



(12) Patentskrift

(10) SE 536 640 C2

(21) Patentansökningsnummer: 1250708-3
(45) Patent meddelat: 2014-04-22
(41) Ansökan allmänt tillgänglig: 2013-12-28
(22) Patentansökan inkom: 2012-06-27
(24) Löpdag: 2012-06-27
(83) Deposition av mikroorganism: ---
(30) Prioritetsuppgifter: ---

(51) Internationell klass:
B60W 20/00 (2006.01)
B60K 6/365 (2007.10)
B60W 10/06 (2006.01)
B60W 10/08 (2006.01)
B60W 30/19 (2012.01)

(73) Patenthavare: Scania CV AB, 151 87 SÖDERTÄLJE SE

(72) Uppfinnare: Niklas PETTERSSON, Stockholm SE
Mikael BERGQVIST, Huddinge SE
Johan LINDSTRÖM, NYKÖPING SE
Anders KJELL, Ekerö SE

Mathias BJÖRKMAN, Tullinge SE

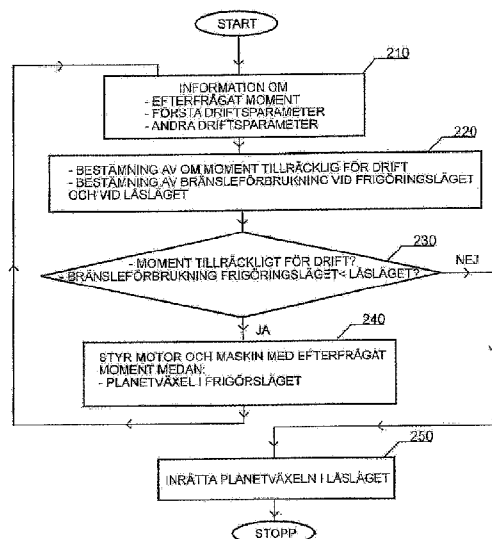
(74) Ombud: Bjerkéns Patentbyrå KB, Box 5366, 102 49 Stockholm SE

(54) Benämning: Förfarande för styrning av ett drivsystem hos ett fordon, ett drivsystem, ett datorprogram, en datorprogramprodukt och ett fordon

(56) Anförda publikationer: US 5713814 A

(47) Sammandrag:

Förfarande för styrning av ett drivsystem hos ett fordon. Drivsystemet innefattar en förbränningsmotor (2) med en utgående axel (2a), en växellåda (3) med en ingående axel (3a), en elektrisk maskin (9) som innefattar en stator (9a) och en rotor (9b), och en planetväxel som innefattar ett solhjul (10), ett ringhjul (11) och en planethjulahållare (12). Förfarandet innefattar att om moment från förbränningsmotorn och den elektriska maskinen är tillräckligt för driften av fordonet medelst planetväxeln i frigöringsläget, och om fordonets bränsleförbrukning medelst planetväxeln i frigöringsläget är lägre än i låsläget styrs den elektriska maskinen och förbränningsmotorn så att efterfrågat moment tillhandahålls medan planetväxeln är i frigöringsläget. I annat fall inrättas planetväxeln i låsläget och förfarandet avslutas.



5 **FÖRFARANDE FÖR STYRNING AV ETT DRIVSYSTEM
HOS ETT FORDON, ETT DRIVSYSTEM, ETT DATORPRO-
GRAM, EN DATORPROGRAMPRODUKT OCH ETT FOR-
DON**

10 UPPFINNINGENS OMRÅDE

Föreliggande uppfinning avser ett förfarande för styrning av ett drivsystem hos ett fordon, i synnerhet ett hybridfordon. Drivsystemet innefattar en förbränningsmotor med en utgående axel, en växellåda med en ingående axel, en elektrisk maskin som
15 innefattar en stator och en rotor, och en planetväxel som innefattar tre komponenter i form av ett solhjul, ett ringhjul och en planethjulshållare.

Förbränningsmotorns utgående axel är förbunden med en första
20 av nämnda komponenter hos planetväxeln så att en rotation av denna axel leder till en rotation av denna komponent, varvid växellådans ingående axel är förbunden med en andra av nämnda komponenter hos planetväxeln så att en rotation av denna axel leder till en rotation av denna komponent och den
25 elektriska maskinens rotor är förbunden med en tredje av nämnda komponenter hos planetväxeln så att en rotation av rotorn leder till en rotation av denna komponent.

Drivsystemet innefattar dessutom låsmedel överförbara mellan
30 ett låsläge i vilket två av nämnda komponenter är ihoplåsta så att de tre komponenterna roterar med samma varvtal och ett frigöringsläge i vilket komponenterna tillåts rotera med olika varvtal.

35 Föreliggande uppfinning avser även ett driftsystem för ett fordon enligt ovan.

TIDIGARE TEKNIK

Hybridfordon kan drivas av en primär motor som kan vara en
5 förbränningsmotor och en sekundär motor som kan vara en
elektrisk maskin. Den elektriska maskinen är utrustad med åt-
minstone ett energilager för lagring av elektrisk energi och
reglerutrustning för att reglera flödet av elektrisk energi mellan
10 batteriet och den elektriska maskinen. Den elektriska maskinen
kan därmed omväxlande arbeta som motor och generator i be-
roende av fordonets driftstillstånd. Då fordonet bromsas genere-
rar den elektriska maskinen elektrisk energi som lagras i energi-
lager. Den lagrade elektriska energin utnyttjas senare för drift av
15 fordonet. Den elektriska maskinen kan anordnas i en position
mellan en kopplingsmekanism och växellådan i fordonet.

Konventionella driftsystem är utformade så att de endast erbjuder ett fåtal driftssätt som är anpassade för de huvudsakliga be-
lastningarna vid driften av fordonet. En nackdel med konvent-
20 ionell driftsystem är att driftssätten vid låg belastning resulterar i
en förhållandevis bränslekrävande drift av fordonet samt ett be-
gränsat momentomfång.

US 6,354,974 visar ett drivsystem för ett hybridfordon. Hybrid-
25 fordonet innefattar en förbränningsmotor och en elektrisk maskin
som är anordnad på förbränningsmotors utgående axel. Syftet är
här att skapa en kompakt drivenhet som inte behöver utnyttja en
konventionell kopplingsmekanism. Den konventionella kopp-
lingsmekanismen har här ersatts av en planetväxel och tre
30 stycken friktionskopplingar. Med hjälp av friktionskopplingarna
kan olika driftstillstånd skapas hos fordonet. Utnyttjandet av
friktionskopplingar resulterar i energiförluster.

SAMMANFATTNING AV UPPFINNINGEN

Ett ändamål med föreliggande uppfinning är att tillhandahålla ett
förfarande för styrning av ett drivsystem hos ett fordon i syfte att
5 minska bränsleförbrukningen hos fordonet.

Dessa ändamål uppnås med det inledningsvis angivna förfaran-
det som kännetecknas av att stegen a)-d) itereras,

a) information om ett efterfrågat moment för driften av fordonet,
10 åtminstone en första driftparameter hos förbränningsmotorn och
åtminstone en andra driftparameter hos den elektriska maskinen
mottages,

b) huruvida tillgängligt momentet från förbränningsmotorn och
den elektriska maskinen är tillräckligt för att uppnå det efterfrå-
15 gade momentet medelst planetväxeln i frigöringsläget bestäms,

c) fordonets bränsleförbrukning vid planetväxeln i frigöringsläget
och i låsläget bestäms på basis av den första och den andra
driftsparametern,

d) om moment från förbränningsmotorn och den elektriska ma-
20 skinen är tillräckligt för att uppnå det efterfrågade momentet
medelst planetväxeln i frigöringsläget, och om fordonets bräns-
leförbrukning medelst planetväxeln i frigöringsläget är lägre än i
låsläget styrs den elektriska maskinen och förbränningsmotorn
så att efterfrågat moment tillhandahålls medan planetväxeln är i
25 frigöringsläget, i annat fall inrättas planetväxeln i låsläget och
förfarandet avslutas.

Vid låga belastningar för driften av fordonet är det bränsleeko-
nomiskt fördelaktigt att manövrera drivsystemet enligt förfaran-
30 det. Förfarandet innefattar steget att bestämma om moment från
förbränningsmotorn och den elektriska maskinen är tillräckligt
för driften av fordonet medelst planetväxeln i frigöringsläget, det
vill säga om det är möjligt att framföra fordonet med planetväx-
eln i frigöringsläget enligt det efterfrågade momentet. Förfaran-
35 det innefattar dessutom steget att bestämma om fordonets
bränsleförbrukning medelst planetväxeln i frigöringsläget är

lägre än bränsleförbrukning i låsläget, det vill säga om framförande av fordonet med planetväxeln i frigöringsläget är fördelaktigt med avseende på fordonets bränsleförbrukning.

- 5 Om båda villkoren är uppfyllda innefattar förfarandet i ett efterföljande steg att styra den elektriska maskinen och förbränningsmotorn samtidigt så att det efterfrågade momentet tillhandahålls. Styrningen av elektriska maskinen och förbränningsmotorn sker medan planetväxeln är i frigöringsläget och under tiden
10 som förbränningsmotorns varvtal bibehålls konstant. Om däremot något av villkoren inte är uppfyllda inrättas planetväxeln i låsläget och förfarandet avslutas.

- Genom att driften av fordonet enligt förfarandet sker med bibehållet varvtal hos förbränningsmotorn är det möjligt att reducera bränsleåtgången eftersom ett lågt varvtal resulterar i lägre friktionsförluster i förbränningsmotorn i förhållande till ett högt varvtal. Förfarandet möjliggör således en reducerad bränsleåtgång i förhållande till drivsystem enligt teknikens standpunkt.
15

- 20 Förbränningsmotorn enligt förfarandet bidrar till framdrivande av fordonet och inte enbart till att driva eventuella hjälpaggregat i fordonet som i teknikens standpunkt. Förfarandet är lämpligt vid låga driftsbelastningar/begärda moment i förhållande till fordonets huvudsakliga driftsbelastning/begärda moment.
25

- Förfarandet möjliggör att styra varvtalet hos förbränningsmotorn i syfte att uppnå ett optimalt driftförhållande. Det låga varvtalet möjliggör exempelvis en temperaturhöjning av avgastemperaturen från förbränningsmotorn, vilket är fördelaktigt för reningen av avgaserna i ett avgasefterbehandlingssystem.
30

Enligt en utföringsform av uppfinningen inleds förfarandet med stegen:

- information om en första driftparameter hos förbränningsmotorn och en andra driftparameter hos den elektriska maskinen mottages,
- fordonets bränsleförbrukning medelst planetväxeln i frigöringsläget och i låsläget bestäms på basis av den första och den andra driftparametern,
- om fordonets bränsleförbrukning medelst planetväxeln i frigöringsläget är lägre än i låsläget inrättas planetväxeln i frigöringsläget och stegen a)-d) itereras. Iterationen enligt steg a) – d) inleds således endast om frigöringsläget resulterar i en lägre bränsleförbrukning än i låsläget.

Enligt en utföringsform av uppfinningen är drivsystemet vid nämnda inledning av förfarandet i ett läge där planetväxeln är i låsläget, fordonet är under framförande och en växellådan är inrättad med en växel. Läget där planetväxeln är i låsläget, fordonet är under framförande och växellådan är inrättad med en växel avser det huvudsakliga driftförfarandet för fordonet vid höga belastningar.

Enligt en utföringsform av uppfinningen styrs den elektriska maskinen med avseende på en av ett moment och ett varvtal, och förbränningsmotorn styrs med avseende på den andra av momentet och varvtalet.

Företrädesvis styrs den elektriska maskinen med avseende på en momentet medan förbränningsmotorn styrs med avseende på varvtalet. Därigenom möjliggör förfarandet att driften av fordonet sker vid ett lågt varvtal hos förbränningsmotorn, vilket är fördelaktigt för reduktion av bränsleförbrukningen. Alternativt styrs den elektriska maskinen med avseende på ett varvtal medan förbränningsmotorn styrs med avseende på ett moment.

Enligt en utföringsform av uppfinningen styrs förbränningsmotorn så att förbränningsmotorns varvtal minimeras med avseende på ett av förbränningsmotorn efterfrågat moment. Genom

att minimera förbränningsmotorns varvtal reduceras fordonets bränsleförbrukning. Förbränningsmotorn varvtalsstyrs mot det lägsta varvtal där erforderligt vridmoment kan erhållas. Normalt är detta varvtal samma som motorns tomgångsvarvtal som är
5 det lägsta möjliga på grund av komfortskäl.

Enligt en utföringsform av uppfinningen styrs förbränningsmotorn så att förbränningsmotorns får ett tomgångsvarvtal. Med termen "tomgångsvarvtal" avses ett läge i vilket förbränningsmotorn har varvtalet vid tomgångskörning, där förbränningsmotorn inte bidra med moment.
10

Enligt en utföringsform av uppfinningen är den första driftsparametern förbränningsmotorns varvtal. Bränsleförbrukningen hos fordonet är beroende av förbränningsmotorns varvtal eftersom friktionsförlusterna ökar vid ökade varvtal. Således är ett så lågt varvtal som möjligt hos förbränningsmotorn fördelaktigt för reduktion av bränsleförbrukningen under iterationen av stegen a)-d).
15
20

Enligt en utföringsform av uppfinningen är den andra driftsparametern den elektriska maskinens utvecklade moment. Bränsleförbrukningen hos fordonet är beroende av den elektriska maskinens utvecklade moment eftersom energimängden i energilagret minskar i beroende av det utvecklade momentet och där-
25 efter återfylls medelst energi från förbränningsmotorn.

Enligt en utföringsform av uppfinningen låses planethjulhållaren och solhjulet till varandra då planetväxeln inrättas i låsläget och
30 planethjulhållaren och solhjulet frigörs från varandra då planetväxeln inrättas i frigöringsläget.

Enligt en utföringsform av uppfinningen bestäms huruvida momentet från förbränningsmotorn är tillräckligt för driften av fordonet vid planetväxeln i frigöringsläget utifrån [utvecklat moment från förbränningsmotorn x utväxlingsförhållandet] och huruvida
35

momentet från den elektriska maskinen (9) är tillräckligt för drif-
 ten av fordonet vid planetväxeln i frigöringsläget utifrån [utveck-
 lat moment från den elektriska maskinen $\times [1 - \text{utväxlingsförhållan-}$
 landet]], där utväxlingsförhållandet ges av förhållandet mellan
 5 antalet tänder hos solhjulet och [antalet tänder hos ringhjulet +
 antalet tänder hos solhjulet]. Företrädesvis är planetväxeln in-
 rättad med en planetväxelekvation enligt följande utväxlingsför-
 hållande: $-z_r/z_s = \omega_s - \omega_c / (\omega_r - \omega_s) = 102/66$, där z avser antalet
 10 tänder, ω rotationshastighet, index s solhjulet och index r ring-
 hjulet.

Ett annat ändamål med föreliggande uppfinning är att tillhanda-
 hålla ett förfarande för styrning av ett drivsystem i syfte att
 minska slitaget av växellådan vid acceleration av fordonet.

15 Uppfinningen uppnår ändamålet genom en utföringsform av upp-
 finningen, där växellådan innefattar åtminstone en första växel
 med ett första lägsta moment, en andra växel med ett andra
 lägsta moment, och en tredje växel med ett tredje lägsta mo-
 20 ment, varvid det första lägsta moment är lägre än det andra
 lägsta moment och det andra lägsta moment är lägre än det
 tredje lägsta moment, varvid förfarandet innefattar:

- planetväxeln inrättas i frigöringsläget medan växellådan är ar-
 rangerad i den första växeln,
- 25 - momentet hos driftsystemet ökas från åtminstone det andra
 lägsta momentet till åtminstone det tredje lägsta moment genom
 att öka momentet hos förbränningsmotorn och den elektriska
 maskinen under bibehållande av varvtalet hos förbränningsmo-
 torn,
- 30 - växellådan växlas från den första växeln till den tredje växeln,
 och
- planetväxeln inrättas i låsläget och förfarandet avslutas.

Förfarandet möjliggör att hoppa över växlar vid acceleration av
 35 fordonet genom att den elektriska maskinen bidrar med moment
 innefattande åtminstone det andra lägsta momentet till åt-

- minstone det tredje lägsta moment då växellådan är inrättad i den första växeln, och vid åtminstone det tredje lägsta moment inrätta växellådan i den tredje växeln. Genom förfarandet möjliggörs att accelerationen av fordonet sker utan att i ordnings-
- 5 följd gå från den första växeln till den tredje växeln, vilket ger mindre slitage på växellådan. Dessutom möjliggörs en bättre komfort vid accelerationen av fordonet genom att till exempel eventuella kopplingsryck undviks.
- 10 Enligt en utföringsform av uppfinningen är låsmedlet anpassat att i låsläget sammankoppla ringhjulet och planethjulhållaren så att de roterar tillsammans, växlingen från låsläget och frigöringsläget innefattar:
- den elektriska maskinen och förbränningsmotorn styrs till ett
- 15 ömsesidigt momentfritt tillstånd, och
- låsmedlet frigörs från ingrepp med ringhjulet och planethjulhållaren så att ringhjulet och planethjulhållaren är fritt roterbara i förhållande till varandra.
- 20 Enligt en utföringsform av uppfinningen är låsmedlet anpassat att i låsläget sammankopplar ringhjulet och planethjulhållaren så att de roterar tillsammans, växlingen från frigöringsläget till låsläget innefattar att:
- den elektriska maskinen och förbränningsmotorn styrs till ett
- 25 ömsesidigt momentfritt tillstånd, och
- låsmedlet förskjuts till ingrepp med ringhjulet och planethjulhållaren.
- 30 Enligt en utföringsform av uppfinningen är förbränningsmotorns utgående axel förbunden med solhjulet så att de roterar som en enhet med ett första varvtal, att växellådans ingående axel är förbunden med planethjulshållaren så att de roterar som en enhet med ett andra varvtal, och att den elektriska maskinens rotor är förbunden med ringhjulet så att ringhjulet roterar med ett
- 35 tredje varvtal.

Föreliggande uppfinning avser även det inledningsvis nämnda drivsystemet. Drivsystemet kännetecknas av att det innefattar en styrenhet anpassad att om moment från förbränningsmotorn och den elektriska maskinen är tillräckligt för driften av fordonet

5 medelst planetväxeln i frigöringsläget, och om fordonets bränsleförbrukning medelst planetväxeln i frigöringsläget är lägre än i låsläget, styra den elektriska maskinen och förbränningsmotorn så att efterfrågat moment tillhandahålls medan planetväxeln är i frigöringsläget och under bibehållande av förbränningsmotorns

10 varvtal.

Enligt en utföringsform av uppfinningen innefattar drivsystemet medel för att styra varvtalet hos förbränningsmotorn. Exempelvis är medlet för att styra varvtalet en varvtalsregulator.

15 Enligt en utföringsform av uppfinningen innefattar drivsystemet innefattar medel för att styra momentet hos den elektriska maskinen. Företrädesvis styrs det utvecklade momentet från den elektriska maskinen genom att styrsystemet styr tillförseln av

20 elkraft.

KORT BESKRIVNING AV RITNINGARNA

I det följande beskrivs, såsom ett exempel, föredragna utföringsformer av uppfinningen med hänvisning till bifogade figurer.

25

Fig. 1a visar ett drivsystem för drift av ett fordon enligt föreliggande uppfinning.

Fig. 1b visar drivsystemet i fig. 1a i detalj.

30 Fig. 2 visar ett flödesschema över ett förfarande för styrning av drivsystemet enligt en första utföringsform av uppfinningen.

Fig. 3 visar ett flödesschema över ett förfarande för styrning av drivsystemet enligt en andra utföringsform av uppfinningen.

35 DETALJERAD BESKRIVNING AV FÖREDRAGNA UTFÖRINGSFORMER AV UPPFINNINGEN

Fig. 1a visar en drivlina för ett tungt fordon 1. Drivlinan innefattar en förbränningsmotor 2, en växellåda 3, ett antal drivaxlar 4 och drivhjul 5. Mellan förbränningsmotorn 2 och växellådan 3 innefattar drivlinan ett mellanliggande parti 6.

Fig. 1b visar komponenterna i det mellanliggande partiet 6 mer i detalj. Förbränningsmotorn 2 är försedd med en utgående axel 2a och växellådan 3 med en ingående axel 3a i det mellanliggande partiet 6. Förbränningsmotorns utgående axel 2a är koaxiellt anordnad i förhållande till växellådans ingående axel 3a. Förbränningsmotorns utgående axel 2a och växellådans ingående axel 3a är roterbart anordnade runt en gemensam rotationsaxel 7. Det mellanliggande partiet 6 innefattar ett hus 8 som innesluter en elektrisk maskin 9 och en planetväxel. Den elektriska maskinen 9 innefattar på sedvanligt sätt en stator 9a och en rotor 9b. Statorn 9a innefattar en statorkärna som är fäst på lämpligt sätt på husets 8 insida. Statorkärnan innefattar stators lindningar. Den elektriska maskinen 9 är anpassad att under vissa driftstillfällen utnyttja lagrad elektrisk energi för att tillföra drivkraft till växellådans ingående axel 3a och under andra driftstillfällen utnyttja växellådans ingående axels 3 rörelseenergi för att utvinna och lagra elektrisk energi.

Planetväxeln är anordnad väsentligen radiellt invändigt om den elektriska maskinens stator 9a och rotor 9b. Planetväxeln innefattar på sedvanligt sätt ett solhjul 10, ett ringhjul 11 och en planethjulhållare 12. Planethjulhållaren 12 bär upp ett antal kugghjul 13 som är roterbart anordnade i ett radiellt utrymme mellan solhjulets 10 och ringhjulets 11 kuggar. Solhjulet 10 är fäst på en perifer yta hos förbränningsmotorns utgående axel 2a. Solhjulet 10 och förbränningsmotorns utgående axel 2a roterar som en enhet med ett första varvtal n_1 . Planethjulhållaren 12 innefattar ett fästparti 12a som är fäst på en perifer yta hos växellådans ingående axel 3a med hjälp av ett splines-förband 14. Med hjälp av detta förband kan planethjulhållaren 12 och växellådans

ingående axel 3a rotera som en enhet med ett andra varvtal n_2 . Ringhjulet 11 innefattar en utvändig perifer yta på vilken rotorn 9b är fast monterad. Rotorn 9b och ringhjulet 11 utgör en roterbar enhet som roterar med ett tredje varvtal n_3 .

5

Drivsystemet innefattar även låsmedel anpassad att växla planetväxeln mellan ett frigöringsläge i vilket solhjulet 10, ringhjulet 11 och planethjulhållaren 12 är fritt roterbara i förhållande till varandra, och ett låsläge i vilket planethjulhållaren 12 och solhjulet 10 är låsta till varandra. Låsmedlet är anpassat att i låsläget sammankoppla ringhjulet 11 och planethjulhållaren 12 så att de roterar tillsammans.

10

Växlingen mellan låsläget och frigöringsläget innefattar att styra den elektriska maskinen 9 och förbränningsmotorn 2 till ett ömsesidigt momentfritt tillstånd och därefter förskjuta låsmedlet från/till ingrepp med ringhjulet 11 och planethjulhållaren 12.

15

Låsmedlet innefattar ett förskjutbart kopplingsorgan 15 på förbränningsmotorns utgående axel 2a. Kopplingsorganet 15 är fäst på förbränningsmotorns utgående axel 2a med hjälp av ett splines-förband 16. Kopplingsorganet 15 är i detta fall vridfast anordnat på förbränningsmotorns utgående axel 2a och förskjutbart anordnat i en axiell riktning på förbränningsmotorns utgående axel 2a. Kopplingsorganet 15 innefattar ett kopplingsparti 15a som är förbindbart med ett kopplingsparti 12b hos planet-hjulhållaren 12. Låsmedlet innefattar även ett förskjutningsorgan 17 anpassat att förskjuta kopplingsorganet 15 mellan frigöringsläget då kopplingspartierna 15a, 12b inte är i ingrepp med varandra och låsläget då kopplingspartierna 15a, 12b är i ingrepp med varandra. Då kopplingspartierna 15a, 12b är i ingrepp med varandra kommer förbränningsmotorns utgående axel 2 och växellådans ingående axel 3 att rotera med samma varvtal.

20

25

30

35

En elektrisk styrenhet 18 eller flera elektriska styrenheter 18 i kombination är anpassad att styra förskjutningsorganet 17. Styrenheten 18 är även anpassad att avgöra vid vilka tillfällen som den elektriska maskinen 9 ska arbeta som motor och vid vilka tillfällen som den ska arbeta som generator. För att avgöra detta kan styrenheten 18 mottaga aktuell information från lämpliga driftsparametrar. Styrenheten 18 kan vara en dator med lämplig programvara för detta ändamål. Styrenheten 18 styr även en schematiskt visad regleringsutrustning 19 som reglerar flödet av elektrisk energi mellan ett energilagret 20 och den elektriska maskinens stator 9a. Energilagret är företrädesvis ett hybridbatteri eller en kondensator. Vid tillfällen som den elektriska maskinen 9 arbetar som motor tillförs lagrad elektrisk energi från energilagret 20 till statorn 9a. Vid tillfällen som den elektriska maskinen 9 arbetar som generator tillförs elektrisk energi från statorn 9a till energilagret 20. Energilagret 20 levererar och lagrar elektrisk energi med en spänning som är av storleksordningen 300-700 Volt. Då det mellanliggande partiet 6 mellan förbränningsmotorn 2 och växellådan 3 i ett fordon är begränsat erfordras att den elektriska maskinen 9 och planetväxeln utgör en kompakt enhet. Planetväxelns komponenter 10-12 anordnas här väsentligen radiellt invändigt om den elektriska maskinens stator 9a. Rotorn 9b hos den elektriska maskinen, ringhjulet 11 hos planetväxeln, förbränningsmotorns utgående axel 2a och växellådans ingående axel 3a är här roterbart anordnade runt en gemensam rotationsaxel 5. Med ett sådant utförande upptar den elektriska maskinen 9 och planetväxeln ett relativt litet utrymme.

Fordonet innefattar ett 24 volt batteri 21 för start av förbränningsmotorn 2 och drift av annan utrustning i fordonet 1. I tunga fordon 1 används 24 volt batterier 21 med en relativt hög kapacitet. 24 voltbatteriet 21 är, via en elektrisk ledning och en kopplingsmekanism 23 förbindbar med den elektriska maskinens stator 9a. Den elektriska ledningen innefattar en DC-DC transformator 22 mellan 24 volt batteriet 21 och kopplingsmekanismen 23. DC-DC transformatorn 22 har kapacitet att omvandla elekt-

risk energi som leds från den elektriska maskinens stator 9a, som leverera elektrisk energi med samma spänningsnivå som energilagret 20, till den spänningsnivå som råder i 24 volt batteriet 21. DC-DC transformatorn 22 kan med fördel vara dubbelriktad. Den kan därmed även vid behov leda elektrisk energi från 24 volt energilagret 20 till den elektriska maskinens stator 7. Då elektrisk energi leds i denna riktning omvandlar DC-DC transformatorn 22 elektrisk energi med spänningsnivån 24 volt till hybridbatteriets högre spänningsnivå.

Drivsystemet innefattar medel för att detektera en första driftsparametern hos förbränningsmotorn 2 och en andra driftsparameter hos den elektriska maskinen 9. Företrädesvis är den första driftsparametern förbränningsmotorns varvtal och den andra driftsparametern det utvecklade momentet av den elektriska maskinen 9 som exempelvis är beroende av strömmens storlek och fasriktning till den elektriska maskinen. Medlet för att detektera den första driftsparametern är exempelvis en varvtalsgivare ansluten till förbränningsmotorn 2. Medlet för att detektera den andra driftsparametern är exempelvis ett styrsystem hos den elektriska maskinen 9 som ger information om strömmens storlek och fasriktning.

Förfarandet av uppfinningen kommer att förklaras i detalj med hänvisning till figur 2 och 3. Stegen i förfarandet styrs medelst styrenheten 18.

Figur 2 visar ett förfarande enligt en första utföringsform av uppfinningen.

Förfarandet inleds i ett steg 210 med att mottagande av information om ett efterfrågat moment för driften av fordonet, en första driftparameter hos förbränningsmotorn 2 och en andra driftparameter hos den elektriska maskinen 9.

Det efterfrågade momentet bestäms av användaren av fordonet. Den första driftparameter hos förbränningsmotorn 2 och den andra driftparameter hos den elektriska maskinen 9 är parametrar som påverkar fordonets bränsleförbrukning i både frigöringsläget och låsläget hos planetväxeln. Företrädesvis är den första driftparameter förbränningsmotorns varvtal och den andra driftparameter det utvecklade momentet från den elektriska maskinen 9.

- 10 I ett steg 220 bestäms:
- om momentet från förbränningsmotorn 2 och den elektriska maskinen 9 är tillräckligt för driften av fordonet medelst planetväxeln i frigöringsläget, och
 - bränsleförbrukningen medelst planetväxeln i frigöringsläget respektive låsläget.

I ett steg 230 avgörs det huruvida följande två villkor är uppfyllda:

- 20 i) om momentet från förbränningsmotorn 2 och den elektriska maskinen 9 är tillräckligt för driften av fordonet medelst planetväxeln i frigöringsläget, och
- ii) om bränsleförbrukningen medelst planetväxeln i frigöringsläget är mindre än bränsleförbrukningen i låsläget.

- 25 Om de två villkoren kan besvaras jakande fortsätter förfarandet till ett steg 240, där den elektriska maskinen 9 och förbränningsmotorn 2 styrs så att det efterfrågade momentet tillhandahålls medan planetväxeln är i frigöringsläget och under bibehållande av förbränningsmotorns varvtal oförändrat. Om däremot
- 30 åtminstone ett av villkoren besvaras negativt inrättas i ett steg 250 planetväxeln i låsläget och förfarandet avslutas.

- Stegen 210-240 av förfarandet itereras tills att något av villkoren i steg 230 besvaras negativt. Förfarandet kan även avbrytas på
- 35 annat sätt, så som på order av användaren. Iterationen av förfar-

randet enligt stegen 210-240 resulterar i en reducerad bränsleförbrukning vid framförande av fordonet.

5 Figur 3 visar ett förfarande enligt en andra utföringsform av uppfinningen. Den andra utföringsformen skiljer sig från den första utföringsformen genom de inledande stegen hos förfarandet.

10 Förfarandet inleds i ett steg 110 med mottagande av information om ett efterfrågat moment för driften av fordonet, en första driftparameter hos förbränningsmotorn 2 och en andra driftparameter hos den elektriska maskinen 9.

15 I ett steg 220 bestäms bränsleförbrukningen medelst planetväxeln i frigöringsläget respektive låsläget. I ett steg 230 bestäms om bränsleförbrukningen medelst planetväxeln i frigöringsläget är mindre än i låsläget.

20 Om bränsleförbrukningen medelst planetväxeln i frigöringsläget är mindre än i låsläget inrättas planetväxeln i frigöringsläget i ett steg 130 och förfarandet itereras enligt stegen 210-240 på samma sätt som i fig.2. I annat fall avslutas förfarandet.

25 Det är i vissa körfall mer bränsleekonomiskt att framföra fordonet med planetväxeln i frigöringsläget. Dessa körfall är typiskt när man behöver låga positiva eller negativa drivlinemoment. Man sparar då energi genom att förbränningsmotorn 2 kan köras på lägre varvtal där dess friktionsförlust är väsentligt mindre.

30 Körning med förbränningsmotorn 2 på tomgång och fordonet drivet av den elektriska maskinen 9 kan även realiseras i en parallellhybrid. Jämfört med parallellhybriden ger kompakthybriden ett större tillgängligt positivt moment i det öppna läget. Därför kan körning med lågt förbränningsmoment utnyttjas i fler kör-situationer.

Frigöringsläget kan även utnyttjas för att hoppa över växelsteg under acceleration. Då går man till frigöringsläget när det är dags att växla upp och accelererar lite till med hjälp av den elektriska maskinens större varvtalsomfång och synkar sedan in
5 en högre växel.

Vid körning i frigöringsläget momentstyrts den elektriska maskinen 9 och förbränningsmotorn 2 varvtalsstyrts mot det lägsta varvtal där erforderligt vridmoment kan erhållas. Normalt är
10 detta varvtal samma som motorns 2 tomgångsvarvtal som är det lägsta möjliga på grund av komfortskäl så som vibrationer etc.

Varvtalsstyrning åstadkommes med en varvtalsregulator som reglerar förbränningsmotorn 2 mot det önskade varvtalet med
15 hjälp av momentstyrning. Styrsystemmässigt så läggs denna varvtalsregulator nära aktuatoren i styrsystemet.

När planetväxeln inrättas i frigöringsläget och förbränningsmotorn 2 drivs vid sitt tomgångsvarv erhålls två effekter:

- 20 i) Friktionsförlusterna i förbränningsmotorn 2 minskar på grund av att varvtalet sänks,
- ii) Förlusterna i den elektriska maskinen 9 och energilagret 20 ökar eftersom en större andel av det totala drivlinemomentet skapas av den elektriska maskinen 9.

25 Vidare förändras laddbalansen i energilagret 20 så att detta senare måste antingen återladdas eller dräneras på ett sätt som eventuellt skapar mer förluster än vad som hade varit fallet om planetväxeln inte varit i frigöringsläget. Även dessa framtida förluster måste räknas in i de ökade elektriska förlusterna som är
30 ett resultat av körning med planetväxeln i frigöringsläget. Det är bränsleekonomiskt att köra med planetväxeln i frigöringsläget om den minskade förlusterna enligt punkt 1 överstiger de ökade förlusterna enligt punkt 2.

35 Fördelar jämfört mot att köra elektrisk körning med parallellhybrid och planetväxeln i frigöringsläget är följande:

- vid positiva drivlinemoment så hjälper förbränningsmotorn 2 till med 40% (utväxlingsberoende) av momentet trots att den arbetar på tomgångsvarvtal,
 - förbränningsmotorn 2 tillför ett nyttigt arbete i drivsystemet ut-
5 över att driva eventuella hjälpaggregat (typ styrservo),
 - större tillgängligt momentområde vid positiva drivlinemoment än med enbart den elektriska maskinen 9,
 - avgastemperaturerna kan höjas genom att ett större förbränningsmotormoment kan tas ut vid ett lågt varvtal vilket är en för-
10 del för avgasefterbehandlingssystemet,
 - vid inbromsning/bromsåtervinning så reduceras behovet av att tillföra bränsle till förbränningsmotorn 2 eftersom den kommer att släpas under inbromsningen.
- 15 En nackdel jämfört mot att köra elektrisk körning med parallellhybrid och planetväxeln i frigöringsläget är att man kan bara bromsa med begränsat moment i det här läget om inte förbränningsmotorn 2 ska spinna upp i hastighet.
- 20 Förbränningsmotorn 2 kan även stängas av under denna körning. Den bromsas då ner till nollvarvtal med en svänghjulsbroms, alternativ regleras ner till noll genom att elmaskinsmomentet tillfälligt anpassas med lämpligt positivt moment. Fordo-
nets acceleration kan då samtidigt regleras av styrenheten 18
25 med hjälp av färdbromsen.

Uppfinningen är inte begränsad till de visade utföringsformerna utan kan modifieras och varieras inom ramen för de efterföljande patentkraven.

KRAV

1. Förfarande för styrning av ett drivsystem hos ett fordon, drivsystemet innefattar en förbränningsmotor (2) med en utgående axel (2a), en växellåda (3) med en ingående axel (3a), en elektrisk maskin (9) som innefattar en stator (9a) och en rotor (9b), och en planetväxel som innefattar tre komponenter i form av ett solhjul (10), ett ringhjul (11) och en planethjulshållare (12), varvid förbränningsmotorns utgående axel (2a) är förbunden med en första av nämnda komponenter hos planetväxeln så att en rotation av denna axel leder till en rotation av denna komponent, varvid växellådans ingående axel (3a) är förbunden med en andra av nämnda komponenter hos planetväxeln så att en rotation av denna axel leder till en rotation av denna komponent och den elektriska maskinens rotor (9b) är förbunden med en tredje av nämnda komponenter hos planetväxeln så att en rotation av rotorn leder till en rotation av denna komponent, samt varvid drivsystemet dessutom innefattar låsmedel överförbara mellan ett låsläge i vilket två av nämnda komponenter är ihoplåsta så att de tre komponenterna (10-12) roterar med samma varvtal och ett frigöringsläge i vilket komponenterna tillåts rotera med olika varvtal, **kännetecknad av att** förfarandet innefattar att stegen a)-d) itereras,
 - a) information om ett efterfrågat moment för driften av fordonet, åtminstone en första driftparameter hos förbränningsmotorn (2) och åtminstone en andra driftparameter hos den elektriska maskinen (9) mottages,
 - b) huruvida tillgängligt momentet från förbränningsmotorn (2) och den elektriska maskinen (9) är tillräckligt för att uppnå det efterfrågade momentet medelst planetväxeln i frigöringsläget bestäms,
 - c) fordonets bränsleförbrukning vid planetväxeln i frigöringsläget och i låsläget bestäms på basis av den första och den andra driftsparemetern,
 - d) om moment från förbränningsmotorn (2) och den elektriska maskinen (9) är tillräckligt för att uppnå det efterfrågade mo-

mentet medelst planetväxeln i frigöringsläget, och om fordonets bränsleförbrukning medelst planetväxeln i frigöringsläget är lägre än i låsläget, inrättas eller bibehålls planetväxeln i frigöringsläget och den elektriska maskinen (9) och förbränningsmotorn (2) styrs så att efterfrågat moment tillhandahålls medan planetväxeln är i frigöringsläget, i annat fall inrättas eller bibehålls planetväxeln i låsläget och förfarandet avslutas.

2. Förfarande för styrning av ett drivsystem enligt kravet 1, varvid förfarandet inleds med stegen:

- information om en första driftparameter hos förbränningsmotorn (2) och en andra driftparameter hos den elektriska maskinen (9) mottages,
- fordonets bränsleförbrukning medelst planetväxeln i frigöringsläget och i låsläget bestäms på basis av den första och den andra driftparametern,
- om fordonets bränsleförbrukning medelst planetväxeln i frigöringsläget är lägre än i låsläget inrättas planetväxeln i frigöringsläget och stegen a)-d) itereras.

3. Förfarande för styrning av ett drivsystem enligt något av kravet 1 och 2, varvid den elektriska maskinen (9) styrs med avseende på en av ett moment och ett varvtal, och förbränningsmotorn (2) styrs med avseende på den andra av momentet och varvtalet.

4. Förfarande för styrning av ett drivsystem enligt något av de föregående kraven, varvid förbränningsmotorn (2) styrs så att förbränningsmotorns varvtal minimeras med avseende på ett av förbränningsmotorn (2) efterfrågat moment.

5. Förfarande för styrning av ett drivsystem enligt något av de föregående kraven, varvid förbränningsmotorn (2) styrs till ett tomgångsvarvtal.

6. Förfarande för styrning av ett drivsystem enligt något av de föregående kraven, varvid den första driftsparametern är förbränningsmotorns varvtal.

5 7. Förfarande för styrning av ett drivsystem enligt något av de föregående kraven, varvid den andra driftsparametern är den elektriska maskinens utvecklade moment.

10 8. Förfarande för styrning av ett drivsystem enligt något av de föregående kraven, varvid huruvida momentet från förbränningsmotorn (2) är tillräckligt för driften av fordonet vid planetväxeln i frigöringsläget bestäms utifrån [utvecklat moment från förbränningsmotorn (2) x utväxlingsförhållandet] och huruvida momentet från den elektriska maskinen (9) är tillräckligt för driften av fordonet vid planetväxeln i frigöringsläget bestäms utifrån [utvecklat moment från den elektriska maskinen (9) x [1 - utväxlingsförhållandet]], där utväxlingsförhållandet ges av förhållandet mellan antalet tänder hos solhjulet (10) och [antalet tänder hos ringhjulet (11) + antalet tänder hos solhjulet (10)].

20

9. Förfarande för styrning av ett drivsystem enligt något av de föregående kraven, varvid växellådan (3) innefattar åtminstone en första växel med ett första lägsta moment, en andra växel med ett andra lägsta moment, och en tredje växel med ett tredje lägsta moment, varvid det första lägsta moment är lägre än det andra lägsta moment och det andra lägsta moment är lägre än det tredje lägsta moment, varvid förfarandet innefattar:

- planetväxeln inrättas eller bibehålls i frigöringsläget medan växellådan (3) är arrangerad i den första växeln,
- 25 - momentet hos driftsystemet ökas från åtminstone det andra lägsta momentet till åtminstone det tredje lägsta moment genom att styra förbränningsmotorn (2) och den elektriska maskinen (9) under bibehållande av varvtalet hos förbränningsmotorn (2),
- växellådan (3) växlas från den första växeln till den tredje växeln, och
- 35 - planetväxeln inrättas i låsläget och förfarandet avslutas.

10. Förfarande för styrning av ett drivsystem enligt något av de föregående kraven, varvid låsmedlet är anpassat att i låsläget sammankoppla ringhjulet (11) och planethjulhållaren (12) så att de roterar tillsammans, växlingen från låsläget till frigöringsläget innefattar:

- den elektriska maskinen (9) och förbränningsmotorn (2) styrs till ett ömsesidigt momentfritt tillstånd, och

- låsmedlet frigörs från ingrepp med ringhjulet (11) och planet-hjulhållaren (12) så att ringhjulet (11) och planethjulhållaren (12) är fritt roterbara i förhållande till varandra.

11. Förfarande för styrning av ett drivsystem enligt något av de föregående kraven, varvid låsmedlet är anpassat att i låsläget sammankopplar ringhjulet (11) och planethjulhållaren (12) så att de roterar tillsammans, växlingen från frigöringsläget till låsläget innefattar att:

- den elektriska maskinen (9) och förbränningsmotorn (2) styrs till ett ömsesidigt momentfritt tillstånd, och

- låsmedlet förskjuts till ingrepp med ringhjulet (11) och planet-hjulhållaren (12).

12. Förfarande för styrning av ett drivsystem enligt något av de föregående kraven, varvid förbränningsmotorns utgående axel (2a) är förbunden med solhjulet (10) så att de roterar som en enhet med ett första varvtal (n_1), att växellådans ingående axel (3a) är förbunden med planethjulshållaren (12) så att de roterar som en enhet med ett andra varvtal (n_2), och att den elektriska maskinens rotor (9b) är förbunden med ringhjulet (11) så att ringhjulet (11) roterar med ett tredje varvtal (n_3).

13. Drivsystem för ett fordon, drivsystemet innefattar en förbränningsmotor (2) med en utgående axel (2a), en växellåda (3) med en ingående axel (3a), en elektrisk maskin (9) som innefattar en stator (9a) och en rotor (9b), och en planetväxel som innefattar tre komponenter i form av ett solhjul (10), ett ringhjul

(11) och en planethjulshållare (12), varvid förbränningsmotorns utgående axel (2a) är förbunden med en första av nämnda komponenter hos planetväxeln så att en rotation av denna axel leder till en rotation av denna komponent, varvid växellådans ingående axel (3a) är förbunden med en andra av nämnda komponenter hos planetväxeln så att en rotation av denna axel leder till en rotation av denna komponent och den elektriska maskinens rotor (9b) är förbunden med en tredje av nämnda komponenter hos planetväxeln så att en rotation av rotorn leder till en rotation av denna komponent, samt varvid drivsystemet dessutom innefattar låsmedel överförbara mellan ett låsläge i vilket två av nämnda komponenter är ihoplåsta så att de tre komponenterna (10-12) roterar med samma varvtal och ett frigöringsläge i vilket komponenterna tillåts rotera med olika varvtal,

kännetecknat av att

drivsystemet innefattar en styrenhet (18) anpassad att ta emot information om ett efterfrågat moment för driften av fordonet, åtminstone en första driftparameter hos förbränningsmotorn (2) och åtminstone en andra driftparameter hos den elektriska maskinen (9), bestämma huruvida tillgängligt momentet från förbränningsmotorn (2) och den elektriska maskinen (9) är tillräckligt för att uppnå det efterfrågade momentet medelst planetväxeln i frigöringsläget, och bestämma fordonets bränsleförbrukning vid planetväxeln i frigöringsläget och i låsläget på basis av den första och den andra driftsparametern, varvid styrenhet (18) dessutom är anpassad att om moment från förbränningsmotorn (2) och den elektriska maskinen (9) är tillräckligt för driften av fordonet medelst planetväxeln i frigöringsläget, och om fordonets bränsleförbrukning medelst planetväxeln i frigöringsläget är lägre än i låsläget, inrätta eller bibehålla planetväxeln i frigöringsläget och styra den elektriska maskinen (9) och förbränningsmotorn (2) så att efterfrågat moment tillhandahålls medan planetväxeln är i frigöringsläget och under bibehållande av förbränningsmotorns varvtal.

14. Drivsystem för ett fordon enligt något av kravet 13, varvid drivsystemet innefattar medel för att styra varvtalet hos förbränningsmotorn (2).
- 5 15. Drivsystem för ett fordon enligt något av kravet 13-14, varvid drivsystemet innefattar medel för att styra momentet hos den elektriska maskinen (9).
- 10 16. Datorprogram innefattande datorprogramkod för att bringa en dator att implementera ett förfarande enligt något av kraven 1-12 när datorprogramkoden exekveras i datorn.
- 15 17. Datorprogramprodukt innefattande ett datalagringsmedium som är läsbart av en dator, varvid datorprogramkoden hos ett datorprogram enligt krav 16 är lagrad på datalagringsmediet.
18. Fordon innefattande ett drivsystem enligt något av kraven 13-15.