

Direct LiquiMax: directe LPG-inspuiting voor DI-motoren

Vloeibaar gas

Autofabrikanten kiezen voor directe benzine-inspuiting. Het blijkt een weg naar efficiency en schone uitlaatgassen. Dergelijke motoren betrouwbaar laten draaien op LPG met inachtneming van die uitgangspunten is een prestatie van formaat. Wij stellen het Direct LiquiMax systeem (DLM) van Prins Autogassystemen voor, dat ruimschoots aan die voorwaarden voldoet.



Het Direct LiquiMax LPG-systeem van Prins Autogassystemen maakt gebruik van het bestaande benzine-inspuitsysteem van de DI-benzinemotor. Prins past daarvoor de benzine boost pomp en de retouraansluiting op de hogedrukpomp aan. De LPG-inspuiting is vloeibaar en in de cilinderkop. Het systeem vereist geen verdamper.

Gas is alleen om te koken! Nou, vergeet het maar. Zeker nu de benzineliterprijs tegen de € 2,- aan tikt, overwegen veel automobilisten serieus om over te stappen op deze schone brandstof. Volgens ingewijden moet het al bij 10.000 km per jaar rendabel zijn. Diverse merken bieden een zogenaamde af-fabriek installatie. Een kanttekening is hier wel op zijn plaats, want maar al te vaak blijkt dit een centrale achterafinbouw met dezelfde installaties die de professionele inbouwbedrijven gebruiken. De klant is er in dergelijke gevallen wel altijd van verzekerd dat de merkgarage achter het product staat en kennis van zaken heeft om service en onderhoud te verlenen. Dat kan het 'betrouwbaarheidsgevoel' ten goede komen.

DI motor uitermate geschikt voor LPG

We weten allemaal dat de 'elektronificatie' van de aandrijflijn van moderne voertuigen de laatste decennia een enorme vlucht heeft genomen. Een andere trend is het downsizen waarbij motoren dichter tegen de grens van het toelaatbare moeten presteren.

Dat zijn ontwikkelingen die het bijna onmogelijk maken om achteraf nog veel aan het voertuig te veranderen, laat staan de auto probleemloos en met inachtneming van de geldende emissie-eisen om te bouwen naar een andere brandstof. Toch lukt het de LPG-branche steeds weer om dedicated systemen te ontwikkelen die naadloos integreren met de complexe infrastructuur van het voertuig.

In AMT 10 van 2009 berichtten wij al over het LPdi systeem van Vialle. Het Eindhovense bedrijf lanceerde dat jaar een systeem dat speciaal ontwikkeld was voor de direct ingespoten benzinemotor. Het aanbod van dergelijke motoren was op dat moment nog beperkt en Vialle richtte zich hoofdzakelijk op de auto's uit de VAG-stal.

Prins Autogassystemen, eveneens uit Eindhoven en ook een gerenommeerd ontwikkelaar van alternatieve brandstofsysteemen, had al in 2007 een antwoord op de DI-motor maar bewandelde met het Vapour Sequential Injectie systeem (VSI) een andere weg. Prins hanteerde de IDI-methode. Dus dampvormige LPG vlak voor de klep in het inlaatspruitstuk spuiten. Op zich een manier maar voor sommige motoren niet de meest ideale. Sinds 2009 is het aandeel DI-motoren in Europa toegenomen tot 70% en hoe vreemd het na het bovenstaande mag klinken, juist deze moderne benzinemotoren lenen zich uitstekend voor LPG-bedrijf. Immers, ze hebben een hogere compressieverhouding en daar past het hogere octaangehalte van LPG uitstekend bij. Daar komt bij dat vanwege het downsizen en de daarbij hogere belastingen de fabrikanten veelal hardere klepzittingen



De Fuel Module is gehuisvest in de tank en biedt plaats aan de turbine pomp, de swirl pot, de brandstofniveaubepaler en het longlife filter.

In de lagedrukbenzine-aanvoerleiding plaatst Prins een zogenaamde boost pomp om snel en zonder haperingen over te schakelen van LPG- naar benzinebedrijf.



toepassen. Deze zijn beter bestand tegen de hogere temperaturen bij LPG-bedrijf dus het probleem van extreem slijtende zittingen is daarmee grotendeels uit de wereld.

LPG heeft een hogere verbrandingssnelheid. Dat resulteert in een later ontstekingsstijdstip en een hogere effectieve cilinderdruk. Daarnaast bestaat het uit lichtere bestanddelen en verdampt het sneller waardoor de kans op misfiring vermindert. Onderaan de streep zien we dat in het meest gunstigste geval (fabrieks DI-LPG systeem) de CO₂-uitstoot maar liefst 15% lager (cijfers Prins) is dan bij DI-benzinebedrijf. De prestaties liggen daarbij op een vergelijkbaar niveau, een gemiddelde berijder merkt geen verschil tussen de beide brandstoffen!

Damploos

Door de verscheidenheid aan motoren is het een uitdaging om een systeem te ontwikkelen dat altijd betrouwbaar en conflictloos draait in die DI-benzine omgeving. Prins noemt zijn systeem Direct LiquiMax (DLM). Direct slaat op de directe insputting en LiquiMax op de vloeibare aggregatietoestand van het LPG.

Dat verklaart al veel. Prins maakt, net als Vialle, zoveel mogelijk gebruik van het bestaande inspuitsysteem. Laten we het DLM-systeem eens nader onder de loep nemen.

Allereerst is de tank helemaal opnieuw gedimen-

sioneerd. Belangrijke eis is een voorziening om dampaanzuiging te voorkomen. De turbinepomp kan gedurende korte tijd wel damp aanzuigen maar dit is in het systeem verre van gewenst. Om een vloeibaar aanbod te garanderen, ook in bochten en als de tank bijna leeg is, heeft Prins in de tank een speciale swirl pot gemaakt waarin altijd wat vloeibaar LPG achterblijft.

Mocht er desondanks toch langer dan een vooraf ingestelde tijd dampvormig LPG worden opgezogen dan schakelt de pomp automatisch uit en schakelt het systeem over op benzinebedrijf. In de tank bevindt zich verder een longlife filter en een mechanische brandstofniveaumeting via de tank level sensor.

De turbinepomp is speciaal ontwikkeld voor LPG-gebruik. Naast voldoende opbrengst (150 l/uur) moet die ervoor zorgen dat er geen dampvorming in het systeem ontstaat. In de praktijk betekent dit dat de LPG-brandstofdruk tussen de 10 en 15 bar bedraagt, afhankelijk van de propaan-bu-taan verhouding. De opbrengst wordt via het toerental van de pomp bepaald, deze is via een PWM regeling traploos regelbaar.

De pomp driver vormt een cruciale rol in deze regelingen. Het zorgt ervoor dat onder alle omstandigheden voldoende vloeibaar LPG het systeem in gaat en vloeibaar blijft.

Daarnaast is de pomp driver gekoppeld aan de Alternative Fuel Computer (AFC-2.0) en geeft een diagnose op het pompvermogen waarmee onder andere droogloop kan worden gedetecteerd en diverse acties kunnen worden ondernomen.



LPG heeft geen nadelige invloed op de levensduur van de rail en injectoren en ook de originele hogedrukpomp is, afgezien van de extra retouraansluiting, niet gemodificeerd.

Kleppenspel

In het leidingwerk zitten de nodige kleppen. Dat heeft alles te maken met de gewenste Bi-Fuel mode: het voertuig moet zowel op benzine als op LPG probleemloos rijden. Daarbij mag de bestuurder niets merken van de overgang en moet het voertuig op LPG net zo goed presteren als op benzine.

De Fuel Supply Unit fungeert als een driewegkraan. Deze maakt schakelen tussen de beide brandstoffen mogelijk. De AFC-2.0 stuurt deze klep aan. Die computer vormt het hart van het DLM systeem. Het is een 32-bits automotive controller met uitgebreide diagnose- en servicefaciliteiten. De erkende inbouwers beschikken over software om de AFC-2.0 diepgaand uit te lezen. De Fuel Return Unit (FRU) zorgt er voor dat het aangevoerde LPG terug kan stromen naar de tank. Indien er overgeschakeld wordt naar benzine, blijft deze klep nog even open blijven staan om



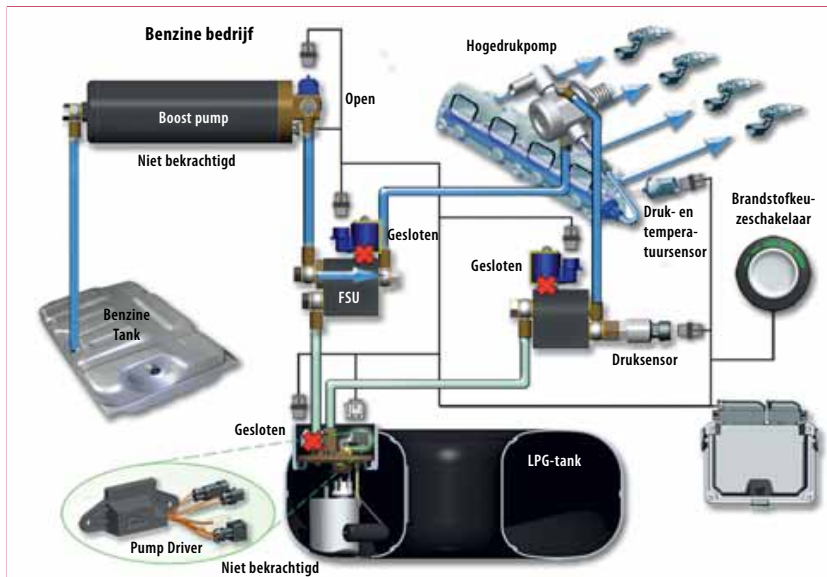
De bestaande hogedrukpomp wordt vervangen door een versie met een retouraansluiting om altijd damploos op LPG te kunnen rijden en starten.


WWW.AMT.NL

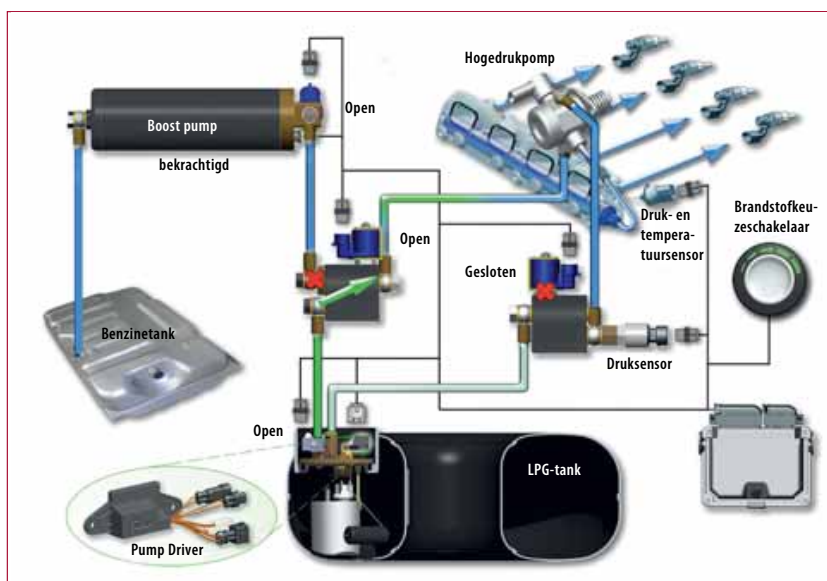
Indirect dampgassysteem

Benieuwd naar de werking van het VSI systeem van Prins Autogassystemen? Kijk in het maandossier op www.amt.nl/mei2012 waar we het indirecte dampgassysteem voor direct ingespoten benzinemotoren aan u presenteren. Ook leest u daar alles over het LPdi-systeem van Vialle.

Interessant is ook de trend om de motoren van zware dieseltrucks te laten presteren op een mengsel van diesel en LPG. Prins heeft ook hier een oplossing voor bedacht. Ook dat vindt u in het maandossier.



Op benzinebedrijf verandert er weinig aan het brandstofsysteem. In de lagedrukaanvoer is een zogenaamde Booster opgenomen. Deze is niet activeert en laat de brandstof gewoon door. De FSU wordt niet bekrachtigd, laat dus geen LPG door. De FRU is eveneens onbevoegd waardoor de additionele retouraansluiting van de hogedrukpomp is afgesloten.



De overgang van benzine naar LPG betekent dat de motor kortstondig aanvoer krijgt van een mengsel van beide brandstoffen. De retour op de hogedrukpomp wordt bekrachtigd, waardoor er een deel van dit mengsel in de LPG-tank komt. Het aandeel benzine is minimaal omdat de motor goed start op LPG is het benzineverbruik verwaarloosbaar.

de overgang naar benzinebedrijf zo snel mogelijk te laten plaatsvinden. Software en calibratie zorgen voor de juiste omschakelstrategie. Om dit mogelijk te maken moet de hogedrukpomp een retouraansluiting krijgen. Omdat deze voorziening voor monobenzinebedrijf niet noodzakelijk is levert Prins een aangepaste hogedrukpomp bij het systeem.

De LPG-inspuitregeling werkt volgens het master-slave principe. De motorregeling blijft heer en

meester over het aansturen van de injectoren. De AFC-2.0 computer voedt de motorregeling met informatie over de gesimuleerde hoge en lage (benzine) druk evenals de airflow. Mede op basis van die informatie stuurt de motorcomputer de injectoren aan. Uiteraard heeft Prins de AFC-2.0 computer voorzien van de juiste merk-/modelsoftware zodat de uiteindelijke injectoraanstuurtijden borg staan voor vergelijkbare prestaties als op benzine.

Direct starten op LPG

Minimaal vergelijkbare prestatie als op benzinebedrijf betekent ook dat de motor zonder haperingen aanslaat, ook tijdens een zogenaamde 'Hotstart'. En dat blijkt voor LPG-bedrijf best een uitdaging. Deze brandstof verdampt onder bepaalde omstandigheden en dampvorming in de brandstofleiding is niet het scenario voor een snelle start.

Prins heeft maatregelen getroffen om dit te voorkomen. Allereerst is de hogedrukpomp voorzien van een retouraansluiting naar de LPG-tank. Dat betekent dat de opbrengst van de tankpomp van vloeibaar LPG hoger is dan de vraag en dat de opvoerdruk hoger is dan de tankdruk. Bovendien signaleert het systeem bijvoorbeeld het openen van de portieren, weet dan dat er mogelijk een startactie volgt en activeert de tankpomp zodat eventuele damp uit het systeem gespoeld wordt.

De rijder merkt zo totaal geen verschil tussen benzine- of LPG-bedrijf. De enige aanwijzing is het lampje op de brandstofkeuzeschakelaar. Het is echter maar de vraag of een dergelijke schakelaar noodzakelijk is. Immers, het voertuig rijdt en start op LPG net zo goed als op benzine en het systeem is zodanig beveiligd dat indien er iets met de LPG-installatie aan de hand is de AFC-2.0-computer automatisch overschakelt op benzine. Ook als de tank leeg dreigt te raken en de chauffeur het waarschuwingssignaal van de keuzeschakelaar negeert. Waarom dan die veel duurdere brandstof verstoken?

Prins heeft voor de snelle overgang van LPG naar benzine in de lagedrukbenzineleiding een zogenaamde boost pomp gemonteerd. Deze speciale benzine turbinepomp verhoogt de benzinedruk kortstondig om een soepele overgang te waarborgen. Het drukt dan als het ware het LPG via de retour terug de tank in. De booster is voorzien van een elektronische afsluiter om de benzine-toevoer te blokkeren tijdens LPG-bedrijf. Het onderdeel wordt aangestuurd door de AFC-2.0-computer.

Eén computer voor alle systemen

Om de emissies te waarborgen in combinatie met een goede drive-ability heeft Prins een nieuw computerplatform gerealiseerd in de vorm van de AFC-2.0 computer. Deze regelunit wordt gebruikt voor alle brandstofsysteemen. In de huidige hoedanigheid voldoet een voertuig dat is uitgerust met een DLM-systeem aan de Euro 6-norm waarbij volgens Prins de CO₂-uitstoot tot wel 15% lager zou zijn dan op benzinebedrijf. Ook op deeltjes uitstoot scoort een DLM-voertuig positief.

Inmiddels heeft Prins AFS voor een breed assortiment aan motoren en carrosserievarianten een DLM systeem ontwikkeld waaronder modellen uit de VAG groep, GM, Volvo en Ford, Mazda, BMW en Hyundai en Kia.