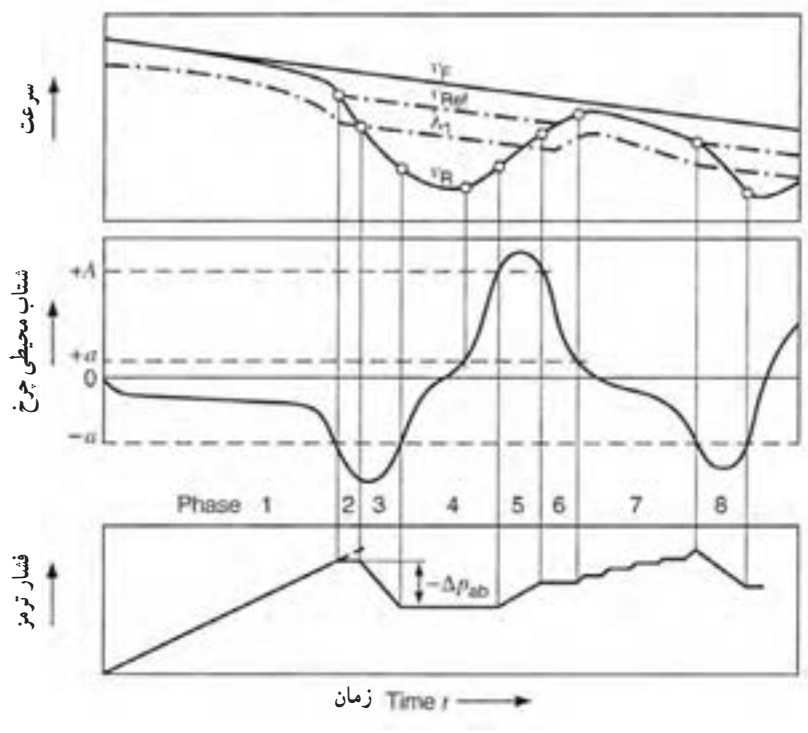
شکل ۱۲ــ۵ــ فرآیند اولیه‌ی ترمزگیری برای چرخ‌های غیرمحرک و چرخ‌های محرک متصل به موتور

متناسب با پایداری خودرو است.

۴ــ۵ــ۵ــ نموداری از سیکل‌های کنترل

کنترل حلقه‌ی بسته‌ی ترمزگیری روی سطوح با اصطکاک بالا (ضریب نیروی ترمزی بالا): وقتی کنترل حلقه‌ی بسته‌ی ABS فرآیند ترمزگیریِ روی سطوح، با اصطکاک 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 ۱۳ــ۵ نمایانگر جزء به جزء عملکرد



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
$-\Delta pab$ کاهش فشار ترمز

شکل ۱۳ــ۵ــ کنترل ترمزگیری برای ضریب نیروی بالا

کنترل ترمزگیری تحت شرایط ضریب نیروی ترمزی بالاست. هدف در این کنترلر، 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 آستانه‌ی (a –) نمی‌تواند در داخل دامنه‌ی پایدار ورودی منحنی نیروی ترمزگیری/لغزش افزایش یابد و فاصله‌ی ارزشمند ترمزگیری به‌هدر می‌رود.

سرعت مرجع (V_{Ref}) همزمان و مطابق با یک شیب معین کاهش می‌یابد و این سرعت، که مبنای تعیین سوئیچینگ آستانه‌ای لغزش (λ_1) تلقی می‌شود، مورد استفاده قرار می‌گیرد. در انتهای فاز (۲) سرعت محیطی چرخ (V_R) به زیر حد آستانه‌ای (λ_1) 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 ازحد آستانه‌ای (a –)، پیوسته افت خواهد کرد.

در انتهای فاز (۳) تنزل کاهش شتاب به پایین‌تر از حد آستانه‌ای (a –) می‌رسد. این عمل به‌وسیله‌ی ثابت نگه داشتن فشار تخلیه‌ی فاز درمدت 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 آستانه‌ی (a +) می‌رسد و فشار مدار ترمز به صورت ثابت باقی می‌ماند.

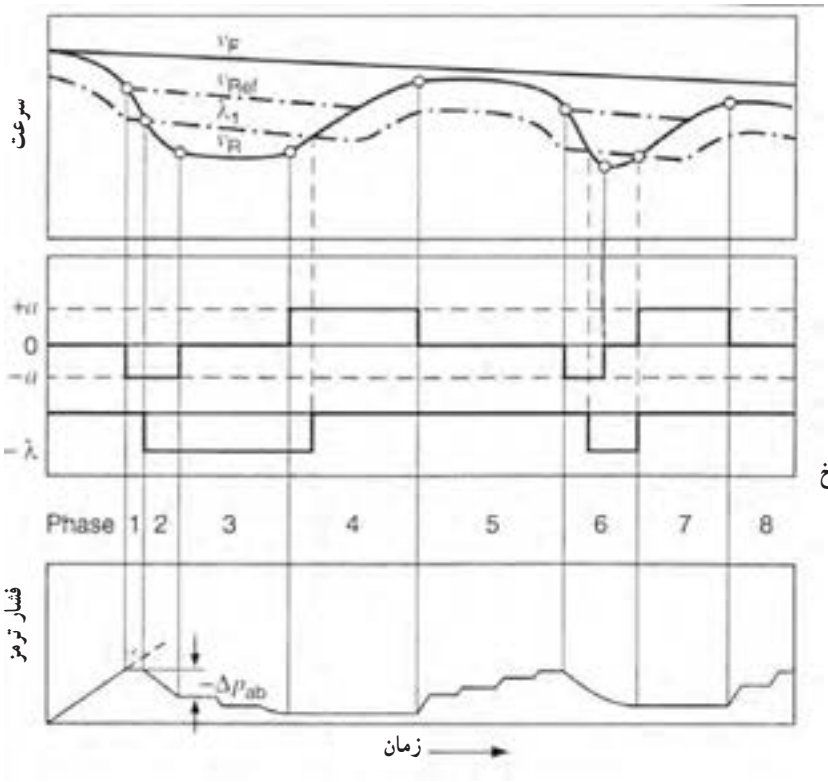
در انتهای فاز (۴) شتاب محیطی چرخ به صورت متناسبی به بالاتر از حد آستانه‌ای (A +) می‌رسد و تا زمانی که شتاب بالاتر از حد آستانه‌ای (A +) باقی بماند فشار ترمز پیوسته افزایش می‌یابد (فاز ۵).

درفاز (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 به‌وجود 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_1 سریعاً کاهش می‌یابد.

۵ــ۵ــ۵ــ 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 پریود 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 ۱۴ــ۵ 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.



V_F سرعت خودرو

V_{Ret} سرعت مرجع

V_R سرعت محیطی چرخ

λ_1 آستانه‌ی سوئیچینگ لغزش

سیگنال‌های سوئیچینگ

a + حد آستانه‌ی شتاب محیطی چرخ

a - حد آستانه‌ی کاهش شتاب محیطی چرخ

λ- لغزش

Δpab- کاهش فشار ترمز

سیگنال‌های سوئیچینگ: شتاب محیطی چرخ، لغزش

شکل ۱۴ــ۵ــ کنترل ترمزگیری برای ضریب نیروی ترمزی پایین

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

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

فاز ۴ دومین مرحله‌ی نگه‌داری فشار به‌صورت ثابت است در اثر تخلیه‌ی فشار یک پریود کوتاه و معین، سیستم سرعت محیطی، چرخ و سوئیچینگ آستانه‌ی لغزش را دوباره مقایسه می‌کند. بعد از فاز ثابت نگه‌داشتن فشار شتاب، چرخ دوباره به نقطه‌ای، که در آن‌جا شتاب محیطی بالاتر از حد آستانه‌ی (a +) قرار می‌گیرد، می‌رسد. این آغاز یک پریود 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 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 به‌وسیله‌ی سیگنال (a –) ایجاد می‌شود، پیروی می‌کند. چرخ در دامنه‌ی لغزش بالا و متناسب با پریود مشخص باقی می‌ماند و این حالت در پایداری و فرمان‌پذیری خودرو اثر منفی دارد.

سیستم، جهت بهبود این فاکتورها (پایداری و فرمان پذیری)، پیوسته سرعت محیطی چرخ و سوئیچینگ آستانه‌ی لغزش λ_1 را در سیکل‌های کنترل مونیتور (پایش) مورد مقایسه قرار می‌دهد. فاز۶، تا وقتی که سرعت محیطی چرخ به بالاتر ازحد آستانه‌ای (a +) در فاز ۷ برسد، توصیف‌کننده‌ی کاهش پیوسته‌ی فشار ترمز هم‌چنان است. به اقتضای کاهش پیوسته‌ی فشار، چرخ فقط برای مدت زمان کوتاهی در دامنه‌ی لغزش بالا قرار می‌گیرد که نتیجه‌ی آن به‌دست آمدن فرمان‌پذیری و پایداری خودرو در اولین سیکل کنترل است.

شکل ۱۵ــ۵ــ انواع گوناگون ترمز ABS

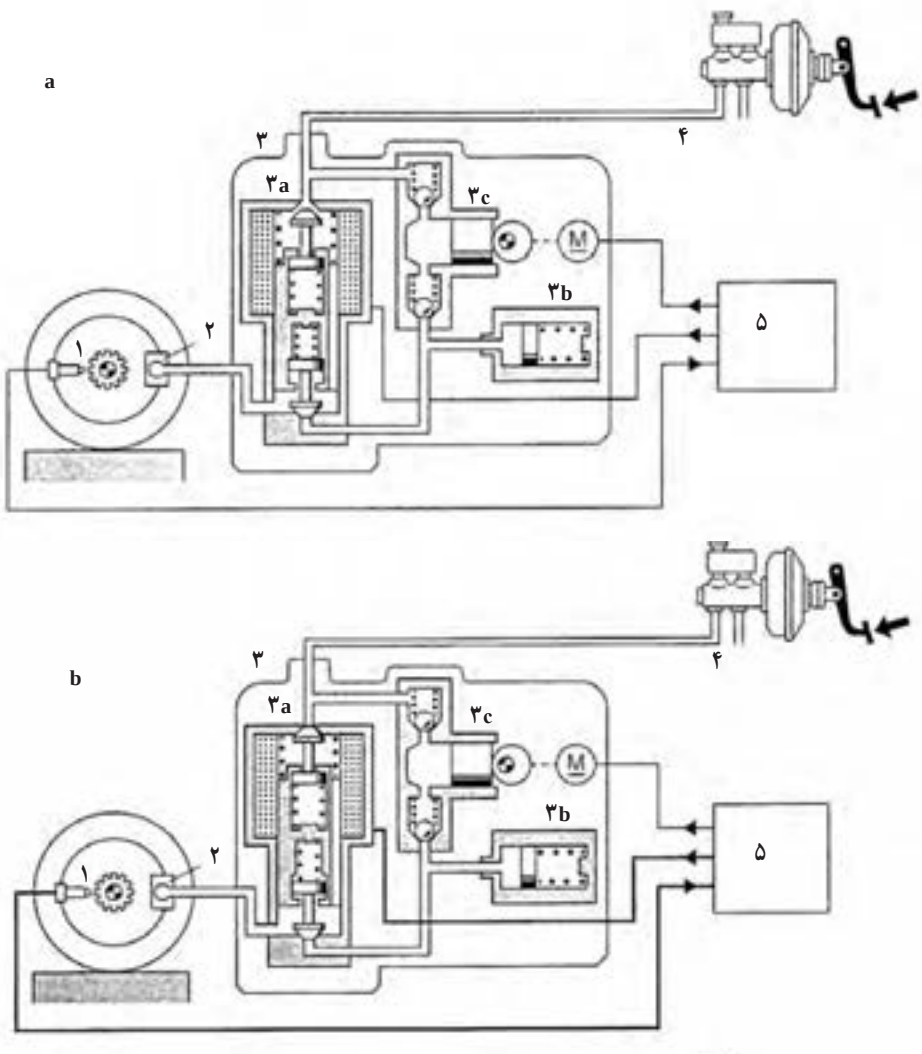
۶ــ۵ــ۵ــ چگونگی تعدیل فشار در سیستم ABS :

درشکل ۱۵ــ۵، انواع گوناگونی ازسیستم ABS به نمایش درآمده است و فشار، بنابر ساختار ارتباطی مدار هیدرولیکی بین چرخ ها 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.

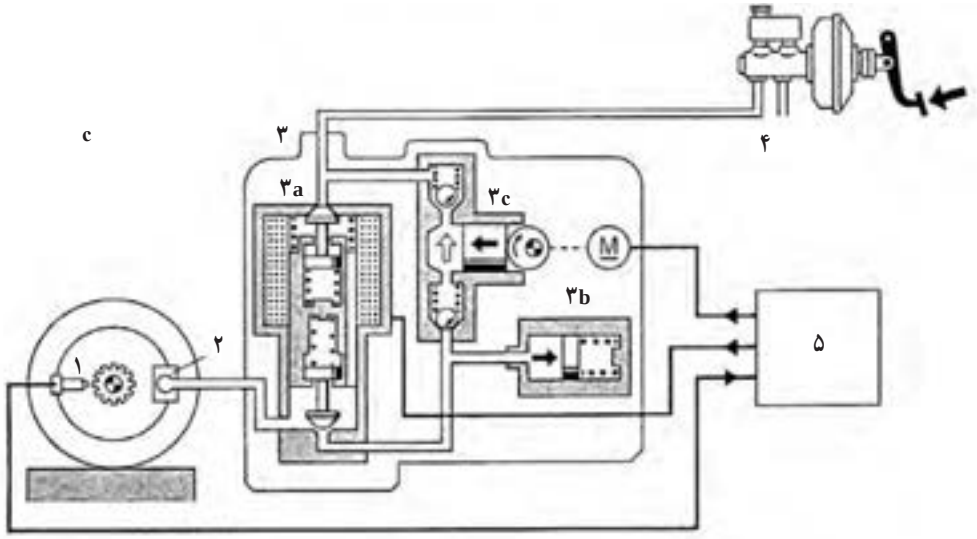
در شکل ۱۶ــ۵، وضعیت تولید فشارنشان داده می‌شود و در آن، سیلندر اصلی از طریق مدولاتور فشار، به سیلندر چرخ متصل می‌گردد. با این توضیح که سوپاپ سلونوئیدی به دلیل حد آستانه‌ای نرسیدن کاهش شتاب چرخ، فعال نمی‌شود.

در شکل ۱۶ــ۵، 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 به‌وسیله‌ی ECU دارای ۵۰٪ انرژی است.

در شکل ۱۶ــ۵، سرعت محیطی چرخ (N_R) به زیر حد آستانه ای (λ_1) 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 سیکل های 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
۱ــ حسگر سرعت چرخ
۲ــ سیلندر ترمز چرخ
۳ــ مدولاتور فشار هیدرولیکی
۳ a سوپاپ سلونوئیدی
۳ b آکومالاتور
۳ c پمپ برگشت
۴ــ سیلندر اصلی
۵ــ ECU



شکل ۱۶ــ۵ــ تعدیل فشار ترمز

۷ــ۵ــ۵ــ 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. درشرایط ایده‌آل، سرعت مرجع در نزدیکی مقدار لغزش با حداکثر اصطکاک تشخیص داده خواهد شد. در شرایط عملکرد استاندارد، سرعت سریع‌ترین تایر معمولاً، جهت فراهم کردن سرعت مرجع مورد انتخاب قرار می‌گیرد. این اطلاعات برای جبران عوامل زمانی و تأمین کردن یک شاخص برای مقدار کاهش شتاب خودرو فیلتر می‌گردد.

۸ــ۵ــ۵ــ پایش و ظایف : ECU با استفاده از دو میکروکنترلر در مونیتورینگ 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 ــ بک و با شناسایی خطا، غیرفعال می‌کند. از طریق این طرح، پردازش سیگنال و عملیات منطقی ۱۰۰٪ پایش خواهند شد. تمام اجزای مسیرهای زیر به طور پیوسته مونیتور می‌گردند :

ــ حسگرها

ــ سوپاپ‌های سلونوئیدی

ــ سوئیچ چراغ ترمز

هم‌چنین، ECU به پایش موارد زیر می‌پردازد :

ــ وضعیت‌های عملکردی موتور پمپ برگشت

ــ حالت ایست موتور پمپ در پمپ برگشت بر مبنای اندازه‌گیری ولتاژ

ــ سطح ولتاژ برای پیدا کردن قطعی در مدار

ــ سرعت‌های چرخ و مرجع در مدت شتاب‌گیری اولیه

ــ لغزش استاتیکی در مدت عملکرد طبیعی خودرو (به دلیل تغییر قطر تایر)

ــ زمان‌های فرمان برای سوپاپ‌های سلونوئیدی

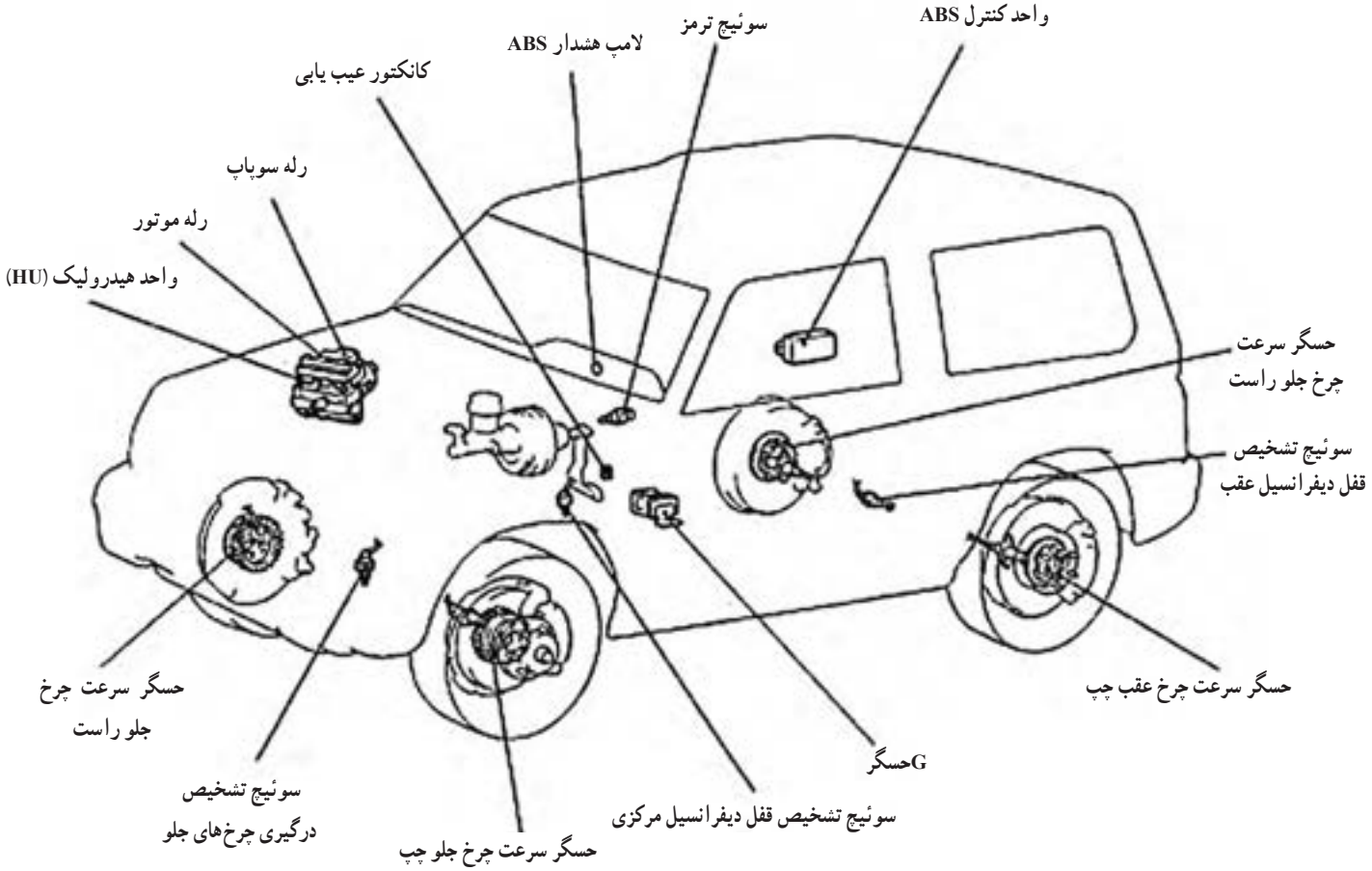
ــ پایش خطاهای قابل ردیابی از تداخل با منبع خطای تصادفی

در زمان روشن بودن خودرو، به محض رسیدن سرعت به بالاتر 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.

۶ــ۵ــ سیستم ABS در خودروهای چهار چرخ محرک

مقدمه

سیستم ترمز ضد قفل، که هم اکنون در خودروهای تک دیفرانسیل و دو دیفرانسیل مورد استفاده قرار می‌گیرد، با حالت‌های چهارچرخ محرک نیز سازگاری دارند. سیستم ترمز 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 آب‌و هوایی، مانند جاده‌های لغزنده، سیستم ترمز ضد قفل به توازن وزن بهتر خودرو کمک می‌کند.



شکل ۱۷ــ۵ــ اجزا در یک خودرو چهارچرخ محرک با ترمز ضد قفل

ویژگی‌ها و مزایای ترمز ضد قفل درخودروهای دو دیفرانسیل

۱ــ قابل استفاده درخودروهای تک دیفرانسیل و دو دیفرانسیل (با قفل دیفرانسیل و بدون قفل دیفرانسیل.)

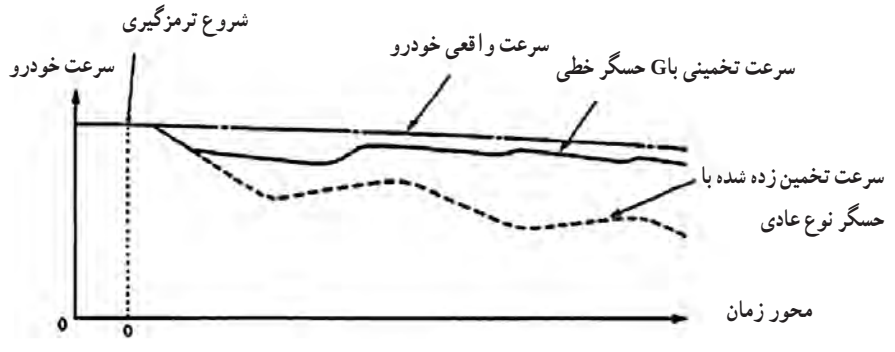
سیستم کنترل سه‌کاناله و چهار حسگره که به‌صورت مستقل چرخ‌های جلو (چپ و راست) را کنترل می‌نماید و به‌صورت همزمان چرخ‌های عقب را نیز کنترل می‌نماید. این سیستم کنترل مناسبی را برای حالت‌های مختلف رانندگی مهیا می‌سازد.

۲ــ لرزش را در خودروهای دو دیفرانسیل کم می‌نماید.

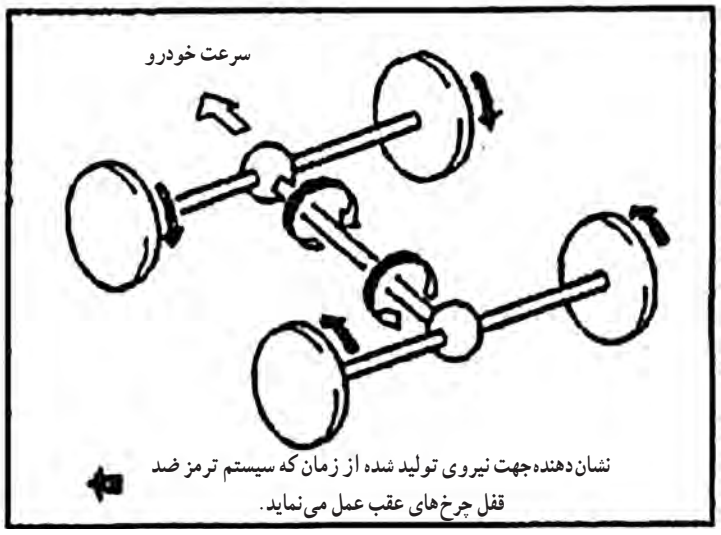
کنترل را برای جلوگیری از لرزش در خودروهای 4WD که به‌صورت مستقیم درگیر می‌شوند،اعمال می‌نماید.

در رانندگی	کنترل ABS	
	وضعیت نرمال (به‌غیر از هر نوع وضعیتی که در سمت راست توضیح داده شده است)	
	کنترل سه‌کاناله برای کنترل مستقل از چرخ‌های جلو چپ و راست و کنترل هم‌زمان دو چرخ عقب برای چرخ‌های عقب جلوی خودرو مستقل مستقل هم‌زمان 14E0014	کنترل سه‌کاناله برای کنترل مستقل چرخ‌های جلو چپ و راست و کنترل هم‌زمان چرخ‌های عقب جلوی خودرو مستقل مستقل هم‌زمان 14E0014
شرایط 4WD درگیر مستقیم	کنترل سه‌کاناله برای کنترل مستقل از چرخ‌های جلو چپ و راست و کنترل هم‌زمان دو چرخ عقب برای چرخ‌های عقب مستقل مستقل هم‌زمان 14E0014	«کاهش فشار» این عملکرد بر روی چرخ‌های عقب و هم‌زمان به چرخ جلو سمت راست اعمال می‌شود زمانی که چرخ عقب سمت راست در حال قفل شدگی باشد مستقل فشار کم هم‌زمان عملکرد کاهش فشار 14E0012 زمانی که چرخ عقب سمت چپ در حال قفل شدگی باشد مستقل فشار کم هم‌زمان عملکرد کاهش فشار 14E0013

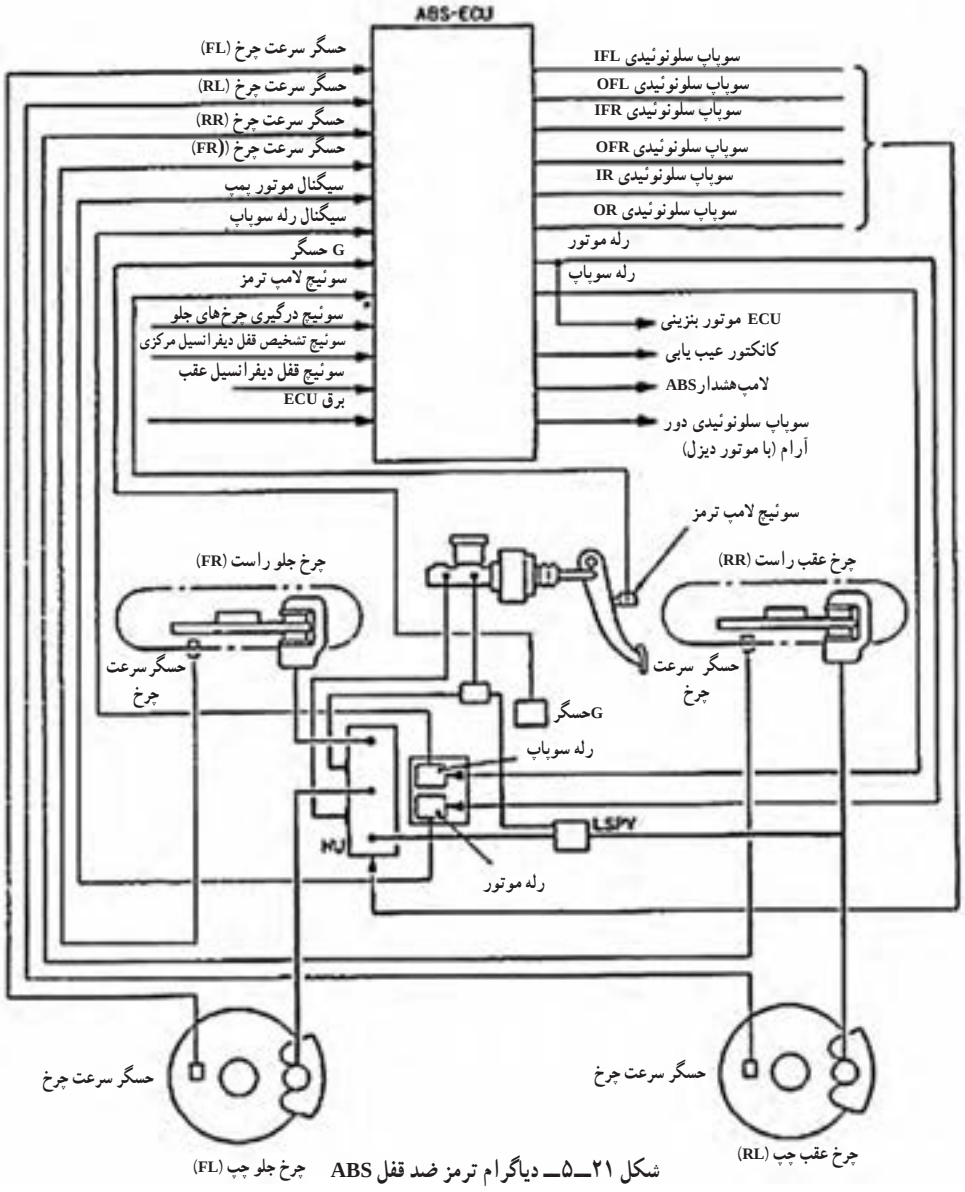
شکل ۱۸ــ۵ــ کنترل برای شرایط مختلف رانندگی



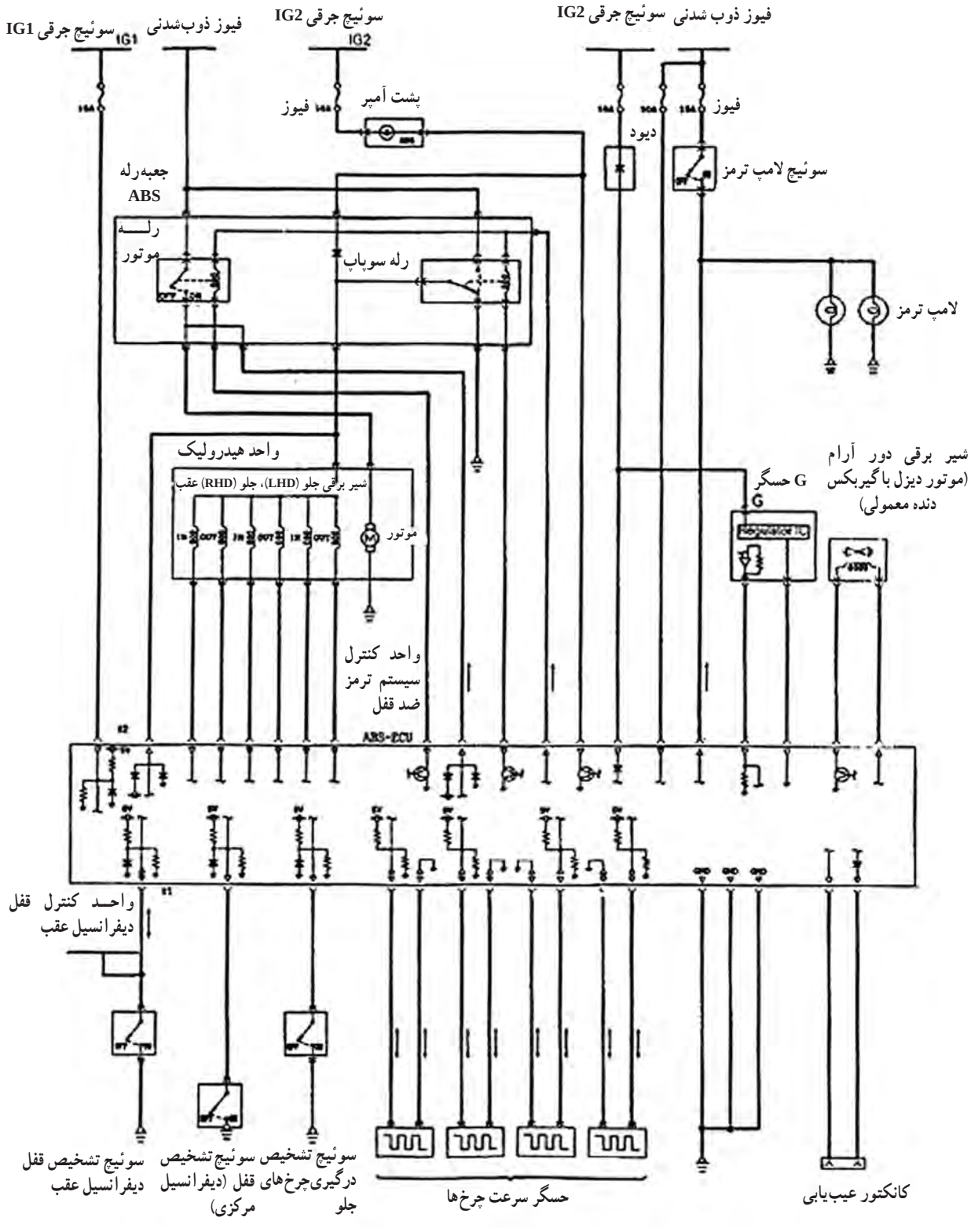
شکل ۱۹ــ۵ــ مقایسه‌ی تخمینی از سرعت خودرو با استفاده از حسگر خطی جی (G) G حسگر خطی و حسگر OFF/ON برای خودروهای 4WD که به‌صورت مستقیم درگیر می‌شوند.



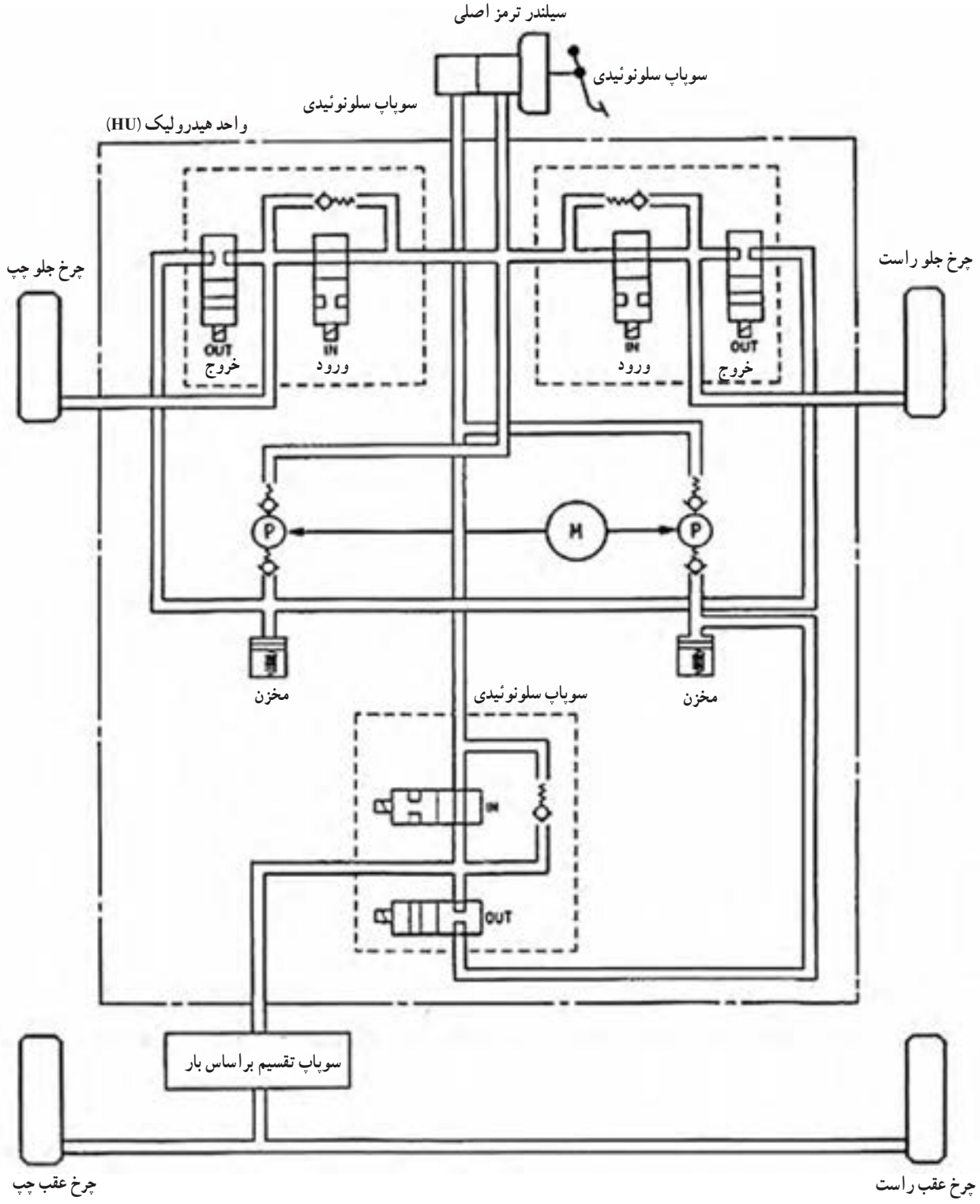
شکل ۲۰ــ۵ــ درباره‌ی لرزش زمانی که ترمز ضد قفل در خودروهای 4WD که به‌صورت مستقیم درگیر می‌شوند، فعال می‌گردد.



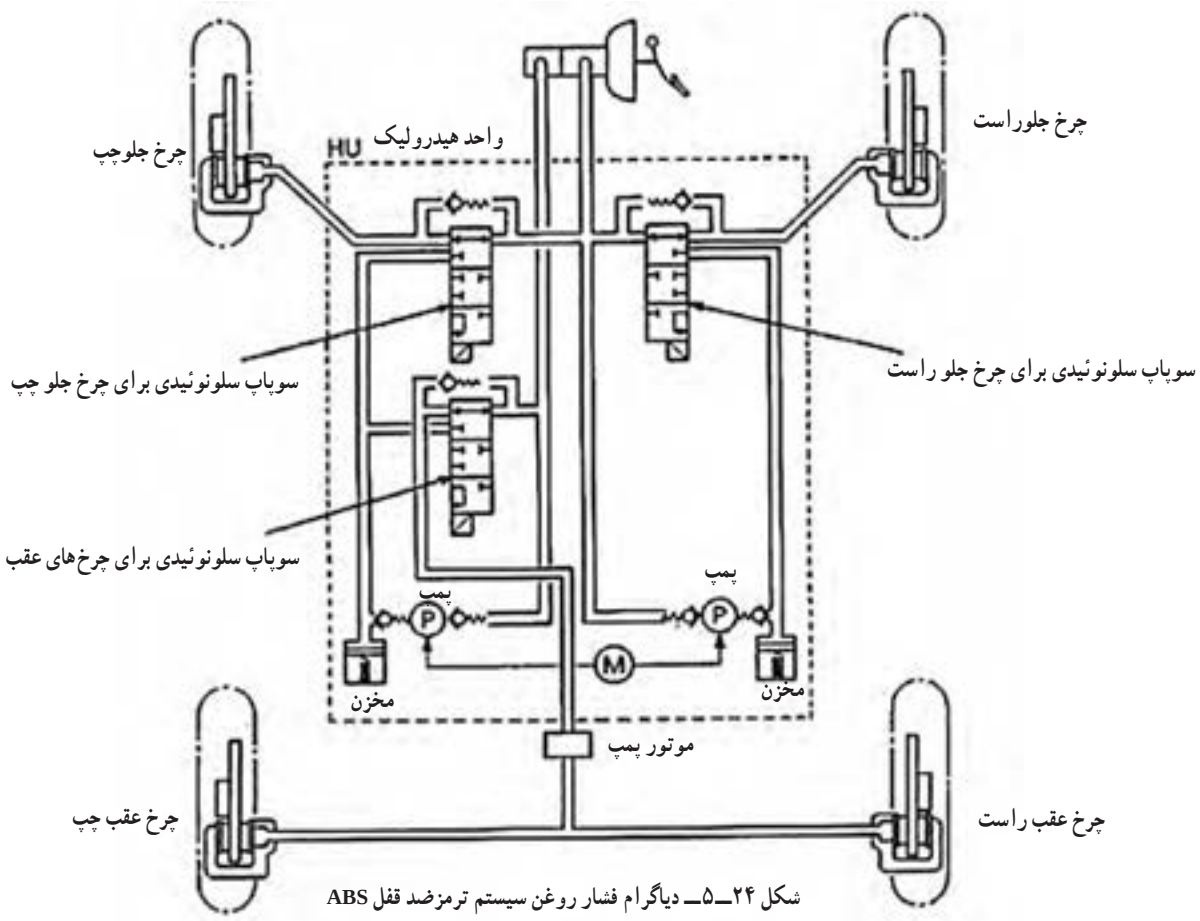
شکل ۲۱ــ۵ــ دیاگرام ترمز ضد قفل ABS



شکل ۲۲ــ۵ــ مدار الکتریکی سیستم ترمز ضد قفل



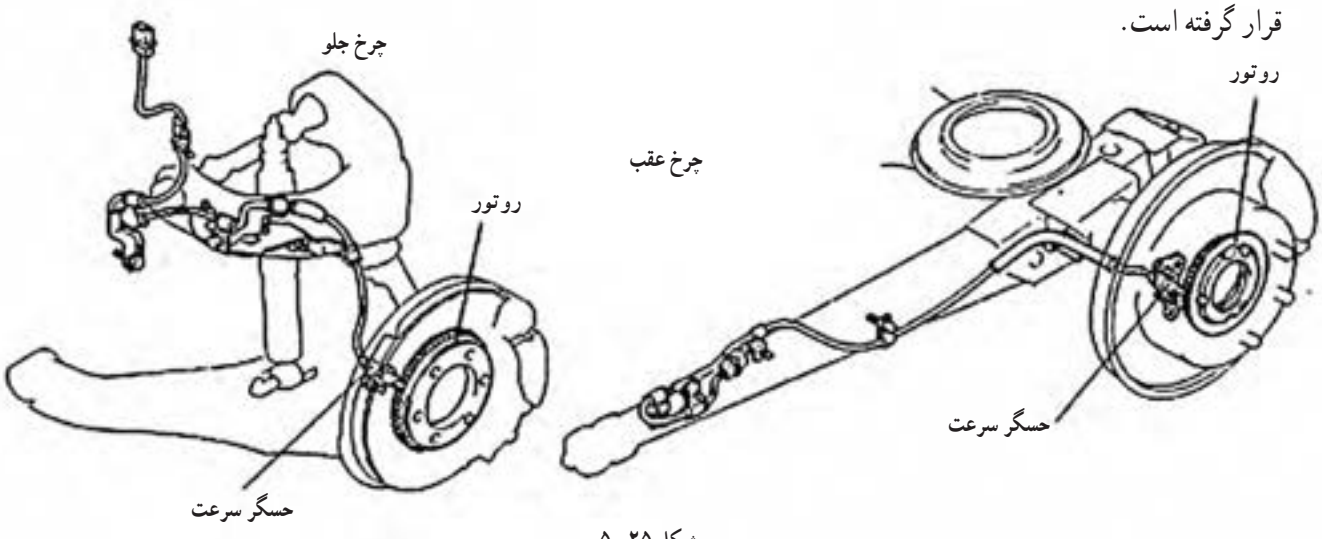
شکل ۲۳ــ۵ــ دیاگرام فشار روغن سیستم ترمز ضد قفل ABS



شکل ۲۴ــ۵ــ دیاگرام فشار روغن سیستم ترمزضد قفل ABS

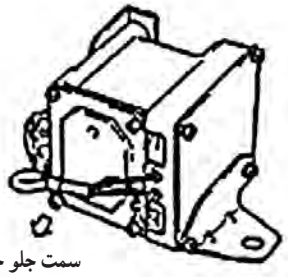
۱ــ۶ــ۵ــ حسگر سرعت چرخ : حسگر سرعت چرخ برای یک چرخ جلو شامل یک روتور است، بر روی توپی چرخ و یک حسگر سرعت، که برروی بازوی محور چرخ (سگدست) قرار گرفته است.

حسگر سرعت چرخ برای یک چرخ عقب شامل یک روتور است که برروی پلوس عقب قرار گرفته و یک حسگر سرعت که برروی توپی چرخ عقب قرار گرفته است.

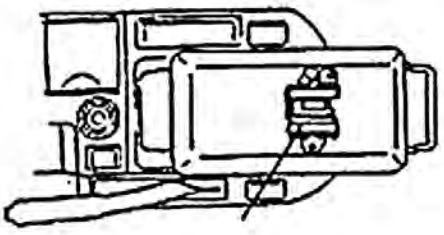


شکل ۲۵ــ۵

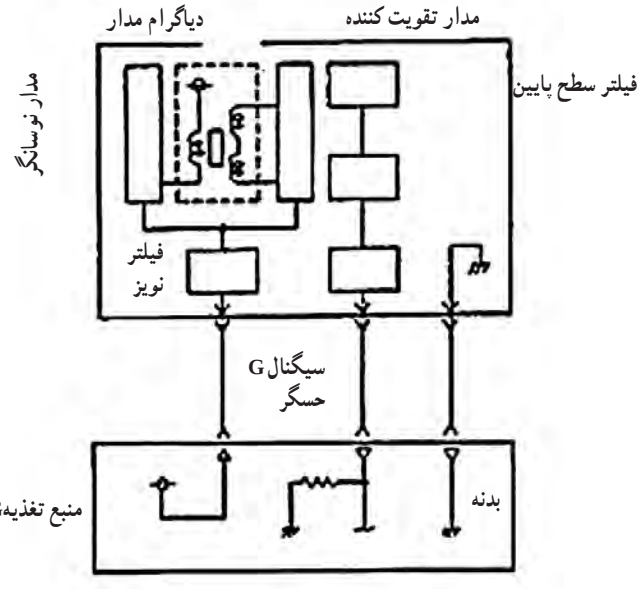
۲ــ۶ــ۵ــ حسگر G : حسگر G برروی کنسول وسط قرار گرفته است، که مطابق با شتاب‌گیری و کاهش سرعت خودرو یک ولتاژ خروجی به ECU ارسال می‌نماید.

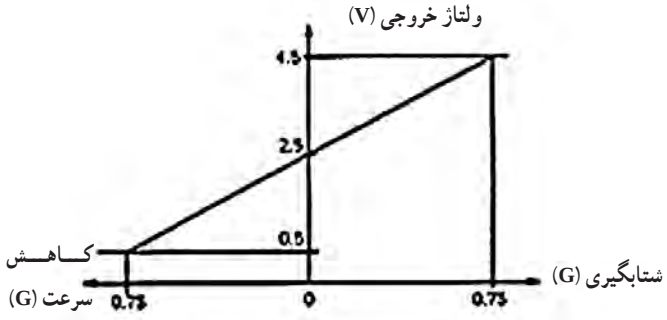


سمت جلو خودرو

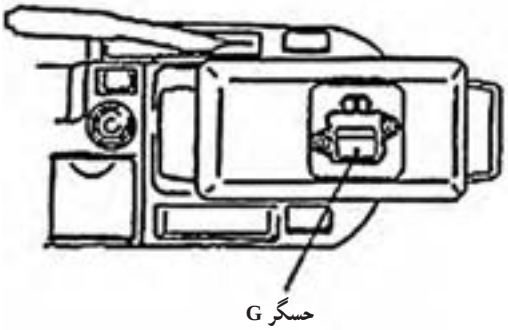


حسگرG

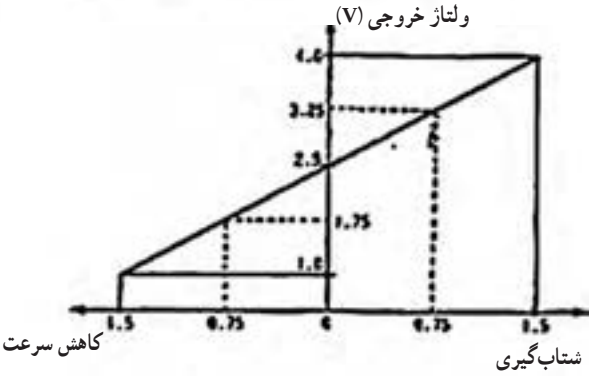


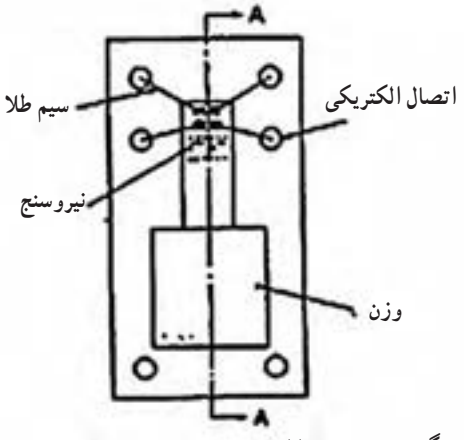


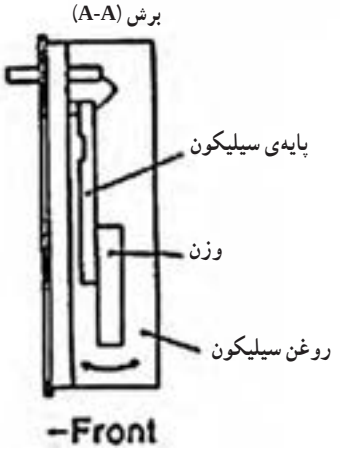
شکل ۲۶ــ۵



حسگر G



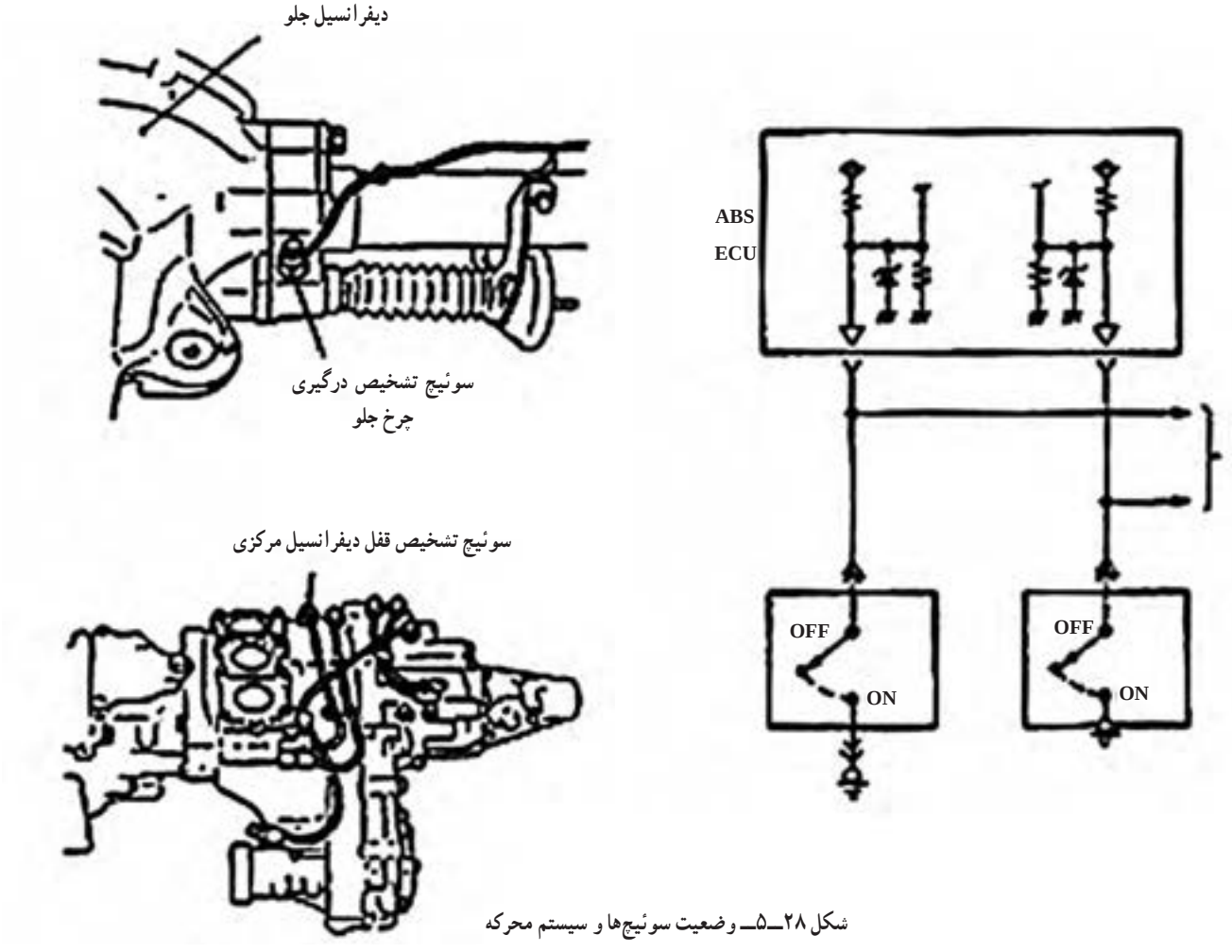




شکل ۲۷ــ۵ــ حسگر G نوع نیمه‌رسانا

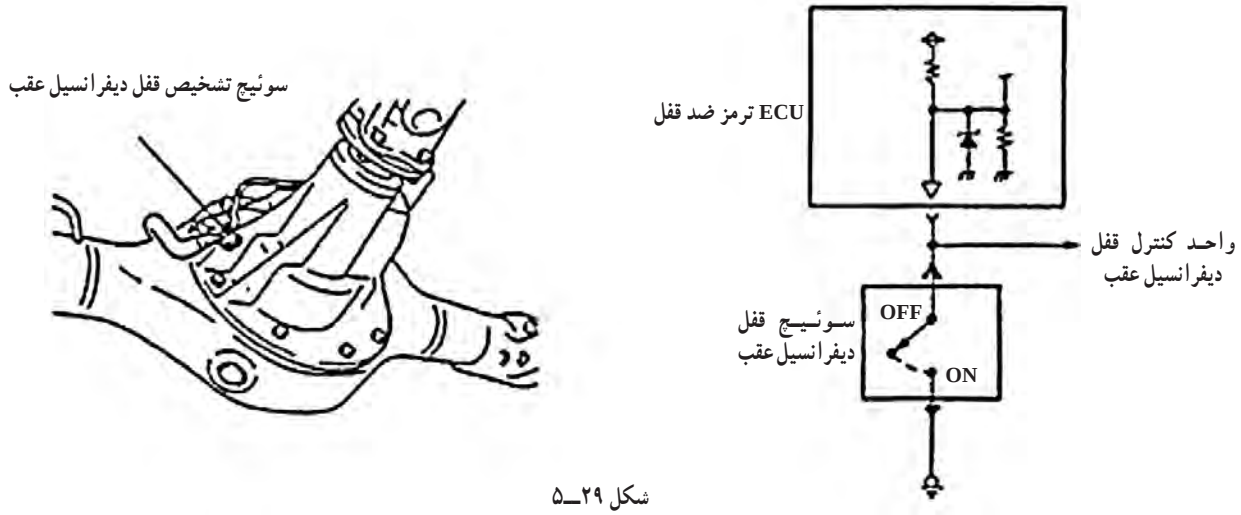
۳ــ۶ــ۵ــ سوئیچ تشخیص درگیری چرخ جلو و سوئیچ تشخیص قفل دیفرانسیل مرکزی : این دو سوئیچ، در ارتباط با سیستم انتخاب، حالت برتر 4WD (super select) و سیگنال وضعیت رانندگی را به ECU سیستم ترمز ضد قفل می‌فرستد. در پاسخ به این سیگنال، ECU سیستم ترمز ضد قفل یک حالت مناسب با شرایط رانندگی را انتخاب می‌کند.

	2WD	4WD	
		قفل دیفرانسیل مرکزی در حالت آزاد	قفل دیفرانسیل مرکزی درحالت قفل
سوئیچ تشخیص درگیری چرخ‌های جلو	OFF	ON	ON
سوئیچ تشخیص قفل دیفرانسیل مرکزی	OFF	OFF	ON



شکل ۲۸ــ۵ــ وضعیت سوئیچ‌ها و سیستم محرکه

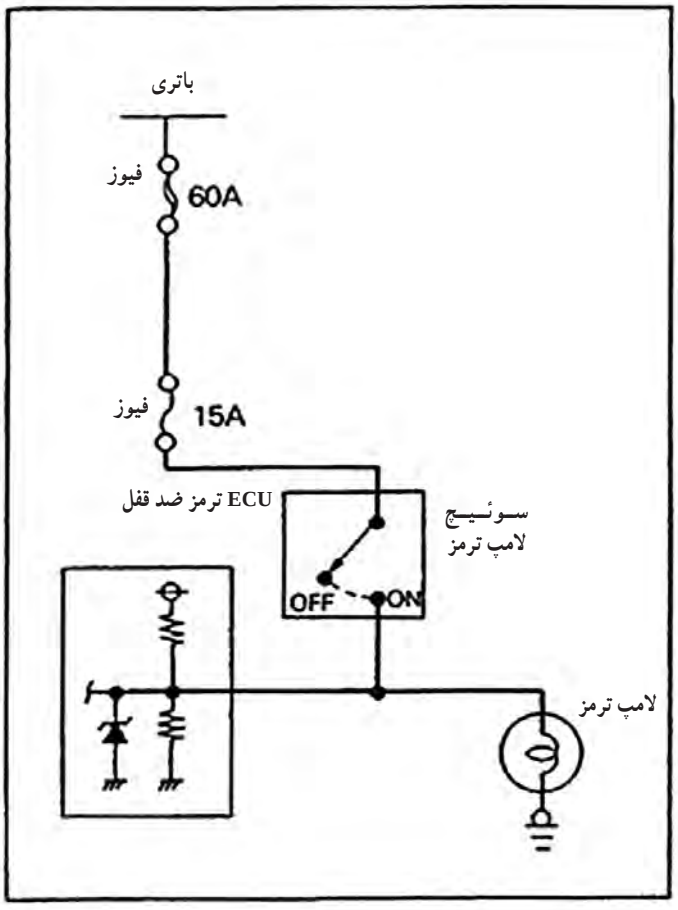
۴ــ۶ــ۵ــ سوئیچ تشخیص قفل دیفرانسیل عقب : سوئیچ تشخیص قفل دیفرانسیل عقب، در ارتباط با سیستم قفل دیفرانسیل عقب، یک سیگنال ON به ECU ترمز ضد قفل زمانی، که دیفرانسیل عقب در حالت قفل قرار دارد، می‌فرستد. زمانی که در حالت خلاص قرار دارد، سوئیچ یک سیگنال OFF به ECU سیستم ترمز ضد قفل می‌فرستد. در پاسخ به این سیگنال، ECU ترمز ضد قفل برای جلوگیری از قفل شدن چرخ‌های عقب کنترل ترمز ضد قفل را تصحیح می‌نماید.



شکل ۲۹ــ۵

۵ــ۶ــ۵ــ سوئیچ لامپ ترمز : زمانی که پدال ترمز فشرده می‌شود، سوئیچ لامپ ترمز در حالت ON قرار می‌گیرد. هنگامی‌که پدال ترمز رها می‌شود سوئیچ در حالت OFF قرار می‌گیرد. زمانی که سوئیچ در حالت ON قرار دارد ولتاژ خروجی به ولتاژ باتری (زیاد) می‌رسد و زمانی‌که سوئیچ در حالت OFF قرار می‌گیرد ولتاژ به صفر می‌رسد.

این ولتاژ، به ECU برای تشخیص این‌که چه زمانی پدال فشرده می‌شود یا خیر، فرستاده می‌شود. ECU از این اطلاعات برای کمک به کنترل سیستم ترمز ضد قفل استفاده می‌کند.



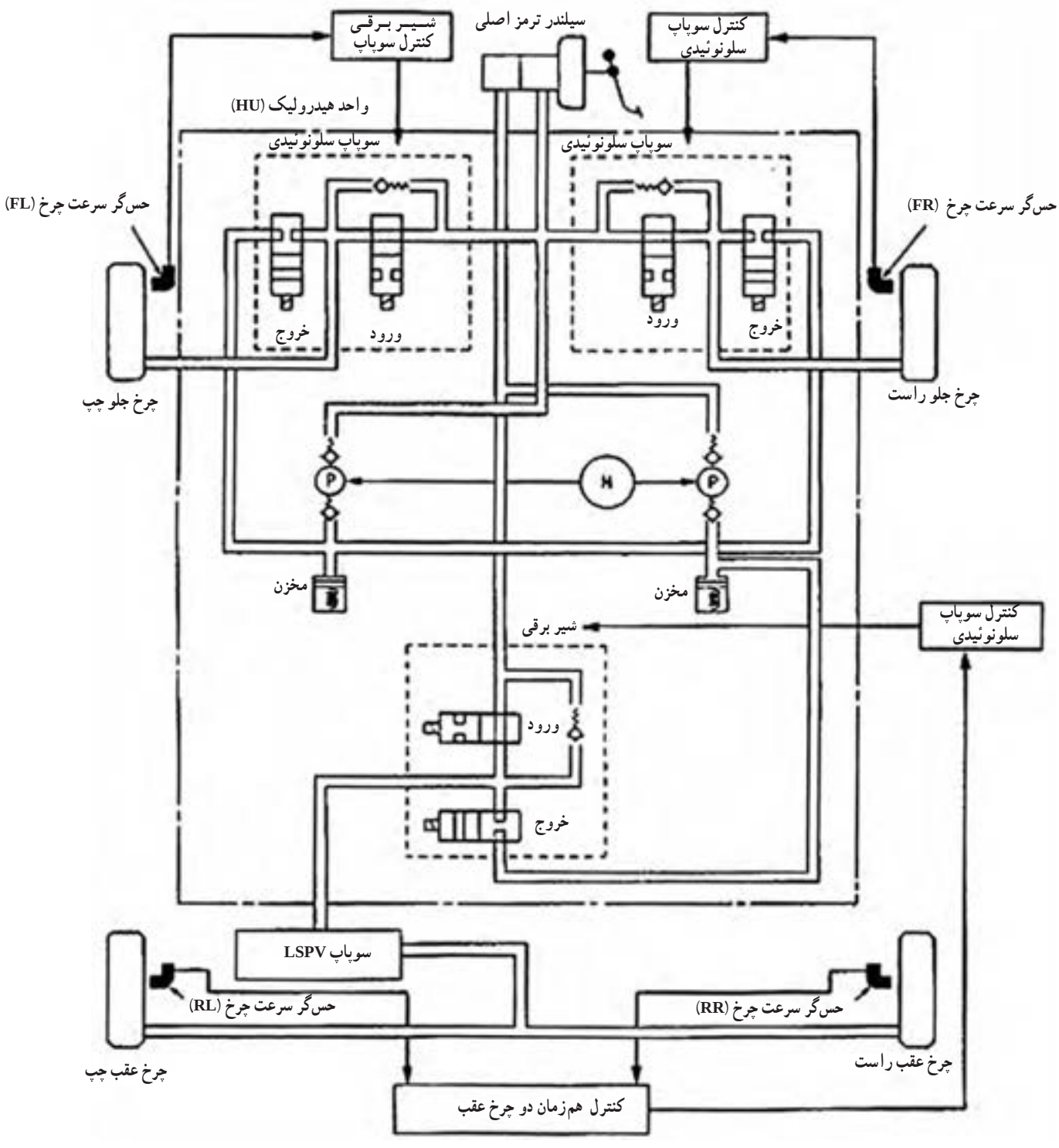
شکل ۳۰ــ۵

۶ــ۶ــ۵ــ کنترل فشار روغن ترمز

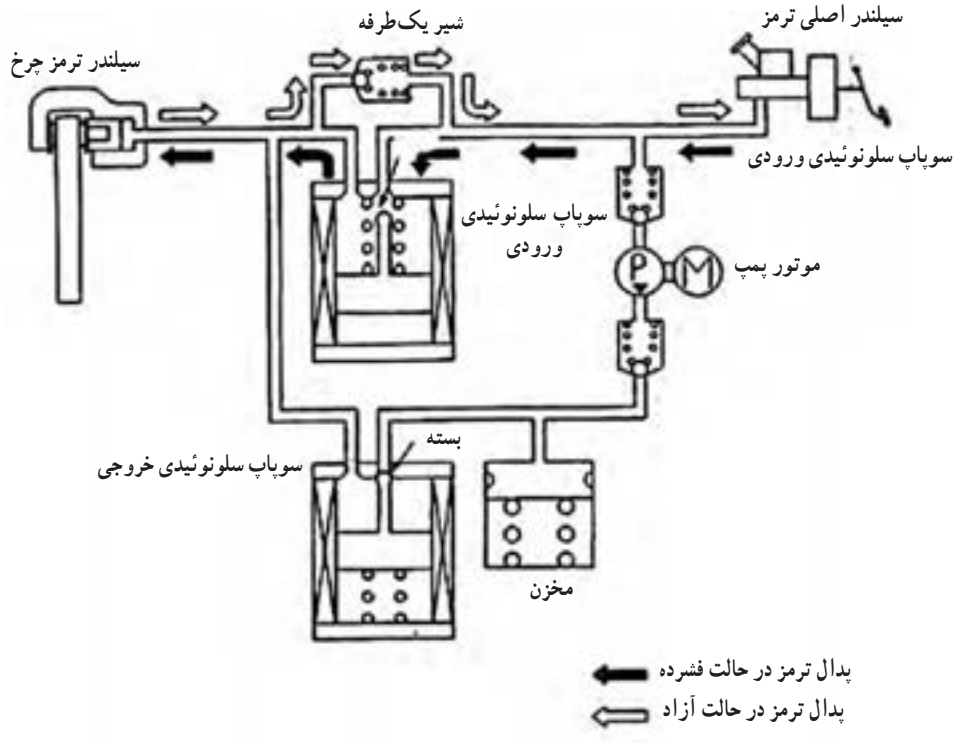
(کنترل چهارچرخ) : کنترل سیم ترمز ضد قفل یک سیستم کنترل سه کاناله است. براساس این کنترل، دیگر کنترل‌های ماشین تک دیفرانسیل و دو دیفرانسیل تحت کنترل در می‌آیند.

2WD (تک دیفرانسیل) یا حالت 4WD (دو دیفرانسیل)

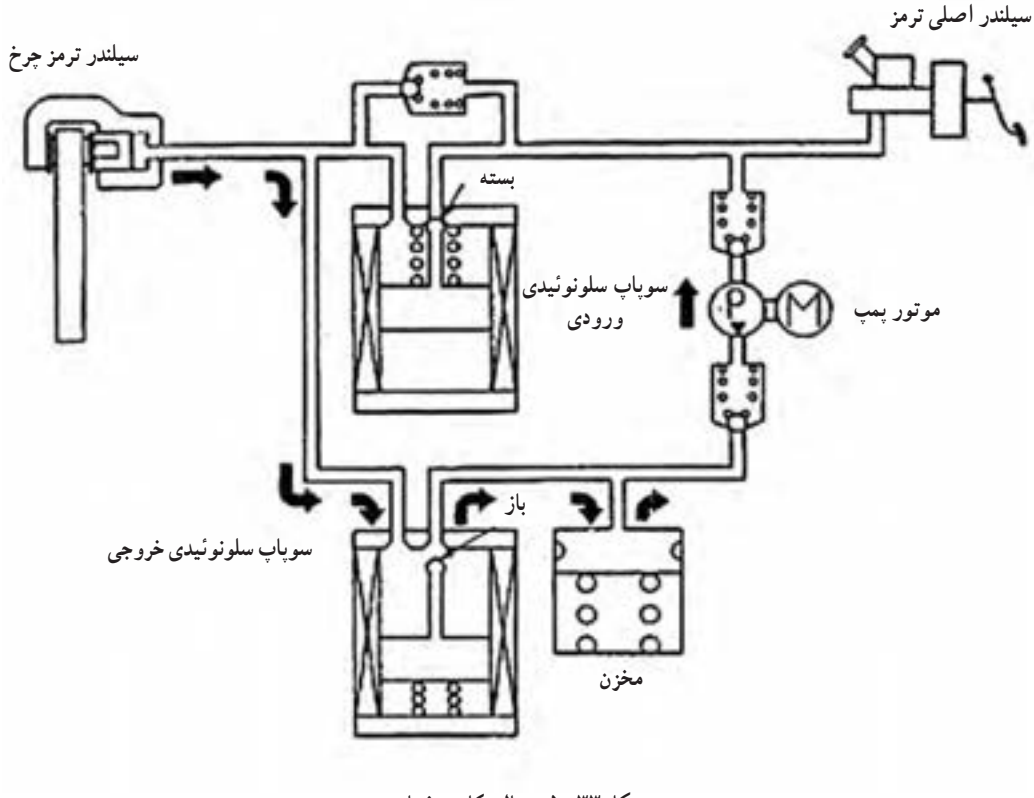
در این حالت سیستم ترمز ضد قفل، کنترل چرخ های جلوی چپ و راست را به‌صورت مستقل تحت کنترل می‌گیرد و چرخ‌های عقب به‌صورت یک‌پارچه به روش کنترل هم‌زمان دوچرخ تحت کنترل درمی‌آیند.



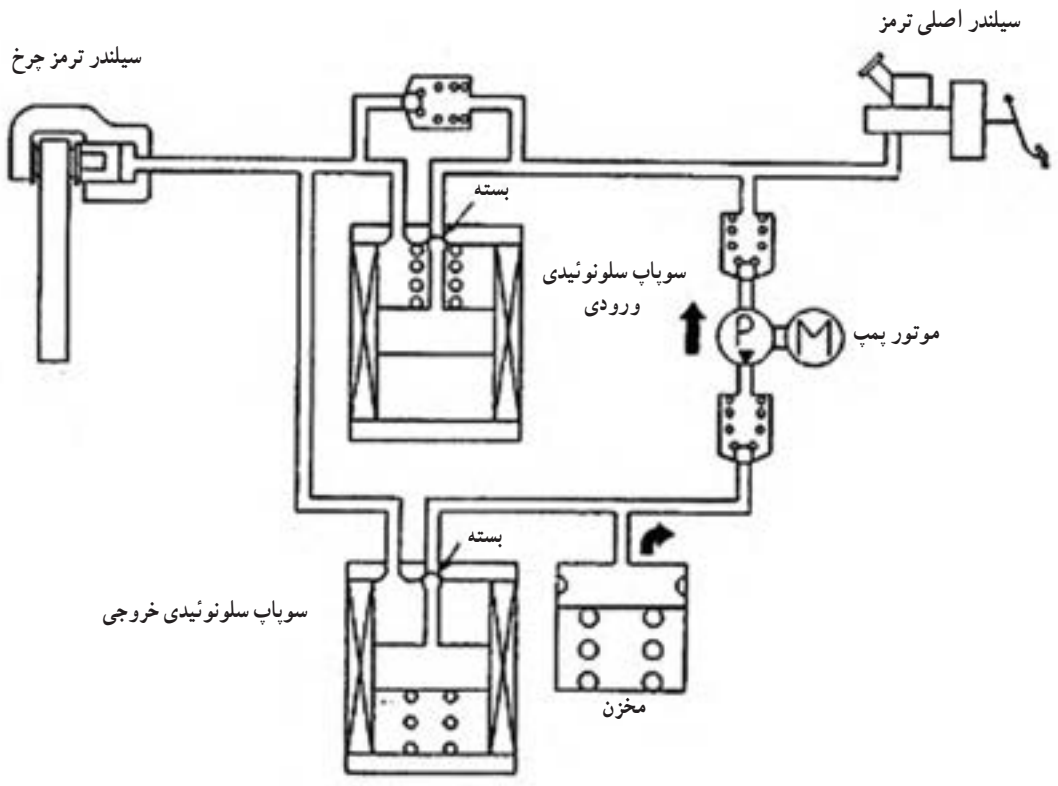
شکل ۳۱ــ۵ــ دیاگرام عملکردی فشارروغن سیستم ترمز ضد قفل



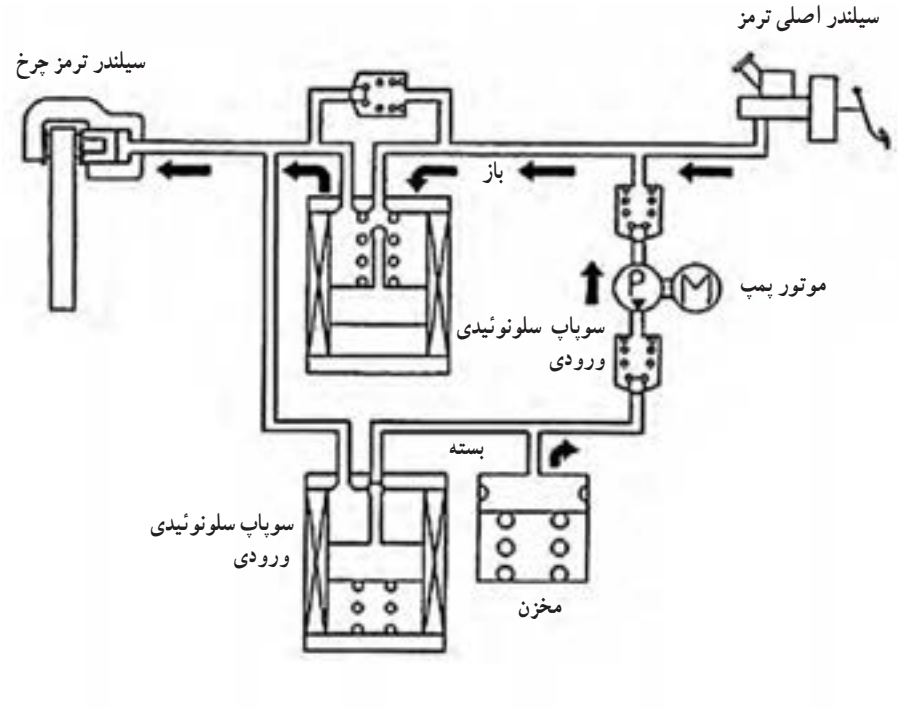
شکل ۳۲ــ۵ــ عملکرد سیستم ترمز



شکل ۳۳ــ۵ــ حالت کاهش فشار



شکل ۳۴ــ۵ــ حالت ثابت نگه‌داشتن فشار



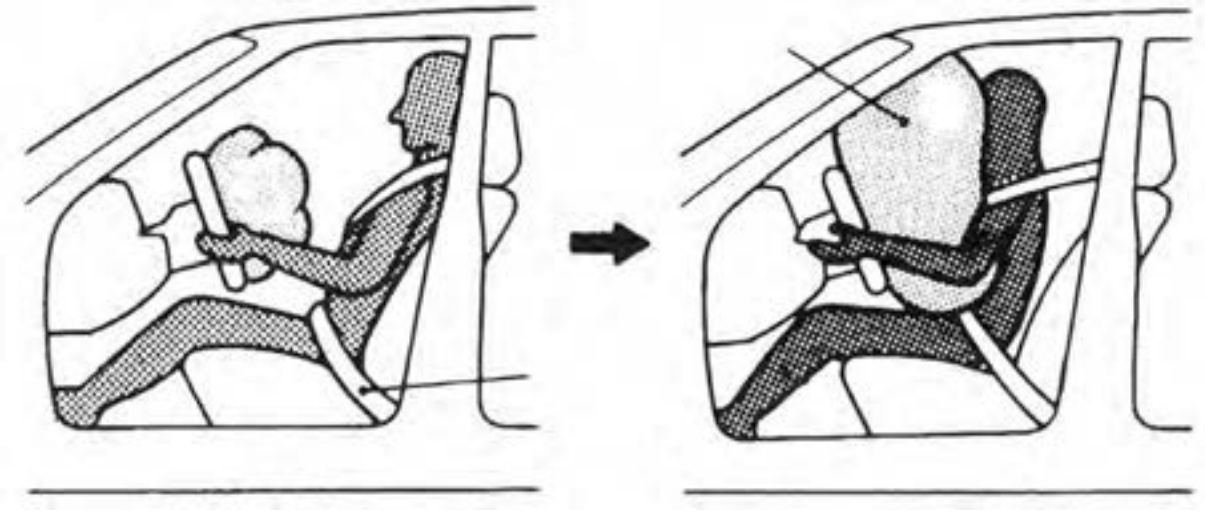
شکل ۳۵ــ۵ــ حالت افزایش فشار

۷ــ۵ــ سیستم کیسه‌ی هوا (Air-Bag)

مقدمه : این سیستم به‌گونه‌ای برای راننده و سرنشین جلو طراحی شده است تا به‌صورت مکمل با کمربند صندلی، در کاهش خطر و شدت صدمات جسمی وارد بر راننده و سرنشین جلو (از طریق بازشدن و گسترش کیسه‌ی هوا در اثر تصادفات از سمت جلوی خودرو) مؤثر واقع شود.

کیسه‌ی هوا، کیسه‌ای است که با ورود گاز به آن افزایش حجم پیدا می‌کند و در نتیجه آن شتاب و ضربه برخورد سرنشین را کاهش می‌دهد. این سیستم یک سیستم ایمنی غیر فعال است و در زمان تصادف و برخورد عمل می‌نماید. گازهای مورد استفاده در این سیستم عبارتند از : هوای فشرده، نیتروژن، فریون، دی اکسیدکربن، مخلوط آب و پتاسیم (KH_2O). به‌طورکلی پاسخ و عملکرد کیسه‌ی هوا (به‌عنوان یکی از اجزای سیستم تکمیلی ایمنی) باید به‌گونه‌ای باشد تا در حوادث ناگهانی در زمان بسیار کوتاهی، ایمنی سرنشین را فراهم نماید.

در ادامه رفتار کیسه‌ی هوا در فاصله‌های زمانی گوناگون مورد بررسی قرار گرفته است.



شکل ۳۶ــ۵

۱ــ۷ــ۵ــ عملکرد کیسه‌ی هوا (درحالت برخورد از جلو با سرعت ۵۰ km/h)

۱ــ عملکرد کیسه‌ی هوا در حدود ۱۵ میلی ثانیه بعد از برخورد : اگر یک ضربه‌ی شدید در اثر برخورد توسط یکی از حسگرهای «حسگر G» یا «حسگر برخورد» شناسایی شود، تقریباً بعد از ۱۰ میلی ثانیه پس از برخورد، یک سیگنال از واحد شناسایی سیستم نگهدار ایمنی[1] ارسال می‌شود. بعد از ۳ میلی ثانیه از سیگنال جرقه‌زن، تولید گاز در کیسه شروع می‌شود.

شکل ۳۷ــ۵

۱ــ سیستم حفظ ایمنی یا تکمیلی Safty Restraint System (SR) یا Suplementry Restraint System

۲ــ تقریباً بعد از ۲۰ میلی ثانیه پس ازبرخورد، کیسه‌ی هوا جمع می‌شود و در زیر کاور فرمان شروع به بادشدن می‌کند، کاور فرمان می‌شکند و کیسه‌ی هوا بیرون می‌آید.

شکل ۳۸ــ۵

۳ــ بعد از ۳۵ میلی ثانیه، کیسه‌ی هوا باد شده سینه‌ی سرنشین را لمس می‌کند.

شکل ۳۹ــ۵

۴ــ بعد از ۴۰ میلی ثانیه، کیسه‌ی هوا کاملاً باد خواهد شد.

شکل ۴۰ــ۵

۵ــ بعد از ۵۵ میلی ثانیه، فشار حاصل از برخورد کیسه‌ی هوا با سرنشین باعث می‌شود که باد از دو سوراخ عقبی مدول خارج شود و خالی شدن باد، فشار کیسه‌ی هوا بر سرنشین را کاهش می‌دهد.

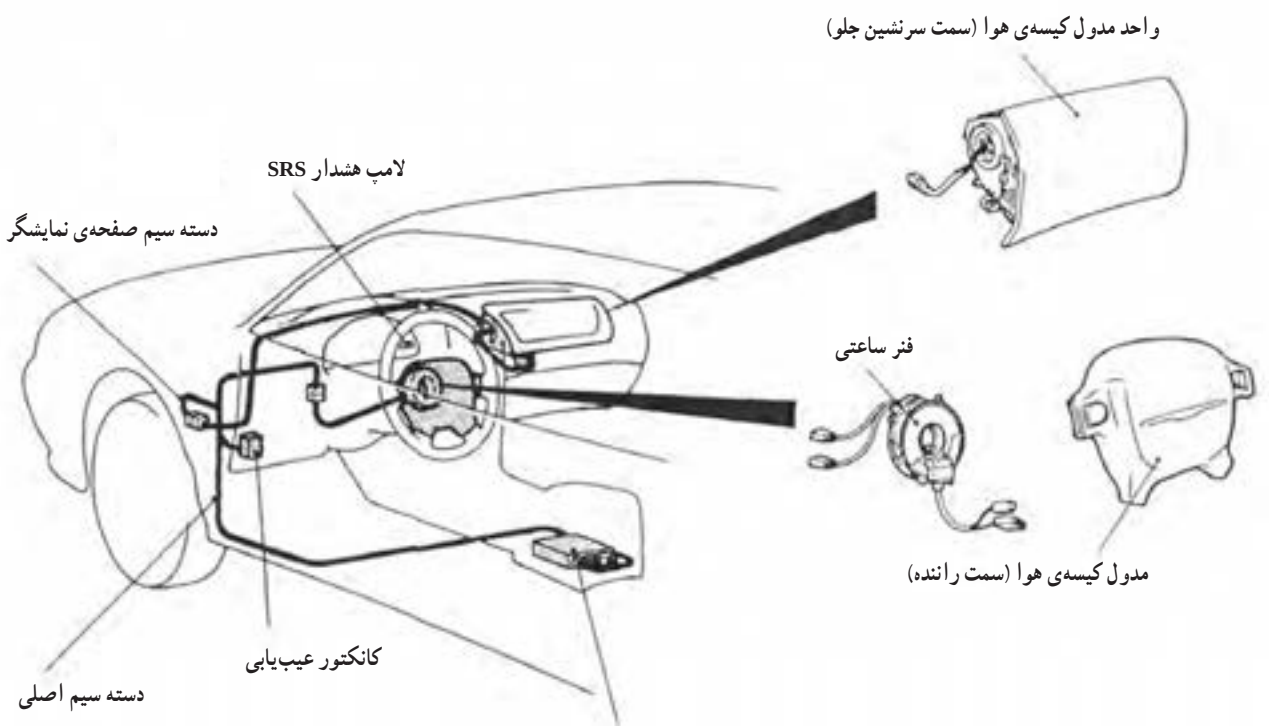
شکل ۴۱ــ۵

۶ــ بعد از ۱۰۵ میلی ثانیه که کیسه‌ی هوا تصادم را تحمل کرده است، کاملاً خالی می‌شود و سرنشین پدیدار می‌گردد.

شکل ۴۲ــ۵

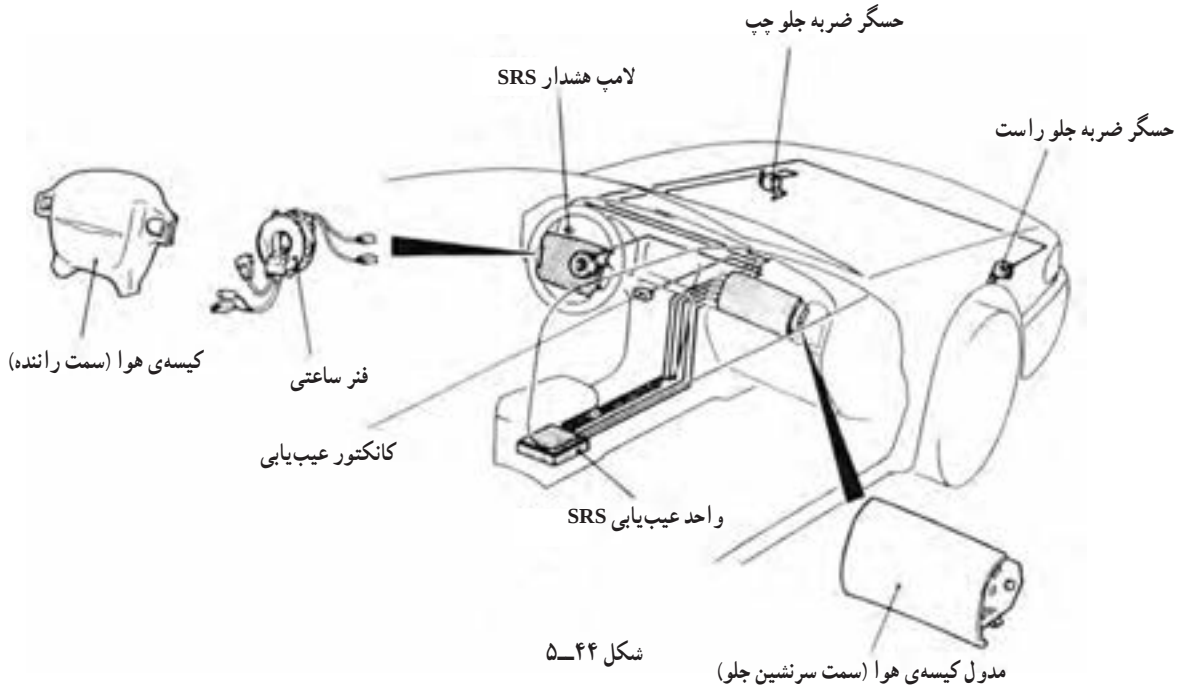
۲ــ ۷ــ۵ــ انواع سیستم (کیسه‌ی هوا) : دو نوع سیستم کیسه‌ی هوا وجود دارد.

نوع تک نقطه‌ای: این نوع سیستم الکترونیکی از دو مدول کیسه‌ی هوا، یکی در وسط فرمان و دیگری در داشبورد (شامل کیسه ی هوا خالی و واحد باد کننده) تشکیل می‌شود. واحد کنترل سیستم الکترونیکی کیسه‌ی هوا در زیر کفی کنسول قرار گرفته که شامل حسگر شدت ضربه و حسگر G است. چراغ هشدار دهنده‌ی کیسه‌ی هوا در پانل جلوی ماشین قرار دارد و وضعیت عملکردی سیستم آن را نشان می‌دهد. فنر ساعتی در قسمت فرمان قرار دارد.



شکل ۴۳ــ۵

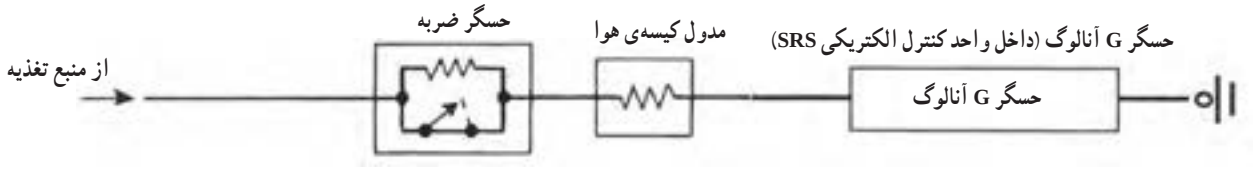
نوع چند نقطه‌ای: این نوع شامل حسگر ضربه در قسمت جلوی چپ و راست است. مدول کیسه‌ی هوای راننده در وسط فرمان قرار گرفته و برای سرنشین در جلوی داشبورد. هر یک از این مدول‌ها دارای یک کیسه‌ی هوای غیر باد شده و یک واحد بادکننده است. سیستم الکترونیکی، هم‌چنین شامل واحد شناسایی آن در زیر کفی است. چراغ هشداردهنده‌ی سیستم در پانل جلو وضعیت عملکردی کیسه‌ی هوای را نشان می‌دهد. فنر ساعتی نیز در پشت فرمان قرار دارد.



شکل ۴۴ــ۵

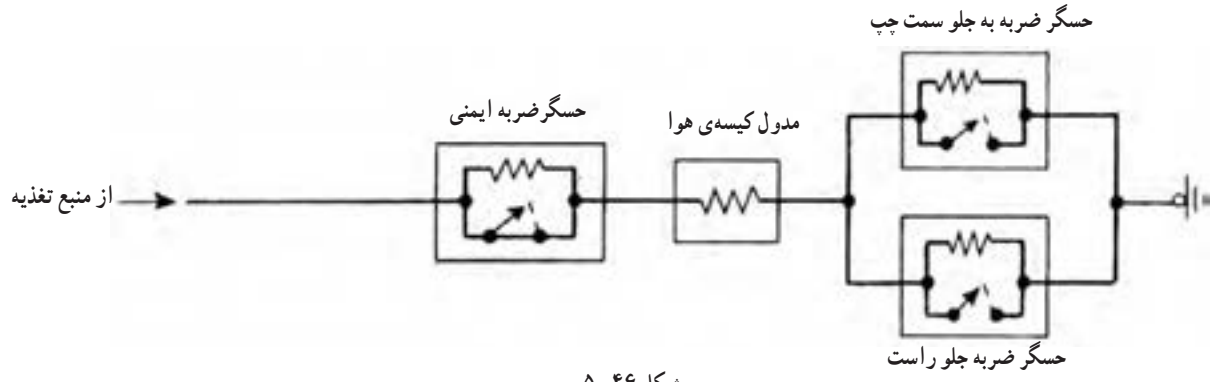
۳ــ۷ــ۵ــ حسگر G شتاب و حسگر ضربه :

نوع تک نقطه‌ای : تشکیل شده است از یک حسگر G آنالوگ، حسگر شدت ضربه و کیت اندازه گیری کننده ی شدت تصادف که به واحد کنترل سیستم الکترونیکی کیسه‌ی هوا متصل‌اند. کیت اندازه‌گیری کننده‌ی شدت تصادف، حسگر G آنالوگ را کنترل می‌کند و در زمانی که ضربه‌ای بیش از موارد پیش فرض را حس نماید یک سیگنال محرک ارسال می‌کند. در این حال حسگر شدت ضربه در وضعیت ON قرار می‌گیرد تا کیسه‌ی هوا را فعال نماید.



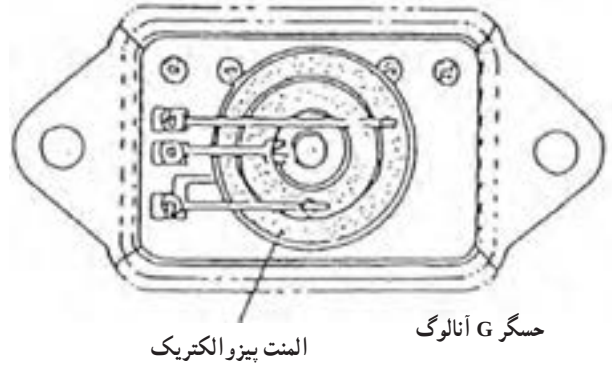
شکل ۴۵ــ۵

نوع چند نقطه‌ای : دو نوع مختلف از حسگر مورد استفاده قرارمی‌گیرد. حسگر جلویی شدت ضربه و حسگر چاشنی. یک حسگر چاشنی در واحد شناسایی سیستم الکترونیکی تعبیه شده است. حسگرهای شدت ضربه‌ی چپ و راست به‌صورت موازی به‌هم متصل‌اند. حسگر شدت ضربه‌ی جلویی به‌صورت سری با حسگر چاشنی در ارتباط است. اگر یک تصادف وضعیت هر یک از حسگرهای جلویی و حسگرچاشنی را به‌صورت ON درآورد کیسه‌ی هوا عمل خواهد کرد.



شکل ۴۶ــ۵

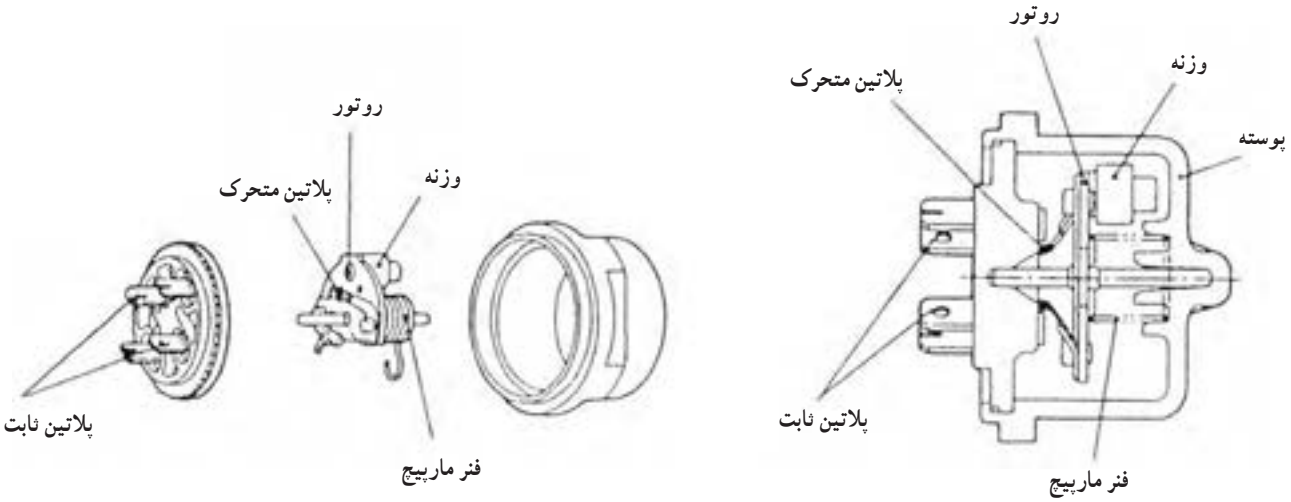
حسگر G آنالوگ : وقتی اثر یک تصادف، به حسگر می رسد، المنت پیزوالکتریک عمل خواهد کرد و یک ولتاژ آنالوگ را تولید می‌کند. حسگر هم‌چنین یک سیستم خود ارزیاب دارد که عملکرد خود را تأیید می‌کند.



شکل ۴۷ــ۵

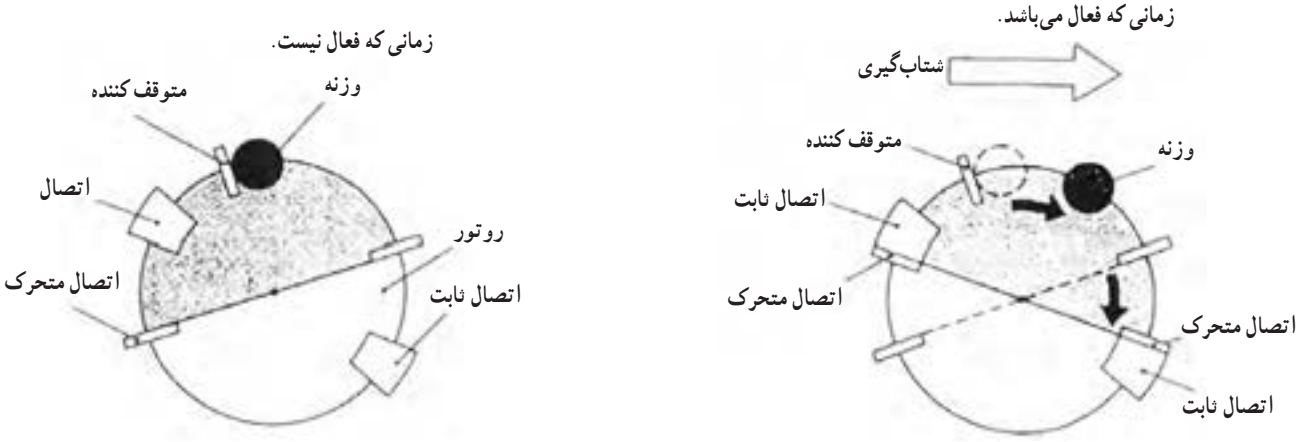
حسگر جاشنی و حسگرهای شدت ضربه‌ی جلویی:

۱ــ نوع روتــوری: حسگر از یک سری اجـزای متحرک، یک روتور با نگه‌دارنده و فنر لول، اجزای ثابت و پوسته تشکیل شده است.



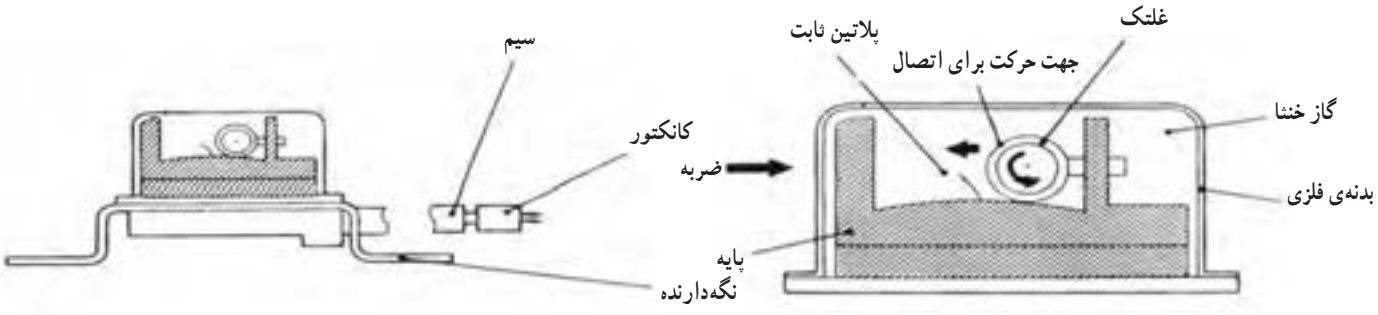
شکل ۴۸ــ۵

در زمان عادی نگه‌دارنده برروی روتور در مقابل فشار فنر لول مقاومت می‌کند و اجزای ثابت و متحرک را از هم دور نگه می‌دارد. وقتی یک ضربه‌ی شدید احساس شود این نگه‌دارنده دیگر جلوی فشار فنر لول را نمی‌گیرد و اجازه می‌دهد تا اجزای متحرک و ثابت با یکدیگر برخورد کنند و سیگنال ON فرستاده شود.



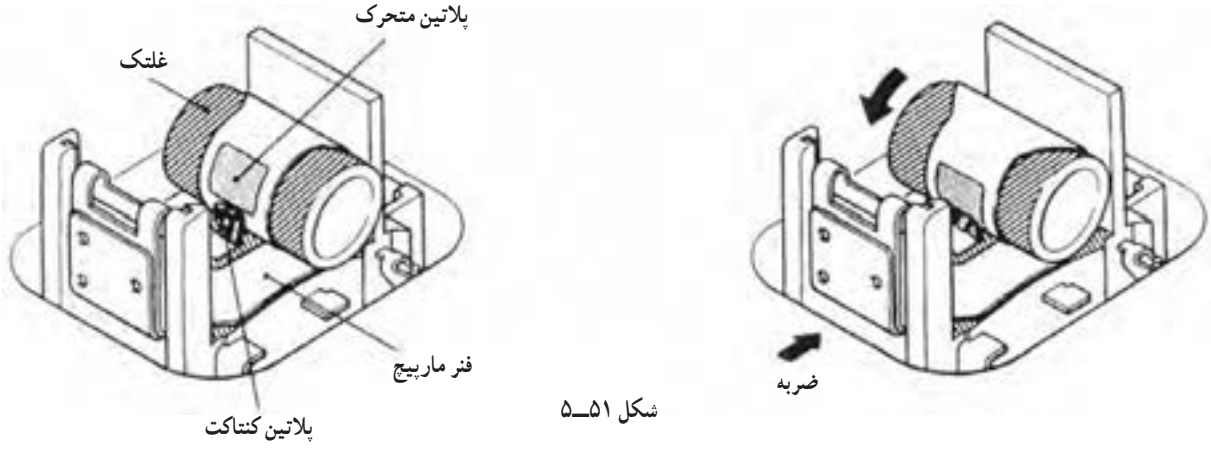
شکل ۴۹ــ۵

۲ــ نوع غلتکی: حسگر از یک قسمت متحرک (یک فنر پیچیده شده در یک میله)، یک قسمت ثابت (که در سر راه قسمت متحرک قرار دارد)، یک پایه و یک جعبه‌ی فلزی تشکیل شده است. تنها برای افزایش ضریب اطمینان قسمت‌های متحرک/ ثابت با طلا پوشیده شده‌اند و جعبه‌ی فلزی با یک گاز خنثی پر شده است.



شکل ۵۰ــ۵

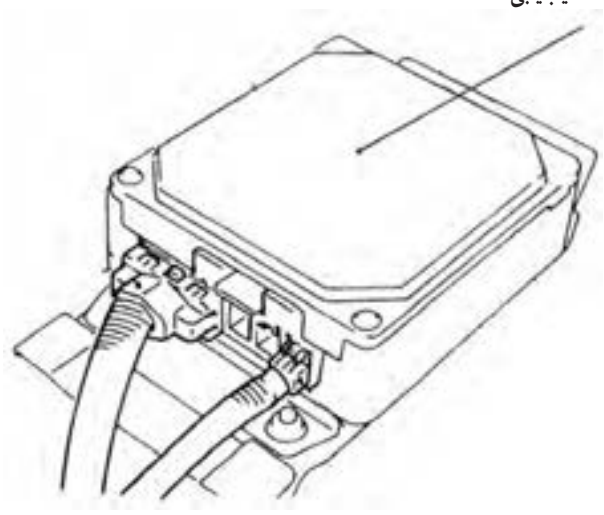
اگر یک ضربه، بیش از حد پیش فرض اتفاق بیفتد، میله شروع به حرکت می‌کند و اجزای ثابت و متحرک با یکدیگر مرتبط می‌شوند و سیگنال ON حاصل می‌شود.



شکل ۵۱ــ۵

۴ــ۷ــ۵ــ سیم ایمنی تکمیلی (SRS) : این واحد حسگرها، محترق کننده‌ها، سیم‌کشی‌ها، خازن، ولتاژ باتری و ... را کنترل می‌کند. اگر مشکلی را شناسایی کند چراغ هشدار سیستم ایمنی تکمیلی را روشن می‌کند تا راننده متوجه شود. هم‌چنین دلیل بروز مشکل و مدت زمان آن را به‌خاطر می‌سپارد. خازن به‌صورت یک منبع ذخیره‌ی انرژی الکتریکی عمل می‌کند تا زمانی که حتی سیم‌کشی از باتری در اثر تصادف جدا شده باشد نیز، بتواند واحد بادکننده را تغذیه نماید تا کیسه‌ی هوا را باد کند.

هیچ‌گاه سیستم ایمنی تکمیلی (SRS) را مونتاژ نکنید.



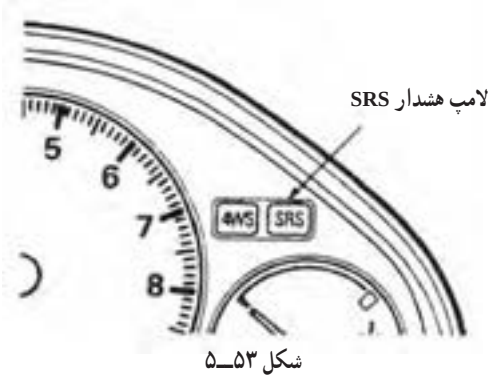
شکل ۵۲ــ۵

سیستم ایمنی تکمیلی (SRS)، سیم کشی ها و اجزای کیسه‌ی هوا را چک می‌کند تا مطمئن شود که آن‌ها به خوبی کار می‌کنند. در زمان روشن کردن ماشین، چراغ این سیستم در پانل برای مدت ۷ ثانیه شروع به چشمک‌زدن می‌کند که نشان‌دهنده‌ی عملکرد صحیح آن است. در هر یک از حالت‌های زیر بررسی فوری انجام دهید :

۱ــ چراغ اصلاً روشن نشود.

۲ــ بیش‌تر از ۷ ثانیه روشن بماند.

۳ــ در زمان رانندگی روشن شود.



شکل ۵۳ــ۵

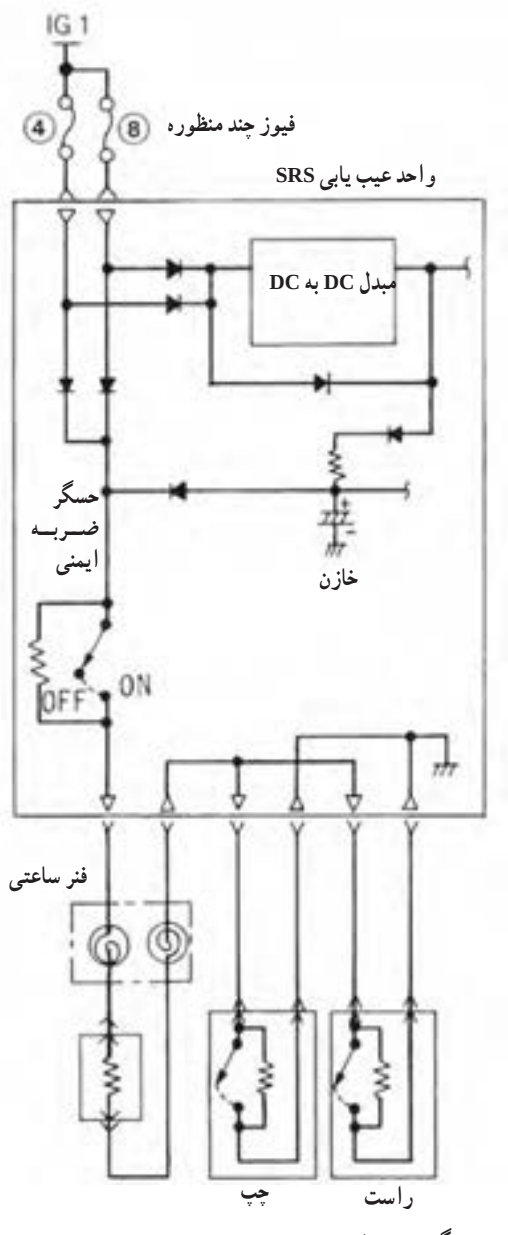
۵ــ۷ــ۵ــ منبع تغذیه‌ی انرژی واحد منبسط کننده :

این انرژی از طریق دو شبکه تغذیه می‌شود : باتری و خازن (برای بیش‌تر از ۰/۵ ثانیه از طریق خازن)

۱) به کمک دو منبع مستقل از طریق باتری (فیوز ۴ و ۸) اگر ولتاژ بین ارتباط دهنده‌های ترمینال و بدنه بیش‌تر از ۹ ولت باشد واحد بادکننده کار خواهد کرد.

۲) ولتاژ مدار IG_1 به‌وسیله‌ی یک تقویت کننده DC به DC تا ۲۵ ولت تقویت می‌شود تا ولتاژ بیش‌تری را نسبت به ولتاژ گفته شده در بالا (۹ ولت) برای شارژ خازن، که انرژی جرقه‌زن را تأمین می‌کند، به‌وجود بیاورد.

توجه : اگر سیستم ایمنی تکمیلی (SRS) باید مورد تعمیر قرار گیرد یا قطعه‌ای از آن تعویض گردد حتماً کابل (–) باتری را جدا کنید و بیش از ۶۰ ثانیه منتظر بمانید، قبل از این‌که کار را شروع کنید.



شکل ۵۴ــ۵

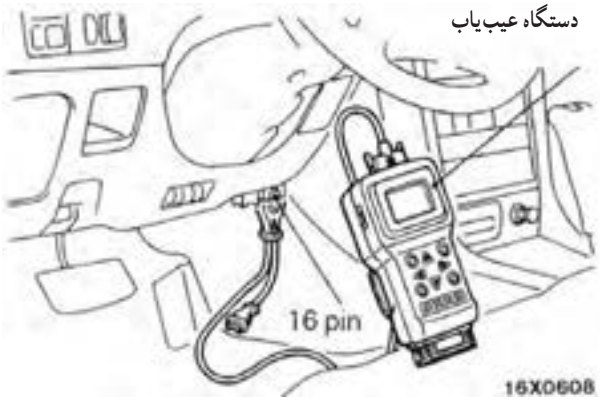
۶ــ۷ــ۵ــ عملکرد دستگاه عیب یابی : دستگاه عیب‌یاب، زمانی که سوئیچ جرقه در وضعیت ON است، عمل می‌کند و تنها در زمان استارت‌زدن عمل نمی‌کند. اگر یک خطا شناسایی شود چراغ سیستم ایمنی تکمیلی (SRS) شروع به چشمک‌زدن می‌کند.

میکروکامپیوتر یک کد شناسایی را براساس نتایج به‌دست آمده (از اندازه‌گیری‌های مدارهای مختلف) مشخص می‌کند و آن را در EEPROM ذخیره می‌نماید.

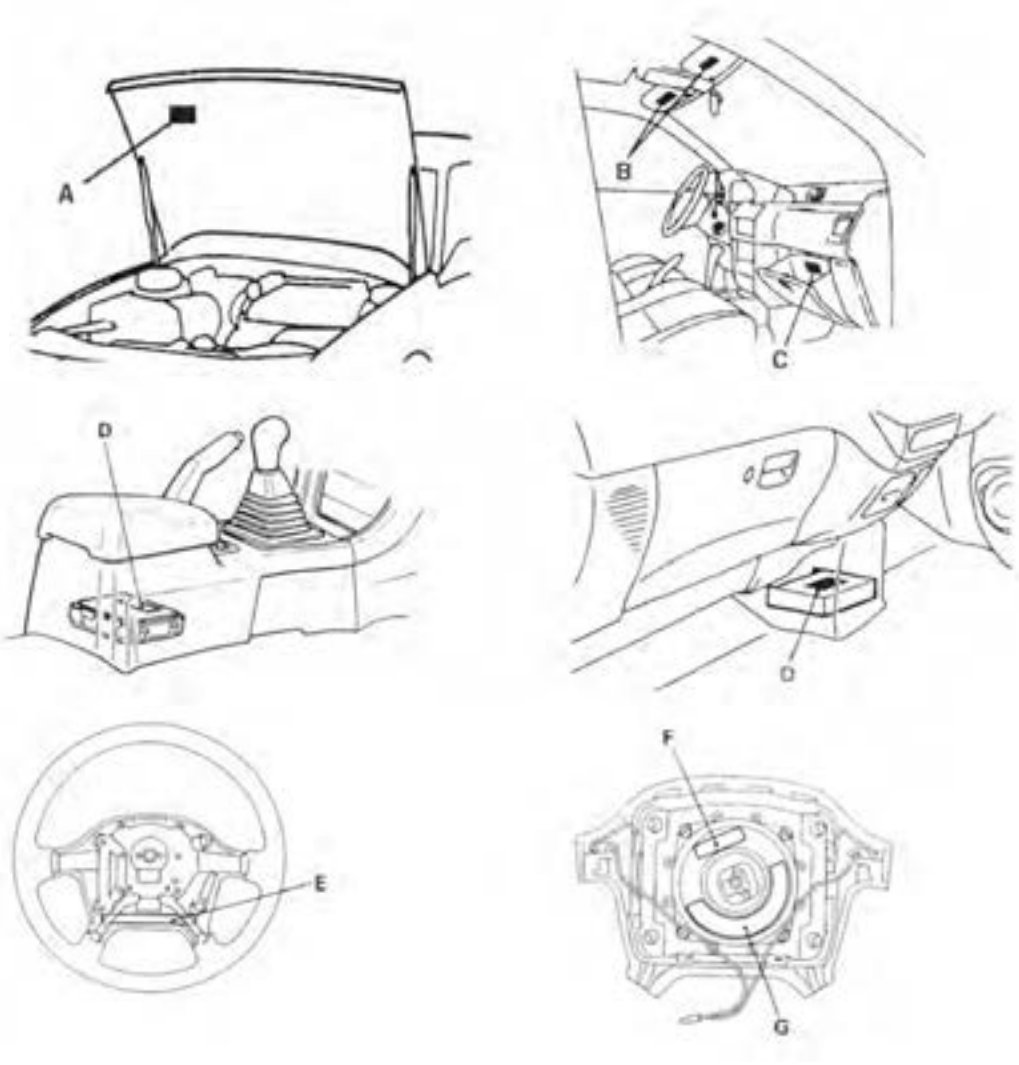
مدت زمان خرابی (مدت زمانی که چراغ خطر در وضعیت ON قرار دارد)، بعد از چند دقیقه همراه با کد شناسایی سند به صورت یک پارچه در EEPROM ذخیره می‌شود. اطلاعات ذخیره شده قابلیت ویرایش (دیدن / پاک کردن) با دستگاه عیب یاب را دارند. تعداد دفعاتی که حافظه پاک می‌شود در EEPROM ذخیره می‌شود تا تاریخچه‌ای از گذشته را نشان دهد. این تاریخچه نیز، مانند اطلاعات دیگر، قابلیت خواندن را با دستگاه عیب‌یاب دارد.

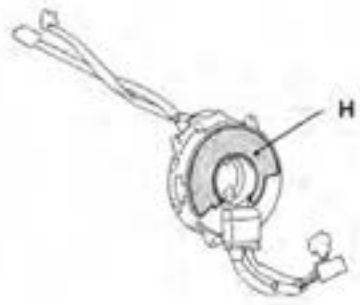
توجه : هر وقت که ایرادی شناسایی می‌شود چراغ هشدار دهنده‌ی سیستم ایمنی تکمیلی (SRS) روشن می‌ماند حتی اگر سیستم کیسه‌ی هوا به‌صورت طبیعی کار کند تا زمانی که کد شناسایی پاک شود.

تعداد برچسب های هشدار مربوط به سیستم (SRS) را می‌توانید در شکل‌های زیر مشاهده کنید.



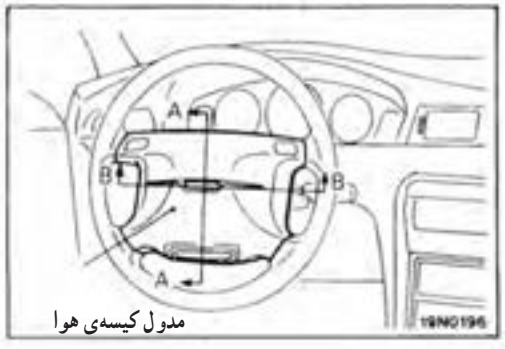
شکل ۵۵ــ۵



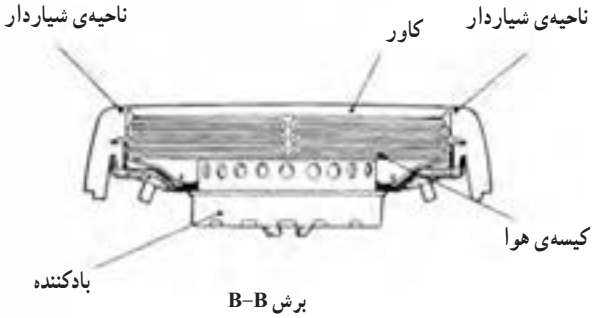


شکل ۵۶ــ۵

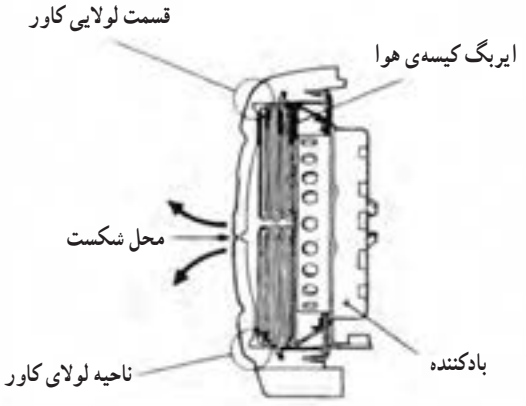
۷ــ۷ــ۵ــ مدول کیسه‌ی هوا : مدول کیسه‌ی هوا از آن‌ها تشکیل شده است.
یک عدد کیسه، یک درپوش، بادکننده و بعضی قطعات محافظ



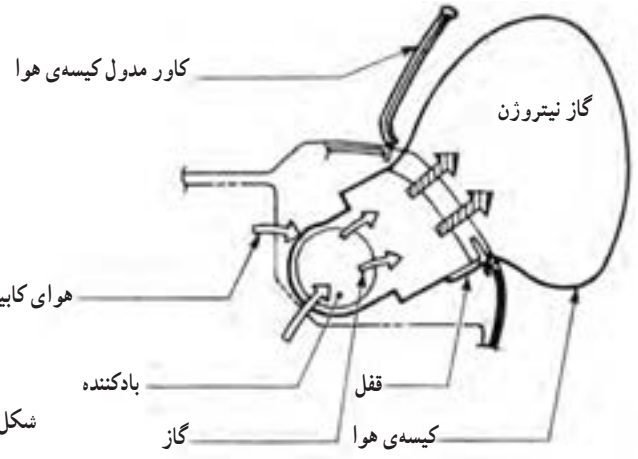
(کیسه‌ی هوای سمت راننده)



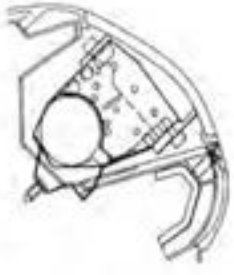
برش B–B



مسیر جداشدن کاور



کیسه‌ی هوای سمت سرنشین جلو

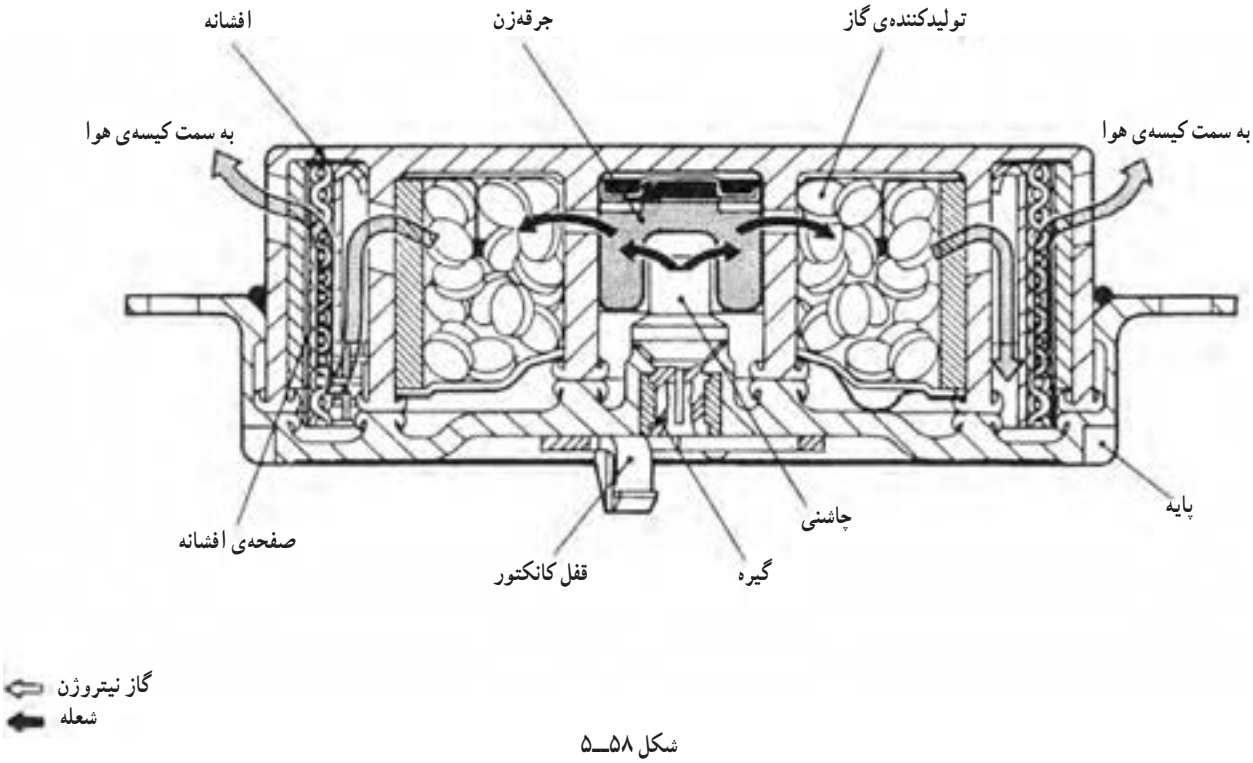


شکل ۵۷ــ۵

ساختمان کیسه‌ی هوا : کیسه‌ی هوا ایربگ[1] از نایلون ساخته شده و در مرکز فرمان جمع شده است. کیسه‌ی هوا با گاز نیتروژن باد می‌شود. (البته همان‌طور که ذکر شد، از انواع دیگر گازها نیز استفاده می‌شود)

پوشش کیسه‌ی هوا : پوشش آن از اورتان ساخته شده است. وقتی کیسه‌ی هوا کار می‌کند قاب روی فرمان یا داشبورد می‌شکند و اجازه می‌دهد که کیسه‌ی هوا بیرون بیاید.

۸ــ۷ــ۵ــ منبسط کننده : این قسمت از یک واحد منبسط کننده، چاشنی، تولید کننده‌ی نیتروژن و ... تشکیل شده و در یک جعبه‌ی آلومینیومی در پوسته‌ی کیسه‌ی هوا قرار گرفته است. قسمت تحتانی آن به‌وسیله ی یک ارتباط دهنده به منبع تغذیه‌ی چاشنی متصل است. اگر جریان وصل شود یک مقدار ناچیز ماده‌ی فعال کننده منفجر می‌شود و چاشنی را فعال می‌کند. گرمای به‌وجودآمده تولید کننده‌ی گاز را گرم می‌کند. انبساط منبع گاز باعث می‌شود که گاز بلافاصله تولید شود و از طریق افشانه (Diffuser) وارد کیسه‌ی هوا شود. افشانه مانند یک فیلتر و پخش کننده عمل می‌کند و باعث می‌شود گرمای گاز و هم‌چنین صدای تولید آن گرفته شود و گاز را هدایت کند.



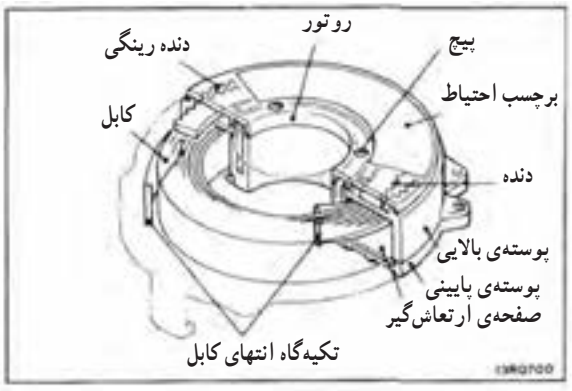
شکل ۵ــ۵۸

۹ــ۷ــ۵ــ فنر ساعتی : فنر ساعتی در بین میل فرمان (column switch Body) قرار دارد. فنر ساعتی ارتباط بین سیم‌ها را ممکن می‌سازد. ارتباط بین مدول کیسه‌ی هوا و واحد شناسایی سیستم ایمنی تکمیلی (SRS)، بین دکمه‌ی بوق و سیم‌کشی بدنه، و بین کلید ریموت کنترل و سیم‌کشی‌های بدنه.

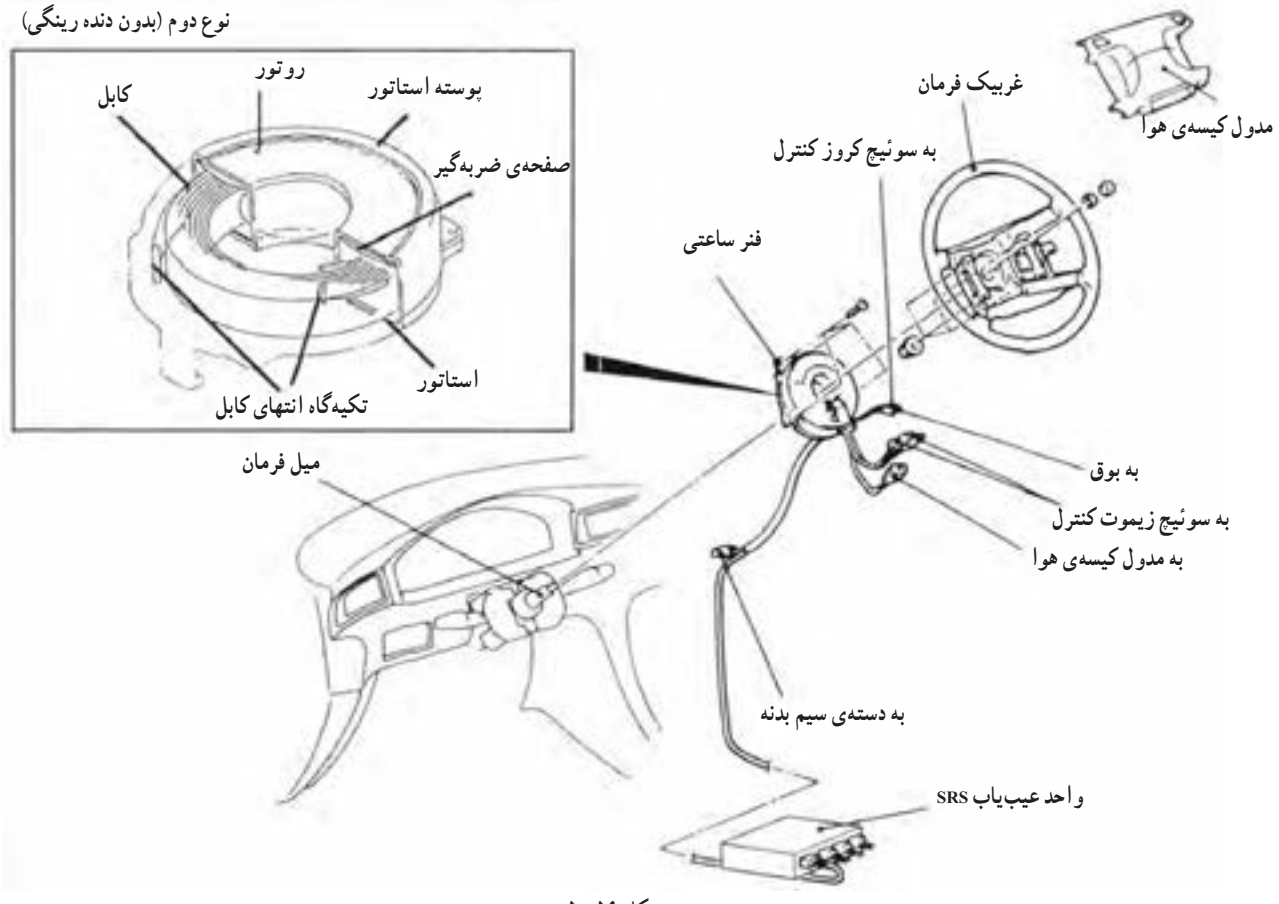
فنر ساعتی از یک مکانیزم خنثا، کابل تخت، جعبه‌ی بالایی و پایینی و روتور تشکیل شده است. کابل تخت مانند یک فنر لول پیچیده شده در مابین جعبه‌ی بالایی و پایینی ثابت نگه‌داشته شده است. به‌طوری‌که یک سر آن به روتور وصل است وسردیگر آن به جعبه‌ی بالایی. روتور به شفت فرمان متصل است، چرخش میل فرمان باعث می‌شود که روتور نیز بچرخد و این چرخش کابل را محکم‌تر یا شل‌تر می‌کند.

۱ــ Air bag

نوع اول (بادنده رینگی)

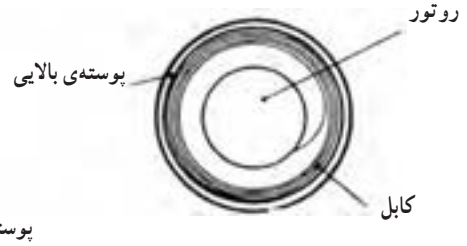


نوع دوم (بدون دنده رینگی)

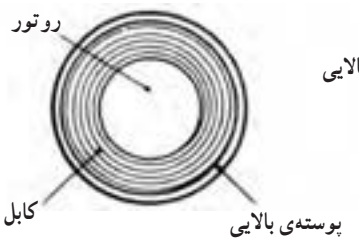


شکل ۵ــ۵۹

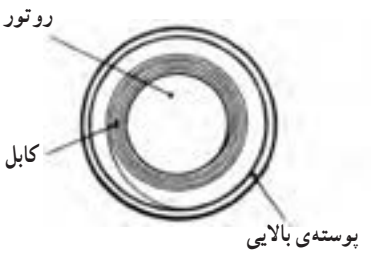
زمانی که فرمان در جهت خلاف عقربه‌های ساعت می‌چرخد



زمانی که فرمان به حالت مستقیم است



زمانی که فرمان در جهت عقربه‌های ساعت می‌چرخد



شکل ۵ــ۶۰

حالت مکانیزم خنثای فنر ساعتی :

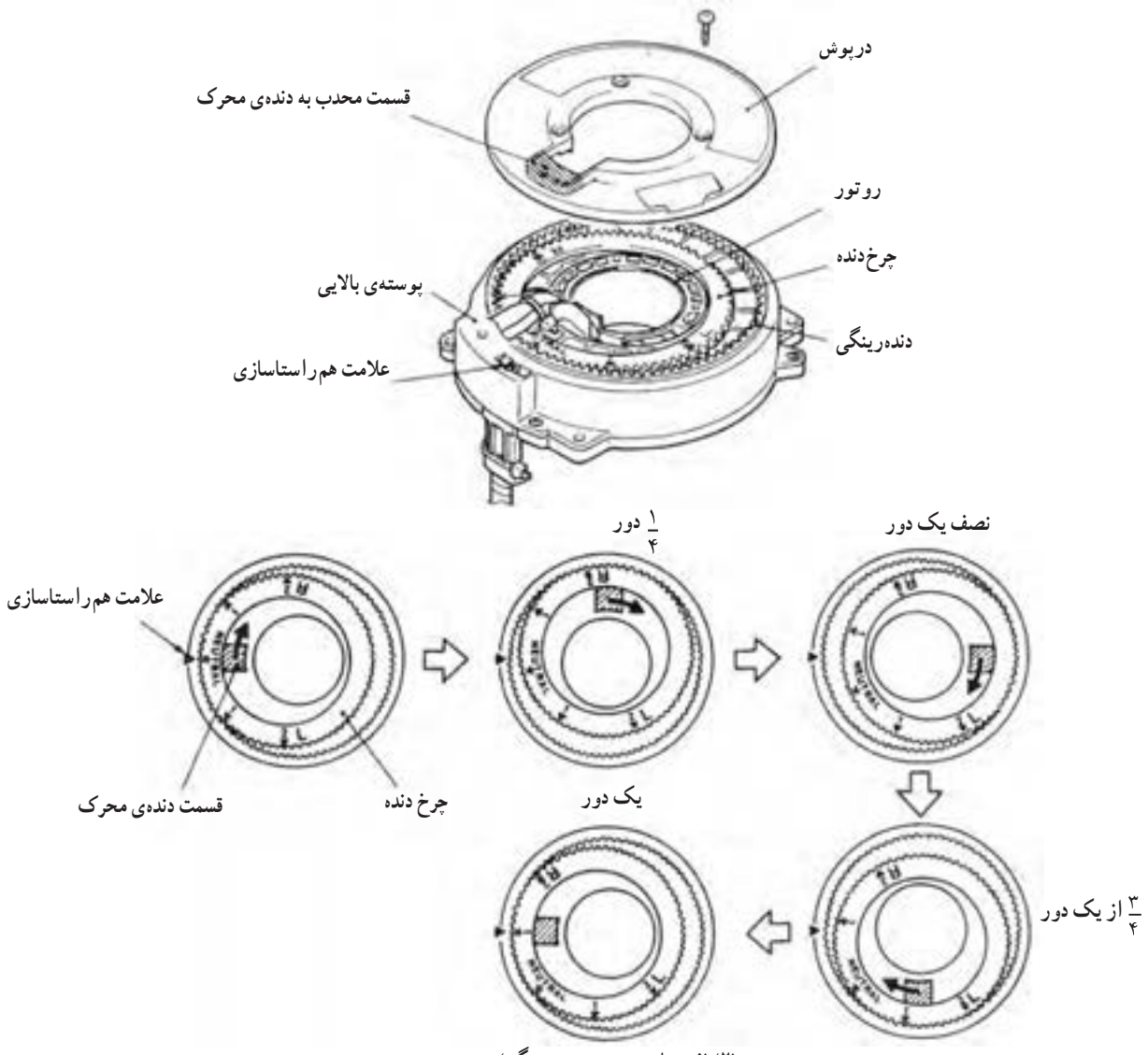
نوع ۱ (فنر ساعتی با چرخ‌دنده) : سیستم تشکیل شده است از یک چرخ‌دنده‌ی دایره‌ای (۹۰ دندانه‌ای) در جعبه‌ی بالایی، یک پوشش شفاف که با پیچ به روتور متصل است و یک چرخ‌دنده با (۸۰ دندانه) که با چرخ دنده‌ی دایره‌ای درگیر است و به‌وسیله‌ی قسمت محدب درپوش شفاف حرکت می‌کند.

جعبه‌ی بالایی برروی ستون فرمان قرار دارد و همواره در جای خود نگه‌داشته می‌شود. روتور به میل فرمان متصل است و همواره با فرمان عمل می‌کند. چرخ‌دنده به‌وسیله‌ی قسمت محدب پوشش با چرخ دنده‌ی دایـره‌ای در ارتباط است. اگر روتور بچرخد، قسمت محدب پوشش نیز درهمان جهت می‌چرخد. بنابراین، چرخ‌دنده جابه‌جا می‌شود ولی در جهت مخالف.

چرخش به‌دلیل تفاوت میان دنده‌های آن با چرخ دنده‌ی دایره‌ای است.

علامت R2، Lخنثا، ۱ و ۲L بر روی چرخ دنده، به‌فاصله‌ی هر ۱۰ دندانه حک شده است. یک نشانگر تنظیم برروی جعبه‌ی بالایی حک شده با تنظیم کردن حالت خنثا با این نشانگر فنر ساعتی تنظیم می‌گردد.

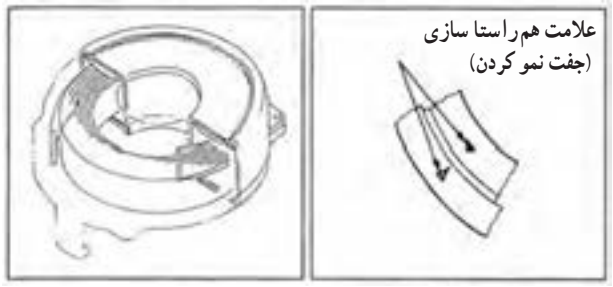
علامت R نشان‌دهنده‌ی آن است که چرخش در جهت موافق ساعت و L مخالف حرکت ساعت است.



نوع (۲) (فنر ساعتی بدون دنده رینگی)

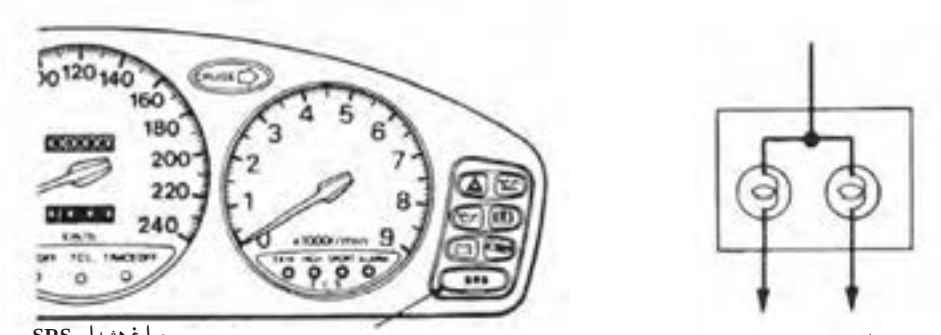
شکل ۶۱ــ۵

نوع دوم بدون چرخ‌دنده‌ی دایره‌ای: فنرساعتی از یک کابل تخت، چرخ‌دنده، و یک قسمت ثابت تشکیل شده است. بعداز این‌که فنر ساعتی را کاملاً جهت عقربه‌ی ساعت چرخاندید آن را $3\frac{4}{5}$ دور در جهت مخالف عقربه‌ی ساعت بچرخانید تا علائم نشانگر با هم تنظیم شوند.



شکل ۶۲ــ۵

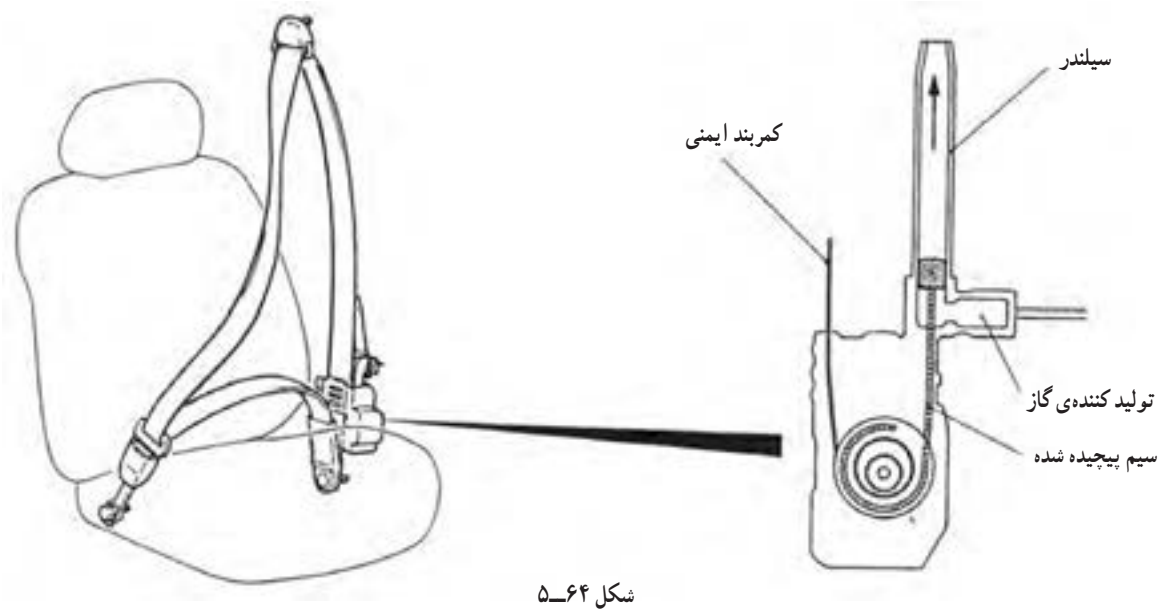
۱۰ــ۷ــ۵ــ چراغ نشانگر سیستم ایمنی تکمیلی: این چراغ شامل دو لامپ است، که اگر یکی از آن‌ها بسوزد دیگری بتواند کار کند. این چراغ‌ها به‌وسیله‌ی واحد شناسایی این سیستم کنترل می‌شود.



شکل ۶۳ــ۵

۱۱ــ۷ــ۵ــ کمربند ایمنی با پیش‌کشنده: کمربندایمنی یکی دیگر از اجزای سیستم ایمنی تکمیلی است و به‌صورت غیرفعال عمل می‌کند. این نوع کمربند از هر دو ستون وسطی نصب شده است واز یک منبع گاز، پیستون، یک سیم پیچ و سیلندر تشکیل شده است. این واحد توسط واحد کنترل سیستم ایمنی تکمیلی (SRS) کنترل می‌شود که همراه با کیسه‌ی هوا در زمان تصادف عمل می‌کند.

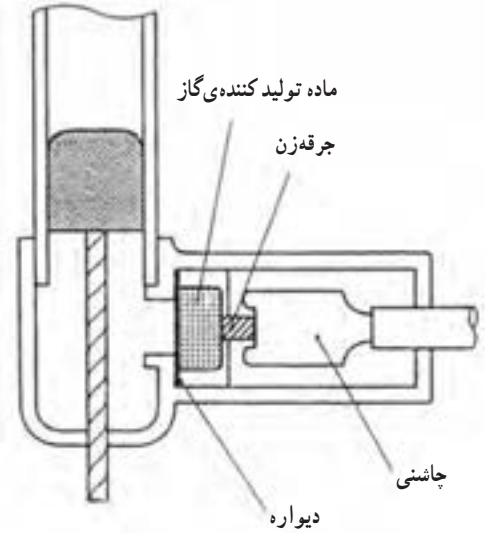
درزمان تصادف واحد کنترل،این سیستم یک پیغام جرقه برای واحد منبع گاز می‌فرستد. سپس گاز خارج شده، پیستون را به‌حرکت درمی‌آورد تا کمربند را بکشد. این عمل مانع از آن می‌شود که فرد به شدت به‌طرف جلو پرتاب شود. بعداز آن واحد ELR عمل می‌کند تا کمربند را آزاد کند.



شکل ۶۴ــ۵

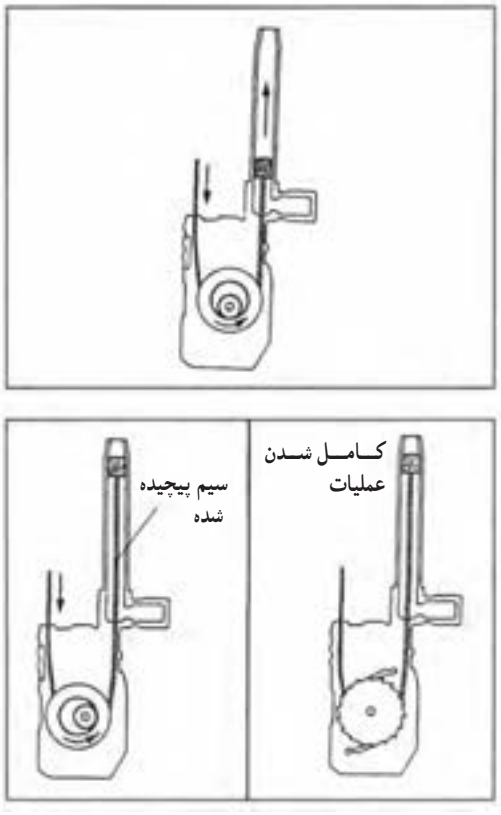
منبع گاز: این منبع از یک واحد جرقه‌زن، موادمحترقه و مواد تولید کننده‌ی گاز تشکیل شده است. یک دیواره منبع گاز را از سیلندر جدا می‌کند. وقتی سیگنال جرقه تولید می‌شود، مواد محترقه آتش می‌گیرد و گرما تولید می‌کند. این حرارت مواد تولید کننده‌ی گاز را گرم می‌کند و گاز منبسط شده دیواره را پاره می‌کند و پیستون را بالا می‌برد.

علاوه بر این، واحد جرقه‌زن یک کلید برای اتصال کوتاه دارد. این کلید اتصال کوتاه ترمینال‌ها را برقرار می‌کند. بنابراین، الکتریسیته‌ی ساکن هیچ‌گاه در زمانی که کمربند باز باشد، به واحد جرقه‌زن نمی‌رسد.



شکل ۶۵ــ۵

عملکرد: وقتی حسگر شتاب G آنالوگ یک ضربه‌ی شدید را حس می‌کند، واحد SRSECU یک سیگنال جرقه‌ای را به واحد جرقه‌زن می‌فرستد. سپس، واحد جرقه‌زن واحد تولید گاز را فعال می‌کند. گاز تولید شده پیستون را بالا می‌برد. سیم متصل به کمربند که به پیستون نیز وصل است باعث می‌شود که کمربند نیز کشیده شود. وقتی که کشش کمربند تمام شد واحد ELR عمل می‌کند تا کمربند آزاد شود.



شکل ۶۶ــ۵

فصل ۶

فرمان‌های پرقدرت و روش‌های تقویت نیروی ترمز

۱ــ۶ــ فرمان‌های پرقدرت

این سیستم فرمان در دهه‌ی ۱۹۵۰ برای اولین بار روی وسایل نقلیه سنگین نصب گردید تا عمل هدایت به راحتی انجام گیرد. فرمان‌های پرقدرت سه نوع‌اند و عبارت‌اند از :

۱ــ فرمان هیدرواستاتیک

۲ــ فرمان هیدرومکانیک

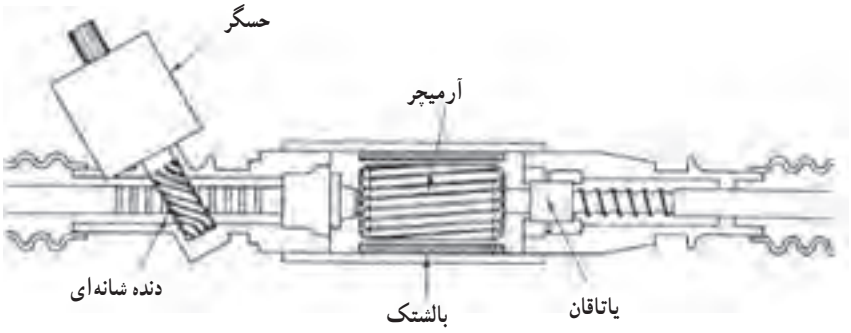
۳ــ فرمان الکتریکی

سیستم‌های فرمان هیدرواستاتیک : آن دسته از سیستم‌هایی هستند که هیچ‌گونه ارتباط مکانیکی بین فلکه‌ی فرمان و چرخ‌ها وجود ندارد.

سیستم‌های فرمان هیدرومکانیکی : آن دسته از سیستم‌های فرمانی هستند که ارتباط مکانیکی بین فلکه‌ی فرمان و چرخ‌ها وجود دارد و از نیروی هیدرولیک برای افزایش نیروی فرمان دادن استفاده می‌شود.

سیستم‌های فرمان الکتریکی : در این سیستم نیز ارتباط مکانیکی بین فلکه‌ی فرمان و چرخ‌ها وجود دارد و از انرژی الکتریکی جهت افزایش نیروی فرمان دادن به چرخ‌ها استفاده می‌شود. قسمت مکانیکی این فرمان‌ها از نوع جعبه فرمان کشویی است.

نظر به کاربرد وسیع سیستم فرمان‌های هیدرومکانیکی روی وسایل نقلیه، در زیر، به شرح آن می‌پردازیم. این سیستم‌ها از سه قسمت پمپ هیدرولیک، جعبه فرمان و لوله‌های ارتباط تشکیل شده است.



شکل ۱ــ۶ــ جعبه فرمان الکتریکی

پمپ‌های هیدرولیک : این پمپ‌ها دارای سه نوع تیغه‌ای، کفشکی و غلتکی هستند. هرسه نوع پمپ، نیروی محرکه‌ی خود را از میل‌لنگ موتور دریافت می‌کنند و در دو نوع تیغه‌ای و غلتکی نیروی گریز از مرکز پره‌ها و غلتک‌ها را به بدنه‌ی پمپ می‌فشارد ولی در نوع کفشکی فنرهای تیغه‌ای که پشت کفشک‌ها قرار دارند این عمل را انجام می‌دهد تا آب‌بندی کامل بین قسمت ورودی و خروجی پمپ به‌وجود آید (در بعضی پمپ‌های تیغه‌ای برای آب‌بندی کامل از فشار روغن خروجی پمپ برای فشردن تیغه‌ها به بدنه استفاده می‌شود). تمام این پمپ‌ها دارای دو مجرای ورودی و دو مجرای خروجی هستند و با گردش روتور تیغه‌ها یا کفشک‌ها و یا غلتک‌ها در حین عبور از جلوی مجراهای ورودی، روغن مابین دو قطعه قرار می‌گیرند

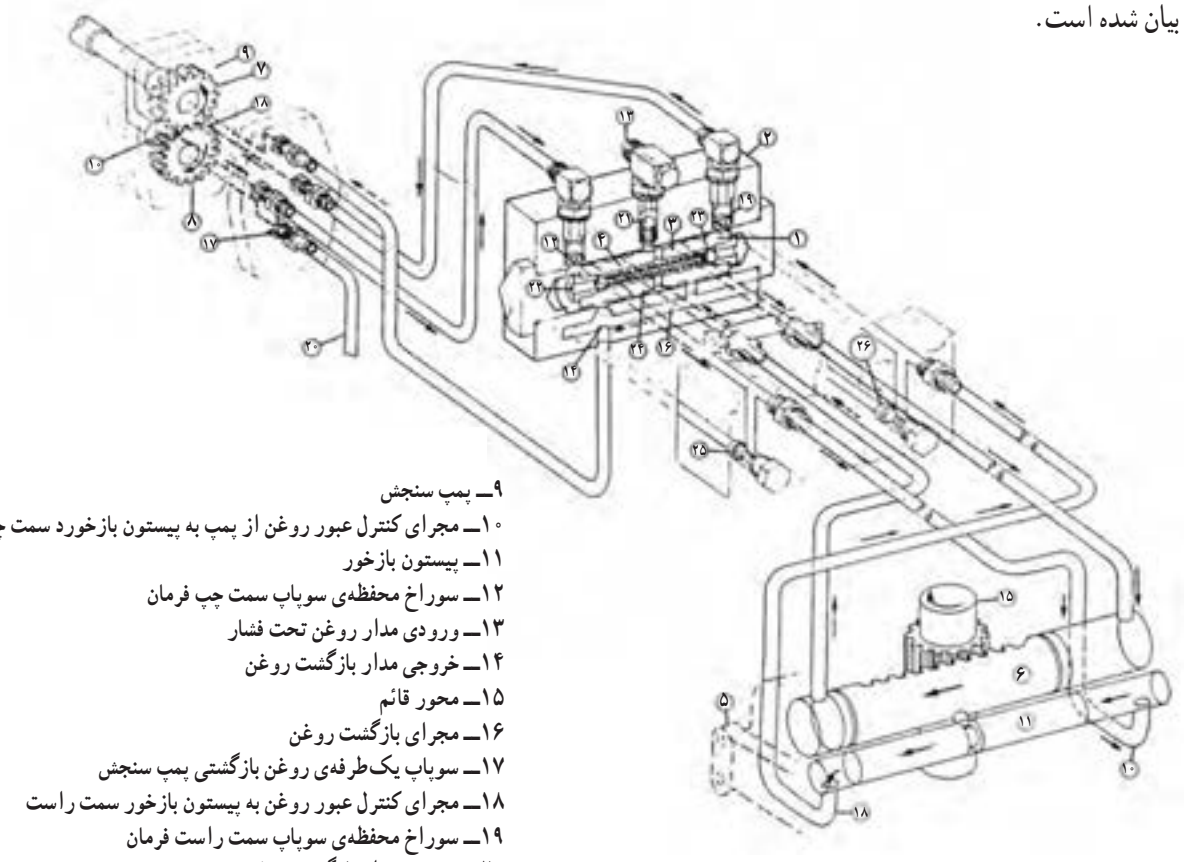
و با ادامه‌ی گردش روتور به محض رسیدن روغن به مجراهای خروجی به علت شکل بادامکی که رینگ پمپ دارد حجم فضای بین تیغه‌ها، کفشک‌ها و یا غلتک‌ها کم می‌شود که موجب بالا رفتن روغن خروجی می‌گردد. به دلیل تغییرات در سرعت موتور و شرایط فرمان دادن در حجم و فشار روغن خروجی، از سوپاپ‌های کنترل جریان و فشار از پمپ‌ها استفاده می‌شود تا باعث یک‌نواخت شدن جریان روغن و افزایش راندمان پمپ و کاهش خسارات در سیستم شود.

طرز کار سوپاپ کنترل جریان : قبل از توضیح چگونگی طرز کار این سوپاپ، باید به شرایطی که در موقع عمل کردن سیستم فرمان برای پمپ اتفاق می‌افتد توجه کنیم. این شرایط در قسمت زیر بیان شده است.

الف) بیش‌ترین فشار بر روی پمپ، وقتی وارد می‌شود که فرمان در حالت ایست اتومبیل به گردش درآید. این عمل همیشه در موقع پارک کردن اتومبیل اتفاق می‌افتد. در این زمان موتور با دور آرام کار می‌کند و پمپ هم به سبب متصل بودن به موتور با دور آرام دوران می‌کند.

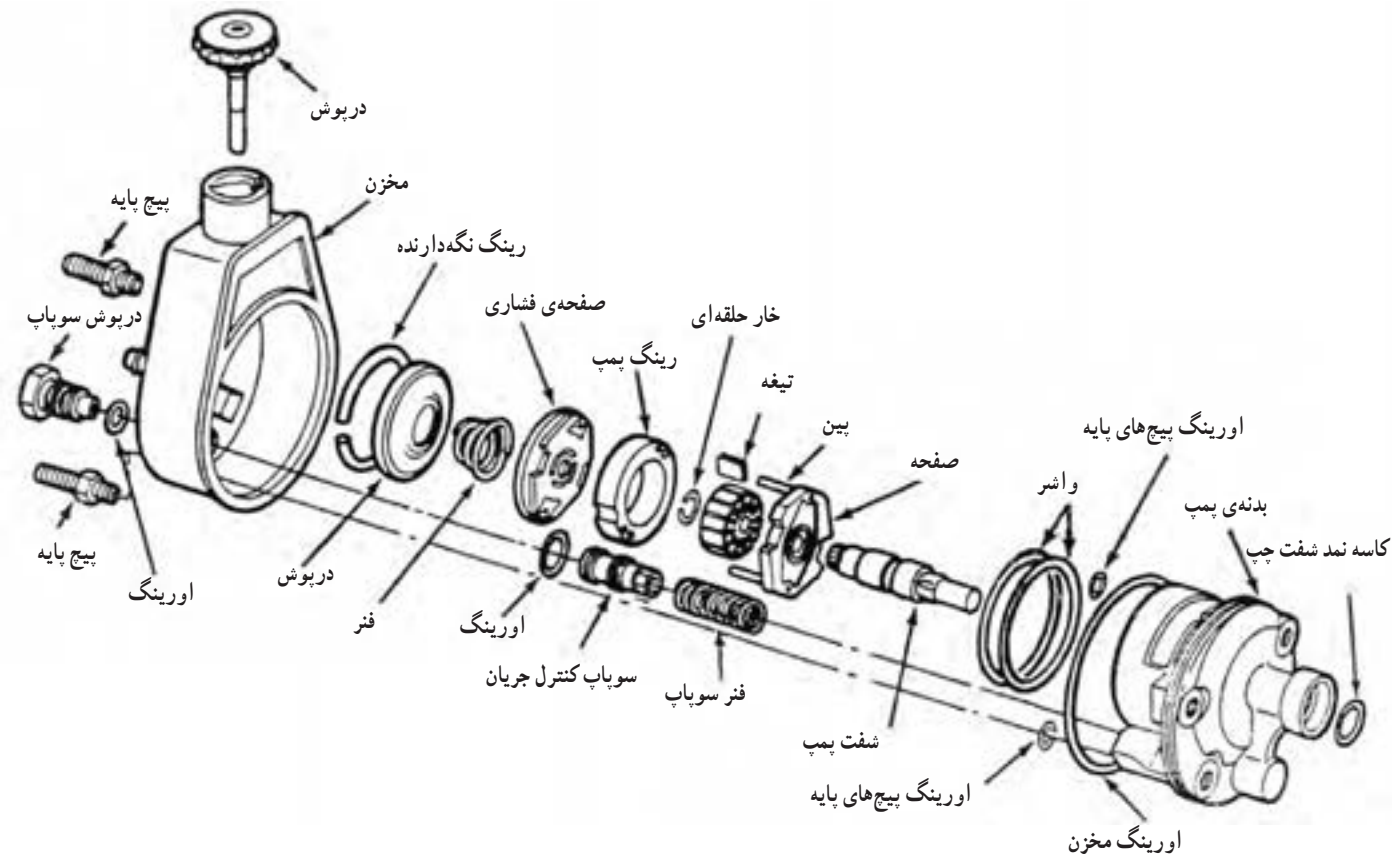
ب) وقتی که پمپ با بیش‌ترین دور در حال کار کردن است (مانند وقتی که اتومبیل با سرعت زیاد در اتوبان حرکت می‌کند)، به فشار و حجم کمی از روغن نیاز دارد.

با توجه به توضیحات بالا، پمپ باید طوری طراحی شده باشد که فشار لازم را در هر شرایط از کارکرد سیستم فرمان به‌وجود آورد.

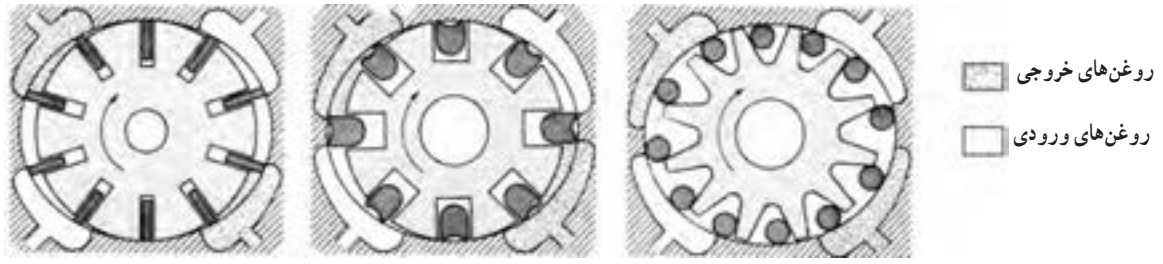


۱ــ سوپاپ فرمان
۲ــ محفظه‌ی روغن سوپاپ فرمان
۳ــ مجرای عبور روغن به پیستون سیلندر سمت چپ فرمان
۴ــ مجرای عبور روغن به پیستون سیلندر راست فرمان
۵ــ موتور فرمان
۶ــ پیستون موتور و فرمان
۷ــ دنده‌ی محرک پمپ سنجش
۸ــ دنده‌ی هرزگرد پمپ سنجش
۹ــ پمپ سنجش
۱۰ــ مجرای کنترل عبور روغن از پمپ به پیستون بازخورد سمت چپ
۱۱ــ پیستون بازخور
۱۲ــ سوراخ محفظه‌ی سوپاپ سمت چپ فرمان
۱۳ــ ورودی مدار روغن تحت فشار
۱۴ــ خروجی مدار بازگشت روغن
۱۵ــ محور قائم
۱۶ــ مجرای بازگشت روغن
۱۷ــ سوپاپ یک‌طرفه‌ی روغن بازگشتی پمپ سنجش
۱۸ــ مجرای کنترل عبور روغن به پیستون بازخور سمت راست
۱۹ــ سوراخ محفظه‌ی سوپاپ سمت راست فرمان
۲۰ــ خروجی مدار بازگشت روغن
۲۱ــ سوپاپ یک طرفه‌ی ورودی مدار روغن تحت فشار
۲۲ــ سوپاپ ساچمه‌ای سمت راست فرمان دستی
۲۳ــ سوپاپ ساچمه‌ای سمت چپ فرمان دستی
۲۴ــ فنرفرمان دستی
۲۵ــ سوپاپ تنظیم کننده‌ی سمت راست
۲۶ــ سوپاپ تنظیم کننده‌ی سمت چپ

شکل ۲ــ۶ــ سیستم فرمان هیدرواستاتیک

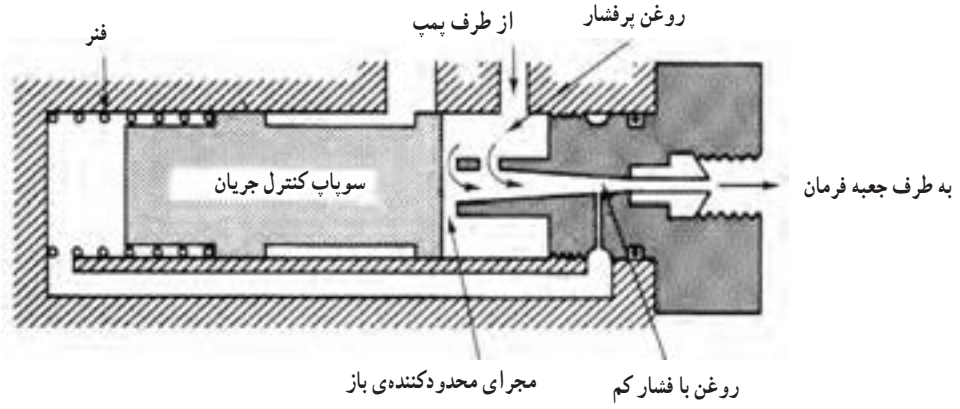


شکل ۳ــ۶ــ شکل گسترده‌ی پمپ هیدرولیک سیستم فرمان پر قدرت



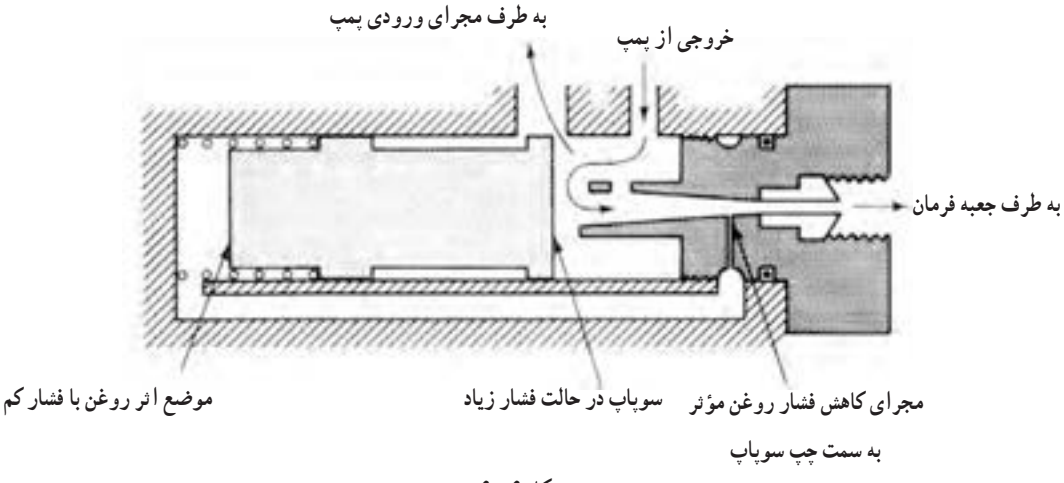
شکل ۴ــ۶ــ انواع پمپ روتوری

چگونگی کنترل جریان : در شکل ۵ــ۶ سوپاپ کنترل جریان نشان داده شده است و عمل کنترل جریان روغن به‌وسیله‌ی اختلاف فشار انجام می‌گیرد. یعنی با افزایش فشار، مدار خروجی پمپ سوپاپ به سمت چپ حرکت می‌کند و راهگاه خروجی پمپ باز می‌شود. بعد از باز شدن سوپاپ و جریان پیدا کردن روغن به خارج، با متعادل شدن نیروهای وارد شده، از دو طرف سوپاپ به آن اعمال می‌شود (روغن پرفشار از سمت راست و روغن کم فشار و نیروی فنر از سمت چپ) مقدار باز بودن سوپاپ ثابت می‌ماند.



شکل ۵ــ۶

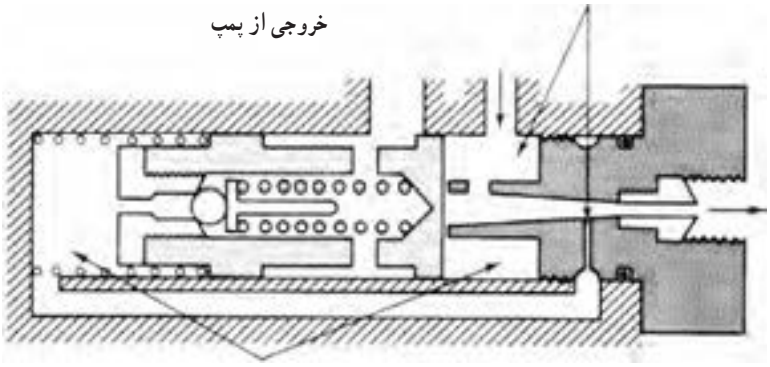
عملکرد سوپاپ در فشار زیاد : شکل ۶ــ۶ موقعیت عملکرد سوپاپ را (زمان تولید فشار زیاد توسط پمپ) نشان می‌دهد. این عمل تحت تأثیر دَوَران موتور، با سرعت زیاد و افزایش سرعت پمپ به وقوع می‌پیوندد که به سبب نیاز به فشار کم، سوپاپ تحت تأثیر فشار روغن خروجی پمپ به سمت چپ حرکت می‌کند و مجرای خروجی پمپ به مجرای ورودی وصل می‌شود و مدار بای پس به‌وجود می‌آید. با افزایش سرعت پمپ مقدار باز شدن مجرای بای پس بیش‌تر می‌شود. برای کنترل دقیق موقعیت سوپاپ، مقداری روغن بعد از عبور از مجرایی با قطر کم به پشت سوپاپ راه پیدا می‌کند. این روغن از مجرای خروجی پمپ تأمین می‌گردد و برای کاهش فشار آن، از مجرای باریک عبور داده می‌شود. سوپاپ، تحت تأثیر نیروهای واردشده‌ی مجرای بای‌پس، با دهانه‌ی متناسب باز می‌شود.



شکل ۶ــ۶

شکل ۷ــ۶ وضعیتی را نشان می‌دهد که ما به فشار زیاد نیاز داریم. یعنی مواقعی که فرمان سریعاً به یک سمت گردش می‌کند و یا در مدار، نشتی وجود داشته باشد. دراین صورت، نیروی فنر، به سبب خروج کم روغن، سوپاپ را به سمت راست حرکت می‌دهد و روغن فقط مطابق شکل ۷ــ۶ از مجرای میانی روی پیچ محدودکننده‌ی حرکت سوپاپ به طرف جعبه فرمان ارسال می‌شود. در نتیجه، فشار روغن دو طرف سوپاپ با هم برابر می‌شود.

وقتی جریان روغن کم باشد فشار در این دو منطقه با هم برابر است

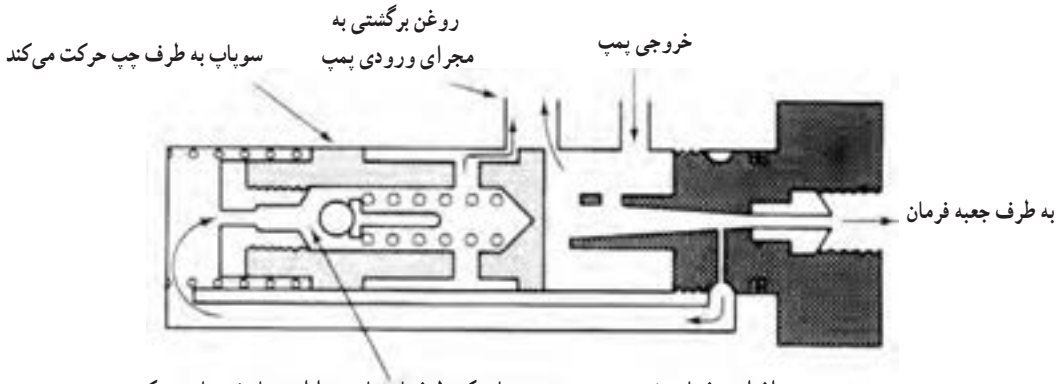


در این وضعیت یعنی جریان کم روغن فشار در این دو منطقه تقریباً با هم برابر می‌شود.

شکل ۷ــ۶

بعد از این‌که چرخ‌ها تمام دَوَران خود را طی کردند و به انتهای آن رسیدند باید فشار داخل مدار هیدرولیک کاهش یابد تا به پمپ صدمه نرسد.

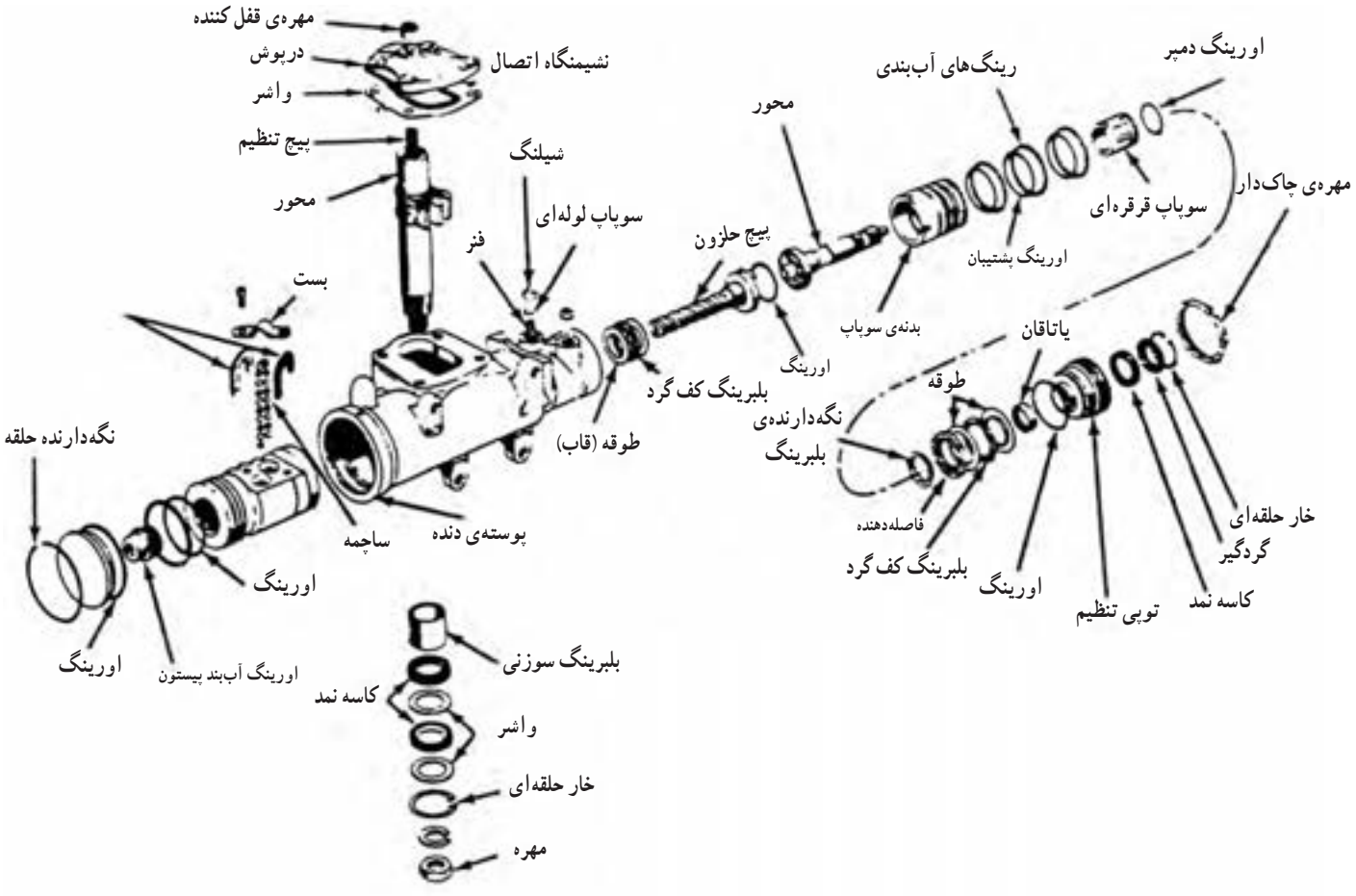
با ثابت شدن چرخ‌ها فشار داخل مدار سریعاً افزایش می‌یابد و بر نیروی فنر سوپاپ غلبه می‌کند و سوپاپ را به طرف چپ حرکت می‌دهد. در نتیجه مدار بای‌پس باز می شود و مدار خروجی پمپ به ورودی آن وصل می‌گردد. اگر سوپاپ کامل باز باشد فشار مدار افت می‌کند ولی چون هنگام فرمان دادن، به فشار روغن زیاد نیاز داریم نباید سوپاپ کاملاً باز شود و تمام روغن به مجرای ورودی باز گردد. برای حفظ فشار مدار در حالت طبیعی، به‌طوری که هیچ‌گونه صدمه‌ای به پمپ نرسد، فنر و ساچمه‌ای در داخل سوپاپ تعبیه شده است. در این شرایط، فشار روغنی که از کانال زیر سوپاپ به سمت چپ وارد می‌شود ساچمه را از محل خود بلند می‌کند و مقداری روغن از این طریق به مجرای ورودی باز می‌گردد و با تعادلی که بین نیروهای وارد بر سوپاپ ایجاد می‌شود، فشار خروجی معین می‌گردد.



به سبب افزایش فشار مؤثر به سمت چپ سوپاپ کنترل فشار ساچمه را از محل خود بلند می‌کند

شکل ۸ــ۶

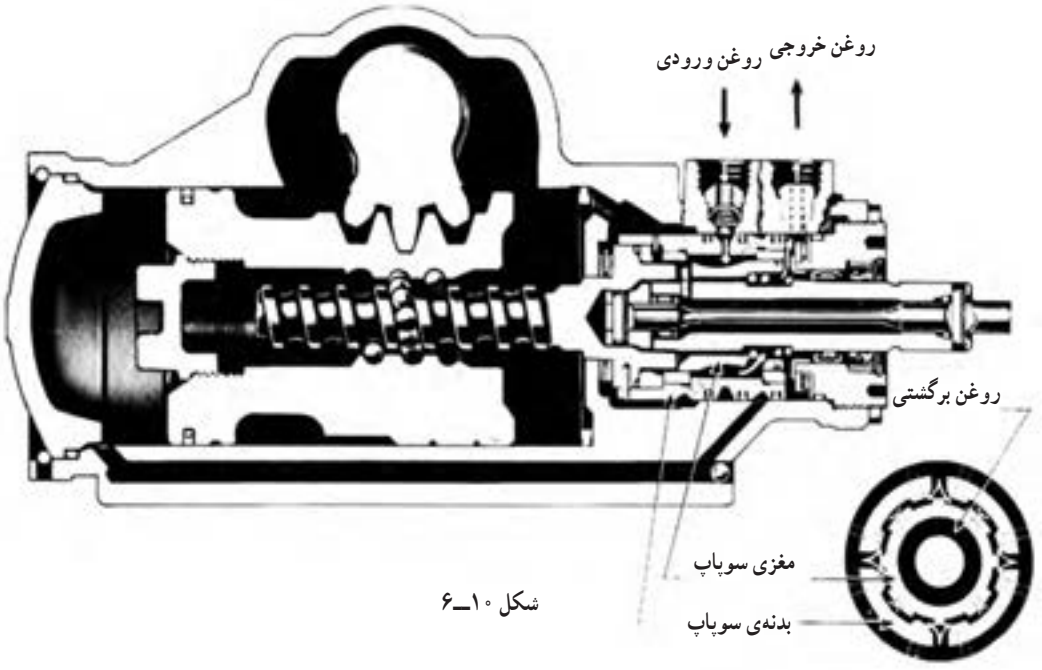
جعبه فرمان‌های هیدرومکانیک : در این جعبه فرمان‌ها ارتباط مکانیکی بین فلکه‌ی فرمان و چرخ‌ها وجود دارد و از دو قسمت مکانیکی و هیدرولیکی تشکیل شده است. قسمت مکانیکی آن از نوع جعبه فرمان‌های ساچمه‌ای یا کشویی است و قسمت هیدرولیکی آن یک دستگاه سوپاپ است که در دو نوع سوپاپ قرقره‌ای و سوپاپ چرخشی ساخته می‌شود.



شکل ۹ــ۶ــ شکل گسترده‌ی یک نوع جعبه فرمان هیدرومکانیک

طرز کار جعبه فرمان ساچمه‌ای با سوپاپ چرخشی :

شکل ۱۰ــ۶ مدار روغن را در موقعی که چرخ‌ها به صورت مستقیم هستند نمایش می‌دهد. با توجه به شکل متوجه می‌شویم که روغن ارسالی از پمپ به دستگاه سوپاپ جعبه فرمان می‌رسد. این دستگاه شامل دو قسمت بدنه و مغزی است. بدنه توسط فلانچ، فنرتورشن بار و شفت توخالی به مغزی سوپاپ متصل است و این اتصال تحت زاویه‌ی خاصی است. روغن بعد از بدنه‌ی سوپاپ به داخل شیارهای مغزی جریان می‌یابد و به سمت شیارهای داخل بدنه‌ی سوپاپ هدایت می‌شود. این شیارها روبه‌روی مجراهای خروجی که بر روی مغزی تعبیه شده‌اند، قرار می‌گیرند و روغن‌ها از قسمت مرکزی مغزی سوپاپ به سمت مجرای خروجی می‌روند و توسط لوله به مخزن پمپ باز می‌گردند.



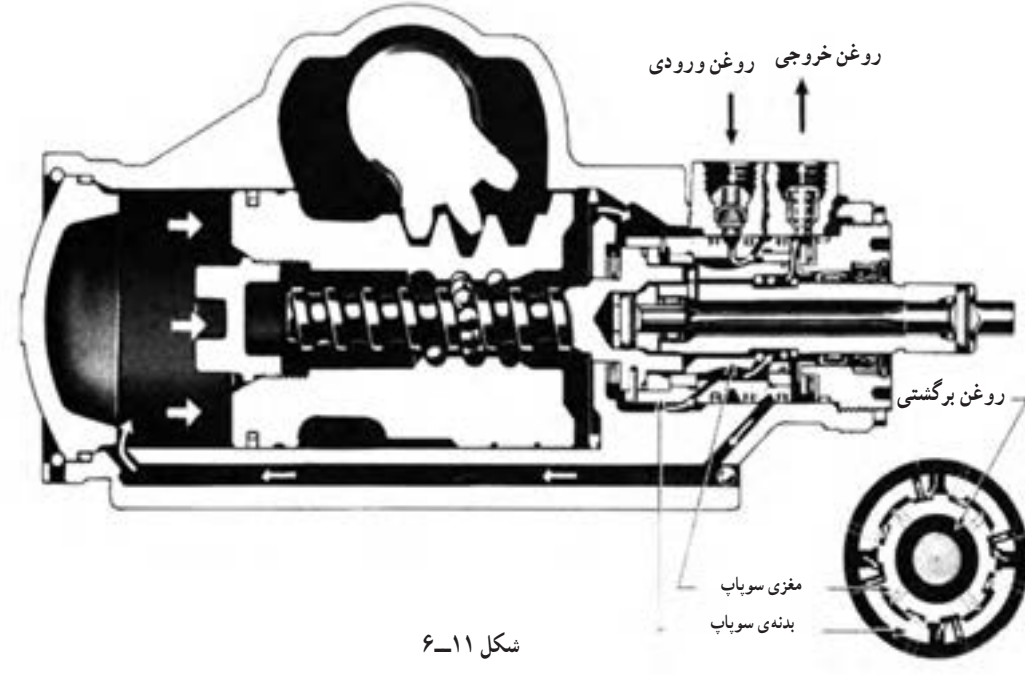
شکل ۱۰ــ۶

شکل ۱۱ــ۶ مدار روغن را در موقعی که فلکه‌ی فرمان به سمت راست چرخانده می‌شود نمایش می‌دهد. برای جریان یافتن روغن به داخل جعبه فرمان، اعمال زیر به ترتیب انجام می‌شود :

الف) راننده فلکه‌ی فرمان را به گردش درمی‌آورد و به دلیل اتصال خاصی که بین شفت توخالی، بدنه‌ی سوپاپ، مغزی و مارپیچ فرمان توسط فنر تورشن‌بار به‌وجود می‌آید در ابتدای گردش فلکه‌ی فرمان حجم روغن در دو طرف پیتون تغییر نمی‌کند و برای لحظه‌ای پیستون جعبه فرمان و مارپیچ ثابت می‌شود و فلانچ را نیز ثابت می‌کند. در نتیجه بدنه‌ی سوپاپ هم حرکتی انجام نمی‌دهد.

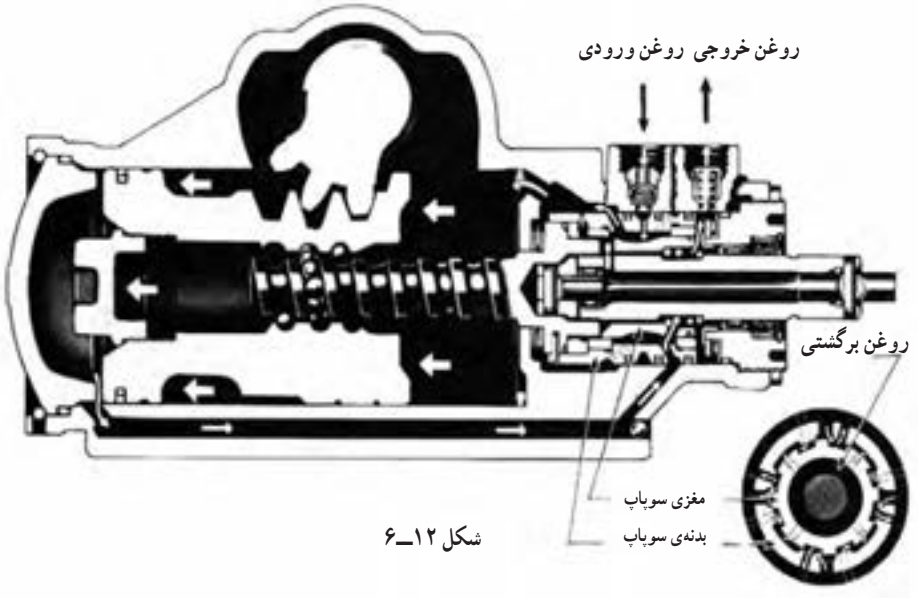
ب) مغزی سوپاپ و شفت توخالی توسط نیروی دست راننده چرخشی زاویه‌ای انجام می‌دهد و مجرای ورود و خروج روغن را به طرف پیستون باز می‌کند.

با توجه به شکل، روغن پرفشار بر انتهای سمت چپ پیستون تأثیر می‌گذارد و روغن‌های سمت راست از طریق سوپاپ و لوله‌های خروجی به مخزن پمپ روغن باز می‌گردند.



شکل ۱۱ــ۶

شکل ۱۲ــ۶ مدار روغن را در موقع گردش اتومبیل به سمت چپ نمایش می‌دهد و تنها تفاوت آن با حالت گردش به راست در مجرای ورود و خروج روغن در سوپاپ است. تمام حرکات دستگاه سوپاپ برای باز کردن مدار و ورود و خروج همانند گردش اتومبیل به راست است، ولی در جهت عکس آن.



شکل ۱۲ــ۶

۲ــ۶ــ روش‌های تقویت نیروی ترمز

نیروی ترمز به سه دلیل طراحی و مورد مصرف قرار می‌گیرد :

الف) بالا بودن سرعت و وزن اتومبیل‌ها و کامیون‌ها (در دهه‌ی ۱۹۵۰ تا ۱۹۶۰) موجب افزایش انرژی دینامیکی وسیله‌ی نقلیه گردیده بود. از این‌رو، برای تبدیل این انرژی به حرارت باید نیروی ترمز افزایش می یافت.

ب) بعد از ساخت و کاربرد ترمزهای دیسکی روی وسایل نقلیه، به خصوص وسایل نقلیه‌ی سنگین، لازم شد جهت افزایش قدرت این ترمزها مانند سیستم کفشکی از نیرو سرو یا تقویت‌کننده‌ی مکانیکی استفاده شود.

ج) سومین دلیل جهت ساخت این ترمزها توسط کارخانجات اتومبیل‌سازی جلب توجه خریداران این محصولات بود.

راه‌های افزایش قدرت ترمز : به چهار روش می‌توان این کار را انجام داد :

۱ــ افزایش نیروی پدال : در این روش افزایش نیروی پدال، به فیزیک بدنی راننده بستگی دارد.

۲ــ افزایش مزیت مکانیکی سیستم : در این روش برطبق قانون اهرم‌ها می‌توان با افزایش طول بازوی کارگر پدال، نیروی اعمال شده بر مدار ترمز را افزایش داد. به علاوه با روش‌های مختلف اهرم‌بندی در واحد چرخ ترمزهای کفشکی می‌توان مزیت مکانیکی را ارتقا داد.

۳ــ افزایش مزیت هیدرولیکی سیستم : در این روش جهت افزایش نیروی ترمز، فشار مدار هیدرولیک بالا می‌رود، یعنی با بزرگ کردن سطح پیستون سیلندر چرخ‌ها نیروی اعمال شده به لنت‌ها زیاد می‌شود. اما نمی‌توان سطح را به مقدار زیاد بزرگ کرد چون ترمز حساس می‌گردد و عمل ترمز گرفتن سخت می‌شود.

۴ــ استفاده از بوستر : بوسترها مکانیزم‌هایی هستند که فشار مدار ترمز را دو تا چهار برابر می‌کنند. بوسترها دارای انواع مختلف به شرح زیرند :

بوستر اتومبیل‌های سبک عموماً به دو دسته تقسیم می‌شوند :

الف) بوسترهای معلق در خلأ

ب) بوسترهای هیدرولیکی

در ادامه به تشریح عملکرد متداول‌ترین نوع بوستر یعنی بوستر معلق در خلأ نوع سری می‌پردازیم.

این بوسترها در وضعیت‌های زیر عمل می‌کنند :

الف) موتور روشن
۱ــ بدون عمل ترمز
۲ــ ترمز ملایم (نیش‌ترمز)
۳ــ پدال ترمز ثابت
۴ــ تمام ترمز
۵ــ برگشت ترمز به حالت اولیه

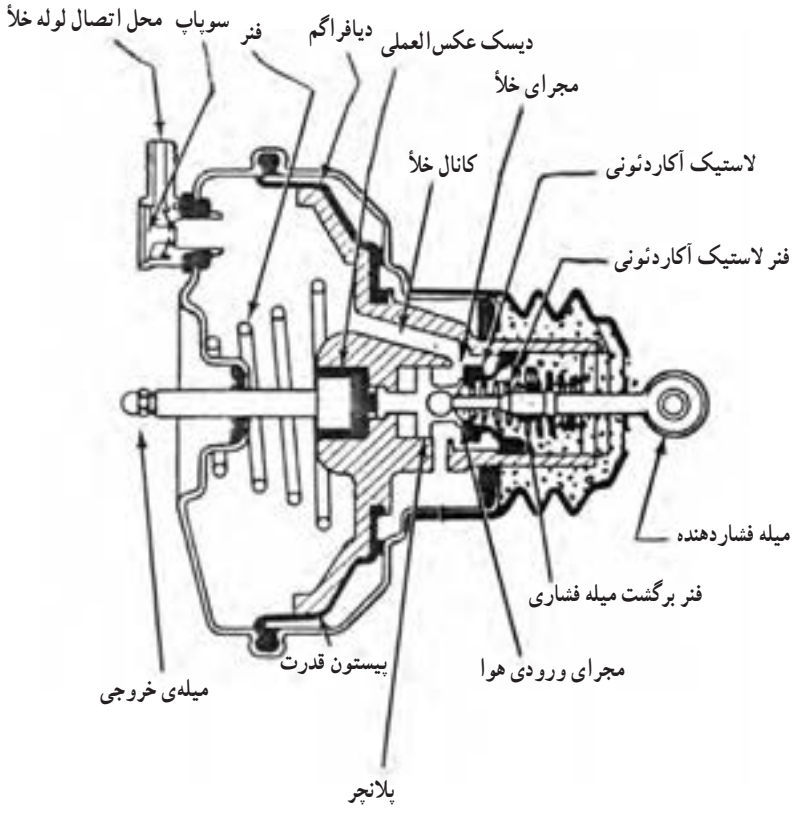
ب) موتور خاموش

در تمام وضعیت‌های زیر موتور روشن است و خلأ لازم برای کار بوستر توسط موتور تأمین می‌گردد.

اول ــ در این وضعیت روی پدال ترمز نیرویی اِعمال نمی‌شود و به ترتیب این موارد اجرا می‌شود :

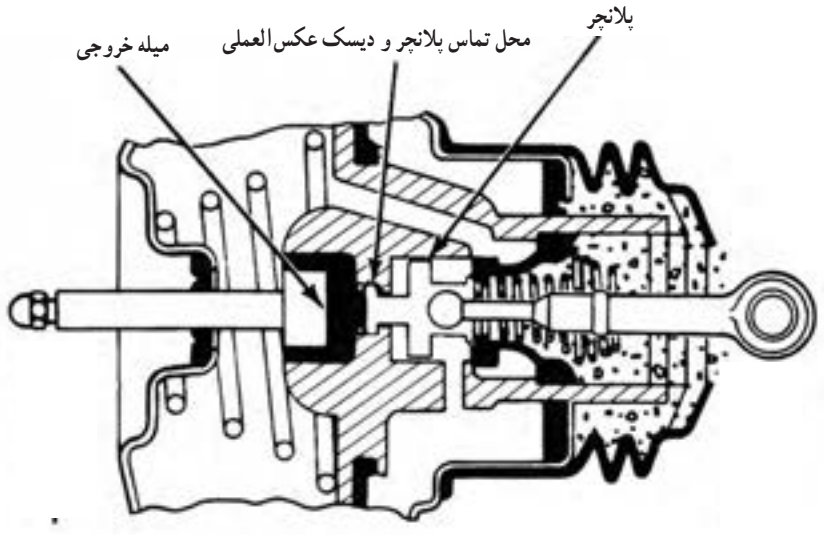
ــ فنر برگشت‌دهنده میله‌ی فشاری (میله‌ی متصل به پدال) پلانچر را به سمت راست به حرکت درمی‌آورد و سطح انتهایی آن را با سطح جلویی لاستیک آکاردئونی تماس می‌دهد.

ــ سپس، توسط نیروی اعمالی به پلانچر، لاستیک آکاردئونی و فنر مربوط به آن جمع می‌شود و به سمت راست حرکت می‌کند. نتیجه‌ی این جابه‌جایی قطعات، باز شدن کانال خلأ داخل پیستون قدرت است، که از طریق آن دو طرف پیستون قدرت از هوا تخلیه می‌گردد (افت فشار پیدا می‌کند) و پیستون قدرت توسط نیروی فنر اصلی بوستر به منتهی‌الیه سمت راست رانده می‌شود (شکل ۱۳ــ۶).



شکل ۱۳ــ۶

دوم ــ در این وضعیت نیروی وارد بر پدال از طریق میله‌ی فشاری به دیسک عکس‌العملی (لاستیکی) اعمال می‌شود و از آن‌جا به میله‌ی خروجی بوستر انتقال می‌یابد و بوستر به دلیل فاصله‌ی بین پیشانی لاستیک آکاردئونی تا پیستون کائوچویی عمل نمی‌کند و فشار مدار روغن را افزایش نمی‌دهد.

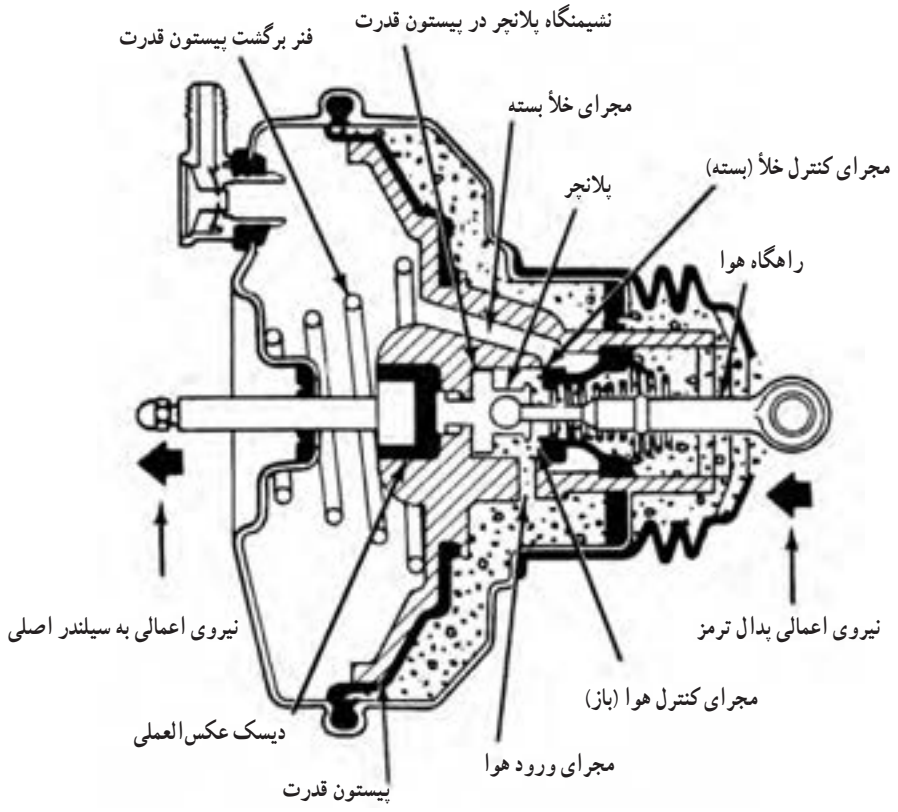


شکل ۱۴ــ۶

شکل ۱۵ــ۶ نشان‌دهنده‌ی وضعیتی است که نیروی وارد بر پدال از حالت ترمز ملایم بیش‌تر است و اعمال زیر به ترتیب انجام می‌گیرد :

الف) میله‌ی فشاری به سمت چپ حرکت می‌کند و مجموعه‌ی لاستیک آکاردئونی و پلانچر را نیز حرکت می‌دهد.

ب) لاستیک آکاردئونی کانال خلأ را مسدود می‌کند. سپس، پلانچر از لاستیک آکاردئونی جدا می‌گردد و هوا بعد از عبور از فیلتر و اطراف میله‌ی فشاری از فاصله‌ی بین این دو قطعه می‌گذرد و بر قسمت عقب پیستون قدرت اثر می‌کند.



شکل ۱۵ــ۶

سوم ــ در این وضعیت، بعد از عمل ترمز گرفتن و ورود هوا به بوستر، به محض ثابت شدن پدال ترمز اعمال زیر به ترتیب انجام می‌گیرد.

الف) میله‌ی فشاری و پلانچر ثابت می‌شود ولی فاصله‌ای بین لاستیک آکاردئونی و پلانچر وجود دارد و هوا از این فاصله وارد بوستر می‌شود و به پیستون کائوچویی تأثیر می‌گذارد.

ب) جریان هوا آن‌قدر ادامه می‌یابد تا پیستون قدرت و لاستیک آکاردئونی را به سمت چپ حرکت دهد، به‌طوری‌که لاستیک آکاردئونی با پلانچر تماس پیدا کند و مجرای ورود هوا مسدود گردد. در این زمان هوا ثابت می‌شود. در نتیجه پیستون قدرت از حرکت باز می‌ایستد و لنت‌ها، با فشار ثابتی به کاسه چرخ یا دیسک، فشرده می‌شوند.

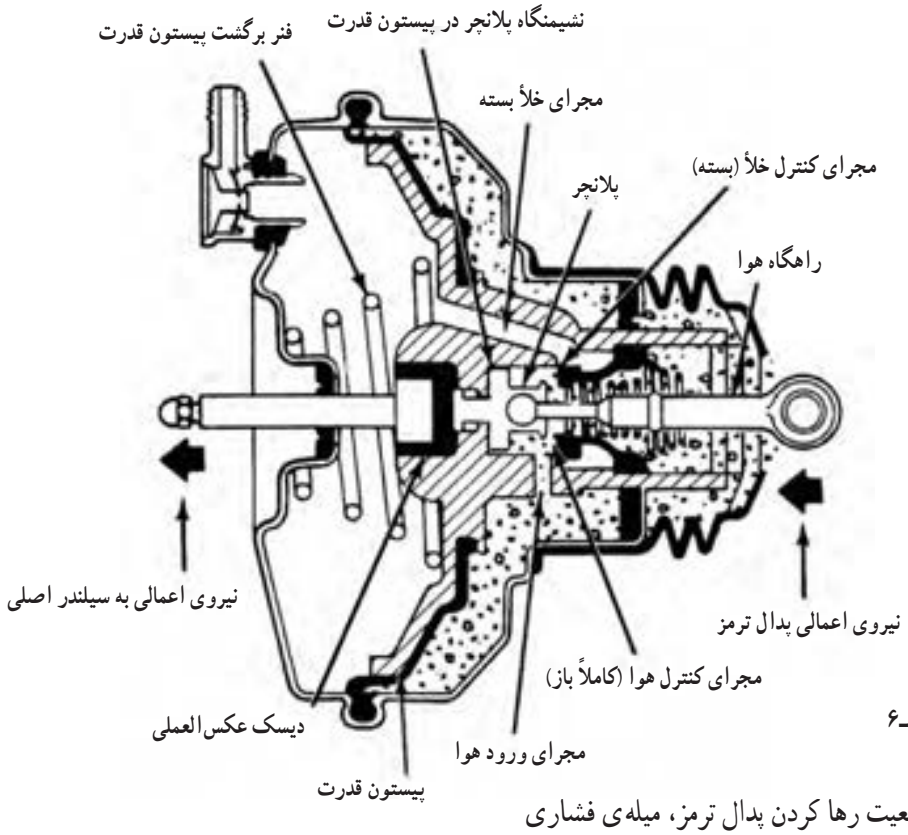
چهارم ــ برای ایجاد این حالت اعمال زیر به ترتیب انجام شود :

الف) پدال با نیروی زیاد حرکت می‌کند و کانال خلأ توسط لاستیک آکاردئونی مسدود می‌شود و پلانچر مجرای ورودی هوا را باز می‌کند.

ب) بعد از عمل کردن بوستر و حرکت پیستون قدرت به منتهی‌الیه سمت چپ، علاوه بر نیروی تولیدی بوستر، مقداری نیرو از طریق پلانچر به پیستون قدرت و بعد از آن به لاستیک عکس‌العملی و سپس به میله‌ی خروجی بوستر اعمال می‌شود (شکل ۱۶ــ۶). نیروی پای راننده نیز در انتهای کار بوستر بر نیروی خروجی از بوستر اضافه می‌شود، یعنی :

نیروی پای راننده + نیروی تولیدی بوستر

= نیروی بوستر در وضعیت تمام ترمز افزایش یافته توسط پدال



شکل ۱۶ــ۶

پنجم ــ در وضعیت رها کردن پدال ترمز، میله‌ی فشاری توسط فنر برگشت دهنده‌اش به سمت عقب می‌آید و هم زمان اعمال زیر انجام می‌گیرد :

الف) قسمت عقب پلانچر بر روی لاستیک آکاردئونی می‌نشیند و مجرای ورود هوا را مسدود می‌کند.

ب) سپس، پلانچر لاستیک آکاردئونی را به سمت راست حرکت می‌دهد و کانال خلأ باز می‌شود. در نتیجه، هوای قسمت عقب به داخل **مانی فولد** کشیده می‌شود و پیستون قدرت توسط نیروی فنر برگشت دهنده به منتهی‌الیه سمت راست حرکت می‌کند.

فصل ۷

خدمات پس از فروش

۱ــ۷ــ مقدمه

حدود یک قرن است که صنعت خودروسازی به سبب تقاضای روزافزون جوامع مختلف، برای انواع خودرو، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار شده است. این صنعت در توسعه و تحرک دیگر بخش‌های صنعتی و اقتصادی و هم‌چنین در بازار کار نقش مهمی دارد، به‌طوری که در ردیف صنایع بزرگ و مادر قرار گرفته است.

در دهه‌های اخیر با رشد صنعت خودروسازی در کشورهای امریکا، اروپای غربی، ژاپن و اخیراً کشورهای کره جنوبی و چین، رقابت برای کسب بازار فروش خودرو بین کمپانی‌های بزرگ تولیدی بسیار شدید شده است و انتظار می‌رود که در آینده‌ی نزدیک با پیوستن شرکت‌های خودروسازی کوچک و بزرگ به یکدیگر شاهد رقابت‌های پیچیده و فشرده در این عرصه باشیم.

در حال حاضر، سالانه نزدیک به ۶۰ میلیون خودرو اعم از سبک و سنگین در جهان تولید می‌شود که با رشد و تحولات سیاسی و اقتصادی جهان در سال‌های اخیر، این رقم در سال‌های آتی رشد چشمگیری نخواهد داشت. بنابراین، شرکت‌هایی که نتوانند به بازارهای جدید دست یابند و یا به حفظ و بهبود بازارهای فعلی خود قادر نباشند، شدیداً متضرر و یا نابود می‌شوند.

در صحنه‌ی بازار خودرو، پس از مقبولیت کلی در کیفیت محصول و قیمت تمام شده، مهم‌ترین ابزار رقابت ارائه‌ی سرویس یا خدمات پس از فروش مطلوب است.

در حال حاضر اکثر شرکت‌های خودروساز با تشکیل حوزه‌هایی چون معاونت و یا شرکت خدمات پس از فروش، سعی می‌کنند با هماهنگی کامل با ادارات فروش، سیستم‌های توزیع قطعات یدکی و ارائه‌ی خدمات تعمیر و نگهداری، رضایت مشتریان خود را جلب نمایند. به‌طوری‌که شعار اصلی شرکت‌های بزرگ تولید کننده خودرو اکنون عبارت است از: «کارخانه اولین خودروها را می‌فروشد و خدمات پس از فروش بقیه را.»

۲ــ۷ــ تعریف خدمات پس از فروش

خدمات پس از فروش یک محصول عبارت است از: ضمانت، پشتیبانی خدمات، انجام تعمیرات، تأمین لوازم یدکی مطابق با ضوابط شرکت خودروساز جهت تضمین کارکرد مطلوب محصول.

۱ــ۲ــ۷ــ گارانتی (garranty): گارانتی (ضمانت) به مجموعه خدمات از پیش تعریف شده‌ای اطلاق می‌گردد که در یک دوره‌ی زمانی یا طی مسافت مشخصی، انجام آن‌ها به‌طور رایگان از سوی شرکت سازنده تضمین می‌گردد.

۲ــ۲ــ۷ــ وارانتی (warranty): وارانتی (پشتیبانی خدمات) به مجموعه خدمات شامل تعمیرات، تأمین لوازم یدکی و پشتیبانی اطلاق می‌شود که در یک دوره‌ی زمانی از تاریخ تحویل خودرو، از سوی شرکت خودروساز تضمین می‌گردد.

۳ــ۲ــ۷ــ شرکت خدمات پس از فروش: یک شخصیت حقوقی است که از طرف شرکت سازنده خودرو، به عنوان نماینده‌ی رسمی و مسئول ارائه‌ی خدمات پس از فروش معرفی می‌گردد. (در ایران به وزارت صنایع و معادن معرفی می‌گردند) این شرکت موظف است خدمات پس از فروش را به کلیه دارندگان خودروهای تحت پوشش، از طریق تعمیرگاه‌ها و یا

عاملیت‌های مجاز خود، اعم از آن‌که خودرو را از نمایندگی و یا از طریق دیگر خریداری نموده باشد، ارائه نماید.

۴ــ۲ــ۷ــ تعمیرگاه مجاز : تعمیرگاهی است که مجوز انجام تعمیرات و ارائه‌ی خدمات پس از فروش را از سوی شرکت سازنده یا شرکت خدمات آن داشته باشد.

۵ــ۲ــ۷ــ عاملیت مجاز : بنگاهی است که از طرف شرکت خدمات پس از فروش (و یا تعمیرگاه مجاز) مجوز انجام تعمیرات و ارائه‌ی خدمات در یک یا چند جایگاه زیر داشته باشد.

مکانیکی، الکتریکی، فرمان و جلوبندی، تنظیم موتور، سرویس‌عمومی، صافکاری و نقاشی، اگزوزسازی، رادیاتورسازی، گازسوز و خدمات سیار.

عاملیت‌ها مؤظف‌اند خدماتی را که مجوز ارائه‌ی آن را از شرکت خدمات پس از فروش اخذ نموده‌اند به طور واضح در معرض دید مشتریان قرار دهند. هم‌چنین هزینه‌ی خدمات ارائه شده را مطابق با ضوابط شرکت خدمات پس از فروش محاسبه و به مشتری اعلام نمایند. این شرکت‌ها، باید علاوه بر بخش‌های ذکر شده بخش‌های انبار قطعات یدکی، انبار قطعات داغی، انبار ابزار، پارکینگ خودروهای تعمیر شده و منتظر تعمیر، قسمت‌های رفاهی، مدیریت و برنامه‌ریزی تعمیرات را داشته باشند.

۶ــ۲ــ۷ــ قطعات داغی : این قطعات به دو دسته تقسیم می‌شوند :

۱ــ قطعات داغی به حساب مالک که تاریخ گارانتی آن گذشته باشد.

۲ــ قطعات داغی که گارانتی دارد.

۳ــ۷ــ انواع خدمات

شرکت‌های خودروساز متناسب با ابزار و ضوابط و دستورالعمل‌های هر منطقه، کشور یا ایالت و یا توافق با مشتری به ارائه‌ی خدمات پس از فروش اقدام می‌نمایند. در جدول ۱ــ۷ انواعی از خدمات معمول همواره با دوره‌ی تقریبی (حداقل ــ حداکثر) ذکر شده است.

جدول ۱ــ۷

ردیف	طبقه‌بندی، اجزای خودرو	خدمات کلی	خدمات مقرر	خدمات مقدماتی	خدمات مرجع	خدمات لاستیک	خدمات راننده	خدمات طلایی	محدوده‌ی تضمین: زمان به سال	محدوده‌ی تضمین: طی مسافت به هزار مایل
۱	موتور	√	√	√	√			√	۱ تا ۵	۱۰ تا ۱۰۰
۲	جعبه‌دنده و انتقال قدرت	√	√	√	√			√	۱ تا ۵	۱۰ تا ۱۰۰
۳	فرمان	√	√	√	√			√	۱ تا ۸	۱۰ تا ۶۰
۴	تهویه‌ی اتاق	√	√	√				√	۱ تا ۵	۱۰ تا ۶۰
۵	ترمز	√	√	√				√	۱ تا ۳	۱۰ تا ۴۰
۶	سیستم سوخت رسانی	√	√	√				√	۱ تا ۵	۱۰ تا ۶۰
۷	سیستم خنک‌کننده	√	√	√				√	۱ تا ۸	۱۰ تا ۱۰۰
۸	سیستم تعلیق	√	√					√	۱ تا ۵	۱۰ ــ ۸۰
۹	تجهیزات رفاهی	√	√	√	√			√	۱ تا ۳	۱۰ تا ۴۰
۱۰	دزدگیر	√	√	√	√			√	۱ تا ۳	۱۰ تا ۴۰
۱۱	باتری	√	√	√	√			√	۱ تا ۵	ــ
۱۲	خوردگی بدنه	√	√	√				√	۳ تا ۱۲	۳۶ تا ۱۲۰
۱۳	رنگ	√	√					√	۳ تا ۵	ــ
۱۴	چرخ و لاستیک	√	√		√	√	√	√	۱ تا ۳	۱۰ تا ۳۶
۱۵	سیستم‌های برقی	√	√					√	۱ تا ۳	۱۰ تا ۴۰
۱۶	پرداخت هزینه‌های مازاد	√	√					√	در طی دوره‌ی ضمانت	
۱۷	حاشیه‌ی جاده	√	√	√	√		√	√	۱ تا ۵	۱۰ تا ۱۰۰
۱۸	قابلیت انتقال	√	√	√	√	√	√	√	قبل از پایان دوره‌ی ضمانت	
۱۹	قابلیت تمدید	√	√	√	√			√	قبل از پایان دوره‌ی ضمانت	

تذکر : محدوده‌ی تضمین پس از زمان یا مسافت معین (هر کدام زودتر به پایان برسد) است.

۱ــ۳ــ۷ــ خدمات کلی (Total Care) : یکی از کامل‌ترین برنامه‌های قرارداد، خدمات پس از فروش است. این خدمات شامل کلیه‌ی بخش‌های خودرو است و در صورت فروش خودرو قابل انتقال است و تحت شرایطی می‌توان آن را تمدید کرد.

۲ــ۳ــ۷ــ خدمات معین (Stated care) : این خدمات، براساس قراردادی واقعی (معین) بین خریدار و شرکت برای دوره‌ای تعیین شده ارائه می‌شود.

۳ــ۳ــ۷ــ خدمات مقدماتی (Primary care) : این خدمات، به صورت خدمات مقدماتی، ابتدایی یا اصلی است

(شامل سیستم تعلیق، چرخ و لاستیک و پرداخت هزینه‌های مازاد نمی‌شود) و معمولاً به‌وسیله‌ی شرکت‌های خودروساز برای سه سال یا ۳۶۰۰۰ مایل ارائه می‌شود. از جمله یدک کشیدن خودرو به نزدیک‌ترین نمایندگی و رفع عیب فنی، جزو این ضمانت است.

نمایندگی باید عیب خودرو را برطرف کند و در مقابل تعمیرات ضمانت شده هیچ وجهی دریافت ننماید.

۴ــ۳ــ۷ــ خدمات مرجع (Power care) : این خدمات با ارائه‌ی مسائل آموزشی مرتبط با نوع خودرو، اطلاعاتی در اختیار خریدار قرار می‌دهد و شامل موتور، جعبه دنده، فرمان، تجهیزات آسایشی، دزدگیر، باتری، چرخ و لاستیک است و موارد یدک کشیدن، داشتن قابلیت انتقال در زمان فروش خودرو و قابلیت تمدید را نیز داراست.

این خدمات، در صورت اجرای سرویس‌های دوره‌ای معین، در مراکز معرفی شده توسط شرکت خودروساز ارائه می‌شود.

۵ــ۳ــ۷ــ خدمات چرخ و لاستیک (Tire care) : خدمات لاستیک، ترکیدگی در شرایط طبیعی یا فرسایش قبل از دوره‌ی تضمین را شامل می‌شود و قابل انتقال است.

۶ــ۳ــ۷ــ خدمات راننده (Driver care) : خدمات راننده شامل چرخ و لاستیک و یدک کشیدن خودرو تا اولین نمایندگی است و قابل انتقال است.

۷ــ۳ــ۷ــ خدمات طلایی (golden care) : این نوع خدمات، که در کشور ماهم در حال رایج شدن است، علاوه بر خودروهای جدید تولید شرکت‌ها، می‌تواند تحت شرایط معین برای خودروهای سالم با عمر معین نیز ارائه گردد.

۴ــ۷ــ ضمانت بخش‌های مختلف خودرو

۱ــ۴ــ۷ــ ضمانت موتور (Engine warranty) :

ضمانت موتور شامل :

ــ قطعات سیستم Emissions control، که جز قطعات قابل ضمانت در کتابچه لیست شده است.

ــ سرسیلندر و بلوک سیلندر

ــ همه‌ی قطعاتی که در داخل روغن قرار می‌گیرند.

ــ مانیفولدها

ــ چرخ‌دنده تنظیم میل‌لنگ و میل سوپاپ

ــ زنجیر (تسمه) سفت‌کن (تا زمانی‌که اولین نگه‌داری برنامه‌ریزی شده فرا برسد)

ــ فلاویل

ــ اویل پمپ/ بدنه یا پوسته‌ی اویل پمپ، واتر پمپ و پمپ بنزین

ــ کریر OHC

ــ درپوش‌های سوپاپ

ــ کارتل روغن

ــ دسته موتور

ــ کاسه نمدها، درزبندها و واشرها

ــ توربوشارژ و سوپر شارژ

۲ــ۴ــ۷ــ ضمانت جعبه‌دنده (Transmissio/Trans axle) :

ضمانت جعبه‌دنده (سیستم انتقال قدرت) شامل :

ــ بدنه

ــ همه‌ی قطعاتی که در داخل روغن قرار می‌گیرند.

ــ پایه‌ی گیربکس و ترنس اکسل

ــ کاسه نمدها

ــ واشرها

۳ــ۴ــ۷ــ ضمانت چرخ‌های محرک جلو (Front- wheel Drive) :

ــ هوزینگ محرک جلو

ــ همه‌ی قطعاتی که در داخل روغن قرار می‌گیرند.

ــ میل پلوس و یاتاقان (تکیه‌گاه) میل پلوس

ــ مفاصل با سرعت ثابت

ــ بلبرینگ چرخ

ــ نگه‌دارنده‌ها

ــ توپی چرخ جلو و توپی چرخ و محور عقب

ــ کاسه نمدها، درزبندها و واشرها
ــ چهار شاخه کاردان (مفصل چرخنده)
ــ راه‌انداز دیفرانسیل جلو

موارد خارج از ضمانت (What is not covered) :
مشتری،برنامه‌ی زمان‌بندی شده خودرو را، که در کتابچه‌ی ضمانت فهرست شده است، در اختیار دارد. در این کتابچه مواردی که شامل ضمانت نمی‌شود و به شرح ذیل ذکر شده است :

ــ قطعات سایشی سیستم انتقال قدرت، مانند صفحه کلاچ‌ها
ــ قطعات سایشی دیگر، مانند لنت‌های ترمز
ــ موارد مذکور در سیستم نگه‌داری برنامه‌ریزی شده، مانند فیلترها، مایع خنک‌کننده و شیشه‌شوی، روغن‌ها، گاز سیستم تهویه
ــ هر آسیبی که به علت فراموشی و پی‌گیری نکردن برنامه‌ی نگه‌داری به خودرو وارد شود.
ــ هر آسیبی که به سبب تصادف، صحیح به کار نبردن، تغییرات، آلودگی یا بی‌کیفیت بودن سوخت به‌وجود آید.

۵ــ۷ــ اخلاق حرفه‌ای

اخلاق حرفه‌ای به مجموعه‌ی ارزش‌هایی گفته می‌شود که نیروی کار باید آن‌ها را در فرایند کار و زندگی رعایت کند و شامل بایدها و نبایدهایی است که لازم است رعایت شوند.

این بایدها و نبایدها مجموع دستوراتی اثباتی و سلبی متناسب با محیط شغلی است، که تحت عنوان «رفتار حرفه‌ای» قابل اجراست. رفتار حرفه‌ای به فرهنگ سازمانی و اجتماعی وابستگی دارد. اما در دهه‌های اخیر در این باره یک نوع همگرایی جهانی پدید آمده، که پاره‌ای از آن‌ها در الگوهای تضمین مدیریت کیفیت بنگاه‌ها گنجانده شده است.

اخلاق حرفه‌ای را، که منتهی به رفتار حرفه‌ای است، می‌توان به صورت موارد ذیل بیان نمود.

ــ آگاهی و رعایت قوانین و مقررات (قانون کار و قانون تأمین اجتماعی، سایر دستورالعمل‌ها و بخش‌نامه‌های مرتبط درون سازمانی و برون سازمانی، اتحادیه، صنف و قوانین مرتبط با تأسیس بنگاه‌های رشته‌ی شغلی)
ــ رعایت اصول ایمنی و حفاظت شخصی (استفاده از وسایل حفاظت فردی، حفظ سلامت و ریسک نکردن در شرایط طبیعی کار، خروج از محیط‌های آلوده و خطرآفرین، استفاده از بالابر مناسب هنگام بلند کردن اجسام سنگین، استفاده از تجهیزات حمل و نقل مناسب، تأمین شرایط مناسب برای انجام کار مثل نور و حرارت، رطوبت و ...)
ــ پیش‌گیری از حوادث شغلی (پاکیزگی محیط کار، استقرار ابزار ، تجهیزات، استفاده‌ی اصولی از ابزار و تجهیزات، استفاده از وسایل اطفای حریق، کمک‌رسانی و استفاده از امکانات کمک‌های اولیه در حوادث به مصدومین و ...)
ــ رعایت نکات ایمنی در کاربرد ابزار (استفاده از ابزار مناسب، نظم و ترتیب در استفاده از ابزار کار، انتخاب ابزار متناسب با شرایطی جسمی، رعایت اصول ارگونومی، حذف ابزارهای فرسوده، جابه‌جایی ابزار در جعبه ابزار مناسب و چرخدار، نگه‌داری و سرویس، پاکیزه نگاه داشتن ابزار کار و ...)
ــ رعایت نکات ایمنی هنگام کار با تجهیزات (شرکت در دوره‌های آموزشی تجهیزات، کار با تجهیزات پس از کسب آموزش و مهارت مورد نیاز، نصب سیستم‌های حفاظتی روی تجهیزات خطرآفرین، سرویس و نگه‌داری دوره‌ای تجهیزات براساس دستورالعمل‌های مربوط، کنترل مستمر سیستم‌ها و مدارهای الکتریکی و گزارش معایب و آسیب‌های مشاهده شده، جمع‌آوری کابل‌های آزاد از روی سطح کارگاه، کنترل اتصالات بالابرها و سیستم‌های حمل و نقل و ...)
ــ اجرای نظام آراستگی (هفت‌سین صنعتی یا 5s) شامل : سواکردن و دور ریختن غیرضروری‌ها، سامان دادن و مرتب چیدن، سپیدی و پاکیزگی، سعی در حفظ وضع مطلوب، سازمان یافتگی و انضباط، سخت‌کوشی و با عشق کار کردن، سماجت درکار خوب تا مرز عادت که می‌تواند به تغییر محیط، تغییر افکار، رفتار و گفتار(فرهنگ کاری) منتهی شود.

۱ــ سوا کردن و دور ریختن غیر ضروری‌ها (Seiri)

۲ــ سامان دادن و مرتب چیدن (Seiton)

۳ــ سپیدی و پاکیزگی (Seiso)

۴ــ سعی در حفظ وضع مطلوب (Seiketsu)

۵ــ سازمان یافتگی و انضباط (Shitsuke)

۶ــ سخت کوشی و با عشق کار کردن (Shikkari Yaru)

۷ــ سماجت در کار خوب تا مرز عادت (Shukkan)

شکل ۱ــ۷

۶ــ۷ــ مشتری مداری

پذیرش محترمانه، برخورد اصولی، رعایت منافع مشتری، انجام اصولی درخواست‌های مشتری، تضمین خدمات ارائه شده، پیش‌نهاد و تکمیل خدمات قابل ارائه و ...

شکل ۲ــ۷

۷ــ۷ــ مهارت کسب اطلاعات از مشتری

در دنیای رقابتی امروز، عصر سلطه بر مشتریان به پایان رسیده است و موفقیت سازمان‌ها در گرو جلب رضایت مشتری و به کارگیری اصول مشتری مداری است. «**مشتری پادشاه بازار است.**»

در این شرایط مشتری به صورت بخش جدا نشدنی از فرآیند سازمان درمی‌آید. سازمانی که دارای دیدگاه مبتنی بر مشتری مداری است، هنگام طرح‌ریزی محصول، کالا و خدمات و عرضه‌ی آن به مشتری توجه خاص می‌نماید. بنابراین، در یک محیط بسیار رقابتی هر قدر سازمان در مورد نیازهای مشتریان اطلاعات بیش‌تری به‌دست آورد و هر قدر راحت‌تر بتواند با او تماس برقرار کند، در صحنه‌ی رقابت موفق‌تر خواهد بود و این مهم مستلزم داشتن مهارتی است به نام مهارت کسب اطلاعاتی از مشتری.

۸ــ۷ــ اهمیت مشتری

در دنیای تجارت، نظرتولیدکنندگان در مورد محصولی که تولید می‌کنند، در درجه‌ی اول اهمیت قرار ندارند. بلکه برداشت مشتری از آن‌چه می‌خرد و تعریف از خوبی یا بدی محصول، موفقیت، داشتن یا نداشتن بنگاه را تعیین می‌کند.

رضایت مشتری بدان معنی نیست که هر آن‌چه او نیاز دارد برایش تأمین کنیم، برعکس رضایت مشتری یعنی تأمین خواست واقعی مشتری، در همان زمان و با همان روشی که او می‌خواهد. بر این اساس خواسته‌ی مشتریان در بخش خدمات را می‌توان چنین برشمرد.

شکل ۳ــ۷

۱ــ خدمات به‌طور صحیح و سریع ارائه شود.

۲ــ با افراد آگاه و قابل اعتماد سر و کار داشته باشد.

۳ــ برای حل مشکل، یک جا تماس بگیرد (جایی برای تماس گرفتن جهت رفع مشکل وجود داشته باشد)

۴ــ وقتی مشکل به‌وجود می‌آید بداند به کجا مراجعه کند.

۵ــ نحوه و عمل ارائه‌ی خدمات موردنظر را بداند.

۶ــ اطلاعات سریعاً در دسترس باشد.

۷ــ در هنگام مراجعه مورد احترام واقع شود و رفتارهای با او مؤدبانه باشد.

۸ــ رضایت مشتریان اندازه‌گیری شود و مورد اهمیت باشد.

۹ــ به شکایات مشتریان رسیدگی شود.

برای دریافت خواسته‌های مشتریان باید ارتباط را شناخت، شرایط ارتباط اثر بخش، روش‌های برقراری ارتباط، نحوه‌ی شروع مکالمه و اثرات برخورد اولیه را دانست.

۱ــ۸ــ۷ــ تعریف ارتباط : مفهوم ارتباط، انتقال اطلاعات یا مفاهیم ذهنی است که باید باعث تفهیم و تفاهم، تسهیم تجارب و تبادل اطلاعات گردد.

از نظر صاحب‌نظران، ارتباط ادراک و انتظار است و بر اطلاعات مبتنی است و دارای دو طرف گیرنده و فرستنده است که از کانال پیام و بازخورد گیرنده به فرستنده به تبادل اطلاعات منتهی می‌گردد.

شکل ۴ــ۷

۲ــ۸ــ۷ــ شرایط ارتباط اثر بخش : شرایطی که باعث مؤثر بودن ارتباط می‌شود عبارت‌اند از :

۱ــ ارائه‌ی شخصیت جذاب (ظاهر آراسته، ارائه‌ی توضیحات مفید، محترمانه رفتار کردن، نرم و ملایم سخن گفتن، سکوت و در صورت لزوم شوخی کم و تبسم فراوان)

۲ــ گفت‌وگوی ملایم و جاری

۳ــ سازگاری بین شخص و کلمات (با تطبیق دادن انتظارات شخص و لحن کلام، می‌توان به سرعت با هر کسی که بخواهیم به شرایط ارتباط مؤثر برسیم.)

۴ــ نمایش حالات جسمانی و ژستی هماهنگ و مشابه مخاطب (تغییر دست و سر، و هماهنگی در تنفس)

۵ــ برقراری تماس چشمی

۶ــ هم‌آوایی صدا (لحن، سرعت، بلندی، کوتاهی و آهنگ کلام)

۳ــ۸ــ۷ــ روش‌های برقراری ارتباط :

۱ــ مهارت در گوش دادن

۲ــ به تصویر کشیدن کلمات (ارزش یک تصویر معادل هزار کلمه است).

۳ــ ارائه‌ی مطالب توأم با نمایش

۴ــ به‌کار بردن مثال‌هایی که آمیخته با داستان و حکایت باشد.

۵ــ درخور فهم شنونده بودن سخن (شناخت مخاطب و برقراری ارتباط مؤدبانه متناسب با وضعیت شنونده)

۶ــ نفوذ کلام با توجه به تفاوت افراد (افراد بصری، سمعی، احساسی و حسابگر)

۷ــ استفاده از نام افراد.

۴ــ۸ــ۷ــ نحوه‌ی شروع مکالمه : برای شروع مکالمه باید نکات زیر را رعایت نمود :

۱ــ در سلام پیش‌دستی کنید.

۲ــ خودتان را معرفی کنید.

۳ــ تعریف و تمجید کنید.

۴ــ سؤالاتی مطرح کنید که جواب ساده داشته باشند.

۵ــ دقیق و پویا گوش کنید (خوب گوش کنید تا اطلاعات را بگیرید)

۶ــ خود افشانی داشته باشید (اطلاعات را به‌دیگران بدهید).

۵ــ۸ــ۷ــ اثرات برخورد اولیه : نخستین برخوردتان با افراد تأثیر بسیاری در نهادشان به‌جای می‌گذارد و واکنش آن‌ها را برای مدتی طولانی در قبال شما تعیین می‌کند.

هرگاه در اولین برخورد با رفتاری نامطلوب قدر و منزلت خود را از دست بدهید، چه بسا اصلاح این امر به درازا بکشد. شاید هم ترمیم نشود.

به‌هر حال اظهار چند کلمه‌ی تحسین آمیز در برخورد اولیه از هزار کلمه‌ای که در آینده به‌زبان می‌رانید مؤثرتر است. به‌عبارت دیگر مردم پیوسته چهره‌ی شما رادر قالب تصویری ماندگار از نخستین برخورد، که در ذهنشان نقش بسته است، مشاهده می‌کنند و براساس آن واکنش نشان می‌دهند.

۶ــ۸ــ۷ــ ارتباط با مشتری : کارکنانی که با مشتری برخورد مستقیم دارند (پذیرشگر یا فروشنده) باید ویژگی‌هایی چون کارایی، انجام به موقع کار و ادب داشته باشند و بتوانند با مشتری ارتباط برقرار کنند.

برای برقراری ارتباط با مشتری باید به مواردی چند توجه کنید :

۱ــ در دسترس مشتری باشید و به حرف‌های او گوش دهید.

۲ــ قادر به رسیدگی و حل مسائل مشتری باشید.

۳ــ آمادگی لازم برای مواجهه با موقعیت‌های نامطلوب را داشته باشید.

۴ــ به‌روشنی صحبت و رفتار کنید.

۵ــ توانایی غلبه بر احساسات خود را داشته باشید.

۶ــ برخوردی صمیمانه داشته باشید.

۷ــ قادر به ارائه‌ی پاسخ‌های قانع کننده باشید.

۸ــ برای درخواست‌های غیرمنتظره جواب‌های مناسب و فوری داشته باشید.

۹ــ علاقه‌مند به ابتکار عمل باشید. (ابتکار عمل داشته باشید)

۱۰ــ انعطاف‌پذیر باشید.

۱۱ــ آموزش پذیر باشید (آموزش باید در طول دوره‌ی زندگی و کار به‌طور مستقیم ارائه شود و کارکنانی که آموزش ندیده‌اند نباید با مشتریان سروکار داشته باشند).

۷ــ۸ــ۷ــ راه‌های ایجاد و حفظ ارتباط اثر بخش با مشتری :

۱ــ برای جذب مشتری جدید هیچ‌گاه از مشتریان قدیمی (کنونی) غافل نشوید.

۲ــ پس از بروز مسئله (از نظر ارتباط با مشتری) هرچه سریع‌تر آن را حل کنید.

۳ــ همیشه حالت بدون باخت به‌وجود آورید.

۴ــ همیشه حق با مشتری نیست، ولی مسئله‌ی مهم تفهیم این موضوع به مشتری است.

۵ــ مشتری خواستار لذت و نه تأمین رضایت است.

۶ــ نباید فراموش کرد که در یک سیستم اقتصادی بازار آزاد مشتری حق انتخاب دارد.

۷ــ با مشتریان داخلی همانند مشتریان خارجی رفتار کنید.

۸ــ برای پی بردن به‌خواست مشتری به حرف‌های او گوش دهید.

۹ــ درباره‌ی کالاها و خدمات دیدگاه مثبت داشته باشید.

۱۰ــ خود را به جای مشتری بگذارید تا نوع احساس او را درک کنید..

۸ــ۸ــ۷ــ کسب اطلاعات از مشتری : برای کسب اطلاعات از مشتری باید نکات زیر را رعایت نمود :

ــ در تمام اوقات در دسترس باشید و به انتظارات مشتریان پاسخ دهید.

ــ محترمانه، با خوشرویی و به‌طور خصوصی به مشتری خوش‌آمد بگویید.

ــ برای تعیین قرار ملاقات خیلی دقت نمایید (زمان‌بندی را رعایت کنید و برای آن ارزش قایل شوید و از پیشرفت کار اطلاع کسب کنید).

ــ از خود، احساس شغلی خوبی نشان دهید.

ــ درخواست‌های مشتری را درک کنید و آن‌ها را دقیقاً در مدارک لازم بنویسید (فرم پذیرش، فرم سفارش کالا و ...)

ــ در صورت لزوم به مشتری پیش‌نهاد کنید آزمایش‌های لازم کالا (خودرو) در حضورش انجام شود.

ــ اطلاعات را به‌طور دقیق کسب کنید و مشتریان را محترمانه پذیرش و بدرقه کنید.

ــ شرح کارها و درخواست‌ها را به‌طور کامل یادداشت کنید و هزینه و زمان صرف شده برای خدمات را توضیح دهید.

ــ از مشتری بخواهید برای تأیید و موافقت با سفارش (کارهای درخواست شده) فرم درخواست را با امضا تأیید کند.

ــ مشتریانی که بدون وقت قبلی و به‌دلیل اِشکال یا عیبی در کالا مراجعه می‌کنند، بی‌درنگ بپذیرید و رسیدگی کنید.

ــ برای کارهای فوری در حین کار، زمان معقولی ذخیره نگه‌دارید.

ــ رضایت مشتریان را جلب نمایید. از ابتدا به اظهارات آن‌ها توجه کنید و خواسته‌ها را مشخص کنید.

ــ به آن‌ها اطمینان دهید که انتظارات آن‌ها برآورده می‌شود.

ــ در حضور مشتری کم‌تر جست‌جو کنید و نشان دهید که از قبل برای این کار آماده شده‌اید.

ــ مدت انتظار مشتری را برای پذیرش به حداقل برسانید.

ــ به مشتریانی که کالای آنان دارای مشکل است به‌درستی رسیدگی نمایید. آن‌ها را ترغیب کنید که دفعات بعد برای جلوگیری از اتلاف وقت، قبلاً تماس داشته باشند و وقت بگیرند.

ــ مشتریانی را که عجله ندارند فراموش نکنید.

ــ مشتری را بیش از ۱۵ ثانیه پشت خط تلفنی (تماس) نگه‌ندارید.

ــ آهسته و آرام و دوستانه صحبت کنید و از صحبت و بحث فنی و تخصصی احتراز نمایید.

ــ مشتری را با نام خطاب کنید و به مذاکره‌ی تلفنی روح و صمیمیت ببخشید و از تماس او تشکر کنید.

ــ از ابتدا اطلاعات و مشخصات مشتری (نام و نام خانوادگی، شغل، تعداد مراجعه و ...) را کسب کنید.

ــ ورود و خروج مشتریان را کنترل کنید.

ــ در زمانی که پذیرش شلوغ و فشرده است، امکان تحویل خودرو را توسط شخص دیگر در ساعات خلوت‌تر فراهم کنید.

ــ همیشه، با مشتری خود، سر موعد و ساعت تعیین شده حاضر شوید.

ــ از گفتن جملات مبهم و یا بهانه قرار دادن شلوغی کار اجتناب کنید.

ــ در خود اشتیاق و علاقه‌مندی ایجاد کنید و به محتوای کلام مشتری توجه کنید.

ــ خون‌سردی را حفظ کنید و دنبال اصل و لُبِّ کلام باشید.

ــ نکات اصلی را یادداشت کنید و گوش کردن را جدی بگیرید.

ــ در مقابل حواس پرتی مقاومت کنید و ذهن و حافظه‌ی خود را تقویت کنید.

ــ از تعصبات ناروا پرهیز کنید.

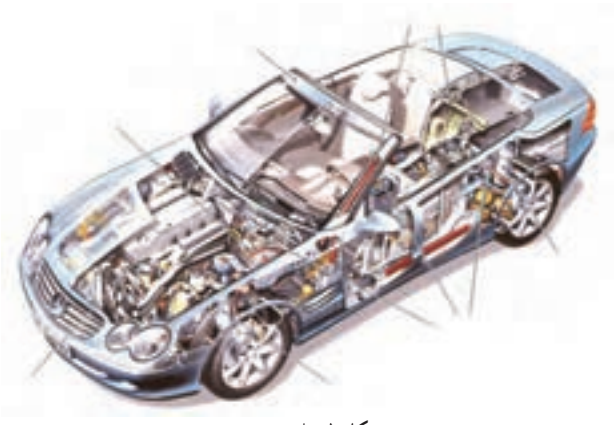
ــ از سرعت فکرتان خوب استفاده کنید (در یک کلام، گوش دهید و نشان دهید که گوش می‌دهید).

ــ زبان تن را به‌کار برید (تبسم، لمس‌کردن، تماس چشمی، سرتکان دادن، بازوان از هم باز و خم شدن به جلو).

فصل ۸

گامی به آینده

بسیاری از نوآوری‌های جدید در طرح و سیستم کنترل موتور چنان به سرعت و به‌گستردگی پذیرفته شده‌اند که اکنون جزء تجهیزات استاندارد به شمار می‌روند. بعضی از این نوآوری‌ها عبارت‌اند از سیستم کنترل و اداره‌ی الکترونیکی موتور با سیستم‌های جرقه‌زنی بدون دلکو، سیستم سوخت‌پاشی دریچه‌ای ترتیبی، سیستم‌های سوپر شارژ و توربوشارژ، پیستون‌ها و رینگ پیستون‌های کم اصطکاک، موتورهای تک و دومیل سوپاپ، تایپت و انگشتی غلتکی، سیستم الکتریکی و تنظیم زمانی سوپاپ، سیستم عیب‌یابی همراه خودرو و انبوهی از نوآوری‌های دیگر.



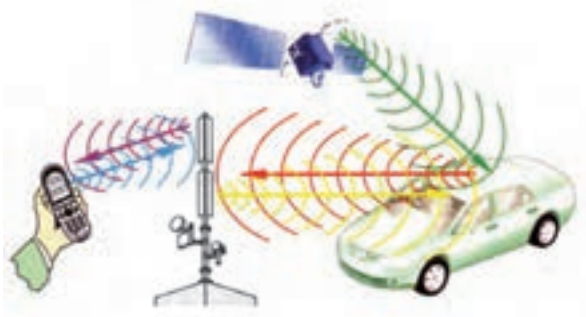
شکل ۱ــ۸

بعضی از خودروها دو سوختی یا چند سوختی‌اند و موتورها می‌توانند با سوخت‌های مایع و گاز کار کنند. بنزین در حال از دست دادن اهمیت دیرین خود به منزله‌ی تنها سوخت موتورهای شمع‌دار است.

اکنون خودروسازان در حال آزمودن موتورهای دوزمانه و کورس متغیر هستند که هوا را زیاد آلوده نمی‌کنند. اگر این آزمایش‌ها موفقیت‌آمیز باشند و اتومبیل‌هایی با موتور دوزمانه ساخته شود تحولات بیش‌تری در ساخت و تعمیر موتور اتومبیل رخ خواهد داد.

دونالد. ل. آنجلین

ــ اتومبیلی را در نظر مجسم کنید که به‌وسیله‌ی سیستم‌های الکترونیکی کنترل می‌شود، به سیستم‌های کامل عیب‌یاب همراه مجهز است و هر عیب ایجاد شده در اتومبیل و تعمیرات مورد نیاز را مشخص می‌کند و یک سیستم رایانه‌ای با ظرفیت ۶۴ بیت و حافظه‌ی تقریباً نامحدود آن را پشتیبانی می‌کند. به هوش مصنوعی مجهز است و همه‌ی تصمیمات عملیاتی رابه‌جای شما اجرا می‌کند و می‌تواند بیاموزد که شما چه دوست دارید و احتمالاً کجا می‌خواهید بروید. فرض کنید در صبح یکی از روزهای سال ۲۰۱۰ شما باید ۸ صبح سر کار خود حاضر شوید و فاصله‌ی شما تا محل کارتان حدود ۲۰ کیلومتر است، وقتی وارد خودرو می‌شوید خودرو گرم و آماده‌ی حرکت است و با استفاده از سیستم‌های ماهواره (شکل ۲ــ۸) بهترین مسیر را انتخاب



شکل ۲ــ۸

می‌کند و شما را به محل کار می‌رساند. در ضمن راه عیوب خود را به شما اعلام می‌کند و با هماهنگی مراجعه به تعمیرگاه درخواست می‌نماید. شما اعلام می‌کنید تا ساعت ۱۵ آن‌روز به خودرو نیاز ندارید. در این صورت، وقتی شما سر کار هستید،

اتومبیل آخرین عیب‌یابی کامل خود را در آن روز انجام می‌دهد و عیوب خود را لیست می‌کند.

«تام دنتون»

ــ و حالا فرض کنید شما مسئول پذیرش یک تعمیرگاه (یا یک واحد خدمات اتومبیل) هستید. اول صبح وارد دفتر کارتان می‌شوید. رایانه روشن است و منتظر شما! لیست کلیه‌ی خودروهایی که با سیستم پذیرش ارتباط برقرار کرده‌اند جلوی روی شماست. اولی، دومی و سومی، خودروی آقای دنتون ارتباط برقرار کرده، عیوب خود را ارسال نموده و سیستم اتوماتیک با این خودرو مرتبط شده است. سیستم عیب‌یاب جامع تعمیرگاه مجدداً آن‌را عیب‌یابی نموده، علاوه بر لیست عیوب احتمالی، عیوب دیگری نیز کشف شده و راه حل‌های آن اعلام گردیده است. به خودرو وقت داده شده تا در زمان استفاده نکردن آقای دنتون از آن جهت رفع عیب مراجعه کند.

با چنین تجهیزاتی، وقتی شما به واحدهای مختلف مراجعه کنید، با توجه به عیوب و نیازهای تغییراتی یا تنظیمی اعلام شده و زمان‌های مورد نیاز می‌بینید همه‌ی بخش‌ها هماهنگ شده‌اند.

سایر تماس‌ها را نیز کنترل می‌کنید، سپس برای سرکشی به بخش‌های مختلف تعمیرگاه از دفتر کار خارج می‌شوید، رایانه جیبی به صدا درمی‌آید، یک مراجعه هماهنگ شده بدون حضور تعمیرکار بخش مکانیکی، به بخش مکانیک می‌روید تعمیرکار مربوط نیامده، اعلام هم نکرده است، در نتیجه شما باید با جابه‌جایی نیروی انسانی با یکی از روبات‌های مکانیک این مشکل را برطرف کنید.

پس از بازگشت به دفتر کار، برنامه‌ی روزانه را کنترل می‌کنید، مراجعات بخش تعلیق خیلی کم‌ترند. با سرپرست این بخش هماهنگ می‌کنید، روبات شماره F_{12} را از سیستم تعلیق حذف می‌کنید و رایانه برای این بخش مجدداً برنامه‌ریزی می‌کند. اطلاعات F_{12} را پاک می‌کنید و اطلاعات مورد نیاز بخش مکانیکی را به حافظه او وارد می‌کنید به محل کار تعمیرکار مربوط می‌رود و کار را آغاز می‌کند.

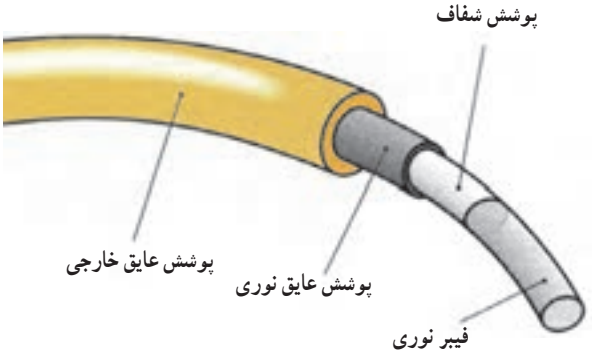
به صندلی تکیه می‌دهید و رایانه آخرین وضعیت عملکردی بخش‌های مختلف را اعلام می‌کند. اولین خودرو رفع عیب‌شده آماده‌ی تحویل می‌گردد. رایانه سؤال می‌کند تماس بگیرد یا خودتان تماس می‌گیرید.

بعضی از مشتری‌ها از تماس اتوماتیک رایانه‌ای خوششان نمی‌آید و ترجیح می‌دهند شما تماس بگیرید. (مؤلف)

با نگاهی به آن‌چه بزرگان خودرو «دونالد آنجلین، تام دنتون» پیش‌بینی کرده‌اند و قصه‌ای که برایتان در خصوص آینده خدمات بیان شد می‌توان تا حدودی فضای آینده خودروها را احساس نمود. لیکن باید توجه داشت بسیاری از تحولات فعلی خودرو نیز در حال حاضر در صنعت خودروی کشور ما مورد استفاده قرارنمی‌گیرد.

تکنولوژی‌های متداول در صنعت خودرو جهان :

بعضی از تکنولوژی‌های متداول عبارت‌اند از : سیستم‌های کابل نوری که از سال ۱۹۹۰ در اتومبیل‌های مرسدس به‌کار رفت (شکل ۳ــ۸) تولید لامپ‌های تخلیه‌ی گازی. سال ۱۹۹۴ سیستم‌های بصری سرــ بالا به منزله‌ی بخشی از طرح پرومتئوس ابداع شد و ... .



شکل ۳ــ۸ــ کابل نوری

تحولات جاری و آینده‌ی دیگری هم‌چون :

ــ کنترل برقی ــ هیدرولیکی حرکت سوپاپ و تنظیم زمانی آن‌ها

ــ دستگاه القایی پیوسته متغیر

ــ سیستم کنترل پویای تمام خودرو

ــ سیستم فعال کاهش علت (تعلیق فعال)

ــ سیستم فرمان فعال

ــ استفاده از دیود نورگسل (ال. ای. دی) برای روشنایی خارجی

ــ تکامل سیستم موتور دو زمانه

ــ باتری و کشش اتومبیل برقی

ــ کلاچ الکترونیکی

ــ سیستم اندازه‌گیری (متغیر فیزیکی، تراگردانی، متغیر الکتریکی، پردازش سیگنال تبدیل قیاسی به رقمی، پردازش سیگنال و نمایش یا کاربرد به وسیله‌ی یک کنترلگر)

ــ سیستم‌های سیم‌کشی مالتی پلکس

ــ باتری با چگالی انرژی بالاتر

ــ باتری سرب ــ اسیدی با چگالی انرژی ۳۰ (wh/kg)

ــ باتری نیکل ــ آهنی با چگالی انرژی ۴۵ (wh/kg)

ــ باتری سدیم ــ گوگردی با چگالی انرژی ۹۰(wh/kg)

ــ باتری روی ــ هوایی با چگالی انرژی۱۸۰ (wh/kg)

ــ پیل سوختی هیدروژن ــ اکسیژن با چگالی‌انرژی۵۰۰ (wh/kg)

ــ ساخت دینام‌هایی با خروجی هر چه بیش‌تر

ــ ساخت راه انداز موتور (استارت) با بازدهی بالا

ــ ساخت سوخت پاش‌هایی با فشار حدود ۲۰۰مگا پاسکال

ــ سیستم خودکار کنترل دمای اتاق اتومبیل

ــ سیستم پرکردن القایی باتری

ــ CDR (دستگاه ضبط کننده اطلاعات) یا جعبه‌ی سیاه اتومبیل

ــ خودروهای هیبریدی

ــ خودروهای هوشمند

ــ .....

نمادشناسی

System control :SYC

control Gasoline Direct ingection mode:SGD

System

System Coutrol :SC

Torque Demand signal conditioning :TDS

Torque Demand Driver :TDD

Torque Demand crusse control :TDC

Torque Demand Idlespeed control :TDI

Torque Demand Auxliary control :TDA

Torgue Demand :TD

Communication Vehicle :COV

Communication Secunty Acceres :COS

Communication User Inter hace :COU

Communication :CO

Torque Structure :TS

Torque Conversion Air :TCA

Torque Modeling :TMO

Torque Coordination :TCD

Torque Conversion Combustion :TCC

Accessory Coutrol Therma management :ACT

Accessory Control Air Condition :ACA

Accessory Control Fan :ACF

Accessory Control Elecbrical machines :ACE

Accessory Control Streering :ACS

Accessory Coutrol :AC

Diagnostic System Manager :DSM

Diagnostic System :DS

Air system Exhaust Gas recirculation :AEG

Air system Brake Booster control :ABB

Air system Throttle Control :ATC

Air system Boost Control :ABC

Air system Determination of charge :ADC

Air system Intake Manifold Control :AIC

Air system Valve Control :AVC

Air system :AS

Fuel system :FS

Fuel system Purge Control :FPC

Fuel supply system :FSS

Fuel system Feed Forward control :FFC

Fuel system injection Timing :FIT

system Evaporative Leakage Detection :FEL

Fuel system Mixture Adaptation :FMA

Ignitiou system:IS

Ignition Control :IGC

Ignition system knock control :IKC

Monitoring Function :MOF

Microcontroller Monitoring:MOC

Monitoring Module :MOM

Monitoring :MO

system Doc .Ecu ,Engine ,Vehicle :SDE

system DOC .Libraries:SDL

system Documentation:SD

Exhaust system :ES

TWC Front catalyst control :ETF

Exhaust system Description and modeling:EDM

Control of Temperature :ECT

Air Fuel control :EAF

TWC Main catalyst control :ETM

Nox Main catalyst control :ENM

Operating Data Engine position management:OEP

Operating Data Temperature management :OTM

Misfire Detection Frregular Running :OMI

Operating Data Baltery Voltage :OBV

A/D	Analog/ Digital convertor	مبدل آنالوگ به دیجیتال
A/C	Air Conditionan	هواساز
ABC	Active Body Control	کنترل بدنه‌ی فعال
ABD	Automatic Braking Differntial	ترمز اتوماتیک دیفرانسیلی
ABS	Antilock Braking System	سیستم ترمز ضد قفل
AC	Alternating Current	جریان متناوب
ACC	Adaptive Cruise Control	کنترل فاصله و سرعت (کروز) تطبیقی
ACC LSF	Acc Low speed Following	سیستم کروز کنترل با سرعت پائین
ADA	Auto-Directional Antenna	آنتن جهت‌یاب اتوماتیک
AFC	Anti- Friction- Coating	پوشش ضد اصطکاک
ACSD	Automatic Child Seat Detection	سیستم تشخیص صندلی کودک
APB	Automated Parking Brake	سیستم ترمز پارک خودکار
ASC	Active Suspension Control	کنترل تعلیق فعال
ATF	Automatic-Transmission Fluid	روغن گیربکس اتوماتیک
ASG,AT	Automatic Transmission	انتقال قدرت اتوماتیک
BDC	Bottom Dead Center	نقطه‌ی مرگ پایین
BA	Braking Assistant	سیستم کمکی ترمز
BLCD	Brushless Electronically DC Motor	موتور DC الکتریکی بدون زغال
BSR	Battery Status Recognition	تشخیص وضعیت باتری
BNEP	Bluetooth Network Encapsulating Protocol	پروتکل فشرده سازی شبکه بلوتوث
BSS	Byte Start Sequence	توالی شروع بایت
CAD	Computer- Aided Design	طراحی با کمک رایانه
CAE	Computer-Aided Engineering	مهندسی به کمک رایانه
CAN	Controller Area Network	شبکه فضای کنترلر
CMOS	Complementy Metal Oxide Semiconductor	نیم هادی اکسید فلز مکمل (تکنولوژی ساخت IC)
CVG	Coriolis Vibrating Gyro	ژایر و ارتعاشی کریولیس (اندازه‌گیری دوران)
CBG	Central Bus Guardian	محافظ باس مرکزی
CVT	Continuously Variable Transmission	انتقال قدرت متغیر پیوسته
DAC	Digital Analoge Convertor	مبدل دیجیتال آنالوگ

DRAM	Dynamic RAM	حافظه‌ی اصلی پویا
DSP	Digital Signal Processor	پردازشگر سیگنال دیجیتال
DAC	Device Access Code	کد دست‌یابی وسیله
EECU	Engine Electronic Control Unit	واحد کنترل الکترونیکی موتور
EAS	Electronic Active Steering	سیستم فرمان الکترونیکی فعال
EBS	Electronic Battery Sensor	حسگر باتری الکترونیکی
ECU	Electronic Control Unit	واحد کنترل الکترونیکی
EDC	Electronic Diesel Control	سیستم کنترل دیزل الکترونیکی
EEM	Electrical Energy Managment	سیستم مدیریت انرژی الکتریکی
EGR	Electronic Gas Recirculation	گردش دوباره‌ی گاز الکترونیکی
EMC	Electro Magnetic Compability	سازگاری الکترومغناطیس
ESP	Electronic Stability Program	برنامه‌ی پایداری الکترونیکی
EPROM	Erasable Programmable Read Only Memory	حافظه فقط خواندنی برنامه‌پذیر قابل پاک‌کردن
FET	Field-Effect Transistor	ترانزیستور اثر میدان
FOT	Fiber Optic Transciver	انتقال فیبر نوری
GPS	Global Positioning System	سیستم مکان‌یابی جهانی
HD	Heavy Duty	ظرفیت بالاــ توان بالا
HF	High Frequency	فرکانس بالا
I/O	Input / Output	ورودی خروجی
IDI	In Direct Injection	تزریق مستقیم
HFM	Hot-Film Air-Mass meter	اندازه‌گیر جرم هوا با لایه‌ی داغ
LAN	Local Area Network	شبکه‌ی فضای محلی
LCD	Liquid Crystal Display	نمایشگر کریستال مایع
LED	Light Emitting Diode	دیود انتشار دهنده‌ی نور
LIN	Local Interconnect Network	شبکه‌ی اتصال داخل محلی
MEMS	Micro Electro mechanical System	سیستم‌های میکروالکترومکانیکال
MOST	Media Oriented Systems Transport	سیستم‌های انتقال مبتنی بر رسانه
NIC	Network Interface Controller	کنترلر واسط شبکه
NIC	Negative Tempreture Coefficient	ضریب دمایی منفی

LItronic	Light and Electronic	الکترونیک و روشنایی
KE-Jetronic	Continuous multipoint fuel injection with electronic control unit	سیستم تزریق سوخت پیوسته چندنقطه‌ای با کنترل یونیت الکترونیکی
KE-Motronic	Engine Managment Basedon KE-Jetronic	سیستم مدیریت موتور براساس KE-Jetronic
K-Jetronic	Mechanically Controlled Multi Point fuel injection	سیستم تزریق سوخت چندنقطه‌ای با کنترل مکانیکی
LH-Jetronic	KE-Jetronic withe hot-wire air massmeter	سیستم KE-Jetronic با اندازه‌گیر جرم هوا با سیم داغ
L-Jetronic	Electricaly controlled intermittent multipoint fuel injection	سیستم تزریق چند نقطه‌ای متناوب با کنترل الکترونیکی
LPG	Liquifiel petroleum Gas	گاز نفت مایع شده
LNG	Liquified Natural Gas	گاز طبیعی مایع شده
ME-Motronic	Engine managment with electronic throttle control	سیستم مدیریت خودرو با کنترل دریچه‌ی گاز الکترونیکی
OBD	On-Board Diagnosis	سیستم تشخیص بر روی برد
OP	Operational Amplifier	تقویت‌کننده‌ی عملیاتی
PWM	Pulse-width Modulation	مدولاسیون پهنای پالس
QM	Quality Managment	مدیریت کیفیت
SPI	Single Point Injection	تزریق تک نقطه‌ای
VHF	Very High Frequency	فرکانس خیلی بالا
VVT	Variable Valve Timing	تایمینگ متغیر سوپاپ
VPI	Vapor- Phase Inhibitor	سیستم جلوگیری از تشکیل فاز بخار

منابع و مآخذ

1- BOSCH- Automtive Seusors

2- BOSCH - Automotive Electrics/Automotive Electronics

3- BOSCH - Brake Systems for Passenger cars

4- BOSCH - Automotive Hand book

5- BOSCH - Gasoline Engine Management

6- Mitsubishi - Anti - Lock Brake System

7- Mitsubihi - Supplemental Restraint System

8- Europa Reference books - Modern Automtive Tchnology

9- TOM DENTO - Automotive Electrical/and Electronic System

10- Mazda - Warranty and Garranty

۱۱ــ از گاراژ تا کلینیک ـ دکتر مجتبی کاشانی

۱۲ــ آیین نامه خدمات پس از فروش ــ شرکت ایران خودرو