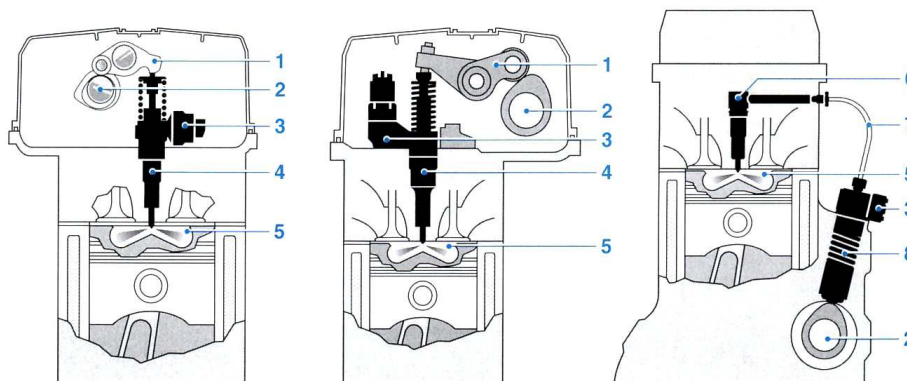


Dieselmanagement (5)

E. Gernaat (ISBN 978-90-79302-03-1)

1 Unit-injectoren en unitpompen

De pompverstuiver ook wel unit-injector genoemd is in feite een brandstofinspuitpomp voorzien van een magneetklep en een verstuiver¹. Elke cilinder heeft zijn eigen pompverstuiver. Een groot voordeel van een dergelijk systeem is het ontbreken van de inspuitleidingen. De drukgolven zijn dan beter beheersbaar. Pompverstuivers worden zowel in personen- als bedrijfswagens toegepast. Behalve unit-injectoren zijn er ook nog unitpompen. Bij de unitpompsystemen is er sprake van één pompelement per cilinder en een aparte (unit)verstuiver. Pompelement en verstuiver zijn dan wel door een korte hogedrukleiding met elkaar verbonden. Unitpompen zien we voornamelijk bij bedrijfswagens toegepast. Fig. 1 geeft een overzicht.



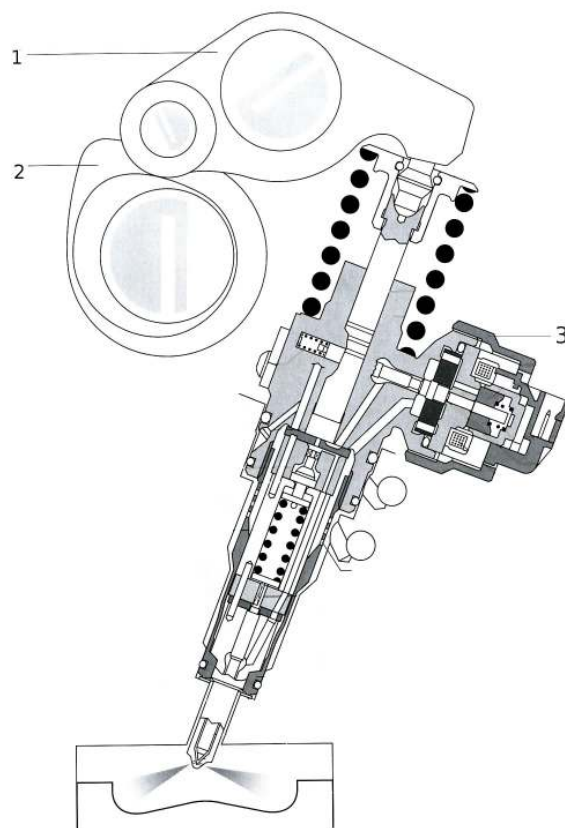
Figuur 1: Overzicht van drie unit-systemen. Links: unit-injector systeem voor personenwagens. Midden: unit-injector voor bedrijfswagens, Rechts: unitpompsysteem voor bedrijfswagens (tek. Bosch).

1) tuimerlaar, 2) nokkenas, 3) hogedruk magneetklep, 4) unit-injector, 5) verbrandingsruimte, 6) (unit)verstuiver, 7) hogedrukleiding (kort), 8) unitpomp

1. Op dit werk is de Creative Commons Licentie van toepassing

2 Pompverstuiver (unit-injector) voor personenwagens

De aandrijving van de pompverstuiver (fig. 2) geschiedt door de nokkenas (2) van de motor en een tuimelaar (1). Door het wegvallen van de hogedrukleidingen kan een zeer hoge inspuitdruk (meer dan 2000 bar) worden verkregen met een minimaal volumeverlies. De Euro 4 norm wordt met dit systeem gehaald. Een magneetklep (3) regelt de opbrengst. De verstuiver werkt in twee fasen: een voorinspuiting van $1,5 \text{ mm}^3$ per slag wordt gevolgd door een hoofdinspuiting. De magneetklep regelt zowel het inspuitbegin als de inspuitduur. Enige

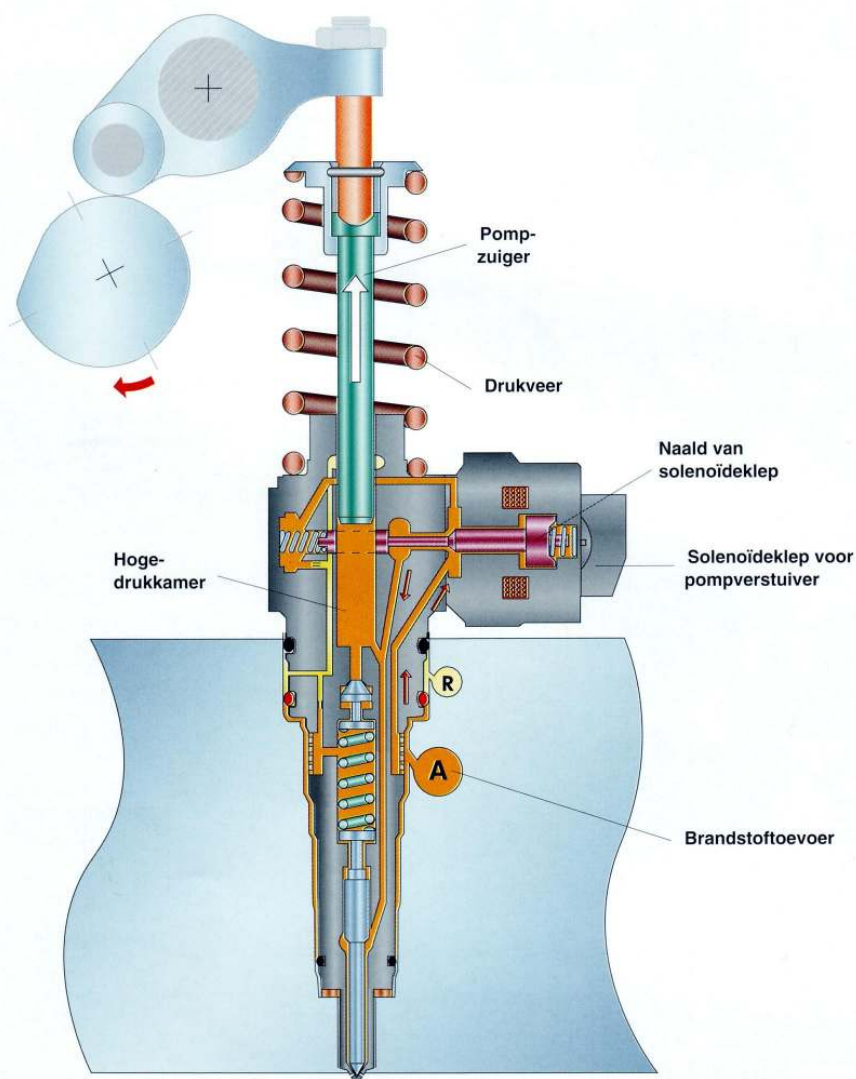


Figuur 2: De pompverstuiver (26 magneetklepveer) Tek. Bosch

eigenschappen (VAG):

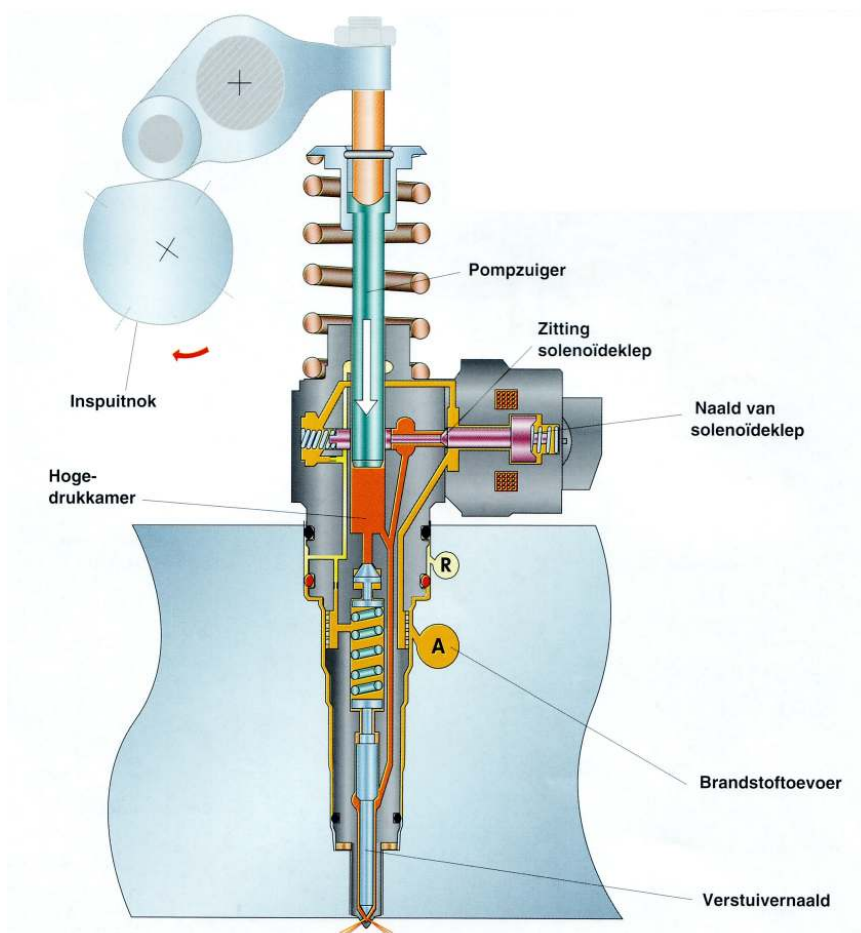
- plunjerslag 10 mm, plunjerdiameter 8 mm;
- totale inspuihoeveelheid: 0 - 65 mm³;
- hoekverdraaiing tussen voor- en hoofdinspuiting: 6-10 krukasgraden;
- inspuitduur 30 krukasgraden;
- druk voorinspuiting 180 bar;
- openingsdruk hoofdinspuiting 305 bar;
- max. inspuitdruk 2050 bar.

De brandstoftoevoer vindt plaats wanneer de nokstand zodanig is dat de veer de plunjer in zijn hoogste stand duwt (fig. 3). De magneetklep is niet bekrachtigd en wordt door de meest linkse veer in de nulpositie gedrukt. De brandstof die via A binnenstroomt vult alle ruimten inclusief de hogedrukkamer. Als de nok



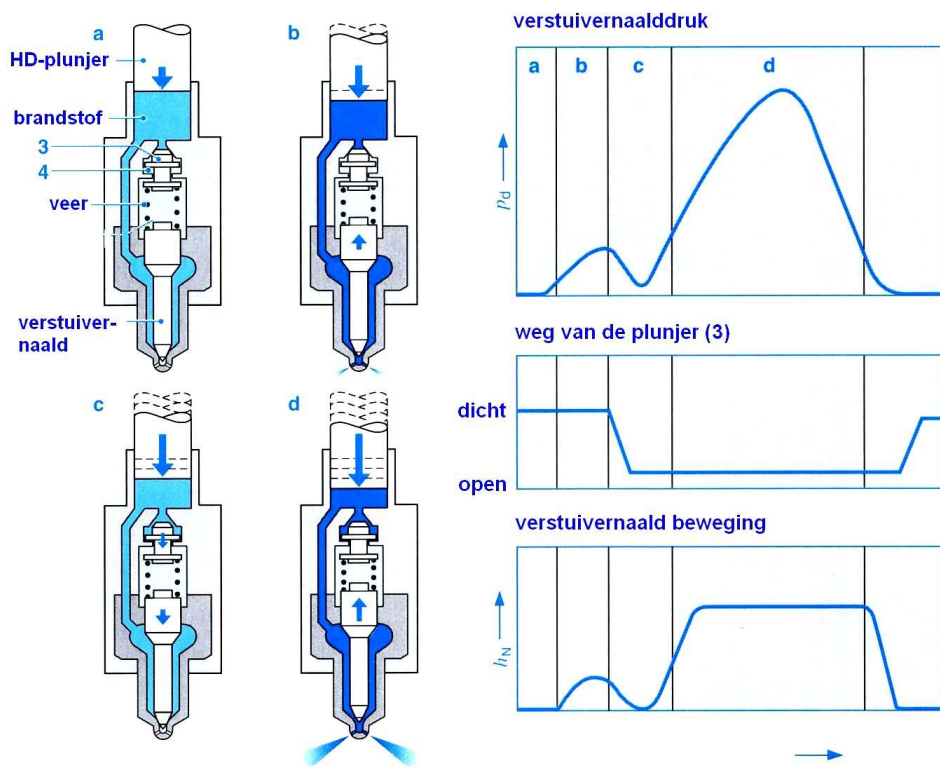
Figuur 3: Het vullen gebeurt wanneer de magneetklep open staat en de veer de plunjer in zijn hoogste stand heeft geduwd (tek. Seat).

de plunjer naar beneden duwt zal de voorinspuiting beginnen op het moment dat de magneetklep dicht gaat. Het inlaatkanaal wordt door de magneetklep afgesloten op het door de computer berekende inspuitmoment (fig. 4). De druk loopt op tot zo'n 180 bar waardoor de verstuivernaald gelicht wordt en de inspuiting begint. Fig. 5 laat het verstuivingsproces in detail zien. Na het oplopen



Figuur 4: De voorinspuiting begint op het moment dat de magneetklep bekrachtgd wordt en de toevoer afsluit (tek. Seat).

van de druk blijft de opening van de verstuiver beperkt tot een derde van de totale slag (fig. a en b). Door het oplichten van de verstuivernaald en de toenemende druk wordt de klep 3 in de ruimte 4 naar beneden gedrukt waardoor de veerspanning vergroot en de naald kortstondig sluit. De voorinspuiting is beëindigd. Nadat de naald gesloten is loopt de druk weer op. Omdat de voerspanning van de veer is toegenomen opent de naald bij een hogere druk (fig. c en d). De openingsdruk bedraagt ongeveer 300 bar. Omdat de nok de plunjer naar beneden blijft bewegen kan de inspuitdruk tot meer dan 2000 bar oplopen. Deze druk wordt echter alleen bereikt bij een hoog toerental en grote belasting. Het einde van de (hoofd)inspuiting wordt verkregen door de mag-

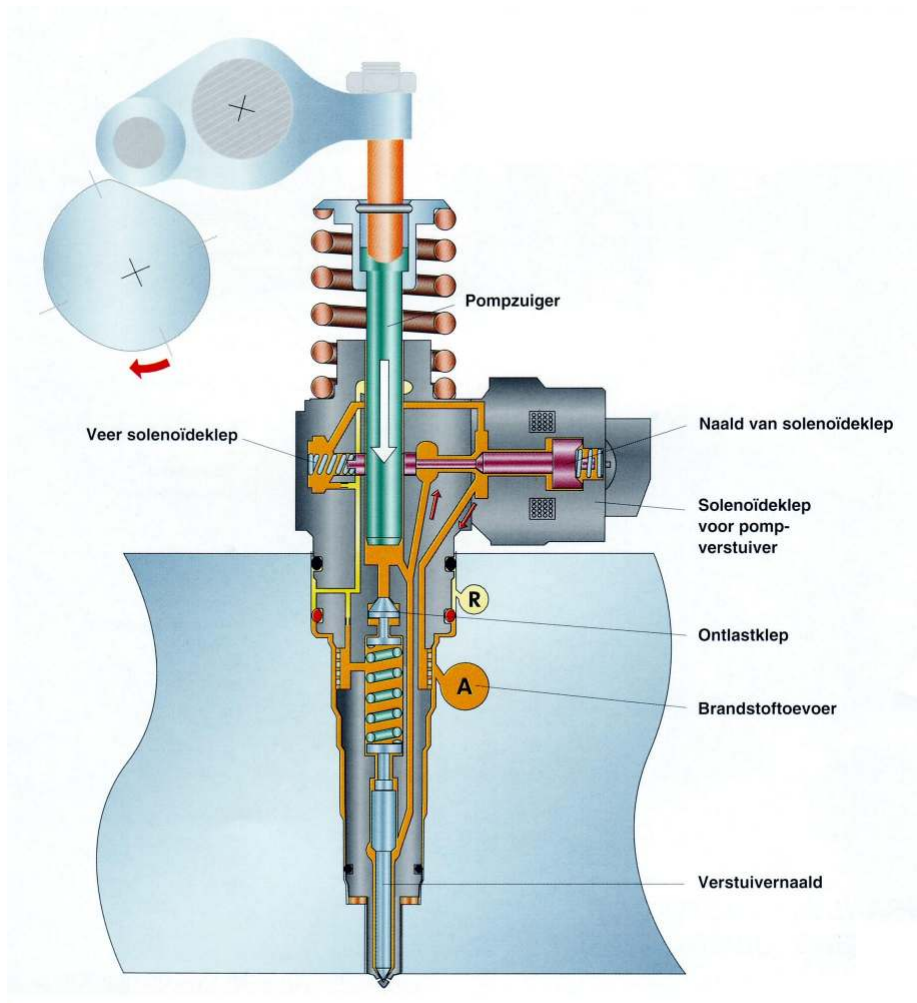


Figuur 5: Het werkingsprincipe van de mechanisch-hydraulische tweetrapsinspuiting bij de pompverstuivers (tek. Bosch).

neetklep te bekrachtigen en daardoor de hogedrukkzijde te verbinden met de inlaatzijde en retour (R). De druk in de hogedrukkamer valt weg en de naald en ontlastklep keren in hun uitgangspositie terug (fig. 6).

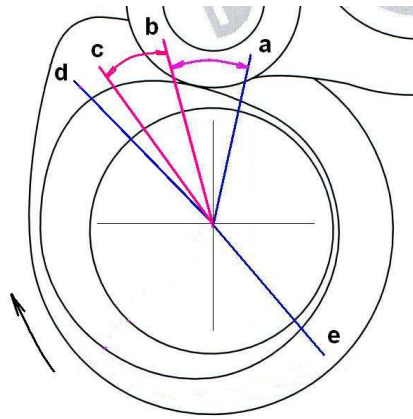
2.1 Inspuitperiode

Wanneer de magneetklep wordt bekrachtigd dan wordt de opening gesloten waardoor de inspuiting begint. Op het moment dat de inspuiting beëindigd



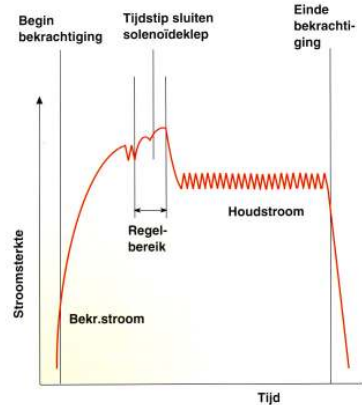
Figuur 6: De magneetklep wordt niet meer bekrachtigd en de inspuiting wordt beëindigd (fig. Seat).

moet worden valt de bekrachtiging van de magneetklep weg. Inspuitbegin en inspuiteinde worden door de computer geregeld (fig. 7). Het verloop van de



Figuur 7: Het inspuitbegin (b) en het inspuiteinde (c) wordt door de computer aangestuurde magneetklep geregeld. Periode b-c als voorbeeld.

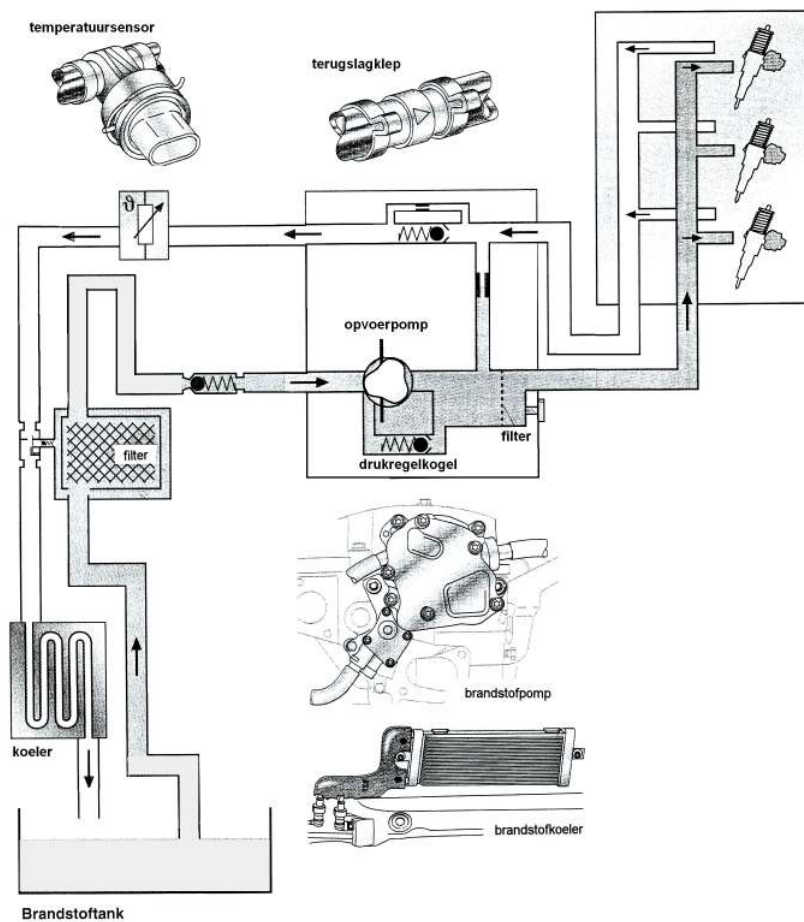
stroomsterkte in de spoel wordt door fig. 8 weergegeven. Er is sprake van een bekrachtigings- en een houdstroom. De grote bekrachtigingsstroom die voor een snelle klepbeweging zorgt doet de klep met kracht sluiten. De drukschommelingen die daar het gevolg van zijn doen de klep bewegen en worden vertaald in een minder vloeiende stroomlijn. Op het tijdstip 'begin bekrachtiging' neemt de computer aan dat de klep gesloten is en dat de inspuiting is begonnen.



Figuur 8: Het verloop van de bekrachtigingsstroom

2.2 Brandstoftoevoer

Het brandstofcircuit bestaat uit een mechanische opvoerpomp die brandstof uit de tank via een brandstoffilter en brandstofrail naar de cilinderkop en pompverstuivers perst. De druk wordt afgeregeld op 7,5 bar. De te veel aangevoerde brandstof wordt via een brandstofretourleiding in de cilinderkop teruggevoerd naar de brandstoftank. In dit circuit bevindt zich een brandstoftemperatuursensor en een brandstofkoeler. De retourdruk wordt op 1 bar gehouden. Fig. 9 geeft een overzicht. Een klep voor de brandstofvoorverwarming maakt het mogelijk

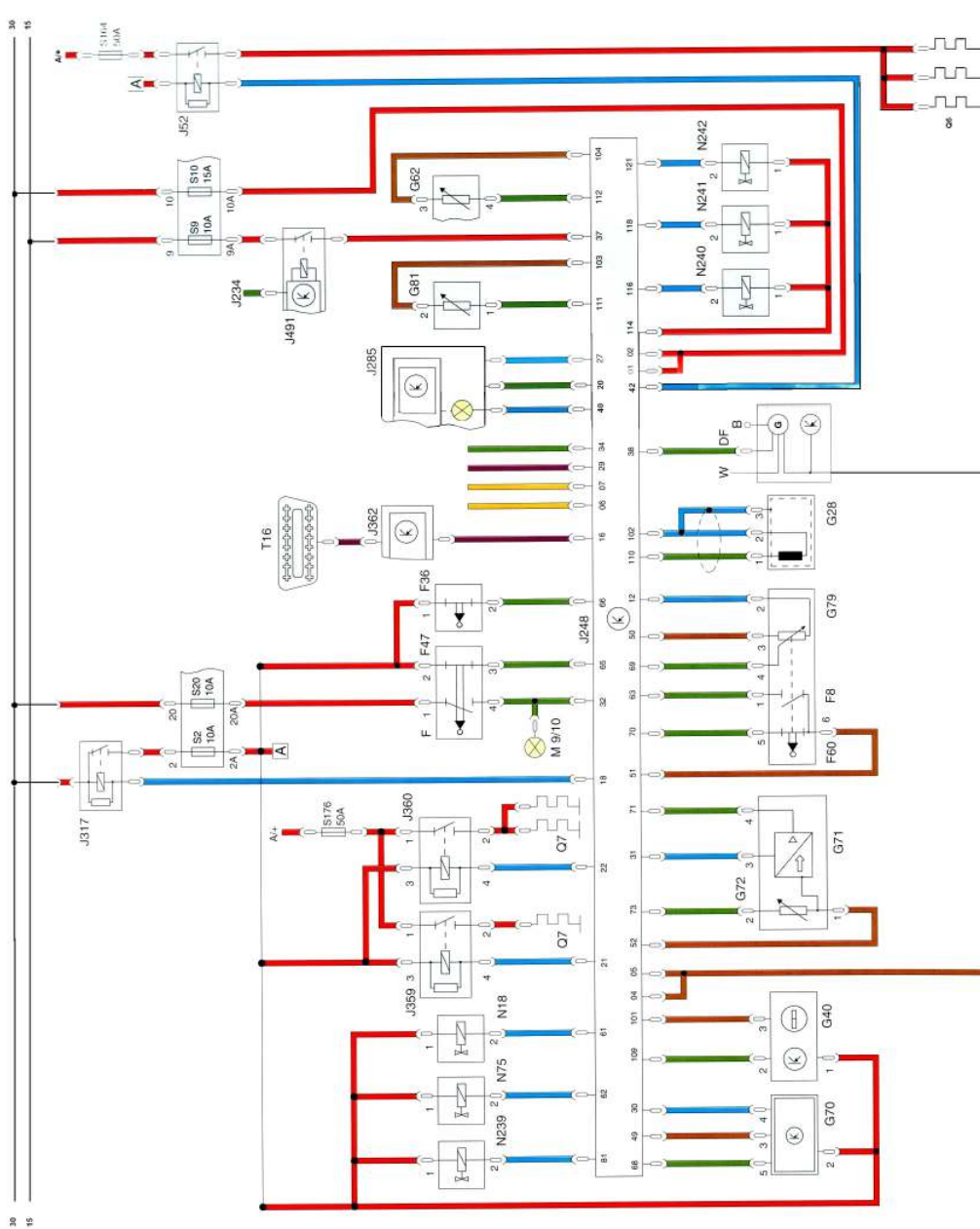


Figuur 9: Overzicht van het brandstoftoevoersysteem (tek. Seat)

dat de warme retourbrandstof vermengd wordt met de aangevoerde brandstof. Bij een temperatuur van boven de 31°C sluit de klep het filter af. Onder de 15°C vindt vermenging met de warme retourbrandstof plaats. De brandstoftoevoerpomp wordt door de nokkenas aangedreven. Het betreft hier een vlinderpompproductie waarbij de afdichting wordt verkregen door veerbelaste penen. De pomp wordt hierdoor zelfaanzuigend en levert ook bij lage toerentallen

voldoende brandstof. Het elektrische schema van de TDI 1,4 liter, driecilinder pompverstuivermotor geeft fig. 10 weer. Met behulp van de legende kunnen de functies van de diverse onderdelen van de EDC worden vastgesteld.

DF aansluiting van de dynamo
F/F47 rempedaalschakelaar
F8 kick-down schakelaar
F36 koppelingspedaalschakelaar
F60 stationairschakelaar
G28 motortoerentalsensor
G40 Hall-sensor
G62 koelvloeistoftemperatuursensor
G70 luchtmassasensor
G71 laaddruksensor
G72 inlaatluchttemperatuursensor
G79 gaspedaalpositiesensor
G81 brandstoftemperatuursensor
J52 relais verwarmingsbougies
J234 stuurapparaat airbag
J248 stuurapparaat motor
J285 instrumentenpaneel
J317 voedingsrelais
J359 relais voor lage verbrandingswarmte
J360 relais voor hoge verbrandingswarmte
J362 startblokkering
J491 botsingsrelais
K29 voorgloei-indicatielampje
M9/10 remlichtindicatie
N18 EGR-klep
N75 magneetklepklep overdrukbeveiliging
N239 magneetklep regeling vlinderklep
N240 magneetklep pompverstuiver cil.1
N241 magneetklep pompverstuiver cil.2
N242 magneetklep pompverstuiver cil.3
Q6 gloeibougies
Q7 gloeibougies (koelwater-verwarming voor koude landen)
T16 diagnosestekker
OVERIGE SIGNALEN
contacten 06 en 07 CAN-Bus
contact 16 Signaal voor zelfdiagnose en startblokkering
contact 34 Activeringssignaal aircocompressor
contact 27 Toerentalsignaal
contact 29 Deactiveringssignaal aircocompressor



Figuur 10: Het elektrische schema van de 1,4 TDI motor (Seat)

3 DMCI-motormanagementsysteem van DAF

Het DAF Multi Controlled Injectiesysteem (DMCI) is een unitpompsysteem. Fig. 11 geeft een foto van de motor waarop het systeem wordt toegepast. De inspuitleidingen zijn hierop duidelijk te zien. De principiële werking volgt uit de figuren 12 t/m 17.



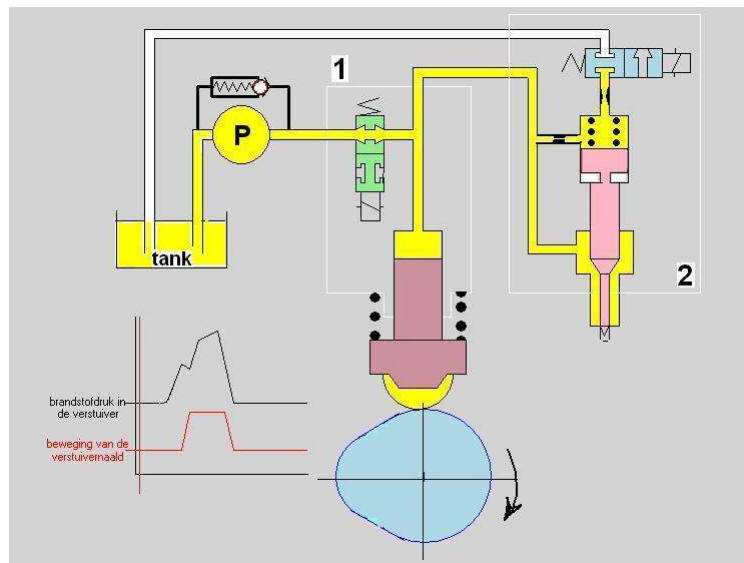
Figuur 11: Het DMCI motormanagementsysteem van DAF met pompunit, verstuiverleiding en verstuiver

3.1 Vullen (fig. 12)

Via de aanzuigleiding zuigt de brandstofopvoerpomp (P) brandstof uit de tank en pompt deze naar de pompunit (1). De pompunit is niet actief en de 2-2 klep van de pompunit (1) staat geopend. De ruimte boven pompunitplunjer (1) wordt gevuld. Wanneer de nokkenas de pompunitplunjer naar boven beweegt, kan de brandstof nog terugstromen via de toevoerzijde. Er wordt nog geen druk opgebouwd in de inspuitleiding.

3.2 Druktoename (fig. 13)

Wanneer nu de nok zover is gedraaid dat de pompunit (1) actief kan worden dan sluit de 2-2 klep van de pompunit de brandstoftoevoer af. De pompplun-



Figuur 12: Het vullen van het DMCI-systeem (tek. C.N. v/d Berg)

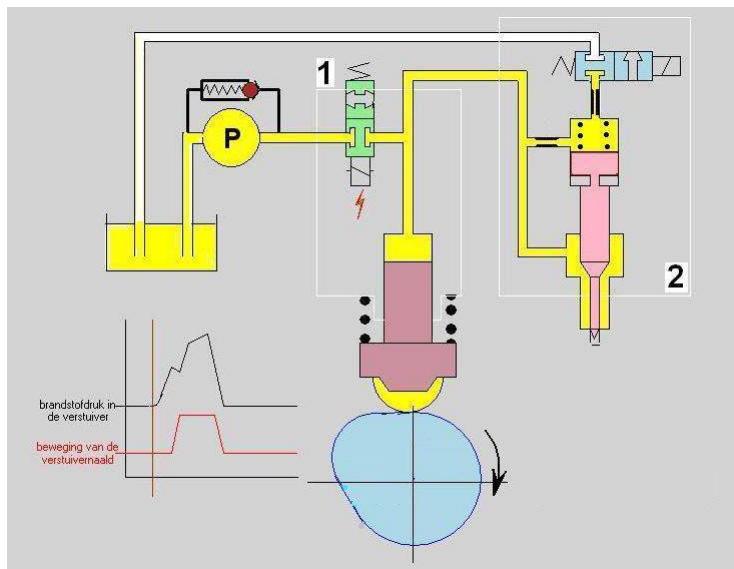
jer beweegt omhoog. Er wordt druk opgebouwd omdat de brandstof niet meer terug kan stromen. De brandstof wordt nu naar de verstuiver (2) gepompt. De kamer boven verstuivernaald wordt via de nauwe doorgang langzaam gevuld. Omdat de 2-2 klep van de verstuiver niet geactiveerd is, kan de brandstof niet via de retour wegstromen. De brandstofdruk en de veer boven de verstuiver zorgen ervoor dat de verstuivernaald niet gelicht wordt. De bovenste lijn (grafiek links) geeft de brandstofdruk in de verstuiver aan. De onderste lijn geeft de beweging van de verstuivernaald weer. De brandstofdruk gaat oplopen. De verstuivernaald wordt nog niet gelicht.

3.3 Begin inspuiting (fig. 14)

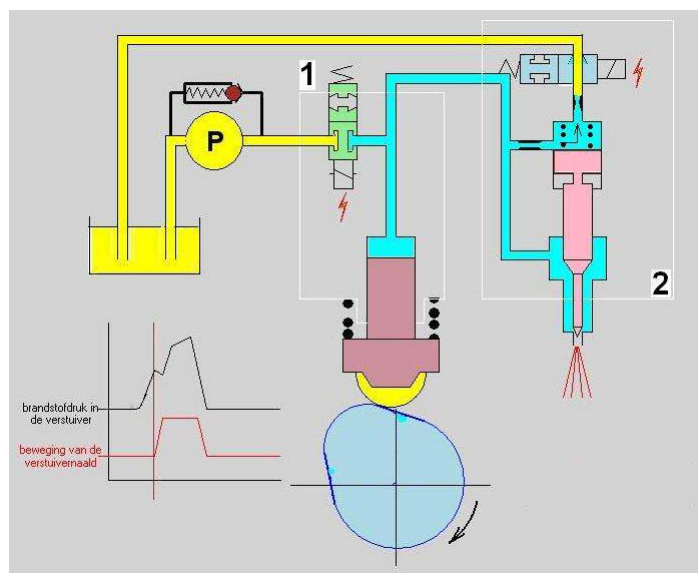
Wanneer de nok verder draait zal de 2-2 klep van de verstuiver worden geactiveerd waardoor de druk boven de verstuivernaald daalt omdat de retour via een vernauwing wordt vrijgegeven. Nu is de druk onder de verstuivernaald in staat om de verstuivernaald te lichten. Er wordt brandstof ingespoten. De brandstofdruklijn vertoont nu een kleine dip omdat er ingespoten wordt, maar zal direct weer verder oplopen. De naald wordt (is) nu gelicht (onderste lijn van de grafiek).

3.4 Drukafname (fig. 15)

Om te voorkomen dat de verstuivernaald niet snel genoeg sluit, wordt aan het einde van de inspuiting eerst de brandstofdruk in de verstuiver verlaagd. De 2-2 klep van de pompunit (1) opent de toevoer waardoor de druk in de brandstofleiding afneemt. De inspuiting duurt nog even voort. De brandstofdruk neemt af.

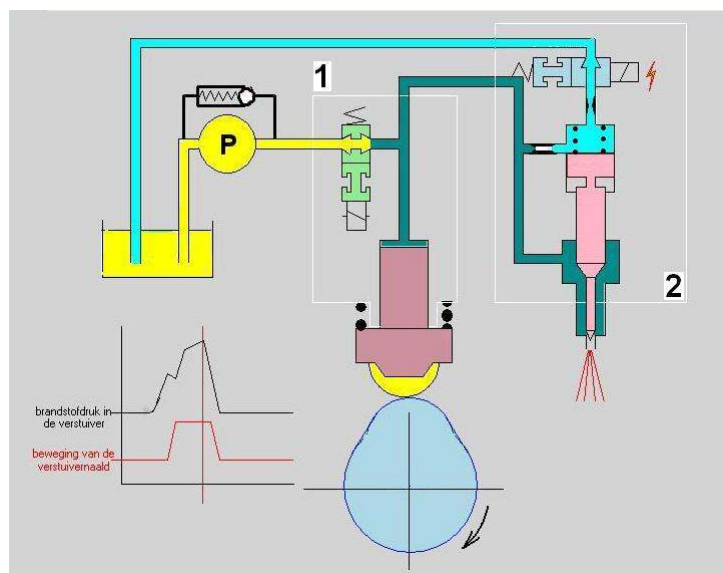


Figuur 13: De druktoename in de verstuiverleiding (tek. C.N. v/d Berg)



Figuur 14: Begin inspuiting doordat de 2-2 klep van de verstuiver wordt geactiveerd (tek. C.N. v/d Berg).

De verstuivernaald is nog maximaal gelicht. Even later zal de 2-2 klep van de verstuiver (2) worden geopend.



Figuur 15: Drukafname, inspuiting continueerd, de 2-2 klep van de pompunit is geopend (tek. C.N. v/d Berg)

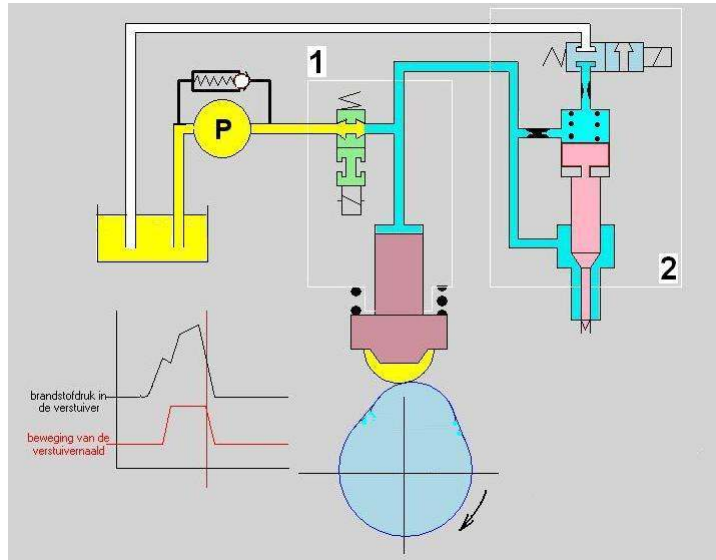
3.5 Einde inspuiting (fig. 16)

Het 2-2 klep van de verstuiverunit (2) wordt nu niet meer aangestuurd. De brandstofdruk in de verstuiver is inmiddels verlaagd en de verstuivernaald zal gesloten worden door de veer boven de injectorplunjer. De brandstofdruk neemt nog verder af. De verstuivernaald staat op het punt te gaan sluiten .

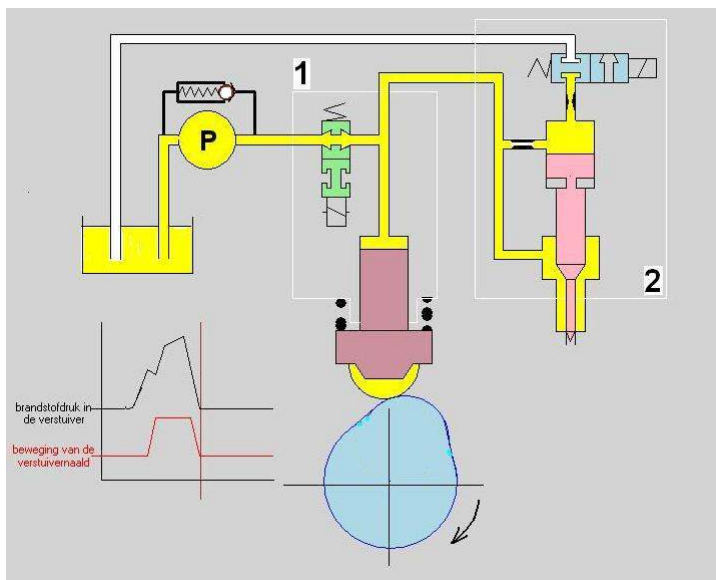
3.6 Inspuiting geheel beëindigd (fig. 17)

Nu is de brandstofdruk maximaal gedaald en wordt de verstuivernaald (2) omlaag gedrukt door de veer boven de verstuiverplunjer. De brandstofdruk volgens de grafiek is nu minimaal en de verstuivernaald is gesloten.

De noodzakelijke inspuitingsynchronisatie-signalen worden verkregen vanuit een inductieve krukas- en nokkenassensor. Het krukassignaal bevat per omwenteling een drietal referentiepunten. Cilinder 1 wordt direct weergegeven door de 2e puls van de nokkenassensor. De inspuitvolgorde is 1, 5, 3, 6, 2, 4. Zie fig. 18. Het krukassignaal wordt in hoofdzaak gebruikt om het inspuitmoment te bepalen.



Figuur 16: Einde insputting (tek. C.N. v/d Berg)



Figuur 17: Systeem gesloten (tek. C.N. v/d Berg)



Figuur 18: Het oscilloscoopbeeld van het krukas- en nokkenassignaal van het DMCI-systeem van DAF.

4 Vragen en opgaven

1. Wat zijn de geclaimde voordelen van unit-injectoren t.o.v. lijnpompen?
2. Wat is het verschil tussen een unit-injector en een unitpompsysteem?
3. Op welke wijze wordt verkregen dat de naald eerst even opent en dan weer sluit (fig. 5)?
4. Wat voor een systeem is het DMCI-systeem van DAF?
5. Verklaar op welke wijze de inspuiting begint bij het DMCI-systeem.
6. Verklaar op welke wijze het einde van de inspuiting wordt verkregen bij het DMCI-systeem.
7. Waarvoor zullen het krukas en nokkenassignaal worden gebruikt?