

Auto & Motor
TECHNIEK

© **WWW.AMT.NL** - Dé internetsite voor de Automotive Professional

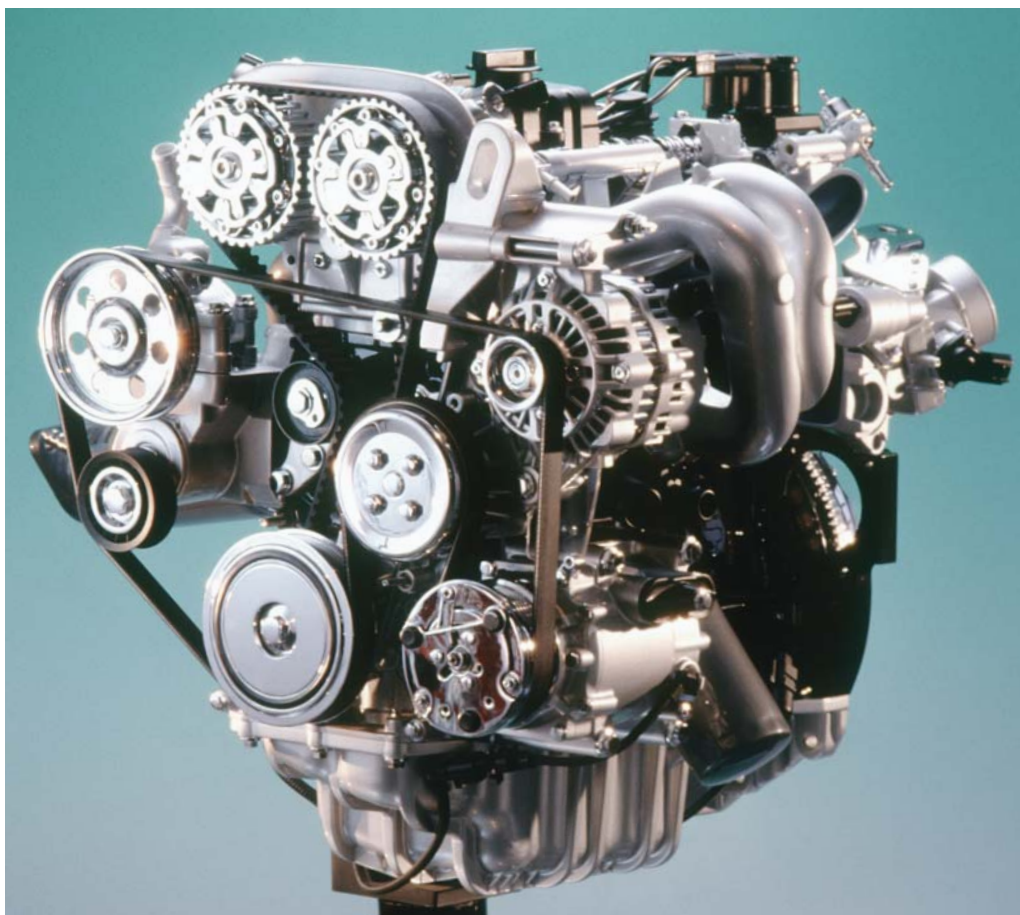
Nieuwe CVT, diesel- en benzinemotoren bij Ford

Economie en dynamie

Autorijden moet leuk blijven, maar zeker voor het grote publiek speelt economie daarnaast een grote rol. Dat is traditioneel de klantenkring van Ford, daarom moet ook op die basis de ontwikkeling gebeuren, horen we bij een presentatie van de nieuwste motor- en transmissietechniek in Fords ontwikkelingscentrum te Aken.

Nader uitgewerkt ziet de persvoorlichter het zo: "Wij kunnen ons niet permitteren om elk mooi technisch snuffje dat beschikbaar komt toe te passen, zoals topklasse merken. Onze auto's moeten betaalbaar blijven, het gaat in de ontwikkeling om het beste resultaat voor een redelijke prijs." Zo bezien is de strategie eigenlijk niet veel veranderd, ga je zitten mijmeren tijdens een toeristisch rondje in de fraai gerestaureerde Ford T uit 1914 welke voor ons paraat staat bij het Forschungszentrum Aachen.

Dat eerste massamodel van Ford baseerde zich al op het idee 'zoveel auto als je nodig hebt'. Twee versnellingen, een forse en soepele motor (2,9 liter viercilinder) zodat je vanaf wandeltempo alles in de tweede versnelling aankunt, al moet je met zegge en schrijve 20 pk aan boord geen haast hebben. Wat een tegenstelling met de Mondeo 2.2 TDCi testauto, waar het bijna moeite kost de toerenteller bij het rode gebied weg te houden en de snelheid te beheersen. Wat wil je, met 400 Nm koppel als tijdens acceleratie de 'overboost' op de turbo werkt, en 114



Voor de komende nieuwe Focus ontwikkelde Ford dubbele nokkenasverstelling op deze bekende Duratec 1.6. De relatief simpele verbouwing levert 11 kW extra vermogen, 5% minder verbruik en een 'voller' koppelverloop voor de 1.6 Ti-VCT die na de zomer in productie gaat.

kW vermogen. Maar toch: een goedkoper en zuiniger manier om aan grote prestaties te komen waarnaar nu eenmaal vraag blijkt, dan de 2.7 V6 diesel te gebruiken die Ford en PSA samen ontwikkelden.

Selectieve ontwikkeling

Na de zomer komt die 2.2 TDCi voor de Mondeo beschikbaar. Als uitgangspunt diende de door Ford zelf ontworpen 2.0 TDCi met common rail injectie, goed voor 96 kW. Een langere slag

brengt de inhoud op 2,2 liter, daarbij zijn de variabele turbo, zuigervorm en cilinderkop aangepast. Nieuwe Delphi-injectoren met meer en kleinere verstuuivergaatjes zorgen vooral voor schoner uitlaatgas, toch verschijnt in eerste instantie een versie die EU3-eisen haalt, volgend jaar komt een variant voor EU4. Opmerkelijk dat Ford niet uitgaat van de (nieuwere) samen met Peugeot ontwikkelde 2.0 diesel. Die wordt bij Peugeot gebouwd, en is gebaseerd op 2.0 HDi waarvan al een 2.2 versie bestaat. Beide concerns gooien dus niet alle dielectiviteiten op één hoop. Samenwerking is er wel op het terrein van roetfiltering, waarvoor Ford in principe het systeem van PSA omarmt, dat werkt met een brandstoftoevoeging. Er wordt gezamenlijk verder aan

Het door Denso geleverde verstelmecaniek voor de nokkenassen van de Ford 1.6 werkt hydraulisch en traploos. Het verstelbereik is maximaal 34°, een mechanisch slotje fixeert de nokkenassen in basisstand zolang er geen oliedruk is.



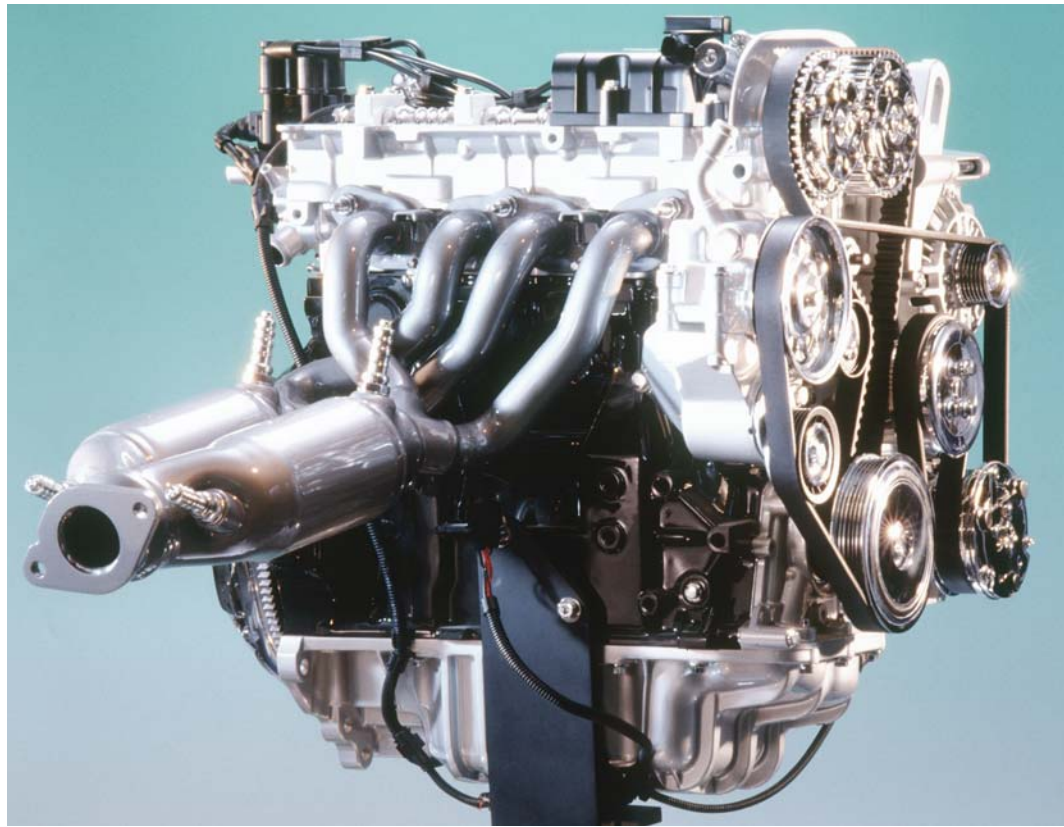
Foto's/Tekeningen: Ford

k gecombineerd

ontwikkeld, op de eerste plaats natuurlijk voor de nieuwe gemeenschappelijk opgezette diesels. Bij Ford begint het met de 1.6 en 2.0 TDCi in de Focus C-Max, nu tegen meerprijs leverbaar met roetfilter. Overigens zijn de ontwikkelaars helemaal niet zo blij meer met de filtertechniek, nu het vooral in Duitsland een politiek item is geworden. "Het publiek vraagt erom, de overheid geeft er belastingkorting bij (indien EU4 eisen worden gehaald - red). Er dreigt een situatie dat het publiek diesels zonder filter niet meer accepteert. Terwijl wij werken aan diesels die de EU5-eisen vanaf 2009 zonder roetfilter zullen halen. Erg vervelend als we nu ontwikkeling van diesels met filter moeten bekostigen, en tegelijk ontwikkeling van de volgende generatie dieseltechniek die geen filter nodig heeft", aldus Ford's penvoorlichter.

Kostbare grap

De ombouw van een diesel op filtertechniek vergt namelijk nogal wat. Om het filter regelmatig schoon te branden moet de uitlaatgastemperatuur omhoog. Door de brandstoftoevoeging volstaat een wat lagere temperatuur. Dan nog is vooral bij lage motorbelasting een hele reeks aanvullende maatregelen nodig. Het begint met elektrische verwarming in de inlaat, plus een smoorklep daarin om door knijpen van de luchtaanvoer (van nature lopen diesels immers op luchtvermaat!) de uitlaattemperatuur omhoog te krijgen. Na-inspuiting helpt verder. Eerst een late inspuiting (30° na BDP) die meteen verbrandt en hetere uitlaatgassen

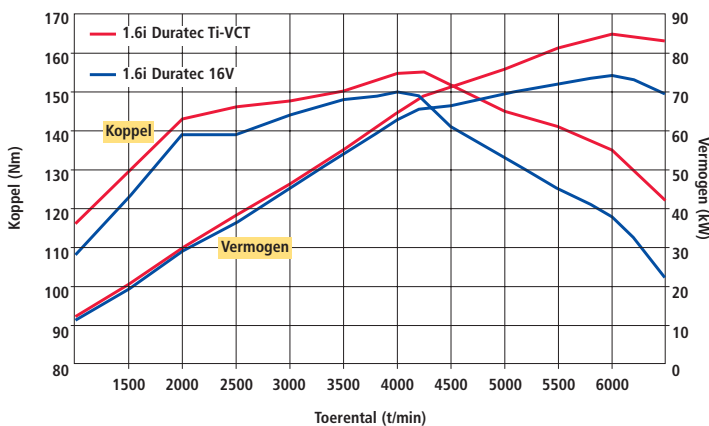


Nogmaals de motor met verstelbare nokkenassen, die een optimaal afgestemde in- en uitlaat nodig heeft waarin de cilinders elkaar onderling steunen en niet hinderen. Vandaar een bepaald niet simpel vier-in-twee uitlaatspruitstuk met twee katalysatoren.

levert, dan na-inspuiting (40° na BDP). Die brandstof verbrandt pas in de katalysator zodat heter gas naar het roetfilter erachter stroomt. Met die maatregelen kan het motormanagement de filterreiniging heel nauwkeurig sturen. Alleen als de auto enige tijd stationair loopt staakt het schoonbranden (te lage temperatuur), maar dat proces komt meteen weer op gang zodra de auto optrekt. Let echter goed op vluchtheuvels en verkeersdrempels. We horen dat het ruïneren van de complete uitlaat met katalysator en roetfilter op zo'n obstakel net zoveel kost als een onherstelbare motorschade! Daarbij wordt verder nog aangegeven dat voor het blijven halen van EU4-eisen na 150.000 km vervanging van de injectoren gewenst is.

Verstelbare nokkenas

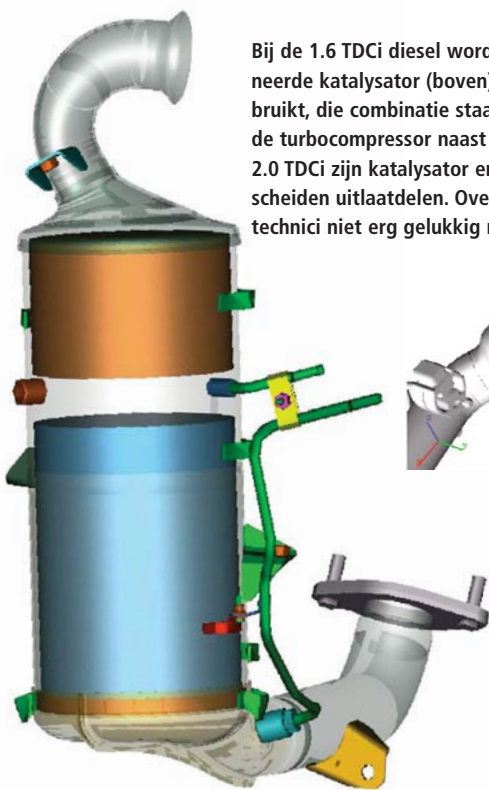
Voor de komende generatie van de Focus, in de herfst te onthullen en begin 2005 hier te koop.



De nokkenasverstelling levert over heel het toerenbereik behoorlijk wat resultaat, zien we hier. De grootste winst in vermogen en koppel zit wel boven 4000 t/min, maar de weinig elegante en in de rijpraktijk goed voelbare 'deuk' in het koppel die de 1.6 had bij 2000 tot 3000 t/min is mooi opgevuld.

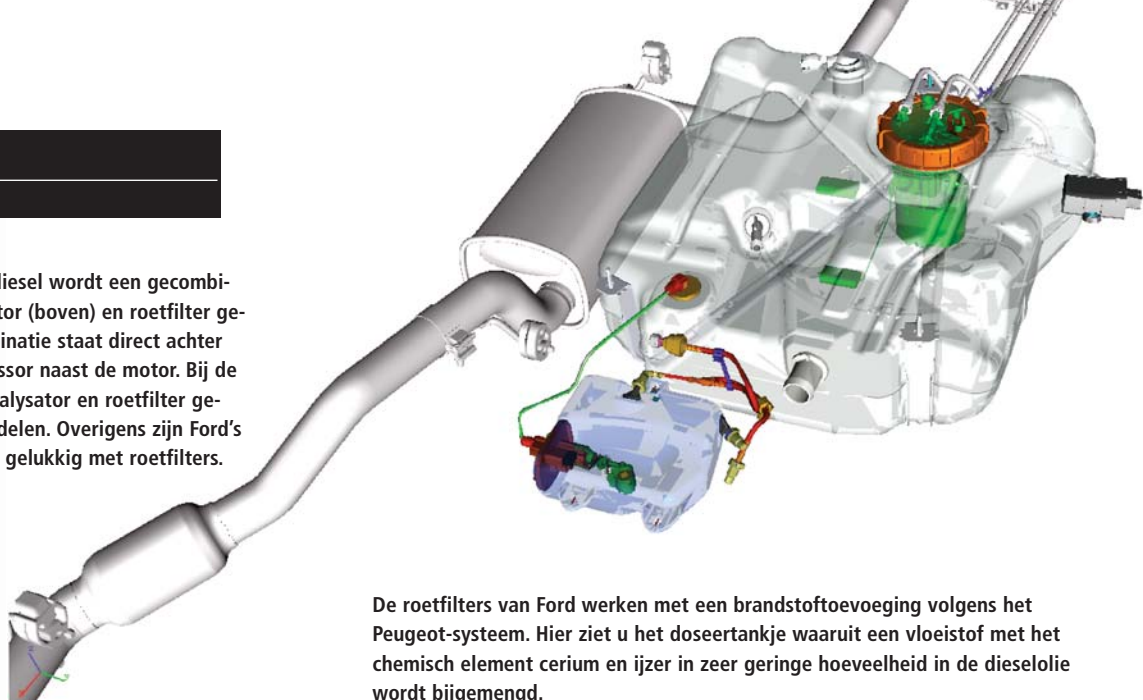
TECHNIEK

Ford ontwikkelt aandrijftechniek



Bij de 1.6 TDCi diesel wordt een gecombineerde katalysator (boven) en roetfilter gebruikt, die combinatie staat direct achter de turbocompressor naast de motor. Bij de 2.0 TDCi zijn katalysator en roetfilter gescheiden uitlaatdelen. Overigens zijn Ford's technici niet erg gelukkig met roetfilters.

bewerkte Ford nog eens zijn 1.6 Duratec benzinemotor. Hij kreeg traploos verstelbare nokkenassen, inmiddels lang geen exotische voorziening meer. Het met oliedruk gestuurde systeem is op zich keurig eenvoudig van opzet en bijna volledig zonder extra ruimtebeslag weggewerkt in de nokkenasaandrijving. Met veerbelasting wordt de verstelbare aandrijving in basispositie gebracht, waar een blokkeerpen de zaak vastzet zolang er geen motoroliedruk is. Via twee regelkleppen kunnen beide nokkenassen apart vervroegd of vertraagd worden in de kleptiming. De vermogens- en koppelgrafiek laat mooi zien hoe effectief dat is, niet vaak kunnen we dezelfde motor met en zonder nokkenasverstelling zo direct vergelijken. Duidelijk meer maximaal vermogen en koppel, tevens over het hele werkbereik betere motorprestaties. Ook hier komt echter heel wat bij kijken. Om optimaal te kunnen spelen met de kleptiming moeten de drukpulsen in de in- en uitlaatspruitstukken benut worden. Die spruitstukken moesten dus herzien worden om de drukpulsen van de cilinders onderling zo goed mogelijk af te stemmen. Waarna het grootste probleem is om een elektronische regeling voor de verstelling van twee nokkenassen tegelijk te programmeren. Naar we horen gebruikt het programma liefst tweedruisend meetgegevens om nauwkeurig de werkomstandigheden van de motor te registreren.



De roetfilters van Ford werken met een brandstof toevoeging volgens het Peugeot-systeem. Hier ziet u het doseertankje waaruit een vloeistof met het chemisch element cerium en ijzer in zeer geringe hoeveelheid in de dieselolie wordt bijgemengd.

Automaten naar behoefte

Ook in ons werelddeel stijgt nu de belangstelling voor automatische transmissies, reden voor Ford een aantal varianten te ontwikkelen. In de Focus C-Max debuteert weer een samen met ZF ontwikkelde CVT-automaat, nadat Ford eerder het zelf bouwen van traploze automaten volgens gelijk principe (met VDT duwband) voor de Escort staakte. Voor de Fiesta en daarvan afgeleide Fusion viel de keus uit kostenooptpunt anders. Enerzijds is daar de goedkopere Durashift EST, een geautomatiseerde vijfbak, anderzijds de ruwweg tweemaal zo dure conventionele Durashift Automatic. Die laatste, samen met Aisin AW ontwikkeld, is feitelijk meer ontstaan voor de Japanse en Amerikaanse markt, waar een automaat de standaard transmissie is. Vandaar dat er ook geen frutsels aan zitten zoals een sequentiële handmatige bediening of vijfde versnelling, die men daar niet vraagt. Door gebruik van een Ravigneaux tandwielset, een dubbel uitgevoerd planetair stelsel, komt de bak aan vier versnellingen met maar één tandwielset. Dat houdt de bak compact en licht, heel belangrijk in een kleinere auto als de Fiesta. Overigens is het met een drukknopje in de pook wel mogelijk de hoogste versnelling uit te schakelen, bijvoorbeeld om bij helling-af rijden motorremwerking te hebben. Deze volautomaat wordt gecombineerd met de 1.6 benzinemotor, de geautomatiseerde vijfbak die meer op zuinigheid dan het hoogste schakelcomfort richt, gaat samen met een 1.4 benzine- of dieselmotor. Met name de benzineversie zit voor automatische schakeling niet dik in zijn koppel (124 Nm bij 3500 t/min). Dat wordt echter gecompenseerd door een opvallend goed geprogrammeerde bediening, die feilloos en zeer vlijtig terugschakelt om de motor op toeren te houden. De koppelingenbediening doet er niet voor onder, het schakelen gaat nagenoeg

schokvrij, behalve als de motor heel licht belast draait. Er is zelfs voorzien in een 'kruipneiging' als gas- en rempedaal beide niet gebruikt worden. De elektrisch bediende koppeling wordt deels gesloten tot een bepaalde mate van slijp



Berustend op de principes van Van Doornes duwband maakt ZF de traploos variabele Ford Durashift CVT. Een natte platenkoppeling met planetair tandwielstel (voorgond, op ingaande as) zorgt voor de achteruit-versnelling. Nog juist zichtbaar links daarvan op de ingaande as de radiale oliepomp voor de nodige hydraulische druk.

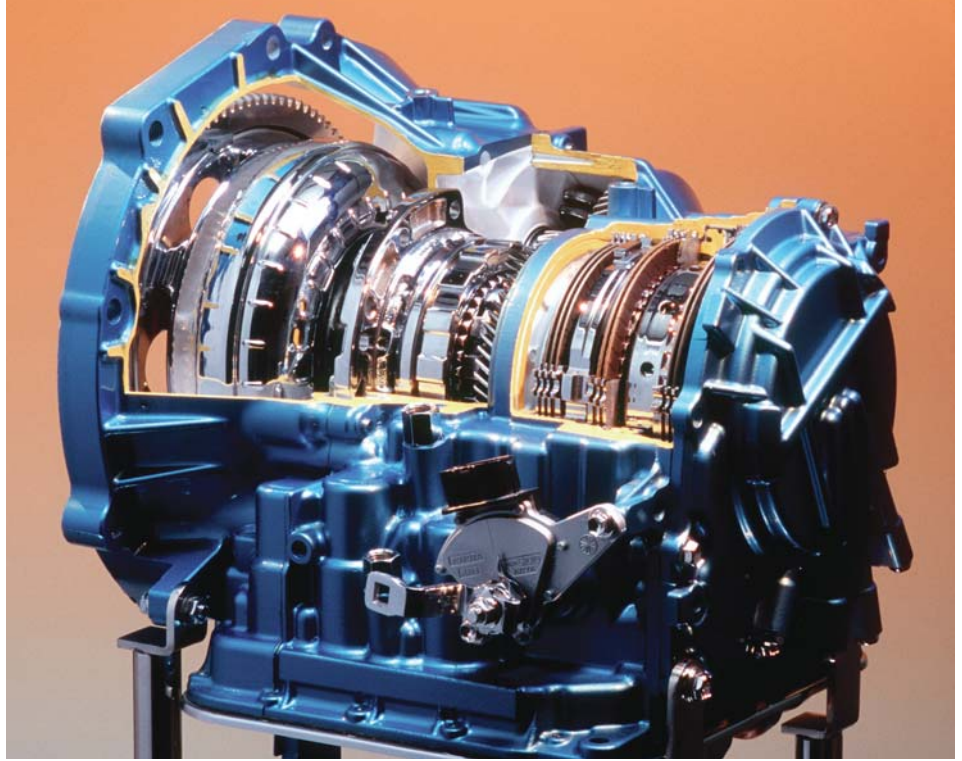
optreedt. Door de mate van slip en de motorbelasting te meten merkt de regeling wanneer de koppeling daarbij te heet wordt, en schakelt de kruipregeling even uit. Bij de ontwikkeling van de koppelingsbediening hielp LUK, de Durashift EST wordt gemaakt in een fabriek die Ford samen met Getrag opzette, waar alle handgeschakelde bakken voor Ford en Volvo vandaan komen.

Niet traploos bediende CVT

Voor de 1.6 TDCi in de Focus ontwikkelde Ford samen met ZF de CVT 23, geschikt voor een maximum koppel van 260 Nm. Ter herinnering: ZF is nauw gelieerd aan Bosch, en Bosch nam een aantal jaren geleden het Nederlandse VDT over dat duwbanden maakt en de bijbehorende kennis van CVT-technieken biedt. Wat nu anders is dan bij eerdere Ford CVT's volgens hetzelfde principe is vooral de regeling. Het oude Variomatic idee dat de motor bij acceleratie op bijna constant hoog toerental wordt gezet en de variatoren in de transmissie zorgen voor traploze snelheidsopbouw is verlaten. Dat voelt en klinkt voor de rijder niet natuurlijk aan, en geeft teveel geluid. Dus gedraagt deze CVT zich als een schakelende automaat, die alleen vrij kan kiezen hoe hij de overbrengingen van zijn 'versnellingen' kiest. Met daarbij zeven vaste overbrengingen voor sequentiële handbediening.

De keus om juist een diesel met CVT te combineren berust op het feit dat deze motorsoort doorgaans een enorm koppel in een beperkt toerengebied produceert. Efficiënt gebruik van dat koppel vraagt om een groot aantal versnellingen met een dito bereik in verhoudingen. De kracht van een traploze CVT was altijd al dat hij dit grote bereik biedt (verhouding 6.0 tussen hoogste en laagste overbrenging) zonder overmatig grote stappen tussen de versnellingen in. Niet volledig traploos schakelen, om de acceptatie bij het publiek te bevorderen, vereiste wel de keus voor een koppelvormer in plaats van een mechanische koppeling. Die biedt nog eens versterking van het aandrijfkoppel, tot maximaal 360 Nm.

De koppelvormer wordt ter besparing van brandstof overbrugd vanaf lage rijsnelheid. Bij stationair draaien in stilstand hoeft de koppelvormer niet te slippen. Er is een planetair tandwielstel voor de omschakeling vooruit/achteruit, bij stilstaande auto gaat dat tandwielstel in 'vrijstand' door alle koppelingen te lossen. Zo kan het stationair toerental omlaag, daar de transmissie nauwelijks meer weerstand oplevert. Er is nog wel een radiale oliepomp met zeven pluniers die moet blijven draaien om de variators te bedienen. Daar de schakelkwaliteit varieert met de viscositeit van de olie is een truck ingebouwd. Beneden 10° olietemperatuur wordt de overbrugging van de koppelvormer tijdelijk uitgeschakeld, zodat de slip daarin snel de olie opwarmt.



Vooral ten gerieve van de Japanse en Amerikaanse markt laat Ford bij automatenfabrikant Aisin deze compacte Durashift Automatic maken. Op slechts één planetaire tandwielset van het Ravigneaux-type biedt hij vier versnellingen.

De geautomatiseerde Durashift EST wordt geschakeld door een aanbouwdeel met twee elektromotoren daarin, op de foto links vooraan. Niet zichtbaar is hier de hydrauliek voor automatische koppelingsbediening.

Regelsysteem

Er is één omstandigheid waarbij de bak toch traploos schakelt. Alleen bij meer dan 95 % motorlast (de 'kickdown') houdt de transmissie de motor op het toerental van maximum vermogen. In alle andere omstandigheden simuleert de bak het schakelen door verschillende versnellingen, met alle finesses van het programma voor een conventionele automaat. Er is een adaptieve regeling, om de schakelstrategie aan te passen bij de rijstijl. Plots gas loslaten wordt herkend als een signaal om niet op te schakelen, maar motorremwerking te behouden. Via de ABS-sensoren op de achterwielen herkent de regeling het nemen van bochten, en wanneer het dan beter is niet op te schakelen als een sprong in het aandrijfkoppel een stuurreactie zou geven. Helling af rijden wordt natuurlijk ook herkend. Alleen merken wij in de praktijk van het aanpassen van de schakelstrategie niet zoveel als we hadden gewild, terwijl het schakelen als een conventionele automaat juist wel uitstekend uit de verf komt. In de praktijk moet ook blijken hoe het brandstofverbruik uitpakt. Dat is volgens standaard ECE-test niet beter dan bij een gewone automaat, met gemiddeld 5,8 l/100 km tegen 4,9 voor een handgeschakelde Focus



C-Max. "Komt door het hoge aandeel stads- en fileverkeer", zegt Ford, "Pas bij hogere rijsnelheid levert de grote spreiding in overbrengingen voordeel en verbruikt de CVT-versie niet meer dan een handgeschakelde variant." De gecompliceerde techniek maakt ook dat een CVT niet goedkoper is dan een conventionele automaat, zodat we uit Fords uiteenzetting begrijpen dat alleen voor heel specifieke toepassingen een CVT de voorkeur zal krijgen. ●

Peter Fokker