AutoLibrary

سیستم مدیریت موتور(Engine Management System)

برای روشـــن شـــدن موتور، علاوه بر حداقل دوران میل‌لنگ، پارامترهای دیگری به شـــرح زیر نیز باید ایجاد شود:

- ترکیب سوخت و هوا به نسبت جرمی تقریبی یک گرم بنزین به ۱۴/۷ گرم هوا
- تعیین زمان و مقدار پاشش بنزین
- تامین ولتاژ جریان برقی بین ۵ تا ۵۰ کیلوولت برای ایجاد جرقه بین الکترودهای شمع
- تعیین زمان جرقه
- کنترل دمای مایع خنک‌کننده موتور

تامین و اجرای موارد فوق برعهده سـیسـتم مدیریت موتور یا EMS اسـت. شـکل الف اجزای EMS را نشـان می‌دهد.

AutoLibrary

AutoLibrary

۱-واحد کنترل الکترونیکی یا ECU ۲-دسته‌سیم ۳-دیاگ ۴- سنسور دور موتور ۵-سنسور میل‌سوپاپ ۶-سنسور فشار و دمای هوای ورودی یا TMAP ۷- سنسور دمای مایع خنک‌کننده ۸-سنسور دریچه گاز ۹-سنسور سرعت خودرو ۱۰-سنسور اکسیژن ۱۱-سنسور ناک ۱۲-سوئیچ اینرسی ۱۳-سوئیچ ۱۴-باتری ۱۵-انژکتور ۱۶-پمپ بنزین ۱۷-کویل دوبل ۱۸-وایر شمع ۱۹-شمع ۲۰-استپر موتور ۲۱-شیر برقی کنیستر ۲۲-رله دوبل ۲۳-فن رادیاتور ۲۴-چراغ چک ۲۵-دورسنج موتور

شکل الف-اجزای EMS موتور بنزینی

برای بررسی مدار سیستم مدیریت موتور ابتدا انواع سوخت های مورد مصرف خودروها به طور مختصر بررسی می شود.

۱-سوخت

AutoLibrary

AutoLibrary

الف- بنزین بنزین سوختی است که در موتورهای با سیکل اتو مورد استفاده قرار می گیرد ، این سوخت ترکیبی از
هیدروکربن های مختلف می باشد و باید به شکلی باشد تا خاصیت ضربه زنی نداشته باشد به همین دلیل درجه اکتان را تعریف می کنند.
سوخت ایزواکتان سوختی است که حداکثر مقاومت در مقابل خودسوزی را دارد . درحالی که سوخت هپتان حداقل مقاومت در مقابل خودسوزی دارد بنابراین با ترکیب مقادیر مختلف این سوخت ها ، بنزین با درجه اکتان متفاوت به سمت می آید . به طور مثال بنزین با عدد اکتان ۸۵ دارای ۸۵ درصد ایزواکتان و۱۵ درصد هپتان می باشد . چنانچه یک گرم بنزین با ۱۴/۷ گرم هوا ترکیب شود ، حداقل آلودگی ایجاد می گردد ولی به طور کلی محصولات احتراق بنزین عبارتند از :گرما ، آب ، co_2

در حالتی که بنزین به صورت ناقص بسوزد آلاینده های مضر CO ، NOx ، HC و C نیز به محصولات احتراق فوق اضافه می شوند.

ب-گازوئیل گازوئیل از بنزین ارزان تر بوده و در موتورهای داخلی با سیکل فشار ثابت یا دیزل مورد استفاده قرار
می گیرد . برای سوختن کامل گازوئیل باید یک گرم از آن را با ۳۲ گرم هوا ترکیب نمود. برای گازوئیل نیز عدد ستان تعریف می شود و عدد استان به منظور کاهش تاثیراحتراق از زمان پاشش سوخت تا شروع احتراق تعریف می شود .
مهمترین آلایندگی ناشی از احتراق گازوئیل کربن (c) و اکسیدهای ازت (Nox) می باشد.لازم به ذکر است که Nox در دماهای بالا بیشتر تولید می شود.
پ- سوخت مایع نفتی (LPG)[1] :
به دلیل هزینه زیاد تولید بنزین و گازوئیل گراش به استفاده از سوخت های جایگزین زیاد می باشد . LPG یکی از سوخت های جایگزین مورد استفاده در موتورهای احتراق داخلی با سیکل اتو می باشد .
این گازعمدتا" از بوتان و پروپان تشکیل شده است وبه صورت مان تقطیری و به هنگام تولید و پالایش نفت خام و عملیات پتروشیمی تولید می شود . این گاز با فشار ۲۰ بار به مایع تبدیل می شود .. در حالت مایع بودن دارای وزن مخصوص ۰/۵۱ نسبت به آب و درحالت گازی ۱/۵ تا ۲ برابر سنگین تر از هوا می باشد ، از این رو چنانچه درهوا نشت کند، در سطح زمین تجمع کرده و باعث بروز حوادث ناشی از انفجار می گردد.
لازم به ذکر است که حجم یک لیتر LPG در صورت تبخیر ۲۷۰ برابر می شود لذا نشتی آن بسیار خطرناک خواهد بود .

[1] Liquefied petroleum Gas

AutoLibrary

AutoLibrary

ت- گاز طبیعی فشرده شده (CNG)[1] :

این سوخت نیز سوخت جایگزینی به خصوص در کشورهایی که دارای منابع غنی گاز طبیعی هستند، می باشد . گاز طبیعی عمدتاً از متان (CH_4) تشکیل شده است و به راحتی مایع نمی شود از این رو با فشار ۲۰۰ بار آن را به صورت فشرده شده در مخازن ذخیره کرده و درخودروها مورد استفاده قرار می گیرد . به دلیل فشار زیاد این سوخت ، مخازن فولادی حاوی این گاز باید دارای ضخامت زیادی باشند تا توان تحمل این فشار را داشته باشند ، لذا به ازای هر لیتر سوختی که ذخیره می کنند تقریباً، یک کیلوگرم وزن دارند ، مثلاً وزن مخزن صد لیتری ، صد کیلوگرم می باشد .

این گاز از هوا سبک تر بوده ودرصورت نشت کردن درهوای محیط پخش شده و خطرانفجار آن کمتر از LPG می باشد .

جدول (۶-۱) سوخت های مختلف را بایکدیگر مقایسه می کند.

نام سوخت ها توضیحات		گازوئیل	گاز مایع	طبیعی	واحد
c /		-	G ۲/۰۱	۰/۷۶	Kg/m
c	۰/۷۴	/	L ۰/۵۳	-	Kg/lit
=		-	/	/	
ارزش حرارتی	۴۲/۷	/	۴۶/۳		Kj/kg
استوکیومتری	۱۴/۸	/	۱۵/۶۴	/	Kg/kg
عدد ستان			-	-	
عدد اکتان	۸۲	-		۱۰۰	
			-۴۲ propan	-۱۶۲	C۰
		-	۲/۳-۹/۵		

جدول ۶-۱- مقایسه سوخت های مختلف با یکدیگر لازم به توضیح است که تمامی سوخت های فوق از نوع سوخت های فسیلی بوده و خطر تمام شدن و محدودیت در استفاده از آنها می باشد و از طرفی هیچکدام از این سوخت ها را نمی توان سوخت پاک نامید، چرا که همگی از ترکیبات هیدروژن و کربن بوده و در صورتی که به صورت مطلوب محترق نشوند آلودگی ایجاد می کنند ، از اینرو همواره باید توجه نمود که در صورت استفاده از کنترلر مناسب جهت اختلاط صحیح سوخت و هوا ، هرکدام از سوخت های فوق می توانند آلودگی کمی تولید کنند. و در صورت استفاده از کنترلر سطح پایین همگی سوخت های فوق دارای آلودگی زیادی خواهند بود .

لازم به ذکر است که امروزه با افزایش قیمت محصولات نفتی ایدهٔ استفاده از انرژی الکتریکی درخودروها با استفاده از خودروهای هیبریدی ، پیل های سوختی و کاربرد هیدروژن جهت تولید برق قوت گرفته است .

[1] Compressed Natural Gas

AutoLibrary

AutoLibrary

سیستم جرقه زنی

موتورهای احتراق داخلی که از سوخت بنزین و گاز استفاده می‌کنند، برای محترق کردن مخلوط سوخت و هوا در پایان زمان تراکم، نیاز به دستگاهی دارند که بوسیله جرقه‌زدن، مخلوط سوخت و هوا را در لحظه مناسب محترق نماید. از اینرو ایجاد جرقه و زمان ایجاد جرقه در هر سیلندر موتور، بسیار مهم می‌باشد به نحوی که این وظایف برعهدهٔ سیستم جرقه‌زنی خودرو می‌باشد.

وظیفه سیستم جرقه‌زنی، مشتعل نمودن مخلوط سوخت و هوای درون سیلندر در زمان مناسب قبل از نقطه مرگ بالا، بوسیله ایجاد جرقه یا قوس الکتریکی می‌باشد. جرقه ایجاد شده با توجه به شرایط کارکرد موتور خودرو بین ۵۰۰۰ تا ۲۰۰۰۰ ولت می‌باشد. هنگامی که دهانه شمع کوچکتر از حد مجاز باشد، موتور گرم بوده و یا فشار تراکم کم باشد، جرقه ایجاد شده، ولتاژی در حدود ۵۰۰۰ ولت را دارا می‌باشد. و زمانی که فاصله بین دهانه شمع زیادتر از حد مجاز بوده، موتور سرد باشد و فشار تراکم زیاد باشد. جرقه در حدود ۲۰۰۰۰ ولت می‌باشد.

وایر شمع

وایر شمع یا وایرهای فشار قوی که وظیفه انتقال جریان برق فشار قوی را از ترمینال مرکزی کویل به ترمینال مرکزی دلکو و همچنین از ترمینالهای دلکو به شمع‌ها را برعهده دارند باید خصوصیات زیر را داشته باشند:

۱- عایق آن، مقاومت الکتریکی تا ۴۰۰۰۰ ولت را داشته باشد و در مایعات و هوا، جریان برق را از خود عبور ندهد.

۲- در برابر تغییرات دمایی از ^{o}C ۴۰- تا ^{o}C ۲۶۰ به خوبی مقاومت کند.

۳- از تولید امواج الکترومغناطیسی و تداخل آن با دستگاههای الکترونیکی جلوگیری کند.

۴- در حدود ۱۶۰۰۰۰ کیلومتر عمر مفید داشته و به مدت ۱۰ سال استحکام و دوام مناسب داشته باشد.

وایر شمعها در دو نوع ساخته می‌شوند:

۱- وایر شمع با سیم‌فلزی در مرکز آن

در این نوع، یک سیم فلزی از وسط وایر شمع عبور کرده که وظیفه انتقال جریان برق فشار قوی را بر عهده داشته و یک پوشش عایق نیز روی سیم فلزی کشیده شده است.

رسانایی که در مرکز کابل قرار دارد ممکن است با قلع روکش شود ولی معمولاً از یک سیم مرکزی که با استفاده از تارهای کربن پوشیده شده است، استفاده می‌شود. این کار برای جلوگیری از تولید امواج الکترومغناطیسی و اختلال در سیستم‌های الکترونیکی خودرو انجام می‌گیرد.

$(\frac{\Omega}{m})$

برای طولهای کمتر از ۳۰۰ میلی‌متر، کابلی با مقاومت ۲۵۰۰۰ تا ۳۴۰۰۰ اهم بر متر استفاده می‌شود.

اگر طول وایر شمع بیشتر از ۳۰۰ میلی‌متر باشد، از کابلی با مقاومت ۱۵۰۰۰ تا ۲۴۰۰۰ اهم بر متر

$(m\Omega)$ استفاده می‌گردد.

AutoLibrary

AutoLibrary

برای این نوع وایر شمع‌ها دو نوع کابل وجود دارد: یکی ۹/۰/۳ و دیگری ۱۹/۰/۳ در کابل نوع اول ۹ رشته سیم فلزی وجود دارد و قطر هر رشته ۰/۳ میلی‌متر که در اینصورت سطح مقطع قسمت فلزی وایر شمع ۰/۶۵ میلی‌متر مربع (mm۲) می‌باشد. این نوع کابل دارای قطر خارجی ۵ میلی‌متر می‌باشد.

کابل نوع دوم دارای ۱۹ رشته به قطر ۰/۳ میلی‌متر می‌باشد که سطح مقطع قسمت فلزی وایر شمع ۱/۳۵ میلی‌متر مربع (mm۲) خواهد بود و قطر کابل ۷ میلی‌متر است.

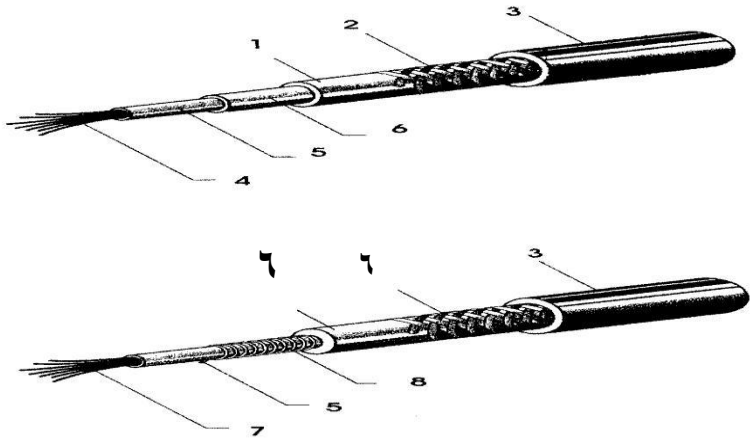
قسمت هسته فلزی بوسیله روکش P.V.C یا نوعی پلاستیک با تار و پودهایی از جنس پنبه پوشیده شده و از انتقال برق فشار قوی از قسمت مرکزی به بدنه جلوگیری می‌شود.

امروزه از این نوع وایر شمع‌ها به ندرت استفاده می‌شود.

۲- وایر شمع با عایق در مرکز آن این نوع وایر شمع که در خودروهای امروزی مورد استفاده قرار می‌گیرد نیز، دو نوع می‌باشد که در شکل (۱۰۰-۱) ملاحظه می‌شود.

در هنگام عبور جریان برق از یک سیم فلزی، بیشتر حرکت الکترونها از سطح فلز صورت می‌گیرد و فقط قسمت کمی از جریان برق از هسته سیم عبور می‌کند. بر همین اساس وایر شمع‌های جدید را به گونه‌ای می‌سازند که هسته آنها را از مواد عایق پر کرده و اطراف این هسته عایق از مواد رسانا مانند سیلیکون می‌پوشانند.

در بعضی از وایر شمع‌ها به دور لایه رسانا، یک سیم فلزی پیچیده می‌شود که در اینصورت عبور جریان برق بهبود یافته و امواج الکترومغناطیسی کمتری در وایر شمع بوجود می‌آید و از تداخل با امواج سیستم‌های الکترونیکی خودرو جلوگیری می‌کند. قسمت خارجی لایه رسانا و سیم فلزی پیچیده شده روی لایه رسانا توسط لایه عایق پوشانیده شده و جهت بالا بردن استحکام وایر به دور لایه عایق از یک پوشش ابریشمی بافته شده استفاده می‌گردد. روی این لفاف ابریشمی نیز پوشش اصلی وایر شمع از جنس P.V.C قرار گرفته است.



۱- عایق ۲- الیاف ابریشمی ۳- روکش ۴- فیبر عایق ۵- لاستیک نارسانا ۶- سیلیکون رسانا ۷- سیم‌پیچ

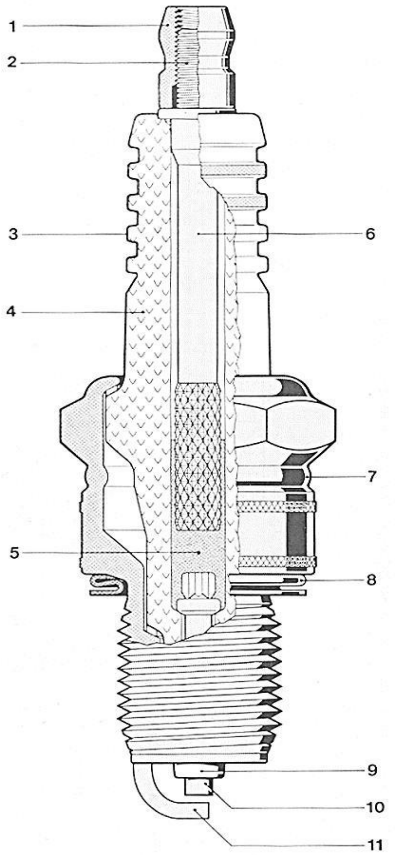
شکل ۷۹-۱- وایر شمع‌های مدرن که در خودروهای جدید استفاده می‌شود.

AutoLibrary

AutoLibrary

۲-۱۷-۲-۲-۱- شمع جرقه[۱]

وظیفه شمع تولید جرقه در محفظه احتراق به جهت محترق نمودن مخلوط سوخت و هوا می‌باشد. شمع باید ولتاژی در حدود ۳۰۰۰۰ ولت را از خود عبور داده و عایق شمع باید تا دمای ۱۲۰۰ °C خصوصیات عایق بودن را به خوبی داشته باشد و همچنین شمع باید فشار محفظه احتراق را در حدود ۵۰ بار تحمل نماید. شکل (۸۰- ۱) ساختمان شمع را نشان می‌دهد.



۱- مهره ترمینال۲- رزوهٔ ترمینال ۳- مانع نشت جریان۴- عایق آلومین ۵- رسانای شیشه‌ای مخصوص (مقاومت داخلی شمع) ۶- میله ترمینال ۷- آچارخور و هادی جریان ۸- واشر درزگیر ۹-عایق چینی ۱۰-الکترود مرکزی ۱۱- الکترود بدنه

شکل ۸۰-۱- ساختمان شمع جرقه

قسمت‌های مختلف شمع در زیر شرح داده
می‌شوند: ۱- ترمینال اصلی شمع[۲]
جنس این ترمینال از فولاد بوده که از بالا به وایر شمع و از پائین توسط هادی شیشه‌ای (مقاومت داخلی شمع) به الکترود مرکزی شمع وصل می‌شود. این ترمینال درون عایق سرامیکی به طور کامل عایق‌بندی می‌شود و وظیفه آن انتقال جریان برق فشار قوی از وایر شمع به الکترود مرکزی می‌باشد.

---
۱ - Spark plug
۲ - Terminal stud

AutoLibrary

AutoLibrary

۲- عایق سرامیکی

جنس این عایق از اکسید آلومینیم (AL_2O_3) یا آلومین می‌باشد که دارای ۲۸ درصد اکسید آلومینیم،۵/۶ درصد اکسید آهن و درصد زیادی اکسید تیتان می‌باشد و نقطه ذوب آن ^{o}C ۲۰۵۰ می‌باشد. وظیفه عایق سرامیکی، عایق‌بندی ترمینال اصلی و الکترود مرکزی شمع از بدنه شمع می‌باشد.

برای اطمینان از عمل عایق‌بندی، عایق سرامیکی را فشرده کرده، سپس سطح خارجی آن را به وسیله لعاب شیشه، می‌پوشانند. استفاده از لعاب شیشه باعث پوشانیده شدن منافذ و جلوگیری از چسبیدن رطوبت و کثافات و در نتیجه جلوگیری از افت ولت می‌شود. عایق سرامیکی باید تا دمای ^{o}C۱۲۰۰خصوصیات عایق بودن خود را حفظ کند.

۳- بدنه شمع جنس آن از فولاد بوده و وظیفه آن محکم نگه داشتن شمع به بدنه سرسیلندر می‌باشد.

قسمت بالایی بدنه

شمع دارای آچارخور شش گوش می‌باشد و قسمت پائین آن دارای رزوه می‌باشد که داخل سرسیلندر پیچیده می‌شود. بین بدنه شمع و سرسیلندر با استفاده از واشر درزبند، عمل آببندی را انجام داده و از خروج مخلوط سوخت و هوا جلوگیری می‌شود.

برای جلوگیری از پوسیدگی بدنه شمع قسمت خارجی آن را با نیکل

می‌پوشانند. ۴- الکترود بدنه[۱]

این الکترود دارای مقطع مستطیل شکل بوده و به بدنه شمع متصل می‌باشد. به دلیل آنکه به جهت تنظیم فاصله هوایی بین الکترود بدنه و الکترود مرکزی شمع، الکترود بدنه باید قابلیت خم شدن را داشته باشد، جنس آن از آلیاژ کرم، نیکل می‌باشد.

۵- الکترود مرکزی[۲] این الکترود با توجه به کاربرد شمع دارای

جنس‌های گوناگونی می‌باشد.

در بعضی از شمع‌ها جنس هسته الکترود مرکزی را از مس در نظر گرفته، سپس آنرا با آلیاژ نیکل - کرم، نیکل - منگنز یا نیکل - سیلیکون می‌پوشانند. منگنز و سیلیکون باعث مقاومتر شدن الکترود در مقابل عوامل شیمیایی مانند دی‌اکسید سولفور که از احتراق سوخت بدست می‌آید، می‌شود. این نوع الکترودها را الکترود با جنس مرکب گویند. فلز دیگری که به عنوان الکترود مرکزی در نظر گرفته می‌شود، پلاتین می‌باشد. این فلز در مقابل پوسیدگی بسیار مقاوم است.

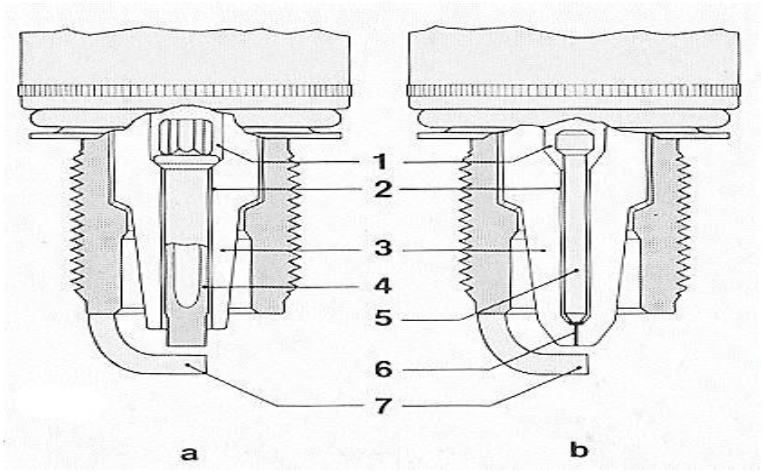
این دو نوع الکترود در شکل (۸۱-۱) ملاحظه می‌شود. در برخی موارد نیز جنس الکترود مرکزی را از نقرهٔ سخت در نظر می‌گیرند. لازم به ذکر است که در بین فلزات، نقره بیشترین قابلیت هدایت گرمایی و الکتریکی را دارا می‌باشد. بنابراین استفاده از نقره در الکترود مرکزی بهتر بوده ولی قیمت شمع را افزایش می‌دهد. قطر الکترود مرکزی این نوع شمع‌ها، از شمع‌های معمولی کمتر است ولی برخلاف قطر کمتر، انتقال حرارت آن نسبت به شمع‌های معمولی بهتر است.

---

۱ - Ground electrode
۲ - Center electrode

AutoLibrary

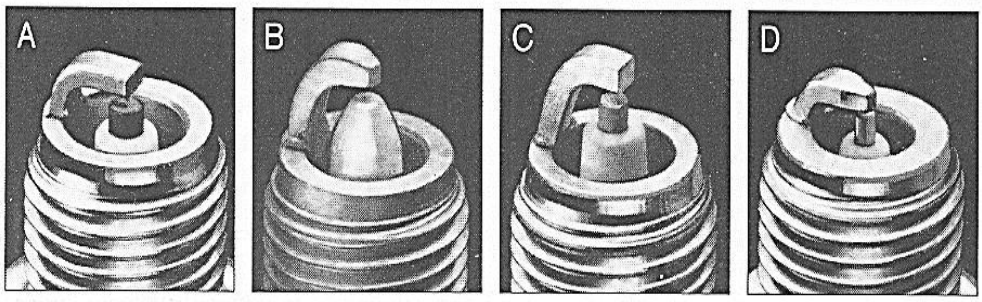
AutoLibrary



a : الکترود مرکزی مرکب b: الکترود مرکزی از جنس پلاتین یا طلای سفید

۱- رسانای شیشه‌ای مخصوص (مقاومت داخلی شمع)
به جهت انبساط الکترود مرکزی ۳- امتداد عایق چینی ۴- الکترود مرکزی مرکب ۵- کنتاکت فلزی
۶- الکترود مرکزی از جنس پلاتین یا طلای سفید ۷- الکترود بدنه
شکل ۸۱-۱- دو نوع شمع با جنس الکترود مرکزی متفاوت

شکل (۸۲-۱) شمع‌ها، با الکترودهای مرکزی متفاوت را نشان می‌دهد.



A : شمع با الکترود مرکزی از جنس مواد مرکب
B : شمع با الکترود مرکزی از جنس پلاتین
C : شمع با الکترود مرکزی از جنس نقره
شکل ۸۲-۱- شمع‌ها با الکترودهای مرکزی متفاوت

◄ نکته: مواد خالص دارای هدایت الکتریکی بهتری می‌باشند.

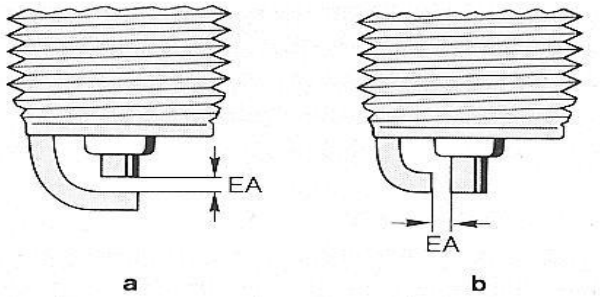
با توجه به شکل (۲۰-۶) فاصله هوایی بین الکترود مرکزی و الکترود بدنه شمع وجود دارد. به طوری که جریان برق با ولتاژ زیاد از این فاصله پرش نموده و جرقه را بوجود می‌آورد. این فاصله هوایی با توجه به نوع موتور خودرو و نوع سیستم جرقه‌زنی باید بین ۰/۵ تا ۱/۵ میلی‌متر باشد که مقدار دقیق آن در کاتالوگ خودرو مورد نظر آمده است.

AutoLibrary

AutoLibrary

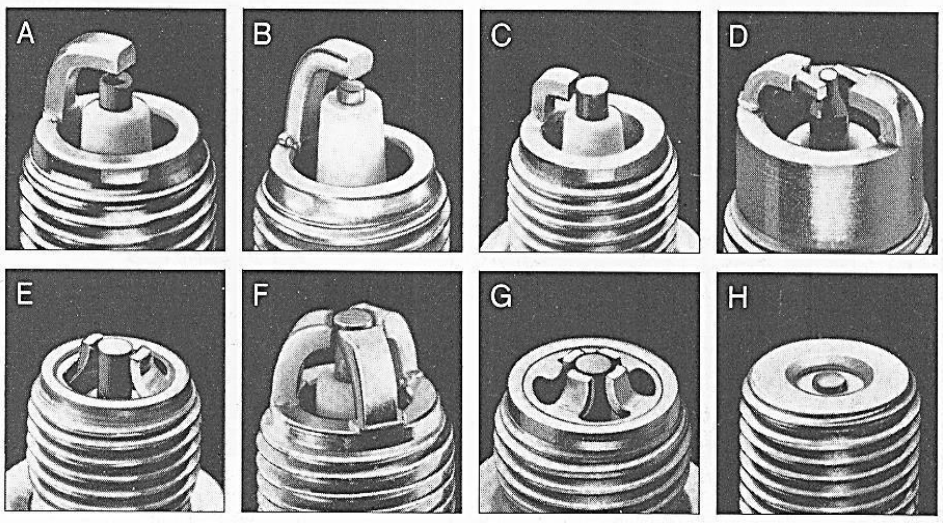
AutoLibrary

AutoLibrary



شکل ۸۳-۱- فاصله هوایی بین الکترود بدنه و الکترود مرکزی شمع

شکل (۸۴-۱) انواع شمع را از لحاظ چیدمان الکترود بدنه و الکترود مرکزی شمع، نشان می‌دهد.
لازم به ذکر است که شمع‌هایی که دارای دو یا چند الکترود بدنه هستند، معمولاً فاصله هوایی بین هر الکترود بدنه یا الکترود مرکز با فاصله هوایی بین دیگر الکترودهای بدنه و الکترود مرکزی متفاوت بوده و توسط شرکت سازنده به طور کاملاً دقیق تنظیم می‌شود. از اینرو باید از تنظیم دهانه شمع این نوع شمع‌ها خودداری کرد.



شکل ۸۴-۱- انواع چیدمان الکترود بدنه و الکترود مرکزی شمع

۶- دسته‌بندی شمع براساس نحوهٔ انتقال حرارت

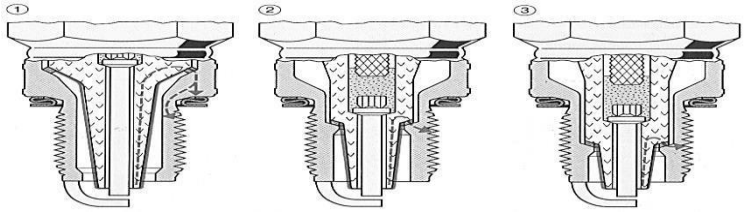
دمای قسمتی از شمع که درون محفظه احتراق قرار می‌گیرد. باید بین ۴۵۰°C تا ۸۵۰°C باشد. اگر دما کمتر از ۴۵۰°C باشد، احتراق نامناسب ایجاد شده و شمع رسوب می‌گیرد و اگر دما بیش از ۸۵۰°C باشد، شمع بیش از حد گرم شده و باعث ایجاد احتراق خود به خود یا خودسوزی در محفظه احتراق می‌شود.

از طرفی دیگر موتورهای خودرو دارای خصوصیات متفاوتی از قبیل : بار اعمال شده به خودرو، اصول کار (دو زمانه، چهار زمانه، وانکل و ...) ، نسبت تراکم، دور موتور، نحوهٔ خنک‌کاری، تنظیم سیستم سوخت‌رسانی و نوع سوخت می‌باشند و این امر باعث می‌شود که دمای احتراق موتورها متفاوت بوده و نتوان در همه آنها از یک نوع شمع استفاده نمود.

با توجه به مطالب فوق شمع‌ها را به سه گروه گرم، نیمه‌گرم و سرد دسته‌بندی می‌کنند.

AutoLibrary

AutoLibrary



۱- شمع گرم ۲- شمع نیم‌گرم ۳- شمع سرد

شکل ۸۵-۱- دسته‌بندی شمع‌ها

سطح جذب حرارت ----------

مسیر انتقال دما ——————

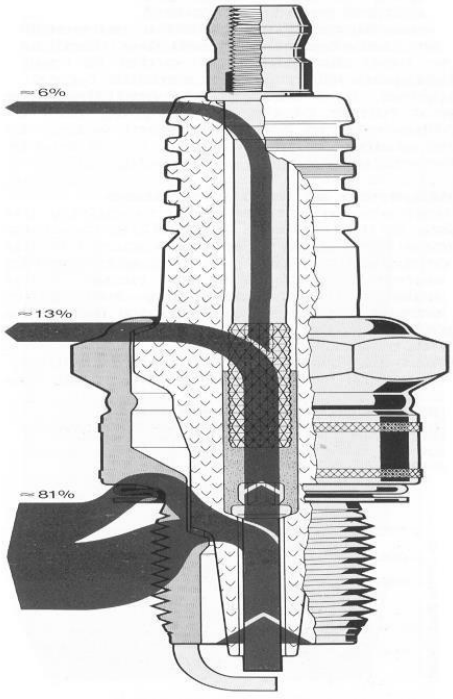
۱- شمع سرد: شمعی است که سطح عایق سرامیکی درون محفظه احتراق کوچک بوده و در نتیجه حرارت کمتری از احتراق سوخت و هوا دریافت می‌کند و به آن شمع پایه کوتاه نیز گفته می‌شود.

۲- شمع نیمه گرم: این نوع شمع دارای سطح حرارتگیری بیشتری نسبت به شمع سرد می‌باشد، یعنی سطح عایق سرامیکی درون محفظه احتراق بزرگتر می‌باشد و در نتیجه حرارت بیشتری از احتراق مخلوط سوخت و هوا دریافت می‌کند.

۳- شمع گرم: این شمع دارای سطح حرارتگیری زیادی بوده و سطح عایق سرامیکی درون محفظه احتراق حرارت زیادتری از احتراق سوخت و هوا دریافت می‌کند. به این نوع شمع، شمع پایه بلند نیز گفته می‌شود.

این سه نوع شمع در شکل (۸۵-۱) دیده می‌شوند.

نحوهٔ انتقال حرارت شمع به بدنهٔ سرسیلندر و هوای محیط در شکل (۸۶-۱) ملاحظه می‌شود.



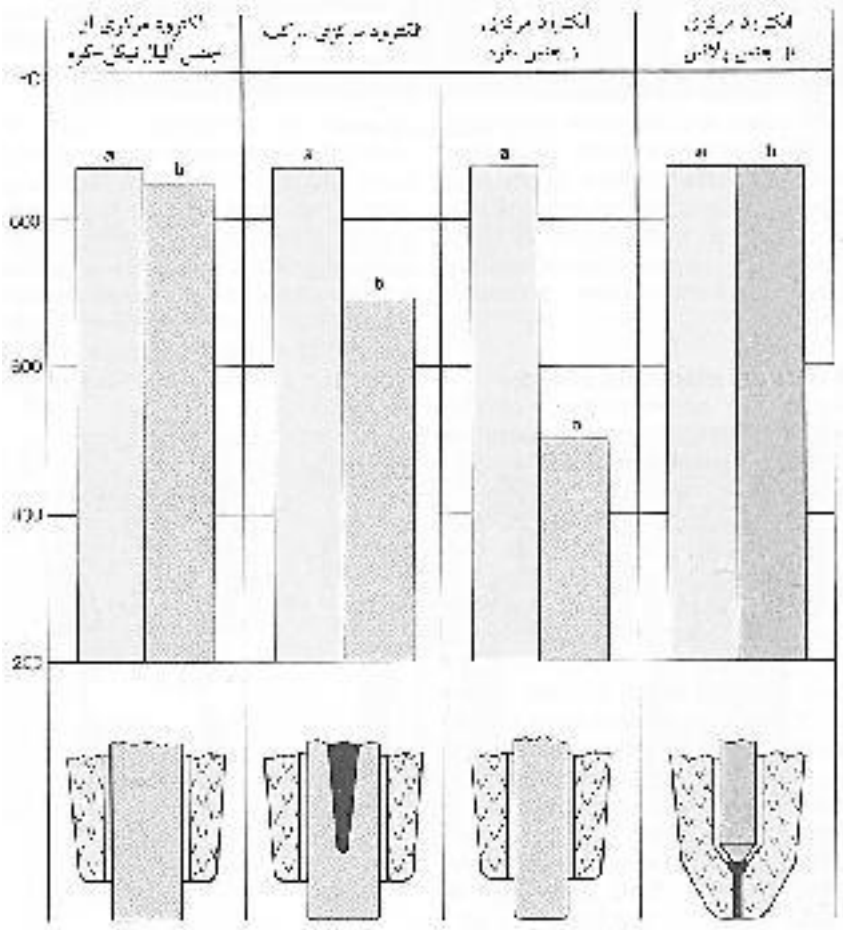
شکل ۸۶-۱- انتقال حرارت شمع جذب حرارت به عایق سرامیکی

موجود در محفظه احتراق بستگی دارد، در حالیکه انتقال حرارت به نوع و جنس الکترود مرکزی نیز وابسته است.

AutoLibrary

AutoLibrary

با توجه به شـــکل (۸۷-۱) دیده می‌شـــود که اگر جنس الکترود مرکزی از نقره باشـــد، حرارت جذب شـــده بوســـیله عایق ســـرامیکی دارای دمایی در حدود ۸۵۰ °C می‌باشـــد ولی به دلیل آنکه نقره انتقال حرارت زیادتری دارد، دمای الکترود مرکزی آن در حدود ۵۰۰ °C می‌باشد.



a : دمای عایق اطراف الکترود مرکزی b: دمای الکترود مرکزی شکل ۸۷-۱- نحوهٔ انتقال حرارت شمع با توجه به جنس الکترود مرکزی

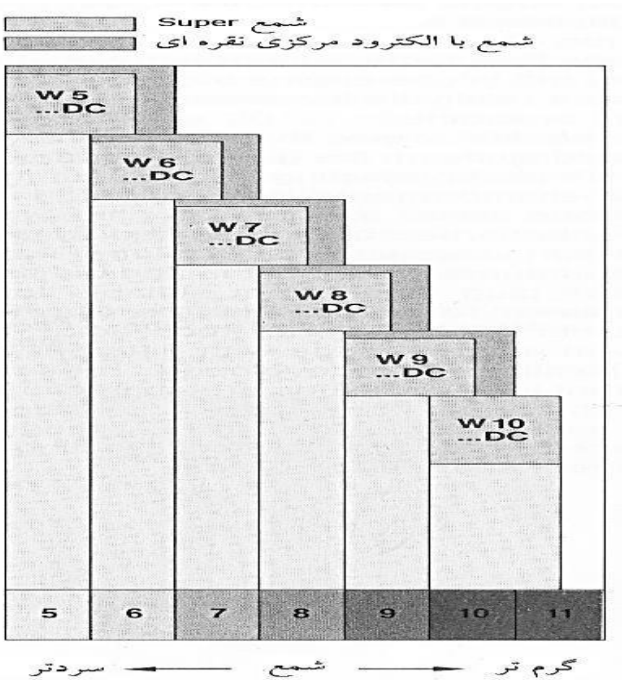
دسته‌بندی شمع سرد و گرم براساس استاندارد SAE و Bosch مطابق شکل (۸۸-۱) می‌باشد.
همانگونه که از شکل پیداست اعداد کوچکتر، ۲ تا ۴ بیانکنندهٔ شمع سرد، اعداد ۵ و ۶ برای شمع نیمه‌گرم و اعداد ۷ تا ۱۱ شمع گرم را نشان می‌دهند.
در انتها باید دقت کرد که شـمع سـرد را برای موتورهای گرم (موتوری که سـیستم خنک‌کاری خوبی ندارد، دور موتور زیادی دارد، نسـبت تراکم بالاسـت، ارزش حرارتی سـوخت مصـرفی زیاد است و ....) و شمع گرم برای موتورهای ســـرد (دارای ســـیســـتم خنک‌کاری خوب، دور موتور پائین، نســـبت تراکم پائین، ســـوخت نامرغوب و...) مورد استفاده قرار داد.

AutoLibrary

AutoLibrary

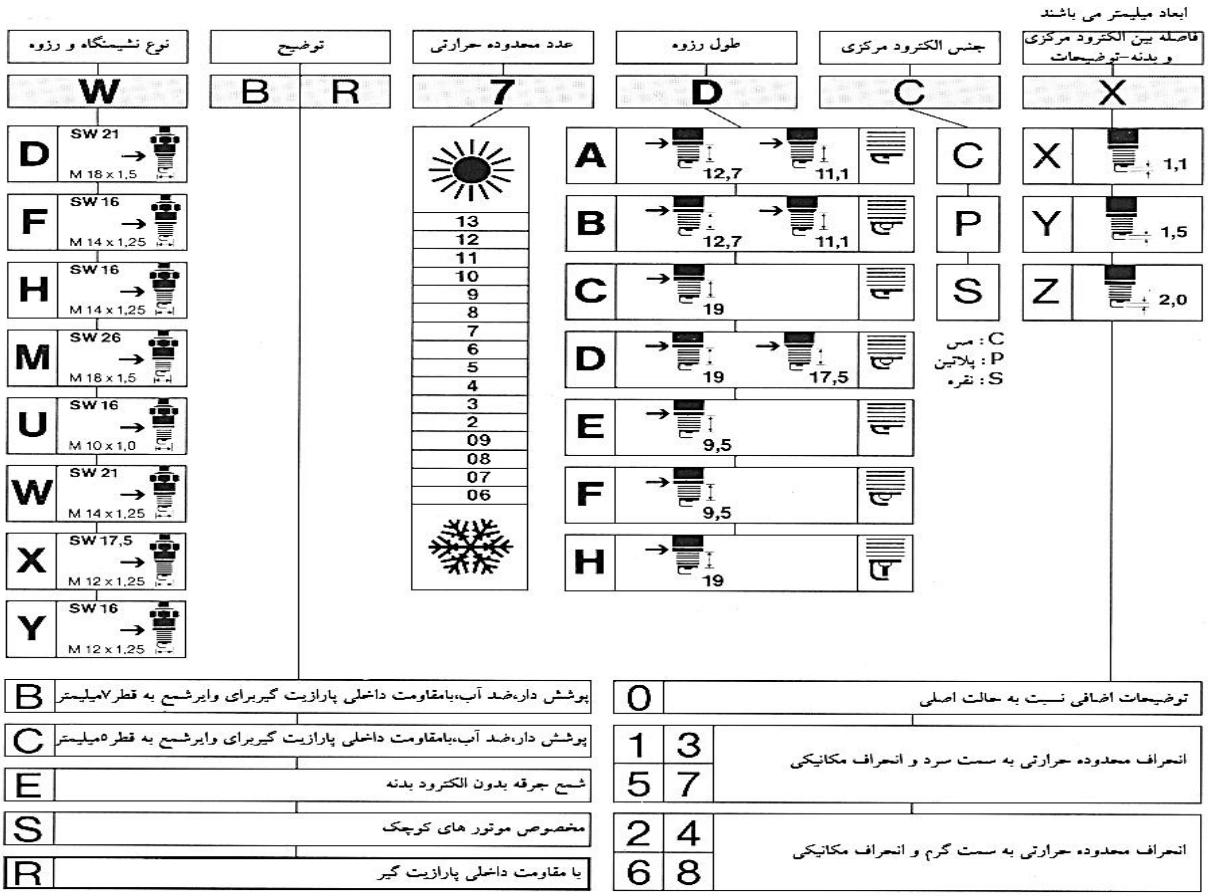
AutoLibrary

AutoLibrary



شکل ۸۸-۱- دسته‌بندی شمع بوسیله عدد براساس استاندارد SAE و Bosch

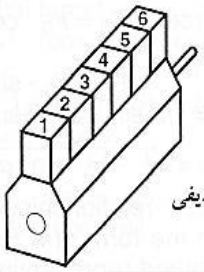
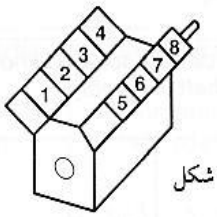
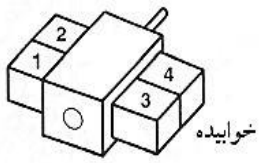
شکل (۸۹-۱)، مفهوم اعداد و عبارات درج شده برروی شمع را براساس استاندارد Bosch نشان می‌دهد.



شکل ۸۹-۱- مشخصات شمع براساس استاندارد Bosch

AutoLibrary

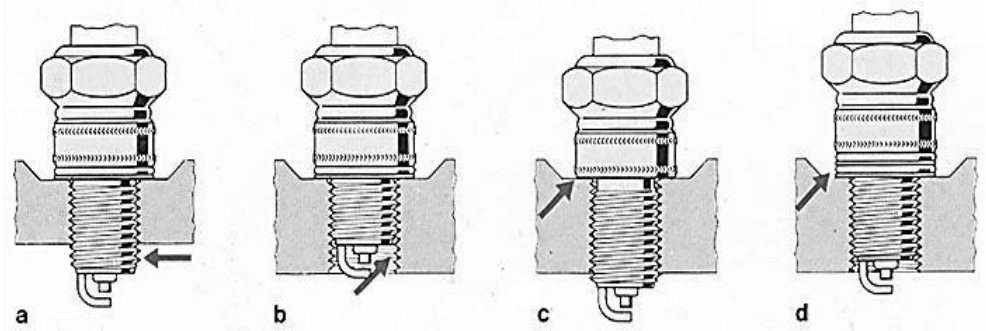
AutoLibrary

طرح موتور	تعداد سیلندر	ترتیب احتراق
 ردیفی	4 5 6 8	1 3 4 2 or 1 2 4 3 1 2 4 5 3 1 5 3 6 2 4 or 1 2 4 6 5 3 or 1 4 2 6 3 5 or 1 4 5 6 3 2 1 6 2 5 8 3 7 4 or 1 3 6 8 4 2 7 5 or 1 4 7 3 8 5 2 6 or 1 3 2 5 8 6 7 4
 V شکل	4 6 8	1 3 2 4 1 2 5 6 4 3 or 1 4 5 6 2 3 1 6 3 5 4 7 2 8 or 1 5 4 8 6 3 7 2 or 1 8 3 6 4 5 2 7
 خوابیده	4	1 4 3 2

جدول ۱-۶- ترتیب احتراق موتورها

شکل ۹۰-۱- اندازه‌گیری مقاومت وایر شمع

۱- همواره دقت داشته باشید که طول رزوه شمع با طول رزوهٔ جای شمع در سرسیلندر برابر باشد. شکلهای نامناسب طول رزوهٔ شمع در شکل (۹۱-۱) نمایش داده شده است.



a : طول رزوهٔ شمع زیاد است

b: طول رزوهٔ شمع کوتاه است

c : طول زیاد رزوهٔ شمع به دلیل عدم وجود واشر آببندی

d : کوتاه بودن طول رزوهٔ شمع به دلیل استفاده از واشر اضافی

شکل ۹۱-۱- اشکال نامناسب طول رزوهٔ شمع

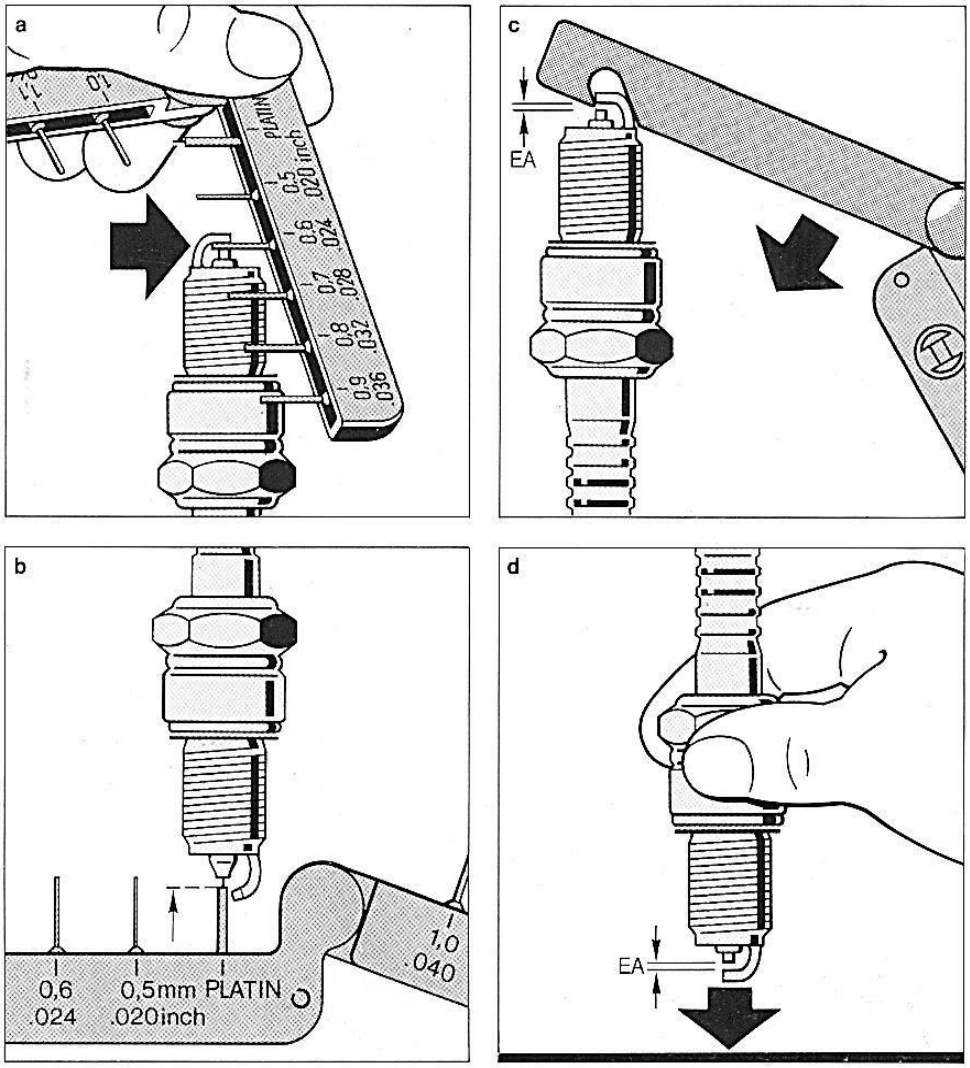
AutoLibrary

AutoLibrary

اگر طول رزوهٔ شـمع کوتاه باشـد، جرقه ضعیف درون محفظه احتراق بوجود آمده و دمای شمع کمتر از حد مجاز ۴۵۰ °C تا ۸۵۰ °C بوده و رزوههای سرسیلندر سوخته و رسوب می‌گیرد به گونه‌ای که بستن شمع نو مناسب با مشکل مواجه می‌شود. اگر طول رزوهٔ شمع از حد مجاز بیشتر باشد، باعث گداخته شدن قسمت اضافی بدنه شمع و در نتیجه ذوب شدن رزوههای شمع و یا رسوب گرفتن و باز نشدن شمع می‌شود.

عدم وجود واشـر آببندی و یا اسـتفاده از واشـر اضافی نیز مناسب نمی‌باشد. چرا که طول رزوهٔ شمع درون سرسیلندر کم و زیاد می‌گردد. «حالت c و d از شکل (۹۱-۱)»

۲- فاصـله هوایی بین الکترود بدنه و الکترود مرکزی شـمع برای خودروها با توجه به سـیستم‌های جرقه‌زنی مختلف بین ۰/۵ تا ۱/۵ میلی‌متر می‌باشد. در هر بار بررسی شمع، مطابق شکل (۹۲-۱) فاصله هوایی تنظیم گردد و پوسیدگی الکترود مرکزی برطرف شود.



a : اندازهگیری فاصله هوایی بین الکترود مرکزی و الکترود بدنه

b : اندازهگیری پوسیدگی الکترود مرکزی شمع‌هایی که جنس آنها از فلز پلاتین یا طلای سفید می‌باشند. c : زیاد کردن فاصله هوایی بین الکترود مرکزی و الکترود بدنه

d : کم کردن فاصله هوایی بین الکترود مرکزی و الکترود بدنه

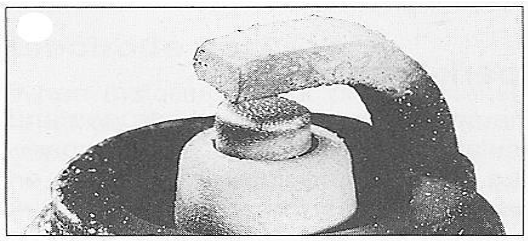
شکل ۹۲-۱- تنظیم و بررسی نمودن شمع

AutoLibrary

AutoLibrary

با توجه به ظاهر شمع می‌توان از صحت یا سقم عملکرد سیستم جرقه، سوخت‌رسانی و نحوهٔ کار موتور اطمینان حاصل نمود. بعضی از این شرایط در زیر بیان شده است:

۱- شرایط خوب و معمولی مطابق شکل (۹۳-۱) رنگ عایق سرامیکی درون محفظه احتراق سفید متمایل به خاکستری یا خاکستری متمایل به زرد یا قهوه‌ای می‌باشد.

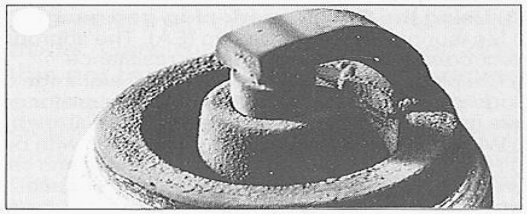


شکل ۹۳-۱- شرایط خوب و معمولی شمع

در این حالت وضعیت کار موتور و انتقال حرارت شمع مطلوب است. سیستم جرقه و سوخت‌رسانی نیز تنظیم می‌باشد. هیچ رسوبی از سوخت و روغن موتور روی شمع وجود ندارد و در کل بهترین وضعیت از کار موتور است.

۲- وجود دودهٔ کربن روی شمع با توجه به شکل (۹۴-۱) ، عایق سرامیکی و الکترودهای شمع با لایه نازک و نرمی از دودهٔ پوشیده شده

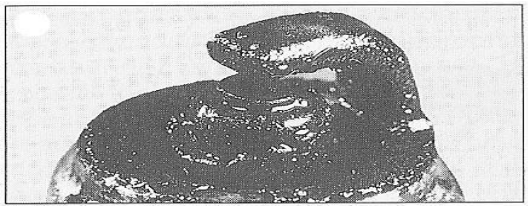
است. این عیب به علت غنی بودن مخلوط سوخت و هوا، کثیف بودن فیلتر هوا، معیوب بودن ساسات اتوماتیک، استفاده زیاد از ساسات دستی، سرد ماندن شمع و یا کوچک بودن عدد روی شمع می‌باشد که در اینصورت باید نسبت به رفع عیب اقدام نمود.



شکل ۹۴-۱- وجود دودهٔ کربن روی شمع

۳- وجود روغن روی شمع:

در این وضعیت عایق سرامیکی و الکترودها با لایه نازکی از روغن و دودهٔ پوشیده می‌شوند. این موضوع در شکل (۹۵-۱) مشاهده می‌شود. این عیب به دلیل وجود روغن در محفظه احتراق می‌باشد که به دلیل بالا بودن سطح روغن، خراب بودن رینگ‌ها و معیوب شدن راهنمای سوپاپها می‌باشد. در موتورهای دو زمانه نیز که روغن را با سوخت به جهت روغنکاری قطعات استفاده می‌کنند، وجود این عیب نشانه این است که روغن مخلوط با سوخت زیاد می‌باشد.

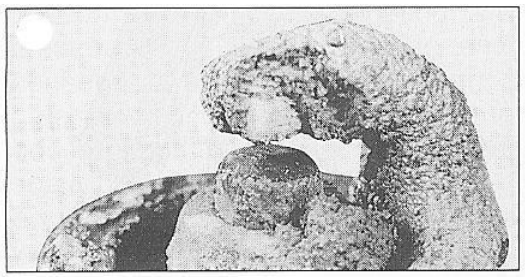


شکل ۹۵-۱- وجود روغن روی شمع

AutoLibrary

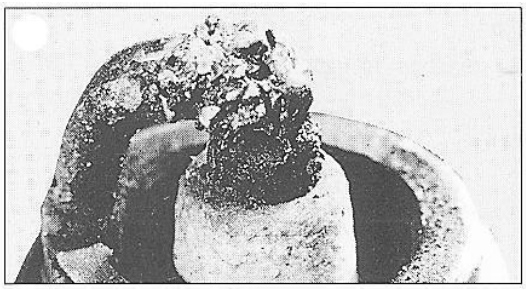
AutoLibrary

۴- وجود خاکستر روی شمع لایه ضخیمی از خاکستر روغن و افزودنیهای سوخت، روی الکترودها و عایق سرامیکی را پوشانده است که
در شکل (۹۶-۱) مشاهده می‌شود.
این عیب به علت وجود عناصر نامناسب در ترکیبات روغن می‌باشد که به صورت خاکستر، محفظه احتراق و شمع را می‌پوشاند.



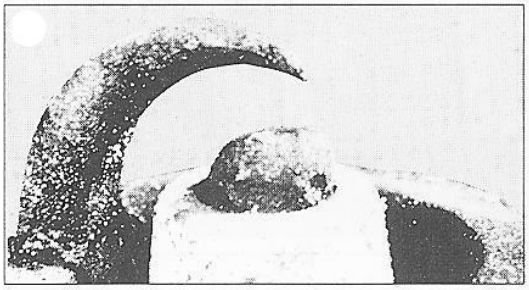
شکل ۹۶-۱- وجود خاکستر روی شمع

۵- قسمتی از الکترودهای شمع ذوب شده است سطح الکترودها به صورت فرورفتگی و برجستگی درآمده است که در شکل (۹۷-۱) مشاهده می‌گردد.
ممکن است سطح ذوب شده ناشی از ذوب شدن شمع نباشد. این مشکل به دلیل بیش از حد گرم شدن شمع و در نتیجه ایجاد خودسوزی می‌باشد و یا به دلیل معیوب بودن سوپاپها، دلکو و یا نامناسب بودن کیفیت سوخت می‌باشد.



شکل ۹۷-۱- ذوب شدن الکترود شمع

۶- پوسیدگی زیاد در الکترود بدنه در این حالت فاصله هوایی زیادی به دلیل فرسایش الکترودها بین الکترود مرکزی و الکترود بدنه بوجود
آمده است که در شکل (۹۸-۱) ملاحظه می‌گردد این عیب به دلیل نامناسب بودن افزودنی‌های روغن و سوخت می‌باشد و یا به دلیل حرکت نامناسب مخلوط سوخت و هوا در اتاق احتراق و یا ضربه می‌باشد.



شکل ۹۸-۱- پوسیدگی الکترود بدنه شمع

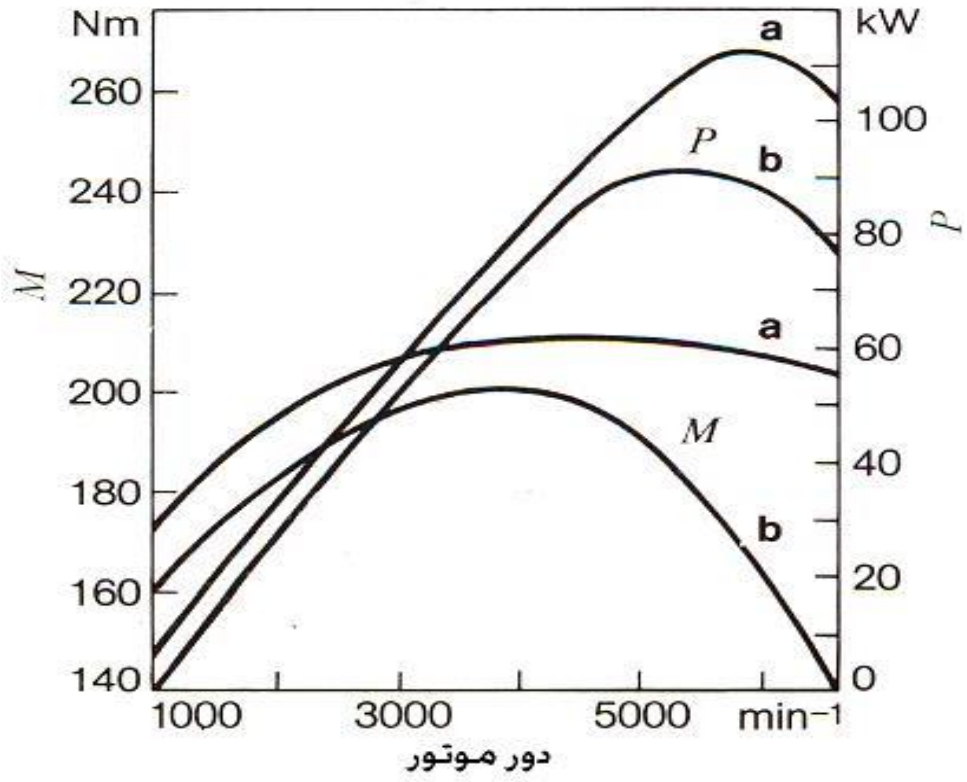
AutoLibrary

AutoLibrary

سیستم سوخت‌رسانی انژکتوری بنزین[1]

استفاده از سیستم‌های سوخت رسانی انژکتوری بنزینی دارای مزایای زیر می‌باشد: ۱- بهینه‌تر شدن راندمان حجمی موتور در دورهای بالا به دلیل حذف ونتوری ۲- اختلاط مناسب‌تر سوخت و هوا ۳- دقت بیشتر در زمان و مقدار تزریق سوخت ۴- کاهش مصرف سوخت

۵- کنترل مداوم آلودگی‌های مضر از جمله مونوکسید کربن (CO) و اکسیدهای ازت(NO_x)
۶- افزایش توان و گشتاور خروجی موتور



a: با سیستم سوخت رسانی انژکتوری b: با کاربراتور P: توان موتور M:گشتاور موتور شکل ۹۹-۱- افزایش توان و کشتاور موتور با سوخت رسانی انژکتوری در مقایسه با موتور با سوخت رسانی کاربراتوری

شکل (۹۹- ۱) افزایش توان و گشتاور خروجی موتور با سیستم سوخت رسانی انژکتوری در مقایسه با همان موتور با استفاده از کاربراتور را نشان می‌دهد.

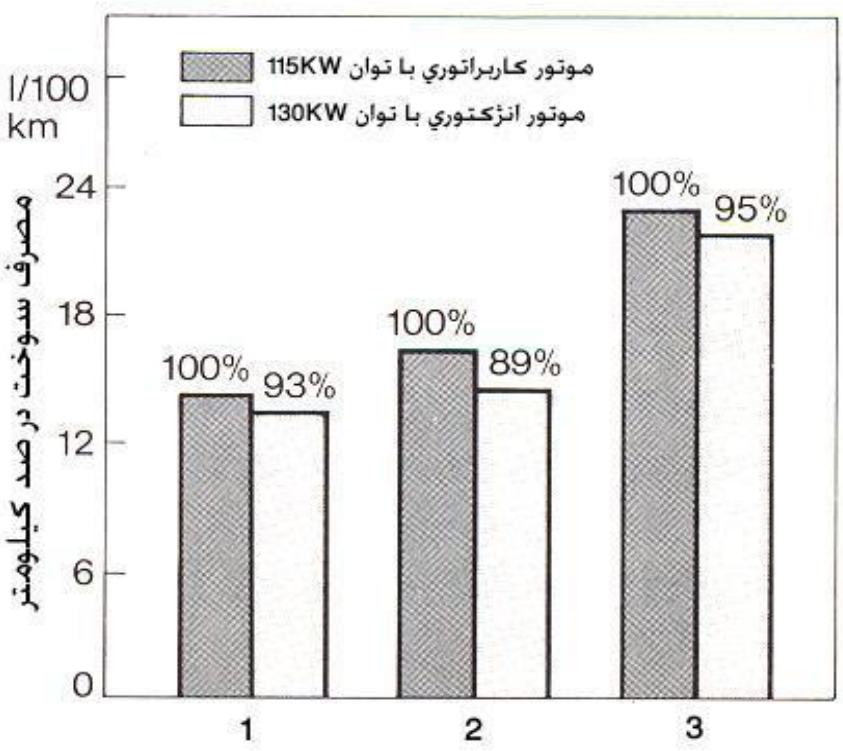
---

۱ - System. Fuel Injection

AutoLibrary

AutoLibrary

شـکل (۱۰۰- ۱) نیز کاهش مصرف سوخت موتور انژکتوری در مقایسه با موتور کاربراتوری را در شرایط مختلف نشان می‌دهد.



۱- آزمایش روشن شدن موتور از حالت سرد تا گرم شدن ۲- آزمایش بیرون شهری (در حالت موتور گرم) ۳- آزمایش درون شهر (در حالت موتور سرد)

شکل ۱۰۰- ۱- کاهش مصرف سوخت موتور انژکتوری نسبت به موتور کاربراتوری

از اینرو، امروزه در تمامی موتورهای خودروهای جادهای از سیستم سوخت رسانی انژکتوری استفاده می‌گردد.

مبدع سیستم‌های سوخت‌رسانی انژکتوری بنزینی، شرکت بوش (BOSCH) آلمان می‌باشد و سیر تکاملی سیستم‌های سوخت‌رسانی انژکتوری این شرکت که اصطلاحاً Jetroic گفته می‌شود، به شرح زیر می‌باشد.

۱- K- Jetronic در این روش تزریق سوخت انژکتورها پیوسته (Continuously) بوده و عملکرد سیستم مکانیکی هیدرولیکی می‌باشد. این سیستم در فواصل زمانی ۱۹۷۳ تا ۱۹۹۵ میلادی مورد استفاده قرار گرفته است.

۲- KE- Jetronic: همان سیستم K-Jetronic است با این تفاوت که از قابلیت‌های الکترونیکی به جهت تنظیم و اندازهگیری مقدار سوخت استفاده شده است (Continuously Electronic)و در فواصل زمانی ۱۹۸۲ تا ۱۹۹۶ مورد استفاده قرار گرفته است.

AutoLibrary

AutoLibrary

۳- L- Jetronic: در این سیستم انژکتورها به صورت الکترونیکی کنترل شده و سوخت را به صورت متناوب و نوبتی تزریق می‌کنند. این سیستم در سالهای ۱۹۷۳ تا ۱۹۹۶ مورد استفاده قرار گرفته است.

۴- LE- Jetronic: همان L- Jetronic است، بدون سنسور اکسیژن که بیشتر در کشورهای اروپایی مورد استفاده قرار گرفته است.

۵- LU- Jetronic: همان L- Jetronic است و با سنسور اکسیژن که بیشتر در کشورهای آمریکایی مورد استفاده قرار گرفته است.

۶- LH- Jetronic: همان L- Jetronic است ولی برای اندازهگیری دبی هوا از تکنیک سیم داغ[۱] استفاده شده است که در سالهای ۱۹۸۱ تا ۱۹۹۸ به کار رفته است.

۷- L۳- Jetronic: ترکیبی از موارد ۳، ۴، ۵ و ۶ با و بدون سنسور اکسیژن و با بهرهگیری از میکرو کامپیوترها و تکنیک "Limp- home" که درصورت معیوب شدن ECU، راننده می‌تواند خودرو را به نزدیکترین تعمیرگاه برساند و این ECUها قابلیت نصب‌شدن در محفظه موتور نیز دارند، می‌باشند.

۸- Mono- Jetronic: در این سیستم فقط یک انژکتور برای تمامی سیلندرها سوخت را تزریق می‌کند و در سالهای ۱۹۸۷ تا ۱۹۹۷ به کاربرد شده است که به آن تزریق سوخت تک نقطه‌ای یا SPFI[۲] نیز گفته می‌شود در حالیکه سیستم‌های تزریق سوخت چند نقطه‌ای را MPFI[۳] می‌نامند.

۹- M- Motronic: این سیستم، تزریق سوخت چند نقطه‌ای بوده که انژکتورها به صورت الکتریکی توسط ECU کنترل شده و تزریق سوخت چند نقطه‌ای نوبتی انجام می‌دهند. ضمن آنکه ECU وظیفه کنترل سیستم جرقه زنی را نیز بر عهده دارد، از اینرو به این نوع سیستم تزریق سوخت سیستم مدیریت موتور، (MM یا EM)[۴] نیز اطلاق می‌شود. این سیستم‌ها از سال ۱۹۷۹ تاکنون مورد استفاده قرار گرفته است.

۱۰- ME- Motronic: همان M- Motronic است با این تفاوت که در ME-Motronic دریچه گاز توسط یک موتور الکتریکی به صورت الکترونیکی (ETC)[۵]کنترل می‌شود.

۱۱- MED- Motronic: در این روش، تزریق سوخت به صورت مستقیم درون سیلندر در زمان مکش و هنگام بازبودن سوپاپ هوا، انجام می‌گیرد که اصطلاحاً آن را تزریق مستقیم سوخت یا GDI[۶] نیز می‌نامند.

---

۱ - Hot Wire.
۲ - Single Point Fuel Injection
۳ - Multi Point Fuel Injection
۴ - Motor Management or Engine Management
۵ - Electronic Throttle Control
۶ - Gasoline direct Injection

AutoLibrary

AutoLibrary

یکی از پارامترهای بسیار مهم در سیستم سوخت‌رسانی انژکتوری نسبت هوا[1] یا ضریب هوای اضافی[2] یا لاندا[3] (λ) می‌باشد که برخی پارامترهای دیگر را نسبت به آن می‌سنجند و از رابطه (۳- ۷) بدست می‌آید:

$$\lambda = \frac{\text{جرم هواي واقعی ورودي به موتور}}{\text{یک گرم بنزین}} \qquad (۷-۳)$$

$$\lambda = \frac{\text{جرم هواي تئوري ورودي به موتور}}{\text{یک گرم بنزین}}$$

از آنجایی که "جرم هوای تئوری ورودی به موتور تقسیم بر یک گرم بنزین" که باعث کامل سوختن بنزین و جلوگیری از ایجاد آلودگی می‌شود را نسبت هوا به سوخت استوکیومتری[4] می‌نامند و معادل با ۱۴/۷ گرم هوا به یک گرم بنزین می‌باشند، لذا، رابطه (۳-۷) به شکل زیر استخراج می‌گردد.

$$\lambda = \frac{\frac{\text{جرم هواي واقعی}}{\text{یک گرم بنزین}}}{۱۴/۷} = \frac{\text{جرم هواي واقعی}}{۱۴/۷ \times \text{یک گرم بنزین}}$$

$$\lambda = \frac{\text{جرم هواي واقعی ورودي به موتور}}{۱۴/۷ \times \text{یک گرم بنزین}} \qquad (۷-۴)$$

با توجه به رابطه (۴- ۷) می‌توان به نتایج زیر دست یافت:

۱- چنانچه $\lambda < ۱$ باشد، مخلوط سوخت و هوا غنی بوده و افزایش آلودگی و مصرف سوخت را در پی دارد ولی حوالی $\lambda = ۰/۸$ یا مخلوطی با نسبت ۱۲ گرم هوا و یک گرم بنزین، می‌توان بیشترین قدرت را از موتور دریافت نمود. لذا برای موارد اضطراری مانند وضعیت قدرت، شتابگیری و ... بهتر است که از پروتکل $\lambda = ۰/۸$ استفاده نمود. با استفاده از این پروتکل، افزایش مصرف سوخت و آلودگی تقریباً نادیده گرفته شده و هدف اصلی افزایش توان خروجی موتور می‌باشد.

۲- اگر $\lambda = ۱$ باشد، وضعیت ایدهآل می‌باشد و احتراق بنزین و هوا به صورت کامل انجام می‌شود. با استفاده از این پروتکل آلودگی و مصرف سوخت کاهش یافته، قدرت موتور نیز مطلوب می‌باشد.

AutoLibrary

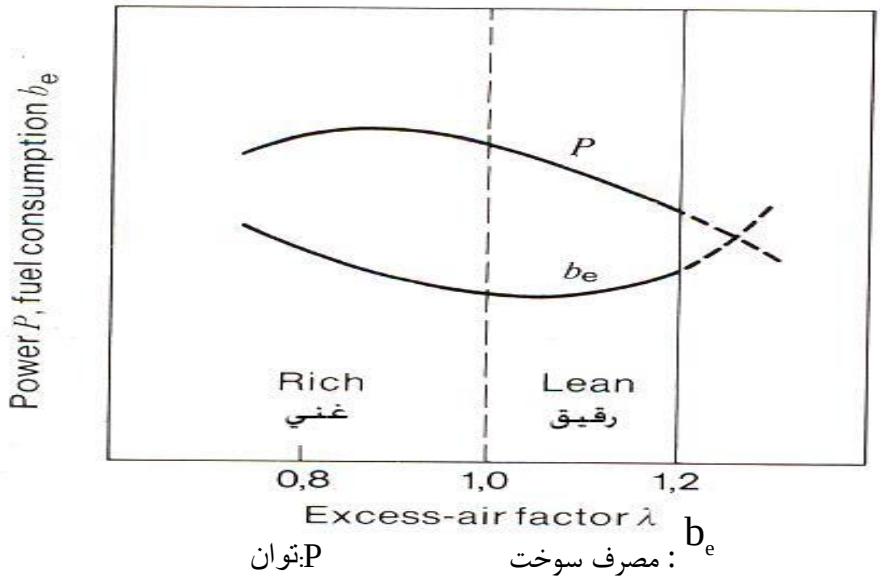
AutoLibrary

۷ - air ratio

۸ - Excess - Air Factor
۹ - Lambda
۱۰ - Stoichiometric air - fuel ratio

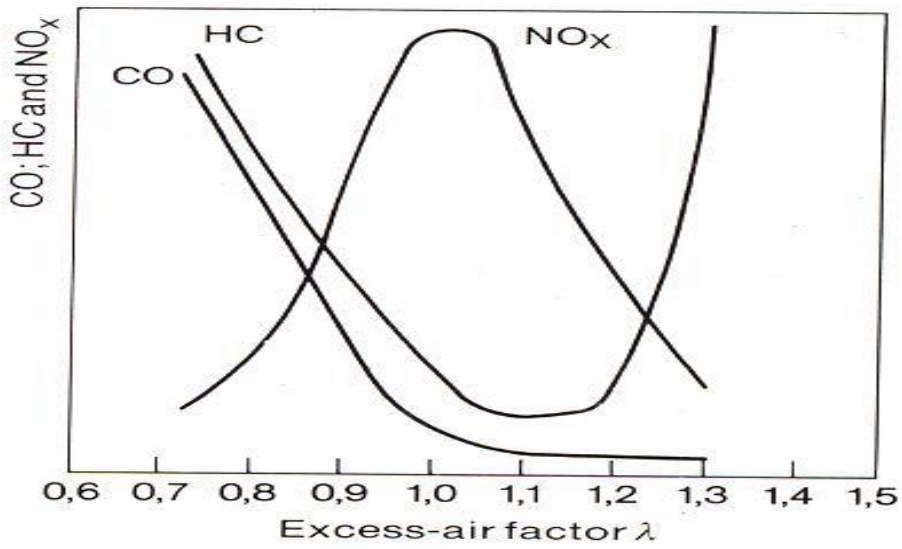
۳- اگر $\lambda < ۱$ باشد، مخلوط سوخت و هوا رقیق شده و باعث کاهش جدی مصرف سوخت و آلودگی می‌گردد ولی به دلیل آنکه با افزایش هوا، دمای احتراق نیز افزایش می‌یابد در محدودهٔ $\lambda > ۱$، مقدار اکسیدهای ازت (NO_x) به شدت افزایش می‌یابد. لذا از این پروتکل به شرط استفاده از راهکار مناسب جهت کنترل آلایندگی NO_x، در شرایط سرعت ثابت موتور مانند حرکت در اتوبانها و جادههای برون شهری استفاده شده که باعث کاهش جدی مصرف سوخت و آلودگی می‌شود.

شکل (۱۰۱- ۱) تأثیر λ در میزان مصرف سوخت و توان تولیدی موتور و شکل (۱۵۱- ۱) تأثیر λ بر روی میزان آلایندگی ناشی از احتراق بنزین را نشان می‌دهد.



b_e : مصرف سوخت P:توان

شکل ۱۰۱- ۱- تأثیر λدر میزان مصرف سوخت و توان تولیدی موتور



AutoLibrary

AutoLibrary

شکل ۱۰۲- ۱- تأثیر λ بر روی میزان آلایندگی ناشی از احتراق بنزین

AutoLibrary

AutoLibrary

با توجه به شکلهای (۱۰۱- ۱) و (۱۰۲- ۱) ماحظه میگردد که با پروتکل $\lambda = ۰/۸$ $۰ < \lambda < ۱$ توان تولیدی موتور، مصرف سوخت، آلودگی HC و CO افزایش مییابد ولی آایندگی NO_x به دلیل کاهش دمای احتراق کاهش مییابد از اینرو این پروتکل را پروتکل افزایش شتابگیری خودرو با صرفنظر کردن از آلودگی نیز مینامند با استفاده از پروتکل $۱ < \lambda < ۱۰۲$ مصرف سوخت، آایندگی HC و CO کاهش یافته ولی آایندگی NO_x به شدت افزایش مییابد، توان تولیدی در این محدود نیز برای حرکت خودرو در اتوبانها و جادههای برون شهری با سرعت ثابت قابل قبول و مطلوب میباشد، از ایزو این پروتکل را پروتکل اقتصادی عملکرد سیستم سوخت رسانی انژکتوری نیز می نامند.

لازم به ذکر است که در محدودهٔ $۱ < \lambda < ۱/۳$ به دلیل بیش از حد رقیق بودن مخلوط سوخت و هوا، احتراق پایداری وجود نخواهد داشت، لذا افزایش HC یا هیدروکربنهای نسوخته در این منطقه امری اجتناب ناپذیر خواهد بود.

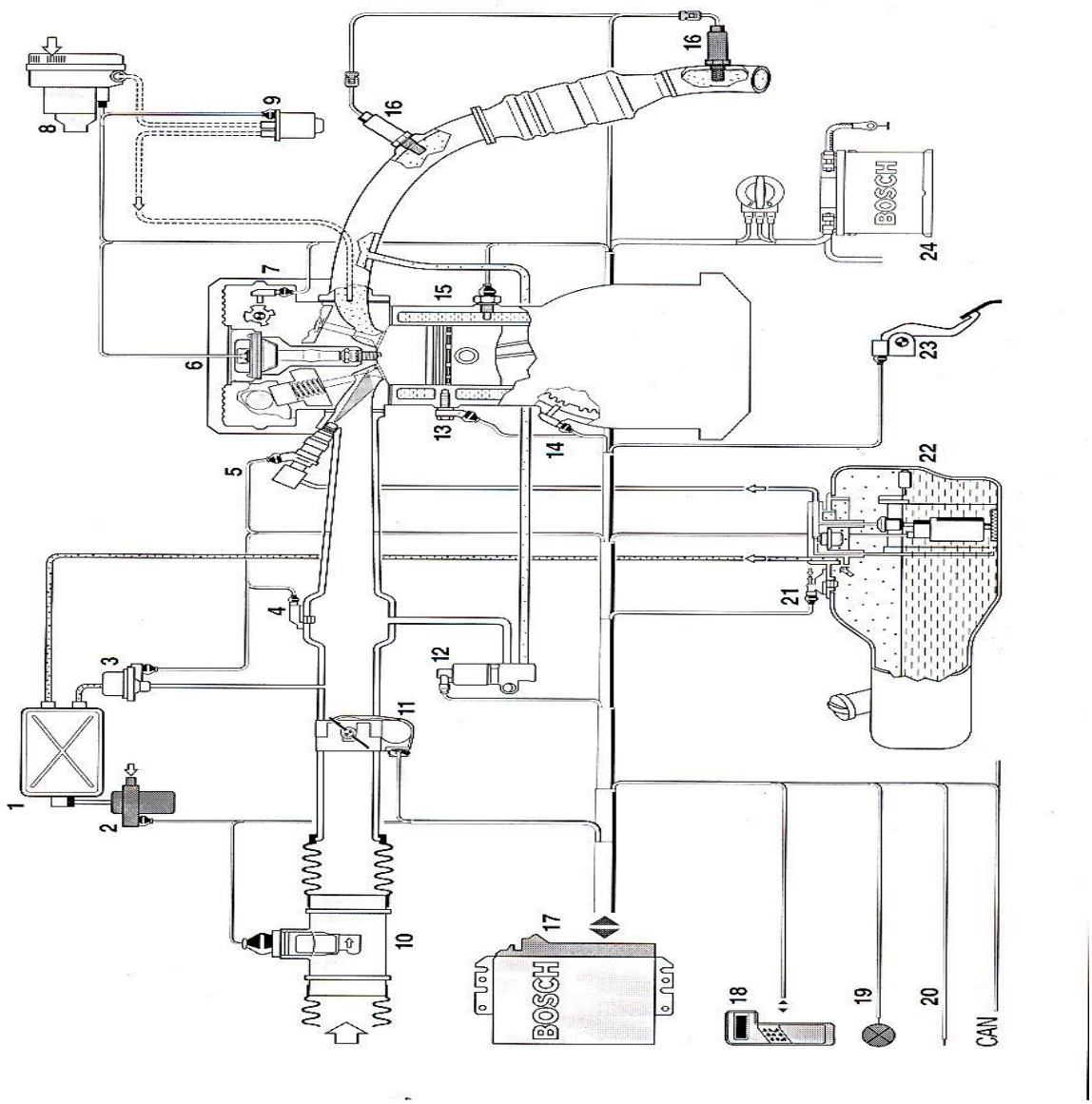
با توجه به رابطه (۴-۷) و شکلهای فوق به جهت اندازهگیری جرم هوای ورودی به موتور، شناسایی وضعیت عملکردی موتور یا خودرو (شتابگیری، قدرت، سرعت ثابت و ...) و کنترل مقدار آلایندگی ناشی از احتراق سوخت و هوا، به سنسورهایی نیاز میباشد تا اطلاعات خود را به عنوان ورودی به ECU اعمال کرده و ECU از طریق محاسبه و مقایسه پارامترها، پروتکل عملکردی مورد نظر را انتخاب نموده و با صدور دستورهای لازم به عملگرهای موجود در سیستم سوخترسانی انژکتوری بنزینی، شرایط مطلوب و بهینه عملکرد موتور را ایجاد نماید.

شکل (۱۰۳- ۱) نمونهای از سیستم مدیریت موتور[۱] شرکت BOSCH تحت عنوان Motronic ME۷ با نمایش سنسورها، ECU و عملگرهای سیستم را نشان میدهد.

AutoLibrary

AutoLibrary

۱ - Engine Management Motronic ME۷



شکل ۱۰۳- ۱- سیستم مدیریت موتور Motronic ME۷

توضیحات شکل ۱۰۳-۱ :

۱- کنیستر[1] ۲- شیر قطع کن ۳- شیر برقی کنیستر ۴- سنسور فشار مانیفولد و دمای هوای ورودی (TMAP) ۵- ریل سوخت و انژکتور ۶- کویل‌ها و شمع‌های جرقه ۷- سنسور میل بادامک ۸- پمپ برقی هوای ثانویه ۹- شیر هوای ثانویه ۱۰- اندازهگیر جرم هوای ورودی به موتور ۱۱- دریچه گاز الکترونیکی (ETC) ۱۲- شیر برقی EGR ۱۳- سنسورناک[2] ۱۴- سنسور دور موتور ۱۵- سنسور دمای مایع خنک کنندهٔ موتور ۱۶- سنسورهای اکسیژن بالادستی و پائین دستی[3] یا سنسورها لاندا ۱۷- ECU ۱۸- به دستگاه عیب یاب ۱۹- چراغ عیب یاب ۲۰- به ایموبیلایزر[4] ۲۱- سنسور فشار باک بنزین ۲۲- پمپ

AutoLibrary

AutoLibrary

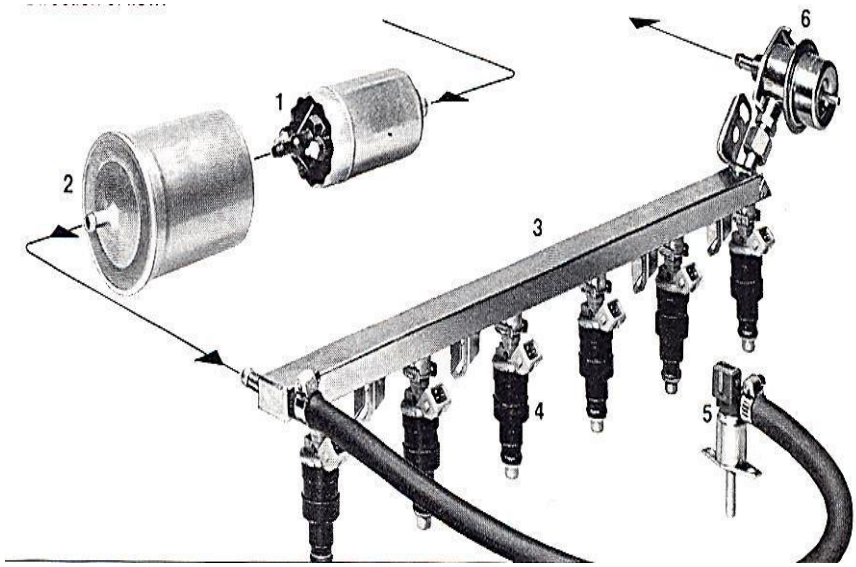
بنزین برقی مستقر در باک بنزین ۲۳- سنسور پدال گاز ۲۴- باتری

۱ - Canister
۲ - Knock Sensor
۳ Up Stream and Down Stream Lambda axygen sensor
٤ - Immobilizer -

AutoLibrary

AutoLibrary

شـکل (۱۰۴-۱) ساختار مکانیکی سیستم تزریق سوخت بنزین را نشان می‌دهد که سوخت توسط پمپ بنزین و پس از عبور از فیلتر به ریل سـوخت ارسـال می‌گردد و سوخت اضافی با عبور از رگلاتور به باک باز می‌گردد.



۱- پمپ بنزین برقی ۲- فیلتر سـوخت ۳- ریل سـوخت ۴ - انژکتور ۵- انژکتور شرایط سرد (در صورت وجود ۶- رگلاتور

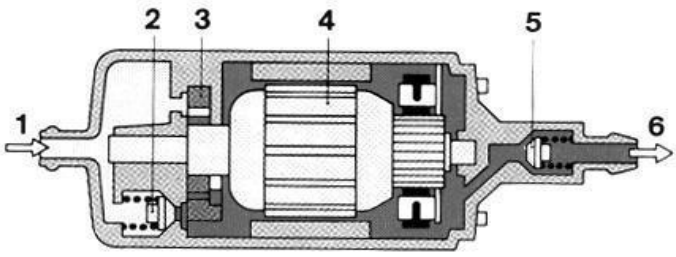
شکل ۱۰۴- ۱- ساختار مکانیکی سیستم تزریق سوخت بنزینی

در ذیل به بررسی اجزاء سیستم سوخت‌رسانی انژکتوری پرداخته می‌شود.

۱- پمپ بنزین الکتریکی

پمپ بنزین الکتریکی، یک موتور الکتریکی می‌باشـد که محرک پمپ غلتکی یاروتوری می‌باشـد. چنانچه درون باک نصـب گردد (In Tank) و چنانچه بیرون باک بنزین و در مسـیر ارسـال سـوخت نصـب شـود (In Line) نامیده می‌شود.

شکل (۱۰۵-۱) ساختمان پمپ بنزین الکتریکی را نشان می‌دهد.



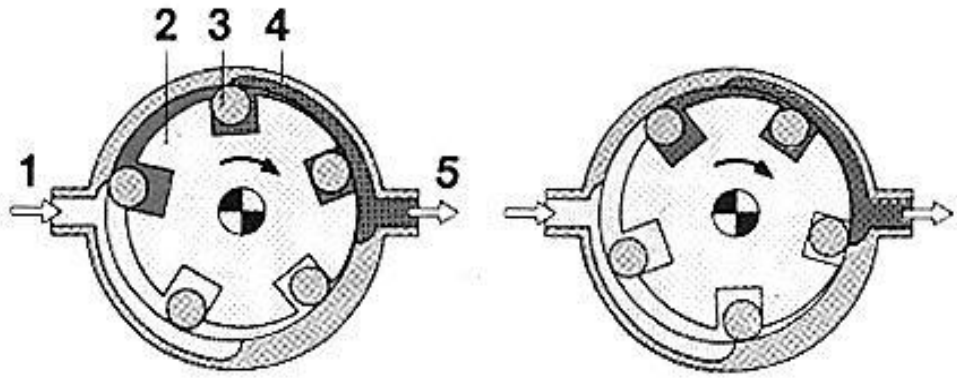
۱- مجرای مکشـی ۲- سـوپاپ فشـار شـکن ۳- پمپ غلتکی یا روتوری ۴- آرمیچر ۵- سـوپاپ یکطرفه ۶-مجرای فشاری

شکل ۱۰۵- ۱- ساختمان پمپ بنزین الکتریکی

AutoLibrary

AutoLibrary

شکل (۱۰۶- ۱) نیز پمپ غلتکی، پمپ بنزین را نشان می‌دهد



۱- مجرای مکشی ۲- دیسک محرک ۳- غلتک ۴- پوسته خارجی پمپ ۵- مجرای فشاری
شکل ۱۰۶- ۱- پمپ بنزین غلتکی

با توجه به شـــکل‌های (۱۰۵-۱) و (۱۰۶-۱) با چرخش آرمیچر، دیســـک محرک پمپ نیز چرخیده و با توجه به اینکه دیسـک محرک (۲) و پوسـته پمپ (۴) هم مرکز نیســـتند، در قسمتی که فضای بین دیسک محرک و پوســته پمپ زیاد شـده و افزایش حجم ایجاد شـده، فشار کاهش می‌یابد، بنابراین بنزین از باک به این قسمت ارسال می‌شود، این بنزین بین دو غلتک قرار گرفته و با دروان دیسک محرک، رفته‌رفته به محل کم‌حجم‌تر که باعث افزایش فشـــار بنزین می‌شـــود، منتقل شـــده و از محلی که کمترین حجم و یا بیشـــترین فشار تولید می‌شود، به سمت فیلتر و ریل سوخت ارسال می‌گردد.

سـوپاپ یکطرفه شـکل (۱۰۴- ۱) از خالی شـدن ریل سوخت جلوگیری می‌کند، بنابراین ضمن اینکه از ایجاد قفل گازی در ریل ســـوخت جلوگیری می‌شـــود، در اســـتارت زدنهای بعدی، موتور به راحتی روشـــن می‌شود.

سـوپاپ فشـارشـکن نیز از افزایش بیش از حد فشـار سیستم سوخت‌رسانی جلوگیری کرده و در صورت افزایش فشـــار مجرای ورودی را به مجرای خروجی پمپ وصـــل می‌کند و ارســـال ســـوخت کاهش یافته و یا متوقف می‌شود.

لازم به ذکر است که پمپ‌های غلتکی به دلیل سرو صدای زیاد، امروزه کمتر مورد استفاده قرار می‌گیرند و بیشتر از پمپ‌های روتوری استفاده می‌شود.

ولتاژ عملکردی پمپ بنزین ۱۲ ولت می‌باشـــد که از طریق رله دوبل تأمین می‌گردد. فشـــار ریل ســـوخت بعد از ثابت شدن توسط سوپاپ فشار شکن و یا رگولاتور در حدود ۳/۵ بار می‌باشد.

مقدار مقاومت موتور الکتریکی پمپ بنزین در حدود یک اهم می‌باشد.

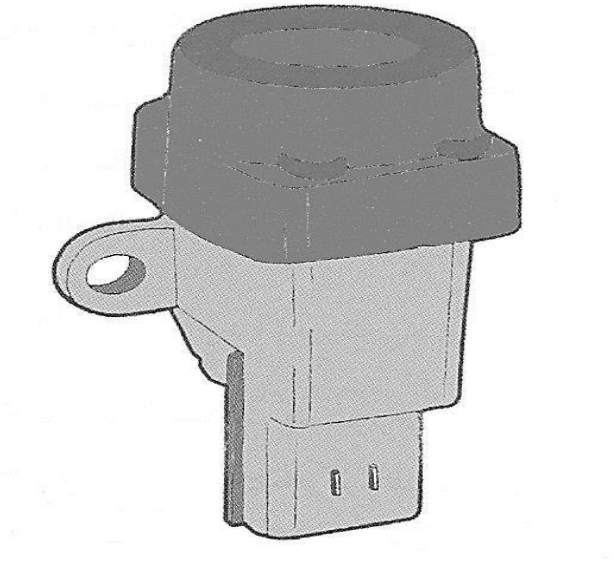
چنانچه سـوئیچ روشـن شـود ولی استارت زده نشود، ۲ تا ۳ ثانیه بعد از روشن شدن سوئیچ پمپ بنزین کـار می‌کنـد و چون ECU اطلاعات چرخش میل لنگ را از ســـنســـور دور موتور یا میل بادامک دریافت نمی‌کند، برق رله دوبل و در نتیجه پمپ بنزین را قطع می‌کند.

AutoLibrary

AutoLibrary

۲- سوئیچ اینرسی

ساختمان ظاهری سوئیچ اینرسی در شکل (۱۰۷-۱) نشان داده شده است.



شکل ۱۰۷- ۱ -ساختمان ظاهری سوئیچ اینرسی

این سوئیچ وظیفه قطع کردن جریان برق رله پمپ بنزین یا برق پمپ بنزین در تصادفات را بر عهده دارد و در نتیجه از آتش سوزی جلوگیری می‌کند.

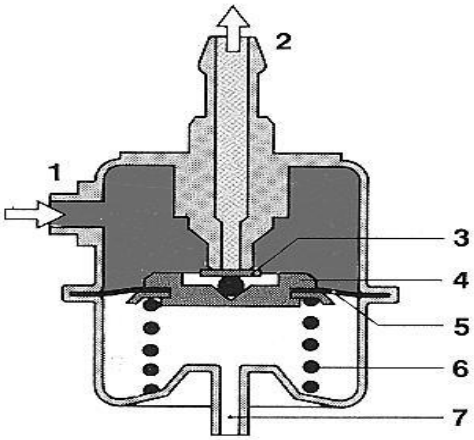
این کلید در محفظه موتور نصب می‌گردد که چنانچه خودرو ضربه یا تصادف شود، سوئیچ اینرسی برق رله پمپ بنزین را قطع می‌کند و برای وصل شدن مجدد، حتماً باید، کلید را فشار داده و سپس رها نمود. در صورت عدم وجود، در ECU موتور یا ECU کیسه هوا نصب می‌گردد و به صورت تایمری عمل می‌کند به نحوی که با روشن و خاموش کردن سوئیچ اصلی و حدود ۱۰ ثانیه صبرکردن و استارت زدن مجدد، جریان برق پمپ بنزین را وصل می‌کند. در صورت عدم عملکرد صحیح باید ECU مربوطه را تعویض نمود.

AutoLibrary

AutoLibrary

۳- رگولاتور سوخت

شکل (۱۰۸- ۱) نمای رگلاتور سوخت را نشان می‌دهد به جهت آنکه با توجه به شرایط مختلف عملکرد موتور (شتابگیری، قدرت، دورآرام و ...) و تطبیق و تثبیت فشار ریل سوخت با توجه به خلاء مانیفولد هوا، از رگلاتور سوخت استفاده می‌شود.



۱- ورود سوخت از ریل سوخت ۲- خروج سوخت به باک ۳ - سوپاپ
۴- نگهدارندهٔ سوپاپ ۵- دیافراگم ۶- فنر ۷- محل اتصال به خلاء مانیفولد
شکل ۱۰۸- ۱- رگولاتور سوخت

با توجه به شکل (۱۰۸- ۱) چنانچه خلاء مانیفولد هوا زیاد باشد (مانند حالت دور آرام) فشار سوخت و خلاء مانیفولد بر نیروی فنر غلبه کرده و مجرای خروج سوخت به سمت باک بیشتر باز شده و بنابراین بنزین بیشتری به باک باز می‌گردد تا فشار ثابت شود. چنانچه خلاء مانیفولد کم شود، نیروی فنر بر فشار سوخت و خلاء مانیفولد غلبه کرده و مجرای خروج سوخت به باک بسته‌تر شده و سوخت کمتری به باک باز می‌گردد و بنابراین در تمامی شرایط، فشار ریل سوخت در حدود ۳/۵ بار تثبیت می‌گردد.

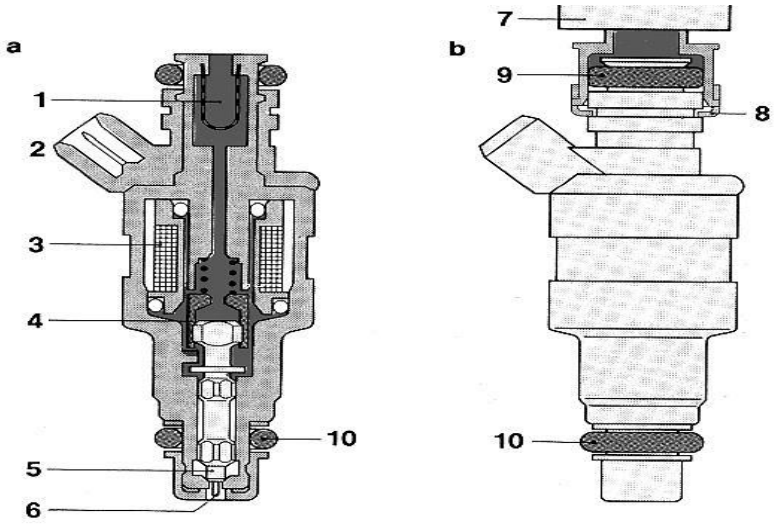
در برخی از سیستم‌ها که رگلاتور وجود ندارد، سوپاپ فشارشکن درون پمپ بنزین عمل تثبیت فشار را به صورت تقریبی و بدون لحاظ کردن وضعیت کاری موتور انجام می‌دهد، بنابراین عمل تثبیت فشار در این حالت، به طور دقیق صورت نمی‌پذیرد.

۴- انژکتور

با توجه به شکل (۱۰۹- ۱) انژکتور یک شیر الکترومغناطیسی می‌باشد. سوزن این شیر (۵) که هسته سیم پیچ (۴) وصل می‌باشد، در حالت عادی مجرای تزریق سوخت را مسدود کرده است. سیم پیچ انژکتور جریان برق با ولتاژ ۱۲ ولت را از رله دوبل دریافت کرده و منفی خود را از ECU دریافت می‌کند. ECU با توجه به شرایط عملکردی موتور به مدت زمان مورد نیاز منفی سیم پیچ انژکتور را اعمال نموده و در نتیجه سیم‌پیچ انژکتور مغناطیس شده و بنابراین هسته سیم‌پیچ و سوزن انژکتور به اندازهٔ ۰/۱ میلی‌متر به سمت بالا مدت زمان بازبودن انژکتور با توجه به شرایط عملکردی موتور بین صفر تا ۳۵ میلی‌ثانیه متغیر می‌باشد. مقاومت سیم‌پیچ انژکتور بین در خودروهای مختلف بین ۹/۵ تا ۱۷/۵ اهم متغیر می‌باشد.

AutoLibrary

AutoLibrary



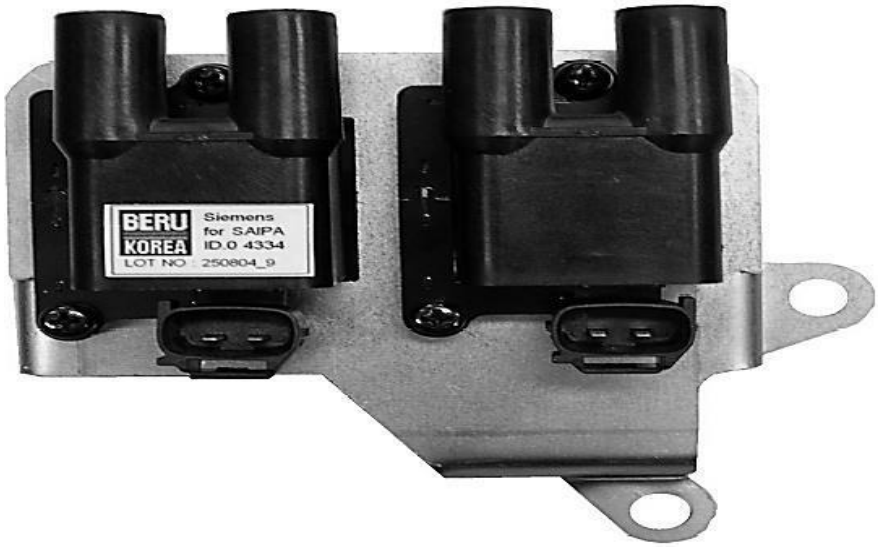
a : نمای داخلی انژکتور b : انژکتور نصب شده روی ریل سوخت

۱- فیلتر ۲- کانکتور ۳- سیم‌پیچ ۴- هسته سیم‌پیچ ۵- سوزن انژکتور ۶- نوک پودرکنندهٔ سوزن ۷- ریل سوخت ۸- کلیپ قفل‌کننده ۹- اورینگ بالایی ۱۰- اورینگ پائینی

شکل ۱۰۹- ۱- نمای داخلی و بیرونی انژکتور

۵- کویل دوبل

ساختمان ظاهری کویل دوبل در شکل (۱۱۰-۱) نمایش داده شده است.



شکل ۱۱۰-۱- ساختمان ظاهری کویل دوبل

جریان برق مثبت ۱۲ ولت هر دو سیم‌پیچ اولیه کویل دوبل از طریق رله دوبل تأمین می‌شود. منفی سیم‌پیچ‌های اولیه کویل دوبل توسط ECU در زمان معین قطع و وصل شده و باعث ایجاد جرقه در زمان مشخص می‌گردد. یکی از سیم‌پیچ‌های ثانویه، جرقه در شمع‌های سیلندرهای ۱ و ۴ تولید نموده و سیم‌پیچ ثانویه دیگر جرقه را برای شمع‌های سیلندرهای ۲ و ۳ فراهم می‌کند.

AutoLibrary

AutoLibrary

در زمان ایجاد جرقه یکی از سیلندرها در پایان کورس تراکم می‌باشد و جرقه اعمالی به شمع این سیلندر باعث ایجاد فرآیند احتراق می‌گردد، در حالیکه جرقه در سیلندر دیگر در کورس تخلیه اتفاق می‌افتد و عمل خاصی را انجام نمی‌دهد. لازم به ذکر است که با توجه به زیادتر بودن مقاومت بین الکترودهای شمع سیلندری که در کورس تراکم است، ولتاژ بیشتری به این شمع جهت تولید جرقه اختصاص می‌یابد ولتاژ کمتری صرف ایجاد جرقه در شمع دیگر که سیلندرش در کورس تخلیه است، اختصاص می‌یابد.

مقدار مقاومت هر کدام از سیم‌پیچ‌های اولیه کویل دوبل در حدود ۰/۶ اهم می‌باشد.

مقدار مقاومت هر کدام از سیم‌پیچ‌های ثانویه کویل دوبل در حدود ۷/۲ کیلواهم

می‌باشد. مقدار مقاومت هر متر از دایر شمع‌ها حدود ۱۶ کیلواهم می‌باشد.

کویل دوبل‌هایی که فاقد وایر شمع هستند (مانند خودرو پژو ۲۰۶) نیز مقاومت هر کدام از سیم‌پیچ‌های اولیه ۰/۶ اهم و مقاومت هر کدام از سیم‌پیچ‌های ثانویه حدود ۲۲ کیلواهم می‌باشد.

۶- شیربرقی کنیستر

ساختمان ظاهی شیر برقی کنیستر در شکل (۱۱۱-۱) نشان داده شده است

شکل ۱۱۱-۱- ساختمان ظاهری شیر برقی کنیستر کنیستر، یک قوطی حاوی زغال احیا شده[1] می‌باشد . خاصیت زغال احیاشده این است که به راحتی قابلیت جذب بخارات بنزین را دارا می‌باشد. لذا مطابق شکل (۱۰۳- ۱) این قطعه بین باک بنزین و مانیفولد هوا نصب می‌گردد. به نحوی که در هنگام خاموش بودن خودرو، بخارات بنزین تولید شده در باک توسط زغالهای احیا شدهٔ کنیستر جذب می‌شوند، هنگامی که موتور روشن شود، ECU در زمانهای خاص دستور باز شدن شیر برقی کنیستر را صادر می‌نماید، از اینرو خلاء مانیفولد به داخل کنیستر اعمال می‌شود و باعث بسته‌شدن سوپاپ یکطرفه بین کنیستر و باک بنزین شده و از اینرو در این وضعیت ارتباط باک بنزین و کنیستر قطع می‌شود. خلاء اعمالی به کنیستر باعث می‌شود که هوا از مجرای زیرین کنیستر مکیده شود و با عبور از لابلای زغالهای احیا شده، باعث جذب بخارات بنزین موجود در زغالهای احیا شده می‌شود، درنتیجه بخارات بنزین به مانیفولد هوا و سیلندرها هدایت شده و باعث ایجاد احتراق مناسب در زمانهای تشخیص داده شده توسط ECU شده و از آلودگی محیط نیز جلوگیری می‌شود.

شیربرقی کنیستر جریان برق مثبت با ولتاژ ۱۲ ولت را از رله دوبل دریافت نموده و منفی آن در زمان مناسب توسط ECU تأمین می‌شود. مقاومت شیربرقی کنیستر حدود ۲۵ اهم می‌باشد.

---

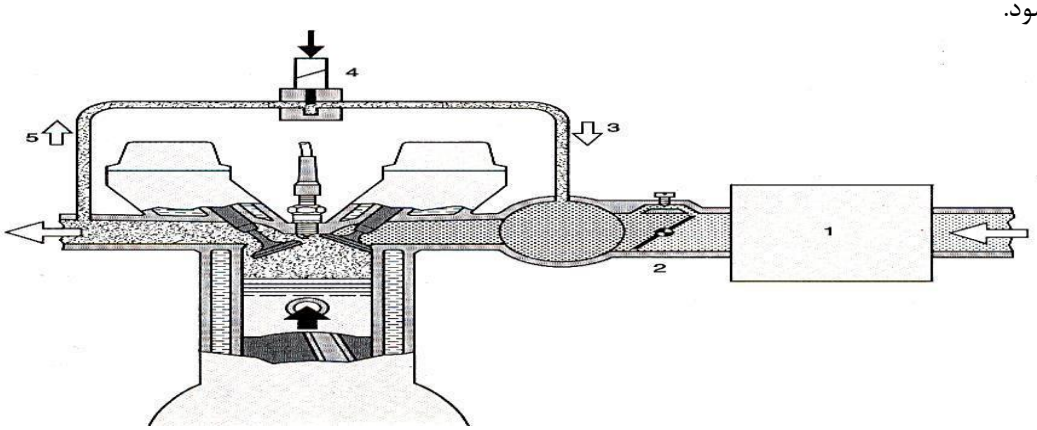
۱ - Active Carbon

AutoLibrary

AutoLibrary

۷- شیربرقی EGR[۱]

یکی از مشـــکلات موتورهای رقیق‌ســـوز که در ناحیه $۱ < \lambda < ۱/۲$ کار می‌کنند، افزایش دمای احتراق و نهایتاً تولید آلایندگی اکســـیدهای ازت (NO_x) می‌باشـــد، برای کنترل آلایندگی NO_x از EGR اســـتفاده می‌شود.



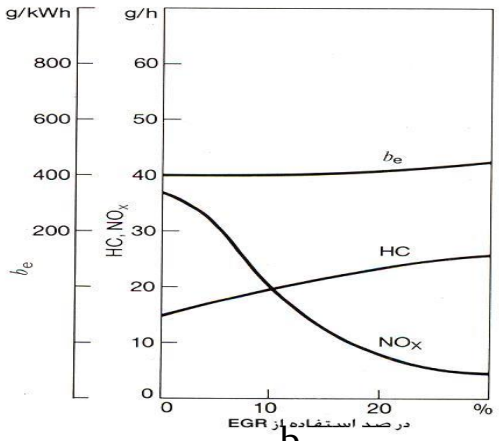
۱- فیلترهوا ۲- دریچه گاز

۳ و ۵- دود خروجی که دوباره به گردش درآمده و وارد مانیفولد هوا می‌شود ۴- شیربرقی EGR

شکل ۱۱۲- ۱- شماتیک عملکردی EGR

شکل (۱۱۲- ۱) شماتیک عملکردی EGR را نشان می‌دهد.

هنگامی که دمای احتراق هوا و بنزین افزایش یابد، ECU به شـیربرقی EGR دستور بازشدن می‌دهد. با بازشـــدن این شـــیر، مقداری از دودهای خروجی اگزوز به مانیفولد هوا راه پیدا کرده و به جای تعدادی از مولکولهـای هوای تازه، مولکولهای دود خروجی اگزوز وارد ســـیلندر می‌گردد، که در اینصـــورت احتراق ناقصی تولید شده که منجر به کاهش دمای احتراق و نهایتاً کاهش NO_x می‌شود.



b_e : مصرف سوخت

شکل ۱۱۳- ۱- تأثیر EGR بر HC، NO_x و مصرف سوخت

---

۱ - Exhoust - Gas Recirculating

AutoLibrary

AutoLibrary

لازم به ذکر اســـت که با توجه به شـــکل (۱۶۲- ۱) هر چقدر میزان زمان و مقدار اســـتفاده از EGR زیادترشـود، آلایندگی NO_x کاهش می‌یابد، در حالیکه مصرف سوخت و آلایندگی هیدروکربن‌های نسوخته (HC) افزایش می‌یابد.

شیربرقی EGR، جریان برق مثبت ۱۲ ولت خود را از رله دوبل دریافت کرده و زمان و مقدار باز و بسته بودن آن توســط ECU با کنترل منفی آن، صــورت می‌پذیرد. ســاختمان ظاهری این شــیر برقی همانند شیربرقی کنیستر می‌باشد.

۸- رله دوبل

ساختار ظاهری این رله در شکل (۱۱۴-۱) نمایش داده شده است.

شکل ۱۱۴-۱- ساختار ظاهری رله

دوبل رله دوبل شامل دو رله پمپ بنزین و اصلی می‌باشد.

رله اصـلی در هنگام خاموش بودن سـوئیچ جریان برق ضعیفی را از سیم‌پیچ خود عبور داده و به ECU می‌رسـاند که صـرف نگهداری حافظه ECU می‌شـود و در هنگام روشـن شـدن جریان برق اصـلی و بعضـاً سیم‌پیچ رله پمپ بنزین را تأمین می‌کند.

رله پمپ بنزین در هنگام روشـن شـدن سـوئیچ جریان برق با ولتاژ ۱۲ ولت را به قسمت‌های زیر ارسال می‌کند:

۱- پمپ بنزین

۲- انژکتور

۳- سیم پیچ‌های اولیه کویل دوبل ۴-

شیرهای برقی کنیستر و EGR ۵-

المنت گرمکن سنسور اکسیژن ۶-

المنت گرمکن هوزینگ دریچه گاز

مقاومت سیم‌پیچ‌های رله اصلی و پمپ بنزین هر کدام تقریباً ۳ /۴۰ اهم می‌باشد.

AutoLibrary

AutoLibrary

۹- موتور مرحله‌ای دور آرام یا موتور پله‌ای (Stepper Motor)

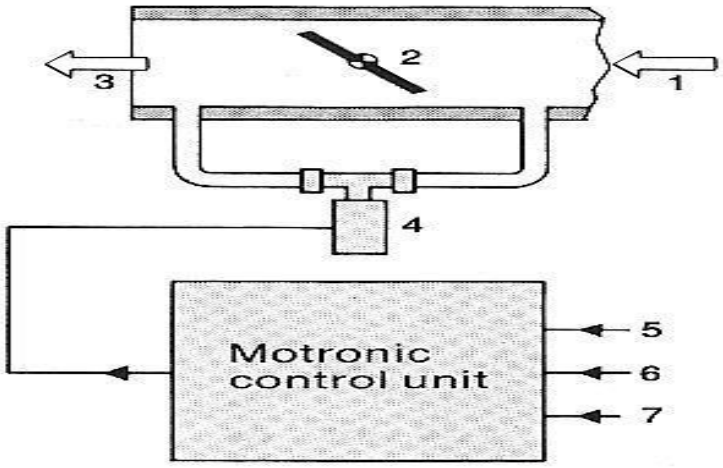
ساختمان ظاهری موتور پله‌ای مطابق شکل (۱۱۵-۱) می‌باشد.

شکل ۱۱۵-۱- ساختمان ظاهری موتور پله‌ای

موتورهایی که دریچه گاز آنها بوسیله موتور الکتریکی کنترل نمی‌شود و بوسیله سیم به پدال گاز متصل است، باید مطابق شکل (۱۱۶-۱) مجرای کنارگذری در مجاورت دریچه گاز وجود داشته باشد. میزان و زمان باز و بسته بودن این مجرای کنار گذر بوسیله رله، بی‌متال، الکتروموتور و یا موتور پله‌ای و با دستور ECU کنترل می‌شود، تا در شرایط زیر وظیفه کنترل دور موتور و آلودگی را برعهده داشته باشد:

۱- کنترل دور موتور و آلودگی در حالت دور آرام ۲- کنترل دور موتور در وضعیت دورآرام، هنگام استفاده از کولر، فرمان هیدورلیک، افزایش بارالکتریکی بر روی آلترناتور و غیره.

۳- کنترل میزان هوای ورودی به موتور، هنگامی که راننده به طور ناگهانی پای خود را از روی پدال گاز برمی‌دارد و نهایتاً کنترل آلایندگی.



۱- هوای عبوری از فیلتر هوا ۲- دریچه گاز ۳- هوای ورودی به موتور

۴ - استپرموتور ۵- دور موتور

۷- اطلاعات مربوط به موقعیت دریچه گاز

شکل ۱۱۶- ۱- مجرای کنار گذر مجاور دریچه گاز و موقعیت قرارگیری استپرموتور

AutoLibrary

AutoLibrary

AutoLibrary

AutoLibrary

از بین دستگاههایی که وظیفه کنترل مجرای کنارگذر را برعهده دارند موتور پله‌ای یا استپرموتور، در موتورهای امروزی بیشترین کاربرد را داشته و از اینرو به بررسی مختصر آن پرداخته می‌شود.

استپرموتورهایی که در موتور خودرو مورد استفاده قرار می‌گیرند معمولاً دارای ۲۰۰ مرحله بوده و هر مرحله از چرخش محور آن باعث حرکت طولی ۰/۰۴ میلی‌متری نوک مخروطی آن می‌شود، بنابراین در ۲۰۰ مرحله، نوک مخروطی استپرموتور به اندازهٔ ۸ میلی‌متر به سمت عقب یا جلو حرکت طولی نموده و مجرای کنارگذر را باز یا بسته می‌کند.

استپرموتورپالس‌های ۱۲ ولتی خود را از ECU دریافت می‌کند و ECU با توجه به نیاز به افزایش یا کاهش هوای عبور از مجرای کنارگذر جای مثبت و منفی‌های بالشتک‌های استپرموتور را تعویض می‌نماید.

مقاومت هر کدام از سیم‌پیچ بالشتک‌های استپرموتور حدود ۵۲ اهم می‌باشد.

در صورت بازکردن استپرموتور و حرکت محور آن و یا تعویض استپرموتور، باید آن را توسط دستگاه عیب‌یاب و یا به صورت دستی با توجه به دستورالعمل سازنده ریتایم[۱] نمود.

۱۰- چراغ اخطار یا چراغ نشان دهندهٔ عیب (MIL)[۲] یا (Check)[۳]

این چراغ در حالت عادی کارکرد سیستم، باید با روشن بودن سوئیچ روشن باشد و با روشن شدن موتور خاموش شود.

در موارد زیر چراغ اخطارسیستم انژکتوری روشن مانده و یا روشن و خاموش می‌شود که البته لازم به ذکر است تمامی موارد ذیل به افزایش آلایندگی ناشی از احتراق ناقص اشاره می‌کند:

۱- خرابی سنسور اکسیژن ۲- خرابی یا سوختن سیم‌پیچ اولیه کویل

۳- خرابی یا سوختن سیم‌پیچ انژکتور

۴- خرابی سنسور ناک

۵- خرابی ECU

۱۱- پمپ برقی هوای ثانویه

قبل از بررسی عملکرد پمپ برقی هوای ثانویه، به مختصری در مورد مبدلهای کاتالیستی[۴] مورد استفاده در خودرو پرداخته می‌شود. مبدلهای کاتالیستی مورد استفاده در خودرو به سه دسته تقسیم می‌شوند:

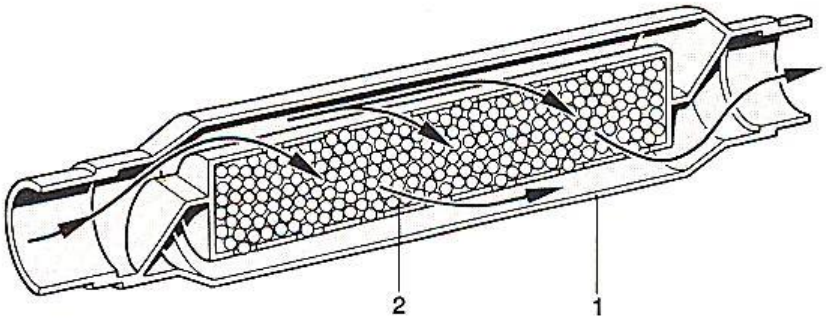
الف- مبدلهای کاتالیستی قرصی یا ساچمه‌ای قبلاً در آمریکا و ژاپن مورد استفاده قرار می‌گرفت و در شکل (۱۱۷- ۱) قابل ملاحظه می‌باشد. از این نوع کاتالیست امروزه معمولاً استفاده نمی‌شود.

---

۱ - Retime
۲ - Malfunction Indicator Lamp
۳ - Check engine
۱ - Catalyst converter

AutoLibrary

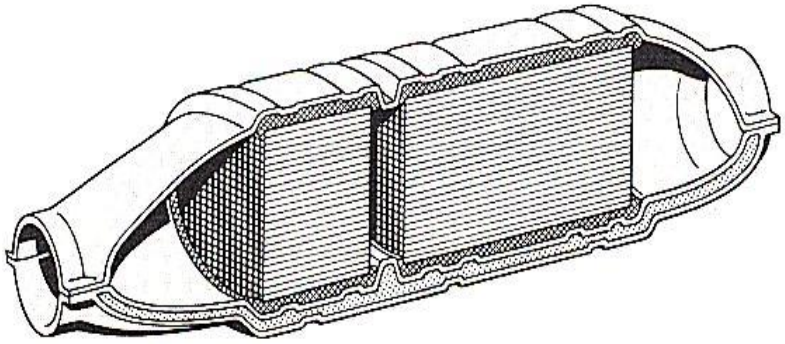
AutoLibrary



۱ - عایق ۲- مبدل کاتالیستی شکل ۱۱۷- ۱-
مبدل کاتالیست نوع قرصی یا ساچمه‌ای

ب- مبدل کاتالیست یکپارچه فلزی:

این نوع مبدل کاتالیستی به پیش کاتالیست یا کاتالیست مکمل نیز معروف می‌باشد و نزدیک به موتور نصب می‌گردد. این نوع مبدل کاتالیستی از مواد فعال مانند اکسید آلومینیوم و فلزهای پلاتینیوم و پالادیوم ساخته شده است و وظیفه آماده و گرم کردن گازهای خروجی اگزوز جهت ورود به مبدل کاتالیستی یکپارچه سرامیکی را برعهده دارد. این نوع مبدل کاتالیستی در شکل (۱۱۸-۱) قابل ملاحظه می‌شود.



شکل ۱۱۸- ۱- مبدل کاتالیستی یکپارچه فلزی یا سرامیکی

ج- مبدل کاتالیستی یکپارچه سرامیکی:

شکل ظاهری این نوع مبدل کاتالیستی نیز مانند مبدل کاتالیست یکپارچه فلزی مطابق شکل (۱۱۸-۱) می‌باشد. این نوع مبدل کاتالیستی که در واقع مبدل کاتالیستی اصلی می‌باشد دارای چندین هزار کانال کوچک می‌باشد که دود خروجی موتور از لابلای این کانالهای کوچک عبور می‌کند. مواد سرامیکی یک نوع سیلیکات منیزیم- آلومینیوم با مقاومت در دمای بالا می‌باشند.

کل مجموعه مبدل کاتالیست یکپارچه بوده و به شدت در مقابل کشش حساس می‌باشد، از اینرو مجموعه مبدل کاتالیست را در یک پوشش فلزی قرار می‌دهند. به جهت محافظت از مبدل کاتالیست در مقابل تلرانس ساخت، انبساط حرارتی، تنش‌های مکانیکی ناشی از عملکرد خودرو و ... بین مبدل کاتالیست و پوشش فلزی بوسیله تعداد زیادی از سیم‌های فولادی پر آلیاژ به قطر ۰/۲۵ میلی‌متر که انعطافپذیر نیز هستند، پر می‌کنند.

AutoLibrary

AutoLibrary

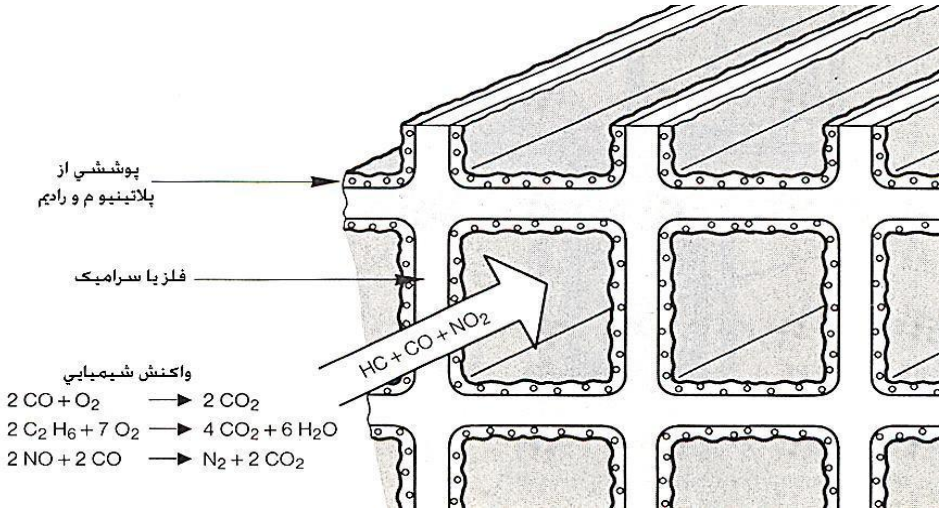
از طرفی مبدلهای کاتالیستی با توجه به نحوهٔ عملکرد آنها به صورت زیر دسته‌بندی می‌شوند:

a- مبدل کاتالیست یک کاره یا یک راهه[1] که فقط اکسیدهای ازت (NO_x) را کاهش می‌دهد.

b- مبدل کاتالیســـت دوکاره یا دو راهه[2] که وظیفه کاهش مونوکســـید کربن (CO) و هیدروکربن‌های نسوخته (HC) را بر عهده دارد.

c- مبدل کاتالیســت ســه کاره یا سه راه[3] (TWC) که معروفترین نوع مبدل کاتالیستی است که امروزهٔ در اکثر خودروها مورد استفاده قرار می‌گیرد و وظیفه کاهش NO_x ، CO و HC را برعهده دارد.

شـکل (۱۱۹- ۱) نمایی از قسـمت داخلی مبدل کاتالیسـت سـه کاره که بزرگنمایی شـده است را نشان می‌دهد.



شکل ۱۱۹- ۱- نحوهٔ عملکرد مبدل کاتالیست سه کاره یا سه راهه

در مبدل کاتالیست سه کاره لایه نازکی از پلاتینیوم[4] و رادیوم[5] به جرم تقریبی ۲ تا۳ گرم مورد استفاده قرار گرفته اسـت. پلاتینیوم باعث افزایش سـرعت اکسـیداسیون HC و CO می‌گردد، در حالیکه رادیوم به کاهش NO_x کمک می‌کند.

لازم به ذکر اســـت که دمای مناســـب جهت عملکرد مطلوب TWC دمای بالای ۲۵۰c و در محدودهٔ ۴۰۰ تا ۸۰۰ درجه می‌باشـد. چنانچه دمای TWC به حدود ۸۰۰ تا ۱۰۰۰ درجه سـانتیگراد برسـد، عمل رسـوب پلاتینیوم، رادیوم و آلومین (Al_2O_3) صورت گرفته و عملکرد TWC کاهش می‌یابد. دمای بالاتر از $1000^{\circ}C$ باعث آسیب جدی TWC شده و در دمای $1400^{\circ}C$ کاتالیست ذوب شده و کاملاً از بین می‌رود، از اینرو محل نصـب کاتالیسـت در مسـیر دود خروجی بسـیار مهم اسـت، ضمن آنکه نقص در سیستم سوخت رسـانی و جرقه‌زنی نیز باعث کاهش عمر TWC می‌شـود. در شرایط ایدهآل TWC دارای عمری در حدود ۱۰۰۰۰۰ کیلومتر می‌باشد.

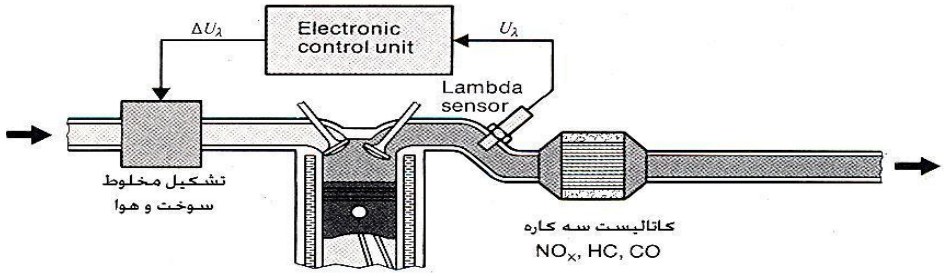
---

۱ - One - Way Catalytic Converter
۲ - Two - Way Catalytic Converter
۳ - Three - Way Catalytic Converter (TWC)
٤ - Platinum
٥ - Rhodium

AutoLibrary

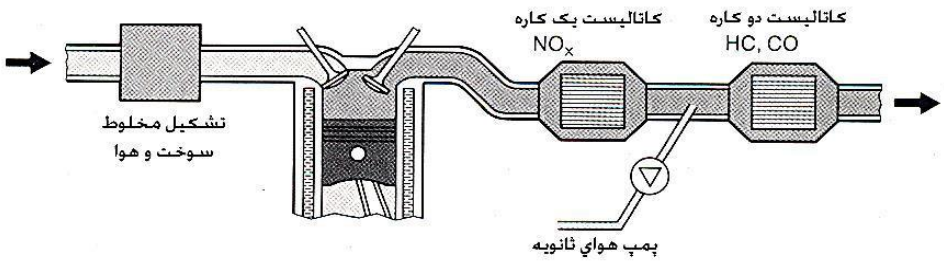
AutoLibrary

هنگامی که از TWC و سنسور اکسیژن در خودرو استفاده می‌شود، معمولاً نیاز به استفاده از پمپ هوا نمی‌باشد. شکل (۱۲۰- ۱) محل قرارگیری TWC و عدم استفاده از پمپ هوا را نشان می‌دهد.



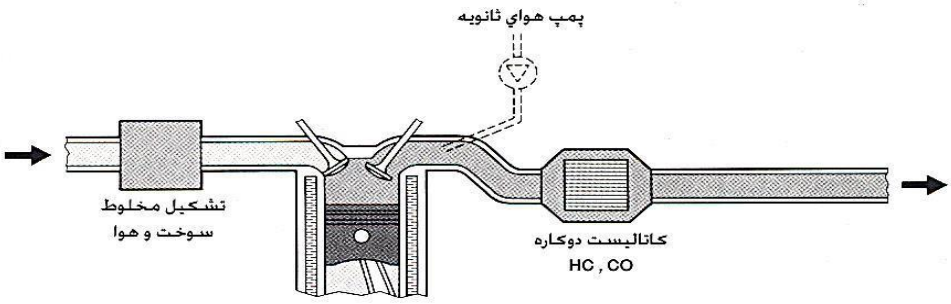
شکل ۱۲۰- ۱- محل قرارگیری TWC یک مرحله‌ای و سنسور اکسیژن بدون نیاز به پمپ هوا

چنانچه از مبدل کاتالیستی دو مرحله‌ای استفاده شود، در یک مرحله NO_x کاهش می‌یابد و در مرحله دوم CO و HC اکسید می‌گردد در این حالت مطابق شکل (۱۷۰- ۱) مجرای دمیدن هوای تازه توسط پمپ الکتریکی هوا باید بعد از مبدل کاتالیست NO_X و قبل از مبدل کاتالیست CO و HC باشند، تا عمل گرم شدن گازهای خروجی و اکسیداسیون بهتر مونواکسید کربن و HC مطلوبتر انجام پذیرد.



شکل ۱۲۱- ۱- استفاده از مبدل کاتالیست دو مرحله‌ای و سه کاره و پمپ هوای ثانویه.

چنانچه از مبدل کاتالیست یک مرحله‌ای دو کاره استفاده شود، نیز مطابق شکل (۱۷۱- ۱) پمپ هوای ثانویه باید قبل از مبدل کاتالیست، هوا را به درون اگزوز بدمد و باعث گرم شدن گازهای خروجی و اکسیداسیون بهتر شود.



شکل ۱۲۲- ۱- استفاده از مبدل کاتالیست یک مرحله‌ای دوکاره و پمپ هوای ثانویه

AutoLibrary

AutoLibrary

بنابراین پمپ هوای ثانویه با دریافت دستور از ECU در شرایط زیر عمل کرده و با دمیدن هوا به درون مسیر دود خروجی و قبل از مبدل کاتالیست، باعث گرمشدن گازهای خروجی و مبدل کاتالیست و نهایتاً اکسیداسیون بهتر دود خروجی می‌شود:

۱- در دمای مایع خنک کننده موتور بین ۱۵ تا ۳۰ درجه سانتیگراد به مدت ۸۰ ثانیه فعال می‌شود.

۲- در دمای مایع خنک‌کنندهٔ موتور بین ۱۵ تا ۷- درجه سانتیگراد به مدت ۳۰ ثانیه فعال می‌شود.

۳- در دمای مایع خنک‌کنندهٔ موتور کمتر از ۷- درجه سانتیگراد به مدت ۱۰ ثانیه فعال می‌شود.

لازم به ذکر است که در تمامی شرایط فوق، از آسیب‌دیدن کاتالیست به علت دمای کم، جلوگیری می‌شود و چنانچه دور موتور بیش از ۲۵۰۰ دور در دقیقه شود، پمپ هوای ثانویه غیرفعال می‌شود.

۱۲- گرمکن هوزینگ دریچه گاز

این قطعه یک مقاومت با ضریب دمایی مثبت (PTC)[۱] می‌باشد که با افزایش دما، مقاومت آن نیز زیاد می‌شود. جریان برق با ولتاژ ۱۲ ولت خود را از رله پمپ‌بنزین رله دوبل دریافت نموده و منفی دائم خود نیز از بدنه تأمین می‌کند.

وظیفه گرمکن هوزینگ دریچه گاز، گرم نگهداشتن هوزینگ دریچه گاز و جلوگیری از یخزدن مجرای کنارگذر دریچه گاز و نوک مخروطی استپرموتور می‌شود. در برخی خودروها، نوک مخروطی استپرموتور پلاستیکی بوده و یخ نمی‌زند، بنابراین نیاز به گرمکن نیز نمی‌باشد.

مقاومت این گرمکن در دمای محیط حدود ۱۰ اهم می‌باشد.

۱۳- سنسور فشار مطلق مانیفولد[۲] (MAP)

ساختار ظاهری سنسور MAP و دمای هوای ورودی (TMAP) مطابق شکل (۱۷۲-۱) می‌باشد.

شکل ۱۲۳-۱- ساختمان ظاهری TMAP

این سنسور بر روی مانیفولد هوا، سینی رادیاتور و با بدنه خودرو نصب می‌گردد. اگر بر روی مانیفولد هوا نصب شود، به طور مستقیم با خلاء مانیفولد در ارتباط است و چنانچه در محلی به جز روی مانیفولد هوا نصب گردد، توسط شیلنگی به خلاء مانیفولد مرتبط است. این سنسور ۳ پایه بوده به نحوی که جریان برق با ولتاژ مثبت ۵ ولت را از ECU دریافت کرده و سیگنال خروجی آن بین ۰/۲ تا ۴/۸ ولت با توجه به فشار هوای داخل مانیفولد به ECU ارسال می‌کند و پایه دیگر آن نیز دارای منفی دائم می‌باشد.

---

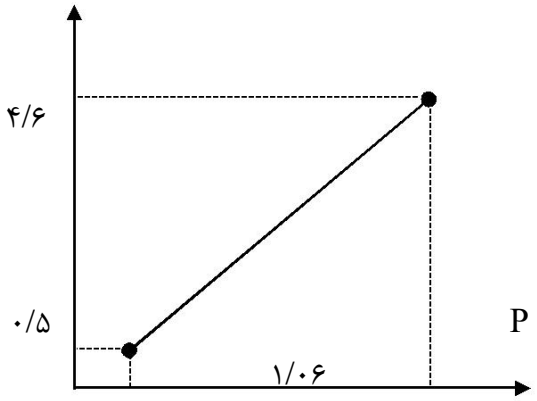
۱ - Positive Temperature Coefficient

۲ - Manifold Absolute pressure.

AutoLibrary

AutoLibrary

این سنسور از نوع مقاومت پیزو[1] می‌باشد به نحوی که داخل آن یک محفظه خلاء مرجع وجود دارد و بر روی این محفظه دیافراگمی نصب شده است. سمت دیگر این دیافراگم به خلاء مانیفولد در ارتباط می‌باشد. تغییرات فشار هوای مانیفولد باعث خم و راست شدن دیافراگم و در نتیجه تغییر مقاومت لایه سیلیکونی نصب شده بر روی آن می‌گردد. چنانچه خلاء مانیفولد زیاد شود، ولتاژ خروجی این سنسور کم و چنانچه خلاء مانیفولد کم شود، ولتاژ خروجی این سنسور افزایش می‌یابد شکل (۱۲۴- ۱) ولتاژ خروجی سنسور MAP را بر اساس فشار اعمالی به آن نشان می‌دهد . این سنسور آزمایش اهمی ندارد.



P: فشار برحسب اتمسفر V:ولتاژ برحسب ولت

شکل ۱۲۴- ۱- ولتاژ خروجی سنسور MAP بر اساس فشار اعمالی به آن

۱۴- سنسور دمای هوای ورودی (ITS)[2]

این سنسور یک مقاومت با ضریب دمایی منفی (NTC) می‌باشد، به نحوی که با افزایش دما، مقاومت آن کم می‌شود. محل نصب این سنسور در کنار دریچه گاز و یا محلی در معرض عبور هوای ورودی به موتور می‌باشد.

در برخی خودروها، مطابق شکل (۱۲۳-۱)، سنسور دمای هوای ورودی (ITS) و سنسور MAP را در یک مجموعه قرار می‌دهند و اصطلاحاً به آن TMAP گفته می‌شود.

در این حالت این سنسور ۴ پایه به شرح زیر دارد:

۱- یکی از پایه‌ها جریان برق مثبت ۵ ولت را برای هر دو سنسور از ECU دریافت می‌کند.

۲- یکی از پایه‌ها سیگنال خروجی سنسور MAP به ECU می‌باشند.

۳- یکی از پایه‌ها اتصال بدنه سنسور MAP است.

۴- یکی از پایه‌ها نیز سیگنال خروجی سنسور ITS به ECU می‌باشد.

محدودهٔ عملکردی سنسور ITS بین ۴۰- تا ۱۵۰ + درجه سانتیگراد می‌باشد.

جدول (۴- ۷) تغییرات مقاومت یک نمونه ITS نسبت به دما را نشان می‌دهد.

(C°)			۰				۵۰	۶۰		۸۰		۱۰۰	
مقاومت (Ω)			۵۷۷۰			۱۶۷۰	۱۱۵۰	۸۱۷		۴۲۶	۲۸۰	۱۷۰	

جدول ۴-۷- تغییرات مقاومت الکتریکی ITS نسبت به دما

---

۱ - Piezo Resistive
۲ - Intake air Temperature sensor

AutoLibrary

AutoLibrary

AutoLibrary

AutoLibrary

در این حالت ECU با داشتن دمای هوای ورودی و فشار هوای داخل مانیفولد، می‌تواند به طور تقریبی میزان و دبی هوای ورودی به موتور را تخمین زده و سوخت مناسب با آن را تزریق نماید. ولی برای احساس حالت مختلف عملکردی موتور (شتابگیری، قدرت و ...) نیاز به سنسور دیگر نیز می‌باشد، که از اینرو از سنسور وضعیت دریچه گاز برای احساس حالت‌های فوق استفاده می‌گردد. البته حالت‌های فوق زمانی به طور دقیق مشخص می‌گردد که اطلاعات سنسورهای MAP، دریچه گاز و دور موتور با هم مقایسه گردند.

۱۵- سنسور موقعیت دریچه گاز (TPS)[۱]

ساختمان ظاهری هوزینگ دریچه گاز و اجزای آن در شکل (۱۲۵-۱) نشان داده شده است.

۱- موتور پله‌ای ۲- TPS ۳- هوزینگ دریچه‌گاز ۴- بازوی دریچه گاز که به وسیله سیم به پدال گاز متصل می‌شود.

شکل ۱۲۵-۱- هوزینگ دریچه گاز و اجزای آن

این سنسور در راستای محور دریچه گاز نصب می‌گردد و وظیفه آن تعیین موقعیت دریچه گاز برای ECU می‌باشد و همچنین از تغییرات سیگنال ولتاژ این سنسور، ECU نرخ افزایش سرعت یا شتابگیری موتور را احساس کرده و پروتکل مورد نظر را جهت شتابگیری مناسب موتور و خودرو و اجرا می‌کند. چنانچه راننده پدال گاز را به صورت ناگهانی فشار دهد، ECU پروتکل $۰/۸ < \lambda < ۱$ را اجرا نموده و باعث افزایش توان موتور و شتابگیری مطلوب می‌شود. در حالیکه اگر راننده به صورت ناگهانی پای خود را از روی پدال گاز بردارد، به جهت جلوگیری از افزایش مصرف سوخت و آلایندگی، ECU پروتکل قطع پاشش سوخت یا Cutoff انژکتورها را اجرا می‌کند. در این حالت ECU با کاهش دادن زمان پاشش انژکتورها و یا در بعضی موارد قطع کامل پاشش سوخت، از افزایش آلایندگی و مصرف سوخت جلوگیری می‌کند. از طرفی ECU به مقایسه اطلاعات این سنسور با اطلاعات سنسور دورموتور و سنسور سرعت خودرو، وضعیت قدرت و Overrun[۲] را نیز تشخیص می‌دهد. در وضعیت قدرت با افزایش زمان تزریق سوخت، قدرت موتور افزایش می‌یابد و در وضعیت Overrun با کاهش زمان تزریق سوخت، مصرف سوخت و آلودگی کاهش می‌یابد. این سنسور چنانچه از نوع مقاومتی باشد به آن پتانسیومتر گفته می‌شود و دارای تست اهمی می‌باشد.

---

۱ - Throttle Position Sensor

۲ - حالت Overrun به حالتی گفته میشود که دور از چرخها به موتور منتقل میشود، مانند حرکت در سراشیبی که دریچهٔ گاز، بسته است ولی به دلیل انتقال دور از چرخ به موتور هم دور موتور و هم سرعت خودرو زیاد میشود.

AutoLibrary

AutoLibrary

پتانسیومتر دارای ۳ پایه به شرح زیر می‌باشد:

۱- یکی از پایه‌ها جریان برق مثبت ۵ ولت را از ECU دریافت می‌کند.

۲- یکی از پایه‌ها سیگنال ولتاژ خروجی پتانسیومتر را به ECU با توجه به وضعیت دریچه گاز بین صفر تا ۵ ولت به ECU ارسال می‌کند.

۳- پایه دیگر اتصال بدنه پتانسیومتر می‌باشند.

جدول (۵- ۷) مقاومت پایه‌های یک نوع پتانسیومتر دریچه گاز را نشان می‌دهد.

		کاملاً باز		کاملاً باز		کاملاً باز
	۲,۱		۳,۱	۳,۱	۳,۲	۳,۲
مقاومت (Ω)	۱۸۸۰			۲۶۸۰	۲۶۵۰	

جدول ۵- ۷- مقاومت پایه‌های یک نوع پتانسیومتر دریچه گاز

در برخی از خودروها سنسور TPS از نوع اثرهال می‌باشد، از اینرو تست اهمی نداشته و فقط از طریق تست ولتی و یا بوسیله دستگاه عیب‌یاب و با تعویض قطعه می‌توان به خرابی این نوع سنسور پی برد و از آنجایی که در این نوع سنسور تماس فیزیکی بین قطعات سنسور وجود ندارد و عملکرد بر اساس تغییر شار مغناطیسی بر روی کریستال اثرهال می‌باشد، این نوع سنسور را بدون تماس یا Contactless می‌نامند.

۱۶- سنسور دمای مایع خنک کنندهٔ موتور[۱] (CTS)

ساختمان ظاهری سنسور CTS در شکل (۱۲۶-۱) نمایش داده شده است.

شکل ۱۲۶-۱- ساختمان ظاهری سنسور CTS

این سنسور در سر سیلندر و معمولاً کنار هوزینگ ترموستات نصب می‌گردد و مقاومتی از نوع NTC می‌باشد. وظیفه این سنسور ارسال اطلاعات مربوط به دمای مایع خنک‌کنندهٔ موتور به ECU می‌باشد. ECU از طریق مقایسه این اطلاعات با اطلاعات سنسوری دمای هوای ورودی (ATS)، نیاز و یا عدم نیاز به وضعیت ساسات را تشخیص می‌دهد و از طرفی ECU از طریق اطلاعات CTS، وضعیت پاشش سوخت و همچنین راه اندازی فن‌های خنک کنندهٔ موتور را کنترل می‌نماید. محدودهٔ کاری این سنسور بین ۴۰- تا ۱۵۰+ درجه سانتیگراد می‌باشد.

جدول (۶- ۷) تغییرات مقاومت یک نمونه CTS نسبت به دما را نشان می‌دهد.

دما (C^{o})													
	۷۰	۸۰	۹۰	۱۰۰									
مقاومت (Ω)					۹۲۰۰		۳۷۵۰	۱۲۲۰	۱۱۵۰	۱۰۸۰		۶۰۰	۱۹۰

جدول ۶- ۷- تغییرات مقاومت یک نمونه CTS نسبت به دما

۱- Coolant Temperature Sensor

AutoLibrary

AutoLibrary

AutoLibrary

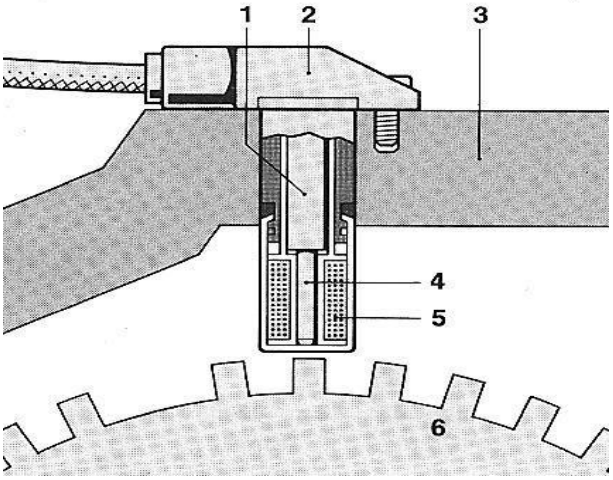
AutoLibrary

۱۷- سنسور موقعیت میل‌لنگ [۱](CKP) و دور موتور [۲](ESS)

ساختمان ظاهری این سنسور مطابق شکل (۱۲۷-۱) می‌باشد:

شکل ۱۲۷-۱- ساختمان ظاهری سنسور موقعیت میل‌لنگ و دور موتور

این سنسور مطابق شکل (۱۲۷- ۱)بر روی پوسته گیربکس یا موتور و دقیقاً بالای چرخ دنده‌دار متصل به فلایویل نصب شده است. شکل (۱۲۸- ۱) نیز محل نصب این سنسور را نشان می‌دهد.



۱- آهنربای دائم ۲- پوسته سنسور

۴- هسته سیم‌پیچ ۵- سیم‌پیچ ۶- چرخدنده‌دار متصل به فلایویل

شکل ۱۲۸- ۱- سنسور دور موتور و محل نصب آن

این سنسور از نوع القایی می‌باشد و مقاومت سیم‌پیچ آن در حدود ۳۰۰ تا ۵۰۰ اهم می‌باشد. نحوهٔ عملکرد این سنسور بدین صورت است که، آهنربای دائم موجود در سنسور باعث تولید شار مغناطیسی می‌گردد، با چرخش میل‌لنگ، چرخ دنده‌دار متصل به فلایویل نیز دوران کرده و باعث تغییر شار مغناطیسی می‌گردد. تغییر شار مغناطیسی باعث القای جریان برق در سیم‌پیچ سنسور می‌گردد. جریان القایی متناوب بوده و فرکانس آن به دور موتور و تعداد دندانه‌های چرخ دنده‌دار بستگی دارد. ولتاژ القایی در سیم‌پیچ سنسور به دور بستگی داشته و بیشتر از ۲ ولت می‌باشد.

---

۱ - Crank shaft Position Sensor
۲ - Engine Speed Sensor

AutoLibrary

AutoLibrary

چرخ دنده‌دار باید ۶۰ دندانه داشته باشد که دو تا از دندانه‌های آن مطابق شکل (۱۷۷- ۱) برداشته شده است و محل کمبود این دو دندانه در واقع نقطه مرجعی برای اندازه‌گیری موقعیت میل‌لنگ می‌باشد. با توجه به مطالب فوق، چرخ دنده‌دار دارای ۵۸دندانه بوده و محل دو دندانه دیگر نیز کاملاً صاف می‌باشد.

از اینرو با دوران چرخ دنده‌دار، در هر دور سنسور ۵۸ موج سینسوس تولید کرده و به ECU ارسال می‌کند. هنگامی که محل دو دندانه خالی به زیر سنسور می‌رسد، در برخی از سنسورهای دور موتور ۲ موج بلند تولید می‌شود و در برخی دیگر هیچ گونه موجی تولید نمی‌شود.

ECU با شمارش تعداد موجها در واحد زمان، به تعداد دور میل لنگ پی می‌برد و با در نظر گرفتن دو موج بلند یا موج با ولتاژ صفر (محل دو دندانه خالی) به عنوان نقطه مرجع و با توجه به اینکه فاصله بین دو دندانه مجاور ۶ درجه می‌باشد، می‌تواند موقعیت میل‌لنگ رادر هر لحظه مشخص نماید و از همه مهمتر اینکه هنگامی که ECU به دو موج بلند و یا موج با ولتاژ صفر می‌رسد، موقعیت پیستون سیلندرهای یک و چهار به عنوان یکی از معلومات ECU مشخص می‌شود. هنگامی که دو دندانه خالی به زیر سنسور دورموتور می‌رسد، معمولاً پیستون او ۴ حدود ۶۰ تا ۱۵۰ درجه (در موتورهای مختلف، متفاوت است) قبل از نقطه مرگ بالا می‌باشند، یکی در کورس تراکم و دیگری در کورس تخلیه. بنابراین ECU با در نظر گرفتن این زاویه و مقدار آوانس جرقه، لحظه دقیق جرقه‌زنی در سیلندرهای۱ و ۴ را مشخص می‌کند، ضمن آنکه دستور پاشش سوخت نیز صادر می‌کند.

لازم به ذکر است که اگر فقط سنسور دور موتور در سیستم سوخت‌رسانی انژکتوری بنزینی وجود داشته باشند، انژکتورهای او ۴ با هم و انژکتورهای ۲و ۳ نیز با هم عمل پاشش سوخت را انجام می‌دهند یا اصطلاحاً سیستم به صورت جفت پاشش عمل می‌کند.

برای آنکه سیستم به حالت تک پاشش ارتقاء یابد، باید سنسور یا مکانیزمی وجود داشته باشد تا مبی ن کورس باشد، یعنی تفاوت بین کورس تخلیه و تراکم سیلندر یک را برای ECU مشخص نماید که در اینصورت در برخی موتورها از سنسور میل بادامک استفاده می‌شود و در برخی دیگر از مکانیزم دیود نوری در سیم‌پیچ اولیه کویل دوبل استفاده می‌گردد که اصطلاحاً در زبان فرانسوی به آن DEPHIA[۱] (دفیا) گفته می‌شود و به معنی تعیین فاز تزریق سوخت می‌باشد. که براساس تزویج خطوط قوای مغناطیسی سیم‌پیچ اولیه و ثانویه و امپدانس شمعها، (با توجه به افزایش مقاومت دهانه شمع سیلندری که در کورس تراکم می‌باشد)، کورس تراکم را از کورس تخلیه، تشخیص می‌دهد.

باید توجه نمود که اطلاعات سنسور دور موتور بسیار مهم بوده و در موارد زیر کاربرد دارد:

الف- تعیین دور موتور ب- تعیین موقعیت پیستونها، زمان جرقه، آوانس جرقه و زمان پاشش سوخت

پ- دستیابی به وضعیت عملکردی موتور (شتاب، قدرت و ...) از طریق مقایسه اطلاعات سنسور دور موتور و سنسور موقعیت دریچه گاز

ت- تعیین وضعیت روشن یا خاموش بودن موتور، جهت فعال یا غیرفعال کردن رله اصلی و رله پمپ بنزین رله دوبل

---

۱ - Determination PHasage Injection Aallumage

AutoLibrary

AutoLibrary

۱۰۴

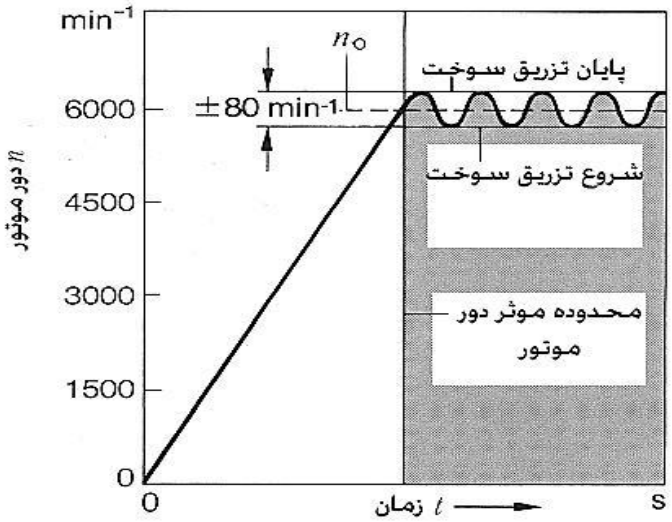
AutoLibrary

AutoLibrary

ث- دستیابی به وضعیت دندهٔ گیر بکس از طریق مقایسه اطلاعات سنسور دور موتور و سنسور سرعت خودرو و تزریق سوخت بهینه جهت شتابگیری مطلوب و کاهش مصرف سوخت و آلایندگی

ج- تشخیص حداکثر دور مجاز موتور و اعمال وضعیت Cut off برای انژکتورها

شکل (۱۲۹- ۱) عمل قطع پاشش انژکتورها یا Cut off انژکتورها را برای کنترل دور مجاز و ماکزیمم موتور نشان می‌دهد .



شکل ۱۲۹- ۱- نحوهٔ Cut off انژکتورها جهت کنترل حداکثر دور مجاز موتور

با توجه به شکل (۱۲۹- ۱) ملاحظه می‌گردد که دور ۶۰۰۰ دور بر دقیقه به عنوان حداکثر دورمجاز برای موتور تعیین شده است، حال ECU با توجه به اطلاعات سنسور دور موتور و با تلرانس ۸۰ ± دور بر دقیقه، اقدام به کنترل دور موتور می‌کند به عبارتی دیگر چنانچه دور موتوربه ۶۰۸۰ دور در دقیقه برسد، پاشش سوخت توسط انژکتورها قطع شده و یا به عبارتی انژکتورها Cut off می‌کنند و هنگامی که دور موتور به ۵۹۲۰ دور بر دقیقه برسد، دوباره انژکتورها شروع به تزریق سوخت کرده تا دور موتور در محدودهٔ تعیین شده، کنترل شود.

بنابراین باید توجه نمود که چنانچه موتوری مجهز به سنسور میل بارامک یا مکانیزم DEPHIA نباشد، در صورت معیوب شدن دور موتور، موتور به هیچ عنوان روشن نمی‌شود. چرا که تشخیص موارد فوق برای ECUتقریباً غیرممکن خواهد بود.

AutoLibrary

AutoLibrary

۱۸- سنسور موقعیت میل بادامک [۱](CMP)

ساختمان ظاهری این سنسور مطابق شکل (۱۳۰-۱) می‌باشد.

شکل ۱۳۰-۱- ساختمان ظاهری سنسور CMP

این سنسور از نوع اثرهال بوده و معمولاً مقابل پیشانی میل بادامک نصب می‌گردد. از آنجایی که دور میل بادامک نصف دور میل‌لنگ است، با داشتن مرجعی از حرکت میل بادامک، ECU به راحتی می‌تواند کورس تراکم و تخلیه سیلندر یک را تشخیص دهد و کورس تراکم سیلندرهای دیگر نیز به ترتیب با یک اختلاف فاز ۹۰ درجه‌ای نسبت به سیلندر یک تعیین نماید. از اینرو این نوع سیستم سوخت‌رسانی انژکتوری به صورت تک پاشش خواهد بود.

ضمن آنکه ECU از طریق اطلاعات این سنسور می‌تواند دور موتور نیز اندازه‌گیری نماید، بنابراین در صورت وجود (CMP)و معیوب شدن سنسور دور موتور، معمولاً موتور توانایی ادامه کار به صورت تقریبی را دارا می‌باشد و بالعکس در مورد خرابی CMP و سالم بودن سنسور دور موتور.

در صورت خرابی CMP و سالم بودن سنسور دور موتور، سیستم سوخت‌رسانی از حالت تک پاشش به وضعیت جفت پاشش تغییر حالت می‌دهد.

سنسور CMP دارای ۳ پایه به شرح زیر می‌باشد:

۱- یکی از پایه جریان برق مثبت ۱۲ ولت را از رله پمپ بنزین رله دوبل دریافت می‌کنند. ۲- یکی از پایه‌ها سیگنال ولتاژ دیجیتال را به ECU ارسال می‌کنند.

۳- پایه دیگر اتصال بدنه سنسور می‌باشد.

---

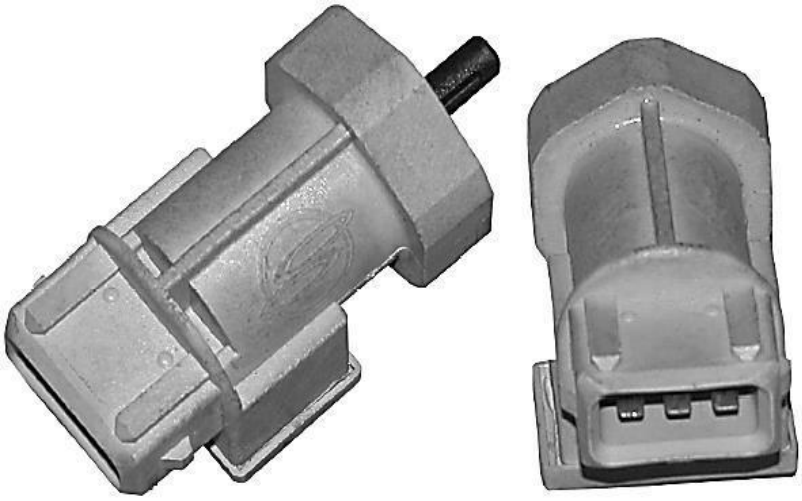
۱ - Cam shaft position sensor

AutoLibrary

AutoLibrary

۱۹- سنسور سرعت خودرو [۱](VSS)

ساختمان ظاهری این سنسور در شکل (۱۳۱-۱) نشان داده شده است.



شکل ۱۳۱-۱-ساختمان ظاهری سنسور سرعت خودرو این سنسور بر روی پوسته گیربکس نصب شده و حرکت خودرو را بوسیله چرخ دنده کیلومترشمار واقع بر روی خروجی گیربکس یا کرانویل دیفرانسیل دریافت می‌کنداین. سنسور معمولاً از نوع اثرهال می‌باشد و دارای سه پایه به شرح زیر می‌باشد:

۱- یکی از پایه‌ها جریان برق مثبت ۱۲ ولت رله پمپ بنزین رله دوبل دریافت می‌کنند.

۲- یکی از پایه‌ها سیگنال دیجیتال را به ECU ارسال می‌کند که بیان کنندهٔ سرعت تقریبی خودرو است.

۳- پایه دیگر اتصال بدنه می‌باشد.

ECU با دریافت اطلاعات سرعت خودرو از طریق این سنسور و مقایسه این اطلاعات با سایر دادهها، بخصوص وضعیت دور موتور و پدال گاز، شرایط عملکردی خودرو را تشخیص داده و مدت زمان تزریق سوخت و آلایندگی را بهینه می‌کند.

بهترین روش برای عیب‌یابی این سنسور، استفاده از دستگاه عیب‌یاب (به‌خصوص در حال حرکت و یا با جک زدن زیر چرخها محرک) و مقایسه سرعت اندازهگیری شده توسط دستگاه عیب‌یاب با سرعت اندازهگیری شده توسط کیلومترشمار خودرو می‌باشد. در صورت یکی بودن اطلاعات (به شرط صحیح بودن کیلومترشمار)، سنسور VSS سالم است، در غیر اینصورت باید تعویض گردد.

---

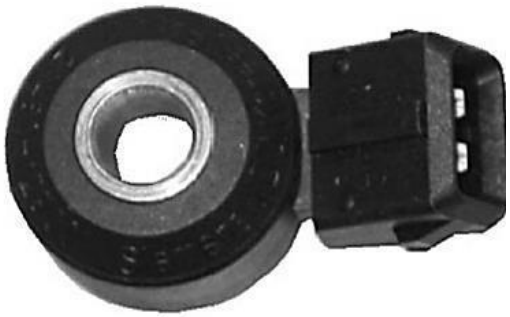
۱ - Vehicle speed sensor

AutoLibrary

AutoLibrary

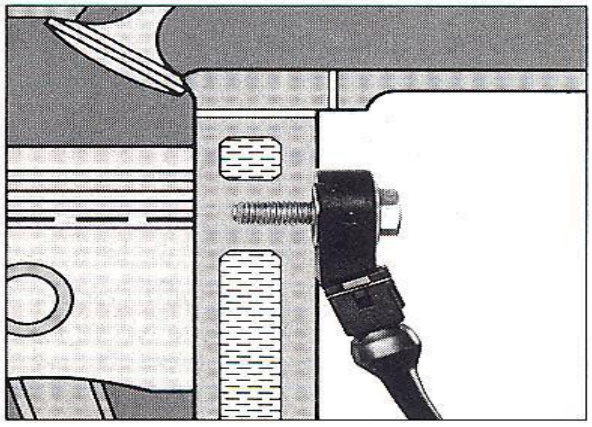
۲۰- سنسور کوبش یا ضربه‌زنی موتور (Knock sensor)

ساختمان ظاهری این سنسور در شکل (۱۳۲-۱) نمایش داده شده است.



شکل ۱۳۲-۱- ساختمان ظاهری سنسور Knock

برخی عوامل مانند نسبت تراکم بالا، آوانس جرقه زیاد، مصرف سوخت کم و... باعث ایجاد ضربه‌زنی یا Knock در موتور خودرو می‌شود. در واقع ضربه‌زنی یا Knock ناشی از ایجاد احتراقی به جز احتراق اصلی در محفظه احتراق می‌باشد و باعث آسیب دیدن قطعات موتور می‌گردد. در گذشته با استفاده از سرب موجود در بنزین، تا حدودی، ضربه‌زنی را کنترل می‌کردند ولی امروز به علت سمی بودن سرب و عدم استفاده از آن در بنزین باید، بوسیله سنسور Knock، ابتدا ضربه‌زنی را تشخیص داده و ECU برای کنترل آن به کاهش مقدار آوانس جرقه و افزایش مصرف سوخت، اقدام می‌کند این سنسور از نوع پیزوالکتریک بوده مطابق شکل (۱۳۳-۱) برروی بلوکه سیلندر و با گشتاور تقریبی ۲/۲ کیلوگرممتر نصب می‌گردد



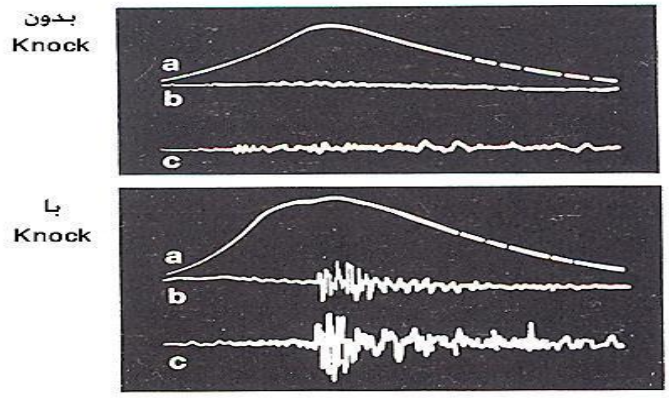
شکل ۱۳۳-۱- محل نصب سنسور Knock

در اثر ایجاد ضربه‌زنی در موتور، شتابی معادل یک تا ده برابر شتاب جاذبه با محدودهٔ فرکانس ۵ تا ۲۰ کیلوهرتز به قطعات موتور اعمال می‌شود، این شتاب ناخواسته به خصوص در محدودهٔ فرکانس ۷ کیلوهرتز بیشترین آسیب را به قطعات موتور اعمال می‌کند.

AutoLibrary

AutoLibrary

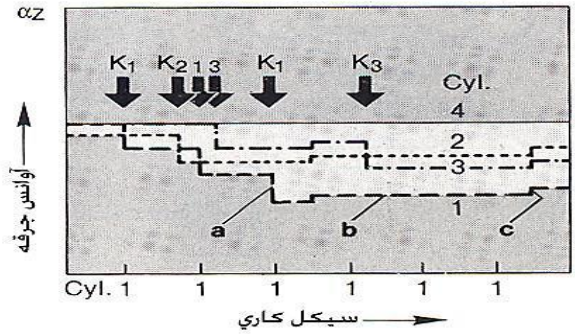
شـکل (۱۳۴- ۱) نحوهٔ تغییر در فشـار تراکم سیلندر و سیگنال تولیدی توسط سنسور Knock را نشان می‌دهد.



a- مشخص فشار تراکم و احتراق در سیلندر b- سیگنال فشار فیلترشده c- سیگنال سنسور Knock

شکل ۱۳۴- ۱- سیگنالهای سنسور Knock در حالت ایجاد Knock و بدون تولید Knock

شکل (۱۳۵-۱) الگوریتم کنترل Knock توسط ECU، برای یک موتور چهار سیلندر که در سیلندرهای ۱ تا ۳ ضربه‌زنی ایجاد شده، در حالیکه در سیلندر ۴، ضربه‌زنی وجود ندارد، را نشان می‌دهد.



a- ریتارد کردن جرقه b-وقفه برای ایجاد آوانس

c- آوانس Knock: $k_{۱-۳}$ در سیلندرهای یک تا ۳ و سیلندر ۴ بدون Knock شکل ۱۳۵- ۱- الگوریتم کنترل Knock بوسیله ECU

با توجه به شـکل (۱۸۴- ۱) ملاحظه می‌گردد، به طور مثال اگر در سـیلندر یک Knock ایجاد شـود ($k_۱$)، ECU ابتدا یک مرحله، آوانس جرقه را کاهش می‌دهد و به اندازهٔ یک سـیکل کاری اجازه عملکرد مجدد به سـیلندر یک را می‌دهد، اگر دوباره Knock ایجاد شـد، دوباره یک مرحله دیگر هم آوانس را کم می‌کند و این روند تا زمانی که Knock از بین برود وجود دارد، بعد از اینکه در سـیلندر یک ضـربه‌زنی از بین رفت، به تدریج و به صـورت پله‌ای آوانس جرقه را زیاد کرده تا به حالت بهینه تولید قدرت و ضـربه‌زنی برسد.

روش مناسـب جهت آزمایش این سـنسـور اسـتفاده از دسـتگاه عیب‌یاب می‌باشـد. در صورت بروز عیب مربوط به این سنسور ابتدا آن را با گشتاور مناسب سفت کنید، سپس آزمایش را تکرار کنید.

AutoLibrary

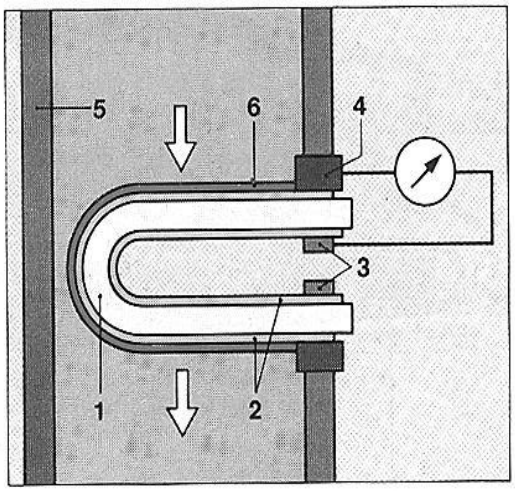
AutoLibrary

۲۱- سنسور اکسیژن[۱] یا سنسور لاندا[۲]

به جهت کنترل آلایندگی CO به صورت حلقه بسته، از این سنسور استفاده می‌شود. این سنسور در مسیر دود خروجی روی مانیفولد دود یا لوله اگزوز نصب می‌گردد. با توجه به شکل (۱۵۲- ۱) در بعضی از موتورها یک سنسور اکسیژن قبل از کاتالیست نصب می‌گردد که به آن سنسور اکسیژن بالادستی[۳] و یکی بعد از کاتالیست نصب می‌شود که با آن سنسور اکسیژن پائین دستی[۴] گفته می‌شود ولی امروزه تمامی موتورها حداقل به سنسور اکسیژن بالادستی مجهز هستند.

این سنسورها معمولاً از نوع دی‌اکسید زیرکونیم[۵] می‌باشد که سطوح داخلی و خارجی آن توسط لایه نازکی از پلاتینیوم پوشش داده شده است. پلاتینیوم به عنوان یک کاتالیست کوچک روی لایه سرامیکی سنسور عمل می‌کند.

شکل (۱۳۶- ۱)موقعیت نصب و ساختمان این سنسور را نشان می‌دهد.



۱- لایه سرامیکی ۲ - الکترودها ۳- کنتاکت داخلی

۴- کنتاکت بیرونی ۵- لوله اگزوز ۶- لایه محافظ متخلخل

شکل ۱۳۶- ۱- محل نصب و ساختمان سنسور اکسیژن

نحوهٔ عملکرد این سنسور بدین صورت است که در صورت اختلاف تعداد مولکولهای اکسیژن بر روی لایه داخلی و خارجی سنسور اکسیژن، لایه دی‌اکسید زیرکونیوم یا لایه سرامیکی یونیزه شده و باعث ایجاد اختلاف پتانسیلی بین لایه‌های داخلی و خارجی می‌گردد.

چنانچه مخلوط سوخت و هوا غنی باشد (λ ۱) ولتاژ خروجی این سنسور بین ۸۰۰ تا ۱۰۰۰ میلی ولت می‌باشد و چنانچه مخلوط سوخت و هوا رقیق باشد (λ ۱)، ولتاژ خروجی این سنسور در حدود ۱۰۰ میلی‌ولت است. در محدود نسبت استوکیومتری یا $\lambda = ۱$ ولتاژ خروجی این سنسور بین ۴۵۰ تا ۵۰۰ میلی‌ولت می‌باشد.

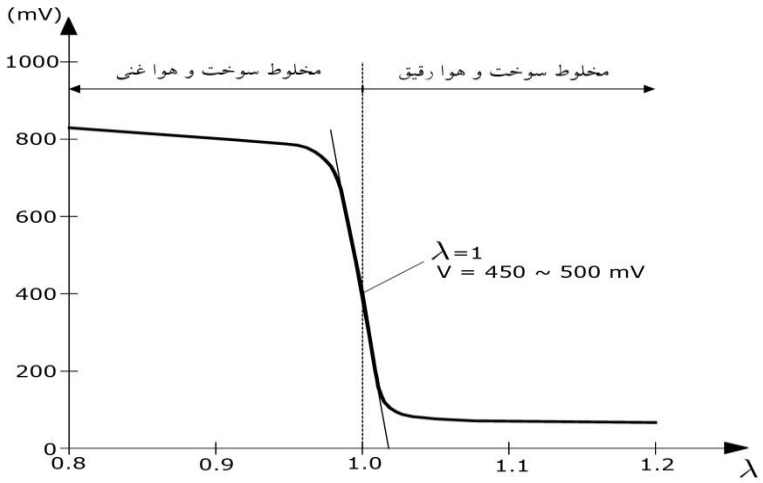
---

۱ - Oxygen sensor
۲ - Lambda sensor
۳ - Up Stream Lambda sensor
٤ - Down Stream Lambda sensor
٥ - Zirconium Dioxide

AutoLibrary

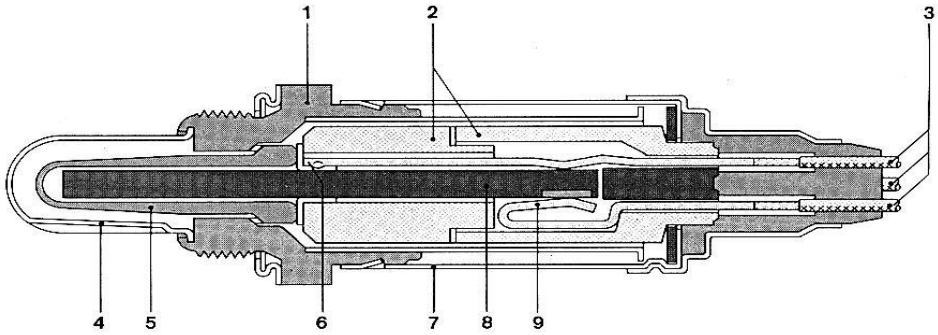
AutoLibrary

مطالب فوق در شکل (۱۳۷- ۱) نشان داده شده است.



شکل ۱۳۷- ۱- ولتاژ خروجی سنسور اکسیژن

دمای مناسب جهت عملکرد مطلوب این سنسور بالاتر از $^{\circ}C$ ۲۵۰ می‌باشد، لذا به جهت آنکه عملکرد این سنسور در لحظه روشن نمودن موتور نیز مطلوب باشد، گرمکنی در درون آن نصب می‌شود. با استفاده از این گرمکن، ۲۵ تا ۳۰ ثانیه پس از روشن نمودن سوئیچ و موتور دمای سنسور اکسیژن به حد مناسب رسیده و عملکرد مطلوب آن آغاز می‌شود.



۱- محفظه سنسور ۲- لوله سرامیکی محافظ ۳- وایرهای اتصال
۴- لوله شیاردار محافظ سنسور ۵- لایه اصلی سرامیکی سنسور ۶- المنت کنتاکت
۷- حلقه محافظ ۸- گرمکن

شکل ۱۳۸- ۱- سنسور اکسیژن گرمکن‌دار

شکل (۱۳۸- ۱) نمایی از سنسور اکسیژن گرمکن‌دار را نشان می‌دهد با استفاده از سنسور اکسیژن وضعیت احتراق سوخت و هوا به طور پیوسته به اطلاع ECU می‌رسد، و ECU نسبت به اصلاح نسبت مخلوط سوخت هوا، نسبت به تغییر سوخت تزریقی توسط انژکتورها اقدام می‌کند. که در این صورت و به خصوص در طی اجرای پروتکل کاهش مصرف سوخت و آلایندگی، عملکرد مناسبی از مصرف سوخت و آلایندگی بدست می‌آید.

AutoLibrary

AutoLibrary

این سنسور دارای چهار پایه می‌باشند، دو پایه برای گرمکن سنسور اکسیژن که یکی ولتاژ مثبت ۱۲ ولت را از رله پمپ بنزین رله دوبل دریافت می‌کند و دیگری اتصال بدنه دائم گرمکن سنسور اکسیژن می‌باشد. دو پایه دیگر نیز سیگنال مثبت و منفی سنسور اکسیژن می‌باشد.

این سنسور را می‌توان بوسیله ولتمتر یا دستگاه عیب‌یاب، آزمایش نمود.

ولتاژ خروجی این سنسور باید بین صفر تا یک ولت دائماً تغییر کند (به خصوص در حالت‌های مختلف دریچه گاز)، چنانچه در حالت روشن بودن موتور و با تغییر وضعیت دریچه گاز و دور موتور ولتاژ خروجی این سنسور در محدودهٔ ۰/۴۵ تا ۰/۵ ولت ثابت باشد، نشان دهندهٔ خراب بودن این سنسور است.

مقاومت گرمکن سنسور اکسیژن در حدود ۳ اهم می‌باشد.

عمر این سنسور در شرایط مناسب و بدون استفاده از بنزین سربدار ۱۰۰۰۰۰ کیلومتر می‌باشد.

♦ توجه: نوع دیگری از این سنسور وجود دارد که بر اساس تغییر مقاومت عمل کرده و جنس مادهٔ فعال آن دی‌اکسید تیتانیوم می‌باشد. در حالت $\lambda < 1$ مقاومت این سنسور کم و در حالت $\lambda > 1$ مقاومت این نوع سنسور زیاد می‌شود. این نوع سنسور امروزه کاربرد کمتری دارد.

۲۲- مدار الکتریکی سیستم سوخت‌رسانی انژکتوری LC۱۰ -S۲۰۰۰

در این بخش به بررسی مدار الکتریکی سیستم سوخت‌رسانی انژکتوری ساژم LC ۱۰ -S۲۰۰۰ که بر روی برخی موتورهای XU۷JP۳L۳ مربوط به خوردهای پژو ۴۰۵، پارس و سمند نصب شده، پرداخته می‌شود.

در این نوع سیستم سوخت‌رسانی ECU، وظایف اصلی زیر را برعهده دارد:

. کنترل مقدار و زمان پاشش بنزین

. کنترل زمان جرقه

. کنترل دمای مایع خنک‌کنندهٔ موتور، از طریق کنترل فن‌های خنک‌کنندهٔ رادیاتور از اینرو، این نوع سیستم‌های سوخت‌رسانی انژکتوری را، سیستم‌های مدیریت موتور نیز می‌نامند.

لازم به ذکر است که یکی از پارامترهای مهم در جهت اندازهگیری پارامترهای تحت کنترل ECU (مانند مقدار و زمان پاشش بنزین، زمان جرقه و ...)، ولتاژ باتری می‌باشد، بنابراین ECU به طور دائم، نسبت به اندازهگیری ولتاژ باتری و تغییر پارامترهای مورد نظر با توجه به ولتاژ باتری، اقدام می‌کند.

به طور مثال اگر پارامترهای ولتاژ باتری و فشار ریل سوخت دور موتور و ... همواره ثابت باشد، مقدار حجم یا جرم سوختی که در واحد زمان توسط انژکتورها تزریق می‌شود، مقداری معین خواهد بود. حال چنانچه همه پارامترها به استثنای ولتاژ باتری در همان شرایط به طور ثابت در نظر گرفته شود، با تغییر ولتاژ باتری، میزان نیروی الکترومغناطیسی انژکتورها، تغییر کرده و بنابراین میزان سوخت تزریق شده در واحد زمان نیز متفاوت خواهد بود، از اینرو باید دقت نمود، که در سیستم‌های مدیریت موتور، قبل از هر اقدامی در جهت رفع عیب سیستم، از صحت عملکرد باتری اطمینان حاصل نمود. در این بخش سیستم مدیریت موتور فوق در شرایط مختلف بررسی می‌شود.

AutoLibrary

AutoLibrary

الف- وضعیت سوئیچ خاموش- موتور خاموش

شکل (۱۳۹- ۱)، مدار الکتریکی سیستم سوخت‌رسانی انژکتوری S۲۰۰۰- ۱۰LC را در وضعیت سوئیچ خاموش- موتور خاموش نشان می‌دهد. در این وضعیت فقط جریان برق ضعیفی باعبور از سیم‌پیچ رله اصلی رله دوبل به پایه M۱F۲ واحد کنترل یا ECU رسیده و وظیفه تأمین جریان برق مصرفی ECU به جهت حفظ حافظه را بر عهده دارد.

لازم به ذکر است که این ECU دارای سه کانکتور به شرح زیر می‌باشد:

. کانکتور ۳۲ پایه مشکی (۳۲W Bk) که در این نقشه با عبارت M۱ نمایش داده می‌شود.

. کانکتور ۳۲ پایه خاکستری (۳۲W GR) که در این نقشه با عبارت M۲ نمایش داده می‌شود.

. کانکتور ۴۸ پایه قهوه‌ای (۴۸W BR) که در این نقشه با عبارت CP نمایش داده

می‌شود. بنابراین با توجه به توضیحات فوق، پایه M۱F۲ به شرح ذیل تعیین می‌شود:

پایه F۲ از کانکتور M۱ که در واقع پایه F۲ از کانکتور ۳۲ پایه مشکی ECU می‌باشد.

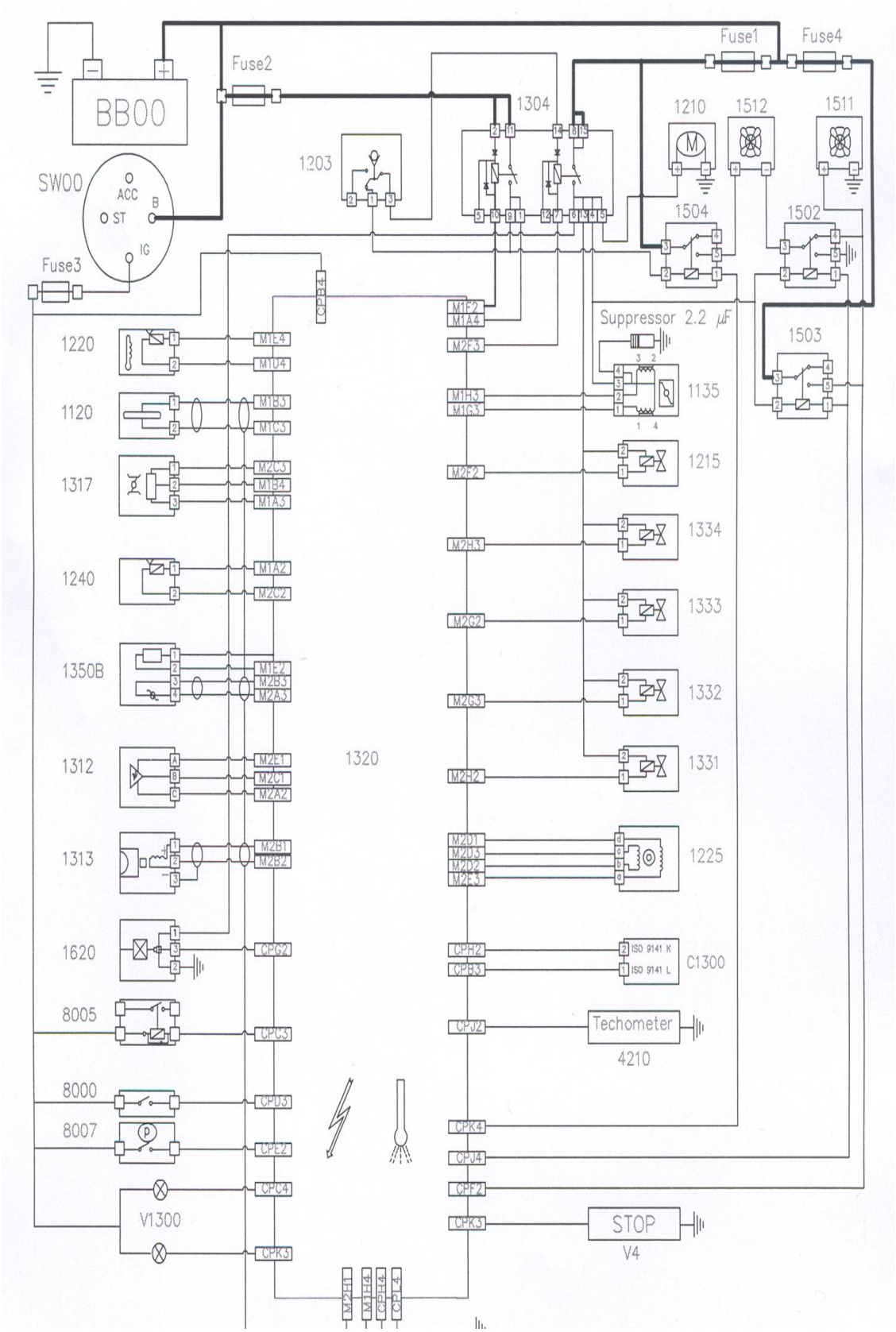
♦ توجه از آنجایی که اطلاعات برخی از سنسورها جهت عملکرد صحیح و مطلوب موتور حیاتی می‌باشد، باید حتی‌الامکان این اطلاعات را بدون نقص و تغییر به ECU رساند. پارازیت‌های الکترومغناطیسی، اصلی ترین عامل در جهت تغییر این اطلاعات می‌باشند. از اینرو برای انجام پارازیت گیری، بر روی سیم‌های این نوع سنسورها، پوشش بافته شده از رشته سیم‌های نازک قرار می‌دهند و به عبارتی این سیم‌ها را Shield می‌کنند، سپس این پوشش بافته شده از رشته سیم‌های نازک را به بدنه وصل می‌کنند و عمل پارازیت‌گیری را انجام می‌دهند.

در نقشه‌های الکتریکی برای نشان دادن انجام عملیات پارازیت‌گیری توسط این پوشش یافته شده از رشته سیم‌های نازک، از یک حلقه بیضی شکل به دور سیم‌های حامل اطلاعات استفاده کرده و تمامی این حلقه‌های بیضی شکل را به بدنه وصل می‌کنند.

در نقشه الکتریکی شکل (۱۳۹-۱)، بر روی سیم‌های حامل اطلاعات سنسورهای Knock، اکسیژن و دور موتور، عمل پارازیت‌گیری توسط پوشش بافته شده از رشته سیم‌های نازک انجام شده است.

AutoLibrary

AutoLibrary



AutoLibrary

AutoLibrary

شکل ۱۳۹- ۱- مدار الکتریکی سیستم سوخت رسانی انژکتوری ۱۰LC-
S۲۰۰۰ در وضعیت سوئیچ خاموش- موتور خاموش

AutoLibrary

AutoLibrary

توضیحات شکل ۱۳۹-۱:

BB۰۰: باتری، SW۰۰: سوئیچ، ۱۲۰۳: سوئیچ ایزسی، ۱۳۰۴: رله دوبل، ۱۲۱۰: پمپ بنزین ۱۵۱۲، ۱۵۱۱، فن‌های خنک کنندهٔ رادیاتور موتور و کندانسور کولر، ۱۵۰۴، ۱۵۰۳، ۱۵۰۲: رله‌های کنترل دور فن‌های خنک‌کننده، ۱۱۳۵: کویل دوبل، ۱۲۱۵: شیربرقی کنیستر، ۱۳۳۴، ۱۳۳۲،۱۳۳۳، ۱۳۳۱: انژکتور سیلندرهای ۱ تا ۴ به ترتیب شماره، ۱۲۲۵:استپرموتور، C۱۳۰۰: کانکتور عیب‌یاب، ۴۲۱۰: دورسنج، V۴: چراغ یا LED هشدار متوقف کردن خودرو و موتور (STOP)، ۱۳۲۰: واحد کنترل الکترونیکی یا ECU، ۱۲۲۰: سنسور دمای مایع خنک‌کنندهٔ موتور (CTS)، ۱۱۲۰: سنسور Knock، ۱۳۱۷: پتانسیومتر موقعیت سنج دریچه گاز (TPS)، ۱۲۴۰: سنسور دمای هوای محیط (ATS)، ۱۳۵۰B: سنسور اکسیژن، ۱۳۱۲: سنسور فشار مطلق مانیفولد (MAP)، ۱۳۱۳: سنسور دور موتور و موقعیت میل‌لنگ (CKP)، ۱۶۲۰: سنسور سرعت خودرو (VSS)، ۸۰۰۵: رله کلاچ مغناطیسی کمپرسور کولر ۸۰۰۰: کلید، راه انداز کولر (A/C)، ۸۰۰۷: سوئیچ سه مرحله‌ای فشار گاز کولر، V۱۳۰۰: چراغها یا LEDهای هشدار پشت داشبورد

ب- وضعیت سوئیچ روشن- موتور خاموش

شکل (۱۴۰- ۱) وضعیت سوئیچ روشن- موتور خاموش سیستم سوخت‌رسانی انژکتوری را نشان می‌دهد. با روشن شدن سوئیچ، جریان برق مثبت باتری با عبور از سوئیچ و Fuse۳ به پایه CPB۴ واحد کنترل (ECU) می‌رسد. ECU به محض احساس ولتاژ مثبت ۱۲ ولت از طریق این پایه، به طور همزمان پایه‌های M۱F۲ و M۲F۳ خود را منفی می‌کند.

با منفی شدن پایه M۱F۲ واحد کنترل، سیم پیچ رله اصلی رله دوبل مغناطیس شده و پلاتین این رله وصل می‌شود، در اینصورت جریان برق مثبت باتری از طریق پایه ۱۱ رله دوبل به پایه‌های ۱و ۹ رله دوبل می‌رسد. جریان برق عبوری از طریق پایه یک رله دوبل به پایه M۱A۴ واحد کنترل (ECU) رسیده و جریان برق مصرفی ECU را تأمین می‌کند.

جریان برق عبوری از پایه ۹ رله دوبل نیز مسیرهای زیر را طی می‌کند:

۱- جریان برق مثبتی به پایه ۲ رله (۱۵۰۴) رسیده و جریان برق مثبت سیم‌پیچ این رله تأمین می‌گردد. منفی سیم‌پیچ این رله نیز از طریق ECU با توجه به دمای مایع خنک‌کنندهٔ موتور که از طریق سنسور CTS (۱۲۲۰) ارسال می‌شود، در زمان مشخص تأمین می‌گردد.

۲- جریان برق مثبتی نیز به پایه یک سوئیچ ایزسی (۱۲۰۳) می‌رسد، در صورت وصل بودن مدار داخلی این سوئیچ، این جریان برق از پایه ۳ عبور کرده و به پایه ۱۴ رله دوبل می‌رسد و بنابراین جریان برق مثبت سیم‌پیچ رله پمپ‌بنزین نیز تأمین می‌گردد.

با توجه به اینکه منفی سیم‌پیچ رله پمپ بنزین نیز از طریق پایه ۷ رله دوبل و پایه M۲F۳ واحد کنترل یا ECU تامین شده است، سیم‌پیچ این رله مغناطیس شده و بنابراین پلاتین این رله فعال می‌گردد و جریان برق مثبت باتری به قسمت‌های زیر می‌رسد:

۱- از طریق پایه ۸ یا ۱۵ و ۵ رله دوبل، جریان برق مثبت به پمپ بنزین رسیده و پمپ بنزین با داشتن منفی دائم، شروع به کار می‌کند.

AutoLibrary

AutoLibrary

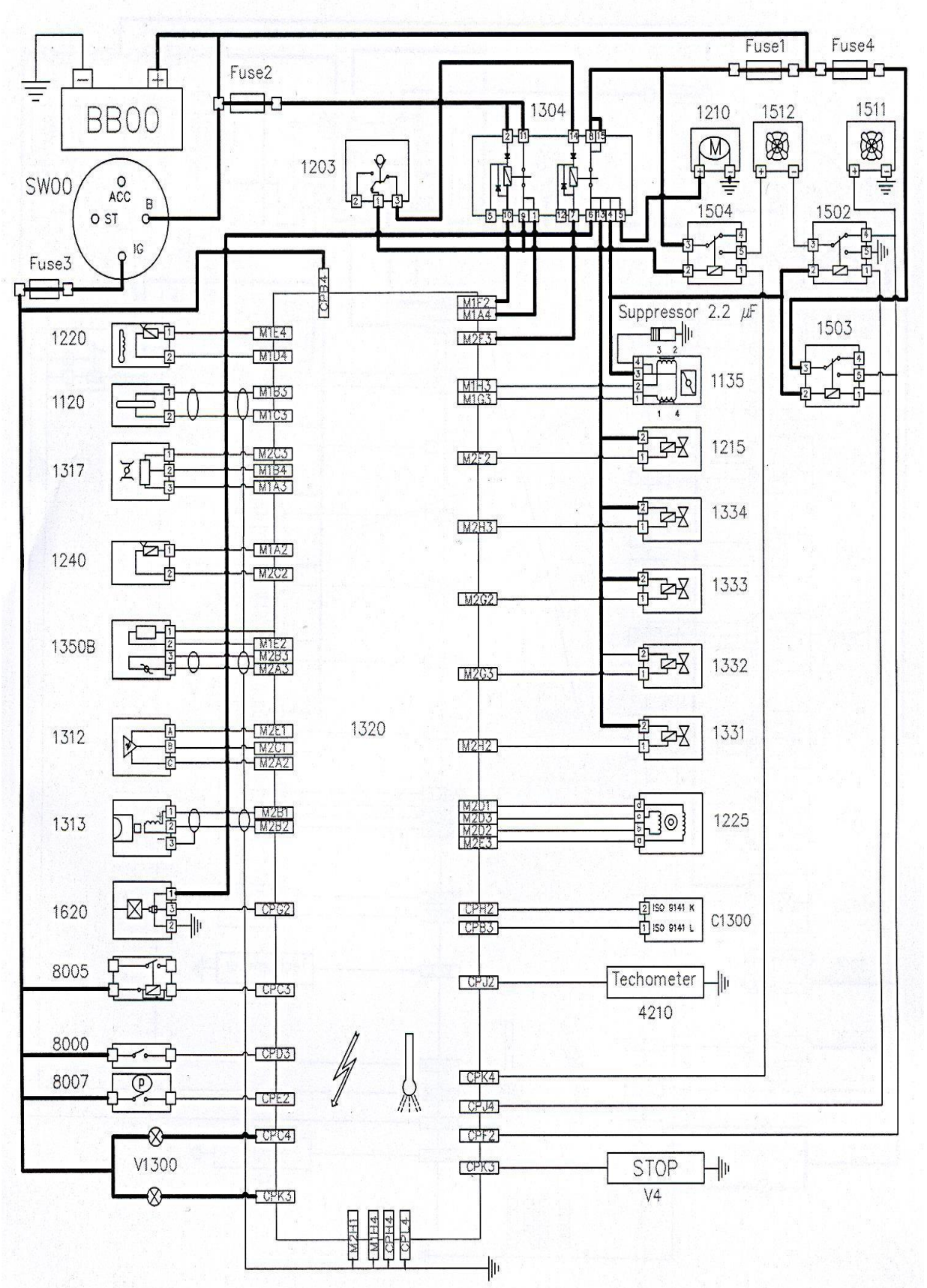
۲- از طریق پـایـه ۸ یا ۱۵ و پایه ۴ رله دوبل جریان برق مثبت ســـیم‌پیچ اولیه کویل دوبل (۱۱۳۵) از طریق پایه ۳ رله دوبل تأمین می‌شـــود. جریان برقی نیز به پایه ۲ رله‌های ۱۵۰۲ و ۱۵۰۳ رســـیده و جریان برق مثبت ســـیم‌پیچ این رله‌ها تأمین می‌شـــود. جریان برق منفی این دو رله نیز از طریق پایه CPJ۴ واحد کنترل یا ECU با توجه به دمای مایع خنک‌کنندهٔ موتور که از طریق ســـنســـور CTS (۱۲۲۰) ارســـال می‌شود، در زمان مشخص تأمین می‌گردد.

۴- جریان برق مثبتی از طریق پایه ۱۳ رله دوبل به پایه ۲ تمامی انژکتورها و شیربرقی کنیستر می‌رسد. منفی انژکتورها و شـیربرقی کنیسـتر نیز در زمان مشخص، بوسیله پایه یک این قطعات و از طریق پایه‌های M۲F۲، M۲H۳، M۲G۲، M۲G۳ و M۲H۲ تأمین می‌شود.

۵- جریان برق مثبتی نیز از طریق پایه ۶ رله دوبل به پایه یک سـنسور سرعت خودرو (۱۶۲۰) می‌رسد. این سـنسور دارای منفی دائم بوده و در صورت دوران چرخها، اطلاعات سیگنال خود را از طریق پایه ۳ خود به پایه CPG۲ ارسال می‌کند.

AutoLibrary

AutoLibrary



AutoLibrary

AutoLibrary

شکل ۱۴۰- ۱- وضعیت سوئیچ روشن- موتور خاموش

AutoLibrary

AutoLibrary

چنانچه بعد از ۳ تا ۵ ثانیه پس از روشن شدن سوئیچ، اطلاعاتی از طریق سنسور دور موتور و موقعیت میل‌لنگ (CKP) (۱۳۱۳) به ECU ارسال نگردد، ECU خاموش بودن موتور را نتیجه‌گیری کرده و در اینصورت ECU پایه‌های M۱F۲ و M۲F۳ خود را از حالت منفی بودن قطع می‌کند، بنابراین منفی سیم‌پیچ‌های رله دوبل قطع شده و مراحل فوق خاتمه می‌یابد، از اینرو جریان برق مثبت ECU، پمپ بنزین، انژکتورها، شیربرقی کنیستر، رله‌های کنترل دور فن‌های خنک‌کننده موتور، کویل دوبل، سنسور سرعت خودرو و سیم‌پیچ رله پمپ بنزین قطع می‌شود.

♦ توجه: لامپ یا LEDهایی که با عبارت V۱۳۰۰ مشخص شده‌اند، هنگامی که سوئیچ روشن است ولی موتور خاموش می‌باشد، روشن می‌مانند که در واقع همان چراغ عیب‌یابی سیستم انژکتوری MIL یا Check می‌باشد. این چراغ با روشن شدن سوئیچ، جریان برق مثبت باتری را دریافت کرده و منفی خود را مادامیکه سوئیچ روشن ولی موتور خاموش است، از طریق پایه‌های CPC۴ و CPK۳ دریافت کرده و روشن می‌شوند.

با روشن شدن موتور و در صورتیکه عیبی در سیستم انژکتوری وجود نداشته باشد، ECU منفی این چراغ را قطع کرده و بنابراین این چراغ خاموش می‌شود.

در هنگام روشن بودن موتور و وجود عیب در سیستم انژکتوری، این چراغ مجدداً با دریافت منفی از پایه‌های CPC۴، CPK۳ واحد کنترل یا ECU، روشن می‌شوند.

پ- وضعیت سوئیچ روشن- موتور روشن

با چرخش میل‌لنگ، سنسور دور موتور و موقعیت میل‌لنگ (CPK) (۱۳۱۳)، اطلاعات خود را به ECU ارسال می‌کند. در این وضعیت، مادامی که میل‌لنگ در حال چرخش است، ECU پایه‌های M۱F۲ و M۲F۳ خود را همواره منفی نگه می‌دارد و در اینصورت رله‌های رله دوبل فعال می‌گردند که در این صورت جریان برق مثبت قسمت‌های مختلف سیستم انژکتوری تأمین می‌شود. که در بخش (۲- ۲۲- ۳۲- ۷) ذکر شد.

ECU نیز با دریافت اطلاعات از سنسورهای مختلف، مقدار و زمان پاشش سوخت و همچنین زمان ایجاد جرقه را محاسبه نموده و نسبت به پاشش سوخت مناسب و ایجاد جرقه در زمان مشخص اقدام کرده و موتور روشن شده و به کار خود ادامه می‌دهد.

ت- وضعیت سوئیچ روشن- موتور روشن- فن‌های خنک کننده در وضعیت دور کند

برای کنترل مطلوب و بهینه دمای موتورهای XU۷JP۳L۳ نصب شده بر روی خودروهای خانوادهٔ پژو، از الگوریتم خنک کاری زیر استفاده شده است (دماهای ذکر شده با تلرانس دو درجه قابل قبول می‌باشد).

۱- ترموستات در دمای $۸۷C^{o}$ باز می‌شود.

۲- چنانچه دمای مایع خنک‌کنندهٔ موتور افزایش یابد، فن‌ها در دمای $۹۷\,C^{o}$ با دور کند روشن شده و تا دمای $۱۰۵\,C^{o}$ همچنان با دور کند کار می‌کنند.

AutoLibrary

AutoLibrary

۳- چنانچه بعد از روشـــن شـــدن فن‌ها با دور کند، دمای مایع خنک‌کننده کاهش یابد، فن‌ها در دمای ۹۴°C خاموش می‌شوند.

۴- چنانچه دمای مایع خنک کننده بیش از ۱۰۵ C° شود، فن‌ها با دور تند شروع به کار می‌کنند.

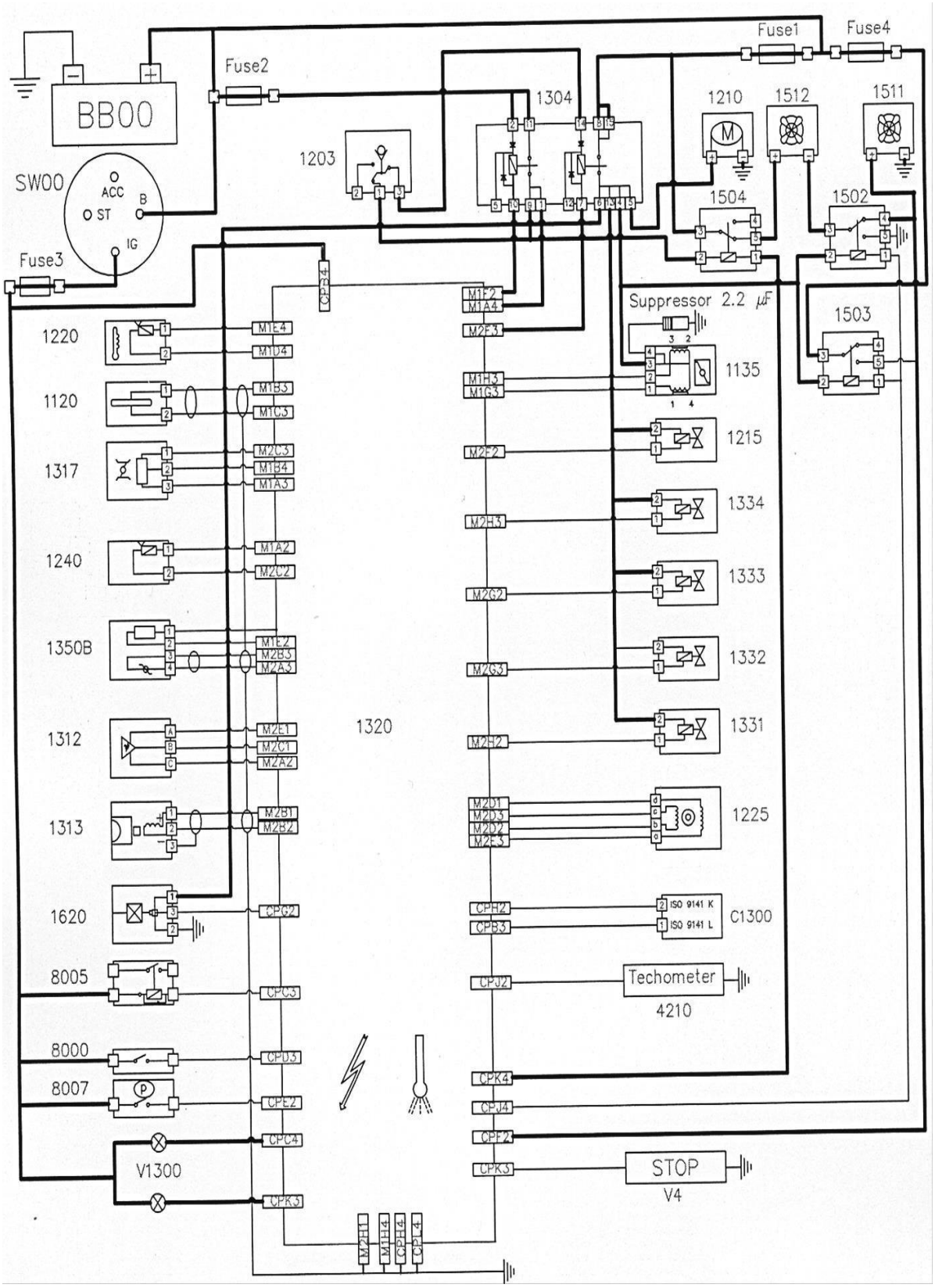
۵- اگر فن‌ها با دور تند فعال شـدند و همچنان روند افزایش دمای مایع خنک کننده وجود داشته باشد، چنانچه کولر فعال باشد، ECU در دمای ۱۱۵ C، کلاچ مغناطیسی کمپرسور کولر را غیرفعال می‌کند و اگر روند افزایش دما همچنان ادامه یابد، در دمای ۱۱۸°C، چراغ هشـــدار توقف خودرو و موتور ۴ (STOP) V نیز توسط ECU روشن می‌شود.

۶- چنـانچه با فعال بودن فن‌های در دور تند، روند کاهش دمای مایع خنک کنندهٔ موتور وجود داشـــته باشد، دور تند فن‌ها در دمای ۱۰۲ C° خاتمه می‌یابد.

با توجه به توضـیحات فوق، با رسیدن دمای مایع خنک کننده به ۹۷°C، فن‌های مطابق شکل (۱۴۱-۱) با دور کند شروع به کار می‌کنند.

AutoLibrary

AutoLibrary



شکل ۱۴۱- ۱- فعال شدن فن‌های خنک‌کنندهٔ رادیاتور وکندانسور با دور کند

AutoLibrary

AutoLibrary

AutoLibrary

AutoLibrary

با توجه به شـــکل (۱۴۱- ۱) با رســـیدن دمای مایع خنک کنده به $97^{\circ}C$، ECU پایه CPK۴ خود را منفی می‌کند. در اینصـورت سـیم‌پیچ رله ۱۵۰۴ مغناطیس شـده و پایه‌های ۳ و ۵ این رله به یکدیگر وصل می‌شـــونـد، کـه در این حـالت با توجه به غیرفعال بودن رله‌های ۱۵۰۲ و ۱۵۰۳، هر دو فن با هم ســـری می‌شوند، از اینرو اختلاف پتانسیل دو سر هر موتور فن ۶ ولت شده و فن‌ها با دور کند روشن می‌شوند. لازم به ذکر اســـت که پایه CPF2 واحد کنترل ECU در واقع پایه فیدبک[1] یا بازخورد عملکرد فن‌ها می‌باشـــد. چنانچه به این پایه جریان برق با ولتاژ ۶ ولت برســـد، ECU متوجه می‌شـــود که فن‌ها با دور کند در حال فعالیت می‌باشـــند در حالیکه اگر به این پایه جریان برق با ولتاژ ۱۲ ولت اعمال شـــود، ECU متوجه فعالیت فن‌ها با دور تند می‌شود.

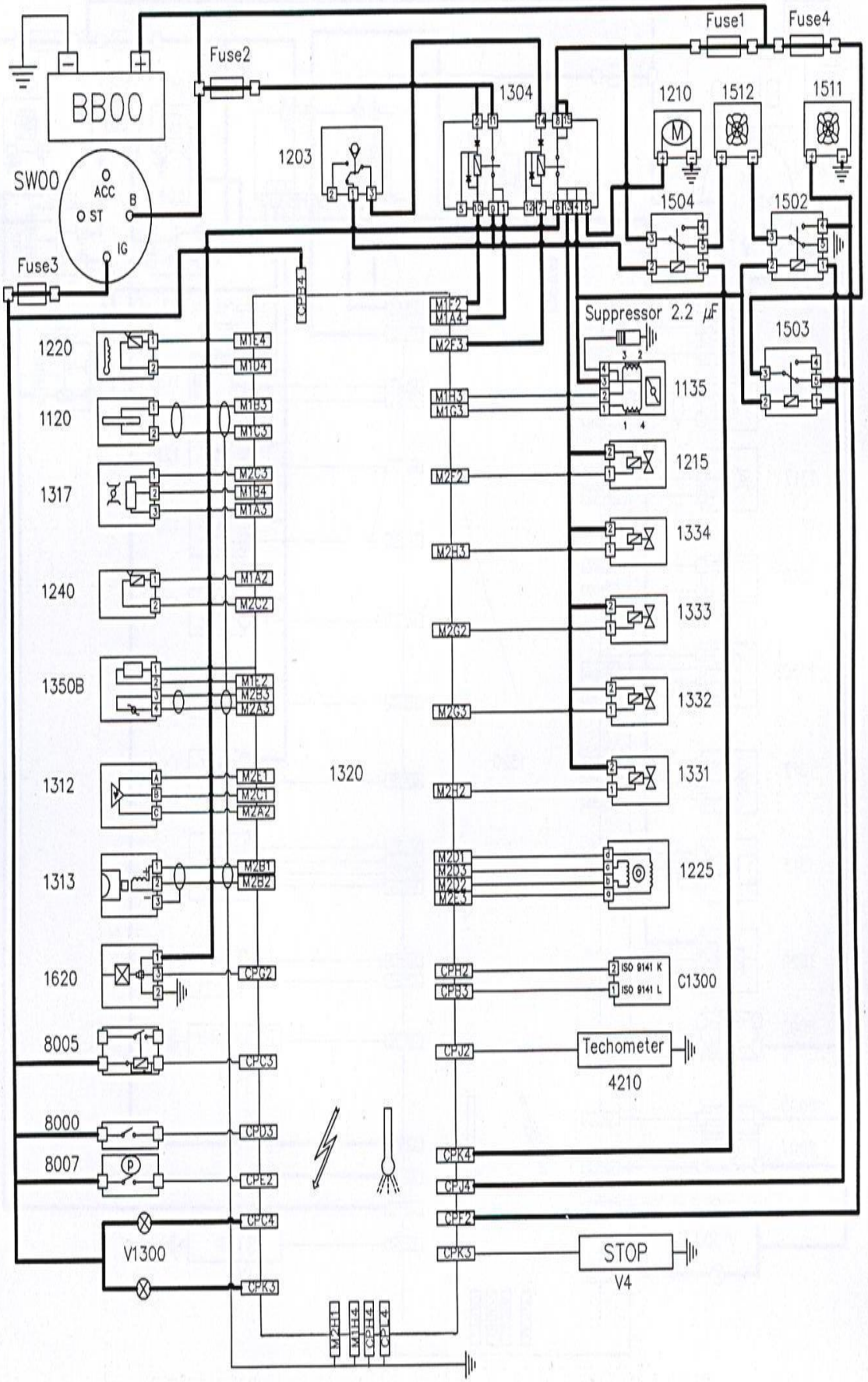
با توجه به شکل (۱۴۱- ۱) در این حالت جریان برق با ولتاژ ۶ ولت به پایه CPF2 می‌رسد و ECU به عملکرد فن‌ها با دور کند پی می‌برد.

ث- وضعیت سوئیچ روشن- موتور روشن- فن‌های خنک کننده در وضعیت

دور تند عملکرد دور تند فن‌ها مطابق شکل (۱۴۲- ۱) می‌باشد.

AutoLibrary

AutoLibrary



AutoLibrary

AutoLibrary

شکل ۱۴۲- ۱- فعال شدن فن‌های خنک کننده رادیاتور و کندانسور با دور تند

[1] Feed back -

با توجه به شـــکل (۱۴۲- ۱) ملاحظه می‌شـــود که در این حالت، ECU علاوه بر اینکه پایه CPJ4 خود را در حالت قبل منفی کرده بود، اگر همچنان روند افزایش دمای مایع خنک کننده، ادامه داشـــته باشـــد، در دمای ۱۰۵ C، پایه CPJ4 خود نیز منفی می‌کند.

در این وضـــعیت علاوه بر رله ۱۵۰۴ که در حالت قبل فعال شـــده بود، ســـیم‌پیچ رله‌های ۱۵۰۲ و ۱۵۰۳ نیز مغناطیس شـــده و این رله‌ها نیز فعال می‌شـــوند. در اینصورت هر دو موتور فن به صورت موازی نسبت به یکدیگر قرار گرفته‌اند و اختلاف پتانسیل دو سر هر موتور فن ۱۲ ولت شده و فن‌ها با دور تند فعال می‌شوند. در این وضـعیت جریان برق با ولتاژ ۱۲ ولت به پایه CPJ2 رسیده و ECU از فعال شدن فن‌ها در دور تند، با خبر می‌شود.

♦ توجه: در خودروهایی که فقط از یک فن خنک‌کنندهٔ رادیاتور با دو دور کند و تند اســـتفاده می‌شود، برای کنترل دور فن از یک مقاومت استفاده می‌شود. در حالت دور کند، موتور فن و مقاومت با هم سری شده و در حالت دور تند، مقاومت از مدار خارج شده و فن به طور موازی در مدار قرار می‌گیرد. در این نوع مدار تعداد رله‌های مورد نیاز به جهت کنترل دور موتور فن دو عدد می‌باشد.

ج- سیستم ضد سرقت یا ایموبیلایزر[1]

توجه: این سیستم بر بروی ECU سیستم انژکتوری ۱۰LC -S۲۰۰۰ نصب شده است.

به جهت افزایش سـطح امنیت خودرو و جلوگیری یا کاهش سرقت خودرو از سیستم ایموبیلایزر استفاده می‌شـود . به استفاده از سیستم ایموبیلایزر، اگر کلیدی از روی کلید خودرو ساخته شود و این کلید مجهز به ترانسـپوندر[2] نباشـد و یا با وصل کردن سیم‌های پشت سوئیچ به یکدیگر موتور استارت می‌خورد ولی روشن نمی‌شود و از اینرو امکان سرقت خودرو کاهش می‌یابد.

سیستم ضد سرقت یا ایموبیلایزر با توجه به شکل (۱۴۳-۱) از اجزاء زیر تشکیل شده است:

۱ - ترانسپوندر ۲- سیم‌پیچ آنتن[3] گیرندهٔ ترانسپوندر

۳- کنترل یونیت ایبوبیلایزر

۴- لامپ یا چراغ ایموبیلایزر[4]

۵- ECU سیستم سوخت‌رسانی انژکتوری (ECU موتور)

AutoLibrary

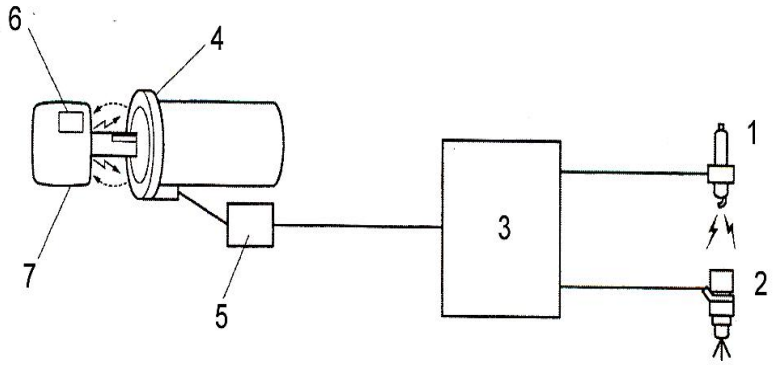
AutoLibrary

۱- Immobilizer
۲- Transponder
۳- Antenna coil
۴- Immobilizer Lamp

AutoLibrary

AutoLibrary

شکل (۱۴۳-۱) ساختار شماتیک و اجزای سیستم ایموبیلایزر را نشان می‌دهد.



۱- سیستم جرقه‌زنی ۲- سیستم سوخت‌رسانی (انژکتورها) ۳- ECU موتور ۴- سیم‌پیچ آنتن
۵- کنترل یونیت ایموبیلایزر ۶- ترانسپوندر ۷- کلید یا سوئیچ خودرو

شکل ۱۴۳-۱- اجزای سیستم ایموبیلایزر

در زیر به شرح عملکرد وظایف هر کدام از قطعات پرداخته می‌شود.

a- ترانسپوندر:

ترانسپوندر در حقیقت یک فرستنده و گیرنده رادیویی است به طوری که اگر سیگنالی از قبل تعیین شده و مشخص را دریافت کند، به طور اتوماتیک سیگنالهایی مشخص را ارسال می‌کند.

ترانسپوندر یک مجموعه مدار الکتریکی یا میکروچیپ[۱] می‌باشد که درون قسمت پلاستیکی کلید یا سوئیچ خودرو جاسازی شده و یک کد ۴ تا ۱۴ رقمی (بستگی به نوع خودرو) به صورت نرمافزاری بر روی آن ثبت شده است که به آن کد دستیابی یا Access Code گفته می‌شود.

هنگامی که برای یک خودرو سوئیچ تعریف می‌شود، این کد توسط دستگاه عیب‌یاب و سایر اجزای سیستم ایموبیلایزر به صورت نرمافزاری بر روی ترانسپوندر ثبت می‌شود. با وارد کردن این کد، سایر اجزای سیستم ایموبیلایزر یک کد خاص و محرمانه بر روی ترانسپوندر ثبت می‌کنند و این کد تا زمانی که اقدام به تعریف سوئیچ جدید نشود، دارای اعتبار می‌باشد و چنانچه سوئیچ جدید تعریف شود، این کد منقضی و باطل شده و این کلید یا سوئیچ توانایی روشن کردن موتور را نخواهد داشت، مگر آنکه بر روی این کلید نیز عملیات تعریف کلید صورت گیرد.

لازم به ذکر است، از آنجایی که ترانسپوندر بوسیله RFID[۲] یا امواج رادیویی یا الکترومغناطیسی عمل می‌کند، قرار گرفتن سوئیچ در مجاورت امواج الکترومغناطیسی مانند تشعشعات گوشی تلفن همراه در پارهای اوقات باعث از بین بردن اطلاعات محرمانه ترانسپوندر می‌شود، لذا از قراردادن سوئیچ یا کلید در مجاورت دستگاههایی که با امواج الکترومغناطیسی کار می‌کنند، خودداری کنید.

۱ - Microchip
۲ - Radio Frequency IDentification

AutoLibrary

AutoLibrary

b- سیستم پیچ آنتن گیرندهٔ ترانسپوندر

این قسمت از سیستم ایموبیلایزر از یک سیم‌پیچ و یک مدار الکترونیکی تشکیل شده است این مجموعه در کنار مغزی سوئیچ قرار گرفته به طوری که سیم‌پیچ در اطراف مغزی سوئیچ قرار گرفته و مغزی سوئیچ در وسط سیم‌پیچ آنتن واقع شده است. به محض آنکه سوئیچ در وضعیت IG یا ACC (بسته به نوع خودرو) قرار گیرد، مدار الکترونیکی سیم‌پیچ آنتن وصل می‌شود، در این صورت سیم‌پیچ آنتن شروع به تولید امواج الکترومغناطیسی (RFID) می‌کند، و این امواج هم باعث شارژ ترانسپوندر شده و هم عاملی جهت ارسال و دریافت کد محرمانه بین ترانسپوندر و مدار الکترونیکی سیم‌پیچ آنتن می‌شود.

در اینصورت کد محرمانه ترانسپوندر از طریق سیم‌پیچ آنتن دریافت شده و به مدار الکترونیکی سیم‌پیچ آنتن ارسال می‌کنند.

♦ توجه: در بعضی خودروها به مجموعه میکروچیپ درون سوئیچ، سیم‌پیچ آنتن و قسمت الکترونیکی سیم‌پیچ آنتن، ترانسپوندر گفته می‌شود.

♦ نکته: کد محرمانه‌ای که بین ایموبیلایزر و ECU موتور رد و بدل می‌شود، درهربار استفاده، به‌صورت تصادفی بین همه اجزاء تغییر می‌کند و باعث افزایش ضریب امنیت این سیستم شده و از کشف کد محرمانه توسط دستگاههای کشف رمز تا حدودی جلوگیری می‌کند.

c- کنترل یونیت ایموبیلایزر

این واحد کنترل، یک مدار الکترونیکی واسطه بین مجموعه سیم‌پیچ آنتن گیرندهٔ ترانسپوندر و ECU سیستم سوخت‌رسانی انژکتوری می‌باشد، در اینصورت کد محرمانه‌ای که از ترانسپوندر به سیم پیچ آنتن می‌رسد، توسط مدار الکترونیکی سیم پیچ آنتن تقویت شده و به کنترل یونیت ایموبیلایزر ارسال می‌گردد.

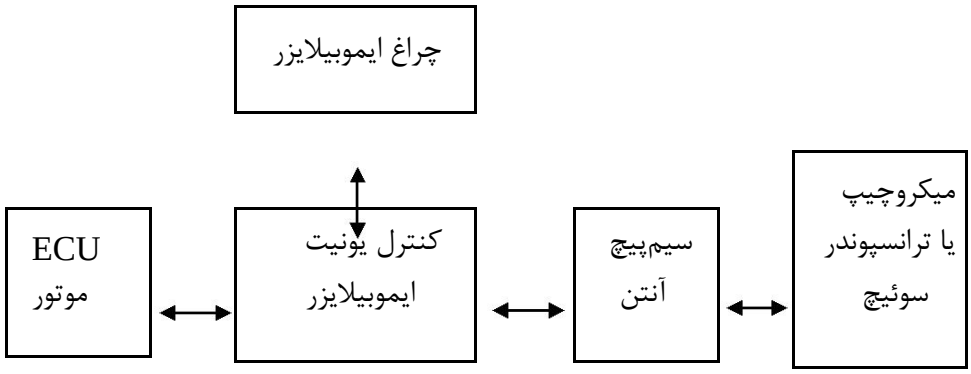
این کنترل یونیت نیز، کد محرمانه را به ECU موتور ارسال می‌کند، چنانچه این کد محرمانه با کد محرمانه ثبت شده در ECU موتور مطابقت داشته باشد، ECU موتور، اجازهٔ روشن شدن موتور را می‌دهد و چنانچه این کدها با هم یکی نباشند، ECU از روشن شدن موتور با قطع جرقه و سوخت، جلوگیری می‌کند. مادامیکه کلید در درون مغزی سوئیچ قرار نگرفته، این کنترل یونیت یک لامپ یاLED را درون صفحه نمایش دهندهها یا داشبورد روشن و خاموش می‌کند و در واقع هشداری است بر فعال بودن سیستم ایموبیلایزر و چنانچه سوئیچ درون مغزی سوئیچ قرار گیرد، در صورت شناسایی ترانسپوندر، این لامپ یا LED خاموش می‌شود که حاکی از غیر فعال شدن سیستم ایموبیلایزر و صحت عملکرد آن می باشد.

♦ توجه: برای هر خودرو در هر بار تعریف سوئیچ، می‌توان معمولاً یک تا ۵ عدد سوئیچ تعریف شود، چنانچه تعریف مجدد سوئیچ انجام شود، کد موجود در سوئیچ‌های قبلی از درجه اعتبار ساقط شده و توانایی روشن کردن موتور توسط این سوئیچ‌ها از بین می‌رود مگر اینکه در هنگام تعریف مجدد سوئیچ، بر روی تمام سوئیچ‌های قبلی، عمل تعریف سوئیچ مجدد انجام شود.

AutoLibrary

AutoLibrary

شکل (۱۴۴-۱)، نحوهٔ تعامل اجزای ایمبیلایزر را نشان می‌دهد.



شکل ۱۴۴-۱- نحوهٔ تعامل اجزای ایموبیلایزر با توجه به شکل (۱۴۴-۱)

ملاحظه می‌شودکه، ارتباط اجزای سیستم ایموبیلایزر به صورت دو طرفه انجام می‌شود، به طوری که سیم‌پیچ آنتن با ارسال سیگنال مشخص و معینی، باعث تحریک ترانسپوندر شده و ترانسپوندر، که محرمانه ثبت شدهٔ خود را به سیم‌پیچ آنتن ارسال می‌کند و سیم‌پیچ آنتن نیز این کد را به کنترل یونیت ایموبیلایزر ارسال می‌کند.

کنترل یونیت ایموبیلایزر نیز ارتباط دو طرفه‌ای با لامپ یا LED هشدار ایموبیلایزر و ECU موتور برقرار کرده و اطلاعات به صورت پیغام بین کنترل یونیت ایموبیلایزر و ECU موتور رد و بدل می‌شود. چنانچه این کد محرمانه با کد ثبت‌شده و محرمانه ECU مطابقت داشته باشد، ECU اجازهٔ روشن شدن موتور را می‌دهد بنابراین باید به این نکته نیز توجه نمود که تمامی اجزاء سیستم ایموبیلایزر باید یکدیگر را شناسایی کنند، از اینرو در هنگام تعویض قطعات سیستم ایموبیلایزر و ECUموتور حتماً باید کد دستیابی یا Access Code مربوطه در دسترس باشد، تا از طریق دستگاه عیب‌یاب، بتوان عمل تعریف سوئیچ و شناساندن اجزاء به یکدیگر را انجام داد.

۲۳- عیب‌یابی سیستم سوخت‌رسانی انژکتوری

قطعات و اجزاء سیستم سوخت‌رسانی انژکتوری را می‌توان به سه روش عیب‌یابی نمود:

الف- عیب‌یابی بوسیله اهم متر

در این روش، ضمن اینکه می‌توان از صحت یا سقم اتصالات و دسته سیم‌ها اطمینان حاصل نمود، می‌توان مقدار مقاومت الکتریکی برخی قطعات نیز اندازهگیری نمود و از طریق مقایسه مقدار مقاومت الکتریکی قطعه با مقاومت الکتریکی داده شده در کاتالوگ تعمیراتی به سالم یا معیوب بودن قطعه پی‌برد.

قطعاتی از سیستم سوخت‌رسانی انژکتوری که دارای تست اهمی هستند، علاوه بر اینکه در کاتالوگ تعمیراتی سیستم مورد نظر ذکر شده است. در بخش‌های (۱-۳۲- ۷) تا (۲۱- ۳۲- ۷) نیز ذکر شده و مقدار مقاومت الکتریکی آنها نیز به صورت تقریبی آمده است.

ب- عیب‌یابی بوسیله ولت متر در این روش باید موتور را روشن نمود و مقدار سیگنال ولتاژ خروجی از پایه سیگنال هر سنسور یا قعطه

را اندازه گیری نمود و با توجه به کاتالوگ تعمیراتی یا از طریق مشخصات سنسور، به صحت یا سقم عملکرد قطعه پی‌برد.

AutoLibrary

AutoLibrary

به طور مثال سنسور TPS دارای سه پایه می‌باشد، یکی از پایه‌ها دارای ولتاژ مثبت ۵ ولت، دیگری به منفی وصل می‌باشد، که این مقادیر توسط ولتمتر در وضعیت سوئیچ باز و موتور روشن قابل اندازهگیری می‌باشد.

با توجه به مطالب فوق، بنابراین ولتاژ سیگنال پایه سوم سنسور TPS باید بین صفر تا ۵ ولت با تغییر وضعیت دریچه گاز، تغییر کند. مشاهدهٔ پیوسته تغییر سیگنال ولتاژ به روی پایه سوم این سنسور حاکی از عملکرد صحیح آن می‌باشد.

در مثالی دیگر، سنسور CKP را مد نظر قرار می‌دهیم، از آنجایی که خروجی این سنسور متناوب می‌باشد، باید ولتمتر را بر روی قسمت اندازهگیری ولتاژ متناوب قرار داد و مقدار ولتاژ را اندازهگیری نمود، که در اینصورت با افزایش دور موتور، ولتاژ این سنسور باید افزایش یابد، ضمن آنکه اگر دستگاه اسیلوسکوپ در دسترس باشد، با افزایش دور موتور، باید تعداد نوسانات شکل موج نیز افزایش یابد.

برای انجام تست ولتی بهتر است از ترمینال باکس (Terminal Box) استفاده شود. در اینصورت ترمینال باکس به عنوان یک واسطه بین ECU و دسته سیم (دسته سیم به سنسورها، عملگرها، برق مثبت، برق منفی و غیره وصل می‌باشند) قرار می‌گیرد و از طریق هر کدام از ترمینالهای ترمینال باکس، می‌توان اطلاعات سیمی از دسته سیم که به آن ترمینال متصل است وحامل پیغام خاصی از مجموعه سیستم سوخت‌رسانی انژکتوری را بوسیله ولتمتر اندازهگیری نمود.

باید توجه نمود که از ترمینال باکس برای انجام تست اهمی سیستم سوخت‌رسانی انژکتوری نیز می‌توان استفاده نمود، به شرط آنکه در هنگام انجام تست اهمی، سوئیچ خاموش باشد، اتصالات باتری قطع باشد و ECU نیز از دسته سیم جدا گردد. با تعویض کابل رابط ترمینال باکس می‌توان از این دستگاه برای انجام آزمایش بر روی سیستم‌هایی همچون ABS و غیره استفاده نمود.

ج- عیب‌یابی از طریق دستگاه عیب‌یاب یا Diag[1]

در این روش، دستگاه عیب‌یاب از طریق اندازهگیری مقاومت، ولتاژ و یا نشان دادن سیگنالها توسط دستگاه اسیلوسکوپ، عمل عیب‌یابی را آسانتر می‌کند.

با استفاده از گزینه‌های مختلف دستگاه عیب‌یاب به شرح زیر، می‌توان نسبت به عیب‌یابی و رفع بعضی از عیوب اقدام نمود:

a- خواندن کدهای خطا (Reading of fault codes)

با استفاده از این گزینه، خطاهای موجود در ECU موتور قابل مشاهده می‌باشد. خطاهای موجود در ECU به دو صورت دائمی (Permanent) و لحظه‌ای (Intermittent) نمایش داده می‌شوند.

معمولاً خطاهای دائمی به دلیل خرابی برخی از قطعات می‌باشد که با تعویض قطعه یا اصلاح اتصالات، عیب‌برطرف می‌شود، در حالیکه بیشتر خطاهای لحظه‌ای به واسطه پارازیت یا حجم زیاد پردازش اطلاعات ECU می‌باشد.

به هر حال قبل از انجام هر عمل می‌توان به مدت چند دقیقه یکی از قطب‌های باتری را قطع نمود و دوباره عملیات مشاهده کردن خطا را تکرار نمود. برخی عیوب لحظه‌ای و بعضاً دائمی با قطع شدن باتری، از بین می‌روند.

---

[1]- Diagnostic

AutoLibrary

AutoLibrary

AutoLibrary

b- پاک کردن کدهای خطا (Clearing of fault codes)

در این بخش می‌توان، کـدهـای خطـا را پاک نمود. چنانچه بعد از پاک کردن کدهای خطا، دوباره همان کد خطا ایجاد شـود، به احتمال زیاد این خطا مربوط به عیب و ایراد سخت افزاری به معنای خرابی قطعات، ایراد در اتصالات، قطعی سیم‌ها و ... می‌باشد، که باید نسبت به رفع عیب اقدام شود.

c- اندازهگیری پارامترها (Parameteres measurement)

در این بخش، دستگاه عیب‌یاب، برخی پارامترها، از قبیل ولتاژ باتری، دور موتور، دمای مایع خنک‌کنندۀ موتور، ولتاژ خروجی سـنسور اکسیژن، دمای هوای محیط، زمان باز بودن انژکتورها (پالس انژکتورها)، تعداد اسـتپ موتور پله‌ای یا اسـتپرموتور، وضـعیت عملکردی فن‌های خنک‌کننده و ... را نشان می‌دهد و از طریق این پـارامترها با تغییر شـــرایط عملکردی موتور (مانند تغییر دور، تغییر دمای مایع خنک‌کنندۀ موتور و ...) می‌توان به صـحت و سقم اطلاعات و پارامترهای برخی سنسورها، پی برد و در صورت وجود عیب، نسبت به رفع عیب اقدام نمود.

d- تست عملگرها (Actuatore Test)

در این بخش و در حالت موتور خاموش و سوئیچ روشن می‌توان، دستور عمل کردن برخی قطعات (مانند فن‌های خنک‌کننده، موتور پله‌ای، کویل دوبل، انژکتورها و ...) را صـــادر نمود و از طریق مشـــاهدۀ عملکرد صحیح این قطعات، می‌توان به سالم بودن آنها پی‌برد.

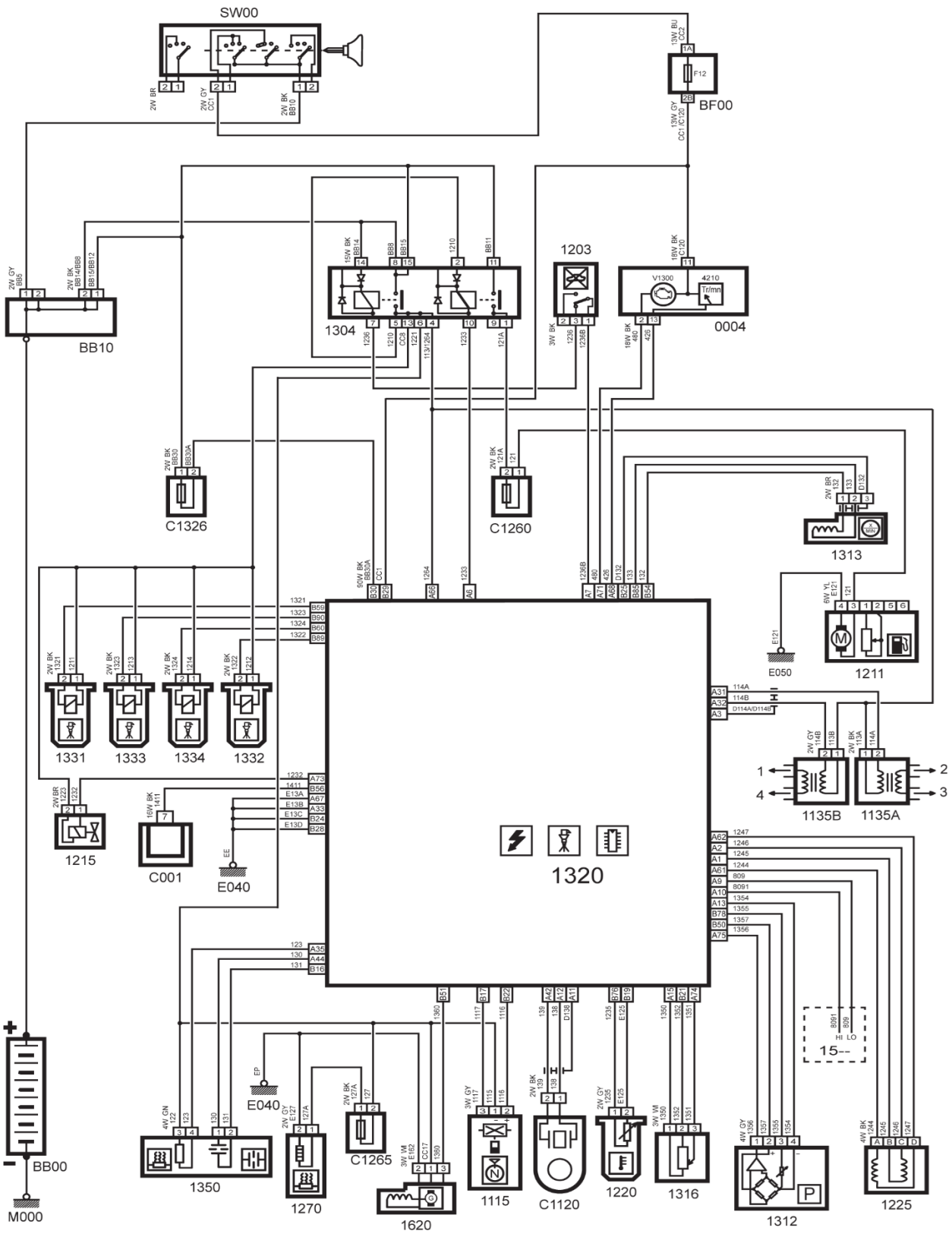
در هنگام انجام تست عملگرها باید نکات زیر را مورد توجه قرار داد:

الف- همواره تســت عملگر کویل دوبل قبل از تســت عملگر انژکتورها انجام شــود. چنانچه تســت عملگر کویل دوبل بعد از تسـت عملگر انژکتورها انجام شـود، سـوخت‌های پاشـیده شـدۀ دورن سیلندرها، با انجام تست کویل دوبل و ایجاد جرقه در دهانه شمع‌ها، محترق شده و به قطعات موتور آسیب می‌رساند.

ب- تســـت عملگر موتور پله‌ای یا اســـتپرموتور در آخرین مرحله انجام شـــود. به عبارتی دیگر آخرین قطعه‌ای که روی آن تسـت عملگر انجام می‌شود، موتور پله‌ای باشد، به خاطر آنکه با انجام تست عملگر روی اســتپرموتور، این قطعه تایم‌بندی مجدد (Retime) می‌شـــود. در بعضـــی از ســـیســـتم‌های ســـوخت‌رســـانی انژکتوری، چنانچه بعد از انجام تست عملگر روی استپرموتور، تست عملگر بر روی قطعات دیگر، انجام شود، تایم بندی استپرموتور از بین می‌رود و باعث عدم تنظیم مناسب دور موتور در دور آرام، استفاده از کولر و ...

می‌شود.

شـکل (۱۴۵-۱) نقشـه سـیستم سوخت‌رسانی زیمنس که بر روی موتور XU۷-JP/L۴ خودرو سمند، نصب شده است را نشان می‌دهد.



شکل ۱۴۵- ۱- نقشه سیستم سوخت‌رسانی انژکتوری زیمنس خودرو سمند