

(11) Número de Publicação: **PT 2284111 E**

(51) Classificação Internacional:

**B66B 7/06** (2013.01) **D07B 1/06** (2013.01)  
**B66B 15/04** (2013.01)

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

(22) Data de pedido: **1999.08.23**

(30) Prioridade(s): **1998.12.22 US 218990**  
**1999.03.26 US 277496**

(43) Data de publicação do pedido: **2011.02.16**

(45) Data e BPI da concessão: **2013.04.17**  
**136/2013**

(73) Titular(es):

**OTIS ELEVATOR COMPANY**  
**FOUR FARM SPRINGS FARMINGTON**  
**CONNECTICUT 06032** US

(72) Inventor(es):

**HUGH J. O'DONNELL** US  
**PEDRO S. BARANDA** ES  
**ARY O. MELLO** US

(74) Mandatário:

**ANTÓNIO INFANTE DA CÂMARA TRIGUEIROS DE ARAGÃO**  
**RUA DO PATROCÍNIO, Nº 94 1399-019 LISBOA** PT

(54) Epígrafe: **ELEMENTO DE TENSÃO PARA UM ELEVADOR**

(57) Resumo:

SISTEMA DE ELEVADOR COMPREENDENDO (A) UM ELEMENTO DE TENSÃO PARA PROPORCIONAR FORÇA ELEVATÓRIA A UMA CABINE, ESTANDO O ELEMENTO DE TENSÃO ENGATADO NUMA ROLDANA ROTATIVA DE TRACÇÃO; (B) EM QUE O ELEMENTO DE TENSÃO INCLUI UMA PLURALIDADE DE CABOS DE CARGA METÁLICOS ESPAÇADOS NO INTERIOR DE UMA CAMADA DE REVESTIMENTO FORMADA A PARTIR DE UM MATERIAL NÃO-METÁLICO; (C) EM QUE O ELEMENTO DE TENSÃO POSSUI UMA RAZÃO DE LARGURA W RELATIVA À ESPESSURA T MAIOR QUE 1; E (D) EM QUE OS CABOS SÃO FORMADOS, CADA UM, POR FEIXES METÁLICOS DE TAL MODO QUE A CAMADA DE REVESTIMENTO PREENCHA ESPAÇOS ENTRE FEIXES ADJACENTES.

## **RESUMO**

### **"ELEMENTO DE TENSÃO PARA UM ELEVADOR"**

Sistema de elevador compreendendo

- (a) um elemento de tensão para proporcionar força elevatória a uma cabine, estando o elemento de tensão engatado numa roldana rotativa de tracção;
- (b) em que o elemento de tensão inclui uma pluralidade de cabos de carga metálicos espaçados no interior de uma camada de revestimento formada a partir de um material não-metálico;
- (c) em que o elemento de tensão possui uma razão de largura  $w$  relativa à espessura  $t$  maior que 1; e
- (d) em que os cabos são formados, cada um, por feixes metálicos de tal modo que a camada de revestimento preencha espaços entre feixes adjacentes.

## **DESCRÍÇÃO**

### **"ELEMENTO DE TENSÃO PARA UM ELEVADOR"**

A presente invenção refere-se a sistemas de elevador e, de um modo mais particular, a elementos de tensão para tais sistemas de elevador.

O objecto da invenção é um elemento de tensão, que está engatado numa roldana rotativa de tracção de sistema de elevador, o elemento de tensão para proporcionar força elevatória a uma cabine do sistema de elevador; em que o elemento de tensão inclui uma pluralidade de cabos de carga espaçados no interior de uma camada de revestimento formada a partir de um material não-metálico; e em que o elemento de tensão possui uma razão de largura  $w$  em relação à espessura  $t$  maior que 1; caracterizado por os cabos serem metálicos e, cada um, formado por feixes metálicos de tal modo que a camada de revestimento preencha espaços entre feixes adjacentes.

Um elemento de tensão, que está engatado numa roldana rotativa, em que o elemento de tensão comprehende as características indicadas no parágrafo anterior antes das palavras "caracterizado por" (preâmbulo da reivindicação 1), é conhecido do documento GB 2162283 A. O elemento de tensão é um "cabo plano" que inclui uma pluralidade de "cabos" de carga individuais espaçados numa camada de revestimento formada a partir de um material elastomérico. O material e a configuração interna dos cabos individuais não são divulgados. O elemento de tensão está engatado num "corpo de rotor" ou "tambor" e esses

elementos são descritos no documento GB 2162283 A para um guincho em minas de carvão ou minas de ouro (os diâmetros individuais mais pequenos de cabo e tambor descritos são de cerca de 11,1 cm e 91 cm, respectivamente).

No documento US 1475250 A é divulgado um sistema de elevador, o qual compreende um elemento de tensão com uma configuração de cinta com uma pluralidade de cabos de fios de aço no interior de um revestimento, estando o elemento de tensão engatado num anel numa roldana rotativa e proporcionando força elevatória a uma cabine de elevador. Estão entrelaçados cabos de fios que se estendem longitudinalmente e cabos de fios que se estendem obliquamente, de modo a que os espaços entre os cabos de fios que se estendem longitudinalmente não sejam completamente preenchidos por material de revestimento.

O documento JP 9021084 A divulga uma cinta plana que compreende uma pluralidade de elementos de transmissão de força no interior de uma camada de revestimento. Os elementos de transmissão de força apoiam-se uns nos outros e são formados por fios torcidos. A cinta plana não é divulgada para utilização num sistema de elevador de tracção engatado numa roldana rotativa de accionamento por tracção.

Um sistema convencional de elevador de tracção inclui uma cabine, um contrapeso, dois ou mais cabos que interligam a cabine e contrapeso, uma roldana de tracção para deslocar os cabos e uma máquina para rodar a roldana de tracção. Os cabos são formados a partir de fio de aço entrelaçado ou torcido e a roldana é formada a partir de ferro fundido. A máquina pode ser uma máquina com engrenagem ou sem engrenagem. Uma máquina com engrenagens permite a utilização de um motor de maior velocidade

que é mais compacto e menos dispendioso, mas requer espaço e manutenção adicionais.

Embora os cabos de aço convencionais de secção circular e as roldanas de ferro fundido tenham provado ser muito fiáveis e economicamente eficientes, existem limitações na sua utilização. Uma dessas limitações é as forças de tracção entre os cabos e a roldana. Estas forças de tracção podem ser intensificadas aumentando o ângulo de tracção dos cabos ou rebaixando as ranhuras na roldana. No entanto, ambas as técnicas reduzem a durabilidade dos cabos como resultado do aumento de desgaste (ângulo de tracção) ou do aumento de pressão do cabo (rebaixamento). Outro método para aumentar as forças de tracção é utilizar forros formados a partir de um material sintético nas ranhuras da roldana. Os forros aumentam o coeficiente do atrito entre os cabos e a roldana enquanto minimizam, simultaneamente, o desgaste dos cabos e da roldana.

Outra limitação na utilização de cabos de aço de secção circular são as características de flexibilidade e de fadiga de cabos de fio de aço de secção circular. As actuais normas de segurança de elevadores exigem que cada cabo de aço tenha um diâmetro mínimo de  $d$  ( $d_{min}=8$  mm para CEN;  $d_{min}=9,5$  mm (3/8") para ANSI) e que a razão  $D/d$  para elevadores de tracção seja maior ou igual a quarenta ( $D/d \geq 40$ ), em que  $D$  é o diâmetro da roldana. Isto resulta no diâmetro  $D$  para a roldana ser, pelo menos, 320 mm (380 mm para ANSI). Quanto maior for o diâmetro  $D$  da roldana, maior é o binário necessário a partir da máquina para accionar o sistema de elevador.

Com o desenvolvimento de elevada resistência à tracção, fibras sintéticas ultraleves tornaram-se também a sugestão para

substituir cabos de fio de aço em sistemas de elevador por cabos tendo feixes de carga formados a partir de fibras sintéticas, tal como fibras de aramida. As publicações recentes que fazem esta sugestão incluem: Patente U.S. Nº 4022010 concedida a Gladdenbeck *et al.*; Patente U.S. Nº 4624097 concedida a Wilcox; Patente U.S. Nº 4887422 concedida a Klees *et al.*; e Patente U.S. Nº 5566786 concedida a De Angelis *et al.*. Os benefícios citados na substituição de fibras de aço por fibras de aramida são a resistência à tracção melhorada em relação à razão de peso e flexibilidade melhorada dos materiais de aramida, conjuntamente com a possibilidade de tracção melhorada entre o material sintético do cabo e a roldana.

Outra desvantagem dos cabos convencionais de secção circular é que quanto maior for a pressão do cabo, menor é a vida útil do cabo. A pressão do cabo ( $P_{cabo}$ ) é gerada à medida que o cabo se move sobre a roldana e é directamente proporcional à tensão ( $F$ ) no cabo e inversamente proporcional ao diâmetro  $D$  da roldana e ao diâmetro  $d$  do cabo ( $P_{cabo} \approx F/(Dd)$ ). Além disso, a configuração das ranhuras de roldana, incluindo tais técnicas de aumento de tracção como rebaixamento das ranhuras de roldana, aumenta ainda a pressão de cabo máxima à qual o cabo é submetido.

Ainda que a característica de flexibilidade de tais cabos de fibra sintética possa ser utilizada para reduzir a razão  $D/d$  necessária e, desse modo, o diâmetro  $D$  da roldana, os cabos estarão ainda expostos a pressão de cabo significativa. A relação inversa entre o diâmetro  $D$  da roldana e a pressão de cabo limita a redução no diâmetro  $D$  da roldana que pode ser obtida com cabos convencionais formados a partir de fibras de aramida. Além disso, as fibras de aramida, embora tenham uma

elevada resistência à tracção, são mais susceptíveis a falhar quando submetidas a cargas transversais. Mesmo com reduções no requisito D/d, a pressão de cabo resultante pode provocar danos desnecessários às fibras de aramida e reduzir a durabilidade dos cabos.

Apesar da técnica anterior, cientistas e engenheiros estão a trabalhar sob a direcção da Requerente para desenvolver métodos e aparelhos mais eficientes e duráveis para accionar sistemas de elevador.

De acordo com a presente invenção, um elemento de tensão para um elevador tem uma razão de aspecto superior a um, em que a razão de aspecto é definida como a razão do elemento de tensão de largura w para uma espessura t (Razão de Aspecto = w/t).

A forma plana do elemento de tensão é uma característica principal da presente invenção. O aumento em razão de aspecto resulta num elemento de tensão que tem uma superfície de engate, definida pela dimensão da largura, que é optimizada para distribuir a pressão de cabo. Portanto, a pressão máxima é minimizada dentro do elemento de tensão. Além disso, aumentando a razão de aspecto relativamente a um cabo de secção circular, que tem uma razão de aspecto igual a um, a espessura do elemento de tensão pode ser reduzida enquanto mantém uma área de secção transversal constante do elemento de tensão.

De acordo ainda com a presente invenção, o elemento de tensão inclui uma pluralidade de cabos de carga individuais envoltos por uma camada de revestimento comum. A camada de revestimento separa os cabos individuais e define uma superfície de engate para engatar uma roldana de tracção.

Como resultado da configuração do elemento de tensão, a pressão de cabo pode ser distribuída de modo mais uniforme ao longo do elemento de tensão. Como consequência, a pressão máxima de cabo é significativamente reduzida comparada com um elevador de cabos convencionais tendo uma capacidade de carga semelhante. Além disso, o diâmetro "d" efectivo de cabo (medido na direcção da flexão) é reduzido para a capacidade de carga equivalente. Portanto, podem ser obtidos valores de diâmetro 'D' da roldana mais pequenos sem uma redução na razão  $D/d$ . Além disso, minimizar o diâmetro D da roldana permite a utilização de motores de alta velocidade menos dispendiosos, mais compactos, como máquina de accionamento, sem a necessidade de uma caixa de engrenagens.

Numa forma de realização particular da presente invenção, os cabos individuais são formados a partir de feixes de material não-metálico, tal como fibras de aramida. Ao incorporar cabos tendo as características de peso, resistência, durabilidade e, em particular, de flexibilidade desses materiais no elemento de tensão da presente invenção, o diâmetro aceitável de roldana de tracção pode ser ainda reduzido ao mesmo tempo que se mantém a pressão máxima de cabo dentro de limites aceitáveis. Como referido anteriormente, diâmetros de roldana menores reduzem o binário exigido da máquina que acciona a roldana e aumentam a velocidade de rotação. Por conseguinte, podem ser utilizadas máquinas mais pequenas e menos dispendiosas para accionar o sistema de elevador.

Noutra forma de realização particular da presente invenção, os cabos individuais são formados a partir de feixes de material metálico, tal como aço. Incorporando cabos tendo as características de flexibilidade de materiais metálicos, de

tamanho e construção apropriada, no elemento de tensão da presente invenção, o diâmetro aceitável de roldana de tracção pode ser minimizado, enquanto se mantém a pressão máxima de cabo dentro de limites aceitáveis.

A camada de revestimento proporciona várias vantagens. Em primeiro lugar, a camada de revestimento elastomérica proporciona tracção melhorada em relação aos cabos de aço convencionais engatados em roldanas de tracção formadas a partir de ferro fundido ou outros materiais metálicos. Em segundo lugar, a camada de revestimento veda os cabos metálicos para eliminar a necessidade de aplicar e reaplicar, continuamente, lubrificantes aos cabos, como é necessário em cabos de aço convencionais. Em terceiro lugar, a camada de revestimento preenche os espaços entre feixes adjacentes dos cabos para impedir contacto entre os fios. Esse contacto produz atrito e a degradação dos cabos.

Além disso, a camada de revestimento proporciona uma membrana protectora à volta dos cabos de carga para impedir danos inadvertidos resultantes de factores ambientais, tais como solventes ou chamas. Isto é particularmente significativo na eventualidade de um incêndio. Para cabos não-metálicos e metálicos, a camada de revestimento pode ser feita de uma composição retardadora de chama. A camada de revestimento retardador de chama irá minimizar os efeitos do fogo sobre os cabos não-metálicos, que podem ser sensíveis ao calor e ao fogo. Além disso, apesar dos cabos de aço e de outros materiais metálicos serem, inherentemente, retardadores de chama, ter um revestimento retardador de chama proporciona o benefício adicional de evitar uma situação em que o material da camada de revestimento em chamas que se solta do cabo pode provocar danos

colaterais dentro do poço do elevador. Tornando a camada de revestimento retardadora de chamas, é menos provável que o material da camada de revestimento se solte do cabo e, menos provável que provoque danos colaterais.

Como aqui utilizado, o termo "retardador de chamas" significa um material que é auto-extinguível uma vez que uma chama viva é removida do material. Numa forma de realização particular adicional da presente invenção, um accionamento por tracção para um sistema de elevador inclui um elemento de tensão tendo uma razão de aspecto superior a um e uma roldana de tracção tendo uma superfície de tracção configurada para receber o elemento de tensão. O elemento de tensão inclui uma superfície de engate definida pela dimensão da largura do elemento de tensão. A superfície de tracção da roldana e a superfície de engate têm perfis complementares para proporcionar tracção e guiar o engate entre o elemento de tensão e a roldana. Numa configuração alternativa, o accionamento por tracção inclui uma pluralidade de elementos de tensão engatados na roldana e a roldana inclui um par de aros dispostos em lados opostos da roldana e uma ou mais divisórias dispostas entre elementos de tensão adjacentes. O par de aros e as divisórias executam a função de guiar o elemento de tensão para impedir problemas sérios de alinhamento na eventualidade dos cabos terem folga, etc.

Ainda numa outra forma de realização, a superfície de tracção da roldana é definida por um material que optimiza as forças de tracção entre a roldana e o elemento de tensão e minimiza o desgaste do elemento de tensão. Numa configuração, a superfície de tracção está integrada num forro de roldana que está disposto na roldana. Numa outra configuração, a superfície

de tracção é definida por uma camada de revestimento que está ligada à roldana de tracção. Ainda numa outra configuração, a roldana de tracção é formada a partir do material que define a superfície de tracção.

Embora aqui descrito principalmente como um dispositivo de tracção para utilização numa aplicação de elevador possuindo uma roldana de tracção, o elemento de tensão pode ser útil e possuir vantagens em aplicações de elevador que não utilizam uma roldana de tracção para accionar o elemento de tensão, tais como sistemas de elevador ligados indirectamente a cabos, sistemas de elevador accionados por motor linear ou elevadores auto-impelidos possuindo um contrapeso. Nestas aplicações, o tamanho reduzido da roldana pode ser útil de modo a reduzir os requisitos de espaço para o sistema de elevador. Os anteriores e outros objectivos, características e vantagens da presente invenção tornam-se mais evidentes à luz da descrição pormenorizada seguinte das suas formas de realização exemplificativas, tal como representado nos desenhos anexos.

A Figura 1 é uma vista em perspectiva de um sistema de elevador tendo um accionamento por tracção de acordo com a presente invenção;

A Figura 2 é uma vista lateral, em corte, do accionamento por tracção mostrando um elemento de tensão e uma roldana;

A Figura 3 é uma vista lateral, em corte, de uma forma de realização alternativa mostrando uma pluralidade de elementos de tensão;

A Figura 4 é outra forma de realização alternativa mostrando uma roldana de tracção tendo uma configuração convexa para centrar o elemento de tensão;

A Figura 5 é uma outra forma de realização alternativa mostrando uma roldana de tracção e um elemento de tensão tendo perfis complementares para intensificar a tracção e guiar o engate entre o elemento de tensão e a roldana;

A Figura 6 é uma vista ampliada, em corte, de um único cabo tendo seis feixes torcidos à volta de um feixe central;

A Figura 7 é uma vista ampliada, em corte, de outra forma de realização alternativa de um único cabo da invenção;

A Figura 8 é uma vista ampliada, em corte, de ainda uma forma de realização adicionalmente alternativa da invenção; e

A Figura 9 é uma vista, em corte, de um elemento de tensão.

Na Figura 1 é ilustrado um sistema 12 de elevador de tracção. O sistema 12 de elevador inclui uma cabine 14, um contrapeso 16, um accionamento 18 por tracção e uma máquina 20. O accionamento 18 por tracção inclui um elemento 22 de tensão, que interliga a cabine 14 e o contrapeso 16 e uma roldana 24 de tracção. O elemento 22 de tensão está engatado na roldana 24 de tal modo que a rotação da roldana 24 desloca o elemento 22 de tensão e, portanto, a cabine 14 e o contrapeso 16. A máquina 20 está engatada com a roldana 24 para rodar a roldana 24. Embora mostrada como uma máquina 20 com engrenagens, note-se que esta configuração serve apenas fins ilustrativos e a presente

invenção pode ser utilizada com máquinas com engrenagens ou sem engrenagens.

O elemento 22 de tensão e a roldana 24 estão representados com mais pormenor na Figura 2. O elemento 22 de tensão é um dispositivo único que integra uma pluralidade de cabos 26 dentro de uma camada 28 de revestimento comum. Cada um dos cabos 26 é formado a partir de feixes entrelaçados ou torcidos de fibras não-metálicas, sintéticas, de elevada resistência, tais como fibras de aramida comercialmente disponíveis. Os cabos 26 são do mesmo comprimento, são espaçados a larguras aproximadamente iguais dentro da camada 28 de revestimento e são dispostas linearmente ao longo da dimensão da largura. A camada 28 de revestimento é formada a partir de um material de poliuretano, de um modo preferido, um uretano termoplástico que é extrudido sobre e através da pluralidade de cabos 26, de tal modo que cada um dos cabos 26 individuais é retido contra movimentos longitudinais relativamente aos outros cabos 26. Um material transparente é uma forma de realização alternativa que pode ser vantajosa uma vez que facilita a inspecção visual do cabo plano. De facto, estruturalmente, a cor é irrelevante. Outros materiais podem também ser utilizados para a camada 28 de revestimento se forem suficientes para satisfazer as funções necessárias da camada de revestimento: tracção, desgaste, transmissão de cargas de tracção aos cabos 26 e resistência a factores ambientais. Deve ainda compreender-se que se são utilizados outros materiais que não satisfazem ou excedem as propriedades mecânicas de um uretano termoplástico, depois, o benefício adicional da invenção de reduzir drasticamente o diâmetro da roldana pode não ser totalmente conseguido. Com as propriedades mecânicas de uretano termoplástico, o diâmetro da roldana pode ser reduzido até cerca de 100 milímetros ou menos. A camada 28 de revestimento define

uma superfície 30 de engate que está em contacto com uma superfície correspondente da roldana 24 de tracção.

Como mostrado com mais clareza na Figura 9, o elemento 22 de tensão tem uma largura  $w$ , medida lateralmente em relação ao comprimento do elemento 22 de tensão, e uma espessura  $t_1$ , medida na direcção da flexão do elemento 22 de tensão à volta da roldana 24. Cada um dos cabos 26 tem um diâmetro  $d$  e estão espaçados um do outro por uma distância  $s$ . Além disso, a espessura da camada 28 de revestimento entre os cabos 26 e a superfície 30 de engate é definida como  $t_2$  e entre os cabos 26 e a superfície oposta é definida como  $t_3$ , tal que  $t_1=t_2+t_3+d$ .

As dimensões globais do elemento 22 de tensão resultam numa secção transversal tendo uma razão de aspecto superior a um, em que a razão de aspecto é definida como a razão de largura  $w$  em relação à espessura  $t_1$  ou ( $\text{Razão de Aspecto} = w/t_1$ ). Uma razão de aspecto de um corresponde a uma secção transversal circular, tal como é comum nos cabos de secção circular convencionais. Quanto maior a razão de aspecto, mais plana será a secção transversal do elemento 22 de tensão. Tornando o elemento 22 de tensão mais plano minimiza-se a espessura  $t_1$  e maximiza-se a largura  $w$  do elemento 22 de tensão sem sacrificar a área de secção transversal ou a capacidade de suportar carga. Esta configuração resulta na distribuição da pressão de cabo através da largura do elemento 22 de tensão e reduz a pressão de cabo máxima relativamente a um cabo de secção circular de área de secção transversal e capacidade de carga comparáveis. Como mostrado na Figura 2, para o elemento 22 de tensão tendo cinco cabos 26 individuais dispostos dentro da camada 28 de revestimento, a razão de aspecto é superior a cinco. Embora mostrado como tendo uma razão de aspecto superior a cinco, crê-se que os benefícios

resultarão de elementos de tensão tendo razões de aspecto superiores a um e, particularmente, para razões de aspecto superiores a dois.

A separação  $s$  entre cabos 26 adjacentes está dependente dos materiais e dos processos de fabrico utilizados no elemento 22 de tensão e da distribuição de tensão de cabo ao longo do elemento 22 de tensão. Para considerações de peso, é desejável minimizar o espaçamento  $s$  entre os cabos 26 adjacentes reduzindo, deste modo a quantidade de material de revestimento entre os cabos 26. No entanto, tomando em consideração a distribuição de tensão de cabo, pode limitar-se a proximidade dos cabos 26 uns dos outros de modo a evitar uma tensão excessiva na camada 28 de revestimento entre os cabos 26 adjacentes. Com base nestas considerações, o espaçamento pode ser optimizado para os requisitos específicos de carga.

A espessura  $t_2$  da camada 28 de revestimento está dependente da distribuição da tensão de cabo e das características de desgaste do material da camada 28 de revestimento. Como anteriormente, é desejável evitar uma tensão excessiva na camada 28 de revestimento enquanto se proporciona o material suficiente para maximizar a longevidade do elemento 22 de tensão.

A espessura  $t_3$  da camada 28 de revestimento depende da utilização do elemento 22 de tensão. Como ilustrado na Figura 1, o elemento 22 de tensão desloca-se sobre uma única roldana 24 e, portanto, a superfície 32 de cima não se engata na roldana 24. Nesta aplicação, a espessura  $t_3$  pode ser muito fina embora tenha que ser suficiente para resistir ao esforço, à medida que o elemento 22 de tensão se desloca sobre a roldana 24. Pode também ser desejável criar ranhuras na superfície 32 do elemento de

tensão para reduzir a tensão na espessura  $t_3$ . Por outro lado, uma espessura  $t_3$  equivalente à de  $t_2$  pode ser necessária se o elemento 22 de tensão for utilizado num sistema de elevador que requer uma flexão inversa do elemento 22 de tensão à volta de uma segunda roldana. Nesta aplicação, a superfície superior 32 e a superfície inferior 30 do elemento 22 de tensão é uma superfície de engate e está submetida ao mesmo requisito de desgaste e tensão.

O diâmetro d dos cabos 26 individuais e o número de cabos 26 está dependente da aplicação específica. Como anteriormente aqui descrito, é desejável manter a espessura d tão pequena quanto possível, de modo a maximizar a flexibilidade e minimizar a tensão nos cabos 26.

Embora ilustrado na Figura 2 como tendo uma pluralidade de cabos 26 de secção circular embutidos dentro de camada 28 de revestimento, outros tipos de cabos individuais podem ser utilizados com o elemento 22 de tensão, incluindo os que têm razões de aspecto superiores a um, por razões de custos, durabilidade ou facilidade de fabrico. Os exemplos incluem cabos de secções ovais, planas ou cabos com secções rectangulares ou um único cabo plano distribuído através da largura do elemento 22 de tensão. Uma vantagem da forma de realização tendo o único cabo plano é que a distribuição da pressão de cabo pode ser mais uniforme e, portanto, a pressão de cabo máxima dentro do elemento 22 de tensão pode ser menor do que em outras configurações. Uma vez que os cabos estão envoltos por uma camada de revestimento e uma vez que a camada de revestimento define a superfície de engate, a actual forma dos cabos é menos significativa para tracção e pode ser optimizada para outros fins.

Noutra forma de realização preferida, cada um dos cabos 26 é, de um modo preferido, formado a partir de sete feixes torcidos, cada um constituído por sete fios metálicos torcidos. Numa forma de realização preferida desta configuração da invenção, é empregue um aço de elevado nível de carbono. De um modo preferido, o aço é estirado a frio e galvanizado para as propriedades de força e resistência a corrosão conhecidas desses processos. A camada de revestimento é, de um modo preferido, um material de poliuretano à base de éter e inclui uma composição retardadora de chamas. A característica de retardamento de chamas pode ser alcançada seleccionando um material de camada de revestimento que é, inherentemente, um retardador de chama, ou utilizando um aditivo no material da camada de revestimento para torná-lo retardador de chamas. Exemplos destes aditivos incluem ésteres fosfóricos, melaminas e halogéneos.

Com referência à Figura 6, numa forma de realização preferida que incorpora cabos de aço, cada feixe 27 de um cabo 26 comprehende sete fios com seis dos fios 29 torcidos à volta de um fio 31 central. Cada cabo 26 comprehende um feixe 27a que está localizado centralmente e seis feixes 27b exteriores adicionais que estão torcidos à volta do feixe 27a central. De um modo preferido, o padrão de torção dos fios 29 individuais que formam o feixe 27a central são torcidos numa direcção à volta do fio 31 central do feixe 27a central enquanto os fios 29 dos feixes 27b exteriores são torcidos à volta do fio 31 central dos feixes 27b exteriores na direcção oposta. Os feixes 27b exteriores são torcidos à volta do feixe 27a central na mesma direcção à medida que os fios 29 são torcidos à volta do fio 31 central no feixe 27a. Por exemplo, numa forma de realização os feixes individuais comprehendem o fio 31 central, no feixe 27a central, com seis fios 29 torcidos no sentido horário; os fios 29 nos feixes 27b

exteriores são torcidos no sentido anti-horário à volta dos seus fios 31 centrais enquanto ao nível do cabo 26, os feixes 27b exteriores torcem à volta do feixe 27a central no sentido horário. As direcções de torção melhoram as características da distribuição de carga em todos os fios do cabo.

Para o sucesso desta forma de realização da invenção é importante empregar fio 29 de um tamanho muito pequeno. Cada fio 29 e 31 tem um diâmetro de menos de 0,25 milímetros e, de um modo preferido, na gama de 0,10 a 0,20 milímetros em diâmetro. Numa forma de realização particular, os fios têm um diâmetro de 0,175 milímetros. Os tamanhos pequenos dos fios empregues, de um modo preferido, contribuem para o benefício da utilização de uma roldana de diâmetro mais pequeno. O fio de diâmetro mais pequeno pode sustentar o raio de flexão de uma roldana de diâmetro mais pequeno (à volta de 100 milímetros em diâmetro) sem colocar demasiada tensão nos feixes do cabo plano. Devido à incorporação e uma pluralidade de pequenos cabos 26, de um modo preferido, cerca de 1,6 milímetros de diâmetro total nesta forma de realização particular da invenção, no elastómero de cabo plano, a pressão em cada cabo é diminuída significativamente em relação aos cabos da técnica anterior. A pressão de cabo é diminuída pelo menos de  $n^{-1/2}$  sendo n o número de cabos paralelos no cabo plano, para uma dada carga e secção transversal do fio.

Numa forma de realização alternativa da configuração que incorpora cabos formados a partir de materiais metálicos, fazendo referência à Figura 7, o fio 35 central do feixe 37a central de cada cabo 26 emprega um diâmetro maior. Por exemplo, se forem empregues os fios 29 da forma de realização anterior (0,175 milímetros), o fio 35 central apenas do feixe central de todos os cabos teria um diâmetro de cerca de

0,20-0,22 milímetros. O efeito dessa alteração de diâmetro do fio central é reduzir o contacto entre os fios 29 que envolvem o fio 35, bem como reduzir o contacto entre os feixes 37b que são torcidos à volta do feixe 37a. Nessa forma de realização, o diâmetro do cabo 26 será ligeiramente superior ao do exemplo anterior de 1,6 milímetros.

Numa terceira forma de realização da configuração incorporando cabos formados de materiais metálicos, com referência à Figura 8, o conceito das formas de realização da Figura 8 é ampliado para reduzir ainda mais o contacto de fio contra fio e feixe contra feixe. São empregues três tamanhos distintos de fio para construir os cabos da invenção. Nesta forma de realização, o fio maior é o fio 202 central no feixe 200 central. Os fios 204 de diâmetro intermédio estão localizados à volta do fio 202 central do feixe 200 central e, portanto, fazem parte do feixe 200 central. Este fio 204 de diâmetro intermédio é também o fio 206 central para todos os feixes 210 exteriores. Os fios de diâmetro mais pequeno empregues são numerados 208. Estes enrolam cada fio 206 em cada feixe 210 periférico. Todos os fios, na forma de realização, ainda possuem um diâmetro inferior a 0,25 mm. Numa forma de realização representativa, os fios 202 podem ser de 0,21 mm; os fios 204 podem ser de 0,19 mm; os fios 206 podem ser de 0,19 mm; e os fios 208 podem ser de 0,175 mm. Será compreendido que nesta forma de realização, os fios 204 e 208 têm diâmetros equivalentes e são numerados individualmente para proporcionar apenas informação de localização. Nota-se que a invenção não está limitada a fios 204 e 206 possuindo diâmetros iguais. Todos os diâmetros dos fios proporcionados servem apenas como exemplo e poderiam ser reconfigurados de acordo com o princípio de que o contacto entre os fios exteriores do feixe central é reduzido;

que o contacto entre os fios exteriores dos feixes exteriores é reduzido e que o contacto entre os feixes exteriores é reduzido. No exemplo proporcionado, (apenas para fim exemplificativo) o espaço obtido entre os fios exteriores dos feixes exteriores é 0,14 mm. Note-se que o espaço entre os fios é preenchido com o material de camada de revestimento durante o processo de aplicação da camada de revestimento aos cabos. Como resultado, a camada de revestimento contribui para a redução do contacto entre os fios.

Referindo novamente a Figura 2, a roldana 24 de tracção inclui uma base 40 e um forro 42. A base 40 é formada de ferro fundido e inclui um par de aros 44 dispostos em lados opostos da roldana 24 para formar uma ranhura 46. O forro 42 inclui uma base 48 tendo uma superfície 50 de tracção e um par de flanges 52 que são suportadas pelos aros 44 da roldana 24. O forro 42 é formado a partir de um material de poliuretano, tal como o descrito na Patente U.S. Nº 5112933, da mesma requerente, ou qualquer outro material adequado proporcionado a tracção pretendida com a superfície 30 de engate da camada 28 de revestimento e características de desgaste. Dentro do accionamento 18 por tracção é pretendido o desgaste do forro 42 da roldana em vez da própria roldana 24 ou do elemento 22 de tensão, devido ao custo associado à substituição do elemento 22 de tensão ou da roldana 24. Assim, o forro 42 desempenha a função de uma camada sacrificial no accionamento 18 por tracção. O forro 42 é retido dentro da ranhura 48 mediante soldadura ou qualquer outro método convencional e define a superfície 50 de tracção para receber o elemento 22 de tensão. A superfície 50 de tracção tem um diâmetro D. O engate entre a superfície 50 de tracção e a superfície 30 de engate proporciona a tracção para accionar o sistema 12 de elevador. O diâmetro de uma roldana

para utilização com o elemento de tracção acima descrito é drasticamente reduzido em relação aos diâmetros das roldanas da técnica anterior. De um modo mais particular, as roldanas a serem empregues com o cabo plano da invenção podem ser reduzidas para 100 mm ou menos em diâmetro. Como será imediatamente evidente para os especialistas na técnica, essa redução de diâmetro da roldana permite a utilização de uma máquina muito mais pequena. De facto, o tamanho das máquinas pode ser reduzido para  $\frac{1}{4}$  do seu tamanho convencional em, por exemplo, aplicações de elevação lenta e sem engrenagens para elevadores típicos de serviço com capacidade de 8 pessoas. Isto acontece porque os requisitos de binário seriam reduzidos a cerca de  $\frac{1}{4}$  com uma roldana de 100 mm e as rpm do motor seriam aumentadas. Como consequência, o custo indicado para as máquinas baixa.

Embora representado como tendo um forro 42, deve ser evidente para os especialistas na técnica que o elemento 22 de tensão pode ser utilizado com uma roldana não tendo um forro 42. Como alternativa, o forro 42 pode ser substituído revestindo a roldana com uma camada de um material seleccionado, tal como poliuretano, ou a roldana pode ser formada ou moldada a partir de um material sintético apropriado. Estas alternativas podem provar custos eficazes se for determinado que, devido ao tamanho reduzido da roldana, pode ser menos dispendioso substituir simplesmente a roldana inteira em vez de substituir os forros de roldana.

A forma da roldana 24 e forro 42 define um espaço 54 no qual o elemento 22 de tensão é recebido. Os aros 44 e as flanges 52 do forro 42 proporcionam um limite no engate entre o elemento 22 de tensão e a roldana 24 e guiam o engate para

evitar que o elemento 22 de tensão fique desengatado da roldana 24.

Uma forma de realização alternativa do accionamento 18 por tracção é ilustrada na Figura 3. Nesta forma de realização, accionamento 18 por tracção inclui três elementos 56 de tensão e uma roldana 58 de tracção. Cada um dos elementos 56 de tracção é semelhante em configuração ao elemento 22 de tensão descrito acima em relação às Figuras 1 e 2. A roldana 58 de tracção inclui uma base 62, um par de aros 64 dispostos em lados opostos da roldana 58, um par de divisórias 66 e três forros 68. As divisórias 66 estão espaçadas lateralmente dos aros 64 e umas das outras para definir três ranhuras 70 que recebem os forros 68. Como com o forro 42 descrito em relação à Figura 2, cada forro 68 inclui uma base 72 que define uma superfície 74 de tracção para receber um dos elementos 56 de tensão e um par de flanges 76 que se encostam aos aros 64 ou às divisórias 66. Também como na Figura 2, o forro 42 é suficientemente largo para permitir a existência de um espaço 54 entre os bordos do elemento de tensão e as flanges 76 do forro 42.

Construções alternativas de um accionamento 18 por tracção são ilustradas nas Figuras 4 e 5. A Figura 4 representa uma roldana 86 tendo uma superfície 88 convexa de tracção. A configuração da superfície 88 de tracção obriga o elemento 90 de tensão plano a permanecer centrado durante o funcionamento. A Figura 5 ilustra um elemento 92 de tensão tendo uma superfície 94 de engate perfilada que é definida pelos cabos 96 embutidos. A roldana 98 de tracção inclui um forro 100 que tem uma superfície 102 de tracção que é configurada para complementar os perfis do elemento 92 de tensão. A configuração complementar guia o elemento 92 de tensão durante o engate e,

além disso, aumenta as forças de tracção entre o elemento 92 de tensão e a roldana 98 de tracção.

A utilização de elementos de tensão e accionamento por tracção de acordo com a presente invenção pode resultar em reduções significativas na pressão de cabo máxima, com correspondentes reduções no diâmetro da roldana e nos requisitos de binário. A redução na pressão de cabo máxima resulta da área de secção transversal do elemento de tensão ter uma razão de aspecto superior a um. Para esta configuração, assumindo que o elemento de tensão possui um único cabo de carga plano, o cálculo da pressão de cabo máxima aproximada é determinado como se segue:

$$P_{\max} = (2F/Dw)$$

Em que  $F$  é a tensão máxima no elemento de tensão. Para as outras configurações possuindo uma pluralidade de cabos de carga, a pressão de cabo máxima seria aproximadamente a mesma embora ligeiramente superior devido à falta de descrição dos cabos individuais. Para um cabo de secção circular dentro de uma ranhura, o cálculo da pressão de cabo máxima é determinada como se segue:

$$P_{\max} = (2F/Dd) (4/\Pi)$$

O factor de  $(4/\Pi)$  resulta num aumento de, pelo menos, 27% na pressão de cabo máxima, assumindo que os diâmetros e os níveis de tensão são comparáveis. De um modo mais significativo, a largura  $w$  é muito maior do que o diâmetro  $d$  do cabo, o que resulta numa redução significativa da pressão de cabo máxima. Se as ranhuras de cabo convencionais são rebaixadas, a pressão de

cabo máxima é ainda maior e, portanto, podem ser alcançadas reduções relativas na pressão de cabo máxima utilizando um elemento de tensão de configuração plana. Outra vantagem do elemento de tensão de acordo com a presente invenção é que a espessura  $t_1$  do elemento de tensão pode ser muito mais pequena do que o diâmetro  $d$  de cabos de secção circular de equivalente capacidade de carga. Isto melhora a flexibilidade do elemento de tensão em comparação com os cabos convencionais.

Embora a invenção tenha sido mostrada e descrita em relação às suas formas de realização exemplificativas, os especialistas na técnica devem compreender que várias alterações, omissões e adições podem ser feitas a estas.

A presente descrição de patente divulga adicionalmente um elemento de tensão para proporcionar força elevatória a uma cabine de um sistema de elevador, sendo o elemento de tensão susceptível de ser engatado numa roldana rotativa do sistema de elevador, possuindo o elemento de tensão um cabo de carga envolto no interior de uma camada de revestimento, em que o cabo de carga é formado a partir de um material metálico e a camada de revestimento é formada a partir de um material não-metálico. Este elemento de tensão pode ainda incluir uma pluralidade de cabos metálicos espaçados, em que a camada de revestimento envolve a pluralidade de cabos metálicos espaçados; ou uma camada de revestimento retardadora de chamas; ou a característica de que cada cabo é formado a partir de uma pluralidade de fios de modo a produzir espaços entre fios adjacentes e em que a camada de revestimento preenche os espaços.

A presente descrição de patente divulga ainda um elemento de tensão para proporcionar força elevatória a uma cabine de um sistema de elevador, possuindo o elemento de tensão uma largura  $w$ , uma espessura  $t$  medida na direcção de flexão e uma superfície de engate definida pela dimensão de largura do elemento de tensão, em que o elemento de tensão possui uma razão de aspecto, definida como a razão da largura  $w$  em relação à espessura  $t$ , superior a um, incluindo o elemento de tensão uma pluralidade de cabos de carga individuais envoltos no interior de uma camada de revestimento comum e em que a camada de revestimento é retardadora de chamas.

Lisboa, 15 Julho de 2013

## REIVINDICAÇÕES

1. Elemento (22) de tensão, que está engatado numa roldana (24) rotativa de tracção de sistema de elevador, o elemento (22) de tensão para proporcionar força elevatória a uma cabine (14) do sistema (12) de elevador; em que o elemento (22) de tensão inclui uma pluralidade de cabos (26) de carga espaçados no interior de uma camada (28) de revestimento formada a partir de um material não-metálico; e  
  
em que o elemento (22) de tensão possui uma razão de largura  $w$  em relação à espessura  $t$  maior que 1;  
  
caracterizado por os cabos (26) serem metálicos e, cada um, formado por feixes (27a; 27b; 37a, 37b; 200; 210) metálicos de tal modo que a camada (28) de revestimento preencha espaços entre feixes (27) adjacentes.
2. Elemento (22) de tensão, que está engatado na roldana (24) rotativa de tracção de sistema de elevador, de acordo com a reivindicação 1,  
  
em que os feixes (27a; 27b; 37a, 37b; 200; 210) são formados, cada um, por fios metálicos.
3. Elemento (22) de tensão, que está engatado na roldana (24) rotativa de tracção de sistema de elevador, de acordo com a reivindicação 2,

em que os fios metálicos têm um diâmetro inferior a 0,25 mm, de um modo preferido, na gama de cerca de 0,10 a 0,20 mm em diâmetro.

4. Elemento (22) de tensão, que está engatado na roldana (24) rotativa de tracção de sistema de elevador, de acordo com qualquer das reivindicações 1 a 3,

em que o diâmetro da roldana (24) é de 100 mm ou menos.

5. Elemento (22) de tensão, que está engatado na roldana (24) rotativa de tracção de sistema de elevador, de acordo com qualquer das reivindicações 1 a 4,

em que o diâmetro do cabo (26) é inferior ao diâmetro da roldana (24) dividido por 40.

6. Elemento (22) de tensão, que está engatado na roldana (24) rotativa de tracção de sistema de elevador, de acordo com qualquer das reivindicações 2 a 5,

em que os fios metálicos possuem um diâmetro de 0,22 mm ou menos.

7. Elemento (22) de tensão, que está engatado na roldana (24) rotativa de tracção de sistema de elevador, de acordo com qualquer das reivindicações 1 a 6,

em que cada cabo (26) é formado a partir de uma pluralidade de fios de modo a produzir espaços entre fios adjacentes e em que a camada (28) de revestimento preenche os espaços.

8. Elemento (22) de tensão, que está engatado na roldana (24) rotativa de tracção de sistema de elevador, de acordo com qualquer das reivindicações 1 a 7,

em que os cabos (26) são formados, cada um, por um feixe (27a; 37a; 200) central e seis feixes (27b; 37b; 310) exteriores torcidos em torno do feixe central.

9. Elemento (22) de tensão, que está engatado na roldana (24) rotativa de tracção de sistema de elevador, de acordo com qualquer das reivindicações 1 a 8,

em que os feixes (27a; 27b; 37a, 37b; 200; 210) são formados, cada um, por um fio (31; 35; 202; 206) central e seis fios (29; 204; 208) torcidos em torno do fio central.

10. Elemento (22) de tensão, que está engatado na roldana (24) rotativa de tracção de sistema de elevador, de acordo com qualquer das reivindicações 2 a 9,

em que os cabos (26) possuem, cada um, o seguinte padrão de torção:

- num feixe (27a; 37b; 200) central, os fios estão torcidos em torno de um fio central numa primeira direcção;
- em cada um dos feixes (27b; 37b; 210) exteriores torcidos em torno do feixe central, os fios estão torcidos em torno de um fio central numa segunda direcção oposta;

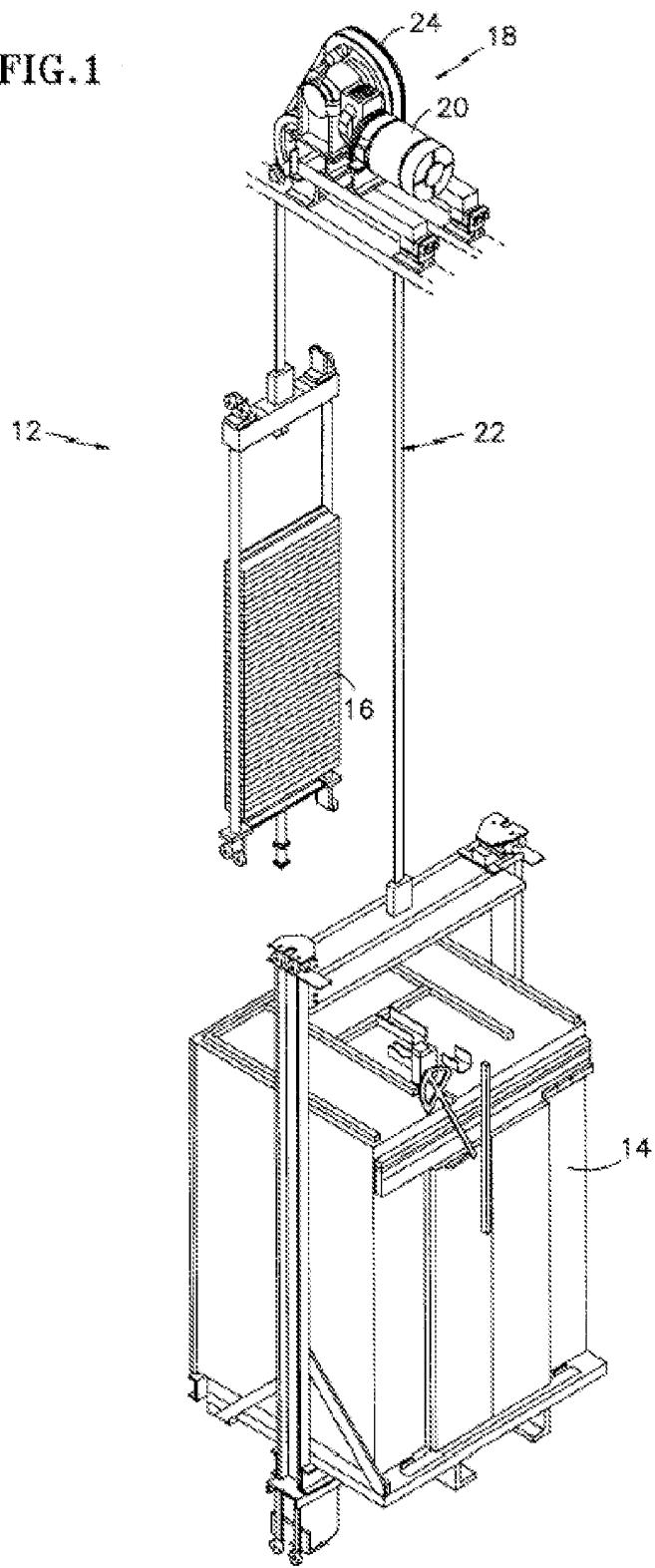
- os feixes exteriores estão torcidos em torno do feixe central na primeira direcção.
11. Elemento (22) de tensão, que está engatado na roldana (24) rotativa de tracção de sistema de elevador, de acordo com qualquer das reivindicações 1 a 10,  
em que a camada (28) de revestimento é elastomérica, de um modo preferido, formada a partir de um material de poliuretano.
12. Elemento (22) de tensão, que está engatado na roldana (24) rotativa de tracção de sistema de elevador, de acordo com qualquer das reivindicações 1 a 11,  
em que a camada (28) de revestimento é retardadora de chamas.
13. Elemento (22) de tensão, que está engatado na roldana (24) rotativa de tracção de sistema de elevador, de acordo com qualquer das reivindicações 1 a 12,  
em que a superfície (50; 74; 102) de tracção da roldana (24) de tracção é constituída por um material que optimiza as forças de tracção entre a roldana (24) de tracção e o elemento (22) de tensão e minimiza o desgaste do elemento de tensão e, em que essa superfície de tracção é proporcionada através de uma camada de revestimento ligada à roldana de tracção ou através de um forro (42; 68) de roldana disposto na roldana de tracção ou através de um material a partir do qual é formada a roldana de tracção.

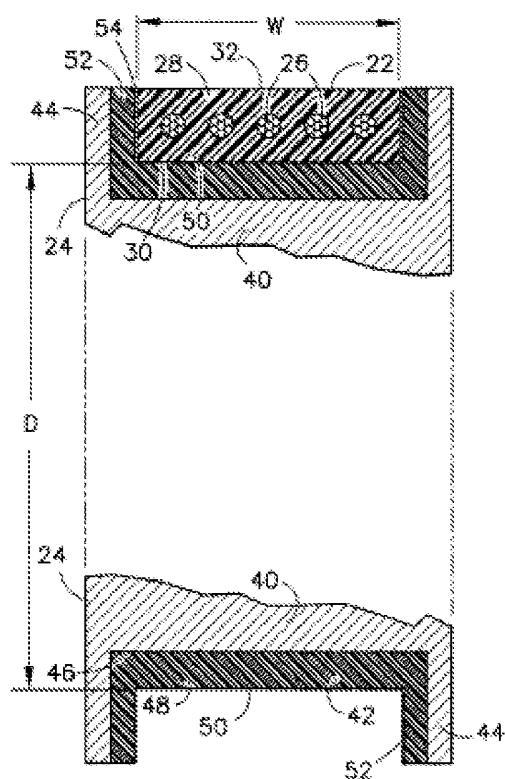
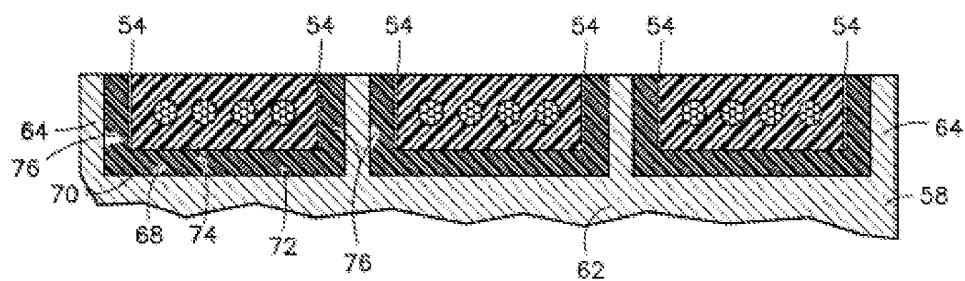
14. Elemento (22) de tensão, que está engatado na roldana (24) rotativa de tracção de sistema de elevador, de acordo com qualquer das reivindicações 1 a 13,  
em que a roldana (24) de tracção comprehende um canal circunferencial que guia o elemento (22) de tensão.
15. Elemento (22) de tensão, que está engatado na roldana (24) rotativa de tracção de sistema de elevador, de acordo com qualquer das reivindicações 1 a 14,  
em que múltiplos elementos (22) de tensão, lado a lado, estão engatados na roldana (24) de tracção.
16. Elemento (22) de tensão, que está engatado na roldana (24) rotativa de tracção de sistema de elevador, de acordo com qualquer das reivindicações 1 a 15,  
em que a roldana (24) de tracção possui uma superfície de tracção curva, quando observada numa secção transversal axial.
17. Elemento (22) de tensão, que está engatado na roldana (24) rotativa de tracção de sistema de elevador, de acordo com qualquer das reivindicações 1 a 15,  
em que o elemento (22) de tensão possui uma superfície (94) de engate perfilada com múltiplos relevos que se estendem na direcção do comprimento do elemento de tensão e em que a roldana (24) de tracção possui uma superfície (102) de tracção que é perfilada numa configuração complementar.

18. Elemento (22) de tensão, que está engatado na roldana (24) rotativa de tracção de sistema de elevador, de acordo com qualquer das reivindicações 1 a 17,
- em que cada cabo (26) é formado a partir de uma pluralidade de fios de modo a produzir espaços entre fios adjacentes e em que a camada (28) de revestimento preenche os espaços;
- em que o diâmetro da roldana (24) é de 100 mm ou menos; e
- em que o diâmetro do cabo (26) é inferior ao diâmetro da roldana (24) dividido por 40.
19. Sistema (12) de elevador compreendendo um elemento (22) de tensão, como indicado em qualquer das reivindicações 1 a 18, para proporcionar força elevatória a uma cabine (14), estando o elemento (22) de tensão engatado numa roldana (24) rotativa de tracção, como indicada em qualquer das reivindicações 1 a 18.
20. Sistema de elevador de acordo com a reivindicação 19 compreendendo uma máquina sem engrenagens para rodar a roldana (24) de tracção.
21. Sistema de elevador de acordo com a reivindicação 19 ou 20 em que o elemento (22) de tensão é um elemento que suspende a cabine (14) e um contrapeso (16) e proporciona força elevatória à cabine.

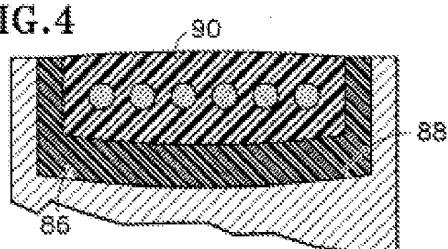
Lisboa, 15 Julho de 2013

FIG. 1

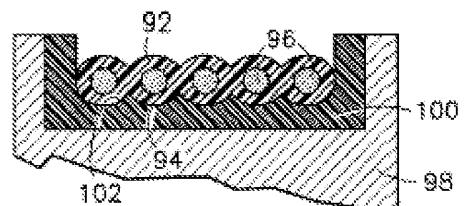


**FIG.2****FIG.3**

**FIG.4**



**FIG.5**



**FIG.9**

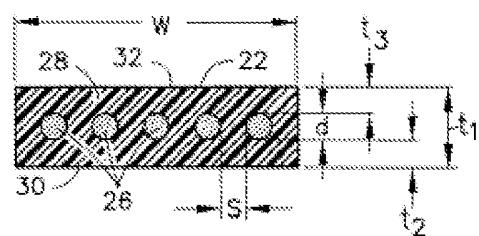


FIG.6

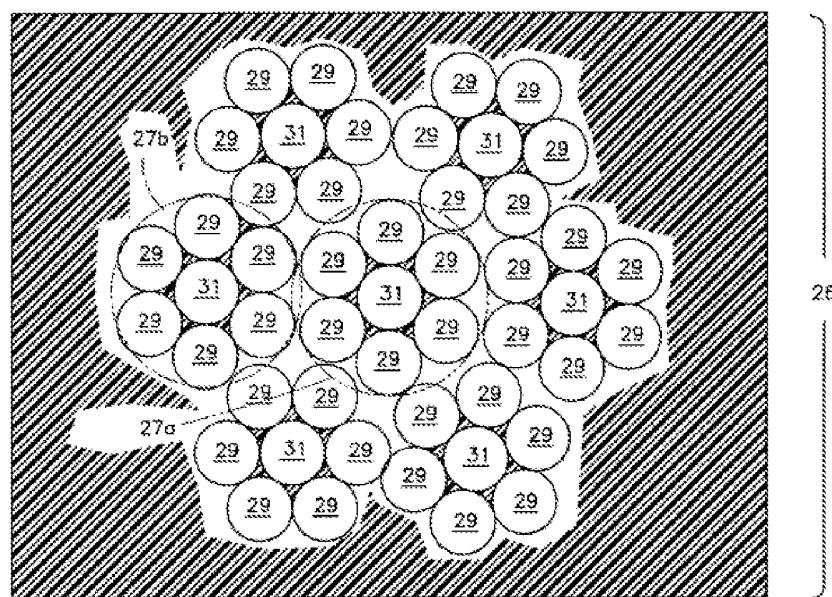
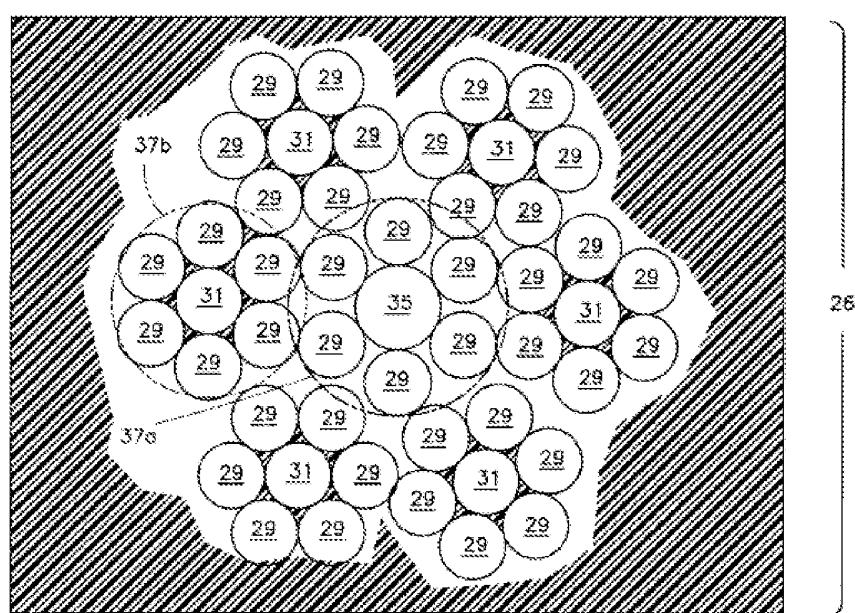


FIG. 7



**FIG. 8**