

#### ۴-۹-۲- حسگر ناک (کوبش): اصول کارکرد حسگرهای

ناک (کوبش) براساس حسگرهای ارتعاشی است و جهت پیدا کردن نوسانات با ساختار صوتی مناسب است. برای مثال، زمانی که 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 حسگر ناک 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 ماریپج 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.

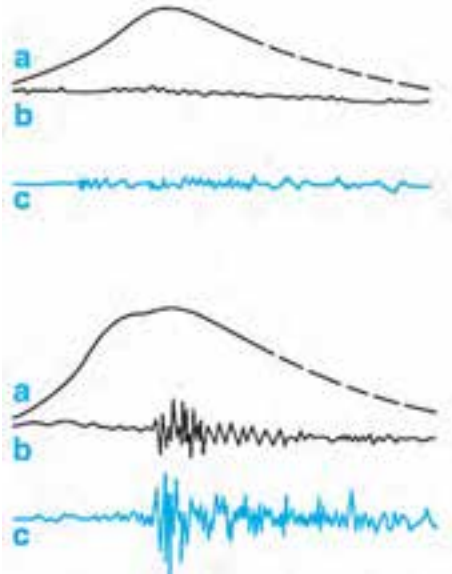
ولتاژ خروجی حسگر به وسیله‌ی تقویت‌کننده‌ی AC مقاومت بالا در ECU، سیستم مدیریت موتور ارزیابی می‌گردد.

**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.

بدون ناک

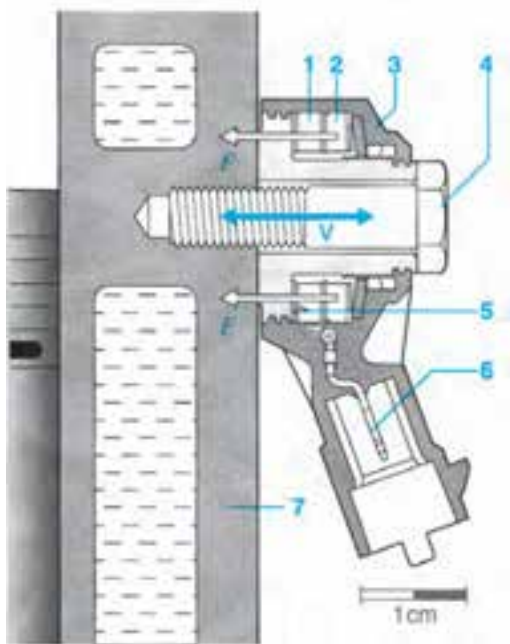


a- منحنی فشار سیلندر

b- سیگنال فیلتر شده فشار

c- سیگنال حسگر ناک

شکل ۶۲-۲- سیگنال حسگر ناک



۱- المنت پیزوسرمیک

۲- جرم ارتعاشی با نیروی فشاری

۳- محفظه

۴- پیچ سفت‌کننده

۵- سطح تماس

۶- اتصال الکتریکی

۷- بلوکه‌ی سیلندر

۷- ارتعاش

شکل ۶۳-۲- موقعیت نصب حسگر ناک

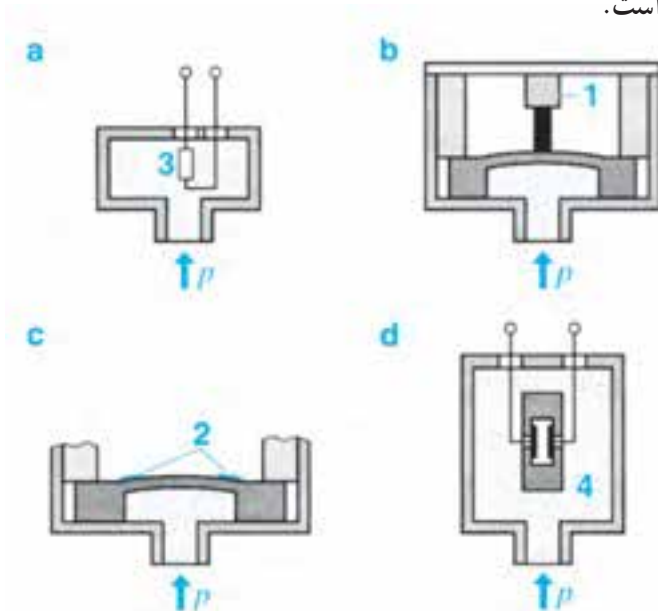
## ۱-۲ حسگرهای فشار

اندازه‌گیری است. به دلیل گسترش یک نواخت 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 به کار 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 ( $10^4 \text{ bar}$ ) برای اندازه‌گیری توسط مقاومت الکتریکی نیاز به عنصر واسطه است.

عوامل ایجادکننده محدودیت در اندازه‌گیری فشار سیال، درجه‌ی حرارت مختلف آب‌بندی سخت قسمت واسطه است.



a- اندازه‌گیری فشار به واسطه‌ی مقاومت (3)

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

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

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

شکل ۲-۶۴- روش‌های اندازه‌گیری فشار

اندازه‌گیری مستقیم فشار هر مکان، از طریق تغییر شکل دیافراگم یا کاربرد یک حسگر نیرو امکان‌پذیر است (شکل ۲-۶۴). برای اندازه‌گیری فشار می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- فشار مانی فولد هوای ورودی (۱ الی ۵ bar) برای احتراق موتورهای بنزینی
- فشار هوای فتر ( $16 \text{ bar}$ ) در خودروهای مجهز به تعلیق پنوماتیک
- فشار تایر (مطلق  $5 \text{ bar}$ ) برای پایش فشار تایر و کنترل حلقه‌ی بسته‌ی فشار تایر
- فشار تغذیه‌ی هیدرولیک (تقریباً  $200 \text{ bar}$ ) برای ABS و فشار کمکی فرمان
- فشار ارتعاش گیر (کمک فتر) ( $200 \text{ bar}$ ) برای سیستم کنترل تعلیق
- فشار مایع خنک‌کننده ( $35 \text{ bar}$ ) برای سیستم تهویه‌ی مطبوع

- تعدیل فشار ( $35 \text{ bar}$ ) در جعبه‌دنده‌های اتوماتیک
- فشار ترمزگیری در سیلندر اصلی و سیلندرهای ترمز چرخ ( $200 \text{ bar}$ ) و جبران اتوماتیک مقدار گشتاور در کنترل الکتریکی ترمز
- فشار بالا یا پایین ( $0/5 \text{ bar}$ ) در عیب‌یابی هوشمند (OBD)

- فشار محفظه‌ی احتراق (دینامیکی  $100 \text{ bar}$ ) برای پیداکردن missfire و ناک (کوبش) احتراق
- المنت فشار روی پمپ اژکتور دیزل (دینامیکی  $100 \text{ bar}$ ) برای کنترل الکترونیکی موتور دیزل

- فشار سوخت در سیستم ریل مشترک ( $1500$  یا  $1800 \text{ bar}$ )
- فشار سوخت روی سیستم ریل مشترک موتور بنزینی ( $100 \text{ bar}$ )

**اصول اندازه‌گیری:** مقدار تغییر فشار یک اثر دینامیکی است که در گازها و مایعات رخ می‌دهد و عامل مؤثر در

## ۱۱-۲- حسگرهای میکرو مکانیکال فشار

### ۱۱-۲-۱- حسگر فشار مانی فولد: این حسگرهای

اندازه‌گیری فشار مطلق داخل مانی فولد ورودی سوپر شارژ و موتور (۲۵۰ kpa یا ۲/۵ bar) را از طریق مقایسه با یک مقدار خلاً 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.

### ۱۱-۲-۲- 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 ۱۱۵ bar یا ۰/۶ الی ۱/۱۵ bar) و برای مثال می‌توان به استفاده از سیستم برگشت گاز آگزوز (EGR) اشاره نمود.

### ۱۱-۲-۳- 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 در مسیر 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.

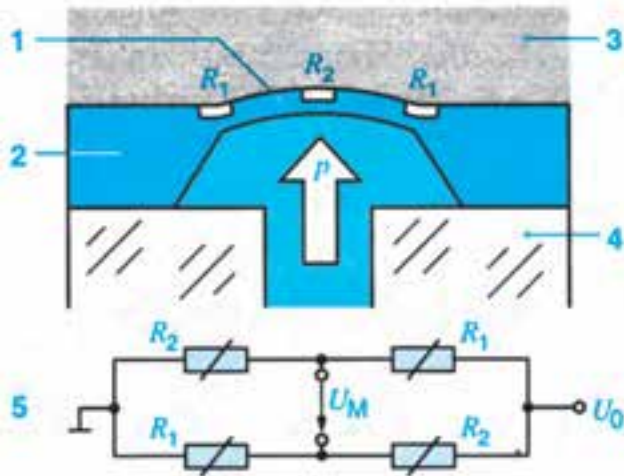
### ۱۱-۲-۴- حسگر با اجزای داخل خلاً مرجع

**طراحی و ساختمان:** المنت اندازه‌گیری، قلب حسگر

فشار میکرو مکانیکال است و شامل یک تراشه‌ی سیلیکونی (شکل ۲-۶۵ شماره ۲) است. این المنت روی یک دیافراگم نازک، که با استفاده از روش زدایش (etching) میکرو مکانیکی ایجاد شده (۱) و چهار مقاومت تغییر شکل پذیر ( $R_1$  و  $R_2$ ) که

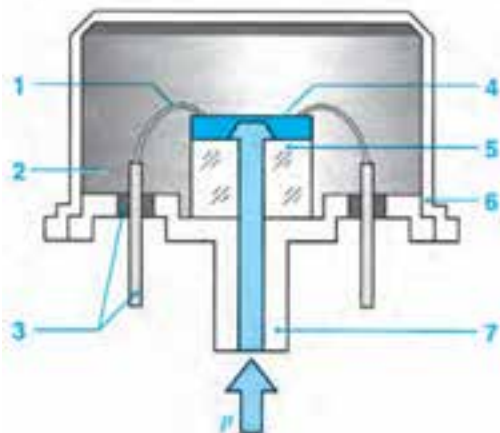
روی دیافراگم قرار دارند، واقع است.

المنت اندازه‌گیری توسط خلاً مرجع احاطه می‌شود و در زیر درپوش قرار دارد (شکل ۲-۶۶ و ۲-۶۷). 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.



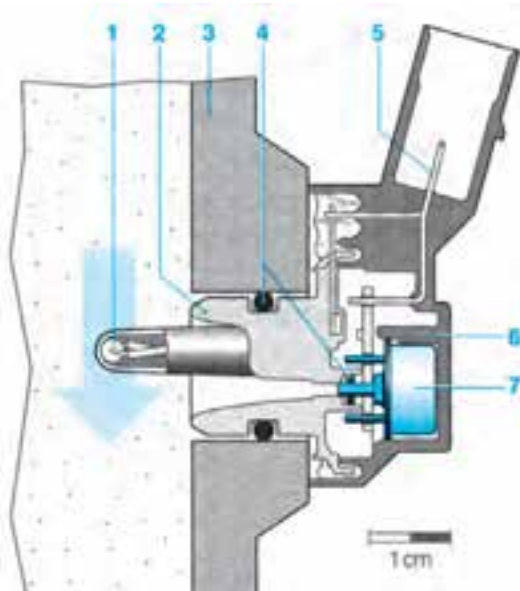
- ۱- دیافراگم
- ۲- تراشه‌ی سیلیکونی
- ۳- خلاً مرجع
- ۴- شیشه‌ی پیرکس
- ۵- مدار پل
- ۱- فشار اندازه‌گیری
- ۲- ولتاژ اندازه‌گیری
- ۳- مقاومت تغییر شکل دهنده (فشاری)
- ۴- مقاومت تغییر شکل دهنده (کششی)

شکل ۲-۶۵- المنت حسگر اندازه‌گیر فشار با خلاً مرجع داخلی



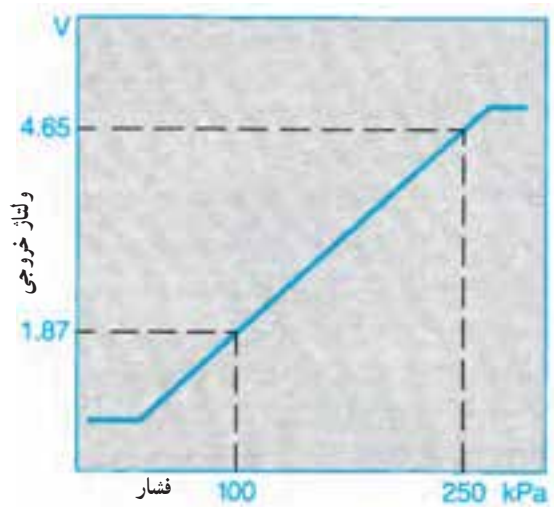
- ۱ و ۳- اتصال الکتریکی
  - ۲- خلاً مرجع
  - ۴- المنت اندازه‌گیری همراه تراشه و مدار الکترونیکی
  - ۷- مجاری ورود فشار
  - ۵- پایه‌ی شیشه‌ای
  - ۶- درپوش
- شکل ۲-۶۶- المنت حسگر اندازه‌گیر فشار با درپوش و خلاً مرجع داخلی

به ECU مدیریت موتور، که از ولتاژ خروجی جهت محاسبه‌ی فشار استفاده می‌کند، ارسال می‌گردد (شکل ۶۹-۲).



- ۱- حسگر درجه‌ی حرارت (NTC)
- ۲- قسمت پایین محفظه
- ۳- دیواره‌ی مانی فولد
- ۴- ا- رینگ آب‌بندی
- ۵- ترمینال الکتریکی
- ۶- کاور
- ۷- المنت اندازه‌گیری

شکل ۶۸-۲- حسگر میکرومکانیکال با خلا مرجع داخلی



شکل ۶۹-۲- نمونه‌ای از منحنی حسگر فشار میکرومکانیکال



شکل ۶۷-۲- المنت حسگر اندازه‌گیر فشار با درپوش و خلا مرجع داخلی

**نحوه‌ی عملکرد:** شکل دیافراگم برحسب فشار وارد شده تغییر می‌کند (۱۰ الی  $1000 \mu\text{m}$ ) تغییر مقاومت الکتریکی در نتیجه‌ی فشار مکانیکی به دیافراگم و چهار مقاومت تغییر شکل پذیر 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 ۶۵-۲، شماره‌ی ۵) و ولتاژ اندازه‌گیری  $U_m$  تغییر کند و تقویت نشدن ولتاژ به دلیل اندازه‌ی فشار اعمال 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 و تسون امکان‌پذیر است. طرف دیگر اجزای حسگر، که به آن‌ها فشار اعمال نمی‌شود، تحت تأثیر خلا، مرجع (شکل ۶۶-۲ 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  $U_v$  الی ۵ است و از طریق ترمینال‌های الکتریکی (شماره‌ی ۵، شماره‌ی ۶۸-۲، شماره‌ی ۵)

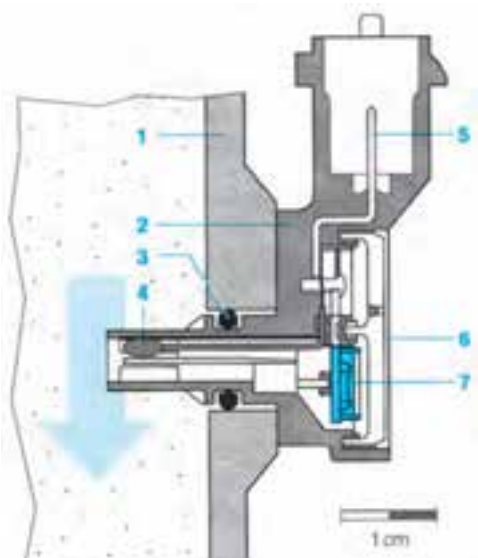


## ۵-۱۱-۲- حسگر مانی فولد با محفظه‌ی خلأ مرجع

طراحی و ساختمان: این نوع حسگر مانی فولد با

محفظه‌ی خلأ مرجع (شکل‌های ۲-۷۰ و ۲-۷۱) 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<sup>۱</sup> (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 ارزباب است. در این وسیله یک ژل مخصوص نسبت به نوع قبلی بیش‌تر به کار می‌رود تا اجزای داخلی در برابر عوامل محیطی حفاظت شوند (شکل ۲-۷۲، 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 قلع کاری 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 ۲-۷۳ شماره‌ی ۴).

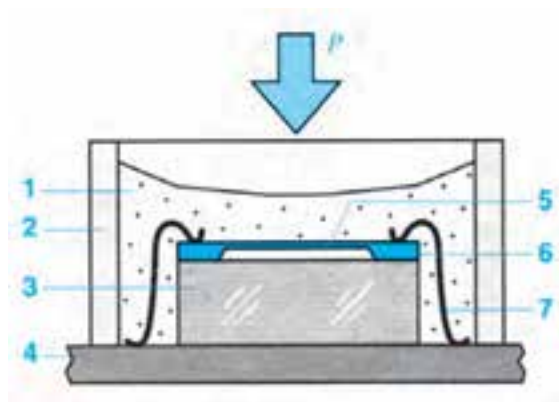


- ۱- دیواره‌ی مانی فولد
- ۲- محفظه
- ۳- اُ رینگ
- ۴- حسگر حرارت (NTC)
- ۵- اتصالات الکتریکی
- ۶- درپوش
- ۷- المنت اندازه‌گیری

شکل ۲-۷۰- حسگر فشار میکرومکانیکال با محفظه‌ی خلأ مرجع



شکل ۲-۷۱- حسگر شار میکرومکانیکال با محفظه‌ی خلأ مرجع و حسگر حرارت



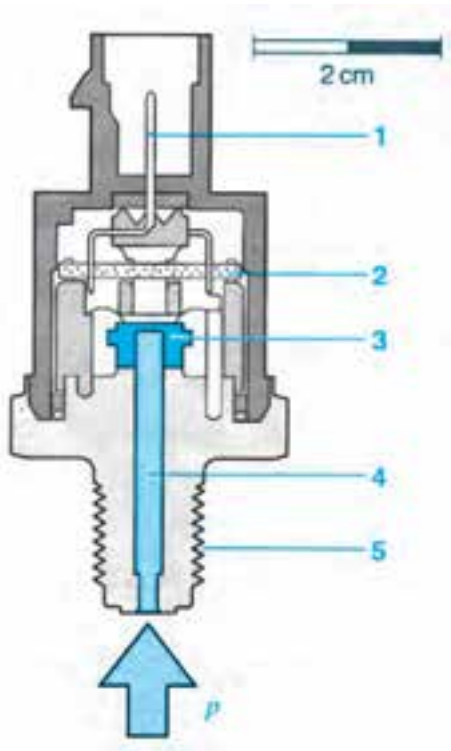
شکل ۲-۷۲- المنت اندازه‌گیر حسگر فشار با محفظه‌ی خلأ مرجع

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

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

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  $20 \mu\text{m}$  در  $1500 \text{ bar}$ ) و  $10$  الی  $80 \text{ mV}$  ولتاژ خروجی تولیدی به وسیله پل الکتریکی به مدار ارزیاب هدایت می‌شود و بعد از تقویت شدن به مقدار  $5_V$  می‌رسد. این ولتاژ ورودی به ECU برای ذخیره‌سازی منحنی مشخصه در محاسبات فشار به کار می‌رود (شکل ۲-۷۴).



- ۱- اتصال الکتریکی
- ۲- مدار ارزیاب
- ۳- دیافراگم فلزی با مقاومت‌های تغییر شکل پذیر
- ۴- راهگاه فشار
- ۵- رزوه

شکل ۲-۷۳- حسگر فشار زیاد

**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 شکل پذیر در جهت دیگر خم می‌شوند، تفاوت دارد.

**۲-۱۱-۶- حسگر فشار زیاد:** در وسایل نقلیه، حسگر فشار زیاد برای اندازه‌گیری فشارهای سوخت و روغن ترمز به کار 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  $P_{max}$  (اسمی)  $160 \text{ mpa}$  ( $1600 \text{ bar}$ ) است. فشار سوخت به وسیله 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.

**۲-۱۱-۷- 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  $5$  الی  $12 \text{ Mpa}$  ( $50$  الی  $120 \text{ bar}$ ) است. و به اندازه‌ی واقعی در کنترل حلقه‌ی بسته فشار ریل به کار می‌رود. دور و بار موتور وابسته به مقدار نقطه‌ی تنظیم طراحی شده است و توسط سوپاپ کنترل تنظیم می‌گردد.

**۲-۱۱-۸- حسگر فشار روغن ترمز:** حسگر فشار روغن ترمز در مدولاتور سیستم ایمنی از ESP نصب می‌شود و برای اندازه‌گیری فشار روغن ترمز، که معمولاً  $25 \text{ mpa}$  ( $250 \text{ bar}$ ) است، به کار می‌رود و مقدار حداکثر فشار  $P_{max}$  می‌تواند تا  $35 \text{ Mpa}$  ( $350 \text{ bar}$ ) صعود نماید. اندازه‌گیری فشار و پایش فرمان این حسگر به وسیله ECU و سیگنال‌های برگشتی ارزیابی اجرا می‌گردد.

**طراحی و نحوه‌ی عملکرد:** قلب این حسگر یک دیافراگم فلزی بوده که مقاومت تغییر شکل پذیر آن همانند یک پل الکتریکی است (شکل ۲-۷۳ شماره‌ی ۳) و دامنه‌ی اندازه‌گیری حسگر فشار وابسته به ضخامت دیافراگم (دیافراگم ضخیم برای

آنهایی که در حیطه‌ی آنالیز گاز و اندازه‌گیری رطوبت است در خودرو مورد استفاده قرار گرفته است. با توجه به جدول ۴-۲، می‌توان نظری اجمالی به عمل پردازش و تکنیک‌های اندازه‌گیری کاربردی در خودرو داشت.

جدول ۴-۲

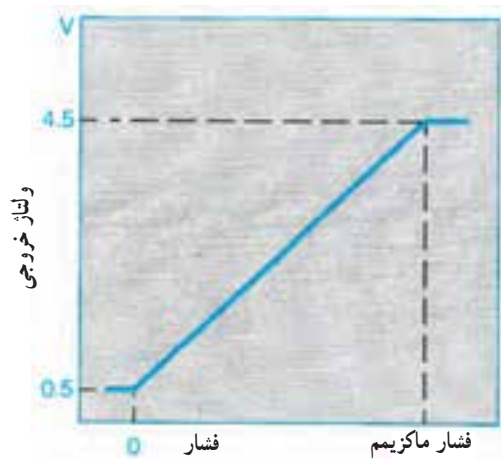
روش‌های آنالیز گاز (بدون در نظر گرفتن و اندازه‌گیری رطوبت) (X) کاربر در اتومبیل		
روش فیزیکی	روش فیزیکی - شیمیایی	روش شیمیایی
قابلیت هدایت حرارتی	اثر کاتالیست	جذبی
روش مغناطیسی	حرارت جذبی	جذبی با تبدیل شیمیایی اولیه
پرتوافکنی جذبی	مشخصات واکنش رنگ	
کروماتوگرافی گاز	هدایت الکتریکی	×
روش رادیواکتیوی	روش 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 لاند) و آن را غیر قابل استفاده می‌نماید.

### اندازه‌گیری رطوبت: اندازه‌گیری رطوبت همانند

حسگر اکسیژن لاند (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 ۲۷۲-۲ نمونه‌ای از منحنی حسگر فشار زیاد

## ۱۲-۲- حسگرهای گاز و غلظت سنج

غلظت یک ماده، درصد جرم یا حجم یک ماده به صورت مخلوط یا ترکیب در ماده‌ی دیگر است. یک حسگر با 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.

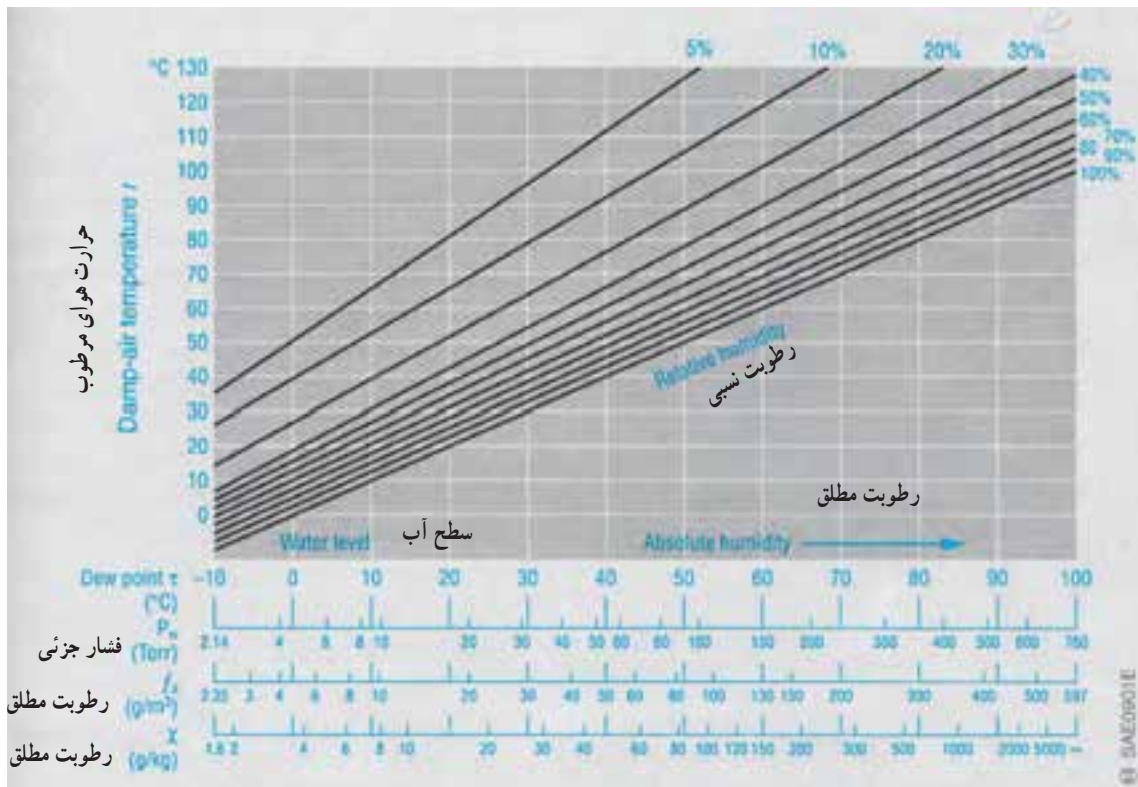
در خودرو، پارامترهای اندازه‌گیری به شرح زیرند:

- حجم اکسیژن در گاز خروجی اگزوز (کنترل حلقه‌ی بسته‌ی احتراق - 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 به وجود مشکلی پی می‌بریم و آن اشباع گاز است که موجب سخت‌تر شدن عمل اندازه‌گیری می‌شود. هم‌چنین، در درازمدت 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،



شکل ۲-۷۵- دیاگرام حرارت / رطوبت برای هوا

### ۱-۱۲-۲- حسگر کیفیت هوا : این حسگر (شکل

۲-۷۷) 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 ۲-۷۶ و ۲-۷۷) قرار دارد و شامل یک فیلم مقاومت از جنس اکسید قلع است. در موقع پردازش و اندازه‌گیری، مقدار مقاومت مؤثر تغییر می‌کند (۱ الی ۱۰۰ kΩ). مقاومت روی یک لایه‌ی سرامیکی، که انتهای آن گرم می‌شود، قرار می‌گیرد و درجه‌ی حرارت عملکرد آن تقریباً ۳۳°C است، که به‌وسیله‌ی یک رسانای حرارتی ایجاد می‌گردد و به دلیل وجود درجه‌ی حرارت بالا یک فاصله‌ی هوایی بین اجزا و صفحه‌ی

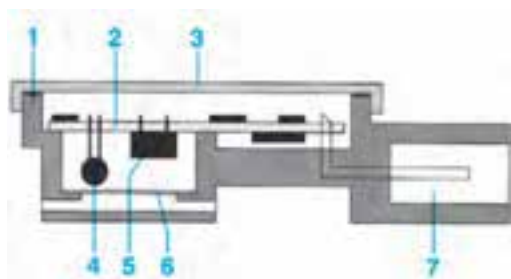
پایه وجود دارد.

حسگر CO مقدار غلظت آن را در حدود ۱۰ الی ۱۱۰۰ ppm حسگر NOX در حدود ۵٪ الی ۵ ppm اندازه‌گیری می‌کند و در صورتی که مقدار آلاینده‌ی گاز بسیار بیش‌تر از (در بعضی مواقع تقریباً ۱۰۰ برابر بیش‌تر از هوای تازه) هوا باشد، ECU کیفیت هوا درجه‌ی 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



یک پارچه ساخت (شکل ۲-۷۸) به طوری 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.



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

شکل ۲-۷۸- حسگر رطوبت

## ۲-۱۲-۲ حسگر اکسیژن لامبدا دو مرحله‌ای:

این حسگرها در موتورهای بنزینی با کنترل دو مرحله‌ای لامبدا  $\lambda$  به کار می‌روند و محل قرار گرفتن آن‌ها در داخل لوله‌ی آگزوز است و به طور یک‌نواخت جریان گاز آگزوز هر سیلندر را ثبت می‌کنند. اصول عملکرد آن بر مبنای پیل الکتریکی با الکترولیت جامد و غلظت اکسیژن است.

حسگرهای دو مرحله‌ای نشان‌دهنده‌ی دقیق ( $\lambda > 1$ ) یا منحنی ( $\lambda < 1$ ) بودن نسبت مخلوط هوا به سوخت (A/F) در گاز آگزوزاند و تغییر ناگهانی در منحنی مشخصه‌ی این حسگرها اجازه می‌دهد نسبت مخلوط هوا به سوخت (A/F) در حد  $\lambda = 1$  کنترل شود.

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

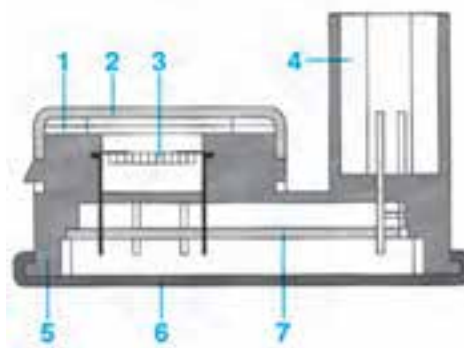
**حسگر نوع لوله‌ای:** الکترولیت جامد متشکل از یک بدنه‌ی توخالی از جنس سرامیک دی‌اکسید زیر کونیوم است که جهت استحکام، به آن دی‌اکسیدتیتروم اضافه می‌شود و نسبت به گاز، غیرقابل نفوذ و از یک انتها مسدود است.

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 آگزوز



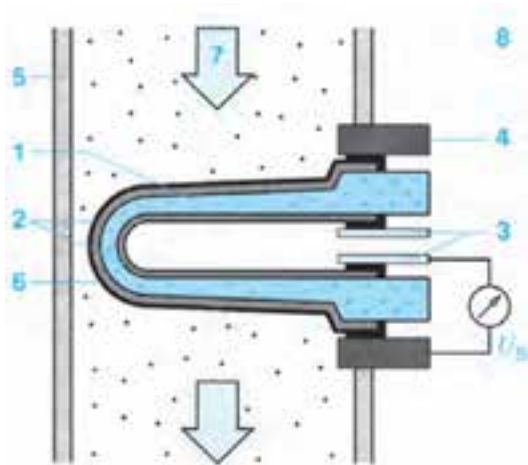
- ۱- المنت اندازه‌گیر CO یا NOX
- ۲- ارزیاب الکترونیکی
- ۳- حسگر رطوبت

شکل ۲-۷۶- ای‌سی‌یوی کیفیت هوا با حسگرها



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

شکل ۲-۷۷- حسگر کیفیت هوا



- |                       |                        |
|-----------------------|------------------------|
| ۱- المنت سرامیکی حسگر | ۶- پوشش متخلخل سرامیکی |
| ۲- الکترودها          | محافظ                  |
| ۳- اتصالات            | ۷- هوای محیط           |
| ۴- محفظه‌ی نصب        | $U_s$ ولتاژ حسگر       |
| ۵- لوله‌ی آگزوز       |                        |

شکل ۸۰-۲- پیکره‌بندی یک نوع حسگر اکسیژن لامبدا در لوله‌ی آگزوز

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

برای باقی‌نگه‌داشتن گاز حاصل شده از احتراق در آگزوز، 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.

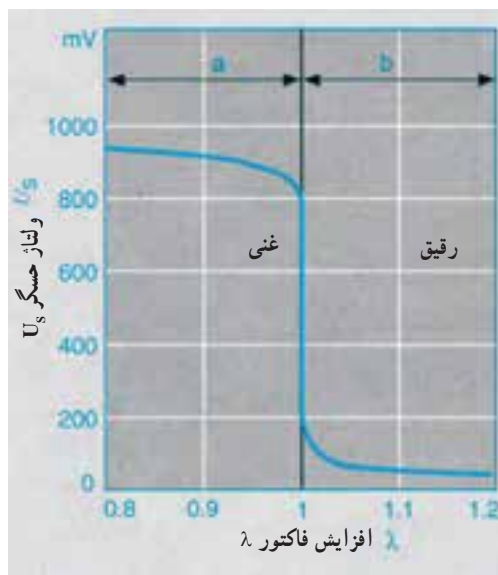
### حسگر لوله‌ای با گرم‌کن: حسگر لوله‌ای (شکل

۸۲-۲) مجهز به یک المنت گرم‌کننده است و المنت سرامیکی حسگر در بارهای کم موتور (پایین بودن درجه‌ی حرارت گاز آگزوز) توسط گرم‌کن الکتریکی و در بارهای بالا توسط حرارت گاز آگزوز فعال می‌شود. در نتیجه‌ی فعالیت گرم‌کن الکتریکی و قبل از رسیدن المنت سرامیکی به حرارت مطلوب، حرارت

رفتاری شبیه کاتالیست کنورتر دارد و با رسیدن گاز آگزوز به این الکترودها پردازش کاتالیستی<sup>۱</sup> شروع می‌شود و نسبت مخلوط سوخت و هوا بالانس و به حد استوکیومتری (۱) می‌رسد. سطح خارجی حسگر که در تماس با گاز آگزوز است از لایه‌ای با جنس سرامیک متخلخل<sup>۲</sup> 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 ۸۰-۲).

### حسگر لوله‌ای بدون گرم‌کن: محل قرار گرفتن یک

لوله‌ی سرامیکی توسط دیسک ففنی تعیین و ثابت می‌شود و قسمت سرامیکی فعال انگشتی شکل در محفظه‌ی حسگر (شکل ۸۱-۲، طرح و ساختار مشابهی با حسگر لامبدا گرم شونده شکل ۸۲-۲ داشته اما فاقد المنت گرم‌کن است) توسط یک المنت بین لوله‌ی سرامیکی و قسمت سرامیکی فعال حسگر، ارتباط برقرار می‌کند و اتصال بین الکترودها داخلی و کابل رابط را میسر می‌نماید و الکترودها خارجی به وسیله‌ی یک حلقه‌ی آب‌بندی فلزی به محفظه‌ی حسگر متصل است.



a - نسبت مخلوط A/F غنی

b - نسبت مخلوط A/F رقیق

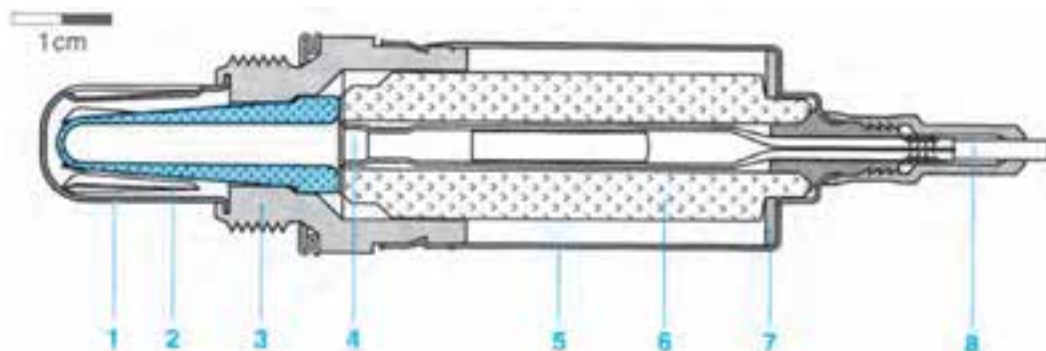
شکل ۷۹-۲- منحنی ولتاژ حسگر لامبدا در مرحله‌ای در دمای کارکرد  $600^{\circ}\text{C}$

### ۱- Catalytic convertor: مبدل کاتالیست

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

حرکتی خودرو را با حالت تمام بار، بدون مشکل مهیا کند. در واقع حرارت عملکرد حسگر لامبدا گرم شونده همواره در مقدار بهینه قرار دارد، که موجب کم و ثابت شدن آلاینده‌گی گاز انتشار یافته از اگزوز می‌گردد.

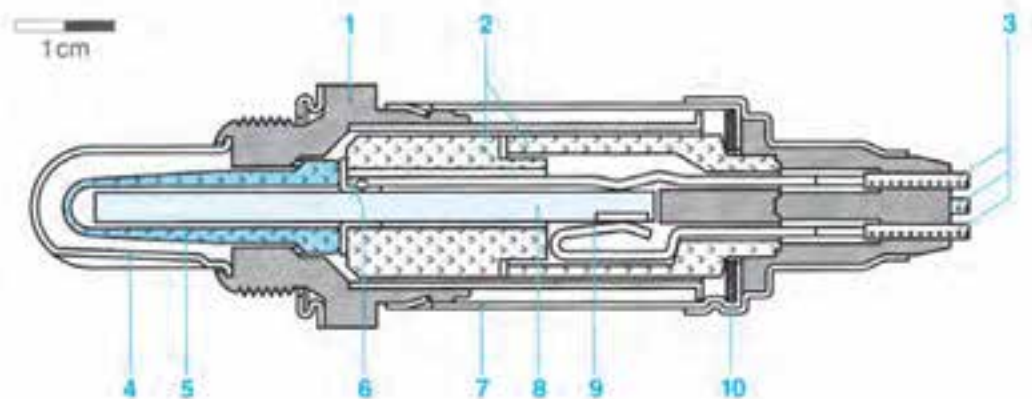
حسگر سریعاً افزایش می‌یابد (۲۰ الی ۳۰ ثانیه بعد از روشن شدن موتور) و این امر موجب عملکرد سیستم حلقه‌ی بسته‌ی لامبدا می‌گردد. بنابراین، حسگر لوله‌ای گرم شونده می‌تواند در فاصله‌ای دورتر از موتور نصب و در زمان کم‌تر شرایط پریود



- ۵- پوشش فلزی (غلاف)
- ۶- لوله‌ی سرامیکی تثبیت‌کننده
- ۷- دیسک فیزی
- ۸- کابل رابط

- ۱- لوله‌ی محافظ شکاف‌دار
- ۲- سرامیک فعال حسگر
- ۳- محافظه‌ی حسگر
- ۴- المنت ارتباط

شکل ۸۱-۲- حسگر لامبدا نوع لوله‌ای بدون گرم‌کن



- ۶- المنت ارتباط
- ۷- پوشش فلزی (غلاف)
- ۸- المنت گرم‌کن
- ۹- گیره‌ی اتصال المنت گرم‌کن
- ۱۰- دیسک فیزی

- ۱- محافظه‌ی حسگر
- ۲- لوله‌ی سرامیکی تثبیت‌کننده
- ۳- کابل رابط
- ۴- لوله‌ی محافظ شکاف‌دار
- ۵- سرامیک فعال حسگر

شکل ۸۲-۲- حسگر لامبدا نوع لوله‌ای گرم شونده

### ۳-۱۱-۲- حسگر اکسیژن لامبدا زیر صفحه‌ای :

کارکرد حسگر لامبدا صفحه‌ای مطابق حسگر نوع 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 ۲-۸۳). هم‌چنین، در مقابل حرارت و عوامل مکانیکی به وسیله‌ی یک دیواره‌ی لوله‌ای شکل دوپل، 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 آگزوز است برای محافظت در مقابل سایش (که در اثر برخورد اجزای گاز آگزوز به وجود می‌آید) از سرامیک متخلخل با سوراخ‌های میکرونی پوشیده شده است.

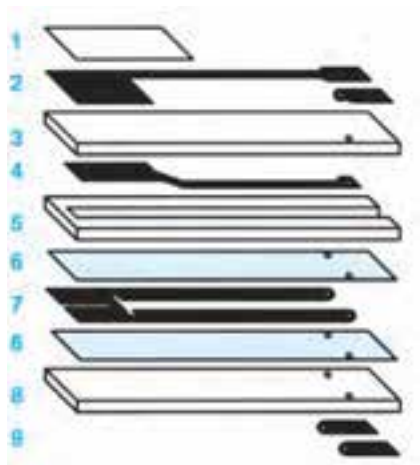
یک پارچه‌سازی و آب‌بندی ویفر سرامیک حسگر موجب افزایش سریع دمای حسگر می‌گردد و محفظه‌ی داخلی آن (شکل ۲-۸۴ و ۲-۸۵)، که مستقیماً با هوا در ارتباط است، حکم مقدار مرجع را دارد.

**نحوه‌ی عملکرد :** حسگر دو مرحله‌ای براساس اصول نرنست (Nernst) عمل می‌کند و تقریباً از دمای  $350^{\circ}\text{C}$  سرامیک آن برای یون‌های اکسیژن به صورت رسانا فعال می‌گردد. اکسیژن در گاز آگزوز همیشه وجود دارد حتی در مواقعی که موتور با سوخت بیش از حد کار می‌کند (برای مثال  $\lambda = 0.15$  درصد حجمی  $0.2/3$ ).

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 آگزوز، در یک اندازه، برای تعیین نسبت هوا به سوخت A/F استفاده کرد. ولتاژ خروجی حسگر تابعی از حجم اکسیژن

در گاز آگزوز است و در یک مخلوط غنی ( $\lambda < 1$ ) به  $800$  الی  $1000$  mv و برای یک مخلوط رقیق ( $\lambda < 1$ ) به حدود  $100$  mv می‌رسد و سطح انتقال از حالت رقیق به غنی تقریباً در  $450$  الی  $500$  mv رخ می‌دهد.

حرارت ساختمان سرامیکی حسگر بر قابلیت رسانایی برای یون‌های اکسیژن تأثیر دارد و شکل منحنی ولتاژ خروجی تابعی از فاکتور  $\lambda$  یعنی افزایش حجم هواست. (شکل ۲-۷۹ منحنی ولتاژ در دمای حدود  $600^{\circ}\text{C}$  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  $350^{\circ}\text{C}$  در حدود ثانیه و در درجه‌ی حرارت مطلوب  $600^{\circ}\text{C}$  کم‌تر از  $5$  ms است.



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

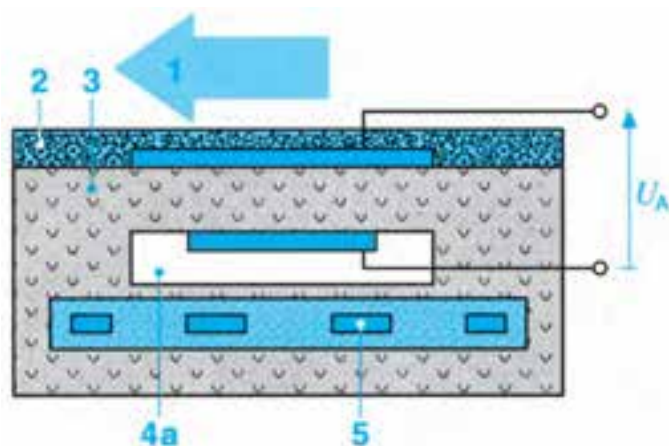
شکل ۲-۸۳- اجزای تشکیل‌دهنده‌ی لایه‌های حسگر لامبدا صفحه‌ای

در مدت روشن بودن موتور و تا زمان رسیدن حسگر به حداقل درجه‌ی حرارت عملکردی  $350^{\circ}\text{C}$ ، 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

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

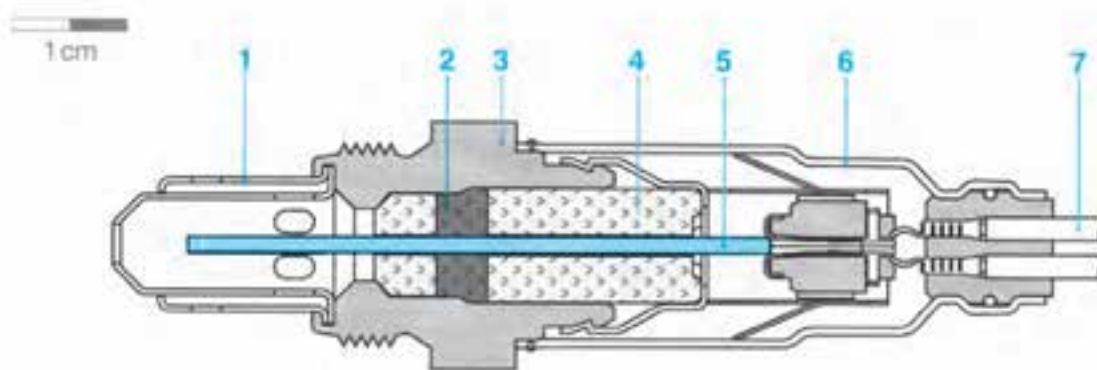


حسگر را کاهش می‌دهد و این به آن معناست که حسگر لامبدا طولانی از  $85^{\circ}\text{C}$  تجاوز نکند. باید در محلی نصب گردد که درجه‌ی حرارت آن برای مدت زمان



- ۱- گاز آگزوز
- ۲- لایه‌ی سرامیکی متخلخل محافظ
- ۳- المنت اندازه‌گیر با پوشش فلز گران قیمت
- ۴- گذرگاه هوای مرجع
- ۵- گرم‌کن
- $U_A$ - ولتاژ خروجی

شکل ۸۴-۲- طرح وارده‌ی حسگر لامبدا صفحه‌ای



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

شکل ۸۵-۲- حسگر لامبدا صفحه‌ای

## پردازش اطلاعات و شبکه‌ی ارتباطی در وسایل نقلیه

### ۳-۱- پردازش اطلاعات

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

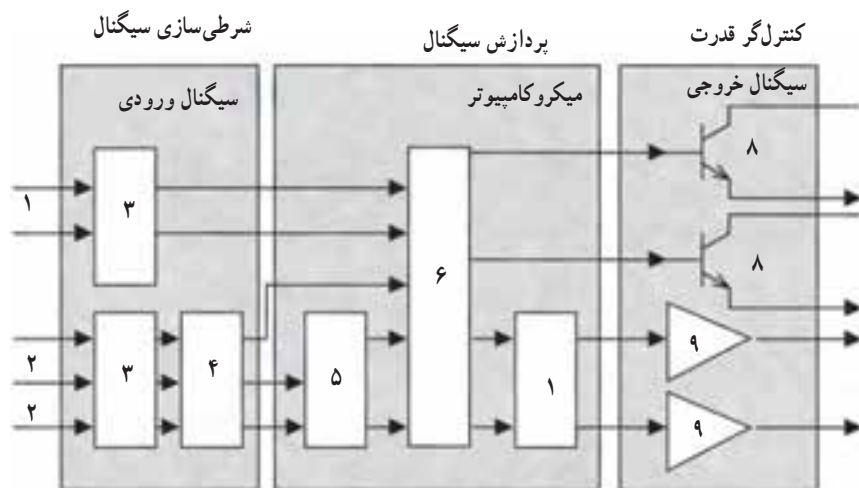
در این صورت، اصلاح و بهبود سیستم، با سنکرون کردن و کنترل پردازش مجزای ECU و انطباق پارامترهای مربوطه در عملیات اجرایی، به وجود می‌آید. برای مثال، می‌توان از وضعیت کنترل کشش (TCS) نام برد که در آن، گشتاور چرخ در حال لغزش، کاهش می‌یابد.

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.

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 زیرسیستم‌های متشکل از حسگرها، ای‌سی‌یوها، میکروکامپیوترها و شبکه‌ی ارتباطی نصب شده در خودروهای مدرن بسیار زیادند.

حسگرها نقاط مونتورینگ (پایش) اند و واحد کنترل الکترونیکی (ECU)، با تبدیل سیگنال‌ها، المنت‌ها و یا عملگرها را تنظیم و کنترل نهایی می‌کند. سیگنال‌های ورودی به صورت آنالوگ (ولتاژ حسگر فشار) و دیجیتال اند و یا پالسی شکل (اطلاعات تابع زمان مانند سیگنال سرعت موتور) هستند. این سیگنال‌ها را می‌توان به وسیله‌ی 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 به وجود آورده است تا میکرو کامپیوترهایی قدرتمند، از طریق یک پارچه‌سازی



شکل ۳-۱- پردازش سیگنال در ECU

- ۱- سیگنال‌های ورودی دیجیتال
- ۲- سیگنال‌های ورودی آنالوگ
- ۳- مدار محافظ
- ۴- تقویت‌کننده، فیلتر
- ۵- مبدل A/D
- ۶- پردازشگر سیگنال دیجیتال
- ۷- مبدل D/A
- ۸- مدار شکن<sup>۱</sup>
- ۹- تقویت‌کننده‌ی توان

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

۱-۱-۳- 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 می دهند:

- آماده سازی سیگنال های ورودی؛  
- پردازش منطقی سیگنال های ورودی در میکرو کامپیوتر؛  
- تبدیل منطقی و سطح توان تنظیم یا کنترل سیگنال های

خروجی

۱-۲-۳- سیگنال های ورودی دیجیتال: این سیگنال ها در اثر ثبت یا پدید آمدن حالت سوئیچی یا سیگنال های حسگر دیجیتال ایجاد می شود و دامنه ی ولتاژ آنها از ۰ تا حداکثر ولتاژ باتری است. برای مثال، می توان به پالس سرعت دورانی از یک حسگر اثر هال اشاره کرد.

۱-۳-۳- سیگنال ورودی آنالوگ: این سیگنال ها توسط حسگرهای آنالوگ (همانند حسگر لامبدا، حسگر فشار و پتانسیومتر) ایجاد می شوند و دامنه ی ولتاژ آنها از چند mv تا ۵v است.

۱-۴-۳- سیگنال های خروجی به شکل پالس: سیگنال های پالسی شکل توسط حسگرهای القایی، همانند حسگر تعداد دوران به وجود می آیند و بعد از آماده سازی سیگنال، آنها به صورت دیجیتال پردازش می شوند.

۱-۵-۳- آماده سازی اولیه سیگنال های ورودی: مدارهای محافظ انفجالی<sup>۱</sup> و فعال<sup>۲</sup> که برای سطح قابل قبول حد ولتاژ سیگنال های ورودی استفاده می شوند (مثل ولتاژ عملکرد میکرو کامپیوتر) و فیلترها نویز اضافه شده بر روی سیگنال ها را جدا می نمایند. سپس، سیگنال های مطلوب را تا سطح ولتاژ مناسب ورودی میکرو پروسور تقویت می کنند. ضمناً دامنه ی ولتاژ از ۰ تا ۵v است.

۱-۶-۳- پردازش سیگنال: همیشه در ECU پردازش

سیگنال ها در حالت دیجیتال صورت می گیرد و در داخل مدول ها سخت افزار ویژه ای، برای توابع خاص در نظر گرفته شده است که پردازش سیگنال ها، انتقال اطلاعات، ارسال به رجسترها و زمان قرائت را بدون کاهش سرعت، متناوباً و بی درنگ (real time) فراهم می آورد. با این روش اساساً وقفه (intrupts) در پاسخ گویی آن چه مورد نیاز است تا حد  $\mu s$  کاهش می یابد.

الگوریتم های کنترل، داخل سخت افزار قرار دارد و مقدار زمان برای محاسبه در سیستم کنترل حلقه ی باز یا بسته در حد ms است (مثل مدیریت موتور) به طوری که می توان توسط الگوریتم ها تعداد نامحدودی از عملکرد منطقی را برقرار ساخت. هم چنین، می توان ذخیره ی داده ها، پردازش پارامترها، منحنی مشخصه و برنامه ی چند بعدی نحوه ی ارتباط رکوردها و فیلدها در پایگاه داده ها را ایجاد نمود.

۱-۷-۳- سیگنال های خروجی: بعد از تغییر در داده ها و کنترل متغیرها، مدول های سیگنال خروجی با سطح توانی لازم برای عملگرها (مثل موتور الکتریکی برای تنظیم صندلی، پنجره یا فرمان یر قدرت) آماده می شود. سیگنال خروجی میکرو پروسور تا ۵ میلی آمپر است و با استفاده از مدارهای قطع کن محافظ و تقویت کننده، می توان برای مدت زمان کوتاه آن را تا ۱۰۰ آمپر افزایش داد.

۱-۸-۳- میکرو کامپیوتر: میکرو کامپیوتر از دو واحد پردازش گر مرکزی (cpu) برای پردازش عددی و منطقی<sup>۳</sup> تشکیل می یابد و مدول ها با توابع ویژه، پایش سیگنال های خارجی و تولید سیگنال های کنترل برای فرمان به المنت های خارجی را انجام می دهند. هم چنین، برنامه های کنترل cpu باعث افزایش پیچیدگی و محدودیت تعداد توابع کاربردی می گردد.

۱-۹-۳- توان محاسبه: جدا از معماری میکرو کامپیوتر (آکومالاتور، ماشین ثبات) و طول واحد پردازش (۴ الی ۳۲bit)، توان cpu توسط عواملی هم چون فرکانس

۱- انفجالی: مدارهای R (مقاومتی) و RC (مقاومتی - خازنی)

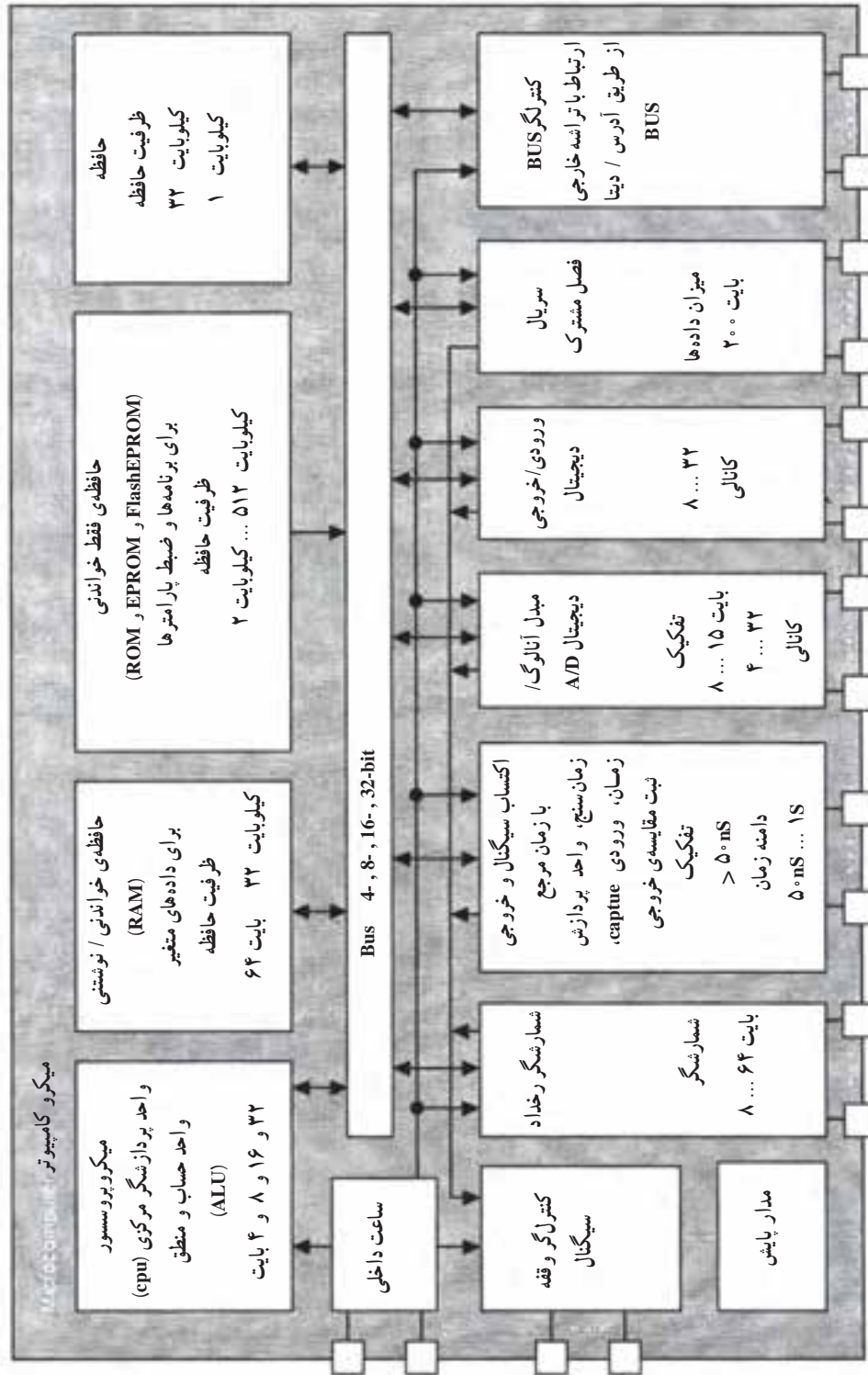
۲- فعال: المنت های نیمه رسانای مخصوص کنترل سطح ولتاژ

۳- واحد حساب منطقی: بخشی از یک ریز پردازنده باریز کنترل است که عملیات ریاضی، نظیر جمع، تفریق، تقسیم، ضرب و منطبق را روی ورودی های عددی انجام می دهد

و خروجی متناسب با ورودی ها تولید می کند.

- 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)

- ساعت داخلی و مجموع تعداد پالس‌ها و زبان برنامه‌نویسی  
کامپیوتر با شرایط زیر تعیین می‌گردد :  
● فرکانس ساعت از ۱ الی ۴۰ MHz



شکل ۲-۲



## ۱-۱-۳- پردازش سیگنال حسگر :

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

● تقویت ولتاژ DC/AC

● جبران (انطباق فازی)

● سنجش مقدار آستانه‌ای (تغییرات آستانه‌ای، شکل دهی

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 ASIC‌ها 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 ۳-۳ 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<sup>۲</sup>, BCD<sup>۲</sup>)

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

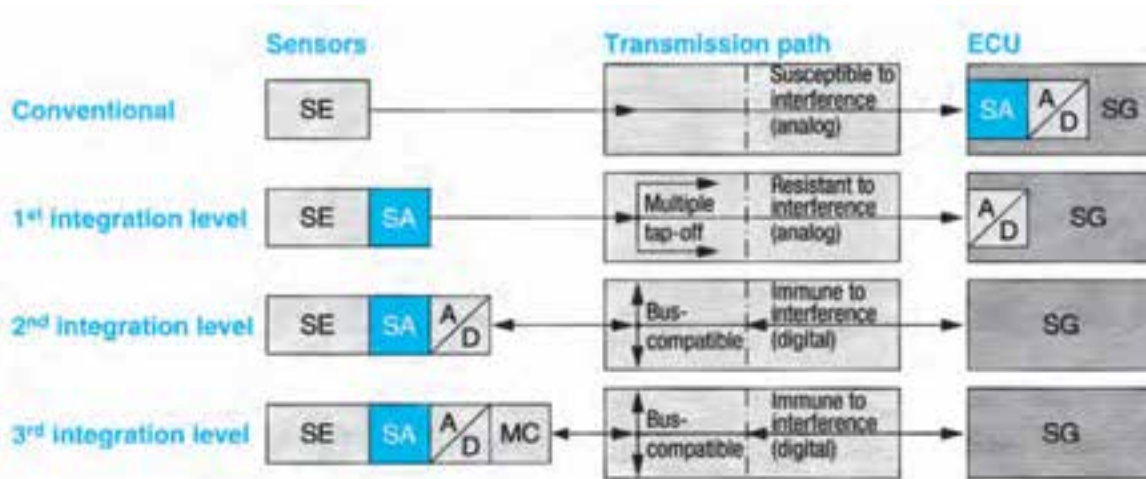
قطعات است (برای مثال، تکنولوژی ساخت حسگر لایه‌ی

ضخیم، Lead-Frame<sup>۳</sup> ترکیبی).

۱- Application - Specific Integrated Circuit : مدارهای مجتمع با کاربرد ویژه

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

۳- 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 ۳-۳

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 یک سوسازی و میانگین‌گیری می‌شود و سپس، به وسیله‌ی ECU ارزیابی می‌گردد. در نتیجه ECU تا پایان ناک نقطه‌ی جرقه‌زنی را نسبت به گردش میل‌لنگ تغییر مکان می‌دهد.

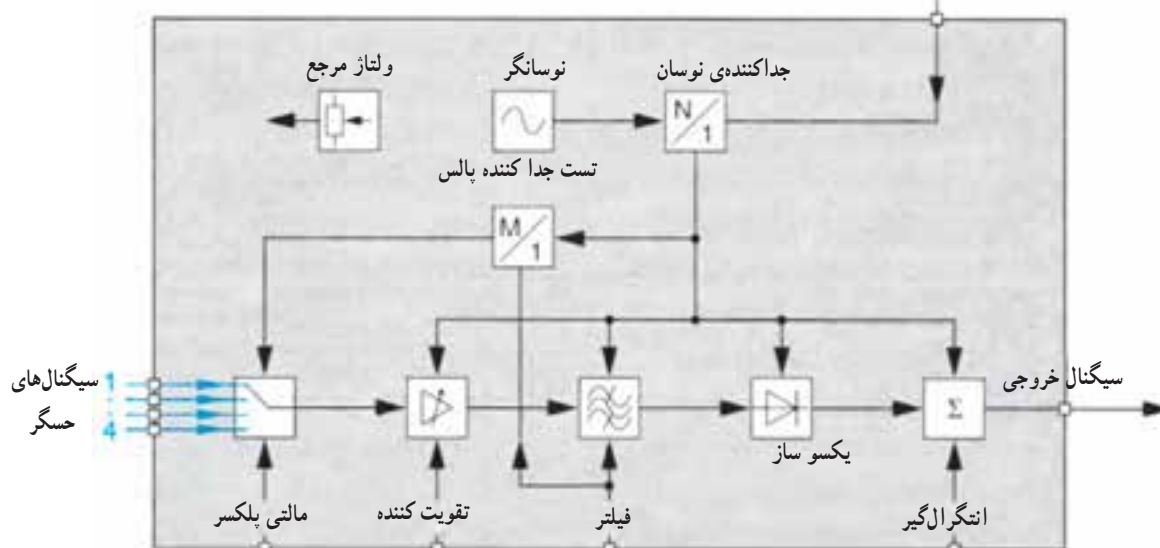
مدار مجتمع تشریح شده در بالا برای پاسخ‌گویی به توابع داخل ECU قرار دارد و قادر است سیگنال‌های ارسالی را تا چهار حسگر ناک ارزیابی کند.

### ۱۱-۱-۳- 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.

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



شکل ۳-۴- مدار مجتمع cc195 برای ارزیابی سیگنال حسگر ناک نصب شده در Ecu