

به نام یگانه ایزد منان

که جان و خرد آفرید.

معاونت نیرو محرکه

آذر ماه ۸۳

www.me-en.com

بانگاه اینترنتی آب و آهن و آتش (مهندسی مکانیک)

سر فصل ارائه مطالب



- ✓ مطالب کلی
- ✓ EMS
- ✓ ECU
- ✓ آلاینده‌گی و مصرف سوخت
- ✓ توان و گشتاور
- ✓ تست‌های عملکردی موتور
- ✓ انطباق موتور و گیربکس
- ✓ پروژه‌های در دست اقدام
- ✓ جمع بندی و نتایج

معاونت نیرو محرکه شرکت ایران خودرو (مدیریت مهندسی نیرو محرکه)



استراتژی مهندسی موتور و قوای محرکه و بررسی راهکارهای عملی برای ارتقاء فن آوری خودروها جهت پاسخگویی به استانداردهای موتور و قوای محرکه مصوب شده جهت تولید محصول مطابق با مشخصات فنی تعیین شده.

➤ استاندارد آلایندگی

➤ استاندارد مصرف سوخت

➤ حفظ شاخصهای توان، گشتاور، راندمان و ...

معاونت نیرو محرکه ایران خودرو (مدیریت مهندسی نیرو محرکه)



❖ معاونت نیرو محرکه ایران خودرو به منظور بهبود عملکرد قوای محرکه خودروهای تولیدی، کاهش مصرف سوخت، همچنین کاهش آلاینده های آن و حفظ محیط زیست که یکی از اهداف اصلی شرکت در زمینه توسعه پایدار است، در بخشهای ذیل، همواره کوشا و در حال برنامه ریزی می باشد.

۱. مجموعه مهندسی قوای محرکه

۲. الگوبرداری و تایید محصول قوای محرکه

۳. ساخت، مونتاژ و تولید قوای محرکه



مدیریت مهندسی نیرو محرکه، تحت سرپرستی مستقیم وانت نیرو محرکه ایران خودرو تعیین شده، و انجام فعالیتهای مهندسی، مربوط به اهداف سازمانی (بهبود عملکرد قوای محرکه خودروهای تولیدی، کاهش مصرف سوخت و کاهش آلاینده ها) در تولیدات و محصولات موتور سازی را عهده دار خواهد بود. همچنین ضمن تامین نیازهای علمی، اطلاعاتی، اجرایی با مشارکت مستمر در جلسات سیاست گذاری و طرح مسائل تخصصی و ارائه خدمات به سایر واحدهای ایران خودرو و سایپو در بهبود مستمر محصولات و کاهش هزینه های مرتبط فعال و پویا می باشد.

■ بجهت ایجاد و اجرای روشهای مناسب بمنظور ارتقاء کیفیت و بهبود مستمر، مشکلات و معضلات محصولات تولیدی شناسائی شده و اقدامات فوری برای رفع آنها با حضور مستمر کارشناسان و مطابقت استانداردهای معتبر شرکت، بررسی و تجزیه تحلیل میگردد.

واضح است که برای دستیابی به اهداف ذیل :



➤ کنترل آلاینده‌گی

➤ کنترل مصرف سوخت و صرفه جویی در منابع انرژی

➤ افزایش رانندمان مکانیکی (توان و گشتاور)

در خودرو در درجه اول باید عملکرد موتور را تحت کنترل درآورد.

■ کنترل عملکرد موتور در خودرو توسط :

EMS (Engine Management System) صورت می گیرد.

Engine → **EMS**

EMS (Engine Management System)



■ تعریف : EMS یک سیستم محاسباتی پیشرفته است که با توجه به پارامترهای بار موتور، دور موتور، دمای موتور، دمای هوای ورودی، وضعیت گازهای خروجی موتور و ضربه موتور در شرایط مختلف کاری، کارکرد موتور را کنترل کرده و مقدار سوخت مورد نیاز جهت پاشش از انژکتورها و زمان مناسب برای جرقه زدن شمعها در شرایط مختلف را تعیین می کند.

■ سیستم EMS دارای سه بخش اساسی است.

سیستم کنترلی EMS



سیستم EMS دارای سه بخش اساسی است :

۱. **Sensors** : سنسورها به عنوان ورودی سیستم در هر لحظه وضعیت موتور را آشکار می کنند و اطلاعات دریافتی را به ECU می فرستند.

۲. **ECU** : واحد کنترل الکتریکی است که با پردازش ورودیها به عملگرها (Actuators) فرمان می دهد.

۳. **Actuators** : عملگرها که شامل انژکتورها، کوئل شمع و ... می باشند به فرمان ECU در جهت کاهش مصرف سوخت، آلودگی و افزایش راندمان مکانیکی موتور عمل می کنند.

ECU (Electronic Control Unit)





ECU یک کامپیوتر پیچیده و توانا در خودروهای امروزیست که با دریافت اطلاعات ارسالی از سنسورهای مستقر در نقاط مختلف خودرو و موتور و انجام محاسبات بر روی آنها با استفاده از **map** بهترین زمان جرقه زدن شمعها و مدت زمان باز بودن انژکتورها را تعیین می کند تا بدین ترتیب میزان مصرف سوخت، آلاینده ها و توان و گشتاور موتور را کنترل کند.

❖ **ECU** تمامی عملگرهای موتور را جهت اشتعال (سوخت رسانی و جرقه) در **شرایط مختلف کاری** تحت کنترل خود دارد.

MAP



■ **"map"** جدولی است که میزان پاشش سوخت و زمان جرقه را برای دورها (load sites) و بارهای مختلف موتور (speed sites) مشخص می کند

دو جدول map مجزا وجود دارد : map پاشش (injection map) و map جرقه (ignition map)

دور \ بار	۰	۱۰۰۰	۲۰۰۰	۳۰۰۰	۴۰۰۰	۵۰۰۰	۶۰۰۰	۷۰۰۰	۸۰۰۰
۰	۸	۲۵	۲۰	۲۵	۲۸	۲۸	۲۸	۴۰	۴۰
۱	۸	۱۵	۲۰	۲۲	۲۴	۲۵	۲۵	۲۸	۲۸
۲	۸	۱۲	۲۰	۲۴	۲۲	۲۳	۲۲	۲۴	۲۴
۳	۸	۱۲	۱۹	۲۴	۲۰	۲۱	۲۲	۲۲	۲۴
۴	۸	۱۲	۱۸	۲۵	۲۰	۲۰	۲۰	۲۲	۲۲
۵	۸	۱۲	۱۸	۲۵	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۱
۶	۸	۱۲	۱۸	۲۵	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۱
۷	۸	۱۲	۱۸	۲۵	۲۰	۲۰	۲۰	۲۰	۲۱

شرایط مختلف کاری موتور



■ شرایط مختلف کاری موتور عبارتند از کلیه وضعیت و حالات موتور اعم از :

❖ دور موتور

❖ بار موتور

❖ دمای موتور

❖ دما و فشار هوای ورودی

❖ وضعیت گازهای خروجی اگزوز

❖ ضربه شدید موتور

❖ و غیره

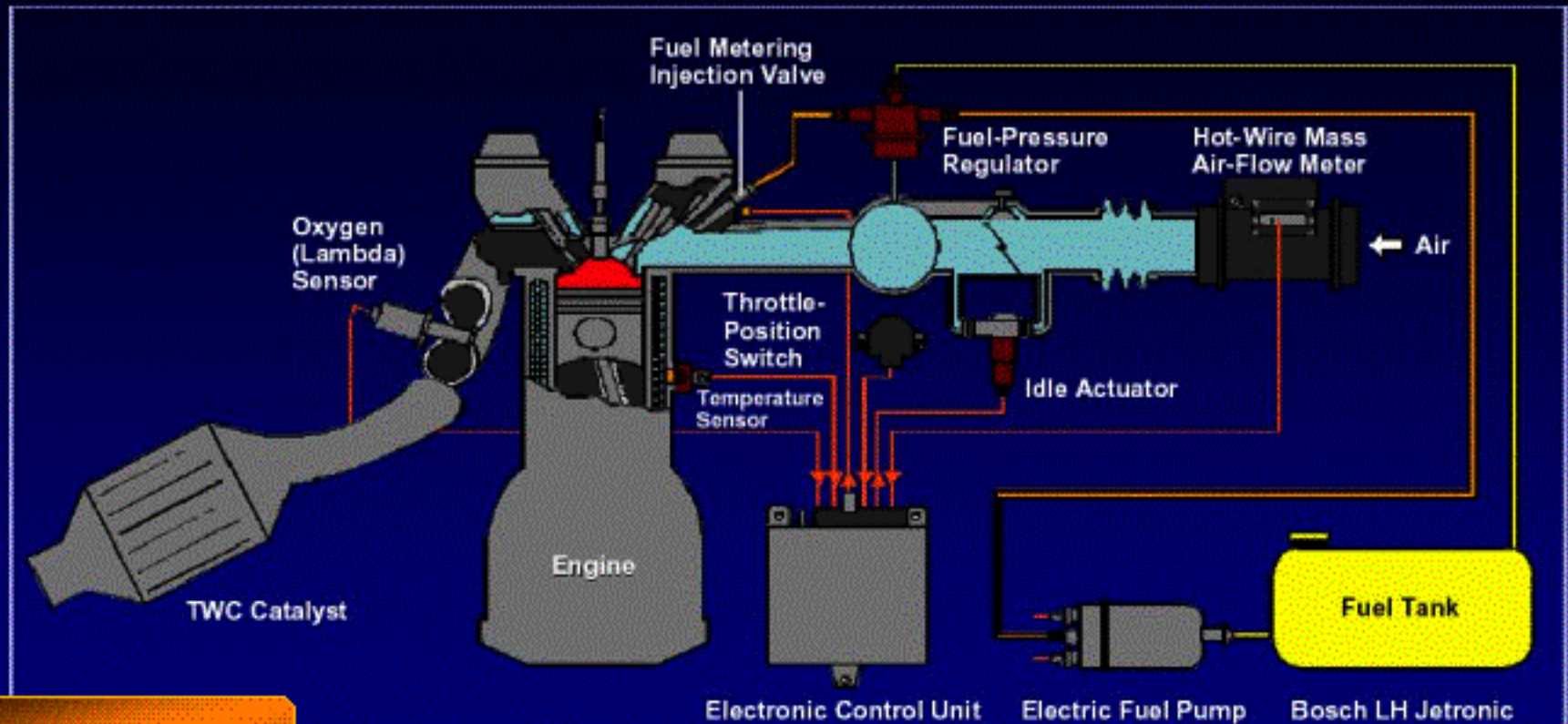
که توسط سنسورها (حسگرها) برای ECU آشکار میشود.

بایگاه اینترنتی آب و آتش و آتش (مهندسی مکانیک)

نمودار کلی مجموعه اجزای کنترلی موتور



BASIC COMPONENTS OF THE TWC CLOSED-LOOP FUEL METERING SYSTEM



وظایف اصلی ECU



قابلیت
عیب یابی

تعیین زمان
دقیق جرقه
زدن شمعها

تعیین مدت
زمان دقیق باز
بودن انژکتورها

محدود کردن
دور موتور

Idle
control

سنسورها



سنسورها یا حسگرها، وضعیت موتور و شرایط کارکرد آن را در هر لحظه به ECU گزارش می دهند تا بر مبنای آن اطلاعات ECU تعیین کند که برای رسیدن به توان و گشتاور مورد نیاز و کاهش مصرف سوخت و آلودگی دقیقاً چه مقدار سوخت باید از انژکتورها پاشیده شود و شمعها در چه زمانی باید جرقه بزنند تا در TDC (نقطه مرگ بالا) احتراق صورت بگیرد.

سنسورهای موتور



- ✓ سنسور موقعیت دریچه هوا
- ✓ سنسور فشار هوای ورودی به منیفولد هوا
- ✓ سنسور دمای هوای ورودی به منیفولد هوا
- ✓ سنسور دور (سرعت) موتور
- ✓ سنسور فاز بادامک
- ✓ سنسور دمای آب خنک کن موتور
- ✓ سنسور اکسیژن (لاندا)
- ✓ سنسور ضربه
- ✓ سنسور سرعت خودرو



سنسور موقعیت (پتانسیومتر) دریچه هوا

Throttle valve potentiometer

■ پتانسیومتر دریچه هوا که در حقیقت بار موتور را در هر لحظه مشخص می کند، یک رزیستور متغیر است که بطور مستقیم به شفت دریچه هوا متصل می باشد و مقاومت آن با تغییر موقعیت دریچه هوا تغییر می کند.

■ اختلاف پتانسیل بین ترمینالهای پتانسیومتر 5V می باشد که این سنسور با توجه به موقعیت دریچه هوا ولتاژی بین 0-5V به ECU می فرستد. یعنی هر چه دریچه هوا بیشتر باز شود، ولتاژ خروجی افزایش می یابد.

ECU از این سنسور برای تشخیص دور آرام ، بار کامل ، شتابگیری و کاهش شتاب استفاده می کند.

سنسور فشار هوای ورودی به مانیفولد هوا

Intake manifold pressure sensor



■ سنسور فشار که مرتباً فشار اتمسفریک داخل مانیفولد هوا را مشخص می کند، یک مقاومت است که به نسبت فشار اندازه گیری شده در مانیفولد هوا ولتاژی بین 0-5V به ECU می فرستد.

■ ECU با توجه به فشار تعیین شده توسط سنسور فشار به همراه دور موتور (RPM)، مقدار هوای ورودی به موتور را با توجه به ECU mapping بدست می آورد.

سنسور دمای هوای ورودی به منیفولد هوا

Intake air thermistor



این ترمیستور که بر روی بدنه دریچه هوا قرار دارد، دمای هوای ورودی به موتور را به صورت یک ولتاژ خروجی به ECU اطلاع می دهد.



این سنسور یک مقاومت

NTC(Negative Temperature Coefficient) می باشد که مقاومت آن با افزایش دما کاهش می یابد.

سنسور دور موتور



Crankshaft position sensor

■ سنسور دور موتور شامل یک سیم پیچ است که به دور یک هسته مغناطیسی پیچیده شده است و بر روی هوزینگ کلاچ و روبروی فلایویل ۶۰ دندانه قرار دارد. وقتی دندانه های فلایویل از مقابل سنسور می گذرند تغییر در میدان مغناطیسی تولید یک ولتاژ AC (سیگنال سینوسی) می کند که فرکانس و دامنه آن متناسب با دور موتور (RPM) می باشد.

دو دندانه از ۶۰ دندانه فلایویل حذف شده است تا ECU از رسیدن پیستون به TDC مطلع شود.

سنسور فاز بادامک

Camshaft position sensor



■ به کمک این سنسور، ECU علاوه بر اطلاع یافتن از رسیدن پیستونها به **TDC** (نقطه مرگ بالا)، از **سیکل کاری موتور (زمان تراکم، تخلیه و...)** نیز مطلع می شود و در نتیجه به راحتی می تواند در زمان مناسب برای هر سیلندر بطور مجزا سوخت مورد نیاز را در زمان تراکم و قبل از **TDC** از انژکتورها بپاشد (یک بار در هر سیکل کاری موتور برای هر سیلندر). بر این اساس از **میزان مصرف سوخت و آلاینده ها** کاسته می شود.

در حال حاضر این سنسور در موتورهای XU7JP4L4 موجود می باشد و در آینده بر اساس پروژه شرکت زیمنس در موتورهای سمند XU7JPL3 نصب خواهد شد.

سنسور دمای آب خنک کن موتور

Engine coolant thermistor



❖ این ترمیستور که بر روی سیستم خنک کننده موتور قرار می گیرد، دمای کارکرد موتور را در هر لحظه به ECU اطلاع می دهد.

❖ این سنسور نیز یک مقاومت NTC می باشد.



سنسور اکسیژن (λ سنسور)



Oxygen sensor (Lambda)



■ سنسور λ وضعیت مخلوط سوخت و هوا (Rich & Lean) را با توجه به مقدار اکسیژن موجود در گازهای خروجی اگزوز در یک حلقه بسته آشکار می کند.

■ این سنسور در مسیر اگزوز بین منیفولد دود و کاتالیست کانورتور نصب می شود و با توجه به مقدار اکسیژن موجود در گازهای خروجی ولتاژ بین 0-1V را به ECU می فرستد.

مفهوم λ

بازگاه اینترنتی آب و آهن و آتش (مهندسی مکانیک)



با توجه به اطلاعات ارسالی از وضعیت احتراق سوخت (Rich & Lean) ، ECU غلظت مخلوط را با تغییر مدت زمان پاشش سوخت از انژکتورها تنظیم می کند تا با دستیابی به $\lambda=1$ و احتراق کامل از میزان مصرف سوخت و آلاینده ها کاسته شود.

مفهوم ضریب λ



■ λ نسبت جرم هوای ورودی به موتور در حالت واقعی به جرم هوای مورد نیاز در حالت تئوری می باشد.

$$\lambda = \frac{\text{actual inducted air mass}}{\text{theoretical air requirement}}$$

■ نسبت هوا به سوخت استوکیومتریک نسبت جرمی 14.7 Kg هوا به 1 Kg سوخت می باشد تا احتراق بصورت کامل صورت گیرد.

$$\text{If } \lambda = 1 \rightarrow \frac{\text{Air mass}}{\text{Fuel mass}} = 14.7$$

اثر سنسور λ بر عملکرد موتور



■ در حالت حلقه بسته (Close loop)

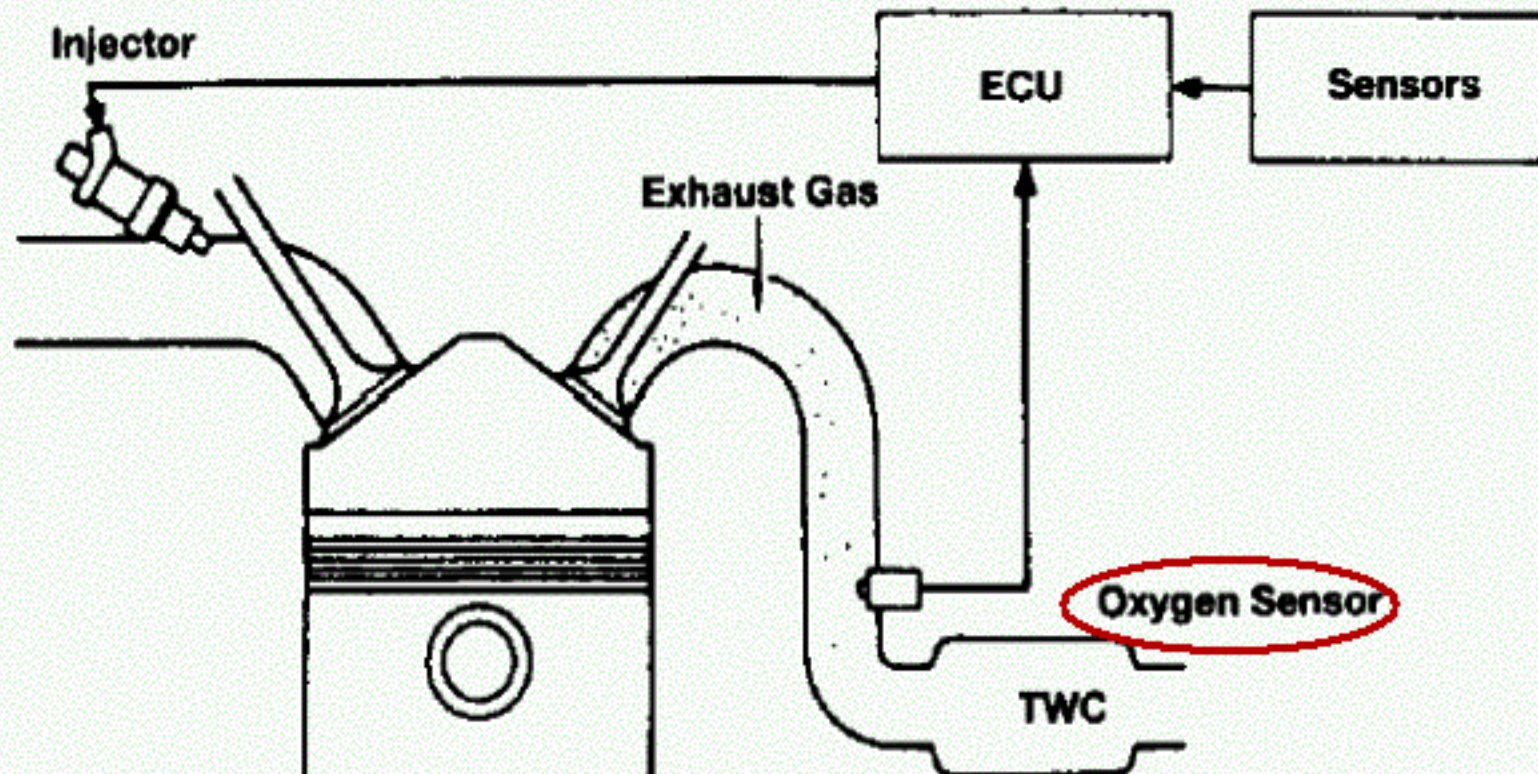
$$\lambda = 1 \quad \rightarrow \quad \frac{\text{Air mass}}{\text{Fuel mass}} = 14.7 \quad \text{Stoichiometric}$$

■ در حالت حلقه باز (Open loop)

$$\lambda \neq 1$$

در حالت حلقه باز در اکثر مواقع بصورت $\lambda < 1$ (Rich) می باشد.

مفهوم EMS بصورت حلقه بسته



Close loop control



■ برای کاهش آلاینده ها و مصرف سوخت و رسیدن به استانداردهای مصوب بسیاری از سیستمهای EMS از **سنسور ضربه** و **سنسور** برای اطلاع از نحوه کارکرد موتور استفاده می کنند تا با استفاده از اطلاعات مربوط به خروجی موتور، ورودیهای موتور را تنظیم کنند.

به این سیستم کنترلی، سیستم کنترلی حلقه بسته یا Close loop گفته می شود.

■ نادیده گرفتن فیدبکهای **سنسور ضربه** و **سنسور** به این معناست که سیستم کنترلی EMS بصورت حلقه باز عمل می کند.

Open loop control



■ در صورتی که EMS از فید بکهای **سنسور ضربه** و **λ سنسور** در تنظیم ورودیهای موتور استفاده نکند و صرفاً تنظیمات خود را بر مبنای اطلاعات موجود در ECU Mapping انجام دهد، به این معناست که سیستم کنترلی به صورت حلقه باز (open loop) عمل می کند.

■ دلیل نادیده گرفتن فیدبک λ سنسور این است که این سنسورها در محدوده کوچکی از نسبت هوا به سوخت قادر خواهد بود تا غلظت مخلوط هوا و سوخت را نشان دهد.

شرایطی وجود دارد که در آن سیستم کنترلی به صورت حلقه باز عمل می کند :

شرایط عملکرد EMS به صورت حلقه باز



➤ شرایطی که سیستم کنترلی بصورت حلقه باز (Open loop) عمل می کند به شرح زیر است :

۱. در زمان استارت موتور (cranking fueling)

۲. در زمان کارکرد در شرایط بار کامل (full load condition)

۳. در لحظه شروع به شتابگیری و کاهش شتاب سریع

(acceleration or deceleration fueling)

۴. در هنگام حرکت در بزرگراه ها (lean cruising mode)



■ این سنسور روی بلوک سیلندر نصب می شود و بروز پدیده ضربه احتراق (Knock) را که در اثر احتراق زودرس بوجود می آید به ECU اطلاع می دهد.

■ EMS قادر خواهد بود که برای جلوگیری از وقوع پدیده ضربه ، تایمینگ موتور را تنظیم کند.



این کار با Retard جرقه انجام می گیرد.

احتراق زودرس



■ پدیده احتراق زودرس زمانی رخ می دهد که مخلوط هوا و سوخت به دلیل تغییر در عدد اکتان سوخت، استاندارد نبودن آن و ... با سرعت بسوزد بطوریکه ضربه وارده حاصل از احتراق قبل از **TDC (Top Dead Center)** (نقطه مرگ بالا) و در زمانی که پیستون در حال طی کردن سیکل تراکم می باشد، بر پیستون وارد شود، به جای اینکه درست به محض رسیدن به TDC بر پیستون ضربه وارد شود.

■ پدیده ضربه علاوه بر اینکه سبب بوجود آمدن کار منفی می شود باعث از بین رفتن قطعات موتور شده و برای موتور بسیار زیان آور است .

سنسور سرعت خودرو



Vehicle speed sensor

■ سنسور سرعت خودرو که برای تولید ولتاژ در بازه 0-12v طراحی شده است، بر اساس سرعت شفت گیربکس به ECU پیغام می دهد.



Actuators



عملگرها به فرمان ECU در جهت کاهش مصرف سوخت، آلودگی و افزایش راندمان مکانیکی عمل می کنند.

❖ انواع عملگرهای سیستم EMS عبارتند از:

- پمپ سوخت
- تاکومتر (دور سنج)
- لامپ هشداردهنده
- و ...
- انژکتورها
- کوئل شمعها
- موتور پله ای دور آرام (STEPPER MOTOR)
- شیر سولونوئیدی کنیستر



آلایندگی و مصرف سوخت

منابع مختلف انتشار آلودگی از خودروها



EXHAUST



EVAPORATIVE



REFUELING



مهمترین گازهای خروجی از آگروز



ترکیبات زیان آور

ترکیبات بی ضرر

ترکیبات زیان آور خروجی از انگروز



Vol%		
0.1-6	CO	مونواکسید کربن
0.5-1	HC	هیدروکربنهای نسوخته
0.04-0.4	NOx	اکسیدهای نیتروژن
1-10 mg/m ³	PM	ذرات معلق جامد

ترکیبات بی ضرر خروجی از آگروز



Vol%		
0.2-2	O ₂	اکسیژن
10-13.5	CO ₂	دی اکسید کربن
10-12	H ₂ O	آب
70-75	N ₂	نیتروژن

مقررات کنترل گازهای آلاینده خودروها



❖ قوانین و مقررات برای کنترل میزان گازهای آلاینده خروجی از اگزوز موتورهای احتراق داخلی در کشورهای اروپایی از اوایل **دهه هفتاد** میلادی بوجود آمده است. به دنبال افزایش تولید خودرو در سطح جهان و بروز معضلات ناشی از آلودگی در شهرهای بزرگ، و