



(12) **PATENT**

(19) **NO**

(11) **334526**

(13) **B1**

NORGE

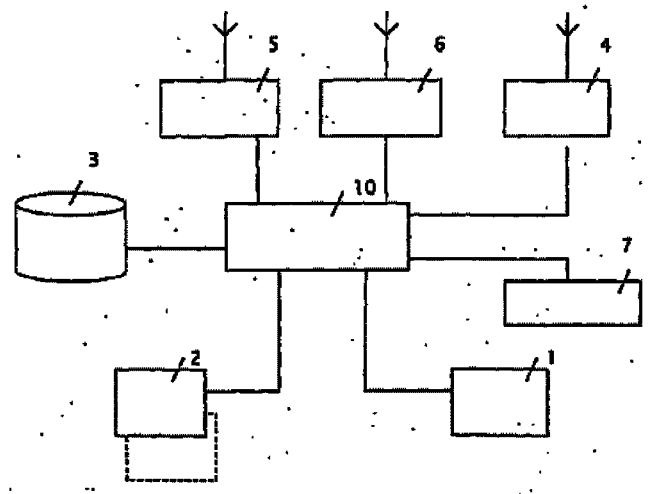
(51) Int Cl.
G01S 5/14 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20026256	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr	2001.06.29 PCT/BE2001/00114
(22)	Inng.dag	2002.12.27	(85)	Videreføringsdag	2002.12.27
(24)	Løpedag	2001.06.29	(30)	Prioritet	2000.06.30, EP, 00870153 2000.06.30, US, 215607
(41)	Alm.tilgj	2003.02.12			
(45)	Meddelt	2014.03.31			
(73)	Innehaver	Alstom Belgium SA, Rue Cambier Dupret 50-52, BE-6001 CHARLEROI, Belgia			
(72)	Oppfinner	Jean-Pierre Franckart, Chaussée de Charleroi 76, BE-6060 MONTIGNIES-SUR-SAMBRE, Belgia			
(74)	Fullmektig	Onsagers AS, Postboks 1813 Vika, 0123 OSLO, Norge			

(54)	Benevnelse	Fremgangsmåte for sikker bestemmelse av en lokasjon til et tog som beveger seg langs en kjent bane
(56)	Anførte publikasjoner	US 5977909 A US 5867122 A WO 89/05255 A1 EP 791518 A2
(57)	Sammendrag	

Oppfinnelsen omhandler en metode for å bestemme lokasjonen og/eller posisjonen til et objekt, spesielt et kjøretøy slik som et tog som beveger seg langs en kjent bane, og dette sikkert med hensyn til jernbanetransport. Oppfinnelsen er karakterisert ved at den består i å bestemme nevnte lokasjon og/eller posisjon av nevnte objekt med gyldig beregning av en gitt tid basert på en elementær måling som involverer i det minste en satellitt og én sikker kartlegging av nevnte kjente bane.



Fremgangsmåte for sikker bestemmelse av en lokasjon til et tog som beveger seg langs en kjent bane

- Den foreliggende oppfinnelsen omhandler en fremgangsmåte for sikker
- 5 bestemmelse av lokasjon og/eller posisjonen til et objekt som beveger seg langs en bane som er kjent av lokasjonsinnretningen.
- Uttrykket "bane" er tiltenkt å bety et undersett av rommet avgrenset av en rørformet overflate med vilkårlig og variabelt tverrsnitt, hvor kjøretøyet er strengt tvunget til å bevege seg. I det tilfellet hvor tverrsnittet kan bli oversett, gir dette to ligninger
- 10 som linker lengdegrad, breddegrad og høyde til det bevegende objektet.
- Den foreliggende oppfinnelsen omhandler mer presist en fremgangsmåte for å bestemme lokasjonen til tog som beveger seg på et jernbanespor, hvor nøyaktig retning er kjent.
- Samme prinsipp kan bli anvendt i det tilfellet hvor én enkelt ligning er kjent
- 15 (bevegelse av det bevegelige objektet på en kjent overflate).
- Den foreliggende oppfinnelsen omhandler en fremgangsmåte for å bestemme lokasjonen og/eller posisjonen til et kjøretøy, dette sikkert med hensyn til jernbanetransport, dvs. at det involverer å være i stand til å bestemme lokasjonen, eller mer presist sonene med ikke tilstedeværelse av nevnte kjøretøy på en seksjon,
- 20 dette kvasisamtidig, for et kjøretøy som beveger seg på en kjent bane, og som gjør dette med en viss sannsynlighet.
- Denne lokasjonen er basert på bruk av navigasjonssatellitter eller lignende landnavigasjonsmerke, generelt referert til under som "satellitter".
- US-5977909A beskriver som et eksempel på dette en fremgangsmåte og et apparat
- 25 for å lokalisere et objekt ved bruk av et redusert antall GPS satellittsignaler eller med forbedret nøyaktighet.
- I jernbanesignaleringsystem blir ikke et tog tillatt å komme inn i en spesifikk seksjon på sporet inntil en er sikker på at toget foran har forlatt denne, dvs. at sporseksjonen som er aktuell er ledig. På den siden er det nødvendig å ta hensyn til
- 30 en feilmargin som blir bestemt, og selvfølgelig svært liten, og å gjøre dette sikkert med hensyn til jernbanetransport; f.eks. med et maksimum nivå på feil i størrelsen 10^{-9} og fortrinnsvis i størrelsen 10^{-12} , hvor sonene med ikke tilstedeværelse av tog kan bli stolt på, og å gjøre dette ved hver iterasjon ved beregningen.
- Det er kjent å bestemme den presise lokasjonen til et objekt, som et tog, ved hjelp
- 35 av beregning av posisjonen med hensyn til tre satellitter, mottakerne som kan motta informasjonen fra nevnte satellitter er i stand til å beregne koordinatene av nevnte bevegelige objekt med en relativt høy presisjon.

Det er imidlertid nødvendig å legge til nøyaktige målinger av universell tid, som kan vise seg å være komplekse og noen ganger dyr å implementere ved nivået til mottageren, f.eks. arrangert i toget. Videre skal det bemerkes at det er nødvendig for de ulike satellittene å tilhøre samme konsentrasjon og å bruke samme

5 referansetid.

På grunn av dette blir en fjerde satellitt generelt brukt, som tillater nøyaktig lokalisering av objektet som er aktuelt for å løse systemet med fire ligninger med fire ukjente, for dermed å oppnå de tre koordinatene til punktet som er aktuelt samt verdien til tiden.

10 I realiteten blir, på basis av kunnskap til koordinatene til disse satellittene, et estimat lagd ved å beregne avstanden som separerer nevnte satellitter fra mottagerobjektet hvilken lokasjon er tiltenkt til å bli estimert.

Ulike strategier for å øke kvaliteten og/eller kvantiteten av informasjonen som blir brukt, i både sivile og militære felt, har gjort det mulig å forbedre presisjonen til

15 disse målingene.

Med hensyn til dette kan blant annet det følgende bli nevnt:

- økning av antall satellitter involvert i målingene (inkludert på bakken),
- korrelasjon mellom suksessive målinger for å redusere tyngden av spesielle årsaker til feil,
- 20 - radiokringkasting (via satellitter eller på annen måte) til lokal korreksjonsinformasjon (DGPS, WAAS, f.eks.),
- økning av presisjonen til timingen av målinger med synkronisering med bærebylgene til satellittene,
- bruk av vedlikehold og kontrollinformasjon kringkastet av
- 25 bakkeovervåkningsnettverk eller nettverk til konstellasjonene av satellittene.

Disse ulike enhetene med informasjon blir kompilert for å bedre så mye som mulig den mest sannsynlige verdien til posisjonen av objektet som er av interesse for å øke dens presisjon.

Videre har koding og autokorrelasjonsteknikker også blitt foreslått for å sørge for beskyttelse mot elektromagnetiske forstyrrelser eller falske hendelser som er tilbøyelig å skje når målinger blir tatt.

30

Til slutt kan, for spesielle applikasjoner, satellittlokasjonssystemene bli supplert med supplerende sensorer, som videre kan forbedre kvantiteten eller kvaliteten til tilgjengelig informasjon, f.eks. atmosfæriske trykksensorer i aeronautikk, tog-akslingsrotasjonssensorer koblet til en dopplerradar, delvis eller totale treghtsstasjoner, etc.

35

Det er derfor et mål med den foreliggende oppfinnelsen å beskrive en fremgangsmåte og en innretning som tillater sikker lokasjon og/eller posisjonering

av et objekt, og dermed også til et kjøretøy slik som et tog som beveger seg på en kjent bane.

Uttrykket sikker lokasjon er tiltenkt å bety lokasjonen, eller mer presist ikke tilstedeværelsen av et tog på utsiden av sonen som er redefinert ved hver beregning, med et feilnivå på mindre enn 10^{-9} og fortrinnsvis i stand til å nå 10^{-12} .

Den foreliggende oppfinnelsen omhandler en fremgangsmåte for å bestemme lokasjonen og/eller posisjonen til et objekt, som består av et tog, og dette sikkert med hensyn til jernbanetransport, og hvor lokasjonen og/eller nevnte posisjon av nevnte objekt blir bestemt ved en gyldig beregning ved en gitt tid basert på, på den ene siden en elementær måling som involverer i det minste én satellitt for hver og, på den andre siden, på en sikker kartlegging av nevnte kjente bane.

Fortrinnsvis gjør nevnte sikre kartlegging det mulig å oppnå to forhold med tre ukjente som representerer koordinatene til nevnte objekt hvilken lokasjon og/eller posisjon er tiltenkt å bli fastslått, mens i det minste et annet forhold mellom de samme tre ukjente blir oppnådd ved hjelp av informasjon sendt av i det minste én satellitt hvilken posisjon er kjent.

Mer presist, relaterer foreliggende oppfinnelse seg til en fremgangsmåte hvor hver elementærmåling består i å bestemme et individuelt domene per måling langs nevnte bane mellom to avstandspunkter, hvor hvert domene avhenger av standardavviket til tidsmålingsfeilene til nevnte elementære måling, hastigheten til lys, en koeffisient linket med koordinatene til nevnte aktuelle satellitt og banen til sporet, og en veiefaktor som definerer geometrien til feilfordelingen av enhver målingsregistrering, slik at sannsynligheten av ikke tilstedeværelse av toget i nevnte individuelle domene blir forhåndsdefinert.

Fordelektig blir hver måleregistrering redundant, noe som gjør det mulig å bestemme et flertall av individuelle domener ved et flertall av elementære målingsregistreringer utført samtidig ved den samme gitte tiden, som er basert på forskjellige satellitter eller på par av satellitter.

I henhold til en første utførelse, vil en elementær måling bli utført ved hjelp av et par av satellitter som bruker samme referansetid. Fortrinnsvis vil paret av satellitter tilhøre samme konstellasjon.

I henhold til en annen foretrukket utførelse, vil en elementær måling bli utført ved hjelp av i det minste én satellitt som tilhører en konstellasjon og en mottager linket med objektet som beveger seg langs den kjente banen, hvor nevnte mottager har en klokke synkronisert med referansetiden til nevnte konstellasjon som satellittene tilhører.

Dette betyr at det er tilstrekkelig å øke antall satellitter for å ta et flertall av elementære målinger samtidig.

Fortrinnsvis er tilstedeværelsen av et felles domene bestemt, hvilket er definert som krysningspunktet av, og fortrinnsvis av alle, ulike individuelle domener. Spesielt fordelaktig blir individuelle domener som ikke har noen felles punkter med det felles domenet forkastet.

- 5 Dermed vil, dersom det er et ikke-null fellesdomene, domenet med mulig tilstedeværelse av det bevegelige objektet bestemt som en union av ikke-forkastede individuelle domener.

10 Det er fra dette utledet at sannsynligheten for tilstedeværelse utenfor unionen av domener blir definert som produktet av sannsynligheten av ikke-tilstedeværelse i de kjente individuelle domenene.

I henhold til en foretrukket utførelse, avhenger de individuelle domenene som definerer unionsdomenet på en parameter som definerer geometrien til en feilfordeling som er større eller lik til parameteren valgt for å bestemme de individuelle domenene som definerer fellesdomenet.

- 15 Oppfinnelsen kan innlemmes i en innretning for å bestemme lokasjonen og/eller posisjonen til et objekt, fortrinnsvis et kjøretøy slik som et tog, som beveger seg langs en kjent bane, og dette sikkert med hensyn til jernbanetransport, omfattende i det minste:

20 - utstyr assosiert med nevnte objekt, nevnte objekt omfatter i det minste én sentral datamaskin, i det minste én mottager/dekoder for signaler som kommer fra én eller flere satellitter, et radiogrensesnitt og en database som omfatter mappingen til banen som nevnte objekt har,

25 - sentralt utstyr som omfatter en sentral datamaskin, én eller flere radiogrensesnitt, et buss-system, en database som omfatter mappingen til banen, en applikasjon for å håndtere modifikasjonene av nevnte mapping og i det minste et konsoll, så vel som bevegelig objekt/sentralutstyr og menneske/bevegelig objekt grensesnittelementer.

Fordelaktig, omfatter mottager/dekoder en klokke synkronisert med referansetiden til konstellasjonen av satellitter.

- 30 Fortrinnsvis omfatter innretningen en oppfinnelse som videre har et flertall av komplementære sensorer.

Fortrinnsvis er det sentrale utstyr i tillegg bærbart.

35 fremgangsmåten for å bestemme lokasjonen og/eller posisjonen til et objekt, og mer spesielt til et tog, som beveger seg langs en kjent bane, kan faktisk bli tolket i henhold til to forskjellige moder for operasjon:

- lineærmoden, når toget kjører langs sporet uten noen forgreninger i nærheten av dens posisjon, og

- topologimoden, når toget skal inn i en svitsjepunktsone eller når det ikke ennå er mulig å være sikker på at den har forlatt denne.

Den foreliggende oppfinnelsen omhandler mer presist til lokaliseringen av tog som beveger seg i en lineær mode.

- I tilfelle bevegelse i topologisk mode, dvs. f.eks. i en svitsjepunktsone, blir eksempler på implementering beskrevet under som gjør det mulig å vende raskt fra den topologiske moden til den lineære moden, og dermed anvende fremgangsmåten i henhold til den foreliggende oppfinnelsen.

Selvfølgelig kan en generalisering til en kjøretøysbevegelse langs en kjent bane bli utført, f.eks. til en båt som beveger seg på et kanalnettverk, en bil som beveger seg på en motorvei hvor nøyaktig bane er kjent etc.

- Det skal bemerkes at, i tilfelle med jernbanesignalisering, er banen til objektet, og mer presist til toget kjent med presisjon og sikkerhet. Det er derfor rett og slett presserende å sjekke at toget ikke nærmer seg et farlig punkt (spesiell seksjon på sporet) og å signalisere dets tilstedeværelse til toget som følger det, inntil det siste kan entre uten noen risiko for å kollidere med det.

- Oppdateringstiden i et jernbanesystem bør være på det meste fra ett til noen sekunder.

- I den lineære moden blir toget lokalisert med hensyn på et domene definert av to avstandspunkter, dvs. som et konfidensintervall definert av to kurvelineære koordinater hvor, for et identifisert spor hvor den eksakte banen er kjent (eller i det minste dersom ikke den eksakte banen, den sannsynlige banen i den sikkerhetsmessige tolkningen av uttrykket), er det mulig å definere en ikke-tilstedeværelse av et tog med et feilnivå som er så lite som mulig.

- Kartleggingen av sporet gir to sikre kjente ligninger mellom tre koordinater (høyde, breddegrad og lengdegrad). Kartleggingen blir lagret i en sikker database og blir lastet ombord på toget ved starten av tjenesten, mens det garanteres for integriteten til innholdet ved hjelp av konvensjonelle jernbanetransportsikringsmidler: koding, redundans. Dens oppdatering, når det er passende, blir fortrinnsvis håndtert av en passende protokoll.

- Den tredje ligningen vil være gitt av en elementær måling som involverer i det minste én satellitt, og fortrinnsvis et par av satellitter. Det er:

- enten en måling av transmisjonstiden mellom en satellitt og mottageren arrangert ved hjelp av det bevegelige objektet (toget), som definerer avstanden mellom nevnte satellitt og mottageren, dette blir gjort i det tilfellet at nevnte mottager har en klokke synkronisert med konstellasjonen som satellittene tilhører,
- eller målingene av ulikheten mellom transmisjonstidene til hver av satellittene til et par av satellitter og deres mottager arrangert i det bevegelige objektet (toget), i det tilfellet hvor nevnte mottager ikke er tilveiebragt med en klokke synkronisert med referansetiden til konstellasjonen som satellittene tilhører.

- Det skal bemerkes at, i det tilfellet hvor registrering av elementære målinger ved hjelp av to satellitter, tilhørende fortrinnsvis den samme konstellasjonen, eller at i det minste to konstellasjoner blir brukt som samme referansetid, vil det ikke være nødvendig for mottageren arrangert i toget å ha en klokke synkronisert med dens referansetid.
- Omvendt i det tilfellet hvor en elementærmåling blir utført med en enkelt satellitt, er det essensielt for mottageren arrangert i toget å bli tilveiebragt med en klokke synkronisert med referansetiden til konstellasjonen som satellittene tilhører.
- Dette øker implementeringskostnadene til fremgangsmåten i henhold til den foreliggende oppfinnelsen, men vil redusere antall av satellitter som er nødvendig for hver elementære måling.
- Under en elementærmåling ($i = 1$), vil derfor et forsøk bli utført for å bestemme, ved å bruke et system av ligninger (tre eller fire) med et flertall av ukjente (tre eller fire), posisjonen av nevnte bevegelige kjøretøy, eller mer presist domene D_i definert på banen til to avstandspunkter $M_{\min}^i$ og $M_{\max}^i$, som blir telt fra en referanse som er vilkårlig men unik for hver linje, og som er separert av en distanse:
- $$2 \eta_a c \sigma_i \alpha_i, \text{ hvor}$$
- η er en dimensjonsløs koeffisient som definerer geometrien til feilfordelingen,
 - c er hastigheten til lyset,
 - σ_i er det kjente standardavviket til tidsmålingsfeilene, og
 - α_i er dimensjonsløs koeffisient linket med koordinatene til satellittene og med banen til sporet.
- Dersom σ_i beskriver det kjente standardavviket til tidsmålingsfeilene under denne første elementære målingen, utført f.eks. ved hjelp av et første par av satellitter, så kan $\pm \eta_a \sigma_i$ bli sett på som grensen til målefeilen med sannsynligheten P_a (10^{-2} til 10^{-4} f.eks.) som definerer η_a som dimensjonsløs koeffisient som tillater antagelsen til å bli gjort slik at fordelingen er gaussisk når en elementærmåling blir tatt.
- Vanligvis er η_a mellom 1 og 4, og fortrinnsvis mellom 2 og 3. Spesielt dersom η_a er for stor, minker dette stringentetskriteriet på målingene, dvs. den minker feilnivåsannsynligheten. Omvendt dersom η_a er for liten, er risikoen til at målingen ikke konvergerer og derfor på avslag av nevnte elementære måling minket.
- η_a og antall av elementære målinger (og derfor antallet av satellitter som blir brukt) trenger å bli valgt for å oppnå de forhåndsdefinerte sannsynlighetstilstandene.
- Det skal bemerkes at σ_1 inkluderer de tilfeldige fordelingsfeilene linket, f.eks.:
- med utbredelseshastigheten til bølgen i ionosfæren og troposfæren,
 - med de relative kalibreringsfeilene til de interne klokkene til satellittene,
 - med feilene mellom deres faktiske posisjon og deres sendte posisjon,

- med synkroniseringsfeilene til de mottatte meldingene,
- etc.

Den elementære målingen blir repetert k ganger (med k satellitter eller k forskjellige par av satellitter).

- 5 De k elementære målingene kan bli utført ved å bruke forskjellige konstellasjoner. Dette bestemmer domenene $D_{2a}/\dots D_{ka}$ av samme slag som D_{1a} .

- 10 Dersom alle disse domenene D_i^a inneholder et undersett av avstandspunkter som er felles for dem, er felles domenet D_0^a definert som krysningen av to domener D_i^a . I dette tilfellet er parameterne til undersystemet av satellitter som blir brukt i sin normale operasjonsmode, i det minste for målingen som er nødvendig ved dette tidspunktet. Dette kan bli påtvunget som en nødvendig tilstand i beregningsalgoritmen.

- 15 Videre dersom D_0^a eksistenstilstand er tilfredsstilt, kan sannsynligheten av å ha en ukjent uregelmessighet i undersettet av satellitter som blir brukt bli sett bort fra; en slik uregelmessighet vil kunne lede til en måling som er ugyldig, eller til underestimering av feilsannsynligheten i det beregnede domenet. I det omvendte tilfellet, kan komplementære målinger bli brukt ved å bruke én eller flere tilleggssatellitter.

- 20 Det skal bemerkes at forklaringen tilpasset over er utført på bakgrunn av par av satellitter. Den samme begrunnelsen kan selvfølgelig bli utført ved hjelp av individuelle satellitter som opererer interaktivt med en mottager, så lenge som mottageren selv har en klokke synkronisert med referansetiden til konstellasjonen som satellitten eller satellittene tilhører. Imidlertid er anvendelsen av en klokke synkronisert med referansetiden til konstellasjonen, slik som en caesium-klokke, fremdeles relativt dyr og det er mest sannsynlig at denne løsningen ikke vil være direkte overveid.

- 30 Dersom til slutt satellittparene som blir brukt tilhører andre konstellasjoner, eller dersom passende fremvisningsmidler gjør det mulig å være sikker på at det ikke er noen felles modefeil innenfor en gitt konsentrasjon, så vil sannsynligheten for at den faktiske lokasjonen er utenfor et unionsdomene: D_u^b (definert som unionen av individuelle domener D_i^b : $2 \eta_b \subset \sigma_i \alpha_i$) vil på det meste være lik til $(P_b)^k$, som gir tilgang til feilsannsynlighetene som spenner fra 10^{-9} til 10^{-12} som er nødvendig.

- 35 Koeffisientene η_b er definert med $\eta_b \eta_a$, slik at sannsynligheten P_b har en lokasjon på utsiden av domenet $2 \eta_b \subset \sigma_i \alpha_i$ kan bli valgt til å være så liten som mulig (10^{-3} til 10^{-6} f.eks.).

Innenfor en gitt konstellasjon, kan ikke-tilstedeværelsen av fellesmodefeil bli bestemt, f.eks. ved å se på posisjonen til kjente faste stasjoner på bakgrunn av samme par av satellitter. En uregelmessighet kan bli kommunisert til togene enten

via kommandoposten eller via lokal radiolink. Tiden som er nødvendig for denne operasjonen må da bli lagt til konstellasjonstiden per se.

Som allerede beskrevet over, bør bevegelsen av et tog i en topologisk mode så raskt som mulig bli omgjort til en bevegelse i en lineær mode, slik at fremgangsmåten i henhold til den foreliggende oppfinnelsen kan bli implementert.

Dersom f.eks., et tog følger et annet tog og sporet mellom de to ikke inneholder noen svitsjepunkter, blir posisjonen til toget bak utført eksklusivt i lineær mode; dens tillatte grense av bevegelse vil bli beregnet på bakgrunn av mulig kunnskap til bakenden av toget foran det, som kan involvere direkte eller indirekte dialog med dette toget.

Likeledes, når et tog kjører mot et svitsjepunkt, gir systemet det sikkerheten om at det ikke er noen andre objekter mellom svitsjepunktet og seg selv, som tillater det f.eks. å ta kontroll av et (enkeltlinje) symbol assosiert med svitsjepunktene.

Når den har kontroll på dette tegnet, kan den forandre svitsjepunktet i henhold til ruten som er designert av kontrollsenteret for dette toget. Ved å ha bekreftelse på at svitsjepunktet er låst til den nødvendige posisjonen, er topologien til sporet for dette toget i utkanten av svitsjepunktet kjent: situasjonen har derfor blitt omstilt til det tidligere tilfellet og lokasjonen kan igjen operere i den lineære moden, bortsett fra det faktum at det er nødvendig å forandre referanseavstandspunktet etter å ha krysset svitsjepunktet for å låse den til det nye sporet som blir tatt.

Signalet blir gitt tilbake til svitsjepunktet når det er et faktum at enden av toget har forlatt det og har blitt registrert; det er da tilgjengelig for toget som følger etter det.

Det å gi tilbake signalet vil ofte føre til en forandring av kartleggingen (nye kjente baner).

For å konkludere, har situasjonen i dette eksempelvis tilfellet blitt omgjort til en lineær bevegelsesmode.

Fig. 1 representerer utstyret som er nødvendig ombord på toget for å implementere fremgangsmåten i henhold til den første utførelse.

Fig. 2 representerer utstyret som er nødvendig på sporet for å implementere fremgangsmåten i henhold til en første utførelse.

Fig. 3 representerer utstyret som er nødvendig ved en sentral post for å implementere fremgangsmåten i henhold til en første utførelse.

Blant ulike utførelser av fremgangsmåtene i henhold til den foreliggende oppfinnelsen, er den beskrevet under den mest representative. Den blir beskrevet med referanse til figurene nevnt over, som respektivt beskriver spesifikke eller tilpassede elementer som blir arrangert ombord på toget, i sporet og ved kontrollposten.

Fig. 1 representerer utstyret som er nødvendig ombord på toget for å implementere fremgangsmåten i henhold til en første utførelse, i en versjon som ikke er redundant for å forbedre tilgjengeligheten.

5 Spesifikt, avhengig av teknologien til satellittmottageren som blir brukt og deres dekker, kan dette utstyret bli duplisert slik at sendt informasjon som omhandler de ulike satellitter ikke kan bli affektert av feil på en opplagt koherent måte.

Toggrensesnittsenheten (TIU) element 1 er implementert i det tilfelle hvor en togbeskyttelsesfunksjonalitet (ATP) blir lagt til systemet.

10 Menneske til maskingrensesnittet (MMI) element 2 er normalt tilstede for dialog med føreren. Det vil bli utelatt i tilfelle med et strengt beskyttelsessystem, som ikke er assosiert med signalisering i vognen. To vogner for et gitt tog kan være utstyrt ved å bruke samme sikre datamaskin 10.

15 Kartleggingen 3 av sporet er et minneområde håndtert av sikkerhetsdatamaskinen 10 under normal operasjon, og videre med en prosedyre for å sjekke dens innhold via radioen 4 og den sentrale posten ved start av tjenesten. Dersom en oppdatering er nødvendig, blir en passende prosedyre satt ut i live. Dette kan involvere vurdering av kjører via et menneske til maskingrensesnittelement 2.

Radioen 4 er et standard grensesnitt for en bakkebasert togradio av analog eller digital type (f.eks. GSM-R).

20 Den sikre datamaskinen 10 (ved det sikre prinsipp med hensyn til jernbanetransport) bruker de konvensjonelle teknologiene: koding (NISAL eller FIDARE, f.eks.) eller redundans (2 av 2), som i tillegg er assosiert med redundansen for å forbedre tilgjengeligheten (1 av 2, 2 av 3, 2 av 4).

25 Den sikre datamaskinen er i forbindelse med mottageren/dekoderen til den første satellitten 5 og mottageren/dekoderen til den andre satellitten 6. Vanligvis er disse mottagerne/dekoderne multikanalmottagere/dekodere og kan samtidig ha linker med et flertall av satellitter.

30 I henhold til en annen utførelse, er det tilstrekkelig å tilveiebringe én mottager/dekoder arrangert i toget og ha en klokke synkronisert med referansetiden til konstellasjoner av satellitter. I dette eksempelvis tilfellet, er en enkelt satellitt tilstrekkelig for hver måleregistrering.

Versjoner med forbedret tilgjengelighet er produsert ved å legge til, i henhold til behovene:

- 35 - tilleggsmottagere,
- et tilleggsradiogrensesnitt,
- en redundant arkitektur for sentral datamaskin (hvilket minne utfører kartleggingen),

- en spesiell eller komplett redundant arkitektur for menneske til maskingrensesnitt (MMI) element og toggrensesnittenhet (TIU) element.

Versjoner med forbedret posisjon blir produsert av tillegg lagt til komplementære sensorer 7 (akselerasjon, gyroskoper, dopplerradarer, etc.).

- 5 Fig. 2 representerer en basisversjon som kan være redundant for å gjøre det mulig å forbedre tilgjengeligheten av hovedobjektkontrollerutstyret som er nødvendig på sporet.

- Dersom nødvendig, kontrollerer objektkontrolleren 20 den relevante komponenten 22 i sporet (objekt) og mottar vedkommende sjekker og tilstandsvariabler fra den.
10 Den håndterer signalet 23 og beholder det når det ikke blir brukt av toget eller av portabelt eller spesialisert utstyr. Radiogrensesnittet 24 er likt til annet utstyr ombord.

I det tilfellet hvor det er utstyr ombord, kan ulike versjoner med redundans bli lagret.

- 15 Det er også mulig å forutsi sporutstyr som er portabelt og tiltenkt for arbeidsmannen på sporet og for spesifikke nødinteraksjoner med trafikken. Spesielt muliggjør det arbeidsmannen til å finne hvor de er på nettverket uten å risikere feil, for sikkert å påtvinge den passende trafikkbegrensningen (og for å kansellere dem til slutt) og i tillegg å motta advarsler om tog som nærmer seg.

- 20 I én av de mulige utførelsene, er arkitekturen til dette utstyret svært lik til utstyret ombord.

- Funksjonalitetene til menneske til maskingrensesnittet (MMI) elementet er modifisert: de inneholder ikke de som er basert på dynamisk informasjon av utstyret (målavstand, hastighet, etc.), men i stedet tillater de spesifikke operasjoner på
25 signalene til systemet.

Toggrensesnittsenheten (TIU) elementet blir et grensesnitt for å kringkaste (f.eks. ved lyd) om et tog som nærmer seg.

- For å øke presisjonen i nærheten av kritiske plasser (stasjonsinnganger f.eks.) eller med det formål å fremvise konstellasjonen som blir brukt, kan utstyr som er tillegg
30 til en fast sporlokasjon bli arrangert på passende plasser. Igjen er dette utstyret svært likt til det som er beskrevet i fig. 1, men i dette tilfellet inkluderer det hverken toggrensesnittenhets- (TIU) element eller menneske til maskingrensesnitts- (MMI) element. Videre, er det ikke i prinsippet tilveiebragt noen signalhåndteringsfunksjonaliteter, men det er tiltenkt kun for kommunikasjon, ved
35 forespørsel av togene eller den sentrale posten, det instantane lokasjonsavviket (lineær lokasjon) for hvert par av satellitter som blir brukt av systemet som den kan plukke opp. Disse avvikene blir brukt for å redusere konfidensinnholdet til målingene og for å validere satellittene som blir brukt.

Fig. 3 beskriver den sentrale posten i henhold til en foretrukket utførelse, som er karakterisert ved at et minimum antall funksjoner blir prosessert sikkert. Bortsett fra kartleggingskontrollen, er basisfunksjonene til utstyret implementert uten å ty til sikkerheten ved den sentrale stasjonen.

- 5 I praksis kan sikkerhetsutstyr 40, 41, 42, 43, 44 bli lagt til for å implementere tilleggfunksjoner fra den sentrale datamaskinen 30: sikkerhet for arbeidsmenn på sporet, ulike beskyttelser, fjernstyrte funksjoner for kompatibilitet med utilstrekkelig utstyrte maskiner, backup i tilfelle feilfunksjon, etc.
- 10 Håndteringen av kartleggingen 33 blir utført på utsiden av sanntid, men sikkert av dedikert utstyr 38.
- 15 Organiseringen av systemet (egenskaper for togene, instruksjoner til dem for etablering av de ulike objektkontrollerne for å ta de relevante signalene fra dem, etc.) bli utført av den sentrale datamaskinen og operatøren via et operativt overvåkningskonsoll 42, og i henhold til de forhåndsetablerte tidstabellene via tidstabellhåndteringskonsoll 41.
- 20 Vedlikeholdsframvisningen og den spesifikke innblanding (nødhendelser, backup for spesielt mangelfulle tog, etc.) kan bli utført via spesialiserte konsoller 40, 41, 42, 43, 44 (som representert i fig. 3) eller f.eks. via samme konsoll som den operasjonelle overvåkingen. Spesielt trenger det totale antall av konsoller 40, 41, 42, 43, 44 å bli tilpasset til installasjonsbehovene.
- Radiogrensesnittene 34, 35, 36 setter den sentrale datamaskinen 30 og satellittene i kommunikasjon via en radiobuss 37, som generelt er redundant.

PATENTKRAV

1. Fremgangsmåte for å bestemme lokasjonen og/eller posisjonen til et objekt, som består av et tog, og dette sikkert med hensyn til jernbanetransport, og hvor lokasjonen og/eller nevnte posisjon av nevnte objekt blir bestemt ved en gyldig
5 beregning ved en gitt tid basert på, på den ene siden en elementær måling som involverer i det minste én satellitt for hver og, på den andre siden, på en sikker kartlegging av nevnte kjente bane,
karakterisert ved at den nevnte elementære målingen (i) består i å bestemme et individuelt domene (D_i) per måling langs nevnte bane mellom to
10 avstandspunkter ($M_{\min}^i$ og $M_{\max}^i$), hvor hvert domene avhenger av standardavviket (σ_i) til tidsmålingsfeilene til nevnte elementære måling (i), hastigheten til lys (c), en koeffisient (α_i) linket med koordinatene til nevnte aktuelle satellitt og banen til sporet, og en veiefaktor (η) som definerer geometrien til feilfordelingen av enhver målingsregistrering, slik at sannsynligheten (P_i) av ikke tilstedeværelse av toget i
15 nevnte individuelle domene (D_i) blir forhåndsdefinert.

2. Fremgangsmåte i henhold til krav 1,
karakterisert ved at nevnte sikre kartlegging gjør det mulig å oppnå to forhold med tre ukjente som representerer koordinatene til nevnte objekt hvilken
20 lokasjon og/eller posisjon er tiltenkt å bli bestemt, mens i det minste et annet forhold mellom de samme tre ukjente blir oppnådd ved hjelp av informasjonen sendt av i det minste én satellitt hvilken posisjon er kjent.

3. Fremgangsmåte i henhold til ett av de foregående kravene,
25 karakterisert ved at den elementære målingsregistreringen er redundant.

4. Fremgangsmåte i henhold til krav 3,
karakterisert ved at et flertall av individuelle domener (D_i) er bestemt av et flertall av elementære målingsregistreringer (i) utført samtidig ved den samme
30 gitte tiden, som er basert på ulike satellitter eller på par av ulike satellitter.

5. Fremgangsmåte i henhold til krav 4,
karakterisert ved at antall satellitter blir øket for å registrere et flertall av elementære målinger samtidig.

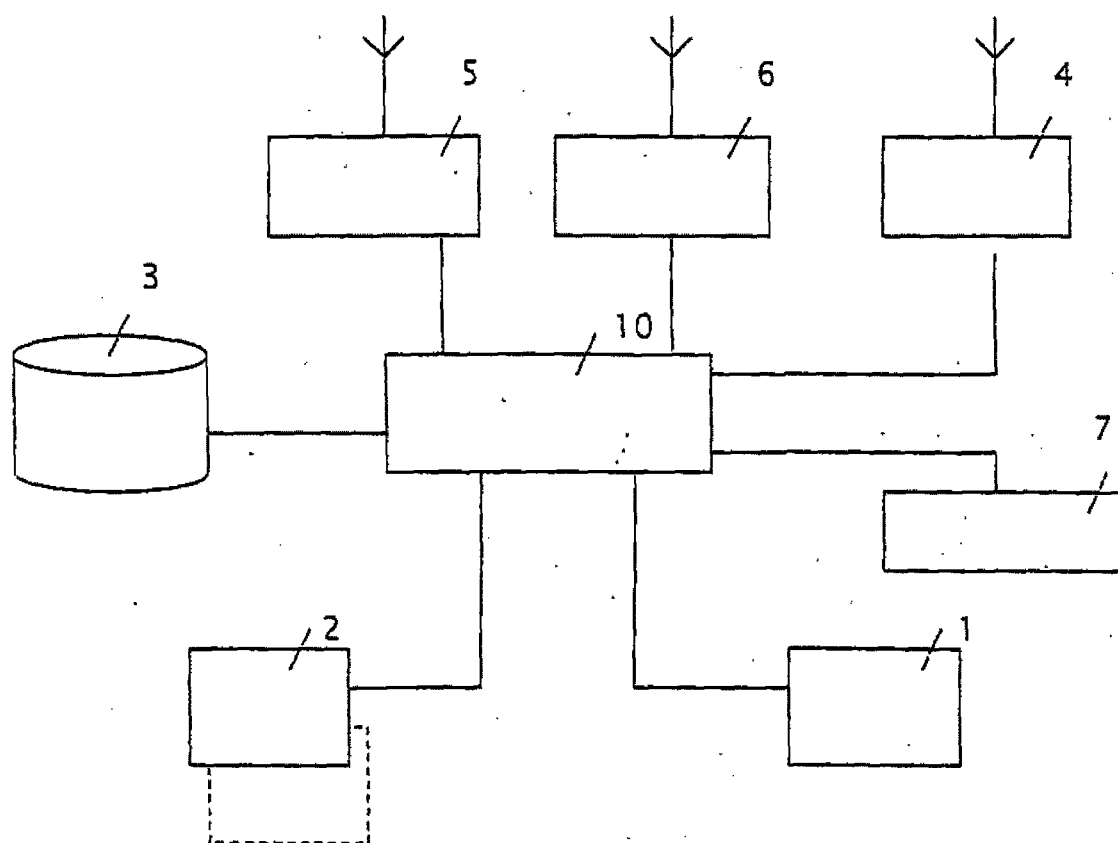
- 35 6. Fremgangsmåte i henhold til krav 4 eller 5,
karakterisert ved at eksistensen av et felles domene (D_0) blir bestemt,

som er definert av kryssningen til, og fortrinnsvis til alle ulike individuelle domener (D_i).

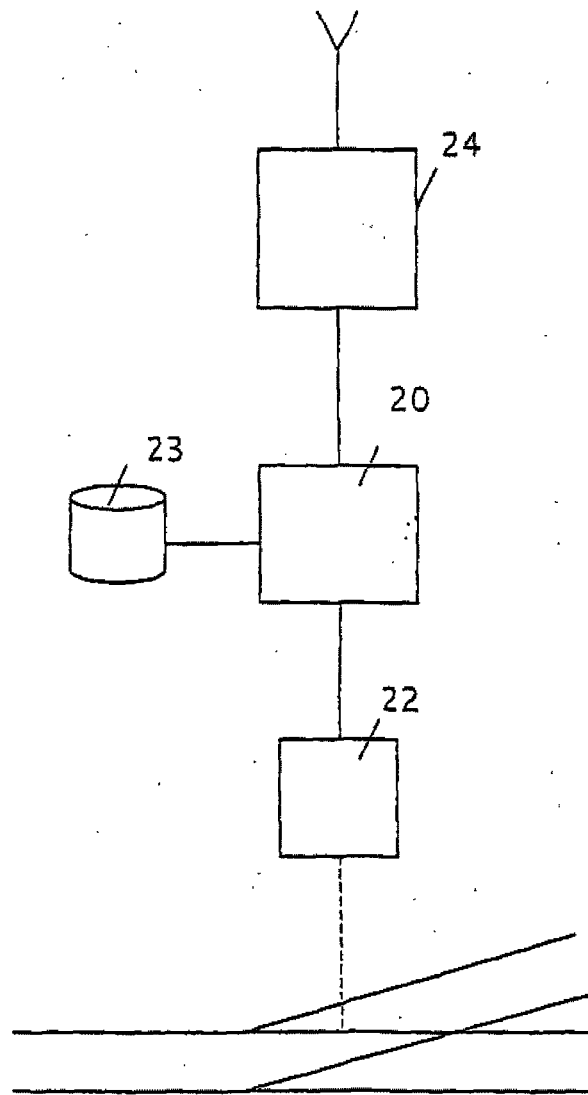
7. Fremgangsmåte i henhold til krav 6,
5 k a r a k t e r i s e r t v e d at individuelle domener (D_i) som ikke har noe punkt felles med fellesdomenet (D_0) blir forkastet.
8. Fremgangsmåte i henhold til krav 6 eller 7,
10 k a r a k t e r i s e r t v e d at et domene (D_u) som er unionen av de ikke forkastede individuelle domene (D_i) blir bestemt som domene av mulig tilstedeværelse.
9. Fremgangsmåte i henhold til krav 8,
15 k a r a k t e r i s e r t v e d at sannsynligheten for ikke tilstedeværelse i uniondomenet (D_u) er multipliseringen av sannsynlighetene for ikke tilstedeværelse i de kjente individuelle domenene (D_i).
10. Fremgangsmåte i henhold til krav 8 eller 9,
20 k a r a k t e r i s e r t v e d at de individuelle domenene (D_i^b) som definerer unionsdomenet (D_u) avhenger av en parameter (η_b) som definerer geometrien til feilfordelingen som er større enn eller lik til parameteren (η_a) valgt for å bestemme de individuelle domenene (D_i^a) som definerer fellesdomenet (D_0).
11. Fremgangsmåte i henhold til ethvert av de foregående kravene,
25 k a r a k t e r i s e r t v e d at en elementærmåling blir utført ved hjelp av i det minste et par av satellitter som bruker samme referansetid.
12. Fremgangsmåte i henhold til krav 11,
30 k a r a k t e r i s e r t v e d at paret av satellitter som brukes for en elementærmåling tilhører den samme konstellasjonen.
13. Fremgangsmåte i henhold til et av kravene 1 – 9,
35 k a r a k t e r i s e r t v e d at en elementærmåling blir utført ved hjelp av i det minste én satellitt som tilhører en konstellasjon og en mottaker linket med objektet som beveger seg langs den kjente banen, nevnte mottager har en klokke

synkronisert med referansetiden til konstellasjonen som satellitten tilhører.

1/3

Fig. 1

2/3

Fig. 2

3/3

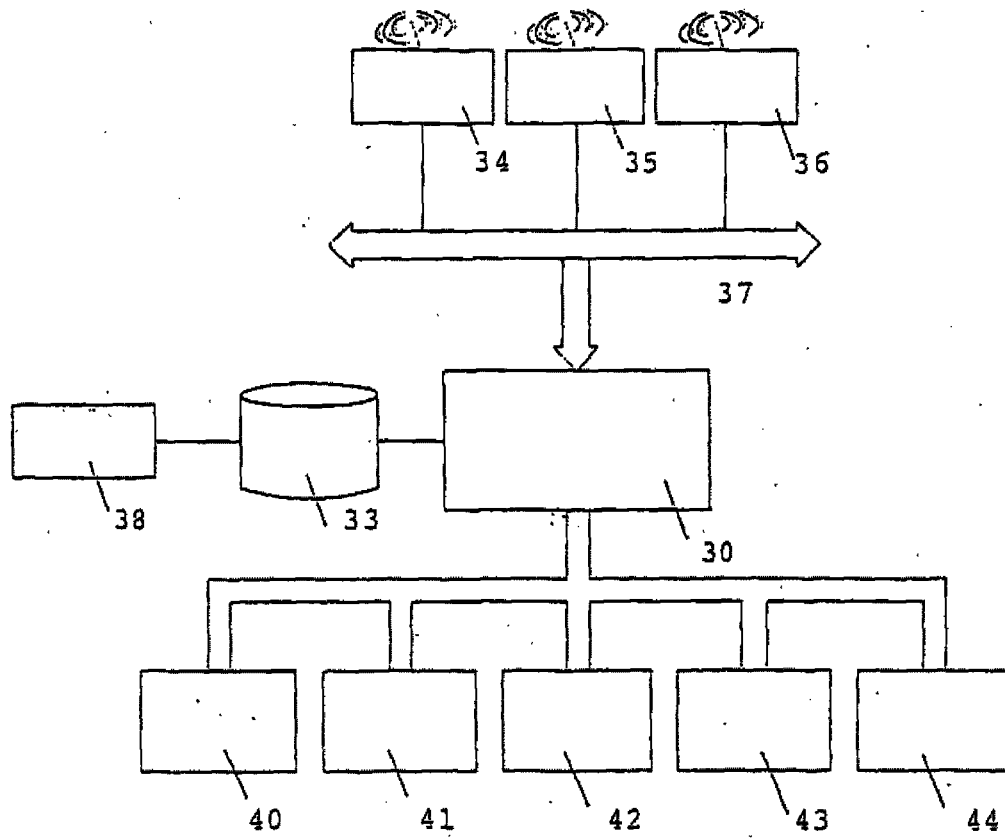


Fig. 3