



NORGE

(19) [NO]

STYRET FOR DET  
INDUSTRIELLE RETTSVERN

[B] (12) UTLEGNINGSSKRIFT (11) Nr. 163946

(51) Int. Cl.<sup>5</sup> B 60 T 8/32, B 61 H 7/00,  
B 64 C 25/42

(83)

(21) Patentsøknad nr. 890663

(22) Inngivelsesdag 16.02.89

(24) Lopedag 16.02.89

(62) Avdelt/utskilt fra søknad nr.

(71)(73) Søker/Patenthaver ODDVARD JOHNSEN,  
Eikengsvingen 8,  
3400 Lier, NO.

(86) Int. inngivelsesdag og int. søknads nr. ---

(85) Videreføringsdag ---

(41) Alment tilgjengelig fra 09.10.89

(44) Utlegningsdag 07.05.90

(72) Oppfinner Søkeren.

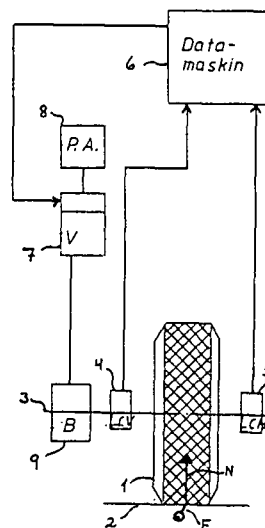
(74) Fullmektig Bryn & Aarflot A/S, Oslo.

(30) Prioritet begjært 07.04.88, NO, nr. 881513.

(54) Oppfinnelsens benevnelse FREMGANGSMÅTE OG SYSTEM FOR LASNINGS- OG SKLIFRI  
AVBREMSING/TRAKSJON AV KJØRETØYHJUL, OMFATTENDE  
TOG- OG FLYHJUL.

(57) Sammendrag Det er beskrevet systemer og fremgangsmåter for oppnåelse av optimal avbremsing/traksjon for et kjøretøyhjul, basert på måling av henholdsvis veinormal og veiparallell kraft på hjulets aksel. Målesignalene registreres kontinuerlig i en elektronisk styreenhet som foretar løpende beregninger av hjulets friksjonskoeffisient mot underlaget, samt koeffisientens variasjon. Bremskraften, eventuelt traksjonskraften endres så løpende på grunnlag av verdiene av friksjonskoeffisienten og dens variasjon, i en slik retning at optimalt slipp for de rådende forhold innstilles hurtig og optimal bremsing eller traksjon oppnås.

(56) Anførte publikasjoner Ingen.



Foreliggende oppfinnelse vedrører systemer og fremgangsmåter for bremsing av og traksjon for hjulkjøretøyer, og nærmere bestemt optimal bremsing og traksjon under hvilke som helst føre- eller underlagsforhold.

De prinsipper som benyttes i foreliggende oppfinnelse, er i en viss grad beskrevet i søkerens tidligere norske patentsøknad nr. 88.1513, som herved inntas som referanse.

Traksjon er i den foreliggende sammenheng ment å bety akselererende drift av et hjul, dvs. det motsatte av bremsing.

Oppfinnelsen er særlig utviklet i forbindelse med behovet for å kunne foreta oppbremsing, eventuelt traksjon under maksimal utnyttelse av den oppnåelige friksjonskoeffisienten mellom et hjul og en bane, særlig med pneumatiske dekk og overflaten på rullebaner og veier. Denne friksjonskoeffisient, vanligvis kalt  $\mu$ , avhenger av værforholdene, og kan derfor variere sterkt. Slik det skal gjøres nærmere rede for senere, avhenger også friksjonskoeffisienten  $\mu$  sterkt av hjulets såkalte "slipp"-forhold. Nøyaktig og hurtig innstilling til den optimale bremsepådrags-verdi er av betydelig nytte eksempelvis for en pilot i et fly ved avgang og landing, fordi dette muliggjør optimal bremsing med unngåelse av skliing.

For jernbanetog er også akselerasjons-fasen viktig, idet best utnyttelse av krefter og minst slitasje av materiell oppnås ved innstilling av optimal traksjon, slik at unødvendig og ødeleggende sluring av hjulene unngås og toget raskest mulig oppnår marsjfart.

Også for vanlige motorkjøretøyer, dvs. biler, lastebiler, traktorer osv. er det av sikkerhetsmessige grunner interessant med gode automatiske bremsesystemer, dvs. blokkeringsfrie sådanne, og i særskilte tilfeller kan også effektiv traksjonskontroll ha en hensikt, eksempelvis ved sportslig kjøring og ved kjøring utenfor vei i ulendt terreng.

Det er tidligere blitt utviklet bremsesystemer som søker å unngå at hjul blokkeres under hard oppbremsing, men det har vist seg at de kan gi resultater som ikke er helt ut tilfredsstillende, noe som har ført til en del flyulykker under oppbremsings-fasen, som kunne vært unngått. Problemet er ofte at

163946

2

de eksisterende systemene ikke egentlig kjenner flyets bevegelsestilstand, men bare vet om hjulene roterer eller ei.

Tidligere kjente bremsesystemer for biler er også vanligvis basert på avføling av hjulenes rotasjonstilstand - stopper hjulet å rotere, slippes bremse-pådraget opp. I enkelte beslektede systemer, dvs. hovedsakelig systemer for måling av friksjon, særlig mellom flyhjul og rullebane, måles friksjonskraften for et avbremset hjul ved en bestemt slippfaktor for dette. Slippfaktoren er et uttrykk for slippet eller glidningen mellom et roterende hjul og underlaget. Et hjul må ha slipp for å overføre horisontale krefter når det ruller. Slippfaktoren  $S$  defineres i denne forbindelse som

$$S = \frac{n_k - n_b}{n_k}$$

hvor  $n_k$  er turtallet til et fritt roterende hjul i kontakt med underlaget, og  $n_b$  er turtallet til det nedbremsede hjulet.

I ovennevnte formel er slippfaktoren et tall mellom 0 og 1, men denne faktoren kan også uttrykkes i %, dvs.

$$S = \frac{(n_k - n_b)100}{n_k}$$

og slippfaktoren vil da være et tall mellom 0 og 100. 100 % slipp betyr således et fastlåst, avbremset hjul (full panikkbremsing), og 0 % betyr ingen avbremsing av det samme hjul, dvs. fritt roterende hjul.

På flyplass-rullebaner er det blitt vanlig at friksjonsmålinger foretas med en slippfaktor som ligger mellom 15 og 17 %. De friksjonskoeffisienter eller friksjonskrefter man får ved disse målinger, vil imidlertid bare være riktige, dvs. de maksimalt mulige, for en bestemt føretype. Det har nemlig vist seg at den slippfaktor som gir maksimal banefriksjon, vil være lavere for tørt sommerføre og høyere for glatt vinterføre. Med andre ord bør en høyere slippfaktor innstilles på glatt vinterføre enn ved tørt sommerføre.

Blokkeringsfrie bremsesystemer innbefatter midler for å bedre nedbremsingen for et hjulforsynt kjøretøy ved å tilveie-

bringe en reduksjon av den bremsekraft som virker på et hjul dersom dette hjulet tenderer til å låse eller blokkere seg på en måte som vil gi begynnende skliing etter bremsetilslaget, og midlene vil deretter igjen tilveiebringe en økning av bremsekraften uten å nødvendiggjøre noen endring i den aktuelle bremsemanøver (av en bilfører eller operatør som benytter bremsen) som har forårsaket bremsetilslaget. Slike bremse-systemer er fordelaktige når det gjelder å redusere faren for skrensing ved hjulblokkering, og for å bibeholde styreevne under nedbremsingen, og de vil også kunne gi en reduksjon av bremsestrekingene.

Når en bremsekraft tilføres et hjul for reduksjon av kjøretøyets hastighet, så innføres et visst prosentueelt slipp, dvs. at det nedbremsede hjul roterer saktere enn den frie rullehastighet hjulet ville hatt for bibehold av den øyeblikkelige kjøretøyhastigheten, og dette skyldes friksjonskraften mellom hjuldekk og underlag. Når bremsekraften økes, så øker også denne friksjonskraft, og samtidig øker det prosentuelle slipp helt til friksjonskraften når en maksimalverdi ved et prosentueelt slipp (slippfaktor) som vanligvis ligger mellom 10 og 30 %, og deretter avtar friksjonskraften ved en ytterligere økning av bremsekraften, samtidig som slippfaktoren øker til 100 % med låsing av det nedbremsede hjul. Fortsatt foreligger det da en friksjonskraft som bremser kjøretøyet (glidende friksjon), men denne verdien ligger lavere, ofte vesentlig lavere enn den maksimalt mulige friksjonskraften.

Det vanlig kjente uttrykket for friksjonskoeffisient  $\mu$ , er gitt ved 
$$\mu = F/N$$
 hvor  $N$  er normalkraften fra underlaget på legemet som ligger på underlaget, dvs. i dette tilfelle hjulet, og  $F$  er friksjonskraften. Dersom man i første omgang tenker seg at normalkraften  $N$ , som vanligvis er like stor som eller direkte proporsjonal med legemets tyngde (i tilfellet med en bil, bilens masse dividert på antall hjul), holdes konstant, ser man at friksjonskoeffisienten  $\mu$  er direkte proporsjonal med friksjonskraften  $F$ . Det som er sagt ovenfor om variasjon av friksjonskraften, kan derfor i dette tilfelle like gjerne sies om friksjonskoeffisienten  $\mu$ .  $\mu$  varierer altså med slippfaktoren (se Fig. 1).

Fra svensk utlegningsskrift 394.984 er det kjent et blokkeringsfritt bremsesystem, hvor bremskraften styres på slik måte at hjulet er ment å holdes rullende innenfor området for maksimal friksjonskraft mellom dekket og veibanen, dvs. innenfor et muligens nærmere definerbart område hvor optimalt prosentueelt slipp oppnås, men noen nødvendig opplysning om det faktiske prosentuelle slipp tilveiebringes ikke i metoden ifølge utlegningsskriftet, paradoksalt nok, og heller ingen opplysning om aktuelle krefter. Der benyttes en elektrisk styrekrets for detektering av hjulrotasjons-tilstander hvor hjulblokkering truer som følge av altfor kraftig bremsing, sammen med en elektromagnetventil som påvirkes gjennom styrekretsen for reduksjon av væsketrykket ved bremsen. Nærmere bestemt baseres denne kjente løsning på bruk av midler for tilveiebringelse av et likespenningssignal hvis amplitude er en funksjon av hjulrotasjons-hastigheten, og andre fysiske parametre enn hjulrotasjons-hastigheten detekteres ikke. Systemet vet således ikke hvordan kjøretøyet beveger seg, og fungerer i realiteten dårlig nettopp i de tilfeller hvor man har mest bruk for det, nemlig ved oppbremsing på glatt føre, dvs. med typisk lave verdier for friksjonskoeffisienten. Det vil også foreligge et problem ved lave hastigheter, da målesignalet blir lite brukbart. Problemet er som tidligere nevnt, at uansett elektronisk "smartness" når det gjelder bruk av referanseverdier for maksimalt tillatt hjulrotasjons-retardasjon, så savnes den grunnleggende informasjon om hvordan kjøretøyet egentlig beveger seg.

Fra svensk utlegningsskrift 413.082 er det kjent en glidningshindrende styreanordning for bremsing av kjøretøy. Også her tar man fortrinnsvis sikte på å holde slippet innenfor et område som er koordinert med en maksimal friksjonskoeffisient. Periodisk modulering av hjulmomentet anvendes i samband med hjulakselerasjonsmåling i den hensikt å bestemme endringsretningen for friksjonskoeffisienten fra en optimalverdi som funksjon av slippet, mens en integral- og proporsjonalstyring av pulsmoduleringen er ment å muliggjøre kompensert variasjon av hjulmomentet og slipptilstanden til en tilstand som gir optimal friksjonskraft. Styreanordningen kan anvendes for å

hindre glidning av kjøretøyet ikke bare under bremsing, men også under akselerasjon. Dette systemet har imidlertid de samme svakheter som det foran nevnte systemet, da kun hjulrotasjonen og dennes variasjon detekteres.

Derimot er det fra svensk utlegningsskrift 382.781 kjent et system for å hindre blokkering av kjøretøyhjul som ligger nærmere det system som omtales i herværende søknad. I SE 382.781 måles den horisontalt virkende reaksjonskraft på hjulakselen som er proporsjonal med friksjonskraften mellom hjul og underlag, og et signal som representerer den målte veiparallelle kraften, benyttes til å styre bremsepådraget i en slik retning at friksjonskraften maksimaliseres. Dette systemet kan bare benyttes i forbindelse med bremsing, og det tar ikke i betraktning variasjoner i den veinormale kraften  $N$ . Det skal nemlig understrekes at særlig i oppbremsings- eller i akselerasjonsfaser vil reaksjonskraften forårsake rask endring i den veinormale kraft for de enkelte hjul. Når  $N$  varierer, kan  $F$ , altså den veiparallelle kraft, få en nødvendig endring på grunn av endringen av  $N$ . Det kjente systemet vil her feiltolke dette, og tro at endringen i  $F$  skyldes at feilaktig bremsepådrag benyttes, selv om pådraget i øyeblikket i og for seg er korrekt. Eventuelt vil retningen av den øyeblikkelig nødvendige bremsepådrags-endringen kunne feiltolkes når  $F$  påvirkes av en endring i  $N$ . Det kjente systemet blir altså "lurt" i en slik situasjon, og vil da bruke lengre tid på å innstille seg til riktig slippverdi, enn hva som er optimalt.

Foreliggende oppfinnelse tar sikte på å forbedre det sistnevnte systemet, ved å tilveiebringe fremgangsmåter og innretninger for oppnåelse av optimal avbremsing/traksjon av et hjulkjøretøy, ved å måle både veiparallelle og veinormale krefter og å benytte løpende utregnete friksjonsverdier til å optimalisere bremsepådraget. Med oppfinnelsen oppnås altså selvsøking mot optimal bremse- eller traksjonskraft på et hvilket som helst underlag og i en hvilken som helst situasjon.

Oppfinnelsen er definert nøyaktig ved hjelp av de vedføyde patentkravene.

Med systemene/fremgangsmåtene ifølge foreliggende oppfinnelse søkes altså den slipp-faktor som gir maksimal friksjons-

koeffisient. Så lenge normalkraften  $N$  holder seg konstant, vil maksimalisering av friksjonskoeffisienten  $\mu$  være nøyaktig det samme som å maksimisere den veiparallele kraften eller friksjonskraften  $F$ . Men dersom den veinormale kraften brått endres, nemlig nettopp under en oppbremsing eller akselerasjon, vil en datamaskin-messig beregning basert på måling av både veiparallell og veinormal kraft, og med utregning av friksjonskoeffisient  $\mu$ , samt dennes variasjon, raskere innstille den tilstand med korrekt slippverdi under de aktuelle føreforhold, enn den tidligere kjente løsning ifølge SE 382.781.

Oppfinnelsen skal beskrives nærmere nedenfor, med henvisning til tegningene, hvor:

Fig. 1 viser typiske friksjonskoeffisient-slipp-kurver for forskjellige føreforhold, samt en indikasjon av variasjonsområdet for optimalt slipp/maksimal bremsevirkning,

Fig. 2 viser rent skjematisk signalkretser i forbindelse med et kjøretøyhjul,

Fig. 3 viser et skjematisk diagram over et system for traksjon,

Fig. 4 viser et eksempel på montering av kraftmålere i et bil-understell, og

Fig. 5 viser et tilsvarende eksempel på montering av kraftmålere i et fly-understell.

Evnen til å stanse eller akselerere et kjøretøy bestemmes prinsipielt av egenskapene til kontaktflaten mellom veiunderlag og hjuloverflate, og disse egenskapene beskrives ofte ved angivelse av friksjonskoeffisienten,  $\mu$ , som defineres som forholdet mellom den friksjonskraft som motsetter seg bevegelsen mellom de to flater og kraften mellom flatene vinkelrett på disse, i tråd med det matematiske uttrykk som er definert tidligere i beskrivelsen. Ved rullende flater er dessuten  $\mu$  en funksjon av parameteren slipp, som også er definert foran.

Det er kjent at friksjonskoeffisientens variasjon med slippet for mange ulike slags veibaner og hjuldekk eller hjuloverflater generelt sett følger slike målekurver som vist i Fig. 1, hvor  $\mu$  er vist som funksjon av slipp. En viktig egenskap ved disse kurvene er at  $\mu$  i hvert tilfelle har en maksimalverdi. Kurvens spesielle form er uten betydning, da

den innen vide grenser kan variere med forholdene, bl.a. hastigheten. At det finnes en maksimalverdi innebærer at det glidningsmotvirkende bremsesystem fortrinnsvis bør arbeide slik at bremsing skjer ved denne maksimalverdi av friksjonskoeffisienten, dersom man ønsker kortest mulig bremsestrekning (maksimal nedbremsningsevne), henholdsvis slik at traksjon skjer ved slik maksimalverdi dersom man ønsker best mulig akselerasjon for kjøretøyet.

I Fig. 1 gjelder kurve 1 for et typisk pneumatisk gummi hjul mot en tørr og fast veibane som gir typiske høye  $\mu$ -verdier, eksempelvis  $\mu_{\max} = 0.9$ , og de øvrige kurvene 2-7 gjelder her for samme pneumatisk gummi hjul på suksessivt "dårligere" veiunderlag, idet en kurve 7 typisk angår vinterføre av relativt glatt type, med maksimal friksjonskoeffisient  $\mu_{\max} = 0.15$ . Det skal her bemerkes at området for optimalt slipp ligger forskjellig plassert for de forskjellige typer underlag eller "føre". For kurve 1 ligger optimalt slipp ved ca. 7,5 %, for kurve 2 ligger optimalt slipp ved ca. 15 %, mens ved kurve 7 er et slipp på ca. 35 % å foretrekke for å oppnå best mulig retardasjons-virkning på dette føret. En indikasjon av optimalt slipp-område er gitt ved stiplede linjer på Fig. 1.

Med andre ord: Ønskes kortest mulig bremsestrekning, eventuelt best mulig traksjon/akselerasjon, så må altså bremsekraften/traksjonspådraget styres på slik måte at hjulet ruller innenfor området for maksimal friksjonskraft mellom hjuloverflaten og underlaget, dvs. innenfor det området der optimalt slipp oppnås.

Det skal bemerkes at for jernbane-lokomotiver hvor stål hjul ligger an mot skinner, ligger det optimale slippområdet ved normale forhold omkring 2-5 %, dvs. temmelig langt til venstre i et diagram som vist på Fig. 1. Et godt virkende anti-glidningssystem vil være av stor verdi i et tilfelle som dette, hvor altså ukontrollert sluring både ved traksjon og oppbremsing ofte vil forekomme ved manuelle metoder. Tradisjonelle hjulrotasjons-sensorer virker også svært dårlig når et tog er i startfasen, med svært lav rotasjonshastighet på hjulene. Et system som det ifølge foreliggende oppfinnelse vil



163946

kunne tilveiebringe den nødvendige styring av såvel traksjons- som nedbremsings-fasen.

I Fig. 2 er det generelle prinsippet for bremsesystemet ifølge oppfinnelsen vist. Hjulet på underlaget 2 har en akse 3 som representerer en hjulaksel. To lastceller, 4, 5 er montert for å måle henholdsvis horisontal reaksjonskraft i hjulakselen som tilsvarende hovedsakelig den aktuelle friksjonskraft  $F$  mellom hjulets overflate og underlaget, og den vertikale reaksjonskraft i hjulakselen, som hovedsakelig tilsvarende den vertikale kraft  $N$  fra underlaget 2 mot hjulet 1. Det skal i parentes bemerkes at med tanke på kjøring i hellende terreng, erstattes i det følgende uttrykkene "horisontal" og "vertikal" med "veiparallell" og "veinormal" når det gjelder de aktuelle kreftene som opptrer i anleggspunktet mellom hjul 1 og underlag 2.

Målesignalene fra de to lastcellene 4 og 5 føres til en datamaskin 6 av mikroprosessor-type, som prinsipielt utfører følgende operasjoner:

a) Suksessivt og med korte mellomrom beregnes den aktuelle friksjonskoeffisient i henhold til uttrykket

$$\mu = F/N$$

hvor  $F$  og  $N$  symbolsk står for signalene fra de tilsvarende lastcellene 4 og 5. Dersom lastcellene skulle være ikke-lineære, er selvfølgelig datamaskinen utstyrt med enten et korreksjonsnettverk på inngangen eller en programmert korreksjonsbehandling av disse signalene før friksjonskoeffisienten utregnes.

b) Den aktuelle friksjonskoeffisient sammenlignes med den foregående friksjonskoeffisient.

c) I henhold til et nærmere definert program, som det ikke er nødvendig å beskrive i detalj her, styrer så datamaskinen 6 en proporsjonalventil 7 som regulerer pådraget fra et hydraulisk pumpe-aggregat 8 til skivebremsen 9. Strategien i programmet er som følger: Så lenge en beregnet  $\mu$  er større enn den foregående, økes bremsepådraget med et forutbestemt eller empirisk bestemt inkrement. Så snart  $\mu$  tar til å synke, senkes bremsepådraget hurtig med et noe større inkrement, som også er forutbestemt eller empirisk bestemt, og så øker igjen bremsepådraget suksessivt, og en syklus som nettopp beskrevet,

starter på nytt. Det oppnås på denne måte en hurtig oppsøking av og "pendling omkring" det aktuelle toppunkt for en friksjonskoeffisient/slipp-kurve, dvs. innen det indikerte optimalområdet som vises i Fig. 1, og bremseeffekten blir liggende i det optimale område under de gitte forhold.

Samme type kontroll oppnås i et system for traksjon. Det henvises her til Fig. 3 som viser et eksempel på et traksjonsystem i henhold til foreliggende oppfinnelse. Fig. 3 viser et system for et firehjuls kjøretøy med separat drift av alle fire hjul 1. Hvert hjul 1 overvåkes i det viste tilfellet av to lastceller 4, 5, eventuelt en dobbeltvirkende lastcelle, slik det forklares senere, og samtlige lastceller er tilknyttet datamaskinen eller den elektroniske styreenheten 6. Hvert hjul 1 drives som nevnt separat av en egen servomotor 10 hvis dreiemoment reguleres av separate trykkregulatorer 11 for trykket fra en hovedmotor 12, hvilke trykkregulatorer 11 får sine pådragsignaler fra den elektroniske styreenheten 6 på grunnlag av tilsvarende løpende beregninger som beskrevet under bremse-tilfellet ovenfor. Man har her forestilt seg systemet innsatt i et terrenggående kjøretøy med firehjulsdrift, hvor optimalt trekk under enhver situasjon og for hvert enkelt hjul er av stor betydning.

Det er selvfølgelig ikke noe iveien for at antallet separate drivmotorer og separate kraftmålere for veiparallell og veinormal kraft kan tilpasses det enkelte tilfelle. Det er selvfølgelig mulig å kombinere to hjul på en aksel, eventuelt bare utføre målinger for et av samtlige hjul, osv. Et system som det som er vist i Fig. 3 vil imidlertid være optimalt, idet underlags-forholdene i prinsipp kan variere fra ett hjul til et annet.

Ovenfor ble det nevnt muligheten for å benytte "dobbeltvirkende" kraftmålere eller lastceller. Det er selvfølgelig slik at når to ortogonalt innrettede krefter skal måles samtidig, vil det være mulig å måle deres resultat i en skråttstilt retning. Således kan det i enkelte tilfeller være gunstig å anordne bare en enkelt kraftmåler, slik at dennes signal til den elektroniske styreenheten forbehandles for å finne de to aktuelle komponentene, dvs. den veiparallelle  $F$  og

den veinormale  $N$ . For å kunne foreta beregningen må selvfølgelig den målte kraftens vinkel med f.eks. veiparallell retning være kjent. Dersom denne vinkelen vites å være stabil, kan omregningen foretas enkelt, idet enkle trigonometriske relasjoner benyttes. I visse tilfeller må allikevel hensyn tas til forskyvninger eller vridninger av de materialer som lastcellene sitter i eller på, og det kan da være nødvendig å anvende en separat vinkelsensor som også tilknyttes den elektroniske enheten for at korrekte vinkelforhold kan tas i betraktning ved utregningen. Det finnes imidlertid også en tredje mulighet, nemlig at vridnings- og forskyvningsforhold undersøkes eksperimentelt i en produksjonsfase, slik at den elektroniske styreenheten kan programmeres til å utføre kompenserende vinkelberegninger på grunnlag av selve kraftmålingene.

Eksempler på montering av lastceller er vist i Fig. 4 og fig. 5. I Fig. 4 er vist et typisk forhjuls-understell for en bil, og i et slikt tilfelle kan lastceller 5 for måling av veiparallelle krefter, slik det er indikert ved piler på figuren, eksempelvis monteres i et kraftopptakende stag 13 der hvor staget normalt er festet til karosseriet, for effektiv måling av reaksjonskraften mellom karosseriet, dvs. bilens øvrige masse, og hjulopphenget. Det vil selvfølgelig ofte være slik at flere elementer opptar deler av f.eks. den totale veiparallelle kraft. Den aktuelle målte kraft kan således ofte stå i et visst kjent forhold til den totale kraft, og dette kan selvfølgelig kompenseres for i den elektroniske styreenheten 6. Det samme gjelder åpenbart den veinormale kraften, og slike skaleringsforhold kan innstilles og programmeres både beregningsmessig og empirisk. Videre vil det være slik at selv ved separate lastceller for veiparallell henholdsvis veinormal kraft for et hjul, kan de aktuelle krefter eller momenter som måles, være skråttstilte eller stå i bestemte forhold til den faktiske normalrettede eller parallellrettede kraft. Hvor og hvordan lastcellene anordnes, vil således variere i henhold til konstruksjonen forøvrig av kjøretøyet.

I enkelte tilfeller kan det være fastslått at noen betydelig variasjon av normalkraften  $N$  på det enkelte hjul ikke vil forekomme under nedbremsing eller traksjon. I et slikt

tilfelle kan man selvfølgelig benytte den forenkling som ligger i å utelate målingen av den veinormale kraften  $N$ , og la selve den veiparallelle kraften  $F$  erstatte friksjonskoeffisienten  $\mu$  i den elektroniske styreenhetens beregning.

I Fig. 5 er vist en velegnet plassering av en lastcelle for måling av den veinormale kraft, eller en skråttstilt kraft hvorfra den veinormale kraft  $N$  kan beregnes, i et fly-hjul-understell. Skråstaket 14 overfører krefter som står i nært forhold til de aktuelle veinormale krefter. I leddet 15 befinner det seg en bolt som enkelt modifiseres til å omfatte en lastcelle for avgivelse av signal til bremsesystemets data-maskin 6. For måling av de veiparallelle kreftene på hjulene, kan benyttes kraft- eller momentmåleinnretninger montert i nær tilknytning til hjulakslene, eksempelvis i området vist med referansetall 16.

Egnede lastceller kan ha mange utforminger. Eksempelvis kan benyttes strekkklapper, halvleder-kraftmålere eller piezoelektriske sensorer av i og for seg kjent type. Utformingen og tilpasningen av den enkelte sensortype vil ofte måtte utprøves og "skreddersys" for de aktuelle konstruksjonene, men denne siden av saken utgjør et vanlig løsbart teknisk problem, og utgjør ikke i og for seg noen del av foreliggende oppfinnelse.

Det sier seg selv at man i mange tilfeller ikke vil ønske å benytte det effektive automatiske bremse- eller traksjonssystemet, da eksempelvis bremsesystemet ved normale forhold medfører en temmelig hard oppbremsing, som gjerne vil føles som ubehagelig. Ved gode friksjonsforhold oppnås gjerne en bremse-retardasjon på 0,5-0,6 G, og en slik nedbremsing føles faktisk temmelig dramatisk. Derfor vil man under gode forhold og med lang og oversiktlig bremsestrekning, foretrekke å nedbremse kjøretøyet på "manuell" måte sakte og rolig. Derfor må det i et fornuftig bremse- eller traksjonssystem tas forholdsregler som sikrer at systemet bare trer i kraft når det faktisk er behov for det. Den første åpenbare mulighet er selvfølgelig den velkjente "panikkbremsingen" hvor en uforutsett situasjon dukker opp og medfører hurtig og hard benyttelse av kjøretøyets brems. I et slikt tilfelle må selvfølgelig det automatiske bremsesystemet overta, og det vil av denne grunn være hensikts-

messig med en sensor tilknyttet fører- eller operatør- betjeningsinnretningen, vanligvis en bremsepedal. En slik sensor kan reagere enten på utslaget av betjeningsinnretningen, eller på betjeningsinnretningens hastighet. Datamaskinen 6 er da utstyrt med lagrede grenseverdier for utslag eller hastighet for betjeningsinnretningen, og det foretas en sammenligning av aktuell verdi med grenseverdien. Når en grenseverdi overskrides, aktiveres bremsesystemet. En annen åpenbar mulighet er at eksempelvis piloten i et fly på forhånd er informert om at landingsforholdene er vanskelige, eventuelt kan han se at tilgjengelig landingsbane er kortere enn ønskelig, og han kan da forhåndsbeordre aktivering av bremsesystemet ved å trykke på en knapp. Man kan også se for seg situasjoner hvor eksempelvis en "dødmanns-knapp" utløses i et tog eller et annet kjøretøy, og derved både utløser bremsepådrag generelt samt trigger det optimale bremsesystemet ifølge oppfinnelsen. Eventuelt kan andre typer nødsituasjoner detekteres og automatisk utløse en bremseprosedyre som inkluderer benyttelse av det optimale bremse-systemet ifølge foreliggende oppfinnelse.

Det er åpenbart at man i et og samme kjøretøy kan kombinere både effektiv traksjon og effektiv nedbremsing ved "dobbel" benyttelse av foreliggende oppfinnelse. En og samme datamaskin 6 benyttes, og samme sett av kraft- eller momentmålere 4, 5 benyttes i kombinasjonen av traksjons- og bremsesystem. Datamaskinen 6 vil, avhengig av kjøretilstand, som kan detekteres ganske enkelt ved avføling av retningen av den veiparallele kraft  $F$ , henholdsvis aktivere reguleringsinnretninger for motorer i en traksjonsfase og reguleringsinnretninger for bremse-pådrag i en nedbremsingsfase. Eksempelvis vil terrenggående kjøretøyer kunne trekke stor nytte av en slik kombi-variant av oppfinnelsen.

I visse tilfeller kan de bremseutøvende organer og de styrbare motororganer utgjøres av ett og samme system, eksempelvis ved bruk av elektromotorer/generatorer, som under traksjon/vanlig drift har motorvirkning, men under oppbremsing fører energi tilbake til kjøretøyets energireservoar (elektrokjemiske batterier eller andre typer reservoarer, f.eks. av svinghjuls-type) ved generator-virkning. Slike tilfeller vil være

spesielt velegnet for kombinasjon med det omtalte kombinerte traksjon/bremse-kontrollerende system ifølge foreliggende oppfinnelse.

Det skal på nytt understrekes at foreliggende styringsprinsipp for oppnåelse av effektiv traksjon eller ned-bremsing i motsetning til de fleste tidligere kjente systemer, baserer seg på måling av krefter, og ikke på måling av hjulets omdreiningshastighet. Hjulomdreiningshastigheten er ikke nødvendig for at foreliggende oppfinnelse skal fungere tilfredsstillende. Ikke desto mindre kan det i enkelte tilfeller være gunstig med den ytterligere informasjon som avføling av hjulomdreiningshastighet kan gi, slik at en ytterligere kombinasjonseffekt oppnås.

De vanlig forekommende "ABS"-bremsene som benyttes, har følgende uheldige egenskaper:

a) ABS-systemet er avhengig av en viss minste hastighet for å virke tilfredsstillende, fordi hjulrotasjons-hastigheten avføles direkte.

b) ABS-systemet er delvis avhengig av målinger på ett eller flere andre hjul for å virke tilfredsstillende.

c) Bremsedistansen forhindres, men bremsedistansen kan forlenges.

d) Som en følge av punkt a) ovenfor, er ABS-systemet upålitelig ved lave hastigheter.

e) Et ABS-system gir ingen mulighet for avlesning av aktuelle friksjonsforhold for en kjøretøy-fører, eksempelvis en flypilot.

f) ABS-systemene arbeider best ved høyere friksjonskoeffisient-verdier. På grunn av at det optimale slipp er et helt annet ved glatte kjøreforhold, blir ABS-systemene ikke optimale under slike forhold.

For foreliggende oppfinnelse gjelder tilsvarende:

a) Hjulrotasjons-hastighet behøver ikke å måles.

b) Om ønskelig kan hvert hjul arbeide og måles uavhengig.

c) Bremsedistansen reduseres vesentlig under alle forekommende føreforhold, og ved alle forekommende hastigheter.

d) Systemet ifølge foreliggende oppfinnelse er like pålitelig ved lave som ved høye hastigheter.

163946

14

e) Det er mulig å presentere verdier for eksempelvis friksjonskoeffisient på et display hos føreren av kjøretøyet, slik at det faktisk gis informasjon om de aktuelle bremseforhold. I så måte holdes det faktisk en kontinuerlig elektronisk overvåkning av føreforholdet ved hjelp av foreliggende system.

f) Det er faktisk slik ved bruk av et bremsesystem i henhold til foreliggende oppfinnelse, at elektronikken arbeider best ved "flate" friksjonskoeffisient-kurver (se Fig. 1, kurve 7) som typisk forefinnes i forbindelse med glatt veiunderlag. Med andre ord virker systemet godt nettopp i de situasjoner hvor det er viktig å oppnå optimal nedbremsing.

## P A T E N T K R A V

1. Fremgangsmåte for oppnåelse av optimal avbremsing av et kjøretøyhjul, med måling/registrering av bremsetilstandsrelaterte fysiske parametre for hjulet og styring av bremsekraften eller -pådraget med en elektronisk styreenhet i henhold til løpende beregninger på grunnlag av parametermålingene, k a r a k t e r i s e r t v e d at den veinormale kraft og den veiparallelle kraft på hjulets aksel registreres kontinuerlig ved hjelp av minst en kraftmåleinnretning, at hjulets friksjonskoeffisient mot veien eller underlaget og koeffisientens variasjon bestemmes løpende i den elektroniske styreenheten ut fra de registrerte kraftverdiene, og at bremsekraften eller -pådraget endres løpende på grunnlag av verdiene av friksjonskoeffisienten og dens variasjon, i en slik retning at man når den øyeblikkelige maksimale friksjonskoeffisient.

2. Fremgangsmåte ifølge krav 1, k a r a k t e r i s e r t v e d at bremsekraften eller -pådraget bare påvirkes av den elektroniske styreenheten dersom en optimal bremseeffekt er ønskelig eller nødvendig, eksempelvis ved at en kjøretøy-førers manuelle påvirkningsprosedyre registreres og øyeblikkelig sammenlignes med forhåndslagrede grenseverdier for påvirknings-utslag eller -hastighet, eventuelt halvautomatisk ved at føreren forhåndsbeordrer optimal bremseeffekt, eller automatisk ved at en "dødmanns-knapp" utløses eller ved at en nødsituasjon utløser en automatisk bremseprosedyre.

3. Bremsesystem for hjulkjøretøy inkludert tog og fly, innbefattende fører- eller operatør-betjeningsinnretninger, ordre- eller kraftoverførende innretninger, eventuelt inklusive kraftforsterkningsmidler, en elektronisk styreenhet samt bremseutøvende anordninger tilknyttet hjulene, k a r a k t e r i s e r t v e d at det omfatter minst en kraftmåleinnretning tilknyttet minst en av kjøretøyets hjulaksler for måling av veinormal kraft og veiparallelle kraft på akselen og med signalmessig forbindelse til den elektroniske styre-



163946

16

enheten, og at den elektroniske styreenheten er innrettet for å styre bremskraftene eller -pådraget i henhold til resultatene av løpende beregninger av friksjonskoeffisienten mellom hjul og vei eller underlag, samt koeffisientens variasjon, på grunnlag av de kontinuerlig innløpende målesignaler fra kraftmåleinnretningen(e), i en slik retning at man når den øyeblikkelige maksimale friksjonskoeffisient.

4. Fremgangsmåte for oppnåelse av optimal traksjon for et kjøretøyhjul, med måling/registrering av traksjonstilstandsrelaterte fysiske parametre for hjulet og styring av traksjonskraften eller -pådraget med en elektronisk styreenhet i henhold til løpende beregninger på grunnlag av parametermålingene, k a r a k t e r i s e r t v e d at den veinormale kraft og den veiparallele kraft på hjulets aksel registreres kontinuerlig ved hjelp av minst én kraftmåleinnretning, at hjulets friksjonskoeffisient mot veien eller underlaget og koeffisientens variasjon bestemmes løpende i den elektroniske styreenheten ut fra de registrerte kraftverdiene, og at traksjonskraften eller -pådraget endres løpende på grunnlag av verdiene for friksjonskoeffisienten og dens variasjon, i en slik retning at man når den øyeblikkelige maksimale friksjonskoeffisient.

5. Fremgangsmåte ifølge krav 4, k a r a k t e r i s e r t v e d at traksjonskraften eller -pådraget bare påvirkes av den elektroniske styreenheten dersom en optimal traksjonseffekt er ønskelig eller nødvendig, eksempelvis ved at en kjøretøy-førers manuelle påvirkningsprosedyre registreres og øyeblikkelig sammenlignes med forhånds-lagrede grenseverdier for påvirknings-utslag eller -hastighet, eventuelt halvautomatisk ved at føreren forhåndsbeordrer optimal traksjonseffekt.

6. Traksjonssystem for hjulkjøretøy inkludert tog, innbefattende fører- eller operatør-betjeningsinnretninger, ordreoverførende innretninger, en elektronisk styreenhet samt styrbare motororganer,

k a r a k t e r i s e r t v e d at det omfatter minst én kraftmåleinnretning tilknyttet minst en av kjøretøyets hjulaksler for måling av veinormal kraft og veiparallell kraft på akselen og med signalmessig forbindelse til den elektroniske styreenheten, og at den elektroniske styreenheten er innrettet for å styre traksjonskreftene eller -pådraget i henhold til resultatene av løpende beregninger av friksjonskoeffisienten mellom hjul og vei eller underlag samt koeffisientens variasjon, på grunnlag av de kontinuerlig innløpende målesignaler fra kraftmåleinnretningen(e), i en slik retning at man når den øyeblikkelige maksimale friksjonskoeffisient.

7. Fremgangsmåte for oppnåelse av både optimal traksjon for og optimal avbremsing av et kjøretøyhjul, med måling/registering av traksjonstilstands-relaterte, henholdsvis bremsetilstands-relaterte fysiske parametre for hjulet og styring av traksjonskraften eller -pådraget, henholdsvis bremsekraften eller -pådraget med en elektronisk styreenhet i henhold til løpende beregninger på grunnlag av parametermålingene,

k a r a k t e r i s e r t v e d at den veinormale kraft og den veiparallele kraft på hjulets aksel registreres kontinuerlig ved hjelp av minst én kraftmåleinnretning, at hjulets friksjonskoeffisient mot veien eller underlaget samt koeffisientens variasjon bestemmes løpende i den elektroniske styreenheten ut fra de registrerte kraftverdiene, og at traksjonskraften eller -pådraget, henholdsvis bremsekraften eller -pådraget endres løpende på grunnlag av verdiene for friksjonskoeffisienten og dens variasjon, i en slik retning at man når den øyeblikkelige maksimale friksjonskoeffisient, idet den elektroniske styreenheten velger påvirkning av bremsekraft eller traksjonskraft ut fra målt retning eller fortegn på den veiparallele kraft.

8. Bremse/traksjonssystem for hjulkjøretøy, innbefattende fører- eller operatør-betjeningsinnretninger, ordre- og kraftoverførende innretninger eventuelt inklusive kraftforsterkningsmidler, en elektronisk styreenhet, styrbare motororganer samt bremseutøvende anordninger tilknyttet hjulene,

163946

18

k a r a k t e r i s e r t v e d at det omfatter minst én kraftmåleinnretning tilknyttet minst én av kjøretøyets hjulaksler for måling av veinormal kraft og veiparallell kraft på akselen og med signalmessig forbindelse til den elektroniske styreenheten, og at den elektroniske styreenheten er innrettet for å styre bremse- henholdsvis traksjonspådraget eller -kreftene i henhold til resultatene av løpende beregninger av friksjonskoeffisienten mellom hjul og vei eller underlag samt koeffisientens variasjon, på grunnlag av de kontinuerlig innløpende målesignaler fra kraftmåleinnretningen(e) i en slik retning at man når den øyeblikkelige maksimale friksjonskoeffisient, og videre er innrettet for å velge traksjon eller avbremsing i avhengighet av retningen eller fortegnet på den målte veiparallell kraft.

9. Bremse/traksjonssystem som angitt i krav 8, k a r a k t e r i s e r t v e d at en og samme skråttvirkende kraftmåleinnretning er innrettet til å måle både den veinormale og den veiparallell kraft simultant i form av deres resultant, idet den elektroniske styreenheten beregningsmessig dekomponerer resultanten i henhold til kraftmåleinnretningens vinkelforhold til veien eller underlaget, hvilke vinkelforhold enten er faste, kjente eller kan måles løpende med en separat vinkelsensor som leverer et vinkelmålesignal til den elektroniske styreenheten.

10. Bremse/traksjonssystem som angitt i krav 8, k a r a k t e r i s e r t v e d at separate kraftmåleinnretninger er anordnet for måling av henholdsvis veiparallell og veinormale krefter, idet disse separate kraftmåleinnretningene kan være anordnet for å virke direkte i de veiparallell og veinormale retninger, eller hver for seg skråttstilt i forhold til disse retninger.

Fig. 2

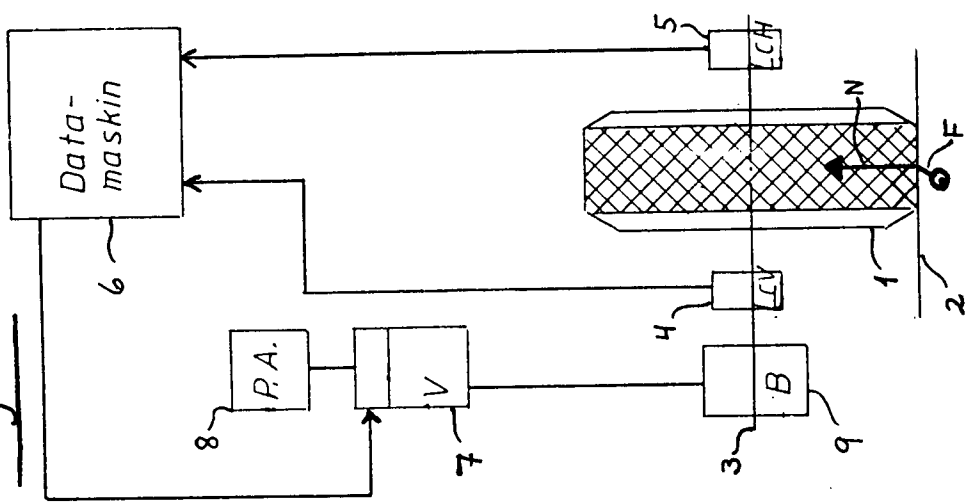


Fig. 1

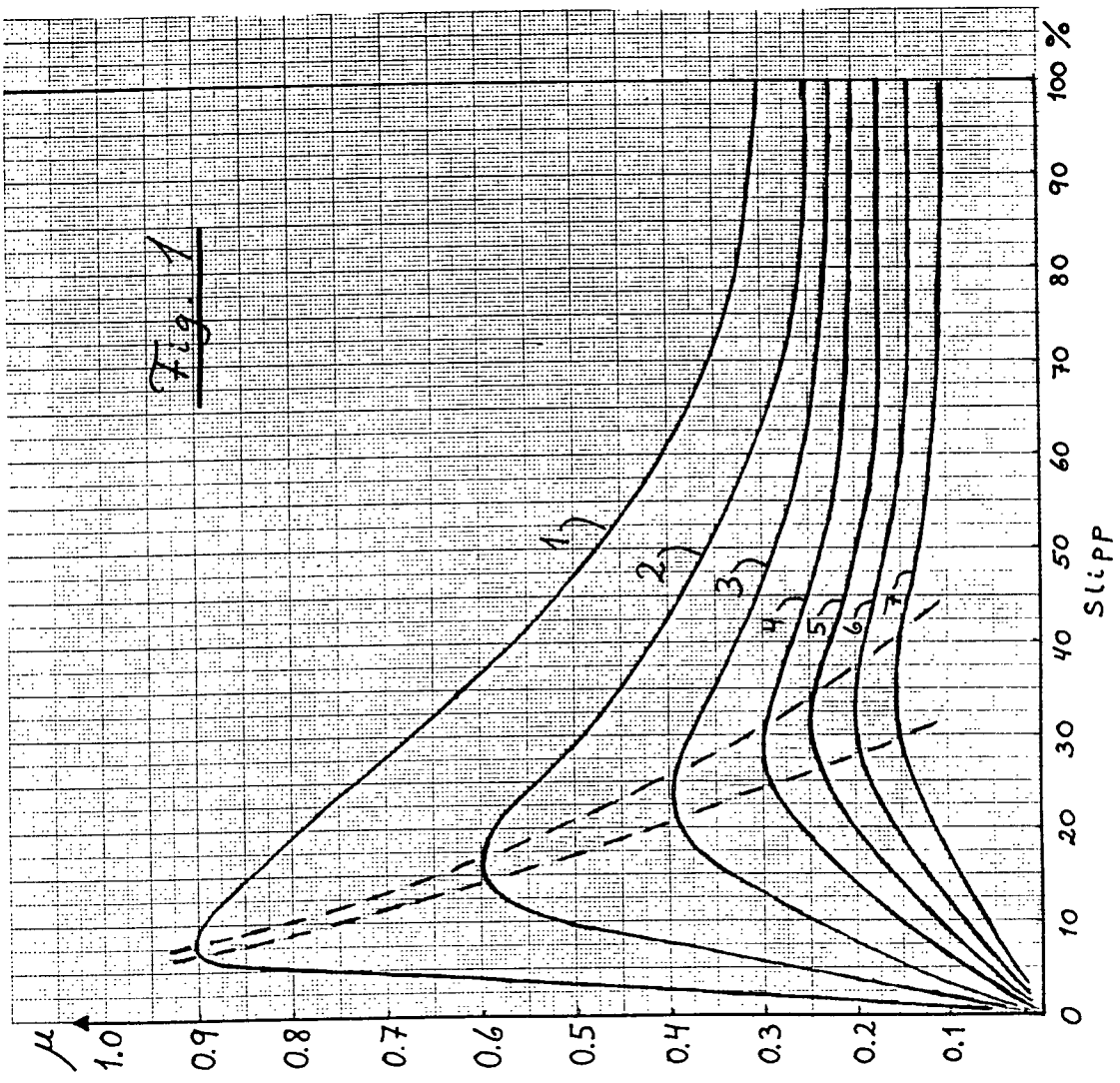


Fig. 3

