

(11) Número de Publicação: **PT 1920498 E**

(51) Classificação Internacional:  
**H01Q 1/34** (2007.10) **H01Q 9/42** (2007.10)  
**H01Q 5/00** (2007.10)

**(12) FASCÍCULO DE PATENTE DE INVENÇÃO**

(22) Data de pedido: <b>2006.06.12</b>	(73) Titular(es): <b>SELEX COMMUNICATIONS S.P.A.</b> <b>VIA RAFFAELE PIERAGOSTINI 80 16151</b> <b>GENOVA</b>	IT
(30) Prioridade(s): <b>2005.06.15 IT TO20050417</b>		
(43) Data de publicação do pedido: <b>2008.05.14</b>	(72) Inventor(es): GAETANO MARROCCO FERNANDO BARDATI MANLIO PROIA PIERO TOGNOLATTI LORENZO MATTIONI	IT IT IT IT IT
(45) Data e BPI da concessão: <b>2009.12.16</b> <b>023/2010</b>	(74) Mandatário: MARTA MARIA BURNAY DA COSTA PESSOA BOBONE R ALMEIDA E SOUSA, N.º 43 1350-008 LISBOA	PT

(54) Epígrafe: **ANTENA ESTRUTURAL DE BANDA LARGA QUE FUNCIONA NA GAMA DE HF, PARTICULARMENTE PARA INSTALAÇÕES NAVAIS**

(57) Resumo:

## RESUMO

### **ANTENA ESTRUTURAL DE BANDA LARGA QUE FUNCIONA NA GAMA DE HF, PARTICULARMENTE PARA INSTALAÇÕES NAVAIS**

A presente invenção refere-se a um sistema de antena estrutural para funcionar na gama de frequência de HF, particularmente para comunicações navais, que compreende pelo menos uma configuração radiante linear (14) adaptada para ser associada operacionalmente a um condutor de terra (GND) e pelo menos um dispositivo eléctrico de impedância (Z1-Z4), em que a anteriormente referida configuração radiante linear (14) está acoplada a uma estrutura naval preexistente que tem uma extensão predominantemente vertical e é electricamente condutora, tal como uma chaminé (F). Um sistema de antena estrutural com alimentação múltipla compreende uma pluralidade de configurações riantes lineares (114) posicionadas em planos meridianos da estrutura naval de tipo chaminé (F), espaçadas a intervalos angulares iguais.

## DESCRIÇÃO

### **ANTENA ESTRUTURAL DE BANDA LARGA QUE FUNCIONA NA GAMA DE HF, PARTICULARMENTE PARA INSTALAÇÕES NAVAIS**

A presente invenção refere-se a uma antena estrutural e, em particular, a uma antena estrutural de banda larga para funcionar na gama de frequência de HF.

Mais especificamente, a invenção refere-se a um sistema de antena do tipo referido no preâmbulo da reivindicação 1.

Em sistemas de comunicações por rádio para instalações navais, na gama de frequência de HF (2 MHz - 30 MHz), utilizada convencionalmente para comunicações navais, as antenas utilizadas hoje em dia devem cumprir, não só o requisito de funcionar numa pluralidade de canais de transmissão através da gama de frequência da banda e permitir enlaces nas proximidades do horizonte (onda superficial ou onda marinha, para distâncias até aproximadamente 100 km), para lá do horizonte (BLOS, "Beyond Line of Sight"), para distâncias de mais de cerca de 100 km) e com altos ângulos de elevação (NVIS, "Near Vertical Incidence Skywave"), como também devem ser tão compactas quanto possível para serem compatíveis com o espaço disponível a bordo das unidades navais.

Portanto, foram propostos sistemas de transmissão conhecidos como sistemas "multicanal", para combinar uma pluralidade de canais de transmissão utilizando uma única

antena de banda larga, em cuja entrada se adiciona uma multiplicidade de canais de transmissão por meio de circuitos de combinação. Estes sistemas multicanal constroem-se com o auxílio de amplificadores de potência (geralmente da ordem de 1 kW) que podem ser atribuídos independentemente a diferentes serviços ou a um único canal.

Com esta solução, o controlo de potência é crítico e há especificamente uma perda de potência devido à presença dos circuitos de combinação.

A título de exemplo, pode indicar-se que a combinação de oito canais com transformadores híbridos numa única antena resulta numa potência efectiva de aproximadamente 125 W subministrada a cada canal, com uma potência de pico de 8 kW. Consequentemente, um sistema multicanal requer amplificadores que proporcionem mais potência numa ordem de magnitude do que a potência realmente radiada, e está sujeita a uma perda considerável da eficácia.

Convencionalmente este problema é resolvido instalando múltiplas antenas no navio, que têm configurações diferentes e que funcionam em sub-bandas de frequência independentes, sendo cada uma atribuída a um canal específico.

Por exemplo, utilizam-se antenas "em leque" para enlaces com altos ângulos de elevação a frequências na gama de 2 MHz a 8 MHz, e utilizam-se antenas com geometria "de chicote", com carga se for necessário, para as comunicações

por onda marinha e comunicações para além do horizonte, a frequências na gama de 10 MHz a 30 MHz.

A coexistência de uma pluralidade de antenas para diferentes serviços e modos de comunicações, não só requer uma grande quantidade de espaço, complicadas redes de alimentação e elaborados sistemas de controlo num navio, como também tem o inconveniente de gerar interferências (com as estruturas navais preexistentes, por exemplo) que podem degradar o rendimento esperado das antenas individuais.

O problema do uso eficiente do espaço disponível foi acometido durante algum tempo nos ambientes aeronáuticos em que são habituais as soluções estruturais, nas quais toda a aeronave ou parte dela (tal como a fuselagem) se utiliza como elemento radiante por meio de procedimentos de alimentação adequados (antenas de "ranhura" ou de "guardanapo"). Todavia, tais soluções não se encontram no contexto naval, donde a dificuldade associada à solução de problemas electromagnéticos para a transmissão na banda de HF tem originado que as comunicações nesta banda sejam abandonadas progressivamente em favor das comunicações mais eficientes por satélite.

A patente US 5014068 divulga uma antena de comunicações de banda larga de HF para navios de superfície nos quais uma tira condutora larga e plana é acoplada capacitivamente a super-estruturas existentes do navio, tais como um mastro e chaminé, para auxiliar a conseguir o funcionamento em banda larga.

Além disso, também é conhecida na técnica uma configuração radiante carregada com dispositivos eléctricos de impedância para conseguir um funcionamento em banda larga, por exemplo através das patentes US 2003/103011 e US 5600335.

A patente US 2003/103011 descreve uma antena linear de banda larga carregada com circuitos situados ao longo da estrutura da antena e compreende configurações de indutância-resistência em paralelo ou outras combinações ou elementos de circuito passivos.

A patente US 5600335 divulga uma antena linear de banda larga e alta potência, em que cada secção de antena compreende uma pluralidade de elementos radiantes electricamente condutores que são substancialmente colineares, fixados sobre um isolante eléctrico montado sobre um plano de terra horizontal. Cada elemento radiante tem um comprimento apropriado para conseguir uma eficácia global óptima da antena de potência de banda larga sobre a largura de banda de frequência de um sinal de entrada. Há pelo menos dois elementos de carga que estão acoplados electricamente cada um deles entre os elementos radiantes em cada secção de antena. Cada elemento de carga compreende uma combinação em paralelo de uma resistência, uma indutância e um condensador para conseguir uma eficácia global óptima da antena de banda larga de alta potência, sobre a largura de banda de frequência do sinal de entrada.

O objecto da presente invenção consiste em proporcionar um sistema multifuncional de antena de banda

larga para o funcionamento na gama de frequência de HF, que é projectado particularmente para instalações fixas a bordo de unidades navais, e que torna possível construir um sistema multifuncional de comunicações multicanal por rádio eficiente, flexível e de múltiplos fins, num espaço de instalação limitado.

Um objecto adicional da invenção consiste em proporcionar um sistema de antena que possa formar a base de um sistema de antenas mais completo, possivelmente um que permita também o controlo do diagrama de radiação em termos de direcionalidade e capacidade de exploração.

Com este objectivo, a invenção propõe um sistema de antena estrutural que tem as características reivindicadas na reivindicação 1.

Nas reivindicações dependentes definem-se modos de realização específicos.

É garantido que o sistema de antena proposto pela presente invenção supera os limites das antenas da técnica anterior, como resultado da configuração especial dos elementos radiantes da antena e a inclusão entre estes de uma estrutura naval preexistente que tem uma extensão predominantemente vertical, proporcionando suporte para a configuração de radiação linear juntamente com a compensação intrínseca dos efeitos da distorção das características de radiação desta configuração, devidos à presença da referida estrutura naval.

A consecução de um modo de comunicações multicanal depende de se proporcionarem dispositivos eléctricos de impedância que criem uma antena multifuncional, ou seja, uma que possa ser configurada de acordo com a frequência de funcionamento.

O facto de se proporcionarem dispositivos eléctricos de impedância torna também possível, com vantagem, compensar os efeitos da distorção devidos ao acoplamento com outras estruturas navais presentes em todos os casos, permitindo assim modificar a condição de carga da antena na fase de projecto ou durante a instalação.

De acordo com o teorema de reciprocidade, o comportamento e características de uma antena permanecem inalterados, independentemente de se usar como antena receptora ou transmissora, e portanto na presente descrição considera-se o funcionamento de uma antena transmissora e a definição de algumas características faz referência a esta por razões de clareza, sem excluir o uso do dispositivo na recepção.

Em síntese, o sistema de antena estrutural proposto pela invenção, na sua forma de realização mais simples, caracteriza-se pelo acoplamento de uma configuração radiante linear (produzida pela combinação de elementos de fios diversamente orientados), a uma estrutura naval electricamente condutora previamente existente que tem uma extensão predominantemente vertical, tal como uma chaminé ou torreta, cuja altura é tipicamente comparável à de uma antena naval "de chicote" convencional. Uma tal estrutura,

não só tem a funcionalidade intrínseca para a qual está presente num ambiente naval, como também actua como suporte para a configuração radiante linear e como parte do próprio sistema de antena.

Vantajosamente, o sistema de antena estrutural resultante é bastante compacto e não aumenta significativamente as dimensões globais da estrutura preexistente que forma parte do ambiente naval.

A configuração radiante linear tem uma dimensão global predominantemente vertical e compreende uma ramificação condutora alimentada, que tem uma extensão predominantemente vertical, conectada por meio de pelo menos uma ramificação condutora com uma extensão predominantemente horizontal com a estrutura naval, que actua como um elemento condutor de retorno a terra, de tal maneira que forma pelo menos uma trajectória fechada.

Um tipo de estrutura que inclui pelo menos uma ramificação condutora angulada adicional, que conecta a ramificação alimentada de extensão vertical à ramificação de conexão com extensão horizontal, torna possível formar uma pluralidade de trajectórias de corrente mediante uma selecção conveniente de uma configuração dos elementos radiantes da antena.

A escolha de uma das configurações anteriormente mencionadas é automática e dependente das diferentes sub-bandas de frequência da gama de HF, e realiza-se como resultado do comportamento dos dispositivos eléctricos de

impedância, feitos pelo menos parcialmente em forma de circuitos de dois terminais de constante acumulada, preferivelmente circuitos LC de dois terminais com configurações ressonantes em série ou em paralelo, que actuam como filtros de passo de banda ou de banda eliminada para a corrente que flui nos elementos radiantes da antena.

Os dispositivos eléctricos de impedância tornam possível modificar selectivamente o fluxo de corrente nas ramificações condutoras de frequências diferentes (e portanto de acordo com o tipo de serviço), de tal maneira que formam diagramas de radiação com ângulos de elevação baixos, médios e altos, ao mesmo tempo que actuam simultaneamente como um circuito de adaptação distribuído ao longo da antena.

Um sistema estrutural de antena baseado na configuração radiante proposta pela invenção pode ser configurado com um ou mais pontos de alimentação, e pode funcionar em modo de canal único ou em multicanal.

Um sistema de antena que compreende uma única configuração radiante linear, e portanto um só ponto de alimentação, pode ser utilizado como um elemento radiante multifuncional de banda larga (no sentido definido anteriormente) com uma relação de onda estacionária de menos de 3:1 em toda a banda de HF e com uma eficácia de radiação de cerca de 0,5% - 30%, entre 2 MHz e 10 MHz, aproximadamente 30% - 50% entre 10 MHz e 15 MHz, e aproximadamente 50% - 80% entre 15 MHz e 30 MHz.

Ao conectar uma multiplicidade de configurações radiantes lineares similares à estrutura naval condutora preexistente, produz-se um sistema de antena estrutural de alimentação múltipla, que é adaptado para funcionar em modo multicanal ou de canal único, com a possibilidade de conformar e dirigir o diagrama de radiação de acordo com o tipo específico de serviço.

No primeiro caso (comunicações de radiodifusão), a configuração com múltiplos pontos de alimentação (portos) torna possível atribuir um canal diferente (sinal) a cada porto, evitando assim o uso de circuitos de combinação, e proporcionando as vantagens evidentes de maior eficácia do sistema de antena e um menor custo dos sistemas de transmissão, enquanto que limita as dimensões globais das configurações radiantes.

No segundo caso, no modo multicanal, ou seja, quando se utiliza uma pluralidade de portos de alimentação para um só canal (sinal), torna-se possível dar forma (particularmente estreitar) e orientar o lóbulo de radiação para conseguir um ganho em termos de rendimento.

Em particular, torna-se possível otimizar a potência transmitida em comunicações de não-radiodifusão para as quais a radiação pode estar contida num sector angular limitado. Vantajosamente, isto permite utilizar o mesmo sistema de antena para a onda marinha, a reflexão ionosférica e as comunicações NVIS.

Também é possível reduzir a potência entregue, e

portanto limitar a interacção com as demais estruturas do navio.

Há outra função relacionada com a possibilidade de fazer funcionar o sistema de antena de um só canal como um agrupamento de antenas com capacidades de varrimento e exploração, controlando as amplitudes e as fases do sinal de alimentação para cada configuração radiante.

Vantajosamente, a configuração proposta está adaptada para produzir uma radiação suficientemente uniforme em todas as direcções a frequências baixas (2 MHz - 10 MHz) e radiação omnidireccional nos planos horizontais a frequências médias e altas (10 MHz - 30 MHz), permitindo assim proporcionar simultaneamente todos os serviços requeridos na banda de HF, isto é, a onda marinha, a onda ionosférica e a comunicação para lá do horizonte com diferentes ângulos de elevação, sem necessidade de nenhuma modificação mecânica ou reconfiguração do sistema de antena ou do seu circuito de alimentação.

Outras características e vantagens da invenção serão reveladas de maneira mais completa na descrição pormenorizada que se segue, dada a título de exemplo e sem intenção restritiva, com referência aos desenhos anexos, nos quais:

a figura 1 é uma representação esquemática, numa vista lateral e de cima, de um sistema estrutural de antena proposto pela invenção;

a figura 2 é uma representação esquemática da distribuição de dispositivos eléctricos de impedância ao longo da configuração radiante linear do sistema de antenas da figura 1;

a figura 3 é uma representação esquemática de um circuito de alimentação para o sistema de antena da figura 1;

as figuras 4a-4f são representações dos diagramas de radiação do sistema de antena estrutural da figura 1, a diferentes frequências da banda de HF;

a figura 5 é uma representação esquemática, numa vista em perspectiva, de um sistema de antena estrutural com múltiplos alimentadores proposto pela invenção; e

a figura 6 mostra um sistema de controlo para o sistema de antena estrutural com alimentação múltipla da figura 4.

Um sistema de antena estrutural multifuncional de banda larga, proposto pela invenção, adaptado para funcionar na gama de frequência de HF (2 MHz - 30 MHz) é indicado em general com o número 10. Na figura 1, mostra-se numa configuração de instalação para uso como antena transmissora, conectada a uma unidade 12 de alimentação e a um plano de terra GND.

Como se mencionou na parte introdutória desta descrição, de acordo com o teorema de reciprocidade, o

comportamento e características de antena permanecem inalterados, independentemente de se utilizar como antena receptora ou transmissora. Meramente a título ilustrativo, e sem intenção restritiva, a seguinte parte da descrição estará relacionada com o funcionamento de um sistema de antena de transmissão, com o único fim de definir do modo mais claro e apropriado as características do circuito de alimentação do sinal de radiofrequência.

O sistema de antena da figura 1 representa uma antena estrutural que compreende uma única configuração radiante linear 14 (e portanto com um único ponto de alimentação), acoplada a uma estrutura naval preexistente, electricamente condutora, que tem uma extensão predominantemente vertical, tal como uma chaminé F, situada num plano meridiano.

A configuração global do sistema de antena é predominantemente vertical, e a configuração radiante linear está montada, de preferência, num plano de terra horizontal, por exemplo uma superfície da estrutura naval.

A configuração radiante linear da antena compreende elementos radiantes de fio com uma extensão predominantemente vertical, e elementos radiantes de fio com uma extensão predominantemente transversal, sendo todos esses elementos coplanares.

Os elementos radiantes com uma extensão predominantemente vertical formam uma primeira ramificação condutora vertical H conectada a um terminal da unidade 12 de alimentação.

A estrutura naval que consiste numa chaminé F, tendo um corpo cilíndrico ou cónico-truncado erigido sobre uma superfície da estrutura naval, é feita de material condutor ou torna-se condutora mediante a aplicação de um revestimento metálico. Forma o condutor de retorno, que está conectado electricamente ao plano de terra GND.

A ramificação condutora alimentada H está conectada à estrutura F de chaminé por meio de uma ramificação condutora transversal W que consiste pelo menos num elemento radiante que tem uma extensão predominantemente horizontal, e forma com estes últimos uma trajectória rectangular fechada entre a unidade de alimentação e o plano de terra. A ramificação transversal condutora W está conectada à ramificação alimentada H num ponto intermédio da ramificação, a uma distância predeterminada desde a extremidade superior livre da última.

Uma ramificação condutora angulada A está conectada na sua extremidade superior, com a ramificação transversal condutora W, e na sua extremidade inferior com a ramificação condutora vertical H, no correspondentes pontos intermédios das ramificações anteriormente mencionadas, e forma uma segunda trajectória poligonal fechada entre a unidade de alimentação e o plano de terra, dentro da trajectória rectangular definida pelas ramificações H e W.

No modo de realização actualmente preferido, a dimensão vertical global da configuração radiante linear (ou seja, a altura da ramificação condutora H) está entre

cerca de 8% e 10% do comprimento de onda máxima na banda de HF (150 metros à frequência de 2 MHz), e é preferencialmente 12 metros. A altura do corpo da chaminé está geralmente entre aproximadamente 6% e 10% do comprimento máximo de onda da banda de HF.

A dimensão horizontal global da configuração radiante linear situa-se entre aproximadamente 1% e 2% do comprimento máximo de onda da banda de HF (150 metros à frequência de 2 MHz), e é preferencialmente de 2 metros. O diâmetro do corpo (que é cilíndrico na forma de realização ilustrada) da estrutura de chaminé situa-se geralmente entre 2% e 5% do comprimento máximo de onda na banda de HF.

A altura da ramificação condutora angulada A é igual a cerca de 2% do comprimento máximo de onda da banda de HF e é, de preferência igual a 3 metros, enquanto que a sua extensão transversal é igual aproximadamente a 0,7% do comprimento de onda anteriormente mencionado e, de preferência, é igual a 1 metro.

O diâmetro dos elementos radiantes que formam as ramificações condutoras é cerca de 0,1% do comprimento de onda máximo na banda de HF, e é de preferência igual a 0,15 metros.

A estrutura naval, tal como o corpo F da chaminé, é uma estrutura oca cuja parede lateral tem geralmente uma espessura de 0,25 metros.

Convenientemente, a ramificação transversal condutora

W está conectada à ramificação vertical H num ponto intermédio desta última, a uma distância de 2 metros desde a sua extremidade livre superior. A ramificação condutora angulada A está conectada à ramificação transversal condutora W no seu ponto médio, e à ramificação vertical condutora H a uma altura por cima do seu ponto médio, e preferencialmente a 7 metros desde o plano de terra, correspondente aproximadamente a 60% da altura total da ramificação.

Com referência à figura 2, os dispositivos eléctricos Z1 e Z2 de impedância estão interpostos ao longo da ramificação condutora H, um dispositivo Z3 de impedância está interposto ao longo da ramificação transversal condutora W, e um dispositivo adicional Z4 de impedância está interposto ao longo da ramificação condutora angulada A, preferencialmente ao longo da ramificação vertical.

Preferencialmente, cada um dos dispositivos Z1 e Z2 compreende um circuito reactivo de dois terminais, tal como um circuito LC ressonante em série, enquanto que cada um dos dispositivos z3 e z4 de impedância compreende um circuito resistivo de dois terminais, tal como uma simples resistência.

Os parâmetros eléctricos dos dispositivos Z1 e Z2 de impedância são tais que formam circuitos acumulados de filtros, adaptados para impedir selectivamente a propagação da corrente eléctrica ao longo da ramificação condutora, na qual estão conectados, nas correspondentes sub-bandas da gama de frequência de HF.

Os parâmetros eléctricos dos dispositivos Z1 - Z4 de impedância tomados conjuntamente são tais que formam um circuito distribuído de adaptação ao longo da configuração linear radiante da antena.

No modo de realização preferido, os dispositivos Z1, Z2 e Z4 estão situados, respectivamente, a alturas de 3,25 metros, 8,25 metros e 7,75 metros por cima do plano de terra GND, enquanto que o dispositivo Z3 de impedância está situado a 1,25 metros a partir da parede lateral da estrutura naval F de chaminé.

No exemplo de modo de realização descrito nesta memória, os parâmetros eléctricos de indutância e capacitância dos circuitos LC em série de dois terminais, que formam os dispositivos Z1 e Z2 de impedância, têm os seguintes valores:

- o circuito Z1 de dois terminais tem um componente indutivo de 1,12  $\mu\text{H}$  e um componente capacitivo de 569,1 pF; e
- o circuito Z2 de dois terminais tem um componente indutivo de 0,073  $\mu\text{H}$  e um componente capacitivo de 59,8 pF.

O parâmetro de resistência eléctrica do circuito de dois terminais que forma os dispositivos Z3 e Z4 de impedância tem os seguintes valores:

- o dipolo Z3 tem um componente resistivo de  $48,6 \Omega$  e;

- o dipolo Z4 tem um componente resistivo de  $61 \Omega$ .

Claramente, um perito na técnica será capaz de desviar-se dos dados de desenho citados anteriormente que estão relacionados com o modo de realização actualmente preferido, proporcionando um número maior o menor de dispositivos de impedância que os especificados, sempre que os dispositivos estejam situados ao longo das ramificações condutoras de tal maneira que controlem selectivamente o acoplamento das ramificações H, W y A com a estrutura F da chaminé e com o condutor (plano) de terra GND, pela sua acção de filtrado, e mais especificamente de tal maneira que desconectem alternativamente uma ou mais das ramificações da trajectória da corrente.

A unidade 12 de alimentação inclui um circuito de adaptação e distribuição de sinais, tal como se ilustra na figura 3.

A unidade 12 está configurada operacionalmente na base da configuração linear radiante da antena e conectada electricamente entre a ramificação condutora H e uma linha de transmissão para transportar o sinal de radiofrequência.

Com referência a uma configuração de transmissão, a unidade 12 de alimentação tem uma entrada IN acoplada a uma fonte 20 de sinais de radiofrequência através de uma linha L de transmissão, tal como um cabo coaxial, e um porto de

saída OUT, no qual se ajusta a ramificação condutora vertical H da antena, com o uso de um isolante IS.

A unidade de alimentação inclui um transformador T por passos de impedância, que tem uma relação  $n$  de transformação de impedância predeterminada, preferencialmente igual a 3,7, referida a terra, que tem um terminal conectado à entrada IN para receber o sinal de radiofrequência, e o outro terminal conectado ao porto de saída OUT.

A unidade de alimentação que se descreveu pode ser encerrada num contentor metálico 30 em forma de caixa, que forma um ecrã eléctrico e que está conectada ao plano de terra GND. Isto forma uma unidade de adaptação de 50 ohmios para a linha de transmissão de entrada.

Em termos de funcionamento, o sistema de antena proposto pela invenção actua como se descreve a seguir.

Para uma melhor compreensão, as figuras 4a - 4f mostram os diagramas de radiação a distintas frequências, nos planos vertical (diagrama da esquerda) e horizontal (diagrama da direita).

Aplica-se um sinal de radiofrequência, entregue pela fonte externa 20 e transportada ao longo da linha L de transmissão, ao transformador T de impedância e transfere-se à saída OUT da unidade 12 de alimentação, conectada à ramificação condutora H da antena. Desde este ponto, distribui-se ao longo da configuração radiante linear e à

estrutura de chaminé de um modo selectivo, de acordo com a frequência e portanto do tipo de função requerida da antena, dependendo da configuração linear determinada pelo comportamento dos dispositivos de impedância.

A baixas frequências, entre 2 MHz e 10 MHz, o dispositivo Z2 de impedância põe-se em acção para impedir o fluxo de corrente na parte superior da ramificação alimentada H, de maneira que a corrente na configuração linear flui através da parte inferior da ramificação condutora H, da trajectória interna ao longo da ramificação condutora angulada A e da parte da ramificação condutora W contígua à estrutura de chaminé. O sistema de antena tem, portanto, um modo de radiação semelhante ao que seria proporcionado por uma combinação da radiação de uma configuração de "meio-loop" e a radiação de uma configuração em "chicote". O diagrama de radiação resultante (os diagramas de radiação das figuras 4a-4c) é substancialmente uniforme em todas as direcções, permitindo assim as comunicações por onda marinha e por onda ionosférica a distintos ângulos de elevação.

A frequências médias e altas, entre 10 MHz e 30 MHz, nenhum dispositivo de impedância impede o fluxo de corrente, e a corrente tende a fluir através de todos os elementos de fios radiantes, incluindo em particular a parte superior da ramificação condutora vertical alimentada H, até à extremidade livre. A configuração da disposição linear e o modo de radiação do correspondente sistema de antena (diagramas de radiação das figuras 4d-4f) são portanto semelhantes aos da antena de chicote, que tem um

diagrama de radiação omnidireccional no plano horizontal, com ângulos de elevação baixos e médios, e é adequado para as comunicações por onda marinha e BLOS.

Com referência ao sistema de antena ilustrado nas figuras 5 e 6, o que se descreve num sistema de antena estrutural com alimentação múltipla, que compreende uma pluralidade de configurações lineares radiantes 114 que têm geometrias e características semelhantes às da configuração 14 descrita relativamente ao modo de realização ilustrado na figura 1, que está relacionado com um sistema de antena estrutural de uma única alimentação.

Cada configuração linear radiante 114 está conectada a uma unidade correspondente 112 de alimentação, semelhante à unidade 12 descrita, e está acoplada a uma estrutura naval preexistente, electricamente condutora, que tem uma extensão predominantemente vertical, tal como uma chaminé F que forma um condutor de retorno conectado electricamente a um plano horizontal de terra GND, por exemplo uma superfície da estrutura naval.

No modo de realização actualmente preferido, dispõem-se seis configurações radiantes idênticas 114, situadas em planos meridianos da referida estrutura naval e separadas a intervalos angulares iguais de 60 graus.

Uma unidade 200 de controlo e de processamento de sinais está conectada às unidades 112 de alimentação, e está configurada para controlar a amplitude e a fase das correntes de radiofrequência injectadas nas configurações

radiantes lineares 114 a partir da fonte de sinais, através das correspondentes unidades 112 de alimentação.

As correntes distribuem-se ao longo das ramificações condutoras e do corpo condutor cilíndrico da estrutura de chaminé, de acordo com a frequência e as amplitudes e fases dos sinais de radiofrequência. Dependendo da função requerida da antena, os seis pontos de alimentação podem ser alimentados simultaneamente ou com uma diferença de fase predeterminada, e parcialmente se fosse necessário, proporcionando assim configurações multicanal de radiação omnidireccional ou configurações directivas com capacidade de exploração, mediante a adição de campos radiados no ar.

Deve observar-se que o modo de realização da presente invenção, proposto na descrição precedente, é meramente um exemplo e não restritivo. Um perito na técnica poderia aplicar facilmente a presente invenção em diferentes modos de realização baseados no princípio da invenção. Isto é particularmente certo relativamente à possibilidade de situar a ramificação condutora alimentada e/ou a ramificação condutora transversal para a conexão à estrutura naval numa direcção inclinada, ou fazendo a ramificação de conexão transversal e a ramificação angulada a partir de elementos de fio não rectilíneos, por exemplo elementos curvos, para obter um aumento da estabilidade mecânica da estrutura da antena, ou para obter novamente a possibilidade de acoplar a configuração radiante linear a uma estrutura naval distinta a uma chaminé, por exemplo a uma torreta equipada para a instalação de antenas que funcionem a frequências mais altas.

Claramente, sempre que se retenha o princípio da invenção, as formas de aplicação e os pormenores de construção podem ser portanto variados amplamente a partir do que se descreveu e ilustrado meramente a título de exemplo e sem intenção restritiva, sem se afastar do âmbito de protecção da presente invenção, como se define pelas reivindicações anexas.

## REIVINDICAÇÕES

1. Sistema de antena para funcionar na gama de frequência de HF, particularmente para comunicações navais, que compreende uma configuração radiante linear (14) adaptada para ser associada operacionalmente a um condutor de terra (GND) e uma estrutura naval preexistente (F) que tenha uma extensão predominantemente vertical e seja electricamente condutora, caracterizado por a referida configuração radiante linear (14) compreender:

- uma pluralidade de elementos com fios radiantes com uma extensão predominantemente vertical, que formam uma primeira ramificação condutora (H), adaptada para ser operacionalmente acoplada a um circuito (12) de alimentação de sinais de radiofrequência; e

- uma pluralidade de elementos com fios radiantes com uma extensão predominantemente horizontal, que formam pelo menos uma ramificação condutora transversal (W), para conectar a ramificação condutora (H), adaptada para ser acoplada a um circuito (12) de alimentação, à referida estrutura naval (F),

estando os referidos elementos radiantes dispostos de tal maneira que formam pelo menos uma trajectória fechada entre o circuito (12) de alimentação e o condutor de terra (GND) através da referida estrutura naval (F), e

- uma pluralidade de dispositivos eléctricos de

impedância ( $Z_1 - Z_4$ ) interpostos ao longo das ramificações condutoras (H, W) e adaptados para criar selectivamente, de acordo com a frequência de funcionamento, uma pluralidade de trajectórias de corrente diferentes ao longo das referidas ramificações condutoras (H, W) correspondentes a uma pluralidade de configurações eléctricas e/ou geométricas da configuração radiante anteriormente mencionada.

2. Sistema de antena de acordo com a reivindicação 1, em que a referida estrutura naval (F) preexistente é uma estrutura substancialmente cilíndrica ou cónico-truncada.

3. Sistema de antena de acordo com a reivindicação 2, em que a referida estrutura é uma chaminé (F) do navio.

4. Sistema de antena de acordo com qualquer das reivindicações anteriores, em que a referida ramificação condutora transversal (W) está conectada à ramificação condutora alimentada (H) num ponto intermédio da referida ramificação alimentada (H), a uma distância predeterminada a partir da sua extremidade livre superior.

5. Sistema de antena de acordo com qualquer das reivindicações anteriores, em que a referida ramificação condutora transversal (W) e a referida ramificação condutora alimentada (H) são conectadas adicionalmente entre si através de uma ramificação condutora angulada (A).

6. Antena de acordo com a reivindicação 5, em que a

referida ramificação condutora angulada (A) compreende uma primeira parte que se estende na direcção horizontal e uma segunda parte que se estende na direcção vertical.

7. Sistema de antena de acordo com qualquer das reivindicações anteriores, em que as referidas ramificações condutoras (H, W, A) formam, numa configuração operativa da antena, um plano vertical no qual descansa a antena, coincidindo com um plano meridiano da referida estrutura naval (F).

8. Sistema de antena de acordo com qualquer das reivindicações anteriores, em que a extensão vertical da configuração radiante linear (14) está entre 8% e 10% do comprimento de onda máxima na banda de HF.

9. Sistema de antena de acordo com qualquer das reivindicações anteriores, em que a extensão transversal da configuração radiante linear (14) está entre 1% e 2% do comprimento de onda máxima na banda de HF.

10. Sistema de antena de acordo com qualquer das reivindicações anteriores, em que os referidos dispositivos eléctricos de impedância ( $Z1 - Z4$ ) compreendem circuitos reactivos de dois terminais com parâmetros agregados ( $Z1, Z2$ ) e circuitos resistivos ( $Z3, Z4$ ) de dois terminais.

11. Sistema de antena de acordo com a reivindicação 10, em que os referidos circuitos reactivos ( $Z1, Z2$ ) de dois terminais compreendem circuitos LC ressonantes em série.

12. Sistema de antena de acordo com a reivindicação 10 ou 11, que compreende dispositivos de impedância ( $Z_1$ ,  $Z_2$ ) dispostos sobre a ramificação condutora (H), tendo parâmetros eléctricos tais que formam:

- uma trajectória de corrente que compreende uma parte da ramificação condutora alimentada (H), a ramificação condutora angulada (A) e uma parte da ramificação condutora transversal (W), de maneira que o sistema de antena tem um diagrama de radiação global em forma de uma combinação do diagrama de radiação de uma configuração em "meio-loop" e a de uma configuração em "chicote", numa primeira gama de frequência, e

- uma pluralidade de trajectórias de corrente que compreendem toda a ramificação condutora alimentada (H), a ramificação condutora angulada (A) e toda a ramificação condutora transversal (W), de maneira que o sistema de antena tem um diagrama de radiação de uma configuração em chicote, numa segunda gama de frequência.

13. Sistema de antena de acordo com qualquer das reivindicações 10 a 12, em que os dispositivos de impedância ( $Z_1 - Z_4$ ) são concebidos para formar um circuito de adaptação distribuída de impedâncias, para cada configuração da disposição radiante linear (14).

14. Sistema de antena de acordo com qualquer das reivindicações anteriores, que inclui uma unidade (12) de adaptação e distribuição de sinais de radiofrequência,

acoplada à referida ramificação condutora com uma extensão predominantemente vertical (H) da configuração radiante (14), que inclui um circuito transformador (T) por passos de impedância, referido ao condutor de terra (GND), tendo este circuito um primeiro terminal (IN) acoplado a uma linha (L) de transmissão de sinais e um segundo terminal (OUT) acoplado à referida ramificação condutora (H).

15. Sistema de antena de acordo com qualquer das reivindicações anteriores, que compreende uma pluralidade de configurações radiantes lineares (114) acopladas à referida estrutura naval (F), de tal maneira que formam um sistema de antena com alimentações múltiplas.

16. Sistema de antena de acordo com a reivindicação 15, em que as referidas configurações radiantes lineares (114) estão situadas em planos meridianos da referida estrutura naval (F) e estão espaçadas a intervalos angulares iguais.

17. Sistema de antena de acordo com a reivindicação 15 ou 16, que compreende uma unidade (200) de controlo e de processamento de sinais conectada às correspondentes unidades (112) de alimentação das referidas configurações radiantes lineares (114), estando esta unidade configurada para controlar as amplitudes e fases das correntes de radiofrequência injectadas nos elementos com fios que formam as referidas configurações radiantes (114).

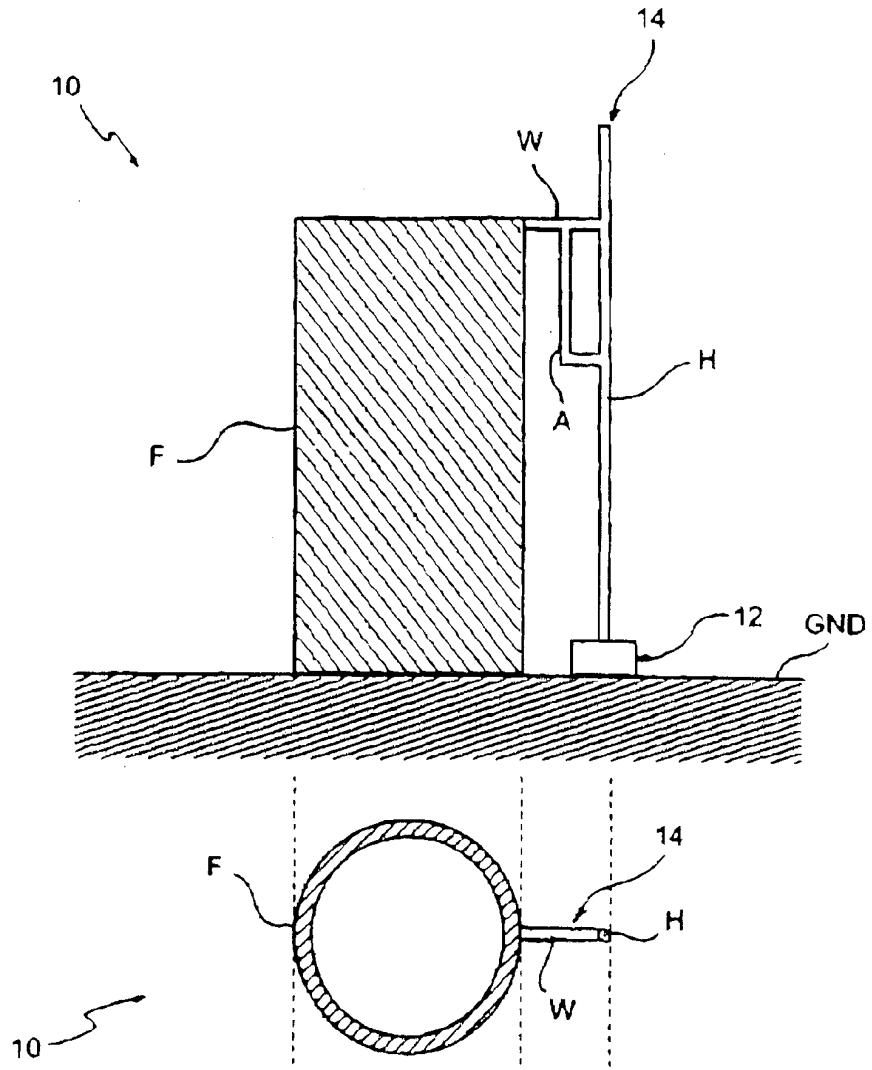


Fig.1

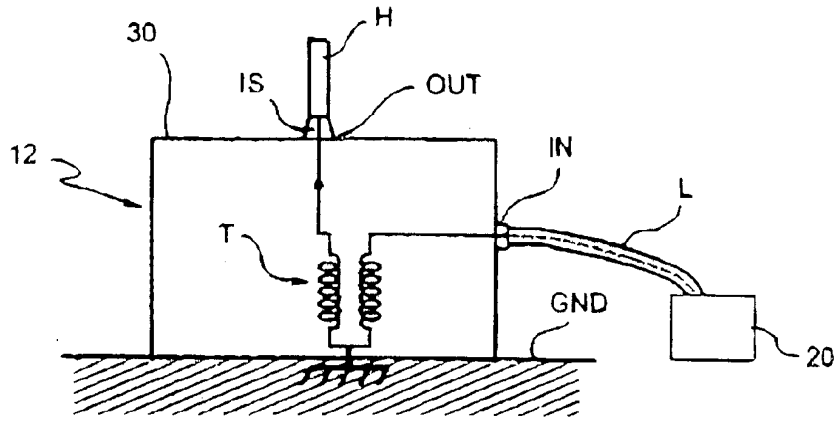


Fig.3

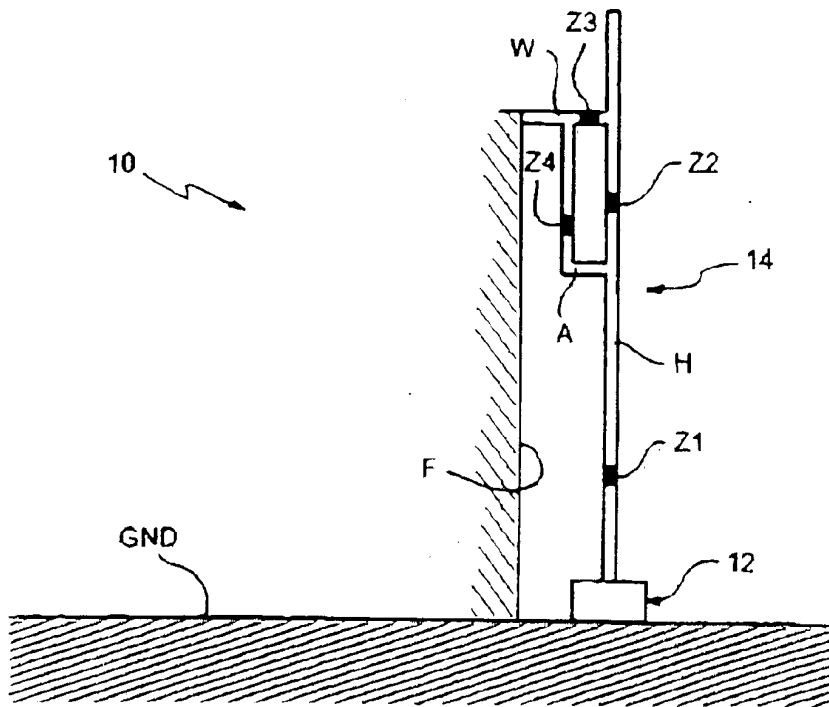


Fig.2

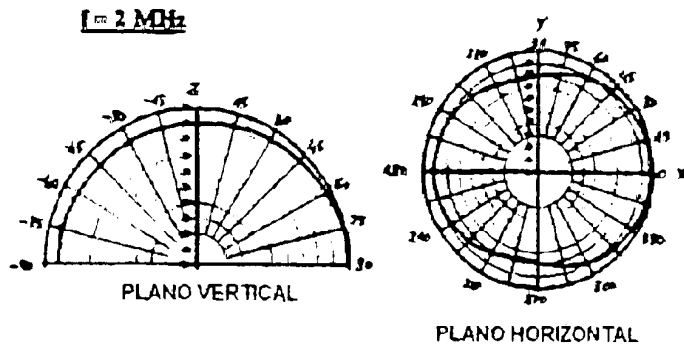


Fig.4a

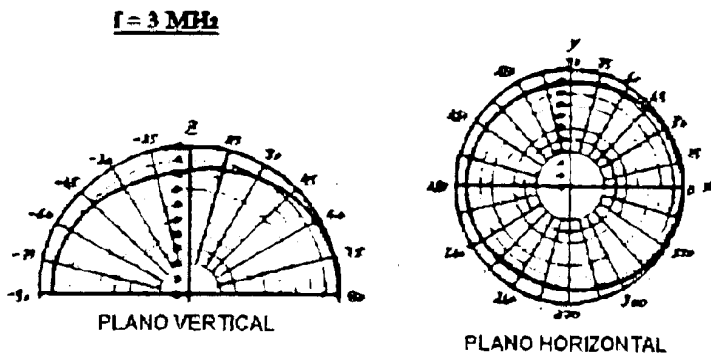


Fig.4b

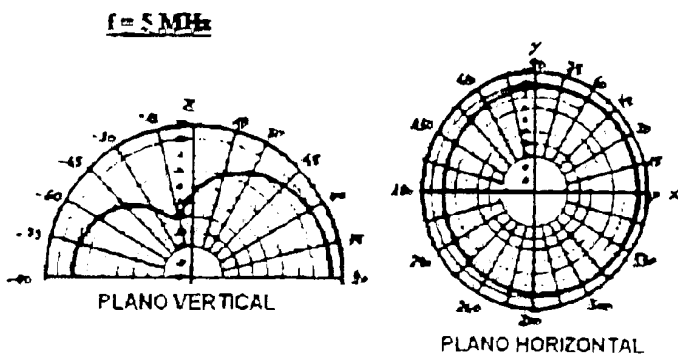


Fig.4c

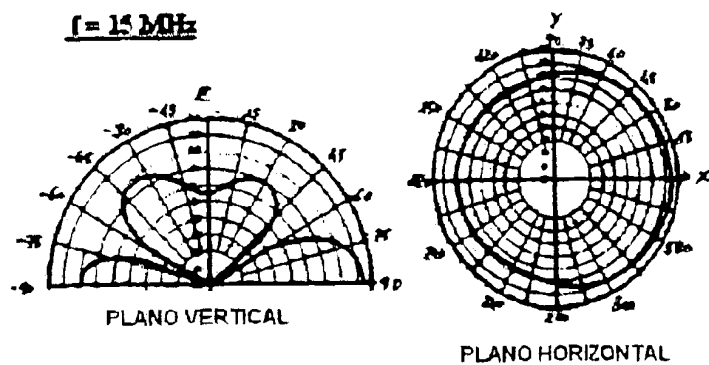


Fig.4d

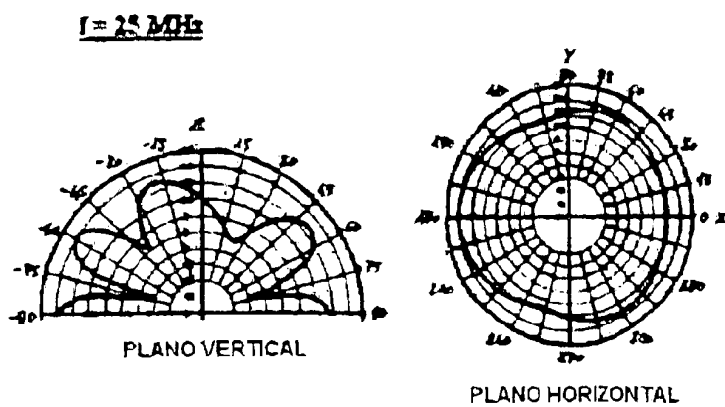


Fig.4e

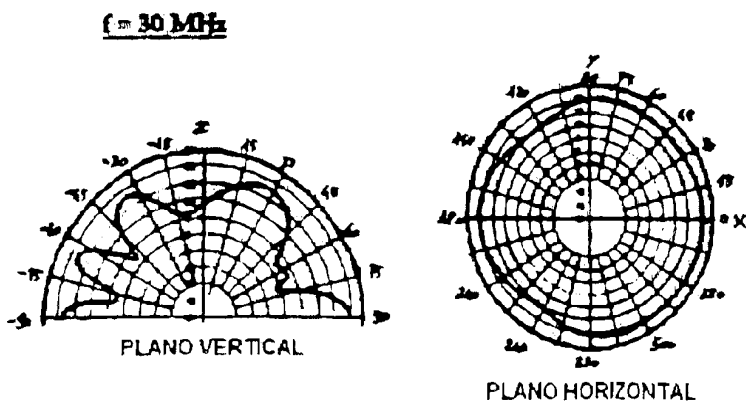


Fig.4f

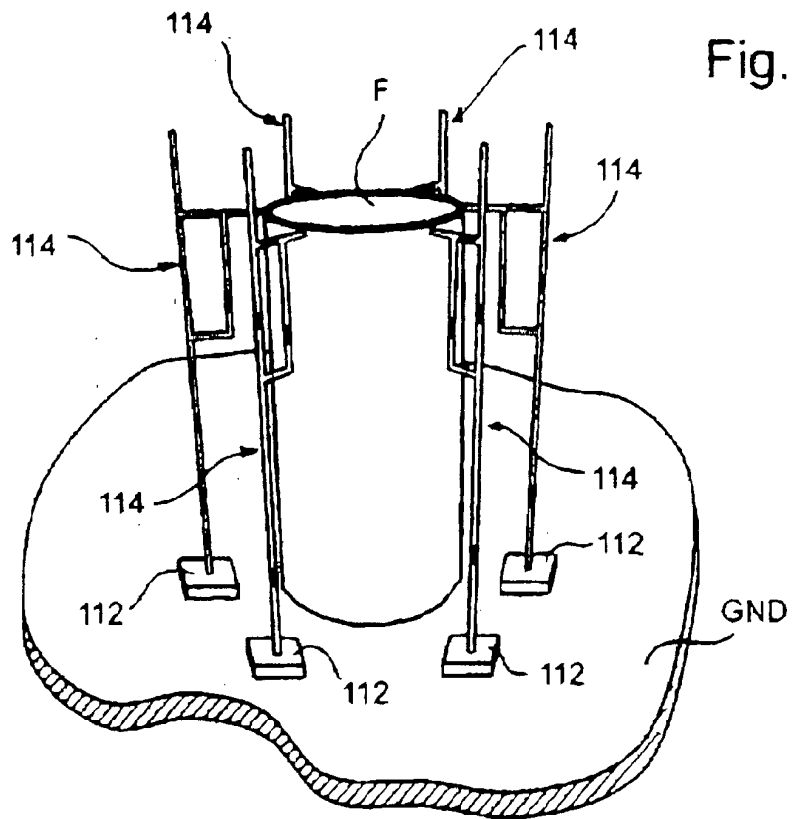


Fig. 5

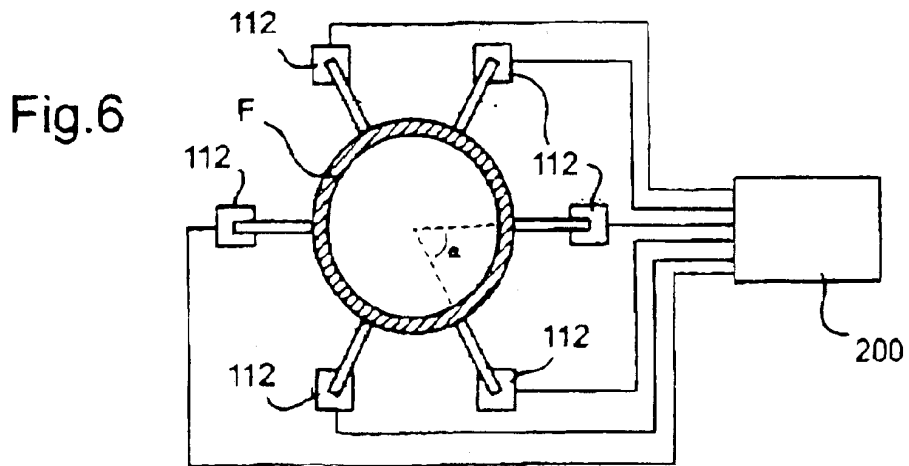


Fig. 6