



(12) Patentskrift

(10) SE 536 664 C2

(21) Patentansökningsnummer: 1250706-7
 (45) Patent meddelat: 2014-05-06
 (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 10/18 (2012.01)
B60K 6/365 (2007.10)
B60L 7/10 (2006.01)
B60W 10/08 (2006.01)
B60W 10/11 (2012.01)

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

(72) Uppfinnare: Niklas Pettersson, Stockholm SE
 Mikael Bergquist, Huddinge SE
 Johan Lindström, Nyköping SE
 Anders Kjell, Ekerö SE
 Mathias Björkman, Tullinge SE

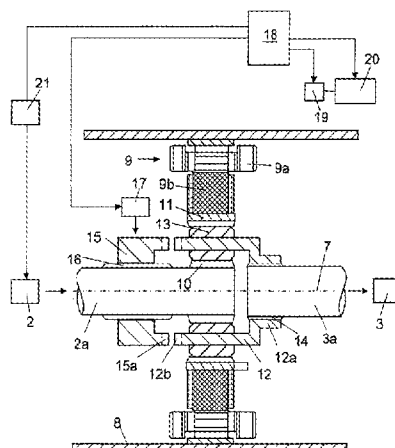
(74) Ombud: Bjerkéns Patentbyrå KB, Box 1274, 801 37 Gävle SE

(54) Benämning: Förfarande för att bromsa ett fordon

(56) Anförda publikationer: US 20030062206 A1

(47) Sammandrag:

Förfarande för att under körning framåt bromsa ett fordon med ett drivsystem innefattande en förbränningsmotor med en utgående axel (2a), en växellåda (3) med en ingående axel (3a), en elektrisk maskin (9) som innefattar en stator och en rotor, och en planetväxel som innefattar tre komponenter i form av ett solhjul (10), ett ringhjul (11) och en planethjulshållare (12). Fordonet körs med en av nämnda komponenter förbunden med en utgående axel hos förbränningsmotorn roterande med ett lägre varvtal än en av komponenterna förbunden med den elektriska maskinen. Vid bromsning av fordonet styrs den elektriska maskinen att applicera ett bromsmoment på växellådans ingående axel som får förbränningsmotorns varvtal att öka.



FÖRFARANDE FÖR ATT BROMSA ETT FORDON

UPPFINNINGENS OMRÅDE OCH TIDIGARE TEKNIK

- 5 Föreliggande uppfinning avser ett förfarande för att under körning framåt bromsa ett fordon enligt ingressen hos bifogade patentkrav 1.

10 Uppfinningen är speciellt men icke uteslutande inriktad på utförande av ett sådant förfarande hos motorfordon i form av hjulburna nyttomotorfordon, speciellt tunga sådana, såsom lastbilar och bussar.

15 Uppfinningen avser således ett förfarande för att under körning framåt bromsa ett hybridfordon, vilket allmänt är ett fordon som kan drivas av en primär motor, här en förbränningsmotor, och en sekundär motor, här en elektrisk maskin. Den elektriska maskinen är utrustad med medel för lagring av energi, såsom ett batteri eller en kondensator för lagring av elektrisk energi, och reglerutrustning för att reglera flödet av energi mellan medlet och
20 den elektriska maskinen. Den elektriska maskinen kan därmed omväxlande arbeta som motor och generator i beroende av fordonets driftstillstånd. Då fordonet bromsas genererar den elektriska maskinen elektrisk energi som kan lagras, och den lagrade
25 elektriska energin utnyttjas senare t.ex. för drift av fordonet.

Att utnyttja en konventionell kopplingsmekanism som frikopplar växellådans ingående axel från förbränningsmotorn under växlingsprocess i växellådan innebär nackdelar, såsom uppvärmning
30 av kopplingsmekanismens lameller, vilket resulterar i en ökad bränsleförbrukning och ett slitage av kopplingslamellerna. Stora förluster resulterar dessutom speciellt vid start av fordonet. En konventionell kopplingsmekanism är dessutom relativt tung och kostsam. Den upptar även ett relativt stort utrymme i fordonet.
35 Friktionsförluster uppstår även vid användning av en hydraulisk converter/momentomvandlare vanligen använd i automatlådor. Genom att se till att fordonet har ett drivsystem i vilket förbrän-

ningsmotorns utgående axel, den elektriska maskinens rotor och växellådans ingående axel är sammankopplade med en planetväxel kan den konventionella kopplingsmekanismen och nämnda nackdelar med denna undvikas. Ett fordon med ett drivsystem av
5 denna typ är känt genom EP 1 319 546.

Det finns naturligtvis en ständig strävan att förbättra sättet att driva ett fordon med ett sådant drivsystem på vad gäller energieffektivitet och vid bromsning av fordonet regenerera så mycket
10 som möjligt av bromsenergin.

SAMMANFATTNING AV UPPFINNINGEN

Syftet med föreliggande uppfinning är att anvisa ett förfarande av inledningsvis definierat slag som är i linje med ovannämnda strävan. Detta syfte uppnås enligt uppfinningen genom att tillhandahålla ett förfarande enligt bifogade patentkrav 1.
15

Denna bromsning används vid körning med så kallad fri planetväxel (låsmedlet i frigöringsläget) i lite högre hastigheter. Den vanligaste orsaken till att köra fordonet med fri planetväxel i högre hastigheter är för att spara bränsle vid låga drivsystemsmoment genom att låta förbränningsmotorn gå på låga varvtal. Vid applicering genom den elektriska maskinen av ett bromsmoment som överstiger den i patentkrav 1 nämnda produkten kommer förbränningsmotorns varvtal att öka, vilket uppfinningsenligt utnyttjas för att få en jämn inbromsning som spinner upp förbränningsmotorn så att den första komponenten får synkront varvtal med den tredje komponenten och växellådans ingående
20 axel utan att bränsle behöver användas. När sedan planetväxeln låses (låsmedlet i låsläget) kan den elektriska maskinen bromsa med valfritt moment, som då kan väljas högt om så önskas. Inbromsningen under regenererande av bromsenergin kan göras mycket energieffektiv. Det påpekas att bromsning av fordonet
25 görs med det moment som efterfrågas och är möjligt att applicera och ej målinriktat med ett moment som överstiger nämnda produkt. Ett problem vid bromsning med s.k. fri planet är att det kan
30
35

bara läggas på ett begränsat bromsmoment för att när detta överstiger nämnda produkt spinner förbränningsmotorn upp i varv. Men här utnyttjas det faktumet till att uppnå ett tillstånd i vilket planetväxeln kan överföras till låst tillstånd och sedan kan
5 fortsatt bromsning ske med godtyckligt stort moment.

Enligt en utföringsform av uppfinningen utförs förfarandet på ett fordon med ett drivsystem med solhjulet som nämnda första komponent och ringhjulet som nämnda tredje komponent, och ett
10 sådant drivsystem finns beskrivet i den ännu ej offentliggjorda SE 1051384-4 och uppvisar en rad fördelar i jämförelse med drivsystemet enligt ovannämnda EP 1 319 546, hos vilket ringhjulet är den första komponenten och solhjulet den tredje komponenten. Genom att förbinda den elektriska maskinen med ring-
15 hjulet och förbränningsmotorns utgående axel med solhjulet uppnås en kompakt konstruktion som är lätt att passa in i redan existerande utrymmen för drivlinor (drivsystem) med kopplingsmekanismer istället för planetväxlar. Därmed kan en hybridiserad växellåda göras storleks- och viktkompatibel med en standard-
20 växellåda och standardiserade gränssnitt kan bibehållas. Detta innebär att den viktsökning som en hybridisering normalt innebär kan reduceras avsevärt. En annan fördel är att ett förbindande av den elektriska maskinen med ringhjulet ger ett högre möjligt bromsmoment via denna än om den istället vore förbunden med
25 solhjulet.

Enligt en annan utföringsform av uppfinningen är det varvtalen hos solhjulet och ringhjulet som jämförs i steg b), vilket är lämpligt.
30

Enligt en annan utföringsform av uppfinningen hoplåses i steg c) solhjulet och planethjulshållaren, vilket innebär att en hoplåsning kan realiseras tillförlitligt med enkla medel. Härigenom överförs mindre moment via planethjulen. Bara den elektriska maskinens
35 moment överförs då via dem.

Enligt en annan utföringsform av uppfinningen styrs den elektriska maskinen i steg a) att via den tredje komponenten på växelåldans ingående axel applicera ett bromsmoment som överstiger nämnda produkt med åtminstone 1%, åtminstone 10% eller
 5 åtminstone 30%. Härigenom säkerställs att under bromsningen varvtalet ökas hos den första komponenten som är förbunden med förbränningsmotorns utgående axel för att närma sig varvtalet hos den tredje komponenten.

10 Uppfinningen avser även ett datorprogram uppvisande de i patentkrav 6 uppräknade särdragen, en datorprogramprodukt uppvisande de i patentkrav 7 uppräknade särdragen, en elektronisk styrenhet uppvisande de i patentkrav 8 uppräknade särdragen och ett fordon enligt patentkrav 9.

15 Andra fördelaktiga särdrag hos samt fördelar med uppfinningen framgår av den nedan följande beskrivningen.

KORT BESKRIVNING AV RITNINGARNA

20 Här nedan beskrivs en såsom exempel anförd utföringsform av uppfinningen under hänvisning till bifogade ritningar, på vilka:

25 Fig 1 är en mycket förenklad vy av en drivlina hos ett fordon på vilket ett förfarande enligt uppfinningen är genomförbart,

Fig 2 är en mera detaljerad, men ändå förenklad vy av en del av ett nämnt drivsystem,

30 Fig 3 är en principskiss över en elektronisk styrenhet för implementering av ett förfarande enligt uppfinningen,

35 Fig 4 visar hur varvtalet för förbränningsmotoraxel och rotor hos den elektriska maskinen hos drivsystemet enligt Fig 2 samt fordonshastighet och moment hos den elektriska maskinen varierar över tiden vid genomfö-

rande av ett förfarande enligt en utföringsform av uppfinningen för att under körning framåt bromsa fordonet, och

- 5 Fig 5 är ett flödesdiagram illustrerande ett förfarande enligt en utföringsform av uppfinningen.

DETALJERAD BESKRIVNING AV EN UTFÖRINGSFORM AV UPPFINNINGEN

10

Fig 1 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 2 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. Statoren 9a innefattar en statorkärna som är fäst på lämpligt sätt på husets 8 insida. Statorkärnan innefattar statorns 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 rörelseenergin hos växellådans ingående axel 3 för att utvinna och lagra elektrisk energi.

15

20

25

30

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 sol-

35

hjulets 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 .

Drivsystemet innefattar ett låsmedel genom att förbränningsmotorns utgående axel 2a är försedd med ett förskjutbart kopplingsorgan 15. 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 planethjulhållaren 12. Ett schematiskt visat förskjutningsorgan 17 är anpassat att förskjuta kopplingsorganet 15 mellan ett första läge då kopplingspartierna 15a, 12b inte är i ingrepp med varandra motsvarande ett frigöringsläge hos låsmedlet och ett andra läge då kopplingspartierna 15a, 12b är i ingrepp med varandra motsvarande ett låsläge hos låsmedlet. I detta låsläge kommer förbränningsmotorns utgående axel 2a och växellådans ingående axel 3a att vara hoplåsta och därmed dessa samt den elektriska maskinens rotor att rotera med samma varvtal. Detta tillstånd kan benämnas låst planet. Låsmekanismen kan även innefatta en med första splines försedd hylsa som i frigöringsläget griper in med andra splines på en första komponent hos planetväxeln och i låsläget griper in med tredje splines på en andra komponent hos planetväxeln. Den första komponenten är i detta fall företrädesvis planethjulshållaren och den andra komponenten solhjulet. Låsmekanismen kan då vara

utformad som en ringformad hylsa som väsentligen koncentriskt omsluter planethjulshållaren.

En elektrisk styrenhet 18 är utformad att styra förskjutningsorganet 17. Styrenheten 18 är även utformad att avgöra vid vilka tillfällen som den elektriska maskinen ska arbeta som motor och vid vilka tillfällen som den ska arbeta som generator. För att avgöra detta kan styrenheten 18 mottaga aktuell information om lämpliga driftsparametrar. Styrenheten 18 kan vara en dator med programvara för detta ändamål. Styrenheten 18 styr en schematiskt visad regleringsutrustning 19 som reglerar flödet av elektrisk energi mellan ett hybridbatteri 20 och den elektriska maskinens statorlindningar 9a. Vid tillfällen som den elektriska maskinen 9 arbetar som motor tillförs lagrad elektrisk energi från hybridbatteriet 20 till statorn 9a. Vid tillfällen som den elektriska maskinen arbetar som generator tillförs elektrisk energi från statorn 9a till hybridbatteriet 20. Hybridbatteriet 20 levererar och lagrar elektrisk energi med en spänning som är av storleksordningen 200-800 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, 11, 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 1 är utrustat med en motorstyrningsfunktion 21 med vilken förbränningsmotorns 2 varvtal n_1 kan regleras. Styrenheten 18 har därmed möjlighet att aktivera motorstyrningsfunktionen 21 och skapa ett momentlöst tillstånd i växellådan 3 vid i- och urläggning av växlar i växellådan 3. Naturligtvis kan drivsystemet istället för att styras av en enda styrenhet 18 styras av flera olika styrenheter.

- I Fig 5 visas ett flödesdiagram som illustrerar ett förfarande enligt en utföringsform av föreliggande uppfinning för att under körning framåt bromsa ett fordon med ett drivsystem av den typ som finns visad i Fig 2. Det hänvisas samtidigt till Fig 4, där varvtalen hos förbränningsmotorns utgående axel och den elektriska maskinens rotor n_1 respektive n_3 , fordonets hastighet v och den elektriska maskinens bromsmoment M är uppritade över tiden t för genomförande av detta förfarande.
- 10 När förfarandet startas körs fordonet framåt med låsmedlet i frigöringsläget och en framåtväxel ilagd. Hastigheten hos fordonet är relativt hög, åtminstone 10 km/h, och förbränningsmotorn går på ett lågt varvtal så att bränsle sparas. Ringhjulet roterar med ett högre varvtal än solhjulet. Därpå detekteras ett behov av att
15 bromsa fordonet.
- Då begynnes bromsningen genom att styrenheten 18 vid tidpunkten t_1 styr den elektriska maskinen 9 att på växellådans ingående axel 3a applicera efterfrågat bromsmoment M och om
20 detta överstiger produkten av å ena sidan det moment som går åt för att driva runt förbränningsmotorn (det moment som vid tomgång går åt för att övervinna friktionsförluster och driva runt förbränningsmotorn) och å andra sidan planetväxelns utväxlingsförhållande (mellan solhjulet och planethjulhållaren) kan förfarandet
25 enligt uppfinningen genomföras. Därvid definieras planetväxelns utväxlingsförhållande som antalet tänder hos solhjulet/(antalet tänder hos solhjulet + antalet tänder hos ringhjulet). Detta innebär att varvtalet n_1 hos förbränningsmotorns utgående axel kommer att öka och närma sig det minskande varvtalet n_3 hos det
30 med den elektriska maskinens rotor förbundna ringhjulet. Det via den elektriska maskinen applicerbara bromsmomentet är begränsat. Under bromsningsproceduren kontrolleras och jämförs varvtalen hos solhjulet och ringhjulet, och när dessa är väsentligen lika, vilket inträffar vid tidpunkten t_2 , överförs låsmedlet till låslä-
35 get genom förskjutning av kopplingsorganet 15. Med väsentligen lika menas här att differensen mellan varvtalen är så liten att hoplåsning kan ske. Därefter är planetväxeln låst och det av den

elektriska maskinen på växellådans ingående axel applicerbara bromsmomentet kan maximeras om så önskas. Detta sätt att under bromsning av fordonet gå från fri planet till låst planet ger ett jämnt bromsmoment och gör att inget bränsle behöver användas
5 under bromsnings- och låsningsförloppet.

Datorprogramkod för implementering av ett förfarande enligt uppfinningen är lämpligen inkluderad i ett datorprogram som är inläsningsbart till internminnet hos en dator, såsom internminnet
10 hos en elektronisk styrenhet hos ett motorfordon. Ett sådant datorprogram är lämpligen tillhandahållet via en datorprogramprodukt innefattande ett av en elektronisk styrenhet läsbart datalagringsmedium, vilket datalagringsmedium har datorprogrammet lagrat därpå. Nämnade datalagringsmedium är exempelvis ett op-
15 tiskt datalagringsmedium i form av en CD-ROM-skiva, en DVD-skiva etc, ett magnetiskt datalagringsmedium i form av en hårdisk, en diskett, ett kassetband etc, eller ett Flashminne eller ett minne av typen ROM, PROM, EPROM eller EEPROM.

Fig 3 illustrerar mycket schematiskt en elektronisk styrenhet
20 innefattande ett exekveringsmedel 41, såsom en central processorenhet (CPU), för exekvering av datorprogramvara. Exekveringsmedlet 41 kommunicerar med ett minne 42, exempelvis av typen RAM, via en databuss 43. Styrenheten 40 innefattar även
25 datalagringsmedium 44, exempelvis i form av ett Flashminne eller ett minne av typen ROM, PROM, EPROM eller EEPROM. Exekveringsmedlet 41 kommunicerar med datalagringsmediet 44 via databussen 43. Ett datorprogram innefattande datorprogramkod för implementering av ett förfarande enligt uppfinningen, ex-
30empelvis i enlighet med den i Fig 5 illustrerade utföringsformen, är lagrat på datalagringsmediet 44.

Uppfinningen är givetvis inte på något sätt begränsad till de ovan beskrivna utföringsformerna, utan en mängd möjligheter till mo-
35 difikationer därav torde vara uppenbara för en fackman på området utan att denne för den skull avviker från uppfinningens ram sådan denna definieras i bifogade patentkrav.

Låsmedlet kan vara utformat att låsa ihop vilka två som helst av nämnda tre komponenter.

- 5 En transmission/utväxling skulle kunna vara anordnad mellan ro-
torn och ringhjulet och även mellan förbränningsmotorns utgå-
ende axel och solhjulet, såsom uppströms om den axel som i fi-
gurerna är visad förbunden med solhjulet. Den senare transmis-
sionen skulle även kunna utgöras av en variabel utväxling.

10

Det vore även tänkbart att förfarandet utförs på ett fordon med
ringhjulet som den första komponenten och solhjulet som den
tredje komponenten, även om det motsatta ofta torde vara att fö-
redra genom ovannämnda fördelar med detta.

15