



**NORGE**

(19) [NO]

STYRET FOR DET  
INDUSTRIELLE RETTSVERN

[B] (12) **UTLEGNINGSSKRIFT** (11) Nr. 165856

(51) Int. Cl.<sup>3</sup> G 01 L 5/00, G 01 N 19/02

(83)

(21) Patentsøknad nr. **881513**

(22) Inngivelsesdag 07.04.88

(24) Lopedag 07.04.88

(62) Avdelt/utskilt fra søknad nr.

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

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

(85) Videreforingsdag ---

(41) Alment tilgjengelig fra 09.10.89

(44) Utlegningsdag 07.01.91

(72) Oppfinner Søkeren.

(74) Fullmektig Gunnar O. Reistad,  
Bryns Patentkontor A/S, Oslo.

(30) Prioritet begjært Ingen.

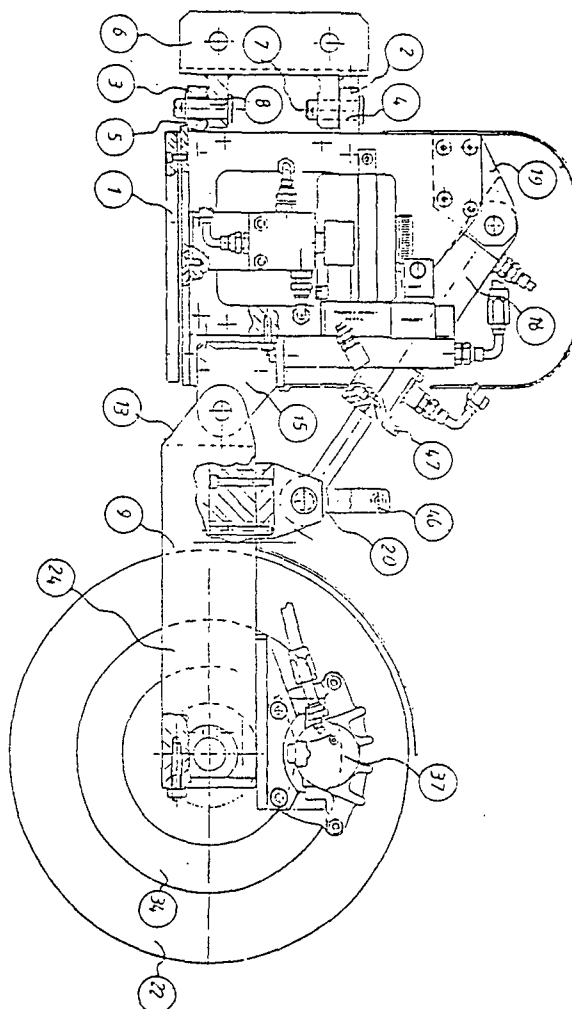
(54) Oppfinnelsens benevnelse **FREMGANGSMÅTE OG INNRETNING TIL  
BRUK VED BESTEMMELSE AV BANE-  
FRIKSJONS- OG BREMSEFORHOLD.**

(57) Sammendrag

For bestemmelse av banefriksjonsforhold, med måling/-registrering av krefter som virker på et avbremsset hjul som ruller på banen påtrykkes et rullende hjul en vertikal kraft og en horisontal kraft, idet den horisontale kraft tilveiebringes ved avbremsing av hjulet, kreftene registreres direkte og friksjonskoeffisienten og dens endringsretning bestemmes ut fra de registrerte kraftverdier, og ved at bremsekraften kontinuerlig endres for derved å søke toppunktet til friksjonskoeffisient-slippekurven. En friksjonsmålevogn innbefatter en bæreramme, et deri opplagret hjul beregnet for rulling mot et rullebane- eller veiunderlag, midler for tilknytting av vognen til et kjøretøy, midler for avbremsing av hjulet, og midler for måling/registrering av krefter som virker på det avbremsede hjul, midler for utøvelse av en ønsket vertikalkraft på hjulet, midler for utøvelse av en varierbar horisontalkraft på hjulet, midler for direkte registrering av de virkende horisontal- og vertikalkrefter, midler for regnebehandling av de registrerte krefteverdier for utledning av den forhåndenværende friksjonskoeffisient og bestemmelse av dens endringsretning, og midler for styring av midlene for utøvelse av den varierbare horisontalkraft på hjulet i samsvar med de utregnede verdier.

(56) Anførte publikasjoner

Britisk (GB) patent nr. 1532417,  
Svensk (SE) utl.skrift nr. 413082.



Oppfinnelsen vedrører en fremgangsmåte og en innretning til bruk ved bestemmelse av bane-friksjons- og bremseforhold, med måling/registrering av krefter som virker på et avbremsset hjul som ruller på banen.

Oppfinnelsen er særlig utviklet i forbindelse med behovet for å kunne måle friksjonskoeffisienten mellom et hjul og en bane, særlig mellom pneumatiske dekk og overflaten på rullebaner og veier. Denne koeffisient avhenger av værforholdene og kan derfor variere sterkt. Nøyaktig informasjon om den aktuelle verdi er av betydelig nytte for piloten i et fly ved avgang og landing, fordi den muliggjør maksimal bremsing med unngåelse av skliing. Slik informasjon er også nyttig ved bedømmelse av veibaner og kjøretøydekk.

Det er tidligere blitt utviklet målere som måler friksjonen mellom et eller flere hjul og rullebaner, men det har vist seg at de kan gi måleresultater som ikke er helt ut tilfredsstillende, noe som har ført til at fly har landet under forhold da landing ikke burde vært tillatt, og omvendt har også hendt at rullebaner har blitt stengt etter friksjonsmålinger selv om forholdene godt tillot fly å lande.

Tidligere kjente friksjonsmålere for flyplasser og veibaner finnes eksempelvis beskrevet i SE 407.856, DE 27 42 110 og i GB 1.532.417 og 1.555.905. Enkelte av disse friksjonsmålere måler friksjonskraften for et avbremsset 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 defineres i denne forbindelse som

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

hvor  $n_k$  = turtallet til fritt roterende hjul  
 og  $n_b$  = turtallet til nedbremsset hjul.

I ovennevnte formel er slippfaktoren et tall mellom 0 og 1.  
 Slippfaktoren kan også uttrykkes i %

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

og slippfaktoren vil da være et tall mellom 0 og 100.

100% slipp betyr således fastlåst, avbremsset hjul og 0% betyr ingen avbremsing av det samme hjul.

På rullebaner er det blitt vanlig at friksjonsmålinger foretas med en slippfaktor som ligger mellom 15% og 17%. De friksjonskrefter man får ved disse målinger vil imidlertid bare være riktige for en bestemt føretype.

Det har vist seg at slippfaktoren som gir den maksimale banefriksjon, vil være lavere for tørt sommerføre og høyere for glatt vinterføre.

Blokkeringsfrie bremsesystemer innbefatter midler for å bedre nedbremsingen for et hjulforsynt kjøretøy ved å tilveiebringe en reduisering 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 bremstilslaget, hvormed midlene deretter igjen tilveiebringer en øking av bremsekraften uten å nødvendiggjøre noen endring i den aktuelle bremsemanøver (av en person som benytter bremsen) som har forårsaket bremstilslaget. Slike bremsesystemer er fordelaktige for reduisering av faren for skrensing ved hjulblokkering og for å bibeholde styreevnen under nedbremsingen, og kan også gi en reduksjon av bremsestrekningene.

Når en bremsekraft tilføres et banehjul for redusering av kjøretøyets hastighet, så innføres en viss prosentuell slipp, dvs. at det nedbremsede hjul tenderer til å rotere saktere enn den frie rullehastighet hjulet ville hatt for bibehold av kjøretøyhastigheten, og dette skyldes friksjonskraften mellom hjuldekk og baneunderlaget. Når bremsekraften økes, så økes denne friksjonskraft og følges av en øking i den prosentuelle slipp helt til friksjonskraften når en maksimalverdi ved en prosentuell slipp (slippfaktor) som vanligvis ligger mellom 10% - 20%, og deretter avtar friksjonskraften ved en ytterligere øking av bremsekraften og slippfaktoren øker til 100%, med låsing av det nedbremsede hjul.

Fra SE 394.984 er det kjent et blokkeringsfritt bremsesystem hvor bremsekraften styres på slik måte at hjulet holdes rullende innenfor området for maksimal friksjonskraft mellom dekket og veibanen, dvs. innenfor det område der optimal prosentuell slipp oppnås. Det benyttes en elektrisk styrekrets for detektering av tilstander hvor hjulblokkering truer som følge av alt for kraftig bremsing, sammen med en elektromagnetventil som påvirkes gjennom styrekretsen for redusering 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 hjulhastigheten, for tilveiebringelse av en endringshastighetsreferanseparameter som er representativ for en valgt hjulretardasjonsverdi, og for innfor et hjulhastighetsområde og i avhengighet av momentanverdien av likespenningssignalet å fastslå en valgt prosentuell del av momentanverdien og derigjennom fastslå den virkelige hjulhastighet som momentanverdien gjelder for. Det fremkommer et signal for den blokkeringsfrie bremsing som svar på en endring av likespenningssignalets momentanverdi som er større enn den valgte prosentuelle del og som opptrer med en endringshastighet som er større enn endringshastighetsreferanseparameteren. Middelet for tilveiebringelse av en endringshastighetsreferanseparameter innbefatter en deriver-

ingskrets som gir en endringshastighetsspenning av like-spenningssignalet, og middelet for fastslåingen av en valgt prosentuell del av momentanverdien av likespenningssignalet innbefatter en motstand koplet for å gi et spenningsfall når en strøm går gjennom forårsaket av endringshastighetsspenningen, idet dette spenningsfall vil ha en verdi som er representativ for den valgte prosentuelle del når endringshastighetsspenningen når en gitt momentanverdi.

Fra SE 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 banefriksjonskoeffisient. Periodisk modulering av hjulmomentet anvendes i samband med hjulakselerasjonsmåling for å bestemme endringsretningen for banefriksjonskoeffisienten fra en optimal verdi som funksjon av slippet, mens en integral- og proporsjonalstyring av pulsmoduleringen muliggjør kompensert variering 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 akselerering.

Fra SE 382.781 er det kjent en fremgangsmåte for å hindre blokkering av kjøretøyhjul. Endringshastighetene for trykket i bremsesylindren og for friksjonskraften mellom hjul og veibane fremstilles som elektriske størrelser og trykket i bremsesylindren styres med disse verdier slik at det bare kan øke når det samtidig vil skje en økning av friksjonskraften mellom hjul og veibane, og tilsvarende minske ved minskende friksjonskraft mellom hjul og veibane.

Med oppfinnelsen tas det sikte på å tilveiebringe en fremgangsmåte og en innretning for utledning av verdier for bestemmelse av banefriksjons- og bremse/traksjonsforhold i avhengighet av de herskende forhold, ved å måle krefter og å beregne friksjonsverdien.

Ved friksjonsmåling søkes, på et hvilket som helst føre, den slippfaktor som gir maksimal banefriksjon. En slik friksjonsmåler innbefatter et eventuelt frittløpende hjul og et avbremset hjul. Turtallene for de to hjul kan registreres og likeledes registreres de virkende krefter slik at det kan fastslås hvor på den aktuelle friksjonskoeffisient-slippfaktorkurven man befinner seg. Friksjonsmåleren søker seg inn på den slippfaktor som gir maksimal banefriksjon.

Friksjonsmåleren kan imidlertid være innrettet slik at den måler banefriksjonen ved en innstillbar slippfaktor som imidlertid holdes konstant under hver måling, og den kan måle friksjon med låste hjul (100% slipp) og dessuten rulle-stand når f.eks. en rullebane er dekket av et lag sne og slaps. Opplysning om rulle-stand er eksempelvis av betydning for en pilot i et fly under start.

Når oppfinnelsen anvendes som et optimalt virkende bremse- eller målesystem, kan referansehjulet (det frittløpende) utelates. Bremsesystemet styres via en styreenhet som får signaler fra en kraftmåler tilknyttet det nedbremsede hjul.

Tilsvarende vil ved traksjon drivhjulene drives av en respektiv servomotor hvis pådrag fra hovedmotoren bestemmes av en styreenhet som får signaler fra en kraftmåler tilknyttet det aktuelle hjul.

Med oppfinnelsen oppnås altså selvsøking mot optimal bremse-/traksjonskraft på et hvilket som helst underlag.

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

- Fig. 1            viser en typisk friksjonskoeffisient-slippkurve,  
fig. 2            viser typiske friksjonskraft-slipp-kurver,

- fig. 3 viser det prinsipp som utnyttes ifølge oppfinnelsen,
- fig. 4 viser et sideriss av en friksjons-målevogn ifølge oppfinnelsen,
- fig. 5 viser et grunnriss av vognen i fig. 4,
- fig. 6 viser rent skjematisk de anvendte hydrauliske kretser og signalkretser i vognen i fig. 4 og 5, og
- fig. 7 viser et blokkdiagram for friksjonsmålevognen.

Evnen til å stanse et kjøretøy bestemmes prinsippielt av egenskapene til kontaktflaten mellom veibane og dekk, og disse egenskapene beskrives ofte ved angivelsen av friksjonskoeffisienten,  $\mu$ , som defineres som forholdet mellom den friksjonskraft som motstår bevegelsen mellom de to flater og kraften mellom flatene vinkelrett mot disse (dvs. kraften vinkelrett mot den ønskede bevegelse). Ved rullende flater er  $\mu$  dessuten en funksjon av parameteren slipp, som er definert foran.

Det er kjent at friksjonskoeffisientens variering med slippet for mange ulike slags veibaner og hjuldekk generelt sett følger den i fig. 1 viste kurve over  $\mu$  som funksjon av slipp. En viktig egenskap hos denne kurve er at  $\mu$  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 om man ønsker minst mulig bremsestrekning (maksimal nedbremsningsevne).

Fig. 2 viser i diagramform typiske bremsekraft-slipp-kurver for vei- eller rullebaner med ulike friksjonskoeffisienter ( $\mu$ ) mot et kjøretøyhjul.

Kurve 1 gjelder for en veibane med typisk høy  $\mu$ -verdi (eksempelvis  $\mu = 1$ ), kurve 2 gjelder for en veibane med

middels  $\mu$ -verdi (eksempelvis  $\mu = 0,5$ ), og kurve 3 gjelder for en veibane med typisk lav  $\mu$ -verdi (eksempelvis  $\mu = 0,1$ ).

Ønskes minst mulig bremsestrekning (maksimal nedbremsing) så må altså bremsekraften styres på slik måte at hjulet ruller innenfor området for maksimal friksjonskraft  $F_A$  mellom dekket og veibanen, dvs. innenfor det område der optimal slipp (i prosent) oppnås.

For forklaring av friksjonsmålingen ifølge oppfinnelsen skal det først vises til fig. 3.

For å måle friksjonskoeffisienten riktig må man kjenne vertikalkraften  $F_V$  og den variable horisontalkraft  $F_H$  (som fremkommer ved bremsing av hjulet).

Ved hjelp av egnede følere (lastceller tilknyttet hjulakselen) kan såvel vertikal som horisontal kraft registreres. I en datamaskin regnes friksjonskoeffisienten ut. En skriver benyttes for dokumentasjon.

I fig. 3 er lastcellen for måling av vertikalkraft plassert på den ene hjulsiden mens lastcellen for måling av horisontalkraft er plassert på den andre siden av hjulet. Disse lastceller registrerer derfor bare den respektive halve kraft. I datamaskinen tas det hensyn til dette, idet det foretas en multiplisering med 2.

Det skal nå vises til fig. 4 og 5 som viser en vogn beregnet for friksjonsmåling.

Den i fig. 4 og 5 viste friksjonsmålervogn har en hoveddel 1. Denne hoveddel er forsynt med braketter 2,3, hver med en fluktende vertikal boring 4,5. En koplingsbrakett 6 er ved hjelp av tapper 7,8 dreibart opplagret i brakettene 2,3. Denne koplingsbrakett eller festebrakett er beregnet for

forbindelse med et kjøretøy (ikke vist) som benyttes for trekking av friksjonsmålevognen.

Videre innbefatter vognen en gaffelformet bæreramme 9. Denne bæreramme 9 har i sin forkant (mot hoveddelen 1) to utragende gaffelbraketter 10,11 med innbyrdes fluktende, horisontale boringer 12,13. Gaffelbrakettene 10,13 griper som vist om to utragende ører 14,15 på hoveddelen 1 og er svingbart forbundne med hoveddelen ved hjelp av de i boringene 12,13 innsatte bolter 16,17.

En hydraulisk arbeidssylinder 18 er innspent mellom hoveddelen og bærerammen. I utførelseseksempelet er denne hydrauliske arbeidssylinder 18 svingbart opplagret i en brakett 19 på hoveddelen 1, mens stempelstangenden 20 er svingbart opplagret ved 21 i bærerammen 9. Ved inn- og utkjøring av stempelstangenden 20 kan således bærerammen 9 bringes til å svinge om svingetappene 16,17, og når hoveddelen 1 er festet til trekkjøretøyet ved hjelp av festebraketten 6, kan den hydrauliske arbeidssylinder 18 benyttes for utøvelse av en ønsket vertikalkraft på hjulet 22, dvs. at man kan stille inn den vertikalkraft som hjulet 22 ligger an mot underlaget med. Hjulet 22 er dreibart opplagret i bærerammen 9. Bærerammen er for dette formål utformet med to gaffelarmer 23,24. I hver gaffelarm 23,24 er det en horisontal boring hvor det er innsatt en lastcelle 25 henholdsvis 26. En hjulnavhylse 27 er dreibart opplagret på lastcellene 25,26 ved hjelp av respektive kulelagre 28,29. Hjulnavhylsen 27 har en endeflens 30 hvortil et hjulnav 31 er festet med bolter 32. Hjulfelgen 33 er festet til navet 31 med bolter 34. En skivebremsskive 35 er fastspent på hjulnavhylsen 27 ved hjelp av boltene 32, idet skiven 35 som vist er lagt inn mellom flensen 30 og hjulnavet 31. Skiven 35 er tilknyttet en pulsteller 36 og benyttes således som en del av et takometer for måling av hjulets 22 turtall. Skivebremsens bremseklave er betegnet med 37.

På hoveddelen 1 er det anordnet et hydraulisk pumpeaggregat 38 med et hydraulisk reservoar 39. Hydrauliske proporsjonal-ventiler for styring av den hydrauliske arbeidssylinder 18 og skivebremsen 37, er også anordnet på hoveddelen 1 og er betegnet med 40. Disse ventiler er magnetstyrte.

Virkemåten til friksjonsmålevognen skal nå forklares nærmere nedenfor, under samtidig henvisning til fig. 6 som i grove trekk viser de nødvendige hydrauliske kretser og signalkretser for gjennomføring av en friksjonsmåling.

Vognen, i hovedsaken bestående av hoveddelen 1 og bærerammen 9, hektes ved hjelp av festebraketten 6 på et ikke vist trekkjøretøy. Vognen inneholder de nødvendige aggregater og ventiler og trenger derfor bare tilknytting til trekkjøretøyet's strømtilførsel og tilknytting til en datamaskin på trekkjøretøyet. Såvel strømtilførsel (batteri) som dataanlegg kan naturligvis plasseres på selve vognen, om så ønskes.

Vognen horisontalstilles, dvs. at bærerammen ved hjelp av arbeidssylinderen 18 innstilles slik at lastcellene 25,26 er justert for registrering av henholdsvis vertikal og horisontal kraft i hjulakselen.

Den ønskede vertikalkraft tilveiebringes og opprettholdes ved hjelp av den hydrauliske arbeidssylinder 18. Trekkjøretøyet vil trekke vognen, hvorved hjulet 22 avruller seg mot underlaget. Hjulet 22 avbremses ved hjelp av bremsen 37. Ved hjelp av lastcellene 25,26 blir vertikalkraften og horisontalkraften på hjulet løpende registrert. De registrerte verdier går til en datamaskin 41 (fig. 6) hvor den forhåndenværende friksjonskoeffisient og dens endringsretning regnes ut. Fra datamaskinen 41 går det tilbakemelding til ventilene 40 som styrer bremsepådraget. Bremsepådraget varieres helt til datamaskinen har funnet frem til toppunktetsverdien for friksjonskoeffisient-slippekurven. Denne toppunktetsverdi

lagres og kan avleses på skjermen 42, henholdsvis fremkomme i skriveren 43.

I fig. 6 er det vist et hjul 44. Dette er et referansehjul som fordelaktig kan være et av trekkjøretøyets frittstående hjul. Dette referansehjul 44 benyttes når slippfaktoren er av interesse, eksempelvis når man ønsker å kjøre med fast innstilt eller varierbar, men i måleøyeblikket fast innstilt slippfaktor. Referansehjulet 44 er derfor på samme måte som målehjulet 22 tilknyttet et takometer 45, eksempelvis med samme prinsipielle oppbygging som takometeret 35,36 på friksjonsmålevognen. Begge takometre 36,45 er tilknyttet datamaskinen, som for dette formål innbefatter en komparator.

Man vil av det foregående forstå at når vognen er knyttet til trekkjøretøyet, vil systemet være klart for bruk. Det forutsettes at datamaskinen er gitt et enkelt program for utregning av friksjonskoeffisienten. Målehjulet 22 holdes i anlegg mot underlaget ved hjelp av en konstant trykkraft som er lagt inn i datamaskinen, og dette skjer i utførelseseksempelet under utnyttelse av den hydrauliske arbeidssylinder 18 og proporsjonalventilene 40.

Marktrykket holdes konstant under hele målingen, mens skivebremsen 37 gis ulike pådrag. Datamaskinen vil hele tiden løse den enkle friksjonsligning og man kan på skjermen 42 henholdsvis ved hjelp av skriveren 43 hele tiden få frem den aktuelle friksjonskoeffisient-verdi.

Datamaskinen vil hele tiden søke etter toppunktet på friksjonskoeffisient-slippkurven, under utnyttelse av den registrerte horisontalkraft som referanse.

Friksjonsmålevognen kan også benyttes for måling med på forhånd innstilt slippfaktor. Datamaskinen vil da regulere målehjulet 222, dvs. bremse-pådraget, helt til den ønskede

slippfaktor er nådd. Slippfaktoren kan velges fra 0% til 100% realtivt det fritt roterende referansehjul 44.

Vognen kan også benyttes for måling av rullemotstand. Den horisontale lastcelle vil avføle rullemotstanden som virker på det fritt roterende målehjul 22, og datamaskinen vil omdanne de registrerte verdier til en skala fra 0,00 til 1,00 (økende verdier indikerer høyere motstand).

Når måling ikke finner sted kan hensiktsmessig målehjulet 22, dvs. bærerammen 9 svinges opp ved hjelp av arbeidssylindren 18. Bærerammen 9 kan da hensiktsmessig ved hjelp av en fangkrok 46 hukes fast på en tilsvarende krok 47 på arbeidssylindrens 18 hus.

En spesiell fordel med vognen ifølge oppfinnelsen er at den er utformet som en så godt som autonom enhet, som lett kan flyttes fra kjøretøy til kjøretøy, og at bruk av vognen ikke krever mer enn minimale inngrep i trekkjøretøyet.

Pulstelleren 36 benyttes også når referansehjul ikke benyttes, idet de med pulstelleren registrerte verdier tilføres datamaskinen og der utledes i den hensikt å beskytte mot blokkering.

I utførelseseksempelet er det vist bruk av to lastceller, en for måling av horisontal kraft og en for måling av vertikal kraft. Disse lastceller kan naturligvis også kombineres, dvs. utføres som en enhet.

I fig. 7 er det vist et blokkdiagram for friksjonsmålevognen.

En vesentlig fordel med oppfinnelsen er at, til forskjell fra tidligere kjent teknikk, det ikke kreves noen hastighet på målehjulet, nettopp fordi man måler kraft. Særlig i et bremse-og traksjonsystem vil dette være av vital betydning.

165856

12

Friksjonsmålevognen kan med fordel benyttes for utprøving av dekktyper og gummiblandinger i kjøretøy-dekk. Forsøk har vist at målerens prinsipp er istand til å skille meget nøyaktig mellom de forskjellige dekk's gripe-effekt.

P a t e n t k r a v

1.

Frengangsmåte ved bestemmelse av banefriksjonsforhold, med måling/registrering av krefter som virker på et avbremsset hjul som ruller på banen, k a r a k t e r i s e r t v e d at en vertikal kraft og en horisontal kraft påtrykkes et rullende hjul, idet den horisontale kraft tilveiebringes ved avbremsing av hjulet, kreftene registreres direkte og friksjonskoeffisienten og dens endringsretning bestemmes ut fra de registrerte kraftverdier, og ved at bremsekraften kontinuerlig endres for derved å søke toppunktet til friksjonskoeffisient-slippkurven.

2.

Friksjonsmålevogn, innbefattende en bæreramme, et deri opplagret hjul beregnet for rulling mot et rullebane- eller veiunderlag, midler for tilknytting av vognen til et kjøretøy, midler for avbremsing av hjulet, og midler for måling/registrering av krefter som virker på det avbremsede hjul, k a r a k t e r i s e r t v e d midler for utøvelse av en ønsket vertikalkraft på hjulet, midler for utøvelse av en varierbar horisontalkraft på hjulet, midler for direkte registrering av de virkende horisontal- og vertikalkrefter, midler for regnebehandling av de registrerte kraftverdier for utledning av den forhåndenværende friksjonskoeffisient og bestemmelse av dens endringsretning, og midler for styring av midlene for utøvelse av den varierbare horisontalkraft på hjulet i samsvar med de utregnede verdier.

3.

Friksjonsmålevogn ifølge krav 2, k a r a k t e r i s e r t v e d at midlene for direkte registrering av de virkende horisontal- og vertikalkrefter innbefatter lastceller for

registrering av horisontal- henholdsvis vertikalkraft i hjulakselen.

4.

Friksjonsmålevogn ifølge krav 2 eller 3, k a r a k t e r i s e r t v e d at vognen innbefatter en hoveddel med midlene for tilknytting til kjøretøyet, og en i hoveddelen om en horisontal akse svingbart opplagret bæreramme hvori hjulet er dreibart opplagret, idet midlene for utøvelse av vertikalkraften på hjulet virker mellom hoveddelen og bærerammen.

5.

Friksjonsmålevogn ifølge krav 2-4, k a r a k t e r i s e r t v e d at midlene for utøvelse av den varierbare horisontalkraft på hjulet innbefatter en til hjulet knyttet skivebrems hvis skive inngår som en del av en turtallsmåler.

6.

Friksjonsmålevogn ifølge et av de foregående krav 2-5, k a r a k t e r i s e r t v e d at midlene for utøvelse av den ønskede vertikalkraft innbefatter en hydraulisk arbeids-sylinder.

7.

Friksjonsmålevogn ifølge et av kravene 2-6, k a r a k t e r i s e r t v e d at den er utført som en autonom enhet inneholdende de nødvendige aggregater og ventiler for styrt betjening av midlene for utøvelse av vertikal- og horisontalkrefter på hjulet.

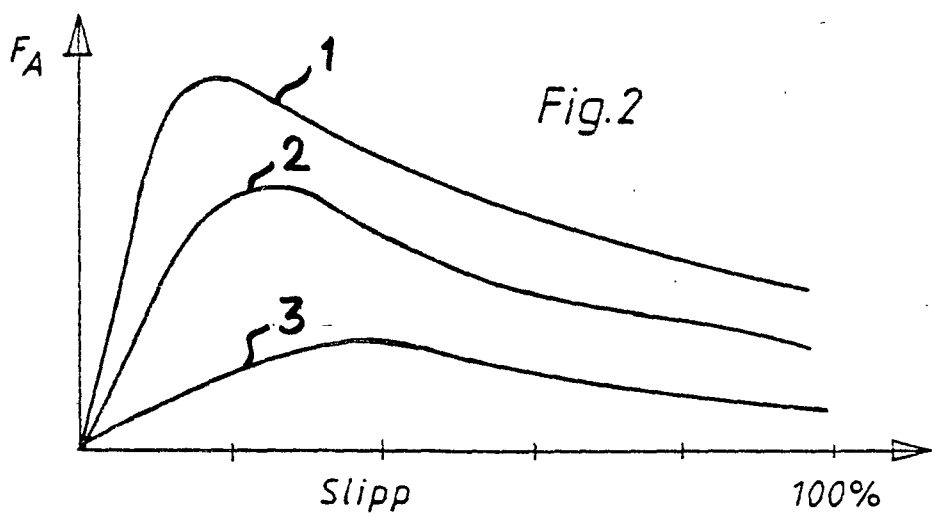
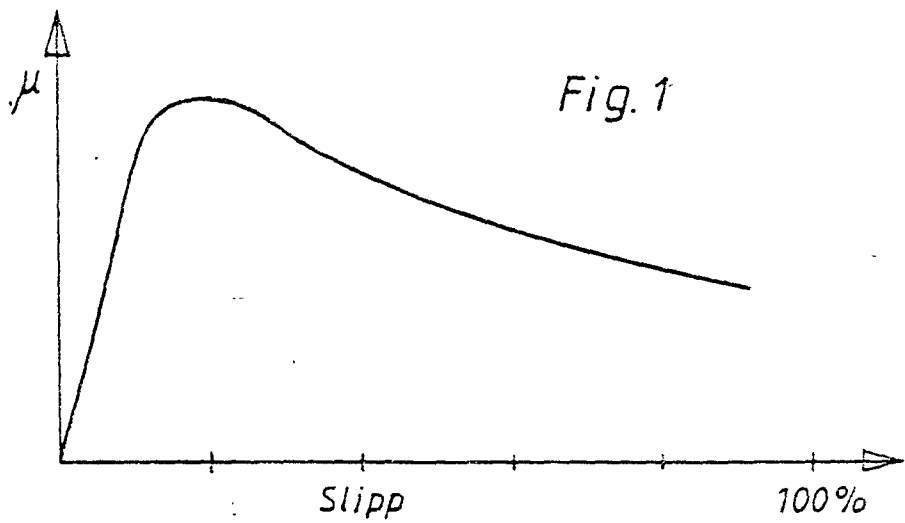
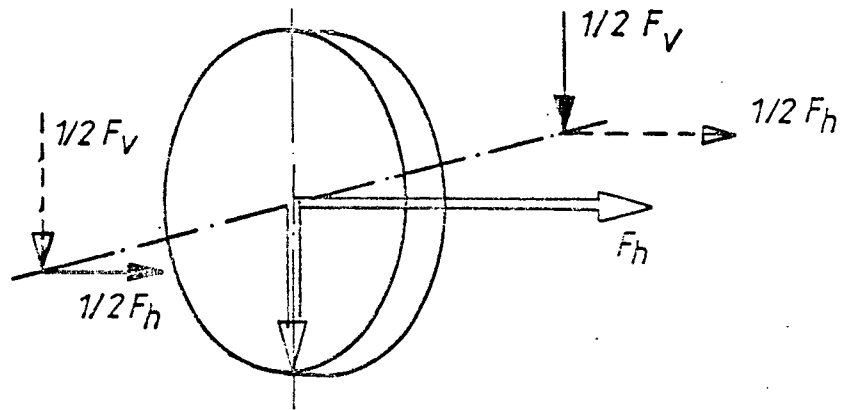


Fig.3



$$F_h = F_v \cdot \mu$$

$$\mu = F_h / F_v$$

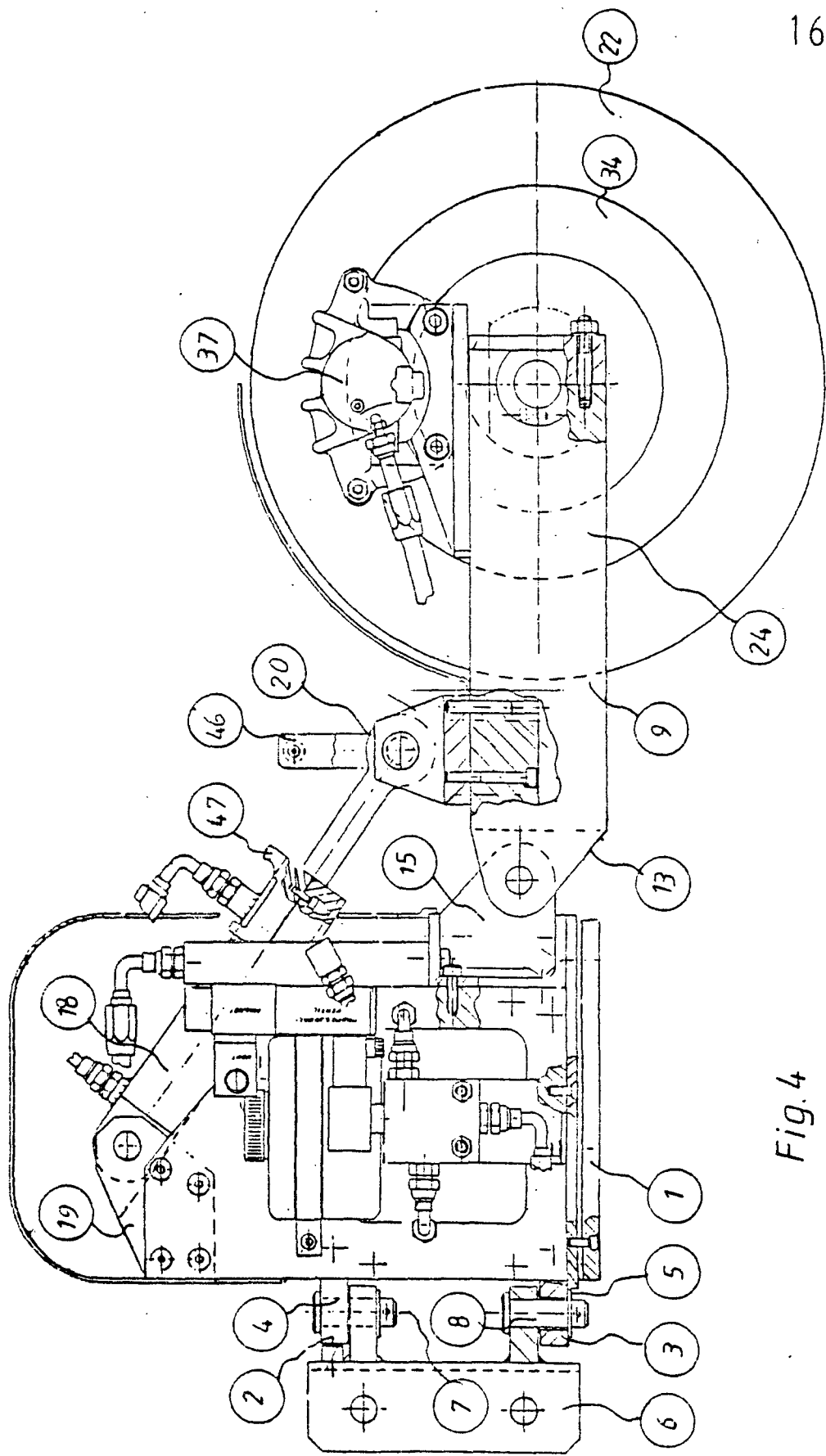


Fig. 4

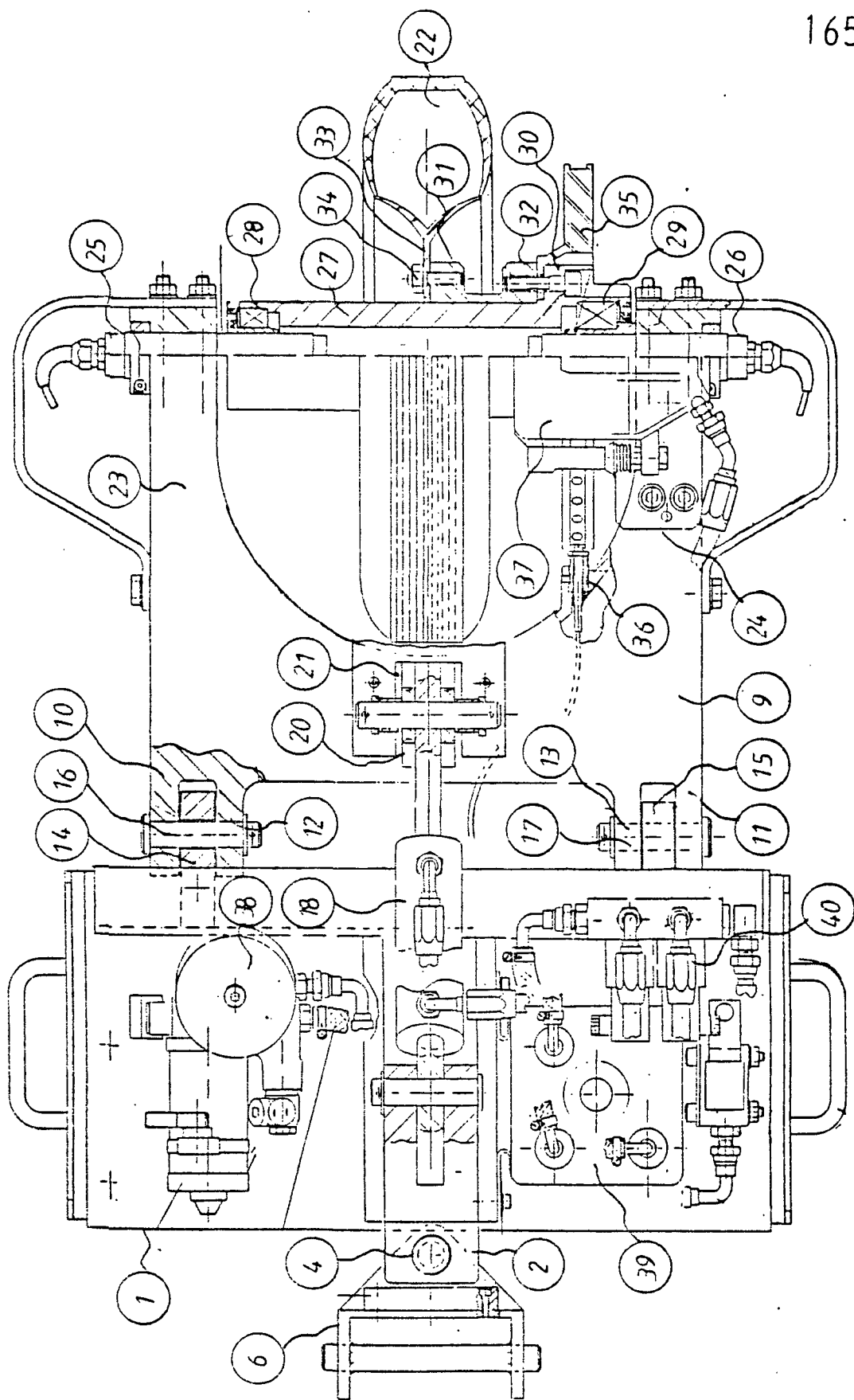


Fig. 5

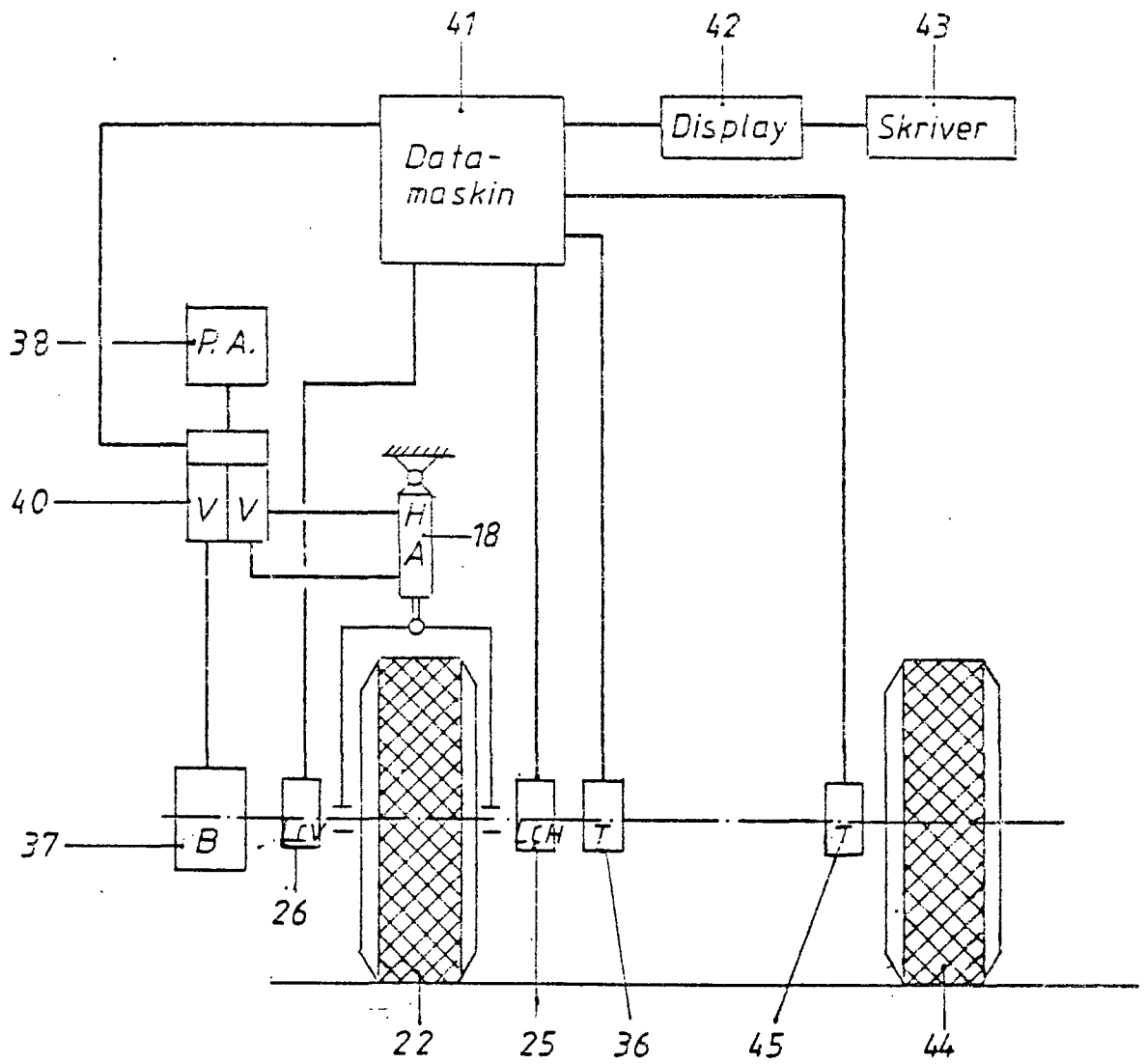


Fig. 6

Fig. 7

