

SÄTT ATT INTERERA EN ELEKTRISK DRIVLINA OCH EN BRÄNSLECELL FUNGERANDE SOM I ETT SERIEHYBRID-FORDON MED ETT PARALLELLHYBRID-FORDON SOM BAS.

5 TEKNISKT OMRÅDE

Föreliggande uppfinning avser generellt elektrisk drivlina och bränslecellers inbyggnad i fordon. Speciellt avser den inbyggnad och anslutning av en elektrisk drivlina och en bränslecell i en parallellhybrid. Den elektriska drivlinan och Bränslecellen går mycket tyst, ger bättre verkningsgrad än en dieselmotor och avgaserna är endast vatten.

10

TEKNIKENS BAKGRUND

Parallellhybrider

På marknaden idag finns ett stort antal fordon kallade parallellhybrider. Toyota Prius var den första på marknaden och är den mest kända. En parallellhybrid har en assisterande elektrisk drivlina som framdriver fordonet parallellt med den ordinarie drivlinan. Den elektriska drivlinan består av en assisterande elektrisk motor som också kan fungera som generator vid motorbromsning samt ett batteri. Den assisterande elektriska motorn/generatoren är oftast inbyggd i växellådan och mekaniskt förbunden med utgående axel. Syftet är att återvinna motorbromsenergin och ibland även del av bromsenergin. Energin lagras i batteriet och återförs till fordonet via den assisterande elektriska motorn. Den ordinarie förbränningsmotorn har ofta ett start/stopp system som gör att den stannar när fordonet står stilla, till exempel vid ett trafikljus men också vid tillfällen då fordonet rullar av egen kraft, till exempel utförsbackar. System för Start/Stopp finns också i fordon som inte är parallellhybrider. Här vinner man bränslebesparing genom att motorn står stilla vid trafikljus eller vid frirullning, dock bromsenergi kan inte återvinnas i det fallet. Det är bland parallellhybrider en vanlig lösning att fordonet kan drivas av endast den assisterande elektriska motorn i låg hastighet. Vid högre fart, eller mera gaspådrag för mer acceleration startar den ordinarie förbränningsmotorn. Den assisterande elektriska drivlinan har oftast betydligt lägre effekt jämfört med den ordinarie förbränningsmotorn. För en bil är typiska siffror 100 kW för förbränningsmotorn och 15 kW för den elektriska motorn. Avancerad

mjukvara styr hur den ordinarie drivlinan samverkar med den assisterande elektriska för att ge låg bränsleförbrukning och en för föraren god upplevelse av körkomforten. Mjukvaran är mycket omfattande. Den styr förbränningsmotor, växellåda, batteri och assisterande elektriska motor/generatorm med kraftelektronik. Övergången mellan de två drivlinorna skall ske sömlöst för att ge föraren en upplevelse av god körkomfort. Detta kräver mycket omfattande provning för att trimma ihop de två drivlinorna, det är tidskrävande och mycket kostsamt.

Seriehybrider

Serie hybrider har en arkitektur där den elektriska motorn/generatorm inte bara är assisterande, den gör hela framdrivningsarbetet. Den elektriska motorn får energi från batteriet via kraftelektronik som doserar kraften. Generatorm drivs av en förbränningsmotor av något slag eller till exempel en bränslecell. En seriehybrid kräver större kraft från den elektriska drivlinan. Parallellhybriden som hade 100 kW förbränningsmotor behöver i ett seriehybridutförande 100 kW elektrisk motor för att få likvärdig prestanda. Batteriet behöver också ha motsvarande kapacitetsökning, likaså generatorms effekt och kraftelektroniken.

Ladd-hybrid

Dessa fordon är på väg till marknaden. Det är i huvudsak parallellhybrider men här är batteriet mycket större och bilen laddas under natten. Vinsten är att den elektriska drivlinan har mycket högre verkningsgrad och bränslekostnaden är bara en femtedel när fordonet drivs på energi från vägguttaget. Samtidigt minskar man förbrukning av fossilt bränsle och de föroreningar förbränningen skulle ha givit har uteblivit. I dessa parallellhybrider i Ladd-hybridutförande är den elektriska motorn fortfarande assisterande men mera kraftfull och körsträckan i elektrisk mode är ofta i området från noll upp till 25 – 70 km. Den elektriska drivlinan är mera kraftfull då det inte bara är bromsregenererad energi som skall omhändertagas, även lagrad energi från nattens batteriladdning skall distribueras till drivhjulen. Dessa fordon är ett steg på vägen mot seriehybrider i den meningen att den elektriska drivlinan är så kraftfull att den kan driva fordonet på egen hand i stadstrafik.

Man kan också tänka sig en seriehybrid som ladd-hybrid. Chevrolet Volt / Opel Ampera är den första kommersiella seriehybriden på marknaden och den har laddningskapacitet för 65 km körsträcka i elektrisk mode.

5 **El-fordon**

El-fordon drivs av en elmotor som får energi från ett batteri. Laddning av batteriet (och återvunnen bromsenergi) är det enda sättet att ge fordonet energi. Det är bästa lösning ur miljösynpunkt. Svagheten är den mycket begränsade körsträckan. En annan svaghet är att värmebehovet på vintern dramatiskt reducerar räckvidden. Ett motsvarande problem är AC under varma sommandagar. Det finns många el-fordon på marknaden, dock är volymerna fortfarande låga och priserna höga.

El-fordon med range extender

Ett nyare begrepp är El-fordon med range extender. En range extender är en generator driven av en förbränningsmotor av något slag eller till exempel en bränslecell. Det är tekniskt sett ingen skillnad mellan en seriehybrid och ett el-fordon med range extender. Skillnaden är att utgångspunkten är ett el-fordon. Svagheten som ett el-fordon har, den korta körsträckan, löses med en range extender. Ännu finns inget kommersiellt fordon med den här uppbyggnaden.

Parallellhybrider versus seriehybrider

Komponenterna till den elektriska drivlinan är mycket dyra då tillverkningsvolymerna ännu är låga jämfört med ordinarie teknik. Därför har parallellhybriden dominerat utbudet helt och hållet. Från 1997 då Toyota lanserade den första hybridbilen har utbudet endast bestått av parallellhybrider. Ett viktigt skäl till fördel för parallellhybriden är att kostnaden för de elektriska komponenterna är lägre än för en seriehybrid då de är mindre i storlek och kraft. Ett annat viktigt skäl är att graden av förändring av fordonet är mindre. Det är troligt att traditionsbundenhet också är en faktor med stort inflytande. Samtidigt är en stor ändringsomfattning i ett fordon är svårt och kostsamt att hantera i en

utvecklingsorganisation. Lösningen som ger den minsta ändringsomfattningen blir oftast vinnare. Det är några skäl till att seriehybrider är ovanliga. Chevrolet Volt / OpelAmpera är den första kommersiella seriehybriden på marknaden.

Parallellhybrider kommer troligen att dominera marknaden under det kommande decenniet.

SAMMANFATTNING AV UPPFINNINGEN

Uppfinningen avser ett sätt att integrera en elektrisk drivlina, företrädesvis med en bränslecell, fungerande som i ett seriehybrid-fordon med ett parallellhybrid-fordon som bas, på så sätt som definieras i de bifogade patentkraven. Uppfinningen är ett sätt att integrera en elektrisk drivlina och en bränslecell i en parallellhybrid med minimerad ändringsomfattning i fordonet och att samtidigt möjliggöra anslutning av t ex en bränslecell på ett enkelt sätt.

En fordonstillverkare som redan har en parallellhybrid i produktion, eller under utveckling, eller i sina utvecklingsplaner har stor nytta av denna uppfinning i form av reducerat utvecklingsarbete och bättre skal-ekonomi när ett elektriskt fordon alternativt bränslecell-fordon skall utvecklas.

En fordonstillverkare som har en parallellhybrid och skall komplettera produktutbudet med en el-bil brukar utveckla en helt ny drivlina. Den assisterande elektriska motorn/generatoren från parallellhybriden används inte, en ny el-motor med mera kraft utvecklas och växellådan byts ut mot en reduktionsväxel. Batteriet byts till ett helt nytt med mera kapacitet, likaså kraftelektroniken. Styrenheter och mjukvaror får en annan utformning. Alla komponenter byts ut, arkitekturen är annorlunda och det finns i huvudsak ingen skal-ekonomi mellan de två drivlinorna.

Man kan inte heller byta ut förbränningsmotorn mot en bränslecell i en parallellhybrid. En bränslecell mår inte bra av de snabba lastväxlingar som behövs när föraren trycker ner gaspedalen eller snabbt släpper upp den. Bränslecellen kan i och för sig prestera snabba lastväxlingar, vara lastföljande, men det kostar livslängd. Lång livslängd är speciellt viktigt för tunga fordon, här är kraven ofta 4 ggr högre än för personbilar.

Uppfinningen består av att förbränningsmotorn i en parallellhybrid byts ut mot en elektrisk motor (kallas elektrisk huvud-motor) och ett batteri. Batteriet levererar den lastföljande effekten till den elektriska huvud-motorn. Den elektriska huvud-motorn och den assisterande elektriska motorn/generatoren från parallellhybriden samverkar i framdrivningen av fordonet. Nu bildas en helt elektrisk drivlina och komponenterna i den assisterande elektriska drivlinan kan behållas oförändrade i det nya drivlinesystemet. En bränslecell kan kopplas till systemet. Bränslecellen levererar genomsnittseffekten för körfallet till batteriet. På det här sättet opererar bränslecellen som i en seriehybrid och har goda driftsförhållanden för att uppnå en lång livslängd. Det är genomsnittseffekt som levereras och snabba lastväxlingar behövs inte. De snabba lastväxlingarna tar batteriet och den elektriska huvud-motorn hand om.

Gaspedalens läge styr hur mycket effekt som den elektriska huvud-motorn ger på samma sätt som även förbränningsmotorns uteffekt styrs av gaspedalen. På detta sätt emulerar systemet den lastföljande effekten genom en elektrisk huvudmotor och batteriet. Styrenheten från den ursprungliga förbränningsmotorn kan användas även i den nya drivlinan vilket sparar utvecklingsresurser. Det är förbränningsmotorns styrenhet som översätter gaspedalens läge till ett önskat moment och samma signal kan utnyttjas för samma syfte i den nya elektriska drivlinan. Det blir en helt elektrisk drivlina som bygger på arkitekturen i en parallellhybrid. I parallellhybriden reduceras det begärda momentet från förbränningsmotorn då den assisterande el-motorn/generatoren stödjer framdrivningen. Skälet är att föraren vid ett givet gaspedalläge alltid skall uppleva samma framdrivningskraft. Styrning och mjukvaruförändring blir minimal med den beskrivna metoden.

Det är en trend att fordonstillverkare vidareutvecklar sina parallellhybrider till ladd-hybrider, Toyota är ett exempel, modellen Prius uppgraderas till ladd-hybrid.

Fördelarna blir ännu tydligare när fordonstillverkaren utgår från en parallellhybrid i Ladd-hybrid-utförande. Här har fordonstillverkaren ökat effekten från el-motorn/generatoren och ökat batteriets kapacitet. Den assisterande elektriska drivlinan är mera kraftfull då det inte bara är bromsregenererad energi som skall omhändertagas, även lagrad energi från nattens batteriladdning skall distribueras till drivhjulen. Nu ökar möjlighet till en mycket bra skal-ekonomi tack vare hög komponentgemenskap. Effekten från en el-motor/generator i en parallellhybrid i ladd-hybridutförande kan ofta vara på 50 kW. Ersätt förbränningsmotorn

med en likadan el-motor/generator som nu tar skepnaden av en elektrisk huvud-motor. Driv den elektriska huvud-motorn från ett batteri som är identiskt med batteriet i Plug In-drivlinan. Använd en likadan styrenhet och använd en likadan kraftelektronik. Nu har bilen 50 kW från den assisterande elmotorn och 50 kW från den elektriska huvudmotorn, sammanlagt 100 kW vilket är en ändamålsenlig effekt för en bil i normal storlek och vikt. De komponenter som utgjorde den assisterande elektriska drivlinan kan dubblas. Den ena materialsatsen sitter oförändrat kvar i fordonet och har samma funktioner som tidigare. Den andra materialsatsen ersätter förbränningsmotorn

Ändringsomfattningen blir låg för fordonstillverkaren. Parallellhybriden som produceras har kostat mycket att ta fram. Mjukvaran och provningen har tagit årtal att utveckla. Uppfinningen gör att fordonstillverkaren kan bygga vidare på den teknik som redan utvecklats. Bygga vidare på den skal-ekonomi det ger att kunna kombinera dagens parallellhybrid med morgondagens bränsleceller. Fordonstillverkaren får en produkt som går helt tyst, helt vibrations fritt, med bättre verkningsgrad och avgaserna är endast vatten.

Uppfinningen består av ett sätt att integrera en elektrisk drivlina, och företrädesvis omfattande en bränslecell, fungerande som i ett seriehybridfordon med ett parallellhybridfordon som bas. Den ursprungliga förbränningsmotorn utgår och ersätts av ett system bestående av en elektrisk huvud-motor, till vilken ett batteri och en bränslecell kan anslutas. Den elektriska huvud-motorn levererar moment till den ursprungliga växellådan, som finns kvar i fordonet, på samma sätt som den ursprungliga förbränningsmotorn levererar moment. Batteriet ger kraft till den elektriska huvud-motorn. Kraftelektronik, oftast en inverter eller annan anordning som kan öka eller minska kraftleveransen, doserar mängden kraft styrt av gaspedalens läge.

Så här långt har den ursprungliga förbränningsmotorn ersatts av en elektrisk och batteridriven enhet. Till detta kommer företrädesvis en bränslecell som ger kraft till batteriet i form av laddning eller kraft direkt till el-motorn för framdrivning. Här finns flera olika lösningar på hur kraften distribueras, ingen av dem är av betydelse för patentet. Bränslecellen styrs av en styrenhet som beräknar det aktuella körfallets genomsnittslast, till exempel ackumulerat 60 sekunder, och sänder en signal till bränslecellen att leverera denna kraft. Upp- och nedrampning av effekt-nivån görs stegvis så att förändringen blir fördelaktig för bränslecellens livslängd, till exempel 15 % förändring i kraft på 10 sekunder.

Bränslecellens styrenhet kan också styra start, stopp och övriga funktioner relaterade bränslecellen. DC/DC-omvandlare är en anordning som korrigerar spänningen ut från bränslecellen. Bränslecellens spänning faller vid ökad belastning. Enheten DC/DC-omvandlare korrigerar spänningen så att kraften som levereras till är den korrekta för batteriets laddning. Batteriets laddning styrs av ett övervakningssystem som begär respektive begränsar laddning beroende på laddnings-status och temperatur i batteriets celler. Batteriets övervakningssystem kan överrida styrenheten för bränslecellen och vid behov öka eller minska kraftleveransen. Övervakningssystemet kan också reducera spänningsnivån.

Systemet kan utföras på olika sätt. I ett exempel kan bränslecellen ge kraft till batteriet utan en DC/DC-omvandlare genom att bränslecellen även vid högsta belastning kan leverera tillräckligt hög spänning för batteriets laddning. En spänningsbegränsare ersätter funktionen hos en DC/DC-omvandlare. Batteriet kan helt eller delvis ersättas av super-kapacitatorer för energilagring. Den elektriska huvud-motorn är företrädesvis direktdrivande för enkelhet mot växellådans ingående axel men den kan också driva via en reduktionsväxel vilket möjliggör att huvud-motorn kan vara mindre, dock till kostnad av en växel. Alternativt kan växellådan uteslutas och den elektriska huvud-motorn kopplas till drivaxeln direkt eller via en reduktionsväxel.

Ytterligare en alternativ utföringsform är att parallellhybridens arkitektur inte har den parallella drivlinans assisterande elektriska motor/generator inbyggd i växellådan. Istället är den assisterande elektriska motorn/generatoren drivande utan att gå igenom den mekaniska växellådan. Man driver istället en annan axel än den som drives av växellådan. Ett exempel är att fordonets bakaxel drivs av den assisterande elektriska motor/generatoren under det att framaxeln drivs av förbränningsmotorn via växellådan.

Ytterligare en alternativ utföringsform en alternativ utföringsform är att den assisterande elektriska motorn/generatoren istället för att vara inbyggd i växellådan är placerad mellan förbränningsmotor och växellåda. Ytterligare ett alternativ är att den assisterande elektriska motorn/generatoren driver på den utgående axeln från den mekaniska växellådan.

Ytterligare ett alternativ är att den assisterande elektriska motorn/generatoren driver på en drivaxel efter växellådan.

Ytterligare en alternativ utföringsform är att den assisterande elektriska motor/generatoren byter plats med den elektriska huvud-motorn. Det vill säga att den elektriska motor/generatoren placeras på den ursprungliga förbränningsmotorns plats och på den elektriska motor/generators plats placeras huvudmotorn.

Batteriet från den assisterande drivlinan kan återanvändas för att driva den elektriska huvud-motorn. Det är speciellt lämpligt i de fall parallellhybriden är en ladd-hybrid då batteriet har mera kraft: Att återanvända batteriet minskar behovet av nyutveckling och tillverkningsvolymerna gynnar både parallellhybriden och den nya drivlinan.

Även kraftelektroniken som doserar kraften från batteriet till den assisterande elektriska motorn/generatoren kan återanvändas, nu för att dosera kraften till den elektriska huvud-motorn.

Styrenheterna från parallellhybriden kan återanvändas i den nya konfigurationen. Förbränningsmotorns styrenhet kan återanvändas liksom den assisterande drivlinans styrenhet, allt i syfte att reducera nyutveckling så långt som möjligt. Dock kan styrenheterna alternativt vara nyutvecklade, separata per komponent eller integrerade i olika hög grad, hur det sker har inte betydelse för uppfinningen.

Det som är avgörande för uppfinningen är att den lastföljande elektriska huvud-motorn ersätter förbränningsmotorn i en parallellhybrid vilket reducerar ändringsomfattningen i fordonet samt möjliggör anslutning av en bränslecell. Övriga varianter bestående av diverse komponenter i systemet så som DC/DC-omvandlare, spänningsbegränsare, power bus etcetera beskrivs inte ytterligare då de inte berörs av patentet.

Syftet med uppfinningen är att skapa en elektrisk drivlina och ett bränslecell-system som kan integreras med minimala förändringar i ett parallellhybrid-fordon. På den ursprungliga förbränningsmotorns plats monteras en elektrisk huvud-motor. Batteri och bränslecell kan monteras på valfri plats i fordonet eller utnyttja det utrymme som frigjorts då förbränningsmotorn utgått. Systemet emulerar kraftleveransen från den ursprungliga förbränningsmotorn, ändringsomfattningen blir minimal. Gaspedalens läge styr effektnivån

på samma sätt vare sig det är en bränslecell eller den ursprungliga förbränningsmotorn som driver fordonet.

Bränslecell är en spetsteknologi som på sikt kommer att ersätta förbränningsmotorer i många tillämpningar. Bränslecellen går tyst, vibrationsfritt, med hög verkningsgrad och avgaserna är endast vatten.

2015 kommer ett flertal fordonstillverkare att lansera sina bränslecellfordon kommersiellt. Mercedes, BMW, Volkswagen och Opel i tyskland. Mercedes släpper sin bil ett år tidigare , redan 2014. Renault släpper också sin bil 2014. Japanska Toyota och Honda ligger troligen längst fram med koreanska Hyundai strax bakom. Amerikanska GM och Ford ligger också väl till. Fords goda kunskap har skapats igenom samarbete med Mercedes. I dag pågår omfattande bredd-prov hos dessa tillverkare. Dock bygger samtliga fordon på en helt ny arkitektur för drivlinan.

Uppfinningen möjliggör att fordonstillverkaren kan basera sitt bränslecellsfordon på sin redan existerande parallellhybrid. Ändringsomfattningen i fordonet blir jämförelsevis mångfalt lägre, vilket speglas i lägre utvecklingskostnader samtidigt som man skapar skal-ekonomi med den redan existerande parallellhybriden.

En omvänd händelsekedja är att fordonstillverkaren först lanserar den helt elektriska drivlinan och därefter en parallellhybrid med förbränningsmotor. Samma fördelar avseende gemensamma komponenter, låg ändringsomfattning och skal-ekonomi uppnås oavsett den kronologiska ordningen.

Beskrivningen ovan är i första hand avsedd att underlätta förståelsen för uppfinningen och är naturligtvis inte begränsad till de angivna utföringsformerna utan även andra varianter av uppfinningen är möjliga och tänkbara inom ramen för uppfinningstanken och efterföljande patentkravs skyddsomfång.

De ovan nämnda och ytterligare ändamål och fördelar uppnås enligt uppfinningen med hjälp av ett sätt att integrera en elektrisk drivlina, och företrädesvis även en bränslecell, fungerande som i ett seriehybrid-fordon med ett parallellhybrid-fordon som bas i enlighet med de i patentkraven angivna särdragen.

KORTFATTAD RITNINGSFÖRTECKNING

Uppfinningen beskrivs närmare nedan i några föredragna utföringsexempel med ledning av bifogade ritningar.

Figur 1 visar schematiskt en drivlina för ett konventionellt parallellhybrid-fordon.

5 **Figur 2** visar schematiskt en uppfinningsenlig integration av ett system bestående av elektrisk motor, batteri och bränslecell som ersätter den ursprungliga förbränningsmotorn.

Figur 3 visar schematiskt hur den förbränningsmotorns lastföljande effekt styres av gas pedalens läge i ett konventionellt parallellhybrid-fordon.

10 **Figur 4** visar schematiskt uppfinningsenligt hur den elektriska huvud-motorns lastföljande effekt styres av gas pedalens läge.

Figur 5 visar schematiskt hur den elektriska huvud-motorn ger lastföljande effekt och bränslecellen ger genomsnittseffekt Samt upp- respektive nedrampning av effekten.

15 **Figur 6** visar hur en parallellhybrid har en alternativ arkitektur med den elektriska motor/generatoren driver en utgående axel från den mekaniska växellådan i fordonet istället för att driva genom den mekaniska växellådan.

Figur 7 visar uppfinningsenligt integration av ett system bestående av elektrisk motor, batteri och bränslecell som ersätter den ursprungliga förbränningsmotorn i en parallellhybrid med arkitektur enligt figur 6.

20 **Figur 8** visar hur en parallellhybrid har en alternativ arkitektur med den elektriska motor/generatoren drivande en annan hjul-axel i fordonet istället för att driva genom den mekaniska växellådan.

Figur 9 visar uppfinningsenligt integration av ett system bestående av elektrisk motor, batteri och bränslecell som ersätter den ursprungliga förbränningsmotorn i en parallellhybrid med arkitektur enligt figur 8.

25 **Figur 10** visar uppfinningsenligt integration av ett system bestående av elektrisk motor, batteri och bränslecell som ersätter den ursprungliga förbränningsmotorn och den mekaniska växellådan i en parallellhybrid med arkitektur enligt figur 6.

Figur 11 visar uppfinningsenligt integration av ett system bestående av elektrisk motor, batteri och bränslecell som ersätter den ursprungliga förbränningsmotorn och den mekaniska växellådan i en parallellhybrid med arkitektur enligt figur 8.

5 BESKRIVNING AV FÖREDRAGNA UTFÖRINGSFORMER

Figur 1, visar en schematisk bild på en drivlina för ett konventionellt parallellhybridfordon. Den schematiska bilden innehåller inte samtliga komponenter i en elektrisk drivlina. det är en förenkling som visar vad som är viktigt, och det som berörs av patentet. Samma gäller för alla efterföljande figurer.

10 En förbränningsmotor **1** driver en växellåda **2** innehållande en assisterande elektrisk motor/generator **3**. Motorn får kraft från batteriet **4**. Den elektriska kraften till motorn distribueras via en elektrisk ledning **5**. Vid inbromsning fungerar den assisterande elektriska motorn/generatoren som generator och energin lagras i batteriet. Den lagrade energin förbrukas genom att motorn/generatoren fungerar som motor och assisterar
15 förbränningsmotorn i framdrivningen.

Figur 2 visar en uppfinningsenlig schematisk integration av ett system bestående av elektrisk huvud-motor **6**, batteri **7** och bränslecell **8** som ersätter den ursprungliga förbränningsmotorn. Den elektriska huvud-motorn **6** monteras på den ursprungliga förbränningsmotorns plats drivande ingående axel i växellådan **2**.

20 **Figur 3** visar hur den förbränningsmotorns lastföljande effekt styres av gaspedalens läge i ett konventionellt parallellhybrid-fordon. Gaspedalen **9** trycks ner av föraren till ett läge som motsvarar önskat behov av effekt. Signalen om önskat effektbehov modifieras av styrenheten **10** genom att reducera förbränningsmotorns **1** lastföljande effekt i samma omfattning som den assisterande elektriska motorn/generatoren **3** assisterar framdrivningen.
25 Syftet är att föraren skall uppleva att ett givet gaspedalläge alltid motsvarar en och samma effektnivå.

Figur 4 visar uppfinningsenligt hur den elektriska huvud-motorns **7** lastföljande effekt styres av gaspedalens läge. Gaspedalen **9** trycks ner av föraren till ett läge som motsvarar önskat behov av effekt. Signalen om önskat effekt behov modifieras av styrenheten **10**
30 genom att reducera förbränningsmotorns lastföljande effekt i samma omfattning som den

elektriska motorn/generatoren **3** assisterar framdrivningen. Syftet är även här att föraren skall uppleva att ett givet gaspedalläge alltid motsvarar en och samma effektnivå. Lösningen visar likheten mellan den konventionella parallellhybriden. Ändringsomfattning blir minimal. Samma styrenhet **10** kan användas för det konventionella parallellhybrid-fordonet såväl som i det nya fordonet. Lösningen innebär alltså att endast en styrenhet behövs för att bearbeta och sända begäran om effekt-nivå.

Uppfinningen möjliggör också att den assisterande elektriska motorn/generatoren, dess inverter, batteri och styrenhet kan behållas intakta i det nya fordonet.

Detta är den viktiga fördelen med uppfinningen, ändringsomfattningen i fordonet kan minimeras.

Figur 5 visar ett exempel där den elektriska huvud-motorn ger lastföljande effekt och bränslecellen ger genomsnittseffekt. Den lastföljande effekten representeras av en kurva **11** som åskådliggör lastvariationer från maxeffekt **12** till noll **13** och till bromsregenerering **14**. Kurvan **15** visar bränslecellens leverans av genomsnittseffekt. Vid **16** visas exempelvis en nedrampning av bränslecellens effekt för att svara mot ett ändrat körfall som kräver lägre effekt.

Figur 6 visar ett alternativt utförande hur en parallellhybrid har en alternativ arkitektur med den assisterande elektriska motorn/generatoren **3** driver en utgående axel **17** i fordonet istället för att driva genom den mekaniska växellådan.

Figur 7 visar uppfinningsenligt schematisk integration av ett system bestående av elektrisk huvud-motor **6**, batteri **7** och bränslecell **8** som ersätter den ursprungliga förbränningsmotorn i ett parallellhybrid-fordon med arkitektur uppbyggd enligt figur 6. Den elektriska huvud-motorn **6** monteras på den ursprungliga förbränningsmotorns plats drivande ingående axel i den mekaniska växellådan **2**.

Figur 8 visar hur en parallellhybrid har en alternativ arkitektur med den elektriska motor/generatoren drivande en annan hjul-axel **18** i fordonet istället för att driva genom den mekaniska växellådan.

Figur 9 visar uppfinningsenligt integration av ett system bestående av elektrisk motor, batteri och bränslecell som ersätter den ursprungliga förbränningsmotorn i en

parallellhybrid med arkitektur uppbyggd enligt figur 8. Den elektriska huvud-motorn 6
Batteriet 7 och bränslecellen 8 ersätter den ursprungliga förbränningsmotorn 1.

Figur 10 visar uppfinningsenligt schematisk integration av ett system bestående av
elektrisk huvud-motor 6, batteri 7, och bränslecell 8 som ersätter den ursprungliga
förbränningsmotorn och den ursprungliga mekaniska växellådan i ett parallellhybrid-fordon
med arkitektur enligt figur 6. Den elektriska huvud-motorn 6 monteras på den ursprungliga
mekaniska växellådans plats.

Figur 11 visar uppfinningsenligt integration av ett system bestående av elektrisk
huvud-motor, batteri och bränslecell som ersätter den ursprungliga förbränningsmotorn och
den mekaniska växellådan i en parallellhybrid med arkitektur enligt figur 8. Den elektriska
huvud-motorn 6, batteriet 7 och bränslecellen 8 ersätter den ursprungliga
förbränningsmotorn och den mekaniska växellådan.

Beskrivningen ovan är i första hand avsedd att underlätta förståelsen för
uppfinningen och är naturligtvis inte begränsad till de angivna utföringsformerna utan även
andra varianter av uppfinningen är möjliga och tänkbara inom ramen för uppfinningstanken
och efterföljande patentkravs skyddsomfång.