

Titel

Regleranordning, och metod i samband med en regleranordning, för att styra en viskokoppling

5 Uppfinningens område

Föreliggande uppfinning avser en regleranordning och en metod i samband med en regleranordning, för att styra en viskokoppling enligt ingresserna av de oberoende patentkraven. Regleranordningen och metoden är i synnerhet tillämpbara för att reglera en viskokoppling i anslutning till en kylvätskepump.

10

Bakgrund till uppfinningen

I ett kylsystem för ett fordon med en förbränningsmotor som har en kylvätskepump som drivs via en viskokoppling är det känt att temperaturen för kylsystemet kan regleras av en styrenhet genom att ändra inkopplingsgraden för viskokopplingen.

- 15 Då kylningsbehovet ökar, kommer även inkopplingsgraden för viskokopplingen att öka, dvs. förhållandet mellan utgångshastighet och ingångshastighet till viskokopplingen, ökar. Pumpen styrs med hjälp av en viskokoppling, som styrs genom att reglera flödet av viskös olja mellan två diskar; primärdisken som drivs av en motorremkrets, och sekundärdisken, vilken driver impellern för kylvätskepumpen. Viskopumpen fungerar så att ju mer olja
- 20 man pumpar in i arbetskammaren mellan diskarna desto högre momentöverföring, dvs. desto högre inkopplingsgrad. Inkopplingsgraden är exempelvis förhållandet mellan hastigheterna för sekundärdisken och primärdisken.

- Emellertid är det så att när inkopplingsgraden ökar kommer tiden det tar att pumpa ut den viskösa vätskan från arbetskammaren i viskokopplingen att öka och därmed ökar tiden för
- 25 att minska inkopplingsgraden till ett lägre värde. Denna ökade tid för urkoppling för viskokopplingen vid höga inkopplingsgrader har nackdelen att kylvätskepumpen fortsätter att pumpa i onödan. Detta medför dels en ofördelaktig kylning av motorn och dels en ökad bränsleförbrukning.

- 30 Det finns en ventil anordnad som är anpassad att reglera inflödet av viskös olja till viskokopplingens arbetskammare. Ventilen är exempelvis magnetiskt styrd och kan inta lägena ”öppen” och ”stängd”. Mängden tillförd olja styrs genom att påverka förhållandet

mellan tiderna som ventilen är i dessa respektive lägen. Exempelvis kan en tidsperiod vara 0,25 sekunder, dvs. ventilen styrs i det fallet med frekvensen 4 Hz där reglering kan ske genom att ange hur stor del av tidsperioden som ventilen skall vara öppen. Är ventilen öppen under hela tidsperioden är flödet maximalt (100%) och om ventilen är stängd under
 5 hela tidsperioden är flödet minimalt (0%). Ventilen kan regleras så att alla lägen mellan 0-100% kan intas.

Då ventilen är öppen pumpas olja in i viskokopplingens arbetskammare och inkopplingsgraden styrs därigenom. Viskokopplingen omfattar ett antal cirkulära lameller
 10 på primär- respektive sekundärdisken mellan vilka oljan finns. Oljan pressas utåt i viskokopplingen av centrifugalkraften och fås sedan att flöda inåt till en uppsamlingskammare genom en pumpverkan som exempelvis sker med en speciellt utformad lamell som är anordnad nära den yttre kanten på en av diskarna. Denna pumpverkan är alltså lägre ju högre inkopplingsgrad som viskokopplingen har, dvs. det tar
 15 längre tid att tömma viskokopplingen på olja om inkopplingsgraden är hög.

Viskokopplingen kommer vid full urkoppling alltid ha en minsta inkopplingsgrad på exv. 20% (vid minimal oljetillförsel/oljemängd), och en maximal full inkoppling på ca. 90% relativt primärdisken (vid maximal oljetillförsel/oljemängd). Inom dessa gränser har
 20 viskokopplingens ändlägen en individvariation som beror på spridning i tillverkningstoleranser och/eller åldring/förslitning, dvs. det möjliga reglerspannet är inte känt.

Viskokopplingen har även en förmåga att, då den regleras nära full inkoppling, att ”hoppa
 25 upp” och fastna i full inkoppling. När viskokopplingen sitter fast i full inkoppling, eller försöker regleras mot områden utanför sina ändlägen, så medför detta problem med integratoruppvridning. För exempelvis en reglerbar kylvätskepump är regleringen extra känslig för detta eftersom den har ett smalt reglerspann i jämförelse med exempelvis en viskokoppling för en fläkt som arbetar med högre moment och som uppvisar ett bredare
 30 reglerspann och som därigenom ger möjlighet till mer aggressiv reglering. Till följd av detta får man vid användning av en viskokoppling i samband med en kylvätskepump långa

responstider vilket direkt påverkar bränsleförbrukning vid urkoppling och kylprestanda vid inkoppling av pumpen.

5 Reglersystem för viskokopplingar är tidigare kända, exempelvis genom följande patentdokument.

US-2003/0133242 avser ett reglersystem för styrning av en fläkt anpassad för kylning av en förbränningsmotor där fläkten drivs via en viskokoppling. Inkopplingsgraden för viskokopplingen begränsas så att den inte tillåts överstiga en övre gräns för att därigenom minska urkopplingstiderna för viskokopplingen.

15 Även US-2008/0185254 avser ett reglersystem för styrning av en viskokoppling för en fläkt. Styrningen sker bland annat genom att beräkna skillnaden mellan önskad fläkthastighet och uppmätt fläkthastighet och jämföra denna skillnad med olika hastighetstillstånd för fläkten.

Slutligen visas i US-2003/0123995 en viskokoppling inkopplad till en kylvätskepump för kylning av en motor. Viskokopplingens inkopplingsgrad kan förändras bland annat genom att ändra storleken på en kammare i viskokopplingen för den viskösa oljan.

20 Syftet med föreliggande uppfinning är att åstadkomma en styrning av en viskokoppling som förkortar tiderna för urkoppling av viskokopplingen vid inkopplingsgrader som ligger nära den maximala inkopplingsgraden, och även minskar risken för så kallad integratoruppvridning. Ett ytterligare syfte är att förbättra styrningen av en viskokoppling vid inkopplingsgrader som ligger nära den minimala inkopplingsgraden.

25 Ett generellt syfte med föreliggande uppfinning är att åstadkomma en förbättrad styrning av en viskokoppling.

Sammanfattning av uppfinningen

30 Ovan nämnda syften åstadkommes med uppfinningen definierad av de oberoende patentkraven.

Föredragna utföringsformer definieras av de beroende patentkraven.

Enligt en utföringsform av uppfinningen åstadkommes att då önskad inkopplingsgrad är högre än en förutbestämd hög nivå, avges en styrsignal till pumpen att pumpa med

- 5 maximalt flöde, och så snart den uppmätta inkopplingsgraden, vid maximalt flöde, varit väsentligen konstant under en förutbestämd tid minskas pumpverkan tills inkopplingsgraden inte längre är konstant, och när viskokopplingen börjar släppa, dvs. inkopplingsgraden minskar, ges åter en styrsignal avseende maximalt flöde.

- 10 För att lösa regleringsproblemen innefattar föreliggande uppfinning en uppsättning reglerstrategier där reglerspannet, dvs. inkopplingsgraden för viskokopplingen, delas in i tre reglerområden.

1. Ett övre förbjudet område
15 2. Ett tillåtet område
3. Ett nedre förbjudet område

Det tillåtna området begränsas uppåt av en övre nivå och nedåt av en nedre nivå.

- 20 Övre förbjudna reglerområdet:

Då regulatoranordningen får en begäran, dvs. en önskad inkopplingsgrad, inom vad som bedöms vara det övre förbjudna området, inom vilket viskokopplingen inte kan regleras utan att riskera så kallad integratoruppvridning, övergår regleranordningen till en första reglerstrategi. Om viskokopplingen ges full styrsignal kommer pumpen kopplas in fullt

- 25 vilket resulterar i att viskokopplingen fylls med överflödigt med olja. Detta resulterar i onödigt lång urkopplingstid, vilket diskuterats ovan. Då man inte känner till viskokopplingens maximala inkoppling, eller vilken styrsignal som kopplar in viskokopplingen exakt fullt, så övervakas viskokopplingens inkopplingsgrad. Detta kan ske genom att bestämma förhållandet mellan rotationshastigheterna för sekundärdiskens
30 och primärdiskens och när det förhållandet (inkopplingsgraden) har varit konstant en förutbestämd tidsperiod anses att inkopplingsgraden ha stabiliserats. Detta åstadkommes genom att pumpen först ges full styrsignal för att snabbt nå full inkoppling. När sedan

viskokopplingens inkopplingsgrad stabiliserats så stryps oljetillförseln, exempelvis till senaste styrsignalen inom det tillåtna reglerområdet. När sedan inkopplingsgraden indikerar att viskokopplingen åter är på väg att kopplas ur, så styrs åter full styrsignal tills inkopplingsgraden åter stabiliserats i full inkoppling. På så vis fylls inte kammaren med
 5 överflödiga olja och därigenom erhålles en snabbare responstid för urkoppling. För att koppla ur viskokopplingen stryps först all oljetillförsel tills viskokopplingen är urkopplad innan regulatoranordningen börjar reglera.

Enligt uppfinningen regleras alltså oljenivån i viskokopplingen så att det precis räcker för
 10 att uppnå den önskade höga inkopplingsnivån.

Nedre förbjudna reglerområdet:

Då regulatoranordningen får en begäran om en önskad inkopplingsgrad inom vad som bedöms vara det nedre förbjudna området (under viskokopplingens ändläge), vilket
 15 viskokopplingen inte kan regleras till utan att riskera integratoruppvridning, övergår regulatoranordningen till en logik för full urkoppling genom att tillämpa en andra reglerstrategi.

Viskokopplingens möjliga urkopplingsgrad (minsta inkopplingsgrad) varierar dock då den är beroende av exempelvis arbetstemperatur på viskooljan och primärdiskens varvtal samt
 20 tillverkningstoleranser och åldring. Därför uppdateras, enligt metoden enligt uppfinningen, den lägre nivån som utgör gränsen till det nedre förbjudna reglerområdet kontinuerligt. Den nedre nivån justeras så att den erhåller en offset över den minsta inkopplingsgraden. Den minsta möjliga inkopplingsgraden detekteras och med en offset sätts detta till gränsen för det förbjudna nedre området. Då en begäran om en önskad inkopplingsgrad som ligger
 25 i denna region styrs pumpen till full urkoppling. Om pumpen inte når tillbaka ner till tidigare urkopplingsgrad, så övervakas inkopplingsgraden. Då denna stabiliserats, vilket indikerar att pumpen inte kan koppla ur ytterligare, så ökas gränsen för den förbjudna nedre regionen upp till aktuell nivå.

30 Enligt ytterligare en aspekt av föreliggande uppfinning kan följande reglering genomföras med en normal reglerstrategi inom det tillåtna reglerområde:

Om pumpen skulle fastna i full inkoppling när begäran är inom det tillåtna reglerområdet så övervakas den integrerande delen för regleringen. Om inkopplingsgraden för viskokopplingen detekteras inom det övre förbjudna området är det en stor risk att viskokopplingen fastnat. Då sparas nuvarande integrerande del. Om sedan

- 5 integratoruppvridning sker över en maxgräns, så stängs regulatorn av och all oljetillförsel stryps för att släppa viskokopplingen ur full inkoppling. När viskokopplingen åter detekteras inom det reglerbara området fortsätter regulatorreglering, nu med snabbare respons tack vare reducerad integratoruppvridning. Om pumpen regleras tillbaka innan maxgränsen för integratoruppvridning är nådd, så nollställs logiken för PID-regulatorn i
10 detta avseende.

Föreliggande uppfinning uppvisar bland annat följande fördelar:

- Strategin med att först strypa all oljetillförsel för att släppa viskokopplingen från full
15 inkoppling sparar, för en specifik realisering, ca 60 sekunder i svarstid, plus att integratoruppvridning undviks. Vid reglering med den första reglerstrategin, dvs. att övervaka och styra inkopplingsgraden så att den är väsentligen konstant, i full inkoppling, förkortas urkopplingstiden ytterligare ca 10 sekunder. Detta resulterar bland annat i en bättre bränsleekonomi.

20

- Genom att utnyttja speciella reglerstrategier (första och andra reglerstrategierna) att stänga av regleringen med den normala reglerstrategin i övre och nedre förbjudna reglerområde, samt integratorövervakning, ger en reglersvarstid som kan vara ca 60 sekunder snabbare (om regulatorn drabbats av integratoruppvridning). Den snabbare responstiden kan vara
25 avgörande för att säkerställa bra kylprestanda men möjliggör framförallt ökad bränslebesparing.

Kort ritningsbeskrivning

Figur 1 är ett schematiskt blockschema som illustrerar föreliggande uppfinning.

- 30 Figur 2 visar grafer avsedda att illustrera föreliggande uppfinning.

Figureerna 3-5 visar förenklade flödesschema avsedda att illustrera olika utföringsformer av föreliggande uppfinning.

Detaljerad beskrivning av föredragna utföringsformer av uppfinningen

Med hänvisning till blockschemat i figur 1 kommer nu uppfinningen att beskrivas mera detaljerat. Detta sker även genom hänvisningar till graferna som visas i figur 2 där den

- 5 översta grafen visar en önskad inkopplingsgrad 14 i procent med avseende på tiden t , den mittersta grafen visar styrsignalen 16 i procent till oljepumpenheten 18 med avseende på tiden t , och den nedersta grafen visar den aktuella, uppmätta, inkopplingsgraden 15 i procent för viskokopplingen med avseende på tiden t .

- 10 Uppfinningen avser således en regleranordning 2 för en viskokoppling 4 av konventionellt slag som innefattar en primärdisk 6 och en sekundärdisk 8.

Under drift uppvisar primärdisken en första rotationshastighet 10 och sekundärdisken en andra rotationshastighet 12 och regleranordning 2 är anpassad att ta emot signaler avseende rotationshastigheterna samt avseende en önskad inkopplingsgrad 14.

- 15 Regleranordningen är anpassad att beräkna en aktuell inkopplingsgrad 15 mellan primärdisken och sekundärdisken som förhållandet mellan den andra 12 och den första 10 rotationshastigheten. Inkopplingsgraden mellan diskarna styrs av regleranordningen i beroende av en önskad inkopplingsgrad 14. Detta åstadkommes genom att reglera mängden av viskös olja mellan diskarna genom att avge en styrsignal 16 till en
- 20 oljepumpenhet 18 anpassad att pumpa in olja 20 i viskokopplingen i beroende av styrsignalen.

Om den önskede inkopplingsgraden 14 är högre än en justerbar övre nivå 22 är regleranordningen anpassad att reglera viskokopplingens inkoppling enligt en första

- 25 reglerstrategi. Detta inträffar då regleranordningen 2 mottar en signal 14 som anger att viskokopplingen skall inkopplas enligt en önskad inkopplingsgrad 14 vilket visas i den översta grafen i figur 2 vid tidpunkten t_1 där den önskede inkopplingsgraden är högre än nivån 22. Denna första reglerstrategi innebär att omväxlande ändra styrsignalen 16 genom att först generera en styrsignal till oljepumpenheten avseende maximal inkoppling. Detta
- 30 sker under intervallet $t_1 - a$, där styrsignalen visas i den mittersta grafen och den uppmätta inkopplingsgraden framgår i den nedersta grafen.

Sedan, när inkopplingsgraden varit väsentligen konstant längre än en förutbestämd första tidsperiod (Δt_1), ändras styrsignalen till att åstadkomma en inkopplingsgrad lägre än nämnda övre nivå 22 tills inkopplingsgraden inte längre är väsentligen konstant. Detta sker under intervall a-b. Detta kan även uttryckas som att man studerar derivatan för

5 inkopplingsgraden och när derivatan varit väsentligen noll en viss första tidsperiod ändras styrsignalen (minskas) tills derivatan inte längre är väsentligen noll.

När inkopplingsgraden inte längre är väsentligen konstant, dvs. derivatan för inkopplingsgraden inte längre är väsentligen noll, utan alltså minskar, ändras styrsignalen 16 till oljepumpenheten 18 åter till att åstadkomma maximal inkoppling, vid tidpunkten b.

10 I tidsintervallet b-c är styrsignalen 16 maximal, dvs. maximalt med olja pumpas in i viskokopplingen. Då inkopplingsgraden varit konstant längre än Δt_1 (ej utsatt i figuren) ändras, vid tidpunkten c, åter styrsignalen 16 till att åstadkomma en inkopplingsgrad lägre än nivå 22. Vid tidpunkten d ändras åter styrsignalen 16 maximal för att sedan vid tidpunkten e återgår till en lägre nivå.

15

Vid tidpunkten t_2 ändras den önskade inkopplingsnivån 14 till en lägre nivå.

Enligt en utföringsform innebär väsentligen konstant att inkopplingsgraden varierar som mest 5%.

20 Den första tidsperioden Δt_1 är företrädesvis kortare än 30 sekunder, t.ex. ca 5 sekunder, men måste vara tillräckligt lång för att hinna beräkna inkopplingsgraden.

Enligt uppfinningen regleras således oljenivån i viskokopplingen så att det precis räcker för att uppnå den önskade höga inkopplingsnivån. Man åstadkommer då en snabbare urkoppling eftersom en mindre mängd olja behöver pumpas ut från viskokopplingen.

25

Om den önskade inkopplingsgraden 14 istället är lägre än en justerbar nedre nivå 24 är regleranordningen, enligt en utföringsform, anpassad att reglera viskokopplingens inkoppling enligt en andra reglerstrategi som innebär att ändra styrsignalen genom att låta

30 styrsignalen 16 till oljepumpenheten 18 åstadkomma minimal inkoppling (se figur 2). Detta sker vid tidpunkten t_2 och som framgår av den översta grafen är den önskade

inkopplingsgraden 14 här lägre än den nedre nivån 24 och styrsignalen 16 går ner till en minimal nivå (mittersta grafen).

Den andra reglerstrategin innebär att när inkopplingsgraden varit väsentligen konstant längre än en förutbestämd andra tidsperiod (Δt_2) så bestäms denna nivå för

- 5 inkopplingsgraden där den varit konstant, och sedan kan den nedre nivån ändras till en nivå i beroende av den bestämda nivån. Företrädesvis ändras den nedre nivån 24 till en nivå som ligger under den konstanta uppmätta inkopplingsgraden med ett förutbestämt offset-värde. Detta illustreras i figuren som "o" och där, i det illustrerade fallet, nivån 24 ändras (sänks) till en nivå under den konstanta uppmätta inkopplingsgraden.
- 10 Den andra tidsperioden Δt_2 är företrädesvis kortare än 30 sekunder, t.ex. ca 5 sekunder, men måste vara tillräckligt lång för att hinna beräkna inkopplingsgraden. Δt_2 kan väljas till samma värde som Δt_1 .

En variant av den andra reglerstrategin är att vid urkoppling från det övre förbjudna

- 15 området, till en önskad inkopplingsgrad som ligger inom det tillåtna området genom att strypa all oljetillförsel.

Enligt ytterligare en variant går man stegvis från full inkoppling, till det tillåtna området och sedan till det nedre förbjudna området.

- 20 Då den önskade inkopplingsgraden ligger mellan nämnda övre och nedre nivå är regleranordningen anpassad att reglera viskokopplingen enligt en förutbestämd normal reglerstrategi, exv. med en PI- eller en PID-regulator, innefattande bland annat en integrerande del. Denna normala reglerstrategi kommer inte att beskrivas här eftersom den sker på konventionellt sätt.

25

Om den aktuella inkopplingsgraden överstiger nämnda övre nivå, dvs. viskokopplingen riskerar att fastna i full inkoppling, och en styrsignal till oljepumpen avseende reglering inom det tillåtna reglerområdet genereras så övervakas den integrerande delen för regleringen, och, regleranordningen är då, enligt ytterligare en utföringsform, anpassad

- 30 lagra nuvarande värde för den integrerande delen. Om sedan integratoruppvridning sker över en maxgräns, så stängs regulatoren av och all oljetillförsel stryps för att släppa viskokopplingen ur full inkoppling. När viskokopplingen åter detekteras inom det

reglerbara området fortsätter regulatorreglering, nu med snabbare respons tack vare reducerad integratoruppvridning, dvs. den integrerande delen reduceras. Om pumpen regleras tillbaka innan maxgränsen för integratoruppvridning är nådd, så nollställs logiken för regulatorn.

5

Enligt en utföringsform är regleranordningen anpassad att reglera inkopplingsgraden för en viskokoppling anordnad i anslutning till en kylvätskepump. Regleranordningen kan naturligtvis även användas för att reglera en viskokoppling i anslutning till exempelvis en fläkt.

10

Vidare omfattar uppfinningen ett fordon innefattande en förbränningsmotor 30 och en kylvätskepump 32 för kylning av motorn och som drivs via en viskokoppling 4 som regleras med en regleranordning 2 som beskrivits ovan. Ofta är oljepumpenheten 18 en integrerad del av viskokopplingen 4.

15

Föreliggande uppfinning omfattar även en metod för reglering av en viskokoppling som innefattar en primärdisk och en sekundärdisk, där primärdisken uppvisar en första rotationshastighet och sekundärdisken uppvisar en andra rotationshastighet.

20

Figurena 3-5 visar förenklade flödesschema avsedda att illustrera olika utföringsformer av föreliggande uppfinning.

Metoden innefattar att:

25

- fastställa en aktuell inkopplingsgrad mellan primärdisken och sekundärdisken, exempelvis som förhållandet mellan nämnda andra och första rotationshastighet,
- styra inkopplingsgraden mellan diskarna i beroende av en önskad inkopplingsgrad genom att reglera mängden av viskös olja mellan diskarna genom att avge en styrsignal till en oljepumpenhet anpassad att pumpa in olja i viskokopplingen i beroende av styrsignalen.

30

Med hänvisning till figur 3 innefattar metoden enligt uppfinningen vidare att:

- om den önskade inkopplingsgraden är högre än en justerbar övre nivå, reglera viskokopplingens inkoppling enligt en första reglerstrategi som innebär att omväxlande

ändra styrsignalen genom att först generera en styrsignal till oljepumpenheten avseende maximal inkoppling och sedan, när inkopplingsgraden varit väsentligen konstant längre än en förutbestämd första tidsperiod (Δt_1), ändra styrsignalen till att åstadkomma en inkopplingsgrad lägre än nämnda övre nivå tills inkopplingsgraden inte längre är väsentligen konstant. Denna utföringsform diskuteras mera i detalj ovan, bland annat med hänvisning till graferna visade i figur 2.

Enligt ytterligare en utföringsform av uppfinningen, som illustreras av flödesschemat i figur 4, innefattar metoden att om en önskad inkopplingsgrad är lägre än en justerbar nedre nivå regleras viskokopplingens inkoppling enligt en andra reglerstrategi som innebär att ändra styrsignalen genom att låta styrsignalen till oljepumpenheten åstadkomma minimal inkoppling. Den andra reglerstrategin innebär också att när inkopplingsgraden varit väsentligen konstant längre än en förutbestämd andra tidsperiod (Δt_2) bestämma denna nivå för inkopplingsgraden där den varit konstant, och att ändra den nedre nivån till en nivå i beroende av den bestämda nivån. Även här hänvisas till figur 2 och till beskrivningen ovan.

Enligt ytterligare en utföringsform av uppfinningen, som illustreras av flödesschemat i figur 5, då en önskad inkopplingsgrad ligger mellan nämnda övre och nedre nivå är regleranordningen anpassad att reglera viskokopplingen enligt en förutbestämd normal reglerstrategi innefattande bland annat en integrerande del.

Om den aktuella inkopplingsgraden då överstiger nämnda övre nivå lagras nuvarande värde för den integrerande delen. Om sedan integratoruppvridning sker över en maxgräns, så stängs regulatorn av och all oljetillförsel stryps för att släppa viskokopplingen ur full inkoppling. När viskokopplingen åter detekteras inom det reglerbara området fortsätter regulatorreglering, nu med snabbare respons tack vare reducerad integratoruppvridning, dvs. den integrerande delen reduceras. Om pumpen regleras tillbaka innan maxgränsen för integratoruppvridning är nådd, så nollställs logiken för regulatorn.

Metoden enligt föreliggande uppfinning är företrädesvis anpassad att reglera inkopplingsgraden för en viskokoppling anordnad i anslutning till en kylvätskepump.

Föreliggande uppfinning är inte begränsad till ovan-beskrivna föredragna utföringsformer. Olika alternativ, modifieringar och ekvivalenter kan användas. Utföringsformerna ovan skall därför inte betraktas som begränsande uppfinningens skyddsomfång vilket definieras

5 av de bifogade patentkraven.