سنسور موقعیت دریچه گاز

سنسور موقعیت دریچه گاز در موتورهای بنزینی یا دیزلی مقدار سوخت مطلوب راننده را به ECU نشان می دهد. سنسور موقعیت دریچه گاز یک پتاسیومتر دوار یا یک اثر هال (برخی خودروهای شرکت فورد) است که سیگنالی به ECU می فرستد که این سیگنال با موقعیت شفت / صفحه دریچه گاز به صورت خطی متناسب است.معمولا سنسور موقعیت دریچه گاز یک سنسور با سه سیم است. سنسور برای نظارت بر سوخت مورد نیاز موتور هنگام باز و بسته شدن دریچه گاز توسط راننده طراحی شده است.چهار شرایط کاری که ECUتوسط سیگنال سنسور مشخص می کند ،عبارتند از :

- دریچه گاز بسته (شامل دور آرام یا شتاب منفی)
- دریچه گاز کمی باز (شامل شتاب میانه رو یا گشت زنی)
- دریچه گاز کاملا باز (بیشترین شتاب)
- سرعت افزایش زاویه دریچه گاز

روش آشکارسازی این چهار شرایط استفاده از یک پتانسیومتر کوچک برای اندازه گیری زاویه صفحه دریچه گاز می باشد.معمولا صفحه دریچه گاز به اتصالات مکانیکی متصل شده است و سنسور موقعیت دریچه گاز بر روی بدنه دریچه گاز نصب می شود که در شکل (1) نشان داده شده است،این شکل سیستم پاشش در بدنه دریچه گاز TBI یک خودروی جنرال موتورز که در یک موتور V6 3.8L استفاده می شود را شرح می دهد.

پتاسیومتر اساسا یک مقامت متغیر است که شامل یک مقاومت با یک اتصال متحرک داخلی (شبیه به آنچه در شکل(2) نشان داده شده است که از یک پتاسیومتر دوار استفاده شده است) است.یک سر مقاومت /پتاسیومتر به بئنه متصل است ، و سر دیگر به ECU که از آنجا یک ولتاژ 5 ولتی پایه دریافت می کند ،متصل است. شکل (1)نشان دهنده یک سنسور موقعیت دریچه گاز با ساختار سه سیم است که سیم A یک اتصال بدنه مجزا است.سیم B ولتاژ برگشتی به ECU است و سیم C ولتاژ ورودی پایه 5ولتی از ECU به سنسور است.در دریچه گاز ،در دور آرام (دریچه گاز بسته) ولتاژ برگشتی باید از میان تعداد بیشتری از سیم پیچ های پتاسیومتر سنسور موقعیت دریچه گاز عبور کند ،بنابراین ECU ولتاژی بین 0.45 تا 0.65 ولت را دریافت خواهد کرد.هنگامی که راننده پدال گاز را فشار می دهد،دریچه گاز حول کمان سیم پیچ می گردد و مقاومت پتاسیومتر کمتر شده و در نتیجه 5 ولت پایه از تعداد کمتری سیم عبور می کند.تا زمانی که بر

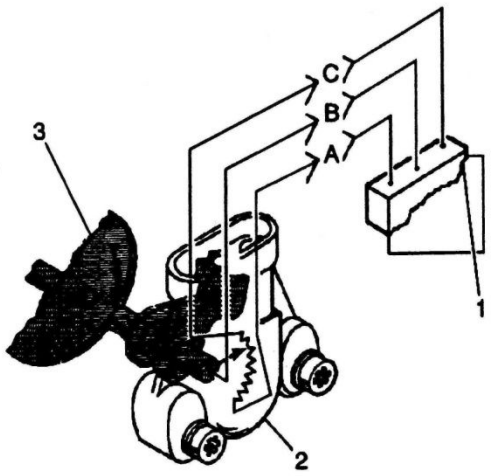


FIGURE 1 Location of TPS (throttle position sensor) Item 2 connected to the throttle body valve plate Item 3, and wiring circuit back to the ECM, Item 1. (Courtesy of General Motors Corporation, Service Operations.)

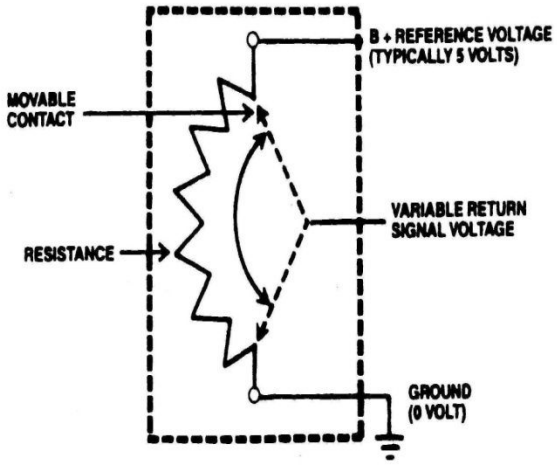


FIGURE 2 Concept of TPS sensor operation showing the moveable wiper contact within the potentiometer (resistor) assembly. (Courtesy of General Motors Corporation, Service Operations.)

روی پدال گاز فشار داده می شود، ولتاژ خروجی سنسور به نسبت باز بون دریچه گاز افزایش خواهد یافت.در شرایط دریچه گاز کاملا باز ،ولتاژ خروجی سنسور در حدود 4.3 تا 4.8 ولت خواهد بود.ECU این ولتاژهای برگشتی از سنسور موقعیت دریچه گاز را نسبت به جدول از قبل برنامه ریزی شده در حافظه خود مقایسه می کند و میزان باز بودن دریچه گاز را مشخص می کند.

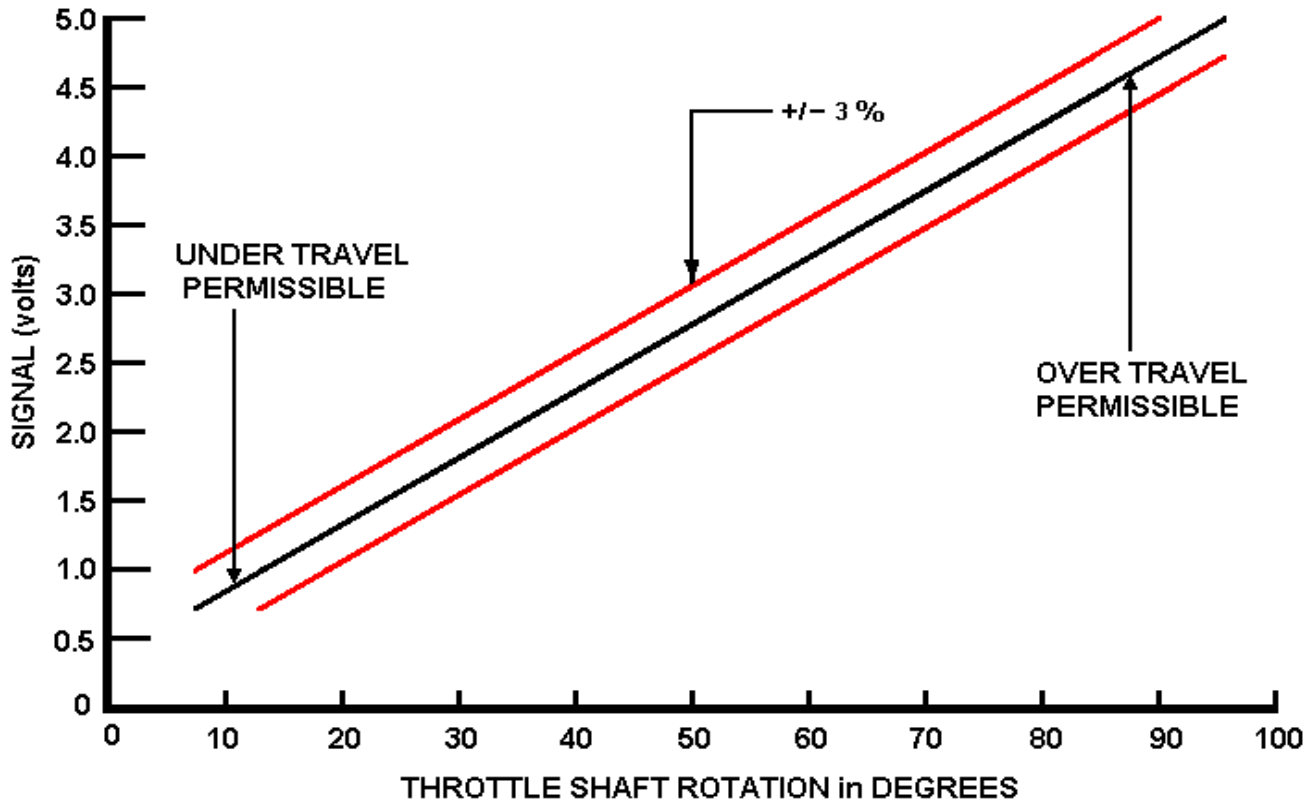
برای مثال ،فرض کنید دریچه گاز حول کمانی 90 درجه از حالت کاملا بسته تا حالت کاملا باز بچرخد.ما می دانیم که در دور آرام ولتاژ خروجی سنسور در حدود 0.5 ولت و در دریچه گاز کاملا باز تقریبا 4 ولت بیشتر است(بالاتر از 4.5 ولت در برخی سیستم ها).اگر ما 4ولت اختلاف بین دور آرام و دریچه گاز کاملا باز را بر 90 درجه حرکت دریچه گاز تقسیم کنیم،خواهیم داشت :برای هر درجه باز شدن دریچه گاز به ولتاژ خروجی از سنسور به ECU در حدود 0.044ولت اضافه خواهد شد.می توان دید که یک تغییر کوچک در زاویه دریچه گاز بوسیله راننده به یک ولتاژ با مقدار کم تبدیل می شود. ECU برای فهمیدن تغییرات ولتاژ خروجی سنسور و مقایسه آن با جداول پیش فرض خود و محاسبه مقدار سوخت ورودی به سیلندرها برنامه ریزی شده است. از این مقدار ولتاژ بازگشتی از سنسور ،ECU سولونویید انژکتور سوخت را برای محاسبه سوخت مطلوب ورودی به سیلندرها کنترل خواهد کرد.پالس انژکتورها بر اساس میلی ثانیه در دستگاه تست نشان داده می شود،که مقدار آن بین 1.5 تا 3.5 میلی ثانیه بسته به بار موتور/خودرو خواهد بود.

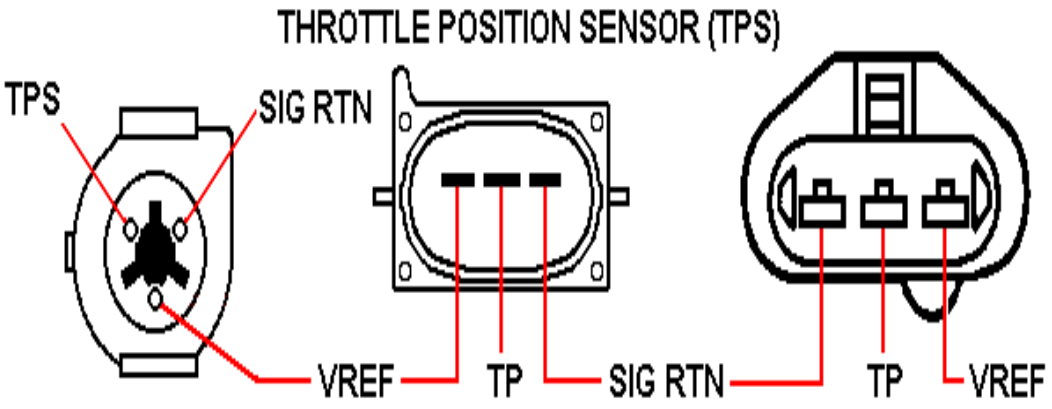
سیگنال خروجی از سنسور دریچه گاز نوع پتاسیومتری به ECU در اصل هب صورت آنالوگ است.بنابراین سیگنال آنالوگ قبل از ورود به ECU بوسیله یک ADC(آنالوگ به دیجیتال) باید به

سیگنال دیجیتال تبدیل شود.زیرا ECU طوری طراحی شده است که تنها با سیگنال دیجیتال کار می کند.

پیچ هایی که سنسور را روی بدنه دریچه گاز ثابت می کنند گرد هستند،که در برخی از انواع سنسور (بعضی از سری های موتور دیزل) این سوراخ ها شیاردار هستند تا به سنسور اجازه کمی جابجایی را بعد از نصب بدهد.این کار بوسیله شل کردن پیچ های نگه دارنده و چرخاندن سنسور در جهت یا برخلاف جهت حرکت عقربه های ساعت انجام می شود.بوسیله یک ولت متر یا یک دستگاه تست می توان سنسور را طوری تنظیم کرد در موقعیت دریچه گاز بسته 0.5ولت و در حالت دریچه گاز کاملا باز 4تا 4.5 ولت خروجی داشته باشد.

دراین قسمت یک نمونه سنسور موقعیت دریچه گاز شرکت فورد را خواهیم دید.


5.0
4.5
4.0
3.5
3.0
2.5
2.0
1.5
1.0
0.5
0
SIGNAL (volts)
+/– 3 %
UNDER TRAVEL
PERMISSIBLE
OVER TRAVEL
PERMISSIBLE
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
THROTTLE SHAFT ROTATION in DEGREES


THROTTLE POSITION SENSOR (TPS)
TPS
SIG RTN
VREF
TP
SIG RTN
TP
VREF

Throttle Position Sensor		
Rotational Angle		**Signal Voltage**
0	Under Travel	0.000
10		0.450
13	Closed Throttle	0.901
20	-	1.440
30		1.900
40		2.370
50		2.840
60		3.310
70		3.780
80		4.240
84	Full Throttle	4.538
90	Over Travel	4.538
100		5.00
Values were calculated for VREF = 5.0 volts. These values may vary 3 percent due to sensor and VREF variations.		

سنسورهای MAP/MAF (فشار مطلق منیفولد/جرم جریان هوا)

هر دو این سنسورها MAP (فشار مطلق منیفولد Manifold Absolute Pressure) و MAF (جرم جریان هوا Mass Air Flow) برای اندازه گیری جریان هوای ورودی به سیلندرهای موتور حیاتی هستند.از این اندازه گیری ECU می تواند ولتاژ سولونویید انژکتور سوخت را تعیین کند.سنسور MAP معمولا بر روی منیفولد ورودی نصب می شودهر چند ممکن است که در برخی موتورها،سنسور از راه دور نصب شده و بوسیله لوله خلایی به منیفولد ورودی متصل شود.شکل 3-(a) یک مثال از موقعیت مکانی سنسور MAP را نشان می دهد.

روش های اندازه گیری جریان هوا

اندازه جریان هوای واقعی ورودی به سیلندرهای موتور باید در موتورهای الکترونیکی پیشرفته امروزی برای کنترل دقیق نسبت هوا به سوخت ،باید معلوم باشد.سیگنال جریان هوا سپس به ECU برای محاسبه مقدار سوخت مطلوب فرستاده می شود.تا زمانی که نسبت سوخت استوکیومتری (14.7قسمت هوا به 1 قسمت سوخت)باشد کمترین آلودگی را خواهیم داشت ،اگر ECU دبی جرمی هوا را 14.7lbs/min (5.5Kg/min) محاسبه کند آنگاه انژکتور سوخت باید سوختی با دبی جرمی 1lb/min (0.453kg/min) پاشش کند.دو نوع اصلی سیستم های اندازه گیری جریان هوا که استفاده می شوند ،عبارتند از:

1. سیستم SD (Speed density) که از سنسور MAP (برای اندازه گیری فشار منیفولد) همراه با دور موتور ،بازده حجمی پیش بینی شده و دماهای مختلف برای اندازه گیری جریان هوای ورودی به موتور استفاده می کند.

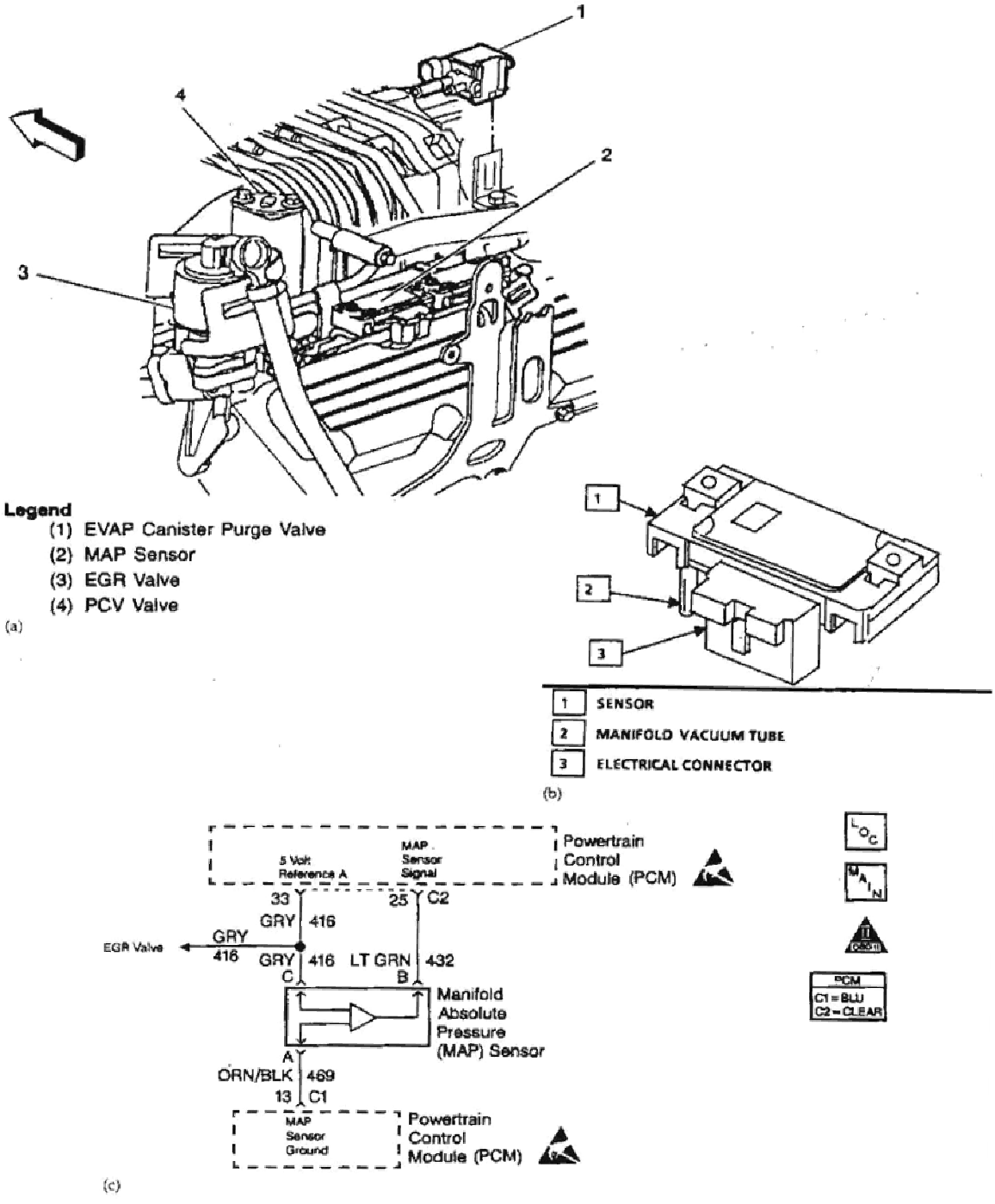


FIGURE 3 (a) Location of a MAP (manifold absolute pressure) sensor for a 3.8L V6 VIN-1 engine. (b) A MAP or turbocharger boost sensor. (c) Wiring schematic for a MAP sensor. (Courtesy of General Motors Corporation, Service Operations.)

2. سیستم MAF. که از سیستمی به عنوان سیستم آنیومتری (Hot Wire Film) برای اندازه گیری مستقیم جرم جریان هوای ورودی به سیلندرهای موتور به کار می برد.هیچ تصحیحات اضافی برای چگالی هوا لازم نیست این نوع سیستم دقیق تر عمل می کند.

سیستم های MAP SPEED DENSITY

سیستم های اندازه گیری جریان هوای ورودی S.D مقدار سوخت مورد نیاز را بر پایه چگالی هوای ورودی محاسبه می کنند.

در یک سیستم S.D نشان داده شده در شکل 4 جرم جریان هوای عبوری از منیفولد ورودی توسط سنسورهای MAP ،دور میل لنگ و دمای هوای ورودی IAT تخمین زده می شود.انرژی گرمایی هوای منیفولد ورودی در دمای 38درجه سانتی گراد (100درجه فارنهایت) حدود 14٪ بیشتر از انرژی هوا در دمای 0 درجه سانتی گراد (32 درجه فارنهایت) است.این بدان معنی است که چگالی هوای سردتر در دمای 0درجه سانتی گراد 14٪بیشتر است.سنسور MAP یک ولتاژ نسبت

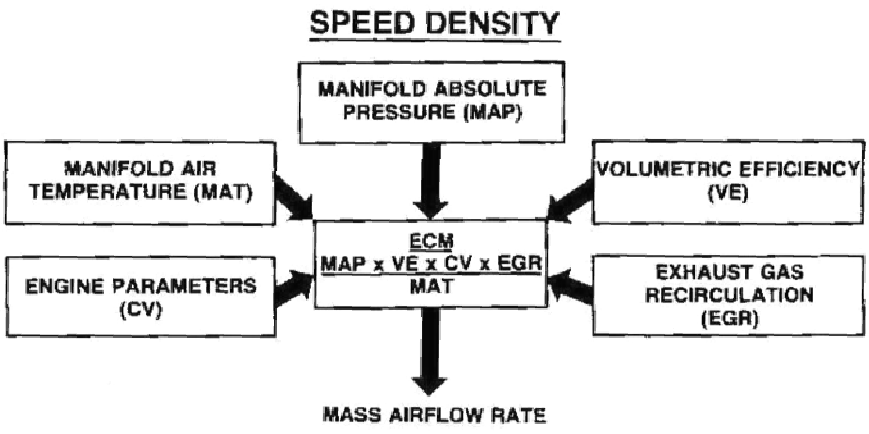


FIGURE 4 Speed-density system schematic. (Courtesy of General Motors Corporation, Service Operations.)

به حدود مقدار میانگین فشار منیفولد ورودی تولید می کند.

در یک سیستم اندازه گیری S.D ،هنگامی که موتورمتوقف است سنسور MAP فشار اتمسفر را نشان می دهدکه بالاترین مقدار برای یک موتور طبیعی (بدون توربو شارژر و سوپر شارژر) است.هنگامی که موتور روشن می باشد،به علت موانع طبیعی جریان هوای ورودی به داخل موتور مانند مجموعه فیلتر و لوله ها ،سنسورMAP دایما فشار منیفولد هوا را کمتر از فشار اتمسفر نشان می دهد.از لحاظ فنی این بدین معنی است که سنسورMAP یک خلا جزیی را نشان داده است.ترتیب معمول جرقه زنی موتور موجب یک نوسان (آشفتگی هوا)در منیفولد ورودی بر اثر پمپینگ معمولی هر سیلندر درهر دو دور گردش میل لنگ (در یک موتور چهار زمانه)می شود،که سبب تغییر در سیگنال خروجی سنسور به ECU می شود.

ما نمی توانیم مستقیما جرم جریان هوای ورودی درهر سیلندر موتور را اندازه گیری کنیم،بنابراین از روش موثری استفاده می کنیم که جرم جریان هوا ی ورودی به موتور را که سیلندرها را تغذیه می کند،را محاسبه می کند.در روش S.D برای بدست آوردن حجم هوا (V) در یک فشار خاص (P) و دمای خاص (T) ،دانسیته هوای ورودی (da) مساوی است با جرم حجم هوا (Ma) تقسیم برحجم V.ما می توانیم این را بوسیله یک فرمول ساده نشان دهیم:

$$da= \frac{Ma}{V}$$

یک روش تبدیلی برای رسیدن به جرم هوا در حجمV برابر است با $Ma=da\ .v$

چگالی هوای منیفولد ورودی را میتوان بوسیله اندازه گیری فشار مطلق کنیفولد ورودی و دمای هوای ورودی محاسبه کرد.فشار مطلق هوای منیفولد ورودی بوسیله فشار هوای محیط (خارج از منیفولد)،دمای هوای محیط و تغییرات فشار در سرتاسر محیط دریچه گاز معین می شود.مجراها و راه گاههای صیقلی منیفولد ورودی ،به علاوه منیفولد ورودی اصلی تاثیر مستقیمی بر بازده حجمی موتور VE که یک اندازه گیری از چگونگی تاثیر تنفس موتور و حفظ کردن هوا است،دارند.از لحاظ تئوری هنگامی که یک موتور متوقف شده و پیستون در نقطه مرگ پایین BDC قرار دارد فشار هوا در سیلندر باید برابر با فشار اتمسفر (14.7psi) باشد که با عدد 1 نشان می دهیم.هنگامی که موتور در حال کار باشد،محدودیت جریان هوا و تایمینگ سوپاپ ها سبب خواهد شد که بازده حجمی کمتر از بازده حجمی جوی باشد.بازده حجمی می تواند بین 0.85تا 0.90 بازده حجمی جوی باشد.بسته به موتور بازده حجمی می تواند کمتر از 80٪ در یک موتور طبیعی (بدون توربو و سوپر شارژز)باشد ،در حالی که موتور دارای سوپر شارژز یا توربو شارژر بازده حجمی بالاتر از 1 دارند.

ساختمان سنسورMAP

در سنسورMAP استفاده شده در سیستم S.D ،فشار منیفولد ورودی بر روی دیافراگم عمل می کند که این دیافراگم توسط فشار هوای ورودی و جریان یافته از طریق منیفولد جابه جا می شود.دیافراگم سنسورMAP از یک لایه نازک سیلیکونی ساخته شده است.شکل 5 مفاهیم پایه کارکرد سنسورMAP را نشان می دهد.لایه نازک سیلیکونی توسط فشار هوای منیفولد ورودی جابه جا می شود.یک طرف لایه سیلیکونی دیافراگم در معرض فشار منیفولد ورودی قرار دارد در

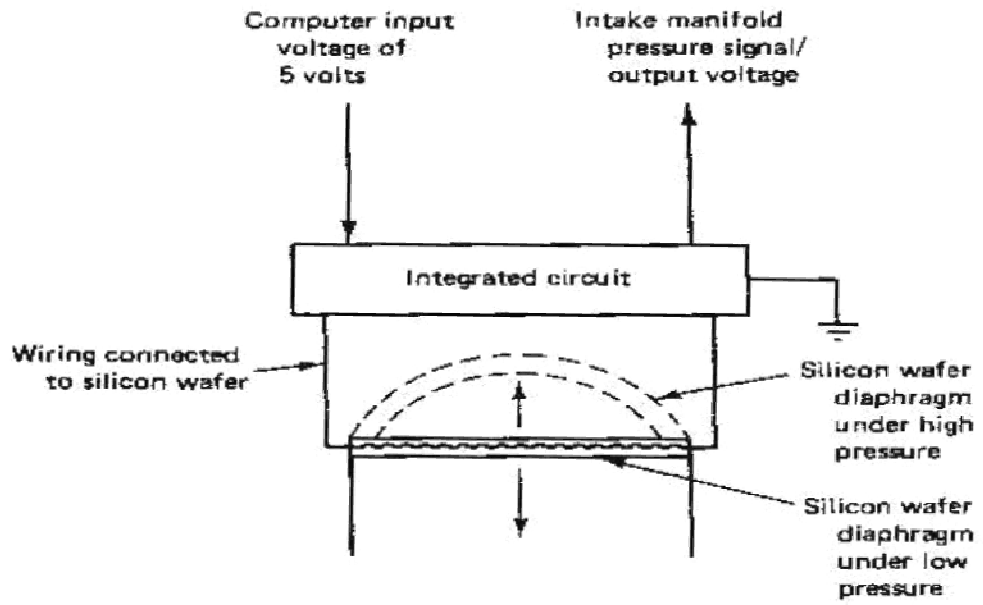


FIGURE 5 Basic operational concept of a MAP sensor.

حالی که طرف دیگر در مقابل خلا قرار دارد.در نتیجه ،تغییر وضعیت دریچه گاز یک تغییر شکل در دیافراگم ایجاد می کند.هنگام تغییر شکل دیافراگم ،سطح زیر آن تحت فشار قرار می گیرد که به همین دلیل از اصطلاح strain-gauge برای شرح سنسور استفاده می کنند.صرف نظر از این نوع سنسور که مورد استفاده قرار می گیرد ،یک مدار نیمه هادی باید برای تبدیل تغییر شکل دیافراگم به ولتاژ خروجی به ECU مورد استفاده قرار بگیرد.

یک مثال از سنسورMAP strain-gauge در شکل 6 نشان داده شده است.یک چیپ سیلیکونی بسیار کوچک در حدود 3 میلی متر مکعب و به ضخامت 1 میکرون در لبه ها ودر حدود 25میکرون ضخامت در وسط،به عنوان ماده حسگر استفاده می شود.لبه بیرونی چیپ در مقابل خلا کامل قرار دارد.هنگامی که فشار منیفولد بر وسط دیافراگم نیرو واری می کند،نیروی برآیند سبب

تغییر شکل دیافراگم و تغییر در مقدار مقاومت آن می شود.این معمولا به عنوان piezoresistivity (تغییر مقاومت ماده نسبت به فشار وارده بر آن) ارجاع داده می شود.هنگام باز و بسته شدن دریچه گاز ،فشار منیفولد بر روی دیافراگم سنسورMAP اثر کرده و سبب تغییر شکل آن متناسب با فشار وارده می شود.یک مجموعه چهار مقاومتی در شکل 6 نشان داده شده است.سیگنال خروجی سنسور ابتدا به پل وتستون WB نشان داده شده در شکل 7 و سپس از آنجا به ECU فرستاده می شود.

WB یک رگلاتور ولتاژ برای ثابت نگه داشتن ولتاژ DC به کار می گیرد.چهار مقاومت R_2 R_1 strain-gauge نیرو وارد نمی کند،مقدار مقاومت R_4 R_3 هنگامی که فشار هوا بر روی یکسانی نشان می دهند.از این رو گویند پل متعادل است و ولتاژ بین نقاط A و B صفر خواهد بود.هر گونه تغییر در فشار منیفولد سبب یک عدم تعادل در مجموعه پل وتستون شده و مقاومت

FIGURE 6 A silicon diaphragm strain-gauge-type MAP sensor.

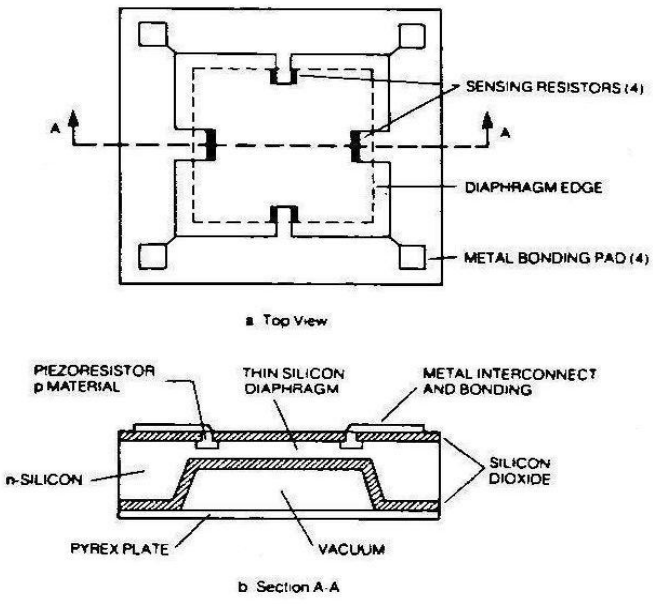


FIGURE 7 Wheatstone bridge wiring schematic for a strain-gauge type MAP sensor system.

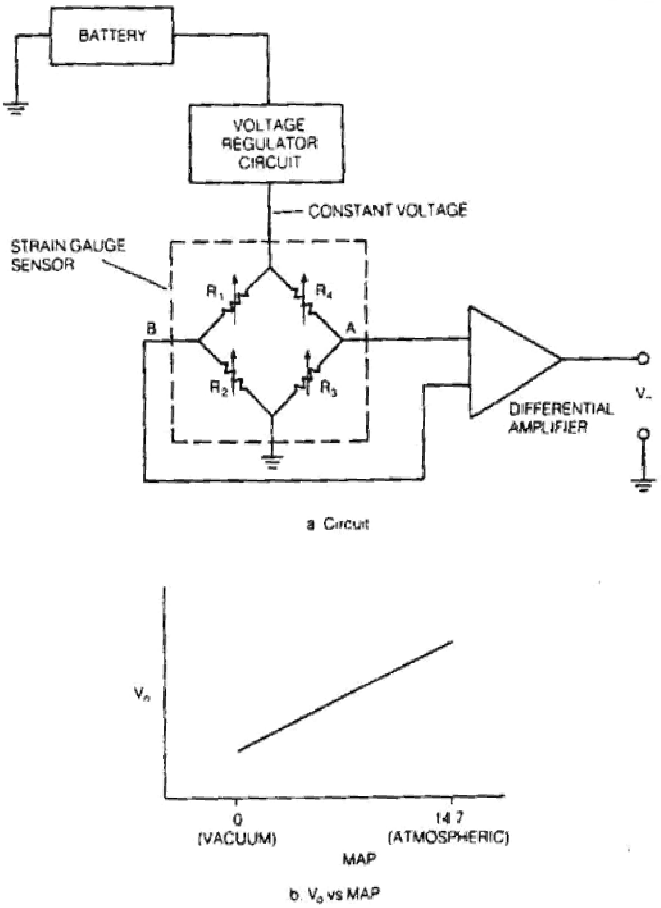


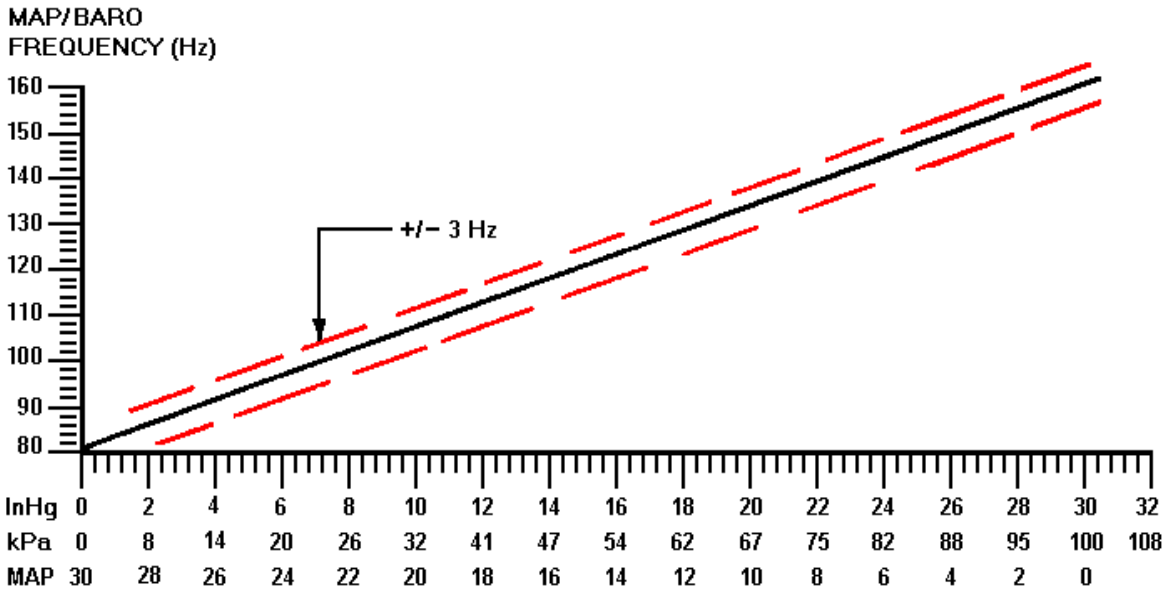
FIGURE 8 Relationship of intake manifold vacuum to pressure.

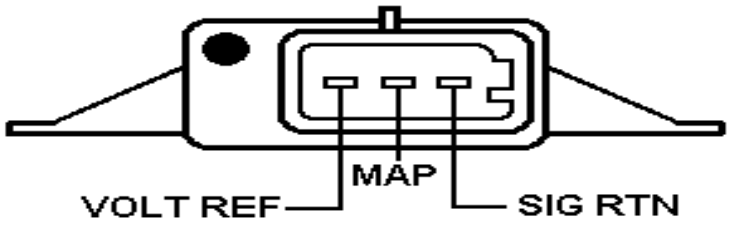
Vacuum reading (in-Hg)	Pressure indicated (psi)	Absolute pressure (kPa)
0	15	103
2	14	97
4	13	90
6	12	83
8	11	76
10	10	69
12	9	62
14	8	55
16	7	46
18	6	41
20	5	34
22	4	28
24	3	21
26	2	14
28	1	7
30	0	0

های R_1 و R_3 خروجی را با یک مقدار متناسب با تغییر فشار افزایش خواهند داد.همزمان مقاومت های R_2 و R_4 با یک مقدار برابر کاهش خواهند داد.این شرایط عملکرد نامتعادل یک تفاوت ولتاژ بین نقطه A و B ایجاد می کند ،که سبب یک تقویت کننده متغیر برای تولید ولتاژ خروجی متناسب با اختلاف دو ورودی می شود (بر پایه اختلاف فشار منیفولد ورودی).نشان داده شده در شکل 7(b).

شکل 8 رابطه بین خلا منیفولد ورودی و فشار را نشان می دهد.

حال یک سنسور شرکت فورد را مشاهده می کنیم.





MANIFOLD ABSOLUTE PRESSURE SENSOR

Manifold Absolute Pressure Sensor

Manifold Vacuum		MAP Frequency
inHg	**kPa**	**Hz**
0	0.00	159
3	10.2	150
5	16.2	146
6	20.3	141
8	25.7	134
9	30.5	133
11	36.7	126
12	40.6	125
13	45.4	121
14	47.2	119
15	50.8	117
16	54.0	114
17	57.0	111
18	61.0	109
19	76.3	107
20	70.0	104
21	71.1	102
23	78.1	97
24	81.3	95
27	91.5	88
30	101.6	80

سنسور اکسیژن

در موتورهای بنزینی کمترین مصرف سوخت در نسبتی از سوخت و هوا که معمولا به نام استوکیومتری شناخته می شود ، اتفاق می افتد که در آن هوا و سوخت به نسبت 14.7به 1 با هم مخلوط می شوند.این احتراق دقیقا 14 تا 18 کیلوگرم(31 تا 40 پوند)هوا به 1 کیلوگرم (2.2پوند)بنزین نیاز دارد،به عبارت دیگر بین 10000 تا 11500لیتر هوابرای سوزاندن 1 لیتر بنزین احتیاج است.اگر نسبت هوا به سوخت از نسبت استوکیومتری کمتر باشد NO_x بیشتری تولید می شود،و با نسبت هوا به سوخت بیشتر از ضریب استوکیومتری HC و CO بیشتری تولید خواهد شد.

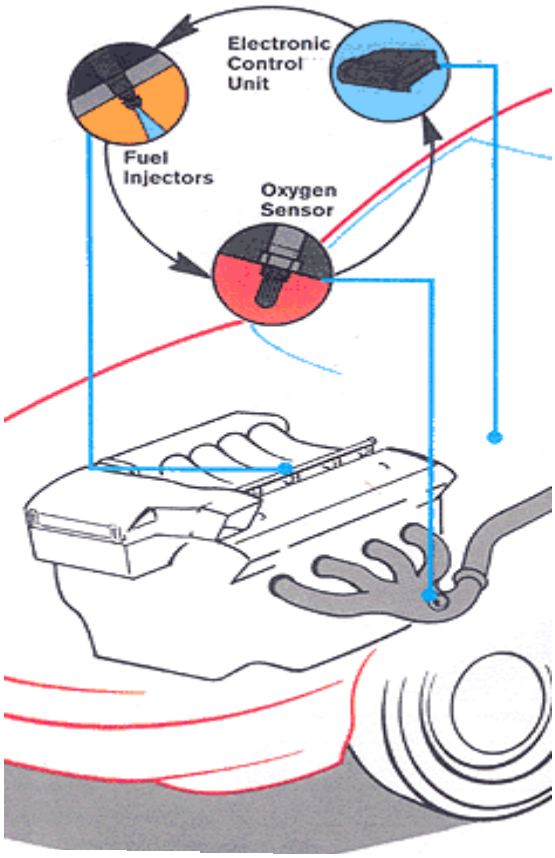


FIGURE 9 Basic concept of how an oxygen sensor operates when in the closed-loop operating mode. (Courtesy of Delphi Automotive Systems.)

سنسور اکسیژن شاید پراهمیت ترین ابزار حسگر بعد از احتراق می باشد که در تکنولوژی پیشرفته کنترل الکترونیکی خودرو استفاده می شود زیرا با وجود این سنسور ،سیستم به کنترل CLOSE LOOP تبدیل می شود.شکل 9 مفاهیم اساسی سنسور اکسیژن را نشان می دهد ، سنسورسیگنال ولتاژی را به ECU فرستاده و ECU همراه با سنسور اکسیژن و دیگر سنسورها سیگنال سونولوییید انژکتور سوخت را می فرستد.

سنسور اکسیژن بر روی سیستم اگزوز نصب و برای کار کردن با گازهای اضافی باقی مانده در گازهای خروجی بعد از احتراق طراحی و ساخته شده است.برای رعایت استانداردهای آلودگی گازهای خروجی EPA (ENVIROMENTAL PROTECTION AGENCY) آمریکا در اواسط سال 1970 سنسور اکسیژن بر روی موتور های بنزینی نمایان شد تا سعی شود نسبت هوا به سوخت برابر با نسبت استوکیومتری باقی بماند.**شرکت رابرت بوش** اولین شرکت بزرگ تولید کننده انبوه سنسور اکسیژن ،این سنسور را **سنسور لامبدا** نامید.کلمه لامبدا وارونه نسبت استوکیومتری است که با حرف یونانی λ نشان داده می شود.سنسور اکسیژن یک اوج ولتاژ تولید می کندکه نشان دهنده غنی یا رقیق تر از لامبدا (استوکیومتری) بودن مخلوط سوخت و هوا است وبایاس ولتاژسنسور معمولا در 0.450 mv قرار داردهر عددی بالاتر از این مقدار نشان دهنده یک نسبت غنی و مقدار اکسیژن کمتر می باشد،و ولتاژ پایین تر از 0.450 ولت نشان دهنده یک نسبت هوا و سوخت رقیق و مقدار اکسیژن بیشتر گاز خروجی است.

خودروهای ساخته شده بعد از سال 1980 به سنسور اکسیژن مجهز شدند.قبل از معرفی OBD- ц (∏ on-board diagnostics system) بیشتر خودروها تنها یک سنسور اکسیژن داشتند.بیشتر این سنسورهای قدیمی از نوع بدون گرمکن بودند و به گرمای گاز خروجی برای رسیدن سنسور، به دمای کاری خود، امید داشتند.در نتیجه این سنسورها خودرو را برای چند دقیقه در شرایط عملکرد OPEN LOOP نگاه داشته وسبب تولید آلودگی بالایی ا در دود خروجی از لوله اگزوز می شوند.

سنسورهای اکسیژن جدید به یک گرمکن الکتریکی مجهز شده اند، این گرمکن به سیستم اجازه می دهدتا سریع تر به کنترل CLOSE LOOP بعد از استارت موتور سرد برسد.OPEN LOOP به طور ساده یعنی :ECU سیگنال سنسور اکسیژن را دریافت نمی کند و موتور با توجه به برنامه قبلی در شرایط موتور سرد کار می کند ،تا زمانی که سنسور اکسیژن گرم شود یا موتور دقایق زیادی کار کندو سنسور دمای مایع خنک کننده به حداقل دمای کاری خود برسد. در شرایط OPEN LOOP ،ECU از اطلاعات فرس تاده شده از سنسورهای دمای مایع خنک کننده،MAPفشار هوا،دور موتوراستفاده می کند.این صحیح نیست که فرض کنیم ECU در شرایط OPEN LOOP از هیچ اطلاعاتی استفاده نمی کند.با وجود این ،آلودگی گازهای خروجی در بالاترین حد قرار دارد زیرا در شرایط موتور سرد ،موتور مجبور به کارکردن با مخلوط سوخت و هوای غنی می باشدتا از ریپ زدن و مکث در زمان رانندگی جلوگیری کند.

با یک سنسور دارای گرمکن ، ECU می تواند در8 تا 15 ثانیه بعد از استارت موتور سرد،سیستم کنرل آلودگی را به کنترل CLOSE LOOP تبدیل کند،داشتن یک نسبت هوا و سوخت استوکیومتری زودتر ممکن می شودو آلودگی کمتر می شود.

خصوصیات ساختمانی سنسور اکسیژن

ساختار سنسور اکسیزن (دارای گرمکن ،فاقد گرم کن) در بین شرکت های تولید کننده آن، خیلی با یکدیگر متفاوت نیست.شکل10 یک سنسور اکسیژن دارای گرمکن را نشان می دهد.سنسورهای اکسیژن فاقد گرمکن معمولا دارای یک یا دو سیم متصل به خود هستند.در یک مدل دارای دو سیم،

ECU از طریق یکی از سیم ها ولتاژ ورودی مرجع را می فرستد در حالی که سیم دوم ولتاژ برگشتی از سنسور اکسیژن را به ECU باز می گرداند. یک سنسور اکسیژن دارای گرمکن معمولا از سه سیم استفاده می کنند:سیم اول سیم سیگنال ولتاژ سنسور ، سیم دوم حامل ولتاژ گرمکن و سیم سوم اتصال بدنه مجموعه گرمکن .

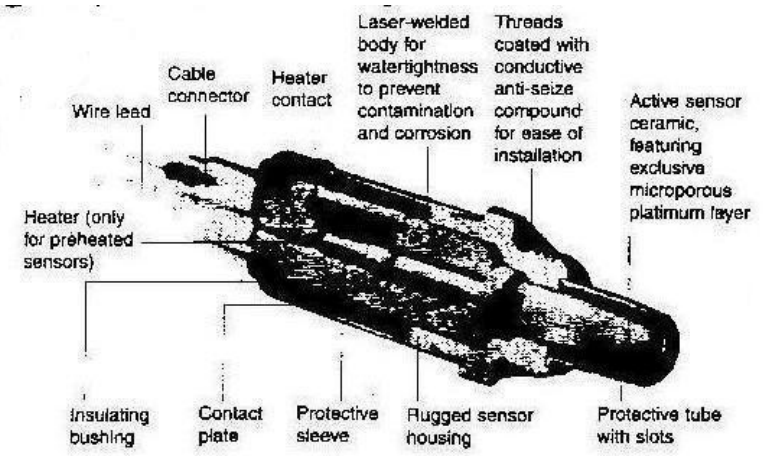


FIGURE 10 Cross-sectional view of a heated oxygen sensor (HEGO). 0.0–1.1 volt signal: High voltage—over 0.6 (rich) Low voltage—under 0.4 (lean). (Courtesy of Robert Bosch Corporation.)

مواد استفاده شده در ساختمان سنسور اکسیژن در طول سال ها تغییر کرده است.هر دو سنسور دارای گرمکن و فاقد گرمکن از مقاومت های نیمه رسانای اکسید های تیتانیوم و الکترولیت های سرامیکی پتاسیومتری اکسیدهای زیرکونیومی ساخته می شوند.برخی مدل های دیگر از لایه پلاتینی متخلخل استفاده می کنند.سنسور اکسیژن در موتورهای انژکتوری باتلورانسی در حدود 0.02٪ مقدار استوکیومتریک کار می کند.سنسور بیش 120 بار در دقیقه سیگنال می فرستد.نسبت بین هوا به سوخت باید بین 0.7 تا 1.25 مقدار لامبدا (استوکیومتریک) باقی بماند.با نسبت 1.25 و بالاتر از آن مخلوط سوخت و هوا قابلیت اشتعال زیادی نخواهد داشت.سطح بیرونی سنسور اکسیژن نشان داده شده در شکل 10 دائما در معرض گازهای گرم خروجی از موتور قرار دارد.سطح داخلی با هوای محیط که از طریق سوراخ هایی واقع در بالای سنسور اکسیژن وارد می می شوند،در تماس

است.تفاوت در مقدار اکسیژن موجود در تماس با دوسطح داخلی و خارجی فشاری ایجاد می کند موجب تولید ولتاژی می شود.

عملکرد سنسور اکسیژن (دارای گرمکن و فاقد گرمکن)

ولتاژ سنسور اکسیژن به ECU فرستاده می شود تا ECU به کمک این سیگنال بتواند مقدار مخلوط هوا و سوخت لازم برای هر یک از انژکتورها را محاسبه کند.بنابراین سنسور اکسیژن مسیول کنترل نسبت هوا به سوخت است و اصلی ترین عملکرد آن ،سعی برای ثابت نگه داشتن نسبت هوا به سوخت در مقدار استوکیومتری (14.7 قسمت هوا به 1 قسمت سوخت)است.در این شرایط: کاتالیست می تواند با کمترین مقدار آلاینده های خروجی واکنش بدهدوخودرو می تواند استانداردهای سازمان محیط زیست EPA را رعایت کند.

شکل 38-2 یک شکل ساده از سیستم کنترل CLOSE LOOP را نشان می دهد.شکل 11 شمای کلی سیستم CLOSE LOOP یک موتور V شکل را نشان می دهد. سنسور اکسیژن و ECU در کنار هم یک مدار CLOSE LOOP را می سازند.یک سنسور اکسیژن در حقیقت یک کلید غنی / رقیق برای نسبت هوا و سوخت می باشد.سنسور اکسیژن به مدار نظارتی، کنترلی سیستم OBD-II اجازه آشکارسازی معایب سیستم و مشکلات کاتالیست را می دهد. یک چراغ عیب نما (MIL) بر روی داشبورد نصب شده است و هنگام بروز مشکل در سیستم روشن خواهد شد.یک یا چند کد خطا نیز در حافظه ECU ثبت خواهد شد تا در رفع عیب سیستم به تعمیرکار کمک کند.

عملکرد CLOOSE LOOP سنسور اکسیژن

یک سنسور اکسیژن فاقد گرمکن نیاز به دمایی بین 300 تا 600 درجه سانتی گراد (572 تا 620 فارنهایت)دارد تا سیستم به کنترل CLOOSE LOOP تبدیل شود. ولی یک سنسور اکسیژن دارای گرمکن در مدت 10 الی 15 ثانیه سیستم را به کنترل CLOOSE LOOP تبدیل می کند،هنگامی که دمای آن به دمایی بین 700 تا 800 درجه سانتی گراد(1292 تا1472 فارنهایت) برسد.

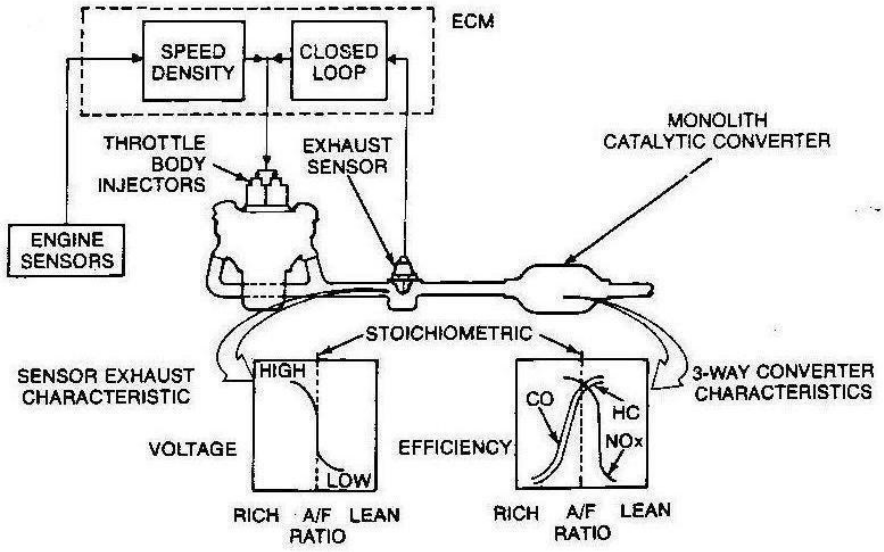


FIGURE 11 Schematic diagram of a closed-loop circuit where the ECM/PCM accepts signals from the O2S or HEGO sensor; during open-loop, the signals from the sensor are ignored. (Courtesy of General Motors Corporation, Service Operations.)

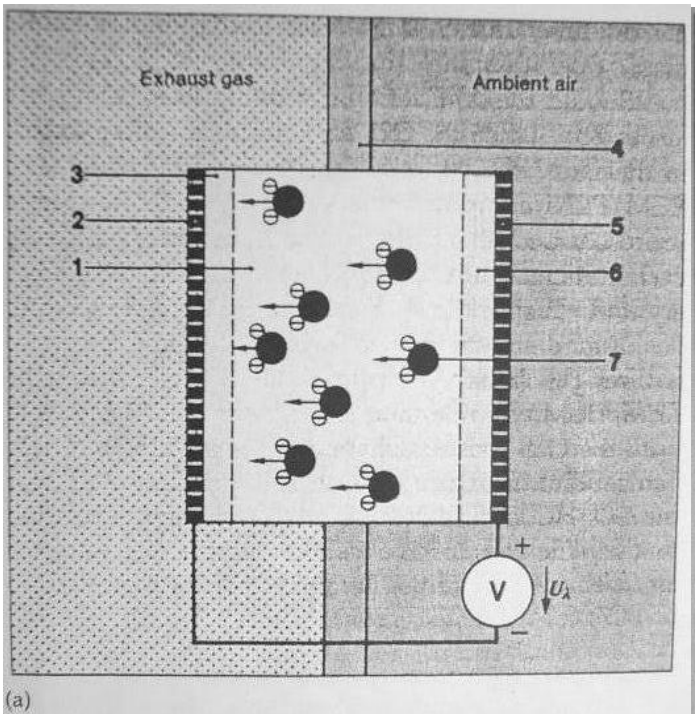
در سنسور اکسیژن دارای گرمکن ، ECU یک ولتاژ بایاس در حدود 450 mv را از ابتدای باز شدن سوییچ، دائما به سنسور می فرستد.در شرایط عملکرد CLOSE LOOP ،ولتاژ برگشتی از سنسور به ECUمقدار اکسیژن نسوخته در گازهای خروجی را نشان می دهد.راننده مسئول تغییر سرعت و بار موتور ،بوسیله تغییر پدال گاز برای افزایش یا کاهش مقدار سوخت برای رسیدن به شرایط دلخواه جدید خودرو می باشد.

برای آنکه ECU زمان باز بودن انزکتور سوخت را تغییر دهد،مقدار سوخت تزریقی جدید را تنظیم کند،به زمان احتیاج دارد ،بدان معنی که ولتاژخروجی سنسور اکسیژن،در این مدت بین اندکی سوخت غنی و اندکی سوخت رقیق نوسان خواهد کرد.ولتاژ خروجی سنسور اکسیژن تقریبا بین 100mv (مقدار اکسیژن بالا = مخلوط هوا به سوخت رقیق)و 900 mv (مقدار اکسیژن پایین = مخلوط هوا به سوخت غنی)تغییر می کند.به طور خلاصه یک مخلوط رقیق ، ولتاژ برگشتی به ECU پایینی تولید می کند که سبب رویه ای برای غنی تر شدن مخلوط سوخت و هوا می شود.یک مخلوط غنی ولتاژ برگشتی به ECU بالایی تولید می کند که با یک سیگنال ضعیف به سولونوئید انژکتورها پاسخ داده می شود.برای کنترل آلاینده های HC (هیدروکربن ها) CO (منوکسید کربن) و NO_x (اکسیدهای نیتروژن)یک کاتالیست کانورتر نیز همراه با سنسور اکسیژن استفاده می شود.

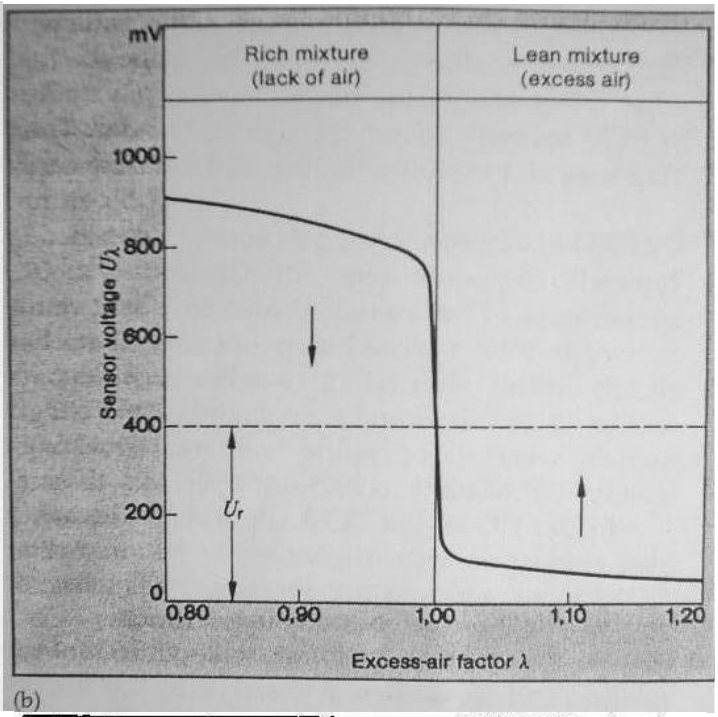
هردو نوع سنسور اکسیژن (دارای گرمکنو فاقد گرمکن) به روش مشابهی کار می کنندزیرا موادی که در هر دو نوع به کار رفته اند مانند الکترولیت باتری عمل می کنند.در هر دو نمونه ، وقتی سنسور سرد است ماده سرامیکی به عنوان عایق عمل کرده ودر دماهای کاری مواد سنسور به عنوان یک نیمه رسانا عمل می کنند.روکش پلاتینی در سطح خارجی سنسور به احتراق بیشتر گازهای خروجی کمک می کند،این کار مخصوصا در سنسورهای فاقد گرمکن به باقی ماندن المنت در دمای مطلوب کاری خود کمک خواهد کرد.به علاوه،دارای یک محفظه پر از هوای محیط است.توجه داشته باشید که هوای محیط 21٪ اکسیژن و 79٪ نیتروژن است.

سنسور لامبدا (اکسیژن) از یک الکترلیت جامد ساخته شده از ماده سرامیکی ZRO (اکسید زیرکونیم ،زیرکونیک)،تولید می شود.در دماهای بالا ،الکترولیت از خود رسانایی الکتریکی نشان می

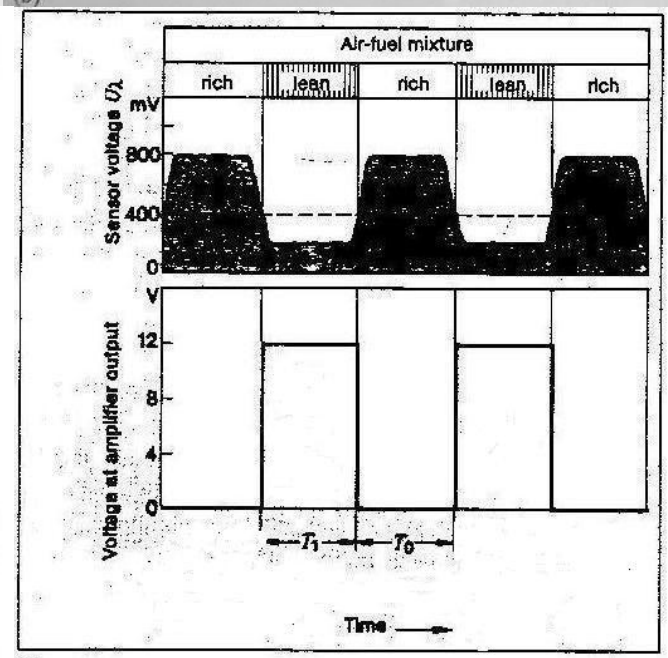
دهد که در اتصالات سنسور ولتاژ گالوانیک مشخصی تولید می کند ،مانند آنچه در شکل (a) 12 نشان داده شده است، با توجه به شکل ولتاژ تولیدی به مقدار اکسیژن موجود در اطراف دو الکترود (2) و (5) بستگی دارد.توجه داشته باشید که الکترود سمت گازهای خروجی (2) پلاتین متخلخلی است که به عنوان کاتالیزور عمل می کند.تفاوت بالای مقدار اکسیژن در مناطق مرزی (3) و (6) ،سبب افزایش ولتاژ U در الکترودهای سنسور لامبدا می شود.الکترود (5) با هوای محیط با غلظت اکسیژن ثابت 21٪ حجم هوا در تماس است. الکترود (2) و منطقه مرزی(3) بوسیله گازهای خروجی شامل اکسیژن ناچیزی در حدود 0.1 تا 0.3 ٪ حجم گازها ،احاطه شده اند. این مبتنی بر آن است که حجم هوای فشرده شده قبل از احتراق با فاکتور هوای اضافی، 0.95 لامبدا باشد.**گالوانیک** (محرک ،الکتریکی ، اتفاقی) اصطلاحی برای تشریح مشخصات واکنش به جریان الکتریسیته استفاده می شود.ولتاژ خروجی سنسور به طور منظم با توجه به مقدار اکسیژن موجود در جریان گازهای خروجی مرتبط با هوای جو محیط اطراف،تغییر خواهد کرد.محفظه داخلی سنسور اکسیژن قطب مثبت این ترمینال الکتریکی را تشکیل می دهد،مدامیکه سطح خارجی سنسور اکسیژن با گازهای خروجی در تماس است،قطب منفی جریان الکتریکی را می سازد.به دلیل خواص الکترولیت موجود در بین دو سطح ،یک تبادل یونی به وجود می آید (یک یون ،یک اتم یا یک مولکول حامل بار الکتریکی است.بنابراین یک واکنش یونی یون ها راشکل داده یا مولکول های اکسیژن باقی مانده در گازهای خروجی بعد از احتراق را به یون تبدیل می کند) که نتیجه آن ولتاژ کوچکی است که بر پایه مقدار اکسیژن باقی مانده در گازهای خروجی بعد از احتراق تولید می شود.



(a)



(b)



(c)

FIGURE 12 (a) Concept of basic operation of a Lambda (oxygen) sensor.
1—solid electrolyte
2—electrode (porous), exhaust gas side
3—border zone, exhaust gas side
4—partition (exhaust pipe)
5—electrode (porous) atmospheric air side
6—border zone, atmospheric air side
7—oxygen ion with two negative charges
(b) Voltage characteristic of a Lambda (oxygen) sensor at an operating temperature of 800°C (1472°F); U_r is the control voltage, while the arrows indicate the Lambda sensor control direction for both a rich and lean air/fuel ratio condition when the stoichiometric condition is above or below Lambda (14.7:1). (c) Pulse diagram of the Lambda control system where T_1 = pulse duration and T_0 = the pulse interval. (Courtesy of Robert Bosch Corporation.)

بنابراین، مقدار اکسیژن بارهای الکتریکی متفاوتی ایجاد خواهدکرد.ماده متخلخل سنسور اساسا به عنوان یک اسفنج ،عمل جذب مولکولهای اکسیژن را انجام می دهد.مقدار اکسیژن گازهای خروجی ،مقاومت سنسور در نتیجه ولتاژ خروجی سنسور را تغییر خواهد داد.

شکل (b) 12 واکنش سنسور به کمبود هوا (مخلوط غنی)یا هوای اضافی (مخلوط رقیق) هنگام تغییر مخلوط هوا و سوخت از رقیق به غنی را نشان می دهد.منطقه مرزی (3) در شکل (a) 12 بوسیله اکسید شدن کاتالیست از اکسیژن خالی می شودو یون های اکسیژن به سمت الکترود (2) جایی که با تخلیه شدن سبب یک افزایش سریع در ولتاژ خروجی سنسور می شوند ، حرکت می کنند.حرکت برگشتی هنگامی انجام می شود که تغییر مخلوط غنی به مخلوط رقیق همراه با کاهش ولتاژ خروجی سنسور اتفاق می افتد.

شکل (c) 12 نشان می دهد که واکنش سنسور اکسیژن در یک سیگنال پالسی خروجی نشان داده می شود،که سیستم برای تصحیح نسبت هوا و سوخت اقدام می کند که گاهی همراه با تغییر ولتاژ سولونویید انژکتورها و تغییر کمیت سوخت پاشیده شده به سیلندرها است.سپس سنسور اکسیژن باید تا خارج شدن گازهای خروجی از سیلندر بر طبق تنظیمات جدید نسبت هوا و سوخت صبر کند و برطبق آن واکنشی انجام دهد.این زمان تاخیر را به عنوان **زمان مرده** شناخته می شود.

تغییر شرایط کارکرد موتور سبب نوسان نسبت هوا و سوخت بین 14.5 تا 14.8بر اثر فرمان ECUمی شود،که در این شرایط سنسور اکسیژن ولتاژی بین 100mv (مقدار اکسیژن بالا = مخلوط هوا به سوخت رقیق)و 900 mv (مقدار اکسیژن پایین = مخلوط هوا به سوخت غنی) تولید خواهد کرد.گازهای خروجی هنگامی که سیستم در حالت CLOSE LOOP قرار دارد ،غنی

است.یک مخلوط غنی یا احتراق ناقص در یک یا چند سیلندر، سبب کاهش اکسیژن آزاد می شود و در نتیجه ولتاژ سنسور اکسیژن از ولتاژ ورودی از ECU بیشتر خواهد شد.این سبب خواهد شد که ولتاژ سنسور اکسیژن تقریبا تا 600 mv افزایش یابد،یک سطح که به عنوان **switching point** شناخته می شود که در شکل 2-41(a) نشان داده شده است. در این ولتاژ،سیگنال برگشتی به سیستم نظارتی ECU سبب می شود که ECU به جداول پیش برنامه ریزی شده ئاخلی خود مراجعه کند و تغییرات لازم برای سولونویید انژکتورها را به منظور کاهش نسبت هوا و سوخت و

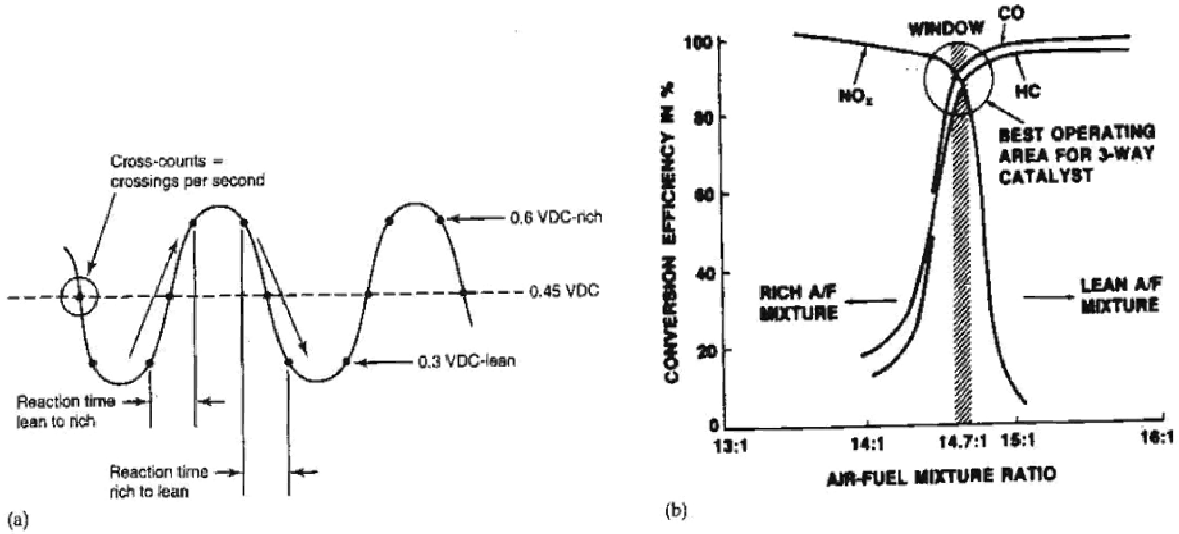
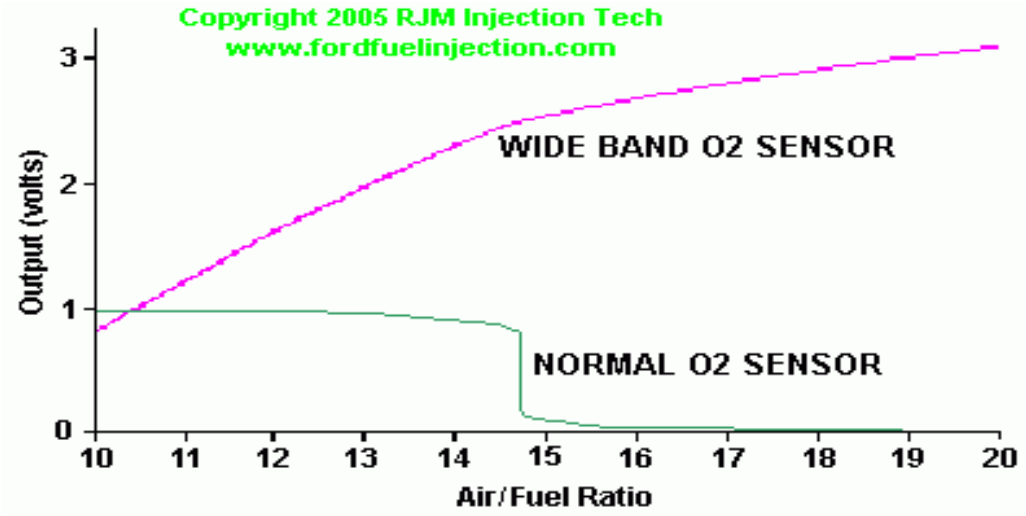


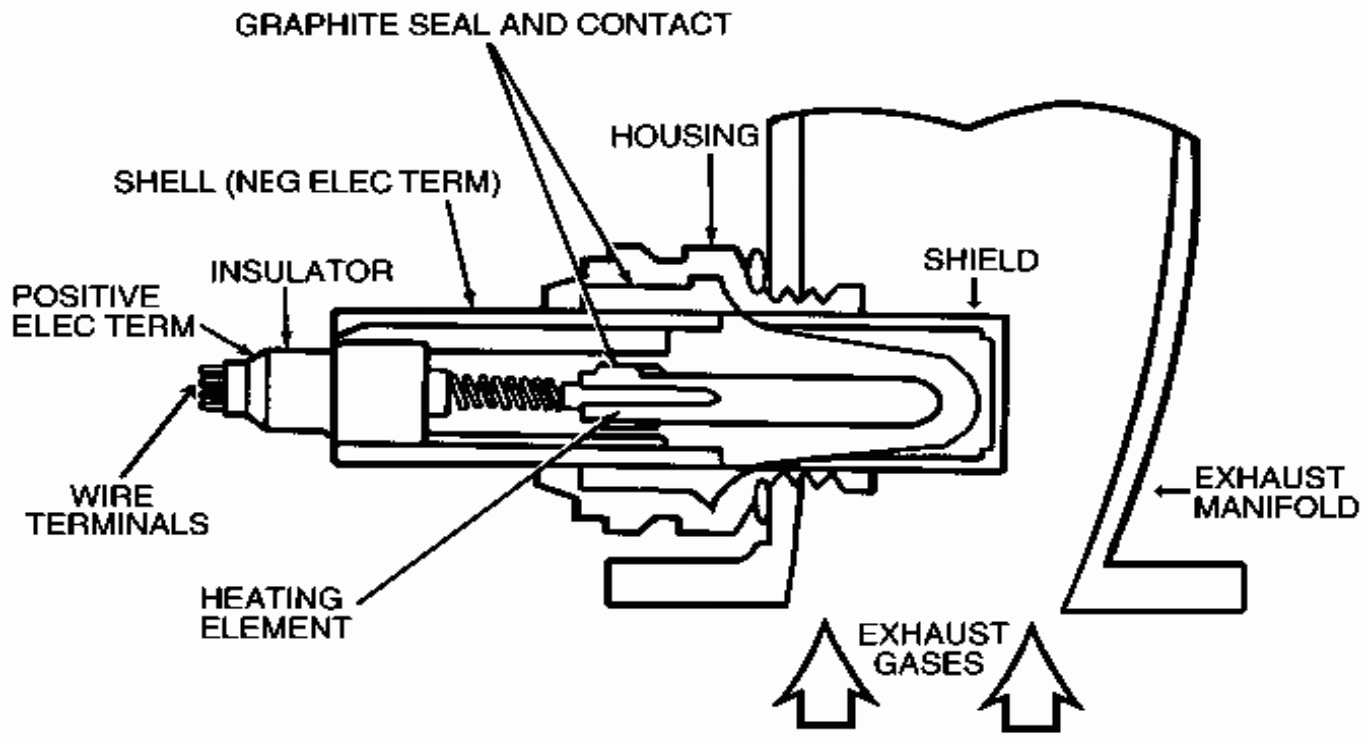
FIGURE 13 (a) Analog signal of the oxygen sensor; the cross counts are the number of times that the O2 sensor voltage signal changes above or below 0.45 volt/second. (Courtesy of SPX Corporation.) (b) Schematic of how the exhaust emission percentages change in relation to catalytic converter efficiency, air/fuel ratio, and the HO2S response. (Courtesy of General Motors Corporation, Service Operations.)

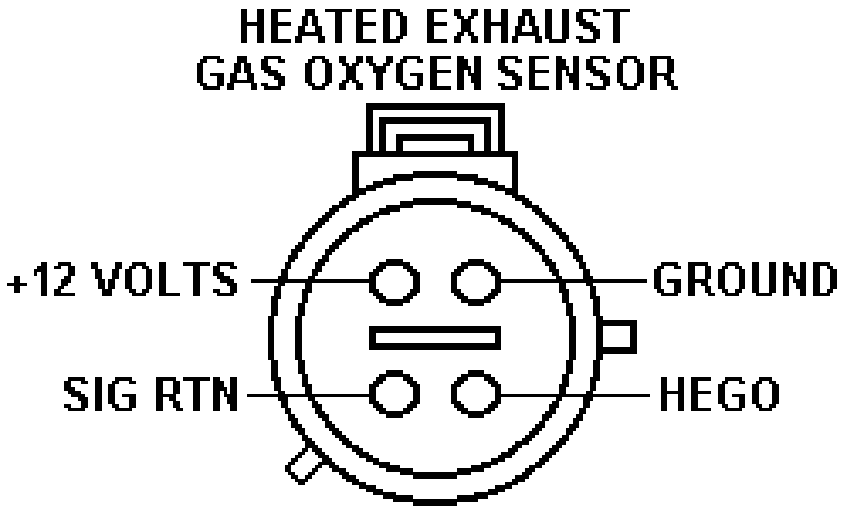
رساندن سیستم به منطقه عملکرد استوکیومتری، محاسبه کند. شکل 13(a) ولتاژ انالوگ یک سنسور اکسیژن نوعی را در زمانی که نسبت هوا و سوخت در یک محدوده زمانی کم برای باقی ماندن در شرایط استوکیومتریک ،کم و زیاد می شود. شکل 13 (b) رابطه تغییر مقدار HC ، CO و

NO_x وکارآیی کاتالیست کانورتر را با نسبت هوا و سوخت اطراف مقدار لامبدا (استوکیومتری)نشان می دهد.

یک سنسور اکسیژن شرکت فورد را می بینیم.




GRAPHITE SEAL AND CONTACT
HOUSING
SHELL (NEG ELEC TERM)
INSULATOR
SHIELD
POSITIVE
ELEC TERM
WIRE
TERMINALS
HEATING
ELEMENT
EXHAUST
MANIFOLD
EXHAUST
GASES


HEATED EXHAUST
GAS OXYGEN SENSOR
+12 VOLTS
GROUND
SIG RTN
HEGO

سنسور ضربه

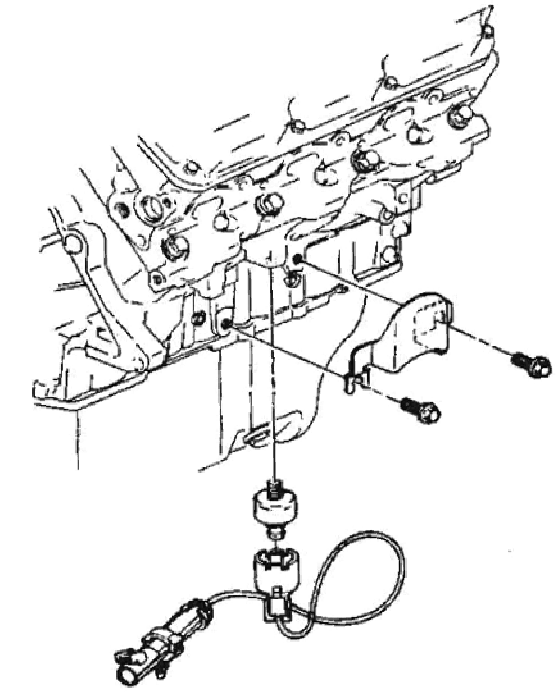
یک انفجار (سوختن)کنترل نشده در محفظه احتراق می تواند شعله ای برخلاف شعله معمول هنگام جرقه زنی تولید کند.این فشارهای مخالف (جبهه های شعله)به یک ضربه که صدای بلند مشخص آنرا در هنگام رانندگی می توان شنید ،منجر می شود.یک سنسور ضربه KS یک عضو اصلی سیستم کنترل موتور است که برای کنترل پیوسته آوانس جرقه استفاده می شود ،که معمولا برای **محدود کردن ضربه** به منظور بهبود صرفه جویی سوخت و افزایش توانایی خروجی موتور برنامه ریزی می شود.هنگامی که از سوخت با عدد اکتان مختلف در یک موتور استفاده می شود ،سنسور ضربه نقش خیلی مهمی در کنترل آوانس جرقه ایفا خواهد کرد.سنسور بر روی بدنه موتور نصب می شود(موقعیت بین تولیدات و مدل های مختلف موتور متفاوت است)شکل 14-aموقعیت یک نوع سنسور ضربه را نشان می دهد.

طراحی های مختلفی از سنسور ضربه مورد استفاده قرار می گیرد.شکل 14-b یک نوع پیزوالکتریک که مورد استفاده قرار می گیرد را نشان می دهد.هنگامی که ضربه ای در سیلندر آشکار می شود و فرکانس آن با فرکانس نوسان صفحه مدور قطعه پیزوالکتریک هماهنگ می شود،یک سیگنال ولتاژ در اثر رزونانس بوجود می آید.یک ولتاژ خروجی آنالوگ سنسور در شکل 15 نشان داده شده است.

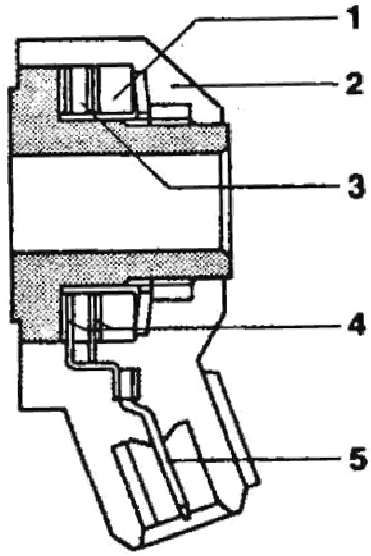
عملکرد

تایمینگ جرقه ،فشار سیلندر و عدد اکتان سوخت همه بر ولتاژ خروجی سنسور ضربه تاثیر دارند و افزایش هرکدام با افزایش ضربه موتور همراه خواهد بود. rms (جذز مربع میانگین) ولتاژ در شروع در 700 rpm 20mv است و در 5000rpm به 600mv افزایش می یابد.هرگاه ولتاژ خارج از این محدوده کارکرد قرار گیرد یک کد خطا در حافظه ECU ثبت خواهد شد.

در صورت آشکار شدن ضربه جرقه ،ECU تایمینگ جرقه را ریتارد می کند.



(a)



1—seismic mass; 2—potting compound; 3—piezo-ceramic element; 4—contacts; 5—terminals.

(b)

FIGURE 14 (a) One location for a knock sensor. (Courtesy of General Motors Service Operations). (b) Simplified line diagram of a piezoceramic knock sensor. (Courtesy of Robert Bosch Corporation.)

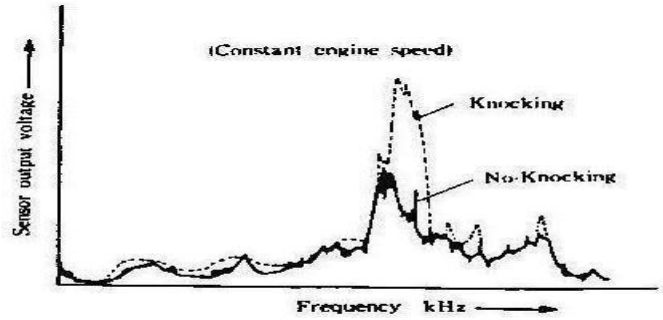
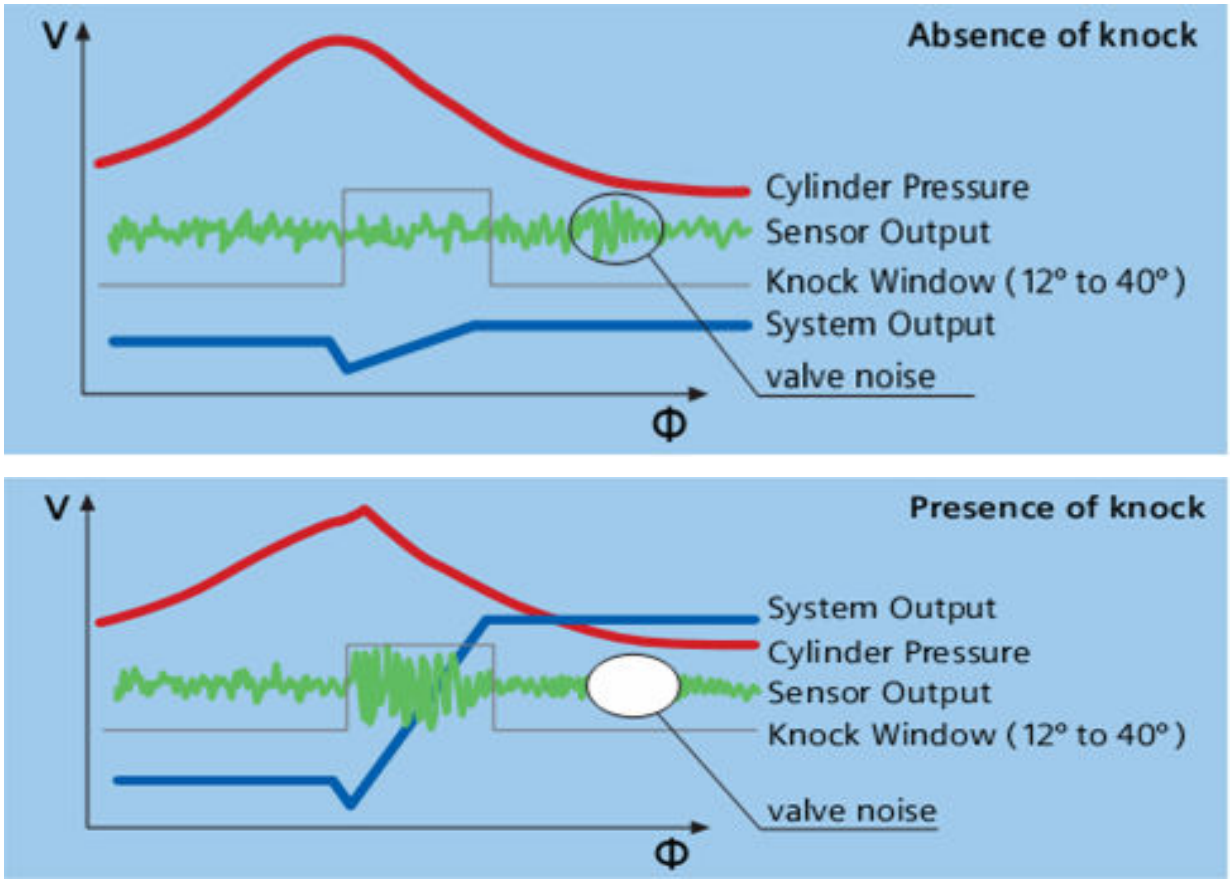


FIGURE 15 Knock and no-knock waveform trace of the output characteristics of a typical knock sensor.



اساسا ضربه در برخی ازشرایط کارکرد موتور از قبیل فشار بالای سیلندر و آوانس زیاد جرقه اتفاق می افتد. نتیجه ضربهافزایش خیلی سریع در فشار سیلندر است که به نوسان سریع در امواج فشار تولیدی منجر می شود. ضربه شدید می تواند به تاج پیستون آسیب برساند.

اساسا دونوع سنسور ضربه مورد استفاده قرار می گیرد. سنسور ضربه BROADBAND RESONANT ، که یک مدل پیزوالکتریک خود مولد با ولتاژ بالا است که در همه موتورهای جرقه از جمله موتورهای دو زمانه به کارمی رود.این مدل به فرکانس های بالاتر از 1000hz واکنش نشان خواهد داد.میانگین ولتاژ خروجی این سنسور 550 تا 1050VHz/g در یک بار مقاومتی 2KOhm،برای فرکانس های موجود 5200 تا 8000Hz خواهد بود. شکل 16 یک سنسور ضربه و موج ولتاژ آن را هنگام کارکرد در 7000Hz را نشان می دهد.

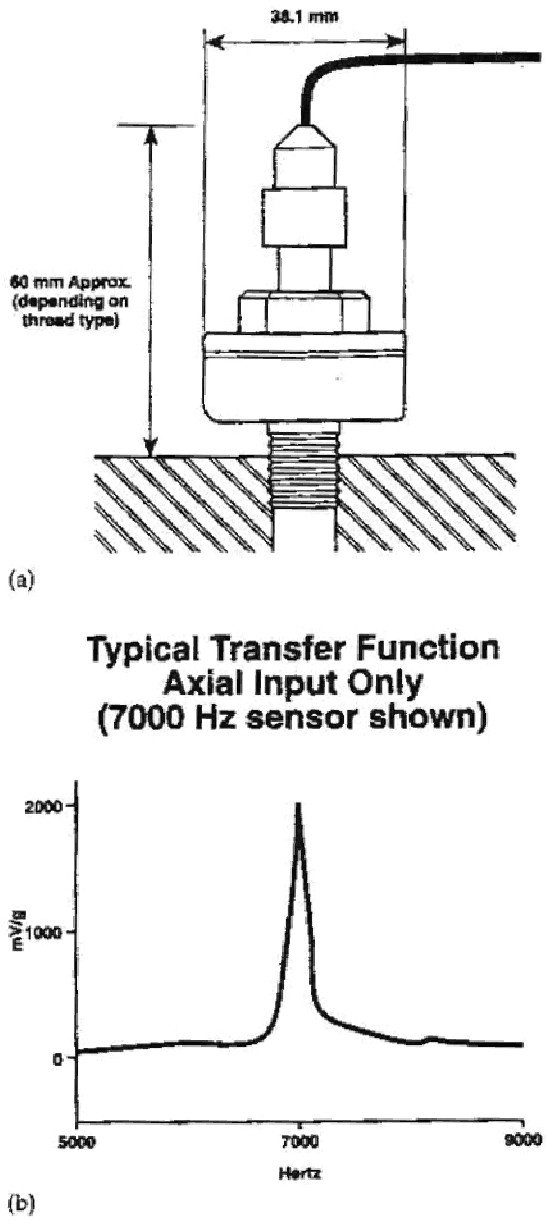


FIGURE 16 (a) Broadband resonant knock sensor threaded into the engine block or cylinder head. (b) Typical waveform produced by a broadband resonant knock sensor. (Courtesy of Delphi Automotive Systems.)

نوع دوم سنسور ضربه ،مدل FLAT RESPONCEاست که تفاوت آن با نوع BROADBAND در محدوده کارکرد 5 تا 13KHz است.شکل 17 یک سنسور ضربه نوع FLAT RESPONCE و موج ولتاژش را نشان می دهد.این نوع سنسور با یک ولتاژ خروجی 27±10Mv/Gبر روی 5 تا 13 kHz در یک بار مقاومتی 100kOhm کار می کند. ولتاژ سنسور به ECU برگشته و ECU می تواند بیشترین آوانس را در اکثر حالات مشخص کند.ECU بر رله های مدار پردازش ولتاژ لحظه ای به منظور معین کردن مقدار ولتاژخروجی سنسور،نظارت می کند.ترکیب سیم کشی یک سنسور ضربه در شکل 18 نشان داده شده است.مدول سنسور ضربه یک ولتاژ پیوسته به ECU می فرستد.هنگامی که سنسور اکسیژن شرایط ضربه زنی موتور را تشخیص دهد، ولتاژ

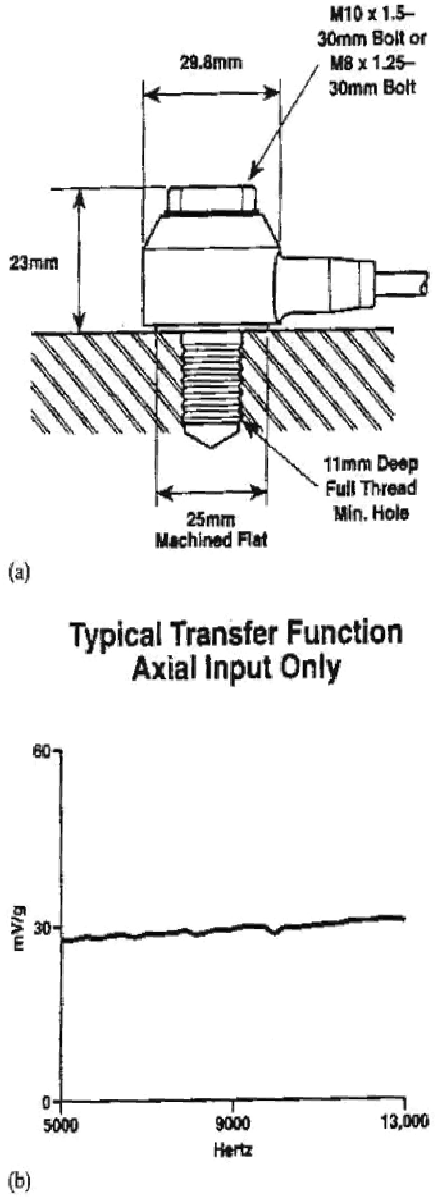


FIGURE 17 (a) Flat response knock sensor bolted to the engine block. (b) Typical waveform for a flat response knock sensor. (Courtesy of Delphi Automotive Systems.)

مدول سنسور به ECU کاهش می یابدو ECU تایمینگ جرقه زنی را ریتارد می کند.عمل ریتارد اصولا در دورموتور بالاتر از 900rpm انجام می شود. همان طور که در

مدار ترکیب پایه سنسور ضربه نشان داده شده در شکل a19 مشخص است، فرکانس سنسور به یک مدار فیلترهدایت می شود تا سطح سیگنال صدا بوسیله فیلتر مسیر مشخص شود.مقدار اوج سیگنال

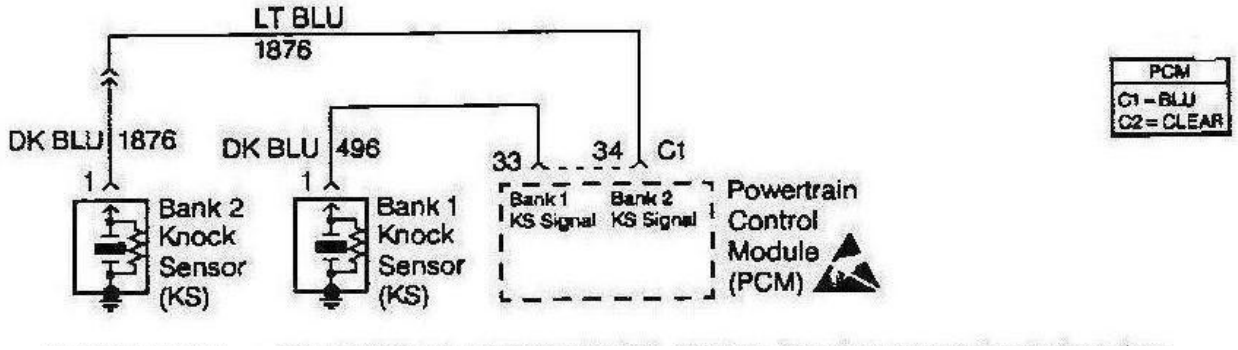
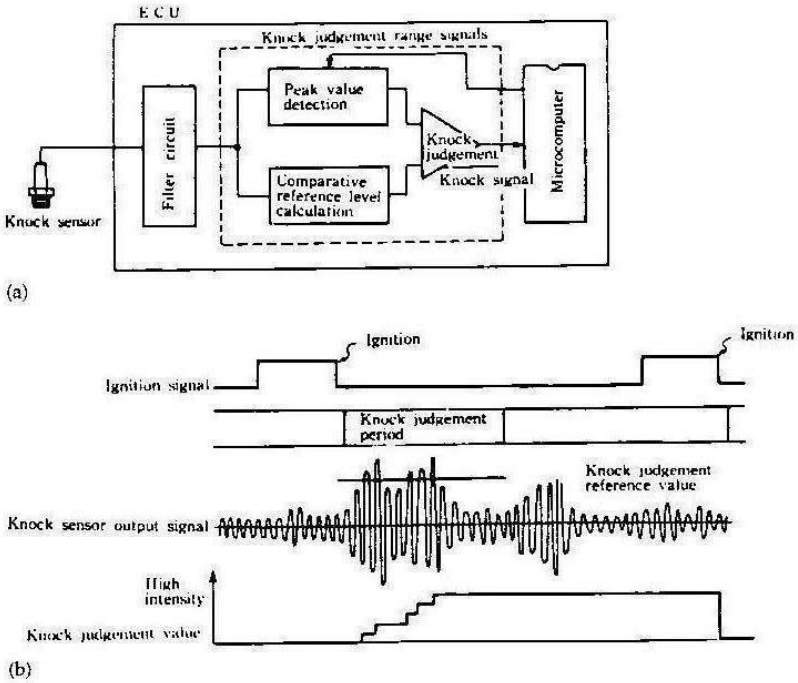


FIGURE 19 (a) Simplified schematic configuration for an engine knock sensor control system. (b) Typical knock sensor control system timing diagram.



سنسور در یک بازه زمانی مشخص بعداز جرقه زنی برای ریتارد تایمینگ جرقه زنی استفاده می شود. مقدار اوج(peak) سیگنال با یک مقدار مرجع مشخص شده صدا (سطح صدای زمینه) -از مقدار میانگین سیگنال هنگام نبود ضربه محاسبه می شود-برای مشخص شدن وجود یا عدم وجود ضربه احتراق مقایسه می شود.یک مثال از چارت زمانی سنسور ضربه در شکل 19(b) نشان داده شده است.

تایمینگ جرقه به نسبت ضربه ای که آشکار می شود ریتارد می شود. جرقه سپس به تدریج تا آشکار شدن یک ضربه جدید آوانس می شود.اگر ECU یک سیگنال ضربه (ولتاژ پایین) ،اما برای کمتر از 5ثانیه دریافت کند سیستم سنسور اکسیژن سالم فرض می شود.اگر یک ولتاژ پایین برای بیش از 5 ثانیه برای یک موتور روشن آشکار شود ،یا ولتاژ سنسور در مقدار بالا باقی بماند،یک بررسی کاربردی توسط ECU انجام می شود.این چک عبارت است: ECU اگر دمای مایع خنک کننده موتور بالاتر از 95 درجه سانتی گراد(194درجه فارنهایت) باشدو موتور زیر بار شدید (نزدیک دریچه گاز تمام باز) باشد،تایمینگ جرقه را آوانس می کند.ECU ولتاژ سنسور را چک خواهد کرد ،اگر ضربه ای آشکار نشود ،چراغ هشدار دهنده بر روی داشبوردِ تا قطع جرقه یا آشکارسازی ضربه بعدی روشن خواهد ماند.

سنسور های دما

خودروهی امروزی نیاز به آن دارند که ECU بر همه وسایل کنترل آلایند های مختلف به خوبی سایر سیستم های مهم ،برای اطمینان از خارج نشدن از پارامترهای نرمال نظارت داشته باشد.بنابراین به کار گیری تعدادی از سنسورها برای آگاه ساختن ECU از عملکرد دمایی برخی از سیستم های هوا یا مایعات ضروری است.برخی یا همه سنسورهای موردنیاز که مورد استفاده قرار می گیرند:

1. هوای ورودی_بین 40- تا 170 درجه سانتی گراد
2. هوای محیط اطراف _ بین 40- تا 60 درجه سانتی گراد
3. فضای داخلی سرنشینان _ بین 20- تا 60 درجه سانتی گراد
4. اواپراتور هوا _ بین 10 - تا 50 درجه سانتی گراد
5. مایع خنک کننده موتور _ بین 40- تا 130 درجه سانتی گراد
6. روغن موتور_ بین 40- تا 170 درجه سانتی گراد
7. روغن سیستم انتقال قدرت _مانند روغن موتور
8. باتری _بین 40- تا 100 درجه سانتی گراد
9. سوخت _ بین 40- تا 120 درجه سانتی گراد
10. فشار تایر _بین 40- تا 120 درجه سانتی گراد
11. گاز خروجی _بین 100 تا 1000 درجه سانتی گراد
12. کلیپر ترمز_ بین 40- تا 2000 درجه سانتی گراد
13. دمای سر سیلندر – 250 درجه سانتی گراد

عملکرد سنسور دمای مایع خنک کننده

دمای مایع خنک کننده موتور ECT (Engine Coolant Temperature) یا سنسور دمای مایع خنک کننده موتور CTS (Coolant Temperature Sensor) یک ترمیستور(مقاومت گرمایی ،ترکیبی از دو کلمه مقاومت و گرما است) است.یک مثال از یک CTS در شکل 20 نشان داده شده است.سنسور در موقعیت هی مختلفی از موتور نصب می شود ولی معمولا نزدیک به پوسته ترموستات نصب می شود.دمای پایین مایع خنک کننده یک مقدار مقاومت بالا در سنسور تولید می کند.(به طور ومیانگین در حدود 100 کیلو اهم در دمای 40- درجه فارنهایت) در دماهای کاری 130 درجه سانتی گراد/ 260 درجه فارنهایت مقدار مقاومت پایین در حدود 70 اهم است.ECU یک ولتاژ 5ولتی به سنسور می فرستد و ولتاژ برگشتی به ECU بسته به دمای مایع خنک کننده موتور متفاوت خواهد بود.ECU این ولتاژ را با جداول از پیش برنامه نویسی شده در حافظه خود برای تعیین دمای کاری مقایسه می کند.

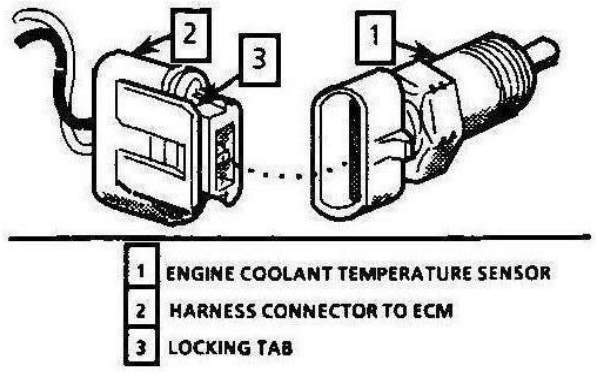


FIGURE 20 Example CTS (coolant temperature sensor); a similar sensor can also be used for both the engine oil and fuel temperature sensors. (Courtesy of General Motors Corporation, Service Operations.)

سنسورهای دما معمولا بر دو نوع ساخته می شوند:1- (Positive Temperature Coefficient)PTC که مقاومت با افزایش دما افزایش می یابد،و بسیار رایج تر (Negative temperature Coefficient)NTC که با افزایش دما مقاومت کاهش می یابد.شکل 21 این دو نوع سنسور را با هم مقایسه کرده است.تبدیل تغییر مقاومت سنسور به یک سیگنال خروجی آنالوگ توسط مواد به کار رفته در سنسور که اندازه گیری خطی موثرتری را فراهم می کنند انجام می شود.دما هم چنین در برخی سیستم های خودرو نشان دهنده خطا یا اثرات ناخواسته گرما است.

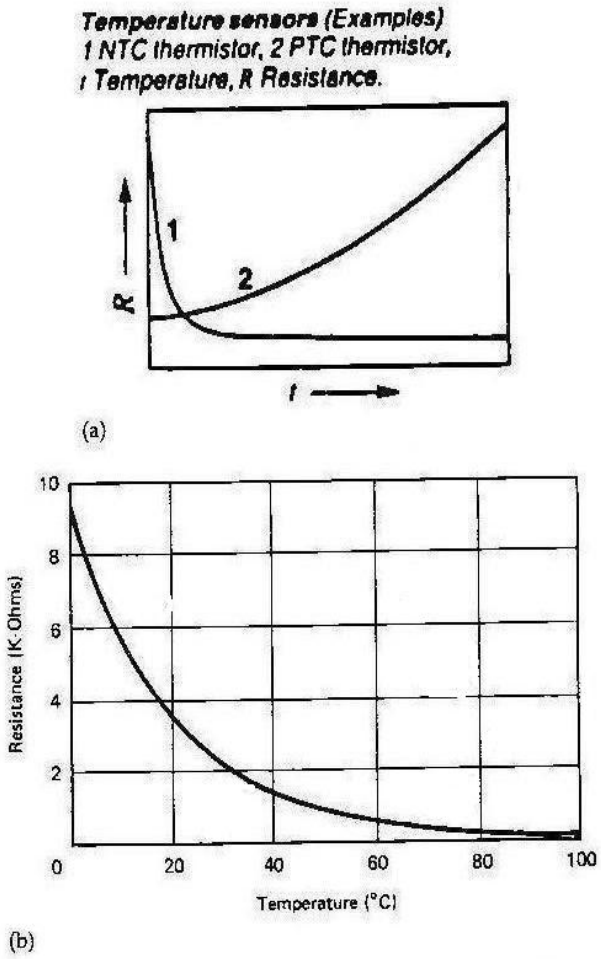


FIGURE 21 (a) Graph showing the operation of both a NTC (negative temperature coefficient), item 1, and a PTC (positive temperature coefficient), item 2, coolant temperature sensor (CTS). (b) Sample CTS-NTC sensor resistance values versus coolant temperature.

انواع سنسورهای دما

سنسورهای NTC (رسانای حرارت ،ترمیستور) از سرامیک متخلخل اکسید فلزات سنگین و کریستال های مخلوط اکسید شده ساخته می شود.این مواد از برخی مواد نیمه رسانا هستند که یک منحنی

واکنش نمایی وارونه از خود نشان می دهند.دامنه دمایی آنها معمولا بین 40- تا 850 درجه سانتی گراد است(40- تا درجه فارنهایت).

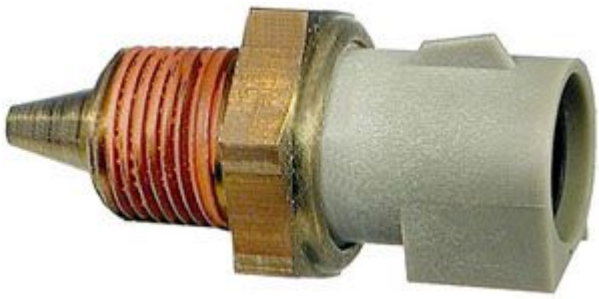
سنسورهای TFMR(Thin-Film Metallic Resistors) ،که از یک لایه سیلیکونی بین دو مقاومت متعادل کننده (خنثی نسبت به دما)تشکیل می شوند،نهایت دقت را برای روزها و کیلومترهای زیادی فراهم می کنند.مواد اصلی اغلب شامل سرامیک ،شیشه و پلاستیک با لایه فوقانی تشکیل شده از قالب و رنگ های پلاستیکی ،فویل های به هم چسبیده،شیشه و پوشش سرامیکی که برای جدا کردن آنها از بخش سنجش سنسور استفاده می شود،است.

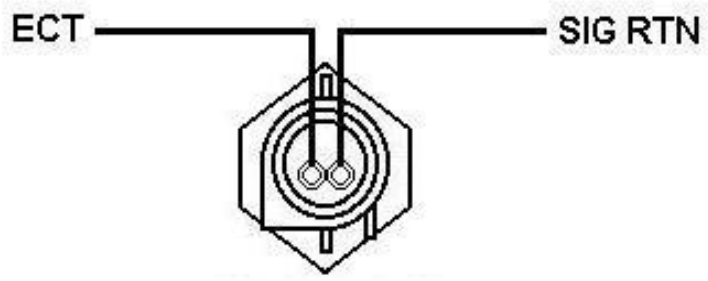
سنسورهای TFR(Thin-Film Resistor) که با مقاومت ویژه بالا (سطح مقطع کمی مورد نیاز است)و PTC وNTC به کارمی بردند و اساسا به عنوان سنسورهای اندازه گیری – جبران کننده به کار برده می شوند.هردوی سنسورهای TFR و TFMR در سیتم های جرقه زنی به کار می روند.

در یک مثال از چگونگی استفاده از ولتاژ برگشتی سنسور دما توسط ECU،می توان به پاشش بهینه سوخت ورودی و تایمینگ جرقه زنی مخصوصا در موتور سرد اشاره کرد که بر پایه دمای مایع خنک کننده موتور است.برخی موتورها به دمای روغن موتور یا ترکیبی از دمای موتور و دمای مایع خنک کننده موتور برای کنترل جرفه زنی و سوخت رسانی تکیه می کنند.بر پایه سیگنال سنسور دما در شرایط روشن شدن موتور سرد ،ECU برای افزایش سرعت پایه دور آرام و آوانس تایمینگ جرقه زنی اقدام می کند.اساسا،این سبب خواهد شد که دور آرام پایه چندین صد دور در

دقیقه بالاتر از شرایط موتور گرم باشد.سرعت دور آرام نامی موتور هنگامی که دمای موتور یا دمای روغن به پایین ترین دمای کاری برسد به حالت نرمال برمی گردد.

سنسور دمای مایع خنک کننده موتور شرکت فورد را می بینیم.

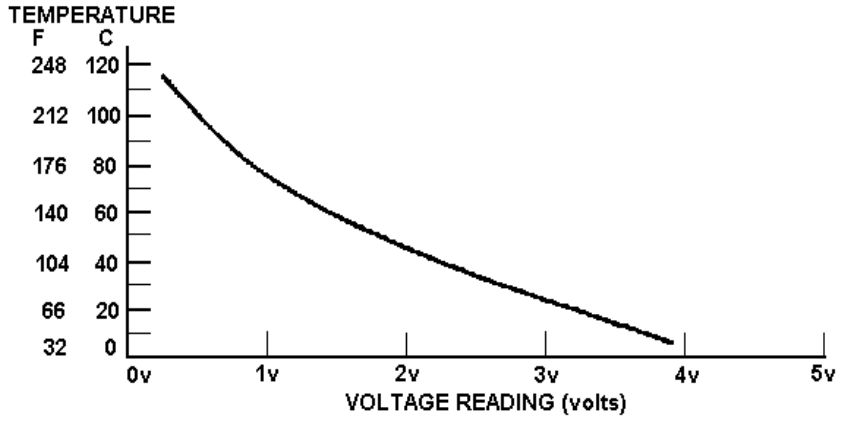




ENGINE COOLANT TEMP SENSOR (ECT)

Engine Coolant Temperature Sensor

Temperature		Voltage	Resistance
F°	C°	Volts	K ohms
302	160	0.12	0.54
267	131	0.20	0.80
250	**120**	**0.30**	**1.18**
230	110	0.36	1.55
212	100	0.47	2.07
194	90	0.61	2.80
176	80	0.80	3.84
158	70	1.04	5.37
140	60	1.35	7.60
122	50	1.72	10.97
104	40	2.16	16.15
86	30	2.62	24.27
68	20	3.06	37.30
50	**10**	**3.70**	**58.75**
32	0	3.97	65.85
14	-10	4.42	78.19
-4	-20	4.87	90.54
-22	-30	4.89	102.88
-40	-40	4.91	115.23



سنسور دمای هوای ورودی / دمای هوای منیفولد

اصطلاح IAT (دمای هوای ورودی Intake Air Temperature) و MAT (دمای هوای منیفولدManifold Air Temperature) هردو برای سنسوری به کارمیروند که کارکرد اصلی آن آگاه ساختن ECU از دمای هوای ورودی به سیلندرهای موتور است.مقاومت آن با افزایش دمای هوای محیط اطرافش کاهش می یابد.سیگنال سنسور IAT برای تنظیم تایمینگ جرقه زنی و معین کردن ولتاژانژکتور بر طبق چگالی هوای ورودی ،به کار می رود.

سنسورهای دمای هوا

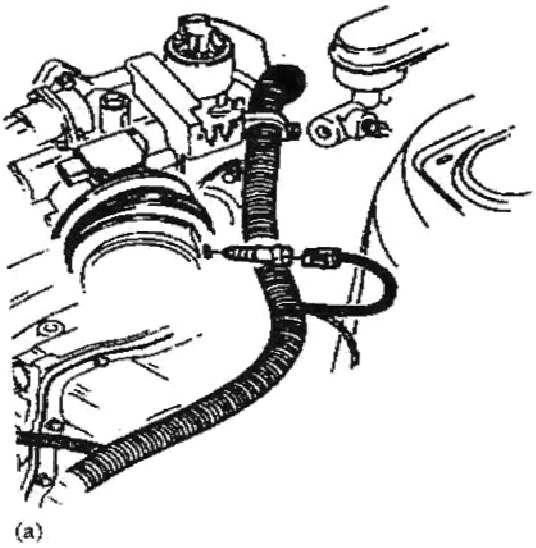
سنسورهای دمای هوای مختلفی در خودروها استفاده می شود.آنها را شرح خواهیم داد:

1. یک سنسور IAT داده دمای هوا را برای برنامه ریزی سوخت و اصلاح آوانس جرقه در سیستم کمترل موتور فراهم می کند.این سنسورها یک رنج دمای کاری بین 40- تا 150 درجه سانتی گراد دارد.رنج مقاومت خروجی بین 1 تا 925 کیلواهم است که مقاومت اصلی آن 30 کیلو اهم است.این نوع سنسور از مقاومت NTC استفاده می کند.
2. سنسور دمای هوای محیط که برای تنظیم کمیت هوای تازه مورد نیاز برای ثابت نگه داشتن دمای گرمکن یا تجهیزات هوا مورد استفاده قرار می گیرد.سنسور شامل یک ترمیستور است که یک مقاومت متغیر غیر خطی است و با دما رابطه عکس دارد.مقاومت آن و دمای کاری مانند سنسور IAT است.
3. سنسور فشار مطلق و دمای منیفولدکه در سیستم S.D برای اندازه گیری مقدار هوای ورودی به موتور استفاده شده است.سنسور شامل یک سنسور فشار مطلق و یک سنسور

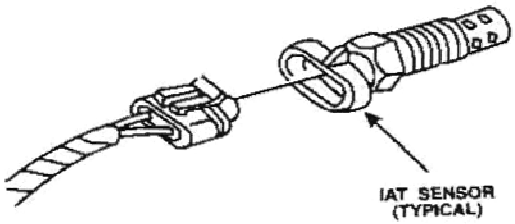
دمای هوای ورودی (دو سنسور در یک سنسور)است که برای دریافت فشار مطلق منیفولد ورودی طراحی شده است.سنسور شامل یک دیافرگم سیلیکونی است که هنگام تاثیر فشار تغییر شکل می دهد.

جایگاه نصب سنسور IAT در متورهای مختلف متفاوت است.باوجد این سنسور معمولا در مجرای منیفولد ورودی یا محفظه منیفولد وزودی نصبمی شود.شکل 22(a) یک موقعیت نصب سنسور IAT را نشان می دهد.

سنسور MAT خیلی مهم است زیرا ECU را از چگالی هوای داخل منیفولد دایما مطلع می سازد.یک مثال از سنسور MAT



(a)



(b)

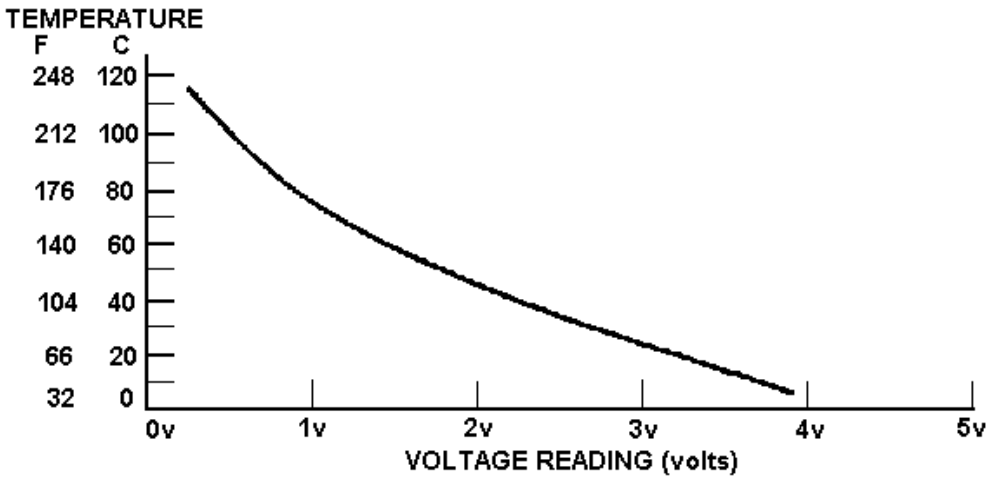
Temperature to resistance values (approximate)

°F	°C	Ohms
210	100	185
160	70	450
100	38	1,800
70	20	3,400
40	4	7,500
20	−7	13,500
0	−18	25,000
−40	−40	100,700

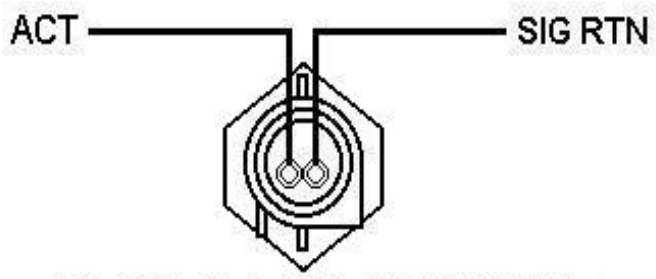
FIGURE 22 (a) Location of an IAT (intake air temperature) sensor on a 1998 Pontiac Grand Prix equipped with a 3.8L SFI V6 engine. (b) Intake air temperature (IAT) sensor and how its resistance value changes (approximate) with a temperature change. (Courtesy of General Motors Corporation, Service Operations.)

در شکل (b)22 نشان داده شده است.سنسور از یک ترمیستور ساخته شده است که مقدارش بر پایه دما تغییر می کند.عملکرد ترمیستور قبلا توضیح داده شده است.ولتاژ خروجی بر پایه دمای هوای منیفولد ورودی تغییر می کند. ECU می تواند دمای هوا را از مقدار ولتاژ برگشتی سنسور محاسبه کند و شرایط آوانس جرقه و سوخت را تنظیم کند.اساسا این سنسور دارای مقدار مقاومت پایین است.برای مثال در یک مدل شرکت کرایسلر ،مقدار مقاومت خوانده شده بین 9 تا 11 کیلو اهم در دمای 25 درجه سانتی گراد و بین 0.6 تا 0.8 کیلو اهم در دمای 1010 درجه سانتی گراد می باشد.

سنسور شرکت فورد را می بینیم.



Air Charge Temperature Sensor			
Temperature		Voltage	Resistance
F°	C°	Volts	K ohms
302	160	0.12	0.54
267	131	0.20	0.80
250	**120**	**0.30**	**1.18**
230	110	0.36	1.55
212	100	0.47	2.07
194	90	0.61	2.80
176	80	0.80	3.84
158	70	1.04	5.37
140	60	1.35	7.60
122	50	1.72	10.97
104	40	2.16	16.15
86	30	2.62	24.27
68	20	3.06	37.30
50	**10**	**3.70**	**58.75**
32	0	3.97	65.85
14	-10	4.42	78.19
-4	-20	4.87	90.54
-22	-30	4.89	102.88
-40	-40	4.91	115.23



AIR CHARGE TEMP SENSOR (ACT)

سنسورهای اثرهال Hall Effect Sensors

مقدمه

یک عنصر هال از لایه نازکی ماده هادی با اتصالات خروجی عمود بر مسیر شارش جریان ساخته شده است وقتی این عنصر تحت یک میدان مغناطیسی قرار می گیرد، ولتاژ خروجی متناسب با قدرت میدان مغناطیسی تولید می کند. این ولتاژ بسیار کوچک و در حدود میکرو ولت است. بنابراین استفاده از مدارات بهسازی ضروری است. اگر چه سنسور اثرهال، سنسور میدان مغناطیسی است ولی می تواند به عنوان جزء اصلی در بسیاری از انواع حسگرهای جریان، دما، فشار و موقعیت و ... استفاده شود. در سنسورها، سنسور اثر هال میدانی را که کمیت فیزیکی تولید می کند و یا تغییر می دهد حس می کند.

ویژگیهای عمومی

ویژگیهای عمومی سنسورهای اثرهال به قرار زیر می باشند:

1 - حالت جامد ؛

2 – عمر طولانی ؛

3 – عمل با سرعت بالا–پاسخ فرکانسی بالای 100KHZ ؛

4 – عمل با ورودی ثابت (Zero Speed Sensor) ؛

5 – اجزای غیر متحرک ؛

6–ورودی و خروجی سازگار با سطح منطقی Logic Compatible input and output ؛

7 – بازه دمایی گسترده ($-40^{\circ C} \sim +150^{\circ C}$) ؛

8 – عملکرد تکرار پذیرعالی Highly Repeatable Operation؛

9 – یک عیب بزرگ این است که در این سیستمها پوشش مغناطیسی مناسب باید در نظرگرفته شود، چون وجود میدان های مغناطیسی دیگر باعث می شود تا خطای زیادی در سیستم اتفاق افتد.

تاریخچه

اثرهال توسط دکتر ادوین هال (Edvin Hall) درسال 1879 در حالی کشف شد که او دانشجوی دکترای دانشگاه Johns Hopkins در بالتیمر (Baltimore) انگلیس بود.

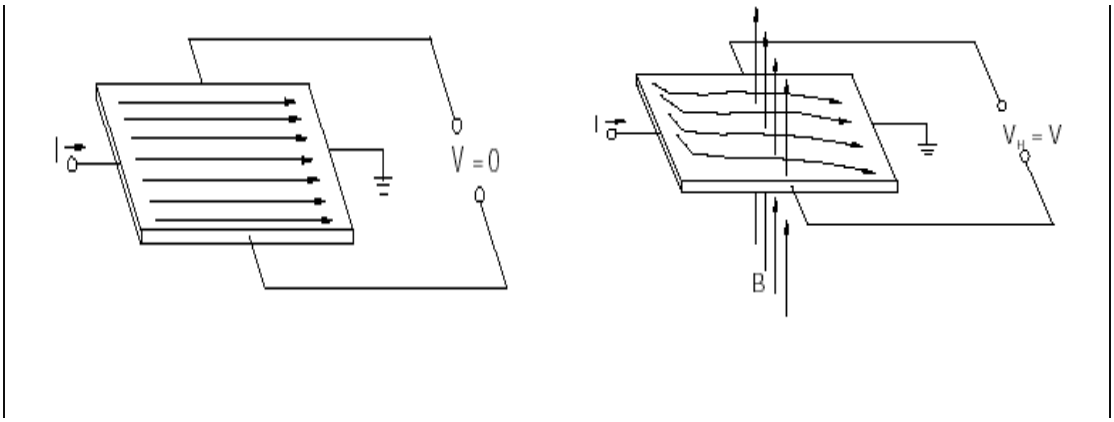
هال درحال تحقیق بر تئوری جریان الکترون کلوین بود که دریافت زمانی که میدان یک آهنربا عمود بر سطح مستطیل نازکی از جنس طلا قرار گیرد که جریانی از آن عبور می کند، اختلاف پتانسیل الکتریکی در لبه های مخالف آن پدید می آید.

او دریافت که این ولتاژ متناسب با جریان عبوری از مدار و چگالی شار مغناطیسی عمود بر مدار است. اگر چه آزمایش هال موفقیت آمیز و صحیح بود ولی تا حدود 70 سال پیش از کشف آن کاربردی خارج از قلمرو فیزیک تئوری برای آن بدست نیامد.

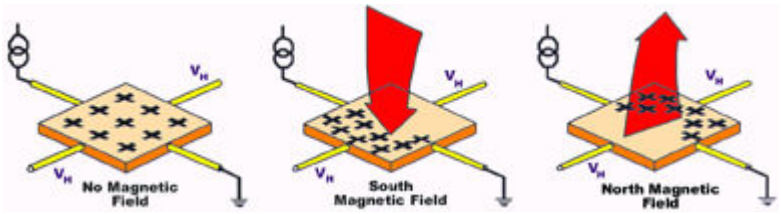
با ورود مواد نیمه هادی در دهه 1950 اثرهال اولین کاربرد عملی خود را بدست آورد. درسال 1965 Joe Maupin ,Everett Vorthman برای تولید یک سنسور حالت جامد کاربردی وکم هزینه از میان ایده های متفاوت اثرهال را انتخاب نمودند. علت این انتخاب جا دادن تمام این سنسور بر روی یک تراشه سیلیکن با هزینه کم و ابعاد کوچک بوده است این کشف مهم ورود اثر هال به دنیای عملی و پروکاربرد خود درجهان بود.

این خاصیت در مواد نیمه هادی دارای مقدار بیشتری نسبت به مواد دیگر است و از این خاصیت در قطعات اثرهال تجارتی استفاده میشود. ولتاژها به این علت پدید می آید که میدان مغناطیسی باعث می شود تا نیروی لرنتز برجریان عمل کند و توزیع آنرا برهم بزند[$\mathbf{F=q(V}\acute{}\mathbf{B})$]. نهایتا حامل های جریان

مسیرمنحنی را مطابق شکل بپیمایند.



حاملهای جریان اضافی روی یک لبه قطعه ظاهر می شوند، ضمن اینکه در لبه مخالف کمبود حامل اتفاق می افتد. این عدم تعادل بار باعث ایجاد ولتاژ هال می شود، که تا زمانی که میدان مغناطیسی حضور داشته و جریان برقرار است باقی می ماند.



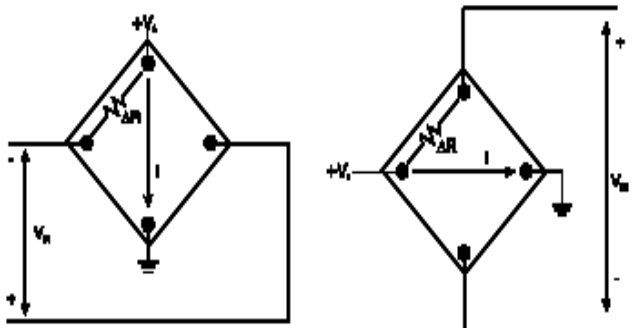
برای یک قطعه نیمه هادی یا هادی مستطیل شکل با ضخامت t ولتاژهایV توسط رابطه زیر بدست می آید:

$$V_H = \frac{K_H B I}{t}$$

K_H ضریب هال برای ماده مورد نظر است که بستگی به موبیلیته بار و مقاومت هادی دارد.

آنتیمونید ایریدیم ترکیبی است که در ساخت عنصر اثرهال استفاده می شود و مقدار K_H برای آن $20\frac{V}{T}$ است.

ولتاژهال در رنج $7\ \mu v/V_s/gauss$ در سیلیکن بوجود می آید و تقویت کننده برای آن حتمی است. سیلیکن اثر پیز و مقاومتی دارد و بنابراین براثر فشار مقاومت آن تغییر می کند. در یک سنسور اثر هال باید این خصوصیت را به حداقل رساند تا دقت و صحت اندازه گیری افزوده شود. این عمل با قرار دادن عنصر هال بریک IC برای به حداقل رساندن اثر فشار و با استفاده از چند عنصر هال انجام میشود. بطوری که بر هر یک از دو بازوی مجاور مدار پل یک عنصر هال قرار گیرد، در یکی جریان بر میدان مغاطیسی عمود است و ولتاژ هال ایجاد می شود و در دیگری جریان موازی با میدان مغناطیسی می باشد و ولتاژ هال ایجاد نمی‌شود. استفاده از 4 عنصر هال نیز مرسوم می باشد.



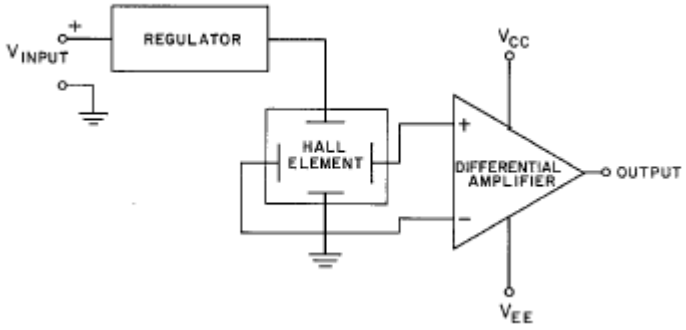
اساس سنسورهای اثرهال

عنصرهال، سنسور میدان مغناطیسی است. باتوجه به ویژگیهای ولتاژ خروجی این سنسور نیاز مندیک طبقه تقویت کننده و نیز جبران ساز حرارتی است. چنانچه از منبع تغذیه با ریپل فراوان استفاده کنیم وجود یک رگولاتور ولتاژ حتمی است.

رگولاتور ولتاژ باعث می شود تا جریان I ثابت باشد بنابراین ولتاژ هال تنها تابعی از شدت میدان مغناطیسی می باشد.

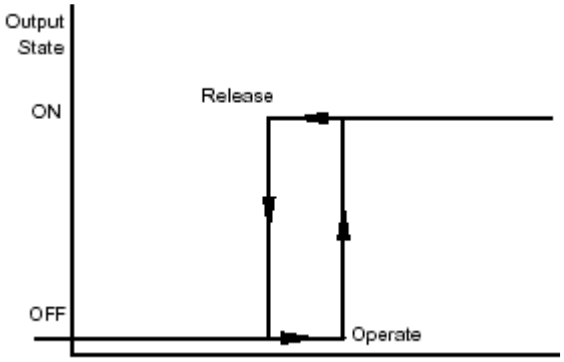
اگر میدان مغناطیسی وجود نداشته باشد ولتاژی تولید نمی شود. با وجود این اگر ولتاژ هر ترمینال اندازه گیری شود مقداری غیر ا ز صفر به ما خواهد داد. این ولتاژ که برای تمام ترمینال ها یکسان است با Common Mode Voltage (CMV) شناخته می‌شود. بنابراین تقویت کننده بکار گرفته شده می بایست یک تقویت کننده تفاضلی باشد تا تنها

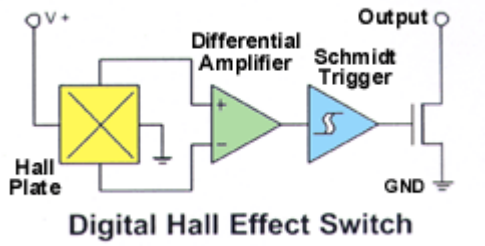
اختلاف پتانسیل را تقویت کند.



سنسورهای هال دیجیتال

در این سنسورها وقتی بزرگی میدان مغناطیسی به اندازه مطلوبی رسید سنسور ON می شود و پس از اینکه بزرگی میدان از حد معینی کاهش یافت سنسور خاموش می شود. لذا در این سنسورها خروجی تقویت کننده تفاضلی را به مدار اشمیت تریگر می دهند تا این عمل را انجام دهد، برای جلوگیری از پرش های متوالی از تابع هسترزیس زیر استفاده می کنند.

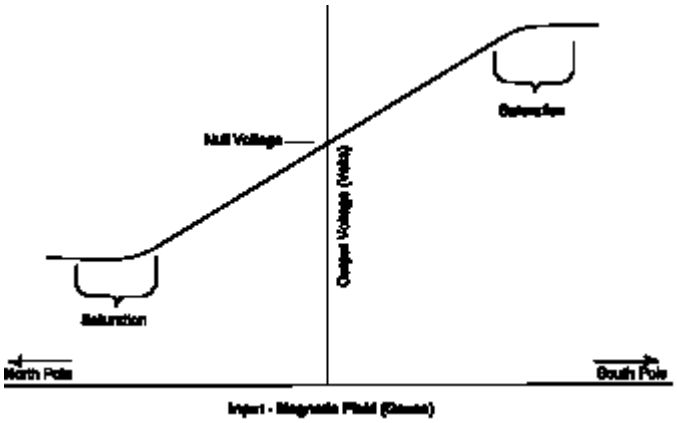




Digital Hall Effect Switch

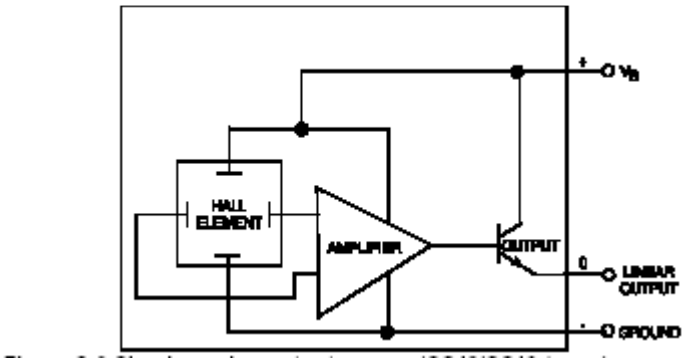
سنسورهای آنالوگ

سنسورهای آنالوگ ولتاژ خروجی خود را متناسب با اندازه میدان مغناطیسی عمود بر سطح خود، تنظیم می کنند. با توجه به کمیت های اندازه گیری این ولتاژ می تواند مثبت یا منفی باشد. برای اینکه سنسورهای ولتاژ خروجی منفی تولید نکند و همواره خروجی تقویت کننده تفاضلی را با یک ولتاژ مثبت را پاس می کنند.



در شکل بالا توجه داریم که یک نقطه صفر وجود دارد که در آن ولتاژی تولید نمی شود . از ویژگیهای اثرهال نداشتن حالت اشباع است و نواحی اشباع در شکل مربوط به آپ امپ در سنسور اثر هال می باشد.

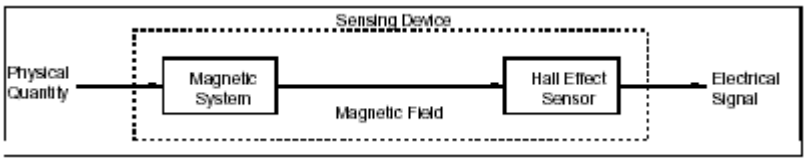
معمولا خروجی تقویت کننده تفاضلی را به ترانزیستور پوش-پول می د هند.



سنسور آنالوگ اثر هال

سیستم های مغناطیسی

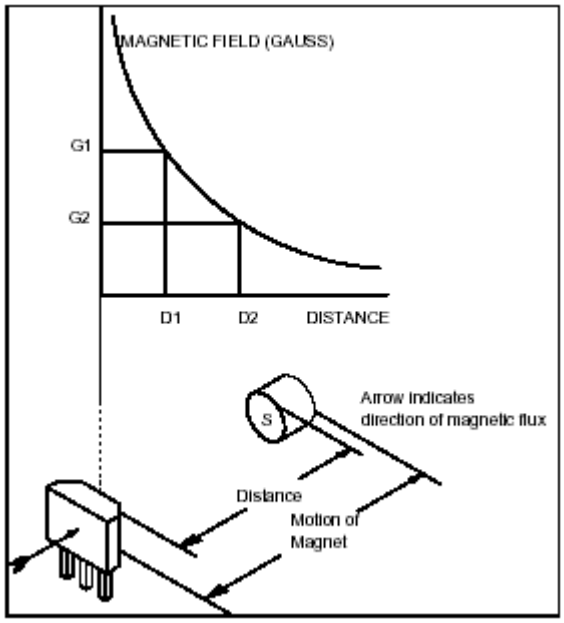
سنسور اثر هال درحقیقت بدین ترتیب عمل میکند که توسط یک سیستم مغناطیسی کمیت فیزیکی به میدان مغناطیسی تبدیل می شود. حال این میدان مغناطیسی توسط سنسور اثر هال حس می شود. بسیاری از کمیت های فیزیکی با حرکت یک آهنربا اندازه گیری می شوند. مثلاً دما و فشار را می توان بوسیله انقباض و انبساط یک Bellows که به آهنربا متصل است اندازه گیری نمود.



روش های مختلفی جهت ایجاد میدان مغناطیسی وجود دارد.

[**Unipolar head-on mode**

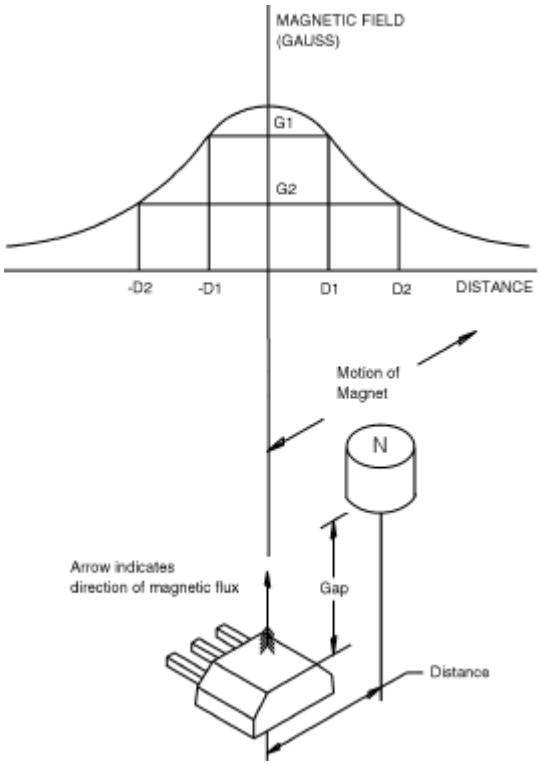
در این حالت آهنربا نسبت به نقطه مرجع سنسور حرکت می کند.



همانطور که در شکل بالا دیده می شود منحنی تغییرات فاصله ومیدان مغناطیسی در این شکل آمده است (منحنی بدست آمده غیر خطی است) و دقت درحد متوسط است. مثلاً اگر یک سنسور اثرهال دیجیتالی را در نظر بگیریم در این حالت در فاصله أی که G_1 حاصل می شود سوئیچ عمل می کند و On میشود و وقتی که فاصله به حدی رسید که G_1 حاصل شود سوئیچ OFF میکند.

[Unipolar slide-by mode

در این حالت آهنربا در یک مسیر افقی نسبت به سنسور تغییر مکان می کند.

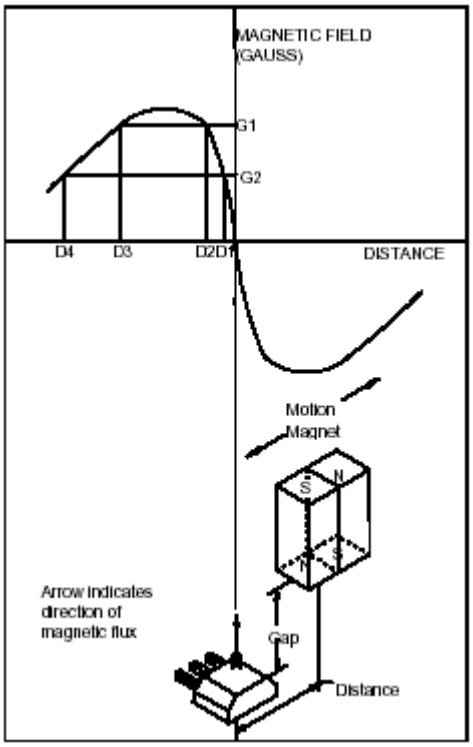


منحنی تغییرات مکان نسبت به میدان مغناطیسی بازهم غیر خطی است- دقت این روش کم است و لی حالت تقارنی کاملاً دیده می شود. مثلاً سنسور اثرهال دیجیتالی را در نظر بگیرید که در اثر میدان G_1 روشن شده و در میدان G_2 خاموش می شود وقتی آهنربا از سمت راست حرکت می کند و به موقعیت D1+ می رسد آنگاه سنسور عمل میکند. این حرکت ادامه می تواند داشته باشد تا به موقعیت D2– برسد، در این هنگام سنسور آزاد می

شود و به همین ترتیب.

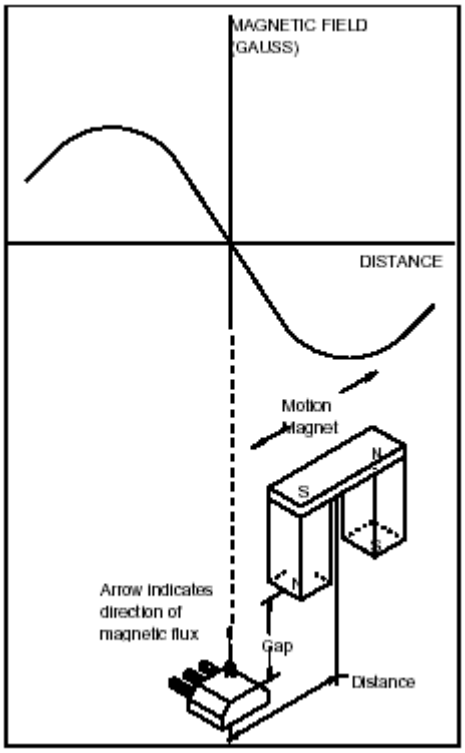
Bipolar Slide –By made

در این حالت از 2 آهنربا که قطب S,N هر کدام بصورت ناهمنام در مجاورت هم قرار گرفته است استفاده می کنیم.



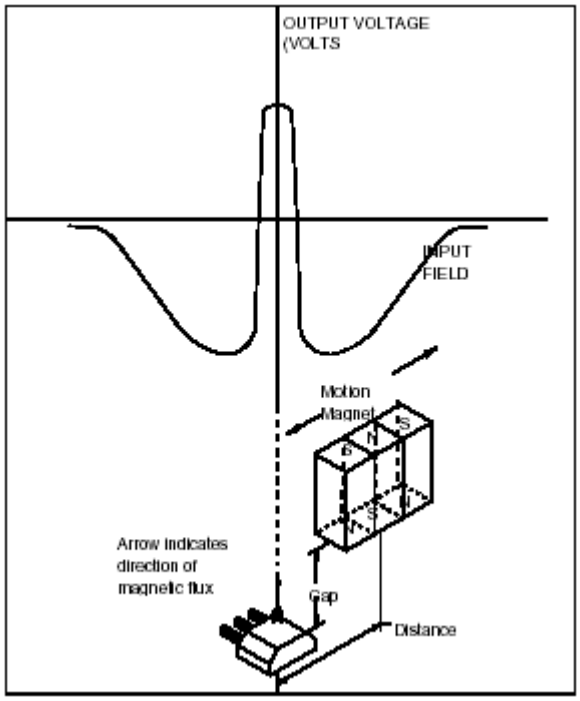
دقت در این روش درحد متوسط است- حالت تقارن وجود ندارد ولی می توان در بخش هایی، از خاصیت خطی منحنی استفاده نمود. اگر همان سنسور دیجیتالی قبلی را در نظر بگیریم در حرکت از راست به چپ وقتی که فاصله به D2 می رسد آنگاه سنسور عمل می کند و تا به مرحله D4 پیش می رود. بنابراین در یک حرکت پیوسته از راست به چپ سنسور در بخش شیب تند عمل می کند و در بخش شیب کند رها میکند.

جهت حذف شیب تند در بخش مبدأ از یک تکنیک دیگر استفاده می شود. بدین ترتیب که در میان ایندو آهنربا فاصله معینی قرار می دهند.



این عمل بطور چشمگیری دقت را افزایش می دهد.

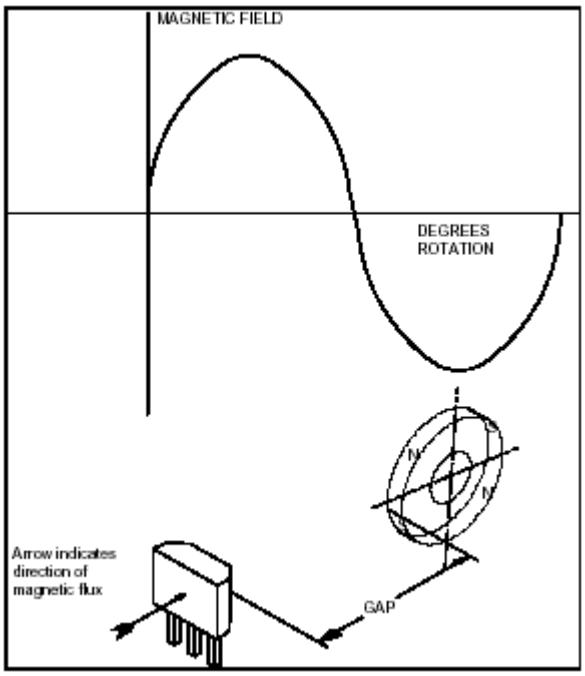
حالت دیگری نیز به کار می‌رود که در آن منحنی حاصل بصورت یک تابع پالس است. در این روش در میان دو آهنربا، آهنربای دیگری قرار می دهند که پهنای پالس متناسب با پهنای این آهنربا می باشد.



Bipolar Slide –By mode (ring magnet)

در این حالت از یک آهنربای حلقه استفاده می شود آهنربای حلقه ای یک قطعه آهنربای دیسک مانند است که قطب های آن در پیرامون آن قرار دارند. در شکل زیر آهنربای

حلقه ای با دو جفت قطب نمایش داده می شود. به منحنی حاصل شیبه به یک منحنی سینوسی است. هرچه تعداد قطبهای آهنربای حلقه ای بیشتر باشد مقدار پیک حاصل در اندازه میدان کمتر خواهد بود. تعداد پالس های حاصل در این روش برابر با جفت قطبهای آهنربا می باشد. محدودیت در ساخت آهنربای حلقه ای با جفت قطبهای زیاد، محدودیت این روش محسوب می شود.



مقایسه ای از این سیستمها در زیر آمده است :

Mode	Motion Type	Mechanical Complexity	Symmetry	Recommended Applications		
				Digital	Linear	Precision
Unipolar Head-on	Recipro-cating	Low	Not Applicable	Unipolar	No	Medium
Unipolar Slide-by	All*	Low-Medium	Yes	Unipolar	No	Low
Bipolar Slide-by (1)	All*	Low-Medium	No	Any	Yes	Medium
Bipolar Slide-by (2)	All*	Medium	No	Any	Yes	High
Bipolar Slide-by (3)	All*	Low-Medium	Yes	Any	Yes	High Medium
Bipolar Slide-by (Ring)	Rotational	Low	Yes	Any	Yes	Low

منظور از All حرکتهای چرخشی، پیوسته و رفت و برگشتی است.

سنسور موقعیت میل لنگ

ساختار

سنسور موقعیت میل لنگ سیگنالی برای مشخص کردن زمان پایه جرقه زنی و سرعت میل لنگ به ECU می فرستد.این سنسور ،سرعت گردش میل لنگ و موقعیت راستایی میل لنگ را هنگام کار موتور مشخص می کند.ECU از این اطلاعات و اطلاعات آوانس جرقه استفاده می کندتا زمان قطع و وصل مدار کوئل ،مقدار سوخت مورد نیاز ،ترتیب جرقه و وجود misfire را مشخص کند. سنسور موقعیت میل لنگ به دو بخش موقعیت و سرعت طبقه بندی می شود.سنسور موقعیت میل لنگ را در قسمت های مختلفی در موتور می توان نصب شود.یکی از برجسته ترین محل ها ،جلوی موتور است که سنسور به دسته یا سوراخی پیچ می شود که در شکل23 نشان داده شده است.برخی دیگر به یک سمت بلوکه سیلندر نصب می شوند(مانند شکل 24). مدل های دیگر بر روی پوسته گیربکس نصب می شوند تا فلایویل یا صفحه محرک تورک کانورتر دور موتور راتشخیص دهد.اساسا سه نوع سنسور موقعیت میل لنگ وجود دارد که یک یا چند نوع از

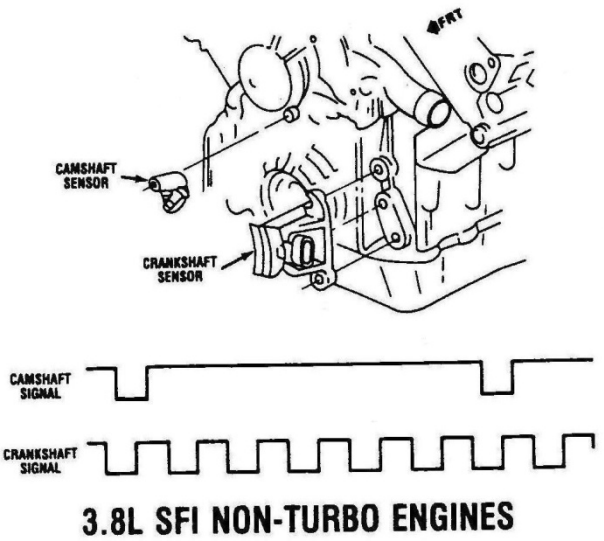


FIGURE 23 Location of the CMP (camshaft) and CKP (crankshaft) position sensors showing their respective digital output signals. (Courtesy of General Motors Corporation, Service Operations.)

سنسورها توسط خودروسازان استفاده می شود که از سال تولید می توان تشخیص داد که چه نوعی مورد استفاده قرار گرفته است.انواع سنسور عبارتند از :

1) القایی متغیر (جنرال موتورز و فورد)که در شکل 25 مشخص شده اند.این نوع سنسور،یک وسیله الکترومگنتی است که شامل یک آهنربای دائمی و سیم پیچی حول آن می باشد.سنسور القاکن/مغناطیسی معمولا برای گرفتن سیگنالی از یک چرخ دنده آهنی دوار یا یک چرخ مورد نظر در موتور استفده می شود،مانند جرخ دند ه سر میل لنگ یا چرخ دنده تایمینگ پشت چرخ دنده سرمیل لنگ.شما شاید از الکتریسیته پایه به خاطر داشته باشید که یک مسیر القایی یک کمیت فیزیکی ،خاصیت،یا شرایط را تغییر می دهد که بوسیله یک ولتاژAC که از یک تغییر در مسیر القایی بین دو یا چند سیم پیچ یا بخش های جدای یک سیم پیچ هنگامی که ولتاژ تحریک AC بر سیم پیچ وارد می شود،ایجاد می شود اندازه گیری می شود.

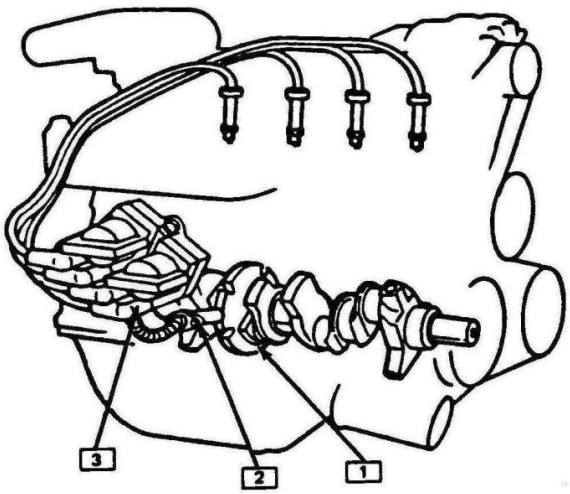


FIGURE 24 Crankshaft toothed reluctor wheel and the crankshaft sensor location. (Courtesy of General Motors Corporation, Service Operations.)

2) سیم پیچ و آهنربا ی القایی تولید کننده سیگنال (نیسان و تویوتا).این نوع اساسا شبیه به نوع القایی بالا است ،تفاوت موجود آن است که القا مغناطیسی خاصیتی از یک مدار است که جریا های مختلف در آن میدان های مغناطیسی

مختلفی ایجاد می کنند که این میدان ولتاژی در همان مدار یا در مدار نزدیک القا می کند.اینرو ،مولد های القایی یک خاصیت یا شرایط اندازه گیری شده در یک تغییر خود القا یک سیم پیچ را تبدیل می کنند.

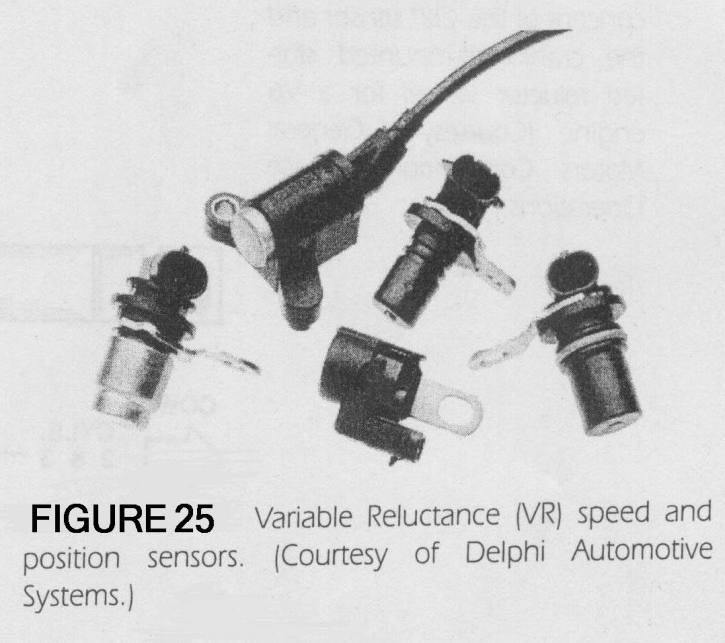


FIGURE 25 Variable Reluctance (VR) speed and position sensors. (Courtesy of Delphi Automotive Systems.)

3) نوع اثر هال (جنرال موتورز و کرایسلر) .به طور خلاصه ،این یک وسیله الکترونیکی است که یک سیگنال ولتاژ که بوسیله وجود یا عدم وجود یک میدان مغناطیسی در یک مدار الکترونیکی کنترل می شود،تولید می کند. این سنسور معمولا سیگنال خود را از یک سیم پیچ خارجی و یک دیسک شیاردار نصب شده در پشت فلایویل یا پولی یا صفحه محرک تورک کانورتر می گیرد.

عملکرد سنسور موقعیت میل لنگ نوع القایی

سنسور سرعت و موقعیت را می توان با خروجی آنالوگ و دیجیتال به ECU طراحی کرد.این سنسور یک سیگنال خود مولد تولید می کند،با ارتباط دو سیم آن به مولد قدرتی احتیاج نیست.خروجی سنسور بین 0.25 تا 400 ولت ،فاصله سنسور تا چرخ دنده بین 0.25 تا 2.8 میلی

متر ،ومقاومت آن بین 200 تا 4000 اهم در دمای بین 40- تا 165 درجه سانتی گراد (40- تا 329 درجه فارنهایت)قرار دارد.

نوک انتهایی سنسور و چرخ شیاردار دوار در فاصله معینی از یکدیگر نصب می شوند.شکل 26 نشان می دهد که چگونه با استفاده از یک چرخ مغناطیسی شیاردار این کار انجام شده است.منطقه شیاردار معمولا به عنوان رلاکتور(القاکن)شناخته می شود.تعداد شیارها به تعداد سیلندرها بستگی دارد.میدان مغناطیسی سنسور بوسیله دندانه ها تغییر می کند.هنگامی که میل لنگ می چرخد ،دندانه های رلاکتور سبب تغییر در شدت میدان مغناطیسی خواهند شد زیرا میدان در فلزات بهتر از هوا عبور می کند.هنگامی که دندانه وارد منطقه مقابل سنسور می شود،شار مغناطیسی افزایش می یابد،و سبب بوجود آمدن یک ولتاژ القایی آنالوگ در سیم پیچ داخلی سنسور می شود و این ولتاژ یک سیگنال کوچک AC خروجی به ECU خواهد بود.شار مغناطیسی هنگامی که شیار از مقابل سنسور

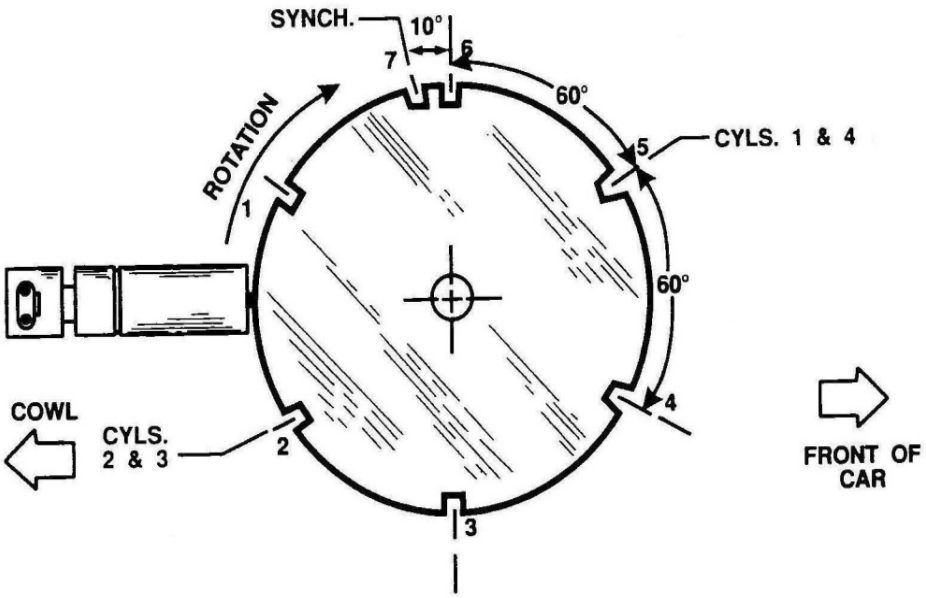


FIGURE 26 Operating concept of the CKP sensor and the crankshaft-mounted slotted reluctor wheel for a V6 engine. (Courtesy of General Motors Corporation, Service Operations.)

عبور کرد سریعا کاهش می یابد.

دامنه ولتاژ نسبت به دور موتور متفاوت است،در دورهای پایین بین 0.5+ تا 0.5- ولت ودر دورهای بالا بین 150+ تا 120- ولت تولید می شود.در برخی سنسورها می توان فاصله بین سنسور تا چرخ دنده را تنظیم کرد،ولی در باقی سنسورها ،سنسورها دقیق ساخته شده و یک بار نصب می شوند و احتیاجی به تنظیم فاصله ندارند.مقدار فاصله مهم است زیرا فاصله تاثیر مستقیمی بر ولتاژ خروجی سنسور دارد.فاصله سنسور تا چرخ دنده بین 0.76 تا 1.77 میلی متر (0.030تا 0.070 اینچ)قرار دارد.

شکل 27 موج ولتاژ خروجی سنسور هنگام گردش دیسک رلاکتور وقرار گرفتن شیار مقابل سنسور را نشان می دهد.در فاصله خیلی کوچک ولتاژی بالاتر از نرمال تولید می شود و هنگام فاصله خیلی زیاد ولتاژ کوچکتر از نرمال خواهیم داشت.بنابراین فاصله خیلی کوچک به مشکلی در سرعت های بالا منجر می شود زیرا ولتاژ خروجی بالاتر از حد نرمال می تواند به مدول جرقه و ECU صدمه بزند.فاصله خیلی زیاد می تواند سبب مشکل سخت روشن موتور شود زیرا ولتاژ خروجی سنسور برای راه اندازی

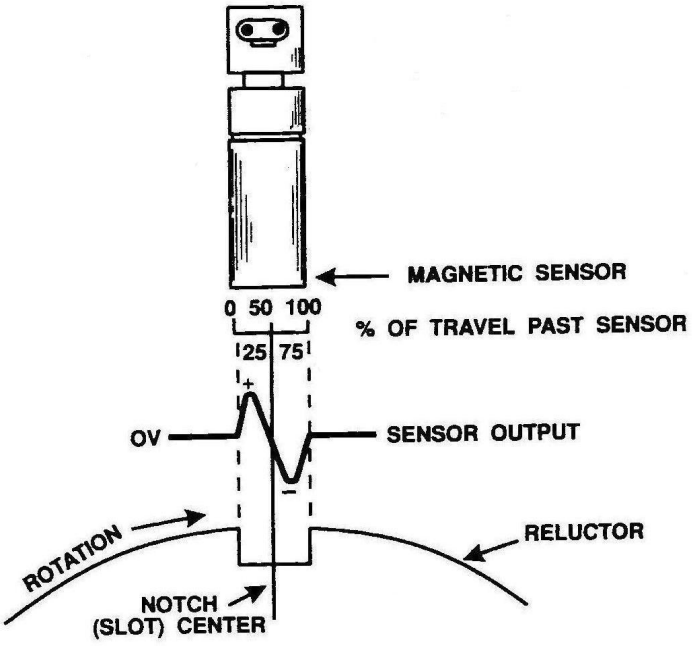


FIGURE 27 Relationship between the notch location on the crankshaft reluctor wheel and the CKP magnetic sensor output signal. (Courtesy of General Motors Corporation, Service Operations.)

مدول جرقه و تشخیص ECU خیلی ضعیف می باشد.این سبب می شود که یک کد خطا در حافظه ECU ثبت می شود و قابل دسترسی و بازنگری است.

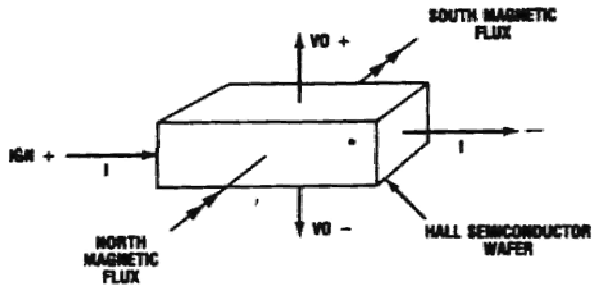
شیار سنکرون نشان داده شده در شکل 26 ترتیب احتراق با موقعیت میل لنگ هماهنگ می کند.در یک مدل چهار سیلندر ،مدول جرقه برای تشخیص شیار سنکرون برنامه ریزی شده است،شیار 1 را می شمرد و شیار 2 را به عنوان سیگنال سیلندر 2 و 3 قبول می کند.سپس مدول به شمردن شیارهای 3 و 4 ادامه می دهد و شیار 5 را به عنوان سیگنال جرقه سیلندر 1 و 4 می شمارد.سپس شیارهای 6 و 7 را می شمارد و این فرآیند تکرار می شود.در یک موتور V6یا خطی 6 سیلندر ،شیار 6 سیلندر 1 و 4 را راه اندازی می کند و شیار 4 سیلندرهای 3 و 6 را راه اندازی خواهد کردو شیار 2 سیلندرهای 2 و 5 را راه اندازی می کند.

سنسور اثر هال

سنسور اثر هال بعد از یک امریکایی E.H.HALL ،کسی که این مفهوم را در سال 1879 کشف کرد ،نام گذاری شد.بعد از ورود سیستم های الکترونیکی ،اثر هال پرتری بیشتری پیدا کرد.اساسا سنسور برای حس موقعیت یک فلز آهنی بدون هیچ گونه تماس مستقیم طراحی شده است.امروزه سنسور اثر هال برای مشخص کردن موقعیت میل لمگ ،میل بادامک و شفت دلکو استفاده می شود.هنگام استفاده برای تعیین موقعیت میل لنگ ،می توان مانند شکل 23 نصب شود.چگونگی تولید سیگنال اثر هال میل لنگ را شرح خواهیم داد.

به عنوان یک سنسور مغناطیسی ،سنسور اثر هال برای فعالیت به یک میدان مغناطیسی تکیه داد.یک سوییچ اثرهال شامل یک نیمه رسانای سیلیکونی و یک آهنربا می باشد. هنگامی که آهنربا

به ورقه سیلیکونی نزدیک می شود،میدان مغناطیسی بوجود آمده یک ولتاژ ضعیف در تراشه ایجاد می کند.هنگامی که ولتاژ در تراشه القا می شود،به آن ON گفته می شود.هنگامی که یک جریان ثابت از طریق یک ماده نیمه رسانا جریان می یابد،هیچ ولتاژی در راستای عمود بر جهت جریان نمی توان یافت ولی هنگامی که یک میدان مغناطیسی عمود بر جهت جریان وارد شود ،یک ولتاژ در جهت عمود بر جهت جریان می توان یافت.این ولتاژ تولید شده را سپس برای تغییر ONوOFF ترانزیستور استفاده می شود،مانند آنکه آهنربایی در مقابل نیمه رسانا قرار گیرد و از آن دور شود.در شکل 28 این مسئله نشان داده شده است.



HALL EFFECT

FIGURE 28 Basic operation of the Hall-effect sensor. (Courtesy of General Motors Corporation, Service Operations.)

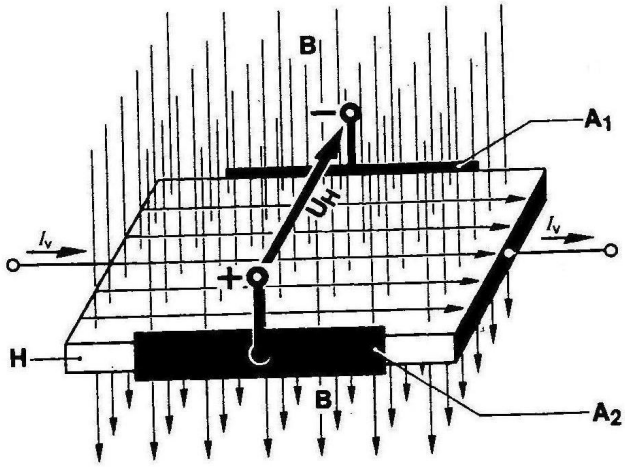


FIGURE 29 Generation of the Hall-effect sensor voltage U_H.
H—Hall layer
I_v—Supply current
A_1—Terminal area/negative
A_2—Terminal area/positive
B—Magnetic field
(Courtesy of Robert Bosch Corporation.)

شکل 29 تولید شدن ولتاژ هال U_H را نشان می دهد.اگر ما جریان I_V را از طریق لایه نیمه رسانای H (لایه

سیلیکونی هال) عبور دهیم و لایه سیلیکونی در راستای عمود بر میدان مغناطیسی B قرار گیرد، خروجی میلی ولت U_H که ولتاژ هال نامیده می شود ،بین دو سطح تماس A_1 و A_2 تولید خواهد شد.اگر ما جریان را ثابت نگه داریم ولتاژ U_H به شدت میدان مغناطیسی B بستگی خواهد داشت.اگر شدت میدان مغناطیسی B افزایش یابد ولتاژ خروجی U_H بالاتر خواهد رفت.

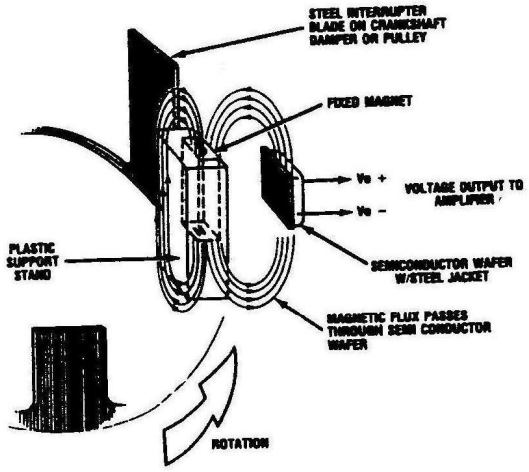


FIGURE 30 When the magnetic field is exposed to a switch, the Hall voltage can turn ON the base of a transistor. (Courtesy of General Motors Corporation, Service Operations.)

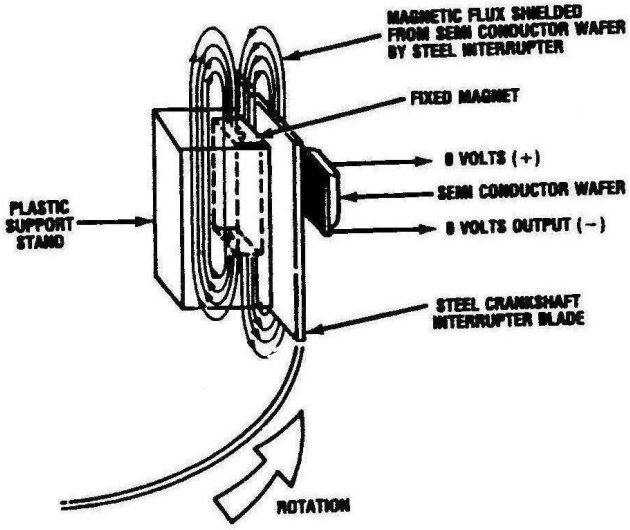
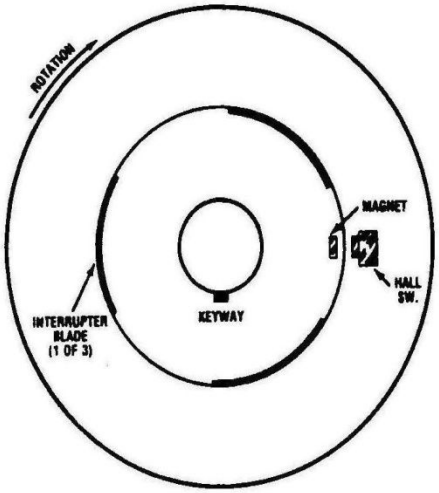


FIGURE 31 When the magnetic field is shielded from the switch, no Hall voltage is generated and the transistor is left in the OFF position. (Courtesy of General Motors Corporation, Service Operations.)

این مثال تشریحی اثر هال یک مرحله بالاتر در شکل 30 اتفاق می افتد.هنگامی میدان مغناطیسی در معرض یک تغییر قرار می گیرد،ولتاژ هال می تواند بیس یک ترانزیستور را روشن کند.امیتر/کلکتور مدار ترانزیستور یک ولتاژ مرجع از ECU دریافت می کند.این دریافت یا عدم دریافت ولتاژ مرجع به ECU اجازه می دهد تا موقعیت وسیله را مشخص نماید. در شکل 31، هنگامی که میدان مغناطیسی از سوییچ

قطع است ،ولتاژ هالی تولید نمی شود و ترانزیستور در حالت خاموش قرار دارد و ولتاژ مرجع در بالاترین حالت خود قرار دارد.این سنسورها هنگام روشن بودن سوییچ اثر هال برای تولید سیگنال موقعیت میل لنگ ولتاژ مرجع منظمی (معمولا 5 ولت از ECU ،با وجود این ولتاژ می تواند در بین سیستم های جرقه زنی متغیر باشد)دریافت می کند.

برای متحد کردن توضیحات بالا در مورد سیستم اثر هال در سنسور موقعیت میل لنگ به شکل 32توجه کنید.به یاد دارید که 720درجه (دو دور میل لنگ) برای تولید قدرت در تمام سیلندرها نیاز است.بنابراین در یک دور میل لنگ نصف سیلندرها جرقه خواهند داشت واین ترکیب دور موتور را مشخص خواهد کرد.



BUICK 3.8L SFI
CRANKSHAFT DAMPER — VIEWED FROM FRONT

FIGURE 32 Hall-effect switch location in relation to a three-blade crankshaft harmonic balancer. (Courtesy of General Motors Corporation, Service Operations.)

سنسور موقعیت میل بادامک

ساختار

سنسور موقعیت میل بادامک سیگنالی شبیه به آنچه توسط سنسور موقعیت میل لنگ به ECU فرستاده می شود،تولید می کند. سنسور موقعیت میل بادامک سیگنالی به ECU می فرستد که از آن به عنوان پالس هماهنگی برای راه اندازی انژکتورهای سوخت در ترتیب احتراق صحیح استفاده می شود.ECU از سیگنال سنسور موقعیت میل بادامک برای تعیین موقعیت سیلندر 1 در مرحله مکش استفاده می کند.این به ECU اجازه می دهد که یک ترتیب پاشش SFI صحیح و سیلندر در حال جرقه زنی را در سیستم جرقه زنی بدون دلکو تشخیص دهد.در بیشتر سیستم ها سنسور موقعیت میل بادامک همراه با سنسور موقعیت میل لنگ برای هماهنگ کردن پاشش سوخت و زمان جرقه عمل می کنند.

موقعیت مکانی

سنسور موقعیت میل بادامک معمولا بر روی موتور قرار دارد تا موقعیت میل بادامک را هنگام راه اندازی موتور را نشان دهد.

سنسور موقعیت میل بادامک کمپانی جنرال موتورز

سنسور موقعیت میل بادامک استفاده شده در خودروهای جنرال موتورز از اثر هال شبیه به سنسور موقعیت میل لنگ بهره می برد.در یک موتور 6 سیلندر مجموعه روی میل لنگ ،میدان را قطع کرده و سیگنالی به ECU می فرستد.شکل های 32 و 33 که با سنسور موقعیت میل لنگ ارتباط

داشتند،نشان می دادند که سه سیگنال میل لنگ در زمان و دامنه برابر هستند ،بنابراین ECU در یک سیستم جرقه زنی بدون دلکو نمی تواندسیلندر در حال جرقه زنی را مشخص کند.این علت نیاز به سیگنال سنسور موقعیت میل بادامک است.شکل 23 مکان یک سنسور را نشان می دهد.آهنربا به چرخ دنده سر میل بادامک پیچ شده است.در این سیستم های اثر هال بدون دلکو،سیگنال میل بادامک نقطه انتهای تراکم سیلندر 1 را به ECU نشان می دهد.این سیگنال میل بادامک ترتیب

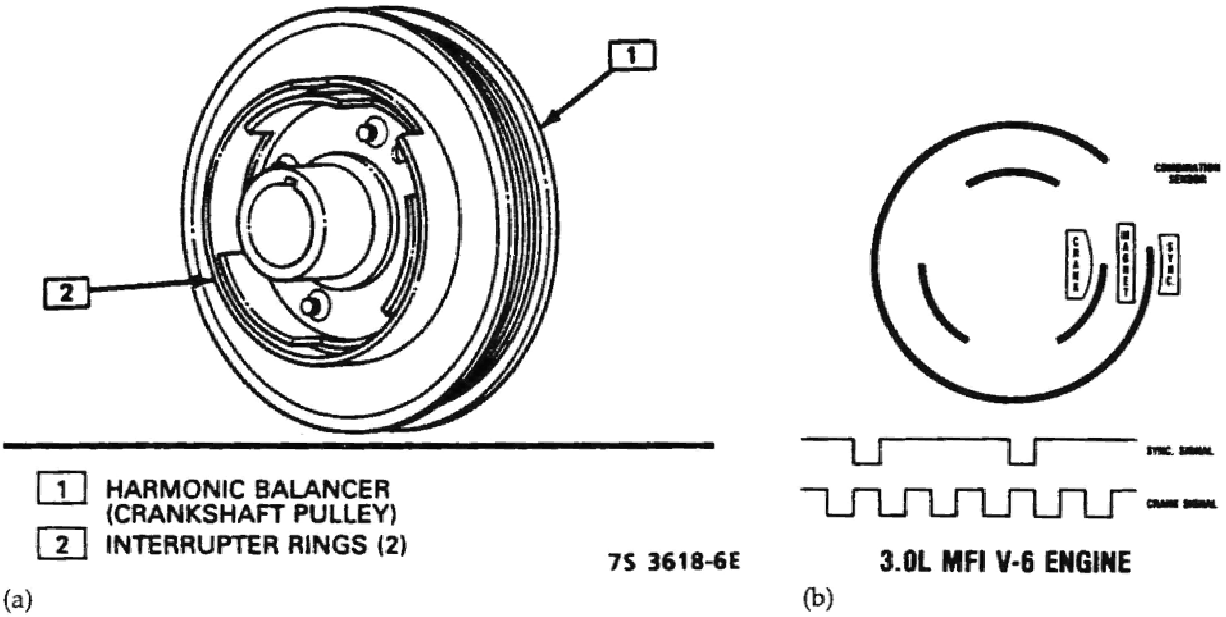


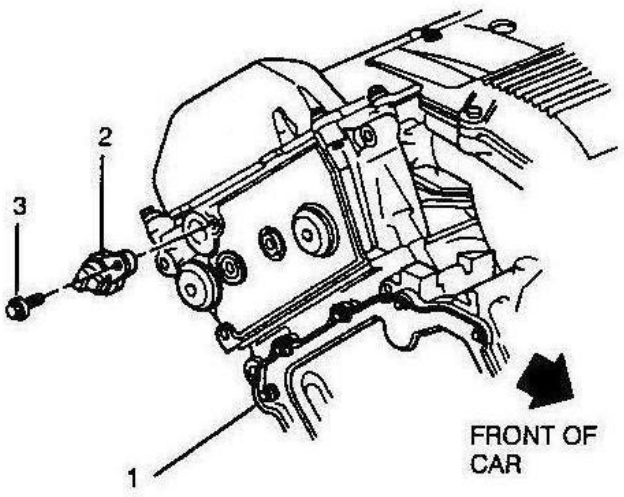
FIGURE 33 (a) Location of double interruptor rings on the back side of a crankshaft harmonic balancer/pulley. (b) Example of digital output signals generated from a Hall-effect CKP in conjunction with a three-blade interruptor harmonic balancer/pulley. (Courtesy of General Motors Corporation, Service Operations.)

احتراق ،هم چنین زمان های پاشش سوخت را مشخص می کند.بنابراین ،از دست دادن سیگنال میل بادامک سبب ثبت یک کد خطا در حافظه ECU می شود ،ودر موتور خاموش حالت بی استارتی را بوجود خواهد آورد.سیگنال سنسور موقعیت میل بادامک با یکی از سیگنال های سنسور موقعیت

میل لنگ هماهنگ شده و سیلندر 1 را در حال جرقه زنی در نقطه انتهایی کورس تراکم مشخص می کند.هنگام استارت زدن ECU با استفاده از سیگنال سنسور ترتیب احتراق صحیح را تشخیص می دهد و بعد از آن ECUمی تواند ترتیب احتراق را به خاطر آورد و دیگر احتیاجی به سیگنال سنسور نیست .سیگنال سنسور برای اولین شناسایی کافی است و فرستادن سیگنال از سنسور لازم نیست.

سنسور موقعیت میل بادامک کادیلاک

سنسور موقعیت میل بادامک در این مدل ها ،در لبه عقبی سیلندر ،روبروی میل بادامک سوپاپ دود که در شکل 34-2 نشان داده شده است نصب می شود.



1	ENGINE
2	CAMSHAFT POSITION SENSOR
3	BOLT (10 N•m/89 LB. IN.)

FIGURE 34 Location of the CMP sensor at the rear cylinder bank at the front of the overhead exhaust camshaft for a Cadillac Northstar engine. (Courtesy of General Motors Corporation, Service Operations.)

سنسور موقعیت میل بادامک کرایسلر

موقعیت مکانی سنسور موقعیت میل بادامک بین مدل های ارایه در خودروهای کرایسلر متفاوت است.برای مثال در 2.4L.Inline four engine. سنسور در پشت سرسیلندر نصب شده است.در 3.0L v6 engine سنسور سیگنال را از اثر هال و بر

روی مجموعه دلکوی جرقه زنی تامین می کند.درمدل 3.3/3.8 l v6 سنسور بر روی چرخ دنده سر میل بادادمک نصب شده است.

در مدل 2.4 L یک آهنربا به انتهای میل بادامک متصل شده است و موقعیت صحیح را علامت گذاری کرده است. ECU هماهنگ سازی پاشش سوخت و ترتیب احتراق سیلندرها را از سیگنال های سنسور موقعیت میل بادامک و میل لنگ معین می کند.توجه داشته باشید که در شکل 35-2 آهنربای نصب شده ،چهارقطب نامتقارن ایجاد کرده است.هنگامی که آهنربا می گردد تغییرات در قطب ها سبب تغییر خروجی سنسور موقعیت میل بادامک از بالا (5ولت) به پایین (0.3ولت) می شود.هنگامی که قطب شمال آهنربا شاخص از مقابل سنسور عبور می کند،خروجی سنسور به بالاترین حد می رسد.و هنگامی که قطب جنوبی آهنربا از نزدیک سنسور عبور می کند خروجی به پایین ترین حد می رسد.

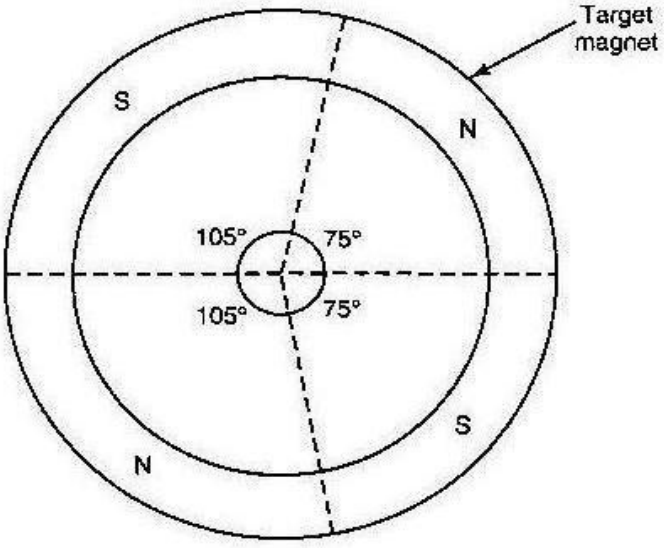


FIGURE 35 Note the target magnet polarity of the CMP sensor for a 2.4L engine.

سنسور سرعت خودرو

سنسور سرعت خودرو VSS به ECU سرعت واقعی خودرو را نشان می دهد. سرعت ورودی سنسور از شفت خروجی گیربکس است که سنسور بر روی آن نصب است.شکل 35 موقعیت سنسئر را در یک خودرو جنرال موتورز نشان می دهد.شکل 36 یک نوع آهنربای دایمی مولد پالس،که شامل سنسور سرعت و پنیون سنسور سرعت که بر روی مجموعه خروجی گیربکس پرس شده است،را نشان می دهد.شکل 37 یک سنسور سیم پیچ مغناطیسی را نشان می دهد.این سنسورها دارای نواع مختلفی می باشند.نوع اثر هال نیز یر این مجموعه سنسور سرعت خودرو نیز استفاده شده است.

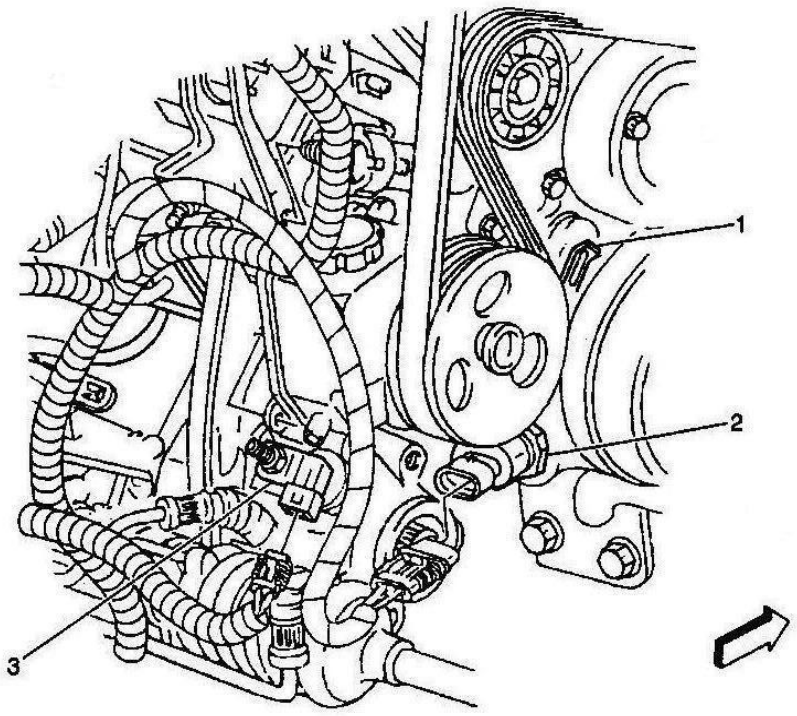


FIGURE 35 Location of the VSS (vehicle speed sensor) item 3 for a 3.8L SFI V6 engine. Item 2 is the oil pressure/switch sensor, and 1 is the camshaft position sensor. (Courtesy of General Motors Corporation, Service Operations.)

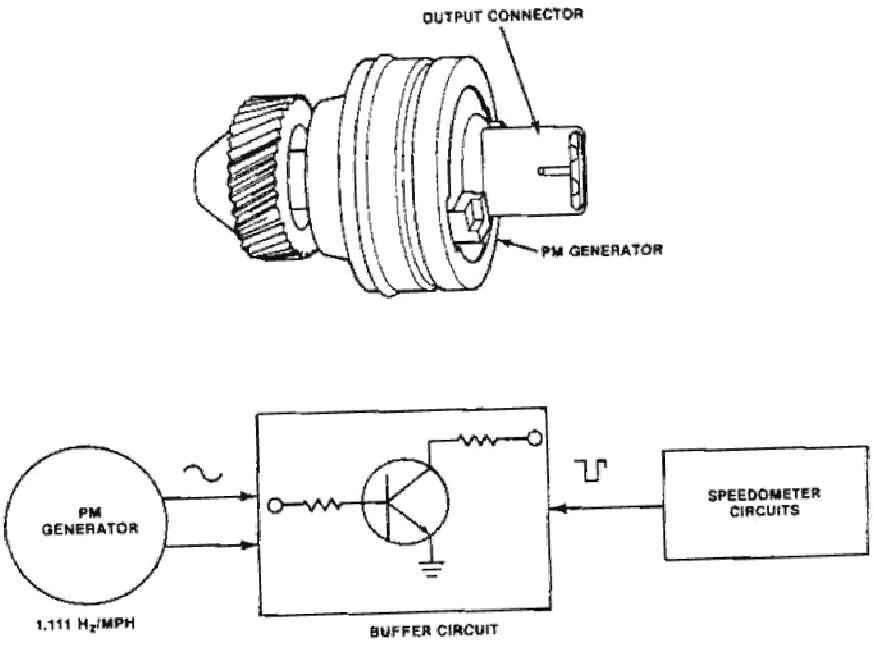


FIGURE 36 Permanent magnet (PM) generator and buffer amplifier circuit used for the VSS (vehicle speed sensor) circuit. (Courtesy of General Motors Corporation, Service Operations.)

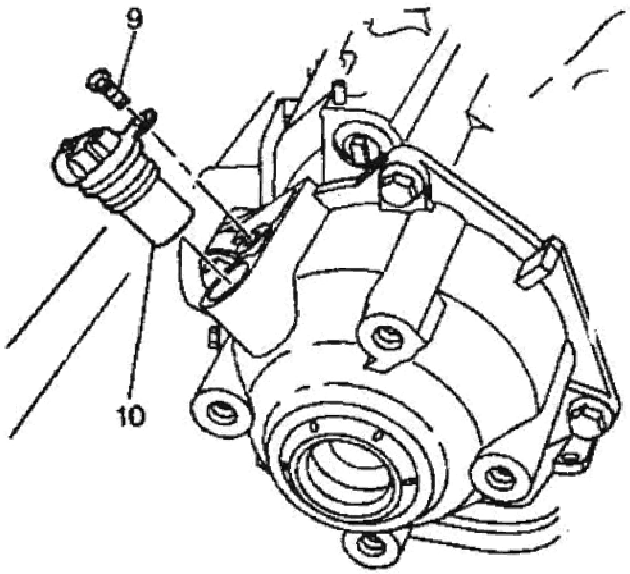


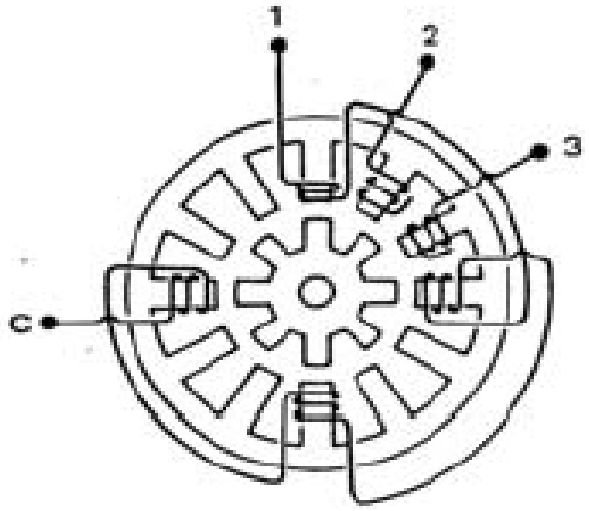
FIGURE 37 Removal of the VSS (10) by removing a bolt (9) from the transaxle extension case. (Courtesy of General Motors Corporation, Service Operations.)

نمونه ای از سنسور سرعت خورو شرکت فورد را در شکل زیر می توان دید.

موتور پله ای

موتور پله ای یک موتور الکتریکی هست که ورودی الکتریکی دیجیتال را به یک حرکت مکانیکی تبدیل می کند.

شکل زیر مقطع عرضی سا ختار یک موتور پله ای مدرن نمونه را نشان می دهد:



مشخصات یک موتور پله ای:

- پله بر ثانیه :

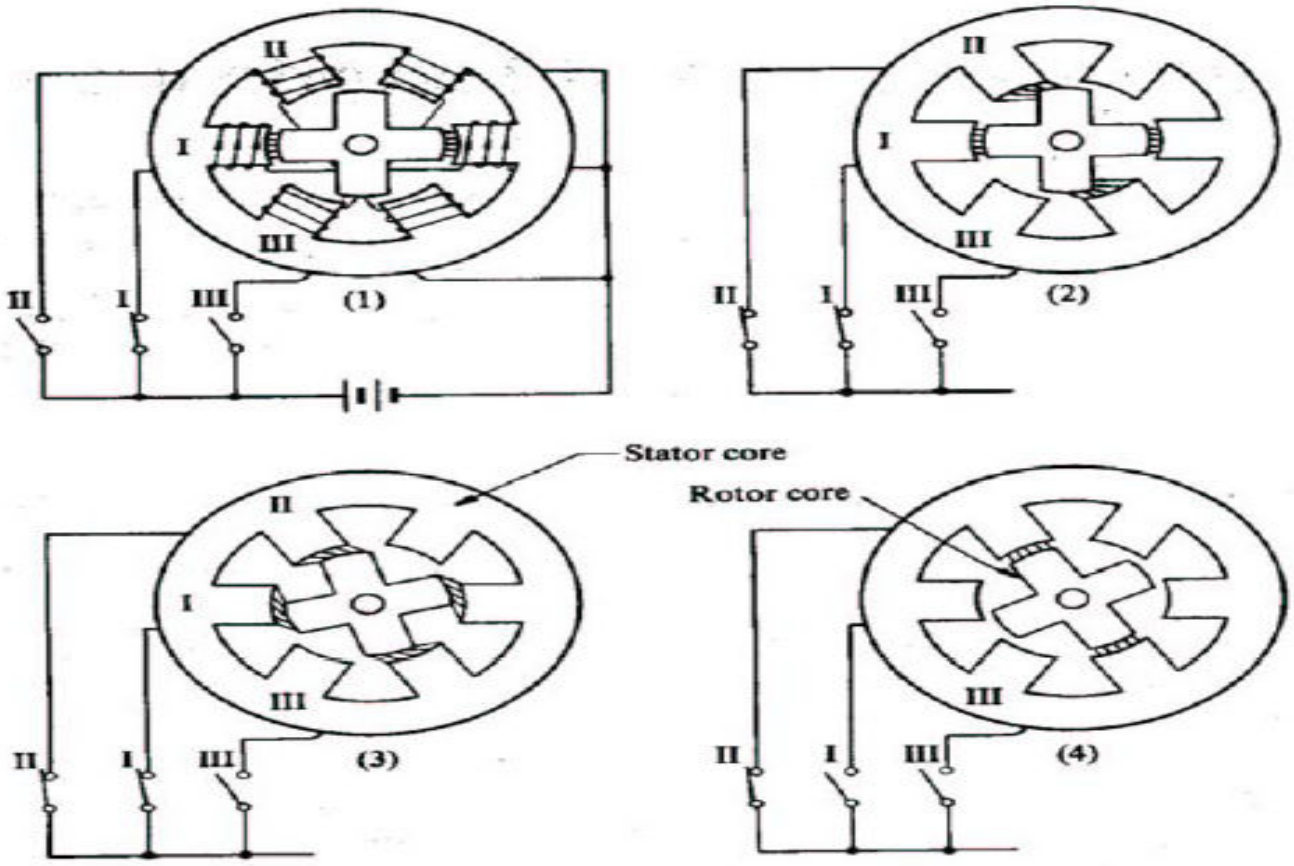
$$SPS = (RPM * SPR) /60$$

- تعداد پله ها
- سرعت موتور

- گشتاور

این موتور به نام موتور "رلوکتانس متغیر تک پشته ای" خوانده می شود.هسته استاتور در شکل زیر دارای 6 قطب یا دندانه 60 درجه می باشد.روتور هم دارای 4 قطب 90 درجه می باشد.هر دو هسته روتور و استاتور ار جنس فولاد نرم هستند.سه دسته سیم پیچی همان طور که در شکل نشان داده شده است،آرایش داده شده اند.هر دسته دارای دو کلاف است که به صورت سری متصل شده اند.به هر یک از این دسته سیم پیچ ها فاز می گویند.در نتیجه این ماشین یک موتور سه فاز است.

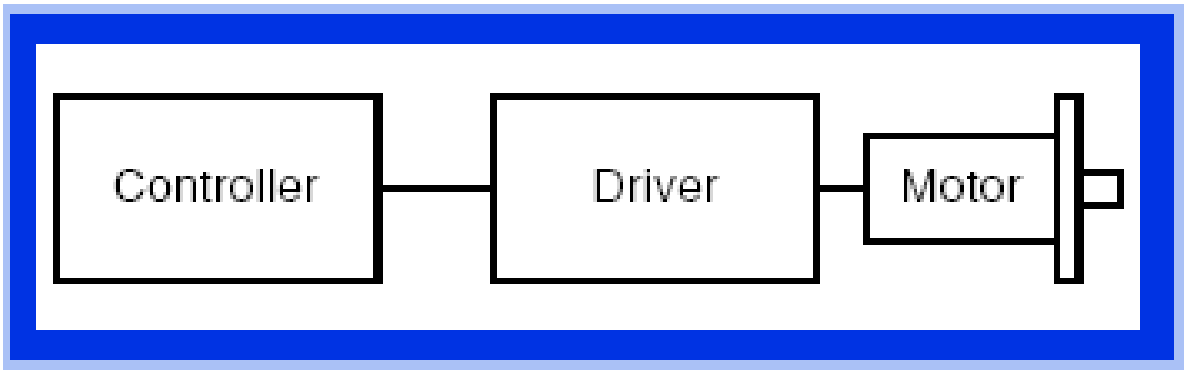
جریان از یک منبع تغذیه DC از طریق کلید های **III,II, I** تامین می شود. در وضعیت 1 سیم پیچی



فاز **I** از طریق جریان کلید **I** تغذیه می شود. یا به اصطلاح فنی فاز **I** تحریک می شود.دو قطب برجسته استاتور که تحریک شده اند با دو دندانه از چهار دندانه روتور هم ردیف هستند.این حالت از نظر دینامیکی یک حالت تعادل است.

هنگامی که کلید **II** برای تحریک فاز**II** علاوه بر فاز **I** بسته می شود، شار مغناطیسی در قطب های استاتور فاز **II** به حالت نشان داده شده در وضعیت 2 به وجود می آید و گشتاوری در جهت عکس ساعتگرد به وجود می آید، از اینرو روتور سر انجام به وضعیت 3 خواهد رسید.روتور با یک زاویه ثابت می چرخد که زاویه پله خوانده می شود.

سوییچ های الکترونیکی در درایو یک موتور پله ای به کار می رود و سیگنال های سوییچینگ توسط IC های دیجیتال یا ریز پردازنده ها تولید می شود.



مزایای موتور پله ای:

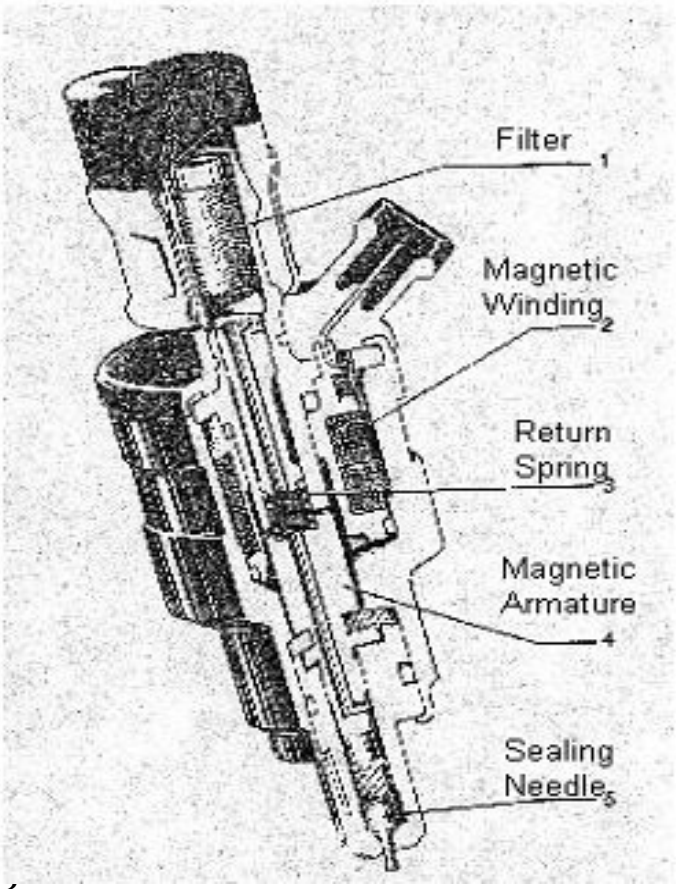
- کم هزینه بودن آن
- ساختار ساده آن
- قابلیت اعتماد بالای آن
- عدم نیاز به نگهداری
- عدم نیاز به فید بک برای کنترل موقعیت یا سرعت
- سازگاری با تجهیزات دیجیتال مدرن

معایب موتور پله ای:

- نیاز به زمان نسبتا زیاد برای راه اندازی
- کارایی نا مناسب در سرعت های پایین،مگر آنکه از درایو Micro Step استفاده شود.
- جریان مصرفی بالا
- تلفات حرارتی زیاد در سرعت های بالا و ایجاد تداخل در کارایی موتور

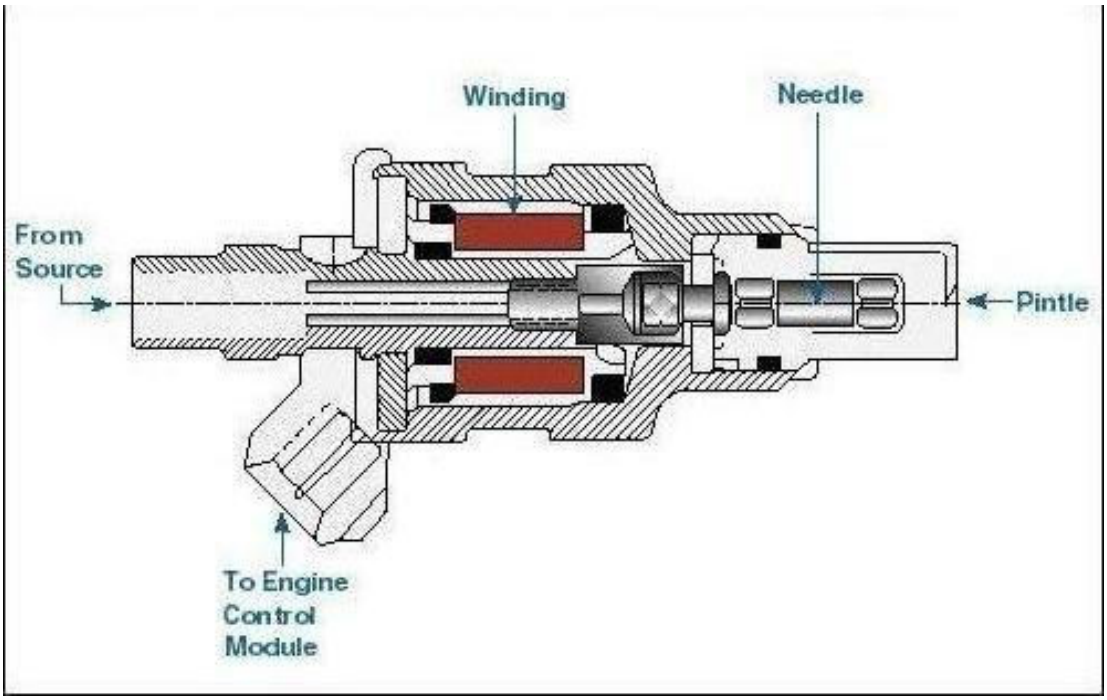
انژکتور

اساسا یک سیستم الکترونیکی پاشش سوخت EFI بوسیله پاشش سوخت با فشار بالا توسط یک شیر به نام انژکتور کار می کند. EFI کارکرد با ارزشی در داخل موتور دارد .پاشش سوخت با مقدار یکسان به سیلندرهای خودرو برای جلوگیری از استهلاک بیش از حد و بهینه کردن قدرت موتور ،یکی از کارکردهاست. EFI نسبت صحیح هوا به سوخت را فراهم می سازد.کاهش آلاینده های خطرناک کارکرد سوم است.کارکرد آخر سیستم EFI تنظیم دماها و سرعت های مختلف خودرو برای بهینه کردن کارکرد موتور است.مقدار سوخت تحویلی توسط انژکتور سوخت بر پایه دور موتور ،موقعیت دریچه گاز و اکسیژن باقی مانده در گاز خروجی اندازه گیری می شود.



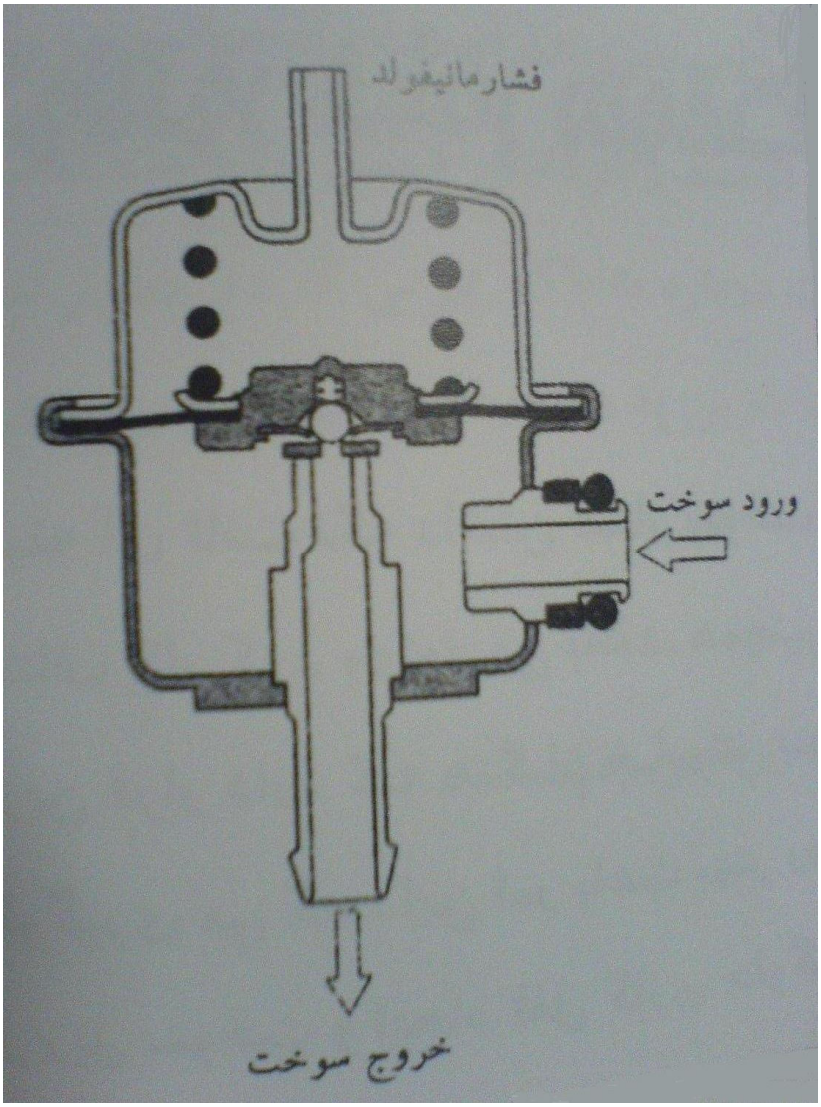
باتری خودرو ولتاژ 12 ولت تولید می کند ولی این ولتاژ به 100 ولت افزایش می یابد تا زمان

تاخیر باز و بسته شدن انژکتور به کمترین مقدار خود برسد.یک کویل القایی ولتاژ را افزایش داده و آنرا در یک خازن برای فعال سازی سولونویید انژکتور هنگام دشارژ بودن مورد استفاده قرار گیرد. نگران اصلی افزایش تاخیر بین زمان دریافت پالس الکتریکی و زمان دشارژ سولونویید است.با افزایش فشار سوخت وارده به انژکتور و کاهش فاصله زمانی بین هنگام کاملا باز وهنگام کاملا بسته بودن سوزن انژکتور ،می توان این تاخیر را کاهش داد.با فشار بیشتر سوخت ،زمان و سطح مقطع کمتری را برای عبور مخلوط سوخت و هوا نیاز خواهیم داشت.



رگلاتور فشار

رگلاتور فشاراختلاف فشار بین ریل سوخت و خلا منیفولد ورودی را ثابت نگه می دارد. برای پاشش سوخت بهینه این اختلاف فشار باید عددی ثابت باشد. در داخل رگلاتور فنری قرار دارد که این اختلاف فشار را ثابت نگه می دارد.



این قطعه در انتهای ریل سوخت نصب می شود.

معرفی سنسورهای

موتور پراید

ECU

ECU به کار رفته در این سیستم ها ازنوع SAGEM یا SIEMENS می باشد که با استفاده از این ECU و این سیستم، مقدار سوخت از 7.5 لیتر در 100 کیلومتر در سیستم کیا به 6.5 لیتر در 100کیلومتر در سیستم های زیمنس و ساژم رسیده است.

ECU در سمت چپ پای راننده قراردارد.

سنسورفشار منیفولد و دمای هوای ورودی

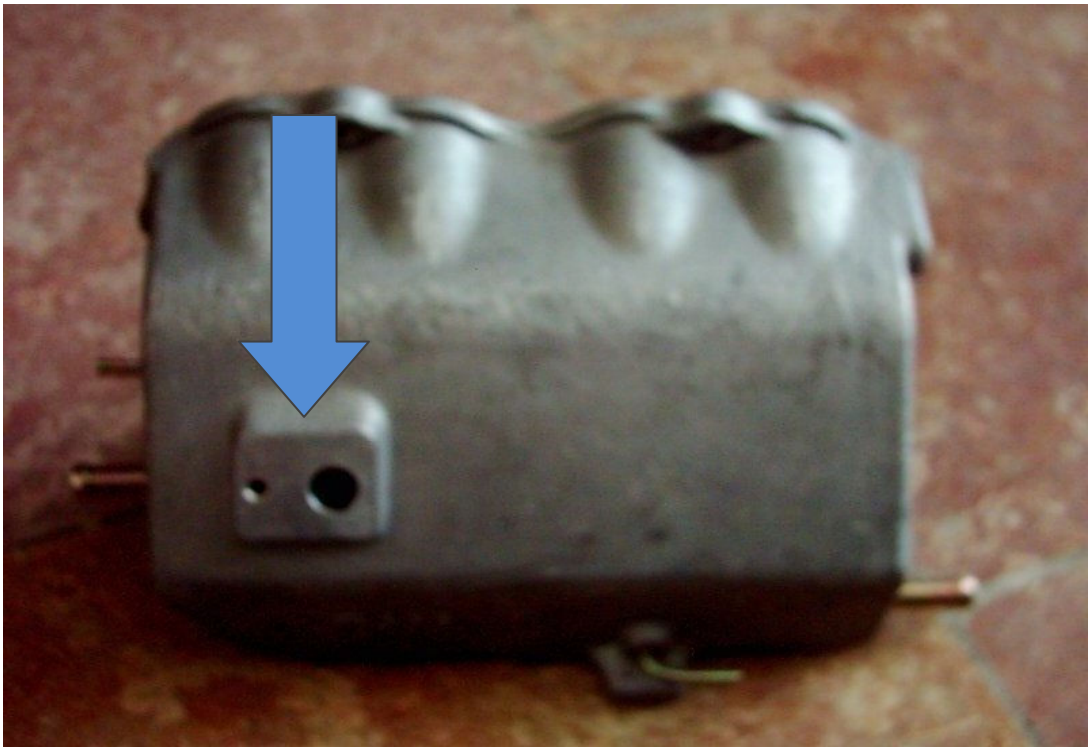
این سنسور در کیت قبلی دو سنسور مجزا بود و در سیستم جدید دو سنسور با هم در یک سنسور قرار گرفته اند که بر روی محفظه آرامش مدار اصلی نصب می شود.

ولتاز تغذیه ای‌ن سنسور 5 ولتی بوده و توسط ECU تامین می شود.ولتاز بازگشتی از سنسور متناسب با فشار اندازه گیری شده توسط پیزو الکتریک موجود در این سنسور (مقاومت متغیر با فشار)تغییر می کند.

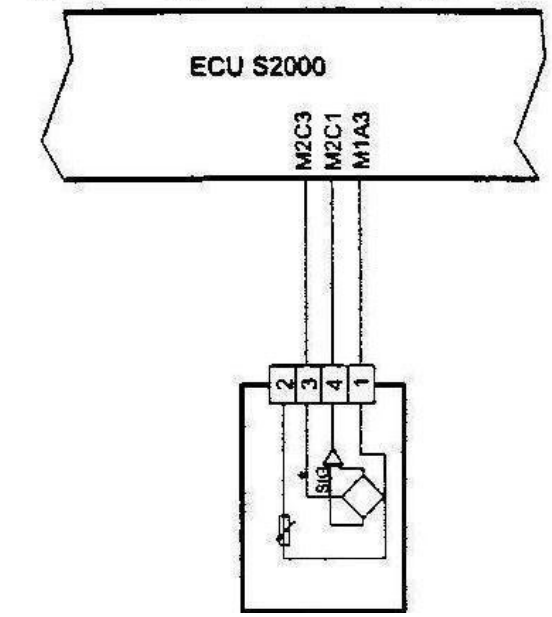
واحد کنترل الکترونیک از این اطلاعات برای محاسبه موارد زیر استفاده می کند:

- اندازه گیری جرم هوای ورودی به موتور
- تغییر نسبت سوخت به هوا متناسب با بار وارده به موتور و فشار هوای محیط
- آوانس جرقه

مقاومت به کار رفته در سنسور دمای هوا از نوع NTC است و محدوده کارکرد آن بین 40 تا 50 درجه سانتی گراد می باشد.ECU برای محاسبه جرم هوای ورودی به موتور از اطلاعات این سنسور استفاده می کند.

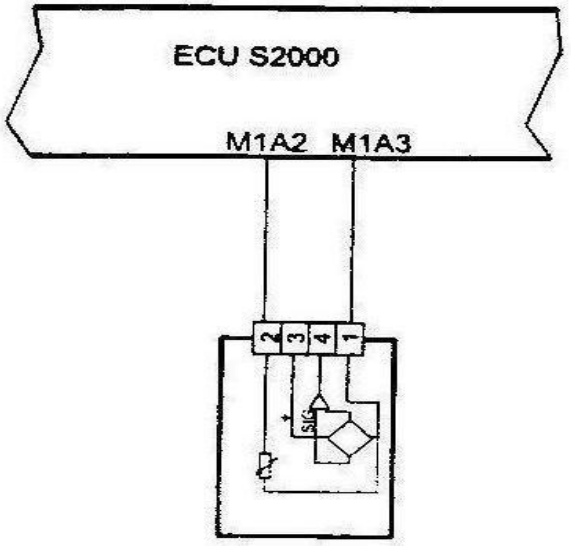


سنـــسور فشـــار مانيفولد



مقدار ولتاژ (V)	فشار مطلق (KPA)
٠/٤	١٠
٠/٨	٢٠
١/٢١	٣٠
١/٦١	٤٠
٢/٠٢	٥٠
٢/٤٢	٦٠
٢/٨٣	٧٠
٣/٢٣	٨٠
٣/٦٤	٩٠
٤/٠٤	١٠٠

سنسور دمای هوا

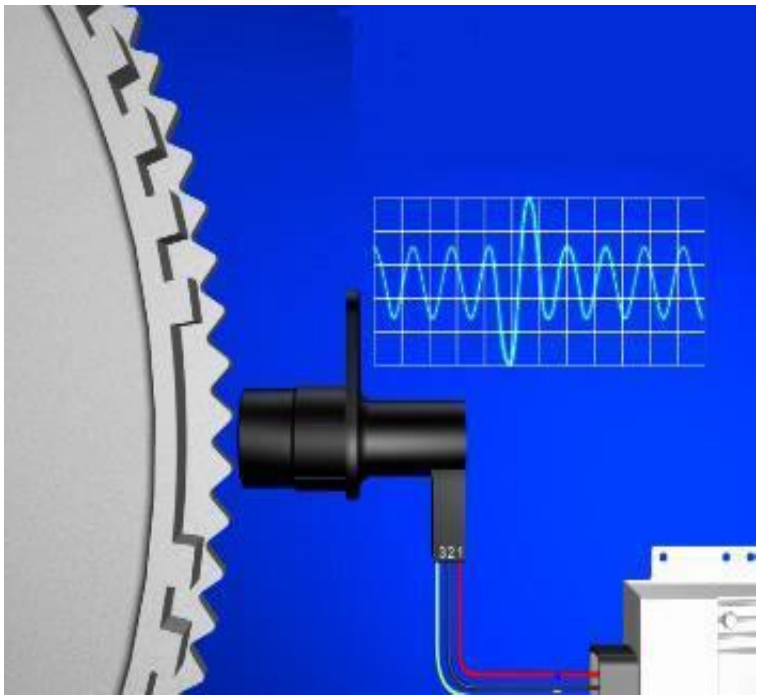


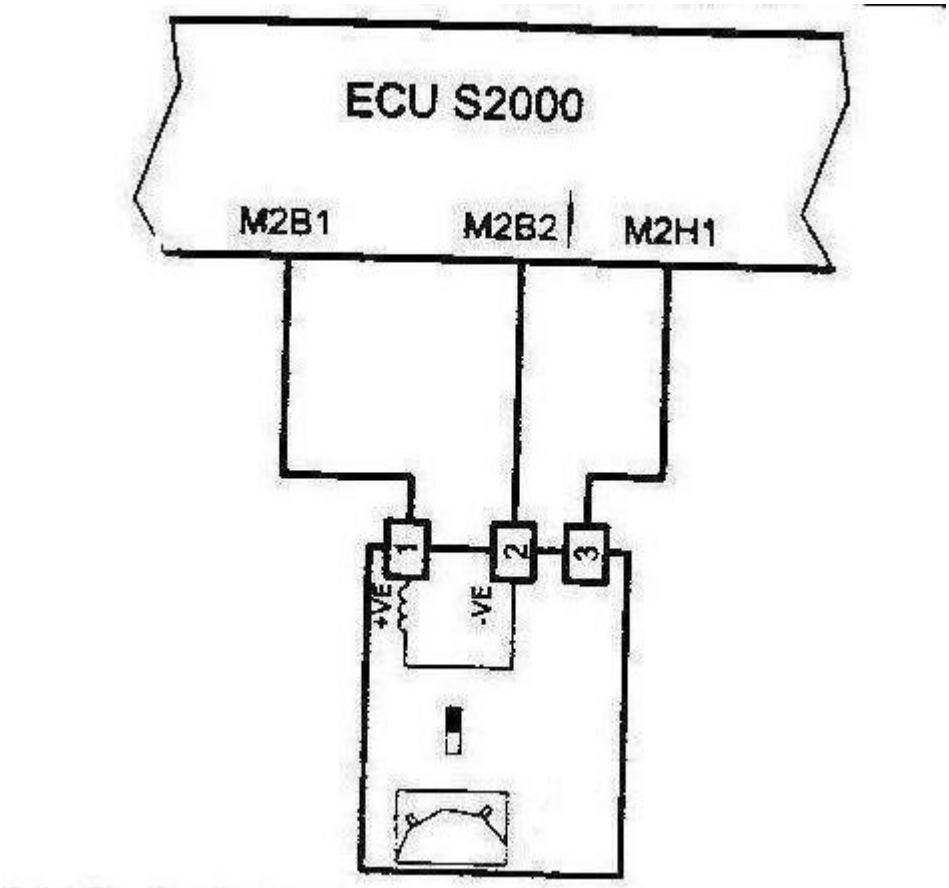
دمای هوا (C°)	مقدار مقاومت Ω
۰	۵۸۸۶
۱۰	۳۷۹۱
۲۰	۲۵۰۹
۳۰	۱۷۱۵
٤۰	۱۲۰۰
۵۰	۸۵۰
٦۰	٦۱۲
۷۰	٤٤٦
۸۰	۳۲۹
۹۰	۲٤٦
۱۰۰	۱۸٦

سنسور دور موتور و موقعیت میل لنگ

این سنسور بر روی پوسته کلاچ نصب شده و اطلاعات مربوط به میزان دور موتور و موقعیت TDC(نقطه مرگ بالای سیلندر یک و چهار)را اندازه گیری و به واحد کنترل الکترونیک ارسال می دارد.نحوه عملکرد ای‌ن سنسور بدین صورت است که فلایویل دندانه دار متصل به میل لنگ،از مقابل سنسور مغناطیسی عبور کرده و باعبور این دندانه از مقابل سنسور،میدان مغناطیسی آن تغییر کرده و ولتاژهای متناسبی را ایجاد می کند.

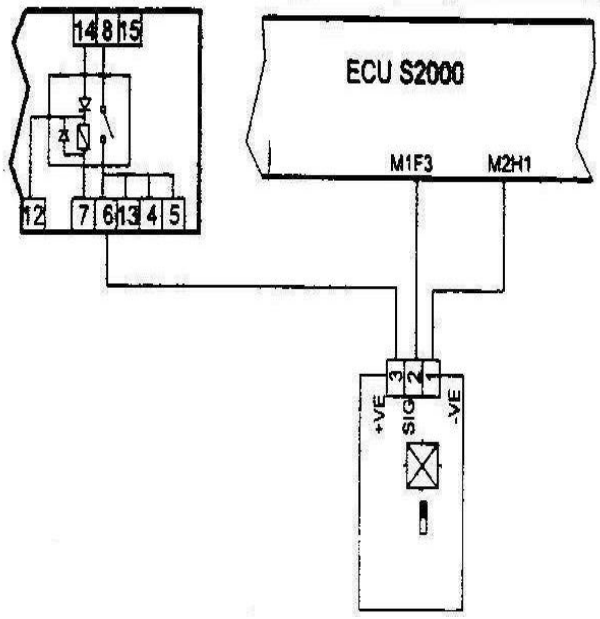
فلای‌ویل دارای 60 دندانه می باشد که با برداشتن دو دندانه تعداد دندانه ها به 58عدد رسیده است.با رسیدن فضای خالی دو دندانه به مقابل سنسور ،سنسور نقطه مرگ بالای سی‌لندر 1و4 را تشخیص می دهد .

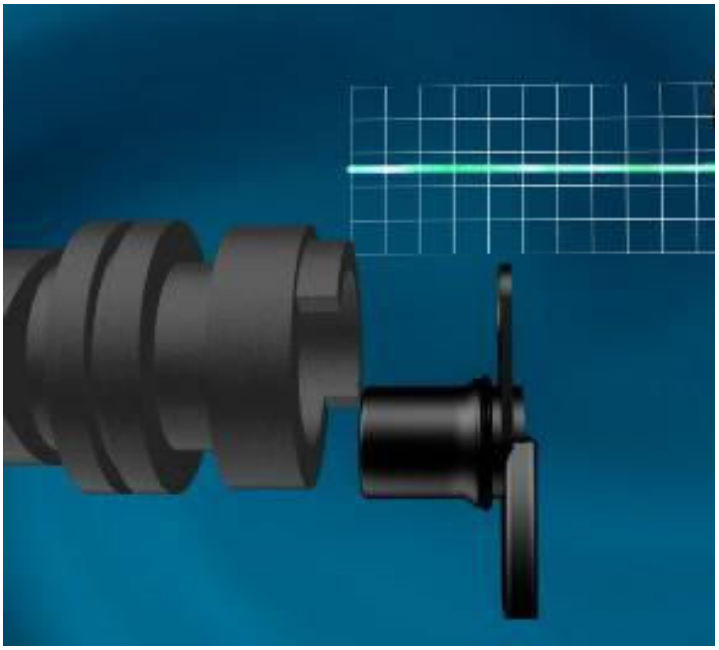

321

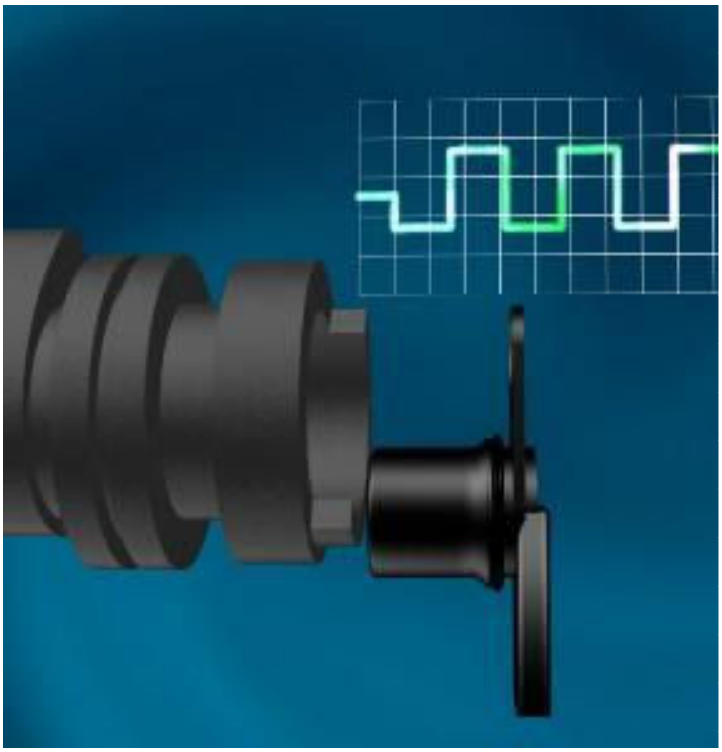

ECU S2000
M2B1
M2B2
M2H1
1
2
3
+VE
-VE

سنسور موقعیت میل بادامک

این سنسورجایگزین دلکو بر روی میل بادامک شده است . وظیفه این سنسور ، تعیین موقعیت TDC یا نقطه مرگ بالای سیلندر یک و تفکیک آن از موقعیت اندازه گیری شده توسط سنسور دورموتور است.همانطور که در شکل مشخص شده بر روی میل بادامک شیاری قرار دارد که هرگاه روبروی سنسور قرار گیرد ولتاژی در سنسور تولید می شود که نشانگر نقطه مرگ بالای سیلندر شماره یک است.



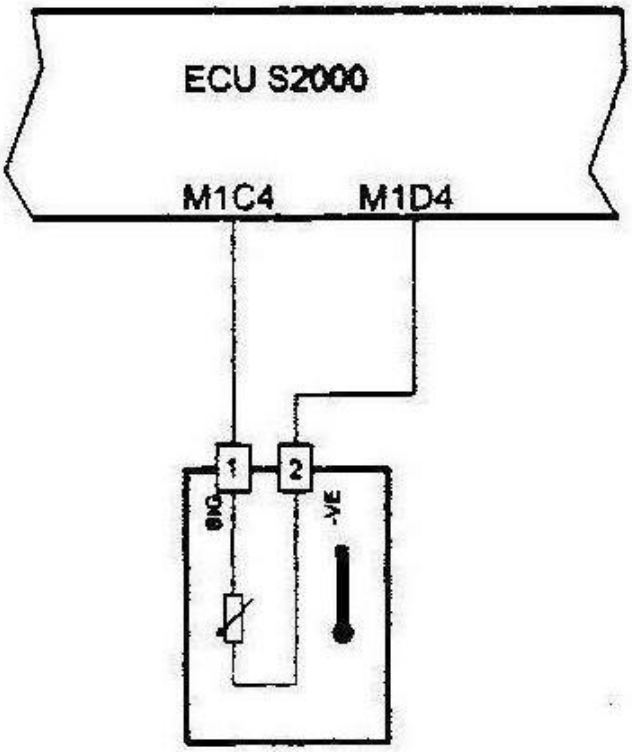




سنسور دمای مایع خنک کننده

این سنسور دمای مایع خنک کننده را اندازه گیری کرده و اطلاعات مربوطه را به واحد کنترل الکترونیک ارسال می کند.

ای‌ن سنسور از نوع مقاومت NTC بوده و دارای کانکتور دو پایه است.این سنسور در کنار ترموستات نصب می شود.



دمای آب (C°)	مقدار مقاومت Ω
۰	۵۹۵۸
۱۰	۳۸۲۰
۲۰	۲۵۰۹
۳۰	۱۶۸۶
٤۰	۱۱۵۷
۵۰	۸۱۰
٦۰	۵۷۷
۷۰	٤۱۹
۸۰	۳۰۹
۹۰	۲۳۱
۱۰۰	۱۷۵

سنسور اکسیژن

سنسور اکسیژن عضو انتهایی سیستم می باشد.سنسور اکسیژن بر روی مانیفولد اگزوز در مسیر گازهای خروجی اگزوز بین موتور و کاتالیست کانورتر نصب می گردد.

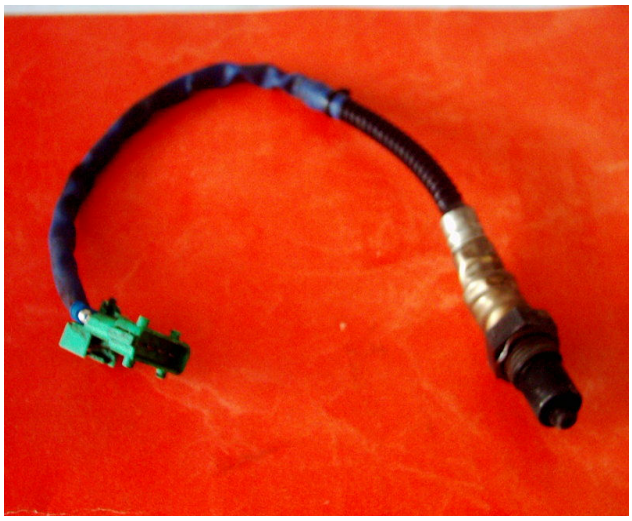
این سنسور اطلاعات مربوط به میزان غنی و یا رقیق بودن مخلوط سوخت و هوای ورودی به موتور را اندازه گیری می کند و به صورت پیوسته به واحد کنترل الکترونیک ارسال می کند.ECU از اطلاعات دریافتی از سنسور اکسیژن جهت موارد زیر استفاده می کند:

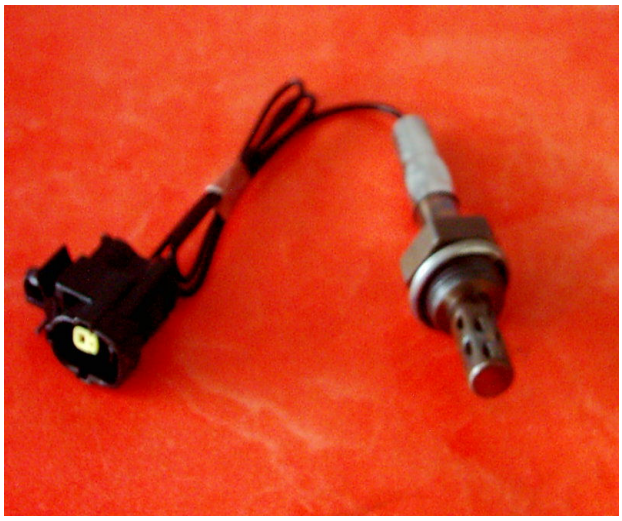
- محاسبه نسبت مخلوط سوخت و هوا
- تنظیم نسبت مخلوط سوخت و هوا جهت عملکرد بهینه موتور

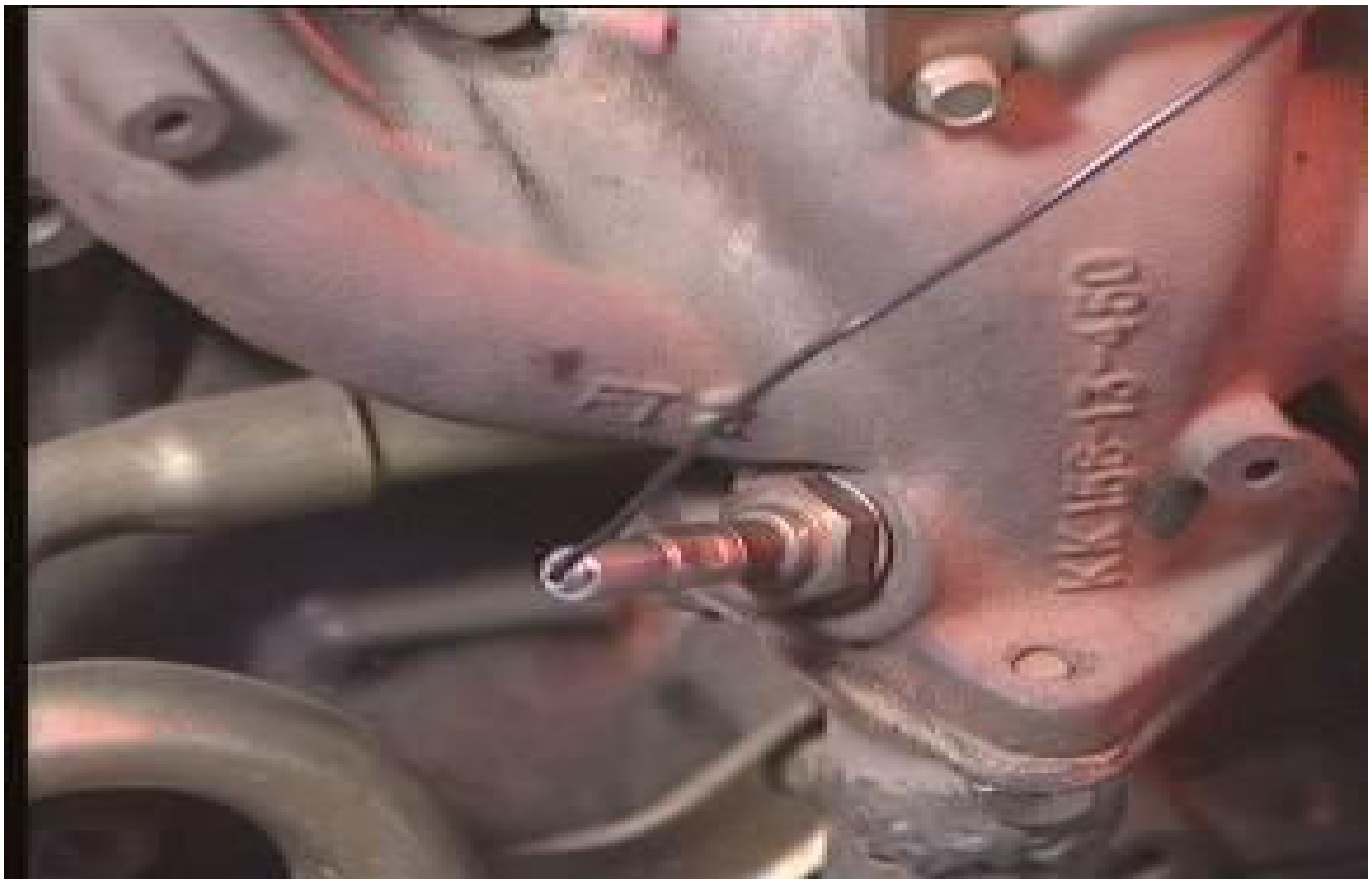
توابع مربوط به مقادیر بهینه مخلوط سوخت وهوا جهت کارکرد مناسب کاتالیک کانورتر به طور دائمی در ECUذخیره شده است.

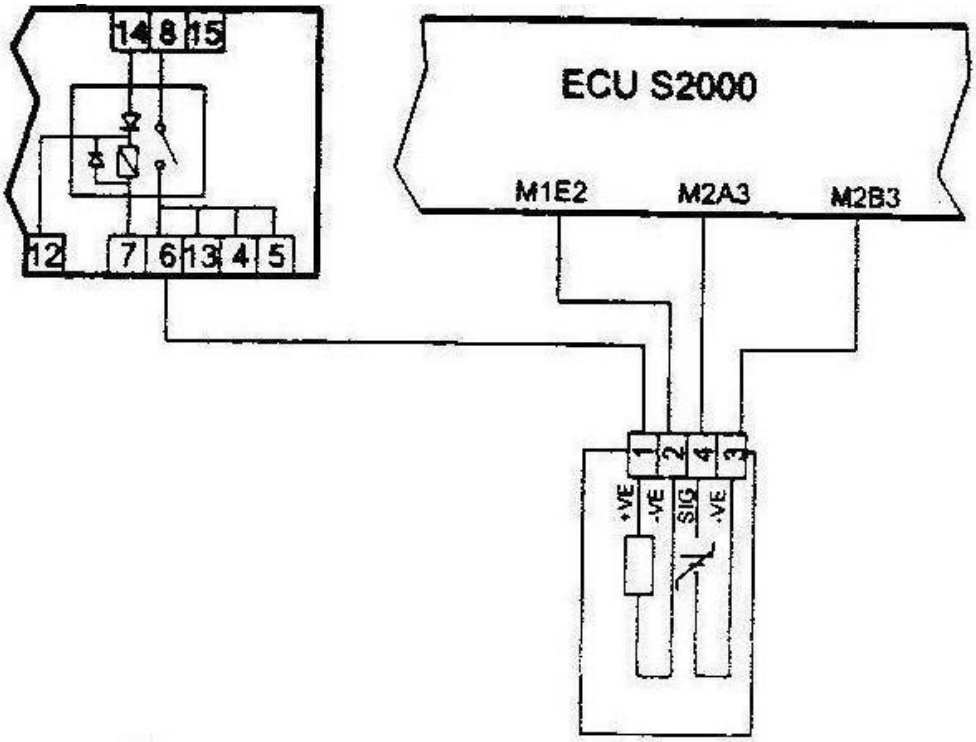
ECU با استفاده از اطلاعات مر بوط به غنی یا رقیق بودن مخلوط سوخت و هوا که به شکل ولتازی بی‌ن صفر تا یک ولت از سنسور اکسیژن دری‌افت می کند و با استفاده از توابع موجود در حافظه ECU،نسبت به تنظیم مقادیر سوخت و هوای ورودی به موتور جهت عمتکرد بهینه کاتالیست کانورتر اقدام می نماید.سنسور اکسیژن ازمواد دی اکسید زیرکونیم (ZRO2 ZIRCONIA) یا دی اکسید تیتانیم (TIO2 TITANIA) ساخته می شود.

سنسور اکسیژن پراید از دی اکسید زیرکونیم ساخته شده است،واز HEGOیا HO2S می باشد.یعنی برای رسیدن سریع سنسور به دمای کاری خود از یک گرمکن در داخل سنسور استفاده می شود.

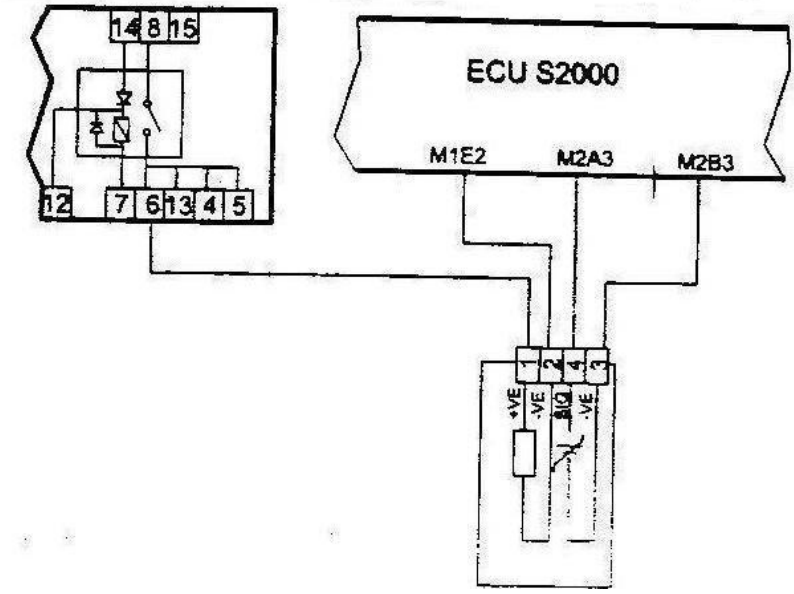








گرمکن سنسور اکسیژن



سنسور ضـربه

تایمینگ جرقه،فشار سیلندرو عدد اکتان سوخت همه می توانند عامل بوجود آمدن یک ضربه در موتور شوند.سنسور ضربه اطلاعات مربوط به وجود ضربه (ناک KNOCK)در داخل موتور را به واحد کنترل الکترونیک ارسال می کند.ضربه پدیده ای ارتعاشی است که در اثر احتراق زود هنگام مخلوط سوخت و هوا در داخل سیلندر موتور ایجاد می گردد.

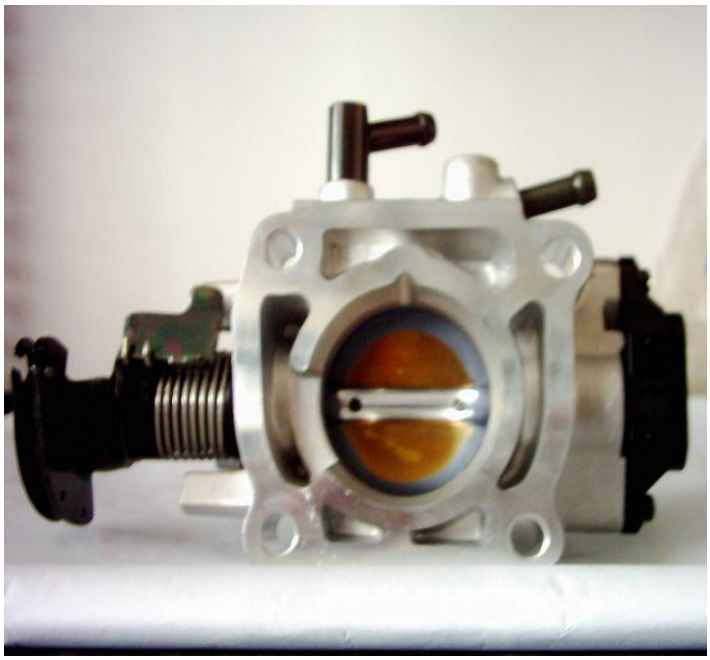
در صورت ایجاد این پدیده در داخل سیلندر موتور،واحد کنترل الکترونیک با استفاده از اطلاعات دریافتی از سنسور ،میزان آوانس موتور را کاهش داده و همزمان با نسبت سوخت به هوا را افزایش

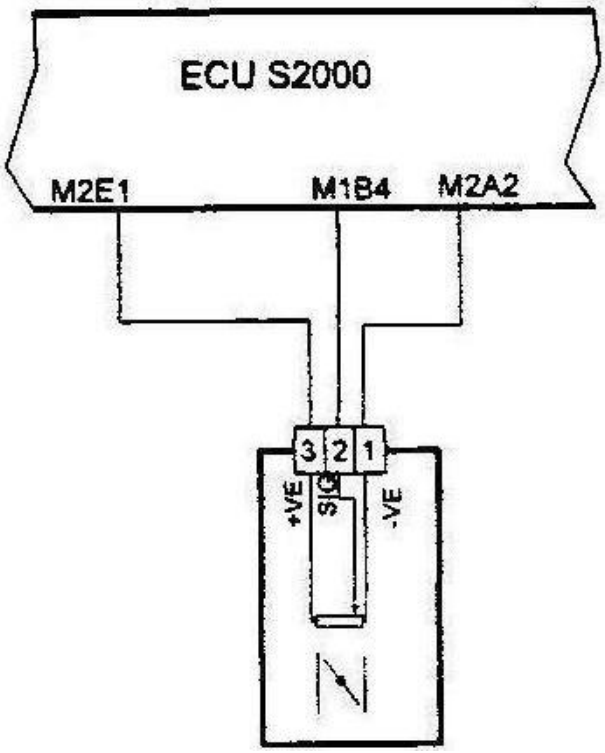
می دهد. سنسورضربه ازموادی مانند:کوارتز ومواد سرامیکی PZT(پلاتین،زیرکونیم وتیتانیم) ساخته می شود.این سنسور در بلوکه سیلندر بین سیلندر دو و سه قرار می گیرد.

سنسور موقعیت دریچه گاز

این پتانسیومتر،موقعیت لحظه ای دریچه گاز را منظور تشخیص وضعیت های دور آرام،تمام بار و یا وضعیت های مربوط به شتابگیری و کاهش سرعت خودرو،به واحد کنترل الکترونیکی ECUارسال می نماید.

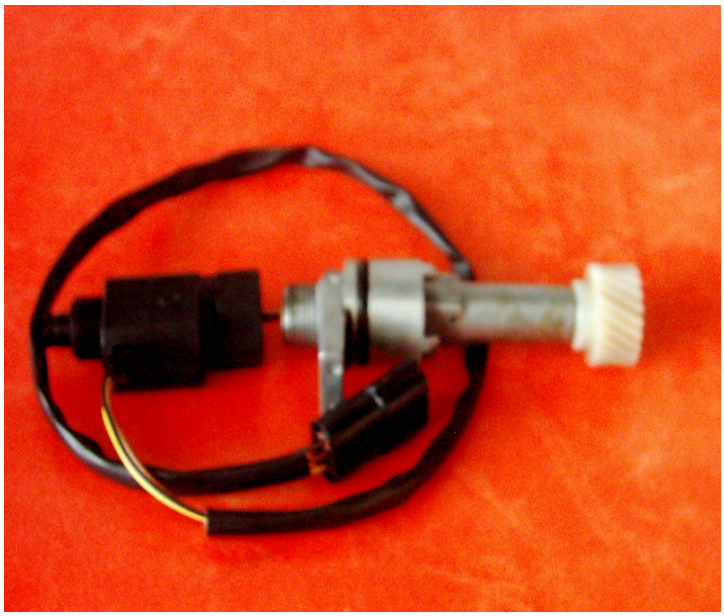
ولتاژ تغذیه این سنسور 5 ولت است و توسط ECUتامین می شود.ای‌ن سنسور بر روی بدنه دریچه گاز نصب می شود.

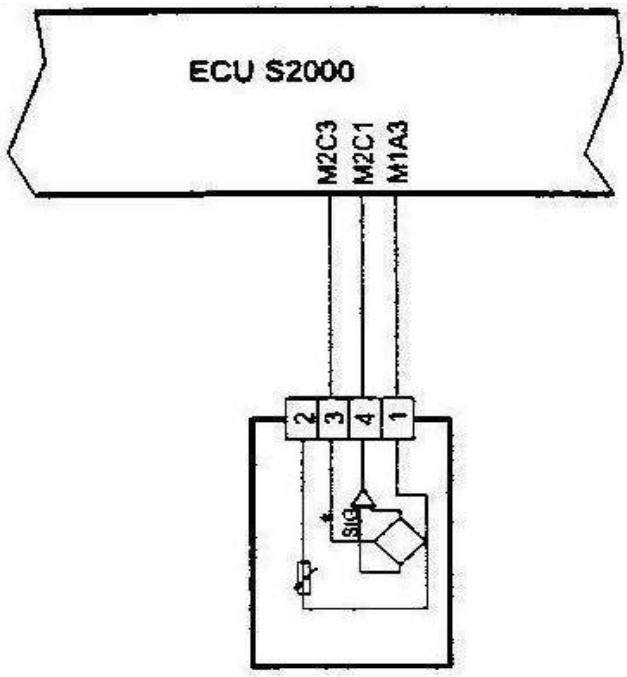



ECU S2000
M2E1
M1B4
M2A2
3
2
1
+VE
SIG
-VE

سنسور سرعت خودرو

این سنسور بر روی دنده کیلومترشمار گیربکس پراید نصب شده ویک سیگنال با فرکانس متناسب با سرعت شفت خروجی گیربکس تولیدمی نمایدو در نتیجه سرعت حرکت خودرو را اندازه گیری می کند.این سنسور بر اساس اثر هال کار می کند.

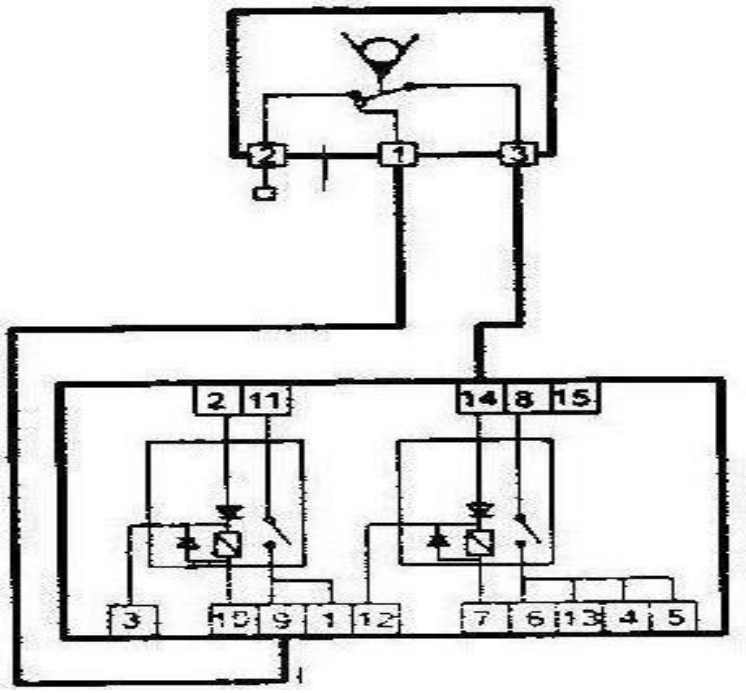




سوییچ اینرسی

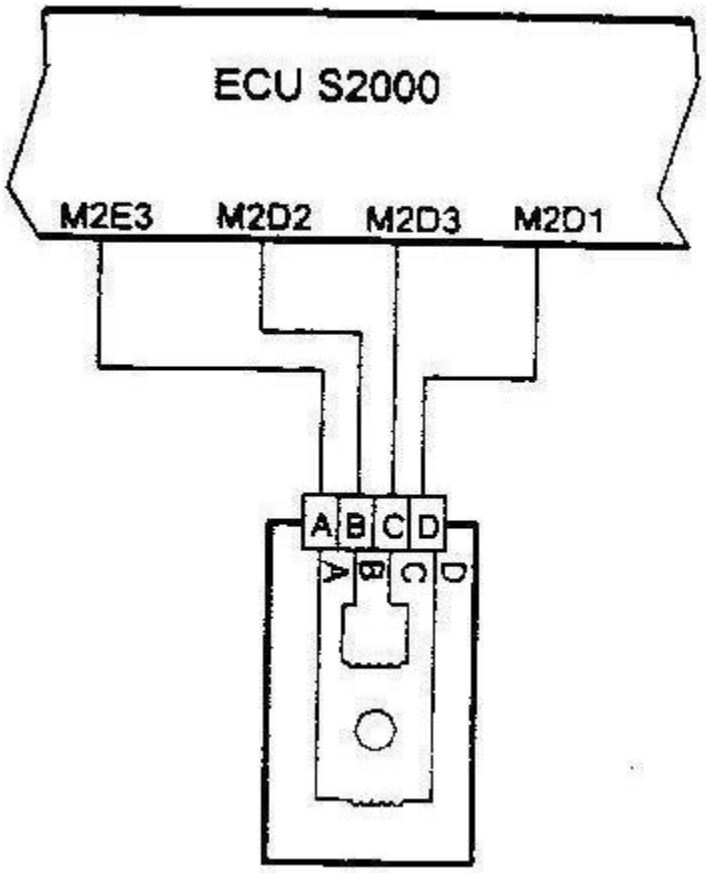
سوییچ اینرسی را نمی توان جز سنسورها به شمار آورد .سوییچ اینرسی (ثقلی) بر روی قسمت خاصی در خودرو که کمترین ارتعاشات را دارد واقع شده است.

وظیفه این سوییچ قطع کردن ودار پمپ بنزین و سایر عملگرها در تصادفات شدید و یا در زمان واژگونی خودرو است.در خودروهای مجهز به پمپ بنزین برقی،عدم قطع جریان برق به پمپ در زمان تصادفات و یا واژگونی خودرو می تواند سبب آتش سوزی در خودرو گردد.این سوییچ بر روی بدنه خودرو درفضای داخل کاپوت خودرو قرار می گیرد.


2
1
3
2
11
14
8
15
3
10
9
1
12
7
6
13
4
5

موتور پله ای

موتور پله ای بر روی مجموعه دریچه گاز نصب شده و مجرایی فرعی برای عبور هوای اضافی به منیفولد هوا باز می کند.

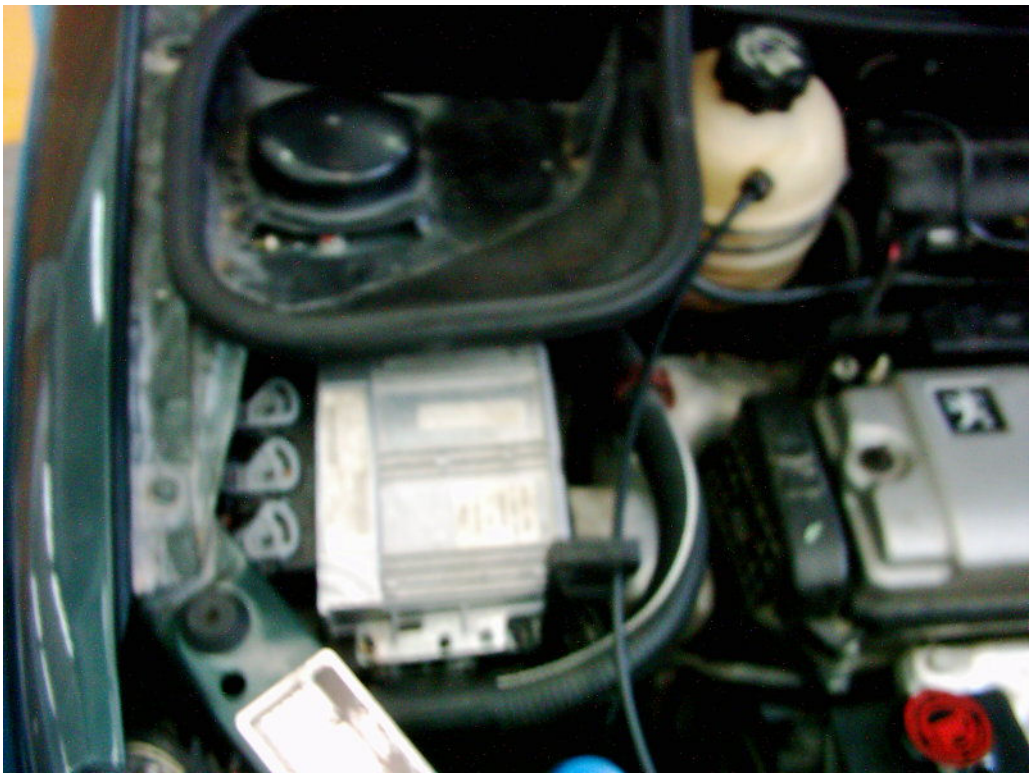

ECU S2000
M2E3
M2D2
M2D3
M2D1
A
B
C
D

سنسورهای موتور

پژو 206

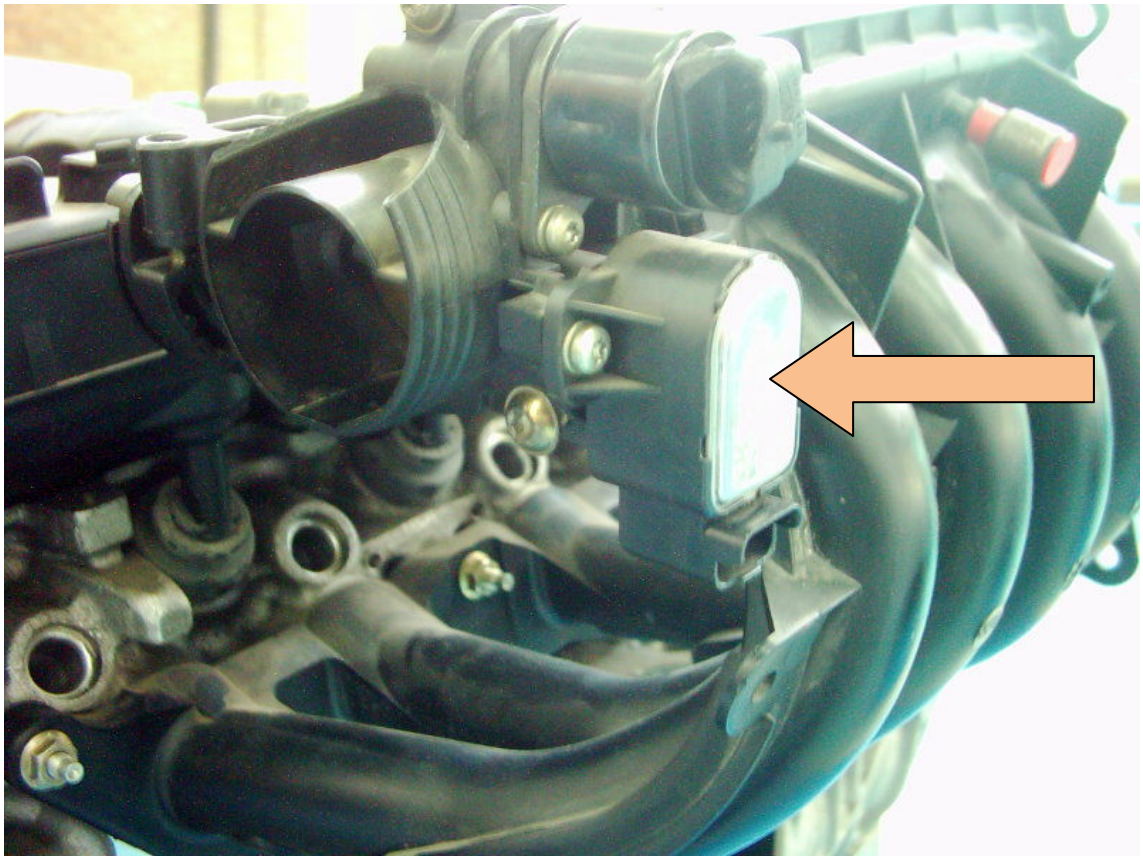
ECU

ECU موتور پژو 206 از نوع SAGEM و BOSCH بوده و سمت چپ موتور نصب می شود.



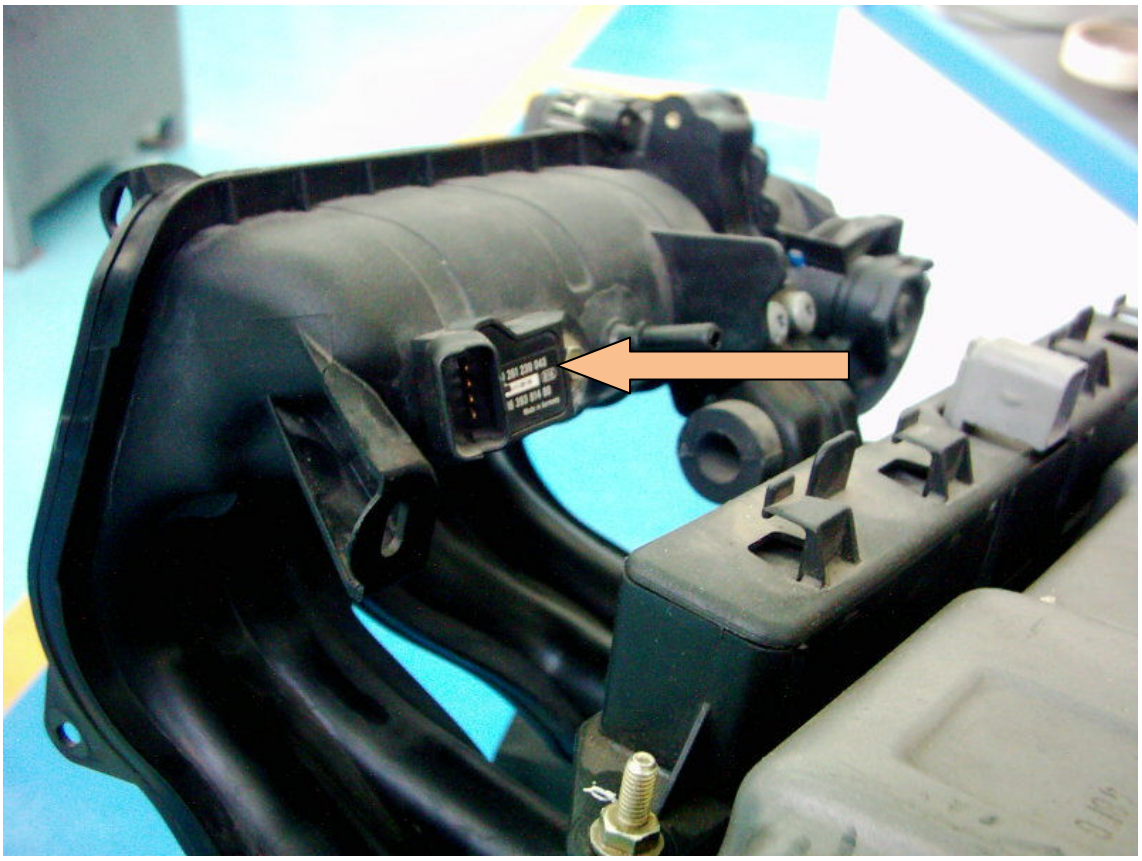
سنسور موقعیت دریچه گاز

این سنسور از نوع اثر هال بوده و بر روی دریچه گاز نصب می شود.



سنسور فشار و دمای هوای منیفولد

این دو سنسور در یک سنسور قرار دارند و سنسور دمای هوای ورودی از نوع NTC می باشد.

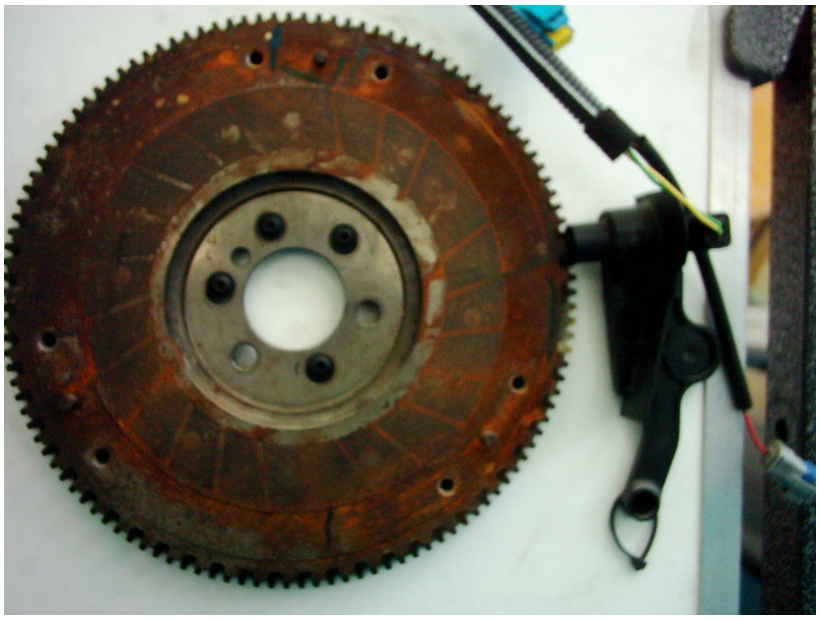


سنسور دمای آب

این سنسور از نوع NTC می باشد و در کنار ترموستات نصب می شود.

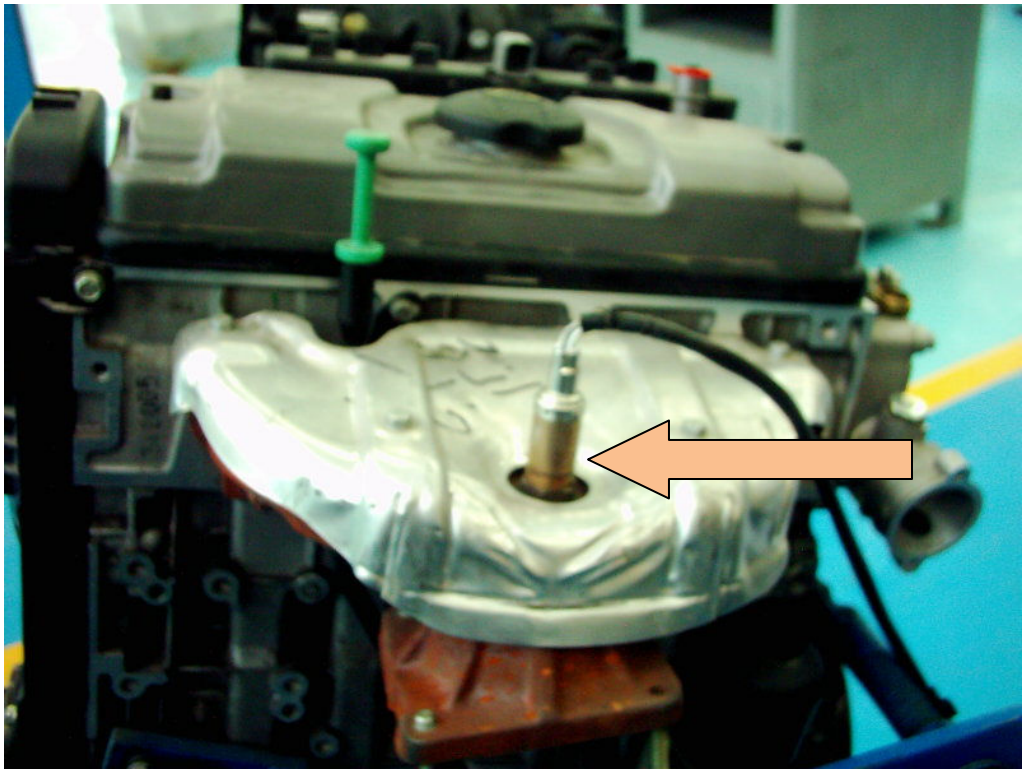
سنسور دور موتور و موقعیت میل لنگ

این سنسور از نوع القایی متغیر بوده که عملکردی شبیه به سنسور موفعیت میل لنگ موتور پراید دارد.



سنسور اکسیژن

سنسور اکسیژن از دارای گرمکن می باشد که بر روی منیفولد دود نصب می شود.

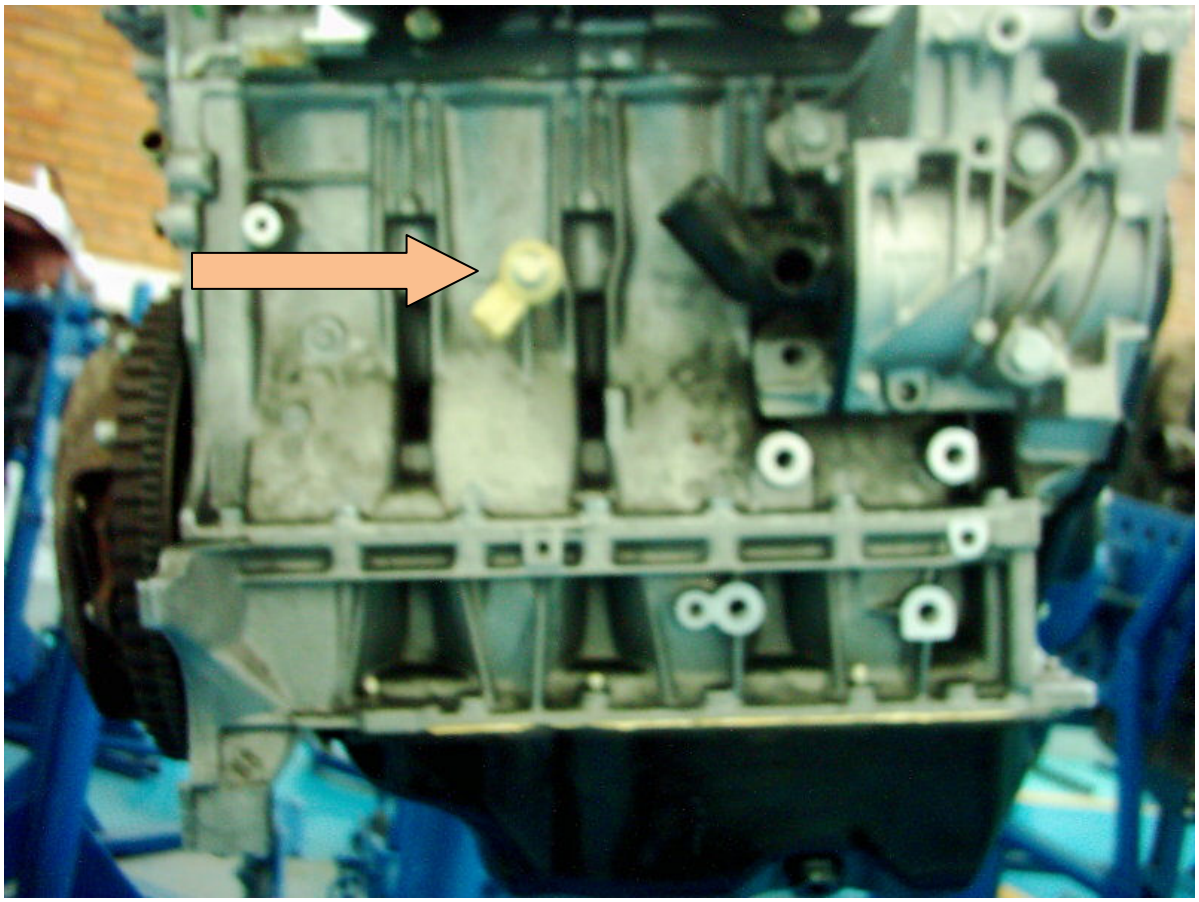


سنسور سرعت خودرو

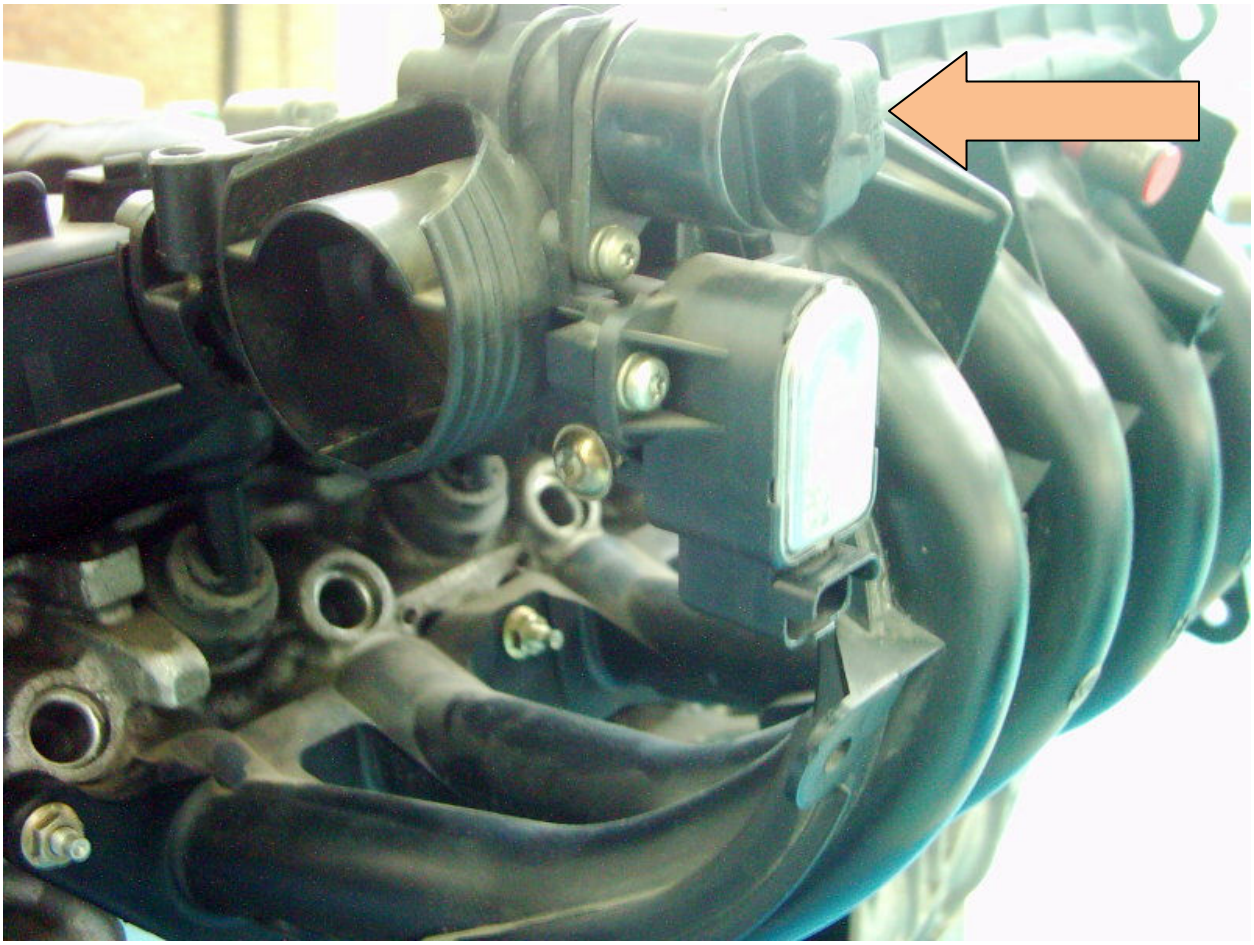
این سنسور از نوع اثر هال می باشد و بر روی دیاق دیفرانسیل و روی هرز گرد سیم کیلومتر نصب می شود.

سنسور ضربه

این سنسور از نوع پیزوالکتریک بوده و بر روی بلوکه سیلندر بین سیلندر دو و سه نصب می شود.

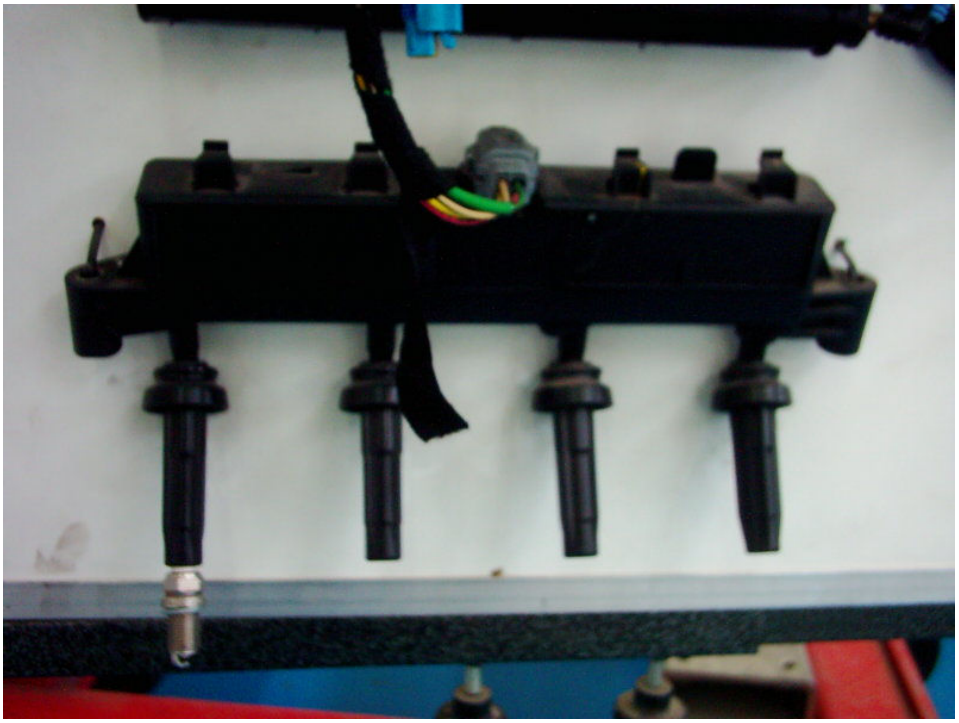


موتور پله ای



کویل دوبل

در این نوع کویل وایرها حذف شده و شمع ها مستقیما به کویل نصب می شود .در هر سه موتور سیلندرهای یک و چهار با هم و سیلندرهای دو و سه با هم جرقه می زنند.

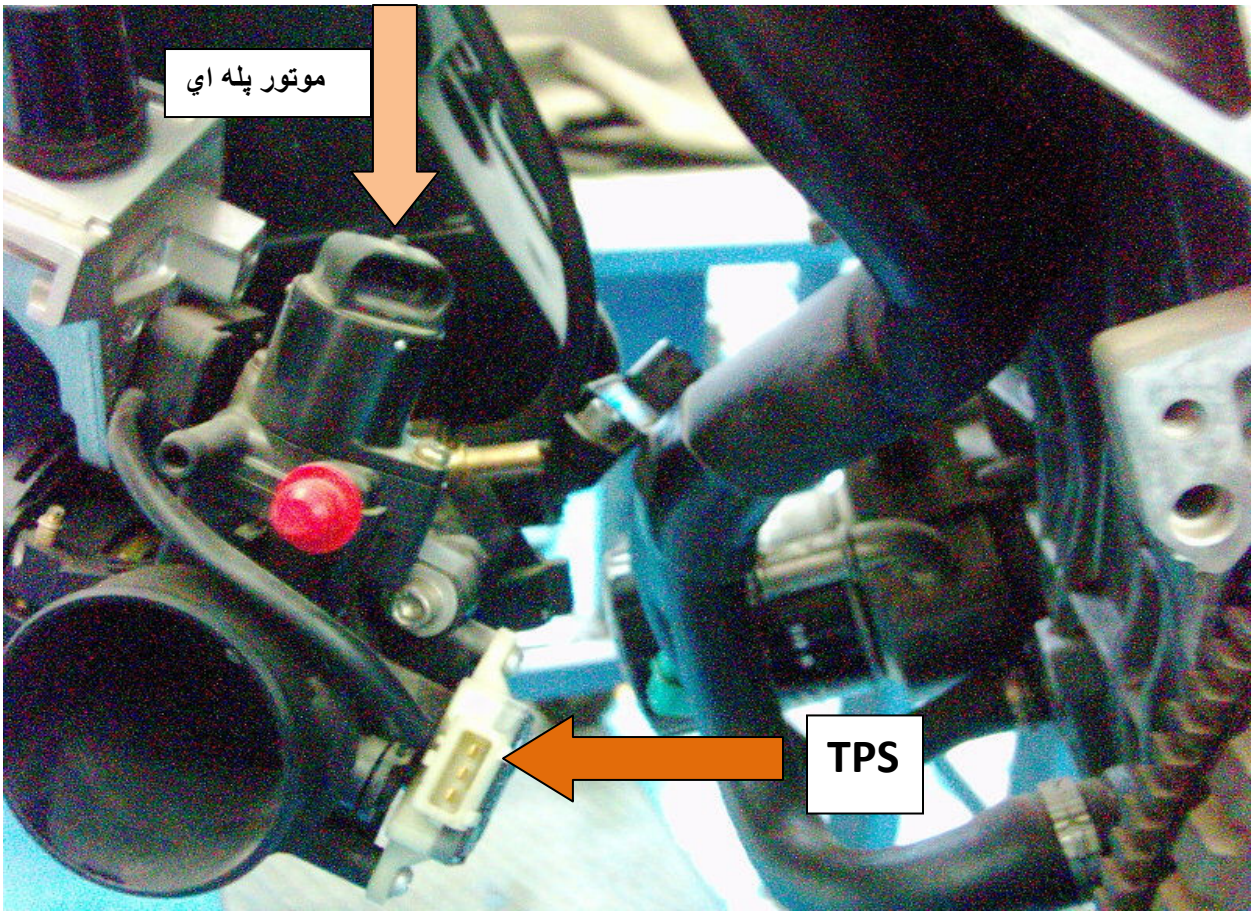


سنسورهای موتور

پژو پارس ELX

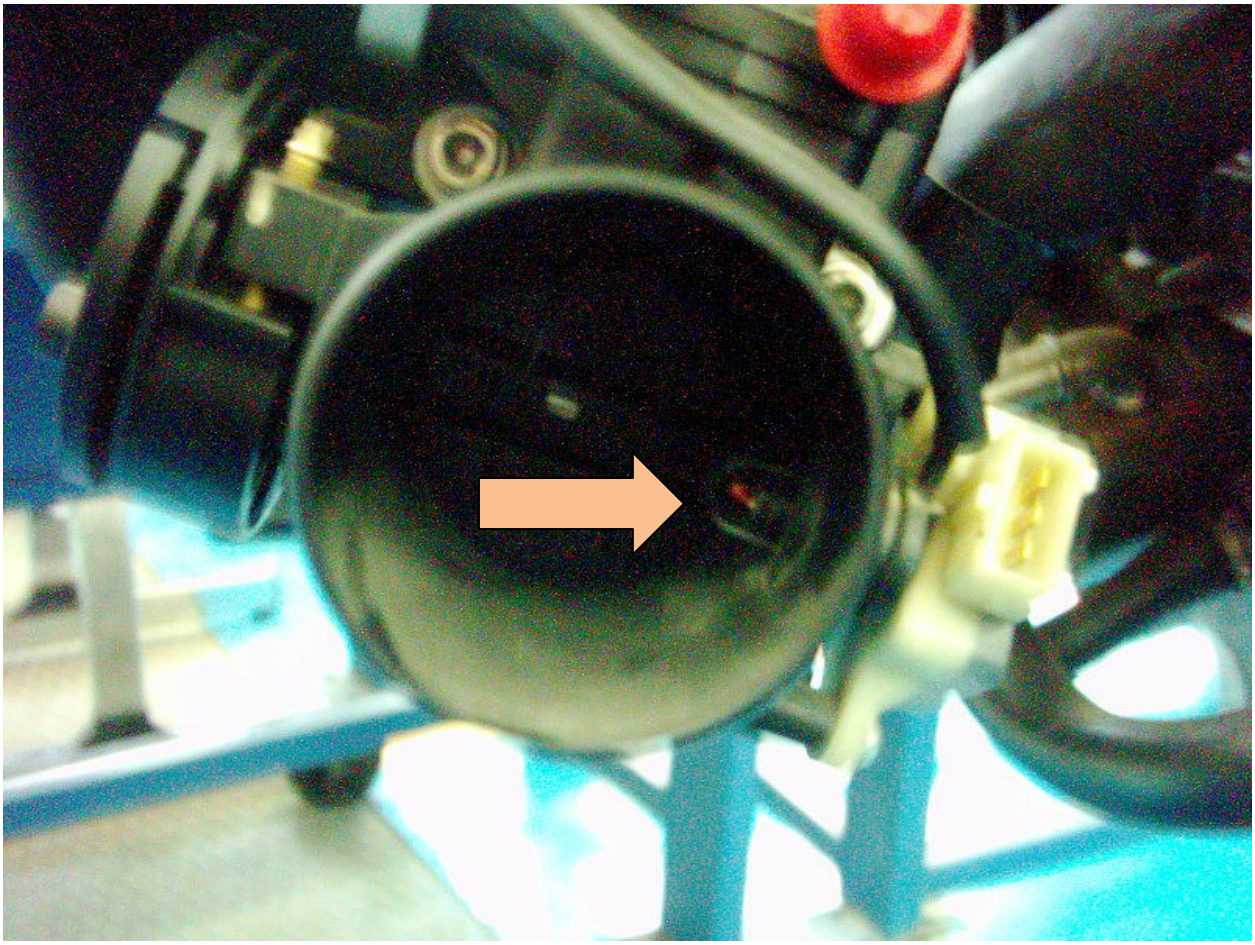
سنسور موقعیت دریچه گاز و موتور پله ای

این سنسور بر روی دریچه گاز نصب شده و از نوع پتاسیومتری است.



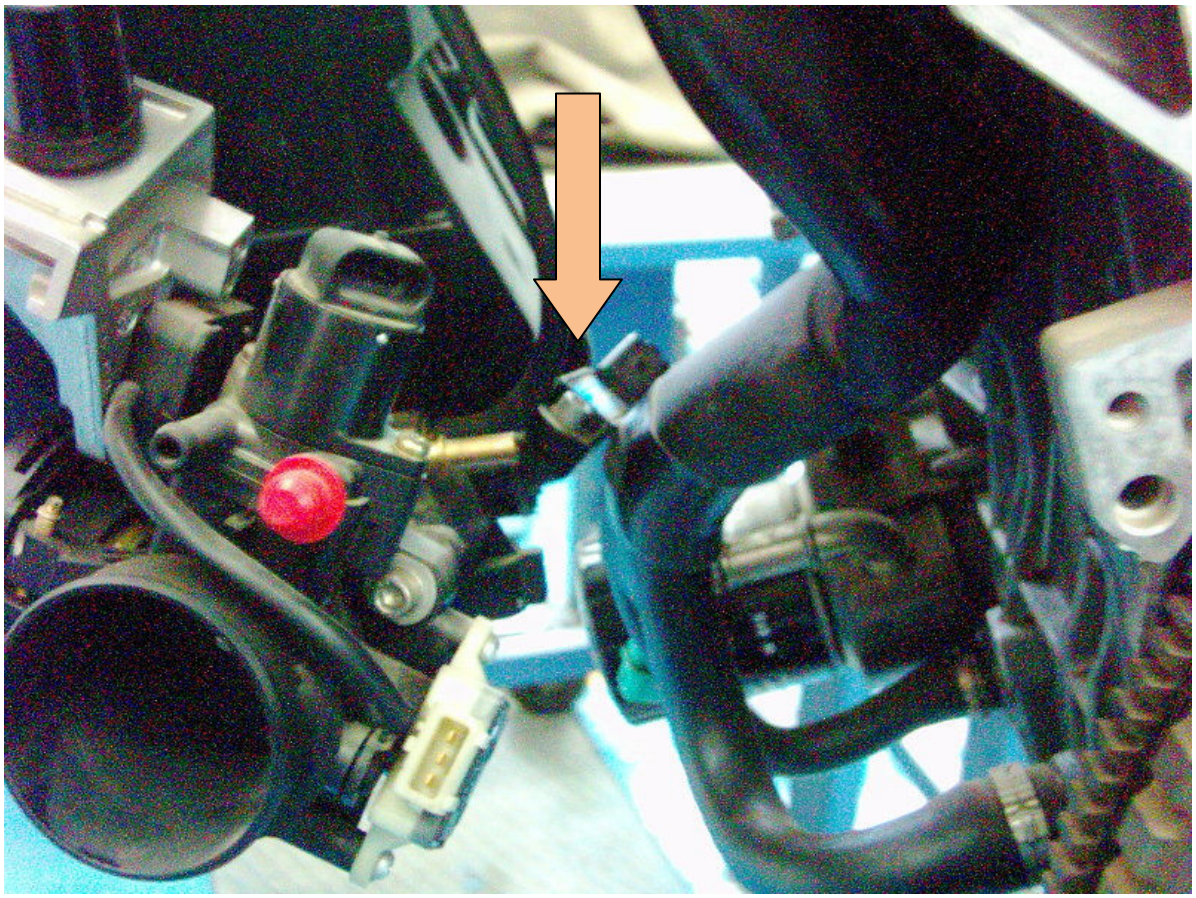
سنسور دمای دمای مایع خنک کننده

این سنسور از نوع NTC بوده و در داخل دریچه گاز نصب می شود.



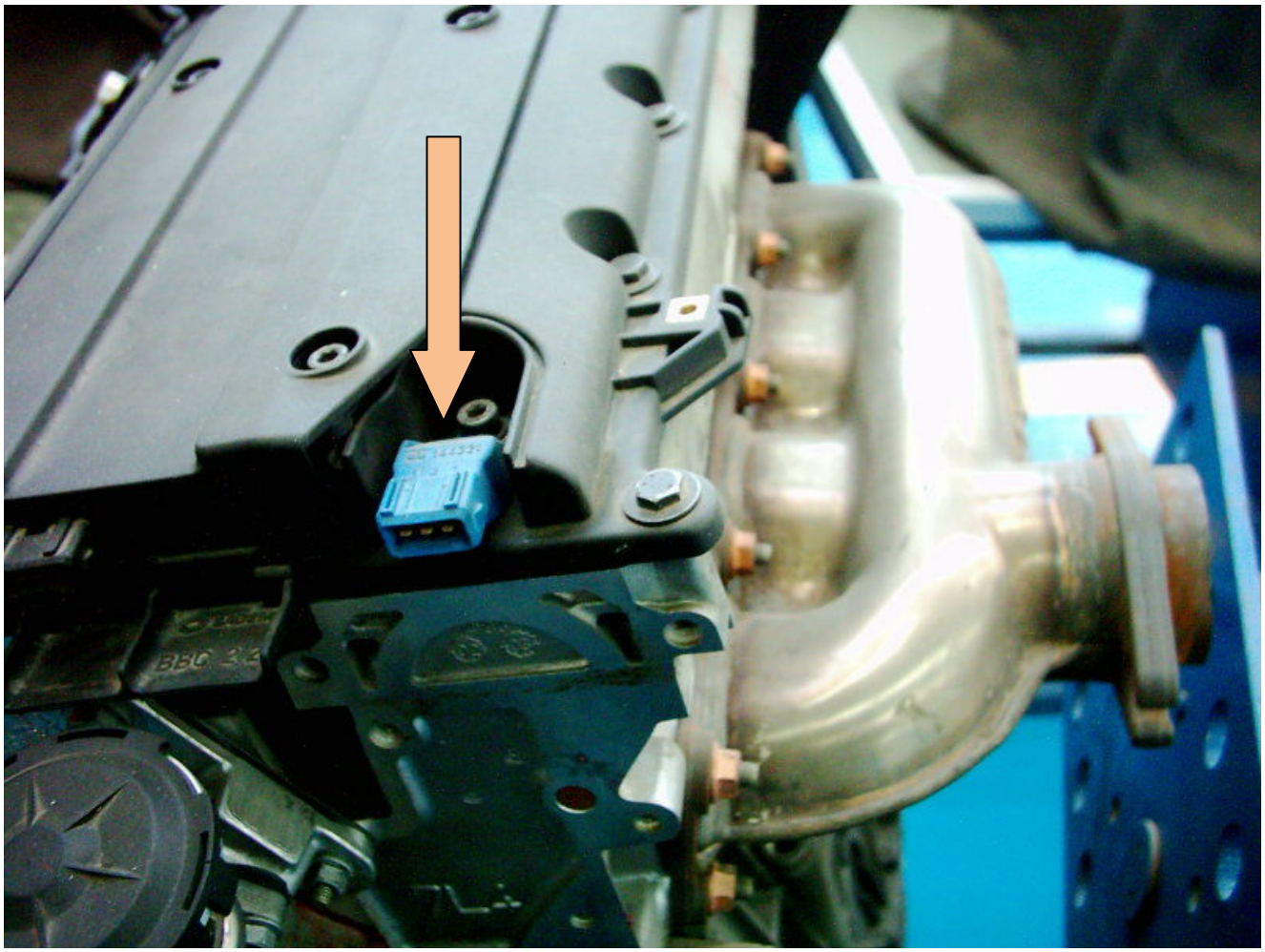
سنسور فشار منیفولد

این سنسور از نوع پیزوالکتریک است و بر خلاف دو موتور شامل سنسور دمای هوا نمی باشد.



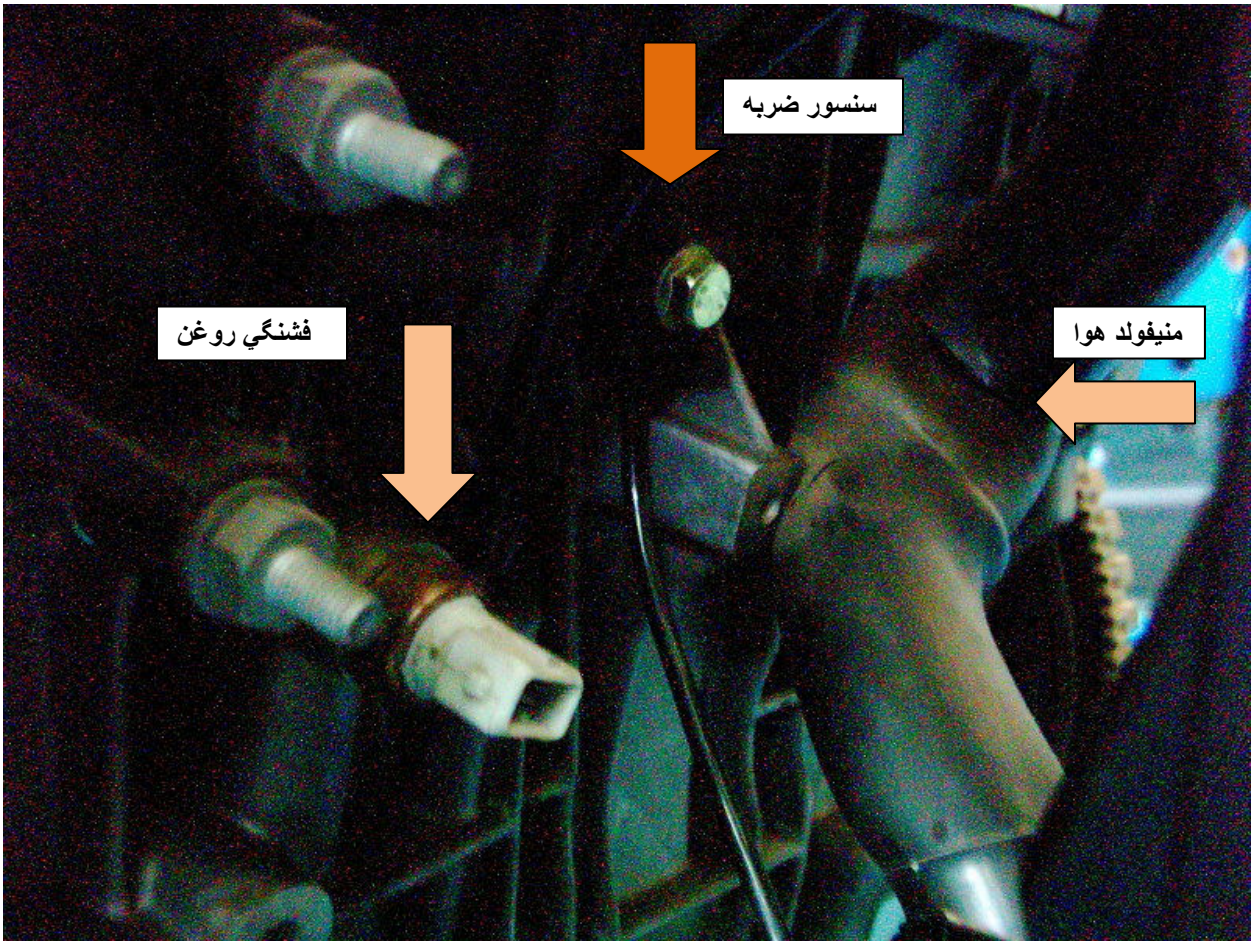
سنسور موقعیت میل بادامک

این سنسور از نوع اثر هال بوده و در مقابل میل بادامک رو نصب می شود.



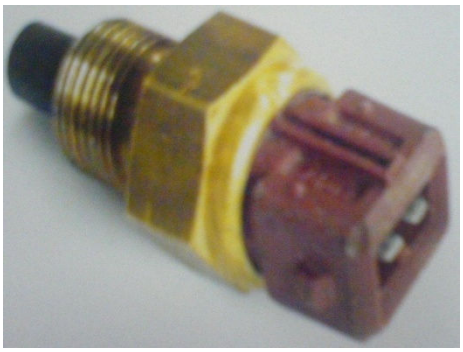
سنسور ضربه

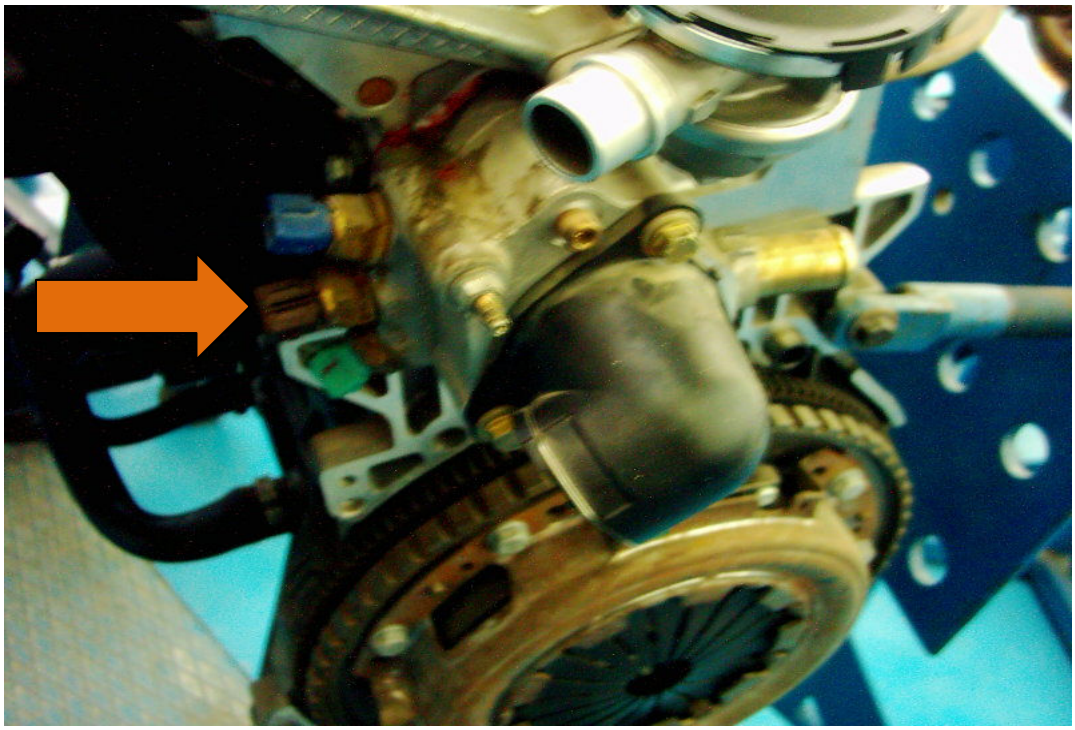
این سنسور از نوع پیزوالکتریک بوده و در بلوکه سیلندر و بین سیلندر دو و سه و نزدیک به فشنگی روغن نصب می شود.



سنسور دمای مایع خنک کننده

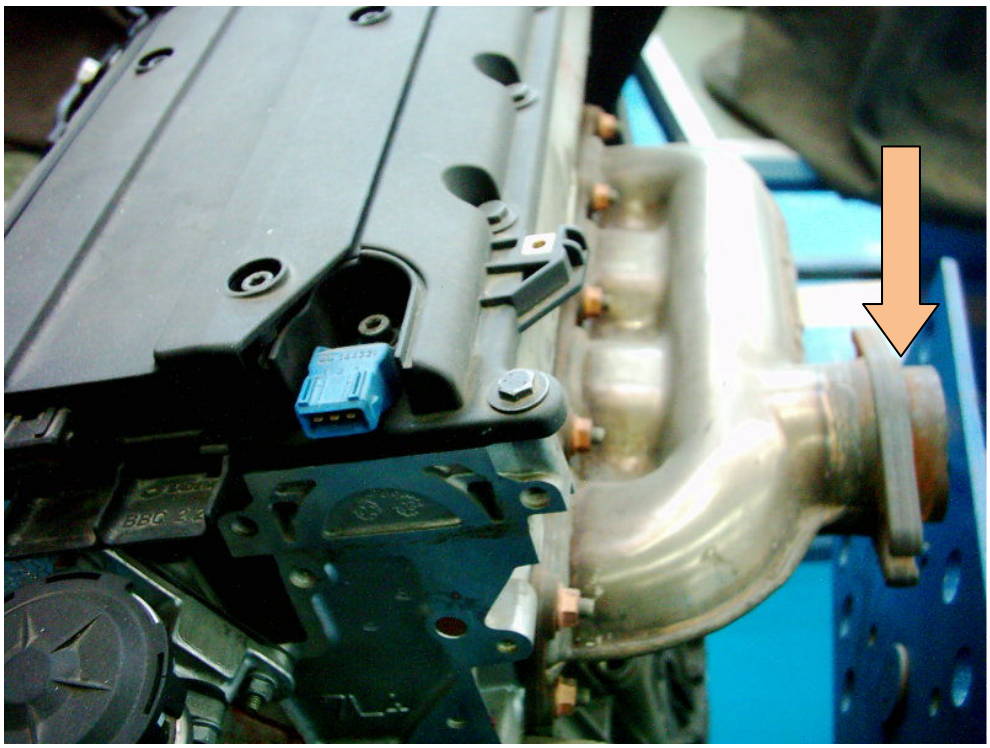
این موتور دارای سه سنسور دمای آب به رنگ های قهوه ای ،سبز و آبی است که سنسور قهوه ای رنگ برای راه اندازی فن ها ،سنسور سبز رنگ برای دادن اطلاعات به ECU و سنسور آبی رنگ جهت نمایش دمای آب رادیاتور می باشد.





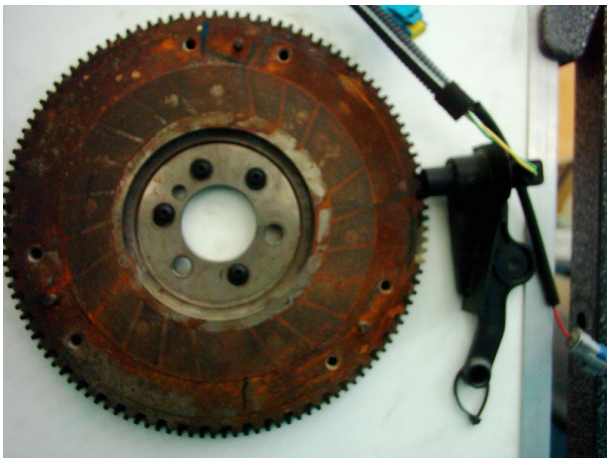
سنسور اکسیژن

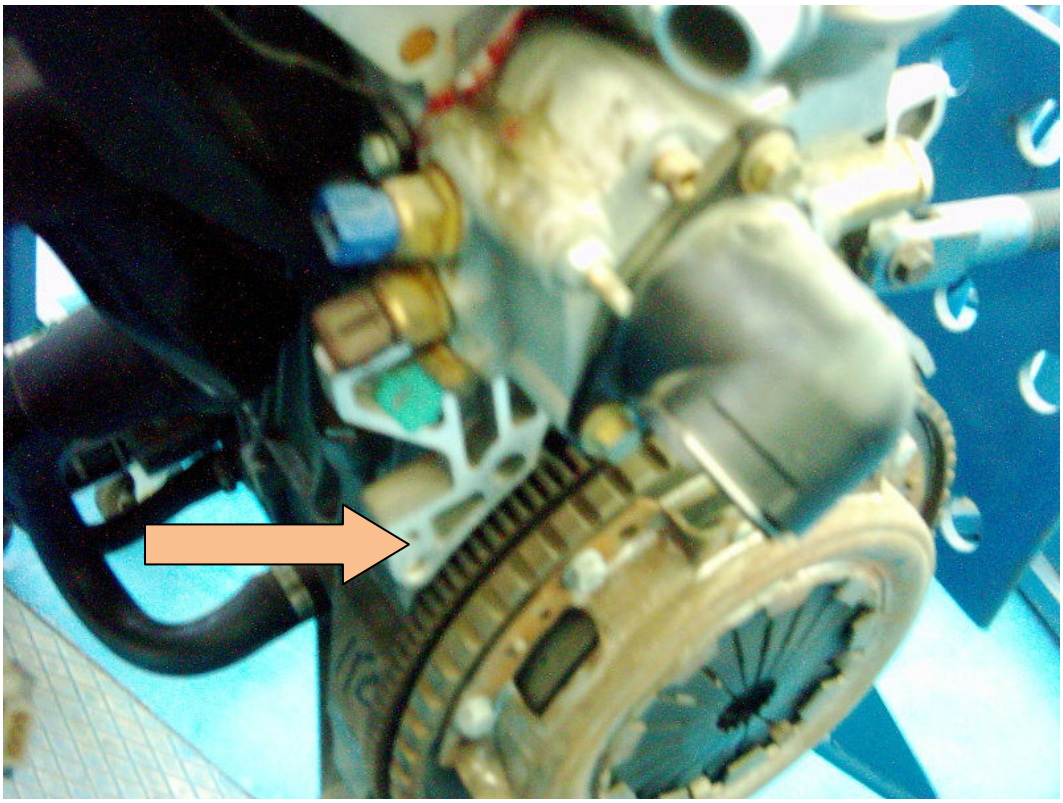
این سنسور از نوع دارای گرمکن بوده و بر روی منیفولد دود نصب می شود.



سنسور دور موتور

این سنسور از نوع القایی بوده و مانند سنسور دو موتور فبلی کار می کند.



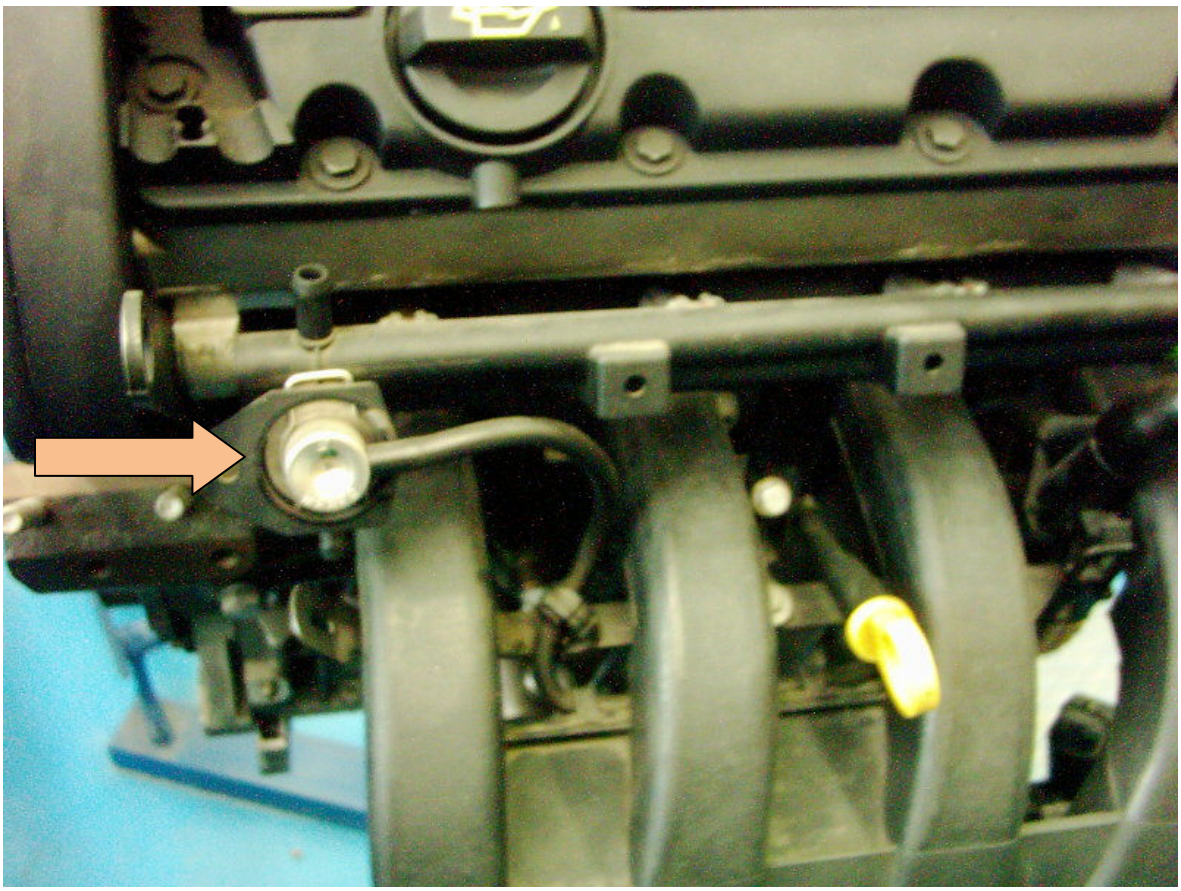


سنسور سرعت خودرو

این سنسور از نوع اثر هال بوده و بر روی دنده سیم کیلومتر نصب می شود.

رگلاتور فشار

رگلاتور اختلاف فشار بین ریل سوخت و منیفولد هوا را ثابت نگه می دارد.



منابع

کتاب های

Automotive electronics and computer system /Robert N. Brandy

Understanding Automotive Electronics

سیستم های انژکتوری پیکان ، پارس و سمند تالیف سیامک گرشاسبی

سایت های زیر

سایت شرکت فورد

سایت شرکت پژو

سایت شرکت تویوتا