دستگاه آزمون حسگر موقعیت دریچه گاز (دریچه هوا)

محمد علی مشهدی جعفری سهی[۱*]

[۱*]کارشناس ارشد واحد تحقیق و توسعه، شرکت توسعه قوای محرکه دینا M_jafari@dinamotors.com

چکیده

حسگر موقعیت دریچه گاز یکی از قطعات مهم در موتور خودروهای انژکتوری است که عملکرد نادرست آن باعث افزایش تولید آلایندگی، افزایش مصرف سوخت، کاهش توان و گشتاور خودرو می‌شود. با توجه به مصرفی بودن این قطعه و نیاز به تعویض آن در کارکرد مشخص و با توجه به اشباع بازار قطعات یدکی از محصولات بی‌کیفیت، تست این حسگر بعد از تولید و قبل از قرارگیری در خودرو لازم می‌باشد. با توجه به اینکه تست حسگر موقعیت دریچه گاز بر روی خودرو دارای استهلاک، صرف زمان و هزینه زیادی می‌باشد، خلاء وجود چنین دستگاه آزمونی احساس شد که علاوه بر داشتن کاربری آسان، کاربرد و توانایی استفاده از آن توسط مهندسین، تولیدکنندگان، بازرگانان، تعمیرکاران و فروشندگان قطعات یدکی را داشته و بتوانند سالم یا معیوب بودن قطعه را تشخیص دهند. علاوه بر آن دستگاه مذکور توانایی انجام آزمون دوام حسگر موقعیت دریچه گاز را در سرعت‌ها و زوایای تحت کنترل دارد. بطور مثال اولین نمونه‌ای که توسط این دستگاه مورد آزمون قرار گرفت، حسگر موتور XU۷ بود که طبق تست پلن، می‌بایست دو میلیون سیکل کامل را با سرعت ۲۰سیکل بر دقیقه، بدون توقف طی می‌کرد که پس از اتمام موفقیت آمیز آزمون داده‌های خروجی دستگاه شامل تاریخ و زمان لحظه‌ای آزمون، سرعت آزمون، زاویه دوران لحظه‌ای حسگر، ولتاژ خروجی حسگر در هر لحظه و زاویه را در یک کارت حافظه بصورت فایل اکسل ذخیره می‌شود. جهت ارزان‌سازی و تجاری کردن دستگاه آزمون حسگر موقعیت دریچه گاز، طی ساخت آن ابتکارهایی برای اولین بار صورت گرفت که شماری از آن‌ها شامل طراحی برنامه و مدار الکترونیکی واحد با استفاده از مدارک فنی هرقطعه برای شبیه‌سازی عملکرد انواع رایانه‌های خودرو، طراحی و ساخت هندسه مشابه بکار رفته در تراتل بجای استفاده از درچه گاز در دستگاه، طراحی و ساخت شفت‌های مختلف با استفاده از فناوری ساخت افزودنی متناسب با هر حسگر، طراحی استندهای مختلف متناسب هر حسگر و غیره می‌باشد.

کلیدواژه‌ها: حسگر موقعیت دریچه گاز، دستگاه آزمون، دریچه هوا، آزمون دوام، حسگر خودرویی

Throttle position sensor test device

Mohammad Ali Mashhadi Jafari Sohi[۱*]

[۱*]Master of Research and Development Department, Dina Motors Company M_jafari@dinamotors.com

Abstract

Throttle position sensor (tps) is one of the most important parts in the injector engine, whose improper operation increases the production of pollution, increases fuel consumption, reduces the power and torque of the vehicle. Due to the consumption of this part and the need to replace it in a specific function and due to the saturation of the spare parts market with low quality products, it is necessary to test this sensor after production and before placing it in the car. Due to the fact that testing the tps on the car is time consuming and costly, the vacuum of such a test device was felt that in addition to being easy to use, use and ability to be used by engineers, manufacturers, traders, repairmen and sellers have spare parts and can determine if the part is healthy or defective. In addition, the device has the ability to test the tps at controlled speeds and angles. For example, the first example tested by this device was the XU۷ engine sensor, which according to the test plan, should be two million full cycles and at a speed of ۲۰ cycles per minute , Non-stop, after the successful completion of the test, the output data of the device, including the date and time of the test moment, the test speed, the angle of rotation of the sensor moment, the output voltage of the sensor at any moment and the angle in one The SD card is saved as an Excel file. In order to cheapen and commercialize the tps test device, during its construction, initiatives were taken for the first time, some of which included designing a single program and electronic circuit using the technical documentation of each piece to simulate the performance of various car computers. Making the same geometry used in Throttle, instead of using a gas valve in the device, designing and making different shafts using additive manufacturing technology suitable for each sensor, designing different stands suitable for each sensor, etc.

Keywords: Throttle position sensor, test device, air valve, durability test, vehicle sensor.

مقدمه

جهت درک بهتر دستگاه آزمون حسگر موقعیت دریچه هوا، مقدمه‌ای برای شناخت کارکرد حسگر آورده شده است. این حسگر پس از انژکتوری شدن سیستم احتراقی خودروها متولد شد و وظیفه اصلی آن کمک به تنظیم میزان هوای ورودی به محفظه احتراق می‌باشد. درحال حاضر دو نوع دریچه گاز مکانیکی و الکترونیکی وجود دارد که بر روی موتورها متناسب به نوع خودرو و سیستم الکترونیک آن نصب می‌گردد. در دریچه هوای مکانیکی اهرم گاز توسط سیم گاز به پدال زیر پای راننده متصل است و با فشار روی پدال گاز، صفحه گازدریچه هوا نیز به همان میزان بازشده وهوای بیشتری را برای سیلندرها ارسال می‌کند، دراین حال حسگر موقعیت دریچه گاز با تغییر زاویه حرکت صفحه گاز و با ارسال ولتاژ خروجی تعریف شده‌ای به رایانه خودرو اطلاع میدهد که موتور نیاز به ارائه توان بیشتری دارد. بنابر این رایانه خودرو[۱] به انژکتورها فرمان می‌دهد که مدت زمان بیشتری باز مانده و سوخت بیشتری پاشش نمایند و در نتیجه موتور توان بیشتری تولید می‌کند. حسگر دریچه گاز[۲] موظف است تا رایانه خودرو را از موقعیت دریچه گاز مطلع سازد. با فشردن پدال گاز و تغییر مقاومت الکتریکی در حسگر، میزان ولتاژ ورودی به رایانه خودرو تغییر می‌کند و با ارسال سیگنال مناسب میزان باز و بسته بودن صفحه دریچه گاز مشخص می‌گردد.

با توجه به نیازی که برای تست این قطعه وجود دارد در ابتدا حسگرها بروی خودرو تست می‌شدند و با توجه به چراغ چک خودرو و استفاده از دستگاه دیاگ چگونگی کارکرد قطعه مشخص می‌گردید. با توجه به بالا رفتن تعداد حسگرهایی که نیاز به تست در آن‌ها وجود داشت و مشکلاتی چون مستهلک شدن خودرو، سختی کار، صرف زمان طولانی و دسترسی نه چندان آسان به حسگر و غیره، نیاز به داشتن دستگاه آزمون شبیه‌ساز برای ارزیابی عملکرد حسگر وجود داشت. در بازار تخصصی دستگاه‌های آزمون، هیچ دستگاه آزمون تخصصی برای حسگر موقعیت دریچه هوا وجود نداشت. با استفاده از دانش فنی و مطالعه بر روی اجزا داخلی و اطلاعات فنی[۳] قطعه که شامل مشخصات و کاربردهای پایه‌های کانکتورهای حسگر، زاویه و سرعت دوران حسگر، پالس‌های خروجی حسگر، نسبت چرخش و خروجی ولتاژ پتانسیومتر، ولتاژ ورودی و خروجی و دیگر مشخصات حسگر دریچه گاز، شیوه صحیح کارکرد حسگر مورد بررسی قرار گرفته و به ساخت دستگاه مذکور انجامید. هدف ارائه دستگاهی ساده و ارزان قیمت برای ارزیابی حسگرهای دریچه گاز از نظر مشخصات اصلی کارکرد آن‌ها می‌باشد. با استفاده از این دستگاه برای تست دیگر نیازی به اتصال حسگر روی موتور خودرو نیست و این دستگاه می‌تواند چندین نوع حسگر دریچه گاز را بطور دقیق مورد آزمون قرار داده و پارامترهای آنرا بررسی و ذخیره کند. مطالعاتی در رابطه با بهبود طراحی دستگاه‌های آزمون انجام گرفته[۱]. روش‌های برخط متداولی نیز وجود دارد که واحد کنترل الکترونیک موتور جهت ارزیابی عملگرها و حسگرها استفاده می‌کند در این روش‌ها تحت عنوان استراتژی‌های عیب‌یابی به‌وسیله شرکت‌های تولیدکننده واحد کنترل الکترونیک و مراکز تحقیق و توسعه خودروسازان توسعه می‌یابند و در نرم‌افزار کنترل موتور مورد استفاده قرار می‌گیرد. ویژگی این روش آن است که برای ارزیابی عملکرد حسگر در حین عملکرد خودرو مورد استفاده قرار می‌گیرد و ایراداتی که ردیابی می‌شوند در حافظه رایانه خودرو ذخیره شده و به‌وسیله دستگاه‌های استاندارد عیب یابی خودروساز و یا دستگاه‌های سازگار با آنها قابل خواندن است[۲]. درمقالاتی به بررسی میکروکنترل‌ها بعنوان جایگزین واحد کنترل موتور پرداخته شده است[۳]. در یک نمونه نیز قسمتی مورد نظر از عملکرد واحد کنترل موتور را با آردوینو شبیه‌سازی کرده‌اند[۴]. در سال ۱۹۹۱، روش خاصی ارائه شده است که دقت و عملکرد حسگر موقعیت دریچه گاز را با مقایسه سیگنال خروجی آن با سیگنال خروجی از حسگر فشار و دمای هوای ورودی[۴] در تابع ریاضی از پیش تعیین شده بررسی می‌کند. این رویه نیز تنها در شرایط نصب حسگر برروی دریچه گاز و در حال عملکرد موتور قابل استفاده بوده و در شرایطی از دور موتور و بار دارای دقت بهتر و در برخی شرایط دارای دقت کمتری است. از سوی دیگر مزیت این روش آن است که درصورت خراب شدن حسگر در اثر استهلاک این روش قادر خواهد بود که از طریق روشن شدن چراغ چک موتور و ثبت خطا در واحد کنترل الکترونیک موتور کاربر را نسبت به رفع ایراد راهنمایی کند. این رویه در نرم افزار رایانه خودرو تعبیه می‌شود و یک روش عیب یابی برخط است. بدیهی است که در صورت خرابی همزمان حسگر دما-فشار و حسگر موقعیت این رویه قادر به تشخیص دقیق ایراد نیست. همچنین وجود نشتی در مجاری مکش می‌تواند این فرایند را دچار اختلال نماید[۵]. در اختراعی دیگر به طور مشابه دقت و عملکرد حسگر موقعیت دریچه گاز با مقایسه سیگنال خروجی آن با سیگنال خروجی از حسگر فشار و دمای هوای ورودی در تابع ریاضی از پیش تعیین شده بررسی می‌گردد[۶]. در سال ۲۰۰۴ شرکت بوش روشی برای تعیین انحراف[۵] حسگر موقعیت دریچه گاز را معرفی نمود که در آن از شرایط گازهای خروجی دود در حالت بی‌بار موتور در دور آرام استفاده نموده و انحراف را طوری تعیین می‌کند که با استفاده از آن مقدار نسبت سوخت به هوا حالت استوکیومتری قرار گیرد. به این ترتیب حساسیت انحراف و نصب حسگر در فرآیند تعویض آن کاهش داده است. این روش نیز به

---

[۱] ECU (Engine control unit)
[۲] TPS (Throttle position sensor)
[۳] Data Sheet
[۴] T-MAP
[۵] Offset

صورت یکی از استراتژی‌های نرم‌افزار کنترل موتور در رایانه خودرو تعبیه می‌شود. البته ردیابی ایراد در سامانه کنترل الکترونیک موتور فرآیند پیچیده‌ای است. زیرا عوامل محتمل که منجر به عدم عملکرد صحیح موتور و خودرو می‌تواند باشد متعدد است و روابط پیچیده اجزای سیستم و ترکیب احتمالات مختلف کار ردیابی ایراد را پیچیده‌تر نیز می‌کند. به همین جهت اهمیت ارزیابی عملکرد یک عنصر در سیستم مانند حسگر دریچه گاز می‌تواند کار عیب یابی را تسهیل نموده و از دقت بالایی نیز برخوردار خواهد بود. دستگاه‌های زیادی نیز برای ارزیابی و آزمون حسگرهای خودرویی به صورت برخط اما جدا از واحد کنترل الکترونیک موتور و خودرو ساخته شده است که اغلب آنها از یک واحد الکترونیکی قابل حمل و تعدادی مسیرهای الکتریکی خروجی و ورودی ساخته شده‌اند. این دستگاه‌ها معمولا درتعمیرگاه‌ها بوده و اغلب آن‌ها از مجموعه سیم‌های ارتباطی خودرو برای ارتباط با حسگر یا عملگر مورد نظر استفاده می‌کنند و به صورت سری یا موازی با اجزای الکترونیکی موتور و خودرو قرارداده شده و مورد استفاده قرار می‌گیرند[۷]. در سال ۱۹۹۵ دستگاه قابل حملی برای آزمون حسگرهای خودرو معرفی شده که به طور موازی به خروجی سیگنال حسگر مرتبط می‌شود و در حالی که خودرو روشن است نتیجه ارزیابی عملکرد حسگر را از طریق نمایشگر یا چراغ های تعبیه شده روی آن نشان می‌دهد[۸]. در اختراع دیگر در ایالات متحده آمریکا دستگاهی ثبت شده است که می‌توانست عملکرد حسگر موقعیت دریچه گاز را ارزیابی کند. این دستگاه با استفاده از درگاه‌هایی که برای آن تعبیه شده بود بین رایانه خودرو و حسگر بصورت سری قرار می‌گرفت و از طریق درگاه‌های دیگری به اهم/ولت متر متصل شده و با اعمال نیروی دست روی سیم گاز و تغییرات موقعیت دریچه، سیگنال خروجی حسگر روی اهم/ولت متر خوانده می‌شد. نتایجی را که اهم/ولت متر نمایش می‌داد برای ارزیابی عملکرد حسگر به‌وسیله کاربر مورد استفاده قرار می‌گرفت. مهم‌ترین ضعف این روش دقت پایین در تعیین موقعیت دریچه و در نتیجه ارزیابی سیگنال خروجی مربوط به آن بوده است. همچنین نیاز به اتصال دستگاه اهم/ولت متر و نیاز به ارزیابی قطعه روی موتور خودرو و اتصال به سامانه مدیریت الکترونیک موتور و خودرو از دیگر مشخصه‌های منفی این دستگاه به شمار می‌رود[۹]. در برزیل در سال ۲۰۰۰ میلادی، یک دستگاه به تعداد زیادی ورودی و خروجی‌های مختلف برای آزمون انواع حسگرها معرفی شده بود که به وسیله آن هر نوع حسگر و یا عملگر را می‌توان به اهم‌متر یا آمپرمتر و یا ولت‌متر متصل نمود و عملکرد آن‌ها را در پارامترهای گفته شده سنجید[۱۰]. در سال ۱۹۹۴ نیز دستگاه قابل حملی معرفی شد که از دو مدار الکترونیکی تست و تعدادی سیم‌های ارتباطی برخوردار است و هر یک از دو مدار، مخصوص آزمون تعدادی از حسگرهای مشابه بود. برای حسگرهای موقعیت دریچه گاز از نوع مقاومت متغیر، حسگر موقعیت میل بادامک و حسگرهای دما از یک مدار مشترک استفاده شده و با اتصال سیم‌ها و انتخاب مدار مربوطه از طریق کلید، عملکرد حسگر از طریق تغییرات مقاومت الکتریکی بین پین‌های هدف ارزیابی می‌گردید. نتیجه کار با استفاده از چراغ‌های دستگاه نمایش داده می‌شود. این دستگاه می‌تواند هر حسگر را خارج از موتور و خودرو و مستقل از مجموعه الکترونیک خودرو مورد آزمون قراردهد. البته بدلیل استفاده از مدار مشترک در آزمون انواع مشابه حسگرها ارزیابی این دستگاه از دقت کافی برخوردار نبوده و عملکرد حسگر را تنها در دو حالت سالم و معیوب ارزیابی می‌کند. لذا قادر به اندازه گیری دقیق سیگنال خروجی و بخصوص ارزیابی سیگنال خروجی به عنوان تابعی از زاویه نمی‌باشد[۱۱]. دستگاه‌های آزمون عملکرد و دوام قطعه خارج از مجموعه موتور و خودرو برای تعداد معدودی از حسگرها و عملگرها ساخته شده‌اند. در این رابطه مطالعاتی برای ارزیابی عملکرد پتانسیومترها و انتخابگرها[۱] که در دستگاه‌های پخش صوت بیشتر کاربرد داشتند انجام شده که از جهاتی مشابه این پژوهش است. دستگاهی در ایالات متحده امریکا معرفی شده که جهت آزمون عملکرد پتانسیومترها مورد استفاده قرار می‌گرفت. هدف از ساخت این دستگاه آزمون عملکرد پتانسیومترها بود اما حساسیت پتانسیومترهای مورد استفاده در تعیین موقعیت نسبت به زاویه و انحراف حسگر با این دستگاه قابل ارزیابی نبوده و قادر به اجرای آزمون دوام و ارزیابی مستمر سیگنال خروجی از حسگر در طی آزمون نمی‌باشد [۱۲]. دستگاهی که در این مقاله به آن پرداخته شده توسط نویسنده، ثبت اختراع داخلی شده و فناوری‌های ساخت بدنه و سازه آن نیز از دو روش کامپوزیت و پرینت ۳بعدی استفاده شده است [۱۳و ۱۴].

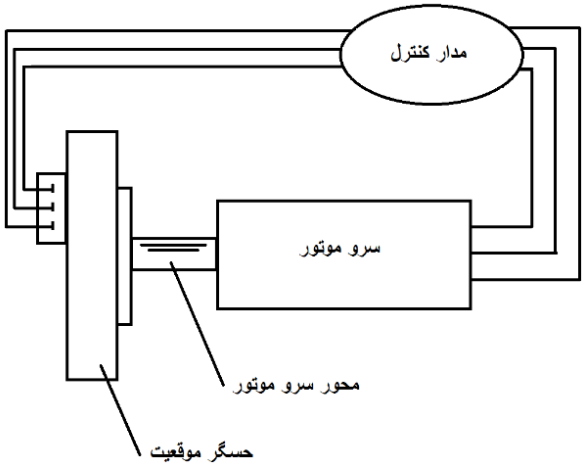
بدنه اصلی مقالات

این دستگاه از ۳ قسمت تشکیل شده است، یک قسمت الکترونیکی که شامل مدارهای مختلف به منظور شبیه‌سازی دریچه هوا خودرو، دریافت و تحلیل سیگنالهای خروجی حسگرها و به منظور بهینه سازی، سازگاری چندین نوع حسگر که در این دستگاه قابلیت تست دارند، قسمت دیگر ساختار منحصر به فرد آن است که شبیه ساز اجزا دریچه هوا است، طوری که با کمترین ابعاد دستگاه بتوان بهترین شرایط تست برای حسگر صورت بگیرد و قسمت سوم که بدنه و سازه کلی دستگاه می‌باشد شامل استند سروو موتور[۲]، شفت، استند حسگر و جعبه مدارها است. اساس کار دستگاه این است که موقعیت زاویه‌ای محور حسگر بوسیله سروو موتور به طور دقیق تغییر داده می‌شود و

[۱] Selector

[۲] Servo motor

ولتاژ خروجی حسگر اندازه‌گیری و ثبت می گردد. دستگاه می‌تواند تمام بازه عملکرد حسگر را پوشش داده و ولتاژ خروجی را در هر موقعیت اندازه‌گیری و در حافظه خارجی[۱] دستگاه بصورت فایل اکسل ثبت کند و به صورت نمودار عملکرد ارائه دهد، در شکل۱ نمای شماتیکی از دستگاه آورده شده.



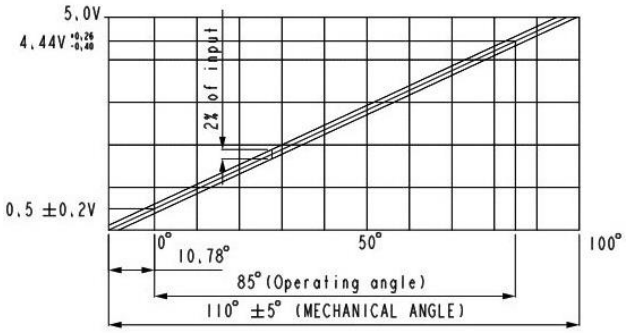
شکل ۱: شماتیک کلی دستگاه آزمون حسگر دریچه گاز

کانکتور و مدارهای الکتریکی:

کانکتور[۲] حسگر موقعیت دریچه هوا دارای سه پایه[۳] می‌باشد:

پایه اول به منبع تغذیه[۴] متصل شده و ولتاژ ورودی مورد نظر که برای راه اندازی حسگر نیاز است را تامین می‌کند. با توجه به دفترچه راهنمای انواع حسگرهای هدف به ولتاژ ۵ رسیده که این مشخصات با منبع تغذیه مهیا شد. برای استفاده بهینه از فضا، کاربری آسان تر، صرفه جویی در تجهیزات و افزایش راندمان، مداری طراحی شد تا چندین حسگر را با یک منبع تغذیه بتوان تغذیه کند و ولتاژ مورد نیاز هر یکی از آن ها را تامین نماید. پایه دوم، داده و سیگنال‌های خروجی حاصل از عملکرد حسگر موقعیت دریچه گاز را ارائه می‌دهد و پایه سوم، سیم اتصال به بدنه یا منفی است.

با توجه به اطلاعات فنی حسگرهای دریچه هوا، مدار مشترکی طراحی شد تا سیگنال‌های خروجی آن‌ها را بررسی کند و نمایش دهد، این بدان معنی است که در صورت سالم بودن حسگر، هنگامی که پتانسیومتر حسگر توسط شفت‌های طراحی شده دوران کند، طبق نمودارهایی که در دیتا شیت هر حسگر ترسیم شده می‌بایست خروجی حسگر متناسب با آن‌ها باشد. برای مثال همان طور که در شکل۲ مشخص است، هنگامی که حسگر در زاویه ۸۵ درجه قرار دارد باید دستگاه ولتاژ ۴/۴۴ ولت را نشان دهد و ثبت نماید.



شکل ۲: نمودار سیگنال خروجی حسگر بر حسب درجه

مدار و کنترلر دستگاه برای کنترل و مدیریت همه اجزا کد نویسی شده است، که وظایف آن شامل به حرکت درآوردن سروو موتور، اندازه‌گیری و نمایش خروجی حسگر، ذخیره اطلاعات استخراجی از حسگر در کارت حافظه، انتقال همزمان حرکت ولووم دستگاه به حسگر، تامین برق دستگاه توسط آداپتور و غیره می‌باشد.

مدار اصلی با ۴ قسمت ارتباط مستقیم دارد و آن‌ها را کنترل میکند.

قسمت اول کلید ولووم[۵] است، این کلید برای حرکت در منو دستگاه تعبیه شده است و با استفاده از آن میتوان نوع آزمون را انتخاب کرد، همچنین با انتخاب آزمون دستی در منو دستگاه، میتوان با چرخش ولووم به صورت دستی، سروو و حسگر را به حرکت درآورد.

قسمت دوم نمایشگر رقومی می‌باشد که جهت نمایش وضعیت دستگاه و اتصال حافظه جانبی، نمایش منو کاربری دستگاه و امکان مشاهده و انتخاب نوع آزمون، نمایش همزمان زاویه دوران سروو و خروجی حسگر، امکان مشاهده لحظه‌ای ولتاژ و در نتیجه انجام آزمون عملکردی سریع و کمک به پویایی انجام آزمون خواهد کرد.

قسمت سوم ماژول حافظه خارجی می‌باشد که امکان استفاده از حافظه خارجی و ثبت خروجی‌های آزمون را به دستگاه می‌دهد.

قسمت چهارم سروو موتور است که بصورت دقیق آن را کنترل کرده و در سرعت و زوایای مورد نظر، حسگر را مورد آزمون قرار می‌دهد.

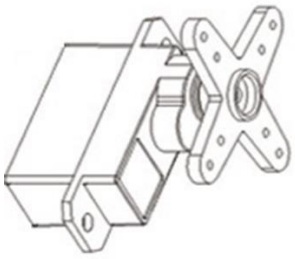
مجموعه شبیه‌ساز دریچه هوا:

یکی از مهمترین قسمت‌های این دستگاه می‌باشد که وظیفه شبیه‌سازی دریچه هوا خودرو را دارد و شامل اجزای زیر است:

سروو موتور[۶]: نحوه طراحی این قسمت باید استانداردها و مراحلی را طی میکرد بطوری که طبق مدارک فنی هر حسگر که می‌بایست با این دستگاه تست شود، قدرت، زاویه و سرعت دوران حسگرهای مورد نظر استخراج شده و براساس حداکثر قدرت، سرعت و زاویه دوران حسگر، موتور دواری با آن مشخصات کارگذاری شد.

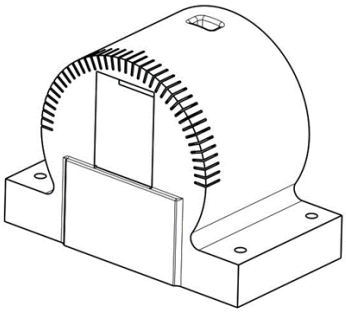
---

۱ Micro SD
۲ connector
۳ Pin
۴ Power Supply
۵ encoder
۶ Servo Motor



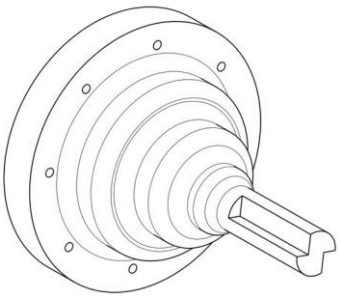
شکل ۳: سروو موتور

پایه موتور: این موتور می‌باست بر روی پایه‌ای مستحکم (بدون لرزش و حرکت) قرار گیرد تا از خطاهای زاویه‌ای جلوگیری شود، سازه و ابعاد این استند می‌بایست متناسب شفت طراحی شده برای هر حسگر باشد تا بتواند این نیرو را به حسگر منتقل کند.



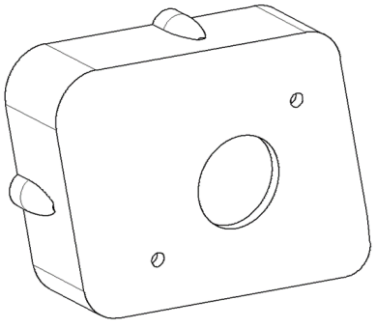
شکل ۴: پایه سروو موتور (استند موتور)

محور: برای انتقال سرعت و زاویه چرخش سروو موتور به حسگر می‌بایست سازه ای طراحی شود که بتواند با کمترین خطا رابط بین آن‌ها باشد. برای طراحی این سازه، نقشه انواع حسگرهای دریچه گاز بطور دقیق بررسی شد که طبق هندسه هر حسگر سازه‌ای بعنوان شفت مطابق شکل طراحی و توسط پرینت ۳بعدی ساخته شد.



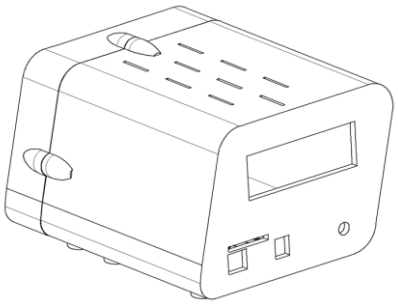
شکل ۵: محور انتقال چرخش سروو (شفت)

پایه حسگر دریچه گاز: پایه و نگهدارنده حسگر در انتهای مجموعه بعنوان درب درنظر گرفته شده که توسط دو عدد پیچ به درب بسته می‌شود تا موقعیت حسگر و سروو تغییر پیدا نکند. هر حسگر دریچه گاز پایه مخصوص دارد (موقعیت پیچ ها و حفره مرکزی که از آن شفت بیرون خواهد آمد در هر حسگر متغیر است) و برای تست انواع حسگر می‌بایست پایه‌های مجموعه تعویض شود. به بیان ساده‌تر، جهت تست هر نوع حسگر تنها یک درب و یک شفت باید تعویض شود. شکل نشیمنگاه حسگر را نشان میدهد.



شکل ۶: پایه حسگر دریچه گاز

پوسته خارجی مجموعه: تمامی مدارهای الکترونیکی که شامل نمایشگر، کلید ولووم و پاور، محفظه حافظه خارجی، پورت‌های خروجی و ورودی و همچنین ساختار شبیه‌ساز دریچه هوا در جعبه‌ای که مختص این کار طراحی و توسط فناوری پرینت ۳بعدی ساخته شده است، مطابق شکل۷ قرار داده می‌شود.



شکل ۷: پوسته خارجی مجموعه

نحوه عملکرد و استفاده از دستگاه آزمون

۱. ابتدا درب و شفت متناسب با حسگر مورد نظر را انتخاب کرده .

۲. شفت را به سروو موتور متصل کرده و درب جعبه را بسته سپس از محفظه درب، شفت را به حسگر و حسگر را به درب متصل می‌کنیم.

۳. کارت حافظه را درون دستگاه قرار داده سپس جهت روشن شدن دستگاه منبع تغذیه را متصل کرده و کلید پاور را روشن کنید.

۴. در منو اصلی وارد قسمت فانکشن[۱] شده و پارامترهای دستگاه را متناسب با نوع آزمون تعریف کرده.

۵. توسط پارامترهای (X زاویه شروع دوران و Y زاویه پایان دوران) زاویه و بازه دوران رفت و برگشتی مورد نظر برای انجام آزمون را طبق اطلاعات فنی[۲] قطعه، انتخاب کرده.

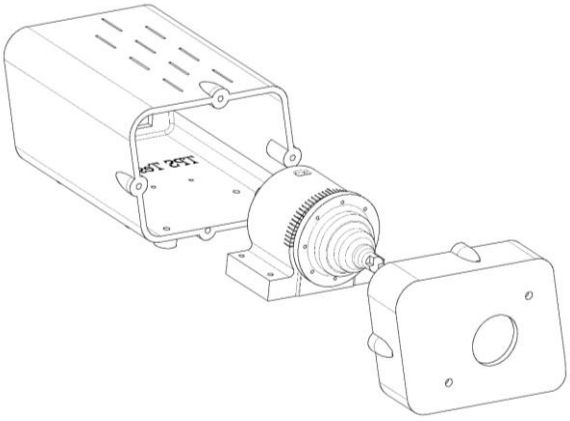
۶. توسط پارامتر N تعداد سیکل‌های رفت و برگشتی مورد نظر را انتخاب کرده.

۷. توسط پارامتر T سرعت دوران یک سیکل (یکبار باز و بسته شدن کامل حسگر) مورد نظر را طبق برنامه آزمون انتخاب می‌کنیم.

[۱] function

[۲] data sheet

۸. با تعریف پارامترها، تست شروع می‌شود و طبق اعداد وارد شده حسگر مورد آزمون قرار می‌گیرد.
۹. پس از اتمام آزمون در حافظه دستگاه نتایج تست در یک فایل اکسل بطور خودکار ذخیره می‌شود که این اطلاعات شامل ولتاژ خروجی حسگر در هر زاویه می‌باشد. (بطور مثال در زاویه ۰تا ۹۰ درجه، ۹۱ عدد مربوط به ولتاژ هر زاویه وجود دارد.)
۱۰. حاصل این اعداد، نموداری در اکسل خواهد شد که مشابه آن در نقشه و اطلاعات فنی هر حسگر وجود دارد، انطباق این دو نمودار با یکدیگر نشان دهنده حساسیت حسگر موقعیت دریچه گاز می‌باشد.
علاوه بر این گزینه در منو اصلی دو نوع تست دیگر وجود دارد.
از منو اصلی گزینه دستی[۱] را انتخاب کرده سپس بصورت چرخشی دکمه ولوم دستگاه را حرکت داده که توسط این چرخش سروو موتور۱± درجه حرکت می‌کند و حسگر را به حرکت درمیاورد در نتیجه ولتاژ خروجی حسگر بصورت لحظه‌ای نمایش و ثبت خواهد شد. (این نوع تست جهت بررسی سلامت حسگر مورد استفاده قرار می‌گیرد و در کمترین زمان معیوب یا سالم بودن حسگر را نشان می‌دهد.)
در منوی اصلی دستگاه گزینه پایان تا پایان[۲] نیز وجود دارد که عملکرد آن پس از تنظیم زاویه دوران به این صورت است که از زاویه شروع تا پایان بدون وقفه حرکت کرده و قبل از صدور فرمان توقف ادامه پیدا میکند. این آزمون که به آزمون دوام شهرت دارد، طول عمر حسگر را سنجیده و تا تخریب حسگر ادامه پیدا خواهد کرد.



شکل ۸: نمای روبرو از اجزائ دستگاه (بصورت دمونتاژ)

بحث بر روی نتایج

دستگاه آزمون حسگر دریچه هوا جهت انجام انواع آزمون‌های عملکرد، صحه‌گزاری و آزمون دوام ساخته شده است که دارای بدنه پلاستیکی سبک و قابل حمل می‌باشد که چنین دستگاه تخصصی این نوع حسگر تا به حال ساخته نشده است.

دستگاه آزمون حسگر دریچه هوا دارای محورهایی از جنس پلاستیک می‌باشد که جهت شبیه‌سازی قسمت نشیمنگاه حسگر بر روی دریچه هوا خودرو است و با استفاده از فناوری پرینت ۳بعدی ساخته شده. ابعاد شفت های مذکور دارای دقت بالایی می‌باشد که بدون تداخل در حسگر قرار می‌گیرد و به گونه‌ای طراحی و ساخته شده که تحمل آزمون‌های دوام را داشته باشد. با این نوآوری دیگر نیازی به نصب حسگر بر روی دریچه هوای خودرو وجود ندارد.
منبع تغذیه این دستگاه علاوه بر کابلی که به رایانه متصل می‌شود، توسط اتصال نر و ماده به یک منبع تغذیه ۱۲ ولت (حداقل ۵آمپر) می‌باشد. این بدان معنی است که برای انجام آزمون دیگر نیازی به استفاده از خودرو و باتری آن نمی‌باشد.
دستگاه آزمون حسگر دریچه هوا دارای مدار الکترونیکی برای شبیه سازی عملکرد واحد مدیریت موتور خودرو برای فعال سازی، کنترل، خوانش و ذخیره سازی خروجی‌های حسگر دریچه هوا می‌باشد و دیگر نیازی به استفاده از ای‌سی‌یو مخصوص برای انجام آزمون وجود ندارد.
دستگاه آزمون حسگر دریچه هوا دارای یک کابل خروجی با روکش نسوز جهت اتصال به انواع حسگرهای دریچه هوا می‌باشد که در انتهای هر کابل ،کانکتورهای اتصال سریع و ایمن متناسب با حسگر نصب شده است در نتیجه می‌توان حسگر انواع خودروها را تست کرد.
دستگاه آزمون حسگر دریچه هوا دارای یک صفحه نمایشگر می‌باشد که علاوه بر منوی کاربری، زاویه و سرعت دوران موتور، نوع حرکت موتور و ولتاژ خروجی لحظه‌ای حسگر دریچه هوا را با دقت دو رقم اعشار نمایش می‌دهد که نتیجه آن پایش دقیق آزمون است و تنها به رد یا قبول شدن حسگر بسنده نمی‌کند.
دستگاه آزمون حسگر دریچه هوا دارای یک حافظه خارجی است که توانایی ذخیره اطلاعات خروجی حاصل از آزمون حسگر را دارد. این امکان در هیچ یک نمونه‌های خودرویی وجود ندارد و برای قطعه سازان بسیار با اهمیت می‌باشد.
دستگاه آزمون حسگر دریچه هوا دارای یک کلید چرخشی- فشاری است که حالت‌های مختلف منو دستگاه توسط آن تنظیم میشود. این امکان توانایی انتخاب حالت‌های مختلف آزمون در سرعت‌ها، زوایا و تکرارهای مورد نظر را به کاربر می‌دهد.
جهت آزمون قطعات برگشتی و تست سلامت قطعه، ولتاژ خروجی حسگر بصورت لحظه‌ای نشان دهنده صحت و یا عدم صحت عملکرد حسگر می‌باشد. استفاده از این امکان کاربرد فراوانی در بکارگیری دستگاه در انبار داغی‌های صنعت لوازم یدکی و شبکه توزیع دارد.
دستگاه آزمون حسگر دریچه هوا امکان اجرای آزمون طول عمر را تا چند میلیون چرخه دارد که در طی آن، خروجی سیگنال حسگر به عنوان تابعی از موقعیت چرخشی محور دستگاه بصورت پیوسته ثبت

[۱] manual
[۲] end to end

می‌نماید. اولین آزمونی که این دستگاه انجام داد، تست حسگر پژو۴۰۵ بوده که طی آن ۲میلیون سیکل کامل طی و اطلاعات آن ذخیره شد.
با قرار دادن این دستگاه در آسانسور حرارتی، میتوان در حین انجام تست، آزمون سیکل حرارتی را نیز در دماهای مشخص و البته محدود برای این قطعه گرفت که بطبع این امکان در دیگر دستگاه‌های وابسته به خودرو وجود ندارد.
با قرار دادن این دستگاه بر روی بستر آزمون ارتعاش[۱] میتوان آزمون ارتعاشی[۲] را انجام داد که این امکان نیز در دیگر دستگاه‌ها دردسترس نخواهد بود.

نتیجه‌گیری

هدف از طراحی و ساخت دستگاه آزمون حسگر دریچه هوا، ساده‌سازی انجام آزمون، ارزان‌سازی دستگاه و خدمات آزمون و افزایش سرعت عمل برای بررسی کیفی حسگر دریچه گاز می‌باشد. تاکنون دستگاه آزمونی که بتواند مشخصه‌های مهم این حسگر را بصورت تخصصی اندازه‌گیری، ذخیره و نمایش دهد وجود نداشته است. نتیجه به‌دست آمده ساخت دستگاهی شد که برای تمام کاربران هم از لحاظ هزینه و هم طرز استفاده قابل تهیه باشد.
با توجه به فشردگی اجزای موتور خودرو، حساسیت اتصالات موجود در آن و همچنین عدم دسترسی آسان و سریع به این قطعه برای آزمون قابل اطمینان، نیاز به ساخت دستگاه آزمونی بود که به وسیله آن فروشندگان، تامین‌کنندگان قطعه و آزمایشگاه‌های موتوری این حسگر را به آسانی تست و ارزیابی کنند. دستگاه مذکور با برآورده کردن نیازهای این افراد توانست جایگاه خوبی را در صنعت لوازم یدکی خودرو پیدا کند. علاوه بر آن آزمون های مختص این قطعه بسیار سخت گیرانه بوده (بین ۲ تا ۷ میلیون سیکل) و می‌بایست با دستگاهی که به این منظور طراحی و ساخته شده انجام پذیرد.

مراجع و منابع

[۱] J.H Fan, Y.Y He, F Tang, An improvement design of multi sensor test bench, ICEMCE, ۲۰۲۰.
[۲] M. DZIUBIŃSKI, S. WALUSIAK, W. PIETRZYK, Computerized diagnostic for the fuel injection control system, computerized diagnostic for the fuel injection control system, ۲۰۰۸.
[۳] M. SUN, Yin LEI, W. ZHOU, Q. WEI, F. SONG, Design and implementation of an automobile engine tester based on type MC۹S۱۲XET۲۵۶ MCU, U.P.B. Sci. Bull., Series D, Vol. ۸۰, Iss. ۲, ۲۰۱۸.
[۴] J.H Fan, Y.Y He, F Tang, An improvement design of multi sensor test bench, ICEMCE, ۲۰۲۰.
[۵] N. Motamedi, W.J Bolander, M.R Witkowski, Method and apparatus for testing a valve position sensor, European Patent Office, EP۰۴۸۲۶۹۲A۱, ۱۹۹۱.
[۶] Arthur D.Johnson, Wis. Muskego Johnson, Method and Apparatus for Throttle Position Sensor Testing, United States Patent, US۵۶۸۶۸۴۰, ۱۹۹۷.
[۷] Carolyn Chong. Wixom, John Wathen, Fowlerville, System with an Offset Learn Function and a Method of Determining a Throttle Position Sensor Offset, United States Patent, US۲۰۰۴۰۱۳۴۴۶۳A۱, ۲۰۰۴.
[۸] Robert A. Cervas, Highland Heights, Ohio, Method and apparatus for testing vehicle engine sensors, United States Patent, US۵۳۹۴۰۹۳, ۱۹۹۵.
[۹] Nicol S. Colborn, Wentworth, Richardson, electronic engine control system analyzer, United States Patent, US۴۵۶۷۷۵۶, ۱۹۸۶.
[۱۰] Arthur D Johnson, Method and apparatus for checking the choke position sensor, Brazil Patent Office, BR۹۷۰۹۰۶۴A, ۱۹۹۷.
[۱۱] Robert A. Cervas, Highland Heights, Ohio, Method and apparatus using a pair of test circuit having led indicators for testing engine sensor and ignition modules in vehicles, United States Patent, US۵۳۵۹۲۹۰, ۱۹۹۴.
[۱۲] Manfred Wolfgang Bothner, apparatus for testing potentiometers, United States Patent, US۳۸۵۲۶۶۵, ۱۹۷۴.
[۱۳]Mohammad Ali Mashadi Jafari Sohi, The feasibility of using composites as an alternative to polyamide engine Parts, Master Thesis, Department of Aerospace Engineering, Tarbiat Modares University, ۲۰۱۹
[۱۴] Mohammad Ali Mashadi Jafari Sohi, Amin farrokh abadi, Use of composites as a substitute for engine polyamide parts under vibration loading, The ۲۸th Annual International Conference of the ISME, ۲۰۲۰.

[۱] Shaker
[۲] Vibration test