



(12) PATENT

(19) NO

(11) 334364

(13) B1

NORGE

(51) Int Cl.

G05F 1/66 (2006.01)

G05F 5/00 (2006.01)

Patentstyret

(21)	Søknadsnr	20120507	(86)	Int.inng.dag og søknadsnr
(22)	Inng.dag	2012.05.03	(85)	Videreføringsdag
(24)	Løpedag	2012.05.03	(30)	Prioritet
(41)	Alm.tilgj	2013.11.04		
(45)	Meddelt	2014.02.17		
(73)	Innehaver	Kongsberg Maritime AS, Postboks 111, 3191 HORTEN, Norge		
(72)	Oppfinner	Eirik Mathiesen, c/o Kongsberg Maritime AS, Postboks 483, 3601 KONGSBERG, Norge Bjørnar Realfsen, c/o Kongsberg Maritime AS, Postboks 483, 3601 KONGSBERG, Norge Ole Henrik Jørgensen, c/o Kongsberg Maritime AS, Postboks 483, 3601 KONGSBERG, Norge Petter Faugstad Johannessen, c/o Kongsberg Maritime AS, Postboks 483, 3601 KONGSBERG, Norge		
(74)	Fullmektig	Protector Intellectual Property Consultants AS, Oscarsgate 20, 0352 OSLO, Norge		

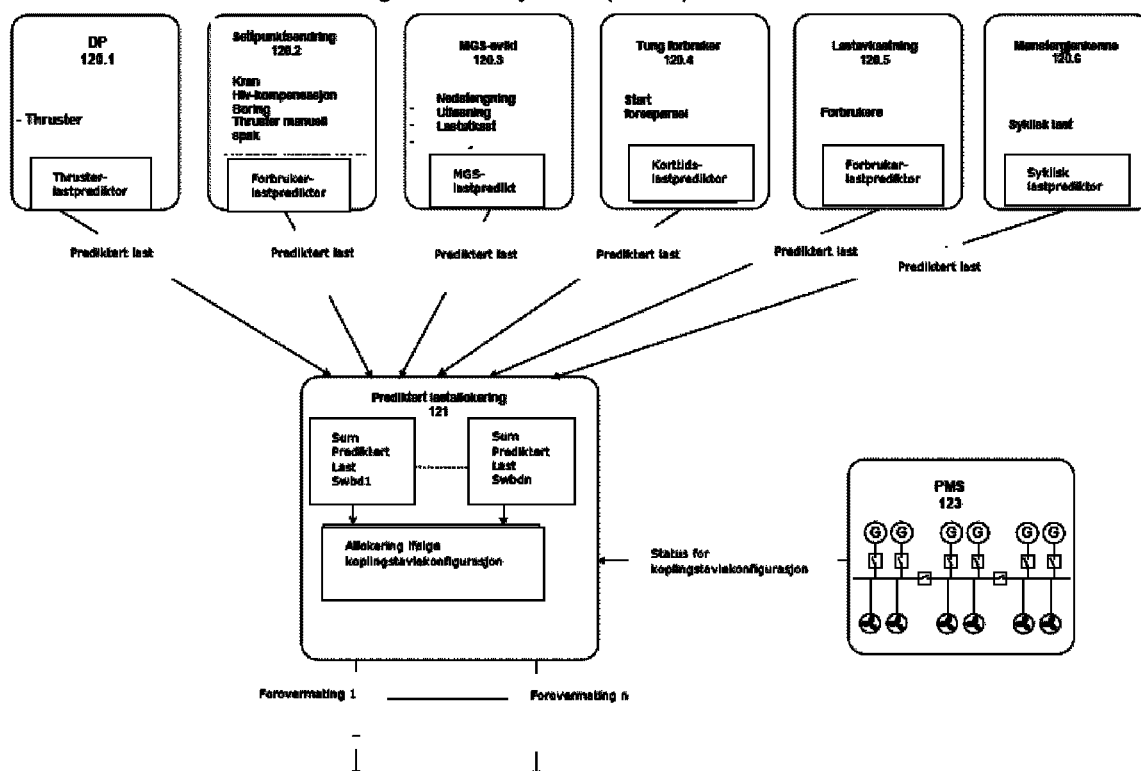
(54) Benevnelse **PREDIKTIVT REGULERINGSYSTEM**

(56) Anførte publikasjoner

Sørensen A.J. et al., Torque and power control of electrically driven marine propellers, 2009, Control Engineering Practice, side 1053-1064
Smogeli, Ø.N. et al., Experimental Validation of Power and Torque Thruster Control, Proceedings of the 13th Mediterranean Conference and Automation Limassol, Cyprus, June 27-29, 2005, side 1506-1511
Sørensen, A.J. et al., Thruster Assisted Position Mooring System for Turret-Anchored FPSOs, Proceedings of the 1999 IEEE International Conference on Control Applications Kohala Coast-Island of Hawai'i, USA, August 22-27, 1999, side 1110-1117

(57) Sammendrag

Denne oppfinnelse angår system for å redusere frekvens og/eller spenningsvariasjoner i et kraftdistribusjonssystem. Systemet består av en kraftkontrollenhet som er knyttet til minst en effektgenerator og minst en forbruker, hvor effektstyringssystemet er tilpasset til å overvåke den målte lasten i systemet fra nevnte minst ene kraftgenerator og kraftforbruket fra nevnte minst ene forbruker, og et prediksjonsallokeringssystem tilpasset å motta informasjon fra hver forbruker relatert til planlagt eller forventet kraftkonsum og å beregne forventet kraftforbruk av systemet, og mate det allokerte kraftforbruket til en motorgeneratorsystem (MGS) kontroller.



PREDIKTIVT REGULERINGSYSTEM

Oppfinnelsen er en fremgangsmåte for å redusere frekvens- og / eller spenningsvariasjoner forårsaket av lastvariasjoner fra storforbrukere eller utstyrssvikt og kontrollerte endringer i et marint kraftfordelingssystem.

Oppfinnellesområde

Den foreliggende oppfinnelse gjelder en fremgangsmåte for å redusere frekvens- og / eller spenningsvariasjoner i kraftfordelingen ved anvendelse av antatt fremtidige lastendringer, som benyttes som forovermating mot hastighets- / strømreguleringsystemet på et motorgenerator - sett («Motor Generator Set» - MGS), eller et turbo-jet hjelpesystem for motoren, eller en automatisk spenningsregulator («Automatic Voltage Regulator» - AVR) på generatoren.

Oppfinnelsens bakgrunn

Et mye brukt marint kraftsystem i dag er dielelektrisk, noe som betyr at thrustere og / eller propeller er elektrisk drevet, og at kraften leveres av motor - generatorsett som for eksempel drives med dieselmotorer, brenselceller, gass - turbiner, motorer med to brenslere, etc. Den vanligste måten å gjøre fartsregulering på en MGS gjøres av en reguleringsenhet med settpunktsjustering fra et samlet krafthåndteringssystem («Power Management System» - (PMS)) eller ved alt gjøres fra selve PMS'en. Kraften tas fra et kraftanlegg med mange forbrukere, hvor thrustere normalt er den dominerende. Et høyt antall MGS'er er normalt nødvendig for å bli koblet til kraftanlegget for å kunne holde en stabil frekvens og / eller spenning når det forekommer forbrukerlastvariasjoner fra for eksempel elektrisk hiv - kompensasjon, trekk-arbeid, vinsj, kran og thrustere, eller fra plutselig re-konfigurering av fordelingssystemet. Frekvens- og / eller spenningsvariasjoner kan være fatalt for kraftsystemet og kan føre til sammenbrudd, utkopling av delsystemer, og synkroniseringsproblemer for generatorer som skal kobles til kraftnettet og økt drivstofforbruk. Offshoreindustrien har i mange år ønsket å redusere antall online - MGS uten økt risiko for frekvens- og / eller spenningsvariasjoner og potensielle sammenbrudd, men ingen vesentlige løsninger er gitt for dette problemet. Det er flere fordeler ved å redusere antall online - MGS, så som redusert NOx-utslipp, redusert soting, redusert drivstofforbruk og redusert vedlikehold på motorer.

I artiklene Smøgelis et al: "Experimental Validation of Power and Torque Thruster Control"; Proceedings of the 13th Mediterranean Conference on Control and Automation; Lomassol, Cyprus, June 27-29, 2005, side 1506-1511, Sørensen et al: "Thruster Assisted Position Mooring System for Turret-Anchored FPSOs"; Proceedings of the 1999 IEEE International Conference on Control

Applications Kohala Coast-Island of Hawai'i, USA, August 22-27, 1999, side 1110-1117 og Sørensen et al: "Torque and power controll of electrically driven marine propellers"; Control Engineering Practice, side 1053-1064 beskrives metoder som gir predikerbart lastforbruk ved å bruke last som kontrollmetode. Dette tilsvarer å kunne predikere RPM hvis man har RPM kontroll. I rapportene er det laget metoder som begrenser power/torque og rate-kontroll for å begrense forbrukeren (dvs thrusteren), slik oppnår de mer stabilt power forbruk ved ytre påvirkninger på propellen etc.

Systemer for håndtering av last og strømforsyning, for å kompensere for lastvariasjoner er kjent innen området, slik som eksemplifisert i US2006/111855 hvor kraften kan bli videresendt fra thrusteren, for eksempel til hiv - kompensering, og US2008/284369, der strømforsyningen bli regulert basert på informasjon om dreiemomentet i motorene og for eksempel signalene fra et reguleringssystem for dynamisk posisjonering. Dermed vil kjente systemer være reaktive i den forstand at de forholder seg til målte avvik som allerede har skjedd, og vil forholde seg til et følt kraftbehov, og således vil for eksempel en samtidig økning i last fra en eller flere forbrukere overstige den tilgjengelige kraftøkningshastigheten, og fører dermed til en redusert systemfrekvens i.

Den foreslåtte oppfinnelse løser problemet vedrørende betydelige frekvens- og / eller spenningsvariasjoner, ved å redusere antall elektroniske MGS'er ved å anvende utstyr som vanligvis blir installert på et fartøy, slik som har blitt beskrevet i de vedføyde patentkrav.

Den foreliggende oppfinnelsen presenterer dermed måter å integrere de samlede predikterte lastendringer på fra storforbrukere, eller en annen plutselig re-konfigurasjon av distribusjonssystemet, sammen med et reguleringssystem for hastighet / strøm / spenning, kombinert med fremgangsmåter for å kunne forutsi lastvariasjon på en måte som aldri har vært gjort før.

Ingen av de kjente løsninger adresserer det faktum at innmating forover av den predikterte samlede belastningsendring kan anvendes for å oppnå en mer stabil frekvens og / eller spenning, sammenlignet med tradisjonell tilbakemeldingskompensasjon.

Oppfinnelsen vil bli beskrevet mer i detalj nedenfor med henvisning til de medfølgende tegninger, som illustrerer oppfinnelsen ved hjelp av eksempler.

Fig. 1 illustrerer prediksjons- og fordelingsdel i henhold til oppfinnelsen.

Fig. 2 illustrerer bruk av predikterte forovermatingsverdier i MGS - regulering.

Detaljert beskrivelse

Oppfinnelsen er relatert til en fremgangsmåte og et system slik som illustrert i figur 1 og

2 for dynamisk lastprediksjon («Dynamic Load Prediction» - DLP) innenfor et kraftstyringssystem. DLP - systemet omfatter fortrinnsvis en rekke prediksjonsfunksjoner 120. 1 - 6, en samlet prediktert lasttildelingsfunksjon 121 med fordeling av forovermatingsverdier og en MGS – regulator 122.

- 5 Målet for prediksjonsfunksjoner er å forutsi lastendringen for MGS'en. En av disse prediksjonene kan for eksempel være en lastendring på grunn av en planlagt hastighetsendring for et fartøy, noe som kan beregnes fra DP - reguleringssystemet 120.1 basert på den resulterende kraftetterspørselen i hver av de styrte aksene for å oppnå den ønskede fartøyhastigheten. Den predikterte belastningen kan være en kort- eller langsiktig prediksjon (beskrevet i detaljer nedenfor).

- 15 Kortsiktig prediksjon kan brukes til å gi umiddelbar økning / reduksjon for MGS, typisk en periode på 1 sek, langsiktige prediksjoner på typisk 10 - 30 sek kan brukes til å tillate frekvens- / spenningsavvik som vil bli kompensert med en senere lastøkning / - reduksjon.

- 20 En annen mulig prediktert endring kan være relatert til en endring i MGS - last på grunn av endring av den nominelle verdien for noen dynamiske storforbrukere 120.2, så som kraner, hiv-kompensering, boring og / eller en manuell spak for thruster. Som et eksempel, en manuell spak kan både sende signaler til thruster - drivverket og til settpunktsendring - prediksjonsfunksjon 120.2 som predikterer handling og amplitude for den planlagte endringen. MGS-nedstengning / belastningsbegrensning / generator- eller innkopplings-avbruddsutløsning som predikterer mengden av ekstra belastning på den gjenværende MGS 120.3 kan også være inkludert i systemet i henhold til oppfinnelsen, samt storforbruker – startregulering som predikterer den nødvendige belastning ved en start for en forbruker 120.4.

- 30 Prediktert last-avkastning kan også anvendes, som predikterer mengde last som skal reduseres når en forbruker utløses 120.5. Mønster fra en hvilken som helst syklisk belastning, for eksempel hiv-kompensasjon, vil gi en gjenkjennelse av lastforbruket og dette mønster brukes til en lengre tidsskala-prediksjon inne i funksjonen som er for mønstergjenkjennelse 120.6.

- 35 Mønstergjenkjennelsesfunksjonen vil bli brukt til å la systemet operere med et frekvens-/ spenningsavvik hvis du i fremtiden har en lastøkning / -reduksjon som vil kompensere for frekvens- / spenningsavviket. Mønstergjenkjenning kan også brukes til å forutsi en forovermating før virkelige lastendringer. Som et eksempel, vil systemet kunne oppleve en redusert driftsfrekvens på grunn av en høy belastning, men velger å ikke øke den

genererte kraften fordi prediksjonen viser at belastningen reduseres innenfor et akseptabelt tidsvindu og operasjonsfrekvensen vil dermed være tilbake til det normale. På denne måten vil kraftgenereringen være stabil og unødvendig slitasje på systemet samt forurensning vil bli redusert.

5

Dermed, de midlene og beskaffenheten for selve prediksjonene vil kunne variere, avhengig av forbrukeren, fra planlagte tidsplaner til evalueringer av utstyrsforhold og -slitasje. Det predikerte kraftforbruket kan bestemmes over en lang eller kort tidshorisont, for eksempel som i en hiv - kompensasjon (i lang tid), eller som et enkelt økt forbruk (i kort tid), for eksempel som følge av et havari eller en nedstenging av en generator.

10

De predikerte lastendringene blir sendt videre til den predikerte belastningstildelingsfunksjonen 121, der totalt predikerte lastendringer fra alle individuelle prediksjonsfunksjoner (120.1 - 6) blir lagt sammen, verifisert og fordelt som forovermatingsverdier frem til hver berørte MGS i henhold til koplingstavlens konfigurasjonsstatus mottatt fra strømstyringssystemet 123, inkludert kraftmating av relevante forbrukere. Koplingstavlens konfigurasjonsstatus sendt fra 123 til 121 vil gi informasjon om de tilgjengelige kombinasjoner av thrustere og generatorer etc, og vil for eksempel dermed gi informasjon om hvilke generatorer som er i stand til å levere kraft til hver av forbrukerne.

15

20

Hver forovermatingsverdi kan bli sendt videre til en oppslagskurve eller -tabell relatert til brensels- / turtalls- / kW- sammenheng på et DC - bussystem for å regulere basisturtallet på en MGS variabelt turtall, for å oppnå det nødvendige dreiemomentet, håndtert av en basishastighetsregulator («Base Speed Controller») 122.1 for MGS. Den kan også sendes videre til hastighets- / kraftreguleringssystemet for hver MGS, hvor verdien blir lagt til som et ekstra lastbidrag 122.2 og / eller til turbo-jet hjelpesystemet for å forbedre motorresponsen 122.3, og / eller til generatorens AVR - system for å forbedre spenningsresponsen 122.4.

25

30

Thruster - belastningsprediksjon i DP, 120.1

DP - systemet bruker en konstant rykk - bane generator for å beregne posisjons-, hastighets- og akselerasjons - settpunkter verdier for DP-regulatoren. Rykk - bane generatoren er en velkjent metode, som for eksempel er beskrevet i Haschke et al, "Online Planlegging of Time-Optimal, Jerk-Limited Trajectories" IROS - konferanse, Nice 2008. En økning av hastighetens settpunkt vil føre til en endring i akselerasjonen for fartøyet. Denne akselerasjonsetterspørselen omdannes til kraft, og blir sendt til DLP'en.

35

Bane - generatoren gir en veldefinert akselerasjonsprogresjon, og er godt egnet til å beregne langsiktig fremtidig etterspørsel.

Et DP - posisjonert fartøy som driver vekk fra posisjonssettpunktet vil ha et økende kraftbehov inntil avdriften har blitt stoppet og skipet beveger seg mot posisjonssettpunktet igjen. Et DP - reguleringssystem kan estimere ved modellprediksjon av det maksimale kraftforbruket for en avdrift, og kan gi dette resultatet til DLP'en.

DP - reguleringssystemet kan også prediktere lastetterspørselen basert på miljødata, for eksempel vindhastighet og -retning, som kan påvirke posisjon og / eller bevegelse for fartøyet, dette er en typisk kortsiktig prediksjon.

DP - reguleringssystemet kan også kjøre en analyse som simulerer sammenbrudd på koplingstavleseksjoner og / eller tap av thrustere. Denne analysen er obligatorisk på alle skip med DP - klasse 2 og 3. Analysen vil anslå kraftforbruket for de resterende koplingstavleseksjonene når én koplingstavleseksjon får sammenbrudd. Analysen kan også beregne endringen i lastetterspørselen i tilfelle tap av thrustere. Dette kan sendes til DLP, slik at den predikterte lasttildelingsfunksjonen 121 umiddelbart vil vite om kraftbehovet når en sammenbrudd / thruster - tap oppdages på en koplingstavleseksjon.

Således, for å oppsummere, oppfinnelsen gjelder et system for reduksjon av frekvens- og / eller spenningsvariasjoner i kraftfordelingssystemet. Systemet omfatter en kraftreguleringsenhet som er forbundet med minst en kraftgenerator og minst en forbruker, kraftreguleringssystemet er innrettet for å overvåke den målte lasten i systemet fra nevnte minste en kraftgenerator og kraftforbruket fra nevnte minst ene forbruker. Systemet inkluderer også et system for prediksjonsfordeling tilpasset for å ta i mot informasjonen fra hver enkelt forbruker. Denne informasjonen er knyttet til det planlagte eller predikterte kraftforbruket, og systemet er således innrettet til å beregne forventet kraftforbruk for systemet, og mating av det allokerende kraftforbruket til en regulator for motorgeneratorsystemet (MGS).

Prediksjonsallokeringssystemet er også tilpasset for å motta informasjon fra kraftstyringssystemet om koplingstavlens konfigurasjonsstatus og informasjon om tilgjengelige kraftgeneratorer og thrustere. På denne måten vil den nødvendige kraften kunne bli allokeret i henhold til informasjon om de tilgjengelige generatorene koblet til de spesifikke forbrukerne.

Systemet innbefatter fortrinnsvis et reguleringssystem for dynamisk posisjonering, hvor

reguleringssystemet for den dynamisk posisjoneringen er innrettet for å angi den kraft som omdannes til last, basert på en hastighets- eller akselerasjonsendring.

Kraftsystemet er innrettet for å justere hastigheten på dieselmotoren og / eller utløse turbo-jet hjelpesystemet, basert på prediktert forover-matet lastbidrag. På denne måten

5 kan den totale frekvens- / spenningsvariasjonen reduseres, avhengig av lastvariasjoner tvunget av thrustere eller andre storforbrukere som er dynamisk styrte.

Den predikterte informasjonen vil kunne representere ulike forbrukere og generatorer i systemet, for eksempel et reguleringssystem for dynamisk posisjonering, mulig

10 generatoredstenging, oppbryterutløsning, lastavkastningssystemer, og inneholde informasjon som en settpunktsendring fra minst én kraftforbruker, tidsvarierende eller periodiske laster, manuelle reguleringer eller planlagte nedleggesoperasjoner hos forbrukere, generatorer, koplingstavler osv., som reduserer eller øker den tilgjengelige kraften i systemet. Dette vil kunne utføres på kort sikt (for eksempel 1 sekund), eller på

15 lang sikt (for eksempel mer enn 20 sekunder), avhengig av situasjonen og forbrukeren.

Det beregnede predikterte kraftforbruket er fortrinnsvis en sum av det predikterte forbruket fra hver forbruker, som blir allokert til regulatoren for motorgeneratoren.

Dersom den predikterte kraften er en tidsvarierende tabell eller kurve, vil verdiene for

20 enkle, steppete og varierende prediksjoner, summert opp i en tabell eller kurve som indikerer kraftforbruket forover i forhold til en tidsskala.

Krav

1. System for reduksjon av frekvens- og / eller spenningsvariasjoner i kraftfordelingssystemet, hvor systemet omfatter
 - 5 en kraftreguleringsenhet som er forbundet til minst én strømgenerator og minst én forbruker, hvor kraftreguleringssystemet er innrettet for å overvåke den målte belastningen i systemet fra nevnte i det minste den ene kraftgeneratoren og kraftforbruket fra nevnte minst én forbruker,
- 10 k a r a k t e r i s e r t v e d a t systemet omfatter et prediksjonsallokeringssystem tilpasset for å ta i mot informasjon fra hver forbruker knyttet til det planlagte eller predikterte kraftforbruket, og for å beregne forventet kraftforbruk for systemet, og mate det allokerede kraftforbruket til en regulator for motor generatorsystemet (MGS).
- 15 2. System i henhold til krav 1, hvor prediksjonsallokeringssystem også er tilpasset for å ta i mot informasjon fra krafthåndteringssystemets koplingstavle inkludert informasjon vedrørende tilgjengelige kraftgeneratorene og thrustere, og således allokere den tilgjengelige kraften i henhold til de tilgjengelige generatorene.
- 20 3. System i henhold til krav 1, hvor systemet omfatter et reguleringssystem for dynamisk posisjonering, nevnte reguleringssystem for dynamisk posisjonering er innrettet for å definere den kraft som omdannes til last, basert på en hastighets- eller akselerasjonsendring, og nevnte kraftsystemet er tilpasset for å justere hastigheten på dieselmotor og / eller utløse turbo - jet hjelpesystemet, basert på prediktert
 - 25 forovermatet lastbidrag for å redusere den samlede frekvensvariasjonen avhengig av lastvariasjoner tvunget av thrustere eller andre storforbrukere som blir dynamisk styrt.
4. System i henhold til krav 1, hvor den predikterte informasjonen representerer en settpunktsendring fra minst én kraftforbruker.
- 30 5. System i henhold til krav 1, hvor den predikterte informasjonen relaterer seg til en generator - nedstengning som reduserer den tilgjengelige kraften i systemet.
6. System i henhold til krav 1, hvor prediksjonen er i en tidsskala på 1 sek, noe som
 - 35 indikerer kortsiktige endringer i systemet.
7. System i henhold til krav 1, hvor prediksjonen omfatter et tidsvarierende

kraftforbruk, for eksempel en periodisk variasjon i lasten.

8. System i henhold til krav 1, hvor det predikterte forbruket blir brukt til å justere basisturtallet på en felles skinnevariabel turtallsmaskin på et DC - bussystem, for dermed
5 å tillate at maskinen leverer det nødvendige dreiemomentet.

9. System i henhold til krav 1, hvor beregningen omfatter en summering av predikterte kraftbehov.
10

10. System i henhold til krav 9, hvor summeringen resulterer i en kurve eller en tabell som innbefatter det predikterte kraftforbruket i forhold til tid.

