



NORGE

[NO]

**STYRET
FOR DET INDUSTRIELLE
RETTSVERN**

[B] (11) UTEGNINGSSKRIFT Nr. 136034

(51) Int. Cl.² B 61 L 17/00

(21) Patensøknad nr. 3921/71

(22) Inngitt 22.10.71

(23) Løpedag 22.10.71

(41) Alment tilgjengelig fra 25.04.72

(44) Søknaden utlagt, utlegningsskrift utgitt 04.04.77

(30) Prioritet begjært 23.10.70, USA, nr. 83365

(54) Oppfinnelsens benavnelse Automatisk styreanordning for rangerstasjoner.

(71)(73) Søker/Patenthaver SOUTHERN PACIFIC TRANSPORTATION COMPANY,
1 Market Street, San Francisco, CA 94105,
USA.

(72) Oppfinner PETER JEUNG WONG, Menlo Park, CA,
DALE WALTER ROSS, Sunnyvale, CA,
KENNETH WAYNE GARDINER, Menlo Park, CA,
USA.

(74) Fullmektig Tandbergs Patentkontor A-S, Oslo.

(56) Anførte publikasjoner US patent nr. 3014658, 3054893

Oppfinnelsen angår en automatisk styreanordning for en rangérstasjon av den type som har en eselrygg over hvilken spor strekker seg ned til en retningsgruppe-sporseksjon, idet det er anordnet en hovedskinnebrems ved eselrygg-sporseksjonen, en tangentialpunkt-skinnebrems ved begynnelsen av retningsgruppesporeksjonen og minst én gruppeskinnebrems som er beliggende langs sporeksjonen mellom hoved- og tangentialpunkt-skinnebremsen, og hvor anordningen omfatter en regnemaskinanordning for beregning av en nødvendig vognhastighet ved hjelp av målinger som representerer vognens rulleevne, og anordninger for måling av en vogns hastighet og styring av en skinnebrems for å gi vognen den ønskede koplingshastighet.

En kritisk beregning for oppnåelse av vellykket drift av en jernbane-rangérstasjon med såkalt "eselrygg" består i evnen til å kunne forutsi nøyaktig en vogns rulleopptreden på retningsgruppesporet på grunnlag av målinger på den øvre del av stasjonen. Dersom vognen ruller tyngre enn beregnet, vil vognen stanse før tilkoplingen til vogner på retningsgruppesporet. Dersom vognen derimot ruller lettere enn beregnet, vil sammenkoplingen skje med høy hastighet, slik at det forårsakes unødig skade.

For tiden foretas en eneste rulleevnemåling på en nøyaktig gradert og kalibrert rulleevnemålingsdel på eselryggen. Denne ene rulleevnemåling bearbeides (vanligvis ved å multiplisere med en erfaringsbestemt faktor) for for-

136034

utsigelse av rulleevnen på retningsgruppesporet. En rekke skinnebremses langs vognens bane frem til retningsgruppesporet anvendes for å gi vognen riktig hastighet.

Det er kjent at en vogns rulleevne endres under dens bevegelsesforløp, og én enkelt rulleevnemåling gir derfor ikke alltid det riktige svar for styring av vognens hastighet.

Et formål med oppfinnelsen er å tilveiebringe en anordning for økning av nøyaktigheten i forutsigelsen av vognens rulleevne på et retningsgruppespor, og å skaffe en forbedret styreanordning for rangérbremsing av vogner.

Ovennevnte formål oppnås ved en automatisk styreanordning av den innledningsvis angitte type, som ifølge oppfinnelsen er kjennetegnet ved at det er sørget for organer for måling av en vogns rulle-evne langs flere seksjoner av sporet mellom hovedskinnebremsen og tangentialpunkt-skinnebremsen, og en regnemaskinanordning til hvilken de forskjellige rulle-evnemålinger i seksjonene mates for løsning av ligningen

$$R_{RG} = a_0 + a_1 \cdot R_1 + a_2 \cdot R_2 + \dots a_n \cdot R_n$$

hvor R_{RG} er vognens rulle-evne på en retningsgruppe-sporseksjon, R_1 , R_2 og R_n er rulle-evnemålingene i seksjonene og a_0 , a_1 , a_2 og a_n er empirisk forutbestemte rulle-evne-koeffisienter for hver sporseksjon med en rulle-evnemåling, at regnemaskinanordningen for bestemmelse av den nødvendige vognhastighet beregner denne hastighet ved hjelp av den utledede rulle-evne på retnings-gruppe-sporseksjonen, og at tangentialpunkt-skinnebremsen styres ved hjelp av en anordning som reagerer på den nevnte nødvendige hastighet og vognens målte hastighet ved passering av sistnevnte skinnebrems.

Oppfinnelsen skal beskrives nærmere i det følgende under henvisning til tegningene, der fig. 1 viser

et skjematisk bilde av en utførelse av den foreliggende oppfinnelse, fig. 2 viser et blokkskjema av en krets for forutsigelse av rulle-evnen, og som kan anvendes ved oppfinnelsen, fig. 3 viser et blokkskjema av en krets for forutsigelse av rulle-evnen på retningsgruppesporet, og fig. 4 viser et blokkskjema av en anordning for styring av den siste skinnebrems før retningsgruppesporet i overensstemmelse med oppfinnelsen.

Ifølge Newtons andre bevegelseslov kan forbindelsen mellom en vogns hastighet og dens rulle-evne uttrykkes ved differensialligningen:

$$\frac{dV}{dt} = \theta \cdot g - \frac{R \cdot g}{2000} \quad (1)$$

der $\frac{dV}{dt}$ = endringen av vognens hastighet pr. sekund (m/s^2)

θ = sporets helling eller vertikalt fall i meter/horisontal strekning i meter

g = gravitasjonskonstanten ($9,80 m/s^2$)

R = rulle-evnen

En vogn som beveger seg fra eselryggen til retningsgruppesporet, vil normalt bevege seg over en rulle-evnemålestasjon, ved hjelp av hvilken skinnebremsene, slik som tidligere angitt, styres slik at vognens hastighet på retningsgruppesporet bestemmes.

På fig. 1 er skjematisk vist en spordel 10 på en jernbanerangérstasjon. Langs den øvre spordel finnes en hovedskinnebrems 12, etterfulgt av en gruppeskinnebrems 14, etterfulgt av en tangentialpunktskinnebrems 16 som er beliggende like foran retningsgruppesporet 18. I overensstemmelse med oppfinnelsen måles hastigheten på flere punkter enn ett langs det øvre spor. Dette skjer eksempelvis ved bestemmelse av hastigheten ved hjelp av hastighetsdektorer. En hastighetsdetektor 20 måler hastigheten av en vogn når denne forlater hovedskinnebremsen 12. En andre hastighets-

136034

detektor 22 måler vognens hastighet når denne når gruppeskinnebremsen 14. Ved hjelp av forskjellen mellom de hastigheter som er målt av disse to detektorer, kan man ved benyttelse av ligning (1) beregne vognens rulle-evne som betegnes som R_1 . Denne beregning utføres av en R_1 -regnemaskin 24.

Hastigheten av vognen når denne forlater gruppeskinnebremsen, måles av en hastighetsdetektor 26. Vognens hastighet et stykke nedenfor utgangen fra gruppeskinnebremsen måles på nytt ved hjelp av en fjerde hastighetsdetektor 28. Forskjellen mellom de av detektorene 26 og 28 målte hastigheter innføres i en R_2 -regnemaskin 30 som avgir en andre rulle-evneverdi som betegnes som R_2 .

Rulle-evnen måles på nytt ved anvendelse av en hastighetsdetektor 32 for å måle hastigheten av vognen når den passerer et gitt punkt på sporet. Hastigheten av vognen like før den når tangentialpunktskinnebremsen 16 måles av en hastighetsdetektor 34. Forskjellen mellom disse to hastigheter innføres i en R_3 -regnemaskin 3 for å frembringe en verdi R_3 .

De tre (eller flere etter ønske) rulle-evnemålinger R_1 , R_2 og R_3 innføres i en R_{RG} -regnemaskin 36 (RG = retningsgruppe). Denne beregner R_{RG} og tilfører den beregnede verdi til en V_R -regnemaskin (rangér- eller skinnebrems-hastighet) 38. Denne V_R -regnemaskin frembringer på sin utgang den hastighet som er nødvendig for vognen når denne forlater tangentialpunktskinnebremsen. En passende hastighetsdetektor 42, eksempelvis en radardetektor, måler hastigheten av vognen når denne passerer tangentialpunktskinnebremsen, og mater sitt utgangssignal til en skinnebremsstyreenhet 44. Et annet inngangssignal til skinnebremsstyreenheten er den beregnede verdi V_R fra regnemaskinen 38. Skinnebremsstyreenheten sammenlikner disse hastigheter og styrer skinnebremsen slik at vognen bremses inntil de nevnte hastigheter er like store, hvorefter vognen kan slippes fri med den riktige hastighet.

Størrelsen R i ligning (1) kan uttrykkes ved hjelp av to hastighetsmålinger og de andre størrelser på følgende måte:

$$R = 2000 \cdot \left(\theta + \frac{V_2^2 - V_1^2}{2 \cdot g \cdot d_{12}} \right) \quad (2)$$

der V_1 = målt vognhastighet i punkt nr. 1 (m/s)

V_2 = målt vognhastighet i punkt nr. 2 lenger nede på sporet (m/s)

d_{12} = lineær avstand langs sporet mellom punktene nr. 1 og nr. 2 (m)

θ = beregnet verdi for sporets midlere helling mellom punktene nr. 1 og 2 (vertikalt fall i m/horisontal strekning i m mellom punktene 1 og 2)

g = gravitasjonskonstanten (= 9,80 m/s²)

R = rulleevnen (kg pr. 2 tonn)

Fig. 2 viser et skjema som illustrerer en R1-, R2- eller R3-regnemaskin. Denne er en analogregnemaskin som er avledet av ligning (2).

Utsignalene fra eksempelvis de første to hastighetsdetektorer 20, 22 mates til en adderer 50 og en subtraherer 52 som avgir ut signaler med verdiene $V_1 + V_2$ henholdsvis $V_2 - V_1$. Disse signaler tilføres til en multiplikator 54. Dennes utsignal som har verdien $V_2^2 - V_1^2$, tilføres et potensiometer 56 hvis glidekontakt er innstilt slik at den som utsignal avgir verdien $2000 \left(\frac{V_2^2 - V_1^2}{2 \cdot g \cdot d_{12}} \right)$.

Dette utsignal tilføres til en addererkrets 60. Det andre innsignal til addereren 60 er konstanten $2000 \cdot \theta$. Denne fås fra et potensiometer 62 som er koplet over en spenningskilde 63. Addereren utgangsverdi er rulle-evneverdien R . Tre kretser av den type som er vist på fig. 2, kan være nødvendig for å måle de forskjellige verdier R_1 , R_2 og R_3 . En av disse kretser kan anordnes dersom man sørger for å lagre R_1 og R_2 mens verdien R_3 beregnes.

Det antas nå at R_{RG} er en eller annen ukjent funksjon av R_1 , R_2 og R_3 , dvs. $R_{RG} = f(R_1, R_2, R_3)$, der funksjonen $f(R_1, R_2, R_3)$ er ukjent og skal bestemmes ved hjelp av en kurvetilpasningsprosess.

Fra den matematiske funksjonsteori er kjent at dersom $f(R_1, R_2, R_3)$ er en egnet funksjon, kan den approksimeres med en potensrekkeutvikling av de variable R_1 , R_2 og R_3 . Graden av nøyaktighet i approksimasjonen avhenger av de høyere ordens ledd. Jo høyere antall ledd i utviklingen, jo mer nøyaktig er approksimasjonen.

Den enkleste potensrekkeapproksimasjon til den ukjente funksjon $f(R_1, R_2, R_3)$ er den som er lineær, dvs:

$$R_{RG} = a_0 + a_1 \cdot R_1 + a_2 \cdot R_2 + a_3 \cdot R_3 \quad (3)$$

Fig. 3 viser skjematisk hvordan ligning (3) kan realiseres slik at størrelsen R_{RG} kan fås automatisk av de bestemmende størrelser. Konstantene $a_0 - a_3$ oppnås (på en måte som skal vises senere) ved anvendelse av forskjellige potensiometre 64, 66, 68 og 70 som er koplet over spenningskilder 72, 74, 76 henholdsvis 78. R_1 multipliseres med a_1 av en multiplikatorkrets 80. R_2 multipliseres med a_2 av en multiplikatorkrets 82. En multiplikatorkrets 84 multipliserer a_3 og R_3 . Utsignalene fra disse tre multiplikatorkretser tilføres sammen med a_0 til en adderer 86. Dennes utsignal er R_{RG} .

For å bestemme koeffisientene $a_0 - a_3$, kjøres et stort antall vogner, f.eks. 100, gjennom stasjonen, og for hver vogn måles størrelsene R_1 , R_2 og R_3 . Dessuten gjøres en hastighetsmåling for å beregne R_{RG} . Den sistnevnte måling utføres på samme måte som de tidligere rulleevnemålinger ved å måle hastigheten av en vogn når den forlater tangentialpunktskinnebremsen, og også på et forutbestemt sted etter denne, under anvendelse av ligning (1).

På denne måte fås en stor mengde data som består av R_1 , R_2 , R_3 og R_{RG} for hver vogn. Deretter anvendes en minste kvadratfeils metode for å finne de koeffisienter a_0 , a_1 , a_2 og a_3 i ligning (3) som minimiserer summen av kvadratfeilene, dvs. dersom det finnes noen grunn for hvilken de eksperimentelle data er tatt, løser man med hensyn på de koeffisienter som minimiserer størrelsen:

$$\sum_{i=1}^N (R_{RG} - a_0 - a_1 R_{1_i} - a_2 R_{2_i} - a_3 R_{3_i})^2$$

Det finnes flere kommersielt tilgjengelige regnemaskinprogrammer som kan løse dette problem og finne det beste sett koeffisienter. Når disse koeffisienter er bestemt for en stasjon, vil de ikke endres forutsatt at det er benyttet et statistisk sett tilstrekkelig stort antall vogner ved bestemmelsen av disse.

Det kan vises matematisk at dersom d_r er den avstand i meter som en vogn må rulle langs et retningsgruppespor etter punktet for frigjørelse fra tangentialpunktskinnebremsen, før sammenkopling med en stillestående vogn, og dersom V_c er den ønskede sammenkoplingshastighet, må vognen bremses ved tangentialpunktet inntil dens hastighet er redusert til V_r , der

$$V_r = \sqrt{V_c^2 + 2 \frac{R_{RG}}{2000} \cdot g - \theta \cdot g \cdot d_r} \quad (4)$$

Den ønskede sammenkoplingshastighet er normalt konstant. Med kjennskap til sporets lengde og antall allerede avsendte vogner for dannelsen av et togsett, bestemmes d_r lett og kan automatisk sluttsummeres.

Fig. 4 viser en analogregnemaskin for beregning av størrelsen V_r som er den ønskede utgangshastighet fra tangentialpunktskinnebremsen. Produktet $R_{RG} \cdot g$ bestemmes av en multiplikator 90 hvis ene innsignal er konstanten g som fås fra et potensiometer 92 over en spenningskilde 94. Det andre innsignal fås fra et potensiometer 96 som er påtrykt størrelsen R_{RG} . Innstillingen av potensiometeret gir et utsignal $R_{RG}/2000$. Dette er en konstant innstilling. Multiplikatorens utsignal tilføres en subtraherer 98 hvis andre innsignal er den konstante størrelse $\theta \cdot g$. Denne størrelse fås fra et potensiometer 100 som er koplet over en spenningskilde 102. Subtrahererens utsignal tilføres enda en multiplikator 104 hvis andre innsignal er størrelsen $2d_r$. Denne størrelse tilveiebringes ved innstilling av et potensiometer 106 over hvilket en spenningskilde 108 er tilkoplet. Denne innstilling vil variere med det antall vogner i et togsett som har gått foran den aktuelle vogn, og som har passert tangentialpunktskinnebremsen.

Utsignalet fra multiplikatoren 104 tilføres en adderer

136034

8.

106, til hvilken størrelsen V_C^2 også tilføres. Denne oppnås ved å tilveiebringe en analog størrelse V_C ved hjelp av et potensiometer 108 over hvilket en spenningskilde 110 er tilkopleet. Potensiometerets utgang er forbundet med en kvadreringskrets 112. Denne avgir størrelsen V_C^2 .

Adderererkretsens 106 utsignal mates til en kvadratrotkrets 114 hvis utsignal er størrelsen V_r . Som tidligere nevnt i forbindelse med fig. 1, sammenlignes V_r med den faktiske hastighet som måles for vognen når denne passerer tangensialpunkt-skinnebremsen som på sin side styres av en størrelse slik at den bremses vognen inntil størrelsen V_r og den faktiske målte hastighet er den samme.

De her viste kretser som utgjøres av multiplikator- og subtrahererkerkretser, adderere, kvadreringskretser og kvadratrotkretser, er velkjente operasjonsforsterkerkretser som er kommersielt tilgjengelige. Hastighetsdetektorer er velkjente innen teknikken og likeledes radarhastighetsmåleanordningen.

P a t e n t k r a v

1. Automatisk styreanordning for en rangérstasjon av den type som har en eselrygg over hvilken spor strekker seg ned til en retningsgruppe-sporseksjon, idet det er anordnet en hovedskinnebrems (12) ved eselrygg-sporseksjonen, en tangentialpunkt-skinnebrems (16) ved begynnelsen av retningsgruppesporseksjonen og minst én gruppeskinnebrems (14) som er beliggende langs sporseksjonen mellom hoved- og tangentialpunkt-skinnebremsen, og hvor anordningen omfatter en regnemaskinanordning for beregning av en nødvendig vognhastighet ved hjelp av målinger som representerer vognens rulle-evne, og anordninger for måling av en vogns hastighet og styring av en skinnebrems for å gi vognen den ønskede koplingshastighet, k a r a k t e r i s e r t ved at det er sørget for organer (20, 22, 24, 26, 28, 30, 32, 34, 35) for måling av en vogns rulle-evne langs flere seksjoner av sporet mellom hovedskinnebremsen (12) og tangentialpunkt-skinnebremsen (16), og en regnemaskinanordning (36) til hvilken de forskjellige rulle-evnemålinger i seksjonene mates for løsning av ligningen

$$R_{RG} = a_0 + a_1 \cdot R_1 + a_2 \cdot R_2 + \dots a_n \cdot R_n,$$

136034

hvor R_{RG} er vognens rulle-evne på en retningsgruppe-sporseksjon, R_1 , R_2 og R_n er rulle-evnemålingene i seksjonene og a_0 , a_1 , a_2 og a_n er empirisk forutbestemte rulle-evnekoefisienter for hver sporseksjon med en rulle-evnemåling, at regnemaskinanordningen (38) for bestemmelse av den nødvendige vognhastighet beregner denne hastighet ved hjelp av den utledede rulle-evne på retningsgruppe-sporseksjonen, og at tangentialpunkt-skinnebremsen (16) styres ved hjelp av en anordning (44) som reagerer på den nevnte nødvendige hastighet og vognens målte hastighet ved passering av sistnevnte skinnebrems.

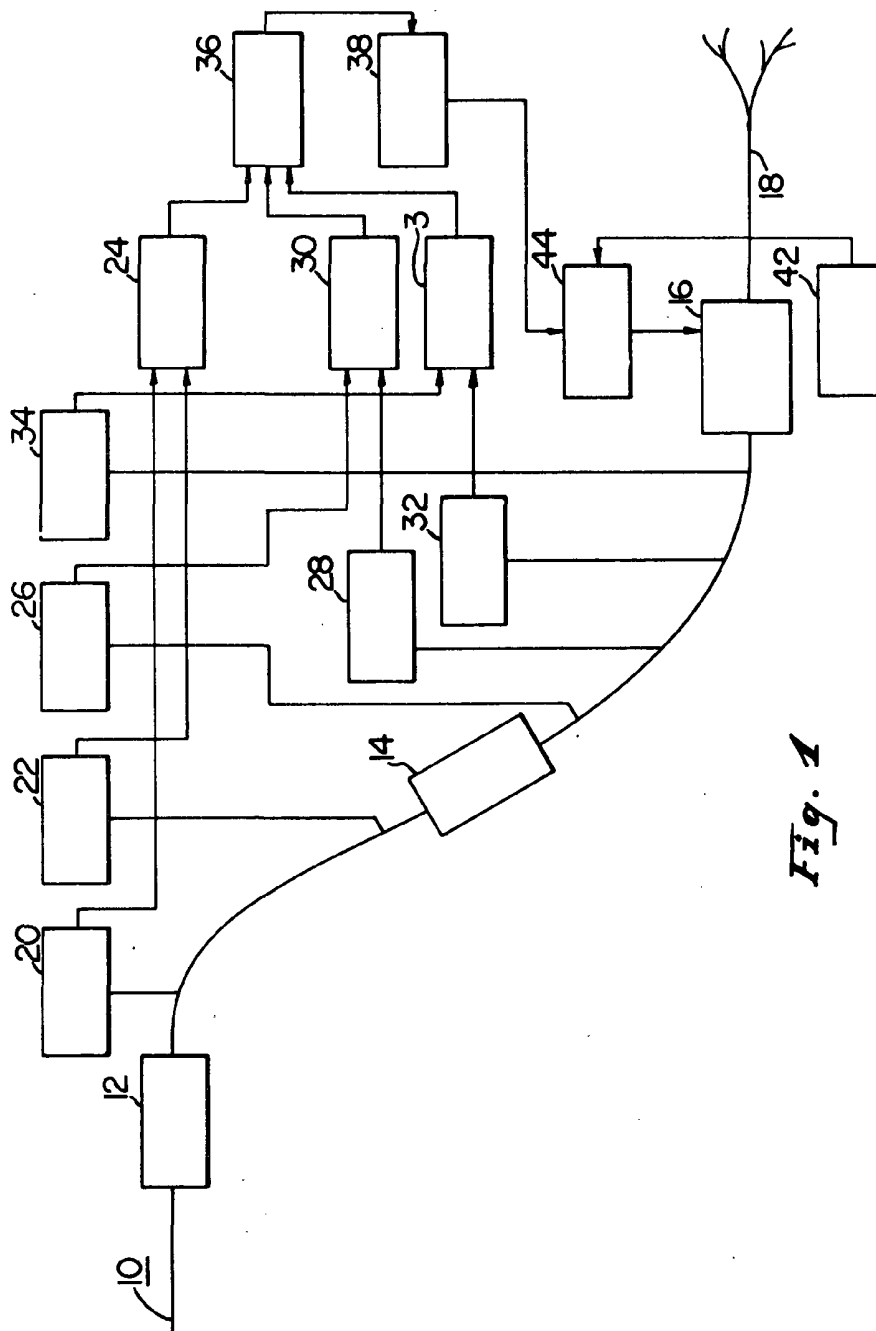
2. Anordning ifølge krav 1, k a r a k t e r i - s e r t ved at regnemaskinanordningen (38) for bestemmelse av den nødvendige hastighet er innrettet til å løse ligningen

$$V_r = \sqrt{V_c^2 + 2 \frac{R_{RG}}{2000} \cdot g - \theta \cdot g \cdot d_r}$$

hvor V_r er den nødvendige hastighet, V_c er den ønskede koplingshastighet, g er gravitasjonskonstanten, θ er den beregnede verdi av sporets midlere helling og d_r er avstanden mellom utgangen fra tangentialpunkt-skinnebremsen (16) og vognens koplingspunkt.

3. Anordning ifølge krav 1, k a r a k t e r i - s e r t ved at anordningen for måling av en vogns rulle-evne langs flere sporseksjoner mellom hovedskinnebremsen (12) og tangentialpunkt-skinnebremsen (16) omfatter et første organ (20, 22, 24) for måling av vognens rulle-evne mellom hovedskinnebremsen (12) og gruppeskinnebremsen (14), og et andre (26) og et tredje organ (28) for måling av vognens rulle-evne langs med mellomrom beliggende strekninger mellom gruppeskinnebremsen (14) og tangentialpunkt-skinnebremsen (16).

136034



136034

