

METOD FÖR STYRNING AV PUMPARBETE HOS EN MOTOR

Tekniskt område

5 Föreliggande uppfinning avser en metod för styrning av pumparbete hos en motor. I synnerhet avser uppfinningen en metod enligt ingressen till patentkrav 1. Vidare avser uppfinningen en anordning för styrning av pumparbete hos en motor, datorprogram, datorprogramprodukt och ett motorfordon innefattande en sådan anordning.

Bakgrund till uppfinningen

10 Vid en uppväxling från en första växel G_1 till en andra högre växel G_2 , i ett växlingssystem, är det önskvärt att ett rådande motorvarvtal ω sänks snabbt och på ett kontrollerat sätt då växellådan befinner sig i neutralt läge mellan den första G_1 och andra växeln G_2 .

15 Figur 1 visar en situation när en uppväxling sker från den första (lägre) växeln G_1 till den andra högre växeln G_2 (i detta fall från växel 10 till växel 12), och i detta exempel antas det att föraren håller gaspedalen nedtryckt under hela uppväxlingen. Uppväxlingen sker enligt följande:

- 1) Uppväxlingen initieras antingen manuellt eller automatiskt beroende på växlingssystem, varvid motorns moment reduceras så att noll motormoment erhålles i växellådan;
- 20 2) Därefter läggs den första växeln G_1 ur vilket betyder att växellådan befinner sig i neutralt läge (N);
- 3) När växellådan befinner sig i neutralt läge styrs ett nuvarande motorvarvtal ω så att det matchar (synkroniserar) motorvarvtalet för den högre växeln G_2 varefter kopplingen stängs;
- 25 4) När det nuvarande motorvarvtalet ω har synkroniserats läggs den högre växeln G_2 i; och
- 5) Därefter kan motormomentet höjas så att det motsvarar ett önskat motormoment.

30 Det är i det tredje steget ovan som det är önskvärt att motorvarvtalet snabbt sjunker från ett första motorvarvtal ω_1 till ett andra lägre motorvarvtal ω_2 så att en uppväxling snabbt kan

genomföras. En fördel med en snabb sänkning av motorvarvtalet ω är bl.a. att ett avbrott av drivande moment blir kortare, vilket innebär att motorfordonet inte hinner tappa så mycket fart under uppväxlingen.

- 5 Vanligtvis sker en motorvarvtalssänkning genom att motorsystemet slutar att spruta in bränsle i motorn, vilket gör att motorns interna friktion och pumparbete retarderar motorn så att motorvarvtalet ω sänks.

- 10 En motors pumparbete ("pumping work"), även benämnt pumpförluster ("pumping losses"), är ett arbete som krävs för att pumpa in luft i motorns cylinder/cylindrar innan förbränning, samt att pumpa ut förbränd gas ut ur cylindern/cylindrarna efter förbränningen. Det innebär att ett större pumparbete leder till en snabbare sänkning av motorvarvtalet ω , och att ett mindre pumparbete leder till en långsammare sänkning av motorvarvtalet ω , såvida alla övriga omständigheter är lika.

- 15 För att styra pumparbetet i tunga motorfordon, såsom lastbilar och bussar, används vanligtvis ett avgasspjäll anordnat i ett avgasrör genom vilket avgaser leds ut. Avgasspjället stängs/sluts till, vilket leder till att ett högt avgasmottryck byggs upp som resulterar i ett ökat pumparbete hos motorn. Alternativt, eller i kombination med avgasspjäll kan även en variabel turbo, även
20 benämnd VGT (VGT - Variable Geometry Turbocharger), användas för att begränsa flödesarean för avgasutsläppen och därmed öka pumparbetet. VGT:n kan exempelvis styra hur mycket avgasflöde som träffar turbinbladen.

- 25 Det pumparbete som erhålles med användande av avgasspjäll och/eller VGT är i vissa situationer inte tillräckligt då en mycket snabb motorvarvtalssänkning är önskvärt. Dessutom ingår varken avgasspjäll eller VGT i alla motorsystem/motorfordon, vilket innebär att motorns pumparbete överhuvudtaget inte kan styras i sådana motorsystem/motorfordon.

Kortfattad beskrivning av uppfinningen

- 30 Ett ändamål med föreliggande uppfinning är att tillhandahålla en metod och en anordning vilka helt eller delvis löser nackdelarna och problemen med metoder och anordningar enligt känd teknik. Ett annat ändamål med uppfinningen är att tillhandahålla en alternativ metod och

en alternativ anordning för styrning av pumparbete hos en motor. Ett ytterligare ändamål med uppfinningen är att tillhandahålla en metod och en anordning med vilka en motors varvtal kan sänkas på ett snabbt och/eller kontrollerat sätt.

5 Enligt en aspekt av uppfinningen uppnås ovan nämnda ändamål med en metod för styrning av pumparbete hos en motor för att sänka ett varvtal ω hos motorn, varvid ett insugningsrör respektive ett avgasrör är kopplat till motorn, och varvid pumparbetet hos motorn ökas eller minskas genom reglering av ett gastryck i insugningsröret.

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

Metoden enligt uppfinningen kan vidare implementeras i ett datorprogram, vilket när det exekveras i en dator åstadkommer att datorn utför en metod enligt ovan.

15 Enligt en annan aspekt av uppfinningen uppnås ovan nämnda ändamål med en anordning för styrning av ett pumparbete hos en motor för att sänka ett varvtal ω hos motorn, varvid ett insugningsrör respektive ett avgasrör är kopplat till motorn, och varvid anordningen innefattar minst ett första organ med vilket ett gastryck i insugningsröret är anordnat att regleras så att
20 pumparbetet hos motorn ökar eller minskar.

Olika utföringsformer av anordningen ovan är definierade i de till patentkrav 11 bilagda osjälvständiga patentkraven.

25 Vidare avser uppfinningen ett motorfordon innefattande minst en anordning enligt ovan. Anordningen kan dock även ingå i ett motorsystem inrättat exempelvis för marint eller industriellt bruk.

30 Med en metod och en anordning enligt föreliggande uppfinning erhålles en snabbare sänkning av motorvarvtalet än med metoder och anordningar enligt känd teknik. Dessutom kan hastigheten på sänkningen av motorvarvtalet styras/kontrolleras beroende på hur gastrycket i insugningsröret styrs. Detta leder i en växlingstillämpning till snabbare och mer kontrollerade

växlingar och kan på så sätt öka komfort och prestanda i ett motorfordon genom att man får snabbare uppväxlingar vilket leder till att motorfordonet tappar mindre hastighet i uppväxlingen.

- 5 Dessutom innebär uppfinningen att pumparbetet hos en motor även kan styras i motorsystem/motorfordon vilka varken innefattar avgasspjäll eller VGT.

Ytterligare fördelar och tillämpningar av uppfinningen kommer att framgå av den efterföljande detaljerade beskrivningen.

10

Kortfattad figurbeskrivning

Föreliggande uppfinning beskrivs med hänvisning till de bifogade figurena där:

- figur 1 schematiskt visar en uppväxling;
- figur 2 schematiskt visar ett gasflöde i ett motorsystem;
- 15 - figur 3 schematiskt visar ett trottelspjäll anordnat i ett insugningsrör kopplat till en motor (vilken ej visas i figuren utan representeras av området mellan de streckade linjerna) via ett grenrör, samt ett avgasspjäll anordnat i ett avgasrör;
- figur 4 schematiskt visar en styrenhet för styrning av en utföringsform av en anordning enligt uppfinningen; och
- 20 - figur 5 visar ett flödesdiagram av en utföringsform av uppfinningen.

Detaljerad beskrivning av uppfinningen

- I syfte att uppnå ovan nämnda ändamål avser föreliggande uppfinning en metod för styrning av pumparbete hos en motor 10 för att på så vis sänka ett varvtal ω hos motorn 10. Ett
- 25 insugningsrör 2 respektive ett avgasrör 22 är kopplat till motorn 10 och pumparbetet hos motorn 10 ökas eller minskas genom reglering av ett gastryck i insugningsröret 2.

- Såsom beskrivits tidigare har styrning av en motors 10 pumparbete framförallt i tunga motorfordon enligt känd teknik skett genom att mottrycket i avgasröret ("avgassidan") har
- 30 reglerats, exempelvis genom användande av ett avgasspjäll och/eller en VGT. Som en del av uppfinningsarbetet har uppfinnarna insett att motorns 10 pumparbete kan styras genom att gastrycket i insugningsröret 2 regleras, vilket är ekvivalent med att gastrycket på motorns

”insugssida” regleras för styrning av pumparbetet. Med insugssida avses den ”sida” av motorsystemet där luft flödar in till motorns 10 cylinder/cylindrar. På motsvarande vis avses med en motors 10 avgassida den sida av motorsystemet där förbränd gas leds ut från motorns 10 cylinder/cylindrar.

5

Uppfinnarna har erhållit insikten att det finns en relation mellan gastrycket i insugningsröret P_{in} och gastrycket i avgasröret P_{out} . Denna insikt är att motorns 10 pumparbete är proportionerligt mot (eller beror av) tryckdifferensen P_{Diff} mellan gastrycket i insugningsröret P_{in} och gastrycket i avgasröret P_{out} , dvs. proportionerligt mot: $P_{Diff} = P_{out} - P_{in}$. Ett sätt att öka denna tryckdifferens P_{Diff} och därmed pumparbetet kan därför enligt uppfinningen ske genom att gastrycket i insugningsröret 2 (insugssidan) sänks. Därmed kan pumparbetet även styras i motorsystem och/eller motorfordon vilka varken har avgasspjäll eller VGT installerat.

10

I syfte att tydligare förklara uppfinningen visar figur 2 schematisk ett gasflöde i ett motorsystem för ett tungt motorfordon, varvid motorsystemet i detta exempel innefattar en dieselmotor 10 med en turbo, samt ett antal rör kopplade till motorn 10. Luft sugas in från vänster i figur 2 genom ett insugningsrör och komprimeras i en turbokompressor 200 för att därefter kylas av i en laddluftkylaren 201 innan den passerar ett trottelspjäll 1 vilket reglerar mängden luft in i dieselmotor 10.

15

20

Efter trottelspjället 1 blandas luften med återförda avgaser, s.k. EGR (EGR - Exhaust Gas Recirculation), och denna blandning sugas sedan in i motorns 10 cylindrar för att där blandas med diesel innan förbränning sker i cylindern. Avgaserna från förbränningsprocessen går sedan genom en turboturbin 203, vilket sätter fart på turbokompressorn 200. Delar av avgaserna går dock in i ett EGR-rör och leds tillbaka till insugningsröret via ett EGR-spjäll och en EGR-kylare. EGR-spjällets funktion är att reglera mängden återförda avgaser tillbaka till förbränningsprocessen och detta spjäll stängs då pumparbetet skall ökas.

25

30

Innan avgaserna helt försvinner ut ur motorsystemet genom ett avgasrör 22 passerar de ett avgasspjäll 11 vilket styr trycket i en avgassamlare (ej visad i figuren). Därefter passerar avgaserna ett efterbehandlingssystem som kan innehålla ett partikelfilter 204 (DPF, dieselpartikelfilter), en s.k. SCR-katalysator 205 (SCR - Selective Catalytic Reduction), en

s.k. DOC (DOC – Diesel Oxidation Catalyst) eller någon annan form av efterbehandlingskomponent om ett efterbehandlingssystem ingår i motorsystemet.

Enligt en utföringsform av uppfinningen ökas pumparbetet hos motorn 10 genom en sänkning
5 av gastrycket i insugningsröret 2, och tvärtom minskas pumparbetet hos motorn 10 genom en ökning av gastrycket i insugningsröret 2.

Enligt en annan utföringsform av uppfinningen är motorn 10 kopplad till en växellåda 20 och enligt denna utföringsform ökas pumparbetet hos motorn 10 vid en uppväxling från en första
10 växel G_1 till en andra högre växel G_2 . Såsom visas i figur 1 kan uppväxlingen ske under en tidsperiod T under vilken motorvarvtalet ω sjunker från ett första motorvarvtal ω_1 förknippat med den första växeln G_1 till ett andra motorvarvtal ω_2 förknippat med den andra högre växeln G_2 . Det första motorvarvtalet ω_1 är ett högre motorvarvtal än det andra motorvarvtalet ω_2 eftersom det är en uppväxling som visas i figur 1.

15 För att ytterligare påskynda sänkningen av motorvarvtalet ω tillförs inget bränsle till motorn 10 då gastrycket i insugningsröret regleras för att öka pumparbetet hos motor 10, enligt en ytterligare utföringsform av uppfinningen.

20 Enligt en föredragen utföringsform av uppfinningen regleras gastrycket i insugningsröret 2 medelst ett spjäll 1 inrättat att inta ett flertal olika lägen i insugningsröret 2. Företrädesvis är spjället 1 inrättat att inta ett flertal lägen mellan ett första ändläge och ett andra ändläge, varvid det första ändläget är ett helt öppet läge vid vilket ett maximalt gastryck erhålles i insugningsröret 2, och det andra ändläget är ett helt stängt läge vid vilket ett minimalt
25 gastryck erhålles i insugningsröret 2.

Tanken med denna utföringsform är att spjället 1 bringas att inta ett första läge vid det andra ändläget under tidsperioden T för uppväxlingen. Anledningen till att spjället 1 inte skall vara helt stängt är att ett alltför lågt gastryck i insugningsröret 2 kan leda till att motorolja sugs upp
30 i insugningsröret 2, exempelvis genom ventiltätningarna, vilket i sin tur ger upphov till oönskade emissioner och andra nackdelar. Det innebär att det är önskvärt att spjället 1 intar ett

läge så att gastrycket i insugningsröret 2 är så lågt som möjligt utan att vara så lågt att det finns risk för att motorolja läcker genom ventiltätningarna.

När spjället 1 intar det första läget är gastrycket i insugningsröret 2 enligt en utföringsform mellan 10 – 80 % av gastrycket då spjället 1 intar det första ändläget, och enligt en ytterligare utföringsform av uppfinningen är gastrycket då spjället 1 intar det första läget 20 – 70 % av gastrycket då spjället 1 intar det första ändläget.

Ett exempel på ett lämpligt spjäll 1 för reglering av gastrycket i ett insugningsrör 2 är ett trottelspjäll 1 av tallrikstyp. Figur 3 visar schematiskt ett arrangemang där ett trottelspjäll 1 är anordnat i ett insugningsrör 2 för reglering av gasflödet (luftflöde) genom detsamma, varvid insugningsröret 2 är kopplat till en motor 10 via ett grenrör 2 för insugningsluft om motorn 10 har fler än en cylinder.

Trottelspjället 1 styrs av en styrenhet 110 medelst ett eller flera styrorgan 211 så att flödet genom insugningsröret 2 regleras efter önskad mängd tilluft i motorsystemet. När luftmängden (flödet) in i motorn 10 begränsas med hjälp av ett trottelspjäll 1 kommer gastrycket i insugningsröret 2 att sänkas och tvärtom kommer gastrycket i insugningsröret 2 att öka om luftmängden in i motorn 10 ökas. På detta vis kan motorns 10 pumparbete styras från insugssidan.

Det bör noteras att även andra faktorer påverkar gastrycket i insugningsröret 2, såsom exempelvis ett varvtal ω hos motorn 10; ett laddtryck efter en turbo om en sådan är monterad; en temperatur i insugningsröret 2; och om ett eventuellt EGR-spjäll är öppet. Även dessa faktorer bör tas i beaktande vid styrning av pumparbetet.

Enligt en ytterligare föredragen utföringsform styrs motorns 10 pumparbete genom att gastrycket i insugningsröret 2 och i avgasröret 22 (avgassidan) regleras (se figur 3). På detta vis kan tryckdifferensen P_{Diff} mellan insugningsröret (insugssidan) och avgasröret (avgassidan) ytterligare styras/kontrolleras. Gastrycket i avgasröret 22 regleras företrädesvis medelst ett avgasspjäll 11 (även benämnt avgasmottrycksspjäll eller avgasbromsspjäll) eller

en VGT, varvid pumparbetet ökas genom en ökning av gastrycket i avgasröret 22. Med denna utföringsform kan motorvarvtalet ω ännu snabbare sänkas och exaktare styras.

För att erhålla ett så stort pumparbete som möjligt minskas gastrycket i insugningsröret 2 samtidigt som gastrycket ökas i avgasröret 22, vilket leder till att tryckdifferensen P_{Diff} ökar. Ett typiskt värde på övertrycket i avgasröret 22 vid en uppväxling kan vara upp till 5,5 bar (dvs. 6,5 bar absolut) och ett tänkbart värde på undertrycket i insugningsröret 2 vid uppväxlingen kan vara -0,9 bar, vilket ger en tryckdifferens på 6,4 bar i detta specifika exempel.

Trottelspjäll 1 och andra typer av spjäll styrs vanligtvis medelst ett eller flera styrorgan 211 (se figur 3); vilka drivs med pneumatik, hydraulik eller eventuellt med elmotorer om de är monterade i tunga motorfordon, såsom lastbilar, bussar och anläggningsfordon. Vidare är de flesta trottelspjäll 1 inrättade att inta olika lägen i insugningsröret 2 med varierande hastighet v eftersom trottelspjällets 1 läge skall följa motorvarvtalet ω för att genomflödet av luft i motorn 10 skall vara anpassat till den önskade förbränningen i cylindrarna. Det är önskvärt att trottelspjället 1 intar sitt första läge vid det andra ändläget så fort som möjligt för att motorvarvtalet skall sjunka så fort som möjligt vid exempelvis en uppväxling. Därför bör trottelspjället 1 inta detta läge med en maximal hastighet v_{Max} vilket är en högsta hastighet som trottelspjället 1 kan bringas i sina olika lägen.

Själva styrningen av styrorganen utförs oftast av en styrenhet 110, vanligtvis av en så kallad ECU (Electronic Control Unit) inrättad att styra diverse funktioner i ett motorfordon. Figur 4 visar schematiskt en sådan styrenhet 110 vilken innefattar en beräkningsenhet 111, vilken kan utgöras av väsentligen någon lämplig typ av processor eller mikrodator, t.ex. en krets för digital signalbehandling (DSP - Digital Signal Processor), eller en krets med en förutbestämd specifik funktion (ASIC - Application Specific Integrated Circuit). 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 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 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. 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, en MOST-buss (MOST - Media Orientated Systems Transport), eller någon annan busskonfiguration; eller av en trådlös anslutning.

Figur 5 visar ett flödesdiagram av en utföringsform av metoden enligt uppfinningen:

- I steget **F1** initieras en uppväxling från en första lägre växel G_1 till en andra högre växel G_2 ;
- I steget **F2** försätts växellådan i momentlöst tillstånd, vilket innebär att det inte finns något moment i växellådan (jämför med figur 1);
- I steget **F3** läggs därefter den första växeln G_1 ur, vilket sker vid ett första motorvarvtal ω_1 ;
- I steget **F4** stängs spjället 1 i insugningsröret vilket leder till ett undertryck i densamma, varvid motorns 10 pumparbetet ökar och motorvarvtalet ω därmed snabbare sjunker;
- I steget **F5** inväntar systemet att ett nuvarande motorvarvtal ω har sjunkit till ett önskat andra motorvarvtal ω_2 för den andra växeln G_2 ;
- I steget **F6** öppnas spjället 1 i insugningsröret så att pumparbetet minskas och den andra växeln läggs i G_2 ; och
- I steget **F7** ökas motormomentet till ett önskat motormoment, dvs. ett motormoment som en förare begär genom exempelvis användande av en gaspedal eller farthållare.

Dessutom kan styrningen av ett avgasspjäll och/eller en VGT i avgasröret samordnas med styrningen av trottelspjället 1 så att tryckdifferensen P_{Diff} blir så stor som möjlig vid uppväxlingen, vilket har beskrivits ovan. Detta sker företrädesvis i steget **F4** i flödesdiagrammet.

5

Såsom inses av fackmannen kan en metod för styrning av ett spjäll enligt föreliggande uppfinning dessutom 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.

10

Vidare avser föreliggande uppfinning en anordning för styrning av ett pumparbete hos en motor 10 för att sänka ett varvtal ω hos motorn 10. Ett insugningsrör 2 respektive ett avgasrör 22 är kopplat till motorn 10. Anordningen enligt uppfinningen innefattar minst ett första organ med vilket ett gastryck i insugningsröret 2 är anordnat att regleras så att pumparbetet hos motorn 10 ökar eller minskar.

15

En sådan anordning enligt ovan kan företrädesvis vara anordnat i ett motorfordon, såsom personbil, lastbil eller buss; eller ingå i ett motorsystem innefattande en motor 10. Motorsystemet kan vara anordnat för marint eller för industriellt bruk (exempelvis reservaggregat för el) vilket väl inses av fackmannen på området.

20

Enligt en utföringsform är motorn 10 kopplad till en växellåda och då företrädesvis en automatiskt styrd växellåda, såsom av automatisk typ (automatlåda) men kan även vara av typen automatisk manuell växellåda (AMT - Automatic Manual Transmission). Vidare kan motorn 10 vara en förbränningsmotor såsom en kolvmotor; exempelvis en dieselmotor, gasmotor, etanolmotor eller bensinmotor.

25

30

Ytterligare utföringsformer av anordningen enligt uppfinningen återfinns i de bilagda patentkraven. Det skall också noteras att anordningen kan modifieras enligt olika

utföringsformer av metoden enligt uppfinningen (och vice versa) och att föreliggande uppfinning inte på något vis är begränsad till de ovan beskrivna utföringsformerna av metoden eller anordningen enligt uppfinningen utan avser och innefattar alla utföringsformer inom de bifogade självständiga kravens skyddsomfång.