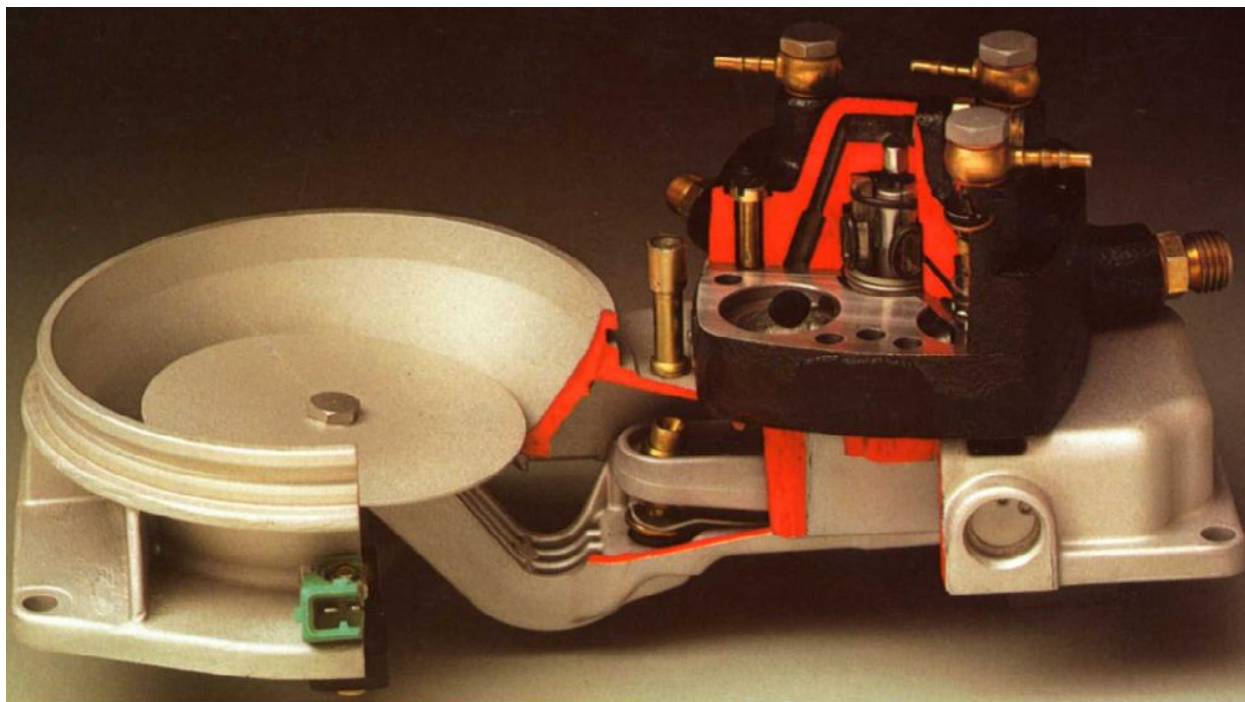


سیستم سوخت رسانی انژکتوری بنزینی :

سیستم های سوخت رسانی انژکتوری بنزینی انواع مختلف دارند که در این مقاله سعی شده که اولاً یک تاریخچه از نحوه به وجود آمدن و مراحل توسعه این سیستم ها شرح داده شود . و ثانیاً مختصری از هر سیستم شامل شکل ، اجزاء تشکیل دهنده آن و فرق سیستم های موجود با هم توضیح داده شود .



این مقاله به بررسی سیستم های تزریق سوخت بنزین در موتورهای جرکه ای پرداخته است که از دیر باز مورد توجه سازندگان خودرو بوده است و در این راستا فعالیتهای زیادی انجام شده است که منجر به تولید انواع سیستمهای سوخت رسانی بنزینی انژکتوری Jetronic شده است .

مقدمه :

موتورهای انژکتوری با سیستم سوخت تزریقی ابتدا برای موتورهای دیزلی اختراع شد و توسط آلمانی ها و به دستور هیتلر اصلاح گردید تا بتواند مورد استفاده موتور هواپیما های ارتش هیتلری قرار گیرد .

می توان گفت که موتور کاربراتوری به نمونه انژکتوری برتری و ارجعیت دارد . ولی عدم استفاده از کاربراتور و انتخاب انژکتور توسط آلمانی ها به این دلیل بود که استفاده از کاربراتور در هواپیما در مناطق نامناسب تمایل زیاد به تولید یخ دارد و همچنین امتیاز دیگر انواع انژکتوری تاثیر ناپذیر بودن عملکرد آن در حین انجام مانورهای جنگی خطر ناک بود .

تبدیل یک سیستم انژکسیون دیزل به سیستمی که بنزین استفاده کند کاری بس مشکل است چون سوخت گازوییل که یک روغن سبک وزن می باشد باعث می شود که نوعی روغن کاری بین پمپ ها و سیلندر های سیستم انژکتوری انجام شود .

در مقابل ، بنزین سوختی بی نهایت خشک است و به کلی فاقد هر گونه قابلیت روغن کاری می باشد . بنابراین در تبدیل از گازوئیل به بنزین نیاز به یک تحقیق بسیار دقیق در زمینه فلزهای مورد استفاده در ساختمان پیستون ها و سیلندرها دارد که نتیجه چنین عملی گران شدن هزینه ساخت می باشد .

تزریق سوخت بنزین در موتورهای جرعه ای بیشتر در مانیفولد هوا یا روی سوپاپ ورودی و بندرت در داخل سیلندر انجام می شود .

مزایای سیستم تزریقی عبارتست از :

۱- راندمان حجمی زیاد موتور

۲- مصرف سوخت ویژه قابل قبول موتور

۳- گشتاور زیاد موتور با دور کم

۴- احتراق کامل

۵- شتاب گیری سریع موتور

سیستم های Jetronic موجود :

- K-Jetronic
- KE-Jetronic
- KE3-Jetronic
- L- Jetronic
- LE-Jetronic
- LH-Jetronic
- Mono-Jetronic
- Mono-Motronic
- Motronic 4.1
- Motronic 1.5
- Motronic 1.7
- Motronic 2.8.1

سیستم هیل بورن : در سال ۱۹۴۵ یک سیستم انژکتوری توسط یک آمریکایی به نام " استوارت هیل بورن " برای اتومبیل فورد ساخته شد . به طوری که این سیستم فاقد هر گونه نوآوری بود . اما امتیاز آن کیفیت ساخت آن بود و در مقایسه با معروف ترین انواع کاربوراتوری آن زمان که اتسرومبورگ نام داشت به مراتب کارآیی بهتری داشت . فقط یکی از نقاط ضعف سیستم هیل بورن این بود که تمامی سوختی که از پمپ انژکتور به داخل کانال های ارتباطی پاشیده می شد به داخل موتور راه پیدا نمی کرد .

فشار در داخل نازل های سیستم تزریق از طریق دو کانال ارتباطی نازک و باریک در حد متوسط تنظیم شده و مقدار اضافی بنزینی که از نازل پمپ پاشیده می شود از طریق این دو کانال به باک بنزین برگردانده می شود . در راه بازگشت میزان اضافی سوخت پاشیده شده یک دریچه کوچک قرار دارد که در هنگام به اصطلاح تخت گاز کردن بخشی از این سوخت برگردانده شده از طریق این دریچه مورد استفاده قرار گرفته تا مخلوط سوخت مورد نیاز حاصل شود . بعد از ورود طرح هیل بورن به بازار اظهار شد که چنین طرح سیستم تزریق سوختی برای استفاده در موتورهای خیابانی مناسب نیست . حقیقت این بود که این طرح به طور کلی طرحی مناسب برای اتومبیل های موتور بنزینی نبود .

سیستم روچستر : بعد از چندی کمپانی جنرال موتورز سیستم انژکتوری روچستر را به عنوان جانشین برای کاربوراتورهای چهار دهنه خود معرفی کرد که متأسفانه این سیستم نتوانست باعث به وجود آمدن نیروی تولیدی بیشتری برای موتورها شود . اما اظهار می شود که اتومبیل با چنین سیستمی از شتاب بهتری برخوردار است . سیستم روچستر تا حدودی مشابه سیستم هیل بورن بود و در این سیستم تنظیم جریان سوخت با تغییر فشار سوخت انجام می گرفت .

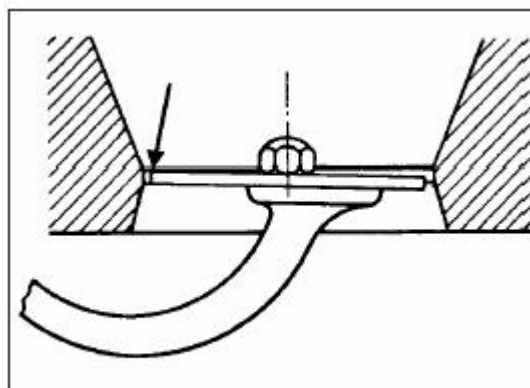
متأسفانه برای روچستر و جنرال موتورز ، مشکلات سوخت رسانی در هنگام آهسته کار کردن موتور توسط مهندسين حل نگردید و نازل های اسپری کننده تا حدودی در این کار مؤثر بودند و این حقیقت را می شد از رنگ سیاهی که از اگزوز این گونه اتومبیل متصاعد می شد ، دریافت . کمپانی معظم بوش آلمان توانست تا حد زیادی مشکل قطرات سوخت را مرتفع کند با ابداع سیستم K-Jetronic مشکلات به طرز چشمگیری برطرف شد . این سیستم دارای توانایی و قابلیت بالایی بوده ولی در مقایسه با سایر سیستم های انژکتوری گران می باشد . برنامه تدارک و تنظیم میزان سوخت در سیستم K-Jetronic بسیار پیچیده می باشد .

اساس کار سیستم K-Jetronic :

این سیستم با تزریق دائم بوده و اندازه گیری سوخت در آن بطور مستقیم با جریان هوای مصرفی موتور انجام می شود . در این سیستم پمپ عامل جریان یافتن سوخت ، حجم هوای عبوری به موتور بوده و سیستم محرک مکانیکی نیست . نظر به این که هوای مصرفی موتور بطور مستقیم قابل اندازه گیری و کنترل میباشد ، طرح K-Jetronic برای کنترل گازهای خروجی اگزوز و استفاده از پس سوز نیز بسیار مناسب است . هوای مصرفی موتور پس از عبور از فیلتر هوا به صفحه اندازه گیر هوا برخورد می کند و آنرا به حرکت در می آورد . با حرکت صفحه اندازه گیر ، اهرم آن قرقره سوپاپ سوخت را حرکت داده و معبری از سوخت را متناسب با حجم هوا به موتور باز می کند . سوخت از باک توسط پمپ الکتریکی به آکومولاتور می رسد ، پس از ذخیره سازی در آن که برای نوسان گیری ضربان های سوخت ضروری است ، به فیلتر رسیده و سپس وارد قسمت توزیع کننده می شود .

یک رگلاتور اولیه در قسمت توزیع کننده فشار سوخت را در مقدار ثابتی نگه می دارد و از برگشت سوخت اضافی به باک و یا ارسال بیش از حد به موتور جلوگیری می کند .

واحد اندازه گیر هوا :



Sensor plate position requirement

واحد اندازه گیر هوا شامل یک محفظه مخروطی است که در میان آن یک صفحه ای متصل به اهرم قرار گرفته است . تعادل وزنی صفحه و اهرم را یک وزنه عهده دار است . این تعادل در حالت خاموش بودن موتور می باشد و در هنگام روشن بودن موتور به نسبت مصرف هوا ، تعادل صفحه اندازه گیر با دبی هوای مصرفی موتور بهم می خورد . البته بعداً توسط نیروی هیدرولیکی سوختی که به پلانجر کنترل سوخت تاثیر می کند ، نوعی تعادل در سیستم ایجاد می شود . در حقیقت موقعیت صفحه اندازه گیر با مقدار هوای عبوری از محفظه مخروطی تعیین می شود و حرکت آن توسط اهرم به پلانجر توزیع کننده سوخت منتقل می شود و آنرا بسمت بالا حرکت می دهد

شرح کامل سیستم K-Jetronic :

سوخت از باک توسط پمپ برقی به آکومولاتور می رسد و ضربان آن در این قسمت جذب می شود سپس به فیلتر رسیده و ناخالصی از سوخت جدا می شود .

سوخت وارد شده به سیلندر اندازه گیری کننده یا خارج شده از آن به کناره های مخالف صفحه نازک فولادی دیافراگمی منتقل می شود و این صفحه هنگامی که فشار پمپ بیش از فشار طرف بیرونی صفحه باشد ، راه های انتقال سوخت را به انژکتورهای میخی شکل مسدود می کند . هنگامی که بنزین وارده به سیلندر اندازه گیری کننده در وضعیتی باشد که فشار در هر دو طرف صفحه دیافراگمی یکسان باشد ، خطوط ارتباطی مفتوح شده و بنزین یا هر سوخت دیگر با فشار پمپ انژکتورها هدایت می شود . البته با باز شدن خطوط ارتباطی به انژکتورها ، فشار طرف بیرونی صفحه دیافراگمی افت پیدا کرده و بلافاصله باعث بسته شدن این خطوط می شود تا زمانی که دوباره فشار در دو طرف یکسان شود .

هدف تمامی این مجموعه ایجاد یک جریان سوخت مداوم و در عین حال متغیر با وجود یک فشار سوخت کمتر از فشار دیافراگم بود . سوخت به طرف بالای آن رانده می شد و سیستم K-Jetronic کار می کرد . نحوه انتقال سوخت به طرف انژکتور به صورت امواج و دایره های بسته ای صورت گرفته و فرکانس این مربع با افزایش هوای ورودی به داخل موتور افزایش پیدا می کرد.

قسمت کنترل سوخت ارسالی به انژکتورها :

بین فیلتر هوا و دریچه گاز موتور واحد کنترل سوخت ارسالی قرار دارد . این قسمت شامل یک سنسور و کنترل دبی هوا و یک تقسیم کننده سوخت بین لوله های انژکتور ها ست . سنسور دبی سنج هوا ، در مقابل حجم هوای ورودی تغییر موضع داده و روی سوخت ارسالی تاثیر می گذارد ورود ، هوا مصرفی موتور از دهانه مخروطی شکل ، باعث حرکت صفحه حساس سنسور شده و در نتیجه اهرم متصل به صفحه اندازه گیر به بالا حرکت کرده و پلانجر کنترل سوخت نیز به سمت بالا هدایت می شود . با بالا رفتن پلانجر شیار خروجی آزاد شده و سوخت بیشتری به انژکتور ها فرستاده می شود . هر چه هوای مصرفی موتور افزایش یابد ، پلانجر حرکت بیشتری به سمت بالا داشته و در نتیجه ارسال سوخت از شیار پلانجر به انژکتور ها زیاده تر خواهد بود . وقتی موتور خاموش است ، صفحه اندازه گیر و پلانجر توسط وزنه تعادل و فنر برگردان در پایین ترین وضعیت قرار دارد . در این حالت سوخت ارسالی به انژکتور ها به صفر می رسد . هرگاه موتور حالت پس زدن شعله داشته و فشار مانیفولد گاز بالا رود ، صفحه اندازه گیر به سمت پائین حرکت کرده و دریچه را بزرگتر می کند تا تاثیر فشار منفی سیستم را معیوب نسازد .

نحوه توزیع سوخت :

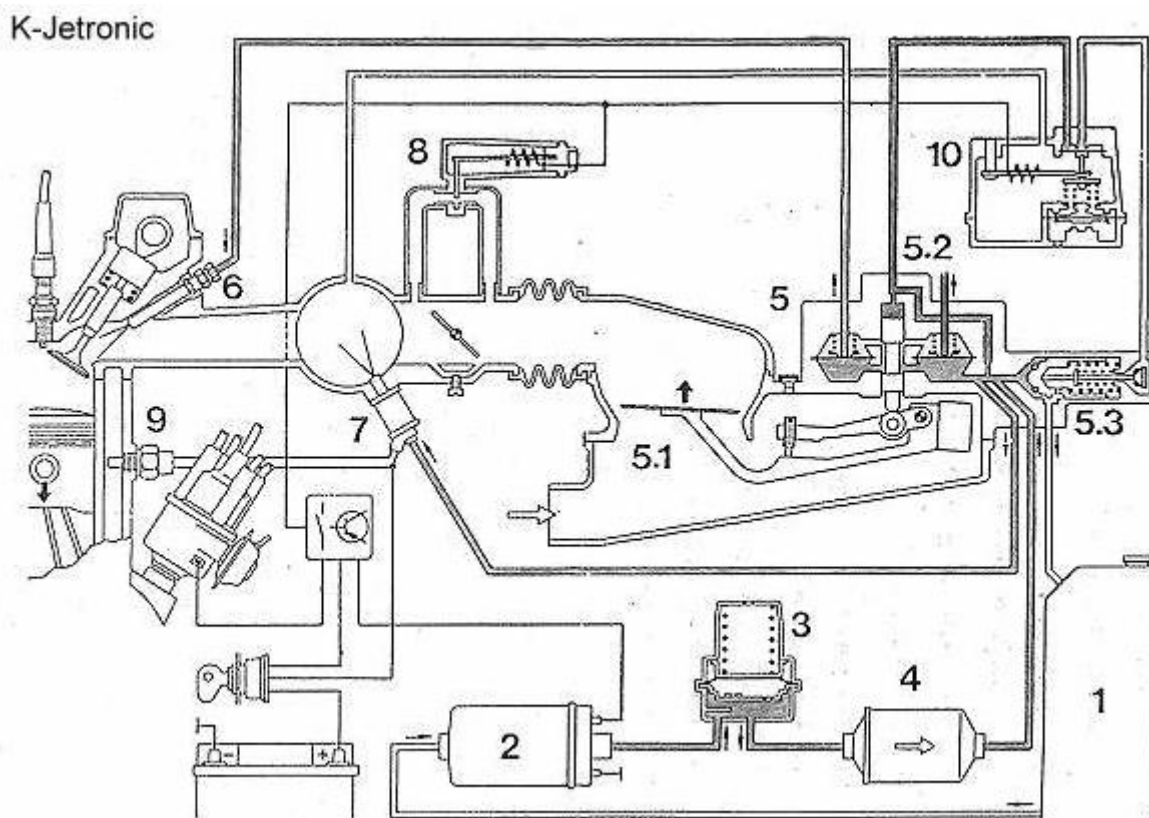
سوخت بطور یکنواخت برای هر سیلندر توسط شیار سوپاپ قرقره ای ارسال می شود . در بارل اندازه گیر که پلانجر حرکت می کند ، یک مجرای چهار گوش برای هر سیلندر پیش بینی شده که حرکت پلانجر در بارل ، تعدادی از این مجاری برای سیلندرها باز شده و سوخت از آنها به لوله های انژکتور ارسال می شود . در ابتدای لوله ورودی هر سیلندر ، در واحد اندازه گیر یک سوپاپ کنترل فشار وجود دارد که وظیفه اش ثابت نگهداشتن سوخت در لوله های انژکتور است .

انژکتورها :



انژکتورها بطور خودکار با فشار ثابت 3.6 bar باز شده و سوخت را به موتور تزریق می کند ، انژکتورها در سیستم K-Jetronic فقط تزریق سوخت را بعهده دارد ، نه اندازه گیری آنرا ، سوخت وارد شده در داخل انژکتور سوپاپ فشار آنرا باز کرده و ضمن ایجاد ارتعاش با فرکانس 1500 HZ کنترل دقیق در باز و بستن سوزن به وجود می آورد .

اجزاء تشکیل دهنده سیستم K-Jetronic :



۱ . باک

۲ . پمپ بنزین برقی

۳ . آکومولاتور

۴ . فیلتر سوخت

۵ . واحد کنترل کننده مخلوط سوخت

۵,۱ . صفحه حساس در مسیر هوا

۵,۲ . سوپاپ فشار

۵,۳ . مدار اولیه فشار سنچ

۶ . انژکتور

۷ . سوپاپ حالت استارت

۸ . وسیله ارسال هوای اضافی دور آرام

۹. کلید تایمر گرمایی

۱۰. کنترل کننده حرارتی

سیستم سوخت رسانی KE – Jetronic :

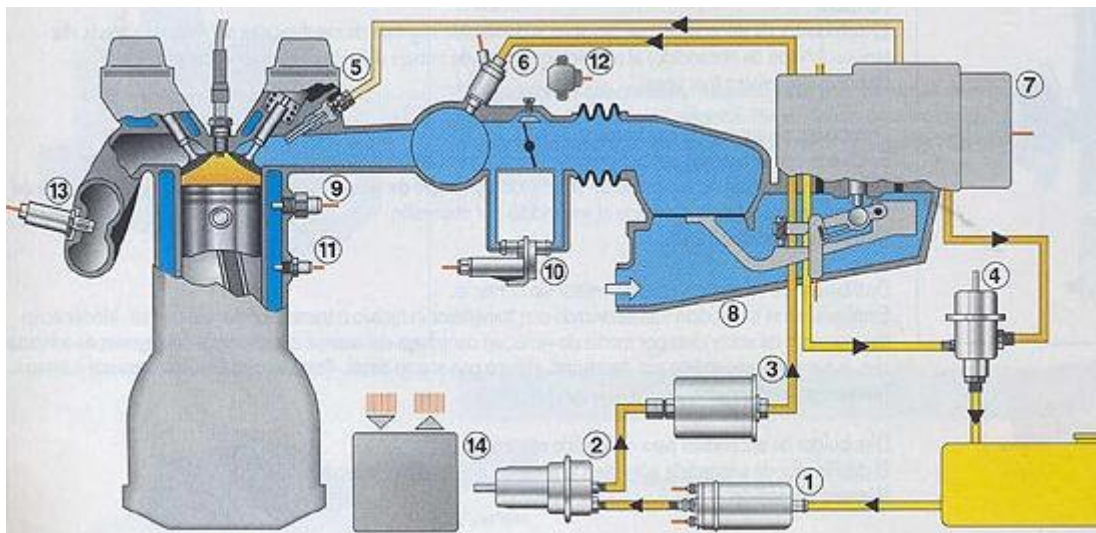
این سیستم نسبت به سیستم K – Jetronic گران بوده ولی دارای انعطاف بیشتری است. و تجهیزات اضافی آن عبارتند از :

۱. حسگر تعیین کننده مقدار هوا مصرفی موتور

۲. سوپاپ کنترل فشار که مقدار سوخت ارسالی را تحت کنترل دارد

۳. رگلاتور تنظیم فشار که فشار مدار اولیه را ثابت نگاه می دارد و نیز در هنگام خاموش کردن موتور سوخت را کاملاً قطع می کند.

اجزاء سیستم KE – Jetronic در شکل زیر نشان داده شده است :



۱. پمپ برقی

۲. آکومولاتور سوخت

۳. فیلتر سوخت

۴. رگلاتور فشار سوخت

۵. انژکتور

۶. سوپاپ سوخت رسانی استارت

۷. توزیع کننده سوخت

۸. اندازه گیر جریان هوا

۹. کلید ترمو تایم

۱۰. سوپاپ هوای اضافی

۱۱. سنسور گرمایی موتور

۱۲. سوئیچ دریچه گاز

۱۳. سنسور لامبدا

۱۴. واحد کنترل مرکزی ECU

طرز کار :

در این سیستم سوخت پس از فیلتر شدن به دو قسمت تقسیم می شود ، یک قسمت به رگلاتور و قسمتی دیگر وارد تقسیم کننده می شود . خروجی رگلاتور تنظیم فشار روی پلانجر کنترل سوخت تاثیر گذارده و حرکت آنرا کنترل می کند . در حالیکه در سیستم K – Jetronic عمل کنترل سوخت بعهده یک صفحه دیافراگمی است . سوخت خارج شده از رگلاتور از یکطرف به پلانجر و از طرف دیگر به سوپاپ کنترل فشار الکتروهیدرولیکی تاثیر می کند این سوپاپ از نوع الکترومگنتی است و موازی با مدار محفظه پلانجر قرار گرفته است .

سوپاپ استارت سرد Bosch در سیستم K و KE – Jetronic :



سوپاپ استارت سرد یک سوپاپ با عمل کننده مغناطیسی است . و به دمای موتور وابسته است . و مقداری سوخت اضافی برای یک دوره محدود به درون محفظه پیش بینی شده تزریق می کند .

اجزاء :

۱ . اتصال الکتریکی

۲ . سوخت اعمال شده با صافی

۳ . سوپاپ (آرمیچر الکترومغناطیسی)

۴. سیم پیچ

۵. نازل چرخشی

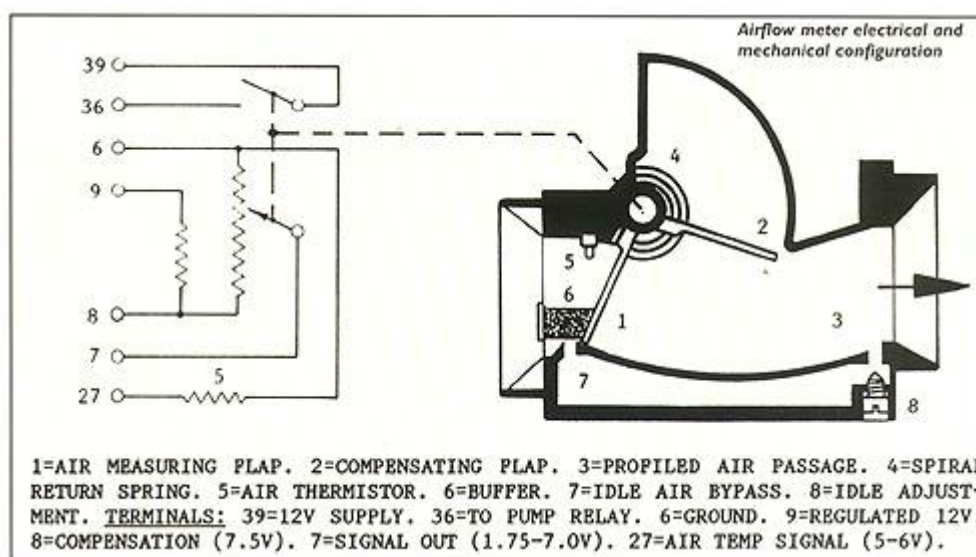
۶. نشیمنگاه سوپاپ

سیستم سوخت رسانی L-Jetronic

اساس کار :

هوای ورودی به موتور از اندازه گیر هوا یا دبی سنج عبور کرده و با انحراف دریچه آن ، علائم الکتریکی مناسبی به واحد کنترل ارسال می‌دارد . دریچه گاز نیز دارای سنسور تعیین وضعیت بوده که مقدار باز بودن آن به واحد کنترل گزارش می شود . انژکتورها مگنتی هستند و در صورت فعال بودن انژکتور ، سوخت متناسبی را بداخل مانیفولد هوا روی دریچه گاز تخلیه می کنند . انژکتورها نسبت بهم موازی قرار داشته و دارای فشار ثابتی هستند . که بین ۲٫۵ تا ۳٫۵ اتمسفر می باشد مقدار سوخت تزریق شده به زمان باز بودن انژکتور ها بستگی دارد . در هر انژکتور یک رگلاتور کنترل فشار بکار رفته است که از نوع دیافراگمی فنردار بوده و وظیفه دارد فشار تزریق در انژکتور ها را ثابت نگهدارد .

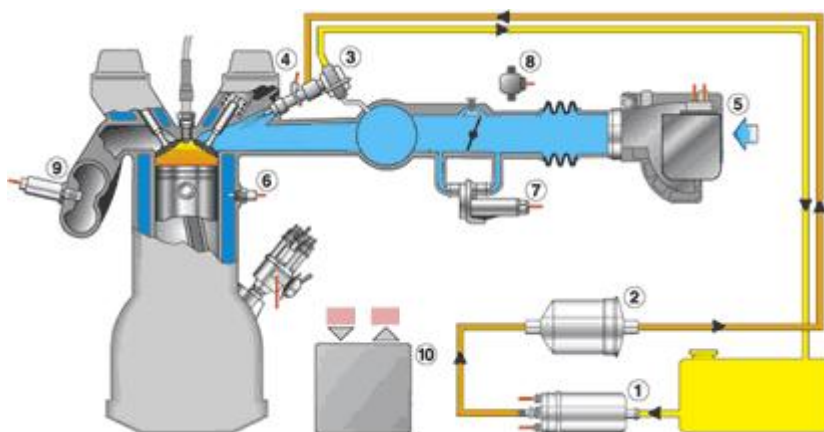
دستگاه اندازه گیر هوا :



جریان هوای ورودی موتور از اندازه گیر هوا عبور می کند ، با عبور هوا صفحه اندازه گیر منحرف شده و فنر برگشت دهنده آن متراکم می شود . انحراف این صفحه در پتانسیومتر حرکت به وجود آورده و تغییر ولتاژی در مدار آن تولید می شود این تغییر ولتاژ طول زمانی پالس های الکتریکی در واحد کنترل را تغییر می دهد . سنسور حرارت سنج هوا نیز وجود دارد که تغییرات وزن مخصوص هوا با تغییرات دما را مشخص می کند .

در ضمن در این سیستم از کلید الکتریکی دریچه گاز استفاده شده که دو وضعیت را مشخص می کند یکی مربوط به بسته بودن دریچه در دور آرام و دیگری مربوط به حالت تمام بار ، در هر دو وضعیت علائمی به واحد کنترل ارسال شده و روی زمان باز بودن انژکتورها تاثیر می گذارد . همچنین با توجه به سنسور حرارت سنج موتور ، متناسب با گرم شدن موتور ، زمان باز بودن انژکتورها کمتر می شود .

اجزاء سیستم Jetronic – L در شکل زیر نشان داده شده است :



- ۱ . پمپ سوخت الکتریکی
- ۲ . فیلتر سوخت
- ۳ . تنظیم کننده فشار سوخت
- ۴ . انژکتور
- ۵ . سنسور جریان هوا
- ۶ . سوئیچ گرمایی
- ۷ . تنظیم کننده هوای کمکی
- ۸ . سوئیچ سوپاپ دریچه گاز
- ۹ . سنسور لامبدا (Lambda)
- ۱۰ . ECU

طریقه پاشش انژکتورها در سیستم Jetronic – L :

دلکو در این سیستم دارای دو دست پلاتین میباشد ، یک دست پلاتین مانند دلکو های معمولی مربوط به قطع و وصل مدار اولیه و دست دوم مربوط به علامت دادن به دستگاه الکترونیکی میباشد . هرگاه این پلاتین ها جریان الکتریکی در مدار تولید کنند . دستگاه کنترل مرکزی نصف انژکتورهای موتور را فعال می کند .
حسگر فشار سنج هوا :

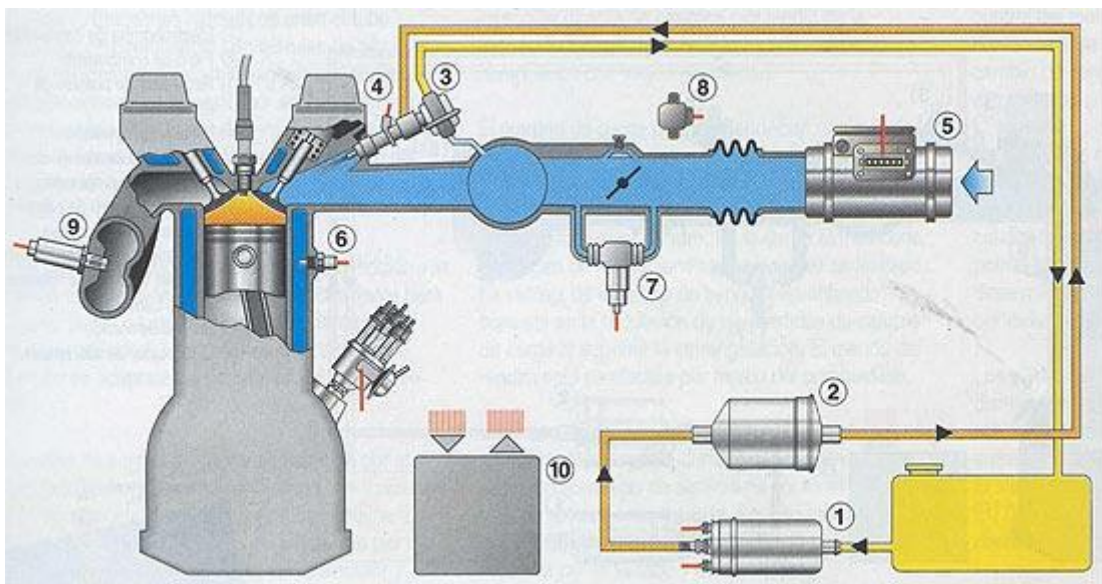
در این حسگر از دو کپسول توخالی روی محور آن وجود دارد که داخل کپسولها خلا نسبی وجود دارد . در فشار زیاد محیط سطوح خارجی کپسولها مقعر و در فشار کم محیط سطوح خارجی آنها محدب می شود . حرکت ناشی از انقباض و انقباض کپسولها میله میانی را حرکت داده و در سیم پیچ آن ولتاژی القاء می شود تغییر حوزه و ایجاد ولتاژ در آن علامتی به دستگاه کنترل کننده الکتریکی ارسال می کند

سیستم Jetronic – LH :



تفاوت اساسی این سیستم با سیستم Jetronic-L در روش اندازه گیری هوای ورودی به موتور و نوع دبی سنجی آن است . در سیستم LH-Jetronic از یک سیم داغ الکتریکی برای اندازه گیری دبی هوا مصرفی موتور استفاده شده است . در این سیستم یک واحد کنترل دیجیتالی وجود دارد که نسبت سوخت به هوا را با توجه به بار و دور موتور تغییر می دهد و بهترین نسبت سوخت ویژه را با توجه به علائمی که از اگزوز دریافت می کند تهیه می نماید . واحد کنترل الکتریکی با دریافت علائم از سنسور های مختلف ، زمان باز بودن انژکتورها را با توجه به شرایط موجود تنظیم می کند . در واحد کنترل یک میکرو کامپیوتر بکار رفته که شامل حافظه برنامه ریزی شده بوده و مقادیر مختلف را ضبط می کند

اجزاء سیستم LH-Jetronic در شکل زیر نشان داده شده است :



۱ . پمپ الکتریکی

۲ . فیلتر سوخت

۳ . رگلاتور تنظیم فشار سوخت

۴ . لوله های توزیع سوخت مشترک

۵ . سیستم سیم داغ الکتریکی

۶ . سنسور حرارت سنج موتور

۷ . سوپاپ هوای اضافی دور آرام

۸ . کلید رئوستای دریچه گاز

۹ . سنسور لامبدا

۱۰ . ECU

دستگاه اندازه گیر دبی هوا :

این دستگاه از یک سیم حرارتی داغ تشکیل شده که هوای مصرفی موتور از اطراف آن عبور داده می شود جریان لازم برای ثابت نگهداشتن درجه حرارت این سیم داغ به حجم هوای عبور کرده از اطراف آن بستگی دارد جریان الکتریکی برای گرم نگهداشتن سیم داغ که با هوای ورودی تغییر می کند ، تغییر ولتاژ در مقاومت آن به وجود می آورد . به علاوه دور موتور با حجم هوای مصرفی ارتباط داشته و علامتی هم از دور سنج ارسال می شود .

دبی سنج :

در این سیستم دبی سنج از خاصیت گردابی هوا پیچشی استفاده کرده و امواج صوتی مافوق صوت ارسال می دارد . مقدار فرکانس ایجاد شده به مقدار هوای عبور کرده بستگی دارد . فرکانس از یک امیتر پخش شده و در یک جذب کننده دریافت شده و تبدیل به پالس الکتریکی شده و به واحد کنترل ارسال می شود .

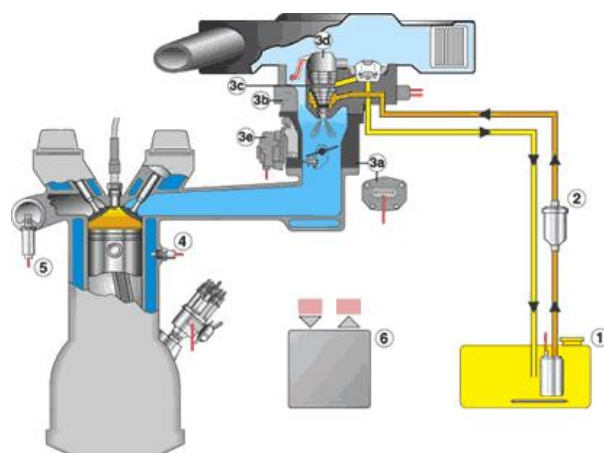
سیستم Jetronic - Mono :

در این سیستم یک انژکتور وجود دارد که سوخت مورد نیاز هر چهار سیلندر موتور را متناوباً در مانیفولد هوا تزریق می کند به این سیستم تزریق یک نقطه ای (Single - Point Injection = SPI) یا تزریق مرکزی (Central - Fule - Injection = CFI) و یا تزریق در دریچه گاز گویند (Throttle Body Injection = TBI)
واحد انژکتور : در این سیستم انژکتور درست در بالای دریچه گاز نصب می شود و به این ترتیب سوخت یکنواختی در مدار تخلیه می کند . دستور تزریق سوخت الکترونیکی بوده و فرمان آن از واحد کنترل و سیستم جرقه تامین می شود .

اجزاء سیستم Mono -

Jetronic در شکل زیر نشان

داده شده است :



۱ . پمپ سوخت الکتریکی

۲ . فیلتر سوخت

۳-۱ . پتانسیومتر سوپاپ

دریچه گاز

۳-۲ . تنظیم کننده فشار

۳-۳ . انژکتور

۳-۴ . کابل اتصال با محفظه دمای هوا

۳-۵ . محرک سوپاپ دریچه گاز در هنگام درجا کار کردن

۴ . سنسور دمای موتور

۵ . سنسور لامبدا (Lambda)

۶ . ECU

علیرضا کیوان راد

کارشناس اداره مهندسی خودرو

