

Servicehandboek

Constructie en werking

Hoofdgroep 2 (24)

Brandstofsysteem,
inspuitmotoren
(LE-Jetronic) B19E

360

VOLVO

Inhoud

	Pagina
Algemeen	
Werking van het LE-Jetronic systeem	2
Locatie van de diverse componenten	3
Werking, brandstofsysteem	
Brandstofpomp en brandstoffilter	4
Verdeelpijp	4
Systeemdrukregelaar	5
Brandstof-inspuitventielen	6
Thermo-tijdschakelaar	7
Hulpvluchtregelaar	8
Stuurrelais	9
Werking, voelers	
Luchthoeveelheidsmeter	11
Smoorklepschakelaar	14
Koelvloeistof-temperatuurvoeler	14
Werking, stuursysteem	
Elektronische stuureenheid	15
Meerpolige connector	15
Stuurfuncties	16
Inspuitsignaal	18
Bedradingsschema	19
Schematisch overzicht van het systeem (Vouwblad-diagram)	19
Alfabetisch register	20

Bestelnummer: TP 35154/1

Wijzigingsrechten voorbehouden

Algemeen

Een brandstofinspuitsysteem op een motor heeft als doel om iedere cilinder exact de juiste hoeveelheid brandstof te doseren op zulke wijze dat de meest efficiënte verbranding plaatsvindt. De hoeveelheid brandstof moet precies geregeld worden naargelang de motorbelasting en de bedrijfsomstandigheden.

Ofschoon duurder dan een carburateur-systeem, zorgt een brandstofinspuitsysteem voor een efficiënter brandstofverbruik, behaalt makkelijker de strenge uitlaatgas emissie-eisen en resulteert ook in een soepeler draaiende motor die sneller reageert op het gaspedaal.

Het LE-Jetronic inspuitstelsel

Het LE-Jetronic systeem, net als het CI-systeem in de Volvo 200-serie, wordt een "poortinjectiesysteem" genoemd. Dit betekent dat zich bij iedere cilinder voor de inlaatopening een inspuitventiel bevindt.

Maar daar waar het CI-systeem mechanisch bediend wordt en de brandstof continu wordt aangevoerd en ingespoten met een wisselende brandstofdoorstroming, wordt het LE-Jetronic systeem elektrisch bediend met intermitterende injectie.

Bij iedere krukasomwenteling worden de inspuitventielen een keer geopend en gesloten en de hoeveelheid ingespoten brandstof wordt bepaald door de periode dat de inspuitventielen open blijven.

De aanduiding "LE" is een afkorting voor "Luftmengenmesser - Europa" of in het Nederlands "Luchthoeveelheidsmeter, Europese uitvoering".

Het LE-Jetronic systeem bestaat uit drie functioneel gescheiden delen:

- het brandstoftoevoersysteem
- de voelers
- het stuursysteem

Het brandstoftoevoersysteem

Als wij het schematisch overzicht van het systeem volgen (vouwblad-diagram op pagina 19), dan zien we allereerst het brandstoftoevoersysteem. Dit systeem transporteert brandstof vanuit de tank (J) via een brandstofpomp (I) en een brandstoffilter (H) naar de verdeelpijp (C). Deze laatste voorziet de inspuitventielen (B) van brandstof, op constante druk gehouden door een drukregelaar (D). Een koude-start inspuitventiel (M) zorgt voor extra brandstof tijdens het starten bij lage temperatuur. Het koude-start ventiel wordt elektrisch gestuurd door een thermotijdschakelaar (L) welke op zijn beurt gevoed wordt via het startmotorrelais, wanneer de contactschakelaar (E) in de startpositie staat.

De voelers

De verschillende voelers meten de meest belangrijke factoren welke de brandstofverbranding kunnen beïnvloeden. Impulsen m.b.t. deze metingen en andere informatie worden naar de elektronische stuurseenheid doorgeseind.

Een luchthoeveelheidsmeter (P) meet de aangezogen luchtstroom, terwijl een voeler (Q) de luchttemperatuur registreert.

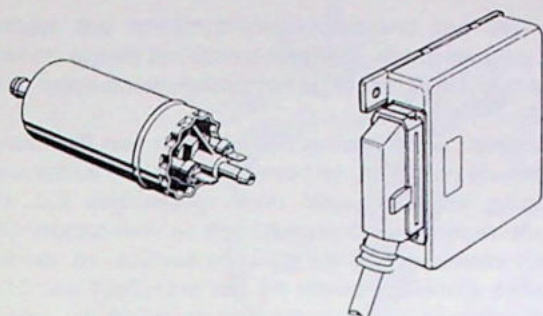
Een smookklepschakelaar (O) registreert een geheel geopende of gesloten smookklep, terwijl de temperatuur van de koelvloeistof aangegeven wordt door een temperatuurvoeler (K).

Een signaal betreffende motortoerental wordt afgenomen van de laagspanning aansluiting van de bobine (A).

Tijdens het starten gaat ook een signaal vanaf het contact (E) naar de stuurseenheid.

Het stuursysteem

De energievoorziening van de elektronische stuurseenheid (F) wordt geleid via het stuurrelais (G). De stuurseenheid ontvangt en verwerkt de gegevens van de diverse voelers rondom de motor en berekent aan de hand hiervan in slechts een fractie van een seconde de juiste hoeveelheid in te spuiten brandstof. De stuurseenheid is zo geprogrammeerd dat alle voorkomende motorcondities kunnen worden verwerkt.



De componenten van het LE-Jetronic inspuit-systeem

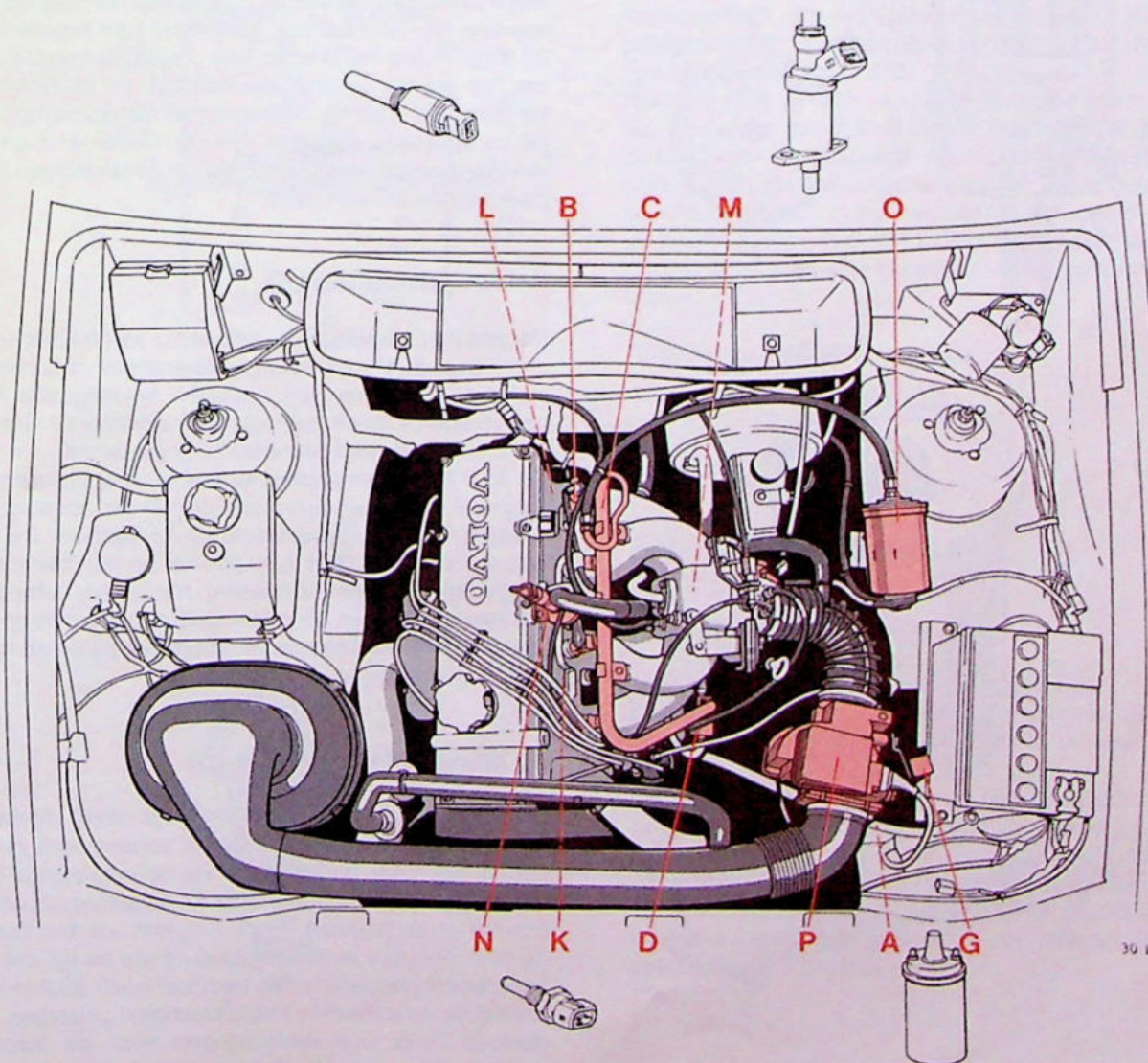
Alle componenten van het LE-Jetronic systeem bevinden zich in het motorcompartiment met uitzondering van de brandstofpomp (I) met zijn fijnmazig filter (in de brandstofleiding bij de brandstoftank) en de elektronische stuur-eenheid (F), dat in de auto achter de middenconsole van het dashboard is geplaatst.

In het motorcompartiment zien wij:

- B de inspuitventielen
- C de verdeelpijp
- D de systeemdrukregelaar
- G het stuurrelais
- H de brandstoffilter
- N de hulpluchtregelaar
- O de smoorklepschakelaar
- P de luchthoeveelheidsmeter

terwijl de overige componenten aan het gezichtsveld ont-trokken blijven:

- A de bobine, geplaatst onder de luchthoeveelheidsmeter
- K de koelvloeistof-temperatuurvoeler
- L de thermo-tijdschakelaar op het motorblok
- M het koude-start inspuitventiel



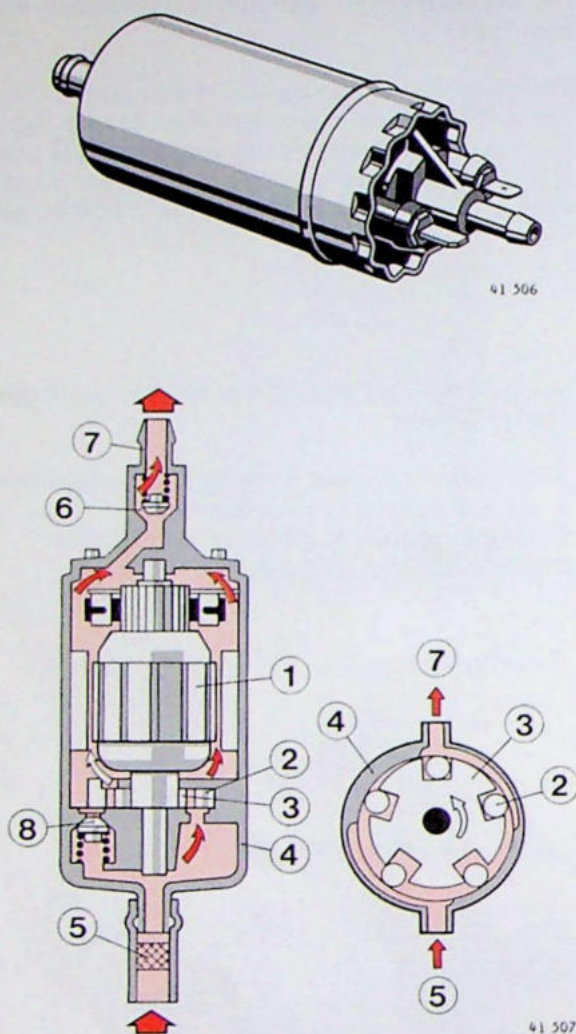
30 178

Werking van het brandstoftoevoersysteem

De brandstofpomp (I)

Wanneer we het brandstoftoevoersysteem wat nader bekijken, zien we dat de brandstofpomp het eerste onderdeel in de brandstoflijn is (1 op het schematisch overzicht, pagina 19).

In de brandstoftoevoerleiding bevindt zich een fijnmazig filter tussen de pomp en de brandstoftank om eventuele beschadiging van de pomp door vuildeeltjes b.v. afkomstig van reparatiewerkzaamheden, te voorkomen. Dit filter wordt vernieuwd bij de garantie-service en verder met dezelfde wisselfrequentie als het brandstoffilter (H). De brandstofpomp wordt elektrisch bediend en wordt altijd geactiveerd wanneer er spanning aanwezig is op het startmotorrelais en wanneer de motor draait.



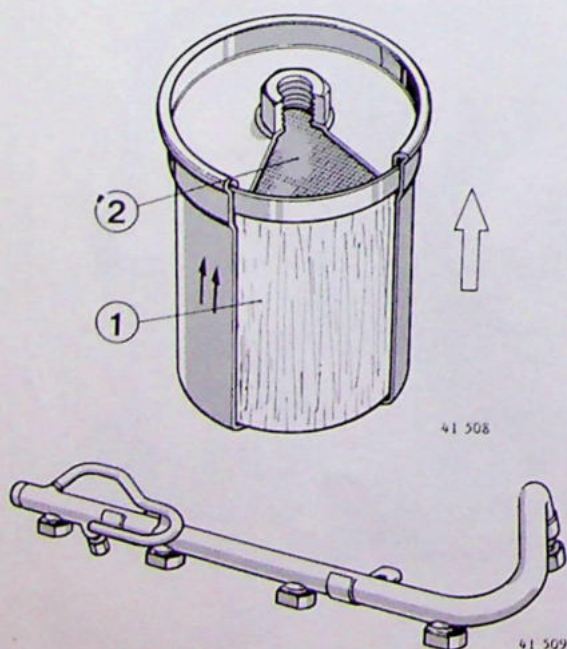
De elektromotor (1) drijft een stel rollen (2) aan die zich bevinden in de uitsparingen aan de rand van een draaischijf (3). Deze draaischijf is excentrisch opgesteld in het pomphuis (4). De rollen (2) worden door de centrifugaalkracht naar buiten bewogen en fungeren als een roterende afdichting. Nadat de brandstof het fijnmazig filter (5) is gepasseerd komt deze aan de aanzuigzijde van de pomp binnen en wordt door de beweging van de rollen langs de elektromotor en via een terugslagklep (6) naar de uitlaatopening (7) van de pomp gedreven. Een overdrukventiel (8) zorgt ervoor dat, als de druk de vooraf ingestelde druk van het overdrukventiel overschrijdt, de brandstof terug kan stromen naar de ingangszijde van de pomp.

De pomp moet in de juiste richting roteren. Het is daarom van groot belang dat de elektrische aansluitingen juist gepoold worden.

Het brandstoffilter (H)

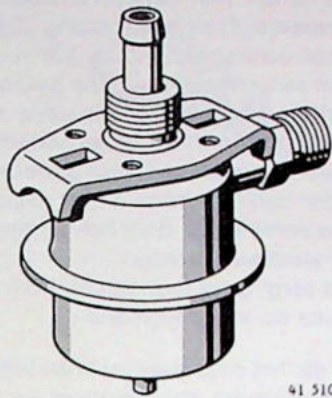
De elektrisch bediende (solenoid) inspuitsventielen zijn afgewerkt met zeer kleine toleranties waardoor het kleinste vuildeeltje hun optimale werking zou kunnen beïnvloeden. Om dit te voorkomen is achter de elektrische brandstofpomp een brandstoffilter geplaatst.

Dit filter heeft een papierelement (1) met openingen van slechts 4 micron en een gaasfilter (2) om zonnodig papierdeeltjes van het filterelement op te vangen. De wisselfrequentie van dit filter is 40.000 km en het filter moet dan in zijn geheel worden vernieuwd. Het is zeer belangrijk dat het nieuwe filter in de juiste doorstroomrichting van de brandstof wordt gemonteerd, zoals met pijlen op het filterhuis is aangegeven.



De brandstof-verdeelpijp (C)

De brandstofaanvoerleiding wordt niet direkt afgetakt naar de vier inspuitsventielen (B op het schematisch overzicht, pagina 15) maar bereikt deze via de verdeelpijp. In deze verdeelpijp is voldoende brandstof aanwezig om een drukreserve op te bouwen. Deze fungeert als een buffer om de druk constant te houden gedurende de tijd dat een inspuitsventiel geopend is. Zo treedt er geen drukverschil op tussen de verschillende inspuitsventielen onderling. De verdeelpijp heeft ook aansluitingen voor de inspuitsdrukregelaar (D) en het koude-start inspuitsventiel (M).

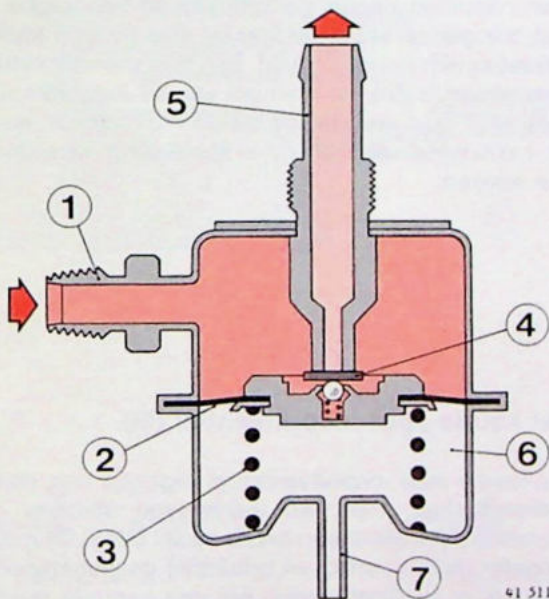


41 510

De systeemdrukregelaar (D)

De brandstofdruk in de verdeelpijp wordt constant gehouden door een drukregelaar. Deze constante druk (systeemdruk) maakt het mogelijk om brandstof precies te doseren door de openingsperiode van de inspuitsventielen te variëren.

De drukregelaar is zo ingesteld dat de brandstofdruk steeds op 250 kPa* (2,5 kg/cm²) hoger dan de druk in het inlaatspruitstuk wordt gehouden (indien de druk 250 kPa hoger zou zijn dan atmosferische, dan zouden de inspuitsventielen te veel brandstof aanvoeren bij eventuele grote onderdruk in het inlaatspruitstuk).



41 511

De onder druk staande brandstof van de brandstofpomp komt de drukregelaar binnen aan de inlaatzijde (1). Het membraan (2) wordt door een drukveer (3) tegengehouden zodat de klep (4) gesloten blijft totdat de brandstofdruk hoger wordt dan 250 kPa. Als de klep (4) open gaat, wordt de brandstof via de uitlaatopening (5) teruggeleid naar de brandstoftank. De drukveerkamer (6) wordt d.m.v. een pijpverbinding (7) steeds op dezelfde druk als die van het inlaatspruitstuk gehouden.

Hierdoor blijft de druk van het brandstofsysteem afhankelijk van de onderdruk in het inlaatspruitstuk terwijl de drukval over de inspuitsventielen constant blijft bij elke willekeurige stand van de smookklep. Als er bijvoorbeeld 50 kPa onderdruk in het inlaatspruitstuk heerst dan blijft de brandstofdruk 200 kPa boven de atmosferische druk, terwijl de drukval over de inspuitsventielen toch 250 kPa blijft.

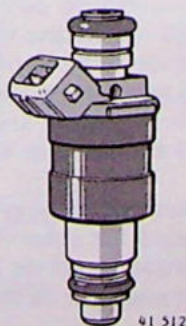
* (Kilopascal, 100 kPa = 1 kg/cm²)

De inspuitsventielen (B)

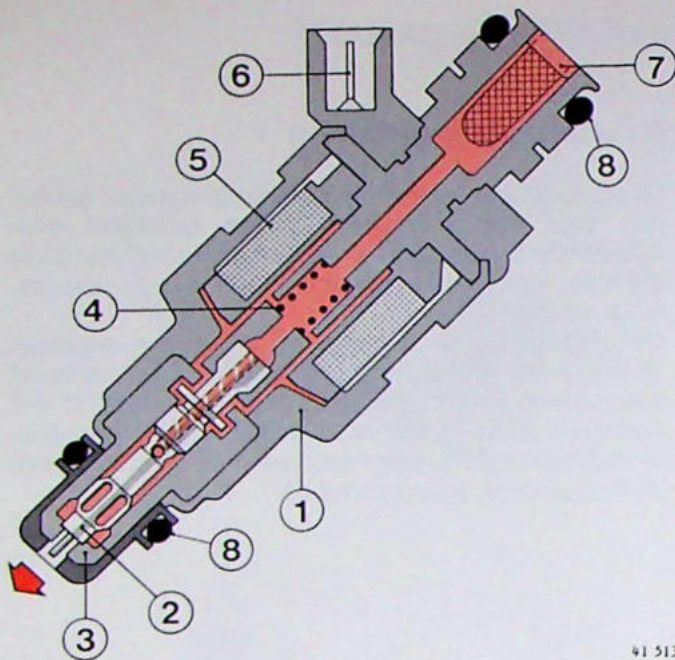
Voor iedere cilinder is er één inspuitsventiel.

De verstuivernaald spuit de zeer fijn vernevelde brandstof in een smalle straal (25°) die gericht is naar de inlaatopening.

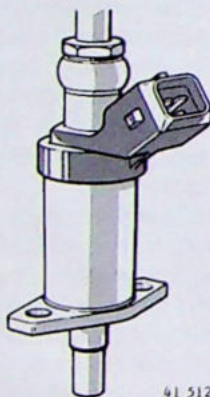
De inspuitsventielen worden door speciale rubberen ringen op hun plaats gehouden en afgedicht. Deze ringen helpen trillingen van de motor op te vangen en isoleren tegen de motorhitte. De inspuitsventielen zijn eigenlijk elektrisch bediende kleppen hetgeen het mogelijk maakt om de hoeveelheid ingespoten brandstof per cilinder (inspuittijd) elektronisch te regelen.



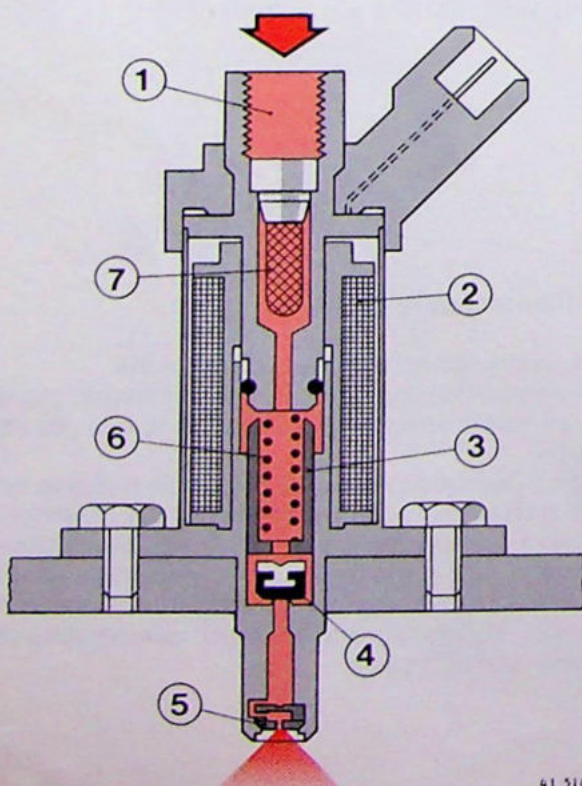
41 512



41 513



41 512



41 514

Het inspuitventiel wordt door middel van rubberen ringen (8) tussen het inlaatspruitstuk en de verdeelpijp geklemd. Het inspuitventiel bestaat uit een ventielhuis (1), een beweegbaar anker met verstuivernaald (2), welke door een schroefveertje (4) tegen de zitting (3) gedrukt wordt en zodoende het ventiel afdicht. In het ventielhuis bevindt zich ook een inductiespoel (5) die bekrachtigd wordt via de elektrische contacten (6). Als deze inductiespoel (5) wordt bekrachtigd, wordt het anker met verstuivernaald (2) langs zijn geleiding naar achteren getrokken in het ventielhuis. Hierdoor kan brandstof onder druk, via de aansluiting (7) op de verdeelpijp, door het ventiel in de cilinderinlaatopening verstoven worden. Tegelijkertijd zorgt deze brandstofstroom voor de smering en koeling van de inspuitventielen.

De tijdsduur dat het inspuitventiel open blijft wordt berekend door de elektronische stuu eenheid en hangt af van de bedrijfsomstandigheden van de motor op dat moment. Inspuiting vindt plaats bij iedere krukasomwenteling en alle inspuitventielen worden zowel gelijktijdig als voor dezelfde tijdsduur bekrachtigd. De inspuitventielen leveren elke inspuittijd slechts de helft van de benodigde brandstof, aangezien iedere zuiger bij elke tweede krukasomwenteling een vulslag maakt. Een bijkomend voordeel van dit systeem is dat het moment van de inspuitimpuls niet belangrijk is in verhouding tot de motorcyclus, waardoor de benodigde elektronische schakeling vereenvoudigd kan worden.

Het koude-start inspuitventiel (M)

Het koude-start inspuitventiel is eigenlijk een elektrisch bediende klep met een wervel-type sproeier die de brandstof verstuift in een brede straal (85°). Dit maakt het mogelijk om de verstoven brandstof gelijkmatig over alle cilinders te verdelen vanuit het ene centrale punt in het inlaatspruitstuk. Het koude-start inspuitventiel is niet rechtstreeks aangesloten op de elektronische stuu eenheid van het LE-Jetronic systeem, maar spuit alleen extra brandstof in gedurende een koude start, waardoor het verbrandingsmengsel verrijkt wordt.

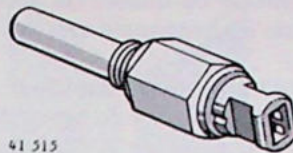
Steeds als de brandstofpomp in bedrijf is, is er in het koude-start inspuitventiel brandstof onder druk aanwezig, aangevoerd door de inlaatopening (1).

Als de thermo-tijdschakelaar de elektrische stroom vanaf de inductiespoel (2) met massa verbindt, wordt het anker (3) door de solenoïde werking omhoog getrokken waardoor de afdichting (4) vrijkomt. Hierdoor kan de brandstof door het filter (7) en langs het anker, de afdichting en de wervelsproeier (5) stromen om in het inlaatspruitstuk te verstuiven.

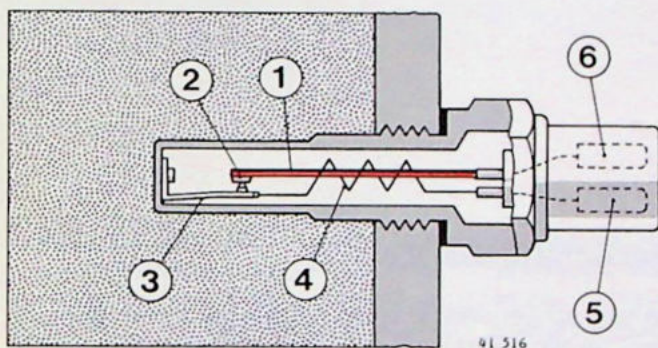
Als de thermo-tijdschakelaar de stroom in de inductiespoel (2) onderbreekt, wordt het anker door de drukveer (6) omlaag gedrukt. Hierdoor wordt de afdichting (4) tegen het mondstuk gedrukt waardoor de brandstof de sproeier niet kan binnenstromen.

De thermo-tijdschakelaar (L)

In de thermo-tijdschakelaar bevindt zich een bimetalen strip (1) voorzien van een contactpunt aan het uiteinde (2). Als de tijdschakelaar koud is, raakt dit contactpunt een ander contactpunt (3) welke verbonden is met de massa via het huis van de schakelaar. Rond de bimetalen strip (1) is een verwarmingselement (4) gewikkeld, terwijl de elektrische aansluiting naar de voeler tot stand komt via de aansluitpennen (5) en (6).



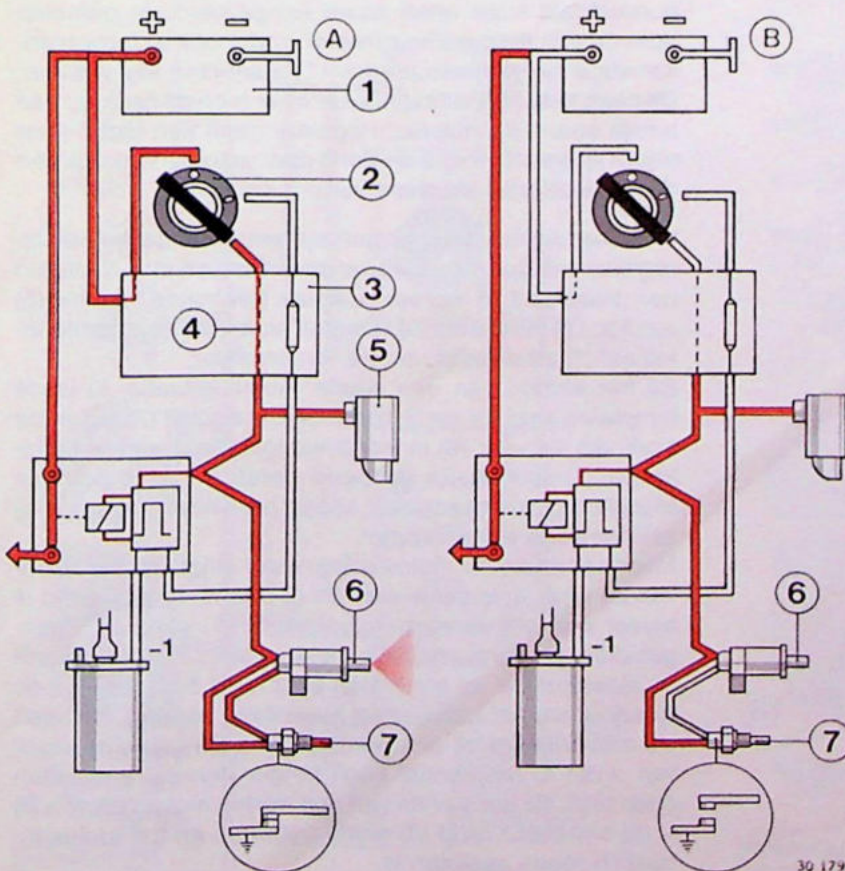
41 515



41 516

Uitsluitend tijdens de startprocedure met een **koude** motor, (beneden +35° C) wordt stroom vanaf de accu toegevoerd aan het verwarmingselement via de aansluitpen (5). Via de gesloten contacten (2) wordt ook de inductiespoel van het koude-start inspuitsventiel verbonden met massa en zodoende geactiveerd. Door de stroom die door de winding (4) van het verwarmingselement vloeit, wordt de bimetalen strip (1) verwarmd waardoor deze gaat buigen. Na een korte tijd, afhankelijk van de aanvangstemperatuur, worden de contacten door de bimetalen strip geopend en wordt de werking van het koude-start ventiel onderbroken.

De volgende diagrammen laten zien hoe de thermo-tijdschakelaar en het koude-start inspuitsventiel onafhankelijk van de elektronische stuurseenheid functioneren.



30 179

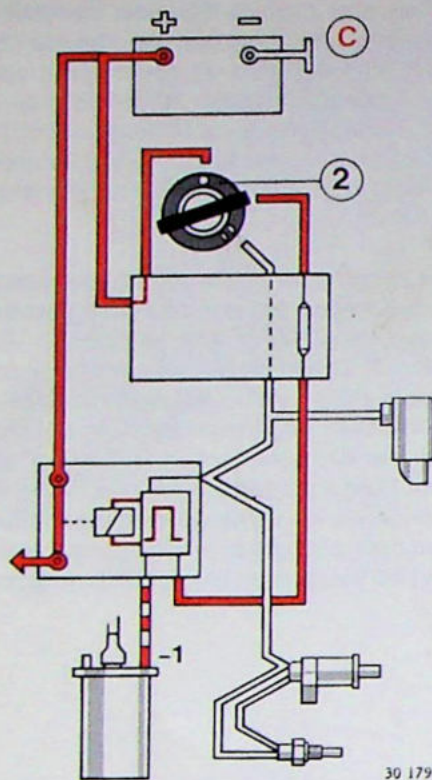
Diagram A

Bij een koude motor wordt de accu (1) via de centrale zekeringendoos (3) en via het in startpositie zijnde contactslot (2) verbonden met het koude-start systeem. Hierdoor wordt zowel het startmotorrelais (5) als de thermo-tijdschakelaar (7) en het koude-start inspuitsventiel (6) van stroom voorzien. De andere componenten worden indirect gevoed via het stuurrelais (4).

De contacten in de thermo-tijdschakelaar (7) zijn gesloten, waardoor de spoel van het koude-start inspuitsventiel (6) geactiveerd wordt (met massa verbonden via de bimetalen strip).

Diagram B

Hier zien wij de situatie bij het starten met warme motor. Daar zij warm gehouden worden door de warmte van de motor, zijn de contacten van de thermo-tijdschakelaar (7) open. De spoel van het koude-start inspuitsventiel (6) is niet langer met massa verbonden waardoor het ventiel niet kan werken.

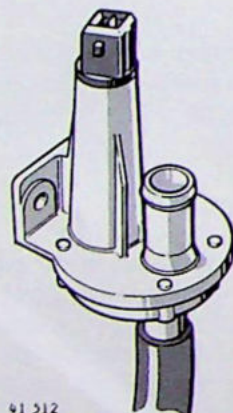


30 179

Diagram C

Hier zien wij dat het startcontact (2) in stand 1 is teruggekeerd omdat de motor nu draait. De voedingsspanning (van de accu) is nu losgekoppeld van het startcircuit.

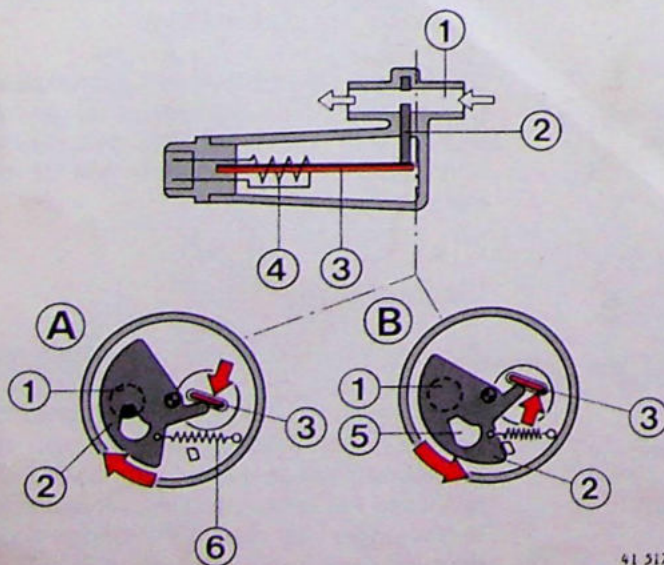
Zo zien wij dat zodra de motor aanslaat, zelfs wanneer deze nog koud genoeg is om de contactpunten van de thermo-tijdschakelaar gesloten te houden, de voedingsspanning voor de koude-start circuits wegvalt als men de contactsleutel loslaat en deze terug is in de rijstand. Wij zien dus dat de thermo-tijdschakelaar en het koude-start inspuitventiel alleen maar kunnen werken als het startmotorrelais ingeschakeld is.



41 512

Hulpluchtregelaar (N)

De hulpluchtregelaar is tegen het kleppendecksel gemonteerd op een plaats waar de motortemperatuur representatief kan worden gemeten. Bij een koude motor is de olie dikker. Hierdoor biedt de olie meer weerstand, zodat het toerental bij stationair draaien van de motor zonder tegenmaatregelen te laag en onregelmatig zou zijn. Om dit euvel bij een koude start of bij het warmdraaien van de motor te verhelpen, zorgt de hulpluchtregelaar voor een extra hoeveelheid lucht wordt zowel aangevoerd als gemeten door de luchthoeveelheidsmeter, zodat ook een overeenkomstige hoeveelheid brandstof ingespoten kan worden. Dit heeft hetzelfde effect als wanneer men de gasklep een beetje opent. De hulpluchtregelaar heeft een eigen thermisch tijdmechanisme en werkt daarom onafhankelijk van de elektronische stuureenheid.

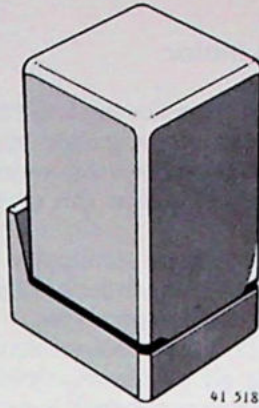


41 517

Wanneer wij het mechanisch systeem van de hulpluchtregelaar bekijken, zien wij dat de bimetalen strip (3) tegen een draaischijf (2) met een speciale gevormde opening (5) aanligt. Dit mechanisme opent of sluit het (lucht-)omloopkanaal (1) afhankelijk van de temperatuur.

Bij het starten van een koude motor (situatie A) is de bimetalen strip (3) recht zodat de draaischijf (2) tegen de druk van de veer (6) in wordt weggedraaid en het luchtkanaal (1) gedeeltelijk geopend wordt. Dit is de normale situatie daar de draaischijf alleen helemaal opengaat bij extreem lage temperaturen.

Maar naarmate de motortemperatuur stijgt, zal het luchtkanaal weer geleidelijk worden gesloten. Tegelijkertijd is echter ook het verwarmingselement (4) elektrisch aangesloten. Dit verwarmt de bimetalen strip. Hierdoor wordt de tijdsduur dat de bimetalen strip koud blijft (en dus de tijdsduur dat het luchtkanaal openstaat) beperkt. Dit heeft als resultaat dat bij een normale omgevingstemperatuur van +20° C het kanaal nooit langer dan ca. 5 minuten open blijft. Bij het starten van een warme motor (situatie B) is de bimetalen strip (3) reeds gebogen en het luchtkanaal (1) reeds gesloten is.

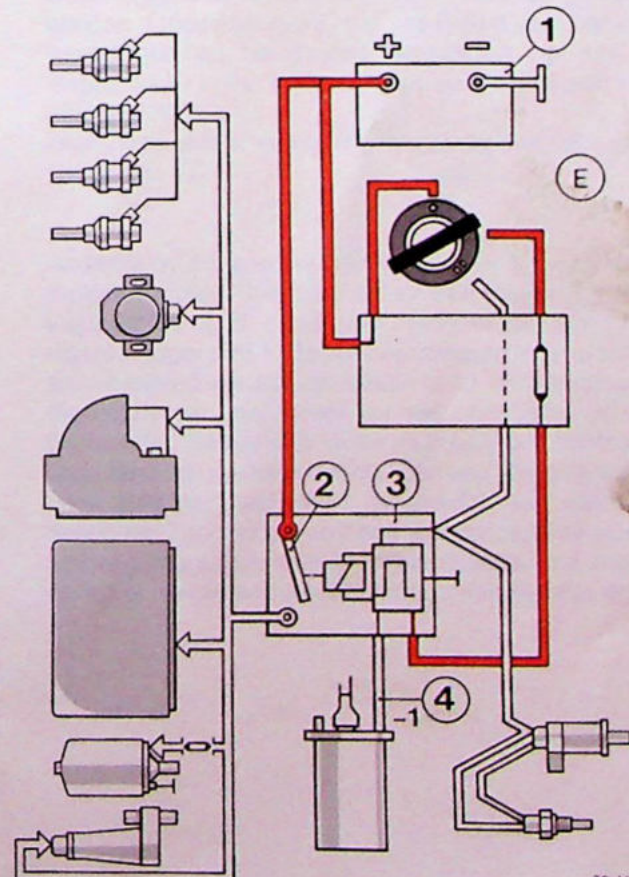
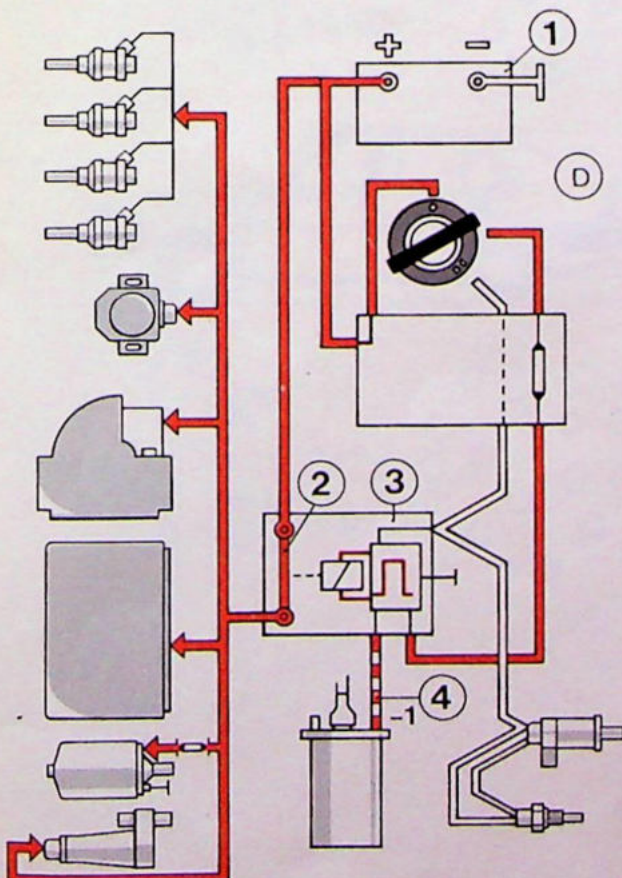


Het stuurrelais (G)

Het stuurrelais-systeem regelt de voeding naar de brandstofpomp en diverse andere componenten. Het relais heeft tevens een veiligheidsfunctie omdat het de spanning van de accu naar de brandstofpomp onderbreekt als de motor uitvalt, terwijl het contact aan blijft staan. Dit om te voorkomen dat, in geval van een ongeluk, brandstof via b.v. een gescheurde slang op de hete motor wordt gespoet. Dit systeem maakt gebruik van een tachometrisch relais, d.w.z. een relais dat sluit boven of beneden een bepaalde frequentie. In deze toepassing komt deze frequentie overeen met een bepaald aantal krukassomwentelingen per minuut.

Allereerst diagram D. De spanning gaat vanaf de accu (1) via de stuurrelais-schakelaar (2) naar de brandstofpomp, de inspuitventielen, de luchthoeveelheidsmeter, de hulp-luchtregeelaar en andere componenten. Zolang de motor meer dan 3,6 omw/sec (220 omw/min) maakt, blijft de pulserende spanning van de bobine (4) het tachometrisch relais (3) bekrachtigen zodat de stuurrelais-schakelaar (2) gesloten blijft.

Diagram E. Als de motor uitvalt, stopt de pulserende spanning van de bobine (4). Het tachometrisch relais (3) wordt nu niet langer bekrachtigd en de stuurrelais-schakelaar (2) onderbreekt de stroomkring, zodat de brandstoftoevoer wordt afgesloten.



Werking van de voelers

Alvorens alle voelers onderling te beschrijven, bekijken wij eerst het principe van de belangrijkste voeler, de luchthoeveelheidsmeter.

Lucht-brandstofverhouding

In het algemeen heeft een benzineverbrandingsmotor 14 dele lucht en 1 deel brandstof nodig om genoeg zuurstof te verschaffen voor een volledige verbranding van de brandstof.

Een volledige (lees: optimale) verbranding betekent een efficiënt brandstofverbruik gekoppeld aan een minimum van ongewenste uitlaatgassen.

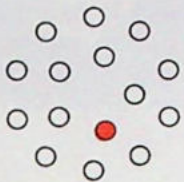
Als wij het aantal kilo's aangezogen lucht in de motor nauwkeurig kunnen meten, dan is het mogelijk de hoeveelheid brandstof te berekenen om een optimale verbranding te verkrijgen. Bijvoorbeeld, in een viercilinder motor bedraagt de hoeveelheid brandstof voor iedere cilinder een-vierde deel van $1/14^{\circ}$, wat neerkomt op $1/56^{\circ}$ deel van het totaal aan aangezogen inlaatlucht.

Voor dergelijke berekeningen wordt de lucht-brandstofverhouding "Lambda" genoemd (een Griekse letter). Een lucht-brandstofverhouding met de theoretisch ideale verhouding van 14 tegen 1 wordt aangeduid als de Lambda-eenheidswaarde (Lambda = 1,0).

Een brandstofinspuitsysteem is zo ontworpen om onder normale omstandigheden een lucht-brandstofmengsel aan te voeren met een Lambda-waarde van 1. Echter onder bepaalde omstandigheden dient dit gewijzigd te worden. Onder belasting b.v. ontwikkelt een benzineverbrandingsmotor het grootste vermogen met een beetje minder lucht in het verbrandingsmengsel bij een verhouding van 13:1.

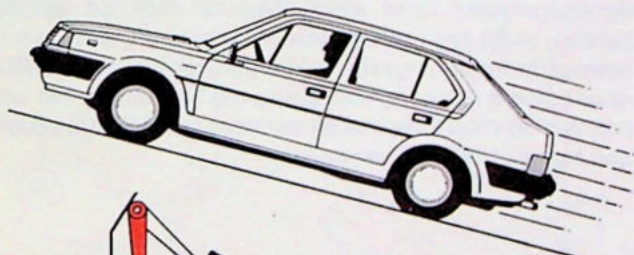
Hierdoor ontstaat een Lambda-waarde van 0,93, wat kleiner is dan 1,0.

Anderzijds, bij een constante snelheid verbruiken alle motoren minder benzine als er een ruime hoeveelheid lucht aanwezig is, d.w.z. een mengsel met een Lambda-waarde hoger dan 1. De voelers voorzien de elektronische stuu eenheid van alle informatie m.b.t. de bedrijfsomstandigheden van de motor en de commando's van de bestuurder. De elektronische stuu eenheid controleert al deze factoren en zorgt dat de optimale Lambda-waarde te allen tijde behaald wordt, afhankelijk van toerental en belasting. Zodoende wordt beantwoordt aan de eisen voor en laag brandstofverbruik in combinatie met het laagst mogelijk niveau aan toxisch inhoud van de uitlaatgassen.



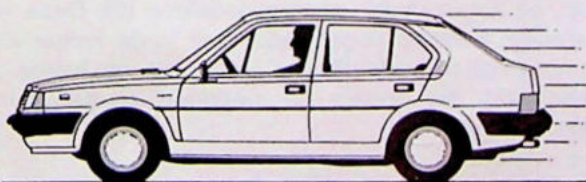
1:14

40 586



$$\lambda = \frac{13 \cdot 0}{14 \cdot 0} = 0.93$$

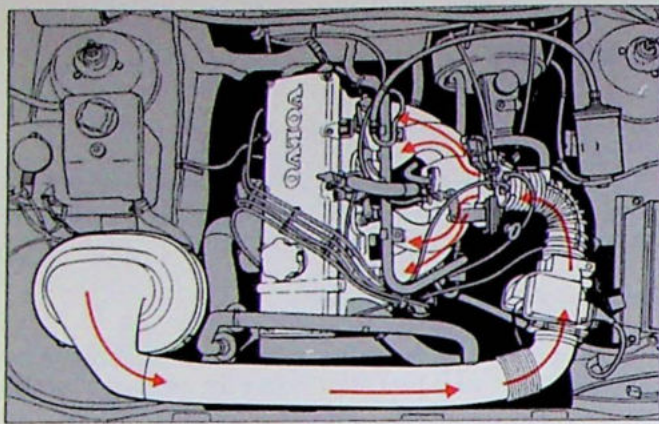
1:15



$$\lambda = \frac{15 \cdot 0}{14 \cdot 0} = 1.07$$

1:13

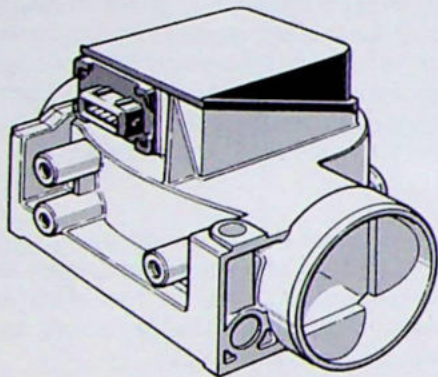
41 520



41 521

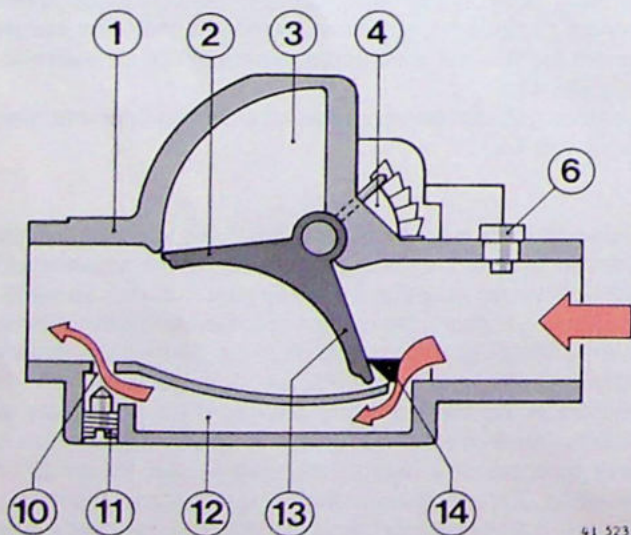
De luchthoeveelheidsmeter (P)

De luchthoeveelheidsmeter meet de hoeveelheid lucht die door de motor aangezogen wordt. Dit is de belangrijkste factor om te kunnen berekenen hoeveel brandstof ingespoten moet worden. Verder is van belang dat er geen turbulentie optreedt in de luchtstroom die gemeten wordt. Om dit te voorkomen heeft men de buizen in de motorruimte, waardoor de lucht van en naar de luchthoeveelheidsmeter wordt gevoerd, lang en zonder scherpe knikken uitgevoerd. Het inlaatspruitstuk is zo ontworpen dat de lengte en doorsnede van de buizen, van de luchthoeveelheidsmeter naar iedere cilinder, gelijk zijn. Zo wordt iedere cilinder van een gelijke hoeveelheid lucht voorzien.



41 522

Het dient echter opgemerkt dat de luchthoeveelheidsmeter de aangezogen lucht meet alvorens deze de gasklep bereikt, zodat het inspuitstelsel direct kan reageren op bewegingen van de gasklep. Hierdoor wordt de (bij carburatormotoren normale) vertraging die ligt tussen het openen van de smookklep en de aanvoer van extra brandstof aan het mengsel uitgeschakeld.



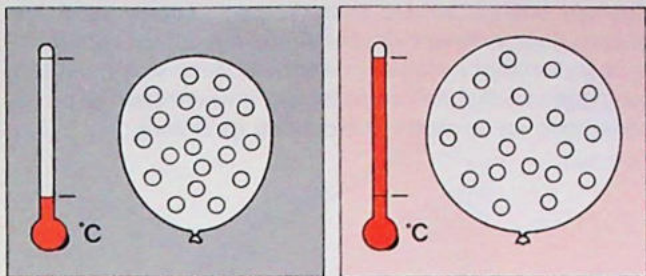
41 523

De luchthoeveelheidsmeter bestaat uit een huis (1) en een onder veerdruk staande afsluiter met een klep (13) die weggedrukt wordt door de lucht die via het luchtfilter de luchthoeveelheidsmeter binnenkomt. De luchthoeveelheidsmeter is zo geconstrueerd, dat de beweging van deze klep (13) proportioneel is aan de passerende hoeveelheid lucht. De klep beweegt op zijn beurt het contact van een potentiometer (4). Ook is een tweede klep voorzien, de zogenaamde compensatieklep (2). Deze wordt vertraagd door de opgesloten lucht in de kamer (3) en dempt zo de trillingen die het gevolg zijn van kleine drukverschillen, die anders de metingen zouden kunnen beïnvloeden.

Als de luchtstroom onvoldoende is om de klep (13) te bewegen, blijft deze in de gesloten stand tegen de terugslagbuffer (14) aanliggen. Loopt de motor stationair dan kan er via een omloopkanaal (12) toch nog lucht de motor binnenstromen. De restrictie (10) die zich in dit luchtkanaal bevindt kan door middel van een stelschroef (11) worden bijgesteld. Deze stelschroef dient voor het instellen van het CO-gehalte en is ingesteld en verzegeld in de fabriek om de vereiste uitlaatgassenstelling te verkrijgen.

Iedere lekkage in het inlaatluchtsysteem, tussen de luchthoeveelheidsmeter en de cilinders, is zeer ernstig daar de lekkende lucht niet door de meter geregistreerd wordt. Zodoende ontvangt de elektronische stureeenheid een vals signaal wat betreft de hoeveelheid aangezogen lucht. Dit resulteert in een aanvoer naar de cilinders van een foutieve hoeveelheid brandstof en in een verstoring van de fijnafstelling van het CO-gehalte. Voorts zal alle lucht die eventueel op zo'n manier in het systeem terecht komt ook het luchtfilter niet passeren.

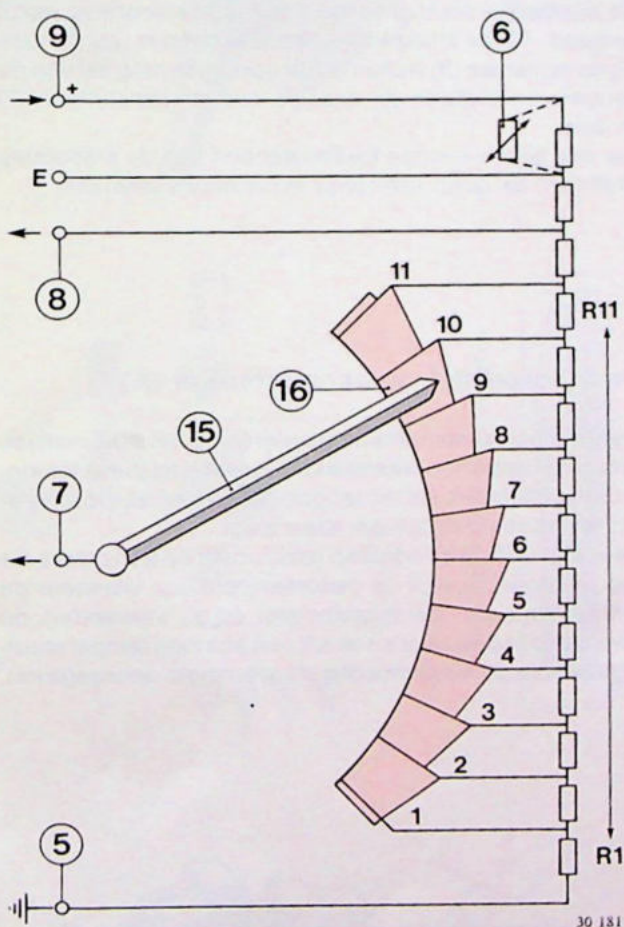
Luchttemperatuurvoeler (Q)



41 524

Zoals reeds eerder vermeld meet de luchthoeveelheidsmeter het volume van de aangevoerde inlaatlucht. Om echter de hoeveelheid brandstof te bepalen, moeten wij het "gewicht" of de massa van de lucht kennen. Onder de massa van een bepaalde hoeveelheid lucht, wordt verstaan een bepaald aantal (biljoenen!) moleculen. De ruimte die deze moleculen in beslag nemen (bij een bepaalde druk) is hun volume. Daar gas bij verhitting uitzet, zal hetzelfde aantal moleculen echter een grotere ruimte in beslag nemen en zo een groter volume bezitten bij hogere temperaturen. Als gevolg hiervan zien wij, met een gelijke massa lucht, een hogere aflezing op de luchthoeveelheidsmeter. Dit effect kan echter opgevangen worden als wij de temperatuur van de aangevoerde inlaatlucht kennen.

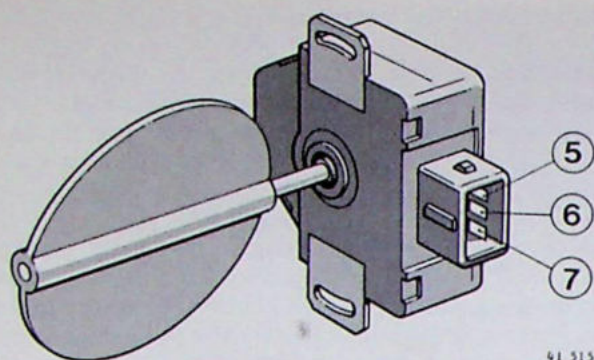
Hiervoor maken wij dus gebruik van een temperatuurvoeler (6), die de temperatuur van de binnenstromende lucht meet zodat deze factor doorgeseind kan worden naar de elektronische stuu eenheid.



Als wij het elektrische circuit bekijken, zien wij dat de luchthoeveelheidsmeter via een vijfpolige connector van stroom wordt voorzien en dat de meetgegevens aan de elektronische stuu eenheid doorgeseind worden.

Het sleepcontact (15) van de potentiometer volgt de bewegingen van de onder veerdruck staande afsluiter en beweegt zich over elf contacten (16) t.b.v. een reeks van elf weerstanden (R1 tot R11). De weerstand van dit deel van het circuit wordt dus, naarmate de aangevoerde luchtstroom vergroot wordt, proportioneel verlaagd.

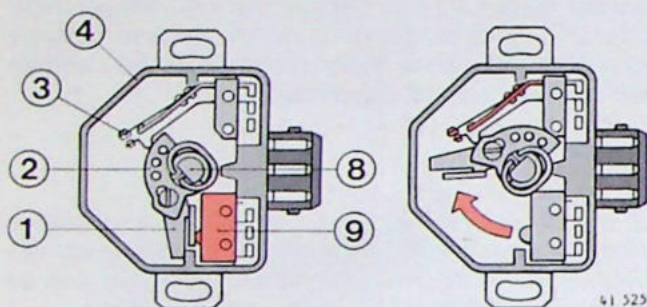
De accuspanning die zich aan de (+) aansluitpen 9 bevindt, wordt, afhankelijk van de stand van het sleepcontact, gereduceerd en gaat terug naar de elektronische stuu eenheid via de aansluitpen 7. De temperatuurvoeler voor de binnenstromende inlaatlucht (6) is in het circuit geïntegreerd en via de aansluitpen 8 met de elektronische stuu eenheid verbonden.



41 515

De smoorklepschakelaar (O)

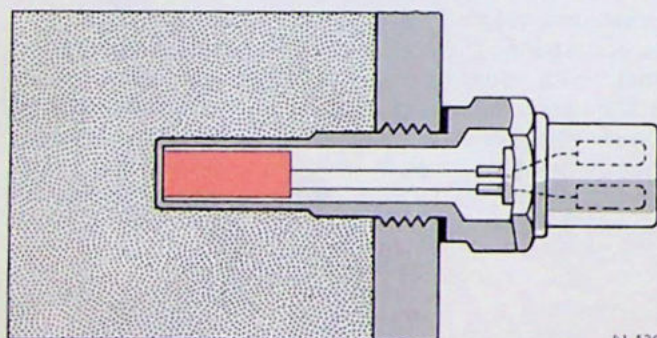
Deze schakelaar vertelt de elektronische stuur-eenheid welke en wanneer bepaalde commando's worden gegeven door de bestuurder. De smoorklepschakelaar seint impulsen door wanneer de chauffeur maximum motorvermogen verlangt (volgas), of wanneer deze een minimum vermogen nodig heeft zoals bij het 'freewheelen' of bij het afremmen op de motor. (smoorklep gesloten).



41 525

Het diagram toont ons de smoorklepschakelaar in de rustpositie met gesloten smoorklep (4). Een kam (2) en een arm (1) zijn op een verlenging van de smoorklep (8) gemonteerd. De arm schakelt hier de micros-chakelaar (9) in, zodat de accuspanning van de centrale aansluitpen (6) naar de linker aansluitpen (5) op driewegsteker stroomt. De micros-chakelaar gaat open zodra de smoorklep wordt bediend. Als de smoorklep helemaal open is, zal de kam (2) de contacten (3) sluiten en de accuspanning zal van de centrale aansluitpen (6) naar de rechter aansluitpen (7) vloeien.

Let wel: bij alle overige tussenstanden van de smoorklep (half-gas) zal geen van beide schakelaars afsluiten.

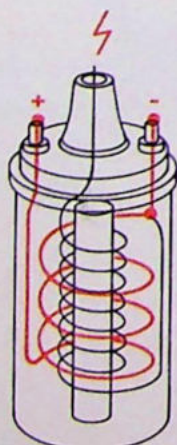


41 526

De koelvloeistof-temperatuurvoeler (K)

De koelvloeistof-temperatuurvoeler (K op het schematisch overzicht) heeft een weerstand met een negatieve temperatuurscoëfficiënt. Dit wil zeggen dat de weerstand minder wordt naarmate de temperatuur stijgt.

De voeler is in de cilinderkop geschroefd op een plaats die representatief is voor de motortemperatuur. Wanneer de temperatuur van de koelvloeistof stijgt, vermindert de weerstand in de voeler en wordt een analogo temperatuur-sig-naal aan de elektronische stuur-eenheid doorgegeven.



40 591

Het doorgeven van andere motorfuncties (A)

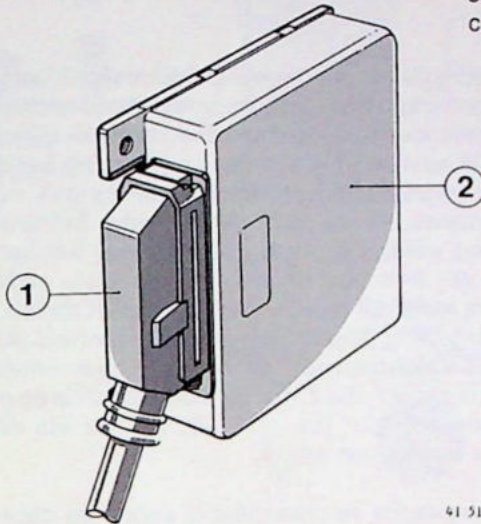
Motortoerental impulsen worden afgenomen van de primaire (laagspanning) aansluiting van de bobine. Hierdoor worden de elektronische stuur-eenheid en het stuurrelais-systeem van informatie voorzien betreffende het motortoerental.

Een verbinding naar het startcircuit via aansluiting 50 van het startcontact, informeert de elektronische stuur-eenheid wanneer de startmotor wordt bekrachtigd; d.w.z. iedere keer dat de motor gestart wordt.

Werking van het stuursysteem

De elektronische stuureenheid (F)

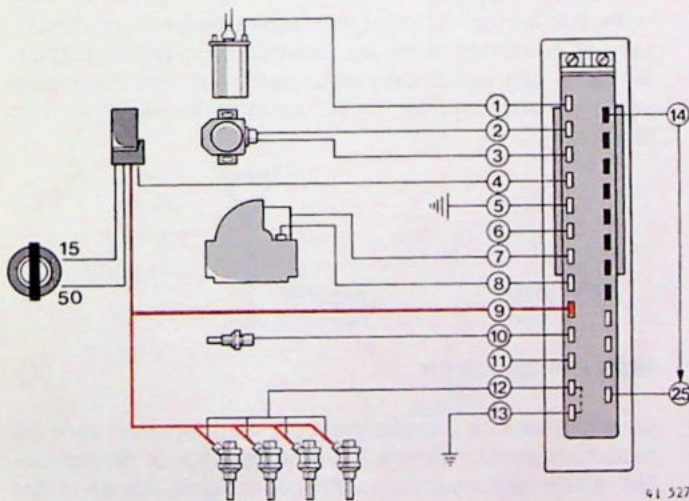
Het derde functionele deel van het LE-Jetronic inspuitsysteem bevindt zich helemaal binnen in de elektronische stuureenheid. De stroomvoorziening van de elektronische stuureenheid wordt geregeld door het stuurrelais-circuit, reeds eerder beschreven op pagina 9. Dit alsmede de signalen van alle andere voelers welke samen komen bij een 25-polige connector.



41 518

De elektrische aansluitingen

In dit diagram zien wij de verschillende aansluitingen naar de elektronische stuureenheid via de 25-polige connector.

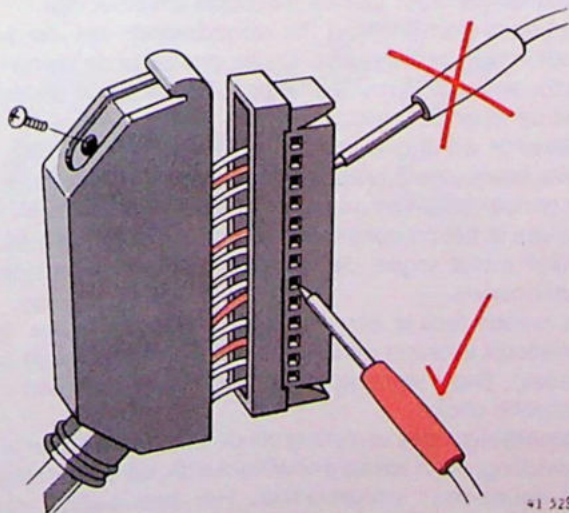


41 527

- Pen 1 Krukasomwentelingen signaal, van de bobine
- Pen 2 "Vol-gas" signaal, van de smookklepschakelaar
- Pen 3 "Smookklep-gesloten" signaal, van de smookklepschakelaar
- Pen 4 "Start" signaal, van aansluiting 50 van het startcontact via het stuurrelais
- Pen 5 Massa voor de elektronische circuits
- Pen 6 Niet in gebruik
- Pen 7 Luchthoeveelheid signaal, van de luchthoeveelheidsmeter
- Pen 8 Temperatuursignaal van de aangezogen lucht, van de luchthoeveelheidsmeter
- Pen 9 Voedingsspanning, via het stuurrelais
- Pen 10 Temperatuursignaal van de koelvloeistof, van de koelvloeistof-temperatuurvoeler
- Pen 11 Niet in gebruik
- Pen 12 De inspuitventielen (bekrachtigd via het stuurrelais)
- Pen 13 Massa voor het inspuit-circuit
- Pen 14 tot 25: niet in gebruik

Deze enkele connector zorgt dat het verwijderen van de elektronische stuureenheid van de auto, wanneer dit nodig mocht blijken, een eenvoudig karwei is. Om elektrische metingen te kunnen verrichten dient men de beschermhoes van de connector te verwijderen om de aansluitpenen te kunnen bereiken. Dit om beschadiging van de gevoelige contactveren door de tasterpenen van een meter te voorkomen. Elektronische schakelingen zijn zeer gevoelig voor spanningspieken; daarom is het van essentieel belang, **alvorens** de connector te verwijderen, de stroomvoorziening uit te schakelen (contact afzetten!).

Waarschuwing: een dergelijke spanningspiek zal ook ontstaan als men een bougie op deugdelijkheid "test" door de vonk te laten springen van de bougie naar de motor.

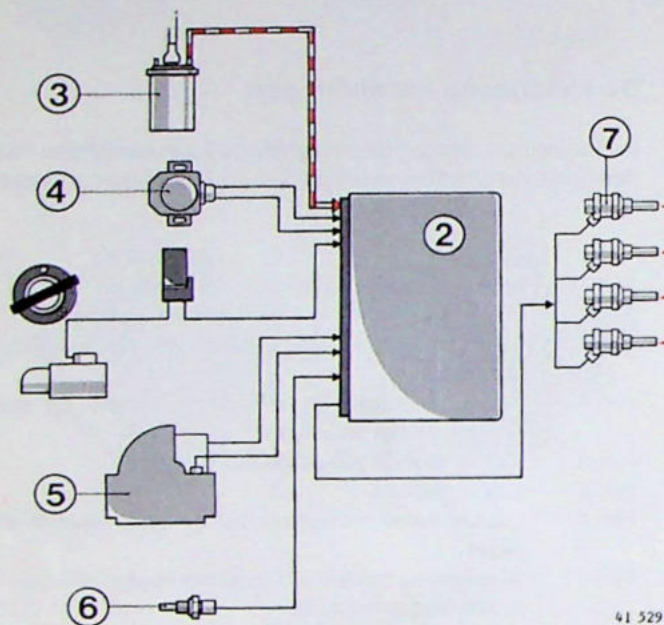


41 528

Indien elektrisch lassen moet worden uitgevoerd aan de auto, moet men de elektronische stuureenheid compleet uit de auto verwijderen. De hoge spanningspieken die tijdens het elektrische lassen optreden kunnen bepaalde stroomvormen opwekken in de diverse schakelingen van de elektronische stuureenheid, waarop deze niet zijn berekend en waardoor schade kan worden veroorzaakt. Zoals de meeste elektronische apparatuur is ook de elektronische stuureenheid gevoelig voor hoge temperaturen. Dit is ook de reden waarom dit component niet in de motorruimte is ondergebracht. De elektronische stuureenheid moet altijd uit de auto verwijderd worden als deze een moffeloven (voor het harden van de verf) moet passeren.

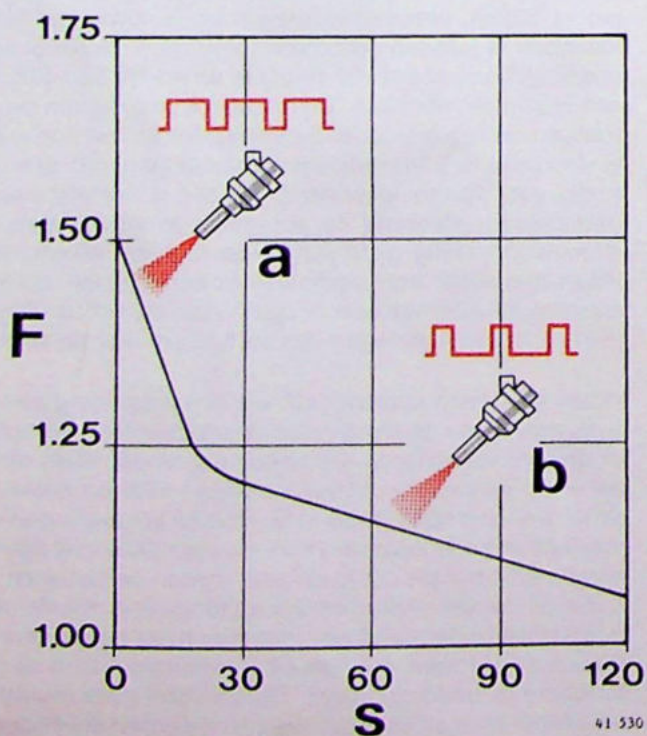
Verwerking van de signalen

Wij gaan nu nader bekijken hoe de verschillende signalen van de voelers in de elektronische stuu eenheid worden verwerkt om zo de in te spuiten hoeveelheid brandstof te kunnen controleren.



De elektronische stuu eenheid (nummer 2 op het diagram) ontvangt informatie van de luchthoeveelheidsmeter (5) betreffende de hoeveelheid door de motor aangezogen lucht. Dit is het volume aan lucht (verdraaiing van de klep) en haar temperatuur (luchttemperatuur-sig naal), van waaruit de massa van de lucht die de motor binnenstroomt, berekend wordt. Dit wordt gedeeld door het aantal impulsen van de bobine (3) om aldus de juiste massa aangezogen lucht per cilinder vast te kunnen stellen. Deze gegevens dienen voor de stuu eenheid als basis voor het berekenen van de normale hoeveelheid in te spuiten brandstof, d.w.z. met de motor lopende op normale bedrijfstemperatuur (ca. +75° C) en met als doel een Lambda-waarde van 1,0.

De elektronische stuu eenheid is echter zo geprogrammeerd dat, als reactie op de signalen van de voelers (4 en 6), indien nodig, de normale (basis-) inspuittijd van de ventielen kan worden verlengd of in bepaalde gevallen verkort. Let wel, de elektronische stuu eenheid voorziet de inspuitschakelaars niet van stroom maar zorgt wel voor de massa van de inspuitschakelaars via de voeding die komt via het stuurrelais.



Motortemperatuur

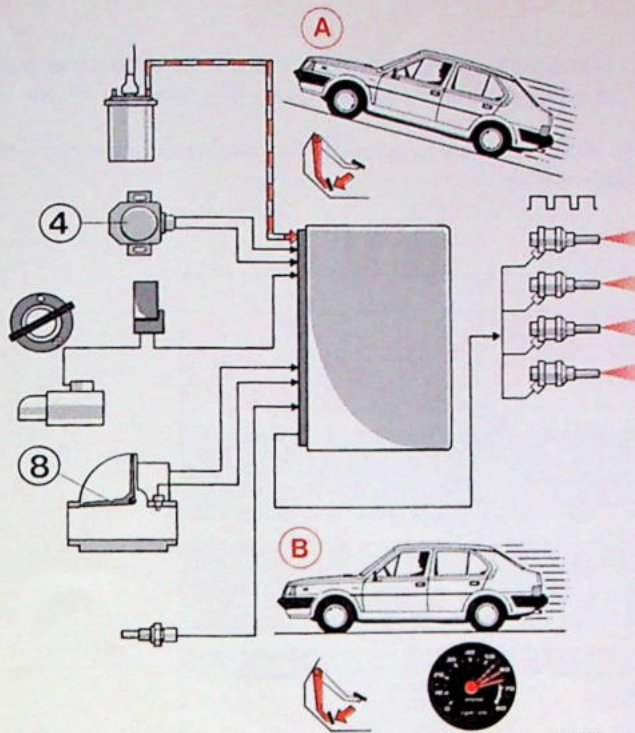
De elektronische stuu eenheid (2) compenseert voor de motortemperatuur tijdens het opwarmen door de inspuittijd van de inspuitschakelaars (7) te verlengen. Als de motor gestart wordt ontvangt de stuu eenheid een "startsig naal" van het startcontact en een sig naal betreffende de motortemperatuur van de temperatuurvoeler (6).

De koude-startverrijking (bij warmdraaien van de motor) vindt in twee fasen plaats. Op de grafiek is de verrijkingfactor aangeduid met de letter F en de tijd in seconden met de letter S.

Allereerst wordt gedurende maximaal 30 seconden een extra hoeveelheid brandstof ingespoten, afhankelijk van de temperatuur van de motor (a op de grafiek). Het doel hiervan is het compenseren van de brandstof die bij een koude motor tegen de wanden van het inlaatsysteem condenseert.

De tweede fase is een verrijking in mindere mate, welke geleidelijk afneemt gedurende het warmdraaien (b op de grafiek). Deze werking is te vergelijken met een automatische choke.

Opmerking; deze verrijking via de inspuitschakelaars is een aanvulling, doch volledig onafhankelijk, op de werking van het koude-start inspuitschakelaar. Het koude-start inspuitschakelaar wordt door de thermo-tijdschakelaar bestuurd (zie pagina 7).



41 531

Reageren op het gaspedaal

Door middel van de elektronische stuureenheid kan het brandstof-inspuitstelsel snel reageren op de wensen van de bestuurder, als ook op de wisselende belasting op de motor. Bij "vol-gas" (A) bijvoorbeeld, reagerend op het signaal van de smoorklepschakelaar (4), zorgt de elektronische stuureenheid voor een extra brandstofverrijking, om het maximale vermogen van de motor te garanderen.

Acceleratie

Als het gaspedaal snel wordt ingedrukt om te accelereren (B), zal de klep (8) van de luchthoeveelheidsmeter zeer snel reageren en zal even doorzwaaien. De stuureenheid krijgt hierdoor commando om te reageren als bij vol-gas en zorgt heel even voor een extra brandstofverrijking. Het effect is hetzelfde als bij een acceleratiepomp. Onder bepaalde omstandigheden echter, bijvoorbeeld tijdens het warmdraaien van de motor, is dit effect onvoldoende. De elektronische stuureenheid is daarom zo geprogrammeerd, dat tijdens accelereren voor nog een extra brandstofverrijking wordt gezorgd.

Stationair draaien

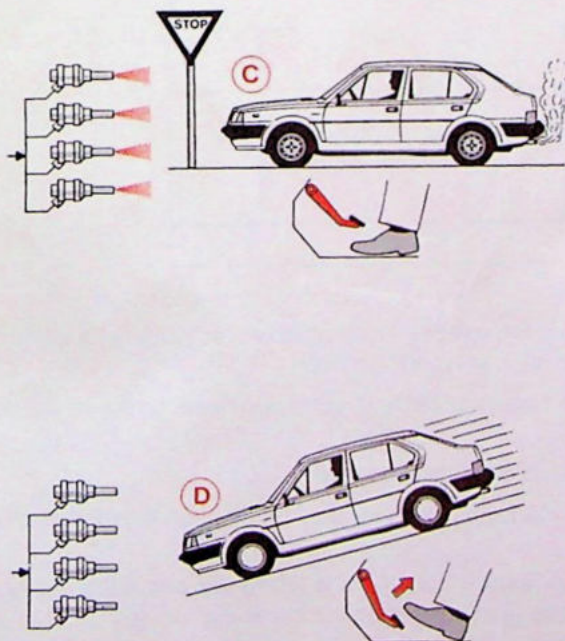
Als de motor stationair draait (C), ontvangt de elektronische stuureenheid van de smoorklepschakelaar (4) een "smoorklep gesloten" signaal. De basisinstelling van de stuureenheid geeft echter een te mager brandstofmengsel om een volledige verbranding te verkrijgen tijdens stationair draaien. De elektronische stuureenheid is daarom zo geprogrammeerd dat zoveel brandstofverrijking wordt gegeven als nodig is voor een volledige verbranding, hetgeen nodig is om aan de emissie-eisen te kunnen voldoen.

Uitschakeling van de brandstoftoevoer

Bij het 'freewheelen' of het afremmen op de motor, bijvoorbeeld bij het heuvel-afwaarts rijden (D), krijgt de elektronische stuureenheid het signaal "smoorklep gesloten" en tegelijkertijd een signaal afkomstig van de bobine voor meer toeren van de motor (veel hoger dan het stationaire toerental). Voor deze omstandigheden is de elektronische stuureenheid geprogrammeerd om de inspuitventielen (7) helemaal af te sluiten, en wel om brandstof te besparen, de uitlaatgassen te beperken en het remeffect op de motor te versterken.

Op het moment dat het motortoerental zakt tot minder dan ca. 28,3 omw/sec (1700 omw/min.) beginnen de inspuitventielen weer te werken, zodat er geen gevaar is voor het "weg-ebben" van het motorvermogen als men plotseling het gaspedaal weer indrukt.

Deze mogelijkheid om de brandstoftoevoer automatisch af te sluiten speelt een belangrijke rol in het verbeteren van het brandstofverbruik. Bij gebruik van dit systeem zijn er bovendien geen speciale componenten nodig om de uitlaatemissies in bedwang te houden bij het afremmen op de motor e.d.

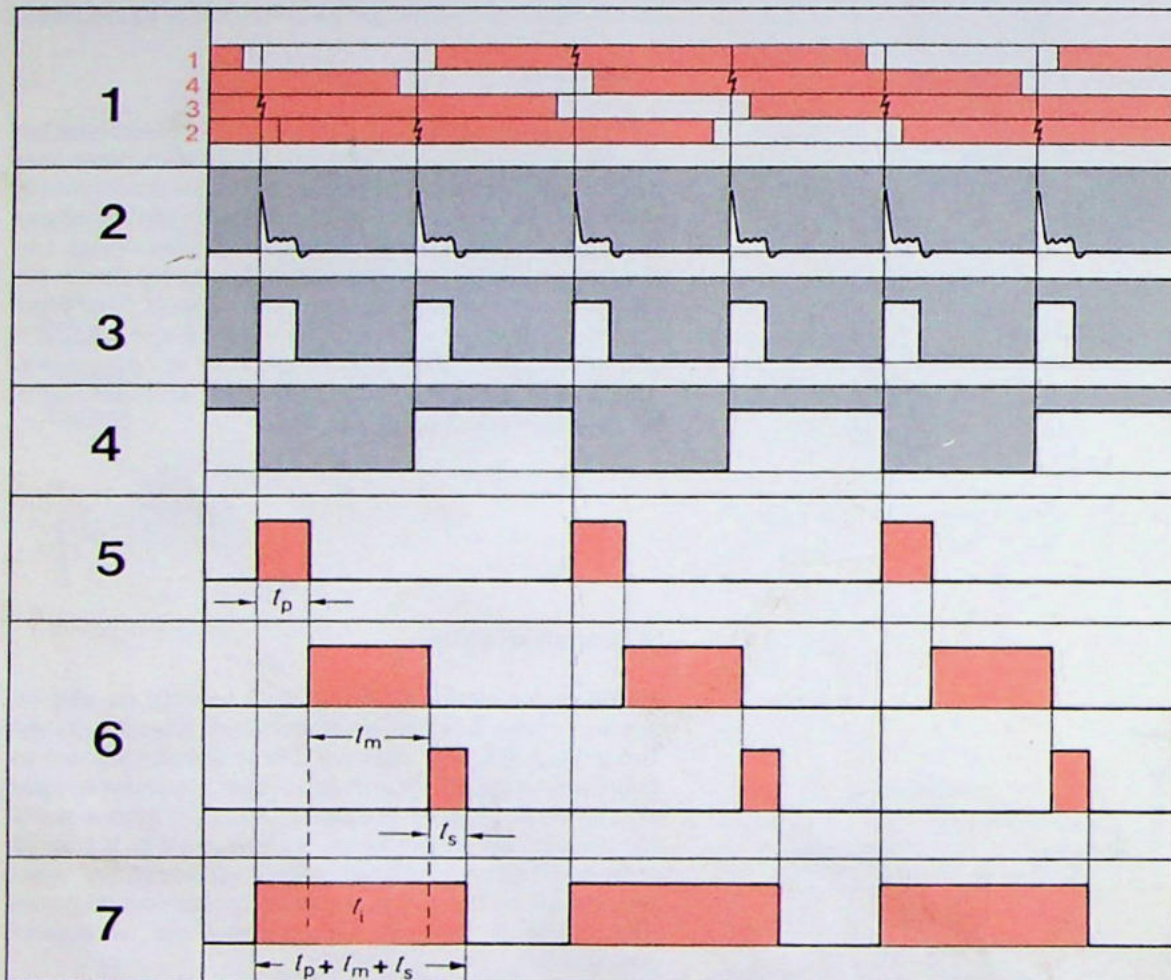


41 532

Het inspuitsignaal (impuls)

Om te verklaren hoe het basissignaal tot stand komt en verwerkt wordt in de elektronische stuur-eenheid, zouden wij een discussie over de elektronica aan moeten gaan, die ons hier te ver zou voeren.

Toch geeft deze afbeelding een algemene indruk van wat er gebeurt voordat het signaal om open te gaan doorgegeven wordt aan de inspuitsventielen.



41 333

Bij 1 zien wij het ontstekingsstip en de openingstijd van de inlaatkleppen in verhouding tot de krukashoek. De tijdsduur dat een inlaatklep geopend is, is in wit aangegeven.

Bij 2 is het signaal van de 1-aansluiting van de bobine te zien; dit wordt tweemaal gegeven bij iedere omwenteling van de krukas.

Bij 3 wordt dit signaal elektronisch omgevormd in rechthoekimpulsen.

Bij 4 wordt door de frequentiedeler het aantal impulsen gehalveerd, zodat de inspuitsventielen slechts eenmaal per krukasomwenteling inspuiten.

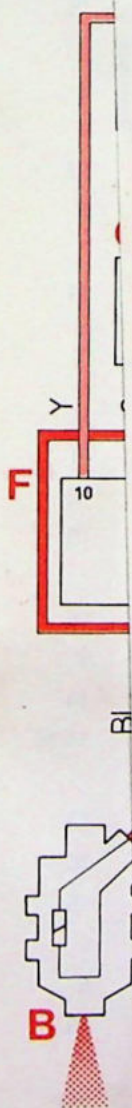
Bij 5 is de impuls door het multivibratorgedeelte reeds verwerkt om te komen tot een basis inspuittijd. Het gekleurde vak geeft de tijdsduur weer dat de inspuitsventielen geopend zijn.

Deze basisinspuittijd T_p is de openingstijd van de inspuitsventielen die nodig is om de helft van de hoeveelheid brandstof te leveren voor een cilinder. De tweede helft wordt ingespoten gedurende de volgende krukasomwenteling. Het totaal is de juiste hoeveelheid brandstof nodig om te samen met de aangezogen lucht een verbranding te verkrijgen met een Lambda-waarde van 1,0.

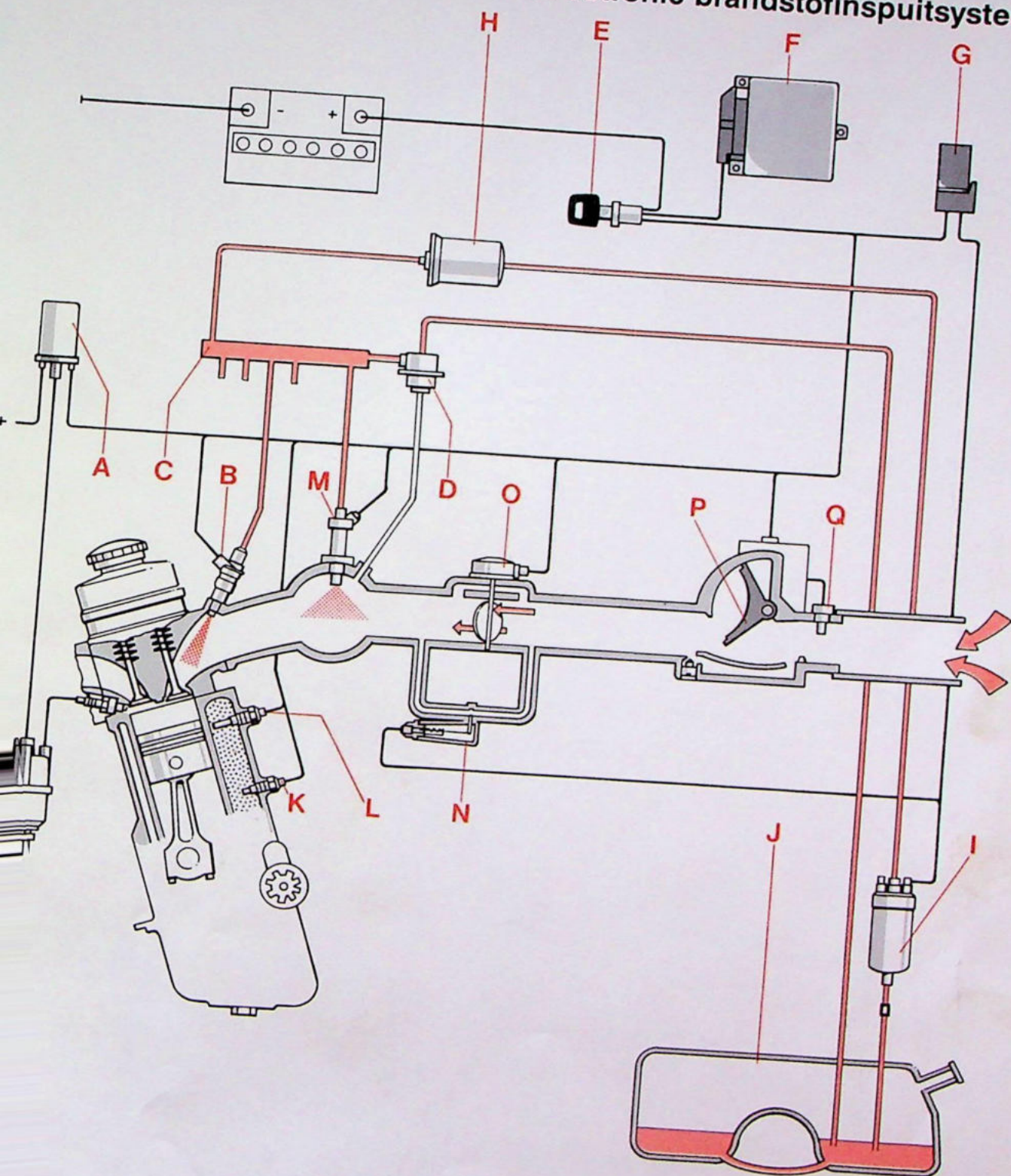
D.w.z. de ideale verhouding.

Bij 6 zien wij de extra inspuittijd (T_m) die berekend is als zijnde nodig voor verrijking van het mengsel onder de omstandigheden, gesignaleerd door de voelers. Als de accuspanning lager is dan normaal zal de inductiespoel in de inspuitsventielen meer tijd nodig hebben om de sproeier te openen. Het tijdblok (T_s) is de extra openingstijd die gegeven wordt om dit effect te compenseren.

Bij uitgangstrap 7 wordt het totale tijdsignaal (T_i) versterkt tot een impuls om de elektrisch bediende kleppen van de inspuitsventielen te activeren.



Schematisch overzicht van het LE-Jetronic brandstofinspuitsysteem



30 177

- I Brandstofpomp met fijnmazig filter
- J Brandstoftank
- K Koelvloeistof-temperatuurvoeler
- L Thermo-tijdschakelaar
- M Koude-start inspuitventiel
- N Hulpluchtregelaar
- O Smoorklepschakelaar
- P Luchthoeveelheidsmeter
- Q Temperatuurvoeler inlaatlucht