



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

(21) **PI0618533-9 A2**



* B R P I O 6 1 8 5 3 3 A 2 *

(22) Data de Depósito: 13/11/2006
(43) Data da Publicação: 06/09/2011
(RPI 2122)

(51) *Int.Cl.:*
G01M 5/00

(54) Título: SISTEMA, E, MÉTODO PARA CALCULAR UM NÍVEL DE TRAÇÃO DINÂMICA EM UMA PLURALIDADE DE PONTOS AO LONGO DE UM COMPRIMENTO DE UMA ESTRUTURA

(30) Prioridade Unionista: 15/11/2005 US 60/736755

(73) Titular(es): Shell Internationale Research Maatschappij B. V

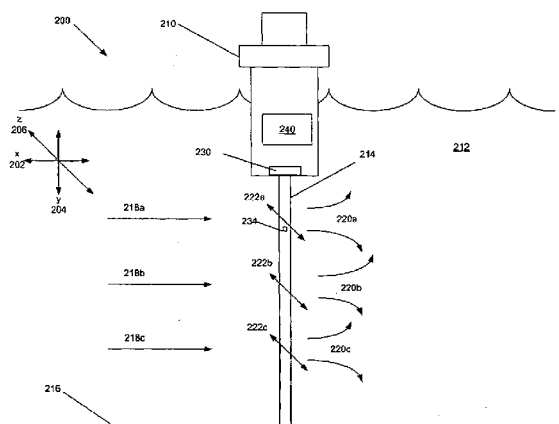
(72) Inventor(es): Clay Douglas McMullen, Donald Wayne Allen, Li Lee

(74) Procurador(es): MOMSEN LEONARDOS & CIA

(86) Pedido Internacional: PCT US2006043979 de 13/11/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2007/059026de 24/05/2007

(57) Resumo: SISTEMA, E, MÉTODO PARA CALCULAR UM NÍVEL DE TRAÇÃO DINÂMICA EM UMA PLURALIDADE DE PONTOS AO LONGO DE UM COMPRIMENTO DE UMA ESTRUTURA. É divulgado um sistema que compreende uma estrutura, de 1 até 10 sensores de tração dinâmica adaptados para monitorar um nível de tração dinâmica de pelo menos um ponto ao longo de um comprimento da estrutura, e um controlador adaptado para calcular uma tensão ou nível de deformação de dobramento dinâmico em uma pluralidade de pontos ao longo do comprimento da estrutura como uma função de tempo. Em algumas configurações, o sistema também inclui um navio conectado à estrutura, nas quais o navio é flutuante em um corpo de água.



“SISTEMA, E, MÉTODO PARA CALCULAR UM NÍVEL DE TRAÇÃO DINÂMICA EM UMA PLURALIDADE DE PONTOS AO LONGO DE UM COMPRIMENTO DE UMA ESTRUTURA”

Pedidos relacionados

5 Este Pedido reivindica prioridade ao Pedido Provisório também pendente U.S. de número de série 60/736.755, depositado em 15 de novembro de 2005. Pedido Provisório U.S. de número de série 60/736.755 é aqui incorporado para referência em sua totalidade.

Campo da invenção

10 A presente divulgação é relativa a sistemas e métodos para monitorar tensão e/ou tração em uma estrutura.

Fundamento

15 O Pedido de Patente também pendente, que tem número de série 11/326.873, depositado em 6 de janeiro de 2006, e que tem o número de arquivo de advogado TH 2846, divulga um sistema que compreende uma estrutura, um sistema de monitoramento de vibração induzida por vórtice adaptado para monitorar um nível de vibração induzida por vórtice da estrutura, um tracionador conectado à estrutura, e um controlador adaptado para calcular uma tração sobre a estrutura, para otimizar o valor de vibração
20 induzida por vórtice da estrutura. O Pedido de Patente 11/326.873 é aqui incorporado para referência em sua totalidade.

25 O Pedido de Patente também pendente que tem número de série 10/228.385, e que tem o número de arquivo de advogado TH 2210, divulga aparelhos e métodos para monitorar fadiga, resposta estrutural e limites operacionais em componentes estruturais. Mais particularmente, o Pedido é relativo a fadiga, resposta, e sistemas de monitoramento operacionais em tubos ascendentes de aço em catenária, utilizando sensores de fibra ótica. Os sensores podem ser pré-instalados em novos tubos ascendentes, ou pós-instalados em tubos ascendentes submarinos existentes

utilizando uma variedade de métodos. O Pedido de Patente 10/228.385 é aqui incorporado para referência em sua totalidade.

Fazendo referência à figura 1, nela está ilustrado o sistema da técnica precedente 100. O eixo X 102, o eixo Y 104 e o eixo Z 106 estão todos definidos. O sistema 100 inclui o navio 110 que flutua em água 112. A estrutura 114 é conectada ao navio 110 e a estrutura 114 vai até o fundo 16 da água 112. Correntes 118a, 118b e 118c estão todas viajando na direção X e encontram a estrutura 114. Vórtices 120a, 120b e 120c são provocados pela interação de correntes 118a-118c com a estrutura em catenária 14. Vibrações induzidas por vórtice (VIVs) 122a, 122b e 122c são provocadas por interação de correntes 118a-118c com a estrutura em catenária 114. Vibrações induzidas por vórtice (VIVs) 122a, 122b e 122c podem provocar trações dinâmicas de diversos valores ao longo do comprimento da estrutura 114. Em adição, o navio 110 pode ser cabecear para cima e para baixo devido a ações ondas, o que também pode provocar trações dinâmicas de diversos valores ao longo do comprimento da estrutura 114.

Trações dinâmicas ao longo do comprimento da estrutura 114 podem ser uma preocupação, uma vez que se a tração dinâmica excede um valor crítico a estrutura pode romper, e/ou valores mais baixos de tração dinâmica com o tempo podem conduzir a uma falha da estrutura por fadiga. É desejado monitorar os valores de tração dinâmica ao longo do comprimento da estrutura 114 com o tempo.

Como ilustrado na figura 1, uma pluralidade de sensores 150 podem ser colocados ao longo do comprimento da estrutura 114 para medir a tração dinâmica da estrutura 114 onde o sensor 150 está colocado. Pode ser difícil instalar e/ou manter diversos sensores 150 em diversas localizações ao longo do comprimento da estrutura 114.

Existe uma necessidade na técnica por sistemas e/ou métodos para monitorar tensão e/ou tração em estruturas expostas a uma corrente ou

vento ou cabeceio. Existe uma necessidade na técnica por sistemas e/ou métodos melhorados para monitorar valores de tração dinâmica em estruturas e expostas a uma corrente ou vento ou cabeceio com um número de sensores reduzido.

5 Sumário da invenção

Um aspecto da invenção fornece um sistema que compreende uma estrutura, desde 1 até 10 sensores de tração dinâmica, adaptados para monitorar um nível de tração dinâmica de pelo menos um ponto ao longo de um comprimento da estrutura, e um controlador adaptado para calcular um nível de tensão de dobramento dinâmico ou deformação em uma pluralidade de pontos ao longo do comprimento da estrutura como uma função de tempo. Em algumas configurações, o sistema também inclui um navio conectado com a estrutura, nas quais o navio está flutuando em um corpo de água.

Um outro aspecto da invenção fornece um método de calcular um nível de tração dinâmica em uma pluralidade de pontos ao longo de um comprimento de uma estrutura, o método compreendendo fornecer uma estrutura, ligar desde 1 até 10 sensores de tração dinâmica à estrutura, monitorar um nível de tração dinâmica de pelo menos um ponto ao longo de um comprimento da estrutura com os sensores, transmitir o nível de tração dinâmica de pelo menos um ponto para um controlador, e calcular uma tensão de dobramento dinâmico ou o nível de deformação para uma pluralidade de pontos ao longo do comprimento da estrutura como uma função de tempo com o controlador.

Vantagens da invenção incluem um ou mais do que segue:
um sistema e/ou um método para calcular valores de tensão e/ou deformação ao longo do comprimento de uma estrutura sem precisar medir os valores diretamente;

um sistema e/ou um método para monitorar valores de tensão e/ou deformação ao longo do comprimento de uma estrutura com um número

reduzido de sensores;

um sistema com um custo e/ou complexidade reduzidos de instalar o sistema a uma estrutura;

5 um sistema com um custo e/ou complexidade reduzidos de manter o sistema em uma estrutura; e

um sistema e/ou um método para monitorar valores de tensão e/ou deformação ao longo do comprimento de uma estrutura com um número e/ou complexidade de conexões reduzidos entre sensores e um controlador.

Breve descrição das figuras

10 A figura 1 ilustra um navio que flutua em água, conectado a uma estrutura.

A figura 2 ilustra um navio que flutua em água, conectado a uma estrutura.

15 A figura 3 ilustra uma vista em aproximação do navio e estrutura da figura 2.

A figura 4 ilustra um exemplo de valores de tração medidos e preditos com o tempo.

Descrição detalhada das figuras

20 Em uma configuração é divulgado um sistema que compreende uma estrutura, desde 1 até 10 sensores de tração dinâmica adaptados para monitorar um nível de tração dinâmica de pelo menos um ponto ao longo de um comprimento da estrutura, e um controlador adaptado para calcular um nível de tensão de dobramento dinâmico ou de deformação em uma pluralidade de pontos ao longo do comprimento da estrutura como
25 uma função de tempo. Em algumas configurações o sistema também inclui um navio conectado à estrutura, nas quais o navio está flutuando em um corpo de água. Em algumas configurações a estrutura é selecionada dentre o grupo que consiste de tubos ascendentes e linhas de amarração. Em algumas configurações o sistema inclui desde 1 até 5 sensores de tração dinâmica. Em

algumas configurações o sistema também inclui um navio conectado à estrutura, nas quais o navio compreende uma plataforma de petróleo. Em algumas configurações a estrutura compreende uma ou mais fiadas e/ou carenagens adaptadas para reduzir o valor de vibração induzida por vórtice da estrutura. Em algumas configurações o sistema inclui um sensor de tração 5 dinâmica. Em algumas configurações o sistema também inclui um meio para transferir o nível de tensão dinâmica dos sensores para o controlador. Em algumas configurações o meio para transferir o nível de tensão dinâmica compreende um umbilical, um fio, um dispositivo sem fio, um dispositivo 10 acústico, um dispositivo de rádio frequência, um laser ou uma luz. Em algumas configurações os sensores estão dentro de um corpo de água. Em algumas configurações o controlador está acima de um corpo de água. Em algumas configurações o sistema também inclui um gerador de energia localizado dentro de um corpo de água, selecionado dentre o grupo que 15 consiste de uma turbina, um reator nuclear, uma bóia, um dispositivo termoelétrico e/ou uma bateria para energizar os sensores. Em algumas configurações o sistema também inclui um gerador de energia localizado acima de um corpo de água, selecionado dentre o grupo que consiste de uma turbina eólica, um painel solar, uma turbina de corrente de água e/ou uma 20 bateria para energizar o controlador. Em algumas configurações os sensores estão localizados ao redor de uma circunferência da estrutura, em um ponto ao longo de um eixo da estrutura.

Em uma configuração é divulgado um método de calcular um nível de tração dinâmica em uma pluralidade de pontos ao longo de um 25 comprimento de uma estrutura, o método compreendendo fornecer uma estrutura, ligar desde 1 até 10 sensores de tração dinâmica à estrutura, monitorar um nível de tração dinâmica de pelo menos um ponto ao longo de um comprimento da estrutura com sensores, transmitir o nível de tração dinâmica de pelo menos um ponto para um controlador e calcular uma tensão

de dobramento dinâmica e/ou o nível de deformação em uma pluralidade de pontos ao longo do comprimento da estrutura como uma função de tempo com o controlador.

Fazendo agora referência à figura 2, em uma configuração da invenção o sistema 200 está ilustrado. O eixo X 202, o eixo Y 204 e o eixo Z 206 estão todos definidos. O sistema 200 inclui o navio 210 conectado à estrutura 214, onde a estrutura 214 se estende até o fundo 216 de água 212. Correntes 218a, 218b e 218c encontram a estrutura 214 que pode ser uma estrutura em catenária que provoca vórtices 220a, 220b e 220c e VIVs 222a, 222b e 222c. Em adição, o navio 210 pode cabecear para cima e para baixo e/ou se deslocar de um lado para o outro. O navio 210 inclui tracionador 230 e controlador 240. O sensor 234 é fornecido na estrutura 214 que mede VIV, tração dinâmica, deformação e/ou corrente.

Vibração induzida por vórtice (VIV) definida aqui, é uma vibração que tem um dado deslocamento e frequência de uma estrutura provocada pelos vórtices que são provocados por uma corrente do ambiente. O “nível” de VIV é uma função do deslocamento e da frequência das vibrações com deslocamentos maiores e frequências mais elevadas provocando trações, tensões e/ou deformações mais elevadas. É genericamente desejável reduzir o deslocamento e/ou a frequência de VIVs tem uma estrutura, por exemplo, para estender a vida em fadiga da estrutura.

Tração dinâmica é medida como um valor em Newton da tração na estrutura em um dado ponto medido com o tempo. Cabeceio e/ou deslocamento da estrutura 214, VIV, e/ou corrente podem todos afetar os valores de tração dinâmica ao longo do comprimento da estrutura 214.

Fazendo referência agora à figura 3, uma vista mais detalhada do navio 210 e estrutura 214 é fornecida.

O tracionador 230 é conectado à estrutura 214 e é adaptado para aumentar ou diminuir de maneira seletiva a tração na estrutura 214. O

sensor 234a é fornecido na estrutura 214 e é adaptado para fornecer uma medição de uma tração dinâmica da estrutura 214 onde ele é instalado na estrutura 214 e/ou uma medição de corrente 218a. O sensor 234b é adaptado para fornecer uma medição de movimento do navio 210 e/ou da corrente do ambiente. O controlador 240 é adaptado para receber entrada dos sensores 234a e 234b e fornecer saída para os valores de tração dinâmica ao longo do comprimento da estrutura 210.

Em algumas configurações, sensores 234a e/ou 234b podem ser conectados ao controlador 240 por meio de um fio, por meio de uma conexão de fibra ótica, um cabo, ou uma outra conexão direta adequada. Em algumas configurações, sensores 234a e/ou 234b podem ser conectados a um transmissor para enviar um sinal para o controlador 240, por meio de som, uma luz e/ou um sinal de rádio frequência. O transmissor pode ser um audíofone, uma luz, um laser, um transmissor de rádio, ou um outro transmissor adequado para uma conexão indireta.

Em algumas configurações, um método adequado de calcular valores de tração dinâmica ao longo do comprimento da estrutura 214 a partir da medição de tração dinâmica do sensor 234a e medições de movimento e corrente a partir do sensor 234b, é fornecendo os dados de tração e/ou movimento ao controlador 240 que está operando software de cálculo de VIV comercialmente disponível de Shell Oil Company ou uma de suas afiliadas de Houston, Texas. O controlador 240 então dá saída a valores de tração dinâmica sobre o comprimento da estrutura 214 como uma função de tempo.

Em algumas configurações da invenção, VIVs 222a-222c podem ser medidas por meio de: a) medição de movimentos estruturais; b) medição de tração dinâmica; c) medição de corrente oceânica imaginada produzir VIV; ou d) uma combinação de a) até c). Utilizando a), ambos, a frequência e o deslocamento (pelo menos em um ou mais pontos de medição) são conhecidos. Se apenas b) é utilizado, então a frequência pode ser

conhecida e os deslocamentos podem ser inferidos a partir da faixa de tração dinâmica. Um modelo analítico ou computacional do tubo ascendente pode ser utilizado para relacionar a tração dinâmica ao deslocamento no tubo ascendente, por exemplo, software de cálculo de VIV disponível
5 comercialmente de Shell Oil Company ou suas afiliadas.

Em algumas configurações da invenção o navio 210 pode ser uma plataforma de petróleo flutuante, por exemplo ao uma plataforma fixa, uma plataforma de perna de tração, uma SPAR ou um equipamento de perfuração.

10 Em algumas configurações da invenção a estrutura 214 pode ser uma linha de amarração, tubo ascendente, um tubular, um tubo ascendente em catenária, um tubo ascendente de produção, ou qualquer outra estrutura submetida a corrente ou vento. Em algumas configurações, a estrutura 214
15 pode ter um diâmetro de cerca de 0,1 até cerca de 5 metros e um comprimento de cerca de 10 até cerca de 10.000 metros (m). Em algumas configurações, a estrutura 214 pode ter uma relação de comprimento para diâmetro de cerca de 100 até cerca de 100.000. Em algumas configurações a estrutura 214 pode ser composta de cerca de 50 até cerca de 300 seções tubulares rosqueadas, cada
20 uma como um diâmetro de cerca de 10 cm até cerca de 60 cm e um comprimento de cerca de 5 metros até cerca de 50 metros e uma espessura de parede de cerca de 0,5 cm até cerca de 5 cm.

Em algumas configurações da invenção o tracionador 230 pode ser um tracionador de estilo êmbolo disponível comercialmente.

25 Em algumas configurações da invenção o controlador 240 pode ser um computador de mesa disponível comercialmente.

Em algumas configurações o navio 210 pode ter diversas estruturas 214 ligadas, por exemplo cerca de 5 até 30 ou cerca de 10 até 20.

Em algumas configurações a estrutura inclui uma ou mais fiadas ou carenagens, por exemplo cerca de 10 até cerca de 100, adaptadas

para reduzir o valor de vibração induzida por vórtice da estrutura. Fiadas adequadas estão divulgadas na Patente U.S No. 6.561.734, a qual é aqui incorporada para referência em sua totalidade. Carenagens adequadas estão divulgadas na Patente U.S. No. 6.223.672, a qual é aqui incorporada para referência em sua totalidade.

Fazendo referência agora à figura 4, dados a partir de um teste de corrente em tanque de um tubo de 11 cm de diâmetro e 3,65 metros de comprimento. O tubo foi submetido a um escoamento de corrente constante de 1 m/s. As tensões de dobramento como medidas podem ser comparadas às tensões de dobramento como calculadas como o tempo, utilizando uma configuração da invenção.

Aqueles de talento na técnica irão apreciar que diversas modificações e variações são possíveis em termos das modalidades e configurações divulgadas, a partir de materiais e métodos, sem se afastar de seu espírito e escopo. Conseqüentemente, o escopo das reivindicações anexas a seguir e seus equivalentes funcionais não deveriam ser limitados por configurações particulares aqui descritas e ilustradas, uma vez que estas são apenas tomadas como exemplo em natureza.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema, caracterizado pelo fato de compreender:

uma estrutura;

5 de 1 a 10 sensores de tração dinâmica adaptados para monitorar um nível de tração dinâmica de pelo menos um ponto ao longo de um comprimento da estrutura; e

um controlador adaptado para calcular uma tensão de dobramento dinâmica ou o nível de deformação em uma pluralidade de pontos ao longo do comprimento da estrutura, como uma função de tempo.

10 2. Sistema de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de ainda compreender um navio conectado à estrutura, no qual o navio está flutuando em um corpo de água.

15 3. Sistema de uma ou mais das reivindicações 1-2, caracterizado pelo fato da estrutura ser selecionada dentre o grupo que consiste de tubos ascendentes e linhas de amarração.

4. Sistema de uma ou mais das reivindicações 1-3, caracterizado pelo fato de compreender desde 1 até 5 sensores de tração dinâmica.

20 5. Sistema de uma ou mais das reivindicações 1-4, caracterizado pelo fato de ainda compreender um navio conectado à estrutura, no qual o navio compreende uma plataforma de petróleo.

25 6. Sistema de uma ou mais das reivindicações 1-5, caracterizado pelo fato da estrutura compreender uma ou mais fiadas e/ou carenagens adaptadas para reduzir o valor de vibração induzida por vórtice da estrutura.

7. Sistema de uma ou mais das reivindicações 1-6, caracterizado pelo fato de consistir essencialmente de um sensor de tração dinâmica.

8. Sistema de uma ou mais das reivindicações 1-7,

caracterizado pelo fato de ainda compreender um meio para transferir o nível de tração dinâmica dos sensores para o controlador.

5 9. Sistema de acordo com a reivindicação 8, caracterizado pelo fato do meio para transferir o nível de tração dinâmica compreender um umbilical, um fio, um dispositivo sem fio, um dispositivo acústico, um dispositivo de rádio frequência, um laser ou uma luz.

10 10. Sistema de uma ou mais das reivindicações 1-9, caracterizado pelo fato dos sensores estarem dentro de um corpo de água.

10 11. Sistema de uma ou mais das reivindicações 1-10, caracterizado pelo fato do controlador estar acima de um corpo de água.

15 12. Sistema de uma ou mais das reivindicações 1-11, caracterizado pelo fato de ainda compreender um gerador de energia localizado dentro de um corpo de água, selecionado dentre o grupo que consiste de uma turbina, um reator nuclear, uma bóia, um dispositivo termoelétrico e/ou uma bateria, para energizar os sensores.

20 13. Sistema de uma ou mais das reivindicações 1-12, caracterizado pelo fato de ainda compreender um gerador de energia localizado acima de um corpo de água selecionado dentre o grupo que consiste de uma turbina eólica, um painel solar e uma turbina de corrente de água e/ou uma bateria, para energizar o controlador.

14. Sistema de uma ou mais das reivindicações 1-13, caracterizado pelo fato dos sensores estarem localizados ao redor de uma circunferência da estrutura em um ponto ao longo de um eixo da estrutura.

25 15. Método para calcular um nível de tração dinâmica em uma pluralidade de pontos ao longo de um comprimento de uma estrutura, caracterizado pelo fato de compreender:

fornecer uma estrutura;

ligar desde 1 até 10 sensores de tração dinâmica à estrutura;

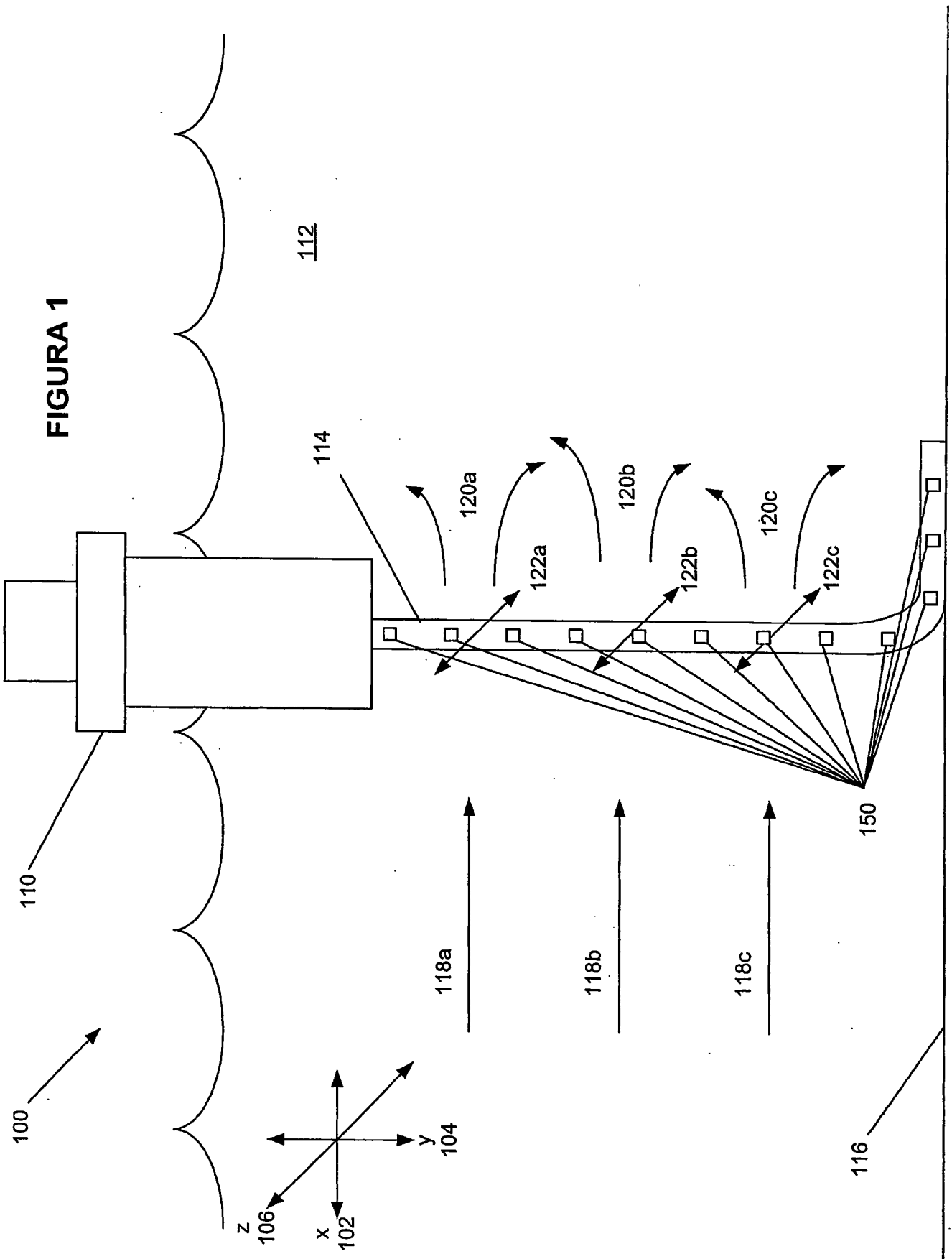
monitorar um nível de tração dinâmica de pelo menos um

ponto ao longo de um comprimento da estrutura com os sensores;

transmitir o nível de tração dinâmica de pelo menos um ponto para um controlador; e

5 calcular uma tensão de dobramento dinâmica ou um nível de deformação em uma pluralidade de pontos ao longo do comprimento da estrutura como uma função de tempo, com o controlador.

FIGURA 1



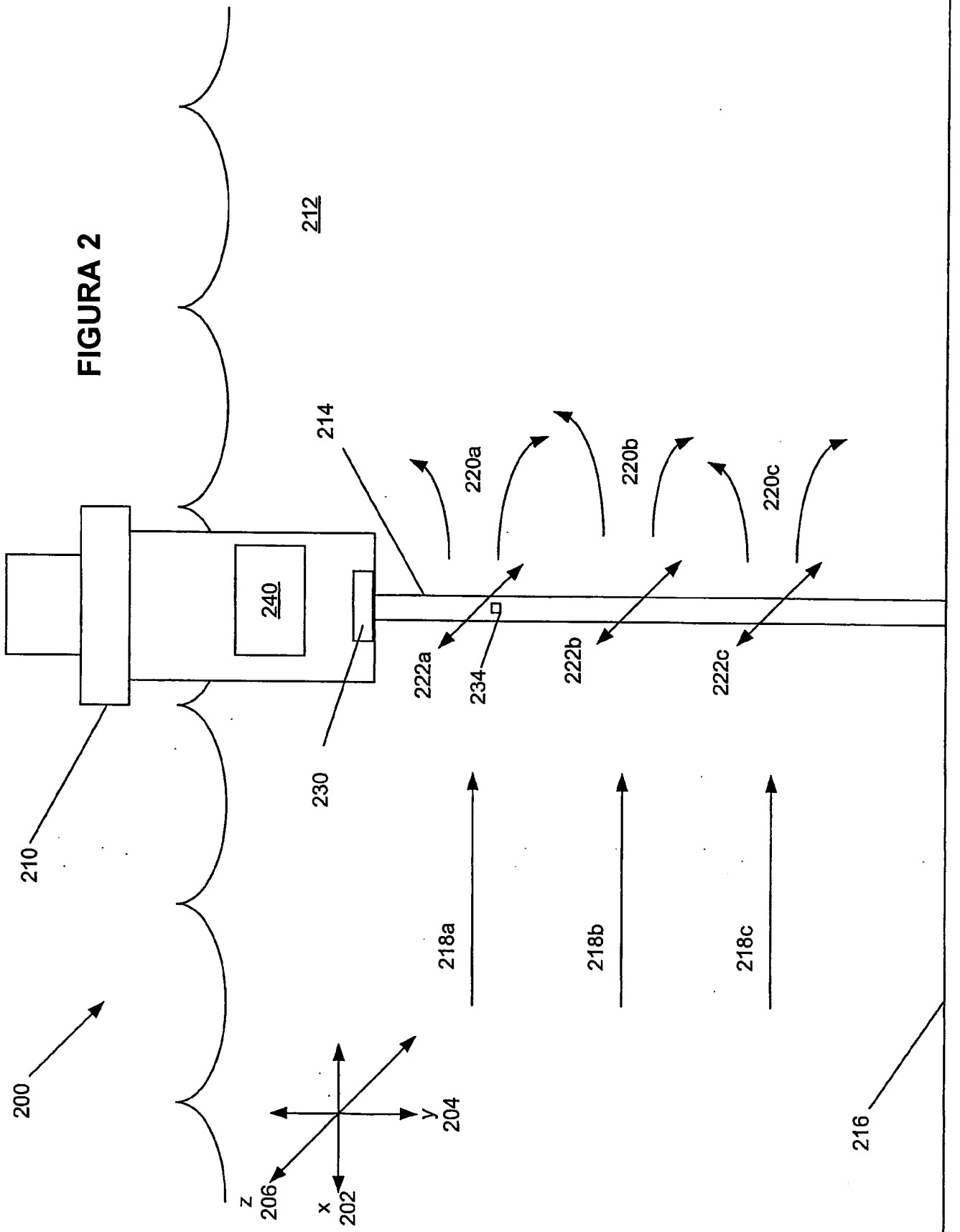


FIGURA 3

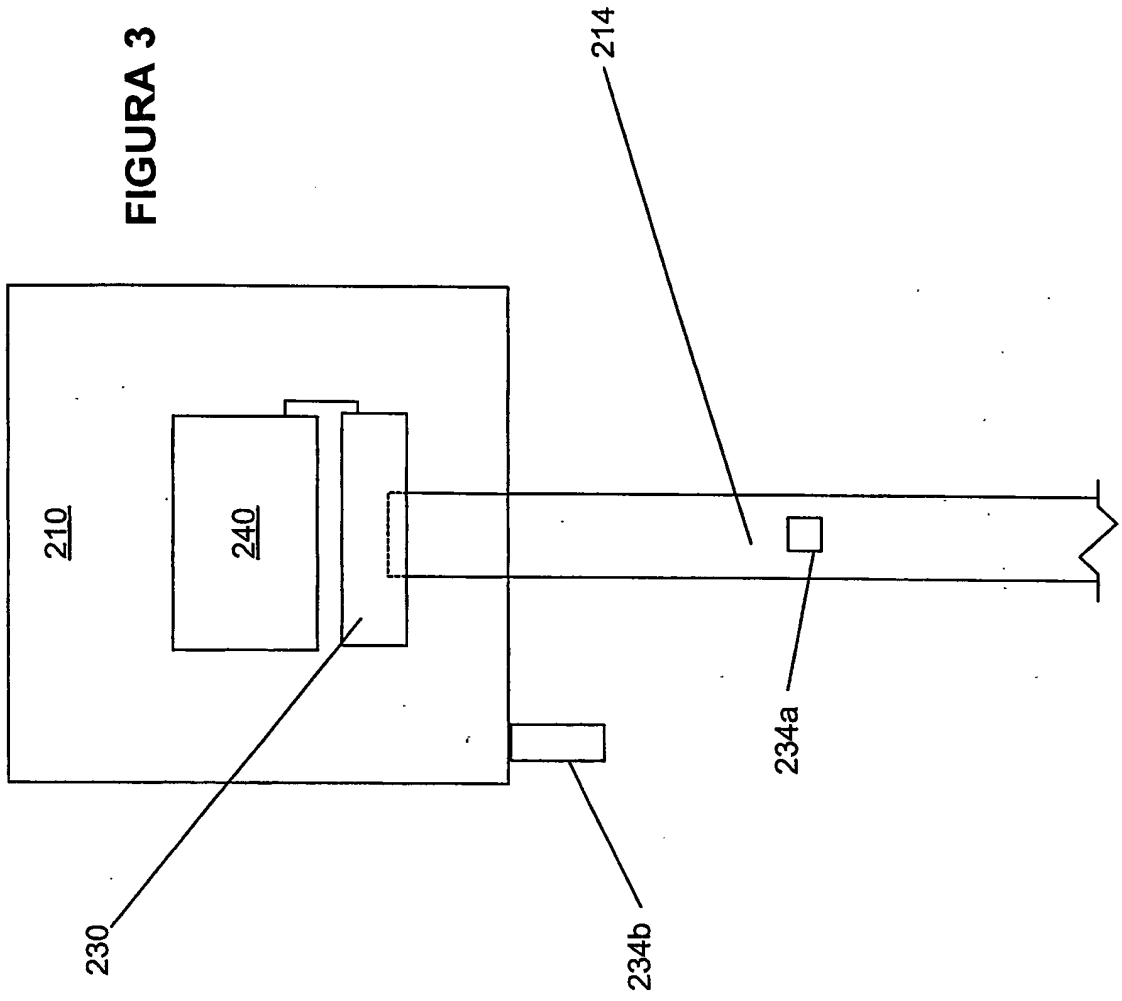
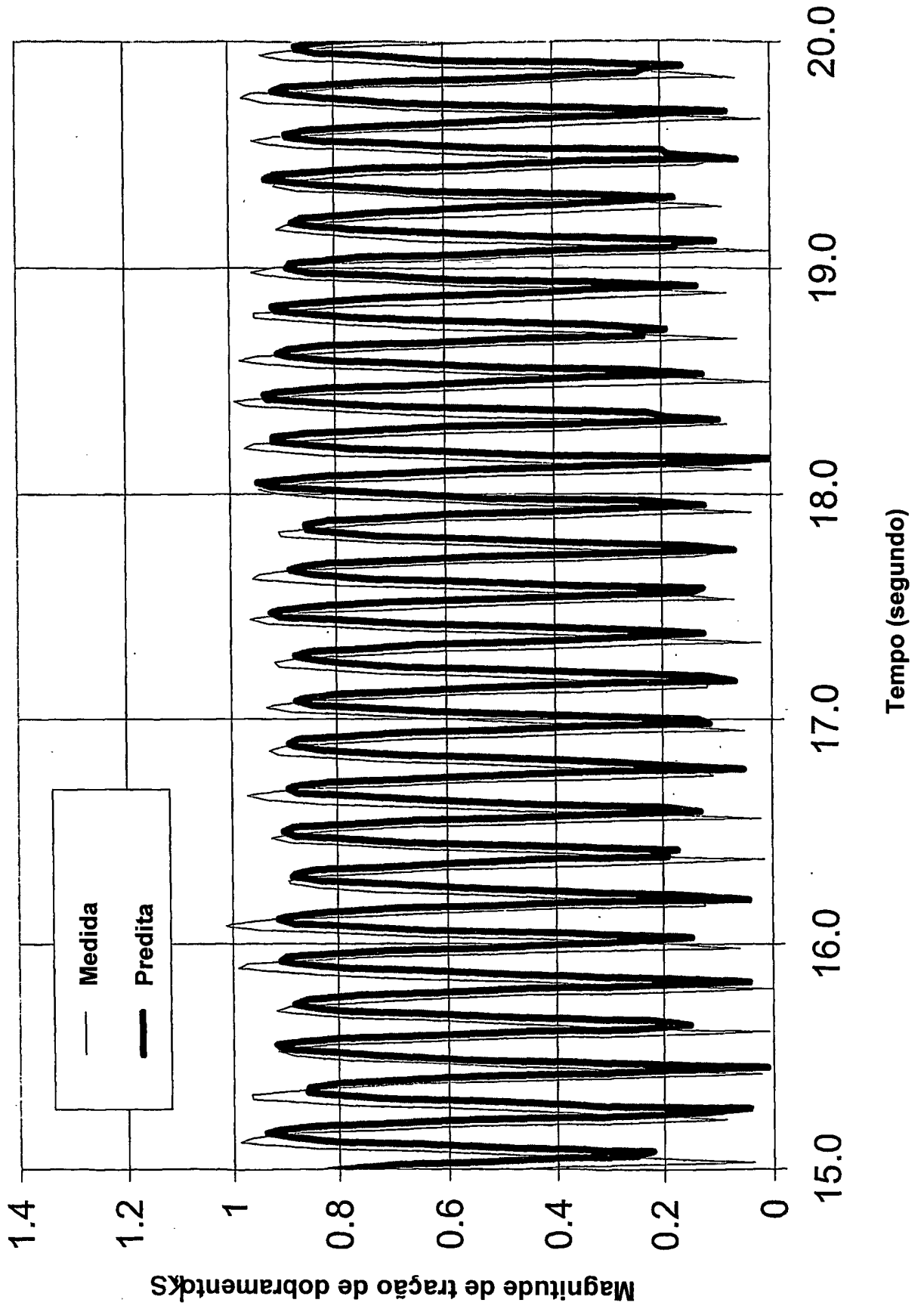


FIGURA 4



RESUMO

“SISTEMA, E, MÉTODO PARA CALCULAR UM NÍVEL DE TRAÇÃO DINÂMICA EM UMA PLURALIDADE DE PONTOS AO LONGO DE UM COMPRIMENTO DE UMA ESTRUTURA”

5 É divulgado um sistema que compreende uma estrutura, de 1 até 10 sensores de tração dinâmica adaptados para monitorar um nível de tração dinâmica de pelo menos um ponto ao longo de um comprimento da estrutura, e um controlador adaptado para calcular uma tensão ou nível de deformação de dobramento dinâmico em uma pluralidade de pontos ao longo
10 do comprimento da estrutura como uma função de tempo. Em algumas configurações, o sistema também inclui um navio conectado à estrutura, nas quais o navio é flutuante em um corpo de água.