



gereguleerd door emissiewaarden; er is continue terugkoppeling met de Lambda sonde, wat bekend staat als "closed-loop". Een goed werkende sonde is dan ook absolute voorwaarde. Aangezien de injectietijd nu bovendien geregeld wordt door een kenveld (zie KADER), hebben we in eens te maken met een digitaal in-

■ extra injector voor brandstofverrijking bij koude start.  
Allerlei varianten met dito verfijningen zouden volgen in een hele serie digitale doorontwikkelingen. Te denken valt dan aan bijvoorbeeld brandstofverrijking zonder extra injector, of het bijregelen van verstelbare nokkencassen. (Foto 2)

# Benzine injectie 3

In de voorgaande artikelen kwamen Bosch D-Jetronic, K-Jetronic en L-Jetronic varianten ter sprake. Deze kenmerken zich door indirecte inspuiting (dus niet rechtstreeks in de verbrandingskamer, maar in het inlaatspruitstuk) en zijn van het multi-point type, d.w.z. elke cilinder heeft een afzonderlijk inspuitventiel. Naast deze systemen lanceerde Bosch in 1988 de Mono-Jetronic. Dit is een single-point injectiesysteem, wat betekent dat er één centrale injector is voor alle cilinders. De luchtmassa wordt nu niet meer gemeten maar, indirect bepaald door de stand van de gasklep en het motortoerental. Zo'n relatief basale opzet bespaart kosten, mede omdat bestaande componenten deels gehandhaafd kunnen blijven. Het inspuitproces wordt bij dit systeem

jectiesysteem (Foto 1). Voordien had Bosch echter al ingezet op haar digitale Motronic motormanagement systeem. Het idee hierachter was om alle parameters (willekeurig instelbare grootheden) te integreren. Niet alleen de inspuiting, maar ook het ontstekingstijdstip wordt voortaan door één regeleenheid aangestuurd. De eerste Motronic systemen integreerden de ontsteking nog met bestaande LE-Jetronic injectie technologie. Een aantal eigenschappen zijn:

- brandstofinjectie / ontstekingstijdstip / krukashoek in dezelfde elektronische regeleenheid, de Ecu.
- krukaspositie en motortoerental vanaf het vliegwiel uitgelezen
- aparte nullast regeling voor stationair toerental

Bestaat er dan ook directe inspuiting? Jazeker, latere Motronic versies omvatten het Direct Injection System. Ook bij het FSI systeem van de VAG - Groep bevindt de injector zich tussen de inlaatkleppen in de verbrandingskamer. Dit elektromagnetische inspuitventiel wordt aangestuurd door het motormanagement, dat signalen krijgt van verschillende sensoren. Deze informatie en voorprogrammeerde kenvelden bepalen de inspuitduur. De benzine wordt daarbij onder hoge druk (tot zo'n 200 Bar) in een brandstofrail gepompt. Die hoge druk is noodzakelijk omdat de inspuittijd bij injectie in het inlaatspruitstuk vele malen langer is dan bij directe injectie. Daar kan alleen worden ingespoten tijdens de inlaatslag en dat komt neer op enkele milliseconden. Bij een dergelijk vraag gestuurd systeem is het mogelijk om de gehele verbrandingskamer te vullen (primaair op vermogen gericht), of uitsluitend benzine rond de bougie te spuiten, in een verder met frisse lucht en/of recirculerend uitlaatgas (EGR) gevulde verbrandingskamer (primaair op verbruik gericht). (Foto 3)

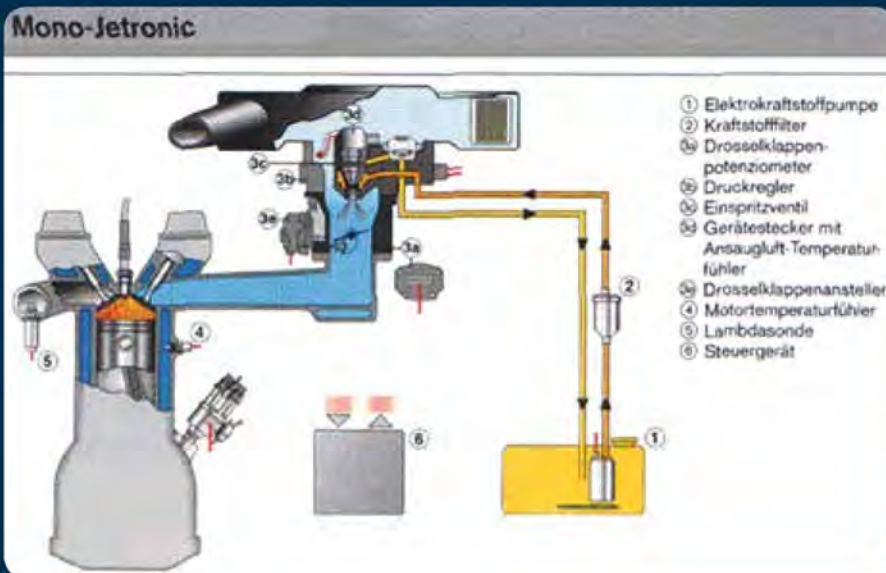
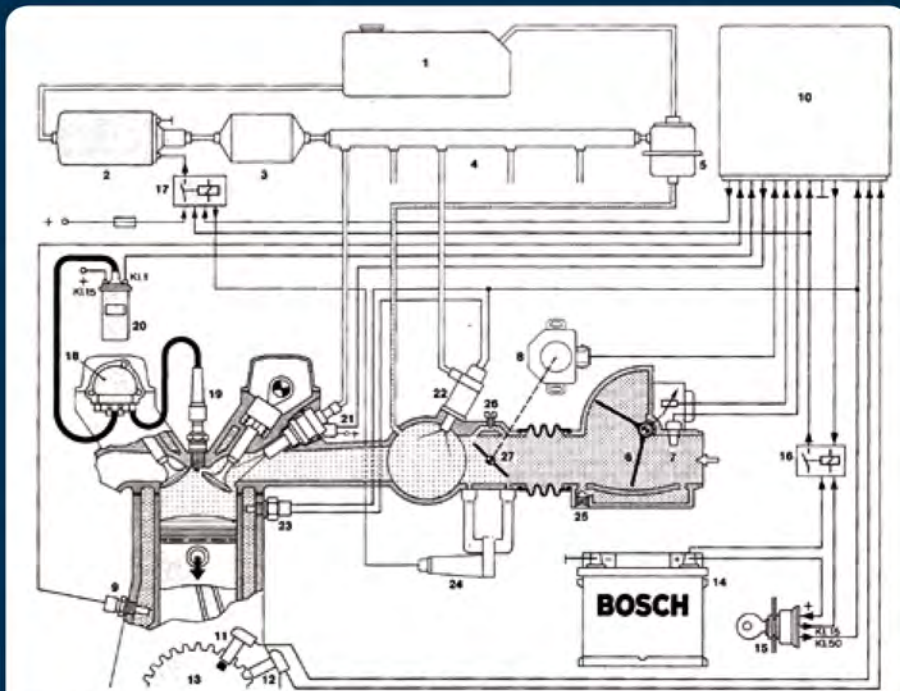


Foto 1

Resumerend: medio tachtiger jaren maakte men de overstap van analoge naar digitale techniek. Het lucht-/brandstofmengsel wordt niet meer ter plekke gemeten en vervolgens "berekend", zoals bij de oudere injectie systemen, maar aan-



Overzicht van het systeem van de motronic  
 1 brandstoftank, 2 brandstofpomp, 3 brandstoffilter, 4 verdeelbuis, 5 drukregelaar, 6 luchtfilter, 7 opnemer van de temperatuur van de aanzuiglucht, 8 gasklepschakelaar, 9 motortemperatuuropnemer, 10 stuurapparaat, 11 merktekenopnemer, 12 toerentalopnemer, 13 vlieg-wiel, 14 accu, 15 contactslot, 16 hoofdrelais, 17 pomprelais, 18 hoogspanningsverdeler, 19 bougie, 20 bobine, 21 injector, 22 koude-startinjector, 23 thermotijdschakelaar, 24 extra luchtschijf, 25 instelschroef voor het mengsel bij stationair bedrijf, 26 instelschroef voor het toerental bij stationair bedrijf, 27 gasklep

Foto 2

gestuurd op basis van een vooraf geprogrammeerd last-/toerental kenveld.

Injectie zorgt voor meer vermogen bij een lager verbruik en gunstiger emissie, onder snellere aanpassing

## Kenvelden

Elke injectiemotor is voorzien van een ECU, de zogenaamde Electronic Control Unit, ook wel Engine Control Unit genoemd. (Foto 4)

In de ECU zitten processors en chips die data ontvangen, verwerken en daarmee de motor aansturen. Gegevens over injectie, voorontsteking, turbodruk enz. worden in de vorm van kenvelden opgeslagen in een programmeerbaar geheugen (oorspronkelijk bekend als EPROM: Erasable Programmable Read Only Memory). Deze kenvelden, samengesteld uit kenlijnen, zijn een soort informatiemappen, met het uiterlijk van een driedimensionaal berglandschap. Zo worden op een inspuithoeveelheid voor elke bedrijfstoestand vastgelegd (Foto 5).

Bij het zogenaamde Chiptunen raadpleegt de ECU deze vooraf geprogrammeerde kenvelden als basis voor door te voeren wijzigingen en verfijningen. Chiptuning is ontwikkeld om de auto meer kracht en souplesse te geven binnen de grenzen van het mogelijke. Zo volstaat het niet om de turbodruk flink op te schroeven zonder andere instellingen hierop af te stemmen. Bij ingrijpende veranderingen dient, na het

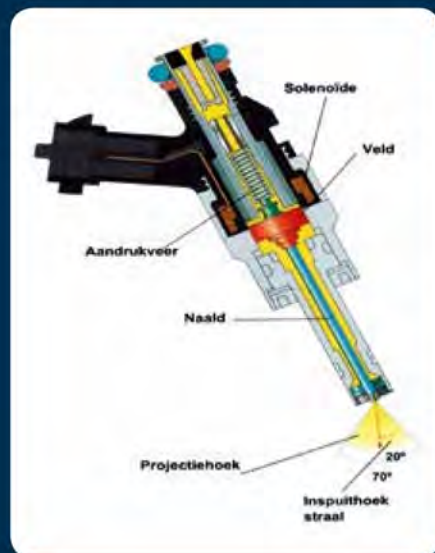


Foto 3

aan wijzigingen in de motorbelasting. Wel gaat het in toenemende mate om complexe systemen, met verschillende parameters. Voor diagnose dienen specialistische meetapparatuur en allerlei data voorhanden te zijn.



Foto 4

Een geoptimaliseerde elektronische vervroegingskarakteristiek (links) in vergelijking met een vervroegingskarakteristiek van een mechanisch vervroegingssysteem (rechts)

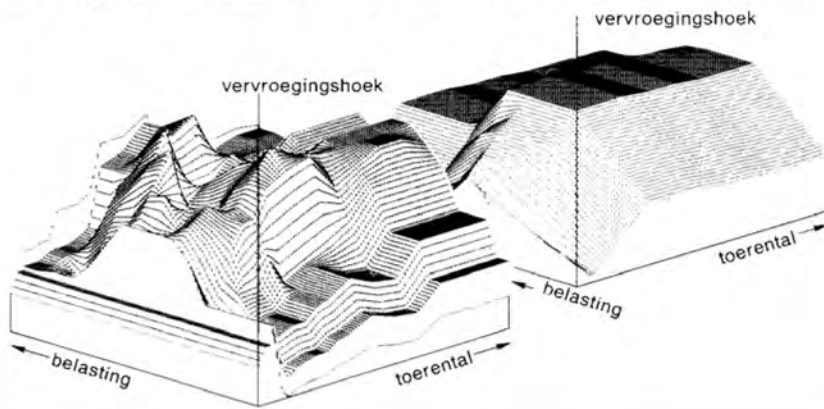


Foto 5

wijzigen van kenvelden, de auto op de rollenbank getest te worden. Dit alles liefst zonder grote concessies aan het brandstofverbruik, de geldende emissie - eisen uit het oog te verliezen of afbreuk te doen aan de veiligheid en grenzen van de motor. Bij non-turbo motoren is de winst lager dan bij turbo motoren.

### Megasquirten.

Tegenwoordig valt in een Volvo klas-sieker gerelateerd gesprek onder jongeren en oudere jongeren re-

teem. Een computer regelt op basis van motorinformatie (toerental, krukaspositie, spruitstukonderdruk, temperaturen, gasklepstand en Lambdawaarde) de inspuiting en ontsteking. Bijzonder is dat, na configuratie van de software met behulp van een laptop, het systeem vervolgens in staat is om het juiste ontstekingstijdstip en de correcte hoeveelheid brandstof, specifiek voor bepaalde omstandigheden te berekenen. "Bedrijfsomstandigheden" kunnen dus worden ingeregeld op de kenvelden. Dit geldt ook voor modificaties aan de motor, zoals plaatsing van een compressor, ander inlaatsysteem, of snelle nokkenas.

Daarnaast zijn allerlei extra opties beschikbaar en is "datalogging" mogelijk: sensorwaarden opnemen en tijdens het rijden of later terugkijken of de kenvelden juist zijn ingesteld. Is dit niet het

geval, dan kan de computer betere kenvelden berekenen.

Wie wel eens op het forum rondneust, ontdekt dat er veel megasquirt wordt onder eigenaren van klassieke Volvo's met een injectiesysteem. In VKM 68 stond het verslag van een door het jongerenre-

gister verzorgde technische avond, waarop Bas Ferron tekst en uitleg gaf over wat er bij een Megasquirt set-up komt kijken. Daarbij gaat het over klassieke Volvo's, met eigenbouw injectiesystemen.

Allereerst knutselen de mannen een injectiecomputer in elkaar en een nieuwe kabelboom. Daarnaast is een programmeerbare stroomverdeler nodig, alsmede een triggerwiel; een tandschijf met inductie impulsgever op de krukaspoelie, die de stand van de krukas weergeeft. (De uitsparing in het tandwiel leidt tot magnetische flux verandering, waardoor een stroomsignaal naar de stuurunit gaat) (Foto 7).

Als tenslotte, met veel improvisatie, een brandstofrail en injectoren zijn vervaardigd en gemonteerd, kan er geprogrammeerd worden. Daarna is het tijd voor "datalogging", "engine mapping" – zeg maar de vermogenscurve vastleggen – en de rollentstbank. Hightech dus en een kwestie van flink wat tijd en geld! Volgende keer, tenslotte, nog iets over tuning van de oudere injectiesystemen.

*Tekst: Sjef van Giersbergen*



Foto 6

gelmatig het begrip "MegaSquirt", waarop links en rechts wazige blikken zijn te ontwaren en je de spreker ziet denken "ho even, dat krijg ik die bejaarde nooit meer uitgelegd". (Foto 6).

Welnu, MegaSquirt is een vrij programmeerbaar managementsys-



Foto 7