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

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

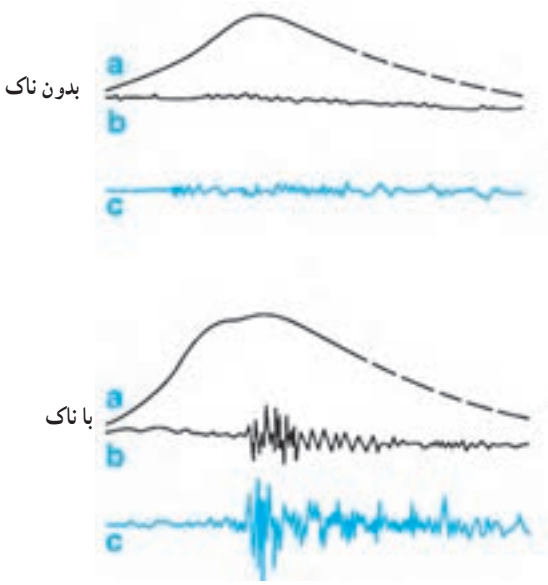
طراحی و نحوه‌ی عملکرد: به میزان تحریک (نوسان یا ارتعاش) یک جرم دارای اینرسی در حسگر، نیروی فشاری ایجاد می‌شود که تأثیر آن روی المنت مارپیچ پیزوالکتریک، تولید نوسانی با فرکانس مشابه است. نیروی فشار داخل المنت سرامیکی، موجب شارژ سراسری و انتقال ولتاژ به دو سطح خارجی المنت می‌شود و ولتاژ تولیدی از طریق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

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

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

نکات زیر باید در نقاط اندازه‌گیری رعایت شود :

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

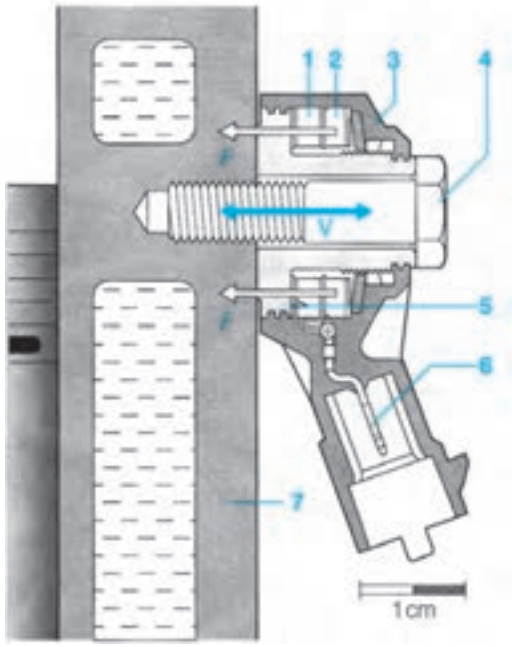


a- منحنی فشار سیلندر

b ــ سیگنال فیلتر شده فشار

c ــ سیگنال حسگر ناک

شکل ۶۲ــ۲ــ سیگنال حسگر ناک



۱ــ المنت پیزوسرمیک

۲ــ جرم ارتعاشی با نیروی فشاری

۳ــ محفظه

۴ــ پیچ سفت‌کننده

۵ ــ سطح تماس

۶ ــ اتصال الکتریکی

۷ــ بلوکه‌ی سیلندر

V ــ ارتعاش

شکل ۶۳ــ۲ــ موقعیت نصب حسگرناک

۱۰ــ۲ــ حسگرهای فشار

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

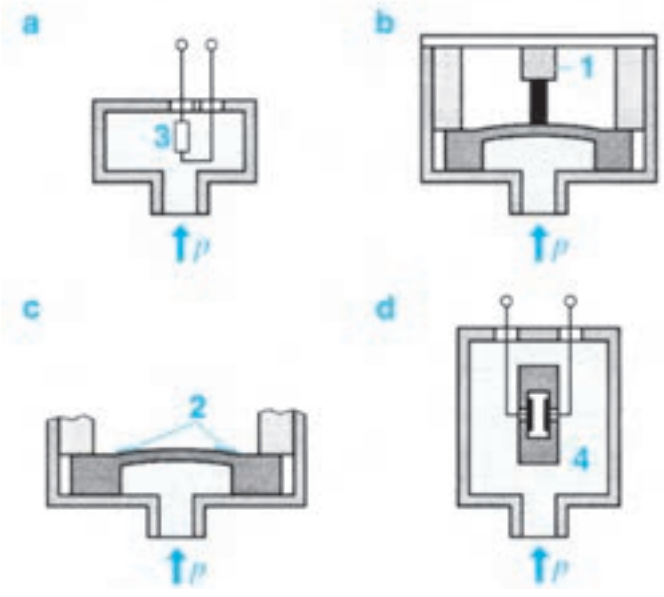
- فشار مانی فولد هوای ورودی (۱ الی ۵ bar) برای احتراق موتورهای بنزینی
- فشار هوای فنر (۱۶bar) در خودروهای مجهز به تعلیق پنوماتیک
- فشار تایر (مطلق ۵bar) برای پایش فشار تایر و کنترل حلقه‌ی بسته‌ی فشار تایر
- فشار تغذیه‌ی هیدرولیک (تقریباً ۲۰۰bar) برای ABS و فشار کمکی فرمان
- فشار ارتعاش گیر (کمک فنر)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

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

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

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

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



a ــ اندازه‌گیری فشار به‌واسطه‌ی مقاومت (3)

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

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

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

شکل ۶۴ــ۲ــ روش‌های اندازه‌گیری فشار

۱۱ــ۲ــ حسگرهای میکرو مکانیکال فشار

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

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

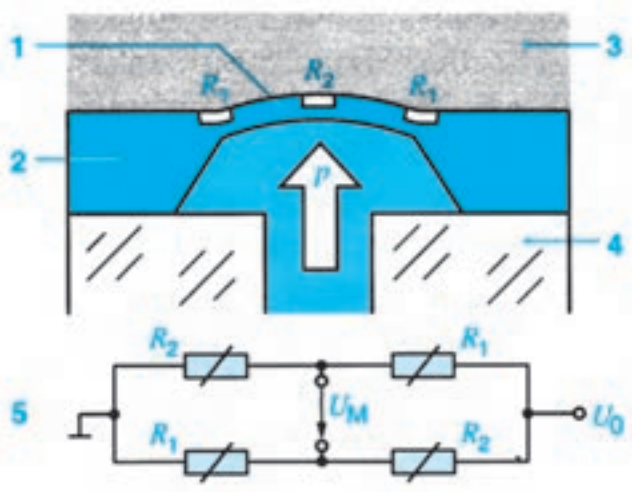
۳ــ۱۱ــ۲ــ حسگر فشار روغن و سوخت : حسگر فشار روغن، در مسیر روغن فیلتر شده نصب می‌شود و فشار مطلق روغن را اندازه‌گیری می‌کند. اطلاعات ارسالی توسط این قطعه جهت محاسبه‌ی بار وارد شده بر موتور و زمان تعویض روغن است و دامنه‌ی اندازه‌گیری فشار آن از ۵۰ الی ۱۰۰۰ kpa یا ۰/۵ الی ۱۰ bar است.

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

۴ــ۱۱ــ۲ــ حسگر با اجزای داخل خلأ مَرْجَع

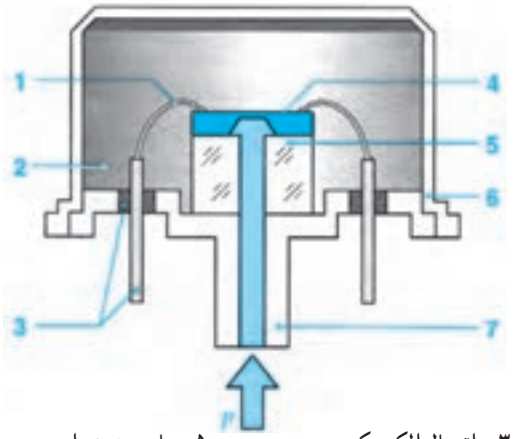
طراحی و ساختمان : المنت اندازه‌گیری، قلب حسگر فشار میکرو مکانیکال است و شامل یک تراشه‌ی سیلیکونی (شکل ۶۵ــ۲ شماره‌ی ۲) است. این المنت روی یک دیافراگم نازک، که با استفاده از روش زدایش (etching) میکرو مکانیکی ایجاد شده (۱) و چهار مقاومت تغییر شکل‌پذیر (R_2 و R_1) که روی دیافراگم قرار دارند، واقع است.

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



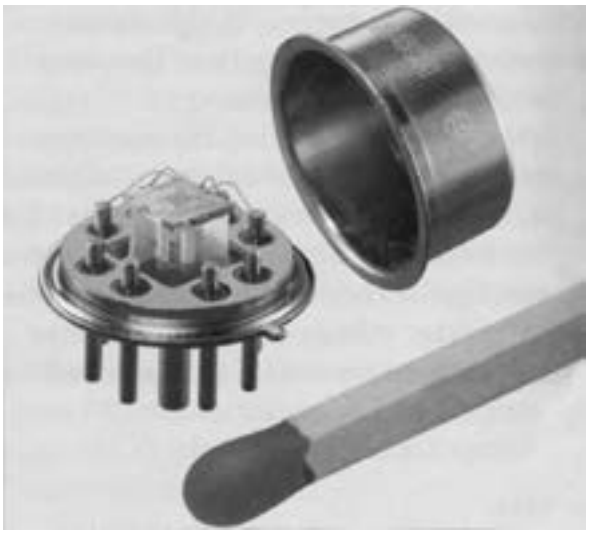
۱ــ دیافراگم
۲ــ تراشه‌ی سیلیکونی
۳ــ خلأ مرجع
۴ــ شیشه‌ی پیرکس
۵ــ مدار پل
P ــ فشار اندازه‌گیری
U_0ــ ولتاژ اندازه‌گیری
R_1 ــ مقاومت تغییر شکل‌دهنده (فشاری)
R_2 ــ مقاومت تغییرشکل‌دهنده (کششی)

شکل ۶۵ــ۲ــ المنت حسگر اندازه‌گیر فشار با خلأ مرجع داخلی



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

شکل ۶۶ــ۲ــ المنت حسگر اندازه‌گیر فشار با درپوش و خلأ مرجع داخلی



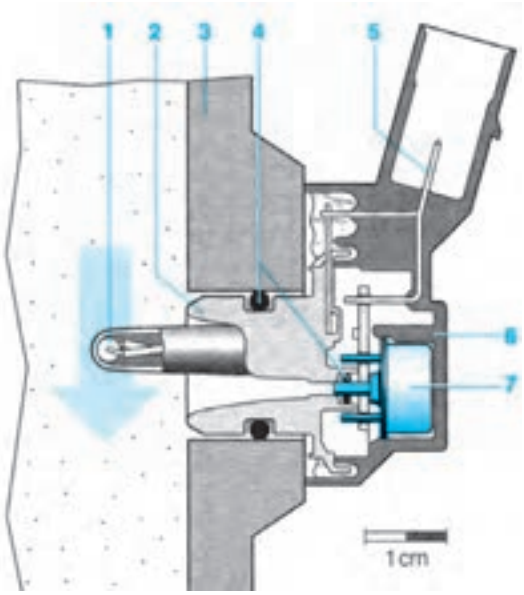
شکل ۶۷ــ۲ــ المنت حسگر اندازه‌گیر فشار با درپوش و خلأ مرجع داخلی

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

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

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

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



۱ــ حسگر درجه‌ی حرارت (NTC)

۲ــ قسمت پایین محفظه

۳ــ دیواره‌ی مانی فولد

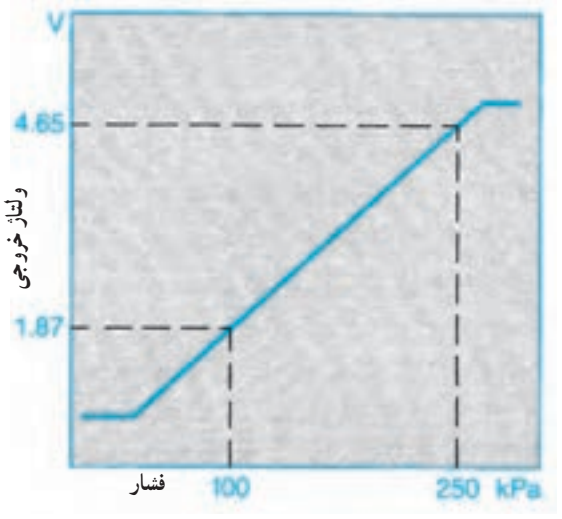
۴ــ اُ ــ رینگ آب‌بندی

۵ــ ترمینال الکتریکی

۶ــ کاور

۷ــ المنت اندازه‌گیری

شکل ۶۸ــ۲ــ حسگر میکرومکانیکال با خلأ مرجع داخلی



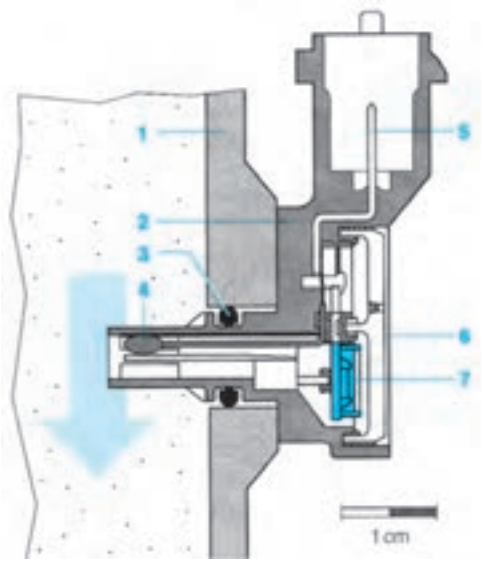
شکل ۶۹ــ۲ــ نمونه‌ای از منحنی حسگر فشار میکرومکانیکال

۵ــ۱۱ــ۲ــ حسگر مانی‌فولد با محفظه‌ی خلأ مرجع

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

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

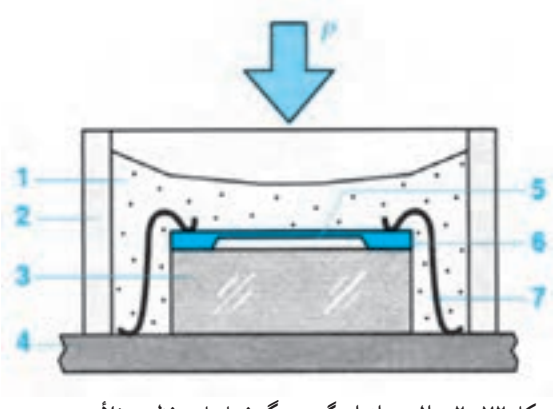
۱ــ ژل محافظ
۲ــ محفظه‌ی ژل
۳ــ پایه‌ی شیشه‌ای
۴ــ صفحه‌ی سرامیک چند لایه
۵ــ محفظه با حجم مرجع
۶ــ المنت اندازه‌گیری (تراشه) با ارزیاب الکترونیکی
۷ــ اتصال لحیمی
P ــ فشار اندازه‌گیری



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

شکل ۷۰ــ۲ــ حسگر فشار میکرومکانیکال با محفظه‌ی خاص خلأ مرجع

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



شکل ۷۲ــ۲ــ المنت اندازه‌گیر حسگر فشار با محفظه‌ی خلأ مرجع

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

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

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

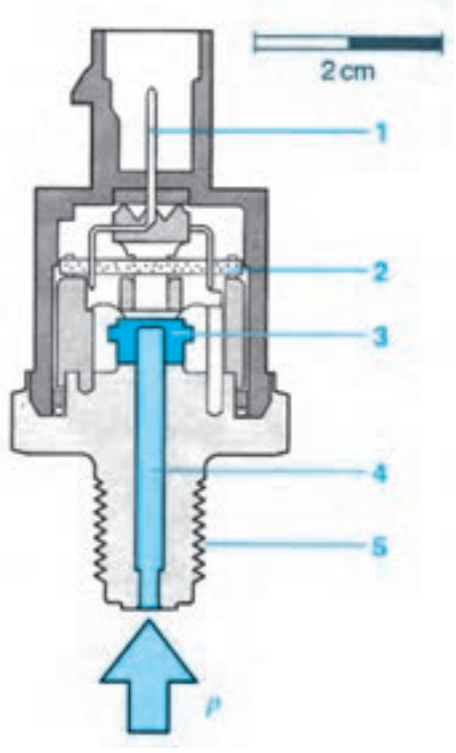
حسگر فشار ریل دیزل: در موتور دیزل، این حسگر مقدار فشار آکومالاتور ریل مشترک را در سیستم پاشش سوخت اندازه‌گیری می‌کند و حداکثر فشار عملکردی Pmax (اسمی) ۱۶۰mpa (۱۶۰۰bar) است. فشار سوخت به‌وسیله‌ی یک حلقه‌ی بسته کنترل می‌شود و مستقل از بار و سرعت موتور، مقدار آن ثابت می‌ماند و انحراف آن از نقطه‌ی تنظیم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

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

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

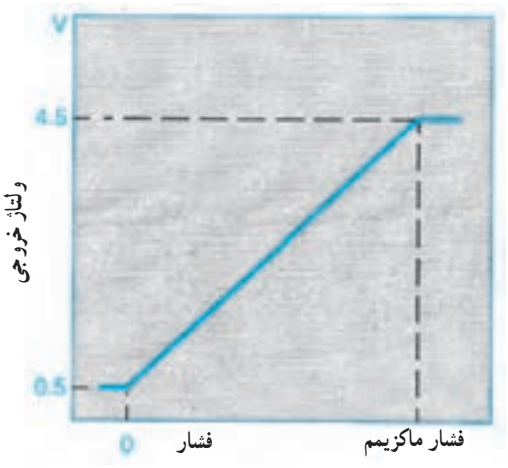
طراحی و نحوه‌ی عملکرد: قلب این حسگر یک دیافراگم فلزی بوده که مقاومت تغییر شکل‌پذیر آن همانند یک پل الکتریکی است (شکل ۷۳ــ۲ شماره‌ی ۳) و دامنه‌ی اندازه‌گیری حسگر فشار وابسته به ضخامت دیافراگم (دیافراگم ضخیم برای فشار بالا و بالعکس) است.

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



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

شکل ۷۳ــ۲ــ حسگر فشار زیاد



شکل ۷۴ــ۲ــ نمونه‌ای از منحنی حسگر فشار زیاد

۱۲ــ۲ــ حسگرهای گاز و غلظت‌سنج

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

در خودرو، پارامترهای اندازه‌گیری به شرح زیرند :

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

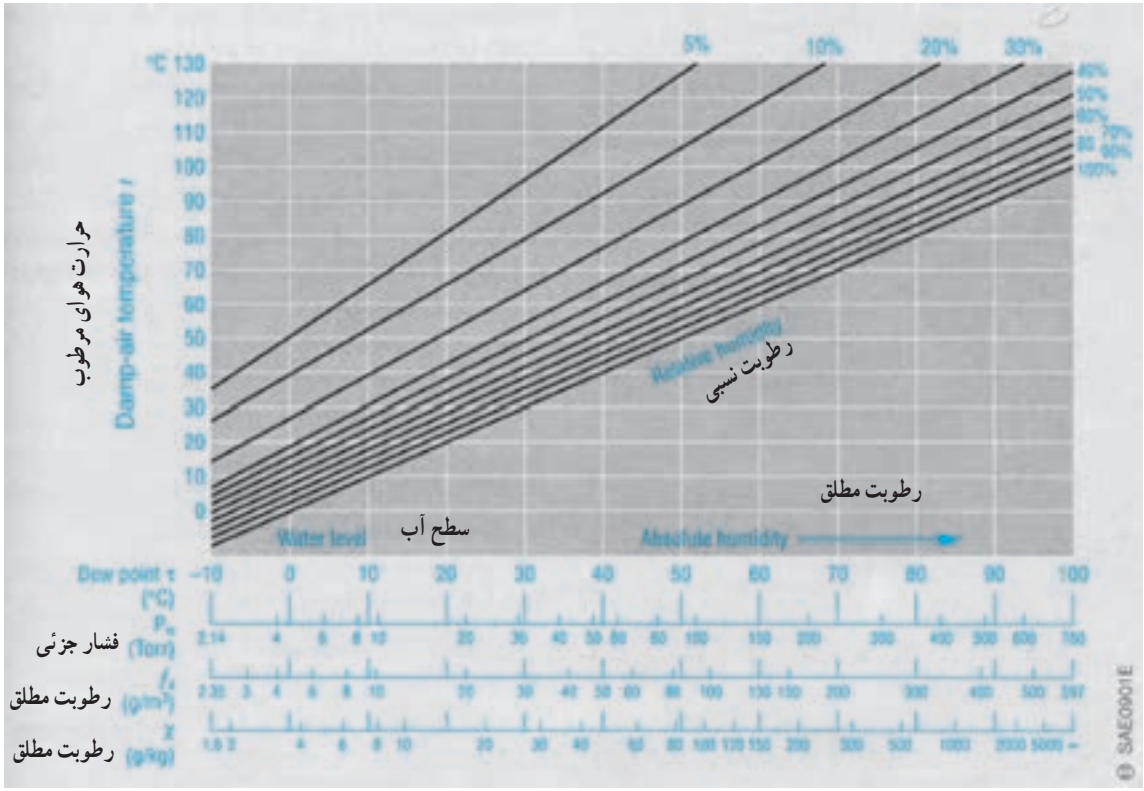
از مقایسه‌ی مطالب بالا به‌وجود مشکلی پی‌می‌بریم و آن اشباع گاز است که موجب سخت‌تر شدن عمل اندازه‌گیری می‌شود. هم‌چنین، در دراز مدت می‌تواند باعث انسداد در حسگر شود. در روش‌های اندازه‌گیری غلظت مواد (جامد، مایع، گاز) به مرور زمان پیشرفت‌هایی حاصل شده و از میان این روش‌ها، آن‌هایی که در حیطه‌ی آنالیز گاز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

جدول ۴ــ۲

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

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

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



شکل ۷۵ــ۲ــ دیاگرام حرارت / رطوبت برای هوا

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

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

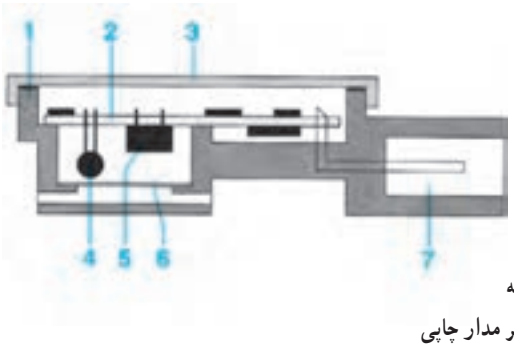
حسگر CO مقدار غلظت آن را در حدود ۱۰ الی ۱۰۰ppm[۱] حسگر NOX در حدود ۰/۵الی ۵ppm اندازه‌گیری می‌کند و در صورتی‌که مقدار آلایندگی گاز بسیار بیش‌تر از (در بعضی مواقع تقریباً ۱۰۰ برابر بیش‌تر از هوای تازه) هوا باشد، ECU کیفیت هوا دریچه‌ی هوای تازه را می‌بندد. با این کار از تنفس گازهای مضر توسط راننده و خسته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

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

می‌توان ECU کیفیت هوا و حسگر رطوبت را به صورت

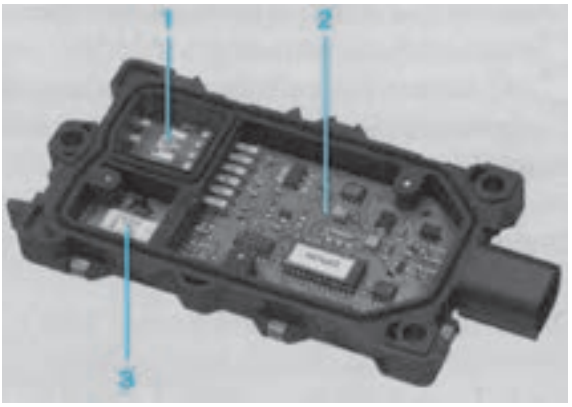
۱ــ **ppm** : ذرّه در میلیون

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



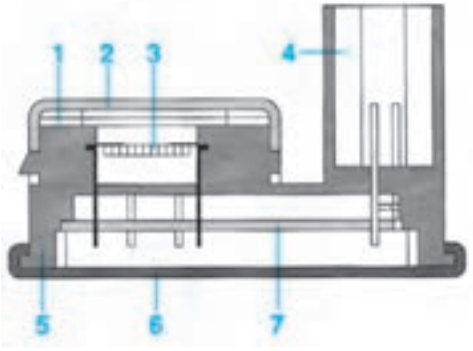
۱ــ بدنه
۲ــ فیبر مدار چاپی
۳ــ کاور با واشر
۴ــ حسگر درجه حرارت
۵ــ المنت اندازه‌گیر رطوبت
۶ــ دیافراگم تفلونی
۷ــ درپوش

شکل ۷۸ــ۲ــ حسگر رطوبت



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

شکل ۷۶ــ۲ــ ای‌سی‌یوی کیفیت هوا با حسگرها



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

شکل ۷۷ــ۲ــ حسگر کیفیت هوا

۲ــ۱۲ــ۲ــ حسگر اکسیژن لامبدا دو مرحله‌ای:

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

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

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

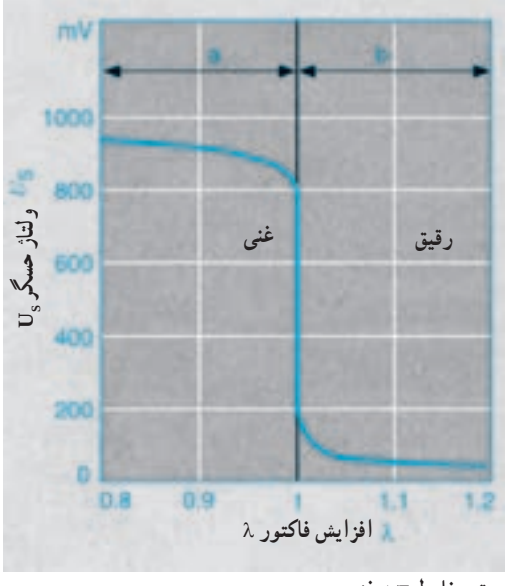
حسگر نوع لوله‌ای: الکترولیت جامد متشکل از یک بدنه‌ی توخالی از جنس سرامیک دی‌اکسید زیر کونیوم است که جهت استحکام، به آن دی اکسیدتیتریوم اضافه می‌شود و نسبت به گاز، غیرقابل نفوذ و از یک انتها مسدود است.

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

۱ــ λ لامبدا : نسبت اختلاط استوکیومتری

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

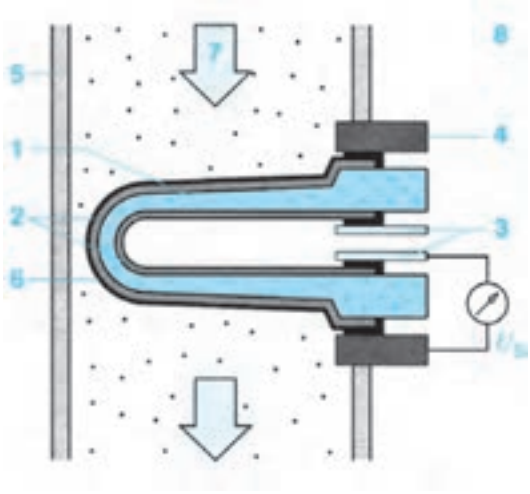
حسگر لوله‌ای بدون گرم‌کن: محل قرار گرفتن یک لوله‌ی سرامیکی توسط دیسک فنری تعیین و ثابت می‌شود و قسمت سرامیکی فعّال انگشتی شکل در محفظه‌ی حسگر (شکل ۸۱ــ۲، طرح و ساختار مشابهی با حسگر لامبدا گرم شونده شکل ۸۲ــ۲ داشته اما فاقد المنت گرم‌کن است) توسط یک المنت بین لوله‌ی سرامیکی و قسمت سرامیکی فعّال حسگر،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



a ــ نسبت مخلوط A/F غنی

b ــ نسبت مخلوط A/F رقیق

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



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

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

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

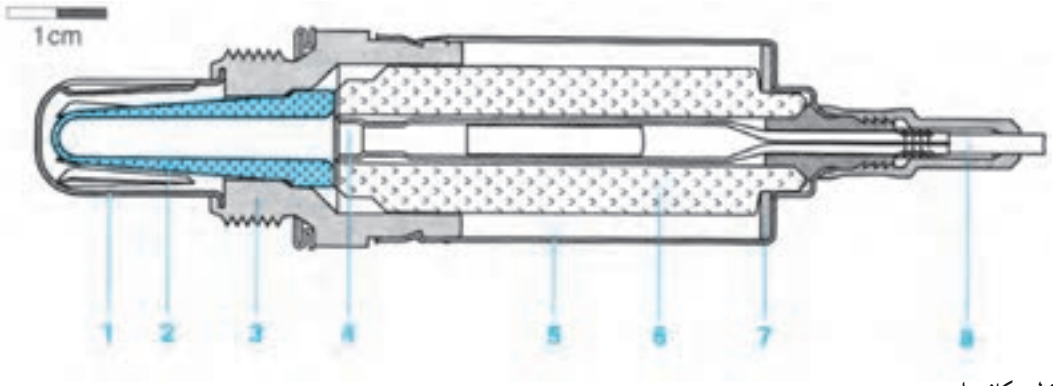
برای باقی نگه‌داشتن گاز حاصل شده از احتراق در اگزوز، در اطراف المنت سرامیکی فعال حسگر، لوله‌ی محافظ دارای شکاف است و پیکره‌بندی این شکاف‌ها به گونه‌ای است که در مقابل حرارت و تأثیر بارهای مکانیکی فوق‌العاده مقاوم هستند.

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

۱ــ **Catalytic convertor** : مبدل کاتالیست

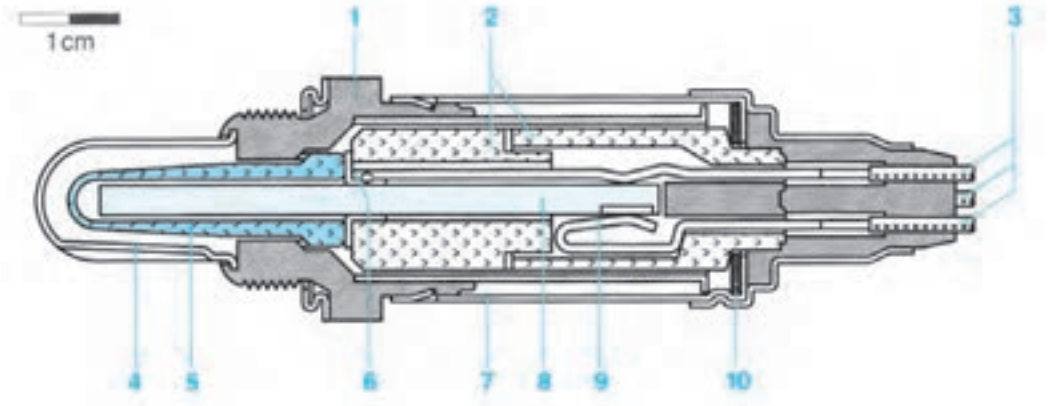
۲ــ **Spinel layar** : لایه‌ی اسپنل، لایه‌ی متخلخل از ترکیبات یاقوت است، که بر روی الکترودهای حسگر لامبدا قرار دارد تا آن‌ها را از آلودگی‌های گاز خروجی محافظت دارد.

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



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

شکل ۸۱ــ۲ــ حسگر لامبدا نوع لوله‌ای بدون گرم‌کن



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

شکل ۸۲ــ۲ــ حسگر لامبدا نوع لوله‌ای گرم شونده

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

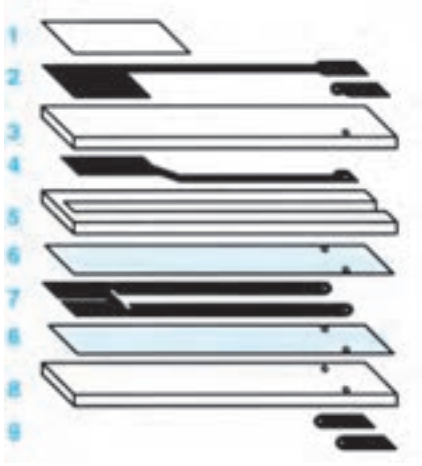
المنت سرامیکی سطح (المنت اندازه‌گیری گرم‌کن) همانند تراشه‌ای مستطیل شکل با برش‌های متقاطع است. سطح المنت اندازه‌گیر از فلز قیمتی متخلخل با سوراخ‌های میکرونی تشکیل شده و سمتی که در تماس با گاز اگزوز است برای محافظت در مقابل سایش (که در اثر برخورد اجزای گاز اگزوز به‌وجود می‌آید) از سرامیک متخلخل با سوراخ‌های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

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

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

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

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



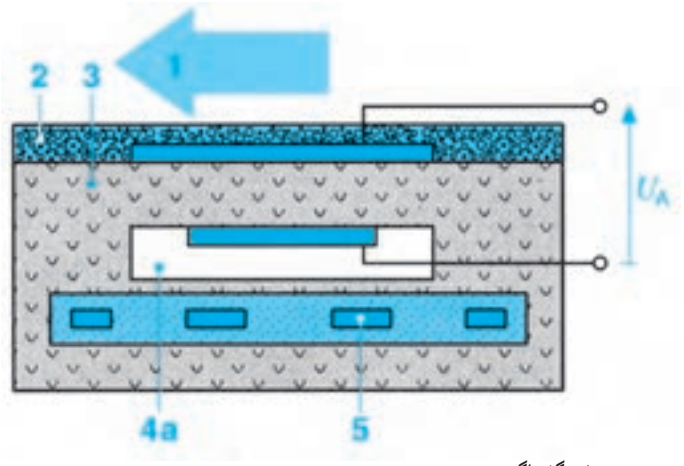
۱ــ لایه‌ی محافظ متخلخل
۲ــ الکترود خارجی
۳ــ تراشه‌ی حسگر
۴ــ الکترود داخلی
۵ــ لایه‌ی گذرگاهی هوای مرجع
۶ــ لایه‌ی عایق
۷ــ گرم‌کن
۸ــ لایه‌ی گرم‌کن
۹ــ اتصالات الکتریکی

شکل ۸۳ــ۲ــ اجزای تشکیل‌دهنده‌ی لایه‌های حسگر لامبدا صفحه‌ای

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

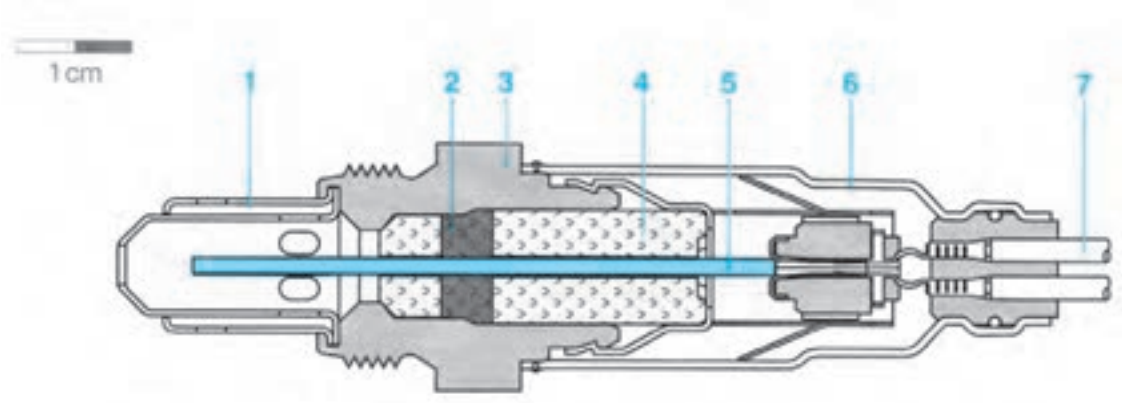
۱ــ **Nernst effect** : اثر نرنست اگر حرارت در نواری از فلز جاری شود که سطح آن عمود بر میدان مغناطیسی باشد، ولتاژ بین لبه‌های نوار به‌وجود می‌آید.

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



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

شکل ۸۴ــ۲ــ طرح واره‌ی حسگر لامبدا صفحه‌ای



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

شکل ۸۵ــ۲ــ حسگر لامبدا صفحه‌ای

فصل ۳

پردازش اطلاعات و شبکه‌ی ارتباطی در وسایل نقلیه

۱ــ۳ــ پردازش اطلاعات

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

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

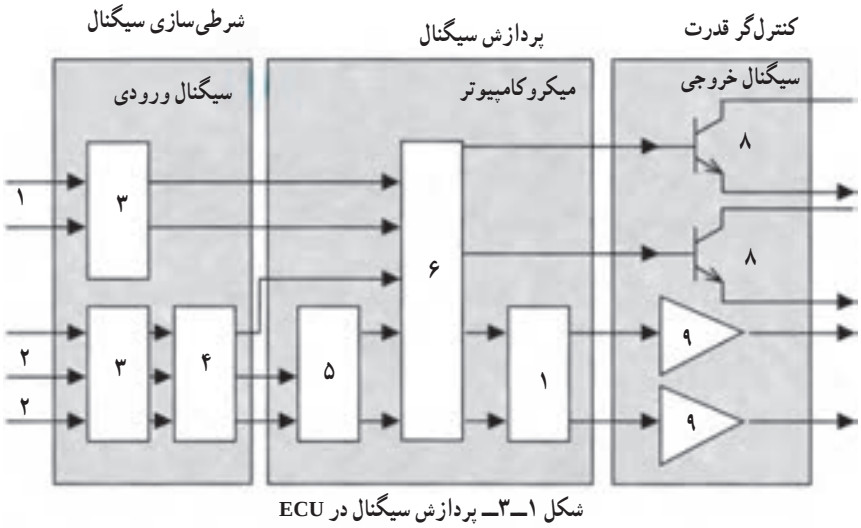
تکنولوژی مدرن نیمه رسانا این امکان را به‌وجود آورده است تا میکرو کامپیوترهایی قدرتمند، از طریق یک پارچه‌سازی تعداد محدودی تراشه با برنامه‌ی خاص و حافظه‌ی دیتا و مدارهایی ویژه با طراحی مخصوص، تولید شوند و آن‌ها را در جهت انتقال سریع اطلاعات به کار بندند.

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

- سیستم مدیریت موتور
- سیستم ترمز ضد قفل ABS

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

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



شکل ۱ــ۳ــ پردازش سیگنال در ECU

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

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

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

ــ آماده‌سازی سیگنال‌های ورودی؛

ــ پردازش منطقی سیگنال‌های ورودی در میکروکامپیوتر؛

ــ تبدیل منطقی و سطح توان تنظیم یا کنترل سیگنال‌های خروجی

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

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

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

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

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

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

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

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

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

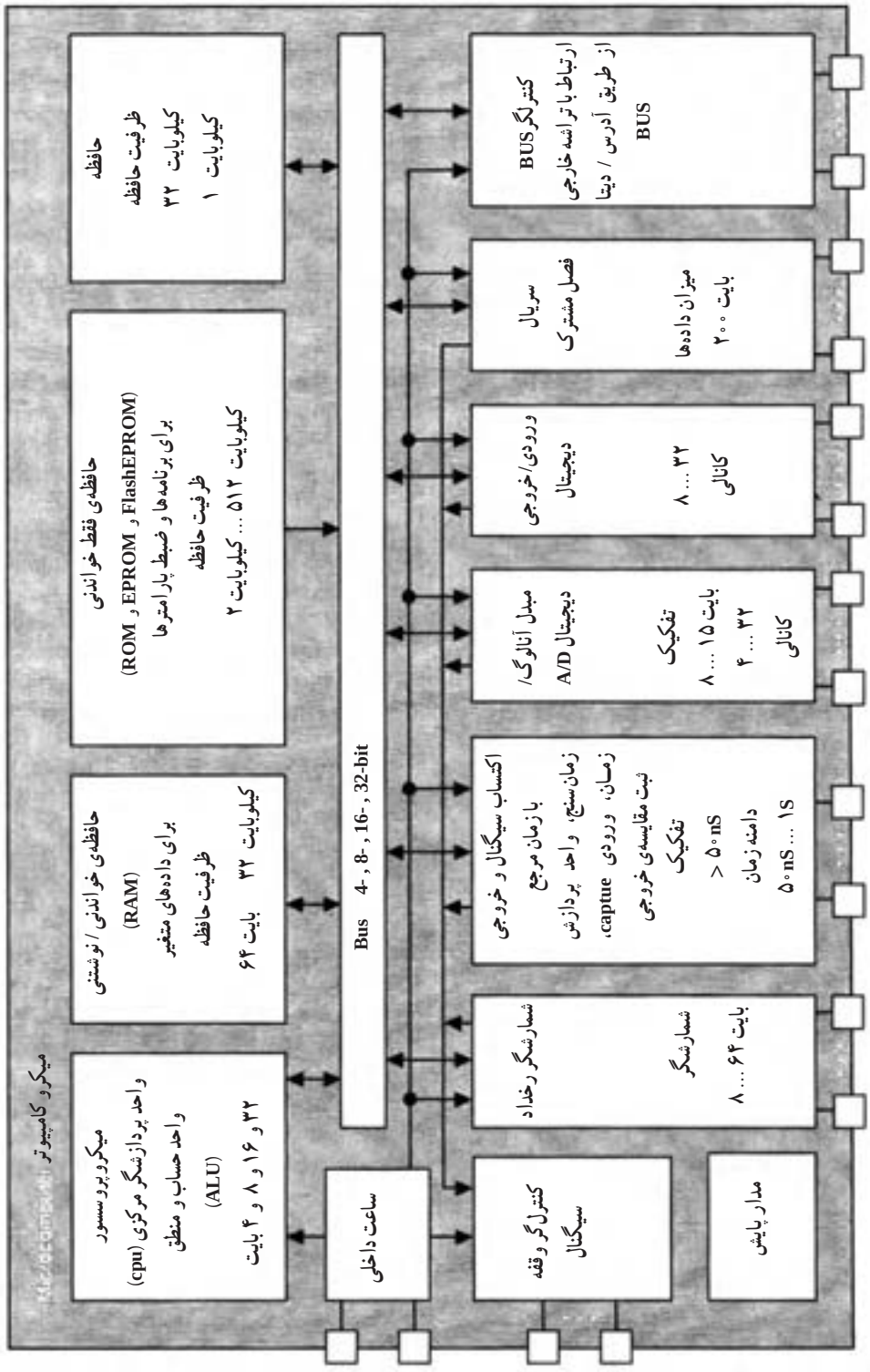
۱ــ **انفعالی** : مدارهای R (مقاومتی) و RC (مقاومتی ــ خازنی)

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

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

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

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



شکل ۲ــ۳

۱۰ــ۱ــ۳ــ پردازش سیگنال حسگر :

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

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

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

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

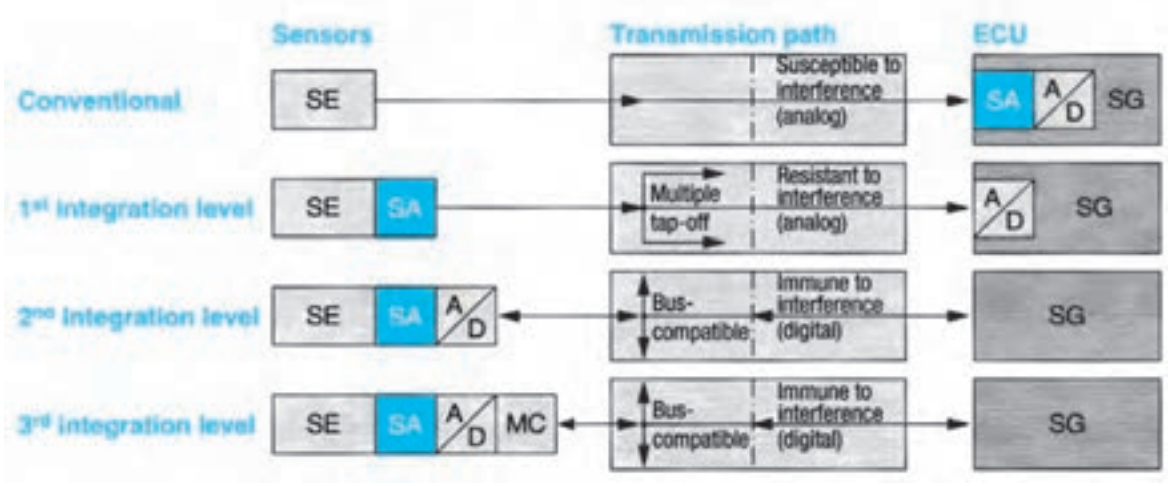
امروزه تکنولوژی ترکیبی (برای مثال BICMOS، BCD[2]) توانایی لازم را برای مجتمع‌سازی روی یک تراشه (از هر نوع سلول حافظه‌ی دیجیتال قابل برنامه‌ریزی) دارد (Rpom) اساساً اجرای تمام حالت‌های ویژه‌ی یک پارچه‌سازی و مجتمع‌سازی حسگر و پردازش (برای مثال حسگرهای فشارهای فولد si و حسگرهای اثر هال) امکان‌پذیر است.

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

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

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

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



شکل ۳ــ۳

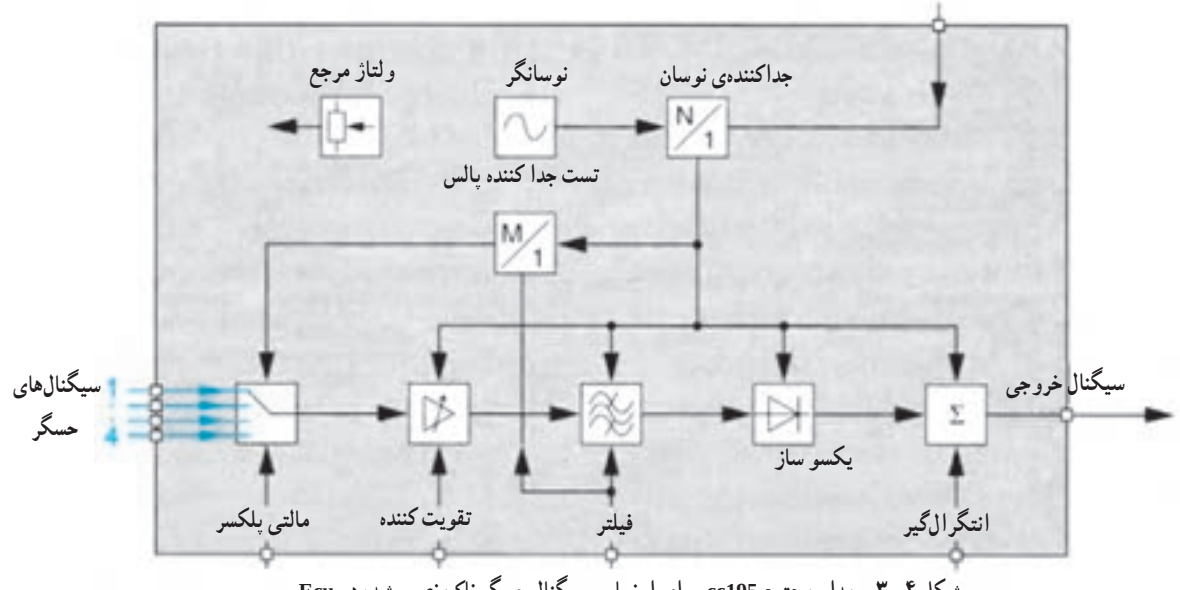
۱۱ــ۱ــ۳ــ مثال‌های کاربردی : در ابتدا تصور بر این بود که محل نصب ASICها باید در ECU باشد ولی به دلیل احتیاجات خاص قطعات و شکل‌های منحصر به فرد حسگرها، این امکان از بین رفت.

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

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

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

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



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