

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 372 994**

51 Int. Cl.:
H01B 11/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **08305222 .5**
96 Fecha de presentación: **02.06.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **2131370**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **09.12.2009**

54 Título: **CABLE ELÉCTRICO ARROLLADO HELICOIDALMENTE.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
30.01.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
30.01.2012

73 Titular/es:
NEXANS
8, rue du Général Foy
75008 PARIS, FR

72 Inventor/es:
Nevett, Jonathan y
Haehner, Thomas

74 Agente: **de Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 372 994 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Cable eléctrico arrollado helicoidalmente.

5 El presente invento se refiere al ámbito de los cables eléctricos arrollados helicoidalmente.

Un cable eléctrico comprende uno o más grupos de hilos conductores trenzados. Un grupo está constituido convencionalmente por dos hilos conductores trenzados entre sí, en cuyo caso se llama un "par". Pero también puede comprender igual de bien más de dos hilos conductores trenzados conjuntamente.

10 Un cable eléctrico arrollado en espiral comprende una pluralidad de grupos que se arrollan conjuntamente formando una hélice.

15 El documento EP 1 688 968 proporciona un cable eléctrico arrollado helicoidalmente, que comprende por lo menos dos grupos arrollados conjuntamente de modo que formen una hélice de grupos, comprendiendo cada grupo por lo menos dos hilos conductores trenzados mutuamente. Según este documento, la pendiente (o el paso) de la hélice de grupos varía a lo largo del cable eléctrico arrollado helicoidalmente según una función sinusoidal entre dos valores límite que son del mismo signo.

20 Las variaciones de la pendiente de la hélice de grupos sirven para minimizar el paralelismo entre los hilos conductores, reduciendo con ello los picos de cruce de conversación próximo al terminal o picos PRÓXIMOS.

25 No obstante, se comprobó que podrían aparecer picos en la pérdida de retorno de los pares, a frecuencias relacionadas con la pendiente de la hélice de grupos, con la implicación de que la perturbación mecánica periódica de las parejas, durante la formación de la hélice de grupos, era suficiente para provocar una variación periódica pequeña pero significativa de sus impedancias a lo largo de la longitud del cable.

El presente invento trata de resolver los problemas de la técnica anterior mencionados arriba.

30 Con este propósito, un objeto del presente invento es proporcionar un cable eléctrico arrollado helicoidalmente, que comprenda por lo menos dos grupos arrollados conjuntamente para formar una hélice de grupos, comprendiendo cada grupo por lo menos dos hilos conductores trenzados conjuntamente, variando la pendiente de la hélice de grupos a lo largo del cable eléctrico arrollado helicoidalmente según una función sinusoidal entre dos valores límites que tienen el mismo signo, caracterizado por que dicha función sinusoidal tiene un determinado periodo (MP) de modulación con el fin de evitar un pico (RLp) de pérdida de retorno en el intervalo $F_{min} - F_{max}$ de frecuencias operativas de dicho cable eléctrico arrollado helicoidalmente.

40 En una realización específica, el periodo (MP) de modulación está por debajo de un límite LL inferior, en metros, de la fórmula siguiente:

$$LL = v_{min} \cdot 150/F_{max} \quad (I)$$

45 Donde F_{max} , en MHz, es la frecuencia operativa máxima del cable arrollado helicoidalmente y v_{min} es el menor factor de velocidad, requerido para una determinada aplicación del cable a la frecuencia F_{max} operativa máxima.

En otra realización específica, el periodo (MP) de modulación está por encima de un límite UL superior, en metros, según la fórmula siguiente:

$$UL = v_{max} \cdot 150/F_{min} \quad (II)$$

50 Donde F_{min} , en MHz, es la frecuencia operativa máxima del cable eléctrico arrollado helicoidalmente y v_{max} es el factor de velocidad más alto, requerido para una determinada aplicación del cable a la frecuencia F_{min} operativa mínima.

55 Los hilos conductores trenzados del cable eléctrico arrollado helicoidalmente del presente invento pueden estar directamente en contacto unos con otros.

60 Adicionalmente, el cable eléctrico enrollado helicoidalmente puede comprender por lo menos una hélice de grupos adicional.

El presente invento se podrá entender mejor completamente a partir de la descripción detallada dada más abajo y de los dibujos adjuntos, que se han dado a título únicamente de ilustración, y, de este modo, no hay limitaciones para el presente invento, y donde:

65 Figura 1 muestra un ejemplo de un cable eléctrico arrollado helicoidalmente según el presente invento;

ES 2 372 994 T3

Figura 2 representa una vista esquemática de un ejemplo de periodo de modulación del paso de cableado según el presente invento; y

Figura 3 muestra un ejemplo de aparato de manufacturación según el presente invento.

5 Según la norma de cableado ISO 11801, que especifica el sistema de cableado de cables y conectores, y el apéndice de la norma de cables IEC 81156, las diferentes características de los cables eléctricos arrollados helicoidalmente de categorías 5e, 6, 6A, 7, 7A se mencionan en la tabla 1 de debajo.

Tabla 1

10

Variable	Unit	1	2	3	4	5	6	7	
		Cat 5e	Cat 5e	Cat 6	Cat 6A	Cat 7 600	Cat 7A 1000	Cat 7A 1200	
		U/UTP	U/UTP	U/UTP	F/UTP	S/FTP	S/FTP	S/FTP	
F_{max}	MHz	100	155	250	500	600	1000	1200	
F_{min}	MHz	4	4	4	4	4	4	4	
v_{max}	/	0,68	0,68	0,68	0,68	0,82	0,82	0,82	
v_{min}	/	0,64	0,64	0,64	0,64	0,78	0,78	0,78	
Intervalo RL	LL	m	0,96	0,62	0,38	0,19	0,20	0,12	0,10
	UL	m	25,50	25,50	25,50	25,50	30,75	30,75	30,75
MP	m	26	26	26,0	26	31,5	31,5	31,5	
RLp v_{max}	MHz	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	3,9	
RLp v_{min}	MHz	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	

En la Tabla 1, F_{max} es la frecuencia operativa máxima, F_{min} es la frecuencia operativa mínima, v_{max} es el factor de velocidad más alto de cuatro pares a F_{max} , y v_{min} es el factor de velocidad más bajo de cuatro pares a F_{min} .

15

El límite LL inferior y el límite UL superior definen un intervalo de sucesos (intervalo RL) periódicos en la hélice de grupos, que podría dar lugar a picos de pérdida de retorno en el intervalo $F_{min} - F_{max}$ de frecuencias operativas.

20

Por lo tanto, el periodo de modulación de la función sinusoidal se ha elegido por encima de dicho límite (UL) superior y/o por debajo de dicho límite (LL) inferior con el fin de evitar dicho intervalo RL.

El límite LL inferior se determina por la siguiente fórmula I tal como se ha definido previamente:

25

$$LL = v_{min} \cdot 150/F_{max} \quad (I),$$

El límite UL superior se determina por la siguiente fórmula II, tal como se ha definido previamente:

$$UL = v_{max} \cdot 150/F_{min} \quad (II).$$

30

Para que se presente un pico de pérdida de retorno a una frecuencia particular, la longitud de la trayectoria de la señal de viaje de ida y vuelta desde el extremo del cable a la variación de la impedancia local, causante de la reflexión, debe ser igual a un número entero de longitudes de onda. Si el límite L está en metros, c es la velocidad de luz en el espacio libre en metros/sec (es decir, 3×10^8 metros/sec), v es el factor de velocidad del par trenzado y F es la frecuencia de la señal en MHz, entonces $L = v \cdot 3 \times 10^8 / (2 \cdot F \cdot 10^6) = v \cdot 150/F$.

35

Los factores de velocidad menor y más alto se eligen según el requerimiento para una determinada aplicación de cable a la frecuencia operativa máxima.

40

La especificación ICE1156-5 del cable añadido especifica el factor de velocidad mínimo requerido para asegurar el cumplimiento de las reglas Ethernet relativas al diámetro de la red y a la detección de colisiones de unidades de información. El factor v_{min} de velocidad mínimo requerido es 0,60.

45

El factor v de velocidad de un par trenzado es función de su pendiente, de los diámetros del conductor y del aislante y de la constante dieléctrica relativa del material aislante.

50

El factor v_{max} de velocidad mayor, que se puede conseguir en cables de datos tales como cables Cat 7 eléctricos trenzados helicoidalmente con aislamiento de revestimiento de espuma porosa (70% de polietileno y 30% de gas), es de aproximadamente 0,85.

En relación con cables de datos tales como cables Cat 5 y Cat 6 eléctricos trenzados helicoidalmente con aislante extruido de polietileno sólido, el mayor factor v_{max} de velocidad es de alrededor de 0,70.

En un cable de pares trenzados típicamente sin protección, los pares de hilos conductores trenzados, más especialmente los cuatro pares de hilos conductores trenzados, tienen un intervalo de factores de velocidad entre 0,64 (v_{\min}) y 0,68 (v_{\max}).

5 Según la Tabla 1, el periodo MP de modulación se elige para que sea superior al límite UL superior con el fin de evitar picos de pérdidas de retorno.

El pico RL variable (RLp) de la Tabla 1 describe la frecuencia a la cual tiene lugar el pico de pérdida de retorno en el periodo MP de modulación predeterminado.

10

Los valores RL del pico (RLp), en MHz, se calculan por las fórmulas siguientes:

$$\text{RLp } v_{\max} = (150 \cdot v_{\max})/\text{MP},$$

15

$$\text{RLp } v_{\min} = (150 \cdot v_{\min})/\text{MP},$$

en las que MP está en metros.

20

Por tanto, la elección del periodo MP de modulación tal como MP inferior a LL o MP superior a UL, permite ventajosamente evitar el pico de pérdida de retorno en el intervalo $F_{\min} - F_{\max}$ de frecuencias operativas.

Las variaciones de la pendiente de la hélice de grupos se ilustran en la Tabla 2 de debajo, sirviendo dichas variaciones para minimizar el paralelismo entre los hilos conductores, reduciéndose, con ello, la diafonía.

25

Tabla 2

Variable	Unidad	1	2	3a	3b	4	5	6	7
		Cat 5e	Cat 5e	Cat 6	Cat 6	Cat 6A	Cat 7 600	Cat 7A 1000	Cat 7A 1200
		U/UTP	U/UTP	U/UTP	U/UTP	F/UTP	S/FTP	S/FTP	S/FTP
L_{ave}	mm	132	132	115	110	115	185	83	83
L_{min0}	mm	80	80	80	80	80	80	80	80
L_{ampli}	mm	52	52	35	30	35	10	3	3
L_{min}	mm	80	80	80	80	80	175	80	80
L_{max}	mm	184	184	150	140	150	195	86	86

30

L_{ave} se compara con la pendiente (o paso) del cableado fijo en cables de la técnica anterior y sobre la cual se han de hacer las variaciones sinusoidales de la pendiente (o el paso) en el presente invento.

35

Considerando picos de diafonía, L_{ave} y las pendientes de los pares se pueden elegir ventajosamente de tal modo que no se influyan mutuamente y provoquen picos PRÓXIMOS en el intervalo de frecuencias operativas del cable. L_{ave} se elige adicionalmente para que sea suficientemente corta para permitir que el cable satisfaga el radio de curvatura mínimo especificado del cable sin deformar los pares y suficientemente larga para conseguir la velocidad de la canalización de cableado mayor posible y, por tanto, el coste de manufactura más bajo.

40

Debido a las restricciones mecánicas como se mencionó arriba, el límite L_{min} inferior del paso de cableado es preferiblemente de por lo menos 80 mm (L_{min0}).

Así, pues, la amplitud L_{ampli} de paso del cableado permitida se calcula tal como $L_{\text{ampli}} = L_{\text{ave}} - L_{\text{min}}$.

El límite L_{max} superior de paso del cableado se determina tal como: $L_{\text{max}} = L_{\text{min}} + L_{\text{ampli}}$.

45

Un cable eléctrico arrollado helicoidalmente según el presente invento se ha representado parcialmente en la figura 1.

50

Este cable comprende cuatro grupos P1, P2, P3 y P4 que están mutuamente arrollados de modo que formen una hélice 1 de grupos. Cada grupo P1, donde 1 queda en el intervalo de 1 a 4, comprende dos hilos FC11 y FC12 conductores mutuamente trenzados y, por ello, se hace referencia a ellos como "pares".

55

Para cada par P1, los hilos FC11 y FC12 conductores se han arrollado uno con otro helicoidalmente, pero, con un pendiente, L1, L2 las de la hélice 1 de grupos varía a lo largo del cable eléctrico arrollado helicoidalmente según una función sinusoidal entre dos valores límites, que tienen el mismo signo.

El cable eléctrico arrollado helicoidalmente puede incluir también capas exteriores (no mostradas), que protegen la hélice 1 de grupos.

No se ha representado en la figura 1 el periodo de modulación del paso de cableado, pero se ha ilustrado en la figura 2 con una vista esquemática de dicha hélice 1 de grupos.

5 La figura 2 representa la hélice 1 de grupos del cable eléctrico arrollado helicoidalmente según las especificaciones de la referencia 3 tal como se mencionó en la Tabla 1 y de la referencia 3b tal como se mencionó en la Tabla 2 (Cat 6 U/UTP).

10 El periodo MP de modulación del paso de cableado, que corresponde a un intervalo de frecuencias operativas de 4 a 250 MHz y $v_{max} = 0,68$, se elige por encima del límite UL superior de 25,5 m, tal como $MP = 26,0$ m.

15 Para un periodo de modulación de 26,0 m, los picos de pérdida de retorno para los cuatro pares tiene lugar en el intervalo de 3,7 a 3,9 MHz, que corresponde a $v_{min} = 0,64$ y $v_{max} = 0,68$, respectivamente, que está fuera del intervalo de frecuencias operativas de 4 a 250 MHz ($F_{min} - F_{max}$).

Según la norma TIA568, la frecuencia F_{min} operativa mínima puede ser de 1 MHz, en vez de 4 MHz, por ejemplo.

20 En cada periodo MP de modulación, la pendiente de la hélice de grupos varía a lo largo del cable eléctrico arrollado helicoidalmente de acuerdo con la función sinusoidal entre dos valores límites, que tienen el mismo signo tales como entre $L_{max} = 140$ mm y $L_{min} = 80$ mm, desde $L_{ave} = 110$ mm con una amplitud de 30 mm, como se muestra en la figura 2.

25 Por eso, los pasos L1, L2, L3, L4 y L5, como se ha representado en la figura 2, son respectivamente de 110mm, 140 mm, 110 mm, 80 mm y 110 mm.

Dichas variaciones entre los límites L_{min} y L_{max} previenen ventajosamente la aparición de picos PRÓXIMOS.

30 La figura 3 muestra un ejemplo de aparato para elaborar un cable semejante. El aparato 11 de manufactura comprende medios 6 bobinadores para arrollar dos grupos 18a, 18b alrededor de una canalización 9 central. La canalización 9 central está sometida a movimiento entre unas orugas 2 de entrada y unas orugas 3 de salida.

Cada grupo 18a, 18b comprende una pluralidad de hilos conductores trenzados conjuntamente, por ejemplo, hilos de cobre.

35 En este ejemplo, la bobinadora significa seis carretes 21a, 21b de arrastre. Cada carrete 21a, 21b sirve para realizar un suministro de uno de los grupos 18a, 18b. Medios rotativos de accionamiento (no mostrados) hacen que los carretes 21a, 21b roten alrededor de la canalización 9 central. Los dos grupos 18a, 18b son arrollados así para formar una hélice 20 de grupos.

40 El medio 6 bobinador comprende además un plato 5 de distribución que tiene dos orificios 23a, 23b periféricos y un orificio 24 central. Cada orificio 23a, 23b periférico recibe un grupo 21a, 21b respectivo. El orificio 24 central recibe la canalización 9 central. El medio bobinador puede comprender también una boquilla 4 a la salida del plato 5 de distribución.

45 A la salida de la boquilla 4, unos medios 3 de aplicación de aglutinante sirven para aplicar un aglutinante de modo que se fijen los grupos arrollados en posición.

50 Los grupos 18a, 18b se arrollan alrededor de la canalización 9 central a una velocidad de rotación que es sensiblemente constante, por ejemplo, 50 revoluciones por minuto (rpm). En contraste, la velocidad lineal de la canalización 9 central varía en el tiempo, por lo menos en los medios 6 de bobinado, de modo que la hélice 20 de grupos presente una pendiente, que varíe a lo largo del cable eléctrico arrollado helicoidalmente manufacturado de este modo.

55 La velocidad lineal de la canalización 9 central es sensiblemente constante en el tiempo aguas arriba del aparato 11 de manufactura, y también aguas abajo del aparato 11 de manufactura, por ejemplo, siendo igual a 0,1 metros por segundo (m/s). La velocidad lineal de la canalización 9 central varía al pasar por los medios 6 de bobinado.

60 A modo de ejemplo, si la velocidad (RS) de rotación de los carretes 21a, 21b es de 50 rpm y el paso L_{ave} medio de cableado es de 110 mm, entonces la velocidad aguas abajo y aguas arriba de la canalización 9 central es $(50 \times 0,110 / 60) = 0,092$ metros por segundo (m/s).

65 El aparato 11 de manufactura incluye medios para variar la pendiente de la hélice de grupos, comprendiendo dichos medios dos acumuladores 8a, 8b dispuestos respectivamente aguas arriba y aguas abajo de los medios 6 de bobinado. Cada acumulador 8a, 8b comprende un tambor 16, 17 móvil capaz de retener una longitud variable de la canalización 9 central. La velocidad lineal de la canalización 9 central varía siempre que varía la posición de uno u otro de los tambores 16, 17 móviles.

5 El aparato 11 de manufactura comprende también medios 10 de control para controlar la posición de cada uno de los tambores 16, 17 móviles. Los medios 10 de control están conectados a los acumuladores 8a, 8b. La posición de cada tambor 16, 17 móvil es función de la amplitud del voltaje de una correspondiente señal S1, S2 de control, siendo generadas las señales S1, S2 de control por los medios 10 de control.

Los medios 10 de control producen voltajes S1 y S2 de control de ondas sinusoidales en fase opuesta de modo que provoquen el necesario movimiento vertical contrario de los tambores 16, 17 acumuladores.

10 En otras palabras, la primera y la segunda señales S1 y S2 de control se generan de tal modo que sus valores sean opuestos en todo momento. Las posiciones de los primero y segundo tambores 16 y 17 móviles con respecto a una línea media a media altura en cada uno de los acumuladores 8a 8b son, por tanto, opuestas.

15 Por tanto, variando la pendiente de la hélice 20 de grupos en aplicación de una función sinusoidal, las señales S1, S2 de control varían de igual modo sinusoidalmente.

Cuando los tambores 16, 17 móviles se mueven, varía la velocidad lineal de la canalización 9 central a través de los medios 6 de bobinado.

20 Así, pues, la velocidad lineal de la canalización 9 central a través de los medios 6 de bobinado es, pues, asimismo sensiblemente igual a la velocidad lineal de la canalización central aguas arriba del aparato 11 de manufactura incrementada en un término de variación. El término de variación es sensiblemente proporcional a la primera derivada de la primera señal de control. El término de variación puede así ser instantáneamente positivo, negativo o cero en el tiempo.

25 Las señales S1, S2 de control permiten que la hélice 20 de grupos esté comprendida entre dos valores límites que tienen el mismo signo de acuerdo con una función sinusoidal, que tiene un periodo de modulación determinado. Por ejemplo, la velocidad lineal de la canalización 9 central puede variar durante el intervalo alrededor de 0,075 m/s a 0,12 m/s.

30 Con semejante velocidad lineal límite y con una velocidad de rotación de alrededor de 100 rpm, la pendiente de la hélice de los grupos varía a lo largo del intervalo de alrededor de 0,06 m (L_{min}) a alrededor de 0,15 m (L_{max}) con una L_{ave} de 0,115 m.

35 La tabla 3 de debajo da las velocidades lineales en la canalización 9 central, entre los acumuladores 8a y 8b para el cable que tiene el intervalo de paso de cableado mostrado en la figura 2 cuando se ha cableado con una velocidad de rotación de 50 o 100 rpm.

40 Tabla 3

Paso de cableado (metros)		Velocidad lineal (metros/segundo)	
		A velocidad de rotación de 50 rpm	A velocidad de rotación de 100 rpm
L_{max}	0,140	0,116	0,233
L_{ave}	0,110	0,092	0,183
L_{min}	0,080	0,067	0,133

45 En el ejemplo tabulado arriba con un paso medio de cableado de 0,110 m, el periodo MP de modulación de 26 m es generado por dicha función sinusoidal con un tiempo MT de modulación de 2,36 o 4,73 min en el caso de una velocidad de rotación de 100 o 50 rpm, respectivamente.

El tiempo MR de modulación, en minutos, que debe ser una entrada en los medios 10 de control, es igual a $MP/(L_{ave} \times RS)$, donde MP y L_{ave} están en metros, y RP (velocidad de rotación) en rpm.

50 El aparato 11 de manufactura puede incluir también medios 7 para medir la rigidez de la canalización 9 central. Los medios 7 de medición de rigidez están conectados a los medios 10 de control y hacen posible, así, que las señales de control se ajusten de modo que la velocidad lineal de la canalización central a la entrada de los medios 6 de bobinado sea sensiblemente igual que la velocidad lineal de la canalización central a la salida de los medios 6 de bobinado.

55

REIVINDICACIONES

5 1. Cable eléctrico arrollado helicoidalmente, que comprende por lo menos dos grupos (P1, P2) arrollados uno con otro de tal modo que formen una hélice (1) de grupos, comprendiendo cada grupo por lo menos dos hilos (FC11, FC12, FC21, FC22) conductores trenzados unos con otros, variando el paso (L1, L2, L3) de la hélice de grupos a lo largo del cable eléctrico arrollado helicoidalmente según una función sinusoidal entre dos valores límites que tienen el mismo signo, **caracterizado por que** dicha función sinusoidal tiene un determinado periodo (MP) de modulación con el fin de evitar un pico (RLp) de pérdida de retorno en el intervalo F_{\min} - F_{\max} de frecuencias operativas de dicho cable eléctrico arrollado helicoidalmente.

10 2. Cable eléctrico arrollado helicoidalmente según la reivindicación 1, **caracterizado por que** el periodo (MP) de modulación está por debajo de un límite LL inferior, en metros, de la fórmula siguiente:

$$15 \quad LL = v_{\min} \cdot 150/F_{\max} \quad (I)$$

en la que F_{\max} , en MHz, es la frecuencia operativa máxima del cable eléctrico arrollado helicoidalmente y v_{\min} es el menor factor de velocidad requerido para una determinada aplicación del cable a la máxima frecuencia F_{\max} operativa.

20 3. Cable eléctrico arrollado helicoidalmente según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado por que** el periodo (MP) de modulación está por encima de un límite UL superior, en metros, de la siguiente fórmula:

$$25 \quad UL = v_{\max} \cdot 150/F_{\min} \quad (II)$$

en la que F_{\min} , en MHz, es la frecuencia operativa máxima del cable eléctrico arrollado helicoidalmente y v_{\max} es el factor de velocidad más elevado requerido para una determinada aplicación del cable a la frecuencia F_{\min} operativa mínima.

30 4. Cable eléctrico arrollado helicoidalmente según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** dichos hilos conductores trenzados están directamente en contacto unos con otros.

5. Cable conductor arrollado helicoidalmente según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, **caracterizado por que** comprende por lo menos una hélice de grupos adicional.

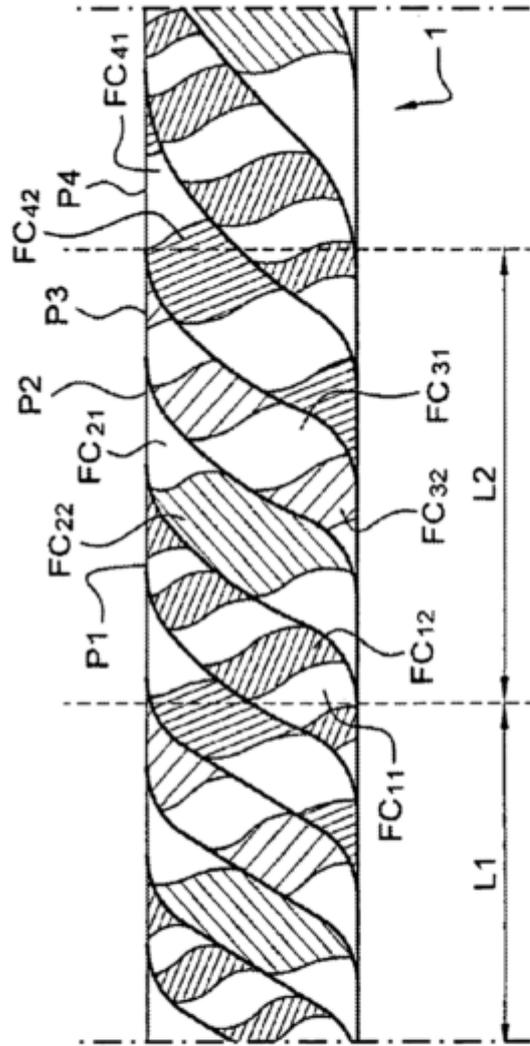


FIG.1

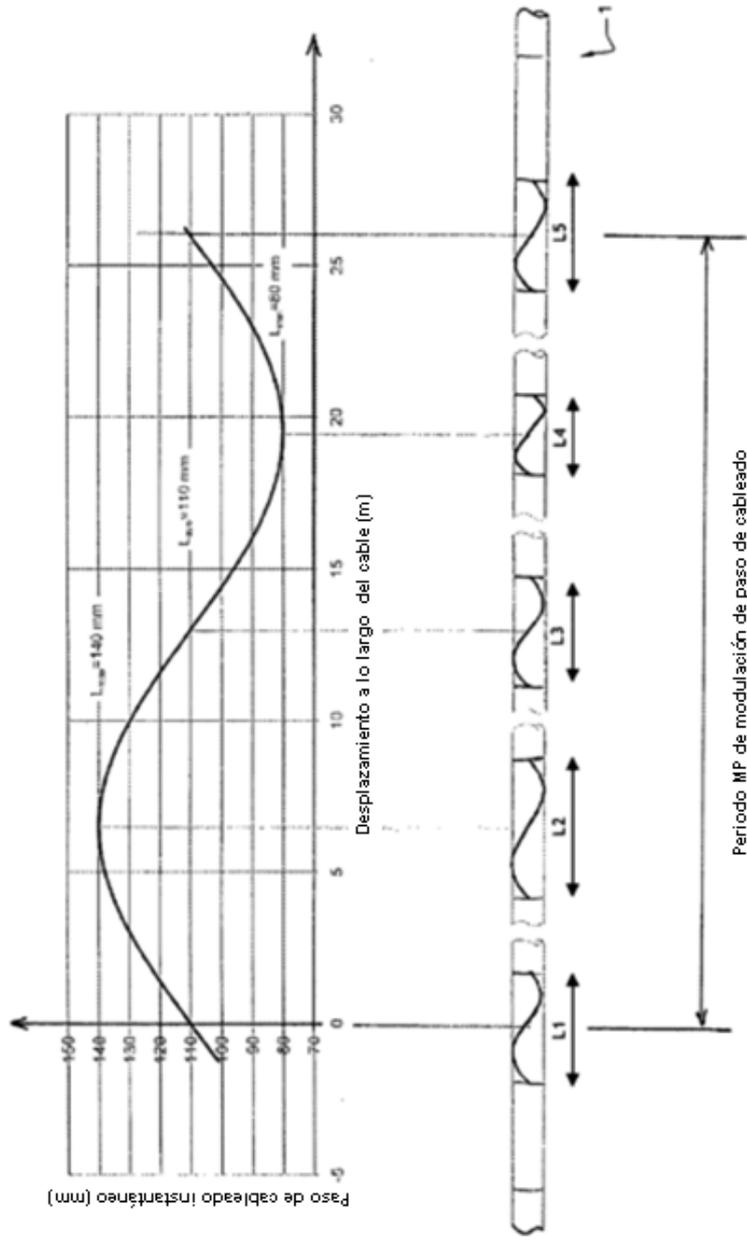


FIG.2

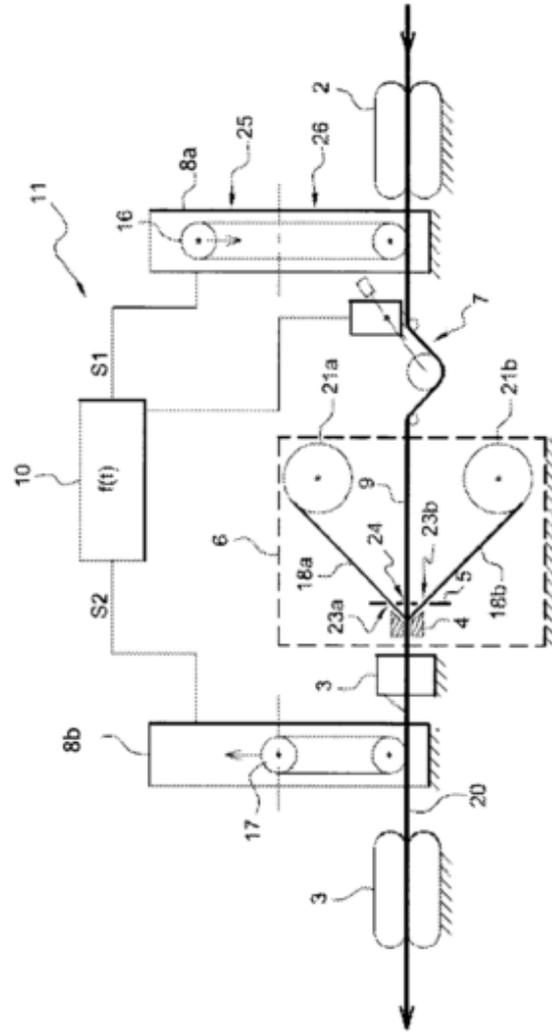


FIG.3