Ahwaz_Hackerz

مؤسسه فرهنگی هنری
دیباگران تهران

سنسورها
در خودروهای سواری

در این کتاب می‌خوانید:

- انواع سنسورها در خودروهای سواری
- ساختار و نحوه عملکرد داخلی سنسورها
- شکل ظاهری و نحوه عیب‌یابی سنسورها

مؤلفان:
مهندس امیرمهیار خراسانی
مهندس مسعود رضایی

Ahwaz_Hackerz

به نام خدا

مؤسسه فرهنگی هنری
دیباگران تهران

سنسورها در خودروهای سواری

مؤلفان
مهندس امیرمهیار خراسانی
مهندس مسعود رضایی

Ahwaz_Hackerz

هرگونه چاپ و تکثیر از محتویات این کتاب بدون اجازه کتبی ناشر ممنوع است. متخلفان به موجب قانون حمایت حقوق مؤلفان، مصنفان و هنرمندان تحت پیگرد قانونی قرار می‌گیرند.

مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران

◂ عنوان کتاب: **سنسورها در خودروهای سواری**

◂ مولفان : مهندس امیر مهیار خراسانی

مهندس مسعود رضایی

◂ ناشر: موسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران

◂صفحه آرایی:مجتمع فنی تهران

◂طراح جلد:مجتمع فنی تهران

◂ نوبت چاپ: سوم

◂ تاریخ نشر: ۱۳۹۷

◂ چاپ و صحافی:درج عقیق

◂ تیراژ: ۱۰۰ جلد

◂ شابک: ۲-۹۶۰-۳۵۴-۹۶۴-۹۷۸

نشانی واحد فروش: تهران، میدان انقلاب، خ کارگر جنوبی، روبروی پاساژ مهستان، پلاک ۱۲۵۱

تلفن: ۶۶۴۱۰۰۴۶-۲۲۰۸۵۱۱۱

فروشگاههای اینترنتی دیباگران تهران :

WWW.MFTBOOK.IR

www.dibagarantehran.com

www.mftdibagaran.ir

نشانی تلگرام:@mftbook لینک ربات دیباگران : @dibagaranetehranbot

سرشناسه:خراسانی،امیر مهیار، ۱۳۶۰-

عنوان و نام پدیدآور:سنسورها در خودروهای سواری/امیر مهیار خراسانی،مسعود رضایی

مشخصات نشر: تهران : دیباگران تهران :۱۳۸۸

مشخصات ظاهری:۱۴۸ ص:مصور،

شابک: ۲-۹۶۰-۳۵۴-۹۶۴-۹۷۸

وضعیت فهرست نویسی: فیپا

یادداشت: کتابنامه. یادداشت :واژه نامه

موضوع:اتومبیل ها-تجهیزات برقی

موضوع: آشکارسازها

شناسه افزوده: رضایی،مسعود،۱۳۶۴-

رده بندی کنگره: ۱۳۸۸ ۹س۴خ/۲۷۲ TL

رده بندی دیویی: ۶۲۹/۲۵۴

شماره کتابشناسی ملی: ۱۶۷۵۲۰۷

اپلیکیشن دیباگران تهران را از سایت های اینترنتی دیباگران دریافت نمایید.

Ahwaz_Hackerz

فهرست مطالب

مقدمه ناشر ۶
مقدمه مؤلفان ۷
پیشگفتار ۸

بخش اول: کلیاتی درباره سنسورها

فصل اول: مفهوم سنسور و تکنیک‌های تولید آن

۱-۱ تعریف سنسور ۱۳
۱-۲ تکنیک‌های تولید سنسور ۱۵

فصل دوم: سنسورهای سیلیکانی و انواع آن

۲-۱ سنسورهای سیلیکانی ۱۷

فصل سوم: تکنیک‌های مختلف ساخت سنسور

۳-۱ سنسورهای لایه نازک ۳۵
۳-۲ سنسورهای لایه ضخیم ۳۷
۳-۳ سنسورهای فیبر نوری ۳۹
۳-۴ سنسورهای شیمیایی ۴۵

فصل چهارم: سنسورها بر پایه عناصر معمول اندازه‌گیری و انواع آن

۴-۱ سنسورها بر اساس عناصر معمول اندازه‌گیری ۴۹

فصل پنجم: سنسورهای تشدیدی و انواع آن

۵-۱ سنسورهای تشدیدی ۵۹

بخش دوم: کاربرد سنسورها در خودروهای سواری

فصل ششم: سنسورهای متغیر با دما

۶-۱ سنسور دمای هوای ورودی (منیفولد) ۶۶

Ahwaz_Hackerz

۶-۲ سنسور دمای آب رادیاتور (دمای موتور) ۶۸
۶-۳ سنسور دمای آب کاربراتور ۷۰
۶-۴ سنسور دمای بحرانی (120 درجه) ۷۲
۶-۵ سنسور دمای اواپراتور کولر ۷۳
۶-۶ سنسور دمای خارج خودرو ۷۳
۶-۷ سنسور دمای داخل خودرو ۷۴

فصل هفتم: سنسورهای متغیر با فشار

۷-۱ سنسور فشار هوای ورودی (منیفولد) ۷۷
۷-۲ سنسور اندازه‌گیری‌کننده جرم یا هوای ورودی ۷۸
۷-۳ سنسور خطی فشار گاز کولر ۸۱
۷-۴ سنسور فشار هیدرولیک فرمان ۸۲
۷-۵ سنسور فشار روغن موتور (فشنگی روغن) ۸۴
۷-۶ سنسور هشدار دهنده فشار باد لاستیک ۸۴

فصل هشتم: سنسورهای اثر هال

۸-۱ سنسور دور موتور و موقعیت زاویه میل لنگ ۸۷
۸-۲ سنسور سرعت خودرو ۸۹
۸-۳ سنسور ترمز ضد قفل ۹۱
۸-۴ سنسور رلوکتوری ۹۴
۸-۵ سنسور رلوکتانسی ۹۵
۸-۶ سنسور مغناطیسی (اثر هال) ۹۶

فصل نهم: سایر سنسورها

۹-۱ سنسور وضعیت دریچه گاز ۹۹
۹-۲ سنسور لنت ترمز ۱۰۵
۹-۳ سنسور ضربه ۱۰۶
۹-۴ سنسور اینرسی(سوییچ اینرسی) ۱۰۷
۹-۵ سنسور کیسه هوا و پیش‌کشنده‌ها ۱۰۹
۹-۶ سنسور اکسیژن ۱۱۲
۹-۷ سنسور متانول ۱۱۶

Ahwaz_Hackerz

۹-۸ سنسور نشان‌دهنده سطح سوخت ۱۱۷
۹-۹ سنسور نشان‌دهنده سطح روغن موتور ۱۲۰
۹-۱۰ سنسور نشان‌دهنده سطح روغن ترمز ۱۲۱
۹-۱۱ سنسور نور ۱۲۲
۹-۱۲ سنسور کلیدی ۱۲۲
۹-۱۳ سنسور درب‌ها (میکروسوییچ لادری) ۱۲۳
۹-۱۴ سنسور فاصله‌یاب لیزری ۱۲۴
۹-۱۵ سنسور باران ۱۲۶
۹-۱۶ سنسور تابش نور خورشید ۱۲۷
۹-۱۷ بررسی سنسورهای نسل آینده ۱۲۹

ضمیمه ۱۳۱
فهرست منابع ۱۴۵

Ahwaz_Hackerz

مقدمه ناشر

خط مشی کیفیت انتشارات مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران در عرضه کتاب‌هایی است که بتواند خواسته‌های به روز جامعه فرهنگی و علمی کشور را تا حد امکان پوشش دهد

حمد و سپاس ایزد منان را که با الطاف بیکران خود این توفیق را به ما ارزانی داشت تا بتوانیم در راه ارتقای دانش عمومی و فرهنگ این مرز و بوم در زمینه چاپ و نشر کتب علمی دانشگاهی، علوم پایه و به ویژه علوم کامپیوتر و انفورماتیک گام‌هایی هر چند کوچک برداشته و در انجام رسالتی که بر عهده داریم، مؤثر واقع شویم. گستردگی علوم و توسعه روزافزون آن، شرایطی را به وجود آورده که هر روز شاهد تحولات اساسی چشمگیری در سطح جهان هستیم. این گسترش و توسعه نیاز به منابع مختلف از جمله کتاب را به عنوان قدیمی‌ترین و راحت‌ترین راه دستیابی به اطلاعات و اطلاع‌رسانی، بیش از پیش روشن می‌نماید. در این راستا، واحد انتشارات مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران با همکاری جمعی از اساتید، مؤلفان، مترجمان، متخصصان، پژوهشگران، محققان و نیز پرسنل ورزیده و ماهر در زمینه امور نشر درصدد هستند تا با تلاش‌های مستمر خود برای رفع کمبودها و نیازهای موجود، منابعی پربار، معتبر و با کیفیت مناسب در اختیار علاقه‌مندان قرار دهند.

کتابی که در دست دارید با همت " **مهندس امیرمهیار خراسانی و مهندس مسعود رضایی**" و تلاش جمعی از همکاران انتشارات میسر گشته که شایسته است از یکایک این گرامیان تشکر و قدردانی کنیم.

ویراستاری: شیوا غمگسار و فاطمه پورعبدل

ترسیم تصاویر: مریم فرجیان

ویرایش و صفحه‌آرایی کامپیوتری: مهسا کوراولی و تهمینه کاشانیان

طراح جلد: مریم فرجیان

ناظران چاپ: حیدر شفیعی، کریم براغ

در خاتمه از خوانندگان عزیز و دانش‌پژوهان گرامی خواهشمندیم ما را با ارایه پیشنهادها و انتقادهای خود در بهبود کمی و کیفی کارهای انجام شده راهنمایی کنند تا بتوانیم در آینده کتاب‌هایی با کیفیت بهتر تقدیم حضورشان کنیم.

مدیر انتشارات

مؤسسه فرهنگی هنری دیباگران تهران

publishing@mftmail.com

Ahwaz_Hackerz

مقدمه مؤلفان

اگرچه آرزوی پرواز، یکی از بزرگ‌ترین آرزوهای بشر بوده است ولی پیش از آن، حرکت و جابه‌جایی بود که بشر را به فکر پرواز واداشت. انسان همواره مشتاق ساختن وسیله‌ای بوده که او را به هر کجا که بخواهد ببرد و به این سبب این تفکر از ساخت چرخ شروع شد. شاید در آن زمان که چرخ اختراع شد بشر نمی‌دانست که این اختراع سرآغاز چه تحول عظیمی در زندگی او خواهد شد. اختراعات بعدی، از چرخ به ساخت خودرو و پیشرفت در آن ادامه یافت. وسیله‌ای که امروز یکی از عناصر جدایی‌ناپذیر زندگی بشر شده است. امروزه تلاش بشر در این جهت است که چگونه این وسیله را، راحت‌تر، ایمن‌تر، سریع‌تر و دقیق‌تر تولید کند و این خود منشأ به وجود آمدن سیستم‌های الکترونیکی با دقت بالاتر شد. دانشمندان، صنعت خودروسازی را مادر صنایع می‌نامند، از این جهت که بسیاری از صنایع دیگر را در زنجیره تولید خود جای داده است و سبب تقویت آن‌ها نیز می‌شود. صنایع الکترونیک و خودرو در جهان، پس از ارتباطات و اطلاعات در جایگاه دوم قرار دارد. این نکته در خور اهمیت بسیار است که اگر کشوری تمایل به صنعتی شدن و توسعه یافتگی داشته باشد باید گسترش و تعمیق صنعت خودرو را نیز در استراتژی‌های توسعه‌ای خویش قرار داده و آن را در اولویت بالایی قرار دهد.

کشور عزیز ما ایران نیز از جمله کشورهایی است که در مسیر توسعه در حال حرکت است و در چند سال اخیر توان و پیشینه خوبی در صنعت قطعه‌سازی، مجموعه‌سازی و خودروسازی دارد. چالش‌های فراوانی در مسیر صنعتی شدن در پیش رو داریم که یکی از آن‌ها کاهش سریع فاصله‌ها در صنعت خودروسازی با کشورهای صنعتی است و باید در مسیر رسیدن به این خواسته تلاش کرد.

تألیف این کتاب در راستای رسیدن به هدف فوق است.

از آنجایی که هیچ مجموعه‌ای خالی از اشکال نیست کتاب فوق هم حتماً ایرادها و اشکالاتی خواهد داشت که از خوانندگان محترم خواهشمند است نظرات خود را به آدرس ایمیل زیر ارسال فرمایند.

korasanimahyar@yahoo.com
rezaeimasoud@yahoo.com

طی تألیف این کتاب، از راهنمایی‌های افراد زیادی بهره بردیم که امیدواریم با درج تشکر کتبی در اینجا بخشی از زحمات ایشان را جبران کرده باشیم. سرور ارجمند جناب آقای دکتر میرسعید صفی‌زاده، جناب آقای مهندس وحید رزم‌آور و جناب آقای مهندس صیاد نصیری اساتید بزرگوار که راه را به ما نمایاندند. همچنین پدر و مادر گرامیمان که در تمام مراحل زندگی همواره مشوق و راهنمای ما بوده و خواهند بود.

امیرمهیار خراسانی

مسعود رضایی

Ahwaz_Hackerz

پیشگفتار

اهمیت سنسورها در صنعت و فن بر همگان روشن است. یک سنسور، هر کمیت فیزیکی معین را که باید اندازه‌گیری شود به شکل یک کمیت الکتریکی تبدیل می‌کند که می‌تواند پردازش شود یا به صورت الکتریکی انتقال داده شود.

اصطلاح تکنولوژی سنسور به کل سنسور یا سیستم به همراه آماده‌سازی آن و پردازش سیگنال‌ها به اشکال سخت‌افزاری و نرم‌افزاری مربوط اشاره می‌کند. سنسورها به منظور جلب توجه مصرف کننده‌ها باید چندین نقش عمومی را به طور کامل اجرا کنند که عبارتند از:

۱- حساسیت کافی

۲- درجه بالای دقت و قابلیت تولید دوباره

۳- درجه بالای خطی بودن

۴- عدم حساسیت به داخل و تأثیر محیطی

۵- درجه بالای پایداری و قابلیت اطمینان

۶- امید به زندگی طولانی و جایگزینی بدون مشکل

ترکیب سنسور و الکترونیک سنسور منجر به ویژگی‌های خاص می‌شود که از جمله عبارتند از:

۱- سیگنال خروجی بدون نویز

۲- سیگنال خروجی سازگار با باس

۳- احتیاج به توان پایین

اگر سنسور و الکترونیک با یکدیگر جمع شوند در این صورت ویژگی‌های بیشتری باید برآورده شود که عبارتند از قابلیت مینیاتورسازی (ساخت در ابعاد کوچک) و قابلیت سازگاری با میکروالکترونیک و کاهش هزینه‌ها.

سنسورها رابط بین سیستم کنترل الکترونیکی از یک طرف، محیط، رشته کارها یا ماشین از طرف دیگر هستند. در اواخر دهه ۱۹۷۰ و اوایل دهه ۱۹۸۰ تکامل سنسور در سطح بین‌المللی بین سه تا پنج سال عقب‌تر از تکامل علم میکروالکترونیک فرض می‌شد ولی امروزه هر دو این‌ها در کنار هم هستند.

این حقیقت که ساخت عناصر میکروالکترونیک غالباً بسیار ارزان‌تر از عناصر اندازه‌گیری کننده‌ای (سنسورهایی) بود که آن‌ها احتیاج داشتند، یک مانع جدی در ازدیاد و متنوع کردن کاربرد میکروالکترونیک پردازشگر اطلاعات در گستره وسیعی از عملیات و رشته کارها بود. چنین اختلافی بین علم میکروالکترونیک مدرن و تکنولوژی اندازه‌گیری کننده کلاسیک، فقط به واسطه ظهور تکنولوژی سنسورهای مدرن برطرف شد.

Ahwaz_Hackerz

اگر چه سنسورها به همراه علم میکروالکترونیک پردازشگر اطلاعات، یک گام مهم را بـه جلـو برداشـتند لیکن این، تنها اولین قدم بود. در این مرحله سنسورها از تعـدادی از عناصـر میکروالکترونیـک موجـود، برای مثال به شکل پردازشگرها، حافظه‌ها، مبدل‌های آنالوگ به دیجیتال یا تقویت کننده‌ها بـرای آمـاده کردن سیگنال خروجی استفاده می‌کنند که به آسانی پردازش شوند.

دومین گام، اتصال سنسور سیستم میکروالکترونیک به بخش مکانیکی است. این زنجیره تنها در صورتی کار می‌کند که همه خطوط، رابط باشند.

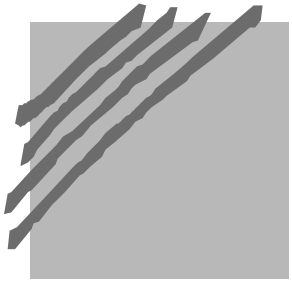
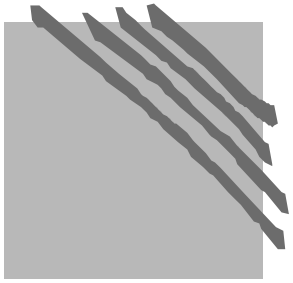
امروزه سنسورها نقش بسیار مهمی در بسیاری از جنبه‌های زندگی روزانه ما بـر عهـده دارنـد. آن‌هـا در محصولات مصرفی، اتومبیل‌ها، تجهیزات پزشکی و هواپیماها به کـار بـرده مـی‌شـوند. نظـارت و کنتـرل عملیات نمی‌تواند بـدون بـه کـارگیری انـواع زیـادی از سنـسورها تحقـق پـذیرد. آلـودگی هـوا توسـط سنسورهای گازی ویژه آشکار می‌شود. تجهیزات نظامی از قبیل موشک‌ها به سنسورهای مختلـف مجهـز می‌شوند و ...

یک سنسور، اطلاعات راجع به محیط از قبیل درجه حرارت، فشار، نیرو و غیره را تبدیل به یک سـیگنال الکتریکی می‌کند. گاهی اوقات نخستین بخش اطلاعات یک سیگنال با رمز نوری است کـه در گـام دوم به یک سیگنال الکتریکی تبدیل می‌شود. این موضوع در مورد سنسورهای فیبر نوری نمود پیدا می‌کند.

امروزه کاهش حجم و وزن سنسورها هدف اصلی بـسیاری از لابراتوارهـای تحقیقـاتی و کمپـانی‌هاسـت. همچنین به عنوان بخشی از تکنولوژی میکروسیستم، سنسورها نقش مهمـی را در آینـده ایفـا خواهنـد کرد. با ظهور مواد جدید، تکنولوژی پیشرفته و ایده‌های جدید در رابطه با اصول سنسورها، بحث سنسور در سال‌های آتی اهمیت بیشتری پیدا خواهد کرد.

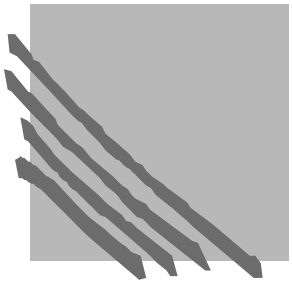
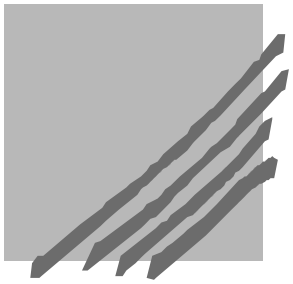
Ahwaz_Hackerz

Ahwaz_Hackerz

بخش اول

کلیاتی درباره سنسورها

Ahwaz_Hackerz

Ahwaz_Hackerz

فصل اول

مفهوم سنسور و تکنیک‌های تولید آن

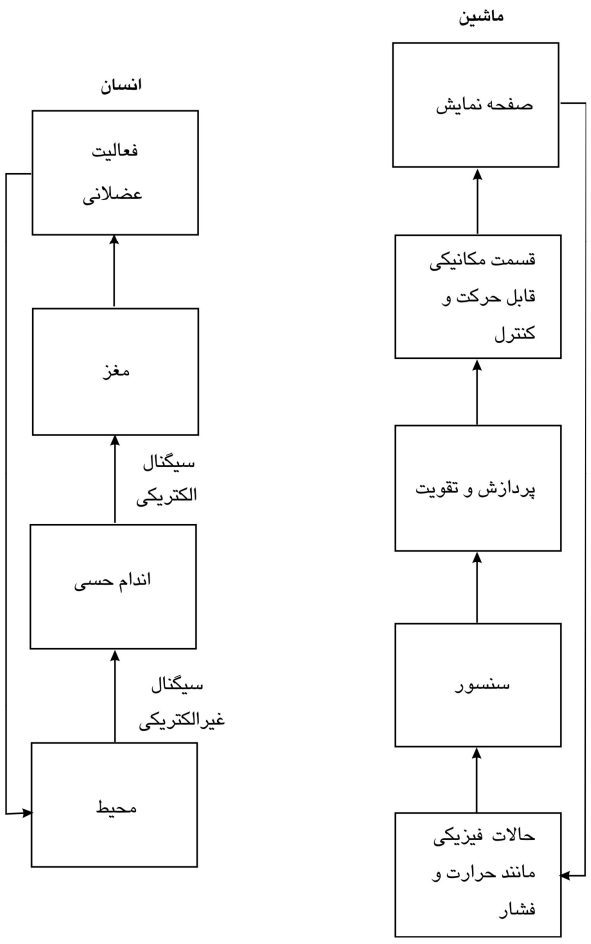
۱-۱ تعریف سنسور

امروز کلمه سنسور به هیچ وجه از مفاهیمی از قبیل میکروپروسسور، ترانسپورتر (یک میکروچیپ کامپیوتری بسیار قدرتمند است که می‌تواند مقادیر فوق‌العاده زیاد اطلاعات را به طور خیلی سریع پردازش کند) انواع مختلف حافظه و سایر عناصر الکترونیکی، به عنوان یکی از لغات وابسته به دنیای نوآوری تکنولوژیکی اهمیت کمتری ندارد. کلمه سنسور یک عبارت تخصصی است که از کلمه لاتین Sensorium به معنای توانایی حس کردن یا sensus به معنای حس، برگرفته شده است. پس آشنایی با منشأ مفهوم سنسور و تأکید کردن بر تشابه بین سنسورهای تکنیکی و اندام‌های حسی انسان ضروری به نظر می‌رسد. شکل ۱-۱ این تشابه را نشان می‌دهد.

با توجه به شکل ۱-۱ هر چند اختلاف‌های زیادی دیده می‌شود، ولی اغلب شباهت‌های قابل ملاحظه‌ای نیز وجود دارد. آنچه که برای هر دو مورد مشترک است این است که سنسور یا اندام حسی اغلب چیز زیادی برای ارائه به ما ندارد و این سیستم هوشیار است که اطلاعات را می‌آفریند.

همانطور که در شکل ۲-۱ ملاحظه می‌شود یک سنسور می‌تواند هر کمیت فیزیکی را به یک سیگنال الکتریکی تبدیل کند و از این طریق، قسمت پردازش کننده می‌تواند وضعیت فیزیکی را آنالیز کند.

Ahwaz_Hackerz



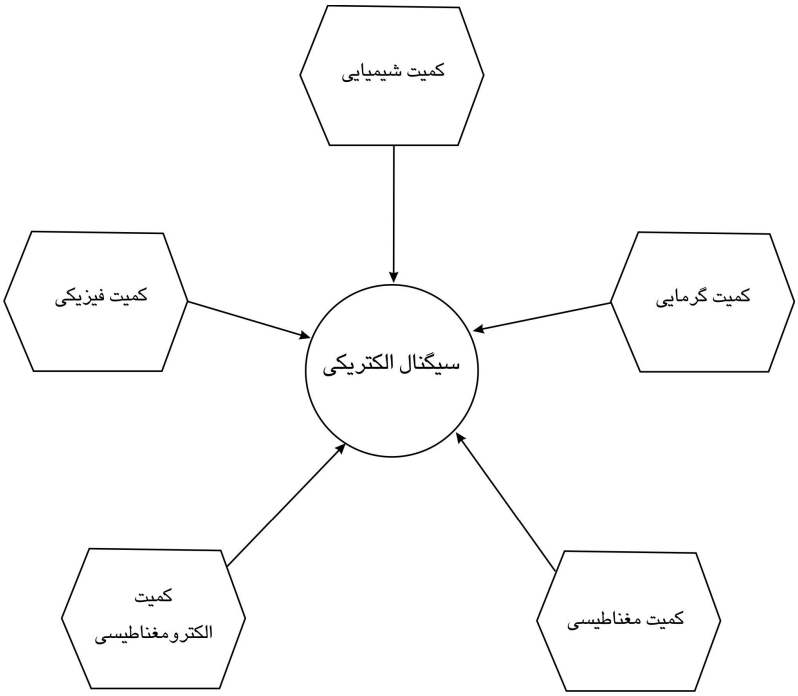
شکل ۱-۱ مقایسه بین اندام‌های حسی بدن و یک ماشین

جدول ۱-۱ کمیت‌های قابل اندازه‌گیری با سنسور

نوع	کمیت‌های اندازه‌گیری شونده
ابعاد مکانیکی اجسام جامد	فاصله، شتاب کشسانی، ضخامت، گشتاور، سرعت چرخش، فشار، قطر، شکل، پرشدگی، سطح، سرعت، وزن، توان، طول، ارتفاع، سختی
ابعاد مکانیکی مایعات و گازها	چگالی، فشار، ویسکوزیته، حجم، سرعت عبور سیال
ابعاد حرارتی	درجه حرارت، جریان گرما، تشعشع حرارتی
ابعاد اکوستیکی	صدا، فشار، سرعت انتشار، جذب، شدت فرکانس

Ahwaz_Hackerz

نوع	کمیت‌های اندازه‌گیری شونده
تشعشع نوری	شدت نور، طول موج، پلاریزاسیون، شار تابنده
تشعشع هسته‌ای	انرژی تابنده، درجه یونیزاسیون، شار تابنده
سیگنال‌های شیمیایی	مقدار pH، غلظت، نوع مولکول یا یون، اندازه یا شکل ذره، رطوبت
سیگنال‌های مغناطیسی و الکتریکی	ظرفیت، مقاومت، فرکانس فاز، جریان، ولتاژ، شدت میدان‌مغناطیسی
ابعاد مهم دیگر	تعداد، عرض پالس، زمان



شکل ۲-۱ تقسیم‌بندی سیگنال‌ها

۲-۱ تکنیک‌های تولید سنسور

تکنولوژی سنسورهای امروزی هنوز هم بر اساس تعداد نسبتاً زیادی از سنسورهای غیرمینیاتوری استوار شده است. این امر با بررسی ابعاد هندسی سنسورهایی برای اندازه‌گیری فاصله، توان، شتاب، سرعت، سیال عبوری، فشار و غیره مشاهده می‌شود. برای اکثر سنسورها، این ابعاد از 10cm تجاوز نمی‌کند، زیرا

Ahwaz_Hackerz

اغلب ابعاد سنسور توسط خود سنسور تعیین نمی‌شود بلکه به‌وسیله پوشش خارجی آن مشخص می‌شود. با این وجود حتی در چنین مواردی خود سنسورها از نظر اندازه در حد چند سانتی‌متر هستند. بعضی از این سنسورها که خیلی گرانبها هستند، در آینده، بسیار پرکاربرد و پرارزش خواهند شد. برای مثال در زمینه اندازه‌گیری پروسه، تکنولوژی تولید و نیز ربات‌ها کاربرد دارند. با این وجود به طور موازی می‌توان با این مسأله تکامل دیگری را مشاهده کرد که به وسیله پیشرفت‌هایی در میکروالکترونیک شروع شده است. تکنولوژی میکروالکترونیک ظهور و تکامل سنسورهایی را برانگیخته است که قابلیت مینیاتورسازی را دارند و برای امکان تولید انبوه مناسب است. این امر یقیناً به معنی آن نیست که این تکنولوژی با همان آهنگ میکروالکترونیک تکامل خواهد یافت. هدف از مینیاتورسازی ارائه یکسری مزایاست. برای مثال، اثر سنسور مینیاتوری روی پارامترهای اندازه‌گیری شده ضعیف است. یعنی چنین سنسوری درجه کمتری از تداخل را ایجاد می‌کند بنابراین درجه بالاتری از دقت اندازه‌گیری حاصل می‌شود. قدرت سنسور کاهش می‌یابد و سنسور توان کمتری را نسبت به سنسورهای کلاسیکی مصرف می‌کند.

تکنولوژی‌های میکروالکترونیک زیر، برای تولید سنسورها به کاربرده می‌شوند:

- تکنولوژی سیلیکان
- تکنولوژی لایه نازک
- تکنولوژی لایه ضخیم / هیبرید
- سایر تکنولوژی‌های نیمه هادی (نیمه هادی‌های III-V و II-VI)

پروسه‌های دیگر نیز در تولید سنسور به کار برده می‌شوند. از قبیل تکنولوژی‌های فویل (با چکش‌کاری یا غلتاندن، فلزی را به شکل یک صفحه در آوردن) و سینتر (با گرم کردن، یک ماده پودر مانند را به شکل یک جسم سفت در آوردن) تکنولوژی فیبر نوری، مکانیک دقیق، تکنولوژی لیزر نوری، تکنولوژی میکروویو و تکنولوژی‌های بیولوژی. به علاوه توسط تکنولوژی‌هایی از قبیل پلیمرها، آلیاژهای فلزی یا مواد پیزوالکتریکی نیز می‌توان سنسور تولید کرد.

Ahwaz_Hackerz

فصل دوم

سنسورهای سیلیکانی و انواع آن

۲-۱ سنسورهای سیلیکانی

استراتژی ترجیح داده شده در ساخت سنسورهای سیلیکانی جدید، بهره‌مند شدن از تکنیک‌ها و پردازش‌هایی است که قبلاً در صنعت مدار مجتمع (IC) بر مبنای سیلیکان بنا نهاده شده بود که به این طریق می‌توان از جزئیات و نتایج این بخش صنعتی بهره برد. از آنجایی که پیشرفت‌های بزرگی در رشد کریستال‌های سیلیکانی اجرا شده است، گستره امکاناتی برای تولید سنسورهای سیلیکانی به طور پیوسته در حال رشد است. امروزه استفاده از سیلیکان تک کریستالی در کانون توجه کاربردهای سنسور قرار دارد. با وجود این، هم سیلیکان چند کریستالی و هم سیلیکان ناموزون مورد توجه زیادی قرار دارند که کمک بزرگی برای آینده به شمار می‌روند.

استفاده از اثرات مختلف سیلیکان در سنسورها احتیاج به اصلاح بسیار گسترده پارامترهای کل ماده تک‌کریستالی یا لایه‌های سیلیکانی دارد. این پارامترها می‌تواند شامل غلظت ناخالصی شبکه، اندازه دانه چند یا تک سیلیکان‌ها و سطح تقویت باشد.

سیلیکان یک ماده مناسب برای تکنولوژی‌های سنسور است به شرط اینکه اثرات فیزیکی و شیمیایی کافی با قوت قابل قبولی داشته باشد که می‌تواند در ساختارهای غیر پیچیده در طول گستره وسیعی از درجه حرارت به کار برده شود. استفاده از سیلیکان دارای چندین پیامد برای سنسورهاست. نخست آنکه خواص فیزیکی سیلیکان می‌تواند مستقیماً برای اندازه‌گیری کمیت اندازه‌گیری شونده مطلوب به کار برده شود (جدول ۱-۲). با این وجود گستره امکانات محدود است و علاوه بر این، سیلیکان می‌تواند، برای مثال هنگام استفاده به عنوان زمینه برای سنسورهای لایه نازک فوق‌العاده مهم باشد. حتی هنگامی‌که مدارات الکتریکی پردازش کننده اطلاعات مجتمع باشند. سنسورهای نوری، از قبیل

Ahwaz_Hackerz

دیودهای نوری یا سنسورهای شیمیایی مثال‌هایی از آن هستند.
تحت شرایط معینی، اصلاح قسمت‌های سیلیکانی در الکترونیک نیمه هادی ساخت انواع مهم سنسورها را ممکن می‌سازد. جدول ۱-۲ مهم‌ترین اثرات و کاربردهای آن‌ها را برای تکنولوژی سنسور نشان می‌دهد.

جدول ۱-۲ اثرات سیلیکان به کار برده شده در سنسورها

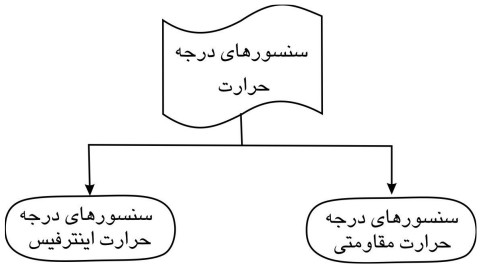
کمیت‌اندازه‌گیری‌شونده فیزیکی	اثر	کاربرد
تشعشع	اثر یونیزاسیون اثر خازن نوری اثر مقاومت نوری اثر ارتباط نوری	سنسور تشعشع هسته‌ای خازن نوری مقاومت نوری دیود نوری ترانزیستور نوری ماتریس و آرایه CCD MIS و دیود شاتکی
کمیت مکانیکی	اثر پیزو مقاومتی اتصال پیزو و اثر پیزوتونلی	سنسورهای توان و فشار پیزو مقاومتی دیود و ترانزیستور پیزو الکتریکی
کمیت حرارتی	مقاومت حرارتی اثر اتصال گرمایی	سنسورهای درجه حرارتی مقاومتی سنسورهای درجه حرارتی (دیود، ترانزیستور)
سیگنال‌های مغناطیسی	اثر مقاومت مغناطیسی اثر هال اثر ارتباط مغناطیسی	سنسورهای مقاومت مغناطیسی مولد هال دیود و ترانزیستور مغناطیسی
سیگنال‌های شیمیایی	اثر میدانی حساس به بار	ISFET

۱-۱-۲ سنسورهای درجه حرارت

درجه حرارت یکی از مهم‌ترین کمیت‌های فیزیکی است. بسیاری از اصول مربوط به اندازه‌گیری درجه

Ahwaz_Hackerz

حرارت از مدت‌ها پیش شناخته شده‌اند، از قبیل پدیده انبساط مکانیکی، ترموکوپل، ترمومتر مقاومت فلزی یا پیزومتر. در دهه ۱۹۵۰ پیشرفت‌های حاصل شده در علم مواد، موارد دیگری را از قبیل مقاومت‌هایی با ضریب درجه حرارت مثبت (PTC) یا منفی (NTC) به این فهرست افزود. با پیشرفت‌های حاصل شده در تکنولوژی نیمه هادی، سنسورهای درجه حرارت سیلیکانی نیز اهمیت قابل ملاحظه‌ای را هم به عنوان واحدهای سنسور مجزا و هم به عنوان سنسورهای مجتمع به دست آوردند.
سنسورهای درجه حرارت سیلیکانی به دو دسته سنسورهای درجه حرارت مقاومتی و سنسورهای درجه حرارت اینترفیس طبقه‌بندی می‌شوند.

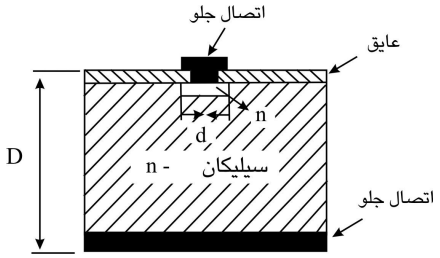


شکل ۱-۲ انوع سنسورهای درجه حرارت

۱- سنسورهای درجه حرارت مقاومتی

چنین سنسورهایی از وابستگی درجه حرارتی انتقال حامل استفاده می‌کنند.

اصطلاح "مقاومت توزیعی" از روشی برای سنجش مقاومت ویژه یک نیمه هادی ناشی می‌شود. سنسور مقاومت توزیعی، یک عنصر حجیم است که از سیلیکان تک کریستالی تشکیل شده است. با وجود این، سنسورهای مقاومت صفحه‌ای نیز معمولاً قادر هستند از وابستگی حرارتی انتقال حامل استفاده کنند. این نوع سنسور می‌تواند با استفاده از سیلیکان چندگانه ساخته شود. تنظیم انتخابی ضریب حرارتی در طی محدوده وسیعی از مقادیر مثبت و منفی می‌تواند با تغییر دادن روش رسوب‌دهی یا پارامترهای باز کریستال‌سازی شده لایه‌های سیلیکانی تک کریستالی میسر شود.



شکل ۲-۲ ساختمان یک سنسور درجه حرارت سیلیکانی

Ahwaz_Hackerz

۲- سنسورهای حرارتی اینترفیس

این نوع سنسورها به طور عمده از وابستگی حرارتی انتقال حامل با استفاده از اتصالات p-n وابسته به بایاس دیودها، ترانزیستورها یا ترکیبات ترانزیستوری بهره‌برداری می‌کنند.

۲-۱-۲ سنسورهای فشار

سنسورهای سیلیکانی در اندازه‌گیری فشار، توان و شتاب دارای اهمیت زیادی هستند. تاکنون معمول‌ترین سنسورهایی که برای چنین مواردی به کار برده شده‌اند بر اساس اثر پیزومقاومتی کار کرده‌اند. مقاومت‌هایی که در سیلیکان تک‌کریستالی پخش یا نصب می‌شوند اثر اندازه‌گیری شده را نتیجه می‌دهند. به علاوه سنسورهایی که با اثر پیزو خازنی کار می‌کنند، به ویژه هنگامی که نوسانگرها یا تقویت کننده‌ها می‌توانند به طور یکپارچه روی یک چیپ منفرد مجتمع شوند، نقش مهمی را بازی می‌کنند. سنسورهای فشار پیزو خازنی نسبت به سنسورهای پیزو مقاومتی حساس‌تر و پایدارتر و نسبت به تغییرات درجه حرارت حساسیت کمتری دارند. با وجود این، تولید سنسورهای پیزو مقاومتی ساده‌تر و ارزان‌تر است. آن‌ها در مقایسه با سنسورهای خازنی، یک مشخصه پاسخ تقریباً خطی ارائه می‌کنند. همچنین آماده‌سازی سیگنال آن‌ها ساده‌تر است.

نمونه‌ای از کاربرد سنسور فشار را می‌توان در کنترل کننده الکترونیکی سیستم جرقه‌زنی هوشمند خودرو پیدا کرد. در سیستم‌های قدیمی جرقه‌زنی با پلاتین و همین طور در بعضی از سیستم‌های جرقه‌زنی الکترونیکی یک محفظه خلأ به کنار دلکو متصل است. میل دلکو پایه پلاتین را می‌گرداند و بدین ترتیب زمان‌بندی را تغییر می‌دهد.

اثر پیزو مقاومتی

اصطلاح " اثر پیزو مقاومتی " بیانگر تغییر مقاومت الکتریکی ماده‌ای است که در معرض یک نیروی مکانیکی مثل کشش یا فشار قرار داده می‌شود. این پدیده در کریستال‌هایی که فاقد محورهای قطبی هستند رخ می‌دهد و به خوبی در نیمه هادی‌ها نمودار می‌شود. از نظر فیزیکی، پیزو مقاومت از توزیع غیریکنواخت سطوح انرژی در فضای مربوط به بردار زاویه‌ای ناشی می‌شود.

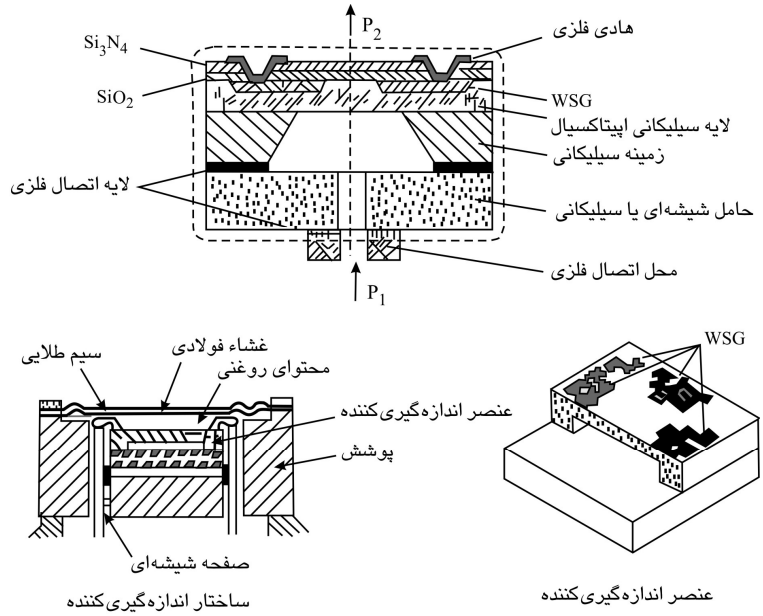
تنها دو نوع اثر پیزو مقاومتی وجود دارد، طولی و عرضی. وجه تمایز در این است که در اثر طولی جریان الکتریکی در جهت نیروی مکانیکی جاری می‌شود در حالی که در نوع عرضی جریان عمود برآن جاری می‌شود. در عمل، مقاومت پیزو غالباً برای عناصری به کار برده می‌شود که به یک جسم تغییر شکل دهنده به صورت یک مدار مقاومتی اعمال می‌شوند. جسم تغییر شکل دهنده معمولاً به فرم یک میله

Ahwaz_Hackerz

قابل انعطاف به ویژه در سنسورهای توان و شتاب، یا به فرم یک دیافراگم مستطیلی و مدور است.

سنسورهای فشار پیزو مقاومتی

عنصر اندازه‌گیری کننده یک سنسور فشار پیزو مقاومتی مجتمع یکپارچه در شکل ۳-۲ به عنوان مثالی از کاربرد اثر پیزو مقاومتی نشان داده شده است. غشایی روی یک زمینه سیلیکانی ایجاد می‌شود. ضخامت این غشا می‌تواند از چند میکرومتر تا میلی‌متر بسته به فشاری که اندازه‌گیری می‌شود تغییر کند. این غشا به عنوان یک دیافراگم داخلی عمل می‌کند هنگامی این غشا تغییر شکل می‌دهد که سطح آن کشیده یا فشرده می‌شود. در این نقطه مقاومت‌ها در اثر انتشار یا تزریق یون جمع می‌شوند و به طور متناظر کشیده شده یا فشرده می‌شوند. آرایش واقعی این عناصر روی این غشا بستگی به جهت‌دهی کریستال دارد.



سنسور سیلیکانی با WSG مجتمع

شکل ۳-۲ سنسور سیلیکانی با WSG مجتمع

ساده‌ترین انواع سنسورهای پیزو مقاومتی که قدرت بیشتری دارند، دارای مقاومت‌هایی، برای متعادل کردن ولتاژ پل، حساسیت سنسور و برای اندازه‌گیری درجه حرارت هستند. به این ترتیب تلرانس‌های ساخت از قبیل عدم تعادل در مقاومت‌های پل، تلرانس‌های غشا و ماده یا وابستگی‌های حرارتی جبران می‌شود.

Ahwaz_Hackerz

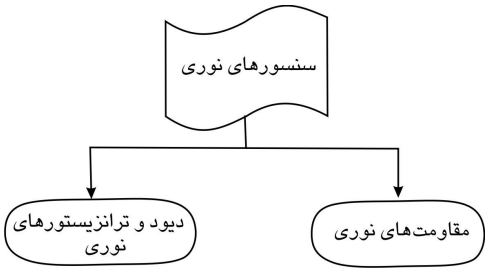
سنسورهای فشار بر اساس سیلیکان تک‌کریستالی به خوبی برای کاربری‌های زیادی که احتیاج به دقتی بیشتر از 0.5% ندارد مناسب است.

امروزه بسیاری از سازندگان، سنسورهایی را برای فشارهای نامی بین 1 mbar تا 1000 bar درست می‌کنند این‌ها برای هر دو اندازه‌گیری فشار مطلق و تفاضلی مناسب هستند و در مقابل بارهای زیاد حساس نیستند. با وجود این، هنگامی‌که فشار از مقدار مجاز آن فراتر رود آن‌ها به آسانی می‌شکنند. این سنسورها باید در مقابل گردوغبار محافظت شوند. برای استفاده از کاربردهای صنعتی این چیپ در یک محفظه ضد هوا با پوشش فلزی فرجدار مهروموم می‌شود و درون یک لایه روغن قرار داده می‌شود. حداکثر درجه حرارت عملکرد تقریباً $120^{\circ}C$ است. زیرا در درجه حرارت‌های بالاتر عایق داخلی از بین می‌رود. بسیاری از تولیدکنندگان به دنبال بهبود دقت این نوع سنسور و کاهش فشار نامی پایین هستند. هر دو تکامل، تقاضاهای تکنولوژیکی قابل ملاحظه‌ای را در اختیار سازندگان قرار می‌دهند.

۳-۱-۲ سنسورهای نوری

سنسورهای نوری نیمه هادی دارای اهمیت زیادی در زمینه اندازه‌گیری، تکنولوژی و اتوماسیون هستند. با وجود این، سنسورهای نوری به ندرت برای اندازه‌گیری خود نور مورد استفاده قرار می‌گیرند. در عوض، آن‌ها عموماً به عنوان ابزاری برای اندازه‌گیری کمیت‌ها از قبیل موقعیت یا مسیر حرکت به کار برده می‌شوند. نور، نقش محیط انتقال اطلاعات را در بسیاری از سنسورها ایفا می‌کند. مهم‌ترین معیار برای استفاده صنعتی سنسورها عبارتند از عمومیت سنسورها، سادگی، کاربرد آن‌ها و سازگاری با دستگاه‌های میکروالکترونیک، به همین علت است که امروزه سنسورهای سیلیکانی تقریباً به طور انحصاری به کار برده می‌شوند. سنسورهای نیمه هادی نوری، حامل‌های ایجاد شده از حجم سنسور را توسط تأثیر متقابل بین نور و نیمه هادی آشکار می‌کنند. حامل‌های آزاد توسط یونیزاسیون تولید می‌شوند. این فرایند به مقدار معینی انرژی احتیاج دارد که باید توسط کریستال جذب شود.

سنسورهای نوری به دو بخش مقاومت‌های نوری و دیود و ترانزیستورهای نوری تقسیم می‌شوند.



شکل ۲-۴ تقسیم‌بندی سنسورهای نوری

Ahwaz_Hackerz

مقاومت‌های نوری

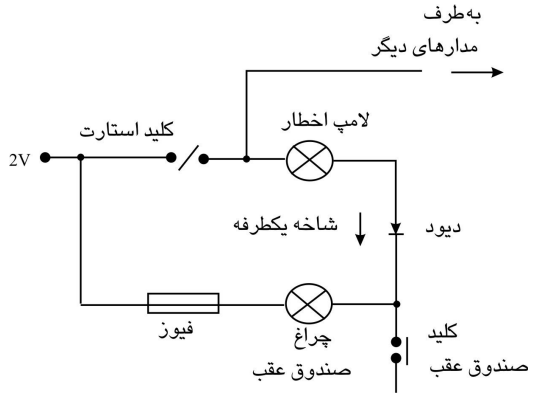
مقاومت‌های نوری، هادی‌های نوری هستند و از موادی ساخته شده‌اند که هدایت نوری آن‌ها هنگامی که در معرض نور قرار داده می‌شوند تغییر می‌کند که با توجه به این خاصیت می‌توان از آن‌ها به عنوان سنسور استفاده کرد.

دیودها

باارزش‌ترین کاربرد قطعات نیمه رسانا در اتومبیل‌ها، دیودها و ترانزیستورها هستند.

سیلیکون یا ژرمانیوم خالص، رسانای ضعیفی است ولی افزودن کمی بُر یا فسفر هدایت آن‌ها را به مقدار زیادی افزایش می‌دهد. افزودن عنصر بُر نیمه رسانای نوع P و افزودن فسفر، نیمه رسانای نوع N تولید می‌کند. اگر کریستال نیمه رسانا از هر دو لایه نوع N وP تشکیل شده باشد آن را دیود می‌نامند. اتصال P-N بین لایه‌ها اثر بسیار مفیدی دارد یعنی اتصال را تبدیل به یک شیر یکطرفه جریان الکتریکی می‌کند.

گاهی اوقات در مدارهای سیم‌کشی اتومبیل، از دیود استفاده می‌کنند تا مانع عبور جریان از مسیر غیرمطلوب شوند. در شکل ۵-۲ مدار مخصوص روشنایی صندوق عقب اتومبیل دیده می‌شود.



شکل ۵-۲ مدار مخصوص روشنایی صندوق عقب اتومبیل

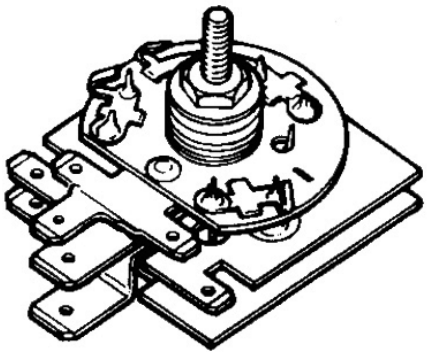
با اتصال کلید روشنایی صندوق عقب، چراغ آن روشن می‌شود. این سیستم حتی در حالتی که کلید استارت هم قطع باشد عمل می‌کند. زیرا از طریق باتری و فیوز تغذیه می‌شود. وقتی کلید استارت وصل است، اگر در صندوق باز باشد، یک چراغ هشدار روی داشبورد روشن می‌شود که این مسیر از طریق کلید استارت تغذیه می‌شود. بدون دیود، امکان عبور جریان از باتری به طرف چراغ صندوق و از چراغ هشدار به طرف مدارهایی که باید در حالت قطع کلید استارت، قطع باشند وجود خواهد داشت، یعنی

Ahwaz_Hackerz

کلید استارت نادیده گرفته می‌شود. دیود، این مسیر را حذف می‌کند و جلوی عبور جریان را در مسیر غیرصحیح می‌گیرد.

یکسوسازی با استفاده از دیودها

در آلترناتورها، برای تبدیل خروجی AC به DC از دیود استفاده می‌کنند. به این عمل، یکسوسازی می‌گویند. بدون دیودهای نیمه رسانا، امکان استفاده از آلترناتور در وسایل نقلیه جاده‌ای وجود ندارد. بیشتر آلترناتورها دارای ترکیبی از 6 یا 9 دیود هستند که باید جریان خروجی از آن‌ها عبور کند. مهم‌ترین خاصیتی که دیودها باید داشته باشند این است که ضمن یکسو کردن جریان، حداقل مقاومت را در برابر عبور آن داشته باشند. اگر چه مقاومت کم است، ولی جریان‌های عبوری به قدری بزرگ هستند که در هر صورت تولید مقداری گرما اجتناب‌ناپذیر است. در آلترناتور، دیودها روی صفحه آلومینیومی‌نصب می‌شوند که برای هدایت گرما به بیرون طراحی شده است. به این صفحه اصطلاحاً ***هیت سینک***[1] می‌گویند و کل این مجموعه را بسته دیودی می‌نامند.



شکل ۶-۲ بسته دیودی که به عنوان یکسو کننده عمل می‌کند.

دیودهای نوری (LED)

مشخص شده که اتصال P-N ساخته شده از گالیم آرسنید، هنگام عبور جریان، تولید نور می‌کنند. برخلاف لامپ، دیود نوری در اثر گذشت زمان و فرسودگی، تیره و کم نور نمی‌شود، گرمای زیادی تولید نمی‌کند و می‌تواند با سرعت زیادی قطع و وصل شود. دیودهای نوری را می‌توان به عنوان نشان‌دهنده‌های ساده در سیستم‌های روی داشبورد یا به عنوان فرستنده‌های سیگنال در سیستم‌های کنترل از راه دور به کار برد.

1- Heat Sink

Ahwaz_Hackerz

کنترل از راه دور

بیشتر دستگاه‌های کنترل ویدیو و تلویزیون، فرستنده‌های مادون قرمزی هستند که علایم قراردادی را به یک حسگر مادون قرمز داخل تلویزیون یا ویدیو می‌فرستند. بعضی از اتومبیل‌ها از سیستم مشابهی برای کنترل قفل مرکزی استفاده می‌کنند. دیودهای نوری، هم در فرستنده و هم در گیرنده مادون قرمز نیمه رسانا به کار می‌روند. فرستنده مانند یک چراغ دستی با پرتو مادون قرمز است. این پرتو با علائم قراردادی کار می‌کند به طوری که فقط می‌تواند قفل اتومبیل خاصی را باز کند. دیود نوری، این پرتو را تولید می‌کند.

دیودهای زنر

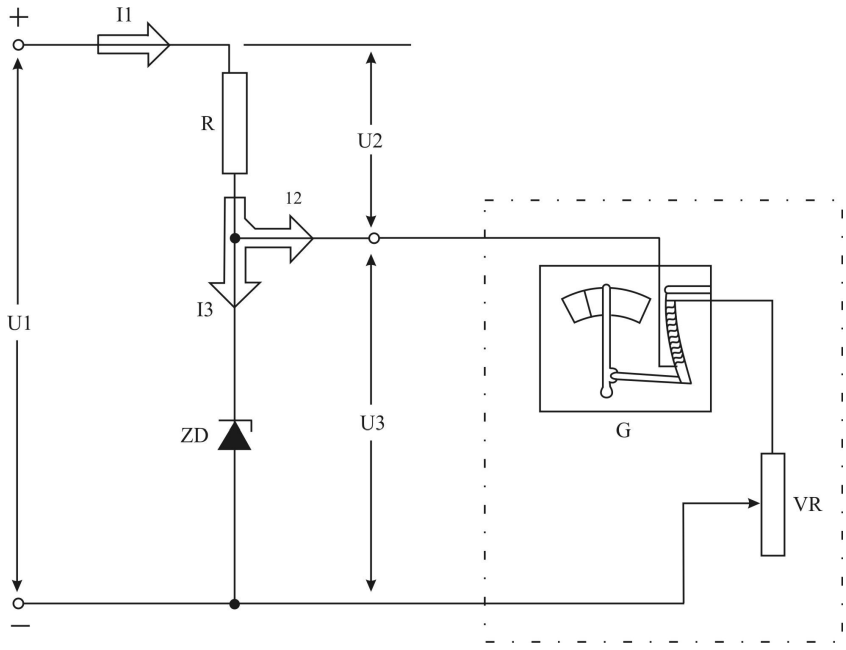
این دیودها (که گاهی دیودهای بهمنی هم خوانده می‌شوند) برای محدودکردن ولتاژ به کار می‌روند. از آن‌ها در تنظیم کننده‌های ولتاژ آلترناتور (آفتامات) و برای کنترل شارژ باتری استفاده می‌شود همچنین کاربرد دیودهای زنر بیش از حد تصور است. بیشتر مهارگرهای الکترونیکی، رادیوهای اتومبیل و بسیاری از سیستم‌های ابزار دقیق، به ولتاژ تثبیت شده نیاز دارند. این دیودها می‌توانند از سیستم در مقابل ولتاژهای اضافی حمایت کنند.

در آلترناتورها، برای حفاظت در مقابل قطع ناگهانی اتصال، یک دیود زنر وجود دارد. این دیودها از نظر ساختمان شبیه یکسو کننده‌های معمولی هستند و غالباً با همان نوع بسته‌بندی و شکل ظاهری تولید و به دو سر مدار، وصل می‌شوند.

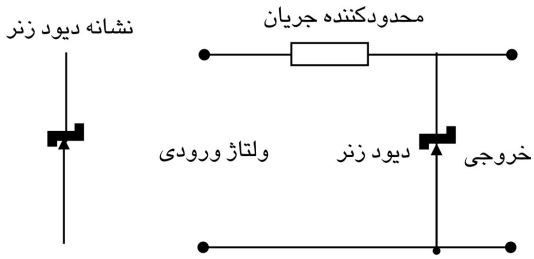
دیودهای نوری مانند یک دیود معمولی تمایل دارند عبور جریان را در یک جهت متوقف کنند. اگر ولتاژ به حد کافی بالا رود که دیود را در ناحیه "شکست" قرار دهد، از آن پس جریان عبور خواهد کرد و دیود در این وضعیت باقی خواهد ماند تا زمانی که جریان در حد مجاز محدود شود.

شکل ۷-۲ نشان دهنده مدار تنظیم کننده دیود زنر است که در سنسورهای مختلفی از جمله نشان‌دهنده میزان سوخت و میزان روغن ترمز و غیره کاربرد دارد.

Ahwaz_Hackerz



شکل ۷-۲ دیود زنر در مدار نشان دهنده میزان سوخت خودرو

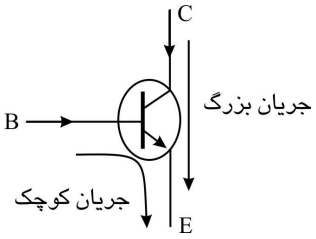


شکل ۸-۲ مدار تنظیم کننده یک دیود زنر ساده

ترانزیستور

ترانزیستورها وسایل نیمه‌رسانای سه لایه هستند، بنابراین سه ترمینال دارند (پایه، کلکتور، امیتر) که با دو ترکیب اساسی ساخته می‌شوند: P-N-P یا N-P-N . انواع و اقسام ترانزیستور برای کاربردهای مختلف در بازار وجود دارد، ولی همه آن‌ها می‌توانند به عنوان کلید کنترل شونده الکترونیکی عمل کنند. در همه حالت‌ها، جریان کوچکی در ترمینال پایه، جریان بزرگ‌تری را در کلکتور کنترل می‌کند. در بعضی از ترانزیستورها، جریان کنترل می‌تواند به کوچکی یک هزارم جریان اصلی در کلکتور باشد.

Ahwaz_Hackerz



شکل ۹-۲ ترانزیستور به عنوان یک کلید الکترونیکی

به این ترتیب ترانزیستور می‌تواند مانند رله عمل کند، ولی برخلاف رله، با جریان‌های خیلی کوچک و سرعت خیلی زیاد کار می‌کند. این ویژگی، ترانزیستور را برای پردازش سیگنال، ایده‌آل می‌سازد. ترانزیستورهای بزرگ جریان‌هایی در حد چند آمپر را تحمل می‌کنند به طوری که می‌توانند برای قطع و وصل موتور، کنترل جریان کویل‌ها و به کار انداختن انژکتورها به کار روند. هیچ قسمت متحرکی در ترانزیستور وجود ندارد، بنابراین هیچ یک از قسمت‌های آن فرسوده نمی‌شود و از دید نظری، استهلاک ندارد.

تقویت کننده‌های ترانزیستوری

تقویت کننده‌های ترانزیستوری، جزء اساسی رادیو پخش‌های بیشتر اتومبیل‌ها هستند.

همه سیستم‌های صوتی برای دریافت سیگنال‌های کوچک تولید شده توسط امواج رادیویی یا نوار مغناطیسی و تبدیل آن‌ها به جریان‌های قوی‌تر لازم برای راه انداختن بلندگوها، به تقویت کننده‌ها متکی هستند.

به همین ترتیب، بیشتر سیگنال‌های تولید شده توسط حسگرها در سیستم تزریق سوخت الکترونیکی، جرقه الکترونیکی و سیستم ABS قبل از پردازش بیشتر در داخل مهارگر الکترونیکی، به وسیله ترانزیستورها تقویت می‌شوند.

۲-۱-۴ سنسورهای میدان مغناطیسی

سنسورهای میدان مغناطیسی (MFSها) مبدل‌هایی هستند که می‌توانند میدان مغناطیسی موجود را به سیگنال الکتریکی تبدیل کنند. بین دو گروه عمده کاربردها، خط تمایزی کشیده می‌شود:

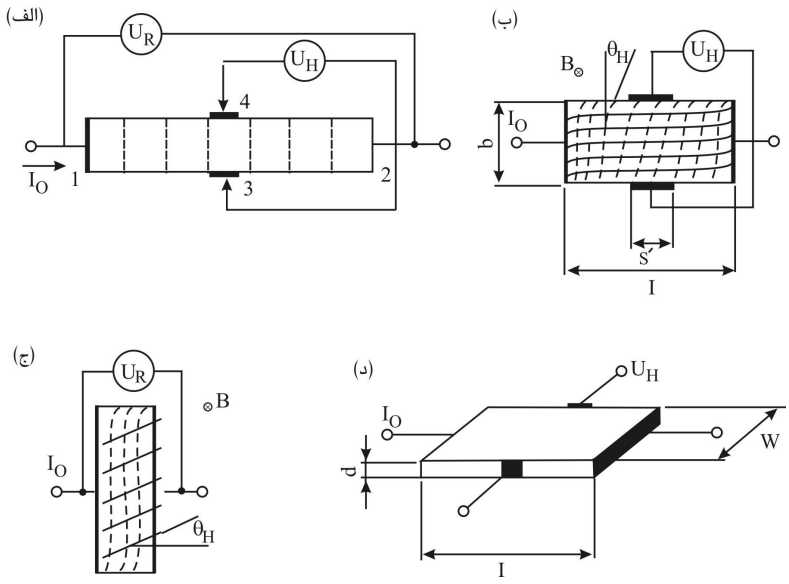
۱- استفاده مستقیم از یک MFS به عنوان عنصر اندازه‌گیری کننده خاصیت مغناطیسی، برای مثال برای اندازه‌گیری میدان جاذبه زمین، خواندن کدهای مغناطیسی یا برای کنترل و نظارت تجهیزات مغناطیسی از این سنسورها استفاده می‌شود.

Ahwaz_Hackerz

۲- استفاده غیرمستقیم، یعنی میدان مغناطیسی به سادگی به عنوان یک حامل اطلاعات برای یک سیگنال غیرمغناطیسی عمل می‌کند، برای مثال در سوییچ‌های بدون کنتاکت، در آشکارسازی تغییراتی در فاصله یا زاویه، در اندازه‌گیری جریان پتانسیل صفر یا در یک واتمتر مجتمع از این سنسورها استفاده می‌شود.

اثرات گالوانومغناطیسی

شکل ۱۰-۲ اثر هال و تغییر در مقاومت میدان مغناطیسی را نشان می‌دهد. دو ولتاژ می‌توانند روی باریکه نیمه هادی اندازه‌گیری شوند. اگر نیمه هادی هموژن بوده و در فضای فاقد میدان قرار داده شود، خطوط خط‌چین شار حاصل می‌شود (شکل الف) ولتاژ هال صفر است زیرا الکترودهای 3 و 4 پتانسیل یکسانی دارند. اگر میدان مغناطیسی به طور عمودی روی لایه نیمه هادی عمل کند، حامل‌ها از جهت اولیه جریان منبع I_O در اثر نیروی لورنتس منحرف می‌شوند و سطوح جانبی را به طور منفی باردار می‌کنند. یک میدان الکتریکی مخالف، به نام میدان هال، ایجاد می‌شود و باردار شدن زمانی خاتمه می‌یابد که این میدان به حد کافی قوی باشد به طوری که با اثر نیروی مغناطیسی روی الکترون‌ها مقابله کند.



شکل ۱۰-۲ (الف) تشکیلاتی برای اندازه‌گیری اثر هال (U_H) و مقاومت (U_R) در یک نیمه هادی (ب) اثرمیدان‌مغناطیسی برتوزیع مسیرجریان و خطوط هم پتانسیل در یک وضعیت هندسی هال (ج) وضعیت هندسی صفحه‌ای (B عمود بر صفحه دیافراگم) (د) نمایش هندسی صفحه نیمه‌هادی

Ahwaz_Hackerz

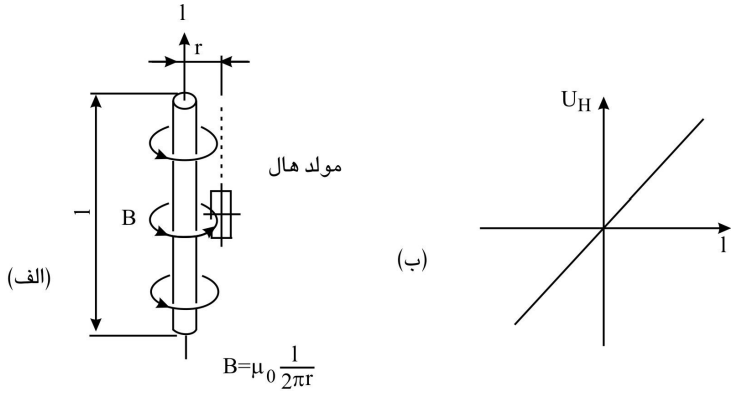
کاربردهای ممکن سنسورهای مغناطیسی

به دلایل اقتصادی، سنسورهای هال قبلاً به صورت انفرادی به کار برده می‌شدند، در حالی که مقاومت‌های مغناطیسی به منظور جبران وابستگی حرارتی مقاومت‌ها در یک ترکیب تفاضلی به کار برده می‌شوند. با وجود این و با پیشرفت تکنولوژی تشکیلات تفاضلی، سنسورهای هال ساخته شده‌اند.

سنسورهای هال می‌توانند به عنوان سنسورهای آنالوگ به کار برده شوند که سیگنال خروجی خطی آن‌ها با میدان مغناطیسی تغییر می‌کند یا می‌توانند به عنوان سوییچ‌های هال به کار برده شوند. نوع سنسوری که انتخاب می‌شود بستگی به کاری دارد که باید اجرا شود. همه سنسورهای گالوانومغناطیسی عملاً بدون استهلاک کار می‌کنند بنابراین تقریباً طول عمر متوسط نامحدودی دارند.

این سنسورها در مقایسه با سنسورهای وضعیت خازنی و سلفی، شکل سیگنال خروجی پایداری را ایجاد می‌کنند که تأخیر ندارد و قادر به تولید فرکانس‌هایی با نرخ 100 کیلوهرتز هستند.

یک کاربرد مهم برای مولدهای هال، اندازه‌گیری جریان‌های الکتریکی تحت پتانسیل صفر است. اندازه‌گیری جریان‌های مستقیم و متناوب با دامنه‌هایی بین 100A و 4000A امکان‌پذیر است.



شکل ۱۱-۲ اندازه‌گیری جریان با استفاده از یک مولد هال آنالوگ (الف) تشکیلات (ب) مشخصه

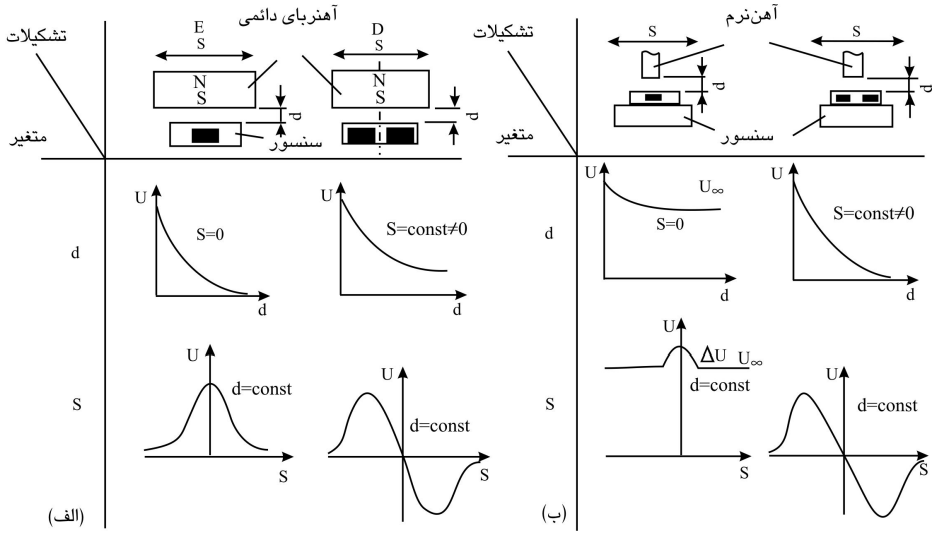
با وجود این، سنسورهای گالوانومغناطیسی به طور عمده به عنوان سنسورهای جابه‌جایی وضعیت و ابزارهای اندازه‌گیری برای سرعت و زوایای چرخش به کار برده می‌شوند. وظیفه این سنسورها تبدیل تغییرات موضعی در میدان‌های مغناطیسی به صورت سیگنال‌های الکتریکی برای پردازش آنالوگ یا دیجیتال بعدی است.

شکل ۱۱-۲ (الف) حرکت عمودی و عرضی نسبی یک آهنربای دائم را نشان می‌دهد. شکل (ب) نشان می‌دهد که چگونه موقعیت یک جسم مغناطیسی نرم توسط مداری به نام مدار مغناطیسی باز که متشکل از یک آهنربای دائم و یک سنسور است آشکار می‌شود. U_∞ ولتاژ بایاسی است که توسط

Ahwaz_Hackerz

آهنربای دائمی تأمین می‌شود و ΔU ولتاژ اندازه‌گیری شده واقعی است. به غیر از این دو تشکیلات عمده، تعداد زیادی اجزای الکترونیکی درون آن‌ها وجود دارند. بنابراین در حوزه آشکار سازی وضعیت آنالوگ به کار برده می‌شوند که در آن بخش‌های خطی منحنی‌ها که نسبت به $S = 0$ نامتقارن هستند مورد استفاده قرار می‌گیرند. این تشکیلات می‌تواند در تبدیل ارتعاشات مکانیکی به نوسانات الکتریکی، در آشکارسازهای فشار که در آن سنسورها با سلول‌های فشار ترکیب می‌شوند (نیاز به غشای متصل شونده به یک آهنربای ثابت است) یا برای اندازه‌گیری توان (با استفاده از آهنربا روی یک فنر الاستیک) گشتاور (میله پیچشی که یک آهنربای حلقه‌ای به آن متصل شده است) یا شتاب (سیستم جرم- فنر که در آن آهنربا به عنوان جرم عمل می‌کند) به کار برده می‌شوند. منحنی‌هایی که نسبت به $S = 0$ متقارن هستند برای آشکارسازی وضعیت‌های نهایی به کار برده می‌شوند. این مورد در کنترل طول خط چاپگرها یا ماشین‌های تایپ مفید است.

مقاومت‌های مغناطیسی در پتانسیومترهای بدون کنتاکت به کار برده می‌شوند. سنسورهای گالوانومغناطیسی برای بازیافت اطلاعاتی که با استفاده از عناصر آهن نرم یا مغناطیس دائم قرار داده شده در یک ماده فرومغناطیسی کدگذاری شده‌اند، مناسب هستند. یک کاربرد جالب برای سنسورهای هال آنالوگ، موتور جریان مستقیم بدون جمع کننده (کلکتور) است. هنگامی که جریان کنترل گذرنده از سنسور هال ثابت است، سطح پلاریته ولتاژ هال موقعیت روتور را صرف‌نظر از سرعت چرخش نشان می‌دهد.

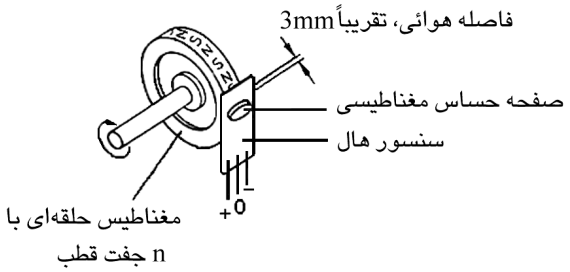


شکل ۱۲-۲ تشکیلات اساسی و منحنی‌های مشخصه دیاگرامی برای آشکارسازی (الف) محل آهنربای دائمی (ب) مواد مغناطیسی نرم با استفاده از سنسورهای گالوانومتری

Ahwaz_Hackerz

به این طریق در سیم‌پیچ‌های استاتور جریان می‌تواند به طور الکترونیکی تنظیم شود. نقاط قوت این موتورها عبارتند از رگولاسیون سرعت چرخش عالی انتشار نویز عملکرد پایین و رهایی از تداخل الکترومغناطیسی.

سنسورهای هال آنالوگ و تا حد زیادی دیجیتال‌ها، کاربردهای زیادی در زمینه اندازه‌گیری بدون تماس سرعت و زاویه چرخش دارند. یک سنسور هال برای اندازه‌گیری هر زاویه چرخش با درجه دقت حداکثر تا 0.2°، از یک مغناطیس حلقه‌ای شعاعی استفاده می‌کند. سرعت‌های چرخش و زوایا می‌توانند مستقیماً در محل چرخ‌دنده‌های چرخان بدون نیاز به یک مغناطیس حلقه‌ای نیز اندازه‌گیری شوند. این کار با نصب یک مغناطیس در قسمت پشت سنسور هال عملی می‌شود. چگالی شاری که به طرف سنسور جاری است با جابه‌جایی دندانه‌ها و فواصل هوایی تغییر می‌کند. اگر سنسور هال در مقابل دندانه‌ای قرار گیرد که از یک ماده فرومغناطیسی درست شده در این صورت چگالی شار افزایش پیدا می‌کند. چنین تغییراتی در چگالی شار که به وسیله چرخ‌دنده چرخان ایجاد شده است توسط این سنسور آشکار می‌شود و به شکل پالس‌های مربعی تبدیل می‌شوند. سنسورهای هال دیجیتالی در مکان‌یابی سیلندرها، اهرم‌ها، محورها و به علاوه برای زمان‌بندی احتراق به منظور صرفه‌جویی در سوخت اتومبیل‌ها نیز به کار برده می‌شوند. در این نوع کاربرد این حقیقت که چنین دستگاه‌هایی توسط گردوغبار یا رطوبت صدمه نبیند حائز اهمیت زیادی است. یک کاربرد مهم دیگر، استفاده از آن‌ها در صفحه کلیدهای بدون تماس، برای مثال در کامپیوترها است.



شکل ۱۳-۲ سنسور هال برای اندازه‌گیری زوایای چرخش

۵-۱-۲ سنسورهای میکرومکانیکی

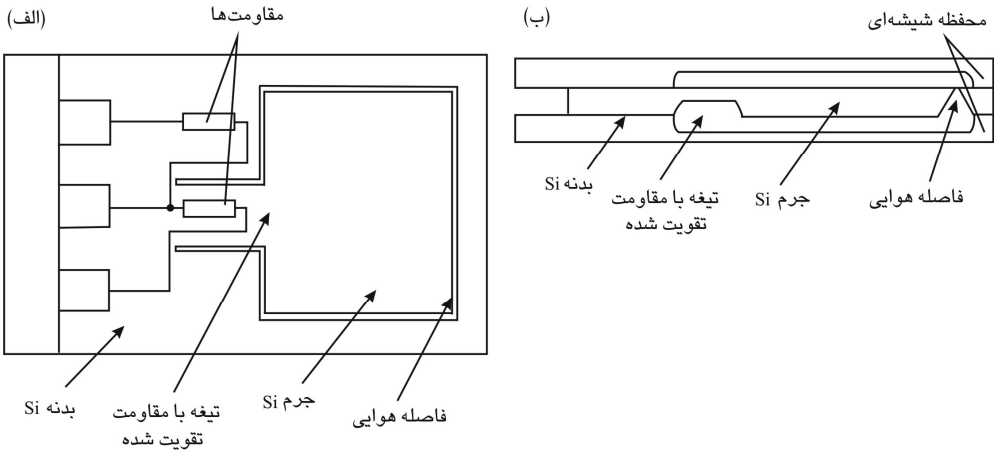
سنسورهای فشار با غشاهای سیلیکانی نازک مشتمل بر مقاومت‌های حساس به فشار، نفوذ داده شده یا به طور گرمایی رسوب داده می‌شود که به مدت تقریباً ۲۰ سال فرآورده‌های میکرومکانیکی را تشکیل داده بودند. با وجود این، دامنه کاربرد تکنولوژی میکرومکانیکی به طور قابل ملاحظه‌ای در آغاز دهه ۱۹۸۰ افزایش یافت. امروزه تکنولوژی سنسور یکی از زمینه‌هایی را معرفی می‌کند که میکرومکانیک

Ahwaz_Hackerz

می‌تواند در آن به کار برده شود. در مقایسه با سایر تکنولوژی‌ها، امیدوارکننده‌ترین مزیت این تکنولوژی توانایی اتصال یک سنسور مینیاتورسازی شده و یک قسمت مکانیکی روی یک زمینه است، در صورت امکان، مدارات الکترونیکی مجتمع نیز همراه آن‌ها هستند. سیلیکان ماده‌ای است که بسیاری از مسائلی را که تکنولوژی سنسور با آن مواجه است حل می‌کند. به همین دلیل نیز این ماده نقش تعیین‌کننده‌ای را در میکرومکانیک ایفا می‌کند. تولید کردن سنسورهایی برای فشار، توان، شتاب، تابش، صوت، رطوبت و حتی ترکیب شیمیایی توسط سیلیکان امکان‌پذیر است. علاوه بر سیلیکان، مواد دیگر به کاربرده شده شامل انواع پلیمرها، کوارتز و لایه‌های ZnO هستند که در ساخت سنسورها از آن‌ها استفاده می‌شود. از جمله نمونه‌های سنسورهای میکرومکانیکی، سنسورهای شتاب ارتعاش هستند.

سنسورهای شتاب ارتعاش

با استفاده از روش‌های برداشت و تقویت مناسب، می‌توان عناصر مینیاتوری مناسبی برای اندازه‌گیری شتاب و ارتعاش درست کرد. شکل ۱۴-۲ اصل حاکم بر یک سنسور شتاب ساده را نشان می‌دهد. این سنسور شامل یک تیغه به ضخامت 5-15 µm است که از زمینه سیلیکانی در اثر حکاکی به دست می‌آید و در یک انتها به آن متصل است. این تیغه در انتهای دیگر، یک صفحه نازک سیلیکانی را به ضخامت تقریبی 200 µm نگه داشته است. اگرچه این جرم توسط تیغه نگه داشته می‌شود، به طور جزیی با طلا پوشش داده شده یا در انواع دیگر، یک جرم اضافی را نگه می‌دارد. اگر این سنسور در جهتی عمود بر این سطح، شتاب داده شود، تیغه همانند تیری که تنها از یک طرف نگه داشته شده است خم می‌شود. این تیغه با مقاومت‌هایی تقویت شده است که هنگام خم شدن تیغه، مقدار آن تغییر می‌کند. وسایل خازنی پیزو الکتریکی یا نوری می‌توانند برای آشکار ساختن میزان انحراف به کار برده شوند.

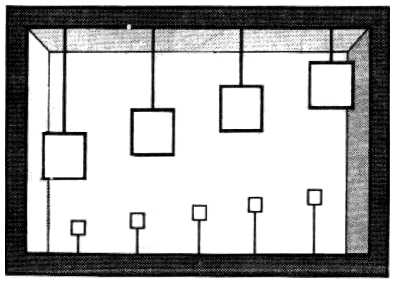


شکل ۱۴-۲ (الف) نمای فوقانی (ب) مقطع عرضی یک سنسور شتاب سیلیکانی

Ahwaz_Hackerz

سنسورهای میکروپل

شکل ۱۵-۲ سنسوری را نشان می‌دهد که برای اندازه‌گیری جریان گاز به کار برده می‌شود. اساس کار این سنسور اصل انتقال گرماست. این سنسور با استفاده از تکنیک‌های میکرومکانیک و تکنولوژی لایه نازک تولید می‌شود.



شکل ۱۵-۲ سنسور ارتعاش با چندین زبانه سیلیکانی شده با طلا با طول‌های میله‌ای مختلف

این سنسور در تجهیزات پزشکی، به ویژه برای کنترل تنفس، در پالایش هوا و تکنولوژی انرژی بسیار مفید است.

Ahwaz_Hackerz

Ahwaz_Hackerz

فصل سوم

تکنیک‌های مختلف ساخت سنسور

۳-۱ سنسورهای لایه نازک

بسیاری از تأثیرات خارجی که باید ثبت شوند فقط بر یک لایه سطحی نازک سنسور اثر می‌کنند. نور مثالی از این نوع است. از طرف دیگر، به منظور دستیابی به یک زمان پاسخ سریع مثلاً در مورد حرارت، آن‌ها احتیاج به یک حجم کوچک دارند. جنبه‌های عملیاتی معینی، از قبیل نفوذپذیری لایه‌های فلزی نازک نسبت به رطوبت، می‌تواند لایه‌های نازک را جالب توجه سازد. به علاوه سیلیکان که تاکنون تمرکز خود را روی آن متمرکز ساخته‌ایم تنها قادر به برآورده ساختن برخی از وظایف مورد احتیاج سنسورهاست. مواد دیگر، باید به شکل لایه‌های نازک به کار برده شوند.

عناصر کلیدی در یک سنسور لایه نازک، به عنوان زمینه است. مواد به کار برده شده برای زمینه، شیشه، فلز، پلاستیک‌ها و اخیراً سیلیکان هستند. استفاده از سیلیکان زمانی جالب توجه می‌شود که تجمع یکپارچه سنسور و مدارات الکترونیکی آشکارساز مورد نیاز باشد. با وجود این شیشه، سرامیک‌ها و فلزات بیشتر به عنوان زمینه به کار برده می‌شوند. بسته به نیاز می‌توان از شیشه پنجره ساده یا شیشه کوارتز گرانبها استفاده کرد. اخیراً توجه زیادی به Al_2O_3 (یاقوت کبود) کریستالی شده است. انواع مواد از لایه‌های فلزی ساده و لایه‌های اکسیدی تا لایه‌های نیمه هادی، می‌توانند به عنوان لایه‌های سنسور به کار برده شوند. در سنسورها لایه‌های زیر به کار برده می‌شود:

الف- لایه‌های مقاومتی وابسته به درجه حرارت (مثلاً Pt، Au و Ni)

ب- لایه‌های حساس به نور (مثلاً Cds، PbSe، Si و پلیمرهای جانوری)

ج- لایه‌های مقاومتی حساس به فشار (مثلاً آلیاژهای si-Nicr چندگانه)

د- لایه‌های پیزو الکتریکی (مثلاً ZnO)

Ahwaz_Hackerz

هـ- لایه حساس به مواد شیمیایی (مثلاً SnO_2، ZnO_2 و Fe_2O_3)

و- لایه‌های مقاومت مغناطیسی (فرومغناطیس‌ها، مغناطیس‌های ناموزون)

لایه‌های نازک نوعاً بین 0.01 µm و 100 µm ضخامت دارند. بسته به کاری که از انواع مختلف مواد مورد نیاز است، می‌توان گستره ضخامت بهینه‌ای را برای آن‌ها معین کرد. تکنولوژی لایه نازک، نقش مهمی را در سنسورهای شیمیایی بازی می‌کند با این وجود، نخست اطلاعاتی در مورد تکنیک ساخت آن ضروری به نظر می‌رسد.

تکنیک‌های نشست

یک قسمت کلیدی از آنچه که سنسور می‌شود، زمینه است. در تولید صنعتی بزرگ‌ترین زمینه‌های ممکن برای رسوب دادن لایه‌ها، برای مثال از 10×10cm تا 50×50cm به کار برده می‌شوند. سپس این سطوح بزرگ ساختمان‌بندی و تقسیم می‌شوند، درجه خلوص، ساختار، ضخامت و قابلیت تولید مجدد جنبه‌های مهمی از لایه‌های نازک هستند که رسوب داده می‌شوند و به منظور ساختن لایه نازک سازمان داده شده، از لیتوگرافی نوری و به ندرت از تکنیک‌های پوشش‌دهی استفاده می‌شود. مهم‌ترین روش‌ها برای تولید لایه‌های نازک عبارتند از:

الف- بخاردهی حرارتی، بخاردهی اشعه الکترونی

ب- رسوب‌دهی در خلأ

ج- پوشش‌دهی یونی

د- رسوب‌دهی بخار شیمیایی (CVD) به اشکال مختلف

در فرایند تبخیر خلأ، ماده‌ای که باید به شکل لایه نازک درآورده شود در خلأ حرارت داده می‌شود تا اینکه تبخیر شود. در رسوب‌دهی خلأ، ماده با بمباران کردن آن توسط ذراتی با انرژی بالا، مثل یون‌های Ar بخار می‌شوند. لایه‌هایی که با این روش ایجاد می‌شوند دارای چسبندگی خیلی بیشتری نسبت به حالت تبخیر خلأ هستند. نرخ رشد می‌تواند با اعمال کردن یک میدان مغناطیسی، شتاب داده شود. پوشش‌دهی یونی برخی از مزایای دو روش اول را به طور یکجا در بردارد. ماده رسوب با استفاده از یک روش کلاسیکی، برای مثال تفنگ الکترونی بخار می‌شود. در همین زمان یک گاز بی‌اثر به درون محفظه واکنش تزریق شده و یک تخلیه پلاسمایی ایجاد می‌شود. این عمل ماده بخار شونده را که داخل یک میدان به طرف زمینه شتاب گرفته است، یونیزه می‌کند. این فرایند اثرات مفیدی بر چسبندگی و ساختار لایه‌ها دارد. CVD ماده مورد نظر، تحت تأثیر مواد گازی شکل که درجه حرارت یا تخلیه گازی

Ahwaz_Hackerz

سبب تجزیه یا واکنش آن‌ها می‌شود رسوب داده می‌شود.

در اصل هر سنسور لایه نازک، یک دستگاه چند لایه‌ای است که از تعدادی لایه که به طور جداگانه ساخته شده‌اند تشکیل می‌شود.

۳-۲ سنسورهای لایه ضخیم

تکنولوژی لایه ضخیم، یک تکنولوژی ساخت سنسور است که با میکروالکترونیک سازگار است. تاکنون از آن در تولید سنسور کمتر استفاده شده است، علی‌رغم اینکه موقعیت تثبیت شده‌ای را در دنیای الکترونیک دارد و جایی بین مدارات چاپی با عناصر مجزا و مدارات مجتمع ندارد. دلیل این چشم‌پوشی عدم وجود تجربه عملی در تولید محلول‌های سنسور با استفاده از این تکنولوژی و عدم وجود سیستم‌های خمیری مناسب است. لیکن می‌توانیم انتظار داشته باشیم که اهمیت این تکنولوژی در آینده رشد پیدا کند زیرا می‌توان از آن برای تولید انواع سنسور با اندازه متوسط و با هزینه کم استفاده کرد و ترکیب سنسور و مدارات الکتریکی ارزیاب را به منظور تولید سنسورهای " هوشیار " ممکن ساخت. تکنولوژی لایه ضخیم را فقط می‌توان برای تولید موادی از قبیل مدارات چاپی، مقاومت‌ها یا خازن‌ها به کار برد. اجزای فعال باید در یک مرحله بعد به زمینه، ضمیمه شوند. طرح و ساخت سنسور به خمیرهای لایه ضخیم مناسب و با حساسیت مناسب نیاز دارند.

در زیر مثال‌هایی از اثرات فیزیکی شیمیایی سنسورهای لایه ضخیم را مشاهده می‌کنید.

جدول ۱-۳ مثال‌هایی از اثرات فیزیکی - شیمیایی در رابطه با سنسورهای لایه ضخیم

شماره	نوع کاربرد
۱	تغییر مقاومت R
۲	وابستگی مقاومت خطی درجه حرارت (دبی سنج)
۳	استفاده از اثرات NTC یا PTC (سنسور درجه حرارت)
۴	تغییر هدایت بین الکترودهای لایه ضخیم (سنسور غلظت)
۵	تغییر مقاومت لایه‌های سطحی در اثر واکنش‌های شیمیایی (سنسور شیمیایی)
۶	رفتار پیزو مقاومتی لایه‌های ضخیم (سنسور فشار)
۷	تغییرات ظرفیت
۸	اثرات جذب در سطوح (سنسور رطوبت)
۹	ولتاژ ترمو الکتریکی (سنسور درجه حرارت)
۱۰	پتانسیل الکتریکی (سنسور pH، سنسور خاصیت اسیدی)

Ahwaz_Hackerz

مراحل تولید

خمیرهای لایه ضخیم با استفاده از یک پروسه چاپ صفحه‌ای به یک زمینه اعمال می‌شوند. سپس این خمیرها در درجه حرارتی به اندازه $100-200^{\circ}C$ خشک می‌شوند و در درجه حرارت‌های بیش از $500^{\circ}C$ سوزانده می‌شوند در ضمن این پروسه در چندین درجه حرارت مختلف به ترتیب به کار برده می‌شود. فولاد نازک یا صفحات نایلون برای چاپ کردن به کار برده می‌شوند سپس استنسل‌ها روی صفحات قرار می‌گیرند و ماده شفاف بین آن‌ها چاپ می‌شود. سیستم‌های چند لایه‌ای می‌توانند با تکرار چاپ صفحه‌ای و پروسه در معرض حرارت قراردهی چندین مرحله‌ای تولید شوند. این لایه‌ها نوعاً به ضخامت 5-50 µm و با عرض 250 µm هستند. سرامیک‌ها، فولاد براق شده، شیشه یا زمین‌های پلاستیکی قابل انعطاف، می‌توانند به عنوان ماده زمینه به کار برده شوند. معمول‌ترین ماده AL_2O_3 است. پس از درون گذاری، زمینه‌ها دو شقه می‌شوند، به شکل مورد نیاز شکسته شده یا بریده می‌شوند. جدول ۲-۳ اقلام ممکن را برای تحقق بخشیدن به عناصر سنسور در تکنولوژی لایه ضخیم فهرست کرده است.

جدول ۲-۳ سنسورها در تکنولوژی لایه ضخیم

کمیت اندازه‌گیری شونده	طریقه واقعیت‌پذیری تکنیکی
توان، فشار و درجه حرارت	مقاومت‌های اندازه‌گیری کننده کشش لایه ضخیم، با اتصال پل ترمومترهای مقاومتی لایه ضخیم مواد لایه ضخیم دی‌الکتریک، وابسته به حرارت ترمومیستورهای لایه ضخیم NTC و PTC ترموکوپل‌های لایه ضخیم
رطوبت	اندازه‌گیری رطوبت خازنی با استفاده از لایه‌های ضخیم دی‌الکتریکی رطوبت‌سنج مقاومتی
کمیت‌های اندازه‌گیری شونده شیمیایی	سلول‌های گالوانیکی با الکترولیت‌های قوی، غشای لایه ضخیم حساس به یون
موقعیت، مسیر و زاویه	پتانسیل‌مترهای لایه ضخیم سنسور موقعیت دو بعدی
جریان و جریان میانی	ترکیب مقاومت رشته‌ای لایه ضخیم و سنسور حرارتی

توجه داشته باشید که در این گستره وسیع باید لعاب‌های جدید معرفی شوند یا لعاب‌های موجود اصلاح شوند. تولید چنین لعاب‌هایی نیاز به میزان خاصی از تجربه دارد. تکنولوژی لازم برای تولید سنسورهای

Ahwaz_Hackerz

لایه ضخیم به منظور اندازه‌گیری درجه حرارت مورد توجه خاص بوده است. لعاب‌های محتوی پلاتینیم یا نیکل برای تولید سنسورهای حرارتی مقاومتی مناسب هستند.

یک حوزه مهم برای تکنولوژی سنسور و حوزه‌هایی که در آن تکنولوژی لایه ضخیم می‌تواند به راه‌حل‌های بسیار جالبی منجر شود، حوزه سنسورهای شیمیایی است. خمیرهای الکترونیکی جامد از قبیل ZnO_2 به عنوان ماده حساس به کار برده می‌شوند. عناصر گرم کننده‌ای که سنسورها نیاز دارند می‌توانند با استفاده از تکنولوژی لایه ضخیم تولید شوند. همچنین این تکنولوژی در رابطه با سنسورهای رطوبت که از تغییرات مقاومت استفاده می‌کند مورد توجه است.

پتانسیل تکنولوژی لایه ضخیم در رابطه با تکامل سنسور به طور کامل مورد استفاده قرار نگرفته است. چنین سنسورهایی برای آینده نقش مهم بسیار زیادی را ایفا می‌کنند و این به دلیل بالا بودن درجه قابلیت اطمینان آن‌ها، نیازمند به فضای کم و توانایی استفاده از تکنیک‌های هیبرید به منظور تولید اقلام مدارات مطلوب مشتری با اندازه متوسط و هزینه کم است. در حال حاضر معمول‌ترین دایره کاربرد اتومبیل و تکنولوژی کالای مصرفی، تکنولوژی کارخانجات تولیدی، تکنولوژی مخابرات و تکنولوژی نظامی است.

۳-۳ سنسورهای فیبر نوری

در حالت کلی فیبرهای نوری با افت کم، به عنوان کابل‌های فیبر نوری (FOS) شناخته می‌شوند که در اواسط سال ۱۹۷۰ معرفی شدند و تکنولوژی ارتباطات را متحول کردند. هدف کلی تحقق FOSها با خواص انتقالی مستقل از پارامترهای خارجی و متغیر محیطی مثل فشار دما و رطوبت بوده است. این پارامترها که FOSها به دلیل اهداف ارتباطی با صرف هزینه‌های بالا از آن‌ها مستقل می‌شوند زمینه‌های مورد علاقه در سنسورهای فیبر نوری هستند. تحقیقات فشرده‌ای برای توسعه FOSها در سطح جهانی در اواخر دهه ۱۹۷۰ شروع شده است. این سنسورها مزایای متعددی نسبت به سنسورهای متداول الکتریکی یا مکانیکی دارند که از آن جمله عبارتند از:

الف- محدوده وسیعی از دما مناسب هستند.

ب- در مقابل محیط‌های خورنده و آلودگی‌های رادیواکتیو مقاوم هستند.

ج- حفاظت قابل توجهی در مقابل انفجارها دارند.

د- به تداخل‌های الکترومغناطیسی حساسیت ندارند.

هـ- ابعاد کوچک و در نتیجه قیمت‌های تمام شده دارند.

Ahwaz_Hackerz

خواص عایق FOCها گویای این واقعیت است که آن‌ها می‌توانند در پتانسیل صفر عمل کنند و همچنین می‌توانند در جاهایی به کار روند که درجه کمی از تضعیف علائم و ظرفیت‌های بالا برای انتقال اطلاعات موردنظر باشد.

تولید FOC بر اساس پیشرفت‌هایی که در تکنولوژی ارتباطات نوری تحقق یافته انجام می‌شود و به طور وسیع از پیشرفت‌هایی مانند پیشرفت در زمینه کابل‌های فیبر نوری، منابع نوری ارتباط دهنده‌ها، اتصالات و گیرنده‌ها انجام شده، بهره‌مند شده است.

با وجود مزایایی که FOCها مطابق موارد بالا دارند هنوز تعداد زیادی از مشکلات در ارتباط با آن‌ها وجود دارد که باید حل شوند و این کار باید قبل از پدیدار شدن طیف وسیعی از کاربردها انجام گیرد.

از کاربردهای مخصوص فیبر نوری در تکنولوژی سنسورها، حس کردن اثر کمیت اندازه‌گیری شونده در روی فیبر پیوسته یا فیبرهای توزیع شده گسسته است. در حالی که در سنسورهای میدان مغناطیسی یا ژیروسکوپ فیبر نوری کل اطلاعات از طول قابل ملاحظه فیبر به دست می‌آید، سنسورهای توزیع شده امکان مشخص کردن اطلاعات دیفرانسیلی را فراهم می‌کنند. یک سیگنال تحریک محلی دریافت شده و توزیع فاصله‌ای مقادیر کمیت اندازه‌گیری شونده را مشخص می‌کند. محدوده وسیعی برای کاربردهای ممکن مثل مشاهده توزیع فشار در ساختمان‌ها، لوله‌های فشار، خطوط نفت و سفینه‌ها و توزیع دما در ترانسفورماتورها، ژنراتورها، خودروها، گرم‌کن و رآکتورها وجود دارد.

ساختمان فیبرها

یک فیبر نوری از یک هسته داخلی با ماده هادی نور و پوشش آلیاژی دربرگیرنده هسته با ضریب شکستی کمتر از ضریب شکست هسته تشکیل شده است. در کاربردهای عملی هر دو ماده با یک پوشش حفاظتی محصور شده‌اند. نور در امتداد هسته از طریق انعکاس کامل در مرز هسته و پوشش آن منتشر می‌شود. اگر قطر دو هسته هادی نور خیلی بزرگ‌تر از طول موج نور باشد و اگر یک تغییر کوچک در انکسار نور به فاصله یک طول موج وجود داشته باشد، آن موقع انتشار امواج نوری می‌تواند برحسب تقویت به اصطلاح هندسی نوری توصیف شود ولی محدودیتی به این صورت وجود دارد که فقط تعداد محدودی از زوایای مایل نسبت به محور فیبر مجاز است. از این رو در مورد حالت‌های موج متناظر بحث می‌شود. تعداد حالت‌ها بستگی به طول موج، شکل هندسی و توزیع ضرایب شکست موج دارد.

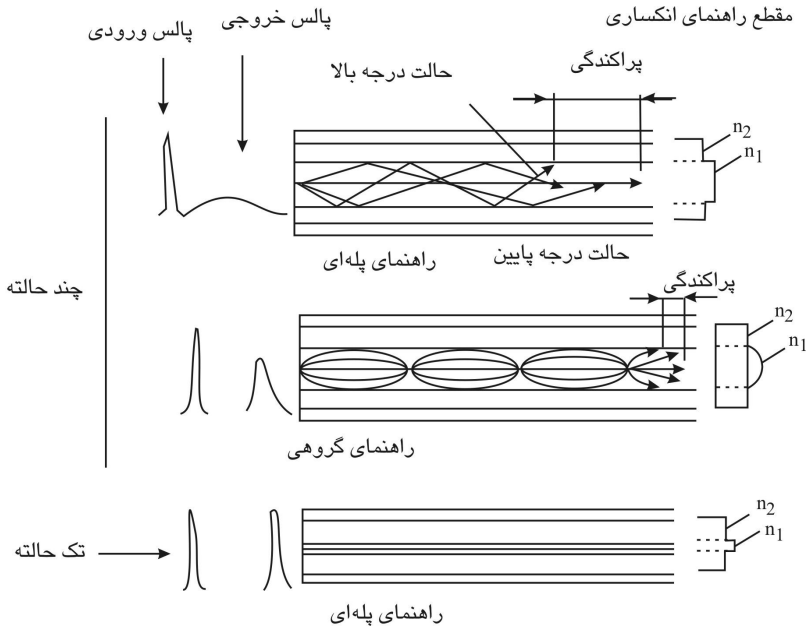
یک فیبر نوری با هسته‌ای به قطر 50 µm دارای چند صد حالت است. بر حسب ″ ثابت ساختار استاندارد شده ″ تعداد حالت‌ها عبارتند از:

Ahwaz_Hackerz

$$V = rI^2 \quad \text{که اینجا} \quad M = v^2/2$$

$$\left(\frac{2}{\lambda_0}\right)NA$$

که λ_0 طول موج نور در خلأ است. در فیبرهای نوری چند حالته V مقداری بین 50 و 30 دارد.



شکل ۱-۳ انواع فیبر نوری (n ضریب انکسار- r شعاع فیبر)

شعاع نور با زاویه‌های نشر متفاوت، برای طی یک مسافت معین نیاز به زمان‌های مختلف دارد. این مسأله در تکنولوژی ارتباطی، مهم است. یک پالس ورودی متمرکز در طی مسیر گسترده می‌شود و حالت انتشار نامیده می‌شود و عرض باند علائم فرستاده شده را در فیبرهای راهنمای پله‌ای محدود می‌کند. اگر فیبر طوری طراحی شود که فقط یک حالت عبور داشته باشد آنگاه مقدار حالت انتشار می‌تواند حذف شود. این امر برای فیبرهای نوری با قطر هسته کمتر از 10 μm امکان‌پذیر است. چنین فیبرهایی، تک حالته نامیده می‌شوند. از نقطه نظر تکنیکی، تولید فیبرهای چند حالته از تک حالته بسیار آسان‌تر است. فیبرهای تک حالته با قطر هسته 2 و 10 میکرومتر منحصراً از کوارتز ساخته می‌شوند. ولی فیبرهای چند حالته با قطر هسته بین 50 و چند صد میکرومتر از ترکیب مواد مختلف تولید می‌شوند.

الف- هسته و پوسته از شیشه کوارتز

ب- هسته و پوسته از شیشه معمولی

Ahwaz_Hackerz

ج- پوسته پلاستیکی و هسته از جنس شیشه کوارتز

د- هسته و پوسته پلاستیکی

برای کاربردهای مختلف، نوع مناسب فیبر انتخاب می‌شود. همچنین فیبرهای نوری برای کاربردهایی که نیاز ویژه به هدایت نوری وسیع و نیز درجه بالایی از انعطاف دارند، به کار می‌روند.

طبقه‌بندی سنسورهای فیبر نوری

تفاوت‌هایی که بین سنسورهای تک حالته و چند حالته ذکر شد به این معنی است که برای این دو نوع، حیطه‌های متفاوتی از کاربردها وجود دارد. اگرچه در مورد FOSها مطلب بسیار زیادی موجود است اما نحوه عملکرد آن‌ها محدود به درک اصول پایه است. فرق اولیه بین سنسورهای بیرونی و داخلی است که در سنسورهای بیرونی، فیبرهای نوری کاری بیش از انتقال نور به نقطه اندازه‌گیری و برگرداندن علائم به گیرنده انجام نمی‌دهند. چنین سنسورهایی معمولاً ادوات چند حالته هستند گرچه گاهی اوقات به صورت سنسورهای تک حالته نیز به کار می‌روند و در نقطه اندازه‌گیری نور اصلی مستقیماً به خصوصیات انتقالی فیبر نوری اثر می‌کنند. اثر نوری در میان فیبر رخ داده و تغییرات قابل اندازه‌گیری در پارامترهای منفرد مانند طول موج و ضریب انکسار ایجاد می‌شود همچنین هر دو نوع فیبر چند حالته و تک حالته با هم به کار می‌روند. اختلاف دیگر مربوط به جنس فیبر می‌شود، در سنسورهای چند حالته پارامترهای اندازه‌گیری شده خصوصیات انتقالی فیبر نوری را تحت تأثیر قرار می‌دهند به عبارت دیگر، شدت روشنایی منتشر شده توسط فیبر نوری به عنوان تابعی از کمیت اندازه‌گیری تغییر می‌کند. پارامترهای بیرونی که روی سنسورهای تک حالته عمل می‌کند فاز موج نوری عبوری از میان فیبر را تحت تأثیر قرار می‌دهند.

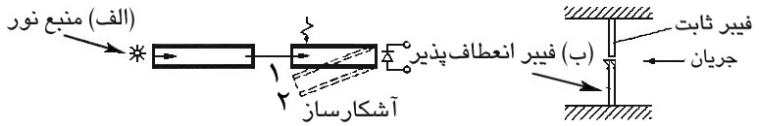
جنبه مهم دیگری که مطابق با آن سنسورها متمایز شده‌اند، نوع مدولاسیون عمل کننده بر پارامترهای موج نور است. همچنین اطلاعات فنی شاخص بین سنسورهای نقطه‌ای و سنسورهای توزیع شده مهم هستند. در نوع اول بر عمل متقابل اثر فیزیکی و نور تمرکز شده است.

کاربرد سنسور چند حالته

در حال حاضر تکنیک‌هایی بر پایه فیبرهای چند حالته، همچنان برای کاربردهای گسترده‌ای در حوزه تکنولوژی سنسورها به حساب می‌آیند. حوزه‌های کاربردی بسیاری وجود دارد برای مثال در کنترل فرایند، صنایع دارویی، شیمی، صنایع اتومبیل و سایر موارد ساده‌ترین و در عین حال بیشترین گروه از سنسورها در این رده تنها دارای یک مسیر ارسال اطلاعات هستند. این سنسورها شامل ترکیبی از

Ahwaz_Hackerz

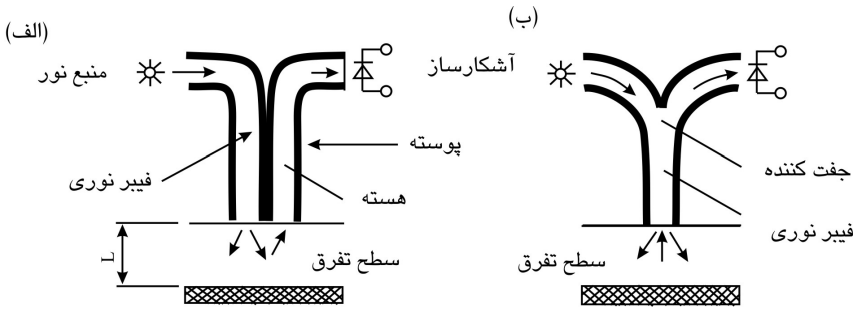
فرستنده فیبر- گیرنده هستند. کلید مینیاتوری شکل ۲-۳ مثالی در این مورد است و یک داده تک‌بیتی ایجاد می‌کند. به هر حال اگر فیبر متحرک به طور پیوسته جابه‌جا شود آنگاه مشابه روش ذکر شده می‌توان یک سنسور برای اندازه‌گیری جریان مایعات ایجاد کرد. در سنسور مسافت که به دو صورت تک فیبر یا جفت موجود است نسبت شدت خروجی به ورودی به صورت تابعی از فاصله نرمالیزه شده L/D تغییر می‌کند.



شکل ۲-۳ (الف) کلید مینیاتوری نوری (حالت ۱: بسته حالت ۲: باز) و (ب) استفاده به عنوان جریان‌سنج مایعات

اگر سطح منعکس کننده یک دیافراگم باشد که روی آن فشار وارد می‌شود، این ترکیب به عنوان یک سنسور فشار قابل استفاده است. این اصول برای اندازه‌گیری میزان تیرگی، ارتعاش، دما و جریان مایع با به کارگیری این نوع از سنسور قابل استفاده است.

سنسور نشان داده شده، در شکل ۳-۳ سنسوری برای تشخیص سطح مایعات و نظایر آن است. اضافه کردن یک قطعه مخروطی یا منشور به انتهای فیبر نوری سنسور فوق‌الذکر را ایجاد می‌کند. انتهای این سنسور در هوا قرار می‌گیرد و تمام نور را به داخل منعکس می‌کند به هر حال اگر انتهای سنسور داخل مایع وارد شود ضریب شکست بالاتر مایع، باعث فرار مقداری نور به داخل مایع شده و در آشکارساز افت علائم به وجود می‌آید. با این روش اندازه‌گیری سطوح مایعات با دقتی در حدود 0.1 میلیمتر امکان‌پذیر است. استفاده از این نوع سنسور به ویژه در ارتباط با مایعات اشتعال‌پذیر به عنوان مثال برای نشان دادن مخزن سوخت یا آشکارسازی نشت در لوله‌های انتقال مفید است. همچنین این سنسور با قابلیت اطمینان بالا و به میزان زیادی مستقل از مسافت عمل می‌کند.

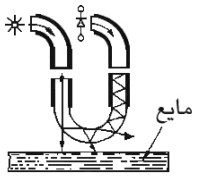


شکل ۳-۳ فاصله‌سنج (الف) به‌کارگیری تفرق‌زمینه یا انعکاس در یک جفت فیبر، (ب) نوع تک فیبر

Ahwaz_Hackerz

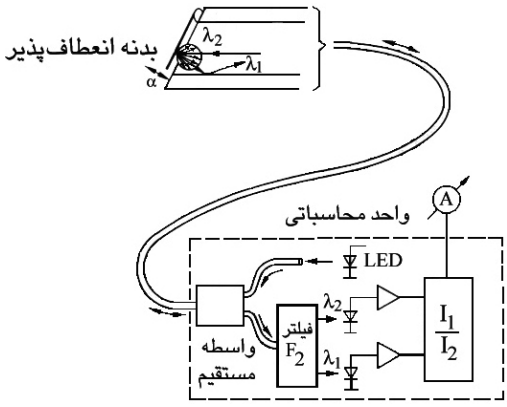
اگر مدولاسیون در گیرنده و ارزیابی علائم دریافتی آنالوگ باشد دقت‌های بالاتر قابل دسترس است.

مثالی از این سنسورها دستگاهی است که به اصطلاح، انکسارسنج مایعات نامیده می‌شود. این سنسور از یک فیبرU شکل استفاده می‌کند شکل۴-۳ که پوشش فلزی آن در قسمت خمیده برداشته شده و بنابراین بخشی از هسته انتقال نور مستقیماً در ارتباط با محیط قرار گرفته است. ساده‌ترین کاربرد این سنسور برای آشکارسازی سطح مایعات است. حالت پیشرفته‌تر استفاده از آن به عنوان یک انکسارسنج است.



شکل ۴-۳ انکسارسنج مایع با فیبر U شکل

یک نوع جالب از این سنسورها سنسور شتاب ارتعاشی است که در شکل ۵-۳ نشان داده شده است در این نوع سنسور انتهای فیبر نوری زاویه منفرجه‌ای نسبت به بدنه منعکس کننده انعطاف‌پذیر دارد که از GaAS - ALGaAS با به کارگیری فرایند لایه‌برداری غیرمتقارن ساخته شده است. در زمان شتاب‌گیری خمش فیبر نوری باعث انعکاس I_1 به عنوان تابعی وابسته به شتاب از منبع نوری اولیه، مستقیماً به داخل فیبر می‌شود. در همان زمان انتشار غیرمستقیمی از نور متناسب با I_2 به فیبر برمی‌گردد. اطلاعات لازم با تقسیم این دو شدت بر هم حاصل می‌شود. این نوع از سنسور که به صورت تجاری موجود است دقتی در حدود 0.05 g با محدوده تغییرات 70 db فراهم می‌کند. سنسورها با تعداد زیادی از مسیرهای انتقالی به ویژه برای کاربردهای صنعتی مفید هستند.



شکل ۵-۳ شتاب‌سنج فیبر نوری

Ahwaz_Hackerz

کاربرد سنسور تک‌حالته

در این نوع از سنسورها موقعیت فاز یا پلاریزاسیون نور عبوری از فیبر نوری اصلاح می‌شود. محاسبات لازم در قالب تداخل‌سنجی انجام می‌گیرد. گرچه بسیاری از سنسورهایی که در ادامه ذکر شد در مراحل اولیه پیشرفت قرار دارند اما پیشرفت‌های جالب توجهی را به ویژه در مورد سنسورهای با حساسیت بالا، می‌توان انتظار داشت. این موارد شامل هیدروفون‌ها، میدان‌سنج‌ها، ژیروسکوپ‌ها، FOCها می‌شود. واضح است که سنسورهای تک حالته هرگز قابل مقایسه با سنسورهای چند حالته موجود نبوده و برای انواع کاربردهای عمومی به کار گرفته نخواهند شد. به هر حال این سنسورها به دلیل دقت بالا و مناسب بودن برای کاربردهای خاص اهمیت بیشتری نسبت به ادوات چند حالته دارند. علاوه بر این پیشرفت سنسورهای جدید فیبر نوری امکان ساخت انواع جدید سنسور را فراهم کرده است. سنسورهای تک حالته در صنایع دارویی، هواپیمایی و صنایع فضایی، خودرو و نیز در تکنولوژی نظامی به کار برده می‌شوند. کاربردهای جدید در حیطه‌های اندازه‌گیری فرایند، صنایع شیمیایی و بیوتکنولوژی را می‌توان انتظار داشت.

٤-٣ سنسورهای شیمیایی

سنسورهای شیمیایی غلظت ذرات مخصوص (اتم‌ها، مولکول‌ها یا یون‌ها را در گازها یا مایعات) را با استفاده از علامت الکتریکی ثبت می‌کنند. در مواردی که با تشخیص مواد بیولوژیکی ویژه سروکار دارند، وسایل به کار برده شده به عنوان سنسورهای بیولوژیکی شناخته می‌شوند. این‌ها اغلب یک طبقه جداگانه از سنسور شیمیایی تلقی می‌شوند. سنسورهای شیمیایی تفاوت‌های زیادی با سنسورهای فیزیکی دارند. در مرحله اول، تعداد گونه‌های شیمیایی که روی سنسور عمل می‌کنند معمولاً خیلی زیاد هستند. یادآوری می‌شود که حدود 100 اندازه‌گیری فیزیکی می‌تواند با استفاده از سنسورهای فیزیکی ثبت شود، در مورد سنسورهای شیمیایی این تعداد از نظر اهمیت چندین مرتبه بزرگ‌تر است. یک مثال از این تعداد، ترکیباتی است که برای آزمایش‌ها در آزمایشگاه‌های پزشکی انجام می‌شود. ثانیاً، وسیله‌ای که توسط سنسور شیمیایی اندازه‌گیری می‌شود باید باز باشد و نمی‌تواند مثل سنسورهای حرارتی بسته باشد، بدین معنی که در معرض عوامل نامطلوب از قبیل نور یا خوردگی قرار دارد.

تشخیص ذرات ویژه در بیشتر موارد مسأله اصلی نیست چون می‌توان با استفاده از روش‌های شیمی تجزیه‌ای همانند طیف‌سنج‌های جرمی یا روش‌های نوری یا مغناطیسی انجام داد. برخی از خواص مهم سنسورهای شیمیایی عبارتند از:

الف- ساختمان کوچک، نیرومند و قابل اعتماد

Ahwaz_Hackerz

ب- سازگاری میکروالکترونیکی

ج- قابلیت تجدید کردن

د- پاسخ انتخابی و سریع

هـ- بزرگ‌ترین غیر وابستگی ممکن از پارامترهای محیطی

و- قابلیت ساخت با استفاده از روش‌های میکروالکترونیکی قراردادی

این خواص بدین معنی است که رشته وسیعی از کاربردها وجود دارد. به‌عنوان مثال می‌توان به اندازه‌گیری نشت‌ها و حفاظت محیط زیست اندازه‌گیری ایمیسیون‌ها، جلوگیری از آتش و انفجارات اندازه‌گیری فرایندها (برای مثال در شیمی، در صنایع غذایی، بیوتکنولوژی) پزشکی، تکنولوژی اتومبیل، وسایل خانگی، تهیه آب و تجزیه فاضلاب، تجزیه سطح و مواد، اشاره کرد.

هدف پژوهشگران در زمینه توسعه سنسور شیمیایی همراهی کردن یک آزمایشگاه شیمی تجزیه‌ای کامل با یک چیپ منفرد است. اگرچه این مسأله در واقعیت هنوز یک انتظار دست نیافتنی است.

تاکنون تعداد بسیار زیادی سنسور شیمیایی ساخته شده است که متداول‌ترین آن‌ها سنسور SnO_2 برای آشکارسازی گازهای احیا شونده است سپس سنسورهای O_2 که بر پایه سنسورهای انتقال یون ZnO_2 قرار دارند. این پیشرفت علی‌رغم این حقیقت که مکانیسم‌های اساسی کارکرد سنسورهای شیمیایی اغلب کاملاً فهمیده شده‌اند، به وقوع پیوست. امروزه، یون‌ها در جامدات، غشاها یا اتصالات، اغلب در ساخت سنسورهای تجاری استفاده می‌شوند.

در سال‌های اخیر نیاز به سنسورهای شیمیایی افزایش یافته است. دلایل این، افزایش پیچیدگی زیاد فرایندهای تولیدی، توجیه اقتصادی استفاده از انرژی و مواد خام و کاهش آلودگی محیط زیست است. تمام این موارد باعث می‌شود که خیلی از پژوهشگران اکنون انرژی خود را برای توسعه سنسورهای شیمیایی با خواص ویژه برای کاربردهای ویژه و با اصول کاری شناخته شده صرف کنند.

انواع طرح

سنسورهای شیمیایی می‌توانند بر طبق زمینه‌های مختلف کاربردیشان طبقه‌بندی شوند.

در این متن از طبقه‌بندی زیر استفاده شده است:

۱- **سنسورهای هادی:** در این سنسورها تأثیر متقابل گاز با جامد (اکسید فلزی نیمه هادی یا نیمه هادی آلی) موجب تغییر در هدایت می‌شود. همچنین، یک تغییر در مقاومت می‌تواند موجب تغییر در دمای مواد تشکیل دهنده سنسور شود.

Ahwaz_Hackerz

۲- **سنسورهای نیمه‌هادی ساخته شده:** این سنسورها سازنده‌های نیمه‌هادی اصلاح شده‌ای هستند که در آن‌ها از تغییرات در لایه‌های دوگانه الکتریکی در مرزهای فازی برای اندازه‌گیری استفاده می‌شود.

۳- **سنسورهای الکتروشیمیایی:** دراین سنسورها از اثر کاتالیزوری الکترودهای ویژه برای تشخیص گاز یا تأثیر متقابل انتخابی مولکول‌ها یا یون‌ها با غشاهای ثابت در سیستم‌های تجاری استفاده می‌شود.

۴- **سنسورهای الکترولیت جامد:** این سنسورها در هدایت یونی و در سطوح هدایتی الکترونی قابل اغماض به کار می‌رود.

۵- **FETهای حساس شیمیایی:** در این سنسورها تأثیر متقابل یون‌ها یا مولکول‌ها در یک لایه یون انتخابی یا گاز حساس در ناحیه گیت یک FET سبب می‌شود که پتانسیل گیت ترانزیستور تغییر یابد. در اصل، این نوع سنسور ترکیبی از یک سنسور پتانسیومتری (لایه حساس) و یک آمپلی‌فایر بار است.

۶- **انواع دیگر سنسور:** این سنسورها به‌طور غیرمستقیم در فرایندهای شیمیایی عمل می‌کنند، مثل سنسورهای نوری، سنسورهای SAW و سنسورهای بیولوژیکی که به‌طور ویژه برای آشکارسازی مواد بیولوژیکی به‌کار می‌روند.

Ahwaz_Hackerz

Ahwaz_Hackerz

فصل چهارم

سنسورها بر پایه عناصر معمول اندازه‌گیری و انواع آن

٤-١ سنسورها بر اساس عناصر معمول اندازه‌گیری

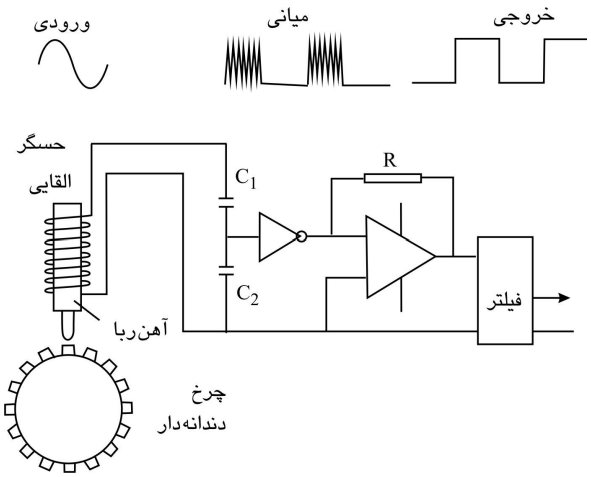
هر عنصر اندازه‌گیری را نمی‌توان سنسور نامید. این‌گونه وسایل اندازه‌گیری شامل اندازه‌گیری دما بر اساس درجه حرارت مقاومت، ترموکوپل، PTC یا عناصر NTC، WSG با انواع طرح‌های مختلف هندسی، تکنیک‌های ساخت (فیلم، سیم، WSG نیمه‌هادی) با کاربردهای بی‌شمار هستند. باید خاطر نشان کرد که تکنولوژی میکروالکترونیک توسعه تکنیک‌های جدید (سنسورهای یکپارچه یا لایه ضخیم درجه حرارت، سنسور خازنی فشار و WSG مدار مجتمع) را ممکن ساخته است. شکی نیست که میکرومکانیک نیز امکانات جدیدی ایجاد کرده است علاوه بر این قابلیت تحلیل اطلاعات با میکروالکترونیک نقش قابل ملاحظه‌ای را برای تمایل به توسعه استفاده از عناصر معمول اندازه‌گیری ایفا می‌کند اگر خروجی سنسور قادر به ارسال علائم الکتریکی صحیح در بخشی از اطلاعات باشد، با استفاده از الگوریتم و نرم‌افزار مناسب می‌توان اطلاعاتی را که قبلاً غیرقابل دسترس بودند به دست آورد. گونه‌های مختلف سنسورها شامل انواع قلیایی، خازنی، مافوق صوت، سنسورهای همبستگی (Correlation) و جریان اِدی و ممان نیرو هستند که اکثر این‌ها را نمی‌توان خیلی کوچک ساخت، پس سنسورهای میکروالکترونیک به شمار نمی‌آیند. در هر حال آن‌ها تعریف اصلی ما را در سنسور کاملاً بیان می‌کنند. در اینجا تعدادی از نمونه‌های معمول این سنسور را معرفی می‌کنیم.

٤-١-١ سنسور القایی

از حسگرهای القایی بیشتر برای اندازه‌گیری سرعت چرخش و در بعضی موارد برای تعیین وضعیت عضو چرخان استفاده می‌شود. این حسگرها بر اساس القای الکتریکی کار می‌کنند، یعنی در آن‌ها یک شار مغناطیسی متغیر، نیروی محرکه الکتریکی در سیم‌پیچ را القا می‌کند. در شکل ٤-١ این اصل و نیز

Ahwaz_Hackerz

ساختاری برای تعیین سرعت چرخش و وضعیت میل لنگ نشان داده شده است.



شکل ۱-۴ حسگر القایی با مدار قطع و وصل

ولتاژ خروجی بیشتر حسگرهای القایی تقریبی از یک موج سینوسی است. دامنه این سیگنال به آهنگ تغییر بستگی دارد و آهنگ تغییر شار عمدتاً در مرحله طراحی تعیین می‌شود. عوامل مؤثر بر آهنگ تغییر شار، تعداد دورهای سیم‌پیچ، شدت میدان مغناطیسی، فاصله بین حسگر و عضو چرخان است.

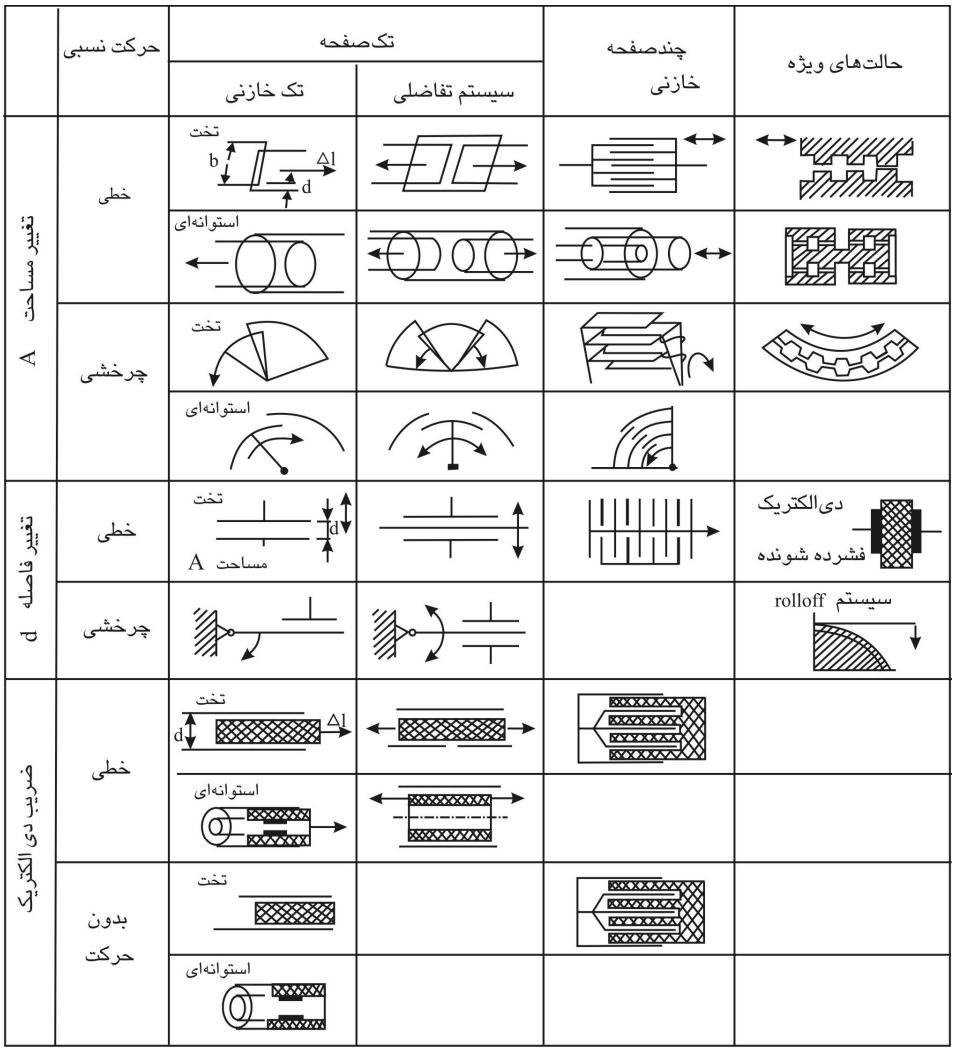
وقتی از این حسگر استفاده می‌شود، ولتاژ خروجی حسگر با افزایش سرعت چرخش افزایش می‌یابد. در بیشتر کاربردها برای اندازه‌گیری از فرکانس سیگنال استفاده می‌شود. متداول‌ترین راه تبدیل خروجی یک حسگر القایی به صورتی قابل استفاده، عبور دادن آن از یک مدار راه‌انداز اشمیت است، بدین ترتیب یک موج مربعی با دامنه ثابت و فرکانس متغیر تولید می‌شود.

در بعضی موارد از خروجی این حسگر برای روشن و خاموش کردن نوسان‌ساز یا فرونشانی نوسانات استفاده می‌کنند. نوسان‌ساز، فرکانس بسیار بالایی در حدود 4 مگاهرتز تولید می‌کند، هنگامی‌که سیگنال رسیده از حسگر، نوسان‌ساز را قطع و وصل کند سپس حاصل کار فیلتر شود، موج مربعی تولید می‌شود. این سیستم مقاومت خوبی در برابر تداخل دارد.

۴-۱-۲ سنسورهای خازنی

رابطه‌ای که برای بیان ظرفیت خازن به کار می‌رود وابستگی ظرفیت را به ضریب دی‌الکتریک، مساحت صفحات (A) و به فاصله بین صفحات (d) نشان می‌دهد. شکل ۲-۴ برخی از حالت‌های مختلف سنسور خازنی را نشان می‌دهد.

Ahwaz_Hackerz

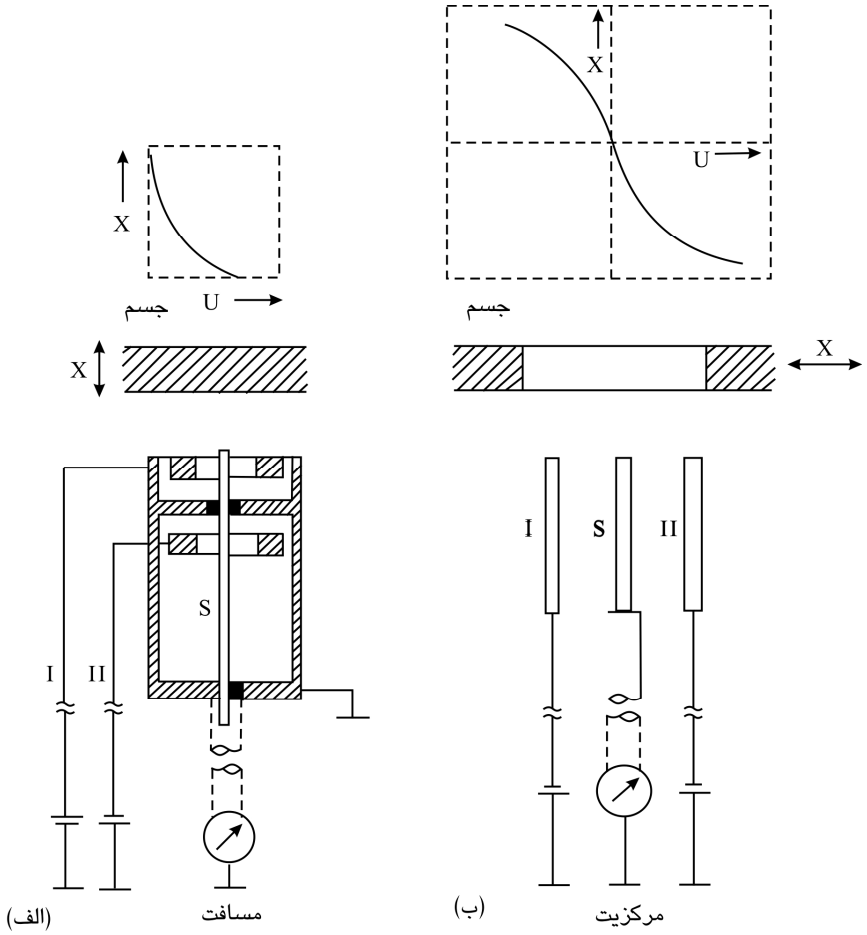


شکل ۲-۴ انواع سنسورهای خازنی

مزیت اصلی سنسورهای خازنی در ساختار ساده آن‌ها، کامل‌ترین درجه محاسبه‌ای که ارائه می‌دهند و ثبات بسیار بالای آن‌هاست. سنسورهای خازنی را می‌توان در درجه حرارت‌های بالا به کار برد. خروجی این سنسورها به صورت دیجیتال یا آنالوگ است. مدت زیادی است که سنسورهای خازنی به عنوان سنسورهای فاصله، موقعیت و فشار به کار گرفته شده‌اند. همچنین با به کارگیری روش‌های لایه نازک و لایه ضخیم، اکنون امکان برای تولید سنسورهای مینیاتوری وجود دارد. سنسورهایی که با تکنولوژی میکرومکانیک ساخته شده‌اند، مثل سنسورهای شتاب، مزایای ویژه‌ای دارند.

Ahwaz_Hackerz

یک نوع سنسور خازنی به ظاهر ساده ولی بسیار مهم، سنسور میدان دی‌الکتریک است. این سنسور دارای سه الکترود است مطابق با شکل ۳-۴ به الکترودهای یک و دو، ولتاژ متناوب با فازهای مخالف هم اعمال می‌شود. ولتاژ حاصله در الکترود S ثابت شده و برای تحلیل بیشتر از روی فرکانس و حساسیت فاز بررسی می‌شود. در حالت تعادل، ولتاژ الکترودها صفر است. اگر جسمی (هادی یا غیرهادی) این تعادل را به هم زند، نسبت ولتاژ تغییر می‌کند در آن زمان اندازه‌گیری مستقیم فاصله یا اندازه‌گیری فاصله وابسته به جهت، قابل انجام است و بستگی به موقعیت الکترودها دارد. همچنین این سیستم با حساسیت زیاد نسبت به تغییرات مکانی سنسور، عکس‌العمل نشان می‌دهد. در بازه محدود تغییرات می‌توان سیستم را خطی فرض کرد.



شکل ۳-۴ اصول سنسور میدان‌دی‌الکتریک (الف) برای اندازه‌گیری مسافت (ب) برای تعیین مرکزیت

Ahwaz_Hackerz

در هر دو حالت حساسیت سیستم 10^{-5} است. اگر از مواد حامل سرامیکی مناسب استفاده شود، اندازه‌گیری تا درجه حرارت $1000^{\circ}C$ امکان‌پذیر است. بازه‌های قابل اندازه‌گیری از متر (با دقت سانتی‌متر) الی میلی‌متر (با دقت چند صد نانومتر) هستند، که باعث استفاده گسترده این سنسورها شده است که این کاربردها عبارتند از: سنسورهای ماشین ابزار در کارهای فلزی و به عنوان تعیین موقعیت قطعات و دستگاه‌ها.

۳-۱-۴ سنسورهای مافوق صوت

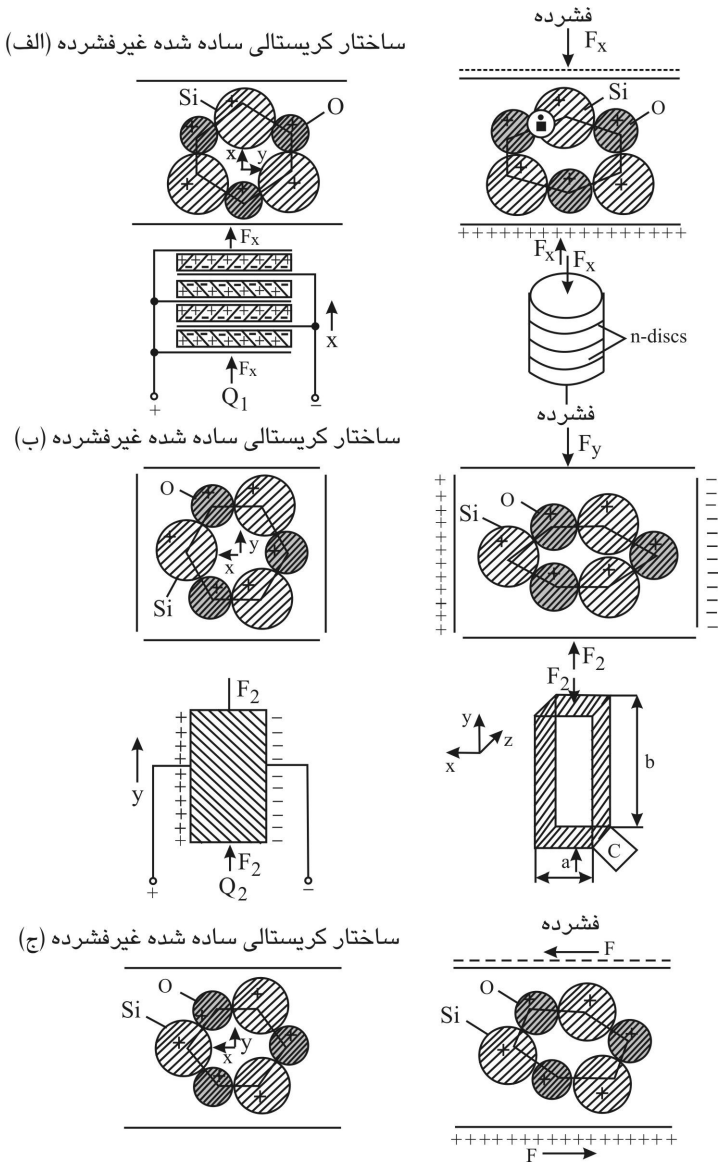
اصطلاح مافوق صوت برای موج‌های الاستیکی با فرکانس بالای 20 کیلوهرتز به‌کار می‌رود. طبیعت، روش‌های مختلفی برای ایجاد و دریافت امواج مافوق صوت فراهم کرده است. توسعه تکنولوژی اجازه افزایش روش‌های جدید نسبت به روش‌های طبیعی را به انسان داده است. در این بین اثر پیزوالکتریک نقش قطعی را ایفا کرده است.

اگر برخی کریستال‌های خاص در معرض فشار مکانیکی قرار گیرند، بارهای الکتریکی تولید می‌شوند که این پدیده به عنوان اثر مستقیم پیزوالکتریک شناخته شده است. کریستال‌ها با حضور یک محور قطبی پایا با عدم وجود یک مرکز تقارن مشخص می‌شوند. کوارتز بهترین نمونه شناخته شده این طبقه است.

اثر مستقیم پیزوالکتریک قابل برگشت است بنابراین در تولید صدا به کار می‌رود. اگر یک میدان الکتریکی متناوب به کوارتز اعمال شود، نوسانات مکانیکی متناظر تولید شده و به صورت امواج صوتی منتشر می‌شوند. در بررسی کوارتز خواص پیزوالکتریک در برخی مواد پیزو سرامیک از قبیل Barium titanate یا Zirconium titanate یا موادی از قبیل سولفات لیتیم وجود دارد. به کار بردن عناصر مبدلی که از این مواد ساخته شده در مایعات، گازها و جامدات ممکن است. در هر حال تفاوت قابل ملاحظه‌ای در رفتار این مواد وجود دارد. اگر این مبدل توسط پالسی تحریک شود با فرکانس معینی نوسان می‌کند که به سرعت صدا و چگالی قطعه بستگی دارد و تنها قسمتی از انرژی صوتی، از محیط قطعه عبور کرده و وارد محیط مرزی می‌شود.

مبدل‌های پیزوالکتریک ضریب کیفیت بالایی دارند. اگر کریستال پیزوالکتریک تحریک شود زمان میرایی طولانی خواهد داشت. اگر نوسان کننده، میرا شود تنها ایجاد پالس‌های خیلی کوتاه صوتی امکان‌پذیر خواهد بود و اگر مبدل میرا نشده‌ای در فرکانس تشدید تحریک شود، ضریب کیفیت بالای آن باعث پخش امواج مافوق صوت با شدت بالا می‌شود. این مزیت نوسان‌سازهای پیزو سرامیک در مبدل گیرنده باند باریک نیز به کار می‌رود.

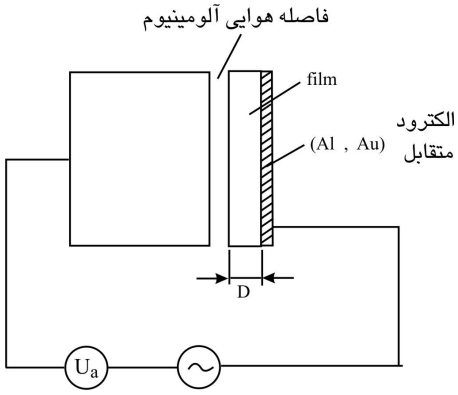
Ahwaz_Hackerz



شکل ۴-۴ انواع صورت‌های اثر پیزوالکتریک (الف) محورطولی (ب) محورعرضی (ج) محورقطری

نوع مهمی از سنسورهای مافوق صوت، مبدل‌های انرژی الکترواستاتیک معروف به مبدل‌های سل (Sell) هستند و کاربرد فراوانی دارند.

Ahwaz_Hackerz



شکل ۵-۴ مبدل الکترواستاتیک

یک الکترود از یک صفحه بزرگ و سفت و الکترود دیگر از لایه فلزی هادی تشکیل شده که آن هم به صفحه نازک دیافراگم متصل شده است. مابین فیلم و الکترود مذکور یک لایه هوا وجود دارد در حین کار ولتاژ ثابتی به خازن اعمال می‌شود که باعث کشیده شدن فیلم به طرف صفحه می‌شود، ولتاژ متناوبی با دامنه کمتر از ولتاژ مذکور باعث تغییر نیرو بین صفحات و تغییر موقعیت دیافراگم می‌شود. هوای بین الکترود و فیلم مشابه فنر و دیافراگم به عنوان جرم عمل می‌کند. سیستم جرم و فنری که این‌طور تشکیل شده، فرکانس تشدیدی وابسته به لایه هوا و دیافراگم دارد و با تغییرات مکانیکی امکان تنظیم فرکانس تشدید وجود دارد. هرچه صافی سطح بیشتر باشد به همان اندازه پهنای باند مبدل بیشتر و زمان پاسخ آن کوتاه‌تر است.

سنسورهای مافوق صوت مدت زیادی است که در بخش‌های بسیار از قبیل تست‌های غیرمخرب مواد و به طور روزافزون در وسایل پزشکی، مثلاً توموگراف مافوق صوت، به کار می‌رود اما فقط در سال‌های اخیر سنسورهای مافوق صوت نقش مهمی پیدا کرده‌اند، دلیل این مسأله فقدان عناصر مبدل مافوق صوت مناسب با قابلیت استفاده در محیط‌های صنعتی، با حضور اصوات فرکانس بالا و مزاحم با شدت بالا است.

قابلیت تحلیل اطلاعات با تکنولوژی میکروالکترونیک عامل مهمی برای بیرون کشیدن اطلاعات با به کارگیری الگوریتم مناسب شده است. برخی از کاربردهای سنسور مافوق صوت شامل اندازه‌گیری فاصله‌ها، آشکارسازه‌های صنعتی، طبقه‌بندی اشیا و اندازه‌گیری فرایندهاست.

سنسورهای مافوق صوت، به عنوان سنسورهای مسافت یا تفکیک کننده، در ابتدا به صورت انتشار پالس صوتی و دریافت انعکاس آن در هوا به کار گرفته می‌شدند. پالس صوتی به وسیله فرستنده‌ای منتشر شده و توسط جسمی‌که موردنظر اندازه‌گیری بود انعکاس یافته و با مبدل دیگری دریافت می‌شد. همین

Ahwaz_Hackerz

اصول می‌تواند برای اندازه‌گیری ارتفاع از سطح مفروض به کار رود. انواع زیادی از این نوع سنسورهای مسافت به صورت تجاری در دسترس هستند. بطور کلی، حدود اندازه‌گیری تحلیل و دقت این نوع سنسور مسافت، بستگی به فرکانس و شکل هندسی مبدل صوتی دارد. مبدل‌های با فرکانس بالا پرتو صوتی را بهتر متمرکز کرده و بدین ترتیب دقت بیشتری را به دست می‌آورند در عین حال مقدار تضعیف آن بیشتر بوده و فاصله‌های قابل اندازه‌گیری کوتاه‌تر می‌شود. عموماً این نوع مبدل در فرکانس حدود 20 الی 400 کیلوهرتز به‌کار می‌رود. در زمان کاربرد، لازم است که اطلاعات پایه از پارامترهای محیط نظیر درجه حرارت، فشار، رطوبت یا آلودگی هوا که در اندازه‌گیری مؤثرند گرفته شود.

سنسورهای مافوق صوت به عنوان آشکارساز حضور جسم نیز به کار می‌روند. اگر بین فرستنده و گیرنده مسیر صوتی برقرار باشد و جسمی از میان آن مسیر عبور کند خروجی سنسور عبور جسم را در زمان قطع پرتو صوتی نشان می‌دهد.

کاربرد سنسور مافوق صوت به عنوان تفکیک اشیا و آشکارسازی جسم در آینده قطعاً بسیار جالب خواهد بود. سنسورهای نوری لبه‌های سطح را با دقت بالا تشخیص می‌دهند، سنسورهای مافوق صوت لبه‌های سه بعدی را می‌توانند آشکار کنند. نتایج عالی با جمع اصول این دو سنسور یعنی به عبارت دیگر با تلفیق ماتریس سنسورهای مافوق صوت با دوربین ویدیویی حاصل می‌شود. حساسیت بالای عناصر مبدل پیزوالکتریک، آن‌ها را به ویژه برای ساختاربندی این نوع ترکیب توزیع شده سنسورها مناسب کرده است.

همچنین سنسورهای مافوق صوت که میزان انتشار صوتی را آشکار می‌کنند مهم بوده و اطلاعات مربوط به انواع شکست‌ها و پارگی‌ها را فراهم می‌کنند. یکی دیگر از حیطه‌های کاری برای سنسورهای مافوق صوت، حیطه گسترده اندازه‌گیری فرایند است. اگر خودمان را محدود به مشاهده سیستم‌های مایع کنیم می‌توانیم دو بخش نحوه انتشار صوت، (یعنی بین انتشار در مایعات ساده و انتشار در سیستم‌های پیچیده متشکل از چند ماده) را تشخیص دهیم. تلفیق سنسورهای دیگر، انواع مختلفی را که در برگیرنده کاربردهای جدید در شیمی، صنایع خودرو، صنایع داروسازی، صنایع غذایی و بیوتکنولوژی هستند، ممکن می‌سازد.

۴-۱-۴ سایراصول

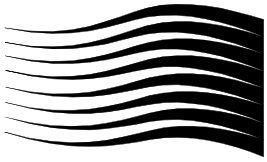
اصول جالب سنسورها با ترکیب فرایندهای شناخته شده تحقق می‌یابد. بدین ترتیب با ترکیب فرایند جریان القایی و جریان اِدی، سنسوری برای اندازه‌گیری سرعت چرخش مواد فرومغناطیسی و مواد غیرمغناطیسی ایجاد می‌شود. اندازه‌گیری حتی در درجه‌های بالای گریز از مرکز قسمت دوار ممکن

Ahwaz_Hackerz

است. سنسورهای جریان اِدی برای آشکارسازی درزها و شکاف‌ها در مخزن‌های آهنی مناسب هستند و برای اندازه‌گیری مقادیر جریان انواع سنسورهای هادی مایع می‌توانند استفاده شوند. سنسورهای همبستگی به دلیل وجود آنالیزهای سریع FFT مورد توجه هستند. در این حالت، اساس سنسور می‌تواند مافوق صوت، القایی یا خازنی باشد. سنسورهای همبستگی در میان سایر انواع برای تعیین جریان، کیفیت سطح یا سرعت سطح به‌کار می‌روند.

Ahwaz_Hackerz

Ahwaz_Hackerz



فصل پنجم

سنسورهای تشدیدی و انواع آن

۵-۱ سنسورهای تشدیدی

بسیاری از سنسورهایی که امروزه به‌کار می‌روند دارای خروجی آنالوگ هستند. تطبیق برای پردازش میکروالکترونیکی اطلاعات با تبدیل سیگنال‌های آنالوگ به دیجیتال به دست می‌آید. پردازش با پیچیدگی کم یا زیاد بستگی به تکنولوژی به‌کار رفته در سنسور دارد. حالت ایده‌آل سنسوری است که با پردازش الکترونیکی جمع شده باشد و سیگنال آن قابل انطباق با عملیات ریزپردازنده به‌صورت یک درگاه خروجی باشد. بین دو نوع سنسور آنالوگ و حالت ایده‌آل آن، سنسور دیگری یافت می‌شود که خروجی آن به‌صورت آنالوگ است. هنوز مثال‌های اندکی از سنسورهای ایده‌آل دیجیتالی وجود دارد. سنسورهای فیلیپ‌فلاپ یکی از آن‌هاست، تمامی آشکارسازهای زاویه یا طول را نیز می‌توان جزء آن‌ها به‌حساب آورد. با مرور کدهای علامت زده شده روی دیسک‌های نوری توسط سنسورهای نوری سیگنال دیجیتالی در چهار کانال حاصل می‌شود. خروجی سنسورهای فرکانس - آنالوگ به آسانی قابل تبدیل به سیگنال دیجیتالی یا پردازش الکترونیکی است. اکثر این سنسورها بسیار دقیق بوده و در نتیجه این برای کاربران جالب توجه است. لازم است که دو نوع سنسورهای فرکانسی و آنالوگ را از هم تشخیص دهیم:

الف- سنسورهایی که بر پایه نوسان‌سازهای الکترونیکی قرار دارند که در آن‌ها سنسور عنصر تعیین‌کننده فرکانس است.

ب- سنسورهایی که ساختار تشدیدی مکانیکی دارند از نوع سنسورهای فرکانسی هستند.

دسته اول شامل نوسان‌سازهای حلقوی هستند که به صورت سنسور فشارند. گرچه برای توسعه آن‌ها تلاش می‌شود اما هنوز نمونه‌های خیلی کمی از این سنسورها وجود دارند. دسته دوم شامل انواعی است

Ahwaz_Hackerz

که فرکانس تشدید یا فرکانس انتشار ساختار مکانیکی آن‌ها اندازه‌گیری می‌شود. مقادیری که باید تعیین شوند از روی این اندازه‌گیری‌ها مشخص می‌شوند. سنسورهای تشدیدی به سرعت کاربردهای فراوانی پیدا کردند. آن‌ها نه تنها به دلیل قابلیت ساخت مینیاتوری بلکه به دلیل اثر تشدیدی خود مهم هستند. همچنین بازه وسیعی از سنسورهای میکرومکانیکی همانند سنسورهای ارتعاشی، سنسورهای چگالی یا فلومترها را در برمی‌گیرند.

۱-۱-۵ سنسورهای تشدیدی کوارتز

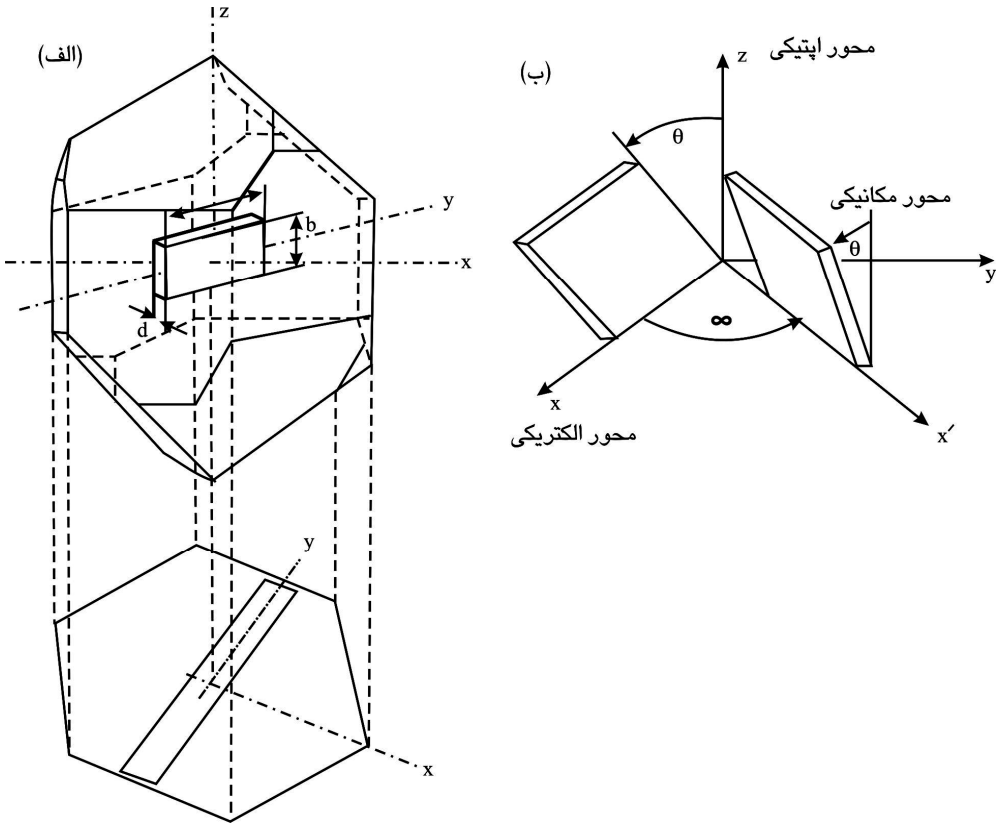
کوارتز متبلور، ماده‌ای با خواص ارتجاعی بی‌نهایت ثابت و قابلیت‌های پیزوالکتریک است و مقادیر وسیعی از آن برای سالیان بسیاری به عنوان تثبیت کننده فرکانس در مدارات الکترونیکی به‌کار رفته است بنابراین اطلاعات در مورد آن بسیار دقیق است. با استفاده از تشدید کننده‌های کوارتز دستیابی به ضریب کیفیت مکانیکی تا حد 10^5 و در نتیجه ایجاد دقت بالا امکان دارد. این یک مزیت بزرگ سنسورهای تشدیدی کوارتز است. تشدید کننده‌های کوارتز ورقه‌های نازکی از کوارتز متبلور هستند که الکترودها روی آن نصف شده‌اند. این ورقه‌ها از مونوکریستال‌های کوارتز شکل۱-۵ بریده شده‌اند. بسته به شکل کریستالی قطعه برش یافته و ترکیب الکترودها، انواع مختلف تشدید کننده‌ها قابل دستیابی است. عوامل مؤثر شامل برش سطحی، برش عرضی و نوسان‌سازهای پیچشی و خمشی هستند. هر کدام از انواع نوسان‌ها برای کاربردهای خاص سنسور مناسب است. در اکثر نوسان‌سازها از برش‌های عرضی کوارتز استفاده می‌شود که فرکانس تشدید آن‌ها عبارتند از:

$$f_r = (1/2d)C = (1/2d)\sqrt{\frac{C_{11}}{\rho}}$$

که d ضخامت ورقه کوارتز، ρ چگالی و C_{11} ضریب الاستیکی آن در جهت موج صدایی است که با سرعت C منتشر می‌شود.

ساختار سه ضلعی بلوری کوارتز به آن خواص غیرهمسان بالایی می‌دهد. همچنین فرکانس تشدید بستگی به جهت ورقه کریستال نسبت به محور کریستال دارد (شکل۱-۵ ب). به دلیل وابستگی ضرایب به دما، فرکانس نیز وابسته به دما خواهد بود و این باعث تغییر زاویه برش می‌شود.

Ahwaz_Hackerz



شکل ۱-۵ (الف) مونوکریستال کوارتز و مختصات یک نوسان‌ساز کوارتز z: محور سه ضلعی x: محور عرضی نوسان y: محور طولی نوسان (ب) زوایای برش و بین نوسان‌ساز کوارتز و محور اپتیکی (z) و محور الکتریکی (x)

۵-۱-۲ سنسورهای موج صوتی سطحی (SAW)

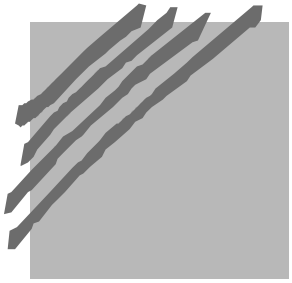
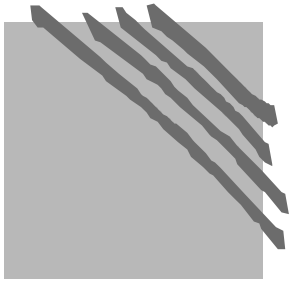
سنسورهای SAW مدت زیادی است که برای اجزای خاص الکترونیکی همانند خطوط تأخیر، فیلترهای آنالوگ دیجیتال و تشدید کننده‌ها استفاده شده‌اند. این نوع اجزا به خوبی از اثرات محیطی محافظت شده‌اند. موج‌های صوتی سطحی، موج‌های مکانیکی در سطح یک ماده جامد پیزوالکتریک هستند که مهم‌ترین آن‌ها موج‌های رایلی است. این موج‌ها دارای یک جزء طولی هستند که در امتداد سطح صفحه پخش می‌شود و یک برش عمودی دارند که به‌طور نمایی در زیر لایه کاهش می‌یابد. سرعت انتشار این نوع موج‌ها تقریباً ده برابر سرعت نور است. این موج‌ها با اضافه کردن دو جفت الکترود فلزی شانه‌ای شکل، روبه‌روی هم در دو انتهای یک لایه پیزوالکتریک و با استفاده از روش‌های لیتوگرافی تولید

Ahwaz_Hackerz

می‌شوند. سیگنال الکتریکی اعمال شده به یکی از این جفت الکترودها، باعث تولید میدان الکتریکی در لایه پیزوالکتریک و تغییر شکل موج‌ها در روی سطح شده و در نتیجه موج در دو جهت عمود بر دندانه‌های شانه‌ای شکل انتشار می‌یابد. موجی که سراسر سطح لایه را به طرف جفت دیگر الکترود طی می‌کند به‌عنوان یک سیگنال الکتریکی، قابل آشکارسازی است فرکانس SAW می‌تواند بین 10 MHZ تا 1GHz قرار بگیرد. طول موج بین 1 µm الی 100 µm وابسته به خواص لایه است و دامنه موج عموماً در محدوده آنگستروم قرار دارد. مشخصه ویژه موج‌های صوتی سطح، محدود بودن انتشار آن‌ها به لایه نازکی در امتداد سطح آن است که ضخامت آن تقریباً برابر طول موج است. این سنسورها تأثیر قابل ملاحظه‌ای روی فرکانس و سرعت انتشار امواج صوتی دارند، از این خاصیت می‌توان برای تعیین جرم و مشخصه لایه‌ای که بعداً روی سنسور قرار می‌گیرد استفاده کرد همچنین در این سنسورها، آشکارسازی مقدار هدایت و ضریب دی الکتریک نیز امکان‌پذیر است.

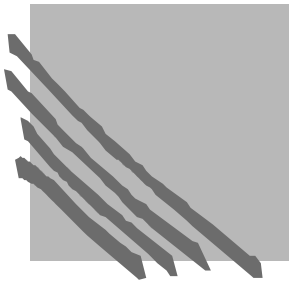
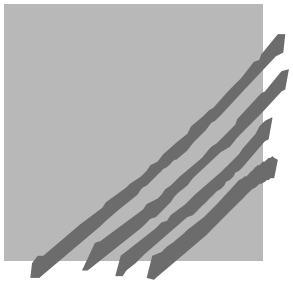
سنسورهای SAW به عنوان آشکارساز جابه‌جایی، جریان یا سنسورهای مشخص کننده وضعیت لایه‌های نازک مثل تغییرات یا نشت آن قابل استفاده هستند. از اواخر دهه ۱۹۷۰ کارهای بیشتری برای استفاده از سنسور SAW به عنوان سنسورهای شیمیایی یا بیولوژیکی انجام شد. سنسورهای رطوبت و چگالی نیز متعلق به این دسته هستند. اصلی که در اکثر این سنسورها به کار رفته قرار دادن یک لایه حساس شیمیایی روی زیرلایه پیزوالکتریک است و این لایه حساس به‌طور انتخابی جاذب مورد اندازه‌گیری است. بنابراین تغییر جرم لایه بیرونی باعث تغییر فرکانس در سنسور می‌شود. انتظار می‌رود که استفاده از این سنسورها حوزه‌های کاربردی بیشتری در آینده داشته باشند.

Ahwaz_Hackerz

بخش دوم

کاربرد سنسورها در خودروهای سواری

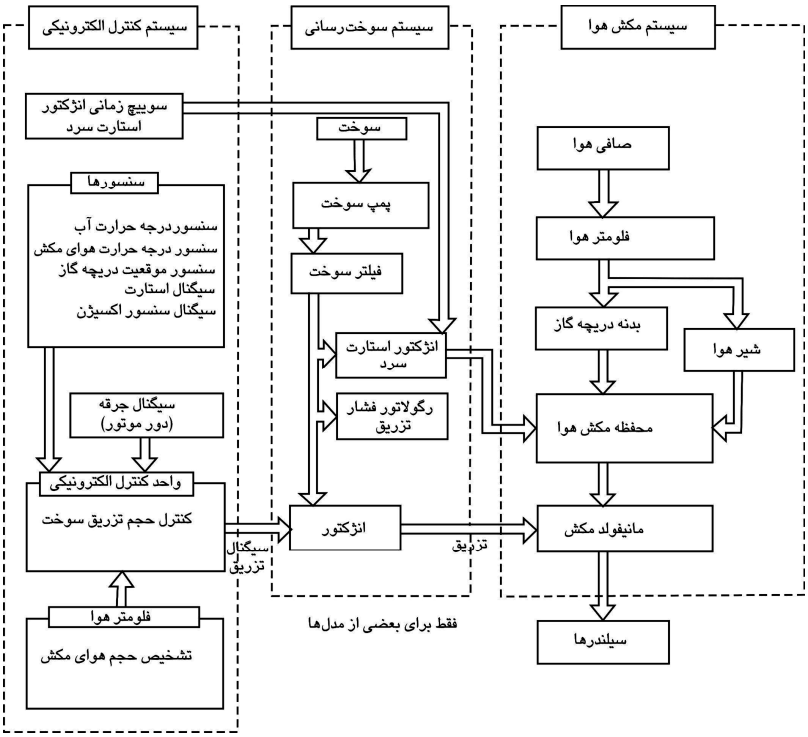
Ahwaz_Hackerz

Ahwaz_Hackerz

فصل ششم

سنسورهای متغیر با دما

قبل از وارد شدن به بحث سنسورها بهتر است که ارتباط آن‌ها با یکدیگر و قسمت‌های مختلف خودرو را بدانیم. در یک خودرو از سنسورهای مختلفی مانند آنچه در شکل ۱-۶ نشان داده شده است استفاده شده و وجود سنسورها امکان ایجاد کنترل الکترونیکی روی قسمت‌های مختلف را میسر می‌سازد. شکل ۱-۶ به خوبی بیان کننده این ارتباط است.

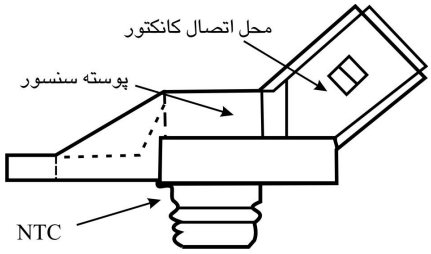


شکل ۱-۶ نشان دهنده ارتباط سنسورها با یکدیگر

Ahwaz_Hackerz

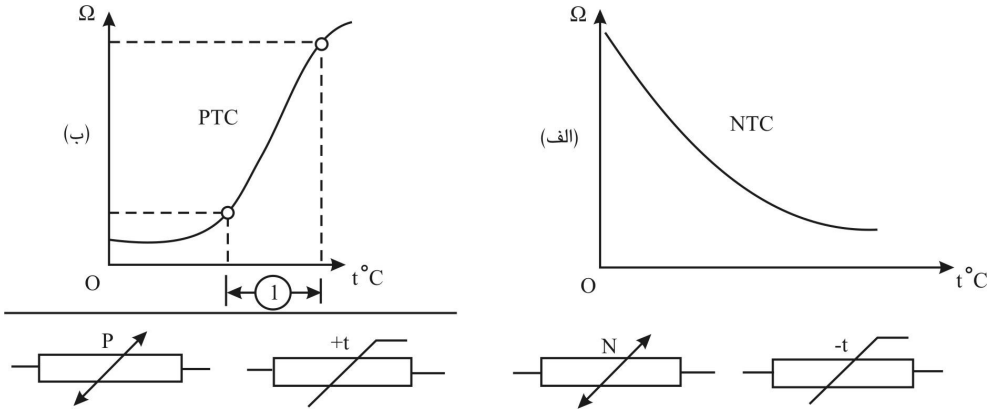
۶-۱ سنسور دمای هوای ورودی (منیفولد)

این سنسور روی بدنه دریچه گاز نصب شده و اطلاعات مربوط به دمای هوای ورودی منیفولد را به *ECU*[1] گزارش می‌دهد.



شکل ۶-۲ سنسور دمای هوای ورودی (منیفولد)

این سنسور از نوع NTC است، با افزایش دما مقدار مقاومت الکتریکی آن کاهش می‌یابد.



شکل ۶-۳ نمودار مقاومت PTC و NTC

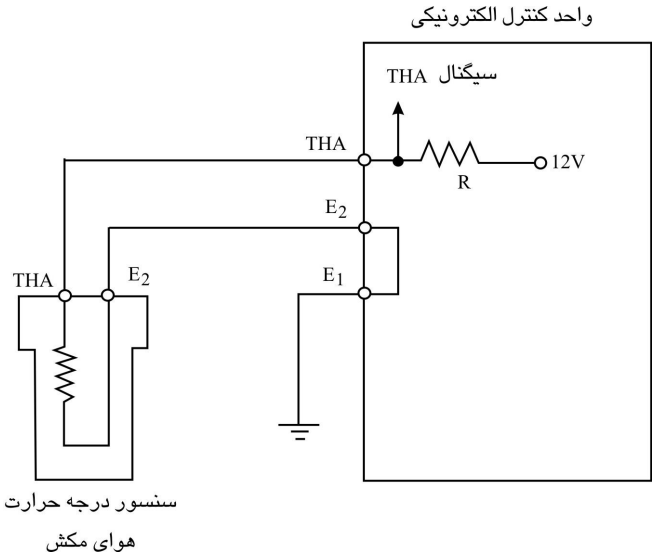
این سنسور در زمان سوییچ باز فعال است تا اطلاعات دمای هوای منیفولد ورودی را به ECU گزارش دهد و ECU بر طبق آن تصمیم‌گیری کند. همچنین در زمان موتور روشن فعال است و پس از خاموش شدن موتور از کار می‌افتد. اطلاعات این سنسور برای محاسبه مقدار هوای مورد استفاده موتور به‌کار می‌رود.

نقش این سنسور از بعضی جهات مهم است زیرا در شرایط مختلف دمایی، وزن هوای موجود در یک حجم بخصوص ثابت نیست. مقدار هوای موجود در این حجم ثابت در دمای پایین، سنگین‌تر از زمانی

1- ECU: Electronic Control Unit

Ahwaz_Hackerz

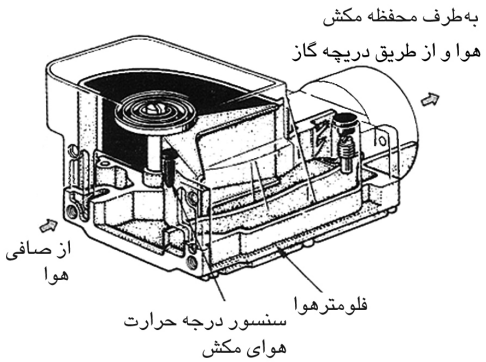
است که هوا گرم باشد. اگر این سنسور درست کار نکند ECU دیگر قادر نخواهد بود کـه میـزان هـوای ورودی را به درستی تعیین کند. گستره تغییرات این سنسور بین 200 تا 600 کیلواهم است.



شکل ۴-۶ مدار الکتریکی سنسور دمای هوای ورودی

عملکرد خودرو هنگام خرابی این سنسور

نبود این سنسور برای خودروهای کاربراتوری باعث می‌شود که ایـن خودروهـا هیچگـاه تنظـیم نباشـند. وقتی شما کاربراتور را تنظیم می‌کنید ناخودآگاه این تنظیم فقط برای همان ساعت معتبر خواهد بود. به محض تغییر ساعت و متعاقب آن گرم و سرد شدن هوا هنگام صبح خودرو از تنظیم خارج می‌شود.



شکل ۵-۶ قسمت‌های داخلی یک نمونه سنسور دمای هوای ورودی

Ahwaz_Hackerz

بنابراین با توجه به عملکرد مهم این عنصر در خرابی آن، معمولاً خودرو در ساعات مختلف روز و یا ایام مختلف هفته حالات مختلفی از خود نشان می‌دهد که این مورد بیشتر برای خود راننده قابل حس است تا شخص تعمیر کننده خودرو، با توجه به سنسور دمای هوای ورودی این مورد در خودروهای انژکتوری وجود نخواهد داشت.

اگر این سنسور درست کار نکند ECU دیگر قادر نخواهد بود که میزان هوای ورودی را به درستی تعیین کند و خودرو در جاده‌های مختلف با ارتفاع‌های مختلف بد کار می‌کند. برق ورودی این سنسور به دلیل تغییر مقاومت دو سر آن بر حسب دمای هوا متغیر بوده و هرچه گرم‌تر شود مقدار آن کمتر خواهد شد.

۶-۲ سنسور دمای آب رادیاتور (دمای موتور)

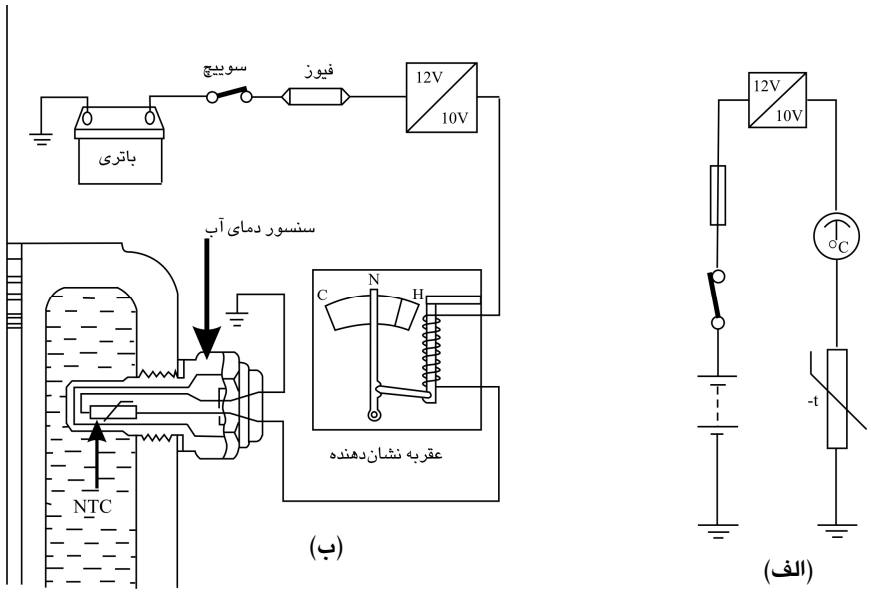
اصولاً یکی از مزایای سیستم انژکتوری نسبت به کاربراتوری قابلیت مناسب آن در استارت‌های اولیه و روشن شدن راحت خودرو در هوای سرد است. این سنسور دارای ویژگی خاصی است که بر مبنای آن می‌تواند اطلاعات دمای آب رادیاتور را به ECU برساند.

شکل ۶-۶ سنسور دمای آب رادیاتور

این ویژگی که از آن با عنوان "مقاومت متغیر با دما" (Thermistor) یاد می‌شود دارای این خاصیت است که میزان مقاومتی که سنسور ارائه می‌دهد با تغییر دمای بدنه آن افزایش و یا کاهش می‌یابد. سنسور دمای آب که با تغییر دما دچار کاهش مقاومت داخلی می‌شود اصطلاحاً مقاومت NTC گفته می‌شود. این سنسور در خودرو روی سر سیلندر و در کنار ترموستات آب نصب شده است که با آب در حال گردش سیستم موتور، در تماس مستقیم است. همزمان با گرم شدن آب، مقدار مقاومت دیده شده روی پایه‌های این سنسور و متعاقب آن روی پایه‌های ECU کاهش می‌یابد پس مقاومت داخلی این سنسور به نوعی می‌تواند بیان کننده دمای آب موتور باشد.

شکل ۶-۷ نحوه قرار گرفتن این سنسور در خودرو را نشان می‌دهد.

Ahwaz_Hackerz



شکل ۷-۶ نحوه قرار گیری سنسور دمای آب در خودرو (الف) شماتیک مدار (ب) نمایش واقعی

تذکر: وظیفه ساسات اتوماتیک سیستم انژکتوری به عهده استپ موتور و ECU است اما اطلاعات و دستور اولیه برای اجرای آن را سنسور دمای آب ارسال می‌کند.

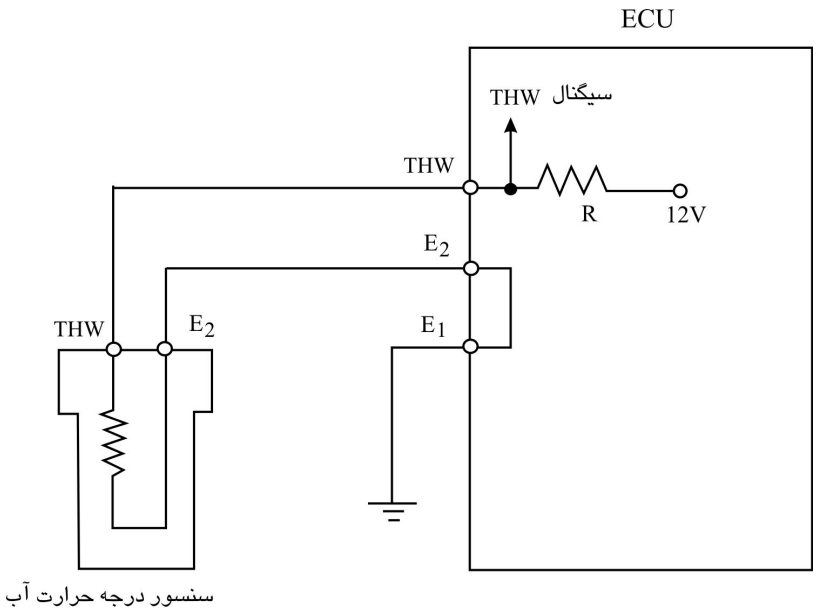
نکته: *معمولاً داغ‌ترین قسمت موتور جایی است که آب پس از خنک کردن موتور قصد خروج از آن را دارد که دقیقاً محل ترموستات است. به همین دلیل در بیشتر خودروها، سنسورهای دمای آب را در کنار ترموستات نصب می‌کنند. گستره تغییرات مقاومت این سنسور بین 100 اهم تا 4.5 کیلو اهم است.*

عیب‌یابی سنسور دمای آب رادیاتور

برای تست این سنسور می‌توان آن‌را گرم کرد و بررسی کرد که مقاومت دو سر خروجی آن کم می‌شود یا خیر. اگر مقاومت کاهش پیدا کرد مطمئن شوید که سنسور سالم است. گرمای زیادی لازم نیست، با برداشتن سنسور از روی اتومبیل، باید به گرمای دست شما جواب بدهد. اگر حسگر آب رادیاتور روی اتومبیل نصب باشد، تخلیه آب و درآوردن آن کار آسانی نیست. بهتر است موتور را روشن کنید و عقربه نشان دهنده دمای آب را بررسی کنید. با گرم شدن موتور مقاومت باید پایین بیاید وگرنه حسگر باید تعویض شود.

در شکل ۸-۶ مدار این سنسور در خودرو نشان داده شده است.

Ahwaz_Hackerz



شکل ۸-۶ مدار الکتریکی سنسور دمای آب رادیاتور

عملکرد خودرو هنگام خرابی این سنسور

با توجه به عملکرد کلی این عنصر، در خرابی آن معمولاً شاهد یکی از موارد زیر خواهیم بود:

۱- دود کردن خودرو به طور محسوس بخصوص زمان سرد بودن خودرو و پس از گرم شدن.

۲- ساسات نکردن خودرو یا بد روشن شدن آن در روزهای سرد (این عیب می‌تواند ناشی از خرابی استپ موتور نیز باشد).

۶-۳ سنسور دمای آب کاربراتور

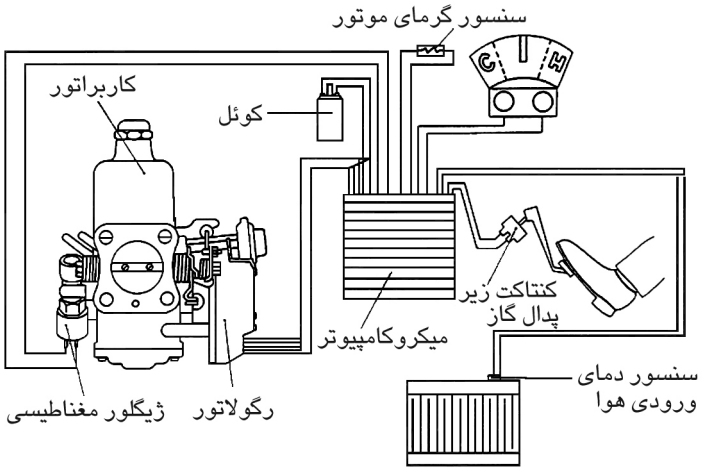
مقدار ارزش اهمی مقاومت (رزیستانس) در مقاومت گرمایی PTC با زیاد شدن گرما افزایش می‌یابد. در این صورت هنگامی‌که حرارت افزایش پیدا می‌کند مقاومت PTC شدت جریان کمتری را مصرف می‌کند. از این مزایا در گرم کننده کاربراتور استفاده می‌شود. مقاومت PTC به عنوان یک رگولاتور گرمایی اتوماتیک عمل می‌کند. شکل ۹-۶ نشان می‌دهد که چگونه می‌توان برای جلوگیری از یخ زدن درِ پایین ونتوری کاربراتور از یک PTC به عنوان سوییچ گرمایی استفاده شود. مقدار مقاومت در PTC بستگی به مقدار گرمای کاربراتور دارد. این مقاومت تا این اندازه جریان را رد می‌کند که گرمای کاربراتور

Ahwaz_Hackerz

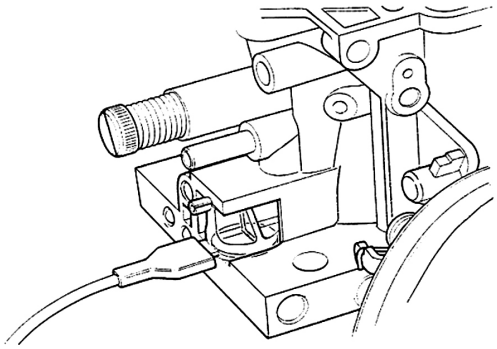
در یک حالت ثابت و بیشتر از درجه یخ زدگی باشد. هنگام سرد بودن، مقاومت کم بوده، جریان نیرومندی از آن گذشته و آن‌را گرم می‌کند. چنانچه گرمای موتور به سطحی برسد که دیگر نیازی به گرمای مقاومت نباشد، جریان عبوری از مقاومت به دلیل بالا رفتن گرمای آن به سطح بسیار پایینی می‌رسد.

عملکرد خودرو هنگام خرابی این سنسور

هنگام خرابی این سنسور در هوای سرد امکان یخ زدگی کاربراتور وجود دارد. باید توجه شود که تبخیر بنزین نیز موجب برودت هوا خواهد شد و این خود به یخ زدن کاربراتور کمک می‌کند که وجود این سنسور را بیشتر ضروری می‌سازد.



شکل ۹-۶ مدار یک نمونه سنسور دمای آب کاربراتور

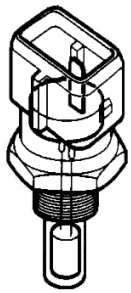


شکل ۱۰-۶ سنسور دمای آب کاربراتور

Ahwaz_Hackerz

٤-۶ سنسور دمای بحرانی (120 درجه)

این سنسور که کنار سرسیلندر، سمت گیربکس نصب شده است در واقع نقش ایمنی و سوپاپ اطمینان را برای سرسیلندر بازی می‌کند. این سنسور با سنسور دمای آب رادیاتور از نظر الکتریکی موازی است اما با آب رادیاتور در تماس نیست و در سرسیلندر قرار می‌گیرد. داخل این عنصر، دو پلیت وجود دارد که در حالت عادی باز هستند. با افزایش دمای موتور و متعاقب آن دمای سرسیلندر، سنسور دمای آب به طور پیوسته جهت تنظیم سیستم انژکتور اطلاعات دما را به ECU ارسال می‌کند و در لحظه آستانه مربوطه فن را ابتدا، در دور کند و با افزایش دما در دور تند به‌کار می‌اندازد. اما اگر به هر دلیلی سنسور کار عادی خود را انجام ندهد، نتیجه آن در وهله اول افزایش سریع دما به دلیل عدم کارکرد فن و سوختن واشر سیلندر است.



شکل ۱۱-۶ سنسور دمای بحرانی

این سنسور برای ایجاد ایمنی بالاتر این نصب می‌شود و همان‌طور که از اسم آن مشخص است در دمای 120 درجه (با تلورانس 2 درجه) دو صفحه آن مانند یک کلید به هم می‌چسبند. یک صفحه بدنه بوده و پلیت دیگر توسط یک سیم به سرسنسور دمای آب و از آنجا به ECU انژکتور متصل است. با بدنه شدن این سیم، سنسور دمای آب از مدار خارج شده و ECU بلافاصله دور تند فن‌ها را راه‌اندازی کرده و چراغ Stop را در پشت صفحه نمایشگر داشبورد برای اخطار به راننده روشن می‌کند. اگر راننده در این شرایط اصرار به رانندگی کند واشر سرسیلندر و سپس سرسیلندر سوخته یا حداقل تاب برمی‌دارد و ممکن است باعث چسبیدن رینگ و پیستون‌ها و مشکلات عدیده دیگر شود.

عملکرد خودرو هنگام خرابی این سنسور

۱- تا زمانی که سنسور دمای آب، کار خود را درست انجام دهد (که تقریباً همیشه نیز همین‌طور است) سنسور 120 درجه بیکار بوده، حتی در آوردن آن موجب اختلال در سیستم موتوری نیز نخواهد شد.

Ahwaz_Hackerz

۲- در برخی موارد چسبیدن کنتاکت داخلی آن باعث می‌شود تا فن بی‌دلیل در زمان سرد بودن موتور کار کرده و چراغ Stop نیز روشن بماند.

۶-۵ سنسور دمای اواپراتور کولر

این سنسور دارای ویژگی خاصی است که بر مبنای آن می‌تواند اطلاعات دمای گاز داخل اواپراتور را به کنترل یونیت برساند. این ویژگی که از آن به عنوان مقاومت متغیر با دما (Thermistor) یاد می‌شود دارای این خاصیت است که میزان مقاومتی که در دو سر پایه‌های آن دیده می‌شود با تغییر دمای بدنه آن افزایش یا کاهش می‌یابد. به سنسور دمای کولر که با دما دچار کاهش مقاومت داخلی می‌شود اصطلاحاً NTC گفته می‌شود.

این سنسور داخل اواپراتور کولر نصب شده و با آن در تماس مستقیم است. همزمان با روشن کردن کولر و سرد شدن اواپراتور، مقدار مقاومت مشاهده شده روی پایه‌های این سنسور و متعاقب آن روی پایه‌های ECU افزایش می‌یابد. پس، مقاومت داخلی این سنسور به نوعی می‌تواند بیان کننده دمای محیط اواپراتور باشد. وظیفه این سنسور، اعلام خبر به کنترل یونیت ECU برای جلوگیری از کار کردن کمپرسور هنگام یخ زدن شبکه‌های اواپراتور است.

عملکرد خودرو هنگام خرابی این سنسور

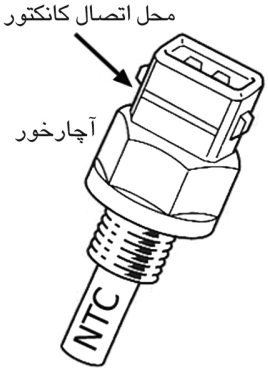
در صورت خرابی این سنسور، کولر خودرو در حالی که دارای فشار گاز کافی بوده و نشتی نیز ندارد خنک کنندگی مناسبی نخواهد داشت.

۶-۶ سنسور دمای خارج خودرو

این سنسور، داخل آیینه جانبی خودرو نصب می‌شود که از نوع مقاومت متغیر NTC است. این سنسور، دارای ویژگی خاصی است که بر مبنای آن می‌تواند اطلاعات دمای خارج را به ECU گزارش دهد. این ویژگی که از آن با عنوان (مقاومت متغیر با دما) یاد می‌شود دارای این خاصیت است که، میزان مقاومتی که سنسور ارائه می‌دهد با تغییر دمای بدنه آن افزایش یا کاهش می‌یابد. این سنسور که با افزایش دما دچار کاهش مقاومت داخلی می‌شود اصطلاحاً مقاومت NTC نامیده می‌شود که در آینه سمت شاگرد نصب شده است و با هوای در حال گذر در تماس مستقیم است. همزمان با گرم شدن هوا، مقدار مقاومت مشاهده شده روی پایه‌های این سنسور و متعاقب آن روی پایه‌های ECU کاهش می‌یابد.

Ahwaz_Hackerz

اطلاعات این سنسور به صورت یک پیام خبری توسط ECU تجزیه تحلیل و کد شده و از طریق پایه‌های ECU به پایه‌های صفحه نمایشگر پشت داشبورد ارسال می‌شود. آمپر با دریافت این دستور بدون آنکه آن را کدگشایی کند اطلاعات دمای هوا را به نمایشگر چند منظوره ارسال می‌کند. نمایشگر با دریافت این دستور آن را کدگشایی کرده و مسئولیت اجرای دستور را بر عهده می‌گیرد که در این حالت نمایشگر دمای خارج از خودرو را نمایش می‌دهد.



شکل ۱۲-۶ سنسور دما

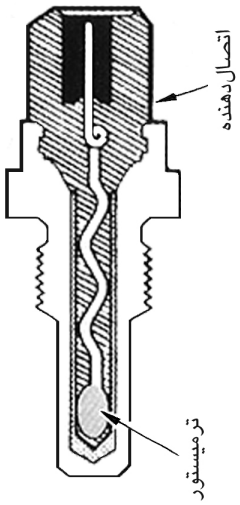
عملکرد خودرو هنگام خرابی این سنسور

در صورت خرابی این سنسور، دمای خارج اشتباه گزارش می‌شود که در عملکرد کلی خودرو تأثیری نمی‌گذارد.

۶-۷ سنسور دمای داخل خودرو

سنسور دمای داخل در مکانی در داخل خودرو معمولاً نزدیک داشبورد نصب می‌شود. یک موتور کوچک وظیفه دارد تا هوای داخل اتاق را مکیده و برای حس کردن دمای آن، هوا را با این سنسور (که شبیه به یک عدس کوچک) است برساند. این سنسور مقاومت متغیر از نوع NTC است که مقدار مقاومت آن با تغییر دما بین 4 الی 15 کیلو اهم تغییر می‌کند. اطلاعات این سنسور به یونیت تهویه می‌رسد که یونیت تهویه با استفاده از این اطلاعات تصمیم می‌گیرد، ضمن راه‌اندازی و یا خاموش کردن کولر با تغییر زاویه دریچه عبور هوا به سمت اواپراتور کولر و یا رادیاتور بخاری، مقدار دما را طبق آنچه راننده وارد کرده تنظیم کند.

Ahwaz_Hackerz



شکل ۱۳-۶ نمای داخلی سنسور دما

عملکرد خودرو هنگام خرابی این سنسور

در صورت خرابی این سنسور، دمای خارج اشتباه گزارش می‌شود که در عملکـرد کلـی خـودرو تـأثیری نمی‌گذارد.

Ahwaz_Hackerz

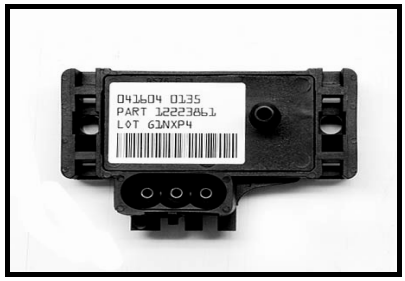
Ahwaz_Hackerz

فصل هفتم

سنسورهای متغیر با فشار

۷-۱ سنسور فشار هوای ورودی (منیفولد)

یکی از مشکلات اساسی سیستم کاربراتوری وابستگی آن به شرایط محیط بخصوص ارتفاع از سطح دریاست. در شرایط مختلف فشار هوا (سطح دریا یا کوهستان) وزن هوای موجود در یک حجم بخصوص، ثابت نیست. مقدار هوای موجود در این حجم ثابت در کنار دریا سنگین‌تر از زمانی است که خودرو در کوهستان قرار گیرد. اگر شما اتومبیل خود را در شهری مانند کرج تنظیم کرده و به شهرستانی مانند آستارا بروید خواهید دید که خودرو شما کاملاً از تنظیم خارج شده به ویژه صبح‌ها بد روشن می‌شود. نکته جالب آن است که اگر بدون آنکه تنظیمات خودرو را به هم بزنید دوباره به کرج برگردید، خواهید دید که خودرو دوباره به شرایط نسبتاً مطلوب خود بازگشته و راندمان اولیه را ارائه می‌دهد.



شکل ۷-۱ سنسور فشار هوا

این تفاوت، ناشی از اختلاف ارتفاع 1500 متری این دو شهر است و ارتباطی به نوع هوا یا رطوبت آن ندارد. اصولاً یکی از پارامترهایی که روی وزن هوا تأثیر دارد، وزن اکسیژن موجود در آن است. بنابراین، فشار هوا باید به عنوان یکی از پارامترهای مهم در مجموعه سیستم انژکتور و جرقه وارد شود. هر چه

Ahwaz_Hackerz

فشار بالاتر باشد وزن اکسیژن موجود در هوای ورودی از فیلتر بیشتر بوده، لذا بـه همـان نـسبت میـزان پاشش سوخت نیز بالاتر خواهد بود تا نسبت وزنی سوخت به هوا ثابت بماند.

توجه: فشار سطح دریای آزاد برابر 1 bar است که در ارتفاعات این فشار کم می‌شود.

1 bar =1 atm اتمسفر

1 bar = 1000 mb = 760 mmHg

محل قرارگیری این سنسور در خودرو روی منیفولد هوای ورودی است. این سنسور دائمـاً فـشار درونـی منیفولد هوای ورودی را اندازه‌گیری می‌کند که از نوع پیزوالکتریـک اسـت. ایـن سنـسور در واقـع یـک مقاومت متغیر با فشار است که بر اثر فشار، مقاومت آن تغییر می‌کند. برق ورودی ایـن سنـسور 5 ولـت از ECU و برق خروجی آن بر حسب فشار منیفولد، بین 0.25 تـا 4.75 ولـت تغییـر کـرده و ایـن ولتـاژ برگشتی، روانه ECU می‌شود. همین تغییر ولتاژ ورودی ECU در اثر فشار، مبنای تشخیص فشار هـوای ورودی است.

تذکر: در بعضی از خودروها مانند پراید انژکتوری، این سنسور با سنـسور دمـای هـوای ورودی در یـک غلاف قرار داشته که در صورت خرابی با یکدیگر تعویض می‌شوند.

عملکرد خودرو هنگام خرابی این سنسور

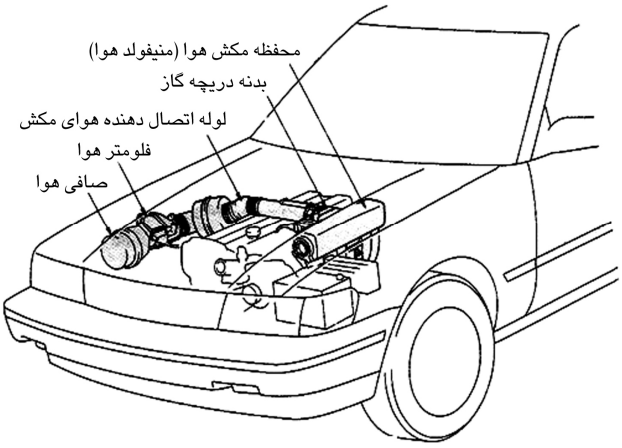
با توجه به عملکرد مهم این سنسور، در خرابی آن معمولاً خودروهای انژکتوری حـالتی شـبیه تـک کـار کردن خواهند داشت. خودروهایی که دارای سنسور اکسیژن هستند، خرابی این سنـسور را کمتـر حـس می‌کنند. هنگام خرابی این سنسور، ECU سعی می‌کند با توجه به اطلاعـاتی کـه سنـسور دریچـه گـاز ارسال می‌کند اطلاعات این قطعه را حدس بزند، چرا که فشار داخلی منیفولد بـه نـوعی بـا بـاز و بـسته بودن دریچه گاز نسبت دارد. اگر این سنسور درست کار نکند، ECU دیگر قادر نخواهد بود میزان هـوای ورودی را به درستی تعیین نماید.

۷-۲ سنسور اندازه‌گیری‌کننده جرم یا هوای ورودی

این سنسور همان‌طور که در شکل ۷-۲ نشان داده شده است، بعد از صافی هوا قرار می‌گیرد. هوا پس از گذشتن از فیلتر هوا و فلومتر باعث باز شدن صفحه اندازه‌گیری در فلومتر و سـپس وارد محفظـه مکـش هوا می‌شود. حجم جریان هوا به طرف محفظه مکش با میزان باز شدن دریچه گاز تعیین شده و سـپس هوا از محفظه مکش هوا به طرف هر یک از منیفولدها پخش شده، بـه طـرف محفظـه احتـراق کـشیده می‌شود. هنگامی که موتور سرد است، شیر هوا باز شده و هوا به طرف محفظه مکش هوا جریان می‌یابد.

Ahwaz_Hackerz

بدین ترتیب، در صورت بسته بودن دریچه گاز، هوا به طرف محفظه مکش هوا جریان پیدا می‌کند تا سرعت هرزگرد موتور افزایش یابد.



شکل ۲-۷ نشان دهنده سنسور اندازه‌گیری جرم و هوای ورودی

ساختمان سنسور اندازه‌گیری جرم و هوای ورودی

بدنه دریچه گاز شامل دریچه گاز (که حجم هوای مکش را طی عملکرد معمولی موتور کنترل می‌کند) و مجرای بای‌پس یا کنارگذر است که باعث می‌شود حجم کمی از هوا در طی دور آرام موتور از آن عبور کند.

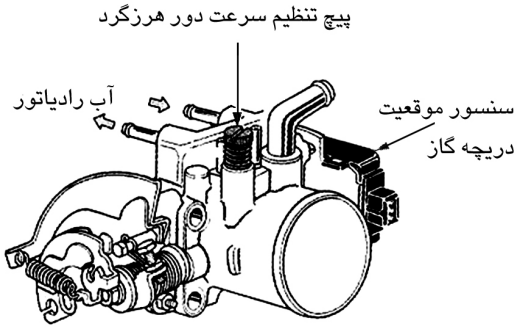
عملکرد خودرو هنگام خرابی این سنسور

هنگام خرابی این سنسور، موتور در دور آرام بد کار می‌کند یا ممکن است به دلیل عدم تنظیم مخلوط هوا دود کند. در خودروهایی که مجهز به سنسور اکسیژن هستند. نقص این سنسور کمتر مشخص است، زیرا سنسور اکسیژن خطاهای موجود در این سنسور را کاهش می‌دهد و در واقع آن‌ها را اصلاح می‌کند.

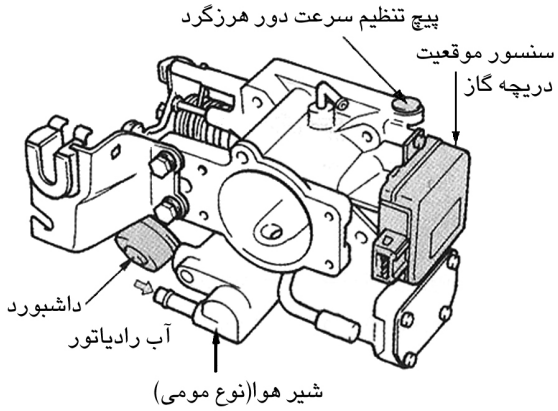
به علاوه، سنسور موقعیت دریچه گاز روی شفت دریچه گاز نصب می‌شود تا زاویه باز شدن دریچه گاز را مشخص کند. بعضی از بدنه‌های دریچه گاز به شیر هوا از ***نوع مومی***[1] مجهز هستند که باعث باز شدن تدریجی دریچه به هنگام بسته بودن آن می‌شوند. آب رادیاتور باید از داخل بدنه دریچه گاز عبور کند تا از یخ زدن آن در هوای سرد جلوگیری به عمل آید.

1- Wax type

Ahwaz_Hackerz



شکل ۳-۷ نشان دهنده دریچه گاز و متعلقات آن

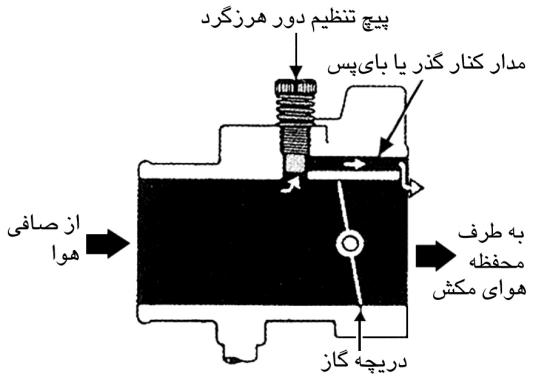


شکل ۴-۷ مجموعه دریچه گاز

پیچ تنظیم دور آرام

دریچه گاز در دور آرام موتور به طور کامل بسته است، در نتیجه هوای مکش پس از عبور از مجرای بای‌پاس (کنارگذر) وارد محفظه مکش هوا می‌شود. سرعت موتور می‌تواند در دور آرام با تنظیم حجم هوای عبوری از مجرای بای‌پس تنظیم شود. بدین ترتیب که با چرخاندن پیچ تنظیم سرعت هرزگرد موتور (در جهت عقربه‌های ساعت، جریان هوای بای‌پس کاهش یافته و سرعت دور آرام موتور کم خواهد شد، همچنین با شل کردن پیچ (در خلاف جهت عقربه‌های ساعت) حجم جریان هوای بای‌پس و سرعت دور آرام موتور افزایش می‌یابند. به شکل ۵-۷ توجه کنید.

Ahwaz_Hackerz



شکل ۵-۷ وضعیت پیچ تنظیم دور آرام

۳-۷ سنسور خطی فشار گاز کولر

وظیفه این سنسور، تعیین میزان فشار گاز موجود در لوله‌های کولر جهت عملکرد صحیح کولر، راه‌اندازی سیستم فن رادیاتور و جلوگیری از کارکرد کمپرسور در فشارهای خیلی بالا و خیلی پایین است. مدل قدیمی این سنسورها، سوییچ سه مرحله‌ای کولر است که به صورت مکانیکی این کار را انجام می‌دهد. این سنسور، فشار گاز کولر را به ECU گزارش می‌دهد و دارای برق 5 ولتی است. ECU نیز بعد از محاسبه این شرایط و بررسی شرایط موتور تصمیم می‌گیرد که فن پس از زدن کلید A/C در چه دوری بچرخد.

کارکرد این سنسور دارای مراحل زیر است:

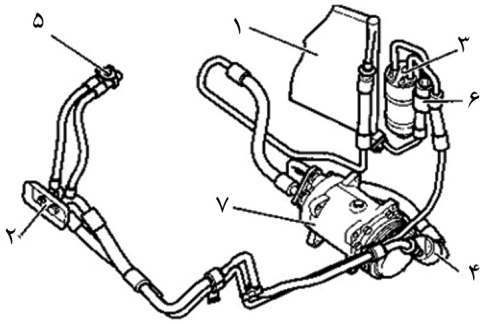
الف- اگر فشار گاز زیر 2.5 بار باشد ECU کمپرسور کولر را روشن نمی‌کند و فن را، راه نمی‌اندازد.

ب- اگر فشار گاز به بیش از 2.5 بار برسد ECU کمپرسور کولر را روشن می‌کند و فن را نیز در دور کند راه می‌اندازد.

ج- با افزایش فشار به بیش از 19 بار، ECU کمپرسور کولر را روشن نگه می‌دارد و فن را در دور تند راه می‌اندازد.

د- با افزایش فشار به بیش از 32 بار، ECU کمپرسور کولر را خاموش می‌کند و فن را در دور تند نگه می‌دارد.

Ahwaz_Hackerz



نمایی از سیستم کولر

۱- کندانسور
۲- شیر انبساط و اواپراتور
۳- رطوبت گیر کولر
۴- مخزن بافر
۵- شیرهای شارژ گاز
۶- سنسور فشار گاز کولر
۷- کمپرسور کولر

شکل ۶-۷ جزییات سیستم کولر

به طور خلاصه مراحل کاری سنسور فشار را می‌توان به صورت جدول زیر بیان کرد:

جدول ۱-۷ مراحل کاری سنسور فشار گاز کولر

فشارکولر	عملکرد
فشار گاز کولر زیر 2.5 بار	فن‌ها در دور کند می‌چرخند و کولر خاموش است.
فشار گاز کولر بیش از 2.5 بار	فن‌ها در دور کند می‌چرخند و کولر روشن است.
فشار گاز کولر حدود 19 بار	فن‌ها در دور تند می‌چرخند و کولر روشن است.
فشار گاز کولر در حدود 32 بار	فن‌ها در دور تند می‌چرخند و کولر خاموش است.

عملکرد خودرو هنگام خرابی این سنسور

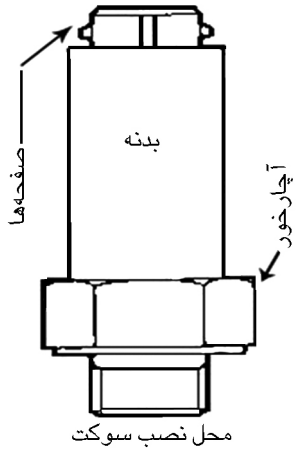
خرابی این سنسور موجب عدم عملکرد فن بلافاصله پس از زدن کولر می‌شود. همچنین در صورتی که فشار گاز کولر از حد معینی بالاتر یا پایین‌تر نباشد، دستور روشن کردن کولر از طرف ECU صادر نمی‌شود.

۷-٤ سنسور فشار هیدرولیک فرمان

این سنسور که روی لوله‌های هیدرولیک فرمان قرار دارد اکثراً با سنسوری که در سرعت‌های بالای خودرو موجب از مدار خارج شدن هیدرولیک و سفت شدن فرمان به حالت معمولی بدون هیدرولیک شده اشتباه گرفته می‌شود. این سنسور در سرعت‌های کمتر از 5 کیلومتر در ساعت نقش خود را ایفا می‌کند. اگر تاکنون فرمان خودروهایی مانند پارس، سمند، آردی هیدرولیک یا 404 را در دور آرام تا انتها چرخانده باشید بخصوص زمانی که خودرو سرد است خواهید دید که موتور تحت فشار قرار گرفته و تا حدودی از دور آن نیز کاسته می‌شود. این به دلیل افزایش فشاری است که در سیستم هیدرولیک

Ahwaz_Hackerz

رخ می‌دهد و بار خود را روی موتور می‌اندازد.



شکل ۷-۷ سنسور فشار هیدرولیک فرمان

هنگامی‌که این عمل در خودرو رخ می‌دهد سنسور فشار هیدرولیک کار خود را آغاز می‌کند. داخل این سنسور کنتاکی، مشابه فشنگی روغن وجود دارد که با افزایش فشار روغن باز می‌شود. ECU باز و بسته شدن آن‌را زیر نظر داشته و به محض مشاهده کاهش دور موتور آن را افزایش داده تا موتور، فشار اعمالی را جبران کند.

در صورتی که فشار از 35 بار تجاوز کند این سوییچ، مدار جریان اتصال سنسور به ECU را قطع می‌کند. هنگامی‌که این پیغام به ECU ارسال می‌شود، ECU دور آرام موتور را به منظور جلوگیری از افت دور یا ایست موتور افزایش می‌دهد، زیرا قدرت مصرفی توسط پمپ هیدرولیک افزایش یافته است.

عملکرد خودرو هنگام خرابی این سنسور

هنگام خرابی این سنسور معمولاً با چرخاندن فرمان به یک سمت، خودرو دچار کاهش دور و متعاقب آن لرزش می‌شود. این مشکل خصوصاً در دور آرام مشهود است.

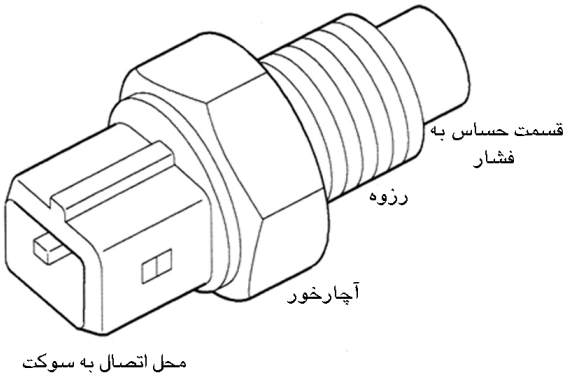
نحوه تست سنسور فشار هیدرولیک فرمان

برای تست این قطعه، فرمان را تا انتها بچرخانید، اگر سنسور سالم باشد، هنگامی‌که فرمان را تا انتها چرخاندید تغییری در دور موتور مشاهده نمی‌شود و برعکس اگر سنسور معیوب باشد هنگامی‌که فرمان را تا انتها می‌چرخانید کاهش دور مشاهده می‌شود.

Ahwaz_Hackerz

۷-۵ سنسور فشار روغن موتور (فشنگی روغن)

این سنسور که همان فشنگی روغن است، در مسیر روغن موتور قرار دارد که در صورت کاهش فشار روغن در مسیر، فعال شده و باعث روشن شدن چراغ اخطار در صفحه پشت آمپر نشان دهنده می‌شود.



شکل ۸-۷ سنسور فشار روغن موتور

این سنسور برای خودروی پیکان دو پایه است که از طریق آن، اطلاعات فشار روغن برای چراغ اخطار روغن و نشان دهنده فشار روغن، روی صفحه نشان‌دهنده‌ها ارسال می‌شود.

این سنسور برای خودروی پژو RD یک پایه است که فقط اطلاعات فشار روغن را برای چراغ اخطار روغن ارسال می‌کند.

این سنسور در بعضی از خودروهای انژکتوری سه پایه بوده که برق پمپ بنزین از آن عبور می‌کند و در صورت کم شدن فشار روغن (هنگام تصادف) برق پمپ بنزین قطع شده که در واقع کار سوییچ اینرسی را انجام می‌دهد.

عملکرد خودرو هنگام خرابی این سنسور

۱- هنگام خرابی این سنسور با باز کردن سوییچ، چراغ پشت آمپر روشن نخواهد شد.

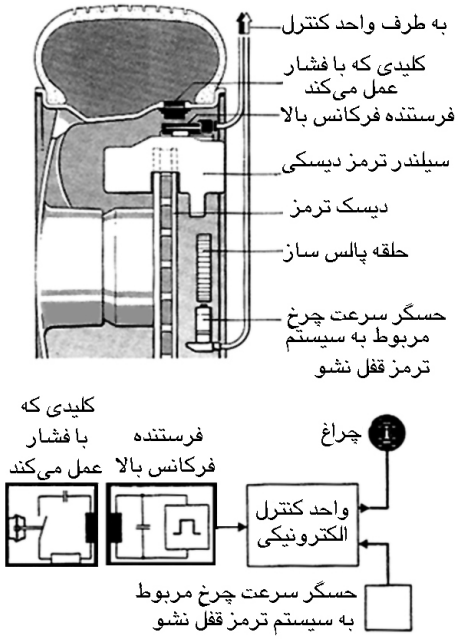
۲- در تمامی حالات چراغ روغن روشن خواهد ماند.

۷-۶ سنسور هشداردهنده فشار باد لاستیک

هرگاه اتومبیل به سیستم هشدار دهنده فشار باد لاستیک مجهز باشد، کافی است راننده نگاهی به جلو داشبورد بیندازد تا از تنظیم بودن باد چرخ‌ها مطمئن شود. کمپانی بوش نوعی سیستم الکترونیکی برای

Ahwaz_Hackerz

تعیین فشار باد لاستیک ابداع کرده است. در این سیستم هر چرخ روی داشبورد، چراغی مخصوص به خود دارد که در صورت کمتر شدن باد از میزانی معین روشن می‌شود. کم باد بودن لاستیک باعث کاهش کنترل راننده روی خودرو و افزایش مصرف بنزین می‌شود. در شکل ۹-۷ طرح جانمایی و مدار سیستم، هشدار دهنده فشار باد لاستیک نشان داده شده است. هدف اصلی از به کارگیری این سیستم مطلع کردن راننده از کاهش تدریجی باد چرخ‌هاست وگرنه معمولاً راننده خود متوجه کاهش ناگهانی باد چرخ‌ها می‌شود.



شکل ۹-۷ سنسور نشان دهنده میزان باد تایرها

این سیستم سه جزء اصلی دارد، کلیدی که با فشار کار می‌کند در رینگ چرخ تعبیه شده است. وقتی فشار باد کاهش می‌یابد، کنتاکت‌های این کلید بسته می‌شود و یک فرستنده فرکانس بالا که حین چرخش چرخ کلید از کنار آن می‌گذرد ولی با آن تماس پیدا نمی‌کند، کاهش فشار باد را تشخیص می‌دهد. پالس‌ساز فرکانس بالا، پالس مناسبی به یک ارزیاب الکترونیکی می‌فرستد و اگر فشار باد از مقدار معین شده کمتر باشد آنگاه کنتاکت‌های کلید بسته می‌شود، در نتیجه پالس‌ساز فرکانس بالا، ارسال پالس به مدار ارزیابی را قطع می‌کند. در این هنگام چراغ هشدار دهنده روشن می‌شود.

این سیستم، فشار باد را با دقت 50+ کیلو پاسکال اندازه‌گیری می‌کند. کلید طوری طراحی شده که تغییرات دمای هوای داخل لاستیک سبب کسب نتایج غلط نشود.

Ahwaz_Hackerz

کمپانی بوش نوع دیگری از سیستم هشدار دهنده فشار باد را نیز در دست ابداع دارد که در آن حسگرهای قیاسی فعال در لاستیک تعبیه می‌شوند و سیگنال بی‌سیم از چرخ به بدنه انتقال می‌یابد. مزیت این روش این است که مقدار مطلق فشار و دما را به صورت پیوسته اندازه‌گیری می‌کند، حتی وقتی اتومبیل متوقف است. در محاسبات این سیستم، عواملی مانند سرعت و بار خودرو نیز منظور می‌شود.

عملکرد خودرو هنگام خرابی این سنسور

هنگام خرابی این سنسور راننده از کاهش تدریجی باد چرخ‌ها مطلع نخواهد شد و به‌طور کلی تأثیری در عملکرد کلی خودرو نیز ندارد.

Ahwaz_Hackerz

فصل هشتم

سنسورهای اثر هال

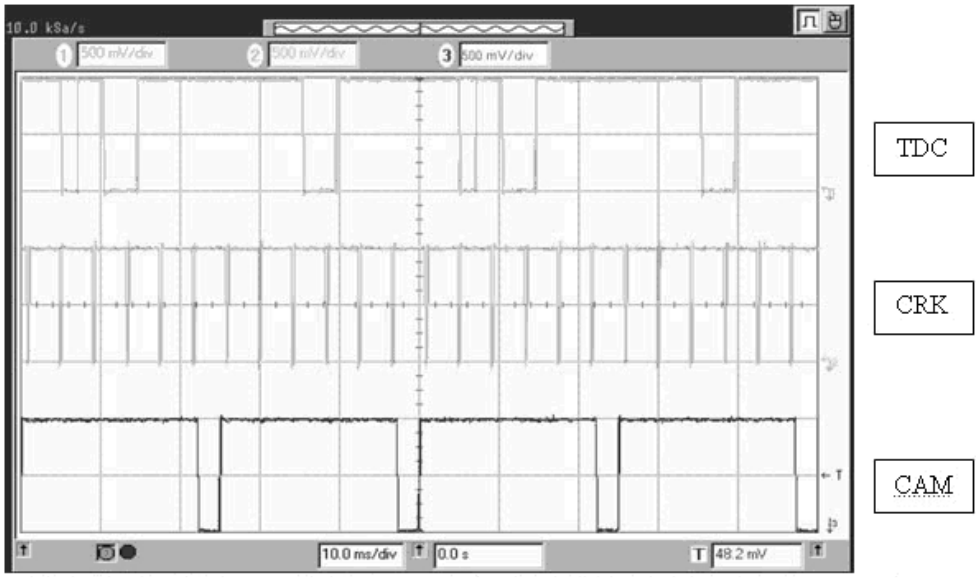
۸-۱ سنسور دور موتور و موقعیت زاویه میل لنگ

این سنسور اطلاعات مربوط به میزان دور موتور و موقعیت TCD نقطه مرگ بالای سیلندر 4 و1 را اندازه‌گیری و به واحد کنترل الکترونیک ارسال می‌کند. این سنسور با تغییر میدان مغناطیسی، ولتاژ مناسبی ایجاد می‌کند. اطلاعات خروجی این سنسور برای محاسبه پارامترهای گوناگون نظیر پاشش سوخت، زمان جرقه‌زنی و ... مورد استفاده قرار می‌گیرد.

این سنسور از یک دیسک فلزی تشکیل شده که روی آن شکاف‌هایی در دو ردیف شعاعی با زاویه معلوم نسبت به یکدیگر ایجاد شده است و دیسک را به چهار ناحیه با زاویه 90 درجه تقسیم می‌کند. دو عدد دیود نوری (LED) و فتودیود مقابل این شکاف‌ها قرار داده شده است و در اثر گردش دیسک هنگامی‌که یک شکاف در مقابل دیود مربوطه قرار می‌گیرد با ولتاژ پنج ولت در خروجی سنسور ظاهر می‌شود. بدین ترتیب دور موتور و موقعیت زاویه‌ای را به ECU هدایت می‌کند. محل نصب این سنسور روی میل دلکو است. ECU زمان جرقه را انتخاب کرده و هنگام روشن شدن موتور، زمان جرقه توسط دلکو کنترل می‌شود. وقتی موتور به‌کار افتاد، زمان جرقه به واحد کنترل ارسال شده و با روشن شدن موتور تعیین می‌شود. هدف از زمان‌بندی این است که با تنظیم زمان جرقه در نقطه مرگ بالا، حداکثر قدرت در موتور به‌دست آید. آوانس کلی جرقه از روی محاسبه اطلاعات دریافت شده از سنسورهای موتور که روی زمان‌بندی جرقه تأثیر می‌گذارند محاسبه می‌شود. واحد کنترل موتور این اطلاعات را از سنسورهای MAP و دور موتور حس کرده و مقدار زمان پاشش سوخت نسبت به میزان هوای ورودی را محاسبه می‌کند.

سیگنال خروجی این سنسور مانند شکل ۸-۱ است.

Ahwaz_Hackerz



شکل ۱-۸ نشان دهنده سیگنال خروجی میل لنگ و میل بادامک، همچنین مشخص کننده نقطه مرگ بالا توسط سنسور دور موتور است.

عملکرد خودرو هنگام خرابی این سنسور

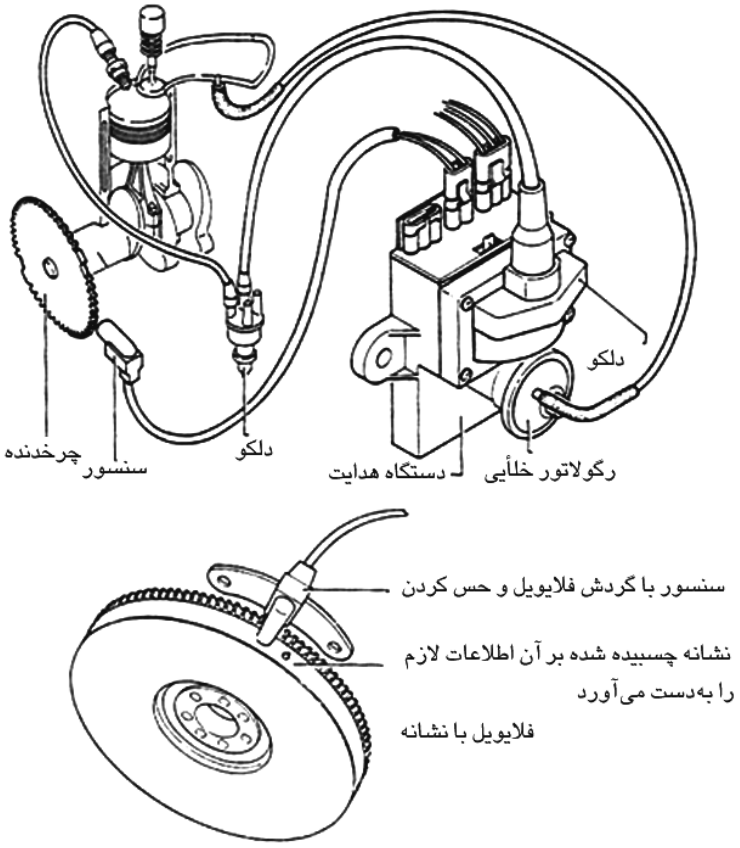
با توجه به نقش و کارکردهای بسیار ویژه این سنسور باید گفت که پس از ECU این سنسور قلب دوم سیستم انژکتوری است و خرابی آن موجب بروز موارد ذیل می‌شود:

۱- روشن نشدن موتور به علت عدم ارسال مجوز پاشش برای ECU

۲- بالا نرفتن دور موتور از یک حد خاص مثلاً 2000 دور در دقیقه و یا انجام عمل Cut off در دوری پایین‌تر از 5500

۳- نمایش ارقام نامربوط روی دورسنج خودرو. به عنوان مثال با روشن کردن خودرو در حالت عادی دور موتور رقم 2800 دور در دقیقه را نمایش می‌دهد و با فشردن پدال گاز به جای بالا رفتن، پایین می‌آید.

Ahwaz_Hackerz



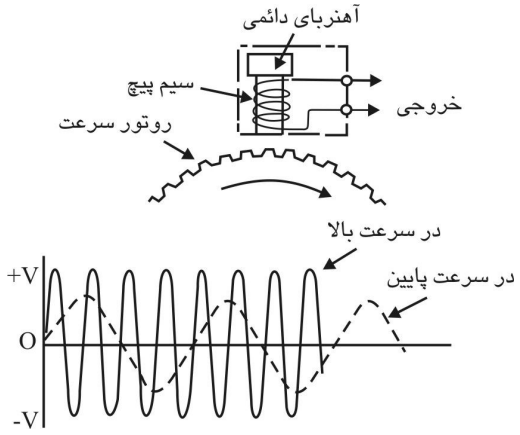
شکل ۲-۸ سنسور میل لنگ، وضعیت و دور موتور از نوع رلوکتانس

۸-۲ سنسور سرعت خودرو

یکی از پارامترهای مهم سیستم موتوری سرعت خودرو است. این سنسور وظیفه سنجش سرعت را در خودروها بر عهده دارد. این سنسور با داشتن یک پایه خروجی می‌تواند به‌صورت پالس، اطلاعات مربوط به سرعت لحظه‌ای خودرو را به ECU ارسال کند. معمولاً محل قرارگیری این سنسور در خودروهای انژکتوری، روی دیاق دیفرانسیل، درست روی دنده کیلومتر است که در خودروهای قدیمی محل قرارگیری سیم کیلومتر بوده است. این دنده دقیقاً روی شفت خروجی گیربکس نصب شده و وظیفه آن به عنوان یک واسطه، ارائه امکان نمونه‌برداری از سرعت پلوس‌ها و در واقع سرعت چرخ‌ها یا همان سرعت خودرو است. این سنسور از اثر هال بهره برده و با دنده کیلومتر در ارتباط است. نحوه عملکرد

Ahwaz_Hackerz

این سنسور بدین صورت است که با چرخش پینیون سنسور توسط دنده کیلومتر، پالس‌هایی به ECU ارسال می‌کند، به کمک تعداد پالس‌هایی که ECU دریافت می‌کند سرعت خودرو محاسبه می‌شود.



شکل ۳-۸ سنسور سرعت خودرو

اصولاً سنسور سرعت در سرعت‌های بالاتر از 2 کیلومتر در ساعت در هر دور گردش میل‌لنگ 8 پالس ارسال کرده و موارد ذیل را به ECU اطلاع می‌دهد یا از اطلاعات آن برای به‌دست آوردن پارامترهای زیر استفاده می‌کند:

۱- درک سرعت خودرو و نمایش آن

۲- فهمیدن دنده درگیر خودرو

۳- تصحیح دور آرام هنگامی‌که خودرو در حال حرکت است.

۴- بهینه کردن شتاب خودرو

۵- کاهش مکث‌های خودرو

لحاظ شدن این موارد به راننده احساس راحتی بیشتری در رانندگی می‌دهد که جزیی از یک مجموعه پارامتریک است و اصطلاحاً به آن Driveability می‌گویند.

عملکرد خودرو هنگام خرابی این سنسور

با توجه به عملکرد اعلام سرعت خودرو به ECU برای اعمال در پارامترهای پاشش و جرقه در صورت خرابی این سنسور، در مواردی خودرو نسبت به تغییرات سرعت یا نسبت به سرعت‌های بالا و پایین حساس شده و اثرات بعد را به‌جا می‌گذارد:

Ahwaz_Hackerz

۱- خاموش شدن خودرو هنگام رها کردن گاز در مواقعی خاص، نه همیشه، بخصوص پشت چراغ قرمز.

۲- ایجاد احساس بدکار کردن موتور برای راننده در سرعت‌های بالا که با افزایش سرعت، بیشتر می‌شود.

۳- در خودروهایی که دارای سیستم Cable less (استفاده از سنسور بی‌سیم) هستند خرابی و عدم کارکرد سنسور سرعت، موجب از کار افتادن سرعت‌سنج می‌شود.

۴- بالا نرفتن دور موتور از حد مشخصی که با به هم ریختن کامل کارکرد موتور همراه است.

۵- دود کردن موتور که گاهی اوقات به شدت زیاد است و در هنگام گاز دادن کم و زیاد می‌شود.

نکته: *با توجه به محل خاص قرارگیری این سنسور که روی شفت خروجی گیربکس است می‌توان نتیجه گرفت که این عنصر در دور آرام غیرفعال بوده و هیچ‌گونه اثری در کارکرد موتور نداشته و پس از درگیر کردن دنده فعال می‌شود. بنابراین، اگر در دور آرام مشکلی در موتور پیدا کردید به دنبال خرابی سنسور سرعت نباشید.*

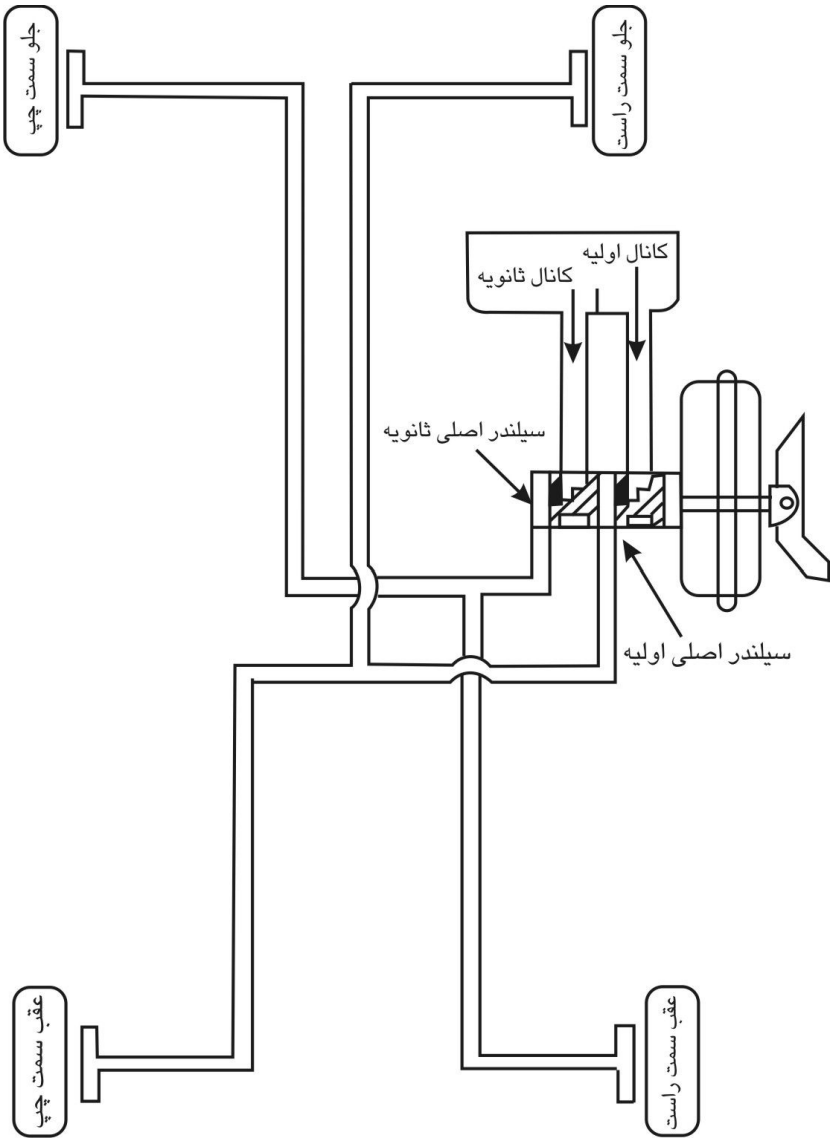
۳-۸ سنسور ترمز ضد قفل

در حال حاضر سیستم ABS یکی از سیستم‌هایی است که در کشورمان مورد توجه خاص قرار گرفته و به‌زودی شاهد تجهیز کلیه خودروهای تولیدی به این سیستم خواهیم بود. هدف از این مکانیزم که به آن ABS (Anti Brake Block System) می‌گویند، جلوگیری از قفل شدن ترمزها در زمان ترمزهای شدید است تا بدین طریق از ایجاد خط ترمز ممانعت به‌عمل آورده و زمان ایستادن خودرو کاهش یابد.

خودروهایی که مجهز به این سیستم هستند دارای چهار سنسور ABS بر روی چهار پلوس بوده، در انتهای پلوس‌هایی که دارای این سیستم هستند، چرخ دنده‌هایی وجود دارد. این سنسورها با داشتن دو پایه ارتباطی به یونیت ABS می‌توانند به‌صورت امواج شبه سینوسی، اطلاعات مربوط به حرکت لحظه‌ای پلوس‌ها را به یونیت ABS ارسال کنند.

این سنسور در بعضی از خودروها درست بالای سر چرخ دنده‌های پلوس‌ها قرار گرفته است. انتهای این سنسور القایی حساس که واجد یک آهنربای دائم و یک سیم‌پیچ است با چرخ دنده‌ها چند میلی‌متر فاصله دارد. هنگام چرخش پلوس‌ها به ازای گذشت هر دندانه از جلوی سنسور یک پالس شبه سینوسی در سنسور تولید شده و به یونیت ABS فرستاده می‌شود. همچنین سرعت آستانه فعالیت این سنسور کمی بالاتر از 2 کیلومتر در ساعت است.

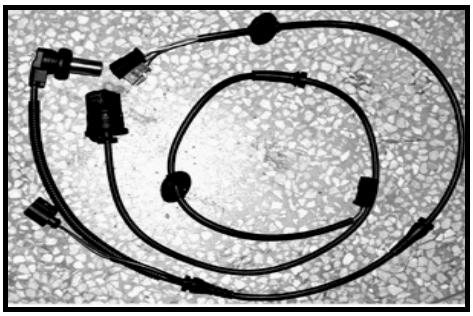
Ahwaz_Hackerz



شکل۴-۸ نشان دهنده کانال‌های ترمز در سیستم ABS

نکته: *در برخی از خودروهایی که دارای سیستم ABS هستند سنسور سرعت خودرو وجود خارجی نداشته و سرعت خودرو با استفاده از میانگین سنسورهای ABS چرخ‌های جلو به دست می‌آید.*

Ahwaz_Hackerz



شکل ۵-۸ سنسور ABS

آزمایش سنسور سرعت چرخش

با توجه به شکل ۶-۸ می‌توانید با یک ولت‌متر AC، خروجی این سنسور را کنترل کنید. توجه داشته باشید که ولت‌متر باید قابلیت اندازه‌گیری مقادیر کوچک ولتاژ در جریان متناوب را داشته باشد. برای انجام این آزمایش، ابتدا سیم‌ها را از سنسور تا فیش‌ها و اتصالات، کنترل کنید، حال فیش‌ها را جدا کرده و سپس ولت‌متر را به قسمتی از فیش به طرف سنسور (نه به قسمتی که به سمت ECU می‌رود) متصل کنید.

اکنون با استفاده از یک جک، چرخی را که می‌خواهید بازدید کنید بالا ببرید. چرخ را با سرعت 10 کیلومتر در ساعت یا بیشتر بچرخانید (چرخاندن چرخ با دست ایمن‌تر است)، ولت‌متر را خوانده، ولتاژ باید حداقل 0.65 باشد و با افزایش سرعت زیاد شود. سنسور سرعت چرخ قابلیت تولید جریان متناوب تا 9 ولت را دارد. اگر ولتاژ ایجاد شده توسط سنسور کمتر از 0.65 ولت باشد، احتمالاً نقص از سنسور است. شکل ۶-۸ نشان دهنده نحوه تست سنسور سیستم ترمز ضد قفل است.

شکل ۶-۸ نشان دهنده نحوه تست سنسور ترمز ضدقفل

Ahwaz_Hackerz

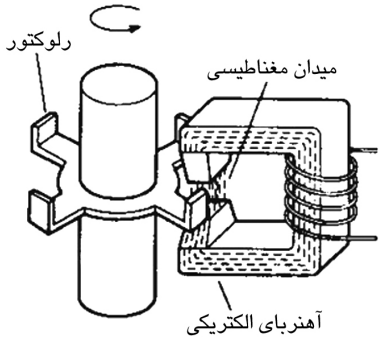
عملکرد خودرو هنگام خرابی این سنسور

ساز و کار ترمز ABS در هر خودرو تنها یک سیستم اضافه بر مکانیزم ترمز معمولی بوده و در صورت بروز خرابی یا هرگونه مشکل، ترمز به طور عادی کار خود را ادامه داده که در این حالت چراغ عیب‌یاب ABS روی آمپر روشن می‌شود.

٤-٨ سنسور رلوکتوری

سنسور رلوکتور، حسگر مغناطیسی دیگری است که کاربرد آن در دلکوها و روی فلایویل برای فرمان دادن به سیستم جرقه الکتریکی بسیار متداول است. از این نوع حسگر عموماً برای اندازه گرفتن سرعت چرخ در سیستم ترمز ضد قفل (ABS) و سیستم‌های کنترل کشش استفاده می‌کنند.

رلوکتور اغلب در حسگرهای سنجش میزان جریان، برای اندازه‌گیری سوخت مصرفی و همچنین در سیستم ارسال پیام به جعبه دنده اتوماتیک برای تغییر متناسب سرعت خودرو به‌کار می‌رود. دو ورودی اخیر باید با کامپیوتر کنترل شوند.



شکل ۷-۸ حسگر رلوکتور

گردش بازوهای رلوکتور سبب تغییر میدان مغناطیسی در فاصله هوایی آهنربای الکتریکی می‌شود. این تغییر توسط سیم‌پیچ احساس شده و به عنوان یک سیگنال کنترل عمل می‌کند.

عملکرد خودرو هنگام خرابی این سنسور

هنگام خرابی این سنسور واحد عمل کننده آن با مشکل مواجه می‌شود که بررسی و عیب‌یابی آن از طریق بررسی عملکرد همان قسمت امکان‌پذیر است.

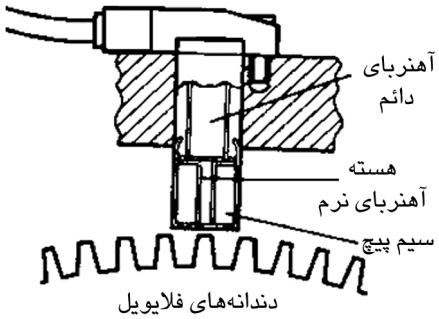
Ahwaz_Hackerz

۸-۵ سنسور رلوکتانسی

با استفاده از مواد مغناطیسی از قبیل آهن و فولاد، می‌توان شار مغناطیسی را حول یک مدار مغناطیسی هدایت کرد. محدودیت‌های جریان در یک مدار مغناطیسی، از قبیل هوا، رلوکتانس نامیده می‌شود. بنابراین رلوکتانس در مدارهای مغناطیسی بسیار مشابه با مقاومت در مدارهای الکتریکی است.

در سنسور رلوکتانسی، میدان مغناطیسی توسط یک آهنربای دائمی تولید می‌شود. یک سیم‌پیچ احساس کننده به دور هسته پیچیده شده که تغییرات جریان القایی را آشکار می‌سازد. این تغییرات در اثر قطع فاصله هوایی به وسیله حرکت بازوی رلوکتور ایجاد می‌شوند.

برای اندازه‌گیری سرعت چرخ‌ها، حسگری را داخل توپی چرخ‌ها قرار می‌دهند، به قسمتی که دندانه‌های یک چرخ‌دنده، همان‌طور که در شکل ۸-۸ مشاهده می‌شود، از مجاورت قسمت انتهایی حسگر بگذرد (چرخ‌دنده باید از جنس آهن یا فولاد باشد).



شکل ۸-۸ حسگر ر لوکتور برای اندازه‌گیری سرعت چرخ‌ها به‌کار می‌رود. دندانه‌های موجود روی محور چرخ سبب تغییراتی در جریان القایی داخل کویل می‌شود که توسط ECU به مقادیر قابل خواندن از سرعت تبدیل می‌شود.

هنگامی‌که یک دندانه از مجاورت قسمت انتهایی حسگر می‌گذرد، جزیی از مدار مغناطیسی می‌شود و بدین ترتیب رلوکتانس مدار را کاهش می‌دهد، در نتیجه امکان عبور شار مغناطیسی بیشتری در مدار فراهم می‌شود. به محض اینکه دندانه از حسگر گذشت، مدار مغناطیسی عوض شده و ولتاژی در سیم‌پیچ القا می‌شود. سپس این ولتاژ در مهارگر الکترونیکی تقویت شده و برای اندازه‌گیری سرعت گردش چرخ‌ها به کار می‌رود.

به همین ترتیب می‌توان دور موتور را در بعضی از مدل‌ها اندازه گرفت. در مدل‌های دیگر، یک حسگر همراه با فلایویل کار می‌کند و با تغییرات کشش در فلایویل، نقطه مرگ بالا را آشکار می‌سازد.

Ahwaz_Hackerz

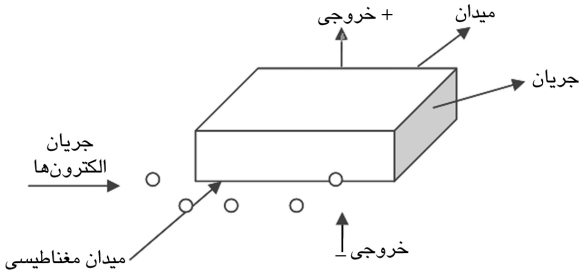
عملکرد خودرو هنگام خرابی این سنسور

هنگام خرابی این سنسور واحد عمل کننده آن با مشکل مواجه می‌شود که بررسی و عیب‌یابی آن از طریق بررسی عملکرد همان قسمت امکان‌پذیر است.

۸-۶ سنسور مغناطیسی (اثر هال)

معمولاً چندین سنسور مغناطیسی در اتومبیل‌ها یافت می‌شود، یکی از آن‌ها سنسور اثر هال است که غالباً در دلکوها وجود دارد. استفاده از دلکوهای اثر هال بسیار رایج است زیرا سیگنال دقیقی تولید می‌کند و ضریب اطمینان بالایی دارند.

اثر هال را ابتدا دکتر هال مشاهده کرد. اثر هال پدیده ساده‌ای است که اساس آن در شکل ۹-۸ نشان داده شده است.



شکل ۹-۸ اساس عملکرد اثر هال

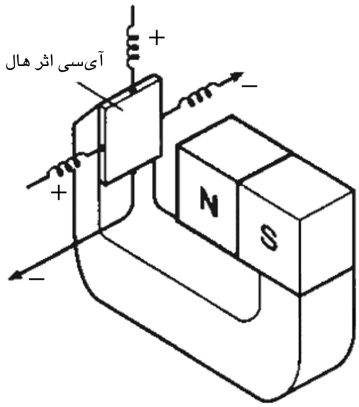
اگر از نوع خاصی از بلور در یک میدان مغناطیسی عرضی، جریان الکتریکی بگذرد آنگاه ولتاژی تولید می‌شود که بر جریان گذرنده عمود است. مقدار ولتاژ تولید شده با جریان گذرنده و شدت میدان مغناطیسی متناسب است.

جریان داخل نیمه رسانا می‌تواند توسط یک میدان مغناطیسی منحرف شود که روی ولتاژ دو سر نیمه اثر می‌گذارد.

تکنولوژی مدار مجتمع (IC) نه تنها تولید تراشه‌های نیمه رسانا را ممکن ساخته، بلکه قابلیت سوار کردن یک تقویت کننده را روی همان تراشه امکان‌پذیر می‌سازد. بدین ترتیب سیگنالی قوی خارج می‌شود که حساسیت آن نسبت به تداخل ناشی از سیگنال‌های تولید شده به وسیله مدارهای الکتریکی دیگر، پایین‌تر است. این ویژگی، ابزار ایده‌آلی برای زمان‌بندی جرقه است. در حال حاضر سازندگان موتور در اروپا، سرگرم استاندارد کردن تولیدات خود بر اساس این سیستم هستند. شکل ۱۱-۸ قسمت‌های مهم یک دلکوی اثر هال را نشان می‌دهد حسگر اثر هال در مسیر شار مغناطیسی یک

Ahwaz_Hackerz

مغناطیس دائم قرار گرفته، اما این مسیر در اثر گردش میل دلکو، توسط یک صفحه فولادی قطع می‌شود. این صفحه در یک اتومبیل چهار سیلندر، چهارپره (قطع کننده) خواهد داشت. بدین ترتیب هر پره تولید یک سیگنال فرمان در مدار جرقه خواهد کرد و جرقه‌ای در سیلندر زده خواهد شد. این سیگنال را می‌توان با مولتی‌متر که در وضعیت ولتاژ AC قرار دارد آشکار کرد. تغییرات ولتاژ را می‌توان روی صفحه نمایش دستگاه تنظیم موتور نشان داد. این تغییرات در عمل بین دو سطح 0 و 5 تا 8 ولت خواهند بود و هر بار که یک پره از داخل حسگر بگذرد سطح ولتاژ تغییر می‌کند.



شکل ۱۰-۸ حسگر اثر هال

شکل ۱۱-۸ زمان‌بندی جرقه با استفاده از اثر هال. صفحه قطع کننده، از میان یک شار در حسگر اثر هال می‌گذرد که میدان مغناطیسی را تحت تأثیر قرار داده و تغییری در جریان الکتریکی به‌وجود می‌آورد که به عنوان سیگنال عمل می‌کند.

Ahwaz_Hackerz

عملکرد خودرو هنگام خرابی این سنسور

هنگام خرابی این سنسور به دلیل عملکرد نادرست، دلکو خودرو حالت تک کار کردن خواهد داشت و یا اگر در خودروهای انژکتوری از این سنسور برای مشخص نمودن نقطه مرگ بالا استفاده شده باشد خودرو روشن نخواهد شد.

Ahwaz_Hackerz

فصل نهم

سایر سنسورها

۹-۱ سنسور وضعیت دریچه گاز

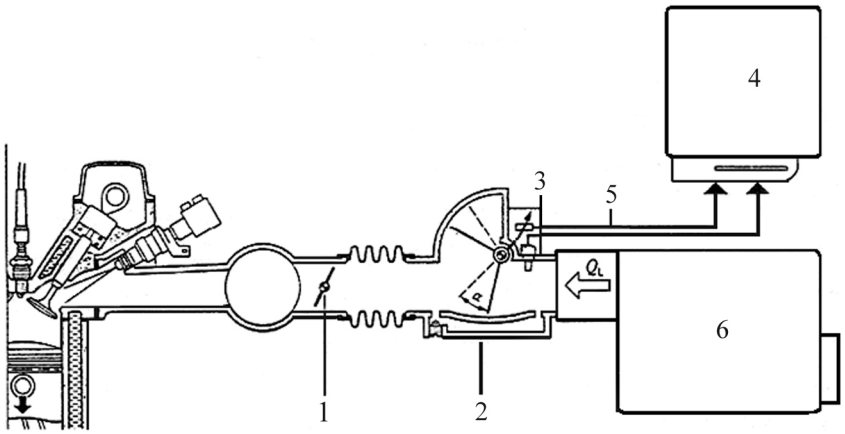
این سنسور از یک مقاومت متغیر دورانی تشکیل شده که با گردش محور دریچه گاز، مقدار مقاومت آن تغییر کرده و باعث تغییر در ولتاژ خروجی سنسور موقعیت دریچه گاز می‌شود. این تغییر ولتاژ به ECU ارسال شده، تا آن‌را از میزان باز و بسته بودن دریچه گاز مطلع سازد. واحد ECU، متناسب با درجه باز شدن دریچه گاز یا به عبارتی ولتاژ خروجی این سنسور، میزان شتاب و فشردن پدال گاز را تعیین می‌کند و مطابق با آن تزریق سوخت را انجام می‌دهد. اتصال لغزنده این سنسور با محور دریچه گاز هم محور بوده و با کوچک‌ترین حرکت دریچه گاز، میزان باز بودن آن را حس کرده که در اثر باز و بسته شدن دریچه گاز ولتاژ خروجی از سنسور تغییر می‌کند و بر اثر این تغییر ولتاژ، اطلاعات به ECU ارسال شده و واحد کنترل موتور نیز مخلوط سوخت مورد نیاز را محاسبه می‌کند. این سنسور روی دریچه گاز نصب می‌شود.

شکل ۹-۱ سنسور وضعیت دریچه گاز

Ahwaz_Hackerz

اصولاً به‌طور معمول خودروهای شهری انژکتوری نسبت به همنوع کاربراتوری خود دارای شتاب کمتری هستند، دلیل آن به پیش‌فرضی برمی‌گردد که در حافظه ECU برای راه‌اندازی موتور گذاشته شده که ما آن را تحت عنوان حافظه دائم می‌شناسیم. وقتی شما پدال گاز را در یک خودرو کاربراتوری می‌فشارید میزان پاشش بنزین با فشرده شدن پدال نسبت مستقیم و نسبتاً خطی دارد. یعنی در یک کلام، میزان پاشش به دست شماست. اما در خودروهای انژکتوری و خودروهایی که دارای لوپ بسته هستند وضعیت دیگر به این صورت نیست.

فرض کنید کورس حرکتی پدال گاز زیر پای شما 5 سانتی‌متر باشد، در نظر بگیرید از این کورس حرکتی، شما پدال را 3 سانتی‌متر فشار داده‌اید. این 3 سانتی‌متر به صورت یک درخواست به ECU انژکتور ارسال می‌شود. ECU بلافاصله قبل از این که پاشش بعدی را روی انژکتور بعدی انجام دهد، داخل حافظه look up table (حافظه‌های موجود در میکروکنترلر اصلی موجود در ECU) رفته و برحسب پارامترهای دریافت شده از تمامی سنسورها از جمله موقعیت دریچه گاز که وظیفه ارسال اطلاعات به ECU را برعهده دارد، میزان پاشش بعدی را تعیین می‌کند.

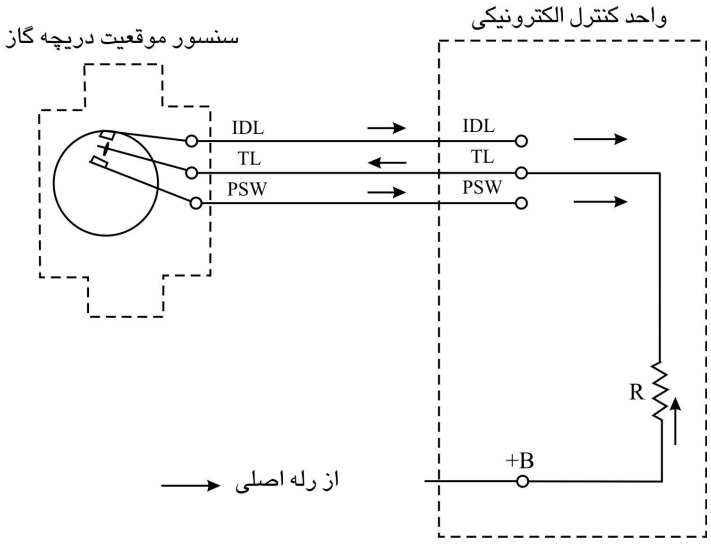


شکل ۲-۹ ۱- دریچه گاز ۲- سنسور اندازه‌گیری جرم هوا ۳- سیگنال مربوط به سنسور جرم هوا ۴- کنترل کننده الکترونیکی ۵- سیگنال دوم سنسور جرم هوا ۶- فیلتر هوا

این میزان، به دلیل الزام ECU به بهینه مصرف کردن بنزین و نیز نگهداشت میزان آلودگی CO در حد تعریف شده، معمولاً مقداری پایین‌تر از حد تقاضای راننده است لذا، با 2.5 سانتی‌متر فشار پدال گاز بیشتر موافقت نخواهد شد که این دستور عیناً به انژکتورها ارسال می‌شود. در نتیجه شتاب مورد درخواست راننده کاملاً مطابق با میل او تأمین نشده و شتاب نهایی کمتر از حد سیستم کاربراتوری خواهد بود. در این حالت هر تقاضای بالاتری (فشردن بیشتر پدال گاز) نیز با همین پاسخ از طرف ECU

Ahwaz_Hackerz

مواجه خواهد شد. البته ناگفته نماند که این بستگی تام به جدول مزبور، گـاهی اوقـات باعـث مـی‌شـود همانند پیکان انژکتوری دارای ECU نوع SL96، شتاب خودرو نسبت به نوع کاربراتوری آن نه تنها کمتر نباشد بلکه از آن بیشتر هم باشد این امر نشان از ناهماهنگی ECU بـا موتـور اسـت و اولـین نتیجـه آن مصرف بالاتر و عدم تنظیم دقیق آوانس خواهد بود که علاوه بـر ایـن معایـب آلایـنـدگی آن نیـز از حـد تعریف شده بیشتر است.



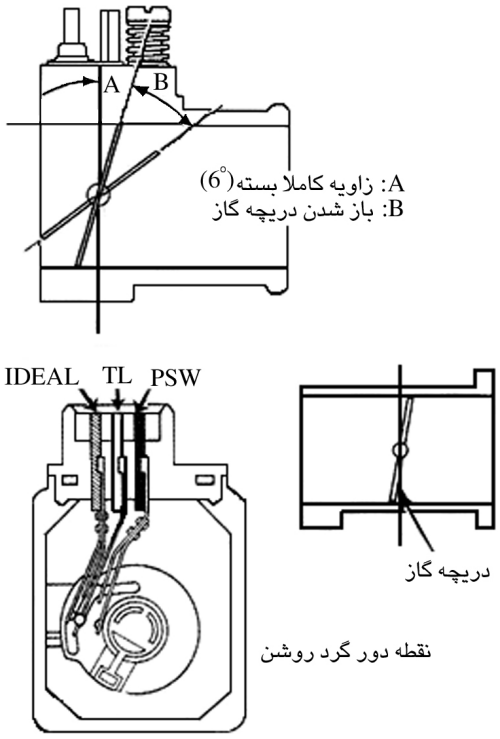
شکل ۳-۹ نشان دهنده مدار داخلی سنسور دریچه گاز

نحوه عملکرد سنسور موقعیت دریچه گاز

الف) دور آرام

هنگامی‌که دریچه گاز در موقعیت بسته قرار می‌گیرد (کمتر از 1.5 درجه از موقعیت کاملاً بـسته) نقطـه متحرک و دور آرام با هم تماس پیدا می‌کنند در نتیجه واحد کنترل الکترونیکـی متوجـه مـی‌شـود کـه موتور در دور آرام کار می‌کند. به علاوه این سیگنال، برای قطـع سـوخت طـی شـتاب کاهنـده اسـتفاده می‌شود. همان‌طور که در شکل ۴-۹ نیز مشاهده می‌شود کنتاکت‌های محرک (کنتاکتی که برق ورودی به آن اعمال می‌شود) و کنتاکت دور آرام درگیر می‌شوند.

Ahwaz_Hackerz



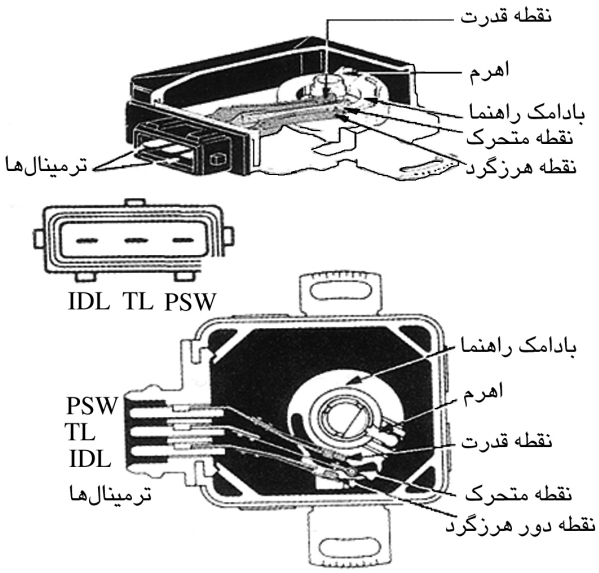
شکل ۴-۹ نشان دهنده عملکرد دور آرام سنسور دریچه گاز

ب) دور تمام بار (دور بالا)

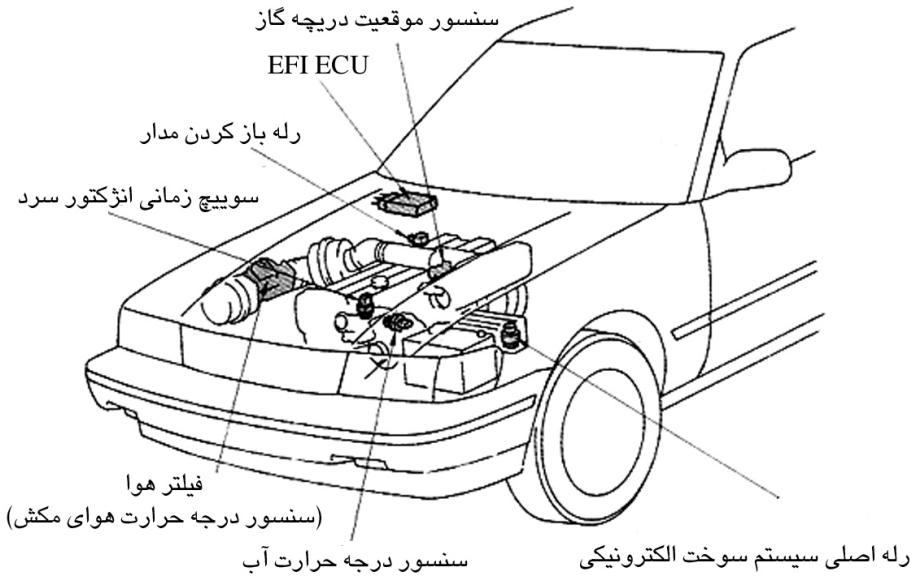
هنگامی که دریچه گاز، حدود 50 الی 60 درجه (بسته به نوع موتور) از موقعیت بسته، باز شود نقطه محرک و کنتاکت قدرت با هم تماس پیدا می‌کنند و شرایط بارگذاری کامل موتور برقرار می‌شود. شکل ۵-۹ گویای این مطلب است.

در خودروهای انژکتوری مجهز به گیربکس اتوماتیک این سنسور به شکلی دیگر و تحت عنوان سنسور موقعیت پدال گاز، نقش اساسی داشته و وظیفه kick down را بر عهده دارد. این عملیات با برداشتن پا از روی پدال گاز و فشردن مجدد آن انجام می‌شود که در صورت مساعد بودن دور موتور باعث می‌شود دنده یک عدد به پایین کشیده شود تا خودرو بتواند برای سبقت یا سرعت‌گیری ناگهانی شتاب بگیرد. این عملیات در واقع نوعی دنده معکوس دادن است.

Ahwaz_Hackerz



شکل ۵-۹ وضعیت تمام بار سنسور وضعیت دریچه گاز

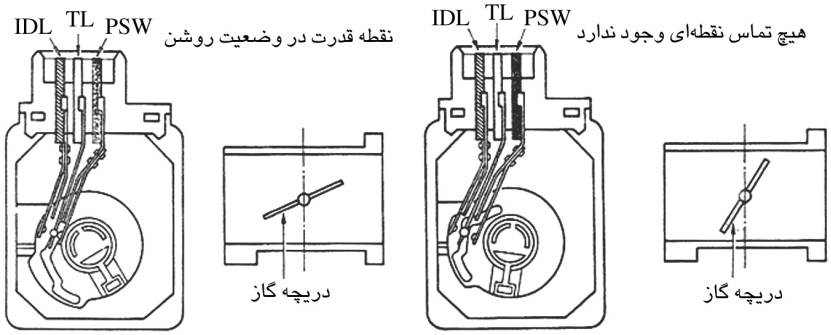


شکل ۶-۹ نشان دهنده موقعیت سنسور دریچه گاز

در شکل ۷-۹ سنسور موقعیت دریچه گاز نشان داده شده است که در قسمت داخلی آن همان‌طور که مشاهده می‌کنید یک پتانسیومتر وجود دارد.

Ahwaz_Hackerz

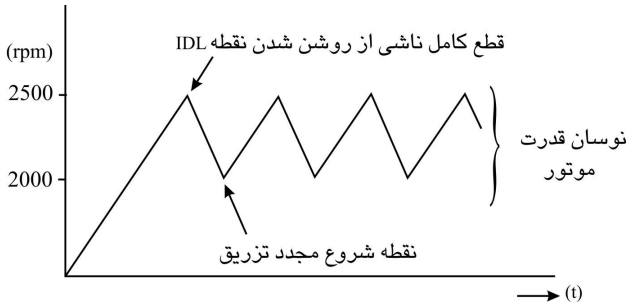
نکته مهم: *کثیف شدن سنسور موقعیت دریچه گاز باعث می‌شود نقطه اتصال دور آرام دچار چسبندگی شود که در نتیجه باعث قطع سوخت و نوسان قدرت حین رانندگی می‌شود.*



شکل ۷-۹ نشان دهنده مجموعه داخلی سنسور دریچه گاز

نوسان قدرت موتور

سرعت موتور هنگام قطع سوخت و تزریق در حین شروع مجدد دچار نوسان می‌شوند که بستگی به دمای آب رادیاتور موتور دارد. برای مثال اگر سرعت قطع سوخت 2500 دور در دقیقه در نظر گرفته شود و سرعت موتور در حین شروع مجدد، حدود 2000 دور در دقیقه باشد در اثر قطع سوخت هنگام رسیدن به دور 2500 واماندگی در موتور به وجود می‌آید و تزریق سوخت مجدد موتور تا زیر 2000 دور اتفاق می‌افتد. این پدیده در اثر نوسان قدرت موتور مطلق مانند شکل ۸-۹ خواهد بود.



شکل ۸-۹ نوسان قدرت موتور با دور و قطع سوخت‌پاشی

عملکرد خودرو هنگام خرابی این سنسور

با توجه به عملکرد ظریف این عنصر حساس، در خرابی آن معمولاً شاهد یکی از این موارد خواهیم بود:

Ahwaz_Hackerz

۱- دور آرام نوسان خواهد داشت، به‌عنوان مثال بدون اینکه شخصی گاز بدهد دورموتور خود به خود بالا می‌رود.

۲- کاهش شتاب‌گیری آنی

۳- لرزش موتور در دور آرام

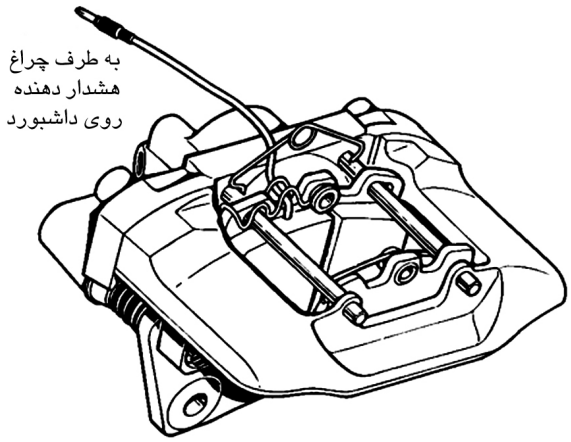
۴- خاموش شدن خودرو پس از برداشتن پا از روی پدال گاز خصوصاً پشت چراغ قرمزها

۹-۲ سنسور لنت ترمز

در این سیستم، کنتاکت‌های میکروسوییچ با فشرده شدن ترمز، به یکدیگر چسبیده و برق سوییچ زیر فرمان را که از فیوز عبور کرده به چراغ خطرهای سمت چپ و راست که در بدنه هستند می‌فرستد و آن‌ها را روشن می‌کند. از طرفی این برق به لامپ ترمز پشت آمپر فرستاده می‌شود. این لامپ برای روشن شدن نیاز به یک بدنه نیز دارد. این بدنه تنها در صورتی تأمین می‌شود که لنت ترمز آنقدر خورده شود که اتصال بین سیم ارتباطی لنت ترمز و دیسک که ذاتاً بدنه است برقرار شود. در این حالت با زدن ترمز، لامپ پشت آمپر به منزله تمام شدن حداقل یکی از لنت‌های چرخ‌های جلو روشن می‌شود.

عملکرد خودرو هنگام خرابی این سنسور

در صورت خرابی، وقتی لنت فرسوده می‌شود چراغ هشدار روی داشبورد روشن نخواهد شد.

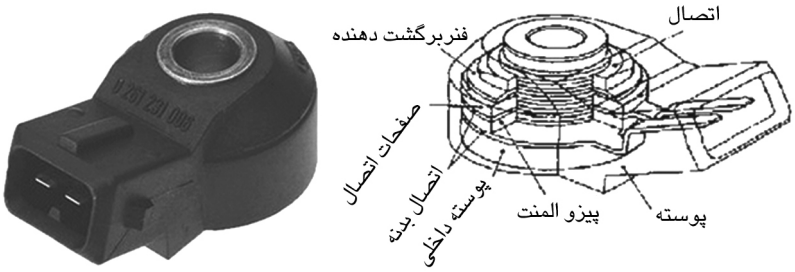


شکل ۹-۹ مدار هشداردهنده لنت ترمز نصب شده روی دیسک. وقتی لنت فرسوده شود، یک کنتاکت الکتریکی درتماس با دیسک قرار می‌گیرد که لامپ را روشن می‌کند.

Ahwaz_Hackerz

۳-۹ سنسور ضربه

این عنصر یکی از عناصری است که کاری دقیق و ظریف روی موتور انجام داده و تا حد زیادی به کیفیت بنزین مرتبط است. اصولاً یکی از پارامترهای کیفی بنزین عدد اکتان (Octane) است این عدد بدون واحد، در واقع انحراف معیاری است که به نوعی می‌تواند به ما نشان دهد که تا چه حد می‌توانیم بنزین را تحت فشار قرار دهیم بدون آنکه بنزین دچار خودسوزی و انفجار شود. هر چه عدد مزبور به 100 نزدیک‌تر باشد کیفیت بنزین بهتر خواهد بود.



شکل ۱۰-۹ سنسور ضربه

در زمان طراحی ECU، شناسایی پارامترهای دقیق موتوری نیازمند روشن کردن موتور است که طبیعتاً این کار با استفاده از بنزین مشخصی صورت می‌گیرد. حال اگر نوع بنزین و متعاقب آن درجه اکتان نیز تغییر کند، نیازمند تنظیم جدیدی خواهیم بود. برای پوشش دادن به این وضعیت، سنسور ضربه به صورت یک دکمه کوچک روی بدنه موتور قرار می‌گیرد. حرکت دادن این سنسور موجب تولید سیگنال‌های ضعیفی داخل این سنسور شده که به ECU ارسال می‌شود. اساساً هر چه اکتان پایین‌تر باشد میزان خودسوزی بنزین بالاتر رفته و این خودسوزی ضرباتی را بر پیکره سیلندر وارد می‌کند. هر چه ضربات لحظه‌ای موتور ناشی از خودسوزی بنزین بیشتر باشد شدت این سیگنال‌های غیر پریودیک سوزنی شکل در سنسور ضربه بیشتر خواهد بود. در مقابل، ECU نیز با گرفتن این سیگنال‌ها، تخمین میزان شدت آن‌ها با کاهش متناسب آوانس لحظه‌ای و غنی‌کردن همزمان مخلوط سوخت و هوا برای جلوگیری از این معضل اقدام می‌کند. یکی از پایه‌ها برق 5 ولت و پایه دیگر سیگنال، خروجی خواهد داشت.

عملکرد خودرو هنگام خرابی این سنسور

با توجه به عملکرد ظریف این عنصر و نیز پشتیبانی کیفی سنسور اکسیژن، در خرابی آن احتمالاً راننده

Ahwaz_Hackerz

به سختی شاهد عکس‌العمل محسوسی خواهد بود. اما احساس راننده مبنی بر کارکرد دوگانه خودرو با بنزین‌های معمولی و سوپر می‌تواند دلیلی بر خرابی احتمالی این عنصر باشد.

۹-٤ سنسور اینرسی (سوییچ اینرسی)

وظیفه این سنسور حفظ ایمنی در تصادفات است. ضربات محرک سنسور ضربه، ضربات ناشی از احتراق ناقص یا خودسوزی بنزین با اکتان پایین است که بر بدنه موتور وارد شده و ضرباتی که سنسور اینرسی حس می‌کند ضربات بسیار محکم بر بدنه خودرو (تصادف) است. این سنسور با قطع بنزین موجب ایمنی بیشتر و جلوگیری از آتش‌سوزی‌های احتمالی پس از تصادف می‌شوند. این سنسور یک سوکت دو پایه دارد. این دو پایه در داخل به یک کنتاکت وصل می‌شود و اتصال دو سر این کنتاکت توسط یک گوی کوچک فلزی محقق می‌شود. اگر ضربه محکمی با مشت به قسمتی از بدنه که به موقعیت مکانی سنسور مزبور نزدیک‌تر است وارد کرده یا با انگشت به خود سنسور ضربه محکمی بزنید گوی کوچک از جای خود جابه‌جا شده و کنتاکت را قطع می‌کند. با توجه به اینکه برق پمپ بنزین از دو سر این کنتاکت عبور می‌کند طبیعی است که بدین طریق برق پمپ بنزین قطع و خاموش شود.

خودروهای مولتی‌پلکس فاقد این سنسور هستند اما وظیفه آن به عهده کنترل یونیت کیسه هواست که زیر کنسول وسط قرار دارد.

جدول ۱-۹ نقش این سنسور و نوع کاربرد آن را در خودروهای مختلف نشان می‌دهد.

جدول ۱-۹ کاربرد سنسور اینرسی در خودروهای مختلف

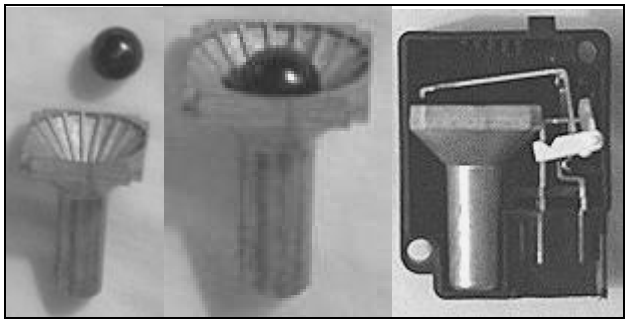
ردیف	نوع خودرو	نتیجه	علت
۱	پیکان، پژو آردی و 405 انژکتوری، سمند و پارس	خودرو بلافاصله خاموش می‌شود.	قطع برق ECU
۲	405 کاربراتوری	ظاهراً اتفاق خاصی رخ نمی‌دهد.	قطع برق پمپ بنزین برقی
۳	206 غیرمولتی‌پلکس	خودرو پس از چند ثانیه خاموش می‌شود.	قطع برق پمپ بنزین برقی
۴	206 مولتی‌پلکس	اتفاق خاصی رخ نمی‌دهد.	ــــــــــــ

اگر ضربه محکمی با مشت به قسمت‌های حساس بدنه وارد کنیم تا سنسور اینرسی را فعال کنیم موارد بعدی اتفاق می‌افتد:

Ahwaz_Hackerz

۱- از آنجا که این سوییچ، برق کنترل سیستم ECU را ارسال می‌کند با قطع برق ECU، بدیهی است که خودرو بلافاصله کنترل الکترونیکی خود را از دست داده و خاموش شود.

۲- خودروی پژوی 405 کاربراتوری دو پمپ بنزین دارد. پمپ برقی 405 کاربراتوری را اصطلاحاً پمپ برقی کمکی بنزین می‌گویند. خاموش شدن آن تأثیر محسوسی در روشن شدن خودرو نداشته ولی با افزایش سرعت و باز شدن دهانه دوم کاربراتور (34 و 34 Solex دو دهانه) در سرعت‌های بالا، هنگام شتاب‌گیری و یا در سربالایی‌ها به صورت لرزش شدید جلوه می‌کند.



شکل ۱۱-۹ نمای داخل سوییچ اینرسی

۳- در پژو 206 غیرمولتی‌پلکس با ضربه زدن، سوییچ اینرسی عمل کرده، پمپ خاموش می‌شود اما با توجه به وجود بنزین ذخیره در ریل سوخت، این سوخت می‌تواند تا حدود چند ثانیه موتور را روشن نگه دارد.

۴- در پژو 206 مولتی‌پلکس یک پله ارتقا تکنولوژی داریم. این خودرو فاقد سنسور مزبور است. کنترل یونیت کیسه هوا با دریافت اطلاعات سرعت خودرو از طریق ECU شروع به محاسبه می‌کند، در صورت کاهش سرعت خودرو با یک شتاب آستانه، این یونیت با دستور به BSM برای قطع پمپ بنزین اقدام می‌کند. در نتیجه ضربات این چنینی تأثیری در عملکرد پمپ بنزین ندارند. لازم به ذکر است که ترمز شدید نمی‌تواند حد آستانه تحریک مزبور را برآورده کند، این اتفاق تنها در زمان بروز تصادف رخ می‌دهد.

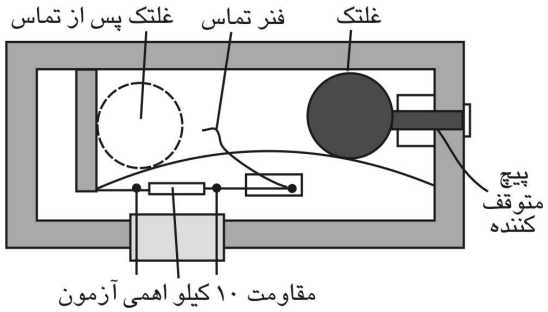
عملکرد خودرو هنگام خرابی این سنسور

برای خرابی عملکرد این قطعه به جدول ۱-۹ مراجعه شود. در شرایط بحرانی و عدم دسترسی به قطعه می‌توانید سوکت آن را کشیده و با یک تکه سیم در دو اتصال سوکت، آن را به هم وصل کنید.

Ahwaz_Hackerz

۹-۵ سنسور کیسه هوا و پیش‌کشنده‌ها

یونیت کیسه هوا که نام دیگر آن ACU یا (Airbag Control Unit) است تنها یونیتی است که سنسور آن ناپیداست. این حسگر معمولاً به صورت‌های مختلف مکانیکی یا الکترونیکی ساخته می‌شود. سیستم مکانیکی (شکل ۱۲-۹) به وسیله فنری کار می‌کند که غلتکی را در جای خود نگه داشته است. وقتی ضربه‌ای شدیدتر از حد معین به خودرو وارد شود بر نیروی فنر غلبه می‌کند و غلتک آزاد می‌شود. وقتی غلتک آزاد شد حرکت می‌کند و یک میکروسوییچ را راه‌اندازی می‌کند. این کلید در حالت عادی باز است، مقاومتی به صورت موازی با آن بسته شده که امکان پایش سیستم را فراهم می‌کند. می‌توان از دو کلید مشابه استفاده کرد تا کیسه فقط هنگامی عمل کند که ضربه ناشی از برخورد روبه‌رو به اندازه کافی شدید باشد. لازم به یادآوری است که در صورت چپ کردن خودرو، اگر شوک ضربه از مقابل یا از طرفین (برای خودروهایی که دو سنسور در دو جهت دارند) زیاد نباشد کیسه هوا عمل نخواهد کرد.



شکل ۱۲-۹ نشان دهنده سنسور ایربگ از نوع غلتکی

نوع دیگر حسگر برخورد را می‌توان شتاب سنج تلقی کرد، البته این نوع شتاب سنج، شتاب منفی را اندازه‌گیری می‌کند. در این نوع ACU، تصادف را از روی اطلاعاتی که از سنسور سرعت خودرو به دست می‌آید تشخیص می‌دهند.ACU با محاسبه میزان شتاب منفی که از اطلاعات سرعت آن را دریافت می‌کند در دو نقطه آستانه تحریک شدن، مبادرت به ارسال دو دستور زیر می‌کند:

در نقطه آستانه اول تحریک، ACU دستور فعال شدن پیش کشنده‌های سمت راست را صادر می‌کند و در حد آستانه دوم، دستور انفجار کپسول کیسه‌های هوا ارسال می‌شود.

کپسول‌های انفجار حاوی یک چاشنی و یک نوع ماده متراکم هستند که هنگام انفجار چاشنی، این ماده متراکم، آزاد و با سرعت زیاد تبدیل به گاز شده و افزایش حجم پیدا می‌کند. این موضوع باعث می‌شود تا کیسه هوای موردنظر، ظرف کسری از ثانیه، باد شده و بین مسافرین، شیشه و بدنه خودرو قرار گیرد. کپسول کمربندها نیز باعث می‌شوند تا هنگام تصادف، کمربندها به شدت و با سرعت بالا به سمت

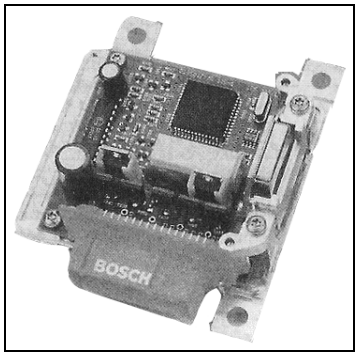
Ahwaz_Hackerz

راننده و شاگرد کشیده شده و مانع از حرکت مسافرین به جلو شوند. هنگام تصادف، کمربندهای جلو حدوداً 80 میلی‌متر به عقب کشیده می‌شوند.

این مقدار در سمت سرنشین هنگامی مسافری روی صندلی جلو نشسته باشد کمی بیشتر است. ارسال دستورACU برای انفجار کپسول‌ها، شامل ارسال یک برق و بدنه به هر کپسول، جداگانه است که به‌طور اتوماتیک توسط ACU انجام شده و مطابق با حدود آستانه اول و دوم تحریک، توسط کارخانه سازنده در آن تعریف شده و قابل تغییر نیست.

شکل ۱۳-۹ سیستم ایربگ بعد از عملکرد را نشان می‌دهد.

در شکل ۱۴-۹ یک واحد کارانداز کیسه هوا مشاهده می‌شود. در این سیستم حسگرهای الکترونیکی به کار رفته است. وقتی سرعت خودرو 50 کیلومتر در ساعت باشد، حدود 10 میلی‌ثانیه فرصت دارد تا تصمیم بگیرد که سیستم‌های محافظ را فعال کند یا خیر، طی این زمان کوتاه باید بیش از 10000 عمل محاسباتی انجام شود. داده‌های مورد استفاده برای پی‌ریزی این الگوریتم‌ها مبتنی بر شبیه‌سازی‌های کامپیوتری هستند، اما سیستم‌های رقمی می‌توانند حین تصادف، رویدادها را در حافظه ثبت کنند. بدین ترتیب می‌توان داده‌های حقیقی نیز جمع‌آوری کرد.



شکل ۱۴-۹ واحد کارانداز کیسه هوا

Ahwaz_Hackerz

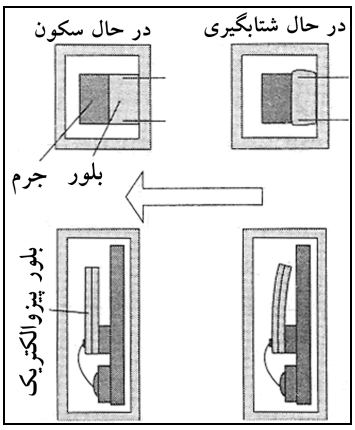
در جدول ۲-۹ نحوه عملکرد سنسور کیسه هوا را به صورت زمان‌بندی شده ملاحظه خواهید نمود:

جدول ۲-۹ عملکرد زمانی کیسه هوا

زمان (بعد از تصادف)	عملکرد
10 میلی‌ثانیه	سیگنال ناشی از ضربه به واحد جرقه ایربگ ارسال شده و گاز شروع به انتشار می‌کند.
20 میلی‌ثانیه	قاب غربیلک فرمان شکسته و کیسه هوا شروع به پر شدن از گاز می‌کند.
35 میلی‌ثانیه	کیسه هوا با صورت راننده برخورد می‌کند.
40 میلی‌ثانیه	کل حجم کیسه هوا از گاز پر می‌شود.
55 میلی‌ثانیه	در اثر ضربه کیسه هوا با سر راننده، گاز از منافذ ریز کیسه هوا خارج می‌شود.
105 میلی‌ثانیه	کیسه هوا به سرعت از گاز تخلیه می‌شود.

عملکرد خودرو هنگام خرابی این سنسور

هنگام خرابی این سنسور که خیلی به ندرت پیش می‌آید، کیسه‌های هوا بیرون نخواهند آمد که تست آن فقط از طریق دستگاه عیب‌یاب انجام می‌گیرد. توجه شود که برای تست آن نباید خودرو را در شرایط تصادف قرار داد زیرا این سنسور و عملکرد سیستم ایربگ بسیار گران است.

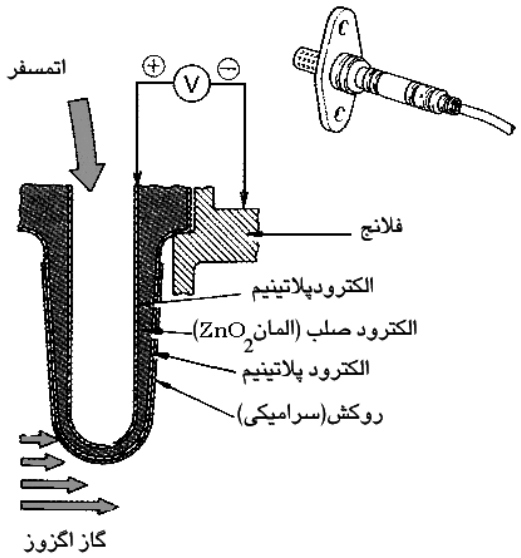


شکل ۱۵-۹ عملکرد سنسور کیسه هوا

Ahwaz_Hackerz

۹-۶ سنسور اکسیژن

از این سنسور برای کنترل و پایین نگه داشتن میزان مونوکسیدکربن، اکسید نیتروژن و هیدروکربن‌های نسوخته می‌توان استفاده کرد. سنسور اکسیژن (که با نام‌هایی مانند سنسور O_2، لامبدا سنسور و یا سنسور EGO معرفی می‌شود) نقش مهمی را در سیستم انژکتور بازی می‌کند. شکل آن شبیه یک شمع است که روی منیفولد دود نصب می‌شود و با دود خروجی از اگزوز در تماس مستقیم است. این سنسور که نقش یک فیدبک منفی را در سیستم انژکتور دارد نسبت به جریان اکسیژن موجود در دود حساس است. عکس‌العمل این قطعه در مقابل اکسیژن، تولید ولتاژ مستقیمی است که بین 0.1 تا 0.9 ولت شدت دارد. کم و زیاد بودن میزان اکسیژن در دود نشانه‌ای از عدم عملکرد درست ECU است به دلایل: خطای سنسورها، عدم عملکرد صحیح خود ECU و یا عدم تطابق با موتوری است که یک ECU خاص بر روی آن بسته شده است.

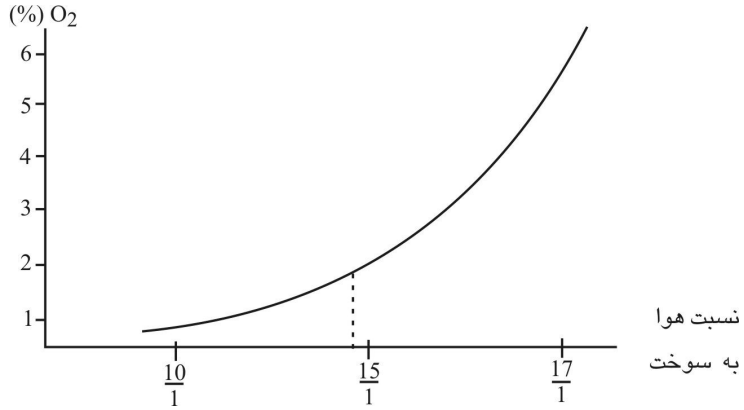


شکل ۹-۱۶ حسگر اکسیژن و خروجی مشخصه آن

سنسور اکسیژن شامل بدنه سرامیکی با سره پلاتینیوم است. سره سنسور توسط غلاف فلزی محافظت شده است. محدوده خارجی این سرامیک پوشش داده شده در معرض اکسیژن موجود در اگزوز قرار دارد. قسمت داخلی آن به اکسیژن موجود در اتمسفر مرتبط است. اختلاف بین این دو نقطه باعث تولید ولتاژ در سنسور می‌شود.

Ahwaz_Hackerz

هدف نهایی این سنسور، تنظیم میزان مخلوط سوخت و هوا است. ولتاژهای پایین، نشان دهنده غنی بودن سوخت Richness و ولتاژهای بالاتر نشان دهنده فقیر بودن سوخت Weakness (Leanness) در دود خروجی است. وجود این سنسور موجب می‌شود تا اگر خطاهایی نیز در عملکرد کلی سیستم وجود دارد تصحیح شود و میزان آلودگی نهایی خودرو به مراتب کمتر از حدود آستانه خودروهای دیگری باشد که به این عنصر مجهز نیستند.



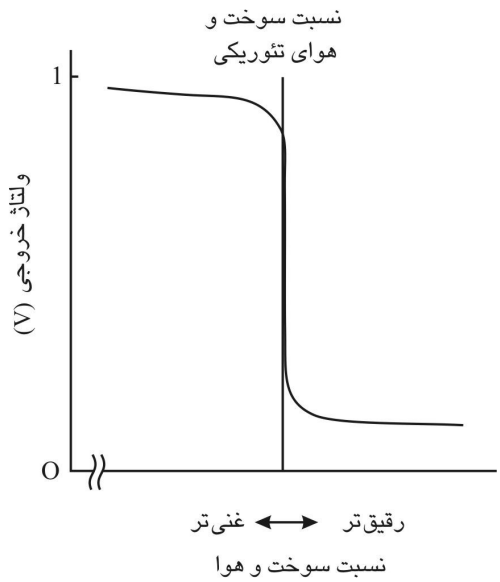
شکل ۱۷-۹ نشان دهنده میزان اکسیژن خروجی با نسبت سوخت

قبل از اینکه سنسور اکسیژن عمل کند باید حدود 300 درجه سانتیگراد گرم شود (در حدود 600 درجه فارنهایت) زیرا بهترین عملکرد این سنسور در دمای حدود 1400 درجه فارنهایت است، لذا محل قرارگیری آن در اگزوز در نظر گرفته می‌شود.

از آنجایی که سنسور اکسیژن با انجام عملکرد صحیح باید از پیش گرم شود، داخل آن یک المنت گرم کننده اهمی از نوع PTC وجود دارد. با توجه به نقطه کارگذاری این عنصر می‌توان دریافت که این عنصر به شدت داغ می‌شود. در قرار دادن المنت گرم‌کن نکته‌ای وجود دارد که به لحظات اولیه روشن کردن خودرو باز می‌گردد. با توجه به محل این سنسور، کارخانه طراح مجبور بوده تا گرمای نامی کارکرد این سنسور را نیز در همان دمای مزبور منیفولد قرار دهد. این موضوع موجب می‌شود تا در لحظات اولیه استارت که سنسور هنوز گرم نشده نتواند عکس‌العمل درستی در مقابل اکسیژن داشته و ولتاژ لازم را به ECU بفرستد لذا با قرار دادن یک المنت داخل سنسور سعی می‌شود تا بلافاصله بعد از باز کردن سوییچ از طریقه رله دوبل، المنت باعث گرم شدن سریع سنسور تا 300 درجه سانتیگراد شده و سنسور را آماده کار کند. مقدار مقاومت گرمکن این سنسور در دمای معمولی زیر 10 اهم می‌باشد.

در شکل ۱۹-۹ نحوه عملکرد سنسور اکسیژن را برای سنسور سالم و خراب نوع II و III مشاهده می‌کنید.

Ahwaz_Hackerz

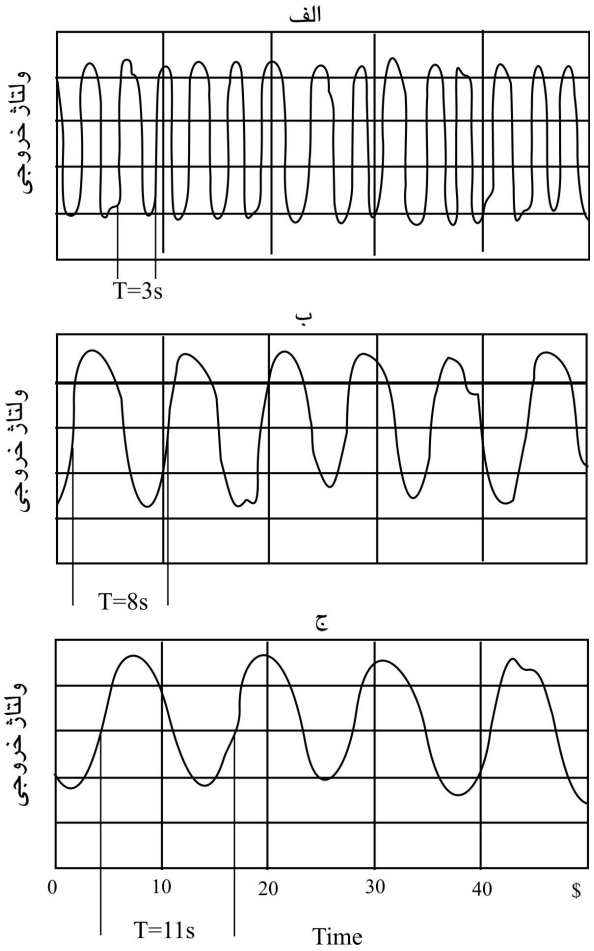


شکل ۱۸-۹ نمودار ولتاژ به نسبت سوخت

با دقت در نمودارهای ۱۹-۹ به سادگی متوجه این نکته خواهیم شد که هنگام خرابی این سنسور طول موج سیگنال ارسالی برای ECU افزایش یافته و ECU دیگر قادر نخواهد بود که میزان اکسیژن موجود در دود اگزوز را تشخیص دهد که این موضوع در عملکرد کلی خودرو تأثیری نداشته ولی میزان آلایندگی را بالا می‌برد.

این سنسورها می‌توانند با تعداد سیم‌هایی که از این واحد خارج می‌شوند، شناسایی شوند. اگر سنسوری یک سیم داشته باشد، سنسور Upstream نامیده می‌شود که فاقد المنت بوده و درست بعد از منیفولد دود قرار دارد، اگر دارای سه سیم باشد سنسور Downstream نامیده می‌شود که یکی از آن‌ها برای سیگنال بوده و دو سیم دیگر برای المنت استفاده می‌شود و درست بعد از محفظه کاتالیست (Catalytic converter) قرار می‌گیرد. برخی دیگر دارای چهار سیم بوده، که یکی از آن‌ها برای سیگنال‌های محیط اطراف (جلوگیری از اثرات نویز و افزایش دقت اندازه‌گیری) و دو تای دیگر برای گرم کردن می‌باشد. کاتالیک کنور تور محفظه‌ای، شامل یک شبکه مشبک از نوعی مواد شیمیایی است که به سوختن نهایی سوخت نسوخته در اگزوز کمک می‌کند. به کمک این فرایند CO که گازی خطرناک است به گاز نسبتاً بی‌خطر CO_2 تبدیل می‌شود. سنسور Downstream وظیفه نمونه‌برداری محصول خارج شده از کاتالیست را بر عهده دارد و در واقع برای بار دوم، حلقه سیستمی انژکتور را برای بهینه سوختن بنزین کامل می‌کند.

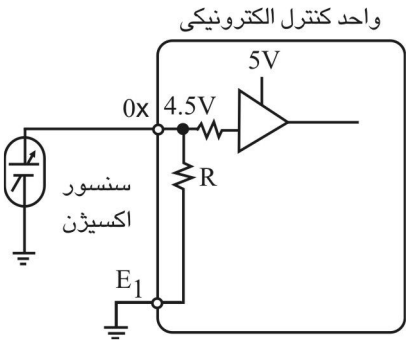
Ahwaz_Hackerz



شکل ۱۹-۹ نشان دهنده عملکرد سنسور اکسیژن در حالت‌های مختلف (الگوی‌موجی شکل دینامیکی سنسور اکسیژن). (الف) سنسور سالم (ب) سنسور نوع دوم خراب (ج) سنسور نوع سوم خراب

بیشتر موتورهای دارای توربوشارژر، از سنسورهای مجهز به المنت استفاده می‌کنند، زیرا توربوشارژر مقدار زیادی از انرژی گرمایی را جهت پمپ کردن هوای اضافی به سیستم، مصرف می‌کند. سنسور بدون المنت، دارای عملکرد خوبی نبوده و عددی که ارائه می‌دهد قابل قبول نیست. مخصوصاً این موضوع هنگام شروع به کار توربو مشهودتر است.

Ahwaz_Hackerz



شکل ۲۰-۹ مدار سنسور اکسیژن

سنسور اکسیژن به ECU کمک می‌کند و مقدار سوخت مصرفی لازم را بر اساس مقدار اکسیژن عبوری از اگزوز مشخص کند. در سطح دریا، میزان نسبت سوخت به هوا جهت احتراق کامل (نسبت سوخت استوکیومتری) $\frac{1}{14.7}$ است. این نسبت، عددی معادل عدد لامبدای 1 است کمپانی بوش به این دلیل سنسورهایش را سنسورهای لامبدا نام‌گذاری کرده است.

عملکرد خودرو هنگام خرابی این سنسور

با توجه به عملکرد ظریف این عنصر که در واقع نوعی تنظیم دقیق (Fine Tuning) است در خرابی آن، راننده به سختی شاهد عکس‌العمل محسوسی خواهد شد اما در صورت تست CO خودروی مزبور توسط دستگاه‌های تست چهارگاز می‌توان مشاهده کرد که میزان آلودگی CO اگزوز بیش از اندازه استاندارد بوده یا مرتب کم و زیاد می‌شود.

۹-۷ سنسور متانول

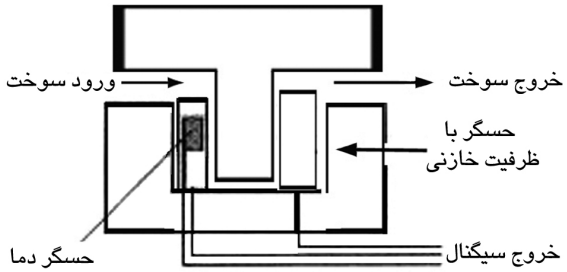
یکی از راه‌های کاهش آلایندگی دود اتومبیل‌ها، استفاده از سوخت‌های مخلوط است. متانول یکی از سوخت‌هایی است که می‌توان آن را با بنزین مخلوط کرد. مسأله مهم این است که نیاز هوای استوکیومتریکی متانول و بنزین برابر نیست. یعنی بنزین و متانول برای احتراق کامل به مقدارهای متفاوتی از هوا نیاز دارند.

سیستم اداره موتور را می‌توان چنان تنظیم کرد که هر یک از دو سوخت یا مخلوطی از آنها را مصرف کند، مسأله مصرف سوخت مخلوط این است که، نسبت سوخت تغییر خواهد کرد. حسگر مخصوصی برای تعیین مقدار متانول مورد نیاز است، به کمک این حسگر می‌توان از مخلوط بنزین و متانول به هر

Ahwaz_Hackerz

نسبتی استفاده کرد.

حسگر متانول شکل۲۱-۹ با استفاده از خاصیت دی‌الکتریک کار می‌کند. سلول اندازه‌گیری، خازنی است که با سوخت پر می‌شود و مقدار متانول، بر اساس ظرفیت خازن محاسبه می‌شود. دو اندازه‌گیری دیگر نیز انجام می‌شود. یکی دمای سوخت و دیگری رسانایی الکتریکی آن. به کمک این ضریب‌های تصحیح می‌توان از حساسیت اسباب اندازه‌گیری مطمئن شد. بنابراین خطای اندازه‌گیری بسیار اندک است.



شکل ۲۱-۹ حسگر متانول

این حسگر را می‌توان در لوله سوخت نصب کرد تا داده‌هایی که به واحد کنترل موتور می‌رسد پیوسته و قابل اعتماد باشد. واحد کنترل براساس داده‌های دریافتی می‌تواند سوخت‌ها را به نسبت مناسب مخلوط کند. پیشرفت‌های دیگری نیز انجام شده ولی به نظر می‌رسد که این حسگر نقش مهمی‌در فراهم آوردن امکان برای مصرف سوخت‌های دیگر در آینده نزدیک داشته باشد. همچنین در خودروهایی با موتورهای دو سوخته این سنسور کاربرد خواهد داشت. این موتورها، نسل بعدی موتورهای احتراق داخلی را تشکیل می‌دهند.

عملکرد خودرو هنگام خرابی این سنسور

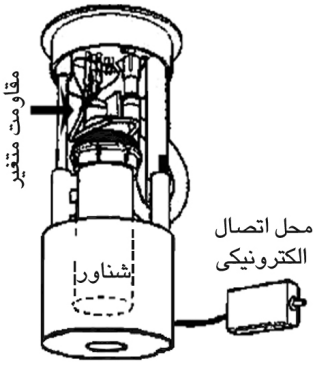
در خرابی این سنسور مشکل محسوسی مشاهده نمی‌شود. در این هنگام، میزان آلایندگی خودرو از استاندارد تعریف شده توسط کارخانه بیشتر شده که توسط دستگاه چهار گاز مشخص می‌شود.

۹-۸ سنسور نشان‌دهنده سطح سوخت

شروع به فعالیت این سیستم را از شناور داخل باک آغاز می‌کنیم. با افزایش و کاهش مقدار بنزین، ارتفاع و متعاقب آن شناور داخل باک بالا و پایین آمده و سر وسط یک پتانسیومتر ساده را که روی پمپ بنزین نصب شده جابه‌جا می‌کند. این تغییر مقاومت به ECU منتقل شده، اطلاعات این شناور به صورت پیام خبری توسط ECU تجزیه تحلیل و کد شده و از طریق پایه‌های دیگر ECU به پایه‌های

Ahwaz_Hackerz

آمپر ارسال می‌شود. آمپر با دریافت این دستور آن را کدگشایی کرده و مسئولیت اجرای دستور را بر عهده می‌گیرد. لذا، بلافاصله با فعال کردن عقربه میزان سوخت، راننده را آگاه می‌کند همچنین در بعضی از مدل‌ها چراغی برای اخطار به راننده نیز وجود دارد که برق خود را از همین مدار دریافت می‌کند.



شکل ۲۲-۹ سنسور سطح سوخت

در بعضی از خودروها این عملیات در یک مرحله دیگر نیز ادامه می‌یابد. این پروسه به این ترتیب می‌باشد که آمپر، اطلاعات سوخت را به نمایشگر چند منظوره ارسال می‌کند و این اطلاعات از طریق پایه‌های دیگر آمپر به پایه‌های نمایشگر ارسال می‌شود. نمایشگر با دریافت این دستور آن را کدگشایی کرده و مسئولیت اجرای دستور را بر عهده می‌گیرد در این حالت نمایشگر اطلاعات مبنی بر چگونگی مصرف بنزین را در اختیار راننده قرار می‌دهد.

نکته: *یونیت آمپر با دریافت اطلاعات میزان سوخت کمتر از 5 لیتر، داخل خود چراغ اخطار مصرف سوخت را روشن می‌کند.*

بررسی حالت پر بودن مخزن بنزین

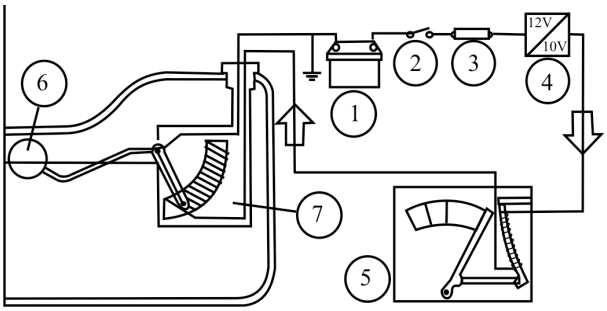
با توجه به شکل‌های ۲۳-۹ و ۲۴-۹ (1) باتری (2) سوییچ (3) فیوز (4) متعادل کننده (5) عقربه نشان دهنده (6) شناور (7) مقاومت متغیر هستند.

توجه کنید که قسمت‌های (6 و 4) را مجموعاً سنسور نشان دهنده میزان سوخت می‌نامند.

هنگامی‌که مخزن پر از سوخت است، شناور در قسمت بالا قرار گرفته و پتانسیومتر مانند شکل ۲۳-۹ در نزدیک‌ترین قسمت ورودی جریان قرار می‌گیرد. چون پتانسیومتر (7) از طرف دیگر به بدنه وصل است و تنها مقاومت موجود در مدار متعادل کننده ولتاژ نیز می‌باشد، تمام شدت جریان از اندازه‌گیر

Ahwaz_Hackerz

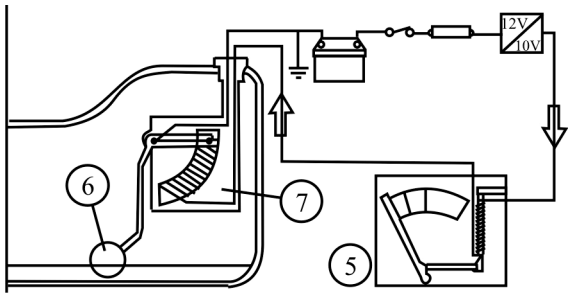
عبور خواهد کرد. عبور جریان باعث گرم شدن فلز نشان دهنده سوخت شده و عقربه به سمت پُر حرکت می‌کند. هنگامی که سطح سوخت در تانک کاهش یابد شناور (6) پایین خواهد آمد و مقاومت بین اتصال اندازه‌گیر و پتانسیومتر افزایش پیدا کرده و اندازه‌گیر به سمت علامت خالی باز می‌گردد.



شکل ۲۳-۹ نشان دهنده عملکرد سنسور سوخت (مجموعه باک) هنگام پر بودن مخزن سوخت

بررسی حالت خالی بودن مخزن بنزین

هنگامی که باک خالی است شناور (6) در کف قرار می‌گیرد. در این حالت پتانسیومتر (7) حداکثر مقاومت خود را دارد. در این موقع جریان از اندازه‌گیر و پتانسیومتر عبور کرده و فلز نشان دهنده سوخت (5) به مقدار کافی گرم نشده و باعث خالی نشان داده شدن تانک می‌شود.



شکل ۲۴-۹ نشان دهند عملکرد سنسور سوخت (مجموعه باک) هنگام خالی بود مخزن

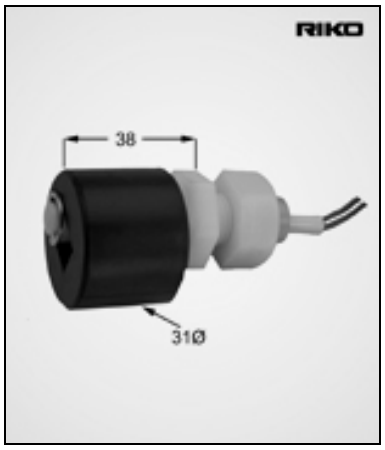
عملکرد خودرو هنگام خرابی این سنسور

در صورت خرابی بعد از بنزین زدن، عقربه مقدار اضافه شدن بنزین را نشان نمی‌دهد.

Ahwaz_Hackerz

۹-۹ سنسور نشان‌دهنده سطح روغن موتور

سنسور سطح روغن، شامل یک میله پلاستیکی است که روی آن یک رشته مقاومتی U شکل کشیده شده است. این سنسور روی بلوک سیلندر قرار داشته و میله پلاستیکی آن که شامل رشته سیم مربوطه است داخل کارتر قرار می‌گیرد. با بالا و پایین رفتن سطح روغن داخل کارتر میزان آغشتگی رشته سیم مربوطه نیز افزایش و کاهش یافته و به همین نسبت به طور معکوس میزان اهم خروجی سنسور کاهش یا افزایش می‌یابد. این تغییر مقاومت به پایه‌های آمپر ارسال می‌شود و آمپر با دریافت اطلاعات، مسئولیت اجرای دستور را بر عهده می‌گیرد. لذا بلافاصله با فعال کردن 6 مربع کوچک نورانی روی آمپر، سطح روغن موتور را نشان می‌دهد.



شکل ۲۵-۹ سنسور روغن موتور

نکته: *در بعضی از خودروها این سنسور مسئولیت ارسال اطلاعات دمای روغن را نیز برعهده دارد. لذا بر خلاف خودروهای دیگر که این سنسور در آن‌ها دارای دو سیم است در این خودروها دارای سه سیم بوده که از پایه سوم آن جهت ارسال اطلاعات دمای روغن استفاده می‌شود.*

تذکر مهم: مربع‌های کوچک نورانی فقط زمانی مقدار صحیح را روی آمپر نشان می‌دهند که خودرو مدتی خاموش بوده باشد زیرا زمان روشن بودن خودرو Oil pump، روغن را از کارتل کشیده و به قسمت‌های مختلف ارسال می‌کند. برای برگشت روغن باید تا سرد شدن خودرو صبر کنید. لذا به مقدار نمایش داده شده روی آمپر، چند لحظه پس از روشن ماندن خودرو و نیز هنگام قرار داشتن خودرو در سطح شیب‌دار اعتماد نکنید.

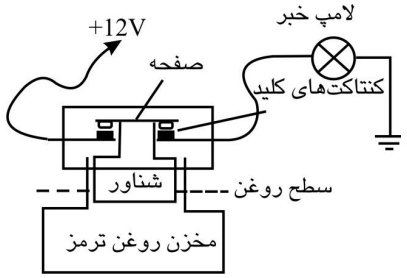
Ahwaz_Hackerz

عملکرد خودرو هنگام خرابی این سنسور

در صورت خرابی اگر روغن کافی در موتور موجود باشد، این چراغ روشن خواهد ماند و اگر روغن کافی موجود نباشد چراغ آن روشن نخواهد شد که این مورد بسیار خطرناک است.

۹-۱۰ سنسور نشان‌دهنده سطح روغن ترمز

سنسور سطح روغن ترمز غالباً به شکل یک شناور است که یک صفحه فلزی بالای آن قرار گرفته است. زیر این صفحه یک جفت کنتاکت الکتریکی قرار دارد که اگر سطح روغن پایین بیاید شناور نیز پایین می‌آید و صفحه روی کنتاکت‌های فلزی می‌نشیند. بدین ترتیب مدار الکتریکی بسته شده و چراغ هشدار دهنده روی داشبورد را روشن می‌کند که پایین آمدن سطح روغن را نشان می‌دهد.



شکل ۲۶-۹ سنسور سطح روغن ترمز که به عنوان یک کلید برای راه انداختن چراغ خبر داشبورد عمل می‌کند.

یکی از ایرادهای کلید سطح روغن، خوردگی کنتاکت‌هاست که تدریجاً کلید را از کار می‌اندازد. استفاده از کلید محفظه‌دار چاره این مشکل است. کلید محفظه‌دار، از یک جفت کنتاکت فولادی خیلی ظریف تشکیل شده که داخل یک محفظه شیشه‌ای قرار دارند. این کنتاکت‌ها در حالت عادی با یکدیگر فاصله کمی دارند، اما در یک میدان مغناطیسی هم جذب می‌شوند و بدین ترتیب می‌توانند مدار را بسته و لامپ هشدار روغن را روشن کنند. میدان مغناطیسی لازم را می‌توان با یک آهنربای کوچک واقع در یک شناور پلاستیکی ایجاد کرد. وقتی سطح روغن از حد مجاز پایین‌تر بیاید، شناور به اندازه‌ای پایین می‌آید که در نزدیکی کنتاکت‌ها قرار می‌گیرد و بدین ترتیب مدار لامپ هشدار روغن بسته می‌شود.

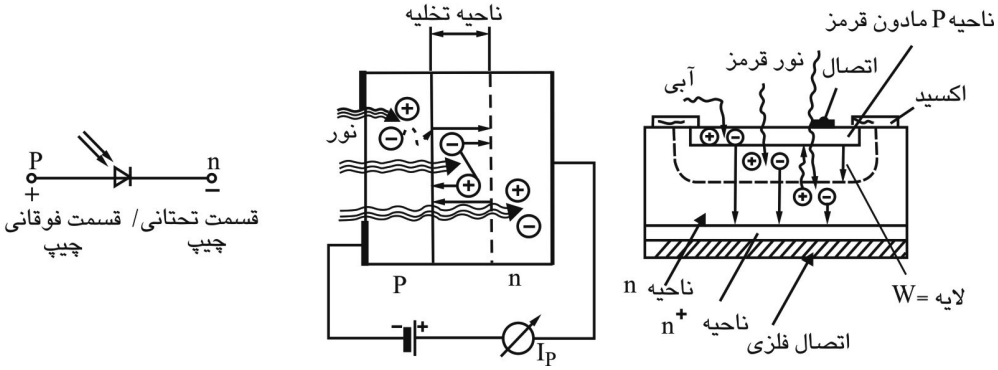
عملکرد خودرو هنگام خرابی این سنسور

در صورت خرابی، اگر روغن کافی در مخزن روغن ترمز موجود باشد این چراغ روشن خواهد ماند و اگر روغن کافی موجود نباشد چراغ آن روشن نخواهد شد.

Ahwaz_Hackerz

۹-۱۱ سنسور نور

سنسورهای نوری بر اساس نیمه هادی دارای اهمیت زیادی در زمینه اندازه‌گیری و تکنولوژی هستند. با این وجود سنسورهای نوری به ندرت برای اندازه‌گیری خود نور مورد استفاده قرار می‌گیرند. در عوض، عموماً به عنوان ابزاری برای اندازه‌گیری سایر کمیت‌ها از قبیل موقعیت یا مسیر حرکت به‌کار برده می‌شوند. در مداری که شکل ۹-۲۷ نشان می‌دهد از یک مقاومت حساس به نور استفاده شده است. این مدار را می‌توان طوری طراحی کرد که در پاسخ به کاهش یا افزایش نور، قطع یا وصل شود. از این سنسورها برای تنظیم خودکار نور چراغ‌های جلوی خودرو، تنظیم خودکار آینه‌های داخل اتومبیل یا روشن کردن چراغ‌های پارک هنگام تاریک شدن هوا استفاده می‌شود.



شکل ۹-۲۷ مدار مقاومت حساس به نور

عملکرد خودرو هنگام خرابی این سنسور

هنگام خرابی این سنسور میزان نور تنظیم شده خودرو در شب، از تنظیم خارج شده و امکان دارد در صورت سالم بودن باتری، چراغ‌ها و سیم‌کشی، نور چراغ‌ها کم باشد یا اینکه در روز چراغ‌های خودرو به صورت خودکار روشن شوند.

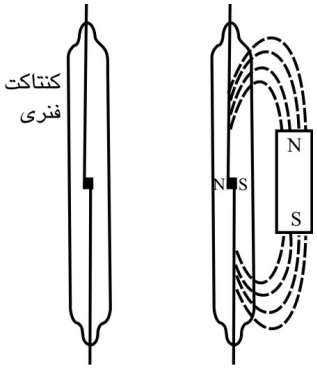
۹-۱۲ سنسور کلیدی

در سنسورهای کلیدی، دو کنتاکت فولادی فنری داخل یک محفظه شیشه‌ای قرار دارند. کنتاکت‌ها کوچک هستند و توسط محفظه شیشه‌ای از محیط جدا می‌شوند (شکل ۹-۲۸) این کنتاکت‌ها به اندازه کافی خاصیت ارتجاعی دارند تا دور از هم باقی بمانند، اما هنگام قرار گرفتن در یک میدان مغناطیسی به طرف یکدیگر جذب شده و مدار را می‌بندند.

Ahwaz_Hackerz

این کلید غالباً برای کنترل لامپ خطر به کار می‌رود و برای کاربردهای مربوط به سوییچ‌های کم شدن سطح مایع ایده‌آل است، زیرا کنتاکت‌ها در تماس با مایع آلوده نمی‌شوند.

از این کلیدهای فنری در بسیاری از اتومبیل‌ها به عنوان نشان دهنده پایین آمدن سطح مایع استفاده می‌کنند. داخل محفظه متصل به بازوی شناور، یک آهنربا قرار می‌گیرد، هنگامی که بازو در اثر پایین آمدن سطح مایع می‌افتد آهنربا در مجاورت کلید فنری قرار می‌گیرد و عملکرد آن یک لامپ خطر را روشن می‌کند.



شکل ۲۸-۹ کلید فنری مغناطیسی: قرار گرفتن در مجاورت یک شار مغناطیسی سبب بسته شدن کلید می‌شود.

عملکرد خودرو هنگام خرابی این سنسور

هنگام خرابی این سنسور در شرایطی که باک بنزین خودرو یا مخزن آب شیشه‌شوی پر باشد، عقربه مقدار کمتری نشان داده یا بالعکس، راننده با دقت به میزان سوخت یا آب موجود در خودرو و عقربه می‌تواند به خرابی آن پی ببرد.

۹-۱۳ سنسور درب‌ها (میکروسوییچ لادری)

این سنسور دارای عملکرد بسیار ساده‌ای است، یک فنر و اهرم دارد که با باز و بسته شدن درب خودرو، اتصال منفی آن قطع و وصل شده، چراغ سقفی و همچنین چراغ پشت آمپر روشن و خاموش می‌شود. در خودروهای جدید، این مکانیزم بدین صورت عمل می‌کند که پس از باز کردن سوییچ و در صورت باز بودن درب‌های سرنشین، دو کنتاکت میکروسوییچ لادری مربوطه می‌چسبند و بدنه را روانه یکی از پایه‌ها ECU می‌کنند. اطلاعات کنتاکت مربوطه توسط ECU تجزیه تحلیل و کد شده و به صورت یک پیام خبری به پایه آمپر ارسال می‌شود. یونیت آمپر با گرفتن این پیام آن را بدون کدکشایی به نمایشگر

Ahwaz_Hackerz

چند منظوره فرستاده، نمایشگر نیز به نوبه خود ضمن کدگشایی نهایی اطلاعات و ترجمه آن، نسبت به اعلام آن به راننده به صورت یک جمله خبری اقدام می‌کند.

عملکرد خودرو هنگام خرابی این سنسور

با خراب شدن این سنسور در صورت باز بودن درب، چراغ‌های سقفی و پشت آمپر روشن نخواهد شد یا سیستم هشدار دهنده باز بودن درب را اعلام نمی‌کند.

۱۴-۹ سنسور فاصله‌یاب لیزری

امروزه در صنعت اتومبیل‌سازی، وسایل گوناگونی جهت افزایش دقت رانندگان هنگام رانندگی و سیستم‌های گوناگون اخطار هنگام نزدیک شدن بیش از حد به موانع ساخته شده است. به کارگیری فناوری نوین پردازش اطلاعات و سیستم‌های الکترونیکی پیشرفته، خودروسازان پیشرو را قادر ساخته است که از این وسایل جهت کنترل هوشمند خودرو استفاده کنند. اولین قدم در این راه، تولید حسگرهای لازم جهت حس کردن شرایط خطرناک است که از جمله اساسی‌ترین آن‌ها سنسورهای فاصله‌یاب هستند.

این سنسور برای استفاده در سیستم‌های هوشمند اخطار تصادف در اتومبیل‌هاست که در آن فاصله خودرو از موانع روبه‌رو اندازه‌گیری می‌شود و با توجه به سرعت نسبی خودرو با موانع و شرایط جوی، اخطار لازم به راننده داده می‌شود. در صورت عدم توجه راننده به اخطارها، سیستم به‌طور اتوماتیک اقدام به کاهش سرعت خودرو می‌کند. اطلاعات جمع‌آوری شده از این سنسورها توسط مدارهای واسط به یک پردازشگر ارائه می‌شود. این پردازشگر بر اساس یکسری محاسبات و قواعد، شرایط را بررسی و تحلیل کرده و در صورت وجود خطر تصادف، راننده را آگاه می‌سازد.

انواع سنسورهای فاصله‌یاب موجود

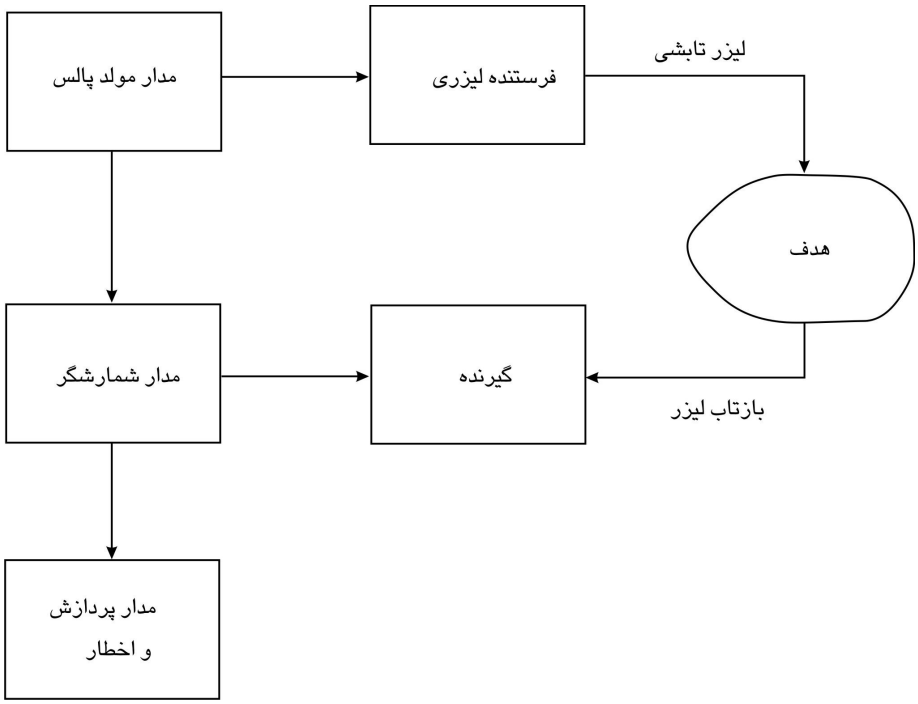
در یک سیستم هوشمند اخطار تصادف، یکی از سنسورهای مادون قرمز، لیزر، مایکروویو، رادار، Ultrasonic، دوربین یا مجموعه ای از این سنسورها در شرایط مختلف برای سنجش فاصله اتومبیل با مانع، در جهات مختلف به‌کار می‌رود. برخی از این سنسورها در شرایط مختلف برای سنجش فاصله اتومبیل با مانع، در جهات مختلف کاربرد دارد و برخی دیگر برای اندازه‌گیری فاصله‌های کوتاه هنگام پارک کردن خودرو استفاده می‌شوند. هدف اصلی طراحان، ساخت سنسوری برای اندازه‌گیری فاصله خودرو به هنگام حرکت در اتوبان است. در این حالت با توجه به سرعت زیاد خودرو و با توجه به زمان

Ahwaz_Hackerz

عکس‌العمل راننده و میزان خط ترمز، دامنه لازم برای اندازه‌گیری بین 10 تا 100 متر است. باید توجه داشت که انتخاب سنسورهای Ultrasonic و مادون قرمز معمولی (که به صورت لیزر تابانیده می‌شوند) به دلیل برد کم آن‌ها، برای اندازه‌گیری فواصل زیاد مانند این مورد، ممکن نیست. در این سنسورها انرژی اشعه تابشی (نوری یا صوتی) در فضا با افزایش فاصله، به شدت تحلیل می‌رود و مقدار بسیار ناچیزی از آن به هدف می‌رسد. سنسورهای لیزر، مایکروویو، رادار و دوربین (روش بینایی ماشین) برای این منظور قابل استفاده هستند. از بین این سنسورها نوع لیزری با توجه به قیمت مناسب، دقت قابل قبول و امکان تولید در داخل کشور بر سایر سنسورها برتری دارند.

اصول عملکرد سیستم

در این روش، لیزر به سمت هدف تابانیده می‌شود و پس از بازگشت از روی هدف و دریافت توسط قسمت گیرنده، مدت زمان رفت و برگشت، اندازه‌گیری می‌شود. سپس با توجه به ثابت بودن سرعت نور، فاصله به دست می‌آید. شکل ۲۹-۹ اساس کار این وسیله را مشخص می‌کند.



شکل ۲۹-۹ اصول عملکرد لیزر

Ahwaz_Hackerz

مدار پردازش و اخطار باید یک فیدبک از سرعت خودرو داشته باشد و با توجه به آن اقدام به اخطار دادن به راننده بکند.

مدار شمارشگر، از هنگام ارسال پالس لیزری تا هنگام بازگشت آن از روی مانع اقدام به اندازه‌گیری زمان می‌کند.

یکی از مشکلات اصلی در این سنسورها، نیاز به کار با فرکانس‌های بالا و مشکلات مربوط به نویزی شدن مدارات است. به منظور بهبود عملکرد مدار، قسمت‌های مختلف مدار روی بردهای جداگانه ساخته و به خوبی از هم ایزوله شده‌اند.

مشکل دیگر، خطرات لیزر برای انسان است. اگر بخواهیم از دیودهای لیزری توان بالا استفاده کنیم باید از بی‌خطرترین نوع آن (لیزر کلاس 1) استفاده شود. مدت زمان تابش لیزر توسط این دستگاه، بسیار کوتاه (در حد چند 10 نانوثانیه) و مطابق با استانداردهای بین‌المللی در این زمینه است که بدین ترتیب، خطرات ناشی از استفاده از لیزر به حداقل کاهش می‌یابد.

عملکرد خودرو هنگام خرابی این سنسور

به طور کلی در خرابی این سنسور تنها مشکلی که به وجود خواهد آمد اختلاف در میزان فاصله واقعی و نشان داده شده توسط این سنسور است که برای سنسورهای دنده عقب خطرناک است.

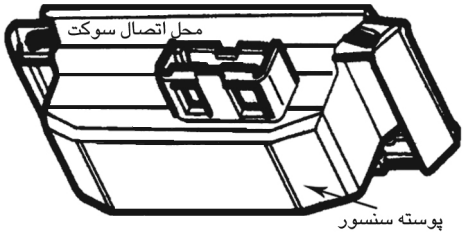
۱۵-۹ سنسور باران

این سنسور که به صورت آپشن در تعداد معدودی از خودروها به‌کار رفته زیر شیشه جلو، پایین‌تر از آینه نصب می‌شود و عنصری است که بر مبنای سیستم اولتراسونیک (ماورای صوت) کار می‌کند. داخل این قطعه یک فرستنده خاص دیودی می‌تواند امواج ماورای صوتی که توسط انسان قابل شنیدن نیست را ارسال کند. این امواج توانایی گذر از شیشه را داشته اما به محض برخورد با مایع، منعکس شده، مجدداً از شیشه جلو عبور کرده و به گیرنده روی یونیت می‌رسند. مقدار امواج بازتاب و اندازه‌گیری شده، با مقدار امواج ارسال شونده مقایسه می‌شود در صورت قابل مقایسه بودن این دو مقدار، یونیت از وجود آب روی شیشه جلو آگاه شده و دستور فعال شدن برف پاک‌کن جلو از طریق شبکه VAN Body به سمت ECU ارسال می‌شود.

ECU ضمن گرفتن این اطلاعات، مجدداً آن را تجزیه تحلیل می‌کند و در صورت مهیا بودن شرایط پیش‌فرض (قرار داشتن دسته راهنما در حالت اتوماتیک) پیام اجرای دستور رسیده از یونیت سنسور باران را به ECU ارسال می‌کند. ECU با دریافت این دستور آن را کدکشایی کرده و مسئولیت اجرای

Ahwaz_Hackerz

دستور و تأیید اجرای آن را بر عهده می‌گیرد. لذا بلافاصله با فعال کردن رله‌های داخلی خود، این کار را انجام داده و برف پاکن جلو را به کار می‌اندازد.



شکل ۳۰-۹ سنسور باران

تذکر: بر حسب مقدار امواج منعکس شده از آب روی شیشه، یونیت مذکور تصمیم می‌گیرد دور کند برف پاک‌کن و یا دور تند آن را راه‌اندازی کند. لمس کردن انگشت خیس روی شیشه در محلی که سنسور وجود دارد باعث روشن شدن مرحله دور کند می‌شود.

عملکرد خودرو هنگام خرابی این سنسور

هنگام خرابی این سنسور امکان دارد در شرایط بارانی عمل نکند یا در شرایط غیربارانی عمل کند که در هر دو صورت در عملکرد کلی خودرو مشکلی به‌وجود نخواهد آورد.

۹-۱۶ سنسور تابش نور خورشید

این سنسور روی سطح بالای داشبورد نصب می‌شود تا مستقیماً در معرض تابش نور خورشید باشد. اگر شدت نور از مقدار معینی بیشتر باشد، ECU می‌تواند با هدایت هوای سرد از پنجره‌های روبه‌رو، سرنشین را به صورت اتوماتیک خنک کند.

حسگر نور خورشید، یک ترمیستور است که روی یک سطح سیاه جاذب نور نصب شده است یا می‌تواند یک فتو دیود باشد که عملکرد بهتری دارد، چون نه تنها واکنش آن سریع است، بلکه تغییرات درجه حرارت محیطی تأثیری در عملکرد آن ندارد.

این دیود در جعبه‌ای مسدود با یک فیلتر نوری قرار داده می‌شود به طوری که فقط نور مادون قرمز خورشید (اشعه گرمایی) روی دیود بتابد. ECU ولتاژی را در جهت مخالف به حسگر می‌دهد و جریان معکوس دیود را برای سنجش تابش نور خورشید اندازه می‌گیرد. شدت جریان معکوس، تقریباً متناسب با شدت نور خورشید است و اگر نور از حد تعیین شده‌ای بیشتر باشد به صورت خودکار، سیستم خنک

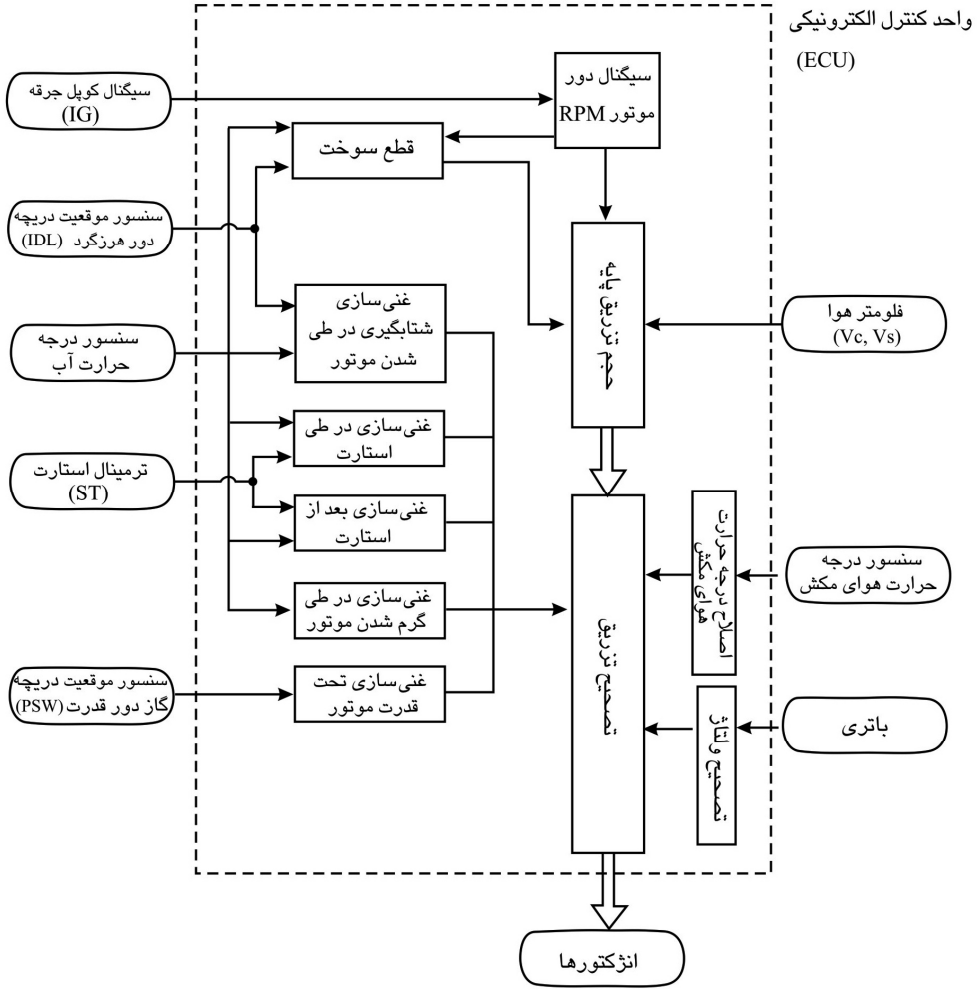
Ahwaz_Hackerz

کننده خودرو را روشن خواهد کرد.

عملکرد خودرو هنگام خرابی این سنسور

هنگام خرابی این سنسور، در عملکرد کلی خودرو مشکلی بوجود نخواهد آمد فقط سیستم تهویه مطبوع هنگام تابش نور شدید خوشید به صورت ایده‌آل عمل نخواهد کرد.

در نهایت برای درک بهتر مجموعه سنسورها در یک خودرو، به شکل ۳۱-۹ توجه فرمایید.



شکل ۳۱-۹ نمایش دهنده ارتباط سنسورها با یکدیگر در یک خودروی انژکتوری

Ahwaz_Hackerz

۹-۱۷ بررسی سنسورهای نسل آینده

پیشرفت‌سنسورها درزمینه موادی مانند پلیمرها، سرامیک‌ها، نیمه هادی‌ها، کاغذها و فلزها نیز خواهد بود.

همچنین پیش‌بینی می‌شود که سیستم‌های دیجیتالی کاملاً جایگزین سیستم‌های آنالوگ شوند، توسط تکنولوژی جدید تعداد زیادی سنسور در یک تراشه قرار می‌گیرد.

در آینده نزدیک، تکنولوژی سنسور، از تکنولوژی میکروالکترونیک استفاده بهینه‌ای خواهد کرد. یعنی سنسورهای بیشتری، بر پایه میکروالکترونیک از قبیل تکنولوژی نیمه هادی‌ها و فیلم ضخیم تولید خواهند شد. بررسی‌های موجود نشان می‌دهند که در سال‌های ۱۹۹۰ حدود 40 الی 60 درصد تمامی سنسورها، به ویژه سنسورهایی که از سیلیکان استفاده کرده‌اند، بر پایه نیمه هادی‌ها خواهند بود. این پیشرفت شامل مدارات تحلیل کننده الکترونیکی یکپارچه نیز هستند. برای مثال، مدارات تک پارچه مجتمع تقویت کننده، مدارات انتخاب کننده چند کانالی و مبدل‌های ولتاژ فرکانس که یک سیگنال فرکانسی- آنالوگ را به راحتی فراهم می‌کنند را می‌توان نام برد. ولی بهتر است که خود سنسور مستقیماً بتواند این اطلاعات را تهیه کند. گام بعدی می‌تواند اضافه کردن یک میکروکامپیوتر باشد که به‌دلیل هزینه زیاد احتمالاً فقط برای موارد خاص به‌کار می‌رود.

در آینده نیز سنسورهای میکرومکانیکی نقش مهمی ایفا خواهند کرد، واحد سنسور، بخش تحلیل‌گر الکترونیکی و راه‌اندازی همگی روی تراشه واحدی قرار داده می‌شوند. انتظار می‌رود که فیبرهای نوری و تکنولوژی تولید آنها کم هزینه‌تر شود و با پیشرفتی که در زمینه سیستم‌های نوری مجتمع روی خواهد داد، ادغام با سایر تکنولوژی‌ها از قبیل میکرومکانیک، کاربردهای جدید و قابل توجهی در زمینه فیبرهای نوری ایجاد شود. به هر حال، استفاده از فیبرهای نوری در کاربردهای سنسور تنها یک آغاز است.

سنسورهای شیمیایی از تکنولوژی میکروالکترونیک (رسوب و تماس دادن) و از پیشرفت در زمینه مواد (زیرلایه‌ها، لایه‌های حساس و غیره) به‌طور قابل ملاحظه‌ای استفاده می‌کنند. همچنین انتظار می‌رود مانند سایر علوم در ساخت سنسورها پیشرفت‌های جدید و بیشتری در آینده دیده شود.

Ahwaz_Hackerz

Ahwaz_Hackerz

ضمیمه

الف- فهرست اختصارات

ACC Air bag Control unit

یونیت کنترل‌کننده کیسه هوا

ASIC application - specific integrated circuit

مدار مجتمع خاص کاربردی

ASIS application - specific integrated sensor

سنسور مجتمع خاص کاربردی

BCCD buried charge coupled device

دستگاه با ارتباط دفن شده

CCP charge coupled device

دستگاه با ارتباط باری

CIM computer integrated manufacturing

ساخت با تجمع کامپیوتری

CMOS complementary metal oxide semiconductor

نیمه هادی اکسید فلزی مکمل

CRD chemical rap our deposition

رسوب بخار شیمیایی

ECU Electronic Control Unit

Ahwaz_Hackerz

واحد کنترل‌کننده الکترونیکی

EMI electromagnetic interference

تداخل الکترومغناطیسی

ENFET enzymatic field-effect transistor

ترانزیستور با اثر میدانی آنزیمی

FET field-effect transistor

ترانزیستور با اثر میدانی

FFT fast Fourier transform

تبدیل فوریه سریع

FOS fiber optic sensor

سنسور فیبر نوری

FPR Fabry-perot resonator

نوسانگر فابری ـ پرو

HF high frequency

فرکانس بالا

IC integrated circuit

مدار مجتمع

IOC integrated optical chips

چیپ‌های نوری مجتمع

ISE ion-sensitive electrode

الکترود حساس به یون

ISFET ion-sensitive field-effect transistor

ترانزیستور با اثر میدانی حساس به یون

ITO indium tin oxide

Ahwaz_Hackerz

اکسید ایندیوم قلع

LEP light emitting diode

دیود انتشار دهنده نور

LPCRD low pressure chemical rap our deposition

رسوب بخار شیمیایی با فشار کم

LVDT linearly variable differential transformer

ترانسفورمر تفاضلی به‌طور خطی متغیر

LWS lamb wave sensor

سنسور موج بالا

MFS magnetic field sensors

سنسورهای میدان مغناطیسی

MIS metal-isolator semiconductor

نیمه هادی با جدا کننده فلزی

MOS metal oxide semiconductor

نیمه هادی با اکسید فلزی

MT magneto transistor

ترانزیستور مغناطیسی

NDT non-destructive testing

آزمایش غیر مخرب

NMOS N-channel metal oxide semiconductor

نیمه هادی با اکسید فلزی دارای کانال ـ N

NMR nuclear magnetic resonance

تشدید مغناطیسی هسته‌ای

NTC negative temperature coefficient

Ahwaz_Hackerz

ضریب حرارتی منفی

OP operational amplifier

تقویت کننده عملیاتی

OTDR optical time domain reflectometry

انعکاس‌سنجی حوزه زمان نوری

PCVD pressure chemical vapour deposition

رسوب بخار شیمیایی فشاری

PMML poly methyl metacrylate

پلی‌متیل متاکریلات

POTDR polarization optical time domain reflectometry

انعکاس متری حوزه زمان نوری پلاریزاسیونی

PRESSFET pressure sensitive field-effect transistor

ترانزیستور با اثر میدانی حساس به فشار

PTC positive temperature coefficient

ضریب حرارتی مثبت

PTFE poly (tetrafluoroethene)

پلی (تترافلورواتین)

PVD poly vinylidene difluoride

پلی‌وینیلیدن‌دی‌فلوراید

PZT piezoceramic transformer

ترانسفورمر پیزوسرامیکی

QMB quartz microbalance

میکروبالانس کوارتزی

SMD surface mounted devices

Ahwaz_Hackerz

دستگاه‌های نصب شده روی سطح

SOI silicon on isolator

سیلیکان روی جدا کننده

SOS silicon on sapphire

سیلیکان روی یاقوت کبود

SQVID superconducting quantum interference derive

دستگاه تداخل کوانتوم فوق هادی

TCR temperature coefficient of resistance

ضریب حرارتی مقاومت

VLSI very large scale integration

تجمع در مقیاس خیلی بزرگ

WSG wire strain gauge

دستگاه اندازه‌گیری کننده فشار سیمی

Ahwaz_Hackerz

ب- جداول

جدول الف- بررسی حالت خفگی موتور

عامل به وجود آورنده عیب			عیب و نقص
قطعه معیوب	نوع عیب	سیستم	
پمپ سوخت	کار نمی‌کند.	سیستم سوخت‌رسانی	بعد از شروع به چرخیدن میل لنگ توسط استارت موتور در مدت کوتاه در حالت خفگی قرار می‌گیرد.
رله باز کردن مدار	عمل نمی‌کند.		
رگولاتور فشار	ناقص عمل می‌کند.		
فیلتر سوخت و خط سوخت	گرفته شده است.		
فلومتر هوا	ولتاژ و مقاومت نادرست	سیستم کنترل الکترونیکی	هنگامی‌که پدال گاز فشرده می‌شود موتور در حالت خفگی قرار می‌گیرد.
سنسور درجه حرارت آب			
بدنه دریچه گاز	عملکرد ناقص	سیستم مکش هوا	هنگامی‌که پدال گاز از حالت فشرده خارج می‌شود موتور در حالت خفگی قرار می‌گیرد.
فلومتر هوا	عملکرد ناقص	سیستم کنترل الکترونیکی	
سوییچ جرقه	کنتاکت ضعیف	سیستم منبع تغذیه	موتور در حالت خفگی قرار می‌گیرد ولی می‌تواند دوباره استارت بخورد.
رله اصلی سیستم			

Ahwaz_Hackerz

جدول ب- ضعیف شدن استارت

عامل به وجود آورنده عیب			عیب و نقص	
قطعه معیوب	نوع عیب	سیستم		
فلومتر هوا	عملکرد ناقص	سیستم الکترونیکی	موتور در حالت خفگی قرار می‌گیرد ولی می‌تواند دوباره استارت بخورد.	
کویل جرقه	کنتاکت ضعیف			
سوییچ جرقه	کنتاکت ضعیف	سیستم منبع تغذیه	احتراق وجود ندارد.	
رله اصلی سیستم	عمل نمی‌کند.			
مقاومت سلونوئید یا شیر برقی	مدار باز است.	سیستم سوخت‌رسانی		
انژکتورها	تزریق نمی‌کنند.			
پمپ سوخت	کار نمی‌کند.			
رله باز کردن مدار	عمل نمی‌کند.			
رگولاتور فشار	فشار سوخت بالا نمی‌رود.			
فیلتر سوخت	گرفتگی دارد.			
سوییچ زمانی انژکتور ساسات	عمل نمی‌کند.	سیستم ساسات	وضعیت موتور عادی است.	موتور ضعیف استارت می‌خورد.
انژکتور ساسات	تزریق نمی‌کند.	سیستم ساسات	احتراق وجود ندارد.	
سوییچ زمانی انژکتور ساسات	عمل نمی‌کند.			
کویل جرقه	سیگنال خروجی ندارد.	سیستم الکترونیکی		

Ahwaz_Hackerz

ادامه جدول ب- ضعیف شدن استارت

عامل به وجود آورنده عیب			عیب و نقص
قطعه معیوب	نوع عیب	سیستم	
مقاومت‌سلونوئید یا شیر برقی	مدار باز است.	سیستم سوخت‌رسانی	احتراق وجود دارد ولی موتور استارت نمی‌خورد.
انژکتورها	نشتی دارند		
پمپ سوخت	کار نمی‌کند		
رله باز کردن مدار	عمل نمی‌کند.		
رگولاتور فشار	فشار سوخت بالا نمی‌رود.	سیستم سوخت‌رسانی	احتراق وجود دارد ولی موتور استارت نمی‌خورد.
فیلتر سوخت یا خط‌سوخت‌رسانی	گرفته است.		
انژکتور ساسات	نشتی دارد.	سیستم ساسات	احتراق وجود دارد ولی موتور استارت نمی‌خورد.
سوییچ زمانی	عمل نمی‌کند.		
شیلنگ‌های هوا	نشتی دارند.	سیستم مکش هوا	
فلومتر هوا	مقاومت یا ولتاژ نادرست یا اتصال کوتاه	سیستم کنترل الکترونیکی	
سنسور درجه حرارت آب			

Ahwaz_Hackerz

ادامه جدول ب- ضعیف شدن استارت

عامل به وجود آورنده عیب			عیب و نقص	
قطعه معیوب	نوع عیب	سیستم		
ساسات	تزریق نمی‌کند.	سیستم برقی ساسات	درجه حرارت موتور پایین است.	موتور ضعیف استارت می‌خورد.
سوییچ زمانی ساسات	عمل نمی‌کند.			
شیر هوا	باز نمی‌شود یا ضعیف باز می‌شود.	سیستم مکش هوا		
سنسور درجه حرارت آب	قطعی یا اتصال کوتاه	سیستم کنترل الکترونیکی	درجه حرارت موتور پایین است.	موتور ضعیف استارت می‌خورد.
انژکتورها	نشتی دارند.	سیستم سوخت‌رسانی	درجه حرارت موتور بالا است.	موتور ضعیف استارت می‌خورد.
انژکتور ساسات	نشتی دارند.			
انژکتورها	نشتی دارند.	سیستم ساسات		
انژکتورها	نشتی دارند.	سیستم سوخت‌رسانی	وضعیت موتور عادی است.	
رله برقرارساز مدار	عمل نمی‌کند.			
فیلتر سوخت	گرفتگی دارد.			
انژکتور ساسات	تزریق نمی‌کند.			

Ahwaz_Hackerz

جدول ج- دور آرام متغیر موتور

عامل عیب			عیب و نقص
قطعه معیوب	نوع عیب	سیستم	
شیر هوا	باز نمی‌شود.	سیستم مکش هوا	سرعت دور آرام موتور کم است در نتیجه موتور لرزش خواهد داشت.
سنسور درجه حرارت آب	قطعی یا اتصال کوتاه	سسیتم کنترل الکترونیکی	
انژکتور ساسات	نشتی دارد	سیستم ساسات	سرعت دور آرام موتور خیلی زیاد است.
شیلنگ‌های هوا	نشتی دارند.	سیستم مکش هوا	
شیر هوا	کامل بسته نمی‌شود.		
بدنه دریچه گاز	دور آرام تنظیم نیست.		
فلومتر هوا	مقاومت یا ولتاژ نادرست، قطعی یا اتصال کوتاه	سیستم کنترل الکترونیکی	
سنسور درجه حرارت آب			
مگنت کولر	در حالت درگیر باقی مانده		
بدنه دریچه گاز	مکش هوا	سیستم مکش هوا	سرعت دور آرام موتور کم است در نتیجه موتور لرزش خواهد داشت.
شیر هوا	عملکرد ناقص		
بدنه دریچه گاز	مکش هوا درست انجام نمی‌شود.	سیستم مکش هوا	سرعت دور آرام موتور کم است در نتیجه موتور لرزش خواهد داشت.
فلومتر هوا	قطعی یا اتصال کوتاه	سیستم کنترل الکترونیکی	

Ahwaz_Hackerz

ادامه جدول ج- دور آرام متغیر موتور

عامل عیب			عیب و نقص
قطعه معیوب	نوع عیب	سیستم	
شیلنگ‌های هوا	نشتی دارند.	سیستم مکش هوا	دور آرام موتور متغیر است.
بدنه دریچه گاز			
شیر هوا	به طور پیوسته کار می‌کند.		
مقاومت سلونوئید	قطعی یا اتصال کوتاه	سیستم سوخت‌رسانی	
انژکتورها	تزریق انجام نمی‌شود.		
پمپ سوخت	ناقص عمل می‌کند.		
رگولاتور فشار			
فلومتر هوا	عملکرد ناقص	سیستم کنترل الکترونیکی	دور آرام موتور متغیر است.
سنسور اکسیژن			

Ahwaz_Hackerz

جدول د- کاهش کشش موتور

عامل عیب			عیب و نقص
قطعه معیوب	نوع عیب	سیستم	
انژکتورها	افت در میزان تزریق	سیستم سوخت‌رسانی	طی شتاب‌گیری مکث ایجاد می‌شود.
پمپ سوخت	افت در حجم جریان سوخت		
رگولاتور فشار	فشار سوخت بالا نمی‌رود.		
فیلتر هوا یا خط سوخت رسانی	گرفتگی دارد.		
فلومتر هوا	مقاومت یا ولتاژ نادرست یا قطعی و اتصال کوتاه	سیستم الکترونیکی	
سنسور درجه حرارت هوای مکش			
سنسور درجه حرارت آب			
سنسور موقعیت دریچه گاز			
سنسور وضعیت دریچه گاز	کنتاکت وضعیت دور آرام اتصال درست ندارد.	سیستم الکترونیکی	نوسان دور موتور در وضعیت‌های قدرت و دور بالا

Ahwaz_Hackerz

ادامه جدول د- کاهش کشش موتور

عامل عیب			عیب و نقص
قطعه معیوب	نوع عیب	سیستم	
انژکتورها	نشتی دارند.	سیستم سوخت‌رسانی	پس زدن شعله خارج از محفظه احتراق
انژکتور ساسات	نشتی دارد.	سیستم ساسات	
سوییچ زمانی انژکتور ساسات	همیشه در وضعیت روشن باقی‌می‌ماند.		
سنسور دمای آب	مقاومت نادرست یا ولتاژ نادرست	سیستم کنترل الکترونیکی	
داشبورد	عملکرد ناقص	سایر عملکردها	
انژکتورها	تزریق انجام نمی‌شود.	سیستم سوخت‌رسانی	کاهش قدرت موتور
پمپ سوخت	فشار بالا نمی‌رود.		
رگولاتور فشار			
فیلتر سوخت یا خط سوخت			
فیلتر یا خط سوخت	گرفتگی دارد.	سیستم سوخت‌رسانی	نوسان دور موتور در وضعیت‌های قدرت و دور بالا

Ahwaz_Hackerz

ادامه جدول د- کاهش کشش موتور

عامل عیب			عیب و نقص
قطعه معیوب	نوع عیب	سیستم	
فلومتر هوا	مقاومت نادرست یا قطعی و اتصال کوتاه	سیستم کنترل الکترونیکی	قدرت موتور کافی نیست.
سنسور درجه حرارت آب			
سنسور موقعیت دریچه گاز	سیگنال قدرت وجود ندارد.		
انژکتورها	عملکرد ناقص	سیستم سوخت‌رسانی	دود اگزوز سیاه است.
انژکتور ساسات		سیستم ساسات	
سوییچ زمانی انژکتور ساسات	در وضعیت خاموش نمی‌ماند.		
فلومتر هوا	مقاومت و ولتاژ نادرست، قطعی ویا اتصال کوتاه	سیستم کنترل الکترونیکی	
سنسور درجه حرارت آب	مقاومت یا ولتاژ نادرست		
انژکتورها	عملکرد ناقص	سیستم سوخت‌رسانی	نوسان دور موتور در وضعیت‌های قدرت و دور بالا
رگولاتور فشار			

Ahwaz_Hackerz

فهرست منابع

۱- هاپتمن، پیتر- ترجمه مهران صباحی- اصول و کاربرد سنسورها- انتشارات آشینا- ۱۳۸۲

۲- گرشاسبی، سیامک- آشنایی و عیب‌یابی سیستم‌های برق پژو 405، آردی و سیستم انژکتوری پژو پرشیا- انتشارات کوهسار- ۱۳۷۹

۳- دانتون، تام- ترجمه افضلی محمدرضا- سیستم‌های برقی و الکترونیکی اتومبیل- انتشارات فنی ایران - ۱۳۷۹

۴- رابرتسون، استیوارت- ترجمه شناسایی و عیب‌یابی تجهیزات برقی اتومبیل‌های امروزی- سید حق شناس، محمود- انتشارات فنی ایران- ۱۳۸۰

۵- گرشاسبی، سیامک- آشنایی و عیب‌یابی سیستم‌های انژکتوری، مولتی‌پلکس و الکترونیک پژو 206 ایران- انتشارات کوهسار- ۱۳۸۵

۶- خاقانی میرانی، مسعود - حسگرها و مبدل‌ها- انتشارات فنی ایران- ۱۳۸۲

۷- معینی، محمدتقی - تعمیر کار اتومبیل‌های سواری- انتشارات جهان نو- ۱۳۸۴

۸- پیرمرادیان، مهدی- کاربرد سنسورهای امروزی در صنعت- انتشارات صفار- ۱۳۸۴

۹- سیدریاضی، هادی- اصول کارکرد موتورهای بنزینی انژکتوری- انتشارات نص- ۱۳۸۴

۱۰- شریفی، علی‌اصغر- اصول مهندسی الکترونیک خودروها برای رشته اتومکانیک- انتشارات ستارگان- ۱۳۷۵

۱۱- پهلوان شریف، مسعود - تون‌آپ - انتشارات سازمان فنی و حرفه‌ای - ۱۳۸۴

۱۲- عدل رضایی، شهرام - سیستم‌های سوخت‌رسانی انژکتوری بنزینی با کنترل الکترونیکی- انتشارات اندیشیاران- ۱۳۸۲

۱۳- صیادی، علیرضا- اصول کار و عیب‌یابی سیستم‌های ترمز ضد قفل (ABS)- انتشارات کانون نشر علوم- ۱۳۸۲

۱۴- سید صافی، محمود- خودرو و محیط زیست- انتشارات افروز - ۱۳۷۶

Ahwaz_Hackerz

۱۵- سیستم انژکتوری خودروهای گروه صنعتی ایران خودرو - سازمان خدمات پس از فروش ایران خودرو- جزوه آموزشی - ۱۳۸۵

۱۶- معرفی و عیب‌یابی سیستم سوخت‌رسانی و جرقه SL 96 - جزوه آموزشی

۱۷- معرفی و عیب‌یابی سیستم سوخت‌رسانی پژو 206 - سازمان خدمات پس از فروش ایران خودرو - جزوه آموزشی - ۱۳۸۶

18- Medlock, r. s Measurement and Control 20 (1987)

19- Schmidet , B. and schubert , D. Siliciumsensoren. Akademie-Verlag , berlin 1996

20- Heywang, W.:Sensorik. Springer -Verlag Berlin 1994

21- Reichl, H. et al.: Halbleitersensoren. Expert-Verlag Ehningen 1999

22- Schanz, G.W.: sensoren,Huthing- Verlag, Heidelberg 1996

23- Wiegleb, G.:sensoretechnic, franzis- Verlag, Munich 1996