



(12) Patentskrift

(10) SE 533 965 C2

(21) Patentansökningsnummer: 0950437-4  
(45) Patent meddelat: 2011-03-15  
(41) Ansökan allmänt tillgänglig: 2010-12-11  
(22) Patentansökan inkom: 2009-06-10  
(24) Löpdag: 2009-06-10  
(83) Deposition av mikroorganism: —  
(30) Prioritetsuppgifter: ---

(51) Internationell klass:  
**B60K 31/00** (2006.01)  
**B60W 30/14** (2006.01)  
**B60W 40/06** (2006.01)  
**F16H 59/14** (2006.01)  
**G01C 21/32** (2006.01)

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

(72) Uppfinnare: Oskar Johansson, Skara SE  
Jörgen Hansson, Hägersten SE  
Henrik Pettersson, Södertälje SE  
Fredrik Swartling, Södertälje SE

(74) Ombud: Niklas Gardemark, Scania CV AB, 151 87 Södertälje SE

(54) Benämning: Modul i ett styrsystem för ett fordon

(56) Anförda publikationer: JP 7117524 A • JP 7117524 • US 20030204298 A1 • Ivarsson, M "Fuel optimal powertrain control for heavy trucks utilizing look ahead", Licentiatavhandling Linköpings Universitet, avdelningen för fordonssystem, ISBN-978-91-7393-637-8. Presenterad 2009-04-28

(47) Sammandrag:

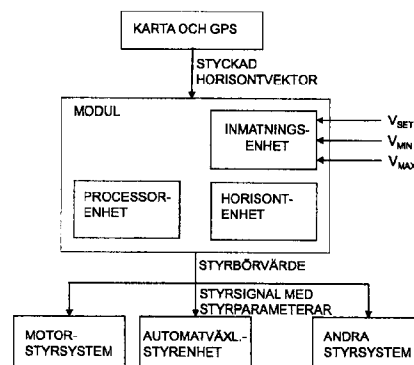
Modul för bestämning av hastighetsbörvärde  $v_{ref}$  för ett fordonets styrsystem, innefattande en inmatningsenhet anpassad för inmatning, av till exempel fordonets förare, av en referenshastighet  $v_{set}$  som är den av föraren önskade hastigheten för fordonet.

Modulen omfattar

- en horisontenhet som är anpassad att bestämma en horisont med hjälp av mottagna positionsdata och kartdata av en framtida väg som innehåller vägsegment och åtminstone en egenskap för varje vägsegment;

- en processorenhet som är anpassad att beräkna  $v_{ref}$  över horisonten beroende på regler kopplade till väglklasser i vilka vägsegmenten i horisonten klassats, så att  $v_{ref}$  ligger inom ett intervall som begränsas av  $v_{min}$  och  $v_{max}$ , där  $v_{min} \leq v_{set} \leq v_{max}$  ;

Processorenheten är vidare anpassad att bestämma en styrsignal med styrparametrar för fordonets automatväxlingsstyrenhet, baserat på ett eller flera fordonsspecifika värden och beräknat hastighetsbörvärde  $v_{ref}$ .



### Sammandrag

Modul för bestämning av hastighetsbörvärde  $v_{ref}$  för ett fordonets styrsystem, innefattande en inmatningsenhet anpassad för inmatning, av till exempel fordonets förare, av en referenshastighet  $v_{set}$  som är den av föraren önskade hastigheten för fordonet.

#### 5 Moduln omfattar

- en horisontenhet som är anpassad att bestämma en horisont med hjälp av mottagna positionsdata och kartdata av en framtida väg som innehåller vägsegment och åtminstone en egenskap för varje vägsegment;

- en processorenhet som är anpassad att beräkna  $v_{ref}$  över horisonten beroende på regler

#### 10 kopplade till väglklasser i vilka vägsegmenten i horisonten klassats, så att $v_{ref}$ ligger inom ett intervall som begränsas av $v_{min}$ och $v_{max}$ , där $v_{min} \leq v_{set} \leq v_{max}$ ;

Processorenheten är vidare anpassad att bestämma en styrsignal med styrparametrar för fordonets automatväxlingsstyrenhet, baserat på ett eller flera fordonsspecifika värden och beräknat hastighetsbörvärde  $v_{ref}$  .

15

(Figur 1)

## Titel

Modul i ett styrsystem för ett fordon

## Uppfinningens område

- 5 Föreliggande uppfinning hänför sig till en modul för att bestämma börvärden till styrsystem i ett fordon enligt inledningen till det oberoende kravet.

## Uppfinningens bakgrund

- 10 Många fordon är idag utrustade med en farthållare för att underlätta för föraren att framföra fordonet. Den önskade hastigheten kan då ställas in av föraren genom exempelvis ett reglage i rattkonsolen, och ett farthållarsystem i fordonet påverkar sedan ett styrsystem så att det gasar respektive bromsar fordonet för att hålla den önskade hastigheten. Om fordonet är utrustat med automatväxlingssystem så ändras fordonets växel för att fordonet ska kunna hålla önskad hastighet.

15

När farthållare används i backig terräng så kommer farthållarsystemet att försöka hålla inställd hastighet genom uppförsbackar. Detta får ibland till följd att fordonet accelererar över krönet och kanske in i en efterkommande nedförsbacke för att därefter behöva bromsas för att inte överskrida den inställda hastigheten, vilket utgör ett bränsleslösande

20 sätt att framföra fordonet.

- Genom att variera fordonets hastighet i backig terräng kan bränsle sparas jämfört med en konventionell farthållare. Detta kan göras på olika sätt, exempelvis genom beräkningar av fordonets nuvarande tillstånd (som med Scania Ecocruise ®). Om en uppförsbacke beräknas så gasar då systemet fordonet under uppförsbacken. Mot slutet av uppförsbacken är systemet programmerat att undvika acceleration till dess att lutningen har planat ut på toppen, såvida inte hastigheten på fordonet sjunker under en viss nivå. Genom att sänka hastigheten i slutet av en uppförsbacke kan man utan att accelerera återfå hastigheten i en kommande nedförsbacke. När fordonet närmar sig botten av en svacka strävar systemet att
- 25 använda rörelseenergin för att gå in i nästa backe med högre hastighet än en vanlig farthållare. Systemet ger lätt gas i slutet av nedförsbacken för att behålla fordonets kraft. I böljande terräng gör detta att fordonet går in i nästa backe med högre hastighet än normalt.
- 30

Genom att undvika onödig acceleration och utnyttja fordonets rörelseenergi kan bränsle sparas.

5 Om den framtida topologin görs känd genom att fordonet har kartdata och GPS kan sådana system göras mer robusta samt även ändra fordonets hastighet innan saker har hänt.

10 Det finns system som tar den framtida topologin med i beräkningarna för fordonets hastighet genom att göra realtidsoptimeringar av fordonets hastighet över en framtida vägsträcka. Detta kan bli väldigt beräkningstungt för hårdvaran i ett realtidssystem i ett fordon eftersom dessa ofta har begränsade resurser i form av minne och processorkraft. Även att göra vanliga beräkningar och simuleringar on-line över den kända vägprofilen kan bli beräkningstungt. Om exempelvis horisontvektorerna för att beräkna lutning på vägen har för hög noggrannhet eller upplösning krävs också onödig beräkningskraft.

15 Ett sätt att spara fordonets beräkningskraft visas i den publicerade patentansökan US 2008/0188996. Dokumentet visar ett förarassistentsystem där ett flertal givare mäter omgivande trafikfaktorer och skapar hypoteser som är logiskt kopplade till varandra. Detta system är dock inte kopplat till farthållning av fordon.

20 Ett av syftena med föreliggande uppfinning är att åstadkomma ett förbättrat system för att bestämma börvärden till styrsystem i ett fordon som i synnerhet minskar den nödvändiga beräkningskraften då börvärden till fordonets styrsystem ska regleras.

25 En ytterligare aspekt är att traditionella automatväxlingssystem bara kan fatta beslut om vilken växel som är bäst för det aktuella körfallet baserat på vad som är känt för tillfället. Typiskt är aktuellt motorvarvtal och motorlast nyckelvariabler för att välja rätt växel.

I ett modernt fordon styrs motorn, växellådan, retardern (om fordonet är utrustat med en sådan) och bromsarna med hjälp av en automatväxlingsstyrenhet, t.ex. Scania Opticruise®. Automatväxlingsstyrenheten innebär en elektronisk länk mellan flera av  
30 dessa funktioner, vilket ökar förarens möjligheter att styra dem. Till exempel anpassas

motorns och växellådans varvtal innan systemet växlar upp eller ner ett eller flera steg. Växlingen blir mjuk och snabb, vilket förbättrar bränsleekonomin och skyddar drivlinan.

Eftersom den framtida vägen ej är känd i traditionella system fås ibland onödiga växlingar, t.ex. i slutet av en uppførsbacke där en nedväxling kan komma precis innan krönet trots att  
5 det intuitiva valet för en förare hade varit att fortsätta på samma växel. En sen nedväxling följs ofta av en uppväxling eftersom körmotståndet minskar på krönet. Växlingarna ger då onödiga bränsleförluster jämfört med om en nedväxling hade kunnat undvikas.

Det finns även andra fall då det är bra att växla innan en uppførsbacke för att ligga på rätt växel redan i ingången till backen, bland annat är växlingen mindre komfortstörande om  
10 den sker före backen då motorbelastningen är lägre och man tappar mindre fart under växlingen. Med rätt växel menas att man har tillräcklig momentmarginal för att orka längre i backen.

US-5,832,400 beskriver ett system som, med hjälp av GPS och kartdata, mäter och  
15 förutser vägglutning och motorlast, bland annat genom att utnyttja information om topografi och fordonets position.

WO-03/041988 avser styrning av växling i ett motorfordon. Detta sker bland annat genom att lägga upp ett växlingsschema med automatiska växelval för en längre tid framåt räknat,  
20 där information om momentan position erhålls med hjälp av GPS och vidare där framtida positioner ges av information från en elektronisk karta.

Ett ytterligare syfte med föreliggande uppfinning är att åstadkomma en förbättrad styrning av automatväxlingssystemet i ett fordon som bland annat medför en mera optimal körning  
25 i backig terräng med avseende på bränsleförbrukning och slitage på drivlinan och som samtidigt upplevs komfortabelt av föraren.

#### Sammanfattning av uppfinningen

De ovan beskrivna syftena uppnås genom föreliggande uppfinning enligt det oberoende  
30 kravet.

Föredragna utföringsformer beskrivs i de beroende kraven.

Genom att utnyttja att topologin är känd kan den framtida motorlasten skattas. Vidare används den tänkta hastigheten i farthållningen i samband med motorlastskattningen till att skatta det framtida motorvarvtalet.

I modulen enligt föreliggande uppfinning simuleras en intern körmotståndsmodell över den framtida topologin med den hastighet  $v_{ref}$  som farthållningen kommer att begära. Detta utnyttjas för att beräkna en skattning av nödvändigt moment och önskat motorvarvtal över den framtida horisonten som krävs för att hålla hastigheten  $v_{ref}$ .

Enligt en utföringsform av föreliggande uppfinning förmedlar styrsystemet tre olika styrparametrar till fordonets automatväxelsystem.

1. en flagga indikerande att automatväxelsystemet helst inte skall växla upp.
2. en önskad varvtalsgräns för nedväxling.
3. om fordonet kör i en backe klassificerad ”brant uppför”, dvs. det finns inte tillräckligt med motormoment för att hålla hastigheten så skickas:
  - Medellutningen och avstånd fram till den punkt då fordonet tros komma att orka hålla fordonshastigheten.
  - Önskad fordonshastighet vid den punkt där systemet tror att fordonet kommer att orka hålla fordonshastigheten.

En av fördelarna med föreliggande uppfinning är att bilen får ett automatväxelval som med större säkerhet kan välja rätt växel vilket förbättrar bränsleekonomin och prestanda. Systemet klarar också av att välja rätt växel i förväg precis som en duktig aktiv förare skulle kunna göra.

En annan fördel är att i en uppförsbacke kan systemet tillåta en senare växling, eller helt undvika en nedväxling, efter att det tagit in information om ett lägre varvtal för nedväxling och vägt samman med fysisk begränsning av lågt varvtal och övrig reglering.

Man kan även hindra onödiga växlingar som skulle kunna triggas av ändring av hastighetsbörvärdet och därmed lasten.

- 5 I vissa nedförbackar där man vill rulla ner kan en iläggning av en högre växel tidigare ge ett lägre släpmoment. I branta nedförbackar kan det vara fördelaktigt att lägga i en lägre växel tidigare för att få mer motorbromskraft.

- 10 Enligt föreliggande uppfinning förses automatväxlingsystemet med information om bland annat varvtalsgränser, avstånd till krön och medellutning vilket förbättrar bränsleekonomin och köregenskaperna.

Med användning av modulen enligt uppfinningen kan bränslemängden som behövs under fordonets färd minimeras, genom att ta hänsyn till information om den framtida vägen.

- 15 Kartdata, exempelvis i form av en databas ombord på fordonet med höjdinformation, och ett positioneringssystem, exempelvis GPS, ger information om vägtopografin längs den framtida vägen. Styrsystemen, och i synnerhet automatväxlingsstyrenheten, matas sedan med börvärden och styrparametrar och reglerar fordonet efter dessa.

20 Kort beskrivning av de bifogade figurerna

Figur 1 visar reglermodulens funktionella inkoppling i fordonet enligt en utföringsform av uppfinningen.

Figur 2 visar ett flödesdiagram för stegen som modulen är anpassad att utföra enligt en utföringsform av uppfinningen.

- 25 Figur 3 illustrerar längden på ett styrsystems horisont i relation till längden på den framtida vägen för fordonet.

Figur 4 illustrerar de olika hastigheterna som predikteras samt vägsegmentens väglklasser som kontinuerligt uppdateras efterhand som nya vägsegment läggs till horisonten.

30 Detaljerad beskrivning av föredragna utföringsformer av uppfinningen

Uppfinningen kommer nu att beskrivas i detalj med hänvisning till bifogade ritningar.

Genom att använda information om ett fordonets framtida väg, kan fordonets börhastighet  $v_{ref}$  till farthållaren i fordonet regleras med framförhållning för att spara bränsle, öka säkerheten och öka komforten. Även andra börvärden till andra styrsystem kan regleras. Topografin påverkar i hög grad styrningen av särskilt drivlinan för tunga fordon, eftersom det krävs ett mycket större moment för att köra uppför en backe än för att köra nedför, och för att det inte går att köra uppför en del backar utan att byta växel.

Fordonet förses med positioneringssystem och kartinformation, och genom positionsdata från positioneringssystemet och topologidata från kartinformationen byggs en horisont upp som beskriver hur den framtida vägen ser ut. Vid beskrivning av föreliggande uppfinning anges GPS (Global Positioning System) för att bestämma positionsdata till fordonet, men det är underförstått att även andra sorters globala eller regionala positioneringssystem är tänkbara för att ge positionsdata till fordonet, som exempelvis använder sig av radiomottagare för att bestämma fordonets position. Fordonet kan även med hjälp av sensorer avsöka omgivningen och på så vis bestämma sin position.

I figur 1 visas hur information om den framtida vägen tas in via karta och GPS i en modul. Den framtida vägen är i det följande exemplifierat som en enda färdväg för fordonet, men det är underförstått att olika tänkbara framtida vägar tas in som information via karta och GPS eller annat positioneringssystem. Föraren kan även registrera startdestination och slutdestination för den planerade färden, och enheten räknar då med hjälp av kartdata mm. ut en lämplig rutt att köra. Färdvägen, eller om det finns flera framtida alternativa vägar: färdvägarna, skickas i stycken via CAN (Controller Area Network), ett seriellt bussystem speciellt anpassat för fordon, till en modul för reglering av börvärden, som kan vara separerad från eller en del av de system som ska använda börvärdena för reglering. Alternativt kan även enheten med karta och positioneringssystem vara en del ett system som ska använda börvärdena för reglering. I reglermodulen byggs styckena sedan ihop i en horisontenhet till en horisont och bearbetas av processorenheten för att skapa en intern horisont som styrsystemet kan reglera efter. Finns det flera alternativa färdvägar skapas flera interna horisonter för olika färdvägsalternativ. Styrsystemet kan vara något av de olika styrsystem i fordonet, som exempelvis farthållare, växellådsstyrsystem eller andra styrsystem. Vanligtvis sätts en horisont ihop för varje styrsystem, eftersom styrsystemen



reglerar efter olika parametrar. Horisonten byggs sedan hela tiden på med nya stycken från enheten med GPS och kartdata, för att få önskad längd på horisonten. Horisonten uppdateras alltså kontinuerligt under fordonets färd.

- 5 CAN betecknar således ett seriellt bussystem, speciellt utvecklat för användning i fordon. CAN-databussen ger möjlighet till digitalt datautbyte mellan sensorer, reglerkomponenter, aktuatorer, styrdon etc. och säkerställer att flera styrdon kan få tillgång till signalerna från en viss givare, för att använda dessa för styrning av sina anslutna komponenter.
- 10 Föreliggande uppfinning hänför sig till en modul för bestämning av börvärden för ett fordons styrsystem, och i synnerhet för att bestämma en styrsignal med styrparametrar till fordonets automatväxlingsstyrsystem, vilken modul schematiskt illustreras i figur 1.

- På en övergripande nivå definierar styrparametrarna hur man får automatväxlingssystemet att välja rätt växel innan en annalkande backe och bland annat för att förhindra onödig växling nära slutet av backen.
- 15

- Uppfinningen, som schematiskt illustreras av figur 1, avser alltså en modul för bestämning av hastighetsbörvärde  $v_{ref}$  för ett fordons styrsystem, innefattande en inmatningsenhet
- 20 anpassad för inmatning, av till exempel fordonets förare, av en referenshastighet  $v_{set}$  som är den av föraren önskade hastigheten för fordonet.

Modulen omfattar:

- en horisontenhet som är anpassad att bestämma en horisont med hjälp av mottagna
- 25 positionsdata och kartdata av en framtida väg som innehåller vägsegment och åtminstone en egenskap för varje vägsegment;
- en processorenhet som är anpassad att beräkna  $v_{ref}$  över horisonten beroende på regler kopplade till vägklasser i vilka vägsegmenten i horisonten klassats, så att  $v_{ref}$  ligger inom ett intervall som begränsas av  $v_{min}$  och  $v_{max}$ , där  $v_{min} \leq v_{set} \leq v_{max}$ .
- 30 Processorenheten är vidare anpassad att bestämma en styrsignal med styrparametrar för fordonets automatväxlingsstyrenhet, baserat på ett eller flera fordonsspecifika värden och

beräknat hastighetsbörvärde  $v_{ref}$  över den framtida horisonten.

De fordonsspecifika värdena bestäms av aktuellt utväxlingsförhållande, aktuell fordonsvikt, motorns maxmomentkurva, mekanisk friktion och/eller fordonets körmotstånd vid aktuell hastighet.

Enligt en utföringsform är processorenheten anpassad att beräkna motorlast och motorvarvtal över den framtida horisonten baserat på de fordonsspecifika värdena och att de beräknade värdena för motorlast och/eller motorvarvtal utnyttjas sedan för att bestämma nämnda en eller flera styrparametrar.

När motorlasten beräknats baserat på de nämnda fordonsspecifika värdena över horisonten kan också motorvarvtalet skattas och processorenheten kan sedan förse automatväxlingsstyrenheten med den indata, via styrparametrarna, som krävs för att optimalt styra automatväxlingssystemet genom horisonten. Styrparametrarna omfattas, enligt en utföringsform, företrädesvis av en eller flera av:

- motorns varvtalsgräns för växling;
- avstånd till backkrön, och
- medellutning för backe.

20

För att processorenheten skall kunna åstadkomma detta är den försedd med en minnesenhet där det finns lagrat specifika relationer mellan motorlast, motorvarvtal och fordonsspecifika varvtalsgränser för upp- och nedväxling. Dessa relationer kan vara lagrade i form av en eller flera tabeller, eller i matrisform. Ett alternativ är att informationen hämtas från en annan enhet.

25

Då fordonet är nära eller i en brant uppförsbacke skickas avståndet till övergången från brant uppförsbacke till annan segment-klassificering, dvs. då fordonet går från momentunderskott till momentöverskott. Vidare skickas den, av den interna fordonmodellens simulerade önskade hastigheten, alternativt motsvarande varvtal på aktuell växel vid ovan nämnda punkt.

30

Vid temporära hastighetsökningar över den av föraren valda set-hastigheten, t.ex. hastighetshöjning innan en brant uppførsbacke, skickas en flagga som spärrar uppväxling.

5 Medellutningen som förmedlas till automatväxlingssystemet räknas ut som medelvärdet av lutningen hos alla sammanhängande segment av typen brant uppför.

Enligt en utföringsform omfattar styrsignalen som påförs automatväxlingsstyrenheten en eller flera av styrparametrarna:

- en lägsta varvtalsgräns för nedväxling;
- 10 - en flagga som indikerar om en uppväxling skall ske;
- lutning i aktuellt vägsegment och avstånd kvar till vägsegment klassat som "svagt uppför" om fordonet befinner sig i vägsegment klassat som "brant uppför", och
- önskad hastighet vid övergång till "svagt uppför" om fordonet befinner sig i vägsegment klassat som "brant uppför".

15

Automatväxlingsstyrenheten reglerar sedan automatväxlingssystemet bland annat enligt styrparametrarna.

20 Börvärden  $v_{ref}$  till styrsystemet i fordonet kan således tillåtas att variera mellan de två ovan nämnda hastigheterna,  $v_{min}$  och  $v_{max}$ . När reglermodulen predikterar en intern horisont för fordonets hastighet, så får då fordonets hastighet variera inom detta intervall.

Således anordnas en modul som kan användas i ett fordon för att reglera börvärden på ett beräkningseffektivt sätt, och modulen kan vara en del av ett styrsystem vars börvärde den 25 vill reglera, eller så kan den vara en från styrsystemet fristående modul.

Intervall  $v_{min}$  och  $v_{max}$  ställs företrädesvis in manuellt av föraren via nämnda inmatningsenhet. Exempelvis ställs intervallens gränser in med en eller flera knappar i ratten eller på panelen.

30

Figur 2 visar ett flödesschema som schematiskt illustrerar de metodsteg modulen är anpassad att utföra. I detta sammanhang hänvisas också till en samtidigt inlämnad relaterad ansökan.

I ett första steg A) bestäms en horisont med hjälp av positionsdata och kartdata av en  
5 framtida väg som innehåller vägsegment och åtminstone en egenskap för varje  
vägsegment. Allteftersom fordonet framförs, bygger horisontmodulen ihop styckena till en  
horisont av den framtida vägen, där längden på horisonten typiskt är i storleksordningen 1-  
2 km. Horisontenheten håller reda på var på vägen fordonet befinner sig och bygger hela  
tiden på horisonten så att längden på horisonten hålls konstant. När slutmålet för färden är  
10 inom horisontens längd, byggs företrädesvis inte horisonten på längre eftersom vägen efter  
slutmålet inte är intressant.

Horisonten består av vägsegment som har en eller flera egenskaper kopplade till sig.

Horisonten är här exemplifierad i matrisform, där varje kolumn beskriver en egenskap för  
15 ett vägsegment. En matris som beskriver 80 m framåt av en framtida väg kan se ut enligt  
följande:

$$\begin{bmatrix} dx, & \% \\ 20, & 0.2 \\ 20, & 0.1 \\ 20, & -0.1 \\ 20, & -0.3 \end{bmatrix}$$

20 där den första kolumnen är varje vägsegments längd i meter (dx) och den andra kolumnen  
är varje vägsegments lutning i %. Matrisen ska tolkas som att från bilens aktuella position  
och 20 meter framåt är lutningen 0.2%, därefter följer 20 meter med lutning 0.1% etc.

Värdena för vägsegment och lutning behöver inte vara angivna som relativa värden, utan  
kan istället vara angivna som absoluta värden. Matrisen är med fördel vektorformad, men  
25 kan istället vara av pekarstruktur, i form av datapaket eller liknande. Det finns flera andra  
tänkbara egenskaper, exempelvis kurvradie, vägskyltar, olika hinder etc.

Efter steg A) klassificeras vägsegmenten i horisonten i olika väglklasser i ett steg B) där tröskelvärden beräknas för nämnda åtminstone en egenskap hos vägsegmenten beroende på ett eller flera fordonsspecifika värden, där tröskelvärdena sätter gränser för indelning av vägsegmenten i olika väglklasser. I exemplet där vägsegmentens egenskaper är lutning beräknas tröskelvärden för lutningen på vägsegmenten. Tröskelvärdena för egenskapen i fråga beräknas enligt en utföringsform av uppfinningen genom ett eller flera fordonsspecifika värden, såsom aktuellt utväxlingsförhållande, aktuell fordonsvikt, motorns maxmomentkurva, mekanisk friktion och/eller fordonets körmotstånd vid aktuell hastighet. En styrsystemintern fordonmodell som skattar körmotstånd vid aktuell hastighet används. Utväxling och maxmoment är kända storheter i bilens styrsystem och fordonsvikten skattas online.

Härnäst presenteras exempel på fem olika väglklasser som vägsegmenten kan klassificeras i, när lutningen på vägsegmenten används för att fatta beslut om styrningen av fordonet:

**Plan väg:** Vägsegment som har en lutning mellan  $0 \pm$  en tolerans.

**Brant uppför:** Vägsegment som har en lutning så brant att fordonet inte orkar hålla hastigheten på aktuell växel.

**Svagt uppför:** Vägsegment som har en lutning mellan tolerans och tröskelvärde för starkt uppför.

**Brant nedför:** Vägsegment som har en lutning nedför så brant att fordonet accelererar av lutningen själv.

**Svagt nedför:** Vägsegment som har en lutning nedför mellan den negativa toleransen och tröskelvärdet för starkt nedför.

Enligt en utföringsform av uppfinningen är vägsegmentets egenskaper deras längd och lutning, och för att klassificera vägsegmenten i de ovan beskrivna väglklasserna, beräknar tröskelvärden ut i form av två lutningströskelvärden,  $l_{\min}$  och  $l_{\max}$ , där  $l_{\min}$  är den lutning

som vägsegmentet minst måste ha för att för att fordonet ska accelerera av lutningen själv i en nedförsbacke, och  $l_{\max}$  är det lutningsvärde som vägsegmentet maximalt kan ha för att fordonet ska orka hålla hastigheten utan att växla i en uppförsbacke. Således kan fordonet regleras efter vägens kommande lutning och längd, så att fordonet kan framföras på ett

5 bränsleekonomiskt sätt med hjälp av farthållare i kuperad terräng. I en annan utföringsform är vägsegmentens egenskaper deras längd och sidoacceleration, och tröskelvärden beräknas i form av sidoaccelerationströskelvärden som klassar in vägsegmenten efter hur mycket sidoacceleration de ger. Fordonets hastighet kan sedan regleras så att fordonet kan framföras på ett bränsleekonomiskt och trafiksäkert sätt med

10 hänsyn till vägens krökning, d.v.s. en eventuell hastighetssänkning inför en kurva sker i möjligaste mån utan ingrepp av färdbronsar.

I ett nästa steg C) i metoden jämförs vägsegmentens egenskaper, i detta fall lutningen, i vardera vägsegment med de uträknade tröskelvärdena, och vardera vägsegment

15 klassificeras i en vägklass beroende på jämförelserna.

Liknande klasser kan istället eller också finnas för exempelvis vägens kurvradie, där kurvorna då skulle kunna klassas efter hur mycket sidoacceleration de ger.

20 Efter att varje vägsegment i horisonten har klassificerats i en vägklass, kan sedan en intern horisont för styrsystemet byggas, baserat på klassificeringen av vägsegmenten och horisonten, som består av inledningshastigheter  $v_i$  till varje vägsegment som är hastigheter som styrsystemet ska styra efter. En hastighetsändring som begärs mellan två initialhastigheter  $v_i$  rampas, för att ge börvärden  $v_{\text{ref}}$  till styrsystemet som åstadkommer en

25 gradvis ökning eller minskning av hastigheten av fordonet. Genom att rampa en hastighetsändring räknas gradvisa hastighetsändringar ut som behövs göras för att uppnå hastighetsändringen. Med andra ord så uppnås genom rampning en linjär hastighetsökning. Inledningshastigheterna  $v_i$ , eller med andra ord börvärden för fordonets styrsystem, beräknas i ett steg D) enligt metoden enligt uppfinningen över horisonten

30 beroende på regler kopplade till vägklasserna i vilka vägsegmenten i horisonten klassats. Alla vägsegment i horisonten stegas igenom kontinuerligt, och allteftersom nya vägsegment läggs till horisonten justeras de initiala hastigheterna  $v_i$  vid behov i

- vägsegmenten, inom intervallet för fordonets referenshastighet  $v_{set}$ .  $v_{set}$  är referenshastigheten som föraren ställer in och som är önskad att hållas av fordonets styrsystem under färden inom ett intervall. Som tidigare beskrivits avgränsas intervallet av två hastigheter,  $v_{min}$  och  $v_{max}$ , som kan ställas in manuellt av föraren, eller ställas in
- 5 automatiskt genom beräkningar av lämpliga intervall, som företrädesvis beräknas i reglermodulen. Fordonet regleras sedan i ett steg E) enligt börvärdena, och i det beskriva exemplet så innebär det att farthållaren i fordonet reglerar fordonets hastighet beroende på börvärdena.
- 10 Företrädesvis bestäms de fordonsspecifika värdena i processorenheten av aktuellt utväxlingsförhållande, aktuell fordonsvikt, motorns maxmomentkurva, mekanisk friktion och/eller fordonets körmotstånd vid aktuell hastighet. Alltså kan tröskelvärdena bestämmas utifrån fordonets tillstånd för tillfället. Nödvändiga signaler för att bestämma dessa värden kan tas från CAN, eller avkännas med lämpliga sensorer.
- 15 Enligt en utföringsform är vägsegmentens egenskaper deras längd och lutning, varvid processorenheten är anpassad att räkna ut tröskelvärdena i form av lutningströskelvärden  $l_{min}$  och  $l_{max}$ . Således kan fordonets hastighet regleras efter den framtida vägens kupering, för att köra på ett bränsleekonomiskt sätt.
- 20 Enligt en annan utföringsform är vägsegmentens egenskaper deras längd och sidoacceleration, varvid processorenheten är anpassad att räkna ut tröskelvärdena i form av sidoaccelerationströskelvärden. Detta gör att fordonets hastighet kan regleras efter framtida krökning på vägen, och fordonets hastighet kan regleras innan så att onödiga
- 25 inbromsningar och hastighetsökningar minimeras för att spara bränsle.
- Företrädesvis är horisontenheten anpassad att bestämma horisonten kontinuerligt så länge horisonten inte överskrider en planerad framtida väg för fordonet, och i vilken processorenheten är anpassad att kontinuerligt utföra stegen för att räkna ut och uppdatera
- 30 börvärdena för styrsystemet för hela den interna horisontens längd. Horisonten byggs alltså i en utföringsform på styckvis allteftersom fordonet framförs längs den framtida vägen. Börvärdena för styrsystemet räknas ut och uppdateras kontinuerligt, oberoende om

nya vägsegment läggs till eller inte, eftersom börvärdena som ska räknas ut även beror på hur fordonets fordonsspecifika värden ändrar sig utmed den framtida vägen.

De olika reglerna för väglklasserna reglerar alltså hur den initiala hastigheten  $v_i$  till varje vägsegment ska justeras. Om ett vägsegment har klassificerats i väglklassen ”**Plan väg**” kommer ingen förändring av den initiala hastigheten  $v_i$  till vägsegmentet att göras. För att kunna framföra fordonet så att krav på komfort följs, används Torricellis ekvation enligt nedan för att räkna ut med vilken konstant acceleration eller retardation fordonet måste accelerera eller retardera med:

10

$$v_{slut}^2 = v_i^2 + 2 \cdot a \cdot s, \quad (1)$$

där  $v_i$  är den initiala hastigheten i vägsegmentet,  $v_{slut}$  är fordonets hastighet vid vägsegmentets slut,  $a$  är den konstanta acceleration/retardationen och  $s$  är vägsegmentets längd.

15

Om ett vägsegment har klassificerats i väglklassen ”**Brant uppför**” eller ”**Brant nedför**” predikteras sluthastigheten  $v_{slut}$  för vägsegmentet genom att lösa ekvationen (2) nedan:

20

$$v_{slut}^2 = (a \cdot v_i^2 + b) \cdot (e^{(2 \cdot a \cdot s / M)} - b) / a, \quad \text{där} \quad (2)$$

$$a = -C_d \cdot \rho \cdot A / 2 \quad (3)$$

$$b = F_{track} - F_{roll} - F_\alpha \quad (4)$$

$$25 \quad F_{track} = (T_{eng} \cdot i_{final} \cdot i_{gear} \cdot \mu_{gear}) / r_{wheel} \quad (5)$$

$$F_{roll} = flatCorr \cdot M \cdot g / 1000 \cdot (C_{rrisoF} + C_b \cdot (v_i - v_{iso}) + C_{af} \cdot (v_i^2 - v_{iso}^2)) \quad (6)$$

$$F_\alpha = M \cdot g \cdot \sin(\arctan(\alpha)) \quad (7)$$

$$flatCorr = 1 / \sqrt{(1 + r_{wheel} / 2.70)} \quad (8)$$

30



där  $C_d$  är luftmotståndskoefficienten,  $\rho$  är luftens densitet,  $A$  den största tvärsnittsarean på fordonet,  $F_{\text{track}}$  är kraften som verkar från motormomentet i fordonets färdriktning,  $F_{\text{roll}}$  är kraften från rullmotståndet som verkar på hjulen och räknas fram genom att använda Michelins rullmotståndsmodell,  $F_\alpha$  är kraften som verkar på fordonet genom

- 5 vägsegmentets lutning  $\alpha$ ,  $T_{\text{eng}}$  är motormomentet,  $i_{\text{final}}$  är fordonets slutväxel,  $i_{\text{gear}}$  är det aktuella utväxlingsförhållandet i växellådan,  $\mu_{\text{gear}}$  är växelsystemets verkningsgrad,  $r_{\text{wheel}}$  är fordonets hjulradie och  $M$  är fordonets massa.

- Vid vägsegment med vägklassen ”**Brant uppför**” jämförs sedan sluthastigheten  $v_{\text{slut}}$  med  $v_{\text{min}}$ , och om  $v_{\text{slut}} < v_{\text{min}}$  så ska  $v_i$  ökas så att:

$$v_i = \min(v_{\text{max}}, v_i + (v_{\text{min}} - v_{\text{slut}})), \quad (9)$$

- annars sker ingen ändring av  $v_i$ , eftersom  $v_{\text{slut}}$  uppfyller kravet på att ligga i intervallet för referenshastigheten.

Vid vägsegment med vägklassen ”**Brant nedför**” jämförs sluthastigheten  $v_{\text{slut}}$  med  $v_{\text{max}}$ , och om  $v_{\text{slut}} > v_{\text{max}}$  så ska  $v_i$  minskas så att:

$$20 \quad v_i = \max(v_{\text{min}}, v_i - (v_{\text{slut}} - v_{\text{max}})), \quad (10)$$

annars sker ingen ändring av  $v_i$ , eftersom  $v_{\text{slut}}$  uppfyller kravet på att ligga i intervallet för referenshastigheten.

- 25 Torricellis ekvation (1) används även här för att räkna ut om det är möjligt att uppnå  $v_{\text{slut}}$  med initialhastigheten  $v_i$  med krav på komfort, alltså med en förutbestämd maximal konstant acceleration/retardation. Om detta inte är möjligt med hänsyn till vägsegmentets längd, minskas respektive ökas  $v_i$  så att kravet på komfort, d.v.s. inte för stor acceleration/retardation kan hållas.

Vid vägsegment med väglagen ”**Svagt uppför**” tillåts börvärdet  $v_{ref}$  variera mellan  $v_{min}$  och  $v_{set}$  då ett nytt vägsegment beaktas, alltså  $v_{min} \leq v_{ref} \leq v_{set}$ . Är  $v_{ref} \geq v_{min}$  får ingen acceleration av fordonet göras. Är dock  $v_{ref} < v_{min}$  så ansätts  $v_{ref}$  till  $v_{min}$  under segmentet, eller om  $v_{ref} > v_{set}$  så rampas  $v_{ref}$  mot  $v_{set}$  med hjälp av ekvation (1). Vid vägsegment med

5 väglagen ”**Svagt nedför**” tillåts  $v_{ref}$  variera mellan  $v_{set}$  och  $v_{max}$  då ett nytt vägsegment beaktas, alltså  $v_{set} \leq v_{ref} \leq v_{max}$ , och om  $v_{ref} \leq v_{max}$  får ingen retardation av fordonet göras. Är dock  $v_{ref} > v_{max}$  så ansätts  $v_{ref}$  till  $v_{max}$  under segmentet, eller om  $v_{ref} < v_{set}$  rampas  $v_{ref}$  mot  $v_{set}$  med hjälp av ekvation (1). Tillämpning av klassificering kan förenklas från de fem ovanstående till tre tillstånd genom att ta bort ”**Svagt uppför**” och ”**Svagt nedför**”.

10 Väglagen ”**Plan väg**” kommer då att befinna sig inom ett större intervall, som begränsas av de uträknade tröskelvärden  $l_{min}$  och  $l_{max}$ , alltså lutningen på vägsegmentet ska vara mindre än  $l_{min}$  om lutningen är negativ eller större än  $l_{max}$  om lutningen är positiv.

Då ett vägsegment som kommer efter ett vägsegment i horisonten med väglagen ”**Svagt uppför**” eller ”**Svagt nedför**” medför en förändring av ingångshastigheterna till vägsegmenten med de nämnda väglagerna, kan det innebära att ingångshastigheter och således börhastigheterna till styrsystemet korrigeras och blir högre eller lägre än vad reglerna ovan anger för väglagerna ”**Svagt uppför**” eller ”**Svagt nedför**”. Detta gäller alltså när ingångshastigheterna till vägsegmenten korrigeras beroende på de efterföljande

15 vägsegmenten.

20

Alla hastighetsändringar som begärs rampas alltså med hjälp av Torricellis ekvation (1), så att hastighetsändringarna sker med komfortkrav. Generellt så är det en regel att inte höja börhastigheten  $v_{ref}$  i en uppförsbacke, utan den eventuella hastighetsökningen av  $v_{ref}$  ska ha skett innan uppförsbacken börjar för att framföra fordonet på ett kostnadseffektivt sätt. Av samma anledning ska börhastigheten  $v_{ref}$  inte sänkas i en nedförsbacke, utan den eventuella hastighetssänkningen av  $v_{ref}$  ska ha skett innan nedförsbacken.

25

Genom att kontinuerligt stega igenom alla vägsegment i horisonten kan en intern horisont

30 bestämmas som visar predikterade initialvärden  $v_i$  till varje vägsegment. Enligt en utföringsform utförs steg A) kontinuerligt så länge horisonten inte överskrider en planerad

framtida väg för fordonet, och steg B) till E) utförs kontinuerligt för hela horisontens längd. Horisonten uppdateras företrädesvis styckvis, och har enligt en utföringsform inte samma kontinuitet i sin uppdatering som steg B) till E). Den interna horisonten uppdateras hela tiden allteftersom det tillkommer nya vägsegment till horisonten, exempelvis 2-3 gånger per sekund. Att kontinuerligt stega igenom vägsegmenten i horisonten omfattar att kontinuerligt beräkna initialvärdena  $v_i$  till varje vägsegment, och en beräkning av ett initialvärde  $v_i$  kan medföra att initialvärdet både framåt och bakåt i den interna horisonten måste ändras. I exempelvis de fall då predikterad hastighet i ett vägsegment är utanför inställt intervall är det önskvärt att korrigera hastigheten i föregående vägsegment.

10

I figur 3 visas den interna horisonten i förhållande till den framtida vägen. Den interna horisonten förflyttas hela tiden framåt såsom indikeras av den streckade, framflyttade inre horisonten. I figur 4 visas ett exempel på en intern horisont, där de olika vägsegmenten har klassificerats i en vägklass. I figuren står "PV" för klassen "Plan väg", "SU" för "Svagt uppför", "BU" för "Brant uppför" och "BN" för "Brant nedför". Hastigheten är initialt  $v_0$ , och om denna hastighet inte är  $v_{set}$  så rampas börvärdena från  $v_0$  till  $v_{set}$  med komfortacceptans enligt Torricellis ekvation (1) eftersom vägklassen är "Plan väg". Nästa vägsegment är "Svagt uppför", och ingen ändring av  $v_{ref}$  görs så länge  $v_{min} \leq v_{ref} \leq v_{set}$ ,

15

eftersom ingen acceleration får göras i detta segment. Nästa vägsegment är "Brant uppför",

20

och då predikteras sluthastigheten  $v_3$  för vägsegmentet med hjälp av formel (2), och  $v_2$  ska då ökas om  $v_3 < v_{min}$  enligt formel (9). Nästa vägsegment är "Plan väg", och då ändras  $v_{ref}$  mot  $v_{set}$  med begränsningen av komfortkravet från Torricellis ekvation (1).

25

Sedan kommer ett vägsegment som är "Brant nedför", och då predikteras sluthastigheten  $v_5$  med hjälp av formel (2), och  $v_4$  ska minskas om  $v_5 > v_{max}$  enligt formel (10). Så fort en hastighet bakåt i den interna horisonten ändras, justeras de resterande hastigheterna bakåt i den interna horisonten för att kunna uppfylla hastigheten längre fram. Vid varje hastighetsändring som ska ske, räknar metoden enligt uppfinningen fram med hjälp av Torricellis ekvation (1) om det är möjligt att uppnå denna hastighetsändring med komfortkrav. Om inte, så justeras ingångshastigheten till vägsegmentet så att komfortkrav kan hållas.

30

Den föreliggande uppfinningen är inte begränsad till de ovan beskrivna utföringsformerna. Olika alternativ, modifieringar och ekvivalenter kan användas. Därför begränsar inte de ovan nämnda utföringsformerna uppfinningens omfattning, som definieras av de bifogade kraven.

Patentkrav

1. Modul för bestämning av hastighetsbörvärde  $v_{ref}$  för ett fordons styrsystem, innefattande en inmatningsenhet anpassad för inmatning, av till exempel fordonets förare, av en referenshastighet  $v_{set}$  som är den av föraren önskade hastigheten för fordonet,
- 5 k ä n n e t e c k n a d a v att modulen omfattar
- en horisontenhet som är anpassad att bestämma en horisont med hjälp av mottagna positionsdata och kartdata av en framtida väg som innehåller vägsegment och åtminstone en egenskap för varje vägsegment;
  - en processorenhet som är anpassad att beräkna  $v_{ref}$  över horisonten beroende på regler
- 10 kopplade till väglklasser i vilka vägsegmenten i horisonten klassats, så att  $v_{ref}$  ligger inom ett intervall som begränsas av  $v_{min}$  och  $v_{max}$ , där  $v_{min} \leq v_{set} \leq v_{max}$  ;
- varvid processorenheten vidare är anpassad att bestämma en styrsignal med styrparametrar för fordonets automatväxlingsstyrenhet, baserat på ett eller flera fordonsspecifika värden och beräknat hastighetsbörvärde  $v_{ref}$  över den framtida horisonten.
- 15
2. Modul enligt krav 1, varvid processorenheten är anpassad att beräkna motorlast och motorvarvtal över den framtida horisonten baserat på nämnda ett eller flera fordonsspecifika värden och att nämnda beräknade motorlast och/eller motorvarvtal utnyttjas för att bestämma nämnda en eller flera styrparametrar.
- 20
3. Modul enligt krav 1, varvid styrparametrarna omfattar en eller flera av:
- motorns varvtalsgränser för växling;
  - avstånd till backkrön, och
  - medellutning för backe.
- 25
4. Modul enligt krav 1, varvid styrparametrarna omfattar en eller flera av:
- en lägsta varvtalsgräns för nedväxling;
  - en flagga som indikerar att en uppväxling ej skall ske;
  - lutning i aktuellt vägsegment och avstånd kvar till vägsegment klassat som ”svagt uppför” om fordonet befinner sig i vägsegment klassat som ”brant uppför”, och
- 30 - önskad hastighet vid övergång till ”svagt uppför” om fordonet befinner sig i vägsegment klassat som ”brant uppför”.

5. Modul enligt krav 1, varvid processorenheten som är anpassad att räkna ut tröskelvärden för nämnda åtminstone en egenskap hos vägsegmenten beroende på nämnda ett eller flera fordonsspecifika värden, där tröskelvärdena sätter gränser för indelning av
- 5 vägsegmenten i olika väglklasser; jämföra åtminstone en egenskap hos vardera vägsegment med de uträknade tröskelvärdena, och klassificera vardera vägsegment i en väglklass beroende på jämförelserna.
6. Modul enligt något av föregående krav, varvid nämnda fordonsspecifika
- 10 värden bestäms av aktuellt utväxlingsförhållande, aktuell fordonsvikt, motorns maxmomentkurva, mekanisk friktion och/eller fordonets körmotstånd vid aktuell hastighet.
7. Modul enligt krav 1, varvid vägsegmentens egenskaper är deras längd och
- 15 lutning, och att processorenheten är anpassad att räkna ut tröskelvärdena i form av lutningströskelvärden  $l_{\min}$  och  $l_{\max}$ .
8. Modul enligt krav 1, i vilken vägsegmentens egenskaper är deras längd och
- 20 sidoacceleration, varvid processorenheten är anpassad att räkna ut tröskelvärdena i form av sidoaccelerationströskelvärden.
9. Modul enligt något av föregående krav, i vilken positionsdata bestäms genom att använda GPS.
- 25 10. Modul enligt något av föregående krav, i vilken horisontenheten är anpassad att bestämma horisonten kontinuerligt så länge horisonten inte överskrider en planerad framtida väg för fordonet, och i vilken processorenheten är anpassad att kontinuerligt utföra stegen för att räkna ut och uppdatera börvärdena för styrsystemet för hela horisontens längd.

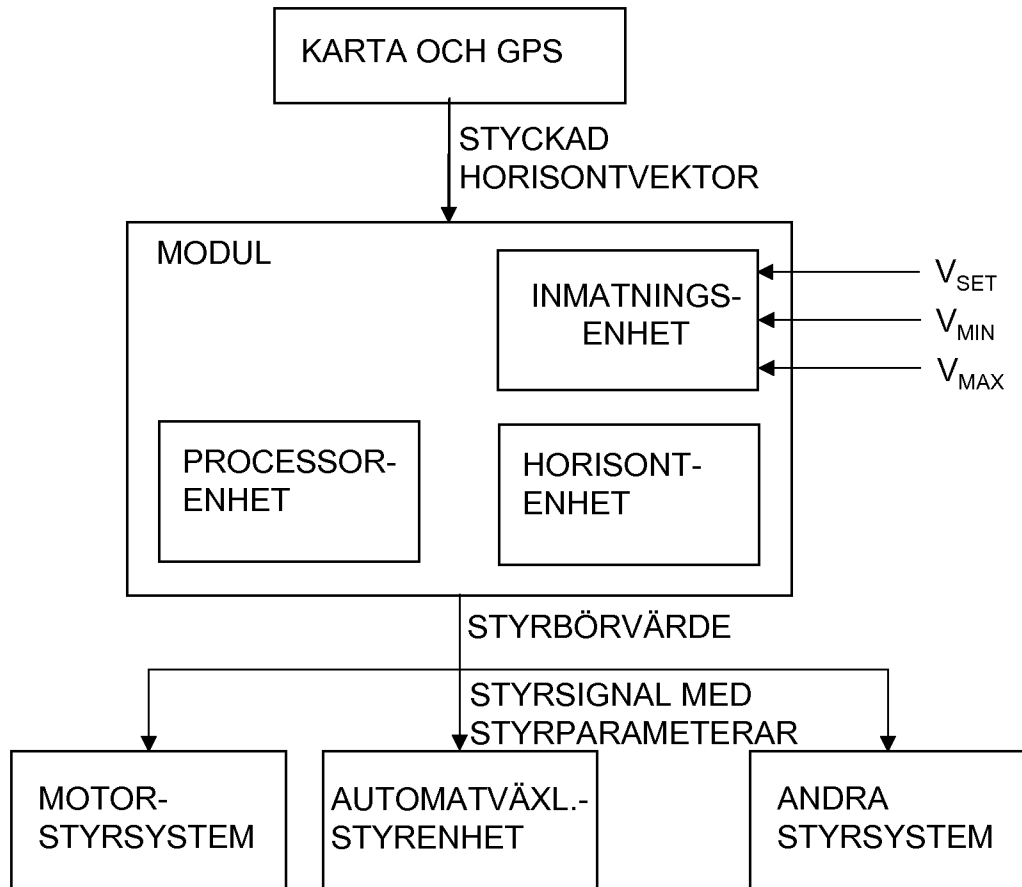


FIG. 1

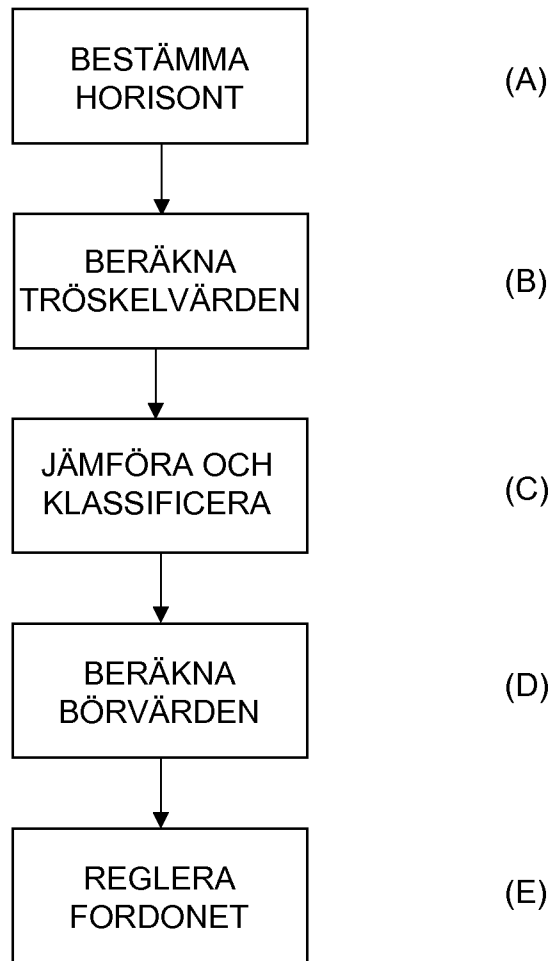


FIG. 2



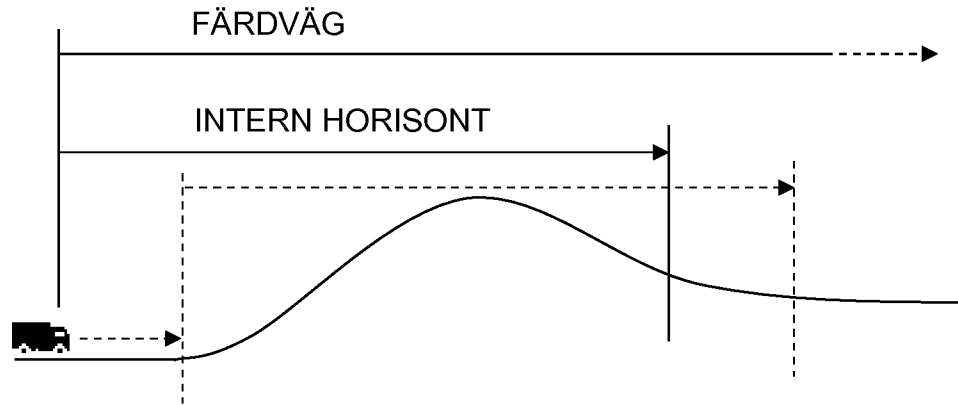


FIG. 4

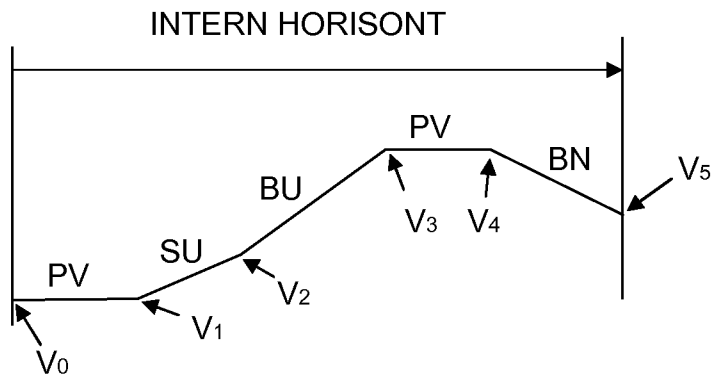


FIG. 5