

República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

(21) **PI0619521-0 A2**

(22) Data de Depósito: 01/12/2006
(43) Data da Publicação: 04/10/2011
(RPI 2126)



(51) *Int.Cl.:*
G05B 23/02
B63H 25/42
G05D 1/02
H02J 4/00

(54) Título: MÉTODO E UM SISTEMA PARA TESTAGEM DE UM SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE UMA EMBARCAÇÃO MARÍTIMA

(30) Prioridade Unionista: 07/12/2005 NO NO20055813

(73) Titular(es): Marine Cybernetics As

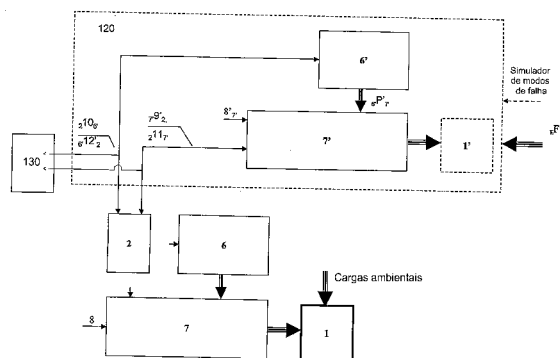
(72) Inventor(es): Asgeir Johan Sorensen, Roger Skjetne, Tor Arne Johansen

(74) Procurador(es): Dannemann, Siemsen, Bigler & Ipanema Moreira

(86) Pedido Internacional: PCT NO2006000455 de 01/12/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2007/067064 de 14/06/2007

(57) Resumo: MÉTODO E UM SISTEMA PARA TESTAGEM DE UM SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE UMA EMBARCAÇÃO MARÍTIMA. A presente invenção refere-se a um sistema para testar um sistema de gerenciamento de embarcação marítima, na qual o dito sistema de gerenciamento de energia (PMS) é disposto para controlar sistemas que produzem energia elétrica. O dito sistema compreende um simulador disposto para ser conectado ao dito PMS, o dito simulador incluindo um sistema simulado de consumo de energia (PCS), disposto para receber sinais de controle reais e/ou simulados relativos ao estado pretendido do dito PCS simulado, um módulo simulado de geração de energia disposto para fornecer energia simulada ao dito PCS simulado, o dito PCS simulado disposto para fornecer sinais simulados ao dito PMS real, o dito PMS real disposto para fornecer sinais de controle ao dito sistema simulado de geração de energia como uma resposta aos ditos sinais simulados, o dito sistema simulado de geração de energia disposto para fornecer energia simulada ao dito PCS simulado como uma resposta aos ditos sinais de controle, para o teste funcional e/ou teste de modo de falha do dito PMS.



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para **"MÉTODO E UM SISTEMA PARA TESTAGEM DE UM SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE UMA EMBARCAÇÃO MARÍTIMA"**.

CAMPO DA INVENÇÃO

5 A presente invenção refere-se a um método e um sistema para testagem de um sistema de gerenciamento de uma embarcação marítima.

INTRODUÇÃO

Uma embarcação com um sistema de posicionamento dinâmico ('dynamic positioning' ou DP) para se manter em uma estação ou outras aplicações, normalmente incluindo um piloto automático para conduzir trânsito regular, em muitos casos terá hélices e propulsores movidos a geradores diesel-elétricos. A energia elétrica é produzida a bordo da embarcação por uma casa de força que compreende geradores elétricos acionados por motores a diesel e/ou turbinas de gás, e um sistema de automação marítimo que inclui um sistema de gerenciamento de energia ('power management system' ou PMS). A energia elétrica consumida pelos motores elétricos para as hélices e propulsores pode constituir uma parte significativamente grande da energia elétrica produzida para consumo a bordo. Conseqüentemente caso os sinais de controle do sistema de controle de posicionamento dinâmico "DP" para o PMS dos motores elétricos para as hélices e propulsores incorrerem em mudanças altas e rápidas de consumo de energia, o resultado pode ser sobrecarga de energia elétrica, grandes flutuações de energia, ou operação da casa de força fora de suas especificações. Isto pode incorrer numa parada da casa de força e uma interrupção altamente indesejada no fornecimento de energia elétrica. Esta situação, que é referida como blecaute, é dispendiosa e potencialmente perigosa, e pode levar à perda da missão, dano aos equipamentos, acidentes sérios e naufrágio do navio. Nesse caso, é importante testar a interação entre o sistema de controle de DP e a casa de força incluindo o sistema de gerenciamento de energia e partes do sistema marítimo de automação, para assegurar que blecautes, flutuações de energia inaceitáveis, ou outros eventos ou condições incorretos não ocorram quando a embarcação estiver em operação. Procedimentos de teste

usados atualmente não permitem testagem sistemática de PMS sob condições de demanda simulada, contudo realistas. Isto motiva a necessidade de métodos e sistemas de teste que possam testar e verificar se o sistema de PMS irá operar corretamente ou não sob condições de operação exigentes, contudo realistas. Ainda há a necessidade de sistemas e métodos que permitam melhores simulações de sistema de energia, como simulações simplistas previamente descritas dos sistemas de energia . Um sistema de gerenciamento de energia a bordo de uma embarcação marítima pode compreender de muitos níveis de gerenciamento de energia, desde sistemas de gerenciamento local de energia para controlar um propulsor ou um trem gerador, até sistemas de gerenciamento de energia de maior nível controlando todo o sistema de energia. O sistema de energia total pode funcionar como um sistema integrado de energia no qual vários sistemas de gerenciamento de energia de baixo nível formam um único nível mais alto de PMS. A interação entre sistemas de controle mais baixo e mais alto em uma hierarquia de sistema de energia pode compreender o envio de sinais rápidos de parada, assim como grandes e rápidas flutuações no fornecimento de energia. Além disso, o sistema de gerenciamento de energia é comumente distribuído sobre várias unidades em compartimentos de anteparos separados em toda a embarcação, e também distribuído entre o sistema a bombordo e boreste, e pode assim ser difícil de testar. Deste modo, há a necessidade de testar as várias interações entre PMS de nível mais alto e nível mais baixo, para assegurar que o PMS total é capaz de funcionar corretamente quando sujeito a condições exigentes, contudo realistas.

25 Simulação de hardware em loop

O sistema de gerenciamento de energia PMS (2) é testado em simulação, na qual o dito PMS (2) é conectado ao simulador (120). O PMS (2) pode ser desconectado da embarcação e testado como um hardware em loop, ou ainda continuar conectado à embarcação (1). O simulador (120) insere os comandos que seriam de outra forma fornecidos ao PMS (2) e calcula o movimento da embarcação que teria resultado com estes comandos de propulsor e leme. O simulador retorna os sinais que teriam resultado do

sistema de medição para o movimento calculado pelo simulador. Visto do PMS (2), parece que está conectado ao equipamento instalado na embarcação (1), enquanto realmente está conectado ao simulador (120). O PMS (2) pode ser testado por uma grande variedade de ajustes operacionais e condições ambientais, situações de falha, e comandos do operador nesta configuração de teste. Este é um método de teste muito poderoso que é de grande importância. Sistemas de simulação anteriores não têm sido capazes de simular de maneira adequada os sistemas de geração de energia (6) nem a rede de distribuição de energia (90) de uma embarcação marítima (1), por isso, teste realísticos de PMS (2) não têm sido viáveis. É objetivo da invenção aqui apresentada facilitar este teste.

BREVE RESUMO DA INVENÇÃO

A presente invenção resolve alguns dos problemas descritos acima. A presente invenção descreve um sistema para testar um sistema de gerenciamento de energia de uma embarcação marítima, no qual o dito sistema de gerenciamento de energia é disposto para controlar sistemas que produzem energia elétrica, no qual o dito sistema de gerenciamento de energia é disposto para receber primeiros sinais de um sistema de consumo de energia, no qual o dito sistema de gerenciamento de energia, como uma resposta aos ditos primeiros sinais, é disposto para fornecer segundos sinais de controle para um sistema de geração de energia disposto para fornecer energia P ao dito sistema de consumo de energia. As partes novas e características do sistema são as seguintes:

um simulador disposto para ser conectado ao dito sistema de gerenciamento de energia, o dito simulador incluindo as seguintes características:

- um sistema simulado de consumo de energia disposto para receber sinais de controle reais ou simulados relativos ao estado pretendido do dito sistema simulado de consumo de energia,
- um módulo simulado de geração de energia disposto para fornecer energia simulada P' ao dito sistema simulado de consumo de energia,
- dito sistema simulado de consumo de energia disposto para

fornecer sinais simulados (9') ao dito sistema real de gerenciamento de energia,

- dito sistema real de gerenciamento de energia disposto para fornecer sinais de controle ao dito sistema simulado de gerenciamento de energia como uma resposta aos ditos sinais simulados,

- o dito sistema simulado de geração de energia disposto para fornecer energia simulada ao dito sistema simulado de consumo de energia como uma resposta aos ditos sinais de controle,

de modo a fazer testes funcionais e/ou testes de modo de falha do dito sistema de gerenciamento de energia sob os ditos sinais simulados.

A presente invenção ainda descreve um método para testar o sistema de gerenciamento de energia de uma embarcação marítima, no qual o dito sistema de gerenciamento de energia controla sistemas de geração de energia elétrica de uma embarcação marítima, no qual o dito sistema de gerenciamento de energia recebe primeiros sinais de um sistema de consumo de energia, e como uma resposta a tais o dito sistema de gerenciamento de energia fornece segundos sinais de controle a um sistema de geração de energia fornecendo energia ao dito sistema de consumo de energia. As novas e características ações do método compreendem:

- conectar um simulador ao dito sistema de gerenciamento de energia,

- dito simulador fornecendo sinais de controle simulados relativos a um estado pretendido de um sistema simulado de consumo de energia, ao dito sistema simulado de consumo de energia, ou um sistema de controle externo fornecendo sinais de controle reais relativos ao dito estado pretendido do dito sistema simulado de consumo de energia,

- dito simulador compreendendo um módulo simulado de geração de energia fornecendo energia simulada P' ao dito sistema simulado de consumo de energia,

- dito sistema simulado de consumo de energia fornecendo sinais simulados ao dito sistema real de gerenciamento de energia,

- dito sistema real de gerenciamento de energia fornecendo si-

nais de controle ao dito sistema simulado de geração de energia em resposta aos ditos sinais simulados,

- dito sistema simulado de geração de energia fornecendo energia simulada P' ao dito sistema simulado de consumo de energia em resposta aos ditos sinais de controle,

de modo a fazer testes funcionais e/ou testes de modo de falha do dito sistema de gerenciamento de energia sob os ditos sinais simulados.

Características vantajosas adicionais da presente invenção são reveladas na descrição detalhada da invenção.

10 Breve descrição das figuras

- As figuras anexas pretendem apenas ilustrar a invenção, e não deverão ser interpretadas para limitar a invenção, as quais serão limitadas somente pelas reivindicações da patente anexas. Algumas das referências numéricas são fornecidas com primeiro e segundo indicativos em letra minúscula, especificamente as referências de sinais. As referências dos sinais são fornecidas de modo que a letra minúscula anterior fornece a fonte do sinal, o numeral principal ou do meio fornece o nome do sinal, e o numeral com letra minúscula posterior fornece o alvo do sinal.

- Figura 1 descreve esquematicamente um sistema no qual um sistema de consumo de energia (7) recebe sinais de controle (8_7) de um sistema de controle que não é mostrado aqui, e no qual o dito sistema de consumo de energia (7) ainda fornece sinais de controle (7_9_2) a um sistema de gerenciamento de energia (PMS) (2). Como uma resposta aos ditos sinais de controle do propulsor (7_9_2) o PMS (2) envia sinais de controle de PMS (2_{10_6}) ao sistema de geração de energia (6) o qual, em resposta, fornece energia elétrica ($6P_7$) ao sistema de consumo de energia (7). O sistema de consumo de energia (7) fornece força a uma embarcação (1), na qual a dita embarcação pode ainda ser exposta a forças e momentos do ambiente (E_{F_1}). O sistema de consumo de energia (7) pode também ser um sistema não propulsor de consumo de energia, tal como guindastes, sistemas de aquecimento ou refrigeração, bombas, sistemas de compensação de oscilação, trens compressores, etc.

Figura 2 descreve um PMS (2) distribuído, no qual o PMS (2) compreende de uma pluralidade de subsistemas de gerenciamento de energia ($2_1, 2_2, \dots$), no qual cada subsistema de energia ($2_1, 2_2, \dots$) controla um ou mais sistema de geração de energia ($6_1, 6_2, \dots, 6_n$). Os subsistemas de gerenciamento de energia ($2_1, 2_2, \dots$), podem funcionar independentemente como sistemas de gerenciamento de energia separados, ou serem interconectados para formar um PMS (2) centralizado. O sistema de consumo de energia (7) fornece sinais de controle ($7_9 2$), tais como um sinal para requerer uma mudança específica de consumo de energia em resposta ao sinal de controle (8). Os sinais de controle ($7_9 2$) são enviados ao PMS (2), e o PMS (2) precisa fazer decisões relativas a quais ações devem ser tomadas em resposta aos ditos sinais de controle ($7_9 2$), tais como a partida ou parada de um outro gerador, a abertura ou fechamento de comutadores elétricos, aumento de produção de energia de um gerador em funcionamento, etc. O sistema de gerenciamento de energia (2) pode também receber sinais de realimentação de rede de energia ($9_0 17_2$), relativos ao estado da rede de energia (90) (voltagem, corrente, frequência).

Figura 3 descreve esquematicamente em mais detalhes o sistema de geração de energia (6), no qual um PMS (2) pode controlar vários subsistemas de gerenciamento de energia ($2_1, 2_2, \dots$) separados. O PMS (2) pode compreender diversos subsistemas de gerenciamento de energia ($2_1, 2_2, \dots$), e cada subsistema de gerenciamento de energia ($2_1, 2_2, \dots$), fornece sinais de controle de PMS ($1_2 10_{613}$), a um controlador de energia local ("Local Power Controller" ou LPC) (613) que por sua vez controla os subelementos tais como o motor principal (611) e o gerador elétrico (612) do sistema de geração de energia (6).

Figura 4 mostra uma visão esquemática simplificada de um sistema distribuído de geração de energia (6) em uma embarcação marítima, na qual são mostrados vários sistemas de geração de energia separados ($6_1, 6_2, \dots$), fornecendo energia a uma rede de energia central (90), e propulsores (7) que podem receber energia da dita rede de energia central (90). Também são mostrados subsistemas de PMS ($2_1, 2_2, \dots$) separados para ca-

da respectivo sistema de geração de energia ($6_1, 6_2, \dots$) assim como comutadores ou disjuntores de interligação (91) dispostos para serem abertos ou fechados de acordo com a necessidade.

Figura 5a mostra esquematicamente um sistema de propulsão típico (7), no qual um controlador de propulsor local ("Local Thruster Controller" ou LTC) (711) recebe sinais de controle do propulsor (8_{711}) e fornece sinais de controle (9) a um PMS (2) e uma seção de eletrônicos de potência (712) do sistema de propulsão (7). O PMS (2) controla um sistema de geração de energia (6) (não ilustrado aqui) que por sua vez fornece energia elétrica à seção de eletrônicos de potência (712) do propulsor (7). Dentro da seção de eletrônicos de potência, também conhecido como um acionador de velocidade variável ("Variable Speed Drive" ou VSD) (712) do propulsor (7) podem haver grandes flutuações de energia de difícil simulação ou modelagem. Os eletrônicos de potência (712) controlam e fornecem energia ao motor que por sua vez aciona um eixo que por sua vez aciona um hélice (717). Nesta configuração, somente a velocidade do eixo (714), e conseqüentemente do hélice (717), precisa ser controlada.

Figura 5b mostra esquematicamente uma configuração alternativa de um sistema de propulsão (7) no qual um LTC (711) fornece sinais de controle para um servidor de passo (pitch) (716) ajustando o passo da hélice (propeller pitch) (717). O LTC (711) ainda fornece sinais de controle (2_{9711}) para um PMS (2) que controla um sistema de geração de energia (6) (não mostrado aqui). O sistema de geração de energia (6) fornece energia a um trem de eixo (714) que aciona um hélice (717). O servidor de passo (716) controlado pelo LTC (711) determina o passo do hélice (717). Sinais de realimentação do atuador são fornecidos de volta ao LTC (711) que compara os sinais de realimentação do atuador aos valores determinados, e realiza as ações apropriadas. Nesta configuração do sistema de propulsão (7), somente o passo do hélice (717) precisa ser controlado, enquanto a velocidade do eixo (714) pode ser constante.

Figura 6 mostra um diagrama de teste de um PMS (2) no qual o PMS (2) da embarcação marítima (1) é (opcionalmente) desconectado do

sistema real de consumo de energia (7) e do sistema real diesel-elétrico de geração de energia (6), e conectado a um sistema simulado de consumo de energia (7') e um sistema simulado de geração de energia (6') que são compreendidos em um simulador (120), com sinais (9,10) de e para o PMS (2) sendo registrado em um registrador (logger) durante um teste.

Figura 7 descreve uma situação similar como na Figura 6, mas na qual o PMS (2) é um PMS distribuído (2), e no qual o PMS (2) compreende uma pluralidade de subsistemas de gerenciamento de energia ((2₁,2₂,...)).

A figura 8 descreve um PMS (2) distribuído compreendendo uma pluralidade de subsistemas de gerenciamento de energia (2₁,2₂,...), no qual um único dos ditos subsistemas de gerenciamento de energia (2₁,2₂,...) é testado.

Adicionalmente, um PMS central (2) pode controlar as necessidades gerais de geração de energia de toda a embarcação, ou um ou mais dos subsistemas de gerenciamento de energia (2₁,2₂,...) podem funcionar como o dito PMS (2) central.

Figura 9 ilustra um esquema de teste no qual um ou mais subsistemas de gerenciamento de energia (2₁,2₂,...) de um PMS (2) distribuído é testado por um simulador (120). Os módulos de geração de energia (6_i) da embarcação podem ser distribuídos em compartimentos separados da embarcação, cada qual com um subsistema gerenciamento de energia local (2_i), da qual os ditos subsistemas de gerenciamento de energia local podem ser interconectados por uma rede de dados. O simulador (120) compreende módulos de simulação tal como um módulo de simulação de geração de energia (6') e uma embarcação simulada (1').

Figura 10 ilustra uma situação na qual o sistema de controle de DP (3) fornece sinais de controle (38₇) a um sistema de consumo de energia (7).

Figura 11 ilustra uma situação de teste em que as interações entre o PMS (2) real e o sistema de controle de DP (3) real são testados contra um simulador (120). O PMS (2) e o sistema de controle de DP (3) são (opcionalmente) desconectados do sistema de geração de energia (6) e do

sistema de propulsão (7) da embarcação marítima (1), e conectados ao dito simulador (120), e pode ser operado para teste alternativamente sob modos de falha simulados, testes funcionais, ou testes de desempenho.

Figura 12 ilustra uma situação similar ao sistema descrito acima, mas no qual o sistema de controle de propulsão (711) é considerado como sendo uma unidade separada no sistema de propulsão (7), e podem assim ser incluídos no hardware testado com o sistema de controle (3) e o PMS (2), ver Figura 13 abaixo. Neste cenário, o sistema de controle de DP (3) fornece sinais de controle de propulsor (38_{711}) ao sistema de controle propulsão (711) que, em resposta aos ditos sinais de controle (38_{711}), fornece sinais de controle de energia (7119_2) ao dito PMS (2).

Figura 13 ilustra um arranjo de teste no qual interações entre o sistema real de controle propulsor (711) assim como o PMS (2) e o sistema de controle de DP (3) são testados. Os sistemas são desconectados do sistema real da embarcação (1), e conectado a um simulador (120). O simulador (120) é similar aos simuladores descritos acima, mais ainda compreende uma unidade de propulsão simulada ($710'$) controlada pelo LTC (711), ao invés de todo o simulador da unidade completa de consumo de energia (7').

Descrição detalhada das modalidades preferidas da invenção

A invenção aqui apresentada é um sistema de teste e método para testar um sistema de gerenciamento de energia (2) em uma embarcação marítima (1). O dito sistema de gerenciamento de energia (2) é disposto para controlar um ou mais sistemas (6) que produzem energia elétrica a ser consumida por um sistema de consumo de energia (7), ver Figura 1. Em uma primeira modalidade preferida da invenção, dito sistema de consumo de energia (7), por exemplo, um sistema de propulsão, é disposto para receber sinais de controle (8_7) relativos a um estado pretendido da dita embarcação (1), tal como velocidade pretendida, velocidade de eixo, rumo, etc. Em resposta aos ditos sinais de comando (8_7) o dito sistema de consumo de energia (7) é disposto para fornecer sinais (79_2) tais como sinais indicando a necessidade de velocidade específica de eixo, para o dito sistema de gerenciamento de energia (2) que, por sua vez, em resposta aos ditos sinais (79_2)

vai fornecer segundos sinais de controle ($_{910_6}$) a um sistema de geração de energia (6). O dito sistema de geração de energia (6) vai, em resposta aos ditos segundos sinais ($_{79_2}$), fornecer energia ao sistema de consumo de energia (7) o qual fornecerá energia à embarcação marítima (1). Os ditos sinais (9) do sistema de consumo de energia (7) para o PMS (2) podem também, entre outros, ser sinais de sensores, sinais de controle, sinais de status ou sinais de realimentação.

Em uma modalidade preferida da invenção, os ditos sinais (9) do sistema de consumo de energia (7) para o PMS (2) são sinais ou sinais de controle indicando demandas específicas de energia.

O PMS (2) também pode enviar sinais de controle ($_{211_7}$) diretamente ao sistema de propulsão (7), se necessário. Estes sinais podem compreender de sinais de redução rápida de carga se o PMS (2) detectar uma situação em que uma queda abrupta no consumo de energia do sistema de consumo de energia (7) seja considerada necessária. Adicionalmente, o PMS (2) recebe sinais de realimentação de geração de energia ($_{612_2}$) do sistema de geração de energia (6) relativo ao estado do sistema de geração de energia (6). O sistema de consumo de energia (7) vai fornecer forças ($_{7F_1}$) que atuaram sobre a embarcação (1) mudando ou mantendo o estado da dita embarcação (1). Quanto testando o dito sistema de gerenciamento de energia (2), o dito sistema de gerenciamento de energia (2) pode, ou não, ser desconectado do correspondente sistema real de consumo de energia (7) e do dito sistema real de geração de energia (6), e ser conectado a um simulador (120) que compreende os correspondentes sistema simulado de consumo de energia (7'), sistema simulado de geração de energia (6') e possivelmente uma embarcação simulada (1'). O sistema simulado de consumo de energia (7') receberá sinais de comando reais ou simulados ($_{8'7}$) relativos a um estado desejado do dito sistema simulado de consumo de energia (7'), e vai, em resposta, fornecer sinais de controle simulados ($_{79_2}$) ao dito PMS (2) real. O sistema real de gerenciamento de energia (2) vai, em resposta aos ditos sinais ($_{79_2}$), fornecer sinais de controle ($_{910_6}$) ao dito sistema simulado de geração de energia (6'), o qual irá fornecer uma quantidade maior ou

menor de energia simulada (${}_6P_7$) ao dito sistema simulado de consumo de energia (7'). O sistema de consumo de energia (7'), irá assim, de acordo com os sinais de comando (${}_87$) recebidos, ser capaz de fornecer a força necessária à dita embarcação (1'). Desta maneira, podem ser feitos testes funcionais, de modo de falha, e de desempenho do dito PMS (2) real.

Em uma modalidade preferida da invenção, o sistema simulado de consumo de energia (7') recebe comando de propulsores (${}_87$) que podem ser reais ou simulados (${}_8,8'$). Como resposta a estes sinais de comando de propulsores (${}_87$), o sistema de consumo de energia (7) fornece sinais simulados (${}_79_2$) ao dito PMS (2). Em resposta a esses sinais (${}_79_2$) o PMS (2) fornece sinais de controle (${}_210_6$) ao dito sistema simulado de geração de energia (6'). Em resposta aos ditos sinais de controle (${}_210_6$) o sistema simulado de geração de energia (6') fornece energia simulada (${}_6P_7$) ao sistema simulado de consumo de energia (7'), que por sua vez fornece forças simuladas (${}_7F_1$) a uma embarcação simulada (1'). O sistema simulado de geração de energia (6') fornece sinais simulados de realimentação de geração de energia (${}_612_2$) ao PMS (2). A embarcação simulada (1') podem também ser sujeita à cargas ambientais simuladas (${}_EF_1$) influenciando o comportamento da embarcação simulada (1'). Em uma outra modalidade preferida, a embarcação simulada (1') pode passar por falhas simuladas e modos de falha simulados, testes funcionais ou testes de desempenho para a testar o PMS (2).

Teste funcional significa o teste de um sistema para assegurar que dito sistema é capaz de cumprir com todas as ações pretendidas. Para um PMS (2), estas ações podem, entre outras, ser a abertura e fechamento apropriada de comutadores de energia (91), a partida e parada apropriada de geradores (612), a resposta apropriada a sinais de controle do dito PMS (2), etc. Teste de modo de falha significa o teste de um sistema para assegurar que dito sistema reage de uma maneira esperada durante modos de falha. Um modo de falha é definido como sendo as manifestações funcionais de falha, em que ditas falhas são a incapacidade dos componentes realizarem sua função devido a defeitos, em que ditos defeitos são defeitos nos ditos componentes. Os ditos modos de falha podem compreender entre ou-

tros:

- * sinais de entrada descalibrados,
- * sinais de entrada fora da faixa,
- * distúrbios nos sinais de entrada,
- 5 * sinais de entrada trocados,
- * sinais de entrada faltando ou removidos,
- * sinais de entrada atrasados,
- * mal funcionamento do sistema de consumo de energia (7),
- * mal funcionamento dos sistemas de geração de energia (6),
- 10 * mal funcionamento do dispositivos de comando (4) etc.

Em uma modalidade preferida da invenção, o sistema de comando (3) é um sistema de posição dinâmica (DP) (3) que fornece sinais de comando (387) aos ditos sistemas de consumo de energia (7) conforme mostrado na Figura 1. Nesta modalidade da invenção, os sistemas de consumo

15 de energia (7), compreendem principalmente sistemas de propulsão (7), e os sinais de comando (387) fornecidos ao sistema de propulsão (7) compreendem principalmente comandos referentes ao rumo e velocidade pretendidos ou ao rumo e posição da embarcação marítima (1) pretendidos. O sistema de DP (3) pode receber comandos de um dispositivo de entrada de comando

20 (4) tal como um console de comando com uma roda de leme (steering wheel), um joystick, uma rollerball etc., o qual fornece sinais de comando (41) ao dito sistema DP (3). Em uma modalidade da invenção, o dito simulador (120) compreende um módulo de embarcação (1') compreendendo algoritmos dispostos para calcular o movimento dinâmico resultante da embarcação quando a dita embarcação (1') recebe força do sistema de propulsão (7'). A em-

25 barcação simulada (1') também pode ser influenciada por forças ambientais simuladas (E_{F1}) tais como o vento, correntes e ondas. A embarcação simulada (1') é disposta para levar tais forças em consideração ao calcular o movimento simulado resultante da embarcação. Isto permite testar o PMS (2)

30 quando o dito sistema simulado de propulsão (7') recebe comandos relativos ao movimento pretendido da embarcação (1'). O PMS (2) pode ser testado quanto ao tratamento adequado de situações em que os sistemas propulso-

res (7') são sujeitos a variações rápidas de demandas de energia. Dessa forma, podem ser examinadas situações que raramente acontecem, mas que mesmo assim são importantes de serem testadas.

Figura 5a ilustra uma primeira configuração de propulsor, chamada de propulsor de passo fixo velocidade variável, na qual o passo do propulsor é fixo, enquanto a velocidade do eixo pode ser variada. Um controlador de propulsor local (711) recebe sinais de comando (8_{711}) que pode originar de um sistema de DP (3) e, em resposta, fornece sinais ($7_{11}9_2$) a um ou mais subsistemas de gerenciamento de energia. Em resposta a ditos sinais ($7_{11}9_2$), o sistema de gerenciamento de energia (2) e/ou um ou mais subsistemas de gerenciamento de energia (2_1 , 2_2) e um sistema de geração de energia (6) fornece energia a uma unidade eletrônica de energia (712). A dita unidade eletrônica de energia (712) é disposta para receber comando do dito controlador de propulsor local (711) com respeito ao estado pretendido de propulsor. A unidade eletrônica de energia é disposta para modificar a energia recebida para alcançar o estado de energia pretendido. A unidade eletrônica de energia (712) fornece energia a um motor (713) o qual aciona um eixo (714), que por sua vez aciona um propulsor (717), ou outro meio de propulsão. O dito controlador de propulsor local (711) recebe sinais de realimentação do sistema de propulsão (712, 713, 714, 717) relativos ao estado do dito sistema, e pode realizar correções adicionais em resposta aos ditos sinais de realimentação.

Figura 5b ilustra uma segunda configuração de propulsor, chamada de velocidade fixa, propulsor de passo controlável, em que o passo do propulsor é controlado enquanto a velocidade do eixo é fixa. Como acima, o controlador de propulsor local (711) recebe sinais de comando (8_{711}) que podem originar de um sistema de DP (3) e, em resposta, fornece sinais ($7_{11}9_2$) a um ou mais subsistemas de gerenciamento de energia. Em resposta aos ditos sinais ($7_{11}9_2$), o sistema de gerenciamento de energia (2) e/ou um ou mais subsistemas de gerenciamento de energia (2_1 , 2_2) e um sistema de geração de energia (6) fornece energia a um motor de arranque (715) que dá partida no motor (713) para acionar o eixo (714) e hélice (717). Nesta

modalidade o controlador de propulsor local fornecerá sinais de controle a um servo-motor de passo ("pitch servo") (716) disposto para ajustar o passo do dito hélice (717), assim alterando a força fornecida do sistema de propulsão (7) à dita embarcação (1). O controlador de propulsor local (711) recebe

5 sinais de realimentação do sistema de propulsão (712, 713, 714, 717) relativos ao estado do dito sistema, e pode realizar correções adicionais em resposta aos ditos sinais de realimentação.

Em outra modalidade preferida da invenção, os sistemas simulados de consumo de energia (7') correspondentes à suas contrapartes reais

10 podem compreender, mas não são limitados a, um ou mais dos seguintes:

- uma cadeia de processos de petróleo simulada (7'b) ou similar,
- uma linha de compressores de gás simulada (7'c) para processamento de petróleo ou reliquefação de gás,
- um sistema de compensação de oscilação simulado (7'd) para

15 perfuração ou produção de petróleo,

- um sistema de refrigeração ou aquecimento simulado (7'e) para navios de passageiros ou de carga,
- um sistema de bombeamento simulado (7'f), por exemplo, para lastreamento ou carga/descarga;

20 - um sistema de guindaste simulado (7'g).

Assim, a presente invenção permite testar as necessidades de consumo de energia em plataformas de perfuração que tem grande demanda energética quando realizando perfurações, bombeamento e operações de manutenção da estação, ou consumo de energia para aquecimento e resfriamento em grandes navios de passageiros, etc.

25

O sistema de gerenciamento de energia (2) pode compreender de uma pluralidade de subsistemas de gerenciamento de energia (2₁, 2₂...) em que cada subsistema de gerenciamento de energia (2₁, 2₂...) pode, havendo necessidade, funcionar de forma independente, ou ser interconectado

30 para formar um PMS (2) central. Esta configuração pode ser considerada para formar um PMS (2) distribuído. Um sistema de gerenciamento de energia distribuído pode ser necessário para se ter sistemas sobressalentes se-

parados para os lados de bombordo e boreste do navio, sistemas separados em compartimentos de anteparas separados do navio. Em outra modalidade da invenção, os subsistemas de gerenciamento de energia ($2_1, 2_2...$) podem por sua vez ser controlados por um PMS (2) de nível mais alto, o qual monitora e controla o desempenho total do sistema de energia. As interações entre os subsistemas de gerenciamento de energia ($2_1, 2_2...$) podem ser complexas, e é um objetivo da presente invenção ser capaz de examinar as propriedades de tal PMS (2) distribuído. A interconexão entre ditos subsistemas de gerenciamento de energia ($2_1, 2_2...$) serve para dar robustez ao sistema se o sistema de energia for sujeito a interrupções. Tais interrupções podem ser a falha de um dos ditos subsistemas de gerenciamento de energia ($2_1, 2_2...$) em cujo caso é necessário que um segundo dos ditos subsistemas de gerenciamento de energia ($2_1, 2_2...$) seja capaz de assumir as funções do subsistema em mau funcionamento para que ao menos as necessidades mínimas de geração de energia da embarcação marítima (1) sejam atendidas. Além disso, os subsistemas de gerenciamento de energia ($2_1, 2_2...$) podem ser dispostos para que cada subsistema ($2_1, 2_2...$) se dedique a servir uma unidade de consumo de energia (7) única. Como consequência os subsistemas de gerenciamento de energia ($2_1, 2_2...$) também pode ser disposto em locais separados a bordo da embarcação (1). Em uma modalidade preferida da invenção, o método de sistema de teste permite testar um ou mais dos ditos subsistemas de gerenciamento de energia distribuídos ($2_1, 2_2...$), conectando o um ou mais subsistemas de gerenciamento de energia ($2_1, 2_2...$) ao dito simulador (120), e fornecendo sinais reais /ou simulados ($7_9'_{2-1}$, $7_9'_{2-1}$) e registrando as respostas correspondentes dos ditos subsistemas de gerenciamento de energia ($2_1, 2_2...$).

É comum dispor subsistemas de gerenciamento de energia ($2_1, 2_2...$) em locais separados em uma embarcação marítima (1), pois o sistema de geração de energia pode ainda compreender uma pluralidade de subsistemas de geração de energia ($6_1, 6_2...$) onde cada subsistema de geração de energia ($6_1, 6_2...$) é um subsistema de geração de energia separado e independente ($6_1, 6_2...$). Em uma modalidade preferida da invenção, o simulador

da invenção compreende subsistemas simulados de geração de energia ($6_1'$, $6_2'$...), cada um fornecendo energia simulada a uma rede de distribuição de energia real ou simulada (90 , $90'$), conforme mostrado na Figura 2 e Figura 8. Em uma outra modalidade preferida da invenção, cada subsistema de gerenciamento de energia (2_1 , 2_2 ...) pode realizar operações tais como, entre outras, controlar um ou mais subsistemas de geração de energia (6_1 , 6_2 ...) ou controlar a abertura e o fechamento de comutadores e/ou disjuntores de barramento (91 , 92) na rede de energia (90).

Na Figura 2, os subsistemas de geração de energia fornecem energia (${}_6P_{90}$) para uma rede elétrica (90). Energia é então fornecida pela dita rede de energia (90) ao dito sistema de consumo de energia (7). Cada subsistema de gerenciamento de energia (2_1 , 2_2 ...) pode fornecer sinais de controle de PMS (${}_210_6$) para um ou mais dos ditos subsistemas de geração de energia (6_1 , 6_2 ,...) e recebe sinais de realimentação de geração de energia (${}_612_2$) do sistema de geração de energia (6). O PMS (2) pode, em resposta aos ditos sinais de realimentação da rede de energia (${}_9017_2$) agir de forma independentemente do sistema de propulsão (7), e fornecer sinais de controle (${}_216_{90}$) à rede de energia (90) tais como sinais de controle para a abertura ou fechamento de comutadores (91). O PMS (2) ou um ou mais dos ditos subsistemas de gerenciamento de energia (2_1 , 2_2 ...) também podem comandar a partida ou parada de subsistemas de geração de energia (6_1 , 6_2 ,...). Cada subsistema de gerenciamento de energia separado (2_i) pode ainda ser disposto para controlar um subsistema real ou simulado de geração de energia (6_i , $6_i'$) correspondente.

O sistema de geração de energia (6) pode compreender de diversos sub-elementos de geração de energia, tais como um motor principal (611), por exemplo, um motor a diesel ou uma turbina a gás, um gerador (612) e um controlador de energia local (LPC) (613). O dito LPC (613) pode compreender de um ou mais "Governadores" (614) que regulam a velocidade do gerador (612), isto é, a frequência da energia elétrica produzida, e um regulador de voltagem automático ("Automatic Voltage Regulator" ou AVR) (615), o qual controla a voltagem da energia elétrica produzida. O LPC (613)

recebe sinais de realimentação do gerador ($_{612}121_{613}$) do gerador (612), assim como sinais de realimentação da rede de energia ($_{90}16_{613}$) da rede de energia real ou simulada (90, 90'). Em resposta aos ditos sinais de realimentação ($_{612}121_{613}$) e ditos sinais de controle de PMS ($_{210}613$), o LPC (613) fornece sinais de controle ($_{613}121_{811}$) ao motor principal (611) que aciona o gerador (612). O LPC(613) pode também fornecer sinais de controle de LPC ($_{613}18_{812}$) diretamente ao gerador (612) tal como uma magnetização pretendida do gerador (612). O LPC (613) pode ainda ser disposto para receber sinais de realimentação de distribuição de energia ($_{90}16_{613}$) relativos ao estado do dita rede real ou simulada de distribuição de energia (90, 90'). O LPC (613) pode, em resposta aos ditos sinais de realimentação ($_{90}16_{613}$) fornecer sinais de controle apropriados, tais como o aumento ou decréscimo da magnetização ou velocidade do dito gerador (613). Um exemplo de situação para qual pode-se testar, é uma situação na qual um ou mais geradores (612) estão funcionando mal, os geradores restantes estão funcionando em capacidade total ou perto disso, e surge uma necessidade súbita e premente de energia adicional para propulsão. O PMS (2) terá que então tomar a ação apropriada sobre qual sistema de consumo de energia deverá receber menos energia, para que a energia adicional seja fornecida aos propulsores. Se uma embarcação marítima precisa ser rapidamente deslocada de uma dada posição para evitar uma colisão, então os sistemas propulsores devem receber prioridade mais alta do que, por exemplo, a iluminação de cabine, os guindastes ou máquinas de resfriamento a bordo. É crítico que o PMS seja capaz de responder apropriadamente a tais situações.

Em outra modalidade preferida da invenção, um ou mais dos ditos subsistemas de gerenciamento de energia ($2_1, 2_2$) são dispostos para fornecer sinais de controle ($_{211}7$) para um ou mais dos ditos sistemas reais e/ou simulados de consumo de energia (7,7'). Conforme descrito acima, os sinais de controle ($_{211}7$) compreendem, entre outros, sinais de parada de propulsor ou sinais de redução rápida de carga.

Em uma outra modalidade preferida da invenção, um ou mais dos ditos subsistemas de gerenciamento de energia ($2_1, 2_2...$) pode receber

5 sinais de realimentação de um ou mais dos ditos controladores reais ou simulados de energia local (6_{13} , $6_{13}'$). O dito subsistema de gerenciamento de energia (2_1 , $2_2...$) pode ser disposto para receber sinais de realimentação relativos ao estado geral de um ou mais dos ditos subsistemas de geração de energia (6_1 , $6_2,...$)

Em uma modalidade particularmente preferida da invenção, o dito sistema de DP real (3) é conectado ao PMS (2) e o simulador (120) e fornecerá sinais de controle ($_{387}$) ao dito sistema real ou simulado de consumo de energia (7, $7'$) o qual irá responder fornecendo sinais ao PMS (2) conforme descrito acima. O dito simulador (120) compreende um ou mais subsistemas simulados de geração de energia ($6_1'$, $6_2',...$), um sistema propulsor simulado ($7'$) e uma embarcação simulada ($1'$). O sistema de controle de DP (3) fornece sinais de controle ($_{387}$) ao sistema de propulsão simulado ($7'$). Em resposta aos ditos sinais de controle ($_{387}$), o sistema de propulsão simulado ($7'$) fornece sinais simulados ($_{79'2}$) ao PMS (2) real. O PMS (2) fornece sinais de comando de energia ($_{210_6}$) a um sistema simulado de geração de energia ($6'$) que por sua vez fornece energia simulada ($_{6P'7}$) ao dito sistema simulado de consumo de energia ($7'$). O dito sistema simulado de consumo de energia ($7'$) fornece forças ($_{7F_1}$) influenciando a dita embarcação simulada ($1'$). O movimento da embarcação simulada ($1'$) pode ser influenciado por cargas ambientais simuladas ($_{EF'1}$) ou cargas ambientais reais simultâneas ou registradas ($_{EF_1}$). O movimento simulado resultante da embarcação é medido ou calculado, e o movimento resultante é comunicado como sinais simulados ($5'$) para o sistema de DP (3). O PMS (2) pode fornecer sinais de realimentação de PMS ($_{213_3}$) ao sistema de DP (3). O PMS (2) pode ainda receber sinais simulados de realimentação de geração de energia ($_{612'2}$) do dito sistema simulado de geração de energia ($6'$). O PMS (2) pode também, conforme descrito acima, se necessário, fornecer sinais de controle ($_{211_7}$) diretamente ao sistema simulado de consumo de energia ($7'$).

30 Em uma modalidade preferida da invenção, o dito sistema real ou simulado de consumo de energia (7, $7'$), é ainda disposto para fornecer sinais de realimentação de consumo de energia ($_{714}$, $14'_3$) ao sistema de DP (3) relativos

ao estado do sistema de consumo de energia (7). Tais sinais de realimentação (14) podem compreender, entre outros, velocidade de revolução, passo do propulsor, velocidade do eixo, etc. Em uma outra modalidade preferida da invenção, o dito PMS (2) ou um ou mais dos ditos subsistemas de gerenciamento de energia ($2_1, 2_2, \dots$) podem ser dispostos para fornecer sinais de realimentação do sistema de gerenciamento de energia (2_{13_3}) ao dito sistema de DP (3). Tais sinais podem ser relativos ao estado geral do sistema de energia. É importante observar que todos os sistemas reais no loop de simulação são incapazes de distinguir entre sinais simulados e reais. Portanto não tem importância prática para os sistemas reais se os sinais fornecidos a eles resultam de computações de um simulador, ou de medições reais feitas por sensores reais.

Com referência agora a figura 12, em uma modalidade separada preferida da invenção, o sistema real ou simulado de consumo de energia (7, 7') é considerado como sendo um sistema de propulsão (7) agora compreendendo de um controlador de propulsor real (711) a ser incluído no sistema de teste, e uma unidade de propulsão simulada (710') e possivelmente uma unidade de propulsão real (710), a serem acionadas simultaneamente. Dita unidade de propulsão real e/ou simulada (710, 710') pode, por exemplo, ser um propulsor de passo fixo e velocidade variável (Figura 5a) no qual se conecta o controlador de propulsor local ao simulador (120). O objetivo desta modalidade especial da invenção é de permitir testar as interações entre o dito controlador de propulsor local (711), o dito sistema de DP real (3) e o dito PMS real (2). Assim, o sistema de DP (3) fornece sinais ($3_{8_{711}}$) ao dito controlador de propulsor local (711) que, em resposta aos ditos sinais ($7_{11}9_2$), fornece sinais de controle (2_{10_6}) ao dito PMS (2). O dito PMS (2) responderá fornecendo sinais de controle (2_{10_6}) ao sistema real e/ou simulado de geração de energia (6, 6'), que por sua vez, responde aos ditos sinais (2_{10_6}) fornecendo energia à dita unidade de propulsão real ou simulada (710, 710'). Nesta modalidade da invenção pode-se simular a interação entre as três unidades de decisão lógica: o sistema de DP (3), o PMS (2) e o controlador propulsor local (711) a uma situação simulada de consumo de energia.

O dito controlador de propulsor local (711) é, em uma modalidade preferida da invenção, disposto para fornecer sinais de controle (711, 172, 710) à dita unidade de propulsão real e/ou simulada (710, 710'), tais como sinais relativos à velocidade do eixo, passo do hélice, etc. A unidade de propulsão real e/ou simulada fornece sinais de realimentação (15) ao dito controlador de propulsor local (711) e/ou ao dito sistema de DP (3) descrevendo o estado do dito sistema de propulsão (710). O sistema de DP é ainda disposto para receber sinais de realimentação reais ou simulados (5, 5') da dita embarcação real e/ou simulada (1, 1') relativos ao estado da embarcação (1, 1'). A embarcação (1, 1') pode também ser influenciada por cargas ambientais reais e/ou simuladas, tais como ondas, correntes, vento, etc., conforme descrito acima. Assim o sistema de DP (3) responde aos ditos sinais de realimentação (15) da dita unidade de propulsão (710, 710'), aos sinais de realimentação (2, 13, 3) do dito PMS (2) e aos sinais de realimentação (15, 3) da dita embarcação (1, 1'). O dito sistema de DP (3) vai, em resposta aos ditos sinais, e a possíveis sinais de comando (41) fornecidos de um console de comando (4), fornecer sinais de controle (38, 711) ao dito controlador de propulsor local (711), o qual iniciará um loop de sinal similar àquele descrito acima. O PMS (2) ou um ou mais dos ditos subsistemas de gerenciamento de energia (2, 2, 2...) são, em uma modalidade preferida da invenção, dispostos para fornecer sinais de controle (31, 1, 711), tais como sinais de redução rápida de carga ao dito controlador de propulsor local (711).

Em uma modalidade particular da invenção, o dito controlador de propulsor local (711) é disposto para fornecer sinais de realimentação do controlador de propulsor local (171) ao dito sistema de posicionamento dinâmico (3).

Em uma modalidade preferida da invenção, alguns ou todos os sinais para e das unidades testadas são registradas em um registrador de dados (130), e armazenados para análise posterior. Um teste conduzido de acordo com o método e sistema da invenção e a dita análise pode resultar na aprovação ou rejeição de uma ou mais unidades testadas: o PMS (2), o DP (3), ou o controlador de propulsor local (711) e pode também descobrir

desvantagens do sistema de energia como um todo.

Listagem de Referência

	1 Embarcação
	1' Embarcação simulada
5	2 Sistema de Gerenciamento de Energia
	2 ₁ , 2 ₂ ..., 2 _n Subsistemas de gerenciamento de Energia
	3 Sistema de Posicionamento Dinâmico
	4 Dispositivo de entrada de comando
	41 sinais de entrada de comando
10	5 sensores
	5' sensores simulados
	51 sinais de sensores
	51' sinais de sensor simulado
	6 sistemas de geração de energia
15	6' sistemas simulados de geração de energia
	6 ₁ , 6 ₂ ..., 6 _n subsistemas de geração de energia
	6 ₁ ', 6 ₂ ',... subsistemas simulados de geração de energia
	611 Motor Principal
	612 Gerador
20	613 Controle de energia local (LPC)
	614 Governador
	615 Regulador de Voltagem Automática
	7 Sistema de propulsão
	7' sistema de propulsão simulado
25	7 ₁ , 7 ₂ , ... subsistemas propulsores
	7 ₁ ', 7 ₂ ',... subsistemas propulsores simulados
	710 unidade de propulsão
	710' unidade de propulsão simulada
	711 controle de propulsão local (LTC)
30	712 eletrônica de potência VSD
	713 motor
	714 eixo

	715 motor de arranque
	715 servo-motor de passo
	717 hélice
	8 sinais de comando
5	8' sinais de comando simulados
	9 sinais, sinais de sensor ou sinais de controle de sistema de consumo de energia (7, 7') para o PMS (2)
	9' sinais simulados, sinais de sensor simulados ou sinais de controle do sistema de consumo de energia (7, 7') para o PMS (2)
10	10 Sinais de controle de PMS
	11 sinais de redução de carga rápida para o propulsor
	12 sinais de realimentação de geração de energia
	12' sinais de realimentação de geração de energia simulada
	121 sinais de realimentação de gerador
15	13 sinais de realimentação de PMS
	14 sinais de realimentação de consumo de energia
	14' sinais de realimentação de consumo de energia simulada
	15 sinais de realimentação de propulsão
	15' sinais de realimentação de propulsão simuladas
20	16 sinais de realimentação de distribuição de energia
	17 rede de energia de sinais de controle de PMC
	18 sinais de controle (LPC) de controle de energia local
	19 sinais de realimentação de LPC
	161 sinais de realimentação de gerador
25	171 sinais de realimentação de controlador propulsor local
	172 sinais de controle controlador propulsor local
	90 rede de energia elétrica
	91 comutadores de energia
	92 barramento de disjuntor de interligação
30	100 conectores de entrada e saída (I/O)
	120 simulador
	130 registrador

P, P' Energia real ou simulada

F, F1 Forças ou momentos reais ou simulados

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema para testar um sistema de gerenciamento de energia (2) de uma embarcação marítima (1), em que dito sistema de gerenciamento de energia (2) é disposto para controlar sistemas (6) que produzem energia elétrica, em que dito sistema de gerenciamento de energia (2) é disposto para receber primeiros sinais (9) de um sistema de consumo de energia (7), ditos primeiros sinais compreendendo sinais de controle (9) e/ou sinais de sensores (9), em que dito sistema de gerenciamento de energia (2) em resposta aos primeiros sinais (9) está disposto para fornecer segundos sinais de controle (10) a um sistema de geração de energia (6) disposto para fornecer energia (P) ao dito sistema de consumo de energia (7), caracterizado por

um simulador (120) disposto para ser conectado ao dito sistema de gerenciamento de energia (2), o dito simulador (120) incluindo

um sistema simulado de consumo de energia (7') disposto para receber sinais de controle reais e/ou simulados (8, 8') relativos a um estado pretendido do sistema simulado de consumo de energia (7'),

um módulo simulado de geração de energia (6') disposto para fornecer energia simulada (P') ao dito sistema simulado de consumo de energia (7').

o dito sistema simulado de consumo de energia (7') disposto para fornecer sinais simulados (9') ao dito sistema real de gerenciamento de energia (2),

o dito sistema real de gerenciamento de energia (2) disposto para fornecer sinais de controle (10) ao dito sistema simulado de geração de energia (6') como uma resposta aos ditos sinais simulados (9'),

o dito sistema simulado de geração de energia (6') disposto para fornecer energia simulada (P') ao dito sistema simulado de consumo de energia (7') em resposta aos ditos sinais de controle (10),

para o teste funcional, de desempenho ou de modo de falha do dito sistema de gerenciamento de energia (2).

2. Sistema de acordo com a reivindicação 1, compreendendo um

sistema de posicionamento dinâmico (3) disposto para fornecer sinais de comando (8) para dito sistema real e/ou simulado de consumo de energia (7, 7'), e ainda disposto para receber comandos (41) do console de comando (4) relativos ao estado geral da dita embarcação (1), e no qual o dito sistema de gerenciamento de energia (2) esta disposto para fornecer sinais de realimentação de sistema de gerenciamento de energia (13) para dito sistema de posicionamento dinâmico(3).

3. Sistema de acordo com a reivindicação 2, no qual o dito simulador (120) compreende ainda um módulo de embarcação (1'), dito sistema simulado de consumo de energia (7') compreendendo um sistema simulado de propulsão (7'a) disposto para prover forças simuladas (F') para dito módulo de embarcação simulada (1'), dito simulador (120) ainda compreendendo um algoritmo disposto para computar o comportamento dinâmico de dito módulo de embarcação simulada (1') quando dito módulo de embarcação simulada (1') é sujeito a forças e cargas ambientais simuladas (F') do dito sistema simulado de consumo de energia (7'), no qual dito sistema de posicionamento dinâmico (3) sendo disposto para receber sinais (5') do dito módulo de embarcação simulada (1') relacionados ao estado da dita embarcação simulada (1'), e como uma resposta a ditos sinais (5') fornecer sinais de comando (8) a dito sistema simulado de consumo de energia (7').

4. Sistema de acordo com a reivindicação 1, no qual dito sistema de gerenciamento de energia (2) compreende dois ou mais subsistemas de gerenciamento de energia ($2_1, 2_2, \dots$), ditos subsistemas de gerenciamento de energia ($2_1, 2_2, \dots$) sendo interconectados com um ou mais de ditos outros subsistemas de gerenciamento de energia ($2_1, 2_2, \dots$), nos quais ditos subsistemas de gerenciamento de energia ($2_1, 2_2, \dots$), sendo dispostos para fornecer sinais de controle de subsistemas de gerenciamento de energia (11) tais como os assim chamados sinais de redução rápida de carga (11) para dito sistema real ou simulado de consumo de energia (7, 7').

5. Sistema de acordo com a reivindicação 4, no qual ditos subsistemas de gerenciamento de energia ($2_1, 2_2, \dots$) são ainda dispostos para fornecer sinais de controle (17) a um ou mais comutadores ou disjuntores de

interligação (91, 92) na dita rede de distribuição de energia elétrica (90) e/ou rede elétrica simulada (90') da dita embarcação marítima (1), na qual ditas uma ou mais redes elétricas reais (90) e /ou simuladas (90') são dispostas para fornecer sinais reais ou simulados de realimentação de distribuição de energia (16, 16') tais como sinais de tensão, respectivamente para um ou
5 mais de ditos subsistemas de gerenciamento de energia (2₁, 2₂, ...).

6. Sistema de acordo com a reivindicação 4, no qual dito sistema real ou simulado de geração de energia (6, 6') compreende um ou mais sistemas reais ou simulados de geração de energia separados (6₁, 6₁', 6₂, 6₂',
10 ...) no qual um ou mais dos ditos subsistemas de gerenciamento de energia (2₁, 2₂, ...) são dispostos para prover sinais reais e/ou simulados (9, 9') para um ou mais dos ditos sistemas reais ou simulados de geração de energia separados (6₁, 6₁', 6₂, 6₂', ...), no quais um ou mais dos ditos sistemas reais ou simulados de geração de energia (6₁, 6₁', 6₂, 6₂', ...) estão dispostos para
15 fornecer sinais de realimentação reais ou simulados de geração de energia (12, 12') para um ou mais dos ditos subsistemas de gerenciamento de energia (2₁, 2₂, ...).

7. Sistema de acordo com a reivindicação 6, no qual um ou mais dos ditos subsistemas reais ou simulados de geração de energia (6₁, 6₁', 6₂,
20 6₂', ...) compreendem um ou mais dos seguintes:

- um motor principal real (611),
- um gerador real (612),
- um controlador local de energia real (613),
- um motor principal simulado (611'),
- um gerador simulado (612'),
- um controlador local de energia simulado (613')

no qual o dito controlador local de energia real ou simulado (613₁, 613₁', 613₂, 613₂', ...) é disposto para receber sinais de controle de gerenciamento de energia (10) do dito sistema de gerenciamento de energia
30 (2) e/ou dito subsistema de gerenciamento de energia (2₁, 2₂, ...), e ainda é disposto para fornecer sinais de controle do controlador local de energia (18) a um motor principal real ou simulado correspondente (611₁, 611₁', 611₂,

611₂', ...) tal como a velocidade de revolução pretendida, e para fornecer sinais de controle do controlador local de energia (18) a um gerador real e/ou simulado (612₁, 612₁', 612₂, 612₂', ...) tal como magnetização de gerador pretendida.

5 no qual o dito controlador local de energia real ou simulado (613, 613') é disposto para receber sinais de realimentação do gerador (121) de ditos um ou mais geradores de sinal reais ou simulados (612₁, 612₁', 612₂, 612₂', ...) e ainda é disposto para receber sinais de realimentação de distribuição de energia (16) de ditas uma ou mais redes de energia simuladas ou
10 reais (90, 90'), nas quais o dito controlador local de energia real ou simulado (613, 613') é disposto para fornecer sinais de realimentação do controlador local de energia (19) para um ou mais dos ditos subsistemas de gerenciamento de energia (2₁, 2₂, ...).

8. Sistema de acordo com a reivindicação 2, no qual o dito sistema de consumo de energia (7') sendo disposto para fornecer sinais de
15 realimentação simulados de consumo de energia (14') ao dito sistema de posicionamento dinâmico (3).

9. Sistema de acordo com as reivindicações 2 e 4, no qual o dito sistema de consumo de energia (7) compreende um controlador de
20 propulsão local (711) e uma unidade de propulsão (710) na qual dito controlador de propulsor local (711) é disposto para fornecer sinais (9) para ditos um ou mais sistemas de gerenciamento de energia (2) e/ou subsistemas de gerenciamento de energia (2₁, 2₂,...), dito controlador de propulsor local (711) sendo ainda disposto para receber sinais de controle (11) tais como
25 sinais de redução rápida de carga (11) de um ou mais dos ditos sistemas de gerenciamento de energia (2) e/ou subsistemas de gerenciamento de energia (2₁, 2₂,...),

no qual o dito controlador de propulsor local (711) é disposto para receber sinais de comando (8) do dito sistema de posicionamento dinâmico (3), no qual dito controlador de propulsor (711) é ainda disposto para fornecer sinais de controle para o controlador de propulsor local (172) ao dito
30 sistema de propulsão real (710) ou um sistema de propulsão simulado (710')

dentro do dito sistema simulado de consumo de energia (7'), e no qual a dita unidade de propulsão real ou simulada (710, 710') é disposta para fornecer sinais de realimentação de propulsão (15, 15') para dito controlador de propulsão local (711) e/ou dito sistema de posicionamento dinâmico(3).

5 10.. Método para testar o sistema de gerenciamento de energia (2) de uma embarcação marítima (1), no qual o dito sistema de gerenciamento de energia (2) controla os sistemas de geração de energia elétrica (6), nos quais o dito sistema de gerenciamento de energia (2) recebe primeiros
10 qual o dito sistema de gerenciamento de energia (2) fornece segundos sinais de controle (10) a um sistema de geração de energia (6) fornecendo energia (P) ao dito sistema de consumo de energia (7), caracterizado por

- conectar um simulador (120) ao dito sistema de gerenciamento de energia (2),

15 - dito simulador (120) fornecendo sinais de controle simulados (8') relativos a um estado pretendido de um módulo simulado de consumo de energia (7') ao dito sistema simulado de consumo de energia (7') ou um sistema externo (3) fornecendo sinais de controle reais (8) relativos ao dito estado pretendido do dito módulo simulado de consumo de energia (7'),

20 - o dito simulador (120) compreendendo de um módulo simulado de geração de energia (6') dito módulo simulado de consumo de energia (7'), fornecendo sinais simulados (9') ao dito sistema real de gerenciamento de energia (2),

25 - o dito sistema real de gerenciamento de energia (2) fornecendo sinais de controle (10) ao dito sistema simulado de geração de energia (6') como uma resposta aos ditos sinais simulados (9')

- o dito sistema simulado de geração de energia (6') fornecendo energia simulada (P') ao dito sistema simulado de consumo de energia (7') como uma resposta aos ditos sinais de controle (10),

30 para os modos de testes funcionais, de desempenho ou de falha do dito sistema de gerenciamento de energia (2).

11. O método de acordo com a reivindicação 10, usando um sis-

tema de posicionamento dinâmico (3) para fornecer sinais de comando (8) ao dito sistema real e/ou simulado de consumo de energia (7, 7'), e para receber comandos (41) de um console de comando (4) relativo ao estado geral da dita embarcação (1), e no qual o dito sistema de gerenciamento de energia (2) fornece sinais de realimentação do sistema de gerenciamento de energia (13) para dito sistema de posicionamento dinâmico (3).

12. Método de acordo com a reivindicação 10, o dito simulador (120) ainda compreende um módulo de embarcação simulada (1'), o dito simulador (120) fornecendo forças simuladas (F') à dito módulo de embarcação simulada (1') de dito sistema simulado de consumo de energia (7') sendo um sistema de propulsão (7'), o dito módulo de embarcação simulada (1') compreendendo um algoritmo computando o comportamento dinâmico do dito módulo de embarcação simulada (1') quando o dito módulo de embarcação simulada (1') é sujeita a cargas ambientais simuladas e as ditas forças (F') do dito sistema de consumo de energia (7'),

no qual o dito sistema de posicionamento dinâmico (3) recebe sinais (5') do dito módulo de embarcação simulada (1') relativo ao estado do dito módulo de embarcação (1'), e como resposta aos ditos sinais (5') fornece sinais de comando (8) ao dito sistema simulado de consumo de energia (7') relativo ao estado pretendido do dito módulo de embarcação simulada (1'), tais como velocidade, rumo, posição, velocidade do eixo pretendidos da embarcação.

13. Método de acordo com a reivindicação 10, no qual dito sistema de gerenciamento de energia (2) funciona como um sistema distribuído de gerenciamento de energia (2), no qual o dito sistema de gerenciamento de energia (2) compreende um ou mais subsistemas de gerenciamento de energia (2₁, 2₂,...),

no qual um ou mais dos ditos subsistemas de gerenciamento de energia (2₁, 2₂,...) fornecem sinais de controle de subsistemas de gerenciamento de energia (11) tais como os assim chamados sinais de redução rápida de carga (11) para ditos sistemas real ou simulado de consumo de energia (7, 7'), no qual dito um ou mais dos ditos subsistemas reais ou simulados

de geração de energia ($2_1, 2_2, \dots$) fornecem sinais de controle de sistema de gerenciamento de energia (10) para um ou mais dos ditos sistemas reais ou simulados de consumo de energia ($7, 7'$),

no qual um ou mais dos ditos subsistemas de gerenciamento de energia ($2_1, 2_2, \dots$) fornece sinais de controle (17) para abrir ou fechar um ou mais comutadores ou disjuntor de interligação (91, 92) em um rede de distribuição de energia elétrica (90) da dita embarcação marítima (1).

14. Método de acordo com a reivindicação 11, no qual o dito sistema real ou simulado de geração de energia ($6, 6'$) funciona como um ou mais subsistemas real e simulado de geração de energia separados ($6_1, 6_1', 6_2, 6_2', \dots$) e no qual um ou mais dos ditos subsistemas de gerenciamento de energia ($2_1, 2_2, \dots$) fornece sinais (9) a um ou mais dos ditos subsistemas reais e/ou simulados de geração de energia separados ($6_1, 6_1', 6_2, 6_2', \dots$), no qual os ditos um ou mais subsistemas de geração de energia ($2_1, 2_2, \dots$) fornece sinais de controle de sistema de gerenciamento de energia (10) para um ou mais dos ditos sistemas reais ou simulados de consumo de energia ($7, 7'$).

15. Sistema de acordo com a reivindicação 14, no qual um ou mais dos ditos subsistemas de geração de energia ($6_1, 6_1', 6_2, 6_2', \dots$), inclui um ou mais do seguinte:

- um motor principal (611)
- um gerador (612)
- um controlador local de energia (613), o dito método compreendendo
- acionar um motor principal simulado ($611'$),
- acionar um gerador simulado ($612'$),
- acionar o dito controlador local de energia real ou simulado ($613, 613'$).

no qual o dito controlador local de energia real ou simulado ($613_1, 613_1', 613_2, 613_2', \dots$) recebe sinais de controle de gerenciamento de energia (10) do dito sistema de gerenciamento de energia (2) e/ou um subsistema de gerenciamento de energia ($2_1, 2_2, \dots$) e ainda fornece sinais de

controle do controlador local de energia (18) a um motor principal correspondente real ou simulado (611_1 , $611_1'$, 611_2 , $611_2'$, ...) e/ou um gerador real ou simulado (612_1 , $612_1'$, 612_2 , $612_2'$,...), no qual o dito controlador local de energia real ou simulado (613 , $613'$) recebe sinais de realimentação do gerador (121) do dito um ou mais geradores reais ou simulados (612_1 , $612_1'$, 612_2 , $612_2'$,...) e/ou sinais de realimentação de distribuição de energia (16) das ditas uma ou mais redes de energia reais ou simuladas (90, 90').

16. Método de acordo com a reivindicação 11, no qual o dito sistema de consumo de energia simulada (7') fornece sinais de realimentação de consumo de energia simulada (14') ao dito sistema de posicionamento dinâmico (3).

17. Método de acordo com as reivindicações 11 e 13, no qual a dita unidade de consumo de energia (7) compreende de um controlador de propulsor local (711) e uma unidade propulsora (710) no qual dito controlador de propulsor local (711) fornece sinais de comando de controlador de propulsor local (172) a um ou mais do dito sistema de gerenciamento de energia (2) e/ou subsistemas de gerenciamento de energia (2_1 , 2_2 , ...) onde o dito controlador de propulsor local (711) recebe sinais reais ou simulados (9) de um ou mais dos ditos sistemas de gerenciamento de energia (2) e/ou subsistemas de gerenciamento de energia (2_1 , 2_2 , ...), no qual o dito controlador de propulsor local (711) fornece sinais de realimentação ao controlador de propulsor (171) ao dito sistema de posicionamento dinâmico (3) e no qual o controlador de propulsor local (711) recebe sinais de comando (8) do sistema de posicionamento dinâmico (3), no qual o dito controlador de propulsor local (711) fornece sinais ao controlador de propulsor local (172) ao dito sistema de propulsão real (710) ou a um sistema de propulsão simulado (710') dentro do dito sistema simulado de consumo de energia (7'), no qual dito sistema de propulsão real ou simulado (710, 710') fornece sinais de realimentação de propulsão (15, 15') a dito controlador de propulsão local (711) e/ou dito sistema de posicionamento dinâmico (3).

18. Método de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores de 9 a 17, no qual alguns ou todos dos sinais de e para alguns ou

todos do sistemas testados são registrados em um registrador de dados (130).

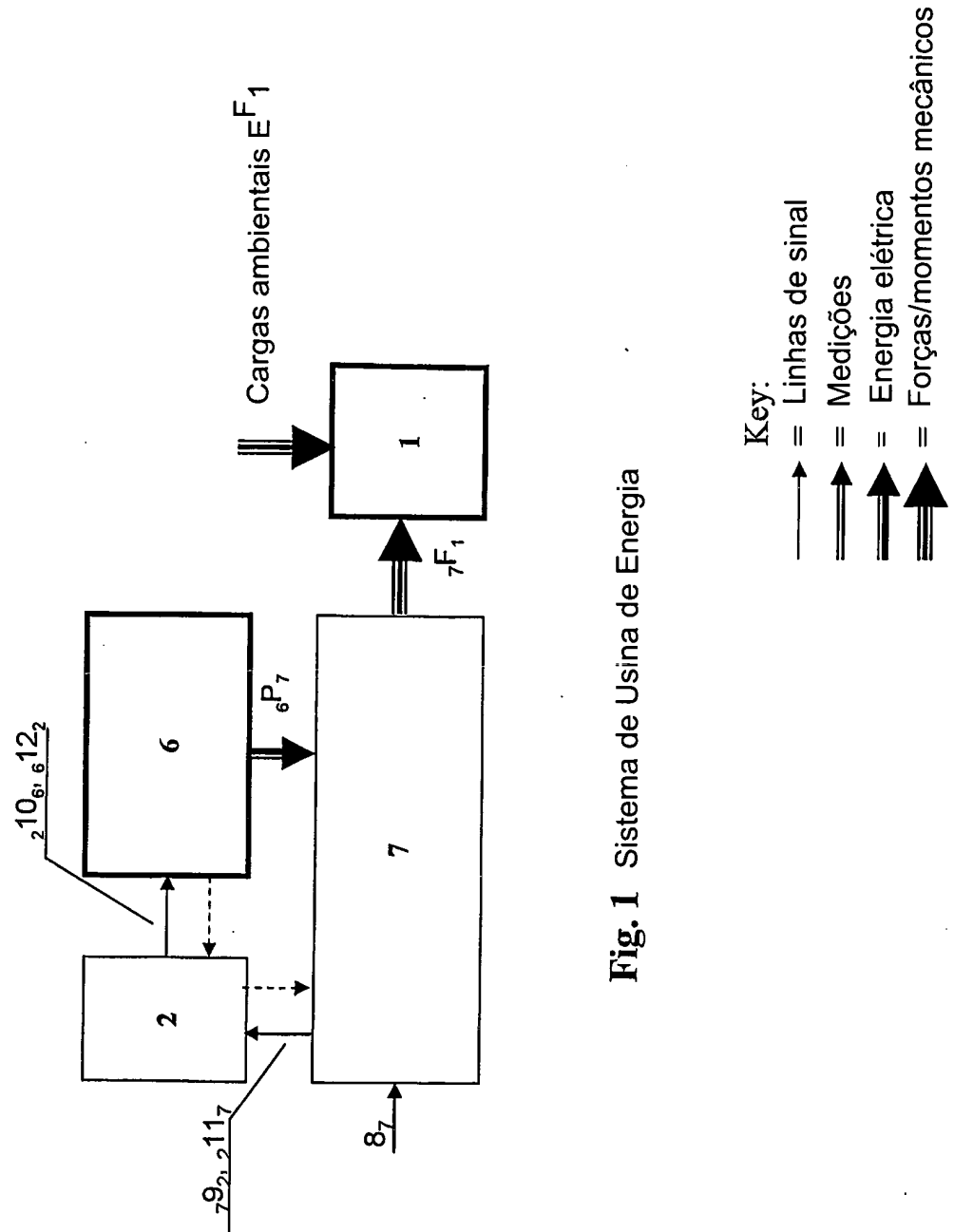


Fig. 1 Sistema de Usina de Energia

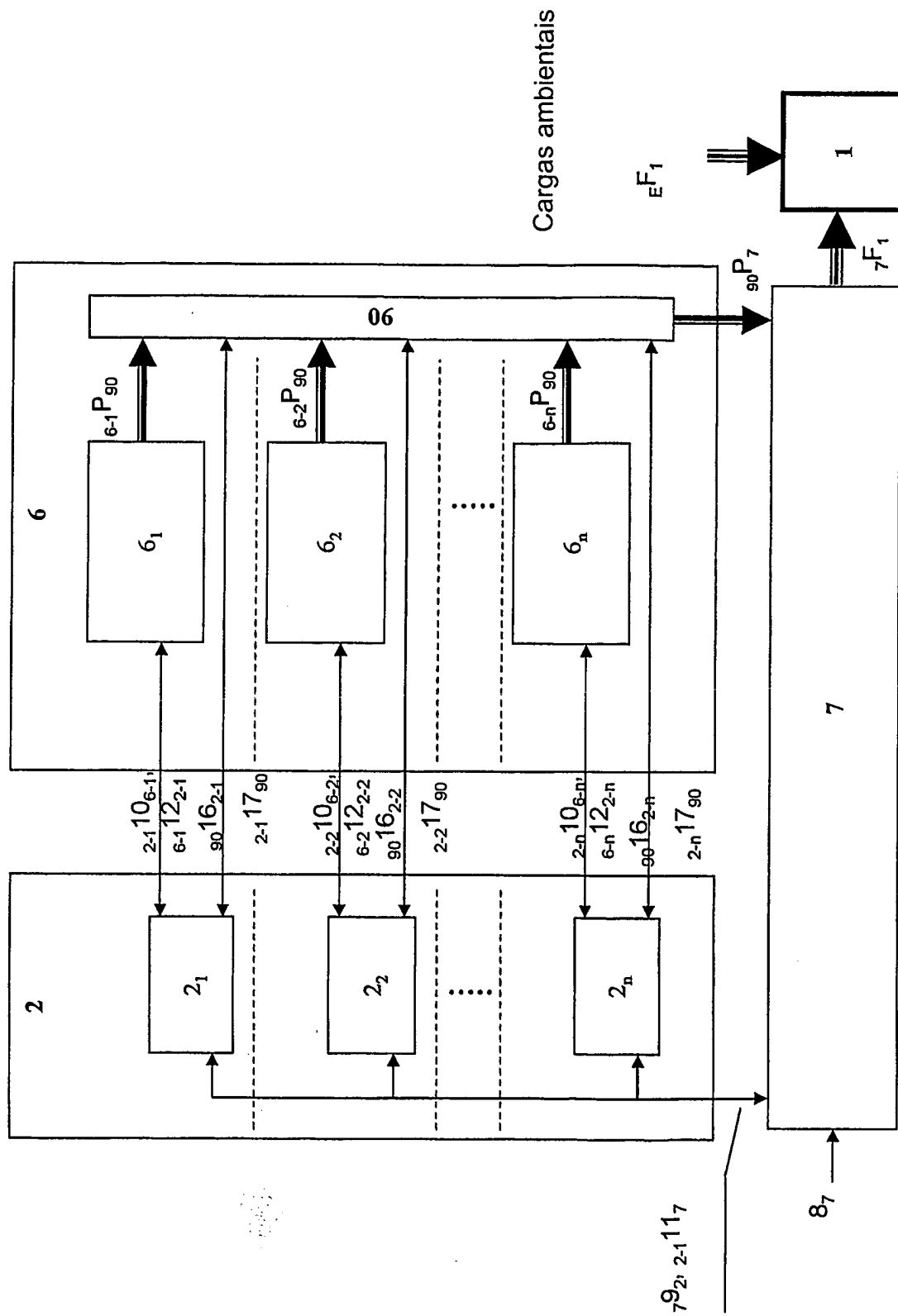


Fig. 2 Vista da usina de energia detalhada com PMS distribuído

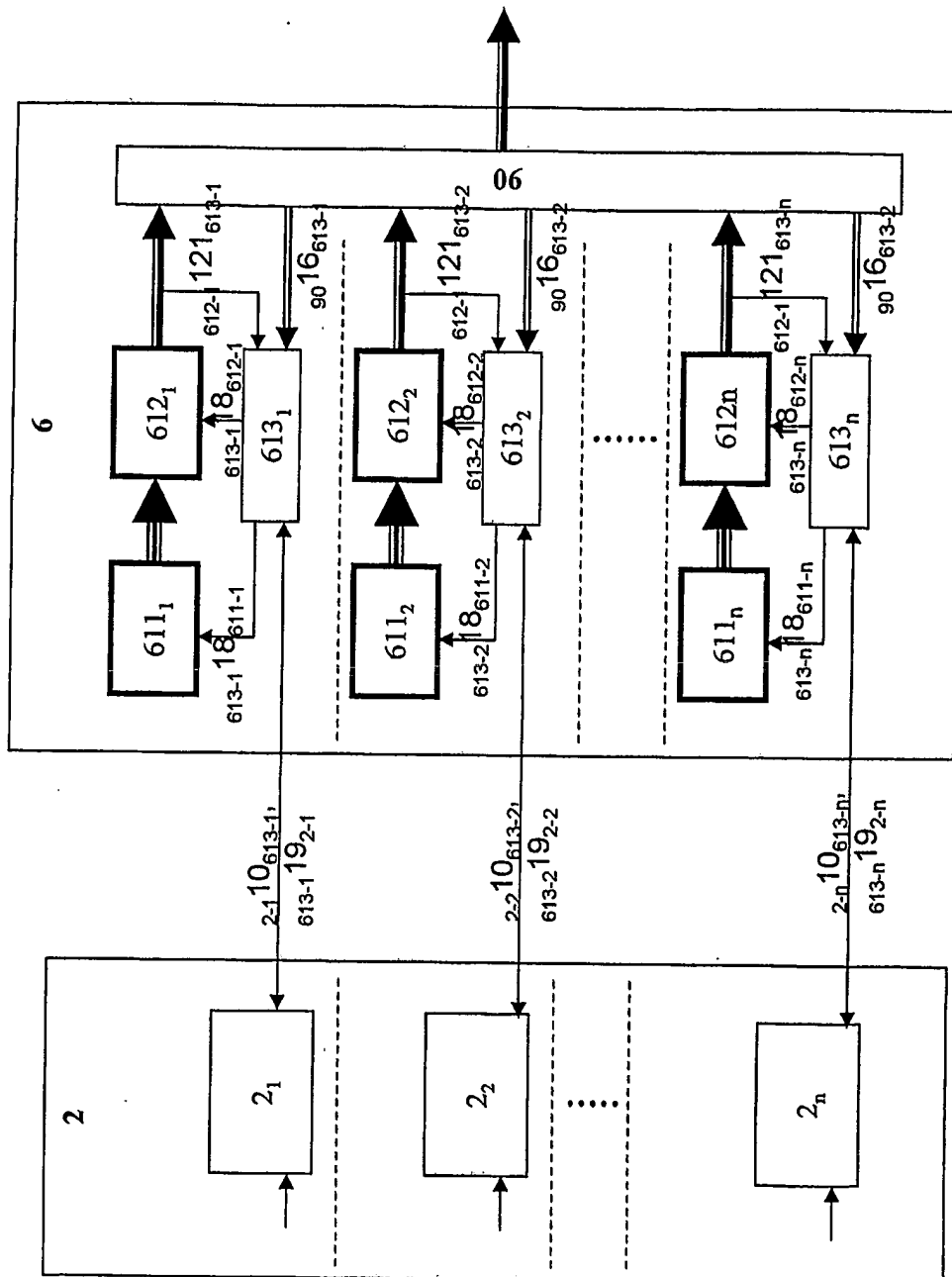


Fig. 3 Vista detalhada do conjunto de trem de energia gerador

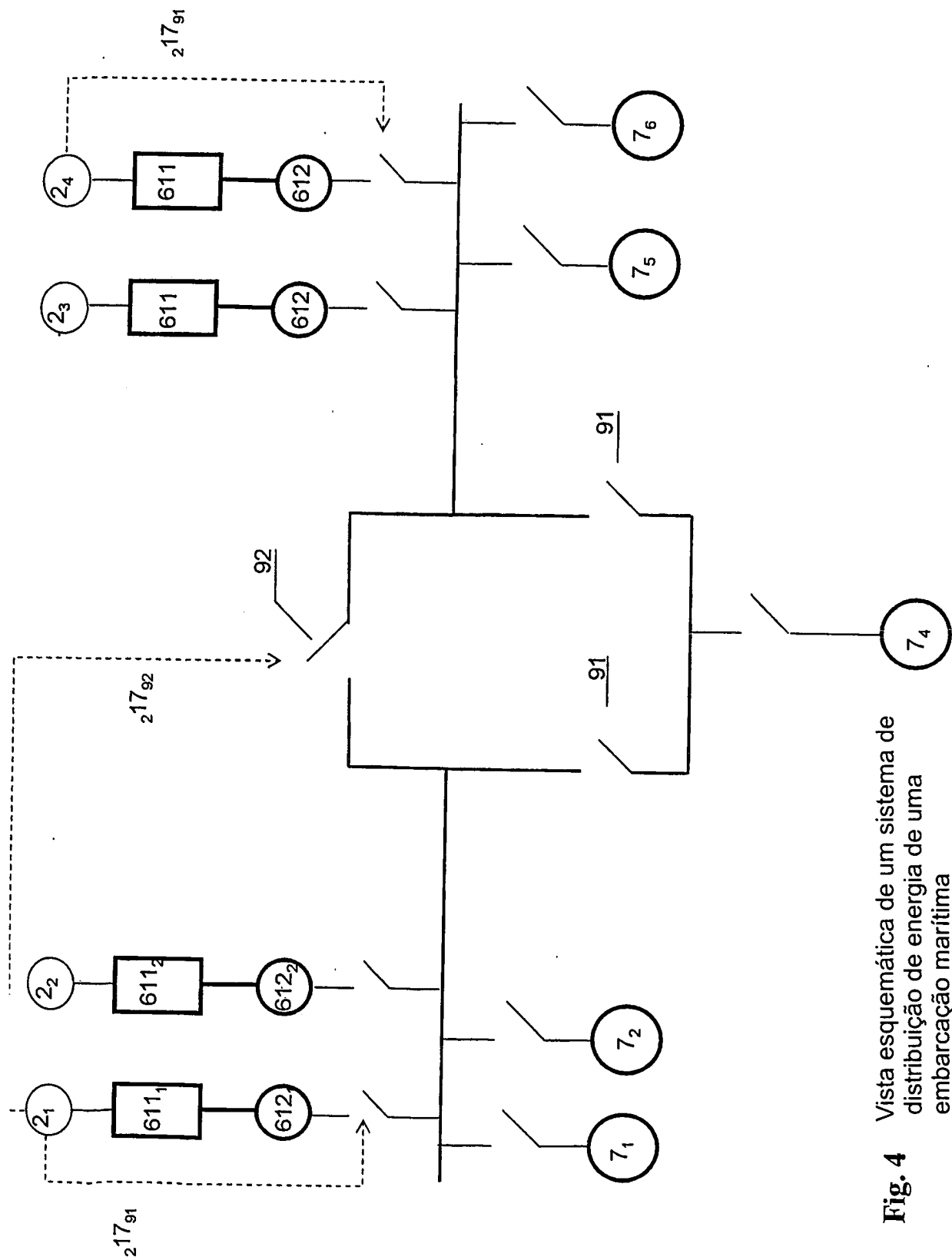


Fig. 4 Vista esquemática de um sistema de distribuição de energia de uma embarcação marítima

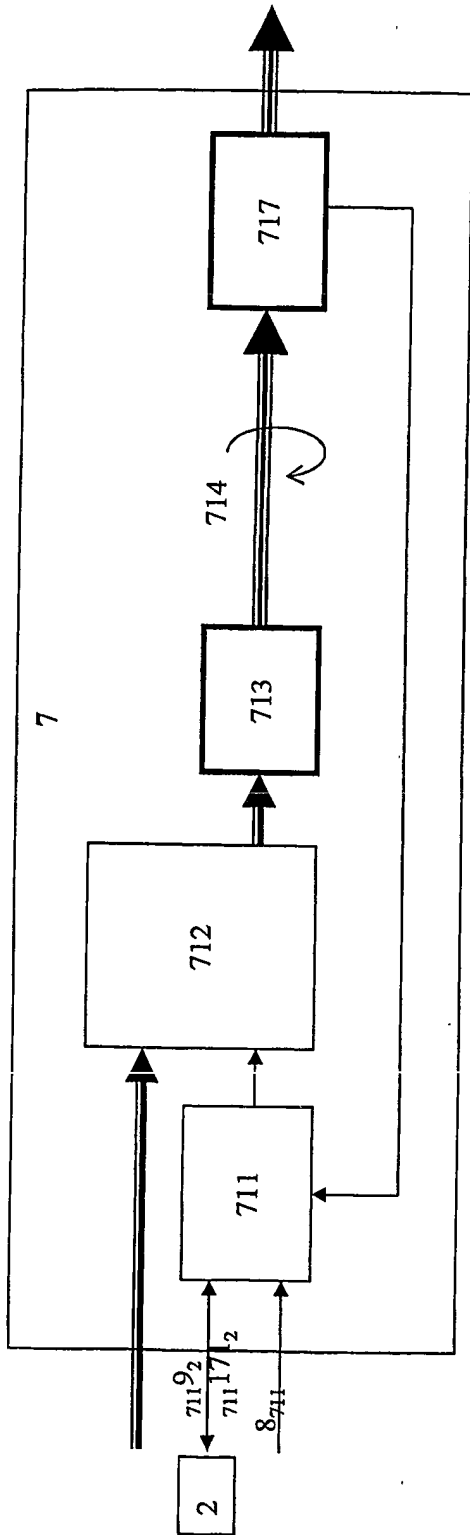


Fig 5a: Pitch fixo, propulsor de velocidade variável

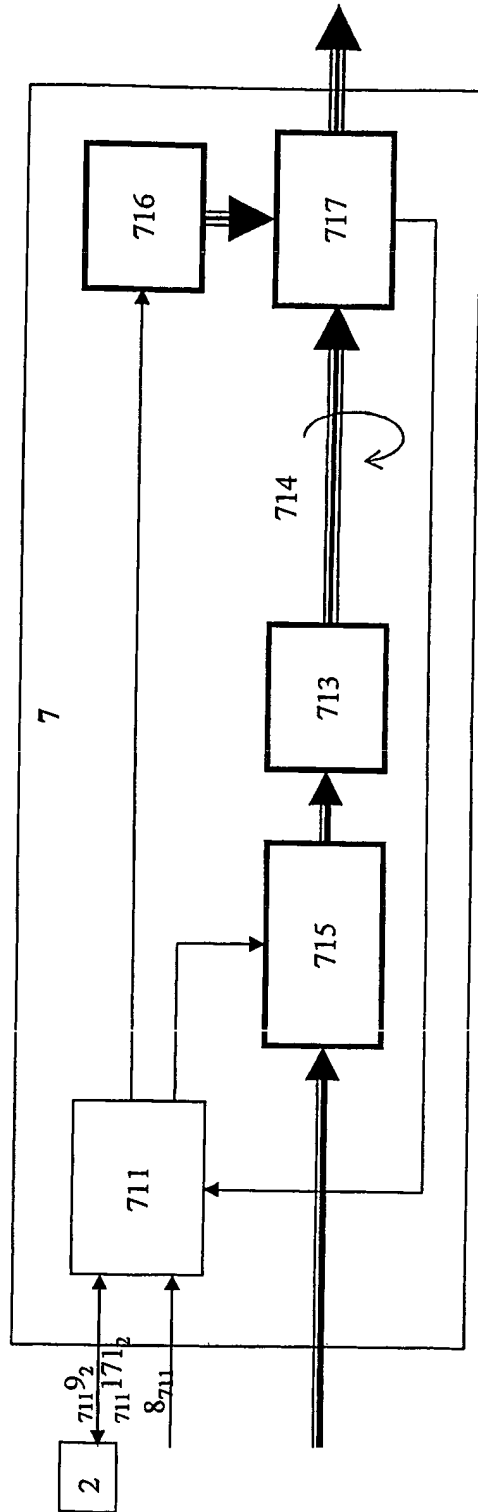


Fig 5b: Velocidade fixa, propulsor de pitch controlável

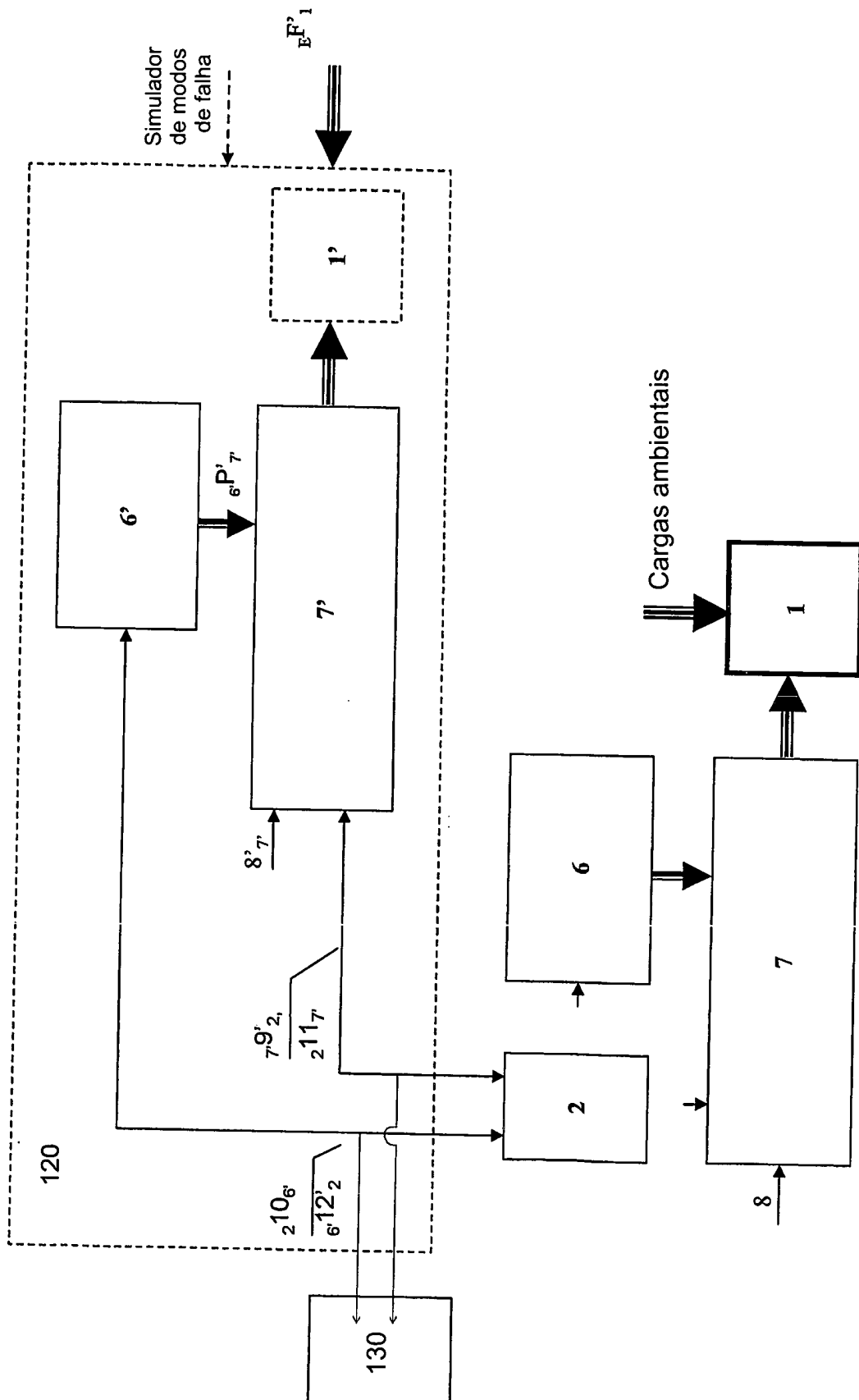


Fig. 6 Sistema de energia simulada

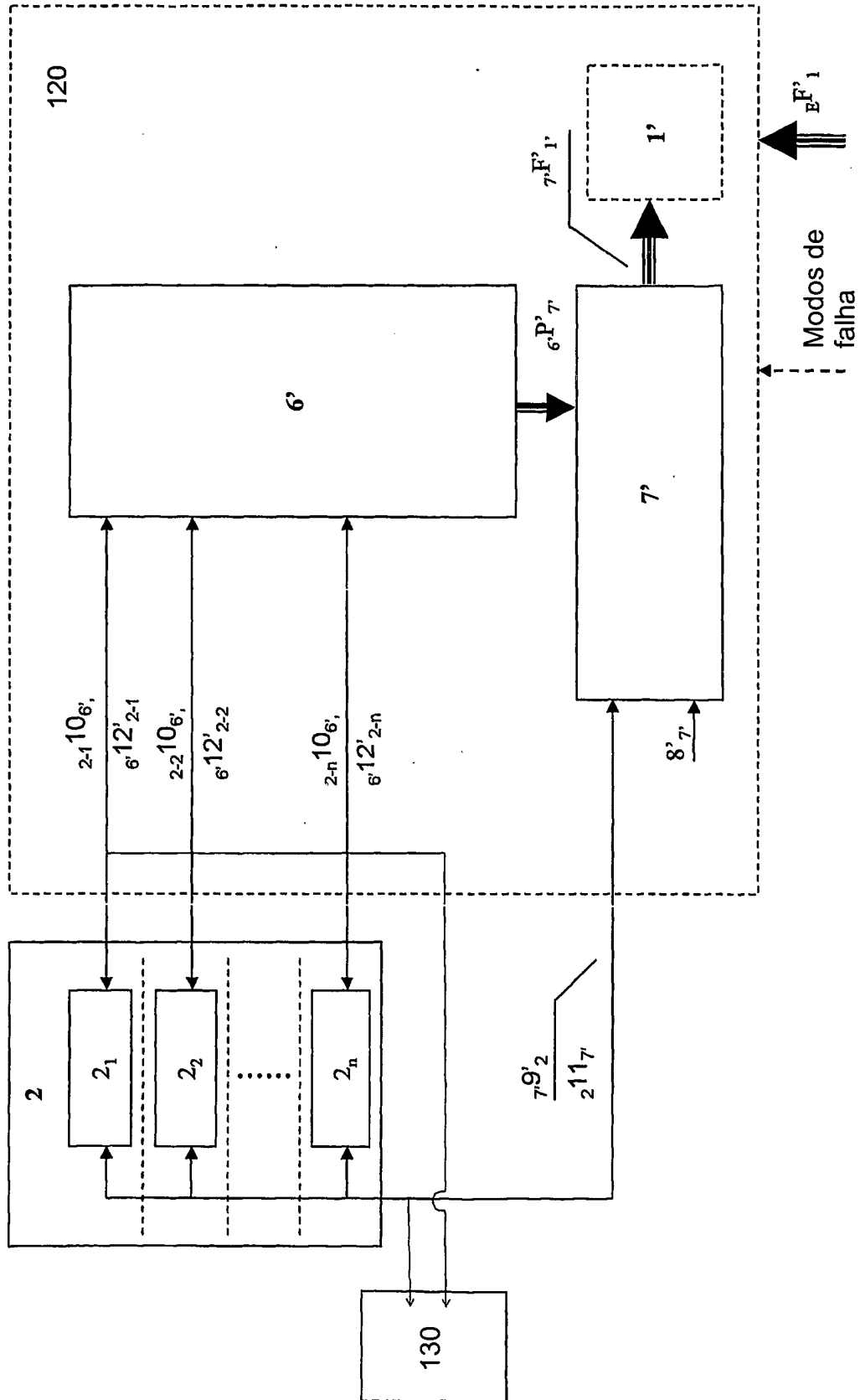


Fig. 7 Vista detalhada de teste de um PMS totalmente integrado

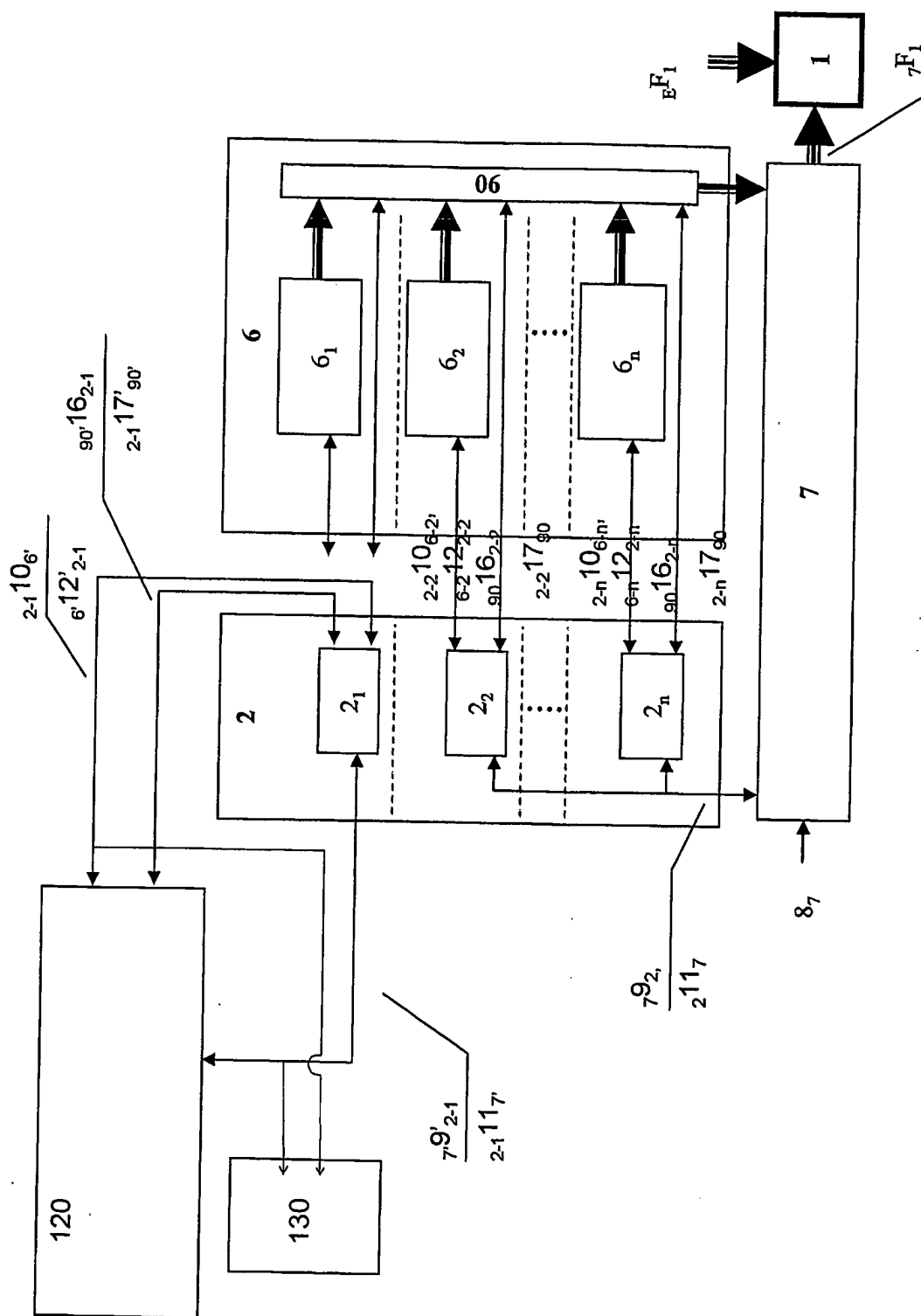


Fig. 8 Teste de PMS único, no qual o dito PMS único forma parte de um PMS integrado

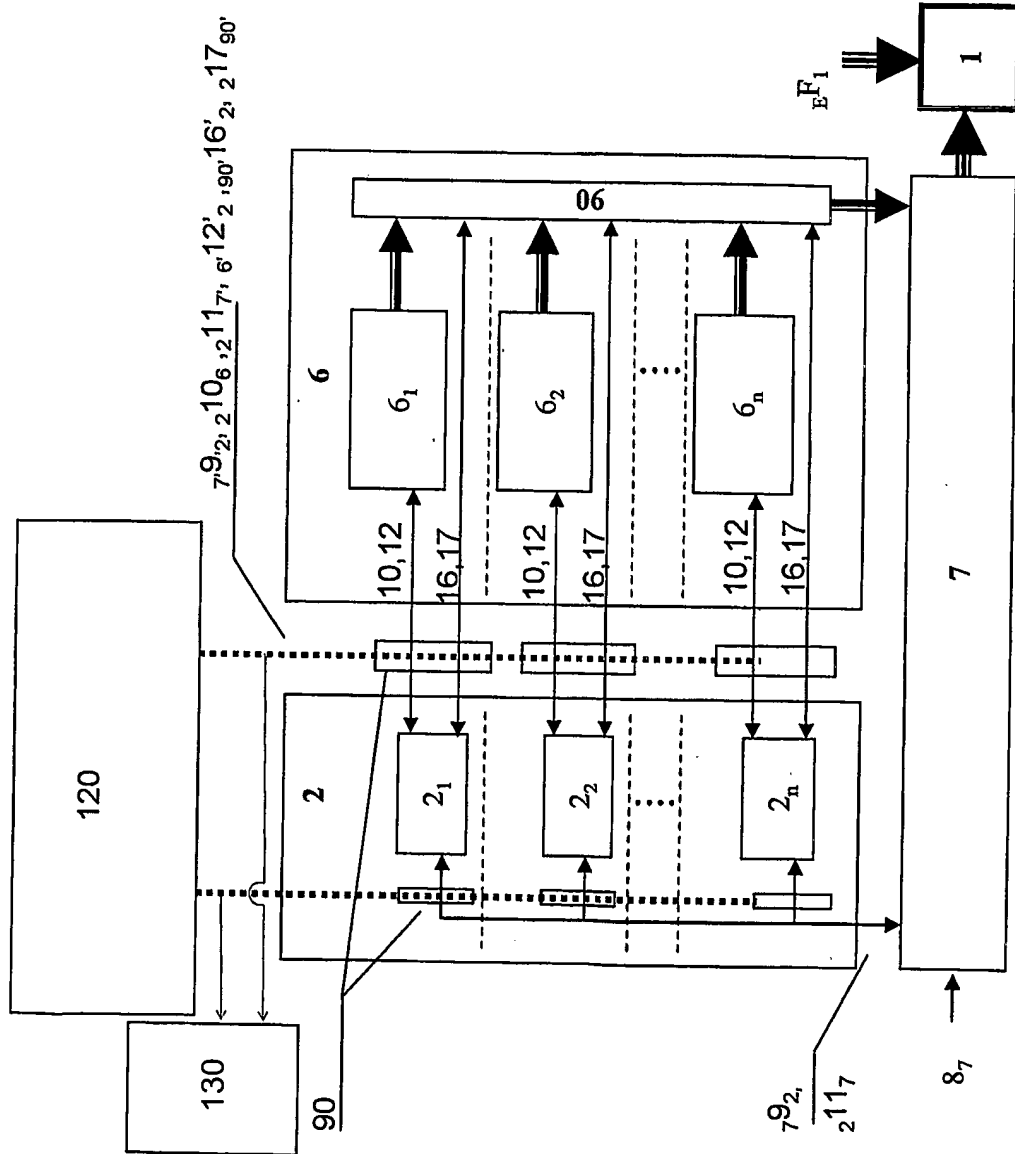


Fig. 9 Teste de múltiplos PMS distribuídos escolhidos livremente

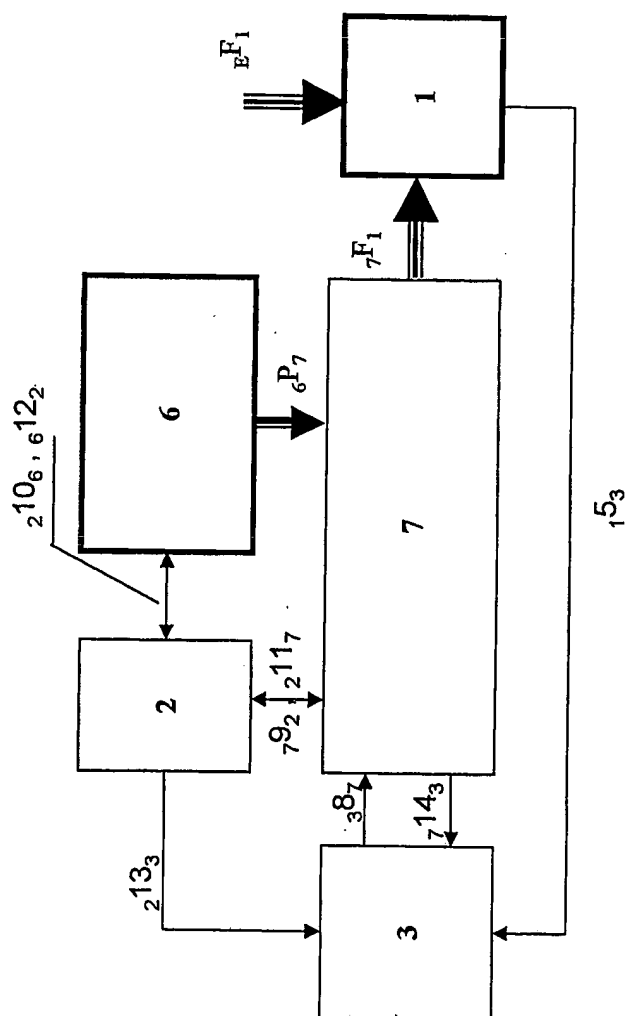


Fig. 10 Variações sobre conexões de sistema de propulsor PMS.
Sinais de redução de carga chegam diretamente do PMS ao propulsor de fora eficiente reduzindo a quantidade de energia consumida pelo sistema de propulsão.

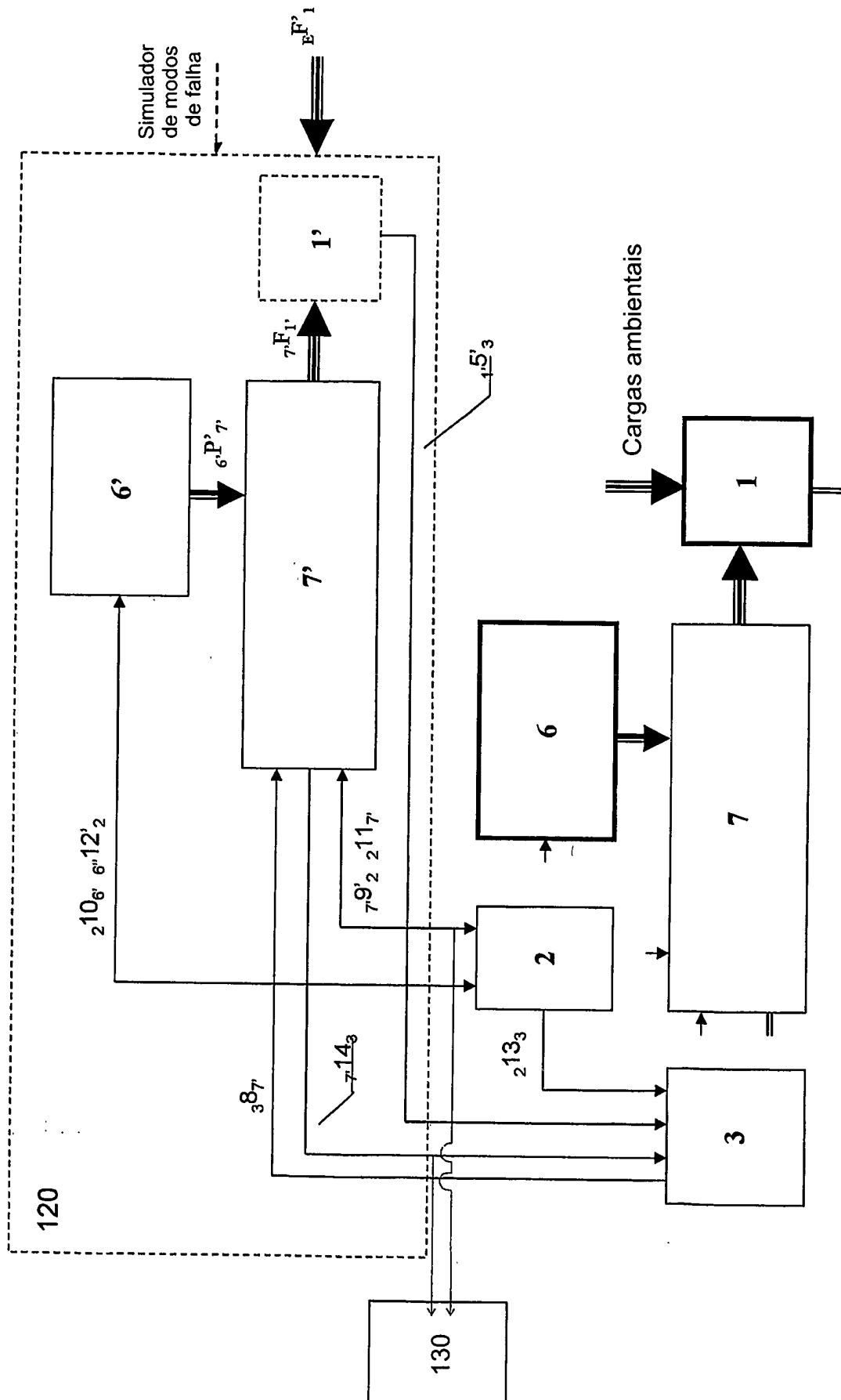


Fig. 11 Teste de um sistema de DP/PMS combinado (propulsores reais desconectados)

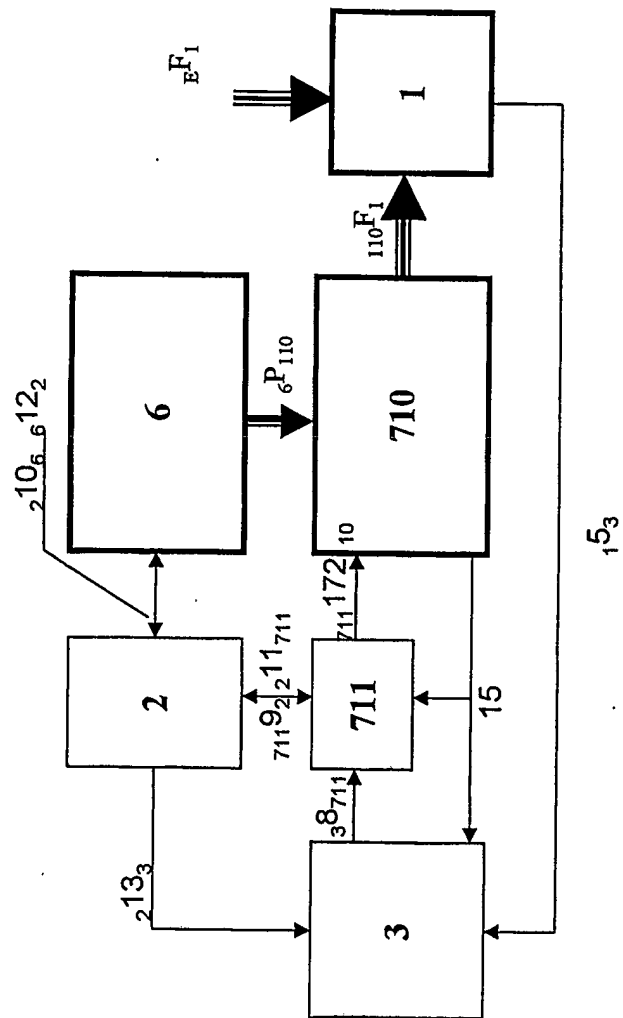


Fig. 12 Acoplamento direto TC (sistema de controle de propulsor) para o sistema PMS

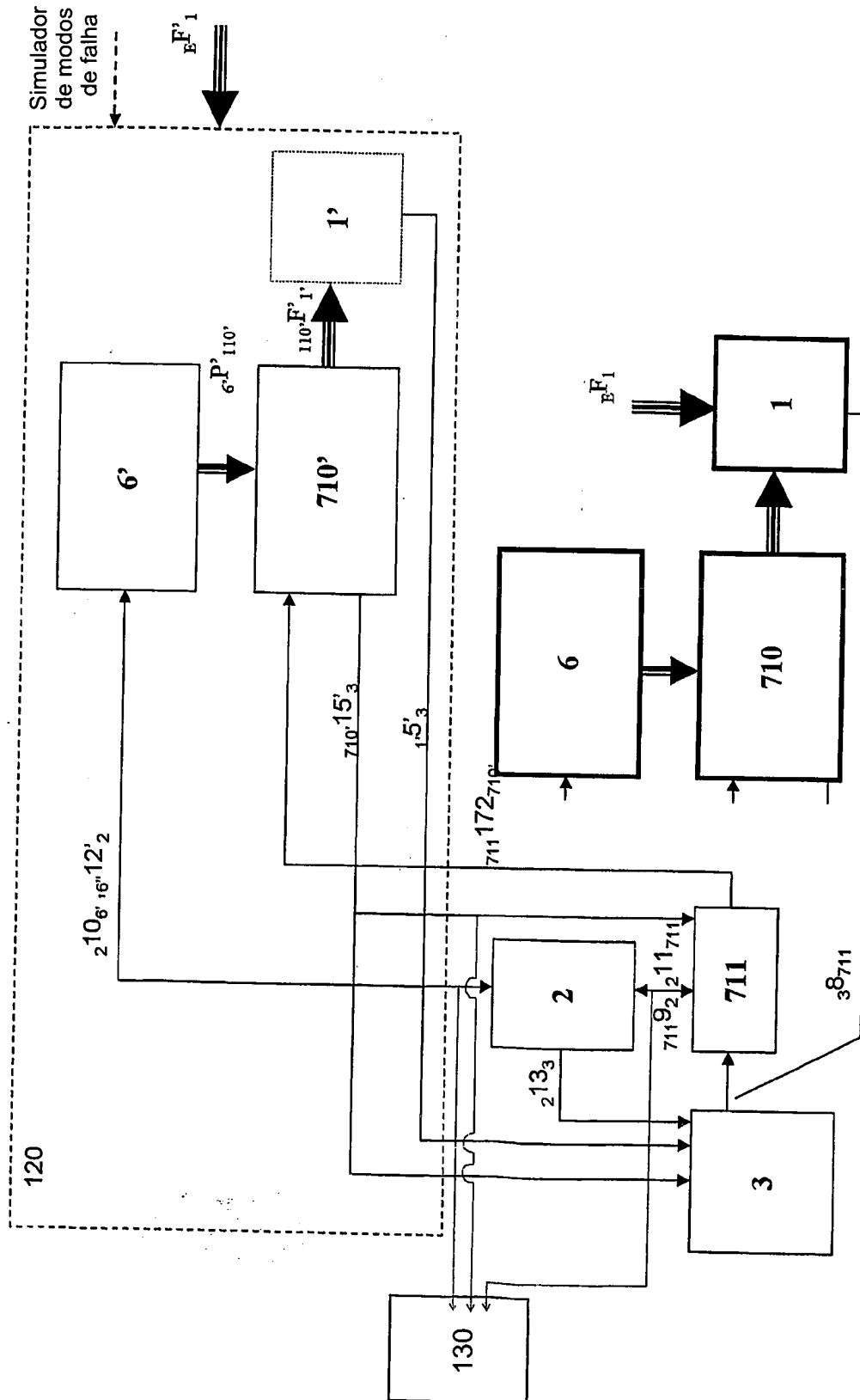


Fig. 13 Teste de TC, PMS, DP como HIL no qual todos os sistemas de propulsão/geração são simulados.

PI 0649521-0

RESUMO

Patente de Invenção: "MÉTODO E UM SISTEMA PARA TESTAGEM DE UM SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE UMA EMBARCAÇÃO MARÍTIMA".

- 5 A presente invenção refere-se a um sistema para testar um sistema de gerenciamento de embarcação marítima, na qual o dito sistema de gerenciamento de energia (PMS) é disposto para controlar sistemas que produzem energia elétrica. O dito sistema compreende um simulador disposto para ser conectado ao dito PMS, o dito simulador incluindo um sistema
- 10 simulado de consumo de energia (PCS), disposto para receber sinais de controle reais e/ou simulados relativos ao estado pretendido do dito PCS simulado, um módulo simulado de geração de energia disposto para fornecer energia simulada ao dito PCS simulado, o dito PCS simulado disposto para fornecer sinais simulados ao dito PMS real, o dito PMS real disposto
- 15 para fornecer sinais de controle ao dito sistema simulado de geração de energia como uma resposta aos ditos sinais simulados, o dito sistema simulado de geração de energia disposto para fornecer energia simulada ao dito PCS simulado como uma resposta aos ditos sinais de controle, para o teste funcional e/ou teste de modo de falha do dito PMS.