

HYBRIDE TECHNOLOGIE



▼ IN DEZE UITGAVE

INLEIDING	2	STRUCTUUR MET DIESELMOTOR	11	REMSYSTEEM	15
OMSCHRIJVING VAN EEN HYBRIDEAUTO	2	HOOGSPANNINGS-BATTERIJ	11	SYSTEEM MET LPG	16
FUNCTIONELE INDELING	3	STROOMOMVORMER	13	SYSTEEM MET CNG	17
STRUCTURELE INDELING	8	TRACTIE-SYSTEMEN VOOR HYBRIDEAUTO'S	13	VEELVOORKOMENDE PROBLEMEN	18
		KLIMAATREGELINGS-SYSTEEM	14	TECHNISCHE TOELICHTINGEN	19

INLEIDING

Waarom een hybrideauto kiezen?

De combinatie van een interne verbrandingsmotor en een elektrische motor maakt auto's efficiënter. Het elektrische systeem kan de energie van de remmen accumuleren in de vorm van elektriciteit en die opslaan in een batterij.

In auto's met een verbrandingsmotor gaat de energie die ontstaat door de wrijving tussen de remblokken en -schijven en de wrijving in de bewegende delen van de verbrandingsmotor verloren in de vorm van warmte wanneer de auto afremt tijdens het vertragen.

De elektrische energie van het remsysteem, geaccumuleerd in de batterij, wordt gebruikt om tractie te leveren bij de versnelling.

Dat levert aanzienlijke energiebesparingen op, vooral wanneer de rijomstandigheden vereisen dat er meer vertraagd en versneld wordt (rijden in druk verkeer, tussen verkeerslichten, op rotondes enz.). Maar het is niet voordelig bij constante snelheid op vlakke wegen zonder hoogteverschillen.

Anderzijds moedigen stijgende brandstofprijzen, toenemende vervuiling en nieuwe maatregelen tijdens periodes van sterke vervuiling in grootsteden – waarbij de meest vervuilende auto's uit het stadscentrum gebannen worden – heel wat bestuurders aan om bij de aankoop van een wagen sneller voor een duurzame auto te kiezen.



Voordelen

- Ze werken met brandstof die beschikbaar is in elk benzinstation;
- Lager brandstofverbruik in de stad;
- Lage uitstoot;
- Efficiënt in steden;
- Stillere in vergelijking met auto's met interne verbrandingsmotor;
- Recuperatie van de remenergie;
- De elektrische motor en batterij bieden een langere garantie dan interne verbrandingsmotoren.

Nadelen

- Hoge aankoopprijs in vergelijking met auto's met interne verbrandingsmotoren;
- Herstellingen moeten door gespecialiseerde technici gebeuren;
- Batterijen hebben een grote impact op het milieu als ze niet goed gerecycleerd worden;
- Herstellingen aan het elektrische systeem leveren een meerkost op;
- Het beschikbare gamma is beperkt.

OMSCHRIJVING VAN EEN HYBRIDEAUTO

Een hybrideauto of -machine werkt op twee verschillende technologieën. In het algemeen zijn hybrideauto's uitgerust met twee types motoren die verantwoordelijk zijn voor het tractie-/aandrijfsysteem. Ze kunnen ook energie recupereren uit de vertraging van de auto en die energie opslaan.

Meestal wordt een verbrandingsmotor met een elektrische gecombineerd. De verbrandingsmotor drijft het tractiesysteem aan, waardoor de auto versnelt als hij al in beweging is. De elektrische motor verhoogt dan weer het koppel waardoor de auto vanuit stilstand begint te accelereren.



Hoewel hybrideauto's aan een opmars bezig zijn, is deze technologie zo oud als de auto zelf. De eerste hybrideauto dateert van 1900. De Lohner-Porsche Mixte was een hybrideauto met een elektrische motor op elk voorwiel, terwijl een interne verbrandingsmotor de achterwielen aandreef.



Er bestaan ook "hybrid fuel-auto's". Die zijn uitgerust met een interne verbrandingsmotor die op twee brandstoffen kan rijden, zoals LPG (Liquefied Petroleum Gas) en CNG (Compressed Natural Gas).

Auto's kunnen standaard uitgerust worden met een hybride brandstofsysteem, of omgebouwd worden bij een erkende garage. Door de aard van gasverbranding wordt een benzinemotor gebruikt, met een brandstofrail op het inlaatspruitstuk.

Het grootste verschil is dat ze uitgerust zijn met twee afzonderlijke brandstoftanks - één voor benzine en één voor gas. Ze hebben ook twee openingen voor het bijtanken.



FUNCTIONELE INDELING

Autoproducenten kozen voor diverse technologische modellen op basis van de graad van elektrische integratie. De verschillende technologische modellen hangen af van de kost en complexiteit van de systemen die ze aan boord hebben. De verschillende types hybrideauto's kunnen ingedeeld worden op basis van de bedrijfsspanning en de capaciteit van de batterijen, met andere woorden volgens hoe ze de motor aandrijven en de energie gebruiken.

Deze criteria leveren de volgende categorieën op:

- microhybrideauto's
- halfhybrideauto's
- volledige hybrideauto's
- plug-inhybrideauto's

De graad van de elektrische integratie hangt af van de aan- of afwezigheid van de volgende functies:

- start-stop
- regeneratief remmen
- elektrische bekrachtiging
- 100% elektrische tractie
- extern opladen van de batterij

type	start-stop	regeneratief remmen	elektrische bekrachtiging	100% elektrische tractie	extern opladen van de batterij
microhybrideauto's	Ja	Ja	Nee	Nee	Nee
halfhybrideauto's	Ja	Ja	Ja	Nee	Nee
volledige hybrideauto's	Ja	Ja	Ja	Ja	Nee
plug-inhybrideauto's	Ja	Ja	Ja	Ja	Ja

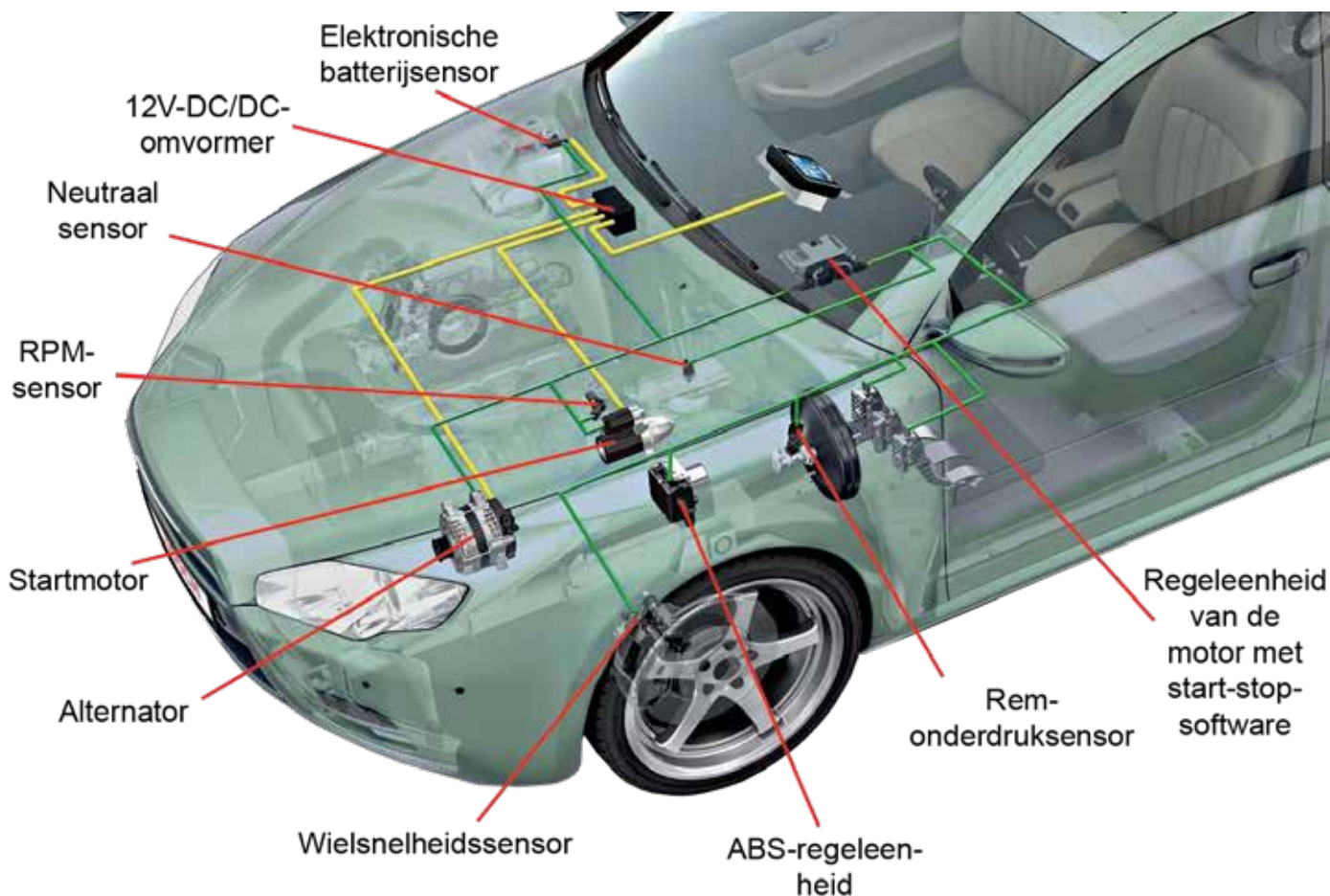
Microhybrideauto

De wetgeving rond de uitstoot van auto's heeft een grote invloed gehad op producenten. Auto's worden vaker uitgerust met een automatisch start-stopsysteem dat het brandstofverbruik en de uitstoot vermindert in stedelijke gebieden.

Microhybrideauto's zijn het goedkoopste en meest verspreide model sinds 2010. Het energiesysteem gebruikt een 12V-laagspanningscircuit maar gebruikt AGM-batterijen met VRLA-technologie die een groter energievermogen hebben om een groter aantal starts aan te kunnen. Microhybrideauto's laden zich hoofdzakelijk op wanneer de auto vertraagt. De alternator laadt de batterij op, zonder het vermogen naar de verbrandingsmotor te verminderen als hij versnelt.

Het elektrische energiemangement waakt erover dat de verbrandingsmotor automatisch start, afhankelijk van de verschillende bedrijfsomstandigheden. De voornaamste eigenschappen van microhybrideauto's zijn:

- Automatische start-stop;
- Regeneratie tijdens het remmen.



Halfhybrideauto

Deze technologie gaat een stap verder dan de start-stopsystemen, om de kost van de auto te beperken.

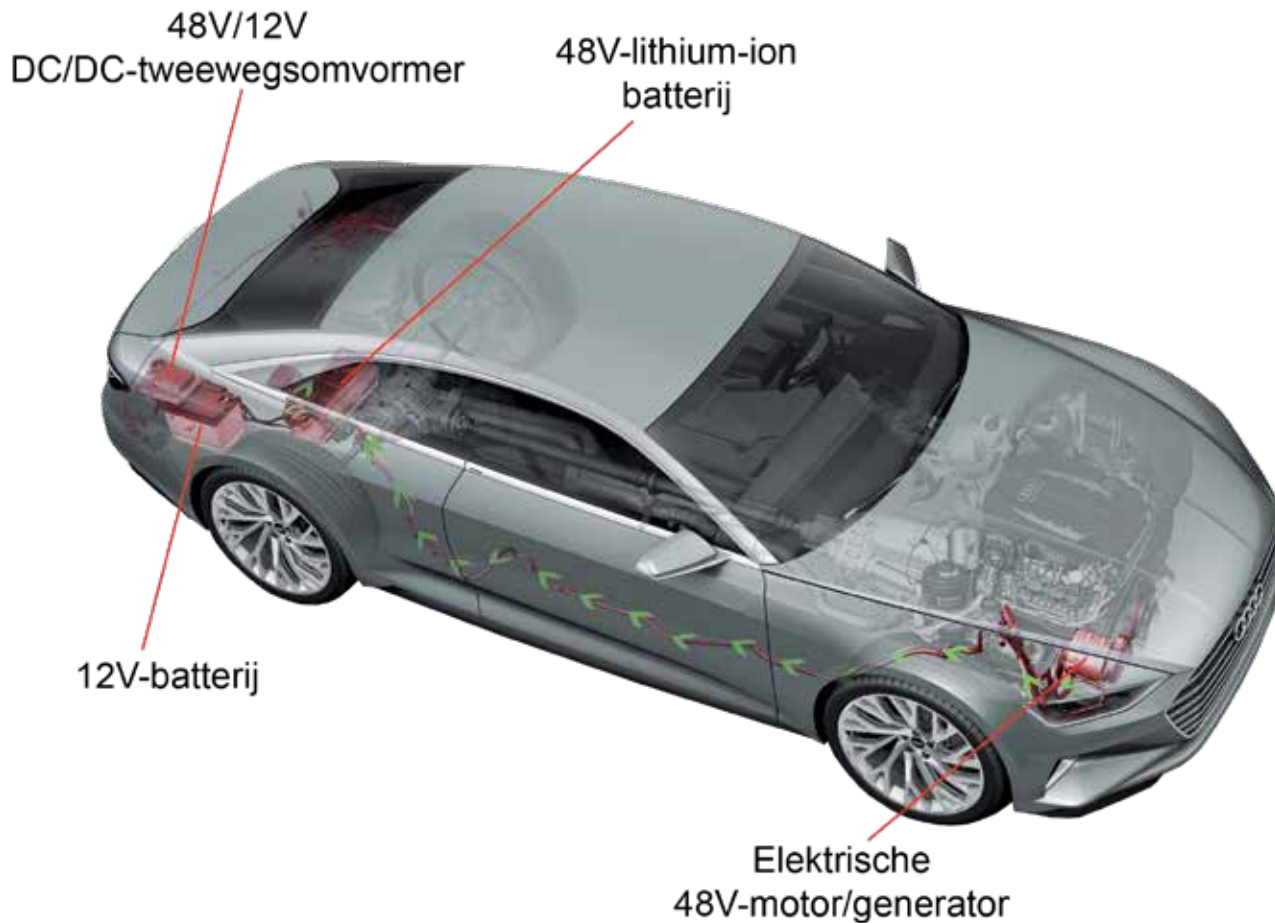
Normaal wordt een omkeerbare alternator of motor/generator geïntegreerd in het transmissiesysteem van de auto. Die start de verbrandingsmotor en laadt de batterij op maar biedt ook een zekere tractiebekrachtiging tijdens de initiële start.

Om deze bekrachtiging te ondersteunen, volstaat het conventionele 12V-circuit van de auto niet. Daarom besloten producenten als Valeo en Bosch om een tweede 42-48V-circuit met een grotere lithium-ion-batterij te integreren om de elektrische motor/generator rechtstreeks aan te drijven. Een DC/DC-omvormer reduceert de spanning naar 12V

om de conventionele batterij op te laden en de rest van het elektrische circuit te voeden.

De motor/generator heeft niet genoeg stroom om de volledige auto aan te drijven, maar biedt wel een bepaalde bekrachtiging die het brandstofverbruik en de uitstoot tot 15% vermindert. De voornaamste functies van halfhybrideauto's zijn:

- Automatische start-stop;
- Regeneratie tijdens het remmen;
- Bekrachtiging tijdens de start en initiële versnelling.



Volledige hybrideauto

Volledige hybrideauto's zijn uitgerust met een hoogspanningsbatterij met genoeg energievermogen om de wagen met een elektrische motor aan te drijven, maar onderhevig aan een aantal beperkte gebruikswaarden.

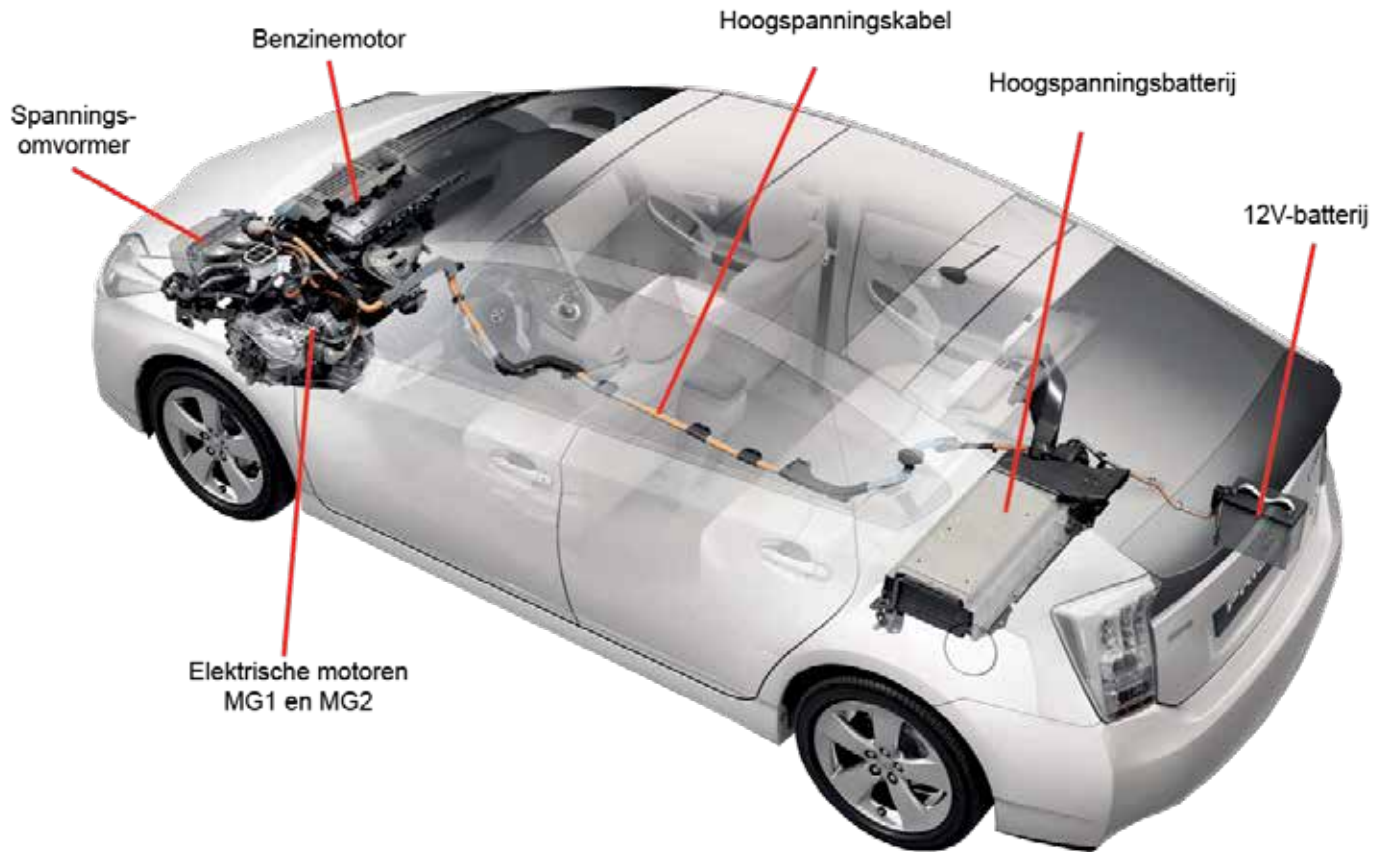
De gebruikte batterijtechnologie is normaal een nikkel-metaalhybride. De nominale spanning van de batterij in hybrideauto's gaat van 101 volt (0,6 kWh) in de Honda Insight tot 201,6 volt (1,3 kWh) in de Toyota Prius.

Normaal wordt de volledig elektrische tractie gebruikt om de motor te starten, zonder daarvoor een beroep te doen op de verbrandingsmotor, omdat die dan het meest verbruikt en vervuilt. De Toyota Prius heeft een autonomie van bijna 2 km met een maximumsnelheid van 50 km/u. Bij interstedelijk rijden wordt de auto aangedreven door de verbrandingsmotor, met een elektrische motor die enkel bijdraagt wanneer de auto maximale prestaties levert.

Tijdens de vertragingfasen kunnen hybrideauto's op dezelfde manier de elektrische motor als generator gebruiken om de kinetische energie in elektrische energie om te zetten, die bewaard wordt in de batterij. Dat betekent dat de gerecupereerde energie gebruikt kan worden om de elektrische motor bij de volgende versnelling aan te drijven.

Die strategie vermindert aanzienlijk de uitstoot van verontreinigende stoffen. Niet alleen tijdens het starten en het stoppen, maar ook tijdens bekrachtigde versnelling of versnelling die enkel van elektrische aandrijving gebruikmaakt. De voornaamste functies van volledige hybrideauto's zijn:

- Automatische start-stop;
- Regeneratie tijdens het remmen;
- Bekrachtiging tijdens de start en initiële versnelling;
- Beperkte volledig elektrische tractie.



Plug-inhybride

Bij plug-inhybrideauto's is de bedrijfsspanning van de batterij gelijk aan of groter dan die van hybrideauto's. Bijvoorbeeld 207 volt bij de plug-in Toyota Prius en 345 volt bij de Volkswagen GTE.

De courantste batterijtechnologie is lithium-ion, die een grotere energiedichtheid heeft dan nikkel-metaal hybridebatterijen. De energiecapaciteit is aanzienlijk groter, tussen 5,2 kWh bij de Prius en 8,8 kWh bij de VW GTE.

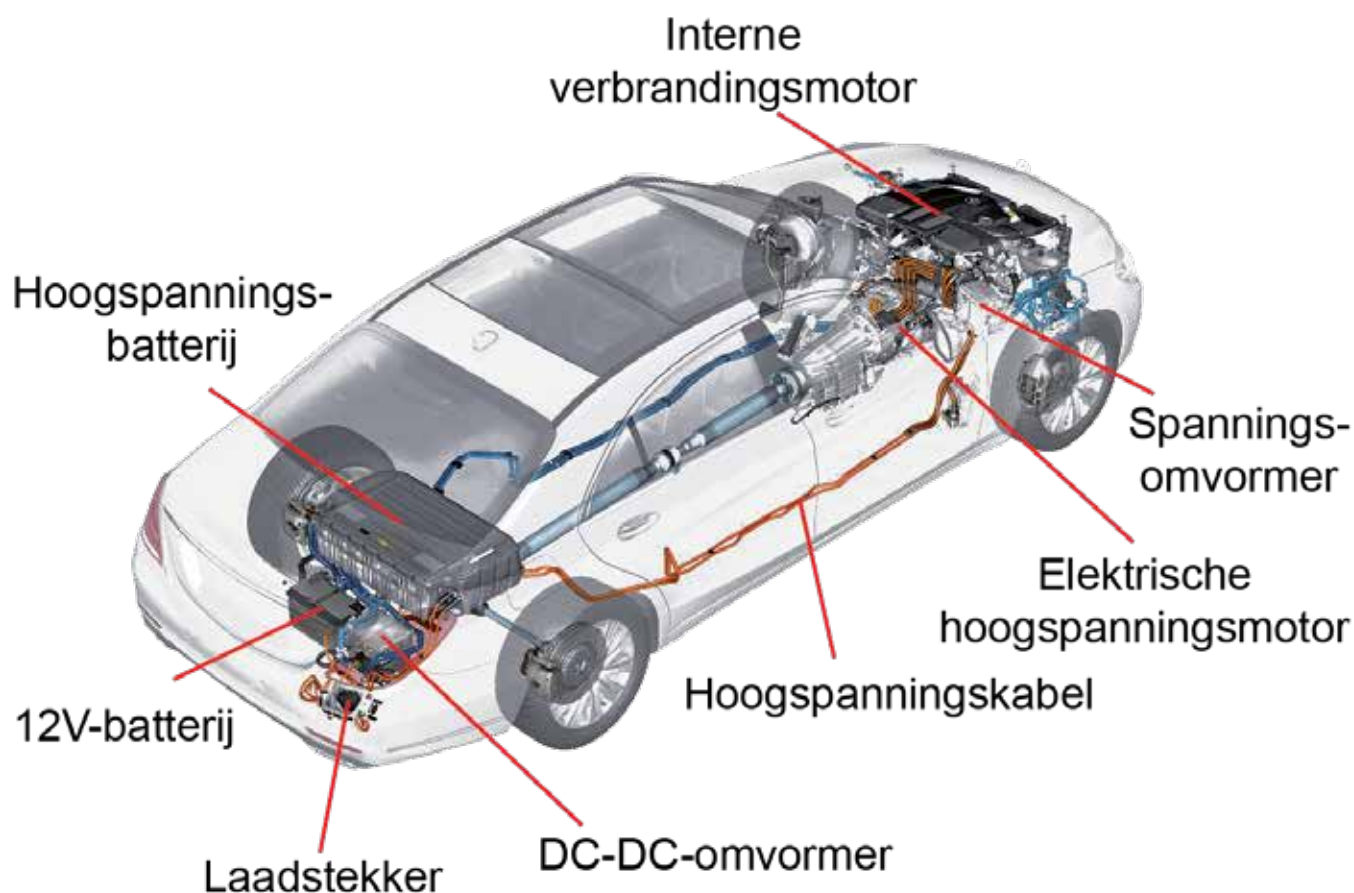
Deze auto's werken zoals gewone hybrides, maar ze kunnen langer volledig elektrisch rijden, tussen 30 en 50 km. Door de grotere elektrische capaciteit kan de auto meer – en langer – alternen met een volledig elektrische rijmodus in vergelijking met hybrideauto's.

Het voornaamste verschil in vergelijking met hybrideauto's is dat ze op het stroomnet kunnen aangesloten worden om de batterij te herladen. Dat vermindert het brandstofverbruik aanzienlijk wanneer de bestuurder met een volle batterij een lange rit start. In tegenstelling tot elek-

trische auto's hebben ze geen problemen met het bereik, ook al daalt het batterijniveau.

Maar de batterij opladen via de verbrandingsmotor met diesel of benzine is niet doenbaar. De voornaamste functies van plug-inhybrideauto's zijn:

- Automatische start-stop;
- Regeneratie tijdens het remmen;
- Bekrachtiging tijdens de start en initiële versnelling;
- Beperkte volledige elektrische tractie;
- Extern opladen van de batterij.



Afkortingen

Auto's die gedeeltelijk of volledig elektrisch rijden, krijgen een afkorting:

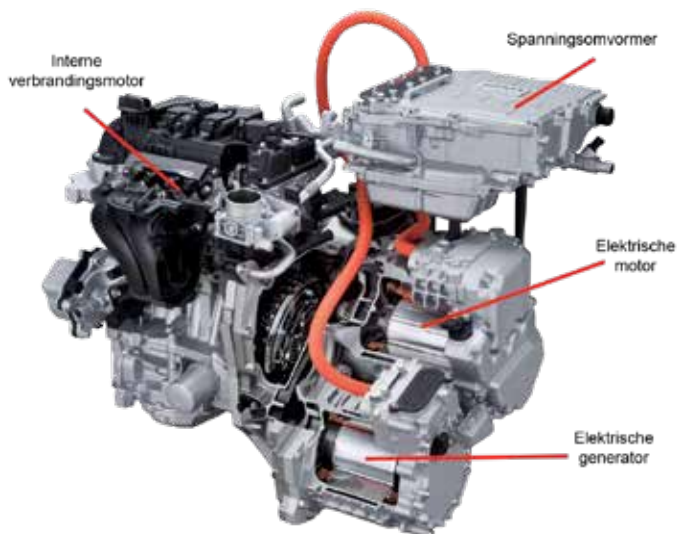
- **MH (Microhybride):** Deze modellen zijn uitgerust met een conventionele verbrandingsmotor en een start-stopsysteem om brandstofverbruik en uitstoot in de stad te verminderen. Ze gebruiken een extra toestel dat energie recupereert om de batterij te herladen. Een voorbeeld van zo'n auto is de C5 e-HDi.
- **MHEV/IHEV (Mild Hybrid Electric Vehicle/Intelligent Hybrid Electric Vehicle)** Dat zijn modellen die uitgerust zijn met een elektrisch circuit van 48V. Ze hebben ook een extra 48V-batterij en een alternator die de auto in beweging brengt. Een voorbeeld van zo'n auto is de Honda Civic IMA.
- **EV/ZE (Electric Vehicle/Zero Emissions):** Auto's die elektrische energie gebruiken voor de volledige of gedeeltelijke tractie (samen met een andere aandrijfkracht). Een voorbeeld van zo'n auto is de Renault ZOE.
- **HEV (Hybrid Electric Vehicle):** Deze categorie omvat alle hybrideauto's met een interne verbrandingsmotor en een of meer elektrische motoren. Een voorbeeld van zo'n auto is de Toyota Prius.
- **PHEV (Plug-in Hybrid Electric Vehicle):** Dit is de volgende stap in de technologie van klassieke hybrides. Bij deze auto's kan je de batterijen in een laadstation opladen. Ze bevatten grotere en krachtigere batterijen waarmee ze de eerste 20 tot 40 kilometers kunnen afleggen met enkel de opgeslagen elektrische energie. Ze kunnen ook op de interne verbrandingsmotor rijden om in de stad op de batterij te rijden. Een voorbeeld van zo'n auto is de Volkswagen GTE.
- **EREV (Extended Range Electric Vehicle):** Dit zijn volledige hybrides, maar hun voornaamste eigenschap is dat ze ongeveer 60 km kunnen rijden met de elektriciteit in hun batterijen. Zijn die leeg, dan spreekt de wagen zijn conventionele verbrandingsmotor aan. In tegenstelling tot andere hybrides biedt deze motor geen tractie en doet hij enkel dienst als een generator die de elektriciteit levert voor de elektrische motor om de wagen aan te drijven.

STRUCTURELE INDELING

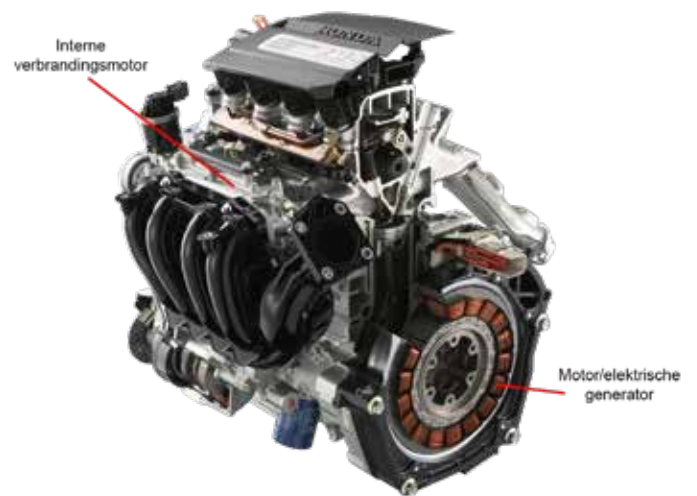
Batterijen, weerstanden en andere elektrische onderdelen kunnen op verschillende manieren met elkaar verbonden worden voor verschillende eindresultaten. Hetzelfde geldt voor hybrideauto's. Ze zijn uitgerust met een interne verbrandingsmotor en een of meerdere elektrische motoren. Ze kunnen op de volgende manieren gecombineerd worden:

- Seriecombinatie;
- Parallele combinatie;
- Serie-parallelcombinatie.

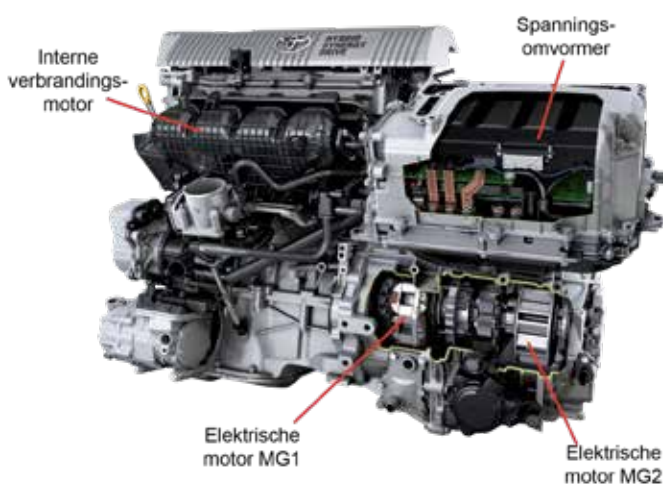
Deze indeling kijkt naar de configuratie van de energiestroom en de kinematische keten. Vanaf het moment dat de energie door de keten loopt tot ze naar de wielen overgedragen wordt. En de manier waarop de verbrandings- en elektrische motoren in die stroom functioneren.



Mechanica van een seriehybrideauto (Motor van de Nissan Note e-Power)



Mechanica van een parallelle hybrideauto (Motor van de Honda Civic IMA)



Mechanica van een gemengde hybrideauto (Motor 2ZR-FXE van Toyota)

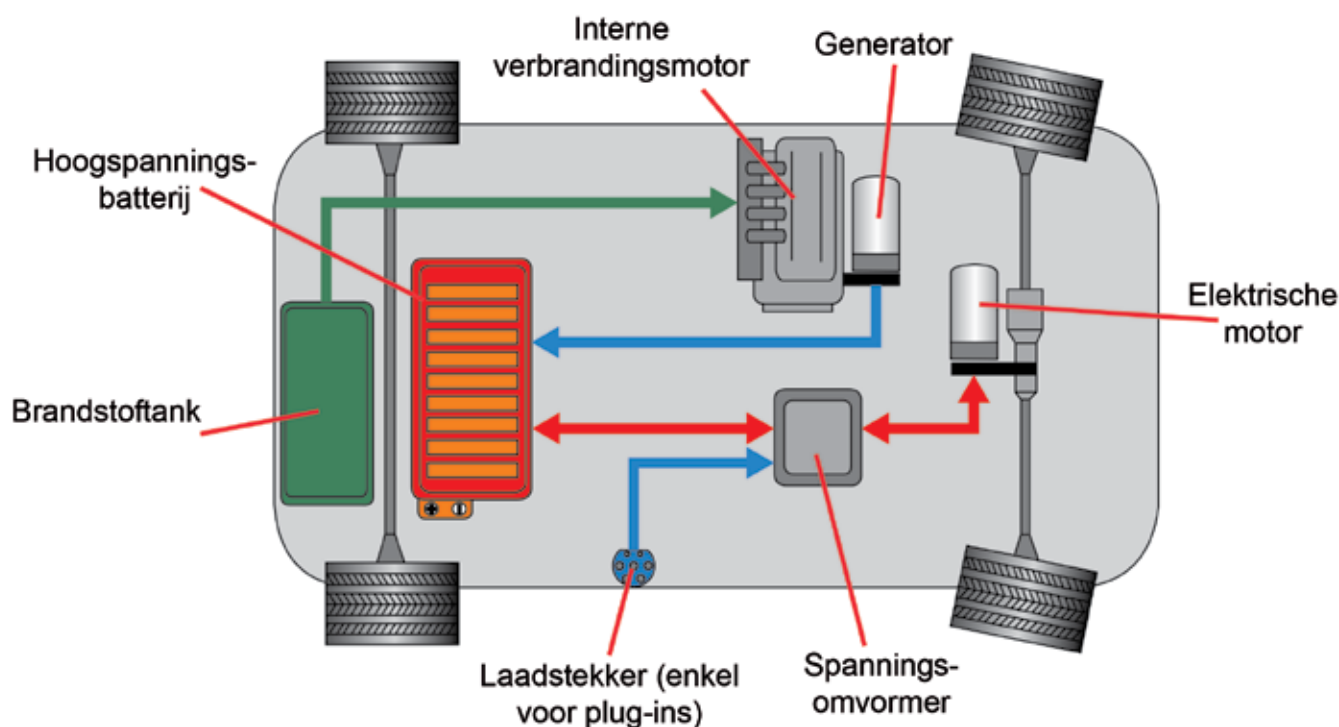
Seriecombinatie

In een seriecombinatie wordt de mechanische energie overgedragen op de wielen via één enkele motor, de elektrische motor.

De interne verbrandingsmotor start de elektrische generator die elektrische energie voortbrengt. Die wordt opgeslagen in de batterij en dan overgedragen op de elektrische tractiemotor. Dat is de enige motor die de wielen in beweging brengt.

In deze configuratie wordt de energie sequentieel overgedragen van de ene toestand naar de andere, in één enkele kinematische keten. Met andere woorden, de wielen kunnen niet door beide motoren tegelijk aangedreven worden.

Een voorbeeld van deze configuratie is de Opel Ampera en de Nissan Note e-Power. Om de batterij tijdens de vertraging te herladen, functioneert de elektrische motor als generator die de batterij laadt.

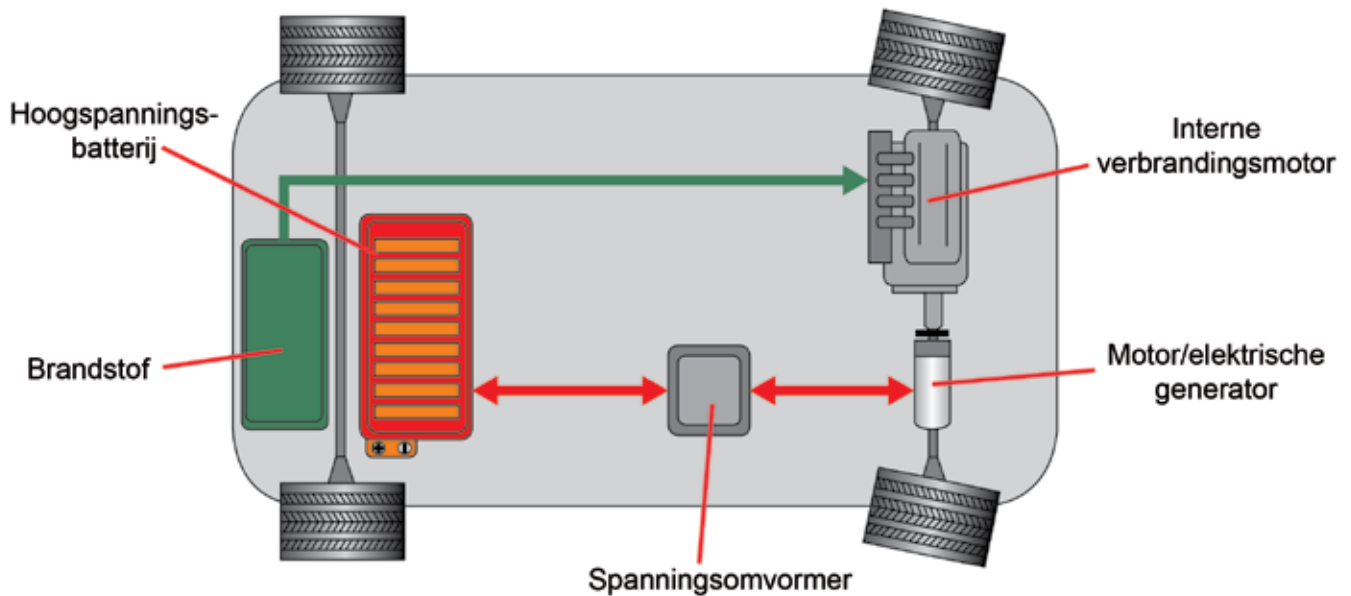


Parallele combinatie

Dit is het courantste hybridesysteem. In deze configuratie kan de auto werken met hybride tractie van zowel de verbrandingsmotor als de elektrische motor, die op hetzelfde moment de wielen aandrijven. Het gaat om een parallelle energiestroom met twee kinematische ketens. Afhankelijk van de bedrijfsomstandigheden kunnen de wielen door de verbrandingsmotor alleen aangedreven worden terwijl de batterij tegelijkertijd oplaadt. Of alleen door de elektrische motor met de geaccumuleerde energie in de batterij om brandstof te besparen.

De elektrische motor is geïnstalleerd op een punt in de kinematische keten, normaal tussen de motor en de transmissie. Als de energiestroom geïnverteerd wordt tijdens het remmen, regeneert de elektrische motor de batterij.

Voorbeelden van deze configuratie: de HONDA Civic en de HONDA Insight, waarin dankzij het IMA-systeem (Integrated Motor Assist) de tussen het vliegwiel en de koppeling geïnstalleerde elektrische motor de transmissie kan aandrijven met de verbrandingsmotor.



Serie-parallelcombinatie

Dit gemengde hybridesysteem kan beide configuraties gebruiken om de energie naar de wielen over te brengen: in serie en in parallel. Daarvoor gebruikt het systeem een 'power split'-mechanisme dat de bijdrage van de elektrische motor en de bijdrage van de interne verbrandingsmotor regelt om de wielen aan te drijven.

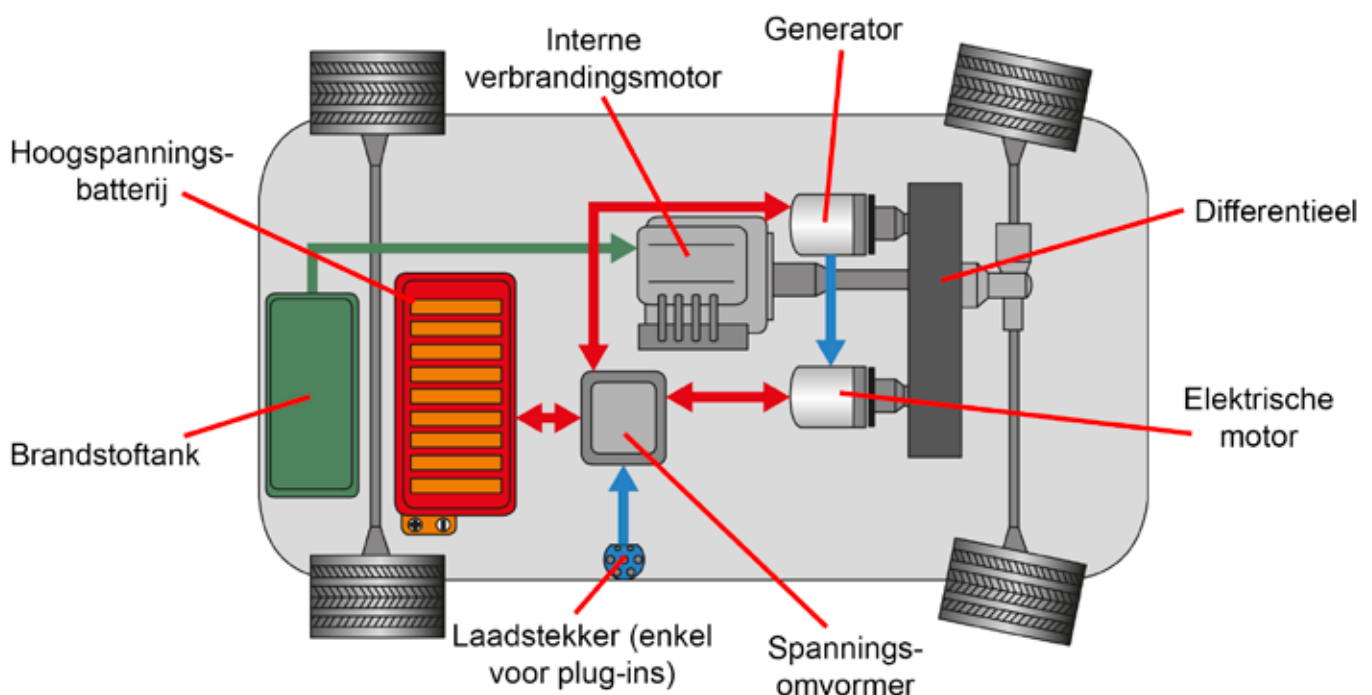
Dat mechanisme bestaat uit planeetwielen. Dankzij die planeetwielen kan de energie in serie of parallel van beide motoren gecombineerd worden op basis van het koppel en het door de bestuurder gevraagde vermogen.

Doorgaans begint de configuratie bij de initiële start in serie omdat de elektrische motor de wielen doet bewegen. Als de auto een bepaalde snelheid heeft bereikt en de auto meer capaciteit nodig heeft, zet de interne verbrandingsmotor de elektrische motor kracht bij om de wielen voort te bewegen en dan schakelt de configuratie naar parallelle combinatie over.

Bij een lager vermogen kan de auto op 100% elektrische kracht rijden en, afhankelijk van de batterijlading, wordt de verbrandingsmotor uitgeschakeld zolang de batterijlading optimaal blijft. Indien niet, treedt de interne verbrandingsmotor in werking om de batterij op te laden, zonder die energie naar de wielen over te brengen. De configuratie schakelt dan om naar serie.

In dit type combinatie is achteruit altijd volledig elektrisch en de krachtverbrenging normaal in serie. Tijdens het regeneratieve remmen kan de elektrische motor dankzij het 'power split'-mechanisme de batterij herladen. De verbrandingsmotor wordt dan van de kinematische keten losgekoppeld.

Voorbeelden van auto's met een gemengde transmissieketen zijn de Toyota Prius en de Lexus RX400h.



STRUCTUUR MET DIESELMOTOR

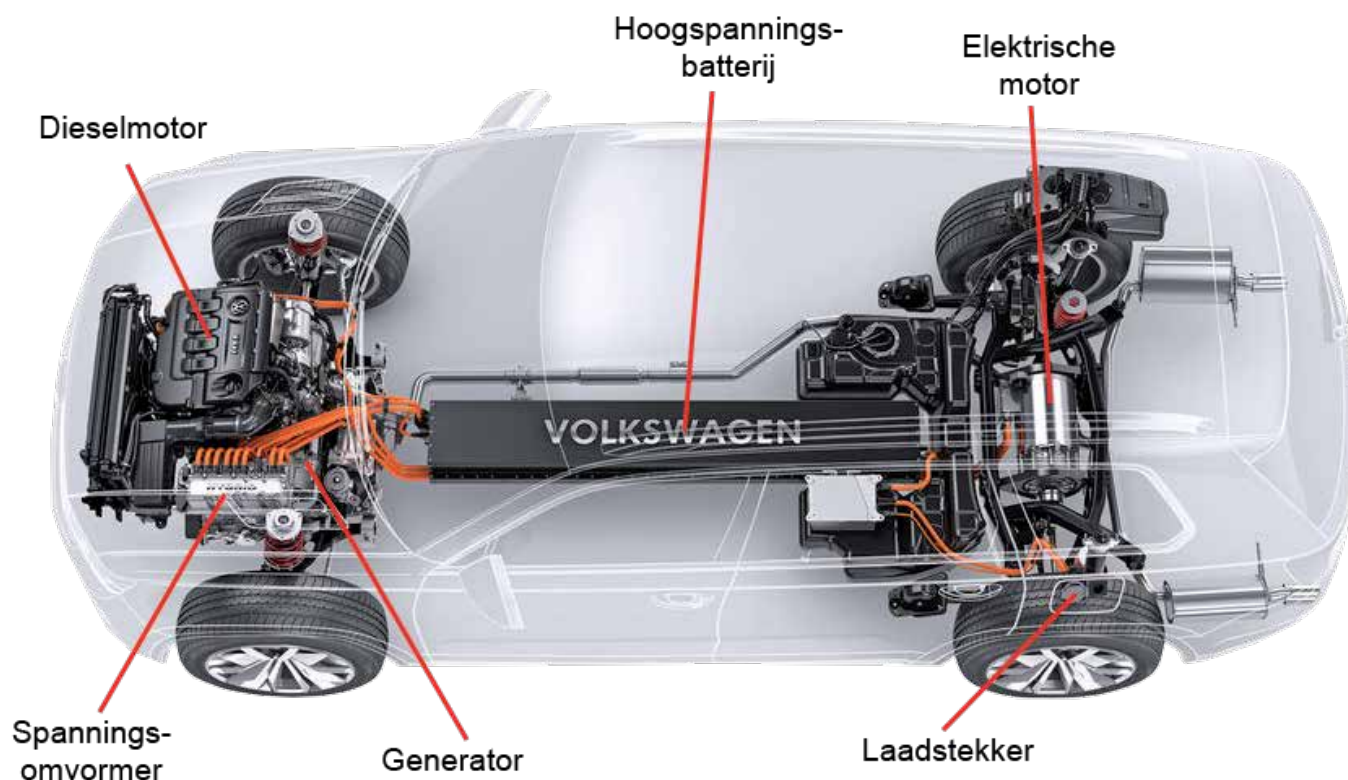
Er zijn momenteel verschillende autoproducenten op de markt die hybrideauto's met dieselmotoren ondersteunen. Een dieselmotor in een hybrideauto is nuttig vanwege het lage brandstofverbruik van dit type motor. Ze hanteren doorgaans een parallelle combinatie, maar de elektrische motor kan op de voor- of achteras geïnstalleerd worden.

Ondanks het lage brandstofverbruik wordt deze hybridecombinatie niet gebruikt voor nutsvoertuigen omdat dieselauto's meer vervuilen en in de toekomst mogelijk niet meer conform de Europese richtlijnen met betrekking tot de minimumuitstoot zijn, in tegenstelling tot hybrideauto's met benzinemotoren.

Er worden ook nieuwe hybridedieselmotoren ontwikkeld voor industriële voertuigen, zoals de Volvo 7900 Hybrid Electric-bus, die een

240 HP-dieselmotor met 4 cilinders en een 150 kW elektrische motor met een maximaal koppel van 1200 Nm combineert.

Dankzij de samenwerking met Siemens is de bus uitgerust met een nieuw laadsysteem met een hoge capaciteit waardoor hij de batterijen in laadstations langs de weg in slechts 6 minuten kan opladen. Hij beschikt over een lithium-ionbatterij met een totale capaciteit van 19 kWh, waarmee hij elektrisch tot wel 7 km kan afleggen tussen laadtijden. De bus rijdt vooral elektrisch, maar als er extra vermogen nodig is, of als de batterij naar een ingesteld niveau terugvalt, schakelt de bus over naar een hybride werking, aangedreven door beide motoren.



HOOGSPANNINGSBATTERIJ

Omschrijving

Een batterij is elk toestel dat energie in chemische vorm opslaat om later in elektrische vorm vrij te geven wanneer het verbonden is met een elektrisch circuit. Ze bevindt zich doorgaans onder de vloer van het voertuig om het gewicht tussen de voor- en achteras van de auto in balans te houden en een laag massamiddelpunt te behouden. Daardoor is een optimale tractie mogelijk en blijft de auto goed stabiel.

Bij hybride- of elektrische auto's worden de batterijen voor systemen met een hoge spanning tractie- of HV-batterijen (High Voltage) genoemd. Die gaan van 150 tot 450 volt.

Om de energie-efficiëntie te verbeteren, worden deze batterijen uitgerust met een autonoom koelsysteem dat de cellen op optimale bedrijfstemperatuur houdt. Dat met lucht, via een turbine. De lucht wordt al dan niet gekoeld door het aircosysteem van de auto.

Voor de veiligheid van deze batterijen is er een tweepolige automaat ingebouwd om de positieve en negatieve polen van de tractiebatterij losgekoppeld te houden van de rest van de auto-installatie. Dat is een veiligheidssysteem dat voorkomt dat gevaarlijke stroom in de rest van de bekabeling en hoogspanningscomponenten voorkomt.



Indeling volgens herlaadmethode

Batterijen worden ook ingedeeld volgens de herlaadmethode. Die kan primair of secundair zijn.

Primaire batterijen

Ze kunnen niet herladen worden, hun gebruik is eenmalig. Ze hebben normaal lage zelfontladingsniveaus en een hoge energiedensiteit. Bij hybride- en elektrische auto's zijn er tests uitgevoerd om aan te tonen dat ze de autonomie van een secundaire batterij bijna kunnen verdubbelen. Toch worden ze niet gebruikt vanwege de hoge vervangingskost, omdat ze niet herladen kunnen worden.

Secundaire batterijen

Secundaire batterijen kunnen na elke ontlading herladen worden. Ze presteren goed bij een hoge stroomsterkte. De bekendste zijn loodzuur, nikkel-metaalhydride, lithium-ion enz. Ze worden gebruikt in de auto-industrie in zowel conventionele 12V-voertuigen als in hybride- en elektrische auto's.

Gebruikte productiematerialen

Het voornaamste verschil tussen de batterijen en het geleverde vermogen en de nominale spanning ligt hoofdzakelijk in het materiaal dat ge-

bruikt wordt om de gebruikte elektrodes en elektrolyten te produceren. De batterijen die het vaakst gebruikt worden op de markt:

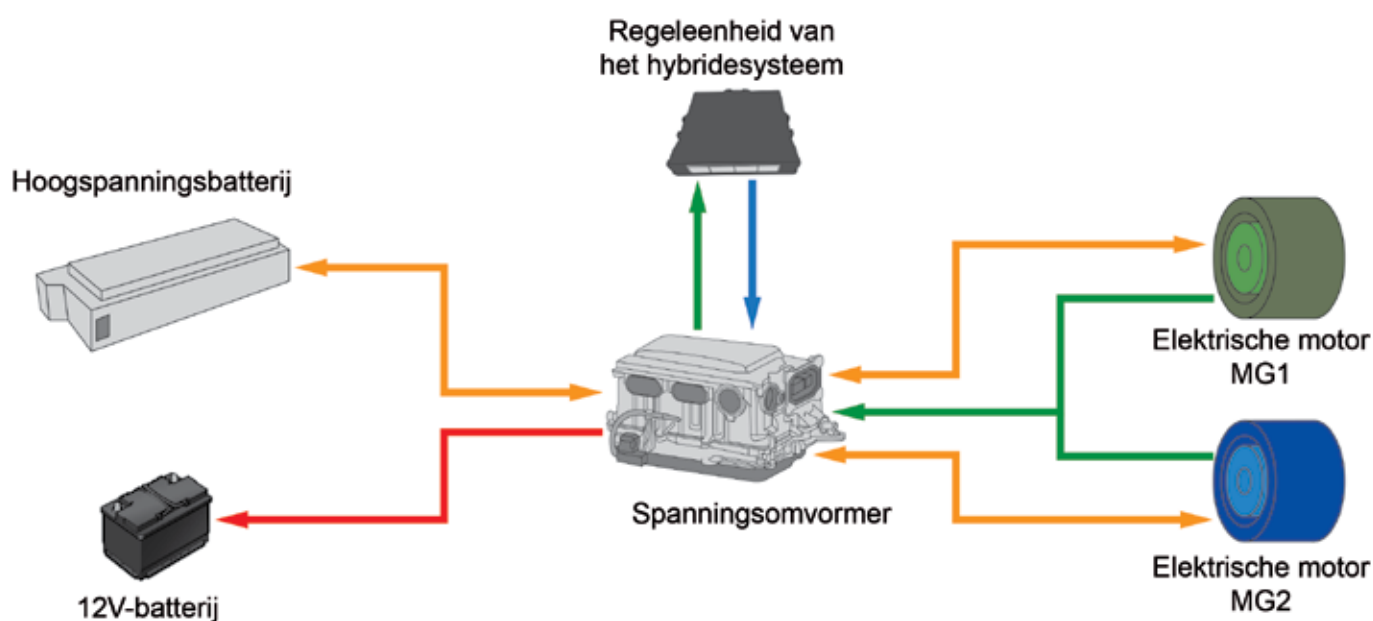
Type batterij	Lood-zuur	Nikkel-cadmium	Nikkel-metaalhydride	Natrium-nikkel (Zebra)	Lithium-ion
Materiaal van de negatieve elektrode	Lood	Cadmium	Metaalhydriden	Natrium	Grafiët-, nitride- en lithium-legeringen
Materiaal van de positieve elektrode	Loodoxide	Nikkelhydroxide	Nikkelhydroxide	Nikkel	Lithiumkobaltoxide, vanadiumoxide ...
Elektrolyt	Zwavelzuur	Kaliumhydroxide	Kaliumhydroxide	Natriumnikkelchloride	Organische solventen + lithiumzout
Energie/gewicht (Wh/kg)	30 - 50	48 - 80	60 - 120	120	110 - 160
Voltage per element (V)	2	1.25	1.25	2.6	3.70
Duur (ladings-/ontladingscycli)	1000	500	1000	1000-2000	4000
Laadtijd (u.)	8 - 16	10 - 14	2 - 4	-	2 - 4
Zelfontlading per maand (% van totaal)	5	30	20	-	25
Laad efficiëntie	82.5	72.5	70	92.5	90

STROOMOMVORMER

De stroomomvormer zet de gelijkstroom van de hoogspanningsbatterij om in driefasige wisselstroom zodat de elektrische motor kan draaien. Daarnaast zet hij elektrische energie van de motor bij het vertragen terug om in gelijkstroom om die in de batterij op te slaan. De stroomomvormer reduceert de hoogspanning van de tractiebatterij tot laagspanning om het 12V-circuit van stroom te voorzien en een kleine 12V-batterij op te laden. Communicatie tussen de omvormer en de elektrische motor gebeurt via speciale bekabeling. Alle hoogspanningskabels zijn geïsoleerd om wervelstroom zo veel mogelijk te voorkomen.

De omvormer regelt de inschakeling van de fasen van de stator volgens de stand van de rotor, de vermogensvraag, het regeneratieve remsysteem en de rijrichting van de wagen (voorwaarts of achteruit).

Om oververhitting van de onderdelen van de aandrijflijn (omvormingseenheid, oplader, elektrische motor, reductiemechanisme enz.) te voorkomen, is er een waterkoelingssysteem ingebouwd. De temperatuur in dit koelsysteem schommelt rond 50 °C, met een eenvoudige temperatuursensor waardoor een thermostaat overbodig is.



TRACTIESYSTEMEN VOOR HYBRIDEAUTO'S

Om de beweging naar de wielen over te brengen, is een type versnellingsbak nodig om de tandwielreductie voor verschillende snelheden uit te voeren. Elke producent selecteert het type versnellingsbak voor elke auto, zoals een:

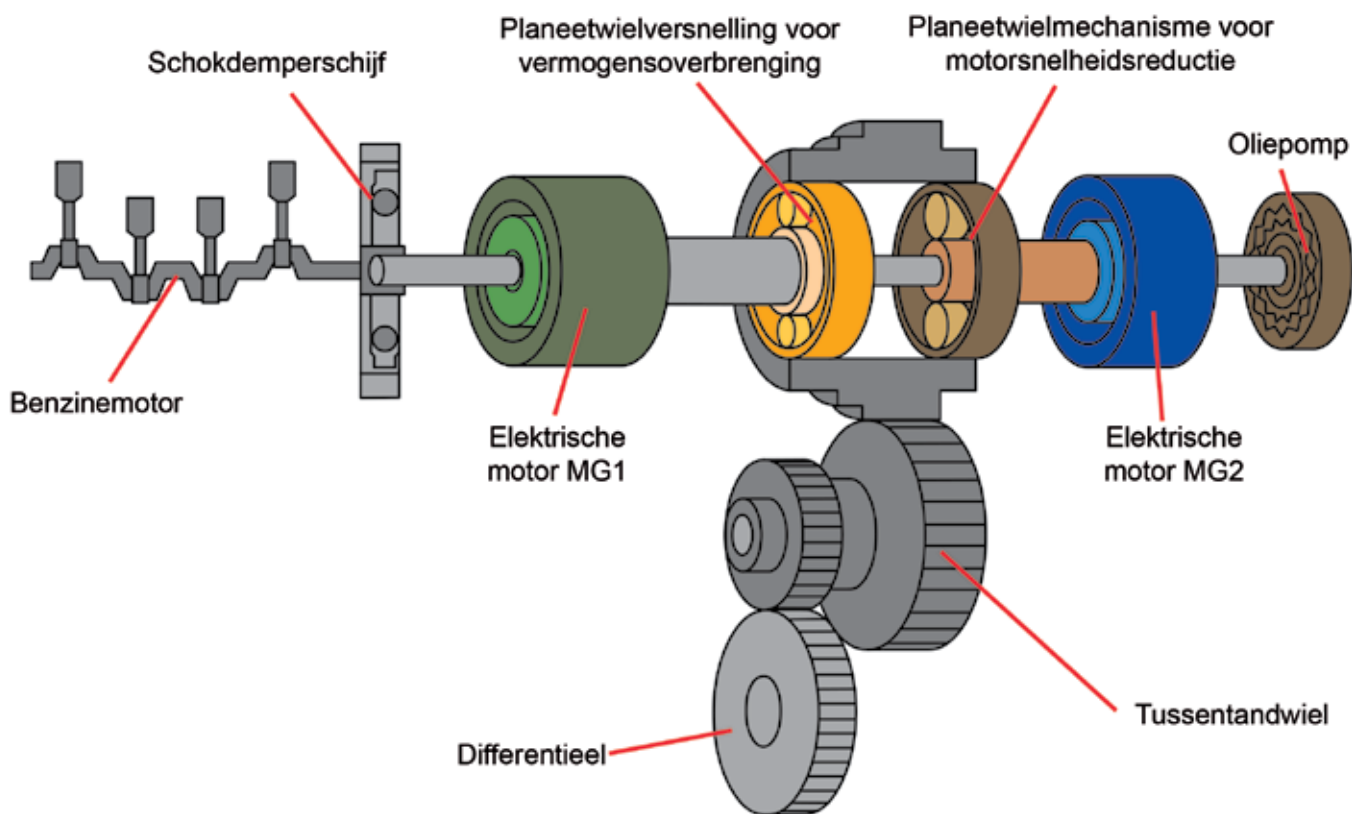
- manuele versnellingsbak;
- CVT-versnellingsbak;
- automatische versnellingsbak;
- getrapte versnellingsbak (DSG, Powershift enz.).

Toyota heeft ook een versnellingsbak ontworpen die planeetwielmechanismen voor de tandwielreductie gebruikt. Afhankelijk van het productiejaar worden één of twee planeetwielmechanismen gebruikt, de vermogensoverbrenging en motorsnelheidsreductie. ATF-olie wordt gebruikt om de versnellingsbak te smeren.

Het rijgevoel bij dit type versnellingsbak is gelijkaardig aan een automatische CVT-versnellingsbak omdat de tandwielreductie constant is en de snelheidsveranderingen onwaarneembaar zijn.

Elektrische motoren MG1 en MG2, de planeetwielmechanismen, de oliepompe, het tussentandwiel en de differentieel bevinden zich binnenin. De elektrische motoren in hybrideauto's kunnen synchroon of asynchroon zijn. De illustratie hieronder toont een diagram van de versnellingsbak van een Toyota Auris Hybrid.

Het verschil ligt in de werking. Bij synchrone motoren is de rotatiesnelheid van de rotor dezelfde als de rotatiesnelheid van het magnetische veld van de stator. Bij asynchrone of inductiemotoren is de rotorsnelheid altijd trager dan de rotatiesnelheid van het magnetische veld van de stator.



KLIMAATREGELINGSSYSTEEM

De klimaatregelingssystemen van hybrideauto's lijken op die van auto's met interne verbrandingsmotoren. Het enige verschil is dat ze uitgerust zijn met een elektrisch aangedreven compressor. Dat komt doordat de interne verbrandingsmotor niet altijd draait tijdens het rijden.

Met dit type compressor verliest de interne verbrandingsmotor geen vermogen als hij actief is. Een ander voordeel is dat de compressoren blijven werken wanneer de interne verbrandingsmotor stopt en op elk moment tegen optimaal toerental werkt, of de bestuurder nu versnelt, remt enz.

Voor een optimale afmeting worden scrollcompressoren op hoogspanning gebruikt. De olie is POE (polyolester) in plaats van PAG (polyalkyleenglycol), dat in conventionele klimaatregelingcircuits wordt gebruikt. Het beschikt over specifieke elektrische isolatie-eigenschappen die de compressor beschermen tegen elektrische ontladingen van de motor.

Een klein aantal autoproducenten gebruiken duo-aircocompressoren. Ze bestaan uit twee compressoren, geïntegreerd in dezelfde behuizing. De ene is elektrisch, de andere mechanisch, aangedreven door een hulpaandrijfriem van de interne verbrandingsmotor.

Het gebruikte koelgas hangt af van de lokale wetgeving op het tijdstip van goedkeuring, en kan R-134a en R-1234yf bevatten.

Wat de verwarming betreft, is het systeem hetzelfde als bij klassieke voertuigen. De warmte van de interne verbrandingsmotor wordt ge-



bruikt om de binnenkant van de auto te verwarmen, via de verwarmingsradiator.

Aangezien de waterpomp van de interne verbrandingsmotor stopt met draaien als de motor stopt, en het koelmiddel dus stopt met circuleren, worden hybrideauto's uitgerust met een elektrische waterpomp voor hercirculatie tussen de motor en de verwarmingsradiator. Ook elektrische PTC-thermistoren om het koude motorwater te verwarmen of als de verwarming niet doeltreffend genoeg werkt, komen vaak voor.

REMSYSTEEM

Een hybrideauto is uitgerust met twee verschillende remsystemen, hoewel die voor de bestuurder als één uniform systeem moeten werken. Het remsysteem bestaat uit een klassiek hydraulisch systeem en het regeneratieve remsysteem. Daarbij fungeert de elektrische motor als stroomgenerator.

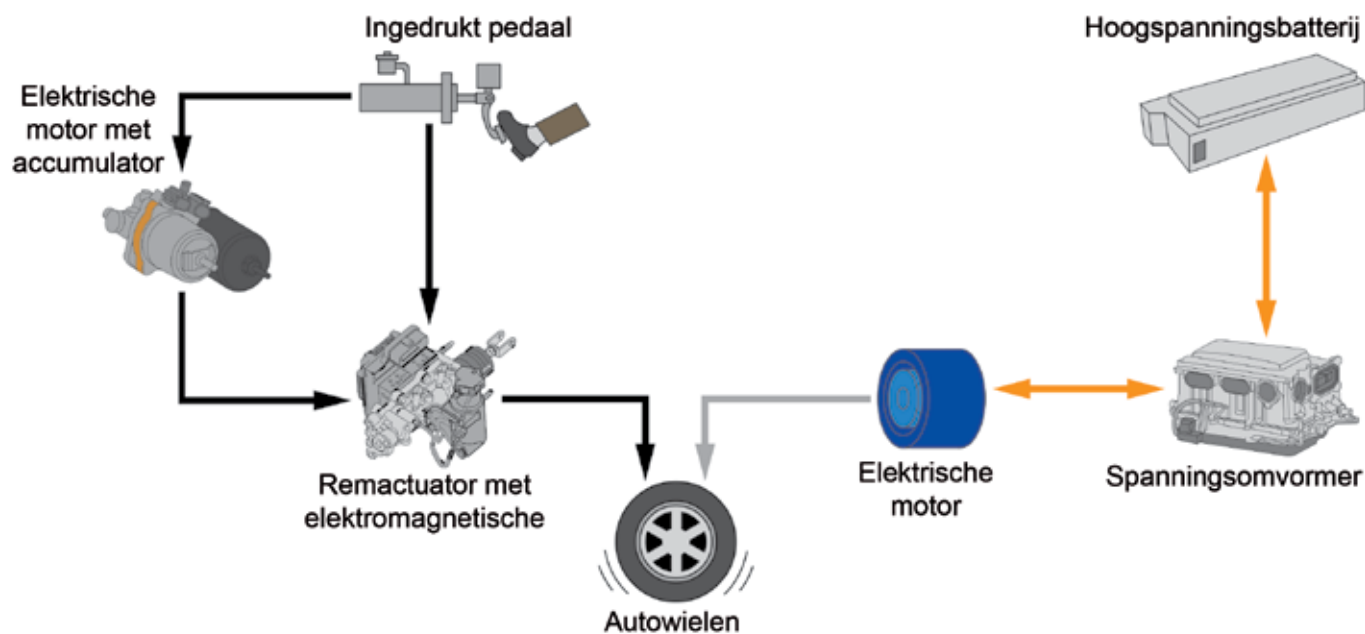
Het conventionele hydraulische remsysteem werkt doorgaans met een vacuüm rembekrachtiger. Hybrideauto's kunnen een bepaalde afstand afleggen met de verbrandingsmotor uit. Het vacuüm wordt dan op twee manieren gegenereerd:

- Door een elektrische vacuümpomp, die geactiveerd wordt na een signaal van een onderdruksensor op de rembekrachtiger zelf.
- Door een elektrische motor die druk genereert en een accumulator.

De regeneratieve rem is het equivalent van de motorrem van een conventionele auto. Als de auto in retentie is (beweegt zonder tractie koppeling), werkt de elektrische motor als een generator waarbij een deel van de kinetische energie in elektriciteit wordt omgezet, die geaccumuleerd wordt in de hoogspanningsbatterij.

Om een elektrische auto doeltreffend te laten remmen en het regeneratieve remsysteem optimaal te benutten om de hoogspanningsbatterij te herladen, zijn remsystemen die constant de twee remsystemen combineren noodzakelijk.

De verdeling van de remkracht tussen het hydraulische en het regeneratieve remsysteem hangt af van de snelheid van de auto en het remmoment. Het volgende schema toont hoe het remsysteem van een hybrideauto werkt.



SYSTEEM MET LPG

Liquefied Petroleum Gas (LPG) bestaat uit een mengeling van koolwaterstofgassen (propan, butaan, propaan enz.) en is een gas onder atmosferische druk. Het wordt vloeibaar opgeslagen tegen een matige druk (3-10 bar) op omgevingstemperatuur. Het is kleur- en geurloos maar er wordt een reukstof aan toegevoegd om makkelijk lekken op te sporen.

Voordelen

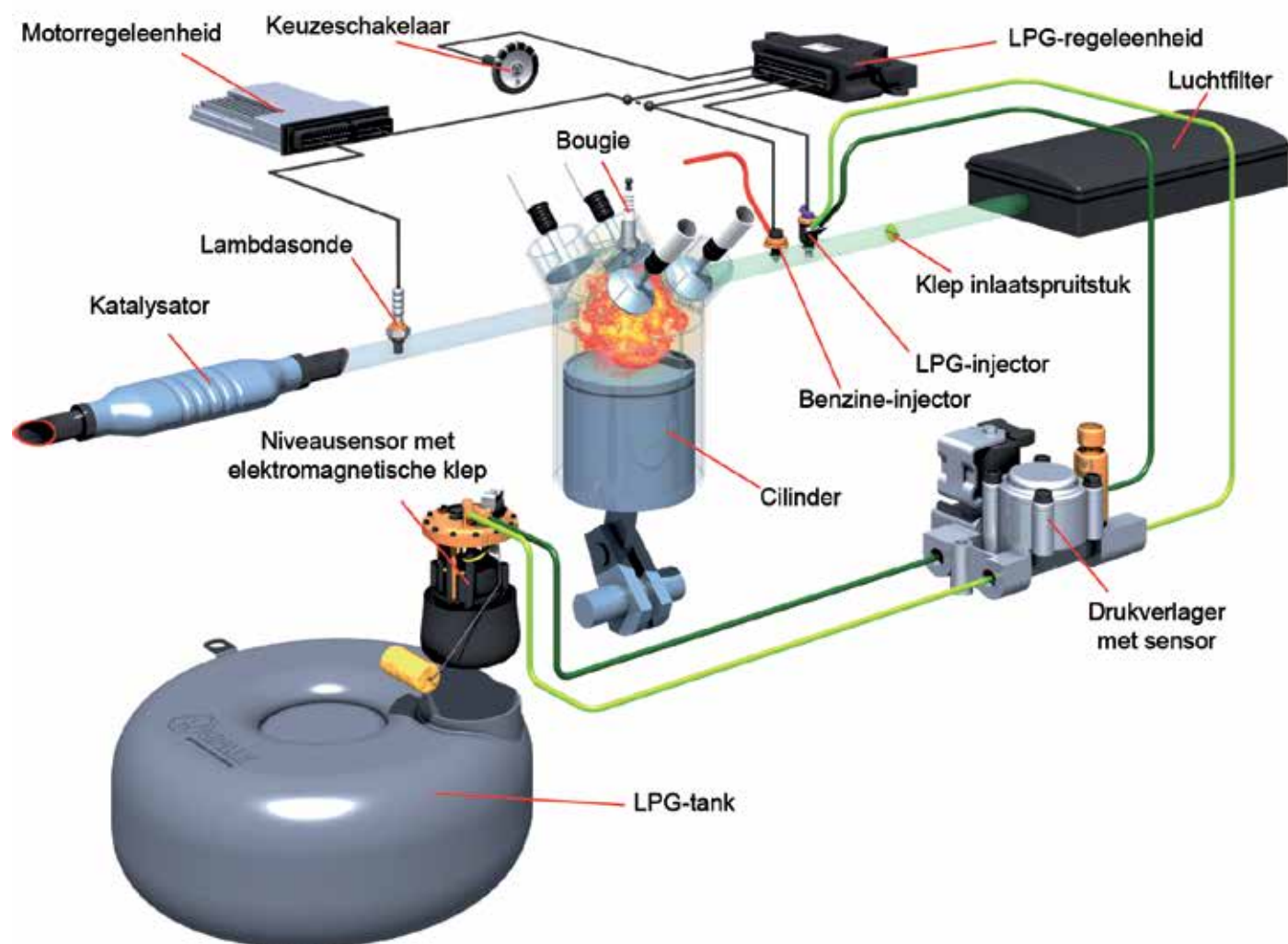
- Voordelige brandstofprijs;
- Milieuvriendelijker dan benzine;
- Langere levensduur van de motor.

Nadelen

- Distributienet ontoereikend;
- Hoger brandstofverbruik in vergelijking met benzine;
- Voor sommige motoren zijn additieven nodig;
- Kleinere bruikbare ruimte en extra gewicht in de auto;
- Parkeerbependingen voor auto's;
- Vermogensverlies op meer dan 10% geschat.

Auto's die op LPG rijden, hebben twee aanvoersystemen, één voor de werking met benzine en een ander voor LPG. Omdat de brandstoftemperatuurgevoelig is, rijdt de auto altijd eerst op benzine, en wanneer hij een specifieke temperatuur bereikt, schakelt het systeem automatisch over op LPG. De gebruiker kan de bedrijfsmodus selecteren met een schakelaar.

De LPG wordt in vloeibare vorm opgeslagen in een tank, op een temperatuur van ongeveer 8-10 bar. De tank kan enkel tot 80% van zijn capaciteit gevuld worden. De raildruk van gasinjectoren is ongeveer 1 bar hoger dan de druk in het inlaatspruitstuk. De druk wordt geregeld door een elektromagnetische klep en een drukverlager. Het gasinjectiesysteem wordt bestuurd door een onafhankelijke regeleenheid.



SYSTEEM MET CNG

Compressed natural gas (CNG) is aardgas dat onder hoge druk ge-comprimeerd wordt, normaal tussen 200 en 250 bar, afhankelijk van de wetgeving in elk land. Het bestaat hoofdzakelijk uit methaangas (CH_4).

Voordelen

- Stillere motoren;
- Laag brandstofverbruik (3,5 kg/100 km);
- Milieuvriendelijker dan benzine;
- Langere levensduur van de motor.

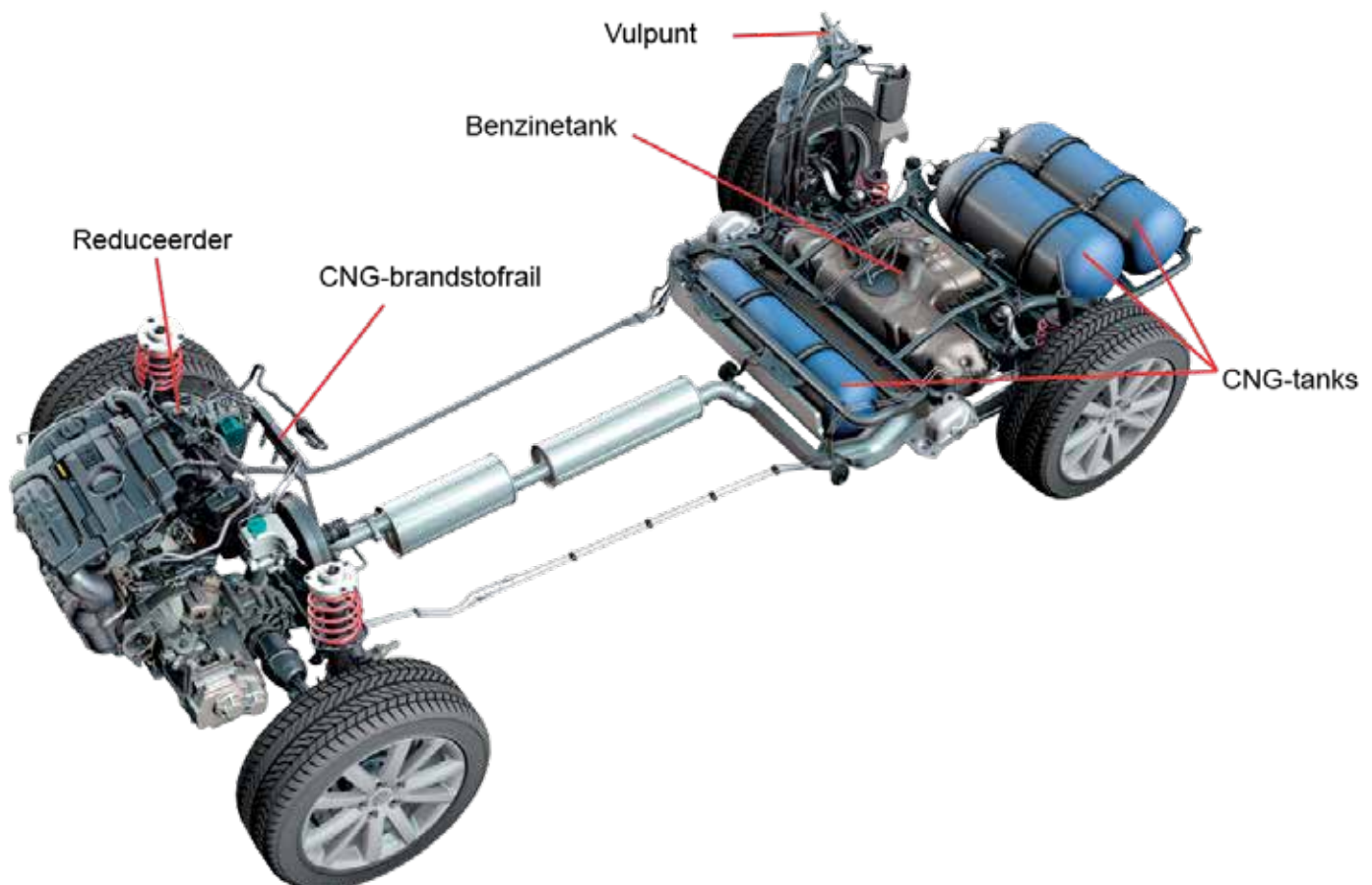
Nadelen

- Tanks met groot volume;
- Distributienet ontoereikend;
- Geschat vermogensverlies van 10%;
- Kleinere bruikbare ruimte en extra gewicht in de auto;
- Herstellingen moeten door gespecialiseerde technici gebeuren.

De werking is gelijkaardig aan die van LPG, maar tegen een hogere druk. De auto wordt gestart met benzine als de temperatuur van de koelvloeistof lager is dan $15\text{ }^\circ\text{C}$. Is de temperatuur hoger, dan kan de auto met het gas gestart worden.

Na het tanken wordt de motor altijd met benzine gestart. De overschakeling naar aardgas gebeurt via de activering van de lambda-regeling, of ten laatste nadat de auto ongeveer 3 minuten heeft gedraaid.

Het gas wordt bewaard in een gastank op een druk van ongeveer 200 bar. De raildruk van de gasinjectoren bedraagt ongeveer 6 bar. Een drukverlager en een elektromagnetische klep die werken zoals bij het LPG-systeem, verlagen de druk. Het gasinjectiesysteem wordt bestuurd door een regeleenheid.



VEELVOORKOMENDE PROBLEMEN

De hoogspanningssystemen van hybrideauto's vertonen zelden defecten tijdens hun levensduur, maar kunnen te maken krijgen met isolatie- en continuïteitsproblemen in elektrische motoren, defecten in de stroomomvormer, vastgelopen aircocompressoren ...

HOOGLANSPANNINGSBATTERIJ



De courantste gebreken hebben te maken met slijtage van de hoogspanningsbatterij, meer bepaald de cellen. De levensduur van alle batterijen hangt af van de ladings-ontladingscycli en het productiemateriaal.

Wanneer deze ladings-ontladingscycli voltooid zijn, verslechteren sommige batterijcellen en neemt de duur van de batterij geleidelijk af. De bestuurder merkt dat de batterij snel leeg is en het rijbereik bij elektrisch rijden korter en korter is.



Om de getroffen cellen te lokaliseren, moeten alle batterijcellen individueel met een voltmeter gemeten worden. De spanning zou in alle cellen gelijk moeten zijn. Slechte cellen hebben normaal een lagere spanning dan gemiddeld.



Vervang de cellen in kwestie door nieuwe. Sommige producenten staan het vervangen van cellen niet toe. Dan moet de volledige batterij vervangen worden.

LAAGSPANNINGSBATTERIJ



Als de 12V-batterij niet geladen of versleten is, kan de motor niet gestart worden. Dat is omdat de regeleenheden die de interne verbrandingsmotor en het hybridesysteem coördineren, op lage spanning werken.



Gebruik de batterijtester om de toestand van de batterij te testen. Een voltmeter kan ook gebruikt worden om de spanning van de 12V-batterij te meten. Een batterij is in slechte staat als de gemiddelde spanning lager dan 9 V is.



Vervang de 12V-batterij door een nieuwe.

TECHNISCHE TOELICHTINGEN

Deze sectie beschrijft de meest voorkomende gebreken met betrekking tot de mechanische onderdelen en elektronica van hybridesystemen. Afhankelijk van de fabrikant en het model kunnen er na verloop van tijd veel problemen opduiken.

Deze problemen werden geselecteerd op het onlineplatform www.einavts.com. Het platform bevat een reeks rubrieken volgens criteria als merk, model, reeks, defect systeem en subsysteem, die afhankelijk van de gewenste zoekopdracht individueel geselecteerd kunnen worden.

TOYOTA

TOYOTA PRIUS Fastback, TOYOTA PRIUS (ZVW30), TOYOTA PRIUS Sedan (NHW11_)

Symptoom	P3000 - Storing van het batterijcontrolesysteem. Storingslampje van het hybridesysteem aan.
Oorzaak	Diepe ontlading van de hoogspanningsbatterij en de interne verbrandingsmotor kan niet gestart worden. Diepe ontlading van een batterij kan door het volgende veroorzaakt worden: Defect in het hybridecontrolesysteem, ofwel een defect van het transmissiesysteem of de batterij zelf. Oneigenlijk gebruik van de auto: Rijden zonder brandstof en de auto in READY houden, waardoor het hybridesysteem de verbrandingsmotor altijd opnieuw probeert te starten, ook al is de EV-modus (volledig elektrisch rijden) niet beschikbaar. Onjuist bijgevuld met diesel of brandstof van slechte kwaliteit. Het hybridesysteem probeert de verbrandingsmotor te starten tot de batterij defect is.
Oplossing	Herlaad de hoogspanningsbatterij. OPMERKING: De hoogspanningsbatterijlader is enkel beschikbaar als origineel stuk.

KIA

KIA MAGENTIS (MG)

Symptoom	P0456 - Emissielek gedetecteerd (Heel klein lek). Storingslampje (MIL) aan. OPMERKING: Dit geldt enkel voor hybrideauto's (HEV).
Oorzaak	Defect in de lekdetectieklep van het brandstofverdampingssysteem (NVLD).
Oplossing	Herstelprocedure: Controleer de toestand van de lekdetectieklep van het brandstofverdampingssysteem (NVLD). Vervang de lekdetectieklep van het brandstofverdampingssysteem (NVLD).



Autotechnologie in de kijker

De Eure!TechFlash nieuwsbrief is een aanvulling op het Eure!Car-opleidingsprogramma en heeft een duidelijke missie:

Een up-to-date technisch inzicht bieden in innovaties binnen de auto-industrie.

Met de technische assistentie van AD Technical Center (Spanje en Ierland) en de hulp van toonaangevende producenten van auto-onderdelen wil Eure!TechFlash de sluier over nieuwe technologieën oplichten en ze inzichtelijk maken. Zo hopen we professionele reparateurs te motiveren om bij te blijven met de technologische evoluties en voortdurend te investeren in hun technische ontwikkeling.

Eure!TechFlash verschijnt 3 tot 4 keer per jaar.

Eure!Car
CERTIFIED MASTERCLASSES

Het technische competentieniveau van reparateurs is van vitaal belang en in de toekomst misschien wel be-

(www.ad-europe.com). Het Eure!Car-programma biedt een uitgebreide reeks hoogkwalitatieve technische opleidingen voor professionele reparateurs. De opleidingen worden gegeven door de nationale AD organisaties en hun onderdelendistributeurs in 39 landen.

palend voor hun voortbestaan.

Eure!Car is een initiatief van Autodistribution International met hoofdzetel in Kortenberg, België

Bezoek www.eurecar.org voor meer informatie of om de opleidingen te bekijken.

Industriële Eure!Car-partners



Engine Power Transmission

Beperkende vermelding: De informatie opgenomen in deze brochure is niet beperkend en louter informatief, en stelt de auteur geenszins verantwoordelijk.