



(12) Patentskrift

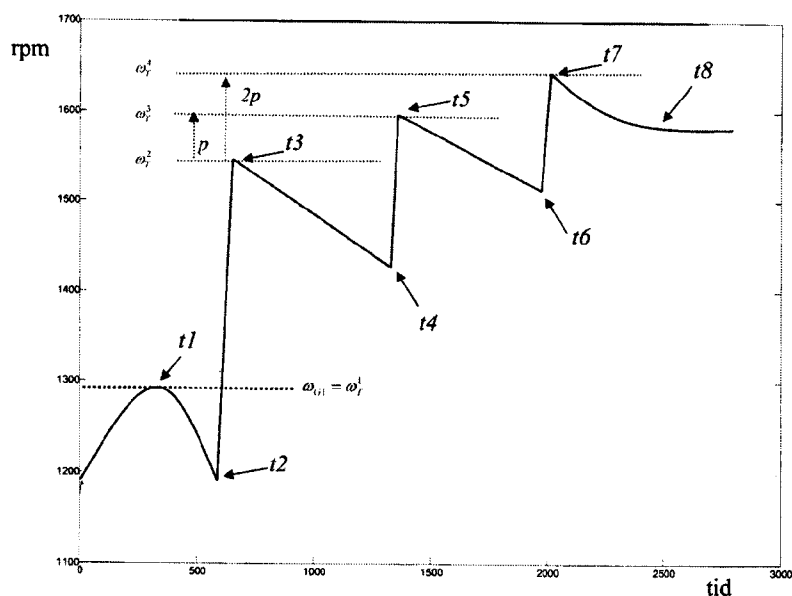
(10) SE 534 886 C2

(21) Patentansökningsnummer: 1050957-8
 (45) Patent meddelat: 2012-02-07
 (41) Ansökan allmänt tillgänglig: 2011-03-15
 (22) Patentansökan inkom: 2010-09-14
 (24) Löpdag: 2010-09-14
 (83) Deposition av mikroorganism: —
 (30) Prioritetsuppgifter: 2009-09-14 SE 0901182-6

(51) Internationell klass:
F16H 1/02 (2006.01)
F16H 59/44 (2006.01)
F16H 59/48 (2006.01)
B60W 10/10 (2012.01)

(73) Patenthavare: Scania CV AB, 151 87 Södertälje SE
 (72) Uppfinnare: Fredrik Swartling, Södertälje SE
 Mikael Wågberg, Södertälje SE
 (74) Ombud: Scania CV AB / Niklas Gardemark, , 151 87 Södertälje SE
 (54) Benämning: Metod för styrning av en växellåda
 (56) Anförda publikationer: US 6702713 B2
 (47) Sammandrag:

Föreliggande uppfinning avser en metod för styrning av en växellåda, vilken växellåda (20) är inrättad att anordnas i ett motorfordon (1), varvid metoden åstadkommer en nedväxling hos nämnda växellåda (20) från en första växel (G1), för vilken accelerationen a hos nämnda motorfordon (1) är negativ, till en andra växel (G2), för vilken accelerationen a är positiv eller väsentligen lika med noll, vilken nedväxling sker medelst åtminstone ett mellanväxlingssteg mellan nämnda första (G1) och andra (G2) växel, varvid ett högsta motorvarvtal i varje mellanväxlingssteg är ett lika högt, eller ett högre motorvarvtal än ett högsta motorvarvtal i ett föregående mellanväxlingssteg. Vidare avser uppfinningen ett system, ett motorfordon, ett datorprogram och en datorprogramprodukt.



Sammandrag

Föreliggande uppfinning avser en metod för styrning av en växellåda, vilken växellåda (20) är inrättad att anordnas i ett motorfordon (1), varvid metoden åstadkommer en nedväxling hos nämnda växellåda (20) från en första växel (G1), för vilken accelerationen a hos nämnda motorfordon (1) är negativ, till en andra växel (G2), för vilken accelerationen a är positiv eller väsentligen lika med noll, vilken nedväxling sker medelst åtminstone ett mellanväxlingssteg mellan nämnda första (G1) och andra (G2) växel, varvid ett högsta motorvarvtal i varje mellanväxlingssteg är ett lika högt, eller ett högre motorvarvtal än ett högsta motorvarvtal i ett föregående mellanväxlingssteg. Vidare avser uppfinningen ett system, ett motorfordon, ett datorprogram och en datorprogramprodukt.

(Figur 3)

METOD FÖR STYRNING AV EN VÄXELLÅDA

Tekniskt område

- 5 Föreliggande uppfinning avser en metod för styrning av en växellåda. I synnerhet avser uppfinningen en metod enligt ingressen till patentkrav 1. Vidare avser uppfinningen ett system, ett motorfordon, ett datorprogram och en datorprogramprodukt.

Bakgrund till uppfinningen

- 10 Figur 1 visar schematiskt delar av en drivlina för ett motorfordon 1, exempelvis en personbil eller ett tungt motorfordon 1 såsom exempelvis en lastbil eller buss. Drivlinan innefattar en motor 10, vilken är mekaniskt förbunden medelst en axel med en första ände av en växellåda 20 via en kopplingsanordning 40. Vidare är växellådan 20 vid sin andra ände mekaniskt förbunden med en differentialväxel 30 anordnad vid en bakaxel medelst en kardanaxel 50.
- 15 Bakaxeln innefattar i sin tur vänster respektive höger drivaxel 60, vilka driver motorfordonets 1 drivhjul (ej visade i figuren).

- Med detta välkända arrangemang överförs motorns 10 mekaniska arbete via ett flertal transmissionsanordningar, såsom kopplingsanordning 40, växellåda 20, kardanaxel 50,
- 20 differentialväxel 30 och drivaxlar 60, till drivhjulen för drivning av motorfordonet 1. En betydande anordning i drivlinan är växellådan 20. Växellådan 20 har ett antal framväxlar för framåtdrivning av motorfordonet 1 och vanligtvis också en eller flera backväxlar. Antalet framväxlar varierar, men 12 framväxlar är t.ex. vanligt förekommande i lastbilar av modernare slag.

- 25 Växellådan 20 kan vara av manuell eller automatisk typ (automatlåda), men också av typen automatisk manuell växellåda (Automatic Manual Transmission, AMT). Automatiska växellådor och automatisk manuella växellådor är automatiserade växellådssystem, och det är vanligt att dessa växellådssystem styrs av en styrenhet 110, ibland även benämnd Electronic Control Unit (ECU). Styrenheten 110 eller ECU:n är anordnad att styra växellådan 20,
- 30 exempelvis vid växling för val av växel vid en viss hastighet med ett visst körmotstånd. ECU:n kan mäta varvtal hos motorn 10 och växellådans tillstånd 20 och styra växellådan 20 medelst magnetventiler kopplade till tryckluftsanordningar. Vidare skickas information om

motorn 10, såsom motorvarvtal och motormoment, från motor 10 till ECU:n via exempelvis en CAN-buss (Controller Area Network) i motorfordonet 1.

I konventionella växlingssystem använder styrenheten 110 tabellerade motorvarvtalsgränser, även benämnda växlingspunkter, vilka anger det motorvarvtal då en ned- eller uppväxling skall åstadkommas i växellådan 20. Det innebär att när varvtalet hos motorn 10 passerar ett motorvarvtal för en växlingspunkt växlar växlingssystemet. Växlingspunkterna kan därför förstås som att de innefattar information dels om när en ned- eller uppväxling skall ske och dels om antal växlingssteg som skall utföras vid nämnda ned- eller uppväxlingen. Vanligt är att varje växlingspunkt anger ett till tre växlingssteg, men fler växlingssteg är möjligt.

Figur 2 visar ett exempel på ett flertal tabellerade växlingspunkter bildandes linjer SP1-SP6 i en graf där x-axeln representerar motormoment och y-axeln varvtal hos motorn 10 i enheten varv per minut (revolutions per minute, rpm). Så länge ett nuvarande motorvarvtal befinner sig mellan växlingslinjerna SP1 och SP4 sker ingen växling, men om det nuvarande motorvarvtalet passerar en uppväxlingslinje, SP1-SP3, initieras en uppväxling, och på motsvarande sätt initieras en nedväxling om det nuvarande motorvarvtalet går under en nedväxlingslinje, SP4-SP6.

Antal upp- respektive nedväxlingssteg för var och en av linjerna SP1-SP6 i figur 2 anges i tabell 1 nedan. Exempelvis, om motorvarvtalet går över linje SP1 sker en uppväxling med ett växlingssteg och om motorvarvtalet går under linje SP5 sker en nedväxling med två växlingssteg.

SP1	Uppväxlingsvarvtal för 1 steg upp
SP2	Uppväxlingsvarvtal för 2 steg upp
SP3	Uppväxlingsvarvtal för 3 steg upp
SP4	Nedväxlingsvarvtal för 1 steg ned
SP5	Nedväxlingsvarvtal för 2 steg ned
SP6	Nedväxlingsvarvtal för 3 steg ned

Tabell 1: Antal växlingssteg för ned- och uppväxlingslinjer SP1-SP6

Valet av växlingspunkter påverkar bl.a. köregenskaper, acceleration, komfort och bränsleförbrukning för motorfordonet 1, varför dessa noggrant måste kalibreras av motorfordonstillverkarna. Kalibreringen går oftast till som så att olika växlingsstrategier testas fältmässigt under olika körsituationer, såsom vid olika gaspådrag, väglutningar och tågvikter.

5 Testresultaten måste sedan noga analyseras för fastställande av lämpliga växlingspunkter, vilket är mycket tidsödande eftersom det finns ett närmast oändligt antal kombinationer av olika drivlinor, körsituationer och fordonsvikter.

Kortfattad beskrivning av uppfinningen

10 Ett ändamål med uppfinningen är att tillhandahålla en metod för styrning av en växellåda som helt eller delvis löser problemen med känd teknik. Ett annat ändamål med föreliggande uppfinning är att tillhandahålla en alternativ metod för styrning av en växellåda.

Enligt en aspekt av uppfinningen uppnås ovan nämnda ändamål med en metod för styrning av en växellåda, vilken växellåda är inrättad att anordnas i ett motorfordon, varvid nämnda

15 metod åstadkommer en nedväxling hos nämnda växellåda från en första växel, för vilken accelerationen a hos nämnda motorfordon är negativ, till en andra växel, för vilken accelerationen a är positiv eller väsentligen lika med noll, vilken nedväxling sker medelst åtminstone ett mellanväxlingssteg mellan nämnda första och andra växel, varvid ett högsta

20 motorvarvtal i varje mellanväxlingssteg är ett lika högt, eller ett högre motorvarvtal än ett högsta motorvarvtal i ett föregående mellanväxlingssteg.

Olika utföringsformer av metoden ovan är definierade i de till patentkrav 1 bilagda osjälvständiga patentkraven.

25 Uppfinningen avser dessutom ett datorprogram innefattande programkod, vilket när nämnda programkod exekveras i en dator åstadkommer att nämnda dator utför metoden för styrning av en växellåda ovan. Dessutom avser uppfinningen en till nämnda datorprogram tillhörande datorprogramprodukt.

30 Enligt en annan aspekt av uppfinningen uppnås ovan nämnda ändamål med ett system för styrning av en växellåda, vilket system innefattar minst en styrenhet inrättad för styrning av en växellåda i ett motorfordon, varvid systemet är anordnat att åstadkomma en nedväxling hos

nämnda växellåda från en första växel, för vilken accelerationen a hos nämnda motorfordon är negativ, till en andra växel, för vilken accelerationen a är positiv eller lika med noll, vilken nedväxling sker medelst åtminstone ett mellanväxlingssteg mellan nämnda första och andra växel, varvid ett högsta motorvarvtal i varje mellanväxlingssteg är ett lika högt, eller ett högre motorvarvtal än ett högsta motorvarvtal i ett föregående mellanväxlingssteg.

Systemet enligt uppfinningen kan också modifieras i enlighet med de olika utföringsformerna av metoden ovan. Vidare avser uppfinningen ett motorfordon innefattande minst ett system enligt ovan.

En fördel med uppfinningen är förbättrad backtagning eftersom motorfordonets hastighet vid ingången till en backe utnyttjas. Därmed kan bränsleförbrukningen minskas och antalet växlingar minskas. Vidare kommer förare av motorfordonet att uppleva det som kraftfullt eftersom ett högsta motorvarvtal i varje mellanväxlingssteg är ett lika högt, eller ett högre motorvarvtal än ett högsta motorvarvtal i ett föregående mellanväxlingssteg uppför backen och därigenom utnyttja motorns maxeffekt på ett effektivt sätt.

Ytterligare fördelar och tillämpningar med en metod och ett system enligt uppfinningen kommer att framgå av den efterföljande detaljerade beskrivningen.

Kortfattad figurbeskrivning

Föreliggande uppfinning beskrivs med hänvisning till de bifogade figurerna där:

- figur 1 schematiskt visar en del av en drivlina för ett motorfordon;
- figur 2 visar en graf över ned- och uppväxlingslinjer;
- figur 3 visar ett flödesdiagram av en utföringsform av uppfinningen;
- figur 4 visar ett exempel på nedväxling från en första växel G1 till en andra växel G2 enligt uppfinningen; och
- figur 5 visar en styrenhet att ingå i ett system enligt uppfinningen.

Detaljerad beskrivning av uppfinningen

Konventionella växlingssystem beskrivna ovan väljer växel efter rådande körförhållanden, varvid sådana växlingssystem använder fasta växlingspunkter såsom visas i figur 2. Om motorfordonet 1 exempelvis kör in i en uppförsbacke och en nuvarande växel inte är lämplig

eftersom motorfordonet 1 tappar hastighet i uppförsbacken måste växlingssystemet välja en ny växel för drivning av motorfordonet 1.

Ett problem i detta fall är att välja en växel som ger låg bränsleförbrukning och som dessutom medför att motorn 10 arbetar på motorvarvtal som ger tillräcklig effekt för att motorfordonet 1 skall upplevas som kraftfullt genom hela uppförsbacken av föraren. Med kraftfullt åsyftas här att motorvarvtalet ligger i närheten av motorns 10 maxeffektsvarvtal.

Eftersom motorfordon 1 kan ha olika fordonsspecifikationer, såsom växellådsutväxling, bakaxelutväxling och hjulradie, innebär det att samma fordonshastighet kan uppnås vid olika motorvarvtal för motorfordon 1 med olika fordonsspecifikationer. Detta betyder i sin tur att användande av fasta växlingspunkter blir problematiskt eftersom dessa kan passa vissa fordonsspecifikationer, men inte andra. Samma problematik kan även inträffa om ett motorfordon 1 exempelvis byter från en hjulradie till en annan och därmed erhåller en förändrad totalutväxling.

När ett motorfordon 1 kör upp för en backe kan därför en situation uppstå att en nedväxling sker för tidigt, alternativt för sent, p.g.a. att de fasta växlingspunkterna inte är lämpade för en viss fordonsspecifikation. En för tidig nedväxling innebär att motorfordonet 1 kan upplevas som "nervöst", d.v.s. växlar för ofta och är instabilt, samtidigt som bränsleförbrukningen ökar. En för sen nedväxling innebär däremot att motorns 10 effekt inte utnyttjas optimalt eftersom motorfordonet 1 tappar mer hastighet än nödvändigt.

Föreliggande uppfinning avser därför en metod som realiserar en växlingsstrategi för en växellåda 20, vilken helt eller delvis undanröjer nackdelarna med känd teknik. Företrädesvis är växellådan 20 av det slag som ingår i ett automatiserat växlingssystem, vilken styrs av en styrenhet 110 (ECU). I ett sådant system utförs växlingar automatiskt av styrenheten 110, men det är också vanligt att föraren kan utföra manuell växling i ett sådant automatiserat växlingssystem, s.k. manuell växling i automatläge (automatmod). Vidare innefattar växellådan 20 ett flertal växlar, exempelvis 12 framåtväxlar och en eller flera backväxlar.

Tanken med en metod enligt uppfinningen är att en nedväxlingsstrategi tillämpas där växlingssystemet växlar från en första växel G1 för vilken accelerationen a hos motorfordonet

1 är negativ (kraftunderskottsväxel), till en andra lägre växel G2 för vilken accelerationen a är positiv eller lika med noll hos motorfordonet 1, via ett eller flera mellanväxlingssteg. Enligt föreliggande uppfinning skall dessutom det högsta motorvarvtalet i varje mellanväxlingssteg vara ett lika högt eller ett högre motorvarvtal än det högsta motorvarvtalet i ett föregående mellanväxlingssteg. Motorvarvtalet för varje mellanväxlingssteg är exempelvis inom motorvarvtalsintervallet 1000-2500 rpm för t.ex. lastbilar och bussar.

Uttrycken "negativ" respektive "positiv eller lika med noll" skall i denna beskrivning förstås betyda *väsentligen* "negativt" respektive *väsentligen* "positivt eller lika med noll". Anledningen är att accelerationen a hos motorfordonet 1 momentant kan anta ett värde som är "positiv eller lika med noll" för den första växeln G1, men medelvärdesbildad över en tidsperiod är accelerationen a dock negativ. På motsvarande sätt gäller detta för accelerationen a hos motorfordonet 1 när motorfordonet 1 framdrivs med den andra växeln G2 ilagd, vilket inses av fackmannen.

Med en "kraftunderskottsväxel" förstås vidare i denna beskrivning en växel med en sådan utväxling att motorfordonet 1 inte har en drivkraft nog att hålla en konstant hastighet på denna växel. Med en "kraftjämviktsväxel" menas den högsta växeln med vilken motorfordonet 1 kan hålla en konstant hastighet, vilket innebär att motorfordonet 1 har kraftjämvikt. Det bör noteras att den negativa accelerationen a på den första växeln G1 beror på att motorn 10 inte kan leverera tillräcklig kraft på den första växeln G1 varför kraftunderskott uppstår.

Enligt en utföringsform av uppfinningen ökar det högsta motorvarvtalet i varje mellanväxlingssteg med ett parametervärde p_i . Företrädesvis ges förhållandet mellan det högsta motorvarvtalet i ett mellanväxlingssteg med det högsta motorvarvtalet i det föregående mellanväxlingssteget av: $\omega_T^{i+1} = \omega_T^i + p_i$, där ω_T^{i+1} är det högsta motorvarvtal i ett mellanväxlingssteg och ω_T^i är det högsta motorvarvtal i det föregående mellanväxlingssteget.

Motorvarvtalet ω_T^i i ett mellanväxlingssteg är således ett högsta motorvarvtal som motorfordonet 1 har haft sedan accelerationen a blev negativ - dvs. det högsta motorvarvtalet som motorfordonet 1 har haft sedan motorfordonet 1 gick in i kraftunderskott. Nämda

motorvarvtal ω_T^i kan tolkas som ett målvarvtal som växlingssystemet strävar efter att nå efter varje mellanväxlingssteg i nedväxlingen enligt denna utföringsform av uppfinningen.

Vidare kan parametervärdet p_i tolkas som ett toleransvärde eftersom motorvarvtalet efter varje växling kan avvika från ett simulerat motorvarvtal. Dessutom kan även storleken på toleransvärdet p_i varieras för att på så sätt påverka hur snabbt nämnda motorvarvtal ω_T^i skall öka för exempelvis olika körmod såsom ekonomi- eller powermod. Noteras bör också att parametervärdet p_i inte behöver vara en konstant utan kan vara en variabel och anta olika värden för olika växlar.

Enligt en ytterligare utföringsform av uppfinningen är accelerationen a noll eller väsentligen noll för den andra växeln G2. Accelerationen a , uttryckt i exempelvis m/s^2 eller rpm/s , för den andra växeln G2 kan jämföras mot ett tröskelvärde A för att kontrollera om villkoret att den är positiv eller noll är uppfyllt. Dessutom kan accelerationen a jämföras mot detta tröskelvärde A under en bestämd tidsperiod för att undvika momentana avvikelser på accelerationen a som skulle kunna leda till felaktighet vid jämförelsen. Kontrollen av värdet på accelerationen a för den andra växeln kan också ske genom att ett beräknat körmotstånd jämförs med en beräknad drivkraft för därigenom avgöra om accelerationen a kommer att vara större eller lika med noll på den andra växeln G2.

Beträffande mellanväxlingsstegen i föreliggande metod så kan ett eller flera mellanväxlingssteg utföras mellan den första G1 och den andra G2 växeln enligt en utföringsform av uppfinningen. Vidare kan antalet växlingssteg mellan den första växeln G1 och ett mellanväxlingssteg, och/eller mellan två på varandra efterföljande mellanväxlingssteg, och/eller mellan ett mellanväxlingssteg och den andra växeln G2 innefatta ett eller flera växlingssteg.

Enligt en föredragen utföringsform av uppfinningen varar varje mellanväxlingssteg under en längre tidsperiod än ett tröskelvärde T_i . Tidsperioden hur länge motorfordonet 1 kan köra på en viss mellanliggande växel kan företrädesvis jämföras med ett växelspecifikt kalibrerat tröskelvärde T_i . Det innebär att, enligt en utföringsform av uppfinningen, om en

mellanliggande växel skall anses som en tillåten mellanliggande växel mellan den första G1 och andra växeln G2 måste motorfordonet 1 kunna köra på den mellanliggande växeln under minst en tidsperiod som är större än tröskelvärde T_i för denna specifika växel.

- 5 Anledningen till att det inte är lämpligt att motorfordonet 1 kör för kort tid på en mellanliggande växel är att motorfordonet 1 vid genomförandet av en växling tappar kraftöverföring från drivlinan och kommer således att förlora hastighet under själva växlingsförfarandet. Av denna anledning är det att föredra om en sådan situation kan undvikas eftersom motorfordonet 1 kan förlora mer hastighet om växlingssystemet väljer att växla via
10 en mellanliggande växel än om växlingssystemet hoppar över nämnda mellanliggande växel och istället växlar ned ytterligare ett eller flera steg vid nedväxlingen.

- Att genomföra en nedväxling och därefter köra på denna växel under en för kort tidsperiod innebär dessutom en komfortstörning för förare och eventuella passagerare, och av denna
15 anledning kan växlingssystemet använda kalibrerade växelspecifika tröskelvärden T_i såsom beskrivet ovan. Med dessa kalibrerade tröskelvärden T_i bestäms även hur sannolikt det är att växlingssystemet hoppar över en mellanliggande växel eller ej vid beräkning av en nedväxling från den första G1 till den andra G2 växeln. Ju större värde som ett växelspecifikt kalibrerat tröskelvärde T_i antar, desto mer sannolikt är det att växlingssystemet hoppar över
20 en mellanliggande växel, och ju mindre värde som tröskelvärdet T_i antar, desto mindre sannolikt att växlingssystemet hoppar över en mellanliggande växel. Med anledning av det ovanstående kan tröskelvärdet T_i användas som en parameter för bestämning av antalet växlingssteg i varje mellanväxlingssteg och/eller för bestämning av antalet mellanväxlingssteg mellan den första G1 och andra G2 växeln enligt olika utföringsformer av
25 uppfinningen.

- Tidsvärden för de växelspecifika tröskelvärdena T_i kan företrädesvis anta ett värde mellan 1-15 sekunder för tunga motorfordon 1, såsom lastbilar och bussar, beroende på det beteende som önskas vid nedväxlingen som t.ex. nedväxlingshastighet och nedväxlingsrytm. Därmed
30 kan tröskelvärdena T_i användas som designparametrar vid utformande av olika nedväxlingsbeteenden hos växlingssystemet eftersom tröskelvärdena T_i kommer att

bestämma antalet mellanväxlingssteg och antalet växlingssteg i varje mellanväxlingssteg såsom beskrivits ovan.

Enligt en annan utföringsform av uppfinningen varar ett nuvarande mellanväxlingssteg under en lika lång tidsperiod som en tidsperiod för ett nästföljande mellanväxlingssteg, eftersom nedväxlingen då kommer att upplevas som konsekvent och positiv av de flesta förare. Anledningen är att förare oftast inte vill att växlingssystemet gör godtyckliga växlingar ”lite då och då”, vilket kan upplevas som nervöst och godtyckligt av föraren. Med ”en lika lång tidsperiod” avses i detta sammanhang att tidsperioderna är ungefär lika långa.

Uppfinnarna har också i sitt uppfinningsarbete insett att ett motorvarvtal på den första växeln $G1$ ω_{G1} kan användas som en ingångsparameter vid bestämning av en nedväxling från en första växel $G1$ till en andra växel $G2$ enligt en föredragen utföringsform av uppfinningen. Detta motorvarvtal ω_{G1} är ett varvtal motorn 10 har när motorfordonet 1 framdrivs med den första växeln $G1$ ilagd.

Nämnda motorvarvtal ω_{G1} är företrädesvis det motorvarvtal motorfordonet 1 har då motorfordonet 1 går in i ett tillstånd av kraftunderskott på den första växeln $G1$, exempelvis vid ingången av en uppförsbacke. Det innebär att det är det högsta motorvarvtalet på den första växeln $G1$ som kommer att vara nämnda motorvarvtal ω_{G1} och detta motorvarvtal kan tolkas som ett motorvarvtal då en aktuell drivkraft på den första växeln $G1$ blir mindre än ett aktuellt körmotstånd på samma växel. Figur 4 visar ett exempel på nämnda motorvarvtal ω_{G1} .

En fördel med denna utföringsform är att eftersom växlingssystemet utgår från det motorvarvtal motorfordonet 1 hade när det gick in i backen, dvs. det motorvarvtal motorfordonet hade när det gick in i kraftunderskott ω_{G1} , anpassas växlingspunkterna automatiskt till att ha samma beteende för olika drivlinor. Av denna anledning relateras inte kalibrering av växlingspunkter till olika motortyper eller drivlinor enligt uppfinningen, utan endast för olika körmod, t.ex. ekonomi- eller powermod. Fördelen med detta förfarande är att tid inte behöver läggas på kalibrering med avseende på olika typer av drivlinor eller motorer

10, utan fokus kan istället läggas på kalibrering av ett generellt beteende för alla typer av motorfordon 1.

En ytterligare fördel med denna utföringsform är att om föraren själv växlar ner manuellt
 5 innan, eller i, backen kommer växlingssystemet att uppfatta det av föraren förhöjda motorvarvtalet på samma sätt som om växlingssystemet självt hade gjort en aggressiv nedväxling. Växlingssystemet kommer följaktligen att fortsätta att växla aggressivt upp för hela backen. Därmed kan föraren på ett enkel vis styra det sätt på vilket backtagningen skall genomföras eftersom ett högt värde på motorvarvtalet för den första växeln $G1 \omega_{G1}$ leder till
 10 en mer aggressiv backtagning än för ett lägre värde på motorvarvtalet för den första växeln $G1 \omega_{G1}$.

Enlig en annan föredragen utföringsform av uppfinningen sker växling i ett mellanväxlingssteg vid ett högre motorvarvtal än ett motorvarvtal för växling i ett föregående
 15 mellanväxlingssteg, vilket innebär att motorvarvtalet vid växling ökar för varje mellanväxlingssteg. Med denna utföringsform upplever föraren motorfordonet 1 som kraftfullt och att motorfordonet 1 "tar i", exempelvis i en uppförsbacke, eftersom motorfordonet 1 kommer att köra mer på motorns 10 maxeffekt för varje efterföljande mellanliggande växel vid nedväxlingen. Givet att motorvarvtalet inte passerar motorns 10
 20 maxeffektsvarvtal (ofta runt 1800 rpm för lastbilar) så kommer ett högre motorvarvtal innebära att motorn 10 ger högre effekt. Därför blir och upplevs motorn 10 starkare för varje växling i nedväxlingen eftersom motorfordonet 1 kommer att framdrivas på högre och högre motorvartal enligt denna utföringsform av uppfinningen.

25 Figur 3 visar ett flödesdiagram av en exemplifierad utföringsform av en metod enligt föreliggande uppfinning. Detta flöde är tänkt att utvärderas kontinuerligt av växlingssystemet under hela tiden motorfordonet 1 befinner sig i kraftunderskott, vilket innebär att växlingssystemet utvärderar om en växling ska utföras eller inte med utgångspunkt från steget F1 med en på förhand bestämd frekvens.

30 I steget F1 kontrolleras ifall ett nuvarande motorvarvtal är ett högre motorvarvtal än ett högsta motorvarvtal som motorfordonet 1 haft sedan det har varit i kraftunderskott, d.v.s. $a < 0$. Är

så fallet sparas detta nuvarande motorvarvtal till ett första högsta motorvarvtalet ω_T^i för att användas som ett referensmotorvarvtal i växlingsförfarandet.

I steget F2 väljs ett lämpligt minimimotorvarvtal ω_{Min} som inte får understigas när accelerationen a är negativ (dvs. när motorfordonet 1 är i kraftunderskott) bl.a. beroende på hur snabbt motorfordonet 1 tappar i hastighet, väglutningens derivata och vilken körmod motorfordonet 1 använder. Exempelvis kan ett lägre minimimotorvarvtal ω_{Min} väljas i det fall väglutningens derivata är avtagande, d.v.s. då motorfordonet 1 närmar sig krönet av en backe. Minimimotorvarvtalet ω_{Min} väljs företrädesvis också så att ett nuvarande motorvarvtal aldrig understiger motorns 10 maxmomentkurva för att motorn 10 skall leverera tillräcklig effekt genom hela nedväxlingsförfarandet samt för att undvika okomfortabla vibrationer från drivlinan.

I steget F3 väljs ett lämpligt maximimotorvarvtal ω_{Max} definierat som ett motorvarvtal vilket inte får överskridas under växlingsförfarandet då $a < 0$. Detta maximimotorvarvtal ω_{Max} kan exempelvis relateras till bränsleförbrukning och/eller önskad motoreffekt. För tunga motorfordon 1 kan detta maximimotorvarvtal ω_{Max} t.ex. vara 1600 rpm om inte bränsleförbrukningen skall vara för hög eller 2100 rpm om det är maximal motoreffekt som prioriteras. Det inses därför att nämnda maximimotorvarvtal ω_{Max} kan vara beroende av det körmod med vilken motorfordonet 1 framförs.

I steget F4 begränsas motorvarvtalet ω_T^i så att det antar ett värde inom intervallet som definieras av minimimotorvarvtalet ω_{Min} och maximimotorvarvtalet ω_{Max} . Sålades kan ω_T^i sättas till minimimotorvarvtalet ω_{Min} ($\omega_T^i = \omega_{Min}$) om ω_T^i antar ett värde under intervallet, och till maximimotorvarvtalet ω_{Max} ($\omega_T^i = \omega_{Max}$) om ω_T^i antar ett värde över intervallet.

I steget F5 söks den andra växeln G2 genom att beräkna vilken av möjliga tillgängliga lägre växlar som motorfordonet 1 måste växla till för att accelerationen a ska vara större än eller lika med noll på denna växel, d.v.s. $a \geq 0$. Den andra växeln G2 beräknas genom att växlingssystemet kontrollerar vid vilken lägre växel som motorfordonets 1 drivkraft

överstiger ett beräknat körmotstånd, d.v.s. den totala kraft som motverkar motorfordonet 1 i dess färdriktning. Rent praktiskt kan den andra växeln G2 beräknas genom att växlingssystemet stegvis beräknar fordonets maximala drivkraft för växlar lägre än den första växeln G1, och väljer den första lägre växel - om beräkningen sker stegvis från högre till lägre växlar - vilken har en maximal drivkraft som är lika stort eller större än det beräknade körmotståndet för motorfordonet 1.

I steget F6 beräknas därefter vid vilket motorvarvtal på den andra växeln G2 som motorfordonets 1 drivkraft överstiger eller är lika med motorfordonets 1 körmotstånd ($a \geq 0$) för att kunna avgöra när en nedväxling till den andra växeln G2 ska genomföras för att motorvarvtalet efter nedväxlingen till den andra växeln G2 ska vara nära jämviktsmotorvarvtalet direkt efter nedväxlingen, där jämviktsmotorvarvtalet är det motorvarvtal vid vilket motorfordonets 1 acceleration är väsentligen noll.

I steget F7 beräknas hur lång tid motorfordonet 1 kan köra på var och en av mellanliggande växlar om det finns ett flertal mellanliggande växlar mellan den första G1 och andra G2 växeln. Tiden hur länge motorfordonet 1 kan köra på varje mellanliggande växel jämförs med ett växelspecifikt kalibrerat tidsvärde, d.v.s. jämförs mot ett tröskelvärde T_i , för varje mellanliggande växel. Från dessa jämförelser väljs den högsta mellanliggande växeln bland de tillåtna mellanliggande växlarna, d.v.s. de växlar som har ett beräknat tidsvärde som är större än tröskelvärdet T_i för respektive växel. Det bör noteras att växeln som väljs i steget F7 är den andra växeln G2 om ingen högre växel uppfyller kravet enligt ovan.

Vidare, i steget C1 kontrolleras vid växling från den första växeln G1 villkoret huruvida motorn 10 har sjunkit mer i motorvarvtal än ett kalibrerat gränsvärde R från det högsta motorvarvtal motorfordonet 1 hade då det gick in i kraftunderskott ω_{G1} . Gränsvärde R kan variera beroende på körmod, t.ex. ekonomi- eller powermod. Först när motorvarvtalet sjunkit mer än det kalibrerade gränsvärdet R (företrädesvis 1-100 rpm) tillåts en nedväxling. Detta gränsvärde R används i förfarandet för att motorfordonet 1 inte ska upplevas som nervöst eller instabilt, exempelvis vid ingångar till backar, eftersom det annars kan bli en nedväxling så fort väglutningen tilltar. Denna kontroll i steget C1 behöver inte göras från mellanliggande

växlar eftersom motorfordonet 1 då redan befinner sig i en backe, vilket innebär att kontrollen i C1 endast är aktuell från den första växeln G1.

I steget F8 genomförs ingen nedväxling om motorvarvtalet inte har sjunkit mer än gränsvärde R vid kontrollen i C1. Detta för att undvika att växlingssystemet växlar när körmotståndet temporärt ökar såsom exempelvis i små backar och därför gör att motorfordonet 1 upplevs som nervöst.

I steget C2 kontrolleras om det nuvarande motorvarvtalet befinner sig i närheten av minimimotorvarvtalet ω_{Min} och är så fallet genomförs omedelbart en nedväxling i steget F9 till växeln som valts i steget F7 eftersom det då finns en risk för att motorvarvtalet kommer att sjunka under minimimotorvarvtalet ω_{Min} .

Annars predikteras i steget F10 vilket motorvarvtal motorfordonet 1 kommer att ha efter en genomförd nedväxling till växeln som valts i steget F7, d.v.s. ω_T^{i+1} , om det nuvarande motorvarvtalet i steget C2 inte befinner sig under minimimotorvarvtalet ω_{Min} .

Därefter kontrolleras i steget C3 huruvida det nuvarande motorvarvtalet ω_T^{i+1} predikterad i steget F10 är mindre än $\omega_T^i + p^i$, vilket är ett högsta motorvarvtal motorn 10 har haft sedan motorfordonet 1 gick in i kraftunderskott och ett toleransvärde p_i enligt

$\omega_T^{i+1} = \omega_T^i + p_i, i = 1, 2, 3, \dots$, såsom beskrivits ovan. Noteras bör att enligt denna utföringsform av uppfinningen är det första högsta motorvarvtalet ω_T^1 detsamma som det högsta motorvarvtalet på den första växeln G1, d.v.s. $\omega_T^1 = \omega_{G1}$ (se steget F1). Därmed kommer det högsta motorvarvtalet på den första växeln G1 att påverka hela nedväxlingsförfarandet och därför fungera som en inparameter för detsamma.

I steget F11 utförs en nedväxling till växeln som valts i steget F7 om det nuvarande motorvarvtalet är inom intervallet I vid kontrollen i steget C3.

Annars beräknas i steget F12 den tidsperiod som växellådan 20 kan köra på växeln som valts i steget F7. I en praktisk tillämpning beräknar växlingssystemet hur lång tid motorfordonet 1 kan köra på varje mellanliggande växel från den första växeln G1 till den andra växeln G2, och väljer därefter den högsta av dessa mellanliggande växlar vilken uppfyller kravet på att dess beräknade tidsvärde är större än sitt växelspecifika kalibrerade tröskelvärde T_i .

När växlingssystemet beräknar den tidsperiod som motorfordonet 1 kan köra på en mellanliggande växel så kan systemet använda minimotorvarvtalet ω_{Min} som är ett lägsta motorvarvtal vilket motorfordonet 1 inte får underskrida, t.ex. om ett nuvarande motorvarvtal sjunker så att det hamnar under exempelvis $\omega_{Min} = 1100$ rpm så måste växlingssystemet utföra en nedväxling. Systemet beräknar då hur lång tid motorfordonet 1 kan köra på den mellanliggande växeln från det motorvarvtal systemet hamnar på efter växling tills systemet hamnar på minimotorvarvtalet, d.v.s. $\omega_{Min} = 1100$ rpm. Växlingssystemet beräknar därmed hur lång tid motorfordonet 1 kommer att kunna köra på den mellanliggande växeln genom att räkna ut hur snabbt motorn 10 kommer att tappa i varvtal på den mellanliggande växeln genom kännedom om minimotorvarvtalet ω_{Min} och vad motorvarvtalet efter växling kommer att hamna på.

Slutligen kontrolleras i steget C4 huruvida tidsperioden beräknad i steget F12 är en lika lång tidsperiod som tidsperioden motorfordonet 1 har kört på en nuvarande växel sedan accelerationen a blev negativ. I steget F14 sker en nedväxling till växeln som valts i steget F7 om svaret är ja vid kontrollen i steget C4. Om svaret däremot är nej i steget C4 sker i steget F13 ingen nedväxling.

Figur 4 visar ett exempel på en nedväxling av ett motorfordon 1 enligt uppfinningen, i ett diagram där x-axeln representerar tiden och y-axeln motorns 10 varvtal i rpm. Vid tidpunkten $t1$ när motorfordonet 1 framdrivs med den första växeln G1 ilagd går motorfordonet 1 in i en uppförsbacke, varför ett kraftunderskott uppstår och accelerationen a hos motorfordonet 1 bli negativ. Det är vid denna tidpunkt $t1$ som motorvarvtalet på den första växeln G1 ω_{G1} fastställs vilket kan användas som en ingångsparameter vid nedväxlingen enligt en utföringsform av uppfinningen.

Eftersom motorfordonet 1 är i kraftunderskott minskar motorvarvtalet och en första nedväxling sker vid tidpunkten t_2 vilket resulterar i att motorvarvtalet åter går upp vid tidpunkten t_3 . Även på denna nästa växel (första mellanväxel) uppstår ett kraftunderskott och en ny nedväxling är nödvändig för att motorfordonet 1 skall orka köra upp för backen, vilket sker vid tidpunkten t_4 . På detta sätt sker nedväxlingen via ett eller flera mellanväxlingssteg tills dess att växellådan 20 når en kraftjämviktsväxel, d.v.s. den andra växeln G2, vilket sker vid tidpunkten t_7 i figur 4. På denna andra växel G2 (från tidpunkten t_8) är accelerationen a väsentligen noll, varför motorfordonet 1 kan bibehålla sin hastighet på denna växel.

Noteras bör vidare att det högsta motorvarvtalet för varje mellanliggande växel är ett högre eller lika högt motorvarvtal som det högsta motorvarvtal sedan motorfordonet 1 hamnade i kraftunderskott, d.v.s. då acceleration a blev negativ, vilket visas vid tidpunkterna t_3 , t_5 och t_7 i figur 4. Detta åstadkommes för att motorfordonet 1 ska bibehålla sin hastighet genom backen så bra som möjligt genom att ligga nära motorns maxeffektvarvtal på de mellanliggande växlar. Det innebär även att motorfordonet 1 upplevs som aggressivt och kraftfullt i exempelvis långa branta backar om det körs med hög hastighet eftersom motorvarvtalet stegras för varje nedväxlingssteg och således hamnar närmare det motorvarvtal som motorfordonet 1 maximalt orkar hålla på den andra växeln G2. Genom att bättre bibehålla hastigheten i ingången till backen kan antalet nedväxlingssteg dessutom reduceras om backen skulle ta slut innan motorfordonet 1 når den andra växeln G2.

Det bör vidare noteras att de olika beräkningsstegen i metoden enligt uppfinningen beräknas i realtid, vilket inses av fackmannen. Vidare inser fackmannen att en metod för styrning av en växellåda enligt föreliggande uppfinning dessutom kan implementeras i ett datorprogram, vilket när det exekveras i en dator åstadkommer att datorn utför metoden. Datorprogrammet är innefattat i en datorprogramprodukts datorläsbara medium, varvid nämnda datorläsbara medium består av ett lämpligt minne, såsom exempelvis: ROM (Read-Only Memory), PROM (Programmable Read-Only Memory), EPROM (Erasable PROM), Flash-minne, EEPROM (Electrically Erasable PROM), en hårddiskenhet, etc.

Vidare avser föreliggande uppfinning ett system för styrning av en växellåda. Systemet innefattar minst en styrenhet inrättad för styrning av en växellåda i ett motorfordon 1

och är anordnat att åstadkomma en nedväxling från en första växel G1, för vilken accelerationen a är negativ, till en andra växel G2, för vilken accelerationen a är positiv eller lika med noll. Nedväxlingen sker medelst åtminstone ett mellanväxlingssteg mellan den första G1 och andra G2 växel, varvid ett högsta motorvarvtal i varje mellanväxlingssteg är ett lika
5 högt, eller ett högre motorvarvtal än ett högsta motorvarvtal i ett föregående mellanväxlingssteg.

Ett system beskrivet ovan kan vidare modifieras enligt de olika utföringsformerna av metoden ovan. Dessutom avser föreliggande uppfinning ett motorfordon 1, såsom en lastbil eller buss,
10 innefattande minst ett system enligt ovan.

Figur 5 visar schematiskt en styrenhet 110 att ingå i ett system enligt uppfinningen. Styrenheten 110 innefattar en beräkningsenhet 111, vilken kan utgöras av väsentligen någon lämplig typ av processor eller mikrodator, t.ex. en krets för digital signalbehandling (Digital
15 Signal Processor, DSP), eller en krets med en förutbestämd specifik funktion (Application Specific Integrated Circuit, ASIC). Beräkningsenheten 111 är förbunden med en, i styrenheten 110 anordnad, minnesenhet 112, vilken tillhandahåller beräkningsenheten 111 t.ex. den lagrade programkoden och/eller den lagrade data beräkningsenheten 111 behöver för att kunna utföra beräkningar. Beräkningsenheten 111 är även anordnad att lagra del- eller
20 slutresultat av beräkningar i minnesenheten 112.

Vidare är styrenheten 110 försedd med anordningar 113, 114, 115, 116 för mottagande respektive sändande av in- respektive utsignaler. Dessa in- respektive utsignaler kan innehålla vågformer, pulser, eller andra attribut, vilka av anordningarna 113, 116 för mottagande av
25 insignaler kan detekteras som information och kan omvandlas till signaler, vilka kan behandlas av beräkningsenheten 111. Dessa signaler tillhandahålls sedan beräkningsenheten 111. Anordningarna 114, 115 för sändande av utsignaler är anordnade att omvandla signaler erhållna från beräkningsenheten 111 för skapande av utsignaler genom att t.ex. modulera signalerna, vilka kan överföras till andra delar av systemet för bestämning av ned- och
30 uppväxlingspunkter. En fackman inser att den ovan nämnda datorn kan utgöras av beräkningsenheten 111 och att det ovan nämnda minnet kan utgöras av minnesenheten 112.

Var och en av anslutningarna till anordningarna för mottagande respektive sändande av in-
respektive utsignaler kan utgöras av en eller flera av en kabel; en databuss, såsom en CAN-
buss (Controller Area Network bus), en MOST-buss (Media Orientated Systems Transport),
eller någon annan busskonfiguration; eller av en trådlös anslutning. Även anslutningarna 70,
5 80, 90, 100 i figur 1 kan utgöras av en eller flera av dessa kablar, bussar, eller trådlösa
anslutningar.

Slutligen bör det inses att föreliggande uppfinning inte är begränsad till de ovan beskrivna
utföringsformerna av uppfinningen utan avser och innefattar alla utföringsformer inom de
10 bifogade självständiga kravens skyddsomfång.

Patentkrav

1. Metod för styrning av en växellåda, vilken växellåda (20) är inrättad att anordnas i ett motorfordon (1), **kännetecknad av** att åstadkomma en nedväxling hos nämnda växellåda (20) från en första växel (G1), för vilken accelerationen a hos nämnda motorfordon (1) är negativ, till en andra växel (G2), för vilken accelerationen a är positiv eller väsentligen lika med noll, vilken nedväxling sker medelst åtminstone ett mellanväxlingssteg mellan nämnda första (G1) och andra (G2) växel, varvid ett högsta motorvarvtal i varje mellanväxlingssteg är ett lika högt, eller ett högre motorvarvtal än ett högsta motorvarvtal i ett föregående mellanväxlingssteg, varvid nämnda högsta motorvarvtal i varje mellanväxlingssteg antar ett värde som är p_i högre än nämnda högsta motorvarvtal i ett föregående växlingssteg, varvid p_i är ett parametervärde.
2. ~~Metod enligt patentkrav 1, varvid nämnda högsta motorvarvtal i varje mellanväxlingssteg antar ett värde som är p_i högre än nämnda högsta motorvarvtal i ett föregående mellanväxlingssteg, varvid p_i är ett parametervärde.~~
32. Metod enligt patentkrav 1, varvid förhållandet mellan nämnda högsta motorvarvtal i varje mellanväxlingssteg och nämnda högsta motorvarvtal i ett föregående mellanväxlingssteg ges av: $\omega_T^{i+1} = \omega_T^i + p_i$, där ω_T^{i+1} är nämnda högsta motorvarvtal i varje mellanväxlingssteg och ω_T^i är nämnda högsta motorvarvtal i ett föregående mellanväxlingssteg.
43. Metod enligt något av föregående patentkrav, varvid en mellanliggande växel väljs så att varje mellanväxlingssteg varar under en längre tidsperiod än ett tröskelvärde T_i .
54. Metod enligt patentkrav 43, varvid nämnda tröskelvärde T_i används som en parameter för bestämning av antalet växlingssteg vid en växling mellan nämnda första växel (G1) och ett mellanväxlingssteg, och/eller mellan två på varandra efterföljande mellanväxlingssteg, och/eller mellan ett mellanväxlingssteg och nämnda andra växel (G2).

65. Metod enligt patentkrav 43 eller 54, varvid nämnda tröskelvärde T_i används som en parameter för bestämning av antalet mellanväxlingssteg mellan nämnda första (G1) och andra (G2) växel.
- 5 76. Metod enligt något av patentkrav 4-63-5, varvid nämnda tröskelvärde T_i är specifikt för varje mellanväxlingssteg.
87. Metod enligt något av patentkrav 4-73-6, varvid nämnda tröskelvärde T_i är inom intervallet 1-15 sekunder.
- 10 98. Metod enligt något av patentkrav 4-83-7, varvid ett nuvarande mellanväxlingssteg varar under en lika lång tidsperiod som en tidsperiod för ett nästföljande mellanväxlingssteg.
- 15 109. Metod enligt något av föregående patentkrav, varvid ett motorvarvtal ω_{G1} på nämnda första växel (G1) används som en ingångsparameter vid åstadkommandet av nämnda nedväxling.
- 20 1110. Metod enligt patentkrav 109, varvid nämnda motorvarvtal ω_{G1} på nämnda första växel (G1) är ett motorvarvtal nämnda motorfordon (1) antar när en acceleration a hos nämnda motorfordon (1) blir negativ på nämnda första växel (G1).
- 25 1211. Metod enligt patentkrav 109 eller 1110, varvid nämnda motorvarvtal ω_{G1} på nämnda första växel (G1) är ett högsta motorvarvtal på nämnda första växel (G1).
1312. Metod enligt något av föregående patentkrav, varvid ett motorvarvtal vid växling i ett mellanväxlingssteg är ett högre motorvarvtal än ett motorvarvtal vid växling i ett föregående mellanväxlingssteg.
- 30 1413. Metod enligt något av föregående patentkrav, varvid en växling mellan nämnda första växel (G1) och ett mellanväxlingssteg, och/eller mellan två på varandra efterföljande

mellanväxlingssteg, och/eller mellan ett mellanväxlingssteg och nämnda andra växel (G2) innefattar ett eller flera växlingssteg.

1414. Datorprogram innefattande programkod, vilket när nämnda programkod exekveras i en dator åstadkommer att nämnda dator utför någon metod enligt något av föregående patentkrav.

1415. Datorprogramprodukt innefattande ett datorläsbart medium och ett datorprogram enligt patentkrav 15, varvid nämnda datorprogram är innefattat i nämnda datorläsbara medium tillhörande något ur gruppen innefattande: ROM (Read Only Memory), PROM (Programmable ROM), EPROM (Erasable PROM), Flash minne, EEPROM (Electrically EPROM) och hårddiskenhet.

1416. System för styrning av en växellåda (20), vilket system innefattar minst en styrenhet (110) inrättad för styrning av en växellåda (20) i ett motorfordon (1), kännetecknat av att systemet är anordnat att åstadkomma en nedväxling hos nämnda växellåda (20) från en första växel (G1), för vilken accelerationen a hos nämnda motorfordon (1) är negativ, till en andra växel (G2), för vilken accelerationen a är positiv eller lika med noll, vilken nedväxling sker medelst åtminstone ett mellanväxlingssteg mellan nämnda första (G1) och andra (G2) växel, varvid ett högsta motorvarvtal i varje mellanväxlingssteg är ett lika högt, eller ett högre motorvarvtal än ett högsta motorvarvtal i ett föregående mellanväxlingssteg, varvid nämnda högsta motorvarvtal i varje mellanväxlingssteg antar ett värde som är p_i högre än nämnda högsta motorvarvtal i ett föregående växlingssteg, varvid p_i är ett parametervärde.

1417. Motorfordon (1), såsom en lastbil eller buss, innefattande minst ett system enligt patentkrav 1416.

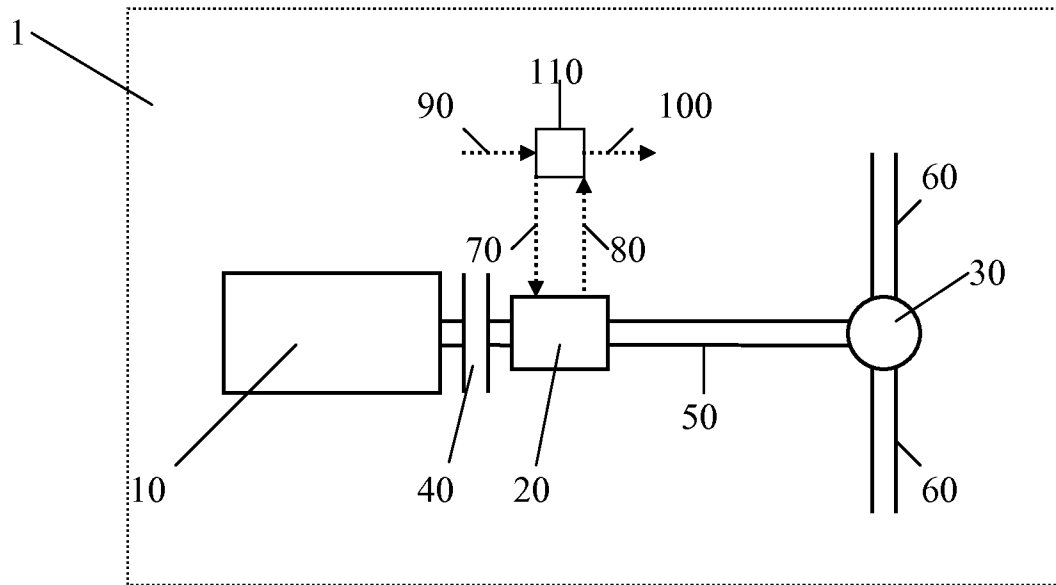


Fig. 1

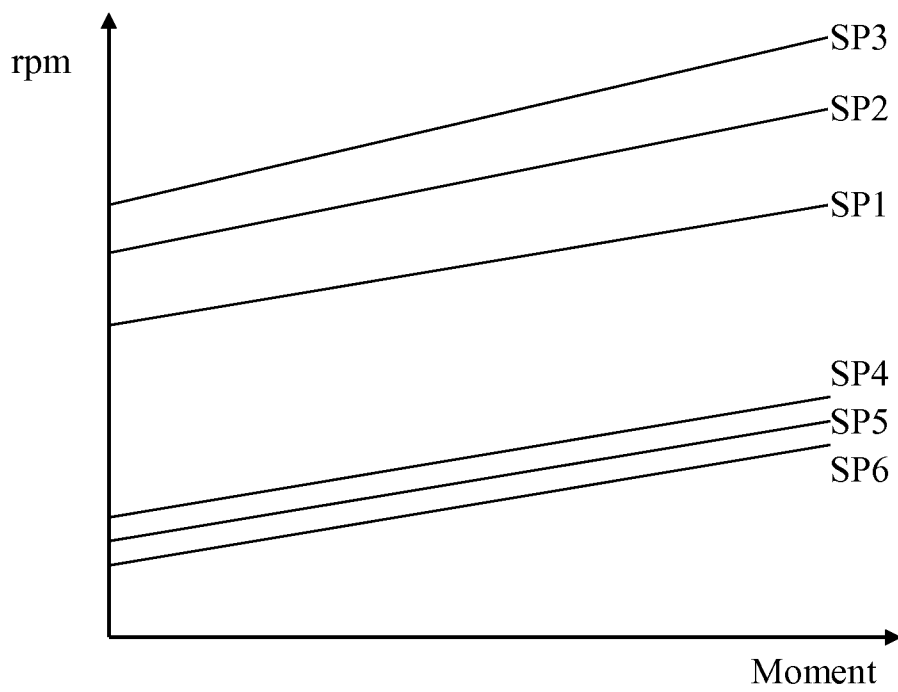
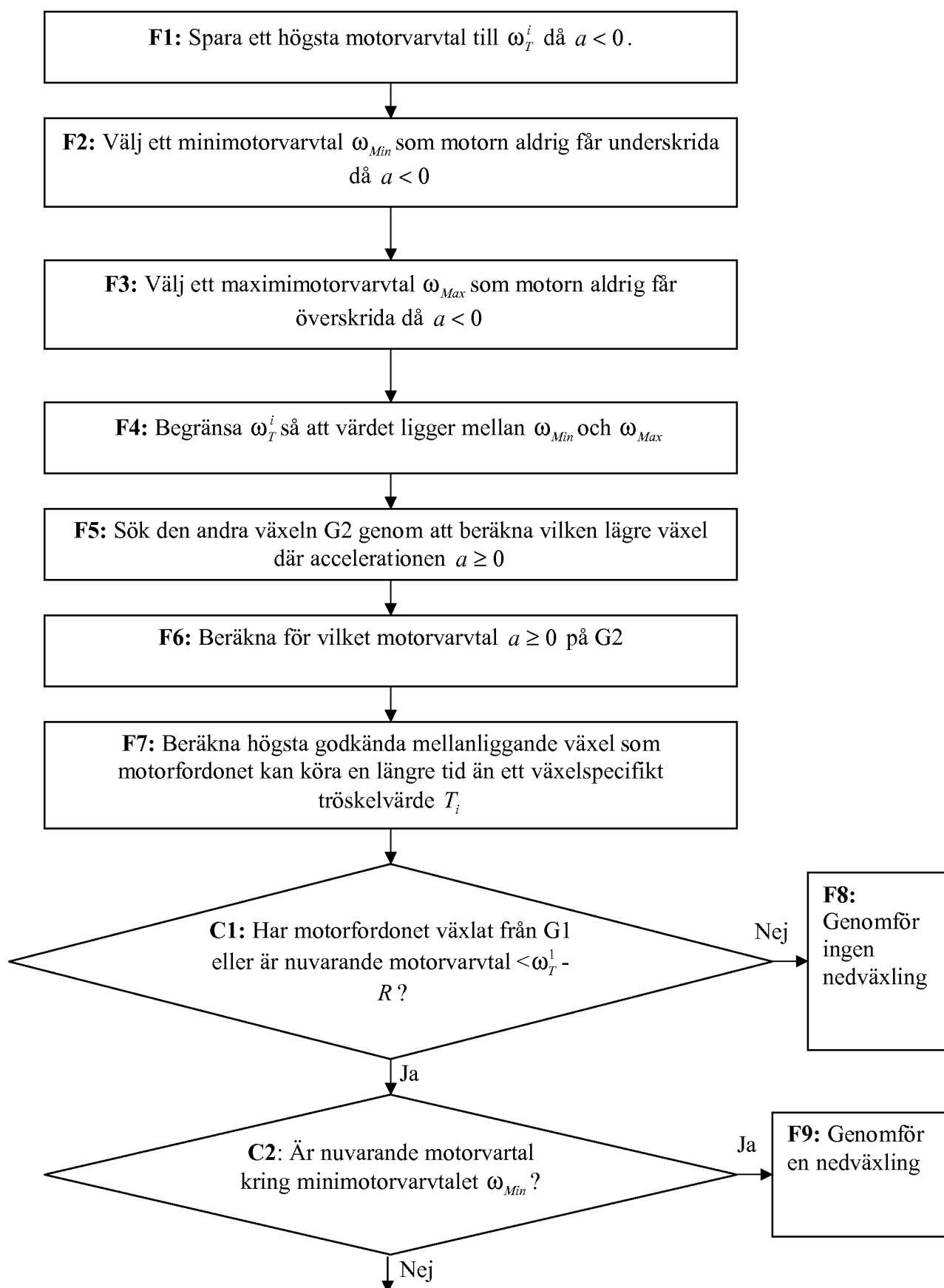


Fig. 2



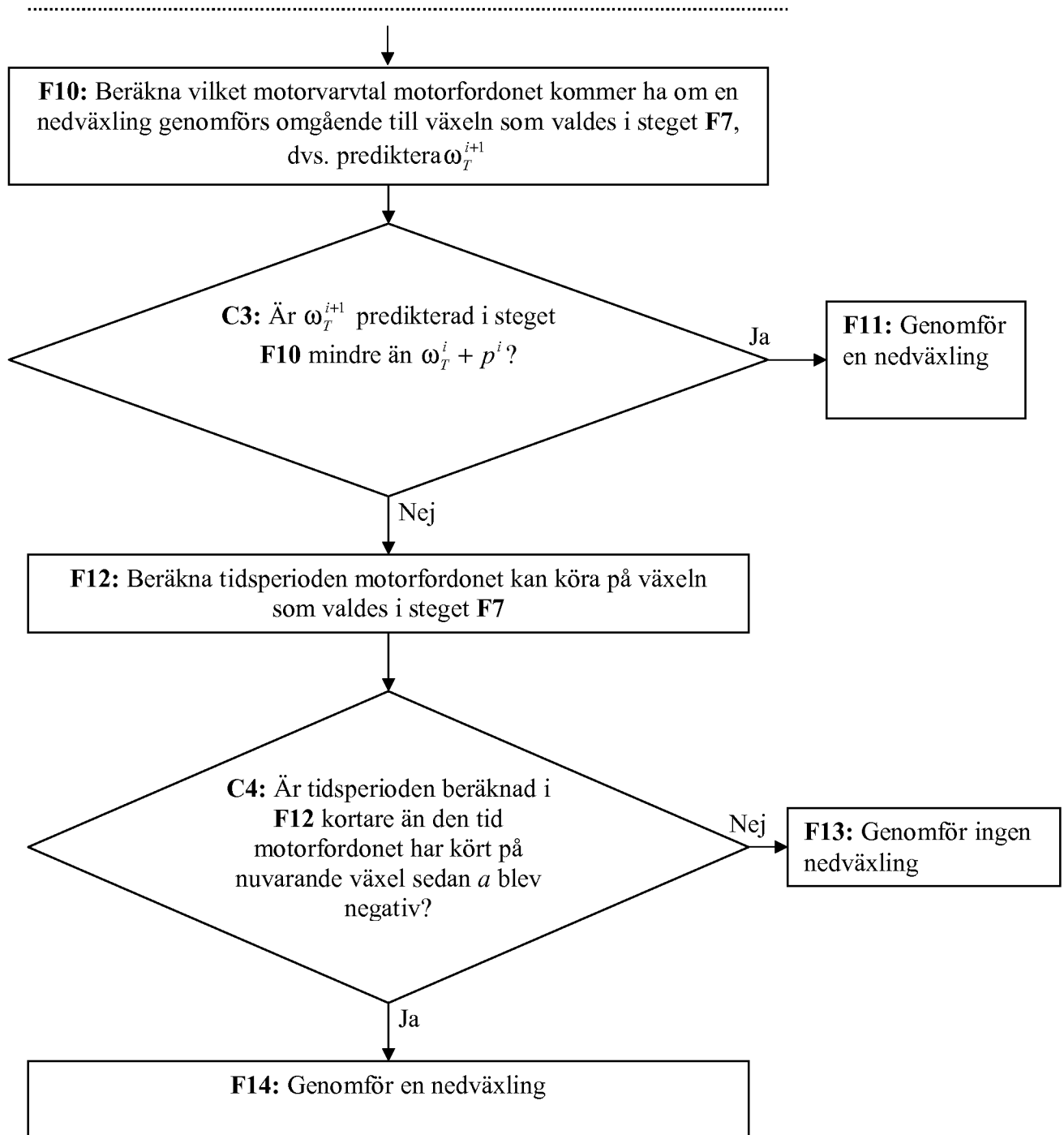


Fig. 3

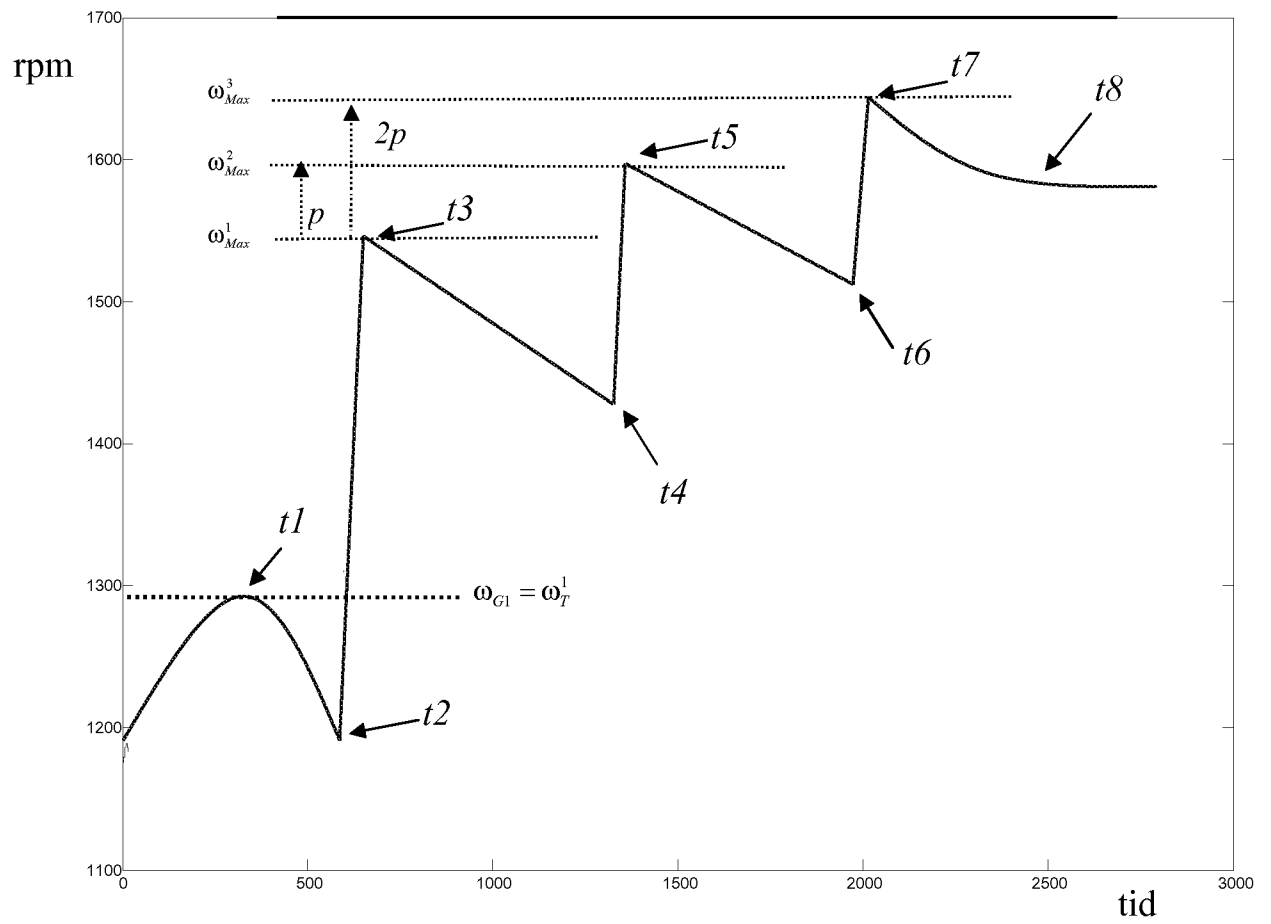


Fig. 4

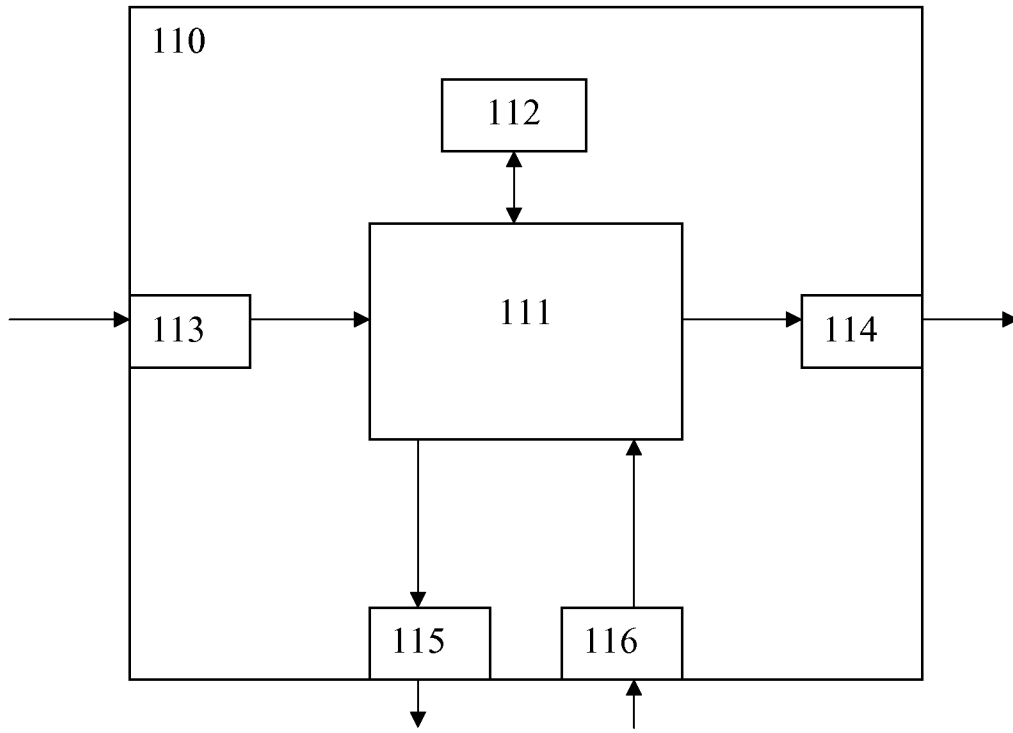


Fig. 5