

Achter de schermen bij Lotus Engineering

Lotus op de elektrische toer

De merknaam Lotus is onlosmakelijk verbonden aan sportwagens en Formule 1-bolides. Maar Lotus doet meer. De engineeringtak is volop bezig met de ontwikkeling van Variable Electric Powertrain Systems (VEPS). Een actueel onderwerp waarover we bijpraten in het Engelse Hethel, de thuisbasis van Lotus.



De driecilinder range extender van Lotus is er met of zonder compressor.

Lotus en elektronica is op zich geen verrassende combinatie. Phil Barker (Chief Engineer Hybrid & Electric Vehicles) legt uit dat het merk al in het verleden veel ervaring heeft opgedaan met elektronica. Midden jaren tachtig had de Lotus Esprit bijvoorbeeld als eerste een elektronisch aangestuurde hydraulische demping van het onderstel.

Voor motormanagementsystemen was Lotus in het verleden aangewezen op toeleveranciers. Maar dat werd volgens Barker vanwege de kleine aantallen die het merk bestelde te duur. "We hebben op een gegeven moment besloten zelf systemen te gaan ontwikkelen. Dat hebben we gedaan met het oog op de toekomst en daar plukken we nu de vruchten van. Onze elektronica gebruiken we tegenwoordig voor de regeling van elektrische aandrijfsystemen en de graphic displays die we ontwikkelen."

De knowhow van Lotus stelt het bedrijf in staat aandrijfsystemen te ontwikkelen en te testen voor de automobielindustrie. Neem het bouwen van range extenders. Dat is vanwege de kleine aantal-

len voor veel autofabrikanten te duur. Lotus is in dat gat gesprongen. Samen met het Spaanse Fagor Ederlan (een in onderstellen en aandrijftechniek gespecialiseerde toeleverancier) heeft Lotus een drietal range extenders ontwikkeld.

Complete elektrische aandrijflijn

Lotus Engineering heeft zich, bij het ontwikkelen van elektronica, niet alleen gericht op range extenders, maar ook op de aandrijflijn van hybrides, brandstofcellen en accupakketten en temperatuurbewaking. De elektronica, het accupakket, de brandstofcellen en de eventuele range extenders moeten allemaal op de juiste temperatuur worden gebracht of gehouden. Ook de hele stroomvoorziening moet in goede banen worden geleid. Zowel aan de verbruikskant als aan de oplaadzijde. Verder moet de driveability goed zijn. Als bestuurder mag je feitelijk niets voelen van wat er op elektrisch gebied allemaal moet worden afgeregeld.

In Hethel heeft Lotus een speciale rollentestbank voor elektrische en hybride auto's. Ook kunnen

de technici daar accupakketten samenstellen en testen op levensduur, capaciteit en schokbestendigheid.

Lotus staart zich niet alleen blind op accu's als energievoorziening. Ook supercondensatoren, constructies met een vliegwiel of combinaties van deze vormen van energieopslag horen tot de mogelijkheden.

Voor autofabrikanten biedt elektrische aandrijving ongekende mogelijkheden ten opzichte van de gangbare aandrijftechnieken. Zo zijn ze vrij om te kiezen voor het aantal elektromotoren en de positie ervan. Die kan variëren van één motor ten behoeve van voor- of achterwielaandrijving, twee motoren op één as of een motor op elk wiel. Verder is er keuze uit diverse accupakketten en ook daarvan is de positie variabel.

Betaalbare range extenders

Volgens Phil Barker is het ontwikkelen van speciale range extender-motoren zinvol: "In principe zouden autofabrikanten bestaande motoren kunnen gebruiken. Maar die zijn volledig



geconstrueerd voor de sterk wisselende belastingen die in het dagelijks verkeer voorkomen. Daarom worden hoge eisen gesteld aan smering en koeling, ook bij hoge temperaturen en toerentallen. Verbrandingsmotoren drijven, via de versnellingsbak, rechtstreeks de wielen aan. Voor die variërende belasting is een aangepast koppelverloop en vermogen nodig. Om al die redenen is een reguliere motor feitelijk zwaar overbemeten en dus onnodig duur als range extender". In eerste instantie is door Lotus geëxperimenteerd met een monoblokconstructie. Die motor had nog een los inlaatspruitstuk. Het geheel bleek een te dure optie te zijn, mede door de hoge kosten van de machinale bewerking. De keuze is uitein-

De inlaat, de zwarte afdekking onder de compressor rechts en de elektrische gasklep links, is geïntegreerd in het motorblok.

delijk gevallen op een driecilinder met losse cilinderkop en een geïntegreerd inlaatspruitstuk. De constructie is simpel en helemaal afgestemd op het aandrijven van een generator. Daarom heeft de driepitter gewoon twee kleppen per cilinder en indirecte inspuiting. Duurdere techniek was volgens Barker vanwege het gebruiksdoel niet nodig.

Met een boring x slag van 76,0 x 95,5 millimeter heeft de driecilinder een inhoud van 1.299 cm³. Hij wordt geleverd met en zonder mechanische compressor. De ongeblazen uitvoering heeft een compressieverhouding van 10:1 en levert 38 kW bij 3.500 t/min. De geblazen versie (compressieverhouding 8,5:1) levert bij hetzelfde toerental 55 kW.

Het maximumkoppel van respectievelijk 107 Nm en 150 Nm wordt in beide uitvoeringen geleverd

Het monoblokontwerp bleek te duur te zijn. Het had geen geïntegreerd inlaatspruitstuk, maar een los (zwaarder) systeem.

bij 2.500 r/min. De ongeblazen motor weegt tussen de 51 en 54 kilo, de compressorvariant is vier kilo zwaarder. De generator en inverter (omvormer) wegen bij elkaar 43 kilo.

38 kW voldoende voor middenklasser

Het motorvermogen van 38 kW is niet bij toeval gekozen. Lotus zegt dat een gemiddelde middenklasser 35 kW nodig heeft om op de snelweg te kunnen meekomen (V-max = 110 km/h). Dat is exact het vermogen dat de aan de motor gekoppelde generator levert. Omdat bij het opwekken van stroom rekening moet worden gehouden met een vermogensverlies van 5% tot 10%, is het vermogen van de range extender op 38 kW gebracht. De compressor variant is om die reden gekoppeld aan een generator die 50 kW levert. Volgens Lotus vraagt de markt ook om een kleinere range extender. Die is er nu ook. Van de driecilinder is de middelste cilinder verwijderd en zo komt de inhoud op 866 cm³. De toerentallen waarbij het maximumvermogen (23 kW) en het maximumkoppel van 66 Nm vrijkomt, zijn gelijk aan die van de driecilinders. Het motortje weegt inclusief de 20 kW generator en inverter maar 70 kilo.

Montage in alle standen

Lotus biedt de range extender als set of los aan. Autofabrikanten, er zijn al vier serieuze gegadigden, hebben de keuze uit de set inclusief generator en elektronische regeling of de motor inclusief een door de fabrikant zelf te leveren generator en

De rechthoekige opening links naast de katalysator is de voorbereiding voor het oliecarter bij liggende montage. De overige tapgaten zijn bestemd voor de diverse motorsteunen die, afhankelijk van de motorpositie, kunnen worden gebruikt.





De tweecilinder is ontwikkeld voor het onderste segment. Een iets potentere versie is mogelijk om het gat met de driepitter te dichten.



De Evija 414 Evolution heeft twee elektromotoren met elk 152 kW vermogen en 400 Nm trekkraft. Ze drijven de achterwielen aan. Elektrische actieradius: 56 km.

elektronica. Alléén de motor kopen kan ook. Omdat de range extender praktisch geen last heeft van kantelneigingen bij lastwissels, die komen bij aandrijven van een generator bijna niet voor, kan hij in soepele rubbers worden opgehangen. Daardoor blijft de doorgave van, bij een driecilinder vrijwel onvermijdelijke trillingen, binnen de perken. Maar wil de afnemer een rustiger motorloop, dan kan optioneel voor een balansas worden gekozen. Ook qua brandstof zijn de Lotus-motoren flexibel. Ze lopen ook op ethanol of methanol. Ten opzichte van de gangbare motoren hebben de range extenders van Lotus nog een ander groot voordeel. Ze kunnen zowel staand, schuin als liggend worden gemonteerd. Dat geeft autobouwers veel vrijheid in de lay out van de aandrijflijn. Lotus kan al op korte termijn starten met de productie van range extenders. Bij 5.000 stuks per jaar wordt het rendabel.

Service-interval van een range extender

“Hoe zit het met de service-intervallen bij een range extender?”, vraagt ik aan Phil Barker. Dat blijkt nog een moeilijk onderwerp te zijn. Stel

de auto heeft een elektrische actieradius van 100 kilometer. Je hebt zowel thuis als op je werk een laadpaal en je woont pakweg 50 kilometer van je werk. Verder doe je de wekelijkse boodschappen ook binnen die straal van 100 kilometer. Dan kan het zo zijn dat de benzinemotor maanden niet draait. Aan een kilometerteller heb je dan niets. Een bedrijfsurenteller zoals op een boot zou een oplossing kunnen zijn. Maanden niet draaien zou ook technische complicaties kunnen geven. Barker denkt aan een paar opties: “We zouden ervoor kunnen kiezen om de motor af en toe te laten draaien teneinde het brandstofsysteem in goede conditie te houden. Maar het kan ook een optie zijn om tussentijds de motor te tornen via de generator. Die doet dan even dienst als elektromotor”. Aandachtspunt bij onderhoud is de elektrisch aangedreven airco aan boord van dit type auto. Dat maakt net als bijvoorbeeld bij de Toyota Prius een speciaal koudemiddel nodig. Daaraan mag geen smeermiddel zijn toegevoegd dat stroomgeleidend is.

Zelfdenkende elektronica bespaart energie

De elektronica van Lotus komt bij range extenders, parallel- en seriële hybrides en brandstofceltechnologie goed van pas. Er wordt

gewerkt aan een zelfdenkend systeem dat zich aanpast aan de rijstijl van de bestuurder en deze ook beschermt tegen overmatig energiegebruik. Voor dat laatste zouden navigatiesystemen die hoogteverschillen kunnen detecteren welkom zijn. Een dergelijk systeem zou kunnen anticiperen op eventuele hellingen in de route, de hoeveelheid benodigde energie opsparen en tegelijkertijd berekenen hoeveel er helling af weer wordt teruggewonnen. Maar extra energie terugwinnen kan ook op een andere manier. Daarbij komt het HALOsonic-systeem in beeld.

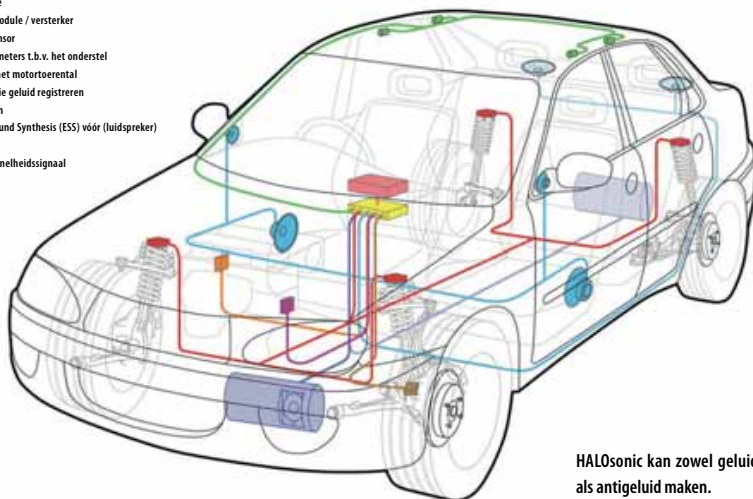
Anti- en neppeluid

Elektrische auto's zijn niet alleen voor de inzittenden, maar ook voor de buitenwereld stil en dat is niet geheel ongevaarlijk. Volgens een Amerikaans onderzoek is het risico dat tijdens bijvoorbeeld parkeer manoeuvres voetgangers worden aangereden door een elektrische auto, twee keer zo groot als bij 'gewone' auto's. Vandaar dat de Amerikanen aan regelgeving werken, waarin wordt bepaald wat het minimum geluidsniveau moet zijn dat elektrische auto's moeten maken. Ook in Japan gaan er stemmen op in die richting. Lotus heeft een geschikt systeem klaar. Samen met audiospecialist Harman heeft Lotus HALOsonic ontwikkeld. Dat kan zowel geluid als antigeluid maken. Het laatste wordt ingezet om storende geluiden van bijvoorbeeld motor, wind of wielophanging te elimineren. In de auto zijn diverse sensoren en microfoons aangebracht. Die vangen geluid op en beantwoorden dat met antigeluid in de juiste frequentie. Omdat daarvoor de reguliere luidsprekers van het audiosysteem worden gebruikt, is deze manier van geluidsreductie goedkoper en lichter dan aanbrengen van meer isolatiemateriaal. Het systeem wordt nu ook gebruikt voor het produceren van geluid buiten de auto. Boven de binnenspiegel is een camera gemonteerd die fietsers en voetgangers detecteert. Op het moment dat die in de baan van de auto dreigen te komen, gaat er een waarschuwingssignaal af. Dat komt



Achterin de 414 Evolution zijn twee elektromotoren gemonteerd. Pal daarvoor zit de range extender. Op de plaats van het achterbankje zit het Lithium Polymeer-accupakket. Dat kan via het reguliere netwerk worden opgeladen. Rechtsvoor de luidspreker van het HALOsonic-systeem. De camera voor voetgangerherkenning zit boven de binnenspiegel.

- Hoofdmodule
- Aansturingmodule / versterker
- Gaspedaalsensor
- Versnellingsmeters t.b.v. het onderstel
- Sensor voor het motoroerental
- Microfoons die geluid registreren
- Audiosysteem
- Electronic Sound Synthesis (ESS) vóór (luidspreker)
- ESS achter
- Sensor voor snelheidssignaal



HALOsonic kan zowel geluid als antigeluid maken.

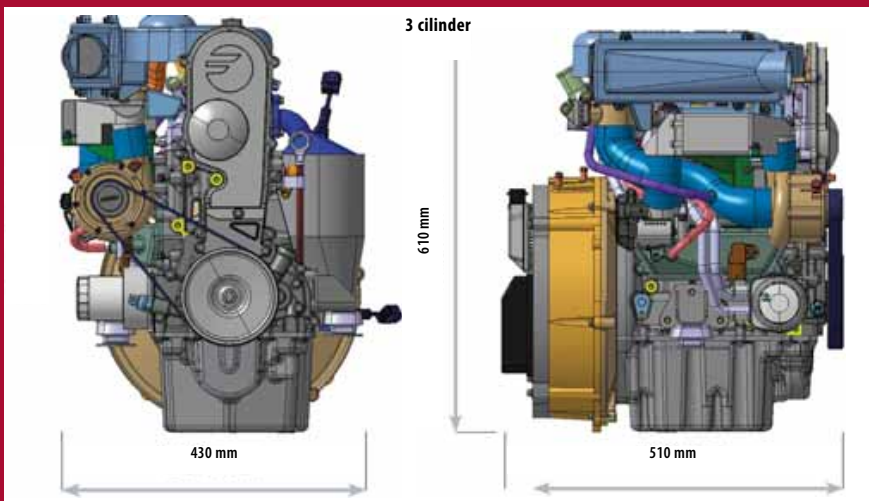
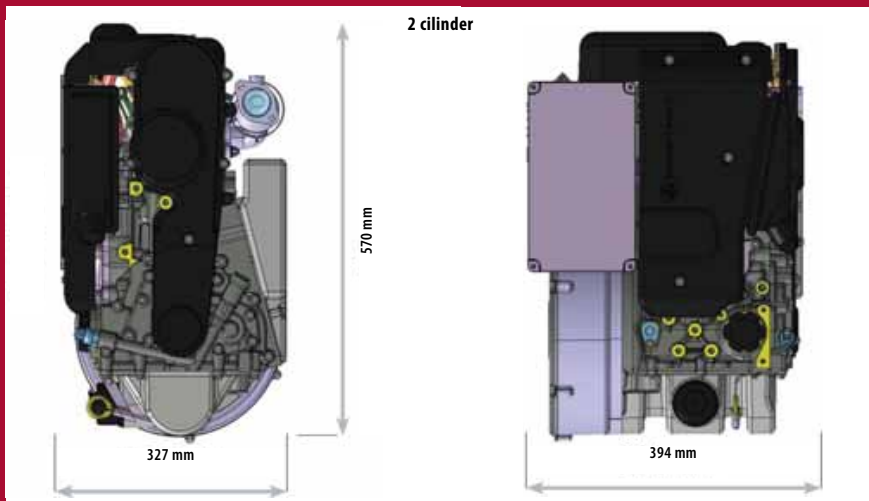


De luidspreker die fietsers en voetgangers moet waarschuwen zit achter de bumper.

uit een, achter de voorbumper gemonteerde, speaker. Discussie is er nog over de geluidssterkte, de richting van het signaal en soort signaal.

Emotie toevoegen

Elektrische auto's roepen weinig emoties op tijdens het rijden. De aandrijving is stil en de acceleratie verloopt traploos. Dat maakt het voor de bestuurder moeilijker om snelheid in te schatten. Je mist het motorgeluid en de schakelmomenten. Daar hebben ze bij Lotus iets op bedacht. HALOsonic kan elk gewenst geluid via de audio-installatie van de auto laten horen. In een proefopstelling zijn, via het door Lotus ontwikkelde graphic display (Human Machine Interface), diverse geluiden in te stellen. Zo kun je elektrisch rijden met het geluid van een V6 of V12, maar ook fancy geluiden instellen. Het systeem biedt ook kansen voor de aftermarket. Die kan gepersonaliseerde geluiden gaan ontwikkelen en leveren. Maar het kan nog 'echter'. In combinatie met het motorgeluid krijg je een virtuele zeventraps automaat. Op de kunstmatige 'schakelmomenten' wordt het koppel iets teruggewonnen waardoor je echt het schakel- en snelheidsgevoel krijgt. En dat is niet het enige. Je kunt ook daadwerkelijk, via peddels aan het stuur, terugschakelen. Dan remt de auto sterker af op de motor en daardoor wordt meer energie teruggewonnen dan bij het normaal laten uitrijden. Een goed anticiperende chauffeur kan zo zijn actieradius vergroten. Wordt elektrisch rijden toch nog leuk!



Zowel de drie- als de tweecilinder zijn compact gebouwd.



Via het touchscreen (Human Machine Interface) kunnen diverse functies, zoals het motorgeluid, worden ingesteld.