



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

(11) PI 0721400-6 B1

(22) Data do Depósito: 28/02/2007

(45) Data de Concessão: 12/12/2017



(54) Título: ESTRUTURA PARA SUPORTE DE LINHAS DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA.

(51) Int.Cl.: E04H 12/08; E04H 12/20

(73) Titular(es): SECCIONAL BRASIL SA

(72) Inventor(es): PAULO EMMANUEL DE ABREU; PAULO EMMANUEL DE ABREU JR.

“ESTRUTURA PARA SUPORTE DE LINHAS DE TRANSMISSÃO DE ENERGIA ELÉTRICA”

[001] CAMPO TÉCNICO

[002] Esta invenção se refere a estruturas verticais, tais como torres, mastros, postes ou similares, particularmente para utilização em suporte de linhas de transmissão de um sistema de transmissão de energia elétrica.

[003] ESTADO DA TÉCNICA

[004] Torres, mastros, postes ou similares (doravante denominados de “estruturas verticais”) são bem conhecidos no estado da técnica. Cada estrutura individual, devido à complexidade das cargas aplicadas e devido a outros fatores, é geralmente projetada sob medida para as necessidades específicas do cliente (e.g. o proprietário da estrutura, tal como uma companhia de distribuição de energia elétrica). No caso de estruturas para suporte de linhas de transmissão de um sistema de transmissão de energia elétrica, além da própria estrutura vertical, elas também compreendem suportes, braços ou membros similares aos quais os condutores suspensos são conectados bem como outros acessórios e componentes adequados para que sejam obtidos os efeitos desejados. Uma visão geral da técnica relacionada pode ser encontrada, por exemplo, no livro escrito por COOMBS, R.D., *“Pole and tower lines for electric power transmission”*, Merchant Books, 2006 (1st ed. 1916). Diretrizes gerais sobre o assunto podem ser encontradas, por exemplo, em MAGEE, William L., *“Design of steel transmission pole structures”*, ASCE/SEI 48-05, ASCE, 2006 e em *“American Society of Civil Engineers”*, *“Subcommittee on Guyed Transmission Structures”*, *“Design of guyed electrical transmission structures”*, ASCE, 1997, bem como em outras normas internacionais. GUNGER, Y. R. et al publicou o artigo *“Novel Design of transmission towers from bent metallic sections of non-traditional shapes”*, *Power Technology and Engineering*, March, 2003, vol.37, no.2, p.120-122 e os artigos disponíveis no site da internet www.elsi.ru da Associação de Produção de Pesquisa “ELSI”, chamado *“Use of new constructions of supports [...]”* (GUNGER, Y.R. et ZEVIN A.A.) e *“New constructions of supports from [...]”* 220 kV (GUNGER, Y.R.). Outros exemplos de modos de sustentação de linhas de transmissão e/ou outras cargas, que em alguns casos não são projetadas e capazes de sustentar determinadas linhas de transmissão, podem também ser encontrados em BR PI9606177; BR PI0501862;

CH478322; DE2838239A1; DE3640479A1; FR592085; FR622027; FR648313; FR927829; FR1116601; FR1224955; FR1525288; GB668408; JPI 0-046872 A2; JP 09-317242A2; JP2001-355352A2; JP2003-027768A2; JP2003-120072A2; JP2004-143920A2; JP2004-245042A2; JP2006-219898A2; NL1017638C; RU2083785C1; RU2136830C1; RU2204671C2; RU2204672C2(WO03004802AI); RU2197587CI(WO03010402AI); RU2197586CI(WO03010403AI); RU2248434CI; RU2256758C; US466012; US1179533; US1034760; US1200453; US1616931; US2064121; US2116368; US2401799; US2410246; US3196990; US3343315; US3504464; US3571991; US3865498; US3935689; US4314434; US531901; US5687537; US5880404; US6286281; US6343445; US6668498; US20040211149A1; US7059095; US7098552; WO97/21258A1; WO01/36766AI; WO01/83984AI; WO02/103139A1; WO2006/116863A1.

[005] É comum que o cliente forneça uma “árvore de carregamento” informando a variação de cargas para cada estrutura vertical ou, mais comumente, para variações de carga de um conjunto de estruturas verticais. Não obstante, existem diferentes tipos ou configurações de estruturas que podem ser agrupadas em famílias devido à sua forma geral semelhante, por exemplo, monomastros, torres de treliça, torres delta, etc. As expressões “monoposte(s)”, “poste(s)”, “mastro(s)” ou “torre(s) de coluna única” podem ser utilizadas como sinônimos. Muitos fatores são analisados para determinar as vantagens e desvantagens de cada tipo de família de estruturas verticais, tais como: custos de produção; cargas; manutenção; facilidade e infraestrutura necessária para construção; vãos permitidos e número de estruturas em uma dada extensão; área sob os condutores; área útil sob a estrutura e necessidade de fundações; impacto na área de tráfego, na vegetação e no meio ambiente; radiointerferência, ruído audível, e campo eletromagnético; etc.

[006] As árvores de carregamento utilizam convencionalmente um sistema de coordenadas ortogonais para a especificação das cargas, que são classificadas como: cargas transversais, longitudinais, ou verticais. Por exemplo, no caso de uma estrutura para uma linha de transmissão de energia elétrica, as cargas envolvidas são: (i) cargas verticais, tais como peso dos condutores, esforços causados por diferença de nível das estruturas e cargas de gelo; (ii) cargas transversais, tais como aquelas causadas pelo vento e tração lateral devido a desvios de ângulos na linha; (iii) cargas

longitudinais, tais como aquelas causadas pela protensão do condutor em somente um lado e por uma carga anormal no caso, por exemplo, de um cabo rompido. Outras cargas e efeitos também são considerados quando se projeta a estrutura, tais como torção de cisalhamento, cargas relacionadas ao peso da estrutura vertical, vibração eólica, tensões, etc.

[007] No caso de baixas tensões, geralmente até aproximadamente 64kV, é muito comum utilizar monopostos de concreto, madeira ou aço. Para altas tensões, entre os anos de 1950 e 1970, torres treliçadas de aço autoportantes, geralmente com forma tronco piramidal, postes em formato H, torres em delta e similares, eram as estruturas verticais mais comumente construídas na maioria dos países para linhas de transmissão de energia elétrica, pois, naquela época, elas eram consideradas relativamente resistentes, leves e podiam ser erguidas sem a necessidade de equipamentos pesados e de vias de acesso principais. Entretanto, esse tipo de estrutura exige muito tempo de projeto e construção, bem como sua fundação exige uma área útil extensa. Nos dias de hoje, monopostos de aço têm sido largamente adotados. Tais monopostos são normalmente tubos ocos de multifaces conectadas entre si, possuindo genericamente uma forma cônica da base para o topo. O aumento de sua utilização se deve à maior aceitabilidade de sua estética, menor área útil requerida, conseqüentemente tendo menor impacto na área de tráfego, e devido a seu fácil transporte e montagem em campo.

[008] Novos projetos para estruturas têm sido propostos recentemente. Na fig.1 do artigo anteriormente mencionado "*New constructions of supports from [...] 220 kV*", de GUNGER, são mostradas três tipos de estruturas que estão em uso: duas torres treliçadas autoportantes que também necessitam de bases grandes e uma torre estada com uma base menor, na qual os estais estão afixados aos braços e aparentemente à torre, abaixo do diâmetro maior da torre, que está próximo do topo da torre. Diferentes formas com bases menores são propostas por GUNGER como alternativas a essas três estruturas.

[009] DIVULGAÇÃO DA INVENÇÃO

[010] PROBLEMA TÉCNICO

[011] Apesar de monopostos metálicos possuírem algumas vantagens, existem ainda limitações consideráveis para uma maior utilização desse tipo de estrutura. Para

suportar as cargas verticais devido ao peso da estrutura e os momentos fletores, os quais se supõe serem maiores nas seções inferiores do que nas superiores, monopostos geralmente requerem seções maiores e/ou mais resistentes na região da base e, conseqüentemente, fundações profundas pesadas.

[012] As estruturas alternativas propostas por GUNGER nos artigos anteriormente mencionados, como não utilizam tubos, geralmente possuem a desvantagem de ter baixa resistência à torção. Além disso, a estrutura do estado da técnica mencionada por GUNGER no artigo *"New constructions of supports from [...] 220 kV"*, na Fig. I, a qual mostra estais anexados abaixo do diâmetro maior da estrutura vertical, possui também algumas desvantagens, tais como: aumento do momento fletor e de torção em condições operacionais devido aos braços longos aos quais os estais são afixados; e o problema de um cabo de transmissão rompido criar um sério risco de colapso da estrutura devido ao aumento de momentos fletores e de torção.

[013] De modo diverso, o arranjo construtivo proposto por FREYSSINET, na Fig. 31 da Patente FR927829, afixa os estais à região de maior diâmetro da estrutura vertical; no entanto, a estrutura vertical é feita de concreto protendido reforçado, que apresenta diferentes comportamentos de tensão e deformação comparados às estruturas metálicas. Adicionalmente, o uso de concreto possui uma série de desvantagens.

[014] A estrutura de suporte para turbinas eólicas proposta por SAMYN, no pedido internacional publicado sob o nº WO01/83984A1, também propõe a afixação de estais na região de maior diâmetro da estrutura vertical. No entanto, a configuração de estruturas verticais para turbinas eólicas está sujeita a um conjunto diferente de cargas governantes, que incluem, por exemplo, a rigidez da torre e a primeira frequência natural. Como explanado por BURTON *et al.*, *"Wind energy handbook"*, p.374, uma consideração chave em projetos de turbinas eólicas é a de evitar oscilações ressonantes na torre induzidas por flutuações de impulsos rotacionais do rotor ou da frequência da pá. As considerações dinâmicas estruturais podem impactar significativamente no projeto da estrutura. Como explicado no website da Danish Wind Industry Association (Associação da Indústria Eólica Dinamarquesa) www.windpower.org, as pás de rotor de turbinas de torres relativamente baixas estão sujeitas a velocidades de ventos diferentes, e conseqüentemente diferentes flexões

quando uma pá está na sua posição de topo ou na sua posição inferior, o que irá acentuar as cargas de fadiga. Em um exemplo mencionado pela Associação Dinamarquesa, uma torre de turbina eólica de 50 metros de altura tenderá a oscilar de um lado para outro, aproximadamente a cada três segundos. A frequência com a qual a torre oscila de um lado para outro é conhecida por autofrequência da torre. A autofrequência depende da altura da torre, espessura das paredes, tipo de aço, e peso da nacela e do rotor. Cada vez que uma pá do rotor passar pela área de quebra de vento da torre, o rotor irá atuar sobre a torre com intensidade levemente menor. Se o rotor girar com uma velocidade de rotação tal que a pá passe pela torre cada vez que a torre estiver em uma das suas posições extremas, então a pá do rotor pode atenuar ou amplificar (reforçar) as oscilações da torre. Portanto, o critério de projeto governante de uma estrutura de suporte de turbina eólica é bastante diferente do que o caso de estruturas verticais para linhas de transmissão.

[015] Como mencionado por COOMBS, "*Pole and tower lines [...]*", p. 1, a decisão das características exatas dos suportes que irão resultar na solução mais econômica, bem como na excelência de serviço, é quase impossível. No entanto, é ainda muito desejável se obter uma estrutura vertical que supere as dificuldades técnicas acima mencionadas, resultando em uma estrutura vertical com características ideais com relação ao peso, resistência, custo, facilidade de produção, transporte e instalação, e boa aparência estética.

[016] SOLUÇÃO TÉCNICA

[017] Para solucionar os problemas técnicos relacionados e outras desvantagens não mencionadas aqui, alguns modos de execução da presente invenção são direcionados a uma estrutura para suporte de linhas de transmissão de energia elétrica caracterizadas por compreender (a) uma estrutura metálica vertical possuindo: (i) um formato frusto-tubular inferior com uma extremidade menor e uma extremidade maior, em que a extremidade menor está na base e a extremidade maior está no topo; (ii) um um formato frusto-tubular superior com uma extremidade menor e uma extremidade maior, em que a extremidade menor está no topo e a extremidade maior está na base; e (iii) em que a extremidade maior do segmento frusto-tubular inferior está unida à extremidade maior do segmento frusto superior; (b) pelo menos um membro de suporte de linha; (c) pelo menos um elemento de suporte lateral, (i) em

que o elemento de suporte lateral está afixado à região de união dos segmentos frusto inferior e frusto superior, e (ii) o dito elemento de suporte lateral se estende do local de fixação até uma base de ancoragem; e (d) em que a região de união está abaixo do membro ou membros de suporte de linha.

[018] Em um modo exemplificativo de execução da presente invenção, a região de união é a região onde o momento fletor da estrutura é maior.

[019] Ainda em outro modo de execução da presente invenção, o elemento de suporte secundário é um estai, um tirante, um cabo, uma escora, um braço de suporte ou uma combinação desses elementos.

[020] Em outro modo exemplificativo de execução, o formato frusto inferior compreende pelo menos uma seção frusto-tubular; e o formato frusto superior compreende pelo menos uma seção frusto-tubular.

[021] Em outro modo exemplificativo de execução, a conexão entre as seções é efetuada por flanges aparafusados, junta por atrito, junta por atrito aparafusada, soldagem ou combinação desses elementos.

[022] Em ainda outro modo de execução, as seções tubulares possuem uma seção transversal essencialmente circular.

[023] Em outra versão, as seções tubulares possuem seção transversal essencialmente elíptica ou oblonga, em que preferencialmente o semi-eixo maior da seção transversal elíptica ou oblonga é substancialmente perpendicular à orientação da linha de transmissão. Alternativamente, neste modo de execução a estrutura metálica vertical está inclinada em direção a uma estrutura metálica vertical secundária, dita combinação de estruturas verticais resultando em uma configuração estrutural em forma de delta.

[024] EFEITOS VANTAJOSOS

[025] A presente invenção possui uma série de vantagens sobre o estado da técnica. A utilização de uma estrutura vertical metálica, com formas genericamente de segmentos frusto opostos com elementos de suporte lateral abaixo dos membros de suporte das linhas, permite obter um melhor comportamento de tensão e deformação. Esse comportamento melhor é obtido devido ao aumento de resistência mecânica em vista da conexão entre as extremidades maiores dos segmentos frusto-tubulares opostos operando em conjunto com os elementos de suporte laterais, com o intuito de

resistir contra flambagem devido a cargas transversais nas linhas de transmissão. Consequentemente, é possível obter estruturas mais leves, com menores custos, e que são mais fáceis de instalar e transportar.

[026] Adicionalmente, o uso de cascas metálicas de acordo com a presente invenção permite que a tensão máxima de flexão seja tomada como aproximadamente 1,4 vezes os valores da tensão de escoamento, como descrito por DONNEL, L.H, “*A new theory for the buckling of thin cylinders under axial compression and bending*”, Trans. Amer. Soc. Mech. Engr. 56, p.795-806, 1934.

[027] DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[028] A Fig. 1 é uma vista frontal de um dos modos de execução da presente invenção.

[029] A Fig. 2 é uma vista frontal de outro modo de execução da presente invenção.

[030] MODO DE EXECUÇÃO DA INVENÇÃO

[031] Esta invenção não está limitada em sua aplicação aos detalhes de construção e ao arranjo de componentes demonstrados na seguinte descrição ou ilustrados nas figuras. A invenção é capaz de outros modos de execução e de ser praticada ou realizada de diversas formas. Adicionalmente, a fraseologia e terminologia aqui utilizadas têm o propósito descritivo e não devem ser consideradas como restritivas. A utilização de “incluindo”, “compreendendo”, ou “possuindo”, “contendo”, “envolvendo”, e suas variações, destina-se a abranger os itens listados posteriormente e suas equivalências, bem como itens adicionais.

[032] A Fig. 1 ilustra um modo de execução exemplificativo da presente invenção, mais particularmente a estrutura (101) para suporte de linhas de transmissão de energia elétrica caracterizada por compreender uma estrutura metálica vertical (102) possuindo: um formato frusto-tubular inferior (103) com uma extremidade menor (104) e uma extremidade maior (105), em que a extremidade menor (104) está em sua base inferior e a extremidade maior (105) está no topo; um segmento frusto-tubular superior (106), com uma extremidade menor (107) e uma extremidade maior (108), em que a extremidade menor (107) está no topo e a extremidade maior (108) está em sua base inferior; e em que a extremidade maior (105) do segmento frusto-tubular inferior (103) está unida à extremidade maior (108) do segmento frusto-tubular superior (106); um membro de suporte de linha (109); um elemento de suporte lateral

(110), em que o elemento de suporte lateral (110) está afixado à região de união (111) dos segmentos frusto inferior (103) e superior (106), estendendo entre a região de fixação (112) e uma base de ancoragem (113); e em que a região de união (111) está abaixo do membro de suporte de linha (109).

[033] A estrutura vertical metálica (102) pode ser feita de qualquer material metálico sólido apropriado, tal como aço, alumínio, ou similares, dependendo da “árvore de carregamento” específica e da capacidade de suporte de cargas desejada. Conforme será explicado mais detalhadamente nesta especificação, os melhores resultados para uma carga convencional e respectiva configuração aqui descritos foram obtidos utilizando um aço estrutural de baixa liga e alta resistência.

[034] A forma geral da estrutura vertical metálica (102) é essencialmente composta de dois segmentos frusto-tubulares verticais opostos, um inferior (103) e um superior (106). A expressão “segmento frusto-tubular” genericamente significa um objeto oco, com uma espessura constante ou variável, resultante de uma pirâmide ou cone truncado no qual o plano de corte do vértice é paralelo à base. Não obstante a definição convencional de segmento frusto e embora por razões de fabricação geralmente seja mais fácil produzir tubos tubulares com extremidades paralelas, para os fins desta invenção, as extremidades dos segmentos frusto, isto é, a base e o plano de intersecção, podem não ser substancialmente paralelos. Os tubos podem ser obtidos a partir de folhas metálicas dobradas ou enroladas, resultando em seções transversais redondas ou de múltiplos lados. Seções transversais de polígonos regulares são geralmente mais fáceis de serem fabricadas. O segmento frusto-tubular inferior (103) geralmente afunila a partir de sua extremidade maior (105), no topo, em direção ao solo, descendo até a extremidade menor (104) no solo ou próximo ao solo. A extremidade maior (105) é a base de um segmento frusto convencional, isto é, o plano com o diâmetro maior, que no segmento frusto inferior (103) está no topo. A conexão entre a extremidade menor (104) do segmento frusto inferior (103) e o solo ou fundação pode ser feita por qualquer meio conveniente, tal como encaixe direto, parafuso ancorado, armação de encaixe, conexão em pivô ou similares. É importante mencionar que em alguns casos pode ser desejável providenciar meios de reforço para a estrutura vertical próximos ao solo ou fundação, por exemplo, utilizando um flange, um anel, um caisson de aço, ou membros similares, que resultem em uma

forma não necessariamente de segmento frusto, próximo ao solo. Tais variações mínimas devem ser consideradas como incluídas nos modos de execução da invenção. O segmento frusto-tubular superior (106) geralmente afunila em direção ascendente a partir de sua extremidade maior (108) na sua base inferior em direção ao topo, até a extremidade menor (107). A extremidade maior (108) do segmento frusto-tubular superior (106) está unida à extremidade maior (105) do segmento frusto-tubular inferior (103). Conforme utilizado nesta especificação, a palavra “unida” significa estar conjugada, conectada, afixada, consolidada, incorporada, ligada, encadeada, soldada, moldada, dobrada, ou afins. Dessa maneira, as formas inferior (103) e superior (106) podem ser obtidas por uma seção que é dobrada em um ponto em seu comprimento até suas extremidades; ou, alternativamente, por ao menos uma seção de segmento frusto-tubular no formato de segmento frusto inferior (103) e pelo menos uma seção frusto-tubular no formato de frusto superior (106). Na maioria dos casos, devido ao maquinário utilizado em tais aplicações, é mais fácil obter a forma de segmentos frusto opostos pela produção de pelo menos duas seções separadas que são conectadas entre si, diretamente ou por meio de uma conexão intermediária, tal como um flange, formando uma região de união (111).

[035] No modo de execução mostrado na Fig. 1, o segmento frusto superior (106) possui um membro de suporte de linha (109), mais especificamente, um braço. Tal membro de suporte de linha (109) pode ser de qualquer tipo e quantidade apropriada para a finalidade desejada, tal como um braço de grua, uma cruzeta, um suporte ou similares. O membro, ou membros, de suporte de linha (109) é projetado externamente ao segmento frusto superior (106), e os condutores (não ilustrados) são pendurados nas extremidades externas do membro ou membros de suporte de linha (109) por meio de isoladores (não ilustrados).

[036] Como a região de união (111) entre as extremidades maiores (105) (108) dos segmentos frusto inferior (103) e superior (106) possui maiores diâmetros, essa região possui uma resistência mecânica potencializada. Como o momento fletor de uma estrutura (101) para linhas de transmissão, na maioria dos casos, é maior abaixo do membro de suporte de linha (109), tal região de união (111) fica abaixo do membro de suporte de linha (109) e é suportada através de um elemento de suporte lateral (110), mais especificamente um estai como mostrado na Fig. 1, que é anexado à região de

união (111) e se estende entre a região de fixação (112) e uma base de ancoragem (113). O elemento de suporte lateral (110) pode alternativamente ser um tirante, um cabo, uma escora, um braço de suporte ou uma combinação dos mesmos. Apesar de apenas um elemento de suporte lateral (110) ser mostrado na Fig. 1, a quantidade, direção e níveis dos elementos de suporte lateral (110) podem variar de acordo com considerações específicas de carga. A conexão entre os elementos de suporte lateral (110) e a base de ancoragem (113) pode ser de qualquer tipo adequado. Âncoras de bloco, parafusos de ancoragem, âncoras *manta-ray* e âncoras cimentadas são tipos de âncoras de estai usualmente utilizadas nos dias de hoje. Também podem ser utilizados dispositivos de tensionamento e ajuste de estais. A seleção da configuração apropriada para cada caso está ao alcance de uma pessoa com conhecimentos técnicos no assunto.

[037] A posição específica da região de união (111) estará, na maioria dos casos, localizada logo abaixo do membro de suporte de linha (109). A melhor posição para a região de união (111) é a região onde o momento fletor da estrutura (101) é maior, no entanto, como não é prático calcular a posição exata para cada estrutura, a região de união (111) na maioria dos casos estará na região onde o momento fletor é substancialmente maior, isto é, abaixo do membro de suporte de linha (109), e geralmente acima do ponto médio do segmento frusto inferior (103).

[038] Como mencionado nesta descrição, o segmento frusto inferior (103) compreende pela menos uma seção frusto-tubular e o segmento frusto superior (106) compreende pelo menos uma seção frusto-tubular. A conexão entre as seções pode ser realizada por flanges aparafusados, junta por atrito, junta por atrito aparafusada, soldagem ou combinações desses elementos. As seções tubulares podem possuir uma seção transversal essencialmente circular, ou uma seção transversal essencialmente elíptica ou oblonga. No caso de seções transversais elípticas ou oblongas, os melhores resultados são obtidos quando o semi-eixo maior é substancialmente perpendicular à orientação da linha de transmissão. Em tal caso, a estrutura vertical metálica pode estar inclinada em direção a uma estrutura vertical metálica secundária, as ditas combinações de estruturas verticais resultando em uma configuração em forma de delta.

[039] A Fig. 2 mostra uma vista frontal de outro modo de execução exemplificativo

da presente invenção. Tal modo de execução, como exemplo, adota um caso ilustrativo de um sistema de recuperação de emergência com uma árvore de carregamento para cada um dos três braços (209) de acordo com a Tabela I.

Tabela I

	Carga Máxima Transversal (N)	Carga Máxima Vertical (N)	Carga Máxima Longitudinal (N)
Carga Transversal	17200	3600	3600
Carga Longitudinal	-	-	3950
Carga Vertical	12800	18600	12800

[040] As cargas projetadas foram dois cabos Grosbeak CAA 636, com 450m de vão de peso dos cabos de linha de transmissão com um coeficiente de 1,5; 450m de vão de vento que incide nos cabos de linhas de transmissão para um vão similar a largura de influência de cada torre, e uma velocidade máxima do vento de 31,94 m/s. Os braços possuem aproximadamente entre 29m e 35m e a altura total é de aproximadamente 37m. A estrutura vertical metálica (102) é feita de aço estrutural de baixa liga e alta resistência, com tensão de escoamento superior a 370 MPa, tal como COS-AR-COR 500 (Cosipa), equivalente ao aço ASTM-A588, e espessura de 0,00265m.

[041] No modo de execução exemplificativo da Fig. 2 o formato do segmento frusto inferior (203) compreende seis seções frusto-tubulares (231), (232), (233), (234), (235), (236) que são sequencialmente conectadas entre si por meio de juntas por atrito; e o formato do segmento frusto superior (206) compreende três seções frusto-tubulares (237), (238), (239) que são conectadas sequencialmente entre si por juntas por atrito. A conexão entre os formatos frusto-tubulares inferior (203) e superior (206) adjacentes é feita por um flange. As tabelas II e III mostram as dimensões projetadas exemplificativas que atendem a árvore de carregamento da tabela I.

Tabela II

Seção	Diâmetro no topo (m)	Diâmetro na base (m)	Comprimento da seção (m)	Peso da seção (kg)
231	0,350	0,445	6	164,12
232	0,430	0,525	6	197,37

233	0,508	0,603	6	229,79
234	0,584	0,680	6	261,59
235	0,659	0,707	3	141,39
236	0,686	0,747	3,828	189,30
237	0,627	0,746	2,579	122,18
238	0,536	0,674	3	125,18
239	0,300	0,576	6	180,95

Tabela III

Seção	Comprimento do encaixe junta por atrito (m)
231-232	0,579
232-233	0,682
233-234	0,784
234-235	0,883
235-236	0,919
236-237	Flange
237-238	0,876
239	0,749

[042] Como anteriormente explicado, a quantidade de elementos de suporte lateral pode variar de acordo com considerações específicas de cargas. No modo de execução ilustrado na Fig. 2, um nível secundário de estais (215) é afixado à estrutura vertical metálica (202) entre a região de união (211) e a extremidade menor (204) do segmento frusto inferior (203). Nesse modo de execução, cada nível de elementos de suporte lateral possui quatro estais.

REIVINDICAÇÕES

01. Uma estrutura para suporte de linhas de transmissão de energia elétrica caracterizada por compreender

(a) uma estrutura vertical metálica possuindo:

(i) um formato frusto-tubular inferior com uma extremidade menor e uma extremidade maior, em que a extremidade menor está na base e a extremidade maior está no topo;

(ii) um formato frusto-tubular superior com uma extremidade menor e uma extremidade maior, em que a extremidade menor está no topo e a extremidade maior está na base; e

(iii) em que a extremidade maior do segmento frusto-tubular inferior está unida à extremidade maior do segmento frusto superior;

(b) pelo menos um membro de suporte de linha;

(c) pelo menos um elemento de suporte lateral,

(i) em que o elemento de suporte lateral está afixado à região de união dos segmentos frusto inferior e superior; e

(ii) dito elemento de suporte lateral se estende entre a afiação mencionada e uma base de ancoragem; e

(d) em que a região de união está abaixo do membro ou membros de suporte de linha.

02. A estrutura para suporte de linhas de transmissão de energia elétrica de acordo com a reivindicação 01, caracterizada por a região de união ser a região onde o momento fletor da estrutura é maior.

03. A estrutura para suporte de linhas de transmissão de energia elétrica de acordo com a reivindicação 01, caracterizada por o elemento de suporte lateral ser um estai, um tirante, um cabo, uma escora, um braço de suporte ou uma combinação desses elementos.

04. A estrutura para suporte de linhas de transmissão de energia elétrica de acordo com a reivindicação 01, caracterizada por o formato frusto inferior compreender pelo menos uma seção de frusto tubular; e o formato frusto

superior compreender pelo menos uma seção frusto-tubular.

05. A estrutura para suporte de linhas de transmissão de energia elétrica de acordo com a reivindicação 04, caracterizada por a conexão entre as seções ser efetuada por flanges aparafusadas, junta por atrito, junta por atrito aparafusada, soldagem ou combinações desses elementos.

06. A estrutura para suporte de linhas de transmissão de energia elétrica de acordo com a reivindicação 05, caracterizada por as seções tubulares possuírem uma seção transversal essencialmente circular.

07. A estrutura para suporte de linhas de transmissão de energia elétrica de acordo com a reivindicação 05, caracterizada por as seções tubulares possuírem uma seção transversal essencialmente elíptica ou oblonga.

08. A estrutura para suporte de linhas de transmissão de energia elétrica de acordo com a reivindicação 07, caracterizada por o semi-eixo maior da seção transversal elíptica ou oblonga ser substancialmente perpendicular à orientação da linha de transmissão.

09. A estrutura para suporte de linhas de transmissão de energia elétrica de acordo com a reivindicação 08, caracterizada por a estrutura vertical metálica estar inclinada em direção a estrutura vertical metálica secundária, ditas combinações de estruturas verticais resultando em uma configuração em delta.

1/2

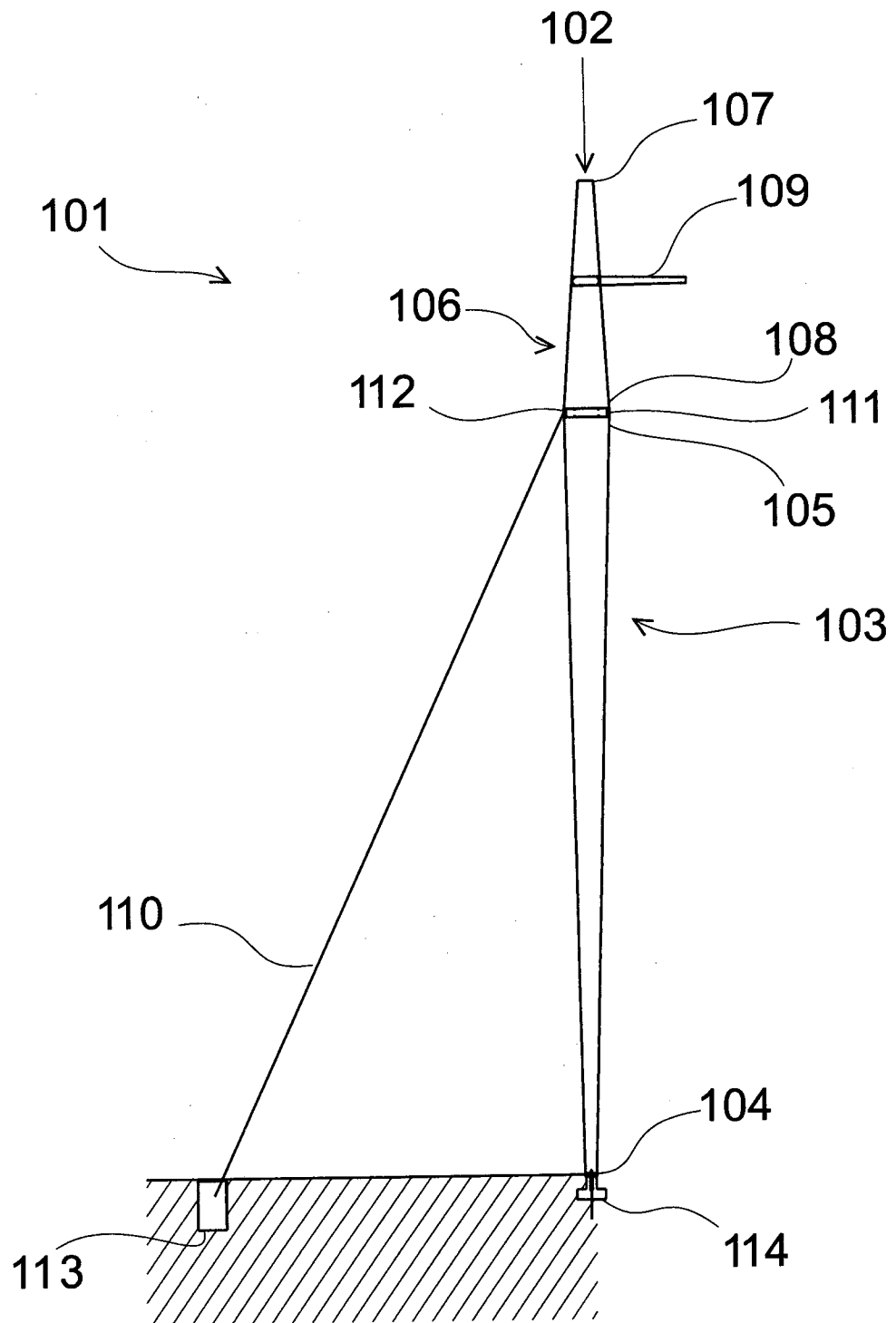


Fig. 1

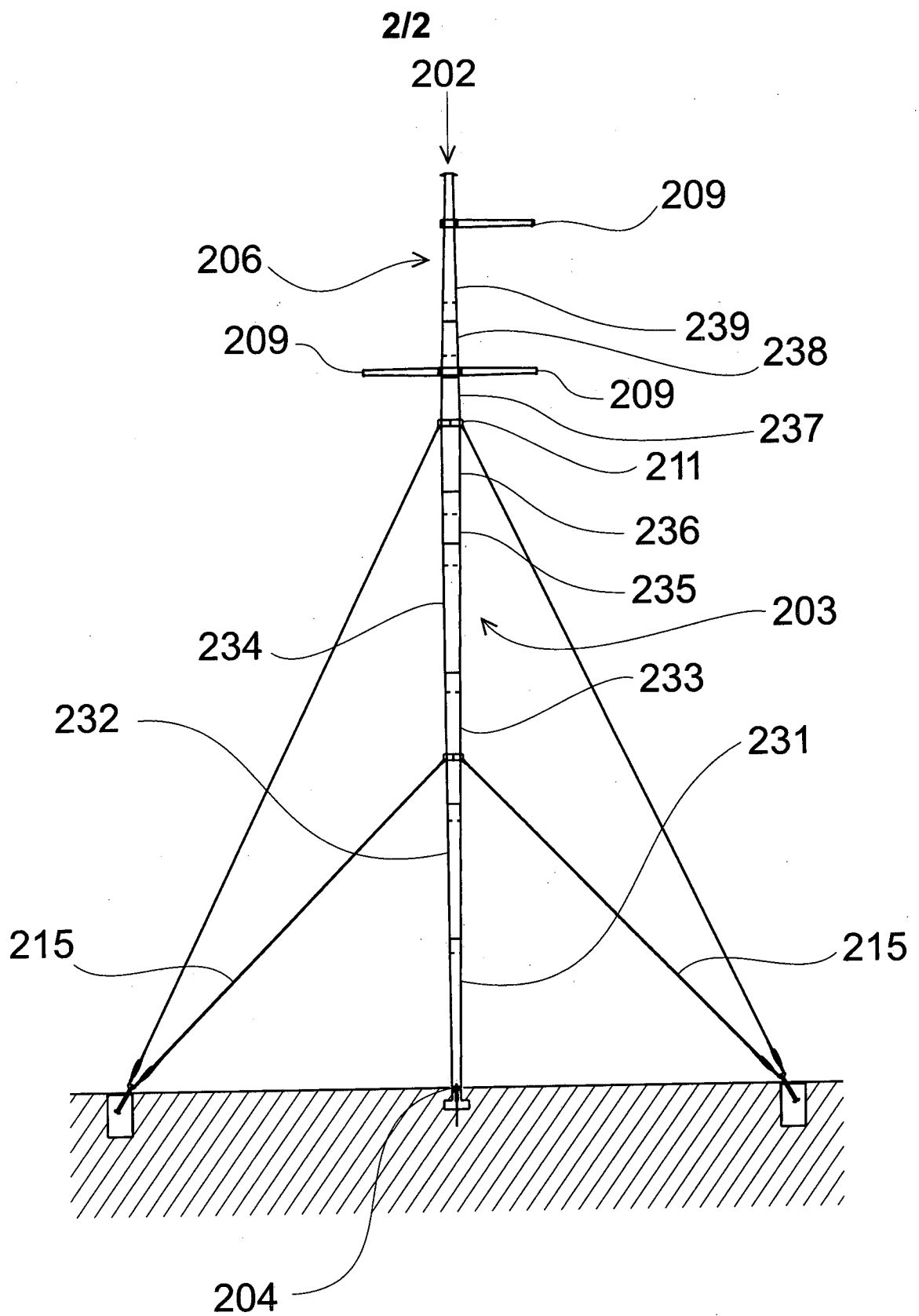


Fig. 2