



Zo ziet de nieuwe F1-motor eruit, met enorme inlaat-luchtcoeler ernaast, en een fors pakket voor stroomopslag aan de andere kant.

Autosport concentreert op 1600 cc met turbo Nieuwe F1-motoren voor 2014

Nu al rijdt het Wereldkampioenschap Toerwagens en het Rally Wereldkampioenschap met 1.6 turbo viercilinders. Vanaf komend jaar sluit de F1 daarbij aan, maar dan met een V6 met deze inhoud. Het gaat om energiebesparing, die ook in langeafstandsraces de regels gaat bepalen. Hoe ziet dat eruit?

Met de invoering van KERS-systemen, terugwinning van remenergie, wilde de autosportfederatie FIA vanaf het seizoen 2009 laten zien dat ook de Formule 1 energiebewust bezig ging. Het was in 2010 alweer over, omdat bleek dat uitsluitend rijke teams een goed KERS-systeem konden ontwikkelen. Wat hun voorsprong vergrootte op armere collega's die zonder KERS reden. In 2011 was een KERS opnieuw toegestaan.

Maar naast zuiniger moest de F1 ook goedkoper worden, want de extreem hoge kosten verjaagden autofabrikanten uit de hoogste autosportklasse. Daarom zon de FIA op drastisch aangepaste reglementen, die per 2014 ingaan. Regels die aantrek-

kelijk zijn voor autofabrikanten, met technieken die dichter bij productiewagens liggen. Daarmee liet Honda zich al verleiden tot een terugkeer als motorbouwer voor McLaren in 2015.

Een soort hybrides

De verandering van de regels gaat dan ook veel verder dan downsizing van de motoren, van een ongeblazen 2.4 V8 naar een 1.6 V6 met turbo. Alleen op basis daarvan zou je zeggen: bijna hetzelfde als de WRC- en WTCC-auto's sinds 2011, behalve dat hun motoren maar vier cilinders tellen. Maar ze mogen geen energierugwinning gebruiken, en moeten constructief heel wat

dichter bij productiemotoren liggen. Een V6 uit de Formule 1 zal gauw dubbel zoveel vermogen leveren als een rally- of toerwagenracer. Om het brandstofverbruik te bedwingen koos de FIA voor de F1 de meest directe benadering. Er komt een limiet op de brandstofstroom van 100 kg/h. Een wat andere benadering is er voor langeafstandsraces, het World Endurance Championship (WEC). Ook hier komt een beperking van het verbruik in de hoogste klasse LMP1. Diesels blijven toegestaan, wat niet het geval is in WRC, WTCC of F1. De brandstofstroom wordt in de LMP1 beperkt tot 95,6 kg/h voor benzine of 83,4 kg/h voor diesel. Daarbij mogen dieselauto's ook maar 54,8 liter in hun tank hebben, tegen 66,9 liter voor benzine. In de F1 luidt verder de beperking dat maximaal 100 kg brandstof per race gebruikt mag worden. Het uitgangspunt is dat zowel in F1 als LMP1 energierugwinning gebruikt zal worden. Dat zal in de LMP1-klasse nog geen absolute noodzaak zijn, er komt een verdeling in LMP1-L en LMP1-H. Hierin duidt de L op een 'light'-klasse zonder energierugwinning en met lager minimaal wagentgewicht. De H staat voor hybrides, maar wel heel andere dan in de F1. Er is bij een LMP1-H auto geen

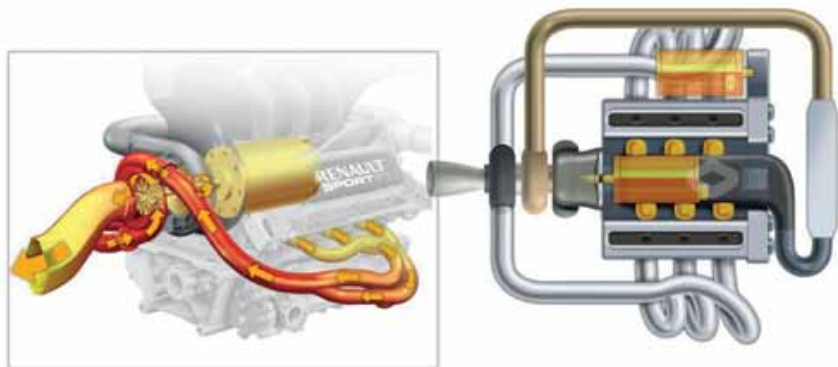
beperking op de toegepaste motor, in de LMP1-L geldt alleen dat de cilinderinhoud maximaal 5,5 liter mag zijn. Eigenlijk heel gemeen, veel minder dan in de F1 is de constructeur gebonden aan allerlei beperkingen. Als het maar een zuigermotor is met vier kleppen per cilinder. Verzin verder zelf maar wat, op voorwaarde dat de limiet op het brandstofverbruik wordt gehaald...

F1 met twee elektromotoren

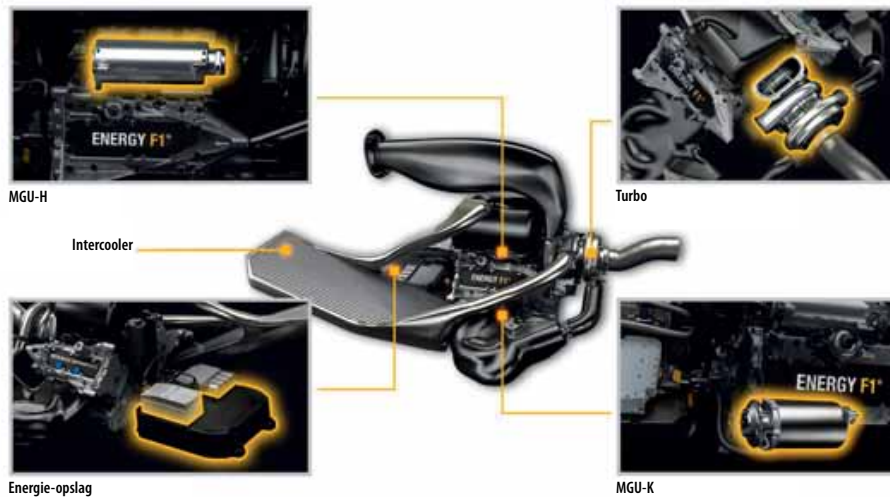
Voor de F1 gelden als altijd een heleboel voorschriften voor het motorontwerp (en ook de rest van de auto, uiteraard). Om te beginnen: gij zult één turbo gebruiken, met één uitlaatpijp, en geen verstelbare schoepen erin. Wat dat laatste betreft zijn VNT-turbo's bij benzinemotoren toch al uitzonderlijk, nu heeft alleen Porsche dat op de 911 Turbo. Het lijkt het dat een verstelbare turbo, die beter op toeren komt dan een gewone turbo, in de F1 ook niet zo nodig zou zijn. Er is namelijk een MGU-H toegestaan.

Ja, dat moesten wij ook even opzoeken. Het staat voor 'Motor Generator Unit - Heat'. We spreken van een elektromotor op de turbo. Die kan elektrische energie winnen door de turbo te vertragen als de coureur van het gas af gaat. Deze MGU kan ook de turbo elektrisch aandrijven om hem snel op toeren te krijgen. Kortom, de MGU-H laat de turbo snel reageren op wat de V6-motor doet.

Er is ook nog een MGU-K, met de K van kinetische energie. Aan de krukas van de V6 mag een elektromotor/generator worden gekoppeld die remenergie kan opslaan en hergebruiken. Dat gaat dan via een accu of supercondensatoren als tijdelijke energie-opslag. In diezelfde accu mag de MGU-H energie opslaan die uit de turbo is gewonnen. Het-geen inhoudt dat energie die aan de turbo wordt



Hoe gaat dat werken? De MGU-H achter de turbocompressor, die parallel aan de krukas moet liggen.



Nog een aggregatenoverzicht, met de MGU-K erbij die met een vaste overbrenging aan de krukas gekoppeld moet zijn.



Een enorme turbo, vergeleken met productiemotoren. Maar hier gaat kennis verworven worden over de meest ideale geometrie van turbinewielen, neem dat maar aan!

gewonnen ook gebruikt mag worden om via de MGU-K de benzinemotor te ondersteunen. Voor de hand ligt dat geen onbeperkte ondersteuning wordt toegestaan. De energie-opslag mag nooit meer dan 4 megajoule (MJ) bevatten, per ronde mag hij met maximaal 2 MJ vanaf de benzinemotor gevoed worden, hij mag maximaal 4 MJ per ronde teruggeven naar de aandrijving. Er staat geen beperking op hoeveel energie de MGU-H uit de uitlaatgassen haalt. Dat zou volgens Renault meer dan 2 MJ per ronde zijn, dus meer dan de remenergie die de MGU-K via de benzinemotor terugwint.

Houd ons overigens ten goede: de regels verplichten niet letterlijk dat energierecuperatie op elektrische wijze en met een accu wordt gedaan. Een systeem met een al dan niet elektrisch aangedreven vliegwielen in plaats van een accu, zoals bij de eerste KERS-systemen ook wel toegepast, blijft mogelijk.

Forse verschillen

Renault was er als motorleverancier vroeg bij om wat bekend te maken over hun 'Energy-F1' motor. Die hebben we maar als voorbeeld genomen, met

het voorbehoud dat een andere motorconstruc-tuur kans kan zien de regels een beetje anders toe te passen. Verwacht wordt dat de 1.6 V6 rond 441 kW/600 pk zal leveren. Daarbij mag uit de terugwinningssystemen maximaal 120 kW en 200 Nm koppel komen. Als we per ronde 4 MJ energie uit het opslagsysteem mogen halen kan de MGU-K elektromotor op maximaal vermogen ten hoogste 33,3 seconden meehelpen (4000 kJ gedeeld door 120 kW).

Keurig zet Renault een reeks regeltjes op een rij voor huidige en nieuwe F1. Nu mag maximaal 60 kW ondersteuning uit een KERS komen, en een miezige 0,4 MJ per ronde teruggewonnen worden. Dat wordt dus komend jaar dubbel zoveel vermogen en tienmaal zoveel energie. Daar staat tegenover dat het brandstofverbruik 37,5% lager zal moeten, en de brandstofstroom nog iets meer moet dalen. Waaruit volgt dat de 1.6 V6 alleen onmogelijk evenveel vermogen kan ophoesten als de 2.4 V8 van nu.

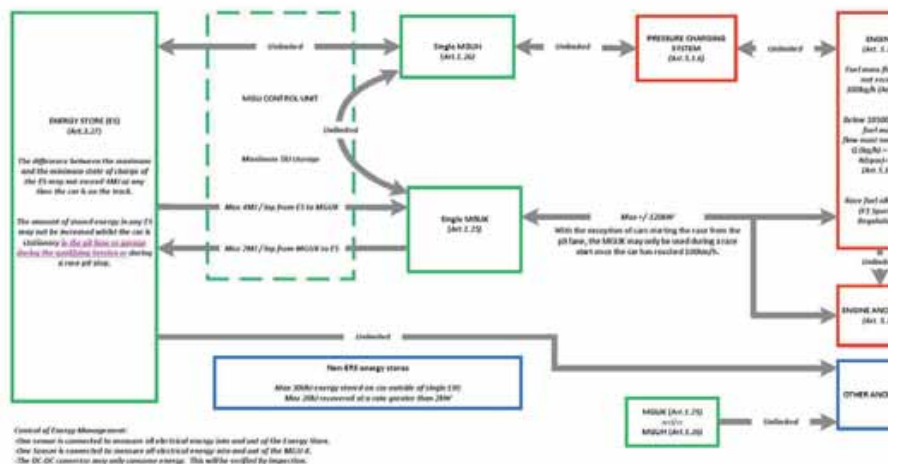
Hetzelfde valt af te leiden uit de beperking op toerentallen, waarin de benzinemotor terug moet van 18.000 naar 15.000 t/min maximaal. Nieuw is een beperking op het toerental van de MGU-K die aan de motor is gekoppeld, hij mag niet meer dan 50.000 t/min draaien. Ook zonder beperking blijft de huidige hulp volgens Renault ruim daaronder, op 38.000 t/min. Maar het is natuurlijk niet gezegd dat dit bij alle motorbouwers zo is, bovendien mag de elektrohulp komend jaar dubbel zo sterk zijn en zal het dus om heel andere elektromachines gaan.

Directe injectie

Er is ook een limiet op de MGU-H aan de turbo. Deze motor/generator dient onder 125.000 t/min te blijven, lezen we in de laatste versie van de FIA-regels. Een variabele overbrenging van de MGU's naar turbo of benzinemotor is overigens niet toegestaan.

Wat ook al niet mag is variabele kleptiming of kleplichthoogte. Specifiek alleen in 2014 is verboden om inlaatkanalen met variabele lengte toe te passen. Terwijl dat toch veelgebruikte technieken zijn bij productiewagens om prestaties en verbruik te optimaliseren. Maar het is tenminste al iets dat F1-motoren nu moeten omschakelen op directe injectie, waarschijnlijk ook technisch gezien een voorwaarde om het verbruik flink te verlagen. De tot nu gebruikte race-inspuiting met douche-injectoren bovenin de inlaatkelken werkt niet echt efficiënt.

Anderzijds was het wel effectief, afgaand op de woorden van Bernard Dudot die het F1-project van Renault leidde toen dat merk heel eigenzinnig in 1977 als eerste 1.5 turbomotoren inzette tegen de gangbare ongeblazen 3.0 aggregaten. Dudot bevestigt dat tien jaar later de 1.5 twinturbo-V6 die toen gebruikelijk was ruimschoots boven 1000 pk leverde. Dat zit er voor de nieuwe 1.6 turbo's niet meer in, alleen al omdat per rijder en per seizoen maar vijf motoren gebruikt mogen worden. Dat was acht stuks in dit seizoen, en onbeperkt in



Puzzelpagina voor de F1 teams, de toegestane energiestromen. Rood is de benzinemotor met nevenaggregaten, groen zijn de systemen voor energietewerwinning, blauw zijn andere nevenaggregaten zoals de telematica.

Cilinderkop met directe injectie, maximaal 500 bar inspuitdruk, dubbele ontstekings is niet toegestaan. Let op het blok naast de cilinderkop: is dat een turboregellek?

de glorieertijden van de 1.5 turbo's rond 1986. De nieuwe F1-motoren moeten stukken zuiniger en duurzamer zijn, dubbele reden waarom niet meer zulke extreme motorvermogens gehaald kunnen worden.

Daar komt bij, begrijpen we van chef programma's en klantenservice Axel Plasse, dat de nieuwe V6 met alle nevenaggregaten en koelers dubbel zoveel weegt als de V8 van nu met zijn KERS-systeem erbij. Die weegt maar 100 kg. Twee MGU's, een flink grotere accu en een inlaatluuchtcoeler erbij maken de kleinere V6 alles bijeen ruimschoots zwaarder.

Energiemanagement

Bij zulke ingrijpende nieuwe regels ligt in de lijn der verwachting dat briljante motorbedenkers de FIA nog wel voor problemen zullen stellen, door gaatjes in de regels te vinden waar nog niemand aan gedacht had. Maar de grote kunst zal ook liggen in een slimme strategie om de energiebronnen benzine en teruggewonnen energie in te zetten.

Sinds niet meer bijgetankt mag worden in F1-races is brandstofverbruik al meer van belang, maar de nieuwe verbruiksregels stellen veel meer

een beperking. Het is ook niet meer een kwestie dat de coureur dan maar ietsje minder gas moet geven als de benzinevoorraad te snel slinkt. De energietewerwinning gaat een grote rol spelen. Niet alleen in hoeveel gratis energie maximaal teruggewonnen kan worden als aanvulling op de toegestane 100 kg benzine. Maar ook waar, hoeveel en hoe lang tijdens een ronde energie uit de accu gebruikt kan worden. Want er is niet genoeg voor een hele ronde met hulpaandrijving op volle kracht.

De MGU-H op de turbo moet ook aangedreven worden tijdens acceleratie. Hoeveel stroom vergt dat, naast de 4 MJ die maximaal in de accu mag zitten? Wat wel mag is dat stroom die de MGU-H opwekt bij het vertragen van het turbinewiel direct gebruikt wordt om de MGU-K te laten meehelpen in de voortstuwing. Wat ook mag is dat de V6 niet alleen bij motorremwerking de MGU-K aandrijft, maar daarnaast op eigen vermogen helpt de accu bij te laden.

De sturing van al dat laden, ontladen, afremmen en aandrijven wordt een wetenschap op zich. Die wetenschap kan weer heel goed gebruikt worden om de sterk opkomende hybride-auto's op de weg beter te laten functioneren.