



NORGE

(12) **UTLEGNINGSSKRIFT**

(19) **NO**

(11) **170722**

(13) **B**

(51) **Int Cl⁵ B 63 H 3/10**

Styret for det industrielle rettsvern

(21) Søknadsnr	904418	(86) Int. inng. dag og søknadsnummer	
(22) Inng. dag	12.10.90	(85) Videreføringsdag	
(24) Løpedag	12.10.90	(30) Prioritet	Ingen
(41) Alm. tilgj.	13.04.92		
(44) Utlegningsdato	17.08.92		

(71) Patentsøker **Oddvard Johnsen, Norsemeter AS, Postboks 161, 3401 Lier, NO**
(72) Oppfinner **Søkeren**
(74) Fullmektig **Arild Friberg, Bryn & Aarflot AS, Oslo**

(54) **Benevnelse** **Fremgangsmåte og innretning for oppnåelse av optimal utnyttelse av et fartøys fremdriftsmaskineri**

(56) **Anførte publikasjoner** **Ingen**

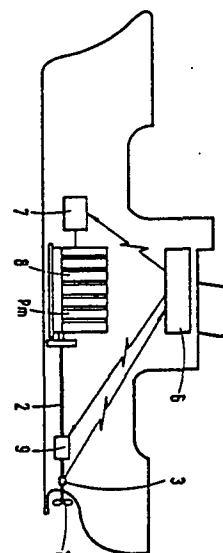
(57) **Sammendrag**

Det er beskrevet systemer og fremgangsmåter for oppnåelse av optimal drift av en skipspropeller (1), basert på benyttelse av en kraftmåler (3) (lastcelle) i propellakslingens "thrustlager" (4), hvilken kraftmåler (3) overvåkes kontinuerlig av en datamaskin (6) som igjen styrer

a) pådrag fra motorens (8) side, og
b) eventuelt vridningsvinkel for propellbladene i tilfellet med vridbare propellblader.

Datamaskinen (6) søker hele tiden etter optimal eller forutbestemt trykk-kraft på propellakselen (2). Dette er av viktighet for å utnytte en propellers egenskaper best mulig, å unngå kavitasjonsproblemer og for høye drivstoff-utgifter, og å øke skipets manøvreringsdyktighet.

F.eks. ved en hurtig reversering, "panikkbremsing" i en nøds- eller kollisjonssituasjon, vil også fullt pådrag ofte bli benyttet. Propelleren (1) vil da ofte skape kavitasjon i vannet og faktisk stå og "spinne" uten synderlig bremse-effekt, mens fartøyet fortsatt beveger seg raskt fremover. Dette kan unngås ved sanntids-overvåkning av kreftene i propellakselen (2), som i det gitte tilfelle vil avsløre at trykk-kraften har sunket betydelig, hvorved datamaskinen (6) hurtig sørger for å variere pådragsparameter og/eller vridningsvinkel til verdier som gir større trykk-kraft, etter forutbestemte algoritmer. Videre vil systemet/fremgangsmåten gi et godt grunnlag for et automatisert navigasjonssystem for skip, hvor inntegnede ruter (f.eks. i lukkede farvann) kan benyttes og følges, og hvor grunner og bøyer er inntegnet og registrert.



Foreliggende oppfinnelse vedrører en fremgangsmåte og en innretning til oppnåelse av optimal utnyttelse av et fartøys fremdriftsmaskineri, nærmere bestemt optimal drift av en skipspropeller i forhold til økonomisk utnyttelse av drivstoff, i forhold til kavitasjons-problemet (bobledannelse i metall) på propelloverflaten samt i forhold til økt manøvrerings-sikkerhet ved maksimal utnyttelse av propellerens ytelse.

Dette prinsippet kan utnyttes på forskjellig vis, f.eks. i forbindelse med skip i regulær fart mellom havner, hvor man kan oppnå en mer nøyaktig tidsangivelse for ankomst og kaibestillinger, idet en elektronisk styrt propellkapasitet gir mulighet til å beregne den nøyaktige ankomsttid (slottid).

Ved andre tilfeller kan det fra befrakters side være ønskelig at en nærmere bestemt "kostpris", dvs. gjennomsnittshastighet er mulig å fastlegge.

Ved tidsbefraktning blir frakten bestemt av fart og forbruk, dvs. av lik tonnasje i øvrige henseender, vil den tonnasje bli foretrukket som kan garantere det laveste bunkersforbruk ved en bestemt angitt hastighet.

Ved krisesituasjoner i form av grunnstøtnings-risiko eller kollisjonsfare med andre fartøyer, er det meget viktig å få stanset skipet raskest mulig. I den senere tid opptrer i stadig større antall hurtiggående sjøbusser i trange fjorder og lukkede farvann hvor det er stor skips- og småbåttrafikk, og det er derfor viktig å kunne stanse fartøyet hurtig.

I alle tilfeller er oppfinnelsen basert på en optimal utnyttelse av det enkelte propellblads effekt under bevegelse i vann. Under stormfulle forhold med høye bølger opplever skipet en stadig varierende motstand i sin bevegelse gjennom vannet, enkelte ganger med propelleren mer eller mindre fritt roterende i luften, og med påfølgende variasjon av pådrag på propelleren. Dette har som følge en belastning på maskineriet med lite effektiv utnyttelse av propelleren, med påfølgende reduksjon i hastigheten og mulig kavitasjon av propellbladens overflate på lesiden.

Den optimale utnyttelse av propelleren vil derfor henge nøye sammen med skipets evne til å overvinne vann-motstand under fart.

Tradisjonelt er de fleste skipspropeller forbeholdt større skip i helstøpt form, uten mulighet for vridning av det enkelte propellblads angrepsvinkel. Mindre fartøyer har i mange tilfeller vridbare propeller, men utviklingen viser nå at stadig større skip finner fordeler i vridbare propelltyper.

Konstruksjon av skip skjer ofte på grunnlag av en forutbestemt normalhastighet, og det blir opp til verftets konstruktør å finne den mest gunstige form på skrog og propeller for å tilfredsstille et slikt krav.

Skrogets penetreringsevne gjennom vannet, eller omvendt uttrykt, motstanden mot skipets bevegelse, vil variere med dypgående og last. Propellerens eller propellbladets angrepsvinkel for å oppnå optimal ytelse vil derfor også variere, slik at en fast, dvs. ikke vridbar propeller må velges etter et gjennomsnitt. Utenfor dette gjennomsnitt gir ikke propelleren optimal ytelse. Det er derfor åpenbart at en vridbar løsning er å foretrekke, men dette har naturlig nok vanskelig latt seg gjøre ved store dimensjoner, delvis på grunnlag av kostnader forbundet med innsparing, dels av årsaker i teknologisk utvikling.

Forhold som påvirker et skips fremdrift i vann er dypgående, bølgemotstand, indusert motstand, vind og vær. Av disse parametere er dypgående og indusert motstand gitt for en enkelt tur. (Ved en annen seiling kan et annet dypgående være tilstede.) De andre parametere så som bølgemotstand, vind og vær vil hele tiden variere.

Dersom man tar utgangspunkt i en situasjon med et gitt dypgående og en gitt hastighet, som kan representere en optimal driftssituasjon, vil både en økning og en senkning av hastigheten medføre økte totalutgifter. I det første tilfellet brukes uforholdsmessig mye drivstoff (ulinear sammenheng mellom drifstoff-forbruk og hastighet), og dertil økes slitasjen i maskineriet, samt kavitasjonsrisikoen for propellbladene med de vedlikeholdsmessige kostnadsøkninger dette medfører. I det andre tilfellet (med senket hastighet) oppnås forlenget tid i sjøen, med økte lønnsutgifter, senere ankomsttid og de konsekvenser dette kan medføre når det gjelder lavere fortjenestemuligheter.

Vridbare propeller er den del av løsningen som kan sammenlignes med å kjøre bil med manuell skiftende gir, men en kontinuerlig manuell "skifting av gir" f.eks. i en storm, ville være utenkelig. En automatikk ville være å foretrekke i form av "å måle på kraft i sann tid".

Det beste måten å utnytte propelleren maksimalt på, er å finne det balansepunkt for propellbladens angrepsvinkel som gir best utnyttelse av tilført kraft.

Fra de svenske utlegningsskriftene nr. 345.634 og 350.938 er kjent fremgangsmåter for belastningsregulering av skipsmotorer i forbindelse med vridbare propeller, hvor propellbladens angrepsvinkel eller "pitch" reguleres i henhold til avført akselmoment, dvs. avføling av kraftmoment på propellakselen, mens maskinens turtall søkes holdt konstant. Hovedsakelig angår disse systemene en overbelastningsbeskyttelse for maskineriet, og hovedpoenget er filtrering og tidsforsinkelse av signaler for å unngå for raske svingninger ved innstilling av propell-pitch.

Fra norsk patent nr. 152.968 er kjent en fremgangsmåte for regulering av maskinen i et fartøy med vridbar propeller, men regulering skjer her bare i henhold til målte verdier for fart, brenselforbruk og turtall. Noen direkte måling av fartøyets drivkraft forekommer ikke.

Også britisk patent nr. 1.200.588 omhandler styring av vridbare propeller, men det som avføles i reguleringskretsen, er her bare hvor mye strøm som leveres til en elektrisk drivmotor.

Ingen av de tidligere kjente publikasjonene går til kjernen av saken, nemlig en direkte avføling av hvilken kraft som propelleren påvirker skipet med i øyeblikket.

Foreliggende oppfinnelse tar sikte på å tilveiebringe et forbedret reguleringsystem ved å tilveiebringe en fremgangsmåte og et system for oppnåelse av optimal fremdrift av skipet. Oppfinnelsen er definert nøyaktig ved hjelp av de vedføyde patentkravene.

Med system/fremgangsmåte ifølge foreliggende oppfinnelse søkes å oppnå den optimale fremdriftskraft, F_h , i forhold til en forutsatt intensjon.

Dette gjøres ved å finne det optimale omdreiningstall eller turtall i forhold til angrepsvinkel for det enkelte propellblad.

Ved et gitt turtall for propelleren, under påvirkning av en gitt motoreffekt, finnes en gitt angrepsvinkel for å oppnå en gitt fremdriftskraft F_h . Det foreligger altså en nøye balanse mellom krefter.

Vil man øke F_h , kan man øke omdreiningstallet, eller øke angrepsvinkelen med samme motoreffekt, eller begge deler kan gjøres på en gang.

Hensikten med dette arrangementet er å oppnå best mulig F_h .

Som man ser, er det en nøye sammenheng mellom tilført motoreffekt eller turtall på akselen, og vridningen på propellbladene for å finne den gunstigste kombinasjon for å oppnå best mulig F_h .

Denne kraft avleses best direkte i skipets propell-thrustlager. Vanligvis finnes dette lager nær maskineriet. Ved oppfinnelsen oppnås en selvsøkning mot optimal fremdriftskraft ved å måle på denne kraften kontinuerlig, dvs. sann tidsmåling av kraften F_h i reguleringsøyemed.

En datamaskin søker kontinuerlig at det foreligger en balanse mellom tilført brensel/motoreffekt og propellerens ytelse i form av dreiemoment og turtall, dvs. at det til enhver tid søkes å finne et optimalt kraftutbytte for propelleren som avleses og verifiserer at propellerens ytelse vil være i balanse med skipets hastighet og eventuelle ytre påvirkninger. Med andre ord, dersom man ønsker en lengst mulig, eventuelt best mulig tilbakelagt distanse pr. tonn bunkers, så må altså trykkraften fra propelleren styres på en slik måte at skipet beveger seg innenfor dette området av optimal ytelse av propell/maskineri.

Det skal nevnes at f.eks. en fullastet 100.000 tonner med hastighet rundt 14 knots bruker ca. 40 tonn brensel i døgnet, og at samme skip behøver 30/40 min. eller 5/7 nautiske mil for å stoppe fra full hastighet med et tradisjonelt propellsystem. Videre behøver et slikt skip ca. 40 min. eller 4/6 nautiske mil fra stillstand til full hastighet når et tradisjonelt system benyttes. Dette betyr at en optimalt ytende propeller kan øve

et betydelig bidrag både når det gjelder å øke sikkerheten ved kollisjons- og grunnstøtningsfare, og dessuten bidrar til forbedret brenselsøkonomi. Foreliggende oppfinnelse har også den fordel at den vil gi optimal drift ved alle hastigheter. Et system som det ifølge oppfinnelsen vil kunne tilveiebringe såvel optimal utnyttelse av propellerens virkningsgrad i økonomisk cruisestyling, såvel som optimal virkningsgrad under oppbremsing og igangsetting.

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

fig. 1 viser et eksempel på montering av kraftmåler ved en skipspropell-aksel,

fig. 2 viser skjematisk plassering av forskjellige styrings-elementer på skipet samt signalveier innen styrings-systemet, og

fig. 3 viser det samme som fig. 2 i form av et blokkdiagram.

I fig. 1 er det generelle prinsippet for avlesning av fremdriftskraft F_H ifølge oppfinnelsen vist. Propelleren 1 er tenkt av vridbar art (men kan også være med faste blader). En lastcelle 3 (kraftmåler) avleser F_H mot propellakselens 2 thrustlager 4 forover og bakover, eventuelt i den bakre hylse 5 ("stern tube"). Målesignalene fra lastcellen 3 føres til en datamaskin 6 av mikroprosessortype, som prinsipielt utfører følgende operasjon, jfr. fig. 2 og 3:

a) suksessivt og med korte mellomrom innleses/måles den aktuelle trykk-kraft fra propelleren 1, F_H , og settes i relasjon til skipets hastighet.

b) Den aktuelle trykk-kraft F_H sammenlignes hele tiden med maskineriets δ ytelse P_m og søker via et korreksjonsnettverk hele tiden å holde den optimale angrepsvinkel (vridningsvinkel) på det enkelte propellblad, samt eventuelt den optimale hastighet på propellakslingen 2 for å oppnå optimal trykk-kraft (med vridbare propellblader). For propeller med faste propellblader vil det bare være hastigheten på propellakselen, altså turtallet, som blir avgjørende (tilnærmet optimal drift).

c) Den aktuelle trykk-kraft F_H sammenlignes med ønsket F_H (optimal eller forhånds-satt F_H , Fig. 3, "Auto-optimum").

d) I henhold til et nærmere definert program, som det ikke er nødvendig å beskrive i detalj her, styrer så datamaskinen brenselregulerings-ventilen 7 som igjen styrer kraftuttak på maskinen 8, samtidig som vridningsvinkelen (eller i tilfellet med faste blader, turtallet) varieres til optimal eller forhåndssatt F_h ved hjelp av propell-pitchkontrollen 9.

e) I tilfellet med vridbare propellblader styrer datamaskinen 6 også turtallet (rpm) på akselen 2, slik at propelleren ikke kommer ut i en steil-situasjon, med vakuumdannelse inntil propellbladene.

f) Strategien i programmet er som følger: Så lenge en målt F_h er større enn det forutbestemte, senkes angrepvinkelen på propellbladene (eventuelt turtallet i fastblad-tilfellet) og i kombinasjon med minsket brenselpådrag, og ved store variasjoner også turtallet, selv om propelleren er av vridbar type. Når F_h er mindre enn det forutbestemte, økes angrepvinkelen på propellbladene (eventuelt økes turtallet i fastbladtilfellet), og i kombinasjon også øket brenselpådrag, og ved store variasjoner også turtallet, selv om propelleren er vridbar. Dette beskriver en syklus som starter på nytt og på nytt.

Det oppstår på denne måten en hurtig oppsøking av og "pendling omkring" det aktuelle toppunkt for en optimal utnyttelse av en skipspropeller.

Ovenfor ble det nevnt muligheten for å benytte kraftmåler 3 montert i thrustlager 5 både for fremdrift og reversering, og det er ikke noe i veien for å bruke "dobbeltvirkende" kraftmålere eller lastceller. Egnede lastceller 3 kan forekomme i mange varianter. Eksempelvis kan det benyttes strekkklapper, halvleder-kraftmålere eller piezoelektriske sensorer av i og for seg kjent type.

g) Datamaskinen som danner grunnlaget for regulerings-sløyfen er slik innrettet at operatøren, eksempelvis kapteinen, kan velge program (Fig. 3, "Velger-kontroll"). Dette kan gjerne være knyttet til skipets navigasjonssystem for å omfatte rutestruktur og tidsaspekt i tillegg til optimal økonomisk drift.

h) Datamaskinen er videre matet med alle strukturelle begrensninger, f.eks. i maskineriet, slik at ved programmeringsvalg overstyrer datamaskinens grenseverdier tilsvarende de

strukturelle begrensninger operatørens programinnstilling. Et varslingsystem (Fig. 3, "Display") varsler da operatøren om at f.eks. denne manøver ikke er mulig på grunn av for høy exhaust-temperatur, eller at manøvren utøves, men er begrenset inntil maksimum exhaust-temperatur.

Det foreligger åpenbare muligheter for bedre økonomisk utnyttelse av brensel i forhold til tilbakelagt distanse. Et stort skip trenger betydelig tid og distanse for å komme opp i cruisinghastighet. Før det har oppstått harmoni mellom skipets hastighet og den drivende kraft, F_h , vil en tradisjonelt drevet propell arbeide utenom sitt optimale virkeområde, og dermed også være utsatt for kavitasjon. Under oppbremsing (reversering) kan dette skje som følge av en nødstopp, dvs. i forbindelse med risiko for kollisjon, grunnstøting etc.

Spesielt for hurtiggående passasjerfartøyer i lukkede farvann med stor trafikk er behovet for hurtig stopp essensielt for å kunne løse hurtig oppståtte krisesituasjoner. En rask reaksjon med reversering av propelleren er en vanlig og naturlig reaksjon av skipsføreren. Risikoen for å steile propelleren er da overhengende, og er en vanlig erfaring. Propelleren blir bare spinnende uten effekt, mens fartøyet beveger seg videre raskt fremover.

Det foreligger her åpenbare muligheter for benyttelse av en såkalt "panikk-knapp" eller valgt "optimal revers" i form av et presatt optimalprogram i forbindelse med den foreliggende oppfinnelse.

P A T E N T K R A V

1. Fremgangsmåte for oppnåelse av optimal utnyttelse av motoreffekt til en skipspropeller (1), hvor det benyttes en datamaskin (6) i en reguleringsløyfe som kontinuerlig styrer effekten ved

- a) å regulere pådraget fra motorens side (8), og
- b) eventuelt regulere vridningsvinkel (9) for propellbladene, samt turtallet på propellakselen (2),

k a r a k t e r i s e r t v e d a t langsgående netto-kraft i propellakselen (2) overvåkes kontinuerlig med en kraftmåler (3) og benyttes som hoved-parameter for styring av effekten, slik at nettokraften hele tiden optimaliseres i forhold til propellerens (1) ytelse og motorens økonomiske drivstoff-forbruk.

2. Fremgangsmåte ifølge krav 1, og hvor optimal ytelse er ønskelig bare inntil en maksimal strukturell grense,

k a r a k t e r i s e r t v e d a t de målte verdier registreres og sammenlignes løpende og automatisk, eventuelt halvautomatisk ved at en operatør forhåndsbeordrer optimal skyvekraft fremover eller bakover, eller automatisk ved at en "dødmannsknapp" utløses, eller ved at en nødsituasjon utløser en automatisk optimal skyvekraft-prosedyre.

3. Fremgangsmåte ifølge krav 1, og hvor en viss gjennomsnittshastighet ønskes for fartøyet, eventuelt et visst gjennomsnittlig bunkers-forbruk,

k a r a k t e r i s e r t v e d a t de målte verdier registreres og sammenlignes løpende og kontinuerlig automatisk ved at en operatør forhåndsbeordrer denne intensjon, hvorved datamaskinen (6) automatisk overvåker denne forhåndsbeordring, og søker kontinuerlig mot optimal effekt i forhold til intensjonen.

4. Fremgangsmåte ifølge krav 3,

k a r a k t e r i s e r t v e d a t datamaskinen (6) er tilkopleet skipets navigasjonssystem på en slik måte at en valgt kurs eller kursmønster tillater en automatisk navigasjon av

skipet med utnyttelse av kontinuerlig overvåkning av optimal bruk av bunkers i forhold til fart/tid.

5. Innretning for oppnåelse av optimal utnyttelse av motor-effekt til en skipspropeller (1), omfattende en reguleringsløyfe med en datamaskin (6) som kontinuerlig styrer skipsmotorens (8) brenselstilførsel (7) og eventuelt propellbladenes angrepsvinkel i henhold til forutbestemte styringsalgoritmer og eventuelt operatør-innstilte parameterverdier og manøvreringsoperasjoner, i avhengighet av sanntids måleverdier for minst en fysisk parameter i tillegg til skipets hastighet, k a r a k t e r i s e r t v e d en kraftmåler (3) for tilveiebringelse av en slik fysisk parameter, hvilken kraftmåler (3) er innrettet for kontinuerlig måling av propellakselens (2) aksiale krefter.

6. Innretning ifølge krav 5, k a r a k t e r i s e r t v e d at kraftmåleren (3) er montert på propellakselens (2) thrustlager (4).

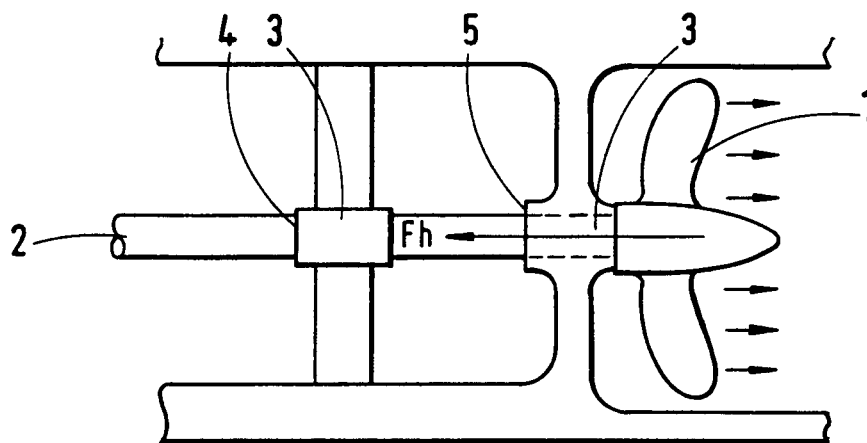


Fig.1

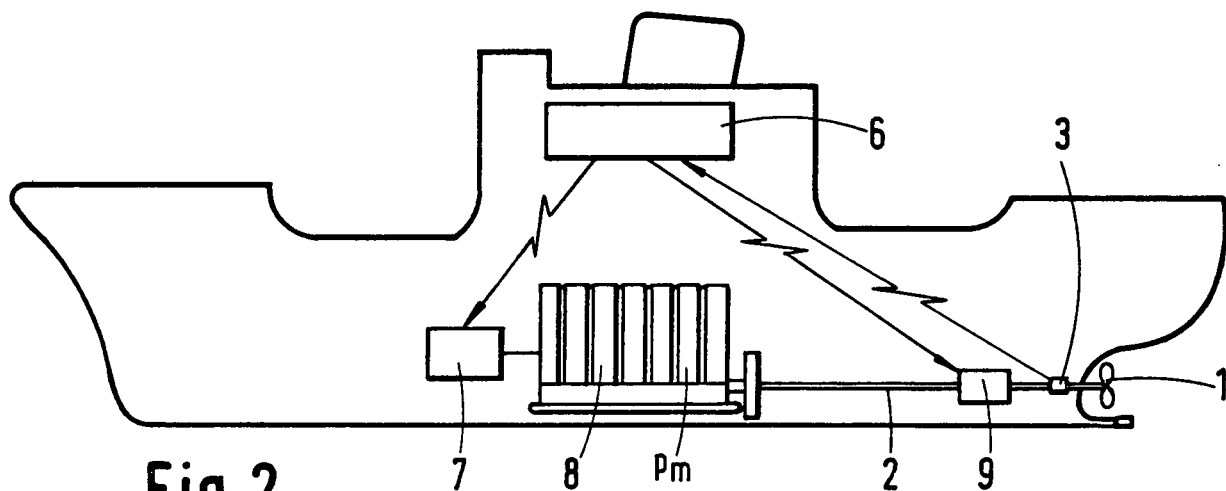


Fig.2

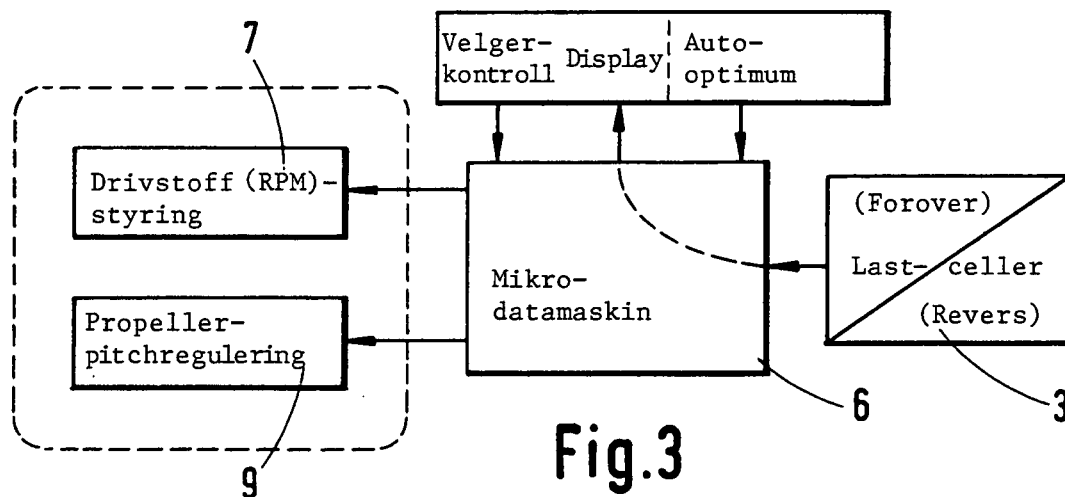


Fig.3