



NORGE

(12) **PATENT**

(19) NO

(11) **320851**

(13) **B1**

(51) Int Cl.

*G05D 13/02 (2006.01)*

*B64C 25/42 (2006.01)*

## Patentstyret

---

(21)	Søknadsnr	20041541	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	
(22)	Inng.dag	2004.04.15	(85)	Videreføringsdag	
(24)	Løpedag	2004.04.15	(30)	Prioritet	Ingen
(41)	Alm.tilgj	2005.10.17			
(45)	Meddelt	2006.02.06			
(73)	Innehaver	Oddvard Johnsen, Auvi Terrasse 6 C, 3400 LIER, NO			
(72)	Oppfinner	Oddvard Johnsen, Auvi Terrasse 6 C, 3400 LIER, NO			
(74)	Fullmektig				

---

(54)	Benevnelse	<b>Kontrollerfunksjoner for brems basert på en styring etter variasjoner i akselerasjonsverdier i hjulets horisontale plan</b>			
(56)	Anførte publikasjoner	U1 2003/0025035 A1			
(57)	Sammendrag				

En bremsekontroller funksjon for optimal nedbremsing av et hjul tilhørende et fartøy som et fly, hvor bremsetrykk styres og reguleres ut fra fartøyets akselerasjon og forandringen av akselerasjon over tid i horisontalplanet. På den måten kan man bestemme kulminasjon og vendepunkt for akselerasjonen, hvor disse punktene angir maksimum bremseevne til enhver tid. Ved at man i sann tid her registrer akselerasjon og bakke hastighet som referanse og knytter dette opp mot øking og reduksjon av bremstrykket til bremsen, vil man oppnå et bremsetrykk som fullstendig reflekter de totale krefter som påvirker et fartøy eller et fly i forhold til underlaget.

## PATENTBESKRIVELSE

En brems kontroll loop for optimal nedbremsing av et kjøretøy/fartøy eller fly i forhold til et hvert gitt underlag.

Oppfinnelsen har sitt primære anvendelses område på luftfartøy / fly som er avhengig av å komme til en rask stopp på en definert lengde etter landing eller et fly som må gjennomføre en "accelerate stop", sertifisert høysete bakkehastighet før stopp ved avgang. Det siste er en situasjon hvor flygeren må avbryte avgang i høy hastighet før fly har rukket å gå i luften, bli "airborne". Utforkjøring på bakken med fly viser store statistikk utslag. Ca 30 % av verdens flyulykker dreier seg om utforkjørsel enten ved avgang eller landing, og hvor årsaken kan være direkte eller indirekte knyttet til bremsenes funksjon i forhold til underlaget.

Dagens bremsesystemer for fly, herunder kalt anti-skid brems logikk, overser en rekke forhold rundt både friksjonslover og fysiske naturlover, dette sett i forhold til en utbredt operasjon over varierende klimasoner i hele verden. Dette gjør innledningsvis godt utviklede bremsere mindre effektive når de måtte trengs mest, når det er glattere enn på tørr baneoverflate.

Oppfinnelsen bygger på kunnskap om friksjonsadferd mellom et rullende hjul og underlag. Figur 1, "Prinsipp Friksjonskurve", illustrerer denne dagens aksepterte definisjoner knyttet til måling av friksjon på baner. Basis for friksjonskurven viser et økende bremses pådrag ved en konstant hastighet av måleapparat som fører målehjul. Påtegnet er det en rekke betegnelser. Disse er:

$\mu$	My (engelsk Mu) betegnelse for friksjon.
Slip	Forholdet mellom fritt rullende og nedbremset hjul.
PFN (peak friction number)	Toppunktet for friksjon mellom hjul og underlag.

Tire Influence Curve	Stigende kurve, venstre side av PFN. Denne delen av friksjonskurven som beskriver hjul/dekk material egenskaper.
Pavement Influence Curve	Fallende kurve, høyre side av PFN angir vegdekkets material beskaffenhet/ slitasje.
Beta vinkel ( $\beta$ ),	Tire Influence Curve vinkel, betegner graden av egenskap til dekket.
Alfa vinkel ( $\alpha$ ),	Pavement Influence Curve vinkel, betegner graden av egenskap til underlaget.
PFN (2)	Samme hjul ved annen hastighet og lavere toppunkt for friksjon
Peak Friction Curve	Hastighet varierende kurve for PFN.

Fig. 1 viser at assosiert friksjon, offisielt betegnet som  $M_y$  ( $\mu$ ), mellom et dekk og underlag vil variere, og at slipp tallet likeså vil variere med varierende grad av grensesjikt mellom dekk og underlag.

Adferdsmønstrer i denne prosessen er at før oppbremsing vil ytre påførte krefter til et hjul i utgangspunktet kun registrere rullemotstand. Ved oppbremsing vil derfor etter hvert veigrepet forandre seg i pakt med bremsepådraget til en økt friksjon -  $M_y$ . Friksjonen vil etter hvert med påført/ økt bremsepådrag nå et toppunkt av friksjon, internasjonalt kalt PFN, (Peak Friction Number), og deretter vil friksjon avta ved ytterligere økt bremsepådrag. Slippet øker som et direkte resultat av økt bremse pådrag.

På tørt underlag kan punktet for gummiens elastikk overskrides ved slipp forhold utover PFN, hvor gummideler rives av, kanskje også deler av underlagets tekstur. Punktet hvor slipp overstiger toppunktet for friksjon mellom hjul og bakken betegnes gjerne som å [begynne] å skli. Dette punktet kan gjerne betegnes som en situasjon av

”overbremsing”, dvs. at det øves for mye bremse pådrag i forhold til underlagets beskaffenhet og hva som er tilgjengelig av friksjon i underlaget.

Figur 2. ”Hastighets variable friksjonskurver”, illustrerer hvordan hastighet påvirker friksjonsforløpet ved en hastighetsforandring, som for eksempel under en nedbremsing av et kjøretøy / farkost. Ingen farkoster bremser ned i kontant hastighet. De ulike kurvene er betegnet ved  $v_1$ ,  $v_2$  og  $v_3$  og har anmerket de ulike hastigheter sitt toppunkt. Det man ser er at for en farkost vil maksimal friksjon og assosiert slipp variere med hastighet. Ved å trekke en kurve gjennom alle de hastighets variable toppunktene vil man få en slipp hastighetskurve. Vinkelen for denne kurven varierer med føreforhold. Ved godt føreforhold, som om sommeren, vil denne kurven være relativt bratt, mens ved regn, snø, is etc., vil kurven være flatere.

Friksjon er derfor ingen materialeegenskap, men et samspill av krefter mellom hjul/dekk og underlag via et mellom liggende sjikt. Det vil påvirkes av type kontaminasjon (for eksempel medium som støv, pollen, vann, snø, is etc.), hastighet, trykk, temperatur etc., og vil derfor være en dynamisk funksjon.

Dette forklarer også hvorfor friksjon kan oppleves forskjellig, til eksempel for ulike fly eller kjøretøyer, og på tross av at de objektive uavhengige forhold i utgangspunktet er de samme.

Ut fra denne bakgrunn må man forsøke å forstå de elementer og forhold som påvirker et fly når dette skal forsøkes bremset ned fra hastigheter mellom 200 – 300 km/t til full stopp.

Behov for anti-skid bremsekontroll funksjoner innen flyindustrien kom som resultat av teknologisk utvikling, økt størrelse og operative vekt for fly. Dette medførte igjen større dimensjonerte hjul og bremsesystemer, og dermed også behov for servo-forsterkede bremser. Behovet var åpenbart å unngå å påføre slitasje og brennmerker på gummi, rettet mot risiko for eksploderte dekk hvis hjul stoppet delvis eller helt opp.

Tidlige anti-skid bremsesystemer benyttet direkte mekaniske løsninger som basis, for eksempel der individuelle hjul benyttet sentrifugalkraft teknikk som kontroll system

for styring av bremsekontroll ventiler. Sentrifugalvekt styrte bremsekontroll ventiler forble slynget ut av hjulets omdreininger og holdt bremsetrykk ventil åpen for brems. "Kollaps" ved uteblitt rotasjon var et signal til bremsetrykk ventilen om å slippe opp bremsetrykk. I fly anti-skid servo- forsterkede bremse systemer benyttes alltid overtrykk som utgangspunkt på trykk fødesiden før distribusjons ventiler fordeler mulighet for moderert bremsetrykk til de enkelte jul, men først etter å ha passert anti-skid ventiler hvor returmulighet for overflødig bremsetrykk befinner seg.

Mer moderne elektroniske funksjoner tok etter hvert over for mekaniske løsninger, videre fikk industrien etter hvert en utvidet kunnskap om friksjon, en tilstand som ikke nødvendigvis alltid er like homogent fordelt over en rullebane flate eller vei. Ved direkte å utnytte dette grunnlag ble anti-skid bremseteknikk utviklet til å sammenligne hjul mot hjul for ved så å identifisere forskjell i omdreininger å moderere bremsetrykk. Alt i alt forfølger bremseindustrien fortsatt dette spor. Innen fly industri betegnes dette gjerne som "anti-skid bremse logikk" (ikke ABS som i bilindustrien). I dag identifiseres slike systemer i klasser av utvikling hvor "Mark I" og "II" for eks. dreier seg om tidlige systemer. "Mark III" kom senere i 60 årene, mens "Mark IV og Mark V" nå er de siste modeller på markedet. Det finnes imidlertid fortsatt svært mange fly i drift med "Mark III" systemer.

Erfaring fra raskere utviklet elektronikk har indikert at i den vide skala av bakkehastigheter et fly opererer, kan anti-skid bremselogikk med fordel stykkes opp. Senere modeller har derfor utvidet anti-skid systemet til også å identifisere uregelmessig omdreining for hvert enkelt hjul individuelt, og hvor hvert hjul vil få sitt eget individuelle justerte bremsetrykk system. "Hjul mot hjul" sammenligning slik det har vært til og med Mark III modeller har derfor senere blitt tilpasset lavere hjulhastigheter mens individuell hjulregistrering logikk er programmert til å overta i høyere hjulhastigheter. Denne utvidede logikk spiller en fremtredende rolle i "Mark IV" og "V" modeller, hvor "hjul mot hjul" brukes for eksempel når fly treffer bakken og hvor hjulene vil stå stille før de spinner opp, mens når hjulene spinner opp til høyere hjulhastigheter registreres dette, og logikken vil forvandles. Man kan imidlertid med dette ikke se at hovedlogikk for anti-skid brems er forandret ut over en enkel - faktor løsning.

Et videre utvidet virkeområde i "Mark IV" og "V" anti-skid logikk modeller beregner også et bestemt fast optimalt slipp som da er definert i utgangspunkt. Ulike produsenter benytter ulike slipp tall, disse ligger i området 10 -13 prosent. Dette fordrer oppdatering av nøyaktig bakke hastighet som en referanse, hvilket er tilgjengelig gjennom elektronisk registrering fra navigasjon data/ informasjonskilder, for eksempel hvor det i luftfartøy finnes flere typer navigasjonsreferanser som i sann tid kan registrere bakkehastighet og akselerasjon. Pulsor signal fra fritt rullede nesehjul har forøvrig også vært benyttet til dette formål. Intensjonen er å unngå høye ukontrollerbare slipp tilstander og å snevre inn en algoritmisk styringssløyfe i tro på bedre bremse effektivitet. Med dette har industriutvikling forsøkt å bringe inn en dobbel - faktor løsning, om enn med en svak referanse da en slik computer algoritme løsning vil måtte bli for upresis. En oppbremsing begrenset til et definert snevert slipp tall vil måtte ha begrensinger, trolig tenkt ut fra tørt underlag. Logikken vil ikke kunne dekke pålitelig styring av bremsepådrag i forhold til hastighetsvarierende mønster på våt, delvis våt, eller frosset føreforhold. Bremsepådrag vil dermed måtte bli mindre optimal. Overbremsing kan fortsatt lett oppstå ved glattere tilstander, nemlig fordi anti-skid logikk har utgangspunkt i hjulrotasjon variasjoner alene. Individuell hjulregistrering logikk vil også ha vanskelig for å identifisere kontinuerlig glatt overflate. PFN slip varierer heller ikke bare med tilstand for én hastighet, men for alle hastigheter, og dermed er det slettes ikke sikkert at en bremsetilstand blir optimalt utnyttet med tilnærmet utgangspunkt i for eks. i 10 eller 13 prosent over en hel hastighetsskala. Det som passer på tørr bane, passer nødvendigvis ikke for våt bane, og langt mindre for frossen bane. Spesielt erfares dette i lavere hastigheter hvor det på våt bane blir bedre bremsegrep i lavere hastigheter enn i høye, vann får tid til å unnslippe fra under hjulet, mens på frossen bane vil det bli omvendt. Ved lavere hastighet vil hjuldekket her få tid til å tine opp og dermed ødelegge mikro teksturens forventede evne til bremsegrep. Dette er et vel kjent fenomen.

Tatt ut fra friksjonsmålinger kan det dokumenteres at slipp helt opp mot 35 - 40 prosent synes å være mest gunstig og optimale ved slike sistnevnte tilstander.

Noen Mark III, men alle Mark IV og V anti-skid bremsesystemer har i tillegg til vanlig fotbremsing en automatisk bremse funksjon. "Auto Brake" som den heter, og

fungerer vet at flygeren kan velge en automatisk computerstyrt nedbremsing, som er uttrykt i "Auto Brake" grad av nivåer brems, 1, 2, 3, Max og RTO. Siste funksjon gjelder kun avgang. Hvert av disse nivåene bestemmes av en valgt / ønsket retardasjon. Innen flybransjen benytter man for eks fot/sek<sup>2</sup> som basis for et retardasjons tall, fremfor m/s<sup>2</sup> eller "g". Hvert av disse retardasjonsnivå har tilsvarende definert et maksimum bremsetrykk frem til proporsjonal bremsetrykk reguleringsventiler som sitter før anti-skid bremseventilene nær hjulbremsene. Intensjonen bak graderinger er at man også kan velge et lavere fot/sek<sup>2</sup> retardasjons tall der det finnes lang bremsedistans tilgjengelig. Imidlertid ser man at flyprodusenter anbefaler å velge et høyt fot/ sek<sup>2</sup> retardasjons tall (høyt begrenset bremsetrykk) hvis det eksisterer risiko for glatte tilstander, men uten å ta hensyn til varierende bakkehastighet.

Problemet med denne logikk ligger imidlertid allerede i at man i utgangspunkt ikke kan oppnå en høyere retardasjon enn hva hjulet/ underflaten er i stand til å gi av bremse evne og da er man like langt. Det er vanskelig å forstå definisjon på valgte maksimale bremsetrykk, sett ut fra et hastighetsvarierende bremsemønster, da valgt logikk forsvares med å frigi det høye bremsetrykk på fødesiden via anti-skid reguleringsteknikk som i grunnen i utgangspunkt har en annen oppgave. Samtidig skal anti-skid logikk søke å tilnærme et ca 10 % slipp forhold, som tidligere nevnt er mest passende til tørre baneforhold, uten å ha fullgod referanse for det.

I utgangspunkt synes det å være å ønske noe man ikke kan oppnå, og informasjon til en ønsket optimal nedbremsing hentes dessuten ut fra en ensidig feil kilde, en definert akselerasjon. Dette påførte misforhold skal således rettes opp via en ganske separert anti-skid reguleringsteknikk. På fødetrykk siden vil det oppstå etter forholdene et alt for høyt bremsetrykk, likesom når man trår en bremsepedal helt inn, og skulle ikke anti-skid reguleringslogikk umiddelbart registrere ujevne føreforhold, vil man kunne oppleve tilstander med mange motstridende signaler fra anti-skid computer logikk, noe som gjerne blant flygere oppfattes som "hysterisk" bremserregulering. Rullebaner har gjerne mer homogene baneforhold enn veier, og med noe nedslitt banedekke i tillegg kan virkelig skremmende situasjoner lett oppstå. Ytterligere, ved forhold med sterk sidevind oppstår betydelig påvirkning av laterale krefter fartøyet, noe som igjen

påvirker bremsevne og stoppdistanse tilsvarende negativt. Flere rullebane utforkjøringer tyder på det.

Det er nødvendig å se nærmere på anti-skid proporsjonal ventiler sin virkemåte. Primærhensikten er å pulsere/ porsjonere ut redusert bremsetrykk på gitt differensial komparativ kommando. Anti-skid proporsjonal ventiler pulser i meget raskt tempo (en frekvens på ca 50 millisekunder). Overordnet har moderne anti-skid bremse logikk 4 hovedoppgaver,

1. Reagere på registrert forskjell i omdreininger mellom to hjul,
2. Reagere på omdreiningsforstyrrelse i enkeltvise hjul,
3. Mildne ut resonans vibrasjoner i understellet,
4. Søke å holde et inntil maksimalt slipp (av prosent bestemt, 10 til 13 %) sett i forhold til høy bakkehastighet ved sertifisering.

Prinsippet er innledningsvis utarbeidet fra å fungere ved høy bakkehastighet, høy friksjonsverdi og steil friksjonskurve. Under lavere friksjonsforhold, der hvor friksjonskurver opptrer mye flatere kan grensesnittet i forhold til PFN bli mer upresis. Tilbakemeldinger fra flygere tyder imidlertid på svikt under begge ytterkant forhold. Videre, når bane kontaminasjonen har en frossen konsistens vil varmeutvikling i dekk, grunnet friksjon og Normalkraft -  $F_n$  innflytelse, utvikle så mye varmeenergi i hjuldekk/ grensesjikt/ baneflate at mikro teksturen som er beregnet å gi bremsegrep kan smelte helt og gå over til vann, eventuelt til vann på is. Da får man vannplaning på is og grensesjiktet vil bli enda mer upresis. Et slikt punkt betegnes som aggregat forandring, og risiko for tap av bremse/ retningskontroll øker betraktelig med reduserende hastighet. Det burde derfor i utgangspunkt være mer hensiktsmessig å definere computer styringsmodeller for varierende hastigheter og varierende  $\mu$  verdier enn fra tørr banetilstand. Bilder fra virkeligheten viser et utvalg av svært foranderlige og komplekse bremseforhold. Industrien synes hittil å ha oversett dette, da interesseområdet ikke er primært rettet mot glatte tilstander, men tørr underflate hvor man skal utarbeide sertifiserte maksimalvekter. Siden friksjonsmåling er



tidligere nevnt defineres dynamisk friksjon lik -  $M_y = F_h / F_n$ , (horisontal kraft over normalkraft). Tradisjonelt er  $M_y$  angitt og definert på en lineær skala fra 0 til 1.  $F_n$  er således en betydning komponent, sammen med  $F_h$  i identifikasjon av  $M_y$ . Imidlertid når det gjelder flyindustrien benytter de seg av en "prøve - feile" og empirisk data innsamling ved en øvelse av dynamisk akselerasjon for å gjennomføre en estimeringsmetode for å komme frem til et  $F_h / F_n$  (airplane  $M_y$ ) punkt for maksimal avgangsvekt. Dette punkt vil stemme med en dokumentert naturlov:

$$F = M \times A,$$

hvor

F: Kraft

M: Masse

A: Akselerasjon

men bare der. Denne naturlov kan også betegnes som en hastighets varierende naturlov (Newtons 2de lov). Under et innledningsvis nevnt bremsemønster vil det aller første som forandrer seg være A, og da må F forandres uansett om M er konstant. Skulle også M forandres (bli mindre enn maksimalt som under dynamiske akselerasjons tester) må også regnestykket gjøres om. Det er her design og logikk svikter flygeren fullstendig når han måtte trenge det aller beste, en totalt godt tilpasset hastighetsvarierende regulert anti-skid bremselogikk som åpner for både varierende F og M.

Oppfinnelsen tar utgangspunkt i å selvregulere et bremsepådrag for optimal nedbremsing av et hjul i forhold til et gitt underlag, et underlag hvis tilstand kan variere betydelig over distansen det skal bremses over. Som basis for styringen av bremsetrykk til en nedbremsing benytter man de reelle kreftene som påvirker fartøyet i kombinasjon med dets referanser. Et fartøys akselerasjon på bakken gir det totale bildet av alle krefter som til enhver påvirker et fartøy / fly, dette inkludert luftmotstand, rullemotstand, bremsemotstand og motstand påvirket av reversert

motorkraft. Akselerasjonen vil til en hver tid angi fartøyets friksjon, oppadgående eller nedadgående. Derfor, ved å benytte akselerasjonenes forandring over tid i en gitt situasjon vil man finne kulminasjon eller vendepunkt, dette som et maksimalt punkt for friksjon, eller fartøyets bremseevne, PFN.

Oppfinnelsen oppnås ved system og metode som angitt i søknadens selvstendige krav 1 og 2.

Oppfinnelsen krever ingen fysiske installasjoner eller montasje. For et moderne fly kan oppfinnelsen implementeres som en ren tilleggs algoritme i bremsekontroll enheten, "brake control unit". Oppfinnelsen vil kun forandre tilgang på data fra eksisterende flysystemer, hvor disse så rutes til bremsekontroller enheten.

For å illustrere hvordan oppfinnelsen virker tar man utgangspunkt i figur 3, illustrasjon, hvor man ser for seg et system som består av:

- Ett eller flere akslinger med hjul/felger og dekk montert på et understell eller oppheng som er installert i et kjøretøy eller fly. Illustrasjonen tar utgangspunkt i en aksel og en felg/hjul.
- Akslinger med felger er utstyrt med standard type hydraulisk brems med bremseskiver og klosser.
- Bremspådrag skjer gjennom et bremsetrykk som er et resultat av kjøretøyets hydrauliske brems system som betegnes som system hydraulisk trykk, også kalt "system hydraulic pressure".
- Bremsen funksjon er således videre fysisk regulert av en bremsetrykksregulator også kalt "brake metering valve".
- Bremsetrykket før bremsetrykk regulatoren, som er bremsesystemets "system hydraulic pressure" er også kalt "upstream" trykk, mens trykket mellom bremsetrykk regulator og bremsen er også kalt "downstream" trykk.
- Bremsetrykk regulatoren er styrt eller regulert av en kontroll sløyfe, heretter kalt "bremsekontroll loop" som mottar referanse signaler som angir kjøretøyets/flyets (bakke) hastighet og dets akselerasjon.

- Fly har i dag nøyaktige hastighetsmålere som måler hastighet i luften, også kalt "air speed" og bakkehastighet, også kalt "ground speed". Systemet for denne oppfinnelsen benytter den registrerte bakkehastighet som referanse.
- Som akselerasjonsreferanse kan benyttes et flys treghets navigasjons instrumentering, også kalt Inertia Reference System (IRS), GPS baserte systemer eller andre systemer som kan registrere et fly / fartøys akselerasjon i ulike plan.
- Moderne kommersielle fly registrer akselerasjonen i tre plan, horisontalt, også kalt "longitudinal", sideveis, også kalt "lateral" og vertikalt gjennom IRS systemet. For denne oppfinnelsen kan man som akselerasjonsreferanse benytte kun longitudinal akselerasjon, eller den vektor baserte akselerasjonen som er en resultant av longitudinal og lateral, heretter kalt "netto akselerasjon". Netto akselerasjonen er altså en funksjon av longitudinal og lateral akselerasjon regnet ut fra Pythagoras bergning av lengden på hypotenusen i en rettvinklet trekant, altså:

$$A_{netto}^2 = A_{long}^2 + A_{lat}^2$$

Hvor

$A_{netto}$	:	Netto akselerasjon
$A_{long}$	:	Longitudinal akselerasjon
$A_{lat}$	:	Lateral akselerasjon

Netto akselerasjon vil derfor være:

$$A_{netto} = 1 / (A_{long}^2 + A_{lat}^2)^{-1/2}$$

I en bremsekontroll loop kan man derfor benytte enten netto akselerasjon eller kun longitudinal akselerasjon. I illustrasjonsberegning vil man for enkelhets skyld benytte ordet akselerasjon for begge disse tilfeller, da disse ikke er vesentlig for selve grunnprinsippet i logikken.

- Illustrasjonen angir oppfinnelsen i et tradisjonelt hydraulisk bremsesystem. Samme prinsippet kan også relateres og overføres til elektriske styrte bremseser.

Figur 4, "flow chart", illustrerer hvordan oppfinnelsens bremsekontroll loop kan virke. Her er

- "h" : *Hastighet, denominert i km/t, miles/t knop eller annen hastighets referanse bergning*
- g: *Akselerasjon i sann tid denominert i m/s<sup>2</sup>, ft/s<sup>2</sup> eller annen referanse for akselerasjonsberegning.*
- g<sub>t-1</sub> *Akselerasjon i forrige tidsenhet. Dette kan være et sekund eller fraksjon av et sekund.*
- BP: *Målt i "psi" eller annen enhet for trykk som er tilført bremsesystemet via "system hydraulic pressure".*

### **Boks 1.**

HVIS  $h > 0$

Her vil man definere om kjøretøyet har en hastighet i forhold til bakken gjennom en kontroll mot hastighets referanse.

Hvis "NEI" refereres det til Boks 2

Hvis "JA" refereres det til Boks 3

### **Boks 2.**

SLUTT

Kjøretøyet har ingen hastighet, derfor ingen handling

### **Boks 3.**

Gjennom Boks 1 er det etablert at kjøretøyet har hastighet.

Det påføres et bremsetrykk inkrement. Størrelsen på dette inkrementet må utarbeides gjennom erfaring, men antas å måtte ligge i området 10 - 25 psi.

#### **Boks 4.**

HVIS  $g_t \geq 0$

Man vil deretter teste på hva slags akselerasjonsnivå kjøretøyet befinner seg (hvor negativ akselerasjon er lik retardasjon) ved å etablere sanntids akselerasjon (gjennom en akselerasjons referanse).

Hvis "JA" som betyr at kjøretøyet har en konstant hastighet eller reel akselerasjon påfører man ytterligere et bremsetrykk, hvor så neste funksjon utføres ved at man har en loop tilbake til Boks 3.

Hvis "NEI" betyr dette en "negativ" akselerasjon eller "retardasjon og man refererer videre til Boks 5.

#### **Boks 5.**

Her vil akselerasjons forandringer testes over tid, hvor sanntids akselerasjon vil bli sammenlignet mot akselerasjon i den forrige tidsenhet. Tidsenheten er avhengig av flere forhold, blant annet frekvensen på akselerasjonsreferanser. Man antar at foreløpig optimalt sammenligning kan finne sted flere ganger per sekund.

Test og sammenligningsfunksjonen er basert på følgende:

HVIS  $g_t < g_{t-1}$

Hvis "JA" betyr dette at kjøretøyet fremdels har en absolutt økning i retardasjon, hvor nytt / økt bremsetrykk er nødvendig. Derfor fører en loop tilbake til Boks 3 for denne betingelsen. Hvis "NEI" den absolutte akselerasjon er minket i en tidsperiode. Dette betyr at et toppunkt akkurat er passert, og man må redusere det påførte bremsetrykk.

I form av en loop vil den påkrevde funksjonen gå tilbake til en tidligere funksjon som definert i flytdiagrammets Boks 1.

**Boks 6.**

Her vil man redusere det allerede etablerte bremsetrykket. Dette vil skje i inkrements form, og sannsynlig i inkrements på 25 – 50 psi.

Etter denne funksjonen vil man via en loop gå tilbake til Boks 1. som en gjentakelses prosess / funksjon 30 – 40 ganger per sekund.

Denne loopen vil fortsette til kjøretøyet ikke lenger har noen hastighet.

På grunn av store masser i et fly, er det mulig at bremsekontroll loop algoritmen skal inneholde noen funksjoner som gjør systemet mindre mottaglig for små og brå forandringer i akselerasjonsreferanser.

## PATENTKRAV

1. Et bremsekontrollersystem for et hjul tilhørende et fartøy i fart karakterisert ved:
  - (a) en registrator for longitudinal akselerasjon;
  - (b) registrering av bremsetrykk til hjulbrems;
  - (c) en beregningsfunksjon som kontinuerlig sammenligner forandringer i akselerasjon og sender signaler til en regulator for bremsetrykket; og
  - (d) en regulator til å øke eller redusere bremsetrykket til hjulbrems.
  
2. En metode for styring av bremsekontroller for et hjul tilhørende et fartøy i fart som endrer bremsetrykket i henhold til forandringen i longitudinal akselerasjon over tid karakterisert ved:
  - (a) trykk til hjulbrems initieres og økes jevnt;
  - (b) longitudinal akselerasjon sammenlignes fra et tidsvindu til neste;
  - (c) når akselerasjonens negative verdi fra et tidsvindu til neste tidsvindu øker, økes bremsetrykket;
  - (d) når akselerasjonens negative verdi i et tidsvindu minsker i forhold til forrige tids vindu reduseres bremsetrykket; deretter
  - (e) funksjonene i "b", "c" og "d" repeteres kontinuerlig helt til fartøyet har stoppet.
  
3. En metode som beskrevet i krav 2, karakterisert ved at akselerasjonen som benyttes beregnes som en vektor lik hypotenusen i en rettvinklet trekant hvor longitudinal og lateral akselerasjon henholdsvis er kateter.
  
4. System og metode i henhold til krav 1-2 karakterisert ved at fartøyet er et fly.
  
5. System og metode i henhold til krav 1-2 karakterisert ved en automatisk brems.
  
6. System og metode i henhold til krav 1-2 karakterisert ved en manuell brems.

Figur 1. Prinsipp Friksjonskurve

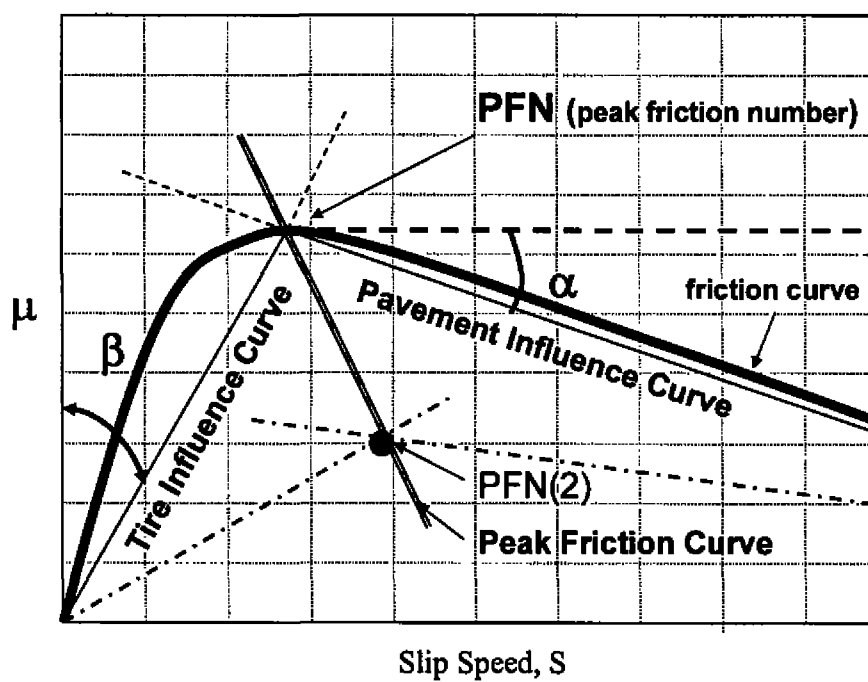
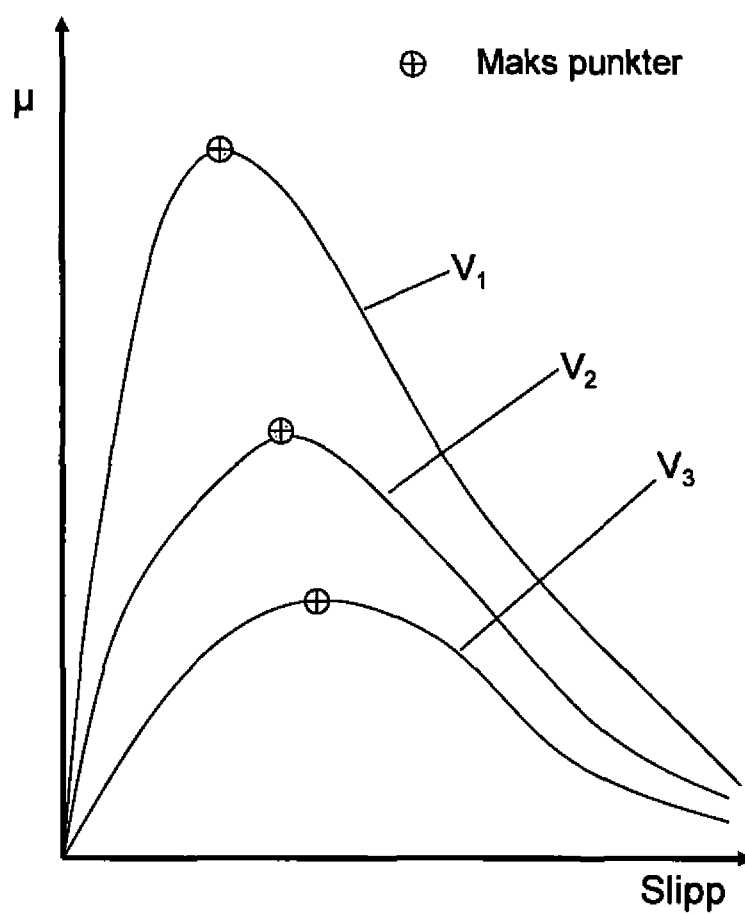
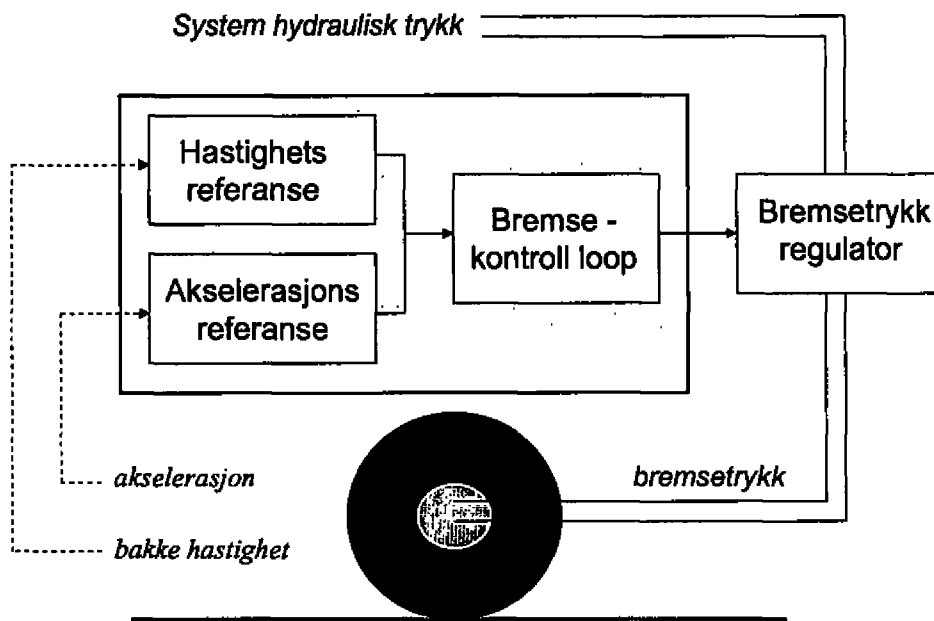




Figure 2. Hastighets variable friksjonskurver



FIGUR 3. illustrasjon



FIGUR 4. flow chart

