



NORGE
[NO]

**STYRET
FOR DET INDUSTRIELLE
RETTSVERN**

[B] (11) UTLEGNINGSSKRIFT Nr. 136012

(51) Int. Cl.² G 05 D 1/02, B 63 H 25/04

(21) Patensøknad nr. 2830/73

(22) Inngitt 10.07.73

(23) Løpedag 10.07.73

(41) Alment tilgjengelig fra 11.01.74

(44) Søknaden utlagt, utlegningsskrift utgitt 28.03.77

(30) Prioritet begjært 10.07.72, Japan, nr. 68929/72

(54) Oppfinnelsens benevnelse Skipsautopilotssystem.

(71)(73) Søker/Patenthaver
KABUSHIKIKAISHA TOKYO KEIKI,
16-46, Minamikamata 2-chome,
Ohta-ku, Tokyo,
Japan.

(72) Oppfinner
ISAO MASUZAWA, Kuki-shi, Saitama-ken,
TSUNEO AWANO, Asahi-ku, Yokohama-shi, Kanagawa-ken,
KAZUTOSHI ONISHI, Asahi-ku, Yokohama-shi,
Kanagawa-ken, Japan.

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

(56) Anførte publikasjoner
BRD utl. skrift nr. 1296044
US patent nr. 2102513, 2719502, 2726621, 3311079,
3133520

Oppfinnelsen angår et skipsautopilotssystem omfattende en omformer for tilveiebringelse av et elektrisk signal som svarer til avvikelsen av et skips retning fra en innstilt kurs, en første anordning for tilveiebringelse av et elektrisk signal som svarer til en rorordre, og en servosløyfe som omfatter en servoforsterker og en reléliknende drivanordning for tilveiebringelse av en rorordre som svar på det elektriske signal fra den første anordning, idet servosløyfen tilføres et utgangssignal fra den nevnte omformer.

Et sådant skipsautopilotssystem er vanligvis forsynt med en værjusteringsanordning for å kompensere for et skips avvikelse fra en innstilt kurs på grunn av innvirkning av forskjellige ytre forstyrrelser som under skipets navigering forårsaker rulling, stamping, giring og liknende. Ved et tidligere kjent skipsautopilotssystem med en værjusteringsanordning blir et utgangssignal forsinket i forhold til et inngangssignal. Denne forsinkelse av utgangssignalet i forhold til inngangssignalet forårsaker en forringelse av stabiliteten for den automatiske styresløyfe og frembringelse av giring med lang periode. Som et resultat forårsakes økning av motstanden eller tap av fremdriftsenergi for et skip.

Det er et formål med oppfinnelsen å tilveiebringe et skipsautopilotssystem som er uten de nevnte ulemper ved de tidligere kjente anordninger, idet det omfatter en værjusteringsanordning som ikke forstyrrer systemets stabilitet, og hvor systemet har god kursholdende evne, samtidig som antall styreoperasjoner reduseres i forhold til den kjente teknikk.

Ovennevnte formål oppnås ved et skipsautopilotssystem av den innledningsvis angitte art, som ifølge oppfinnelsen er kjenne-

tegnet ved at det i den reléliknende drivanordning er sørget for en anordning for å gjøre drivanordningens av-spenning alltid i hovedsaken lik null og dens påspenning i hovedsaken lik dens hysteresespenning, og at en innstillingsanordning er anordnet i servoforsterkeren for innstilling av dennes forsterkning, slik at den spenning for det til servosløyfen tilførte utgangssignal som bringer den relélikende drivanordning i på-tilstand, kan endres i overensstemmelse med den forsterkning som er innstilt av den nevnte innstillingsanordning, og den utgangssignalspenning som bringer den reléliknende drivanordning i av-tilstand, holdes i hovedsaken lik null uavhengig av den innstilte forsterkning.

Oppfinnelsen skal beskrives nærmere i det følgende under henvisning til tegningene, der fig. 1 er et blokkdiagram av et konvensjonelt skipsautopilotsystem, fig. 2 er et kretsskjema som viser en hoveddel av et utførelseseksempel ifølge oppfinnelsen, fig. 3A og 3B er kurver som viser karakteristikken for et konvensjonelt skipsautopilotsystem, fig. 4A og 4B er kurver som viser karakteristikken for systemet ifølge oppfinnelsen, og fig. 5 viser kurver for forklaring av virkemåten for det konvensjonelle system og for systemet ifølge oppfinnelsen.

For oppnåelse av bedre forståelse av oppfinnelsen skal et eksempel på et tidligere kjent skipsautopilotsystem beskrives i det følgende under henvisning til fig. 1.

På fig. 1 betegner henvisningstallet 1 en adderer som frembringer en differanse eller avvikelse mellom et skips retning ψ og en innstilt kurs ψ_1 . Addererens 1 utgangssignal eller avdriftsvinkel $\psi_1 - \psi$ omformes til en tilsvarende elektrisk spenning E_2 ved hjelp av en omformer 2. Spenningssignalet E_2 tilføres deretter til en rorordreregnemaskin 3 for frembringelse av et spenningssignal E_3 som ved hjelp av et inngangsnettverk 4 omformes til et strømsignal I_4 . Et utgangssignal fra hele systemet eller en rorvinkel δ blir ved hjelp av en omformer 11 omformet til et spenningssignal E_{11} som deretter ved hjelp av et tilbakekopplingsnettverk 6 omformes til et strømsignal I_6 . Strømsignalet I_6 føres tilbake til et summasjonspunkt 5. Strømsignalene I_4 og I_6 mates gjennom summasjonspunktet 5 til en servoforsterker 7 som frembringer et tilsvarende spenningssignal E_7 som deretter tilføres til en reléliknende drivanordning 8. Når den reléliknende drivanordning 8 trer i funksjon, blir en styreanordning 9 for reversibel drift påvirket for å drive en kraftenhet 10 for å styre skipet med rorvinkelen δ .

I systemet på fig. 1 kan omformerne 2 og 11 være et potensiometer eller en kombinasjon av en synkromotor og en demodulator, eller en elektromagnetisk oppfangerkrets eller liknende. Den reléliknende drivanordning 8 kan være et mekanisk relé, en Schmidt-trigger, en sammenlikner eller en halvlederanordning for utøvelse av en relélikende operasjon, og styreanordningen 9 kan være et høy-effektrelé eller en halvlederanordning, såsom en reversblokkerende triodetyristor, en toveis triodetyristor eller en effekttransistor som har tilstrekkelig kapasitet til å drive kraftenheten 10. Som kraftenhet 10 kan det benyttes en likestrømsmotor, en vekselstrømsmotor eller en hydraulisk motor, og som rorordreregnemaskin 3 kan det benyttes forskjellige anordninger ut fra autopilotsystemets iboende egenskaper.

Idet det gjøres bruk av henvisningstallene for de respektive deler på fig. 1, kan utgangsspenningen E_7 fra forsterkeren 7 som forsterker feil i servosløyfen, uttrykkes ved følgende likning:

$$\begin{aligned} E_7 &= K_7 (I_4 - I_6) \\ &= K_7 \{K_2 K_4 F_3(S) (\psi_1 - \psi) - K_6 K_{11} \delta\} \quad \dots\dots (1) \end{aligned}$$

hvor $F_3(S)$ er karakteristikken for anordningen 3.

Dersom det antas at forsterkningen K_7 for forsterkeren 7 er tilstrekkelig stor, kan karakteristikken for det på fig. 1 viste skipsautopilotsystem uttrykkes ved følgende likning basert på likning (1):

$$\frac{\delta}{\psi_1 - \psi} = \frac{K_2 K_4}{K_6 K_{11}} F_3(S) \quad \dots\dots (2)$$

Karakteristikken $F_3(S)$ for rorordreregnemaskinen 3 er forskjellig avhengig av om autopilotsystemet utfører proporsjonal kontroll, proporsjonal + derivat-kontroll, eller proporsjonal + derivat + integral-kontroll. For eksempel for det tilfelle at autopilotsystemet utfører proporsjonal + derivat + integral-kontroller, uttrykkes karakteristikken $F_3(S)$ som følger:

$$F_3(S) = K_3 (1 + T_D S) (1 + \frac{1}{T_I S}) \quad \dots\dots\dots (3)$$

hvor T_D representerer en derivattid og T_I en integraltid.

I tillegg til innstillingsanordningen for derivat-tiden T_D og integraltiden T_I , er skipsautopilotsystemet forsynt med en anordning for regulering av proporsjonalitetskonstanten eller rorvinkelforholdinnstillingen. Dersom rorvinkelforholdet settes lik K_p , er dette rorvinkelforhold i ovenstående eksempel gitt ved følgende likning:

$$K_p = \frac{K_2 K_3 K_4}{K_6 K_{11}} \quad \dots\dots\dots (4)$$

Rorvinkelforholdet K_p kan følgelig justeres ved å variere hvilken som helst av størrelsene K_2 , K_3 , K_4 , K_6 og K_{11} . I dette tilfelle må det imidlertid tas hensyn til at følsomheten for autopilotsystemets inngangssignal eller avvikelsen ($\psi_1 - \psi$) ikke påvirkes av den justerte verdi for rorvinkelforholdsinstillingen. Med andre ord innstilles rorvinkelforholdet normalt ved å variere karakteristikken K_6 eller K_{11} , slik det vil fremgå av likningene (1) og (4).

I eksempelet på fig. 1 er det mulig at rorordre-regnemaskinen 3 kan være helt eller delvis innlemmet i inngangsnettverket 4.

Skipsautopilotsystemet er vanligvis forsynt med en innstillingsmekanisme, såsom en værjusteringsanordning. Et skip er utsatt for rulling, stamping, giring og liknende på grunn av forskjellige ytre forstyrrelser når det navigerer på sjøen, og disse unødvendige bevegelser forårsaker direkte eller indirekte avvikelsen eller avdriften av skipets retning fra den innstilte kurs. Inngangssignalet til autopilotsystemet eller avvikelsen ($\psi_1 - \psi$) inneholder følgelig en komponent av avvikelsen som er forårsaket av de ytre forstyrrelser. For å holde skipets retning på den innstilte kurs er det nytteløst å manøvrere roret som reaksjon på en sådan avvikelse med kort periode, og en sådan styring fører snarere til tap. Sådan unødvendig styring forårsaker kort levetid for en styremaskin,

en motor eller en solenoidventil i autopilotsystemets kraft-enhet, slik at det er nødvendig å unngå en styreoperasjon på grunn av sådanne ytre forstyrrelser med kort periode. Et avdriftssignal med lang periode forårsakes videre av oscillasjonen for autopilotsystemet som eksisterer av de ytre forstyrrelser, og denne amplitude kan bli høy, slik at det for å holde skipets retning på den innstilte kurs blir nødvendig å styre når avdriftssignalet overskrider en forutbestemt verdi, og således føre skipets retning tilbake til den innstilte kurs. Da avdriftssignalet i praksis inneholder en lang periode og en kort periode som er overlappet på hverandre, blir det når avdriftssignalet er mindre enn en forutbestemt verdi, ikke utført noen styring for å unngå unødvendig styreoperasjon, men når avdriftssignalet overskrider den forutbestemte verdi, blir en styreoperasjon utført for å føre skipets retning tilbake på den innstilte kurs. For dette formål er værjusteringsanordningen anordnet. I praksis utføres værjusteringen eller værinnstillingen ved hjelp av hvilken som helst av adderen 1, rorordreregnemaskinen 3 og inngangsnettverket 4, eller servoforsterkeren 7. Dersom værinnstillingen utføres ved hjelp av servoforsterkeren 7, krever dette ingen komplisert mekanisme eller noen ekstra krets, og værinnstillingen utføres dermed med en anordning av liten størrelse og med lave omkostninger. Denne metode har følgelig vært benyttet i stor utstrekning.

I det tidligere kjente skipsautopilotsystem blir et mekanisk relé eller et reléliknende drivelement som er dannet av et halvlederelement, såsom en transistor osv., benyttet som den reléliknende drivanordning 8 hvis karakteristikk er vist på fig. 3A, og værinnstillingen utføres ved å variere forsterkningen K_7 for servoforsterkeren 7.

Dersom servoforsterkerens 7 utgangssignal E_7 uttrykkes ved utgangssignalet E_3 fra rorordreregnemaskinen 3 og tilbakekoplingssignalet E_{11} , oppnås følgende likning:

$$E_7 = K_4 K_7 \left(E_3 - \frac{K_6}{K_4} E_{11} \right) \dots\dots\dots (5)$$

I likning (5) kan inngangsavvikalspenningen $(E_3 - \frac{K_6}{K_4} E_{11})$

som svarer til servofeilten, uttrykkes ved følgende likning:

$$E_e = E_3 - \frac{K_6}{K_4} E_{11} \dots\dots\dots(6)$$

Når servoforsterkerens 7 utgangssignal E_7 når på-nivået β og av-nivået α for den konvensjonelle, reléliknende drivanordning 8, blir anordningen 8 koplet på (ledende) henholdsvis av (ikke-ledende). Dersom inngangsavviksspenningen E_3 i på- og av-tilstandene settes lik $E_e - pA$ henholdsvis $E_e - AV$, frembringes følgende likning fra likningene (5) og (6).

$$\begin{aligned} |E_e - pA| &= \left| \frac{\beta}{K_4 K_7} \right| \\ |E_e - AV| &= \left| \frac{\alpha}{K_4 K_7} \right| \dots\dots\dots(7) \end{aligned}$$

Dersom justeringsskalaen for værjusteringsanordningen formes i omvendt forhold til den absolutte verdi av forsterkningen K_7 for servoforsterkeren 7 ($|K_7|$), kan karakteristikken for den konvensjonelle værjusteringsanordning vises på fig. 3B.

Dersom det antas at justeringsskalaen γ er lik γ_1 og inngangssignalet E_3 til inngangsnettverket 4 er en sinusbølge, blir responsen fra det konvensjonelle servosystem følgende: Dersom det for enkelhets skyld antas at $K_6 = K_4$ og $E_e = E_3 - E_{11}$, kan karakteristikken for et konvensjonelt autopilotsystem vises som en strektegnet linje på fig. 5. Dette betyr at spenningen E_{11} som er vist som en strektegnet linje a, kan anses å vise reaksjonen på utgangssignalet fra det tidligere kjente system som er vist på fig. 1.

En av manglene ved det tidligere kjente system er utgangssignalets forsinkelse i forhold til inngangssignalet, slik det fremgår av fig. 5. Denne forsinkelse av responsen innebærer at dersom den automatiske styring ved et skip utføres ved anvendelse av det tidligere kjente system, forringes stabiliteten for autopilotsløypen, og det genereres giring med lang periode med det resultat at det oppstår

motstandsøkning eller fremdriftsenergitap, hvilket er uøkonimisk for seilingen.

Et eksempel på den foreliggende oppfinnelse som er uten ulempen ved den tidligere kjente teknikk, skal beskrives i det følgende under henvisning til fig. 2 hvor tilsvarende elementer som på fig. 1 er betegnet med samme henvisningstall. På fig. 2 er bare vist delene 4, 5, 6, 7 og 8, men de andre deler er de samme som på fig. 1.

I den på fig. 2 viste utførelse består inngangsnettverket 4 av en motstand R_4 , og tilbakekopplingsnettverket 6 er sammensatt av en første seriekopling av en variabel motstand VR_6 for innstilling av rorvinkelforholdet og en motstand R_{61} , og en andre seriekopling av en kondensator C_6 og en motstand R_{62} for stabilisering av servosløyfen, idet de første og andre seriekoplinger er koplet parallelt med hverandre. Videre består servoforsterkeren 7 av en operasjonsforsterker A_7 , en variabel motstand VR_7 for innstilling av dennes forsterkning, en motstand R_{72} og en tilbakekopplingsmotstand R_{71} som er koplet som vist på fig. 2. Servoforsterkeren 7 inneholder videre en kondensator C_1 for støyfiltrering, dioder D_{71} og D_{72} , zenerdioder D_{73} og D_{74} og en motstand R_{73} som er koplet som vist på fig. 2 for å danne en krets for begrensnings av operasjonsforsterkerens 7 utgangssignal. På fig. 2 er det punkt som svarer til summasjonspunktet 5 på fig. 1, den negative inngangsklemme for operasjonsforsterkeren A_7 . En blokk 12 som inneholder blokkene 4, 5, 6 og 7, har således i prinsipp en driftskarakteristikk som er den samme som for en summasjonsforsterker av velkjent type. Summasjonsforsterkeren 12 har to inngangsklemmer 13 og 14 hvor den ene inngangsklemme 13 tilføres utgangssignalet E_3 fra rorordreregnermaskinen 3, mens den andre inngangsklemme 14 tilføres til tilbakekoplingssignalet $-E_{11}$. Ved en utgangsklemme 15 fra summasjonsforsterkeren 12 fremkommer utgangssignalet E_7 som tilføres til en inngangsklemme 16 i den reléliknende drivanordning 8. Av denne grunn kan summasjonsforsterkeren 12 benevnes som en servoforsterker i den viste utførelse. Dersom det for enkelhets skyld ses bort fra kondensatorene C_6 og C_7 , kan utgangssignalet

E_7 uttrykkes ved følgende likning:

$$E_7 = -\frac{VR_7 + R_{72}}{\gamma VR_7 + R_{72}} \cdot \frac{R_{71}}{R_4} (E_3 - \frac{R_4}{VR_6 + R_{61}} E_{11}) \dots\dots(8)$$

hvor γ angir stillingen for den bevegelige kontakt for den variable motstand VR_7 på sin vei som vist på fig. 2.

Som vist på fig. 2, omfatter den reléliknende drivanordning 8 en operasjonsforsterker A_8 , en diodebro som består av dioder D_{81} , D_{82} , D_{83} og D_{84} og som med sine ene diagonalkpunkter er koplet mellom utgangsklemmen og den negative inngangsklemme for operasjonsforsterkeren A_8 , motstander R_{86} og R_{87} som er koplet henholdsvis mellom en positiv elektrisk spenningskilde $+V$ og et av de andre diagonalkpunkter i diodebroen, og mellom en negativ elektrisk spenningskilde $-V$ og det andre av diodebroens diagonalkpunkter, en motstand R_{85} som er koplet mellom operasjonsforsterkerens A_8 negative inngangsklemme og jord, en seriekopling av motstander R_{83} og R_{84} som er koplet mellom operasjonsforsterkerens A_8 utgangsklemme og jord, og en seriekopling av motstander R_{81} og R_{82} som er koplet mellom anordningens 8 inngangsklemme 16 og forbindelsespunktet mellom motstanden R_{83} og R_{84} , idet forbindelsespunktet mellom motstandene R_{81} og R_{82} er koplet til operasjonsforsterkerens A_8 positive inngangsklemme.

Når inngangssignalet E_7 til anordningen 8 blir lik β ($E_7 = \beta$), stilles anordningen 8 i på-tilstand. På-nivået β er gitt ved følgende likning når motstandene R_{86} og R_{87} har samme verdi:

$$\beta = (1 + \frac{R_{81}}{R_{82}+R_{83} // R_{84}} \cdot \frac{R_{83}}{R_{83}+R_{84}}) \frac{R_{85}}{R_{85}+R_{86}} \cdot (V - V_D) - \frac{R_{81}}{R_{82}+R_{83} // R_{84}} \cdot \frac{R_{84}}{R_{83}+R_{84}} V_D \dots\dots(9)$$

hvor V_D er et spenningsfall i fremoverretning for dioden og symbolet $//$ representerer en parallell-motstand.

Dersom videre utgangssignalet fra operasjonsforsterkeren A_8 settes lik E_8 og dets metningsutgangsamplitude settes lik E_{8S} , blir av-nivået α for den reléliknende drivanordning 8 lik null når følgende likning er tilfredsstilt:

$$\frac{E_{8S}}{V-V_D} = \left(1 + \frac{R_{82}+R_{83}/R_{84}}{R_{81}}\right) \cdot \frac{R_{83}+R_{84}}{R_{84}} \cdot \frac{R_{85}}{R_{85}+R_{86}} \quad \dots\dots(10)$$

Karakteristikken for anordningen 8 er vist på fig. 4A, hvor inngangssignalet E_7 for å bringe anordningen 8 i av-tilstand er satt lik null.

Utgangssignalet E_7 fra servoforsterkeren 7 tilføres til den reléliknende drivanordning 8 med den foran omtalte karakteristikk. Når den absolutte verdi for utgangssignalet E_7 ($|E_7|$) blir lik β , bringes den reléliknende drivanordning 8 i på-tilstand. Verdien E_{e-PA} for inngangsavviksspenningen E_e ved dette tidspunkt er gitt ved følgende likning basert på likning (8):

$$|E_e - PA| = \frac{R_4}{R_{71}} \cdot \frac{\gamma VR_7 + R_{72}}{VR_7 + R_{72}} \beta \quad \dots\dots(11)$$

hvor $R_e = E_3 - \frac{R_4}{VR_6 + R_{61}} - E_{11}$.

Når derimot $E_7 = 0$ eller $E_e = 0$, bringes den reléliknende anordning 8 i av-tilstand, slik at følgende likning etableres:

$$|E_e - AV| = 0 \quad \dots\dots(12)$$

Fig. 4B viser et diagram for angivelse av likningene (11) og (12), og dette diagram viser således karakteristikken for værjusteringsanordningen ifølge oppfinnelsen. Det fremgår av diagrammet på fig. 4B at når stillingen γ av den bevegelige kontakt for den variable motstand VR_7 som regulerer forsterkningen K_7 for servoforsterkeren 7, endres, blir

inngangsavvikssignalet E_e eller $|E_{e-PA}|$, som tilføres til servoforsterkeren 7 for å bringe den reléliknende drivanordning 8 i på-tilstand, forandret i forhold til γ , mens inngangsavvikssignalet E_e for å frembringe den reléliknende drivanordning 8 i av-tilstand, eller $|E_{e-AV}|$, er null uavhengig av γ . Denne γ -verdi benyttes som innstillings-skala for værjusteringsanordningen.

Dersom den på fig. 2 viste krets i hvilken den foran beskrevne værjusteringsanordning benyttes, anvendes på autopilot-systemet, og dersom det antas at $\gamma = \gamma_1$ og inngangssignalet til inngangsnettverket 4 eller inngangssignalet E_3 er en sinusbølge, blir systemets respons følgende: Dersom man for enkelhets skyld betrakter det tilfelle hvor likningene $R_4 = VR_6 + R_{61}$ og $E_e = E_3 - E_{11}$ er tilfredsstillt, blir virkemåten for systemet som vist på fig. 5. På fig. 5 betegner en heltrukket linje b spenningen E_{11} i forhold til utgangssignalet δ for autopilotsystemet ifølge oppfinnelsen. Det vil si at spenningen E_{11} som på fig. 5 er vist med en heltrukket linje b, anses å representere utgangsresponsen fra autopilotsystemet ifølge oppfinnelsen.

Når responskarakteristikken ifølge oppfinnelsen angitt med kurve b sammenliknes med karakteristikken for det tidligere kjente system angitt ved den strektegnede kurve a på fig. 5, blir følgende fordeler åpenbare.

(1) For det første er responskarakteristikken for systemet ifølge oppfinnelsen lite forsinket fra inngangssignalet sammenliknet med den tidligere kjente teknikk, hvilket innebærer at systemet ifølge oppfinnelsen reduserer ulempen ved det foran omtalte tidligere kjente system. Med andre ord forstyrrer ikke oppfinnelsen stabiliteten for autopilotsystemet, og undertrykker dermed genereringen av en giring med lang periode, for å unngå de nevnte tap.

(2) Ved systemet ifølge oppfinnelsen blir det ikke generert noen forskyvning slik som for et servosystem. Dette innebærer at når inngangssignalet økes for å bringe den reléliknende drivanordning 8 i på-tilstand, oppnås et utgangssignal eller en rorvinkel δ i tidssammentreff med inngangssignalet. Dette er meget viktig i det tilfelle hvor rorordreregne maskinen 3 er et autopilotsystem.

med proporsjonal + derivat + integral-regulering som uttrykt ved likning (3). Ved integralregulering blir rorordren, som vil være i likevekt med en lav-frekvenskomponent av den ytre forstyrrelse, særlig en likestrømskomponent, beregnet ved hjelp av rorordreregne-maskinen 3. Systemet ifølge oppfinnelsen vil styre skipet nøyaktig som svar på den beregnede rorordre uten forskyvning. Med det tidligere kjente system blir det derimot generert en forskyvning i servosystemet, slik at systemet ikke styrer skipet nøyaktig som svar på den beregnede rorordre, med det resultat at en giring med lang periode kan frembringes.

(3) Når inngangssignalet E_3 til servoanordningen blir stort ved systemet ifølge oppfinnelsen eller skipets retning holdes slik at den skal avvike fra den innstilte kurs, bringes den reléliknende drivanordning 8 i på-tilstand for å styre skipet. Dette innebærer at systemet virker som værjusteringsanordning slik som i det tidligere kjente system. Ifølge oppfinnelsen er i dette tilfelle imidlertid den i praksis styrte rorvinkel i overensstemmelse med signalet E_3 som beregnes ved hjelp av rorordreregne-maskinen 3 slik som beskrevet under punkt (2). Den av rorordreregne-maskinen 3 beregnede verdi innebærer en verdi av rorvinkelen som kan være nødvendig for å føre skipets retning tilbake til den innstilte kurs på bakgrunn av det avdriftsvinkelsignal som svarer til skipets stilling ved dette tidspunkt. Så snart den reléliknende drivanordning 8 er brakt i på-tilstand, blir følgelig en rorvinkel i overensstemmelse med den beregnede verdi innstilt for skipet.

Med systemet ifølge oppfinnelsen blir de automatiske styreegenskaper, særlig den kursholdende evne, mye forbedret sammenliknet med det tidligere kjente system.

(4) Slik det fremgår av fig. 5, blir antall på-av-operasjoner for den reléliknende anordning 8, antall operasjoner av kraft-enheten 10 eller antall styreoperasjoner mye redusert sammenliknet med den kjente teknikk. Dette innebærer at levetiden for kraft-enhetens motor, levetiden for solenoidventilen i kraftenheten og levetiden for styremaskinen blir vesentlig forlenget.

Systemet ifølge oppfinnelsen med de foran omtalte for-deler er sammensatt av forsterkere for forsterkning av servofeil og den reléliknende drivanordning hvis av-nivå er lik null, slik at det ikke kreves noen spesielle tilleggsdeler til det tidligere kjente system. Systemet ifølge oppfinnelsen kan således tilveie-bringes ved å forbedre eller endre visse deler i det tidligere

kjente system, og kan således fremstilles med lave omkostninger.

Det er også åpenbart at en krets som er dannet av en Schmidt-trigger bestående av en transistor, en IC-sammenlikner (IC = integrert krets) og en sammenlikner dannet av en analog integrert krets eller en digital integrert krets osv., slik at den har liknende driftsegenskaper som de som er vist på fig. 4A, kan benyttes i stedet for den på fig. 2 viste reléliknende drivanordning 8.

I det på fig. 2 viste eksempel på oppfinnelsen er avnivået for den reléliknende drivanordning 8 valgt slik at det er null eller dets inngangsspenning E_7 er valgt lik null, men det er åpenbart at selv om inngangsspenningen E_7 ikke er nøyaktig null, men tilnærmet null, kan samme karakteristik og virkning oppnås.

I den foregående beskrivelse er videre funksjonen og virkningen av kondensatoren C_6 og motstanden R_{62} i tilbakekopplingskretsen 6 for den på fig. 2 viste summasjonsforsterker 12, for korthets skyld utelatt, men disse elementer er tilveiebrakt for stabilisering av servosløyfen.

P a t e n t k r a v

1. Skipsautopilotsystem omfattende en omformer (2) for tilveiebringelse av et elektrisk signal som svarer til avvikelsen av et skips retning fra en innstilt kurs, en første anordning (11) for tilveiebringelse av et elektrisk signal som svarer til en rorordre, og en servosløyfe som omfatter en servoforsterker (7) og en reléliknende drivanordning (8) for tilveiebringelse av en rorordre som svar på det elektriske signal fra den første anordning, idet servosløyfen tilføres et utgangssignal fra den nevnte omformer, k a r a k t e r i s e r t ved at det i den reléliknende drivanordning (8) er sørget for en anordning (A_8) for å gjøre drivanordningens av-spenning alltid i hovedsaken lik null og dens på-spenning i hovedsaken lik dens hysteresespenning, og at en innstillingsanordning (VR_7) er anordnet i servoforsterkeren (7) for innstilling av dennes forsterkning, slik at den spenning for det til servosløyfen tilførte utgangssignal

som bringer den reléliknende drivanordning i på-tilstand, kan endres i overensstemmelse med den forsterkning som er innstilt av den nevnte innstillingsanordning, og den utgangssignalspenning som bringer den reléliknende drivanordning i av-tilstand, holdes i hovedsaken lik null uavhengig av den innstilte forsterkning.

2. Skipsautopilotssystem ifølge krav 1, k a r a k t e r i - s e r t ved at den reléliknende drivanordning (8) omfatter en operasjonsforsterker (A_8) og en krets (D_{81} til D_{84} , R_{86} til R_{87}) som er koplet mellom operasjonsforsterkerens negative inngangsklemme og dens utgangsklemme, for oppnåelse av den reléliknende operasjon og den i den reléliknende drivanordning anordnede, nevnte anordning i en positiv tilbakekoplingskrets for operasjonsforsterkeren.

3. Skipsautopilotssystem ifølge krav 1, k a r a k t e r i - s e r t ved at servoforsterkeren (7) omfatter en operasjonsforsterker (A_7), og at den nevnte innstillingsanordning er en negativ tilbakekoplingskrets for operasjonsforsterkeren og inneholder en variabel motstand (VR_7) og en tilbakekoplingsmotstand (R_{71}), idet den variable motstand tjener som en værjusteringsanordning.

136012

Fig. 1

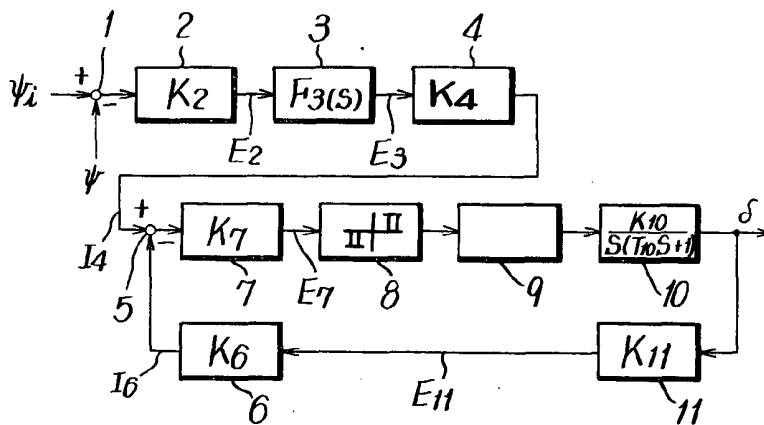
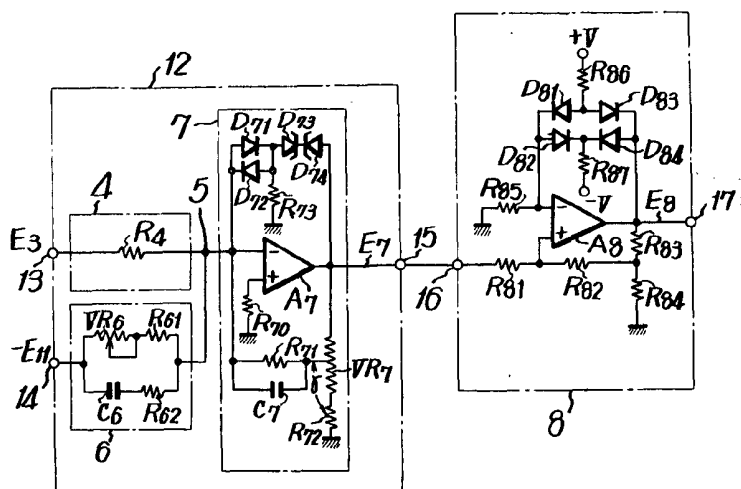


Fig. 2



136312

Fig. 3 A

Fig. 3 B

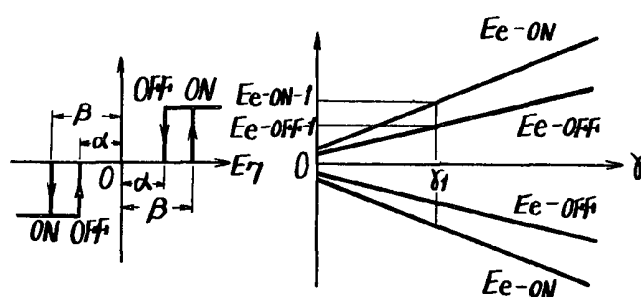


Fig-4A

Fig-4 B

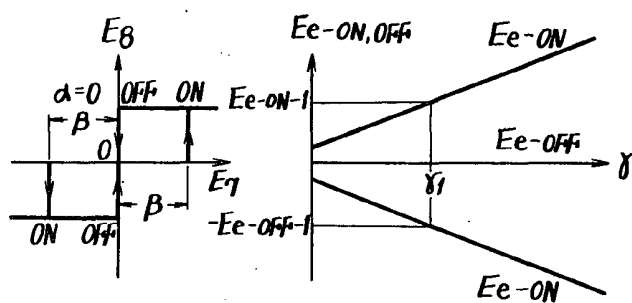


Fig-5

