

emplean en esas líneas o sistemas, y comprende un método nuevo y mejorado, sin perjuicio de tratar también de los correspondientes medios, aun cuando se reivindicuen en una patente divisional, para evitar que se estropeen o sufran perjuicio los conductores, hilos o cables aéreos de esas líneas de transmisión, como consecuencia de las vibraciones que se establecen en ellos y que son producidas por la acción del viento o aire o por otras perturbaciones.

Cuando un hilo o un cable retorcido a modo de cordón, suspendido entre unos soportes esencialmente horizontales, se somete o queda expuesto a un viento o aire transversal, entra en vibración, y si la velocidad de ese aire, su dirección, y la uniformidad, son de unos valores apropiados, esas vibraciones resultarán regulares y aparecerá en todo el tramo un cierto número de puntos o nodos fijos o estacionarios, con unos anillos vibratorios entre ellos.

Esos anillos vibratorios ocurren en un plano vertical y tienen la forma de unas ondas de seno. Los expresados anillos del cuerpo principal del tramo no dañan o perjudican ni producen esfuerzos indebidos en el conductor. Sin embargo, en el punto de soporte del tramo, a veces dichos anillos dan lugar a efectos destructores.

En todos los casos que conoce la peticionaria, en que han ocurrido roturas de los hilos o cables de un conductor, la rotura se ha producido, en el punto de soporte o cerca de él, como consecuencia de un empalme mal hecho. Puesto que ningún daño ocurre en los anillos apartados del punto de



soporte, se deduce que la flexión del centro del anillo no es suficientemente rigurosa para ocasionar perjuicios, y asimismo se ha observado que no se produce flexión en los nodos del tramo. Sin embargo, como quiera que el soporte es necesariamente más rígido que un nodo del tramo, una flexión perjudicial ocurre a veces en ese punto.

Un objeto importa del invento que nos ocupa es el de proporcionar un medio en el punto de soporte, de tal clase que se evite la flexión perjudicial. Ha descubierto la peticionaria que si se evita que el radio de curvatura del hilo conductor en el punto de soporte sea más corto que el radio de curvatura en el centro de un anillo, se evitará dicha rotura, habiéndose a ese fin ideado el método objeto de la presente y los medios correspondientes reivindicados estos últimos en patente divisional.



Con arreglo al invento se propone establecer en la línea del cable o conductor, en un punto de soporte o contiguo a él, o bien en otros puntos críticos, un amortiguador o un medio atirantador, que conviene comprenda una capa de hilos cilíndricos, varillas u otros elementos por el estilo, teniendo cada uno de ellos la sección necesaria a fin de que la línea conductora, con su amortiguador superpuesto, tenga en ese punto de soporte un suficiente momento de inercia para resistir la flexión, o para producirla hasta una curvatura igual o menor que el radio de curvatura de los puntos centrales de los anillos de los tramos adyacentes.

Ese amortiguador de la vibración debe comprender unos hilos u otros elementos propios para enrollarse apretadamente en el conductor, de suerte

que no se deslice longitudinalmente con respecto al cable cuando éste queda con flexión. Los hilos u otros elementos que entran en la construcción del amortiguador o atirantador de las vibraciones conviene que vayan en disminución y se verá que yendo los hilos en disminución desde sus partes centrales hacia fuera, se logra una masa en disminución progresiva para la estructura del amortiguador. Con esa construcción se evita la reflexión súbita de las ondas al final de la estructura del amortiguador.



Otros objetos del susodicho invento son los de proporcionar un método de suspender los cables aéreos para evitar daños en ellos debido a las vibraciones que se establecen en esos cables; conseguir un medio de la clase expuesta, merced al cual las vibraciones que se establecen en la línea no se reflejan intensamente en los extremos del amortiguador; lograr una masa o estructura de amortiguamiento, nueva y mejorada, que tenga una parte central ampliada y unas partes finales en disminución; y establecer una estructura de la referida clase, obtenida de unos hilos individuales, u otros elementos análogos, de tal forma que se proporcione un amortiguador que tenga una parte central ampliada sin torcer, y unos extremos en disminución, torcidos, propios para aplicarse a la línea o cable conductor.

Constituye también un objeto importante del invento proporcionar una estructura de tal clase que con facilidad se pueda aplicar, en el campo, al conductor o línea de transmisión.

Asimismo otros objetos del precitado invento se indicarán o se deducirán de la descripción

que del mismo pasamos a hacer con ayuda de los adjun-
tos dibujos, en los que designan:

La figura 1, una vista diagramática
ilustrativa de dos anillos vibratorios adyacentes, tal
como ocurren en el tramo.

La figura 2, también una vista diagra-
mática que ilustra, en escala ampliada, la mitad de
un anillo en uno de los soportes del tramo.

La figura 3, una vista diagramática
fragmentaria que particularmente ilustra una línea,
conductor, o cable de transmisión de la clase que se
emplea, con una envuelta o medio amortiguador aplica-
do a él.



La figura 4, una elevación lateral en
la que aparece el invento aplicado a una cuerda o
hilo aislador, viéndose a un lado de la abrazadera los
hilos antes de ser torcidos, y en el otro lado de la
abrazadera esos hilos ya torcidos.

La figura 5, en escala ampliada, un tro-
zo del amortiguador y del soporte de la figura 4, con
la abrazadera incompleta.

La figura 6, una elevación ilustrati-
va de la estructura completa de un amortiguador apli-
cado a un aislador del tipo de clavo.

La figura 7, una elevación en detalle
que ilustra un hilo individual de la clase que se em-
plean en la construcción del amortiguador, y

La figura 8, una elevación por un ex-
tremo en la que se ve una forma de la abrazadera que
se emplea en la extremidad de la estructura del amor-
tiguador.

Se conoce, por observaciones hechas,

que cuando la velocidad del aire es mayor que la de treinta millas por hora, ningunos efectos vibratorios destructores ocurren en los conductores de las líneas de transmisión de los tamaños que en la práctica se suelen emplear. Al disminuir la velocidad del viento o aire, aumentan las longitudes del anillo y también aumenta generalmente la amplitud. Los peores estados o condiciones de flexión en el punto de soporte y, por lo tanto, los efectos más destructores, ocurren cuando la longitud del anillo es relativamente corta, en combinación con una amplitud relativamente grande. Bastantes datos se pueden utilizar para indicar las longitudes más cortas del anillo en combinación con el máximo de amplitud que puede ocurrir durante el servicio para cualquier determinado tamaño o material del conductor cuando se instala en un estado o condición conocida de longitud y tensión del tramo.



Es posible, por lo tanto, hacer unas apreciaciones o cálculos adecuados para el valor de L y A , y aplicar luego los métodos que describiremos, a fin de determinar el tipo conveniente del dispositivo amortiguador.

Refiriéndonos, en particular, a las vistas diagramáticas de las figuras 1 a 3 inclusive, las letras que aparecen en ellas y a que aludiremos en las ecuaciones matemáticas que se darán, tienen el siguiente significado.

L = Longitud del anillo con la longitud de media onda.

A = Amplitud de la vibración completa.

R = Radio de curvatura en el punto cen-

tral del anillo.

Q - Angulo con el eje en el punto nodal del anillo que vibra libremente.

F - Frecuencia de la vibración en ciclos por segundo.

V - Velocidad de la onda transversal en pies por segundo.

P - Tensión total en el conductor, en libras (conductor no vibratorio).

l - Longitud del arco del anillo.

W - Peso por pie de conductor en libras

g - Aceleración debida a la gravedad = 22.2 pies por segundo y por sección.

K - Momento que produce la flexión en el soporte.

I - Momento de inercia del cable y el amortiguador completos en el soporte.

I_a - Momento de inercia en el alma de acero del conductor.

I_{al} - Momento de inercia de la parte de aluminio del conductor.

I_d - Momento de inercia del amortiguador o envuelta en el soporte.

M - Módulo virtual de elasticidad del conductor completo y la envuelta o amortiguador.

M_a - Módulo de elasticidad del acero.

M_{al} - Módulo de elasticidad del aluminio.

M_d - Módulo de elasticidad de la materia del amortiguador.

a - Desviador de una simple parte de la masa que tiene un brazo de palanca -h-.

Se puede indicar, mediante cálculo,



que la longitud del arco de una onda de seno con relación a la línea recta entre los nodos, es la siguiente:

$$l = L \left(1 \mp \frac{1}{4} \text{tang.}^2 Q - \frac{3}{64} \text{tang.}^4 Q \mp \frac{5}{256} \text{tang.}^6 Q \right).$$

La longitud -l- para pequeños valores de Q es tan casi igual a L que la tensión del cable se puede suponer constante e igual a P. Para todas las condiciones o estados vibratorios en todos los cables de transmisión eléctrica que se han registrado. Q es menor que aproximadamente 1/2 grado.

La siguiente expresión se ha aceptado generalmente como buena en esas condiciones:

$$V = \sqrt{\frac{PG}{W}} = 2 LF.$$

He aquí la ecuación de la curva de la figura 1:

$$y = \frac{A}{2} \text{sen.} = \frac{A}{2} \text{sen.} \frac{\pi x}{L}$$

La siguiente expresión se obtiene por cálculo diferencial.

$$\begin{aligned} \text{tang. } Q &= \frac{dy}{dx} = \frac{\pi A}{2L} \cos. \frac{\pi x}{L} \\ &= \frac{\pi A}{2L} \text{ en su origen cuando } x = 0. \end{aligned}$$

El valor de R se obtiene por cálculo, como sigue:

$$\begin{aligned} R &= \frac{\left[1 \mp \left(\frac{dy}{dx} \right)^2 \right] \frac{3}{2} - \left[1 \mp \left(\frac{\pi A}{2L} \cos. \frac{\pi x}{L} \right)^2 \right] \frac{3}{2}}{\frac{d^2 y}{dx^2} - \frac{\pi^2 A}{2L^2} \left(- \text{sen.} \frac{\pi x}{L} \right)} \\ &= \frac{2L^2}{\pi^2 A} = \left(\frac{L}{\text{tang. } Q} \right) \left(\frac{L}{\pi} \right) \text{ cuando } x = \frac{L}{2} \end{aligned}$$

Cuando el anillo vibra libremente en el



tramo, apartado de un soporte, ninguna flexión ocurre en (O) y el ángulo (Q) se produce por el movimiento equilibrado de los anillos inmediatos. Si un soporte ocurre en (O), el ángulo (Q) viene a ser cero a la izquierda de (O) y el conductor a la derecha de (O) se comba en curva alternativamente cóncavo hacia arriba y hacia abajo. Aun cuando el ángulo (Q) es pequeño la flexión, produce muy considerables esfuerzos de la fibra, que agregados a la tensión directa en el cable, da lugar a roturas.

En la figura 2 aparece un círculo de radio (R) tangente al eje de (X) en el origen (O). En un punto (B) se traza una tangente a ese círculo en paralelismo con (OC). Esa tangente forma un ángulo (Q) con el eje de (X). El arco (OB) subtende un ángulo en el centro igual a (Q), y el ángulo (BOE) es igual a $\frac{Q}{2}$.

La longitud (OB) del arco se obtiene como sigue:

$$\text{El arco (OB)} = \frac{Q}{360} 2\pi R.$$

La cuerda (OB) = arco (OB), muy aproximadamente, puesto que Q es pequeño.

$$y' = OB \text{ sen. } \frac{Q}{2}.$$

Puesto que (Q) es pequeño, (X') puede ser igual a (OB), y substituyéndose ese valor de (X) en la ecuación (2):

$$y'^2 = \frac{A}{2} \text{ sen } \frac{\pi X^2}{L}$$

Cuando el anillo vibra libremente, la tensión del hilo no produce ninguna flexión en (O). Si la flexión ocurre en (O), la resultante de la tensión en el cable no pasa por G y el momento de la flexión es el producto de la tensión y el desviamiento de la curva.

En las condiciones indicadas en la fi-



gura 2, el momento de la flexión en (0) se representa como sigue:

$$K = P \cdot BC = P (Y'' - Y'), \text{ muy aproximadamente.}$$

Para satisfacer esas condiciones hay que obtener la siguiente relación,

$$IM = RK.$$

A fin de satisfacer esa condición tiene que ser generalmente (I) mayor que el valor correspondiente al hilo mismo. Ese valor se puede obtener mediante un amortiguador o envoltura reforzada, y las proporciones se pueden determinar por la expresión siguiente:

$$RK - IM = I_s M_s + I_a M_a + I_d M_d.$$

Esas relaciones aparecen en la figura 3, debiéndose tener en cuenta que las deflexiones -a- para las diversas partes del conductor y del amortiguador son iguales para el mismo brazo de palanca -h-.

El cable, como lo ilustra la figura 3 se compone de un alma de acero y una envuelta de aluminio. Debe tenerse en cuenta, sin embargo, que ese cable puede consistir por completo en un solo metal o material, o en una combinación de materias. Asimismo el amortiguador o envoltura puede consistir en cualquier materia conveniente.

Con referencia a las figuras 4 a 8 inclusive, 5 designa un trozo de un conductor propio para emplearse en las líneas de transmisión de energía eléctrica. La determinada construcción preferida de ese conductor es la que ilustra la figura 5 y que ya se ha descrito. 5 representa en general el amortiguador de la vibración. Como se ilustra, el dispositivo o estructura del amortiguador comprende una



diversidad de hilos, varillas, u otros elementos cilíndricos 7 por el estilo, siendo cada uno de ellos de una forma en disminución, o común a parte central 8 por igual o sin disminuir, del área seccional transversal que se pretenda y con unas partes finales 9 que gradualmente van en disminución. Esos elementos 7, en número y diámetro suficiente, se superponen en el conductor o cable, en su punto de soporte contiguo a él, para rodearlo por completo, disponiéndose esos elementos en derredor del cable o conductor, en paralelismo con su eje. Un dispositivo de sostén o abrazadera 10, de cualquier tipo preferido, se le aplica a la parte central de los elementos y se pone en contacto con ellos. Como se ilustra, el sujetador mencionado es uno dividido, con sus partes mantenidas entre sí merced a unos miembros 11 y unas tuercas 12, y tiene una prolongación abierta 13 merced a la cual se soporta por el intermedio de un cordón aislador 14, el cual se suspende a su vez y se soporta gracias a un brazo 15 de una torre de transmisión, que no se ilustra.

Esas partes de los elementos 7 deben ir situadas dentro del dispositivo sujetador 10, y a corta distancia de uno u otro extremo del referido sujetador se disponen en paralelismo con el eje del conductor y sin tercer. Dicho de otro modo, para proporcionar un método sencillo y práctico de lograr el necesario efecto atirantador o de tensión, se le aplica al conductor una capa de esos elementos 7, teniendo cada uno de ellos una sección transversal tan grande como sea necesaria, a fin de que todo el cable, con su capa de elementos 7 en ese punto, tenga un suficiente



momento de inercia, y para producir una curvatura en el punto de soporte que no sea más perjudicial que en los puntos centrales de los anillos de los tramos adyacentes.

El momento de inercia de un haz de hilos es igual a la suma de los momentos de los hilos individuales en derredor de sus respectivos ejes neutrales. Si los hilos se encuentran todos sometidos a tensión, el momento de inercia del haz se puede tomar como la suma de los momentos de los hilos individualmente en el eje neutral del haz citado.



En un conductor, los hilos se disponen generalmente formando espiral, lo que tiende a hacer que se igualen los esfuerzos debidos a la flexión. Por otra parte, la fricción entre los hilos contrarresta esa tendencia en gran proporción, y en el soporte, donde el peso del tramo, más la presión de los pernos de sujeción, hacen que aumente la fricción, hay que suponer que el conductor se comporta a modo de un miembro solo.

Si el amortiguador se puede adherir estrechamente al conductor sin someterse a deslizamiento longitudinal, dará un máximo de resistencia a la flexión.

Esa acción sujetadora o retenedora de los elementos 7 en el conductor se puede efectuar torciendo esos hilos o elementos 7, y particularmente sus partes en disminución 9. En la práctica se recurre a una herramienta adecuada para la torsión de las partes en disminución de los elementos 7.

Merced al método de aplicar los elementos 7 de la manera expuesta, se comprenderá que se pro-

ducirá un amortiguador de la vibración con una masa aumentada en su centro y con unas extremidades retorcidas y en disminución. Puesto que el diámetro de esos elementos disminuye hacia los extremos, aumenta el ángulo que forman las partes retorcidas con el eje del cable. Así se logra un momento en disminución de inercia y de masa, en cada sección transversal sucesiva del conductor. El efecto del amortiguador no solamente es el de aumentar el radio de la curvatura o flexión en el soporte, sino reducir también la amplitud, la frecuencia, y la longitud de la línea, a fin de que se reduzca más el esfuerzo de la fibra debido a la flexión.



Debe tenerse en cuenta que la longitud necesaria de la envuelta o amortiguador en cada lado del soporte se indica por X' , puesto que para cualquier distancia más apartada del soporte que X' es suficiente el momento de inercia del cable mismo para evitar una flexión indebida.

Después de aplicados los elementos 7 al conductor, de la manera descrita, unas abrazaderas convenientes 7-a - se le pueden aplicar a los extremos del amortiguador, y las extremidades de los elementos o hilos 7 se pueden curvar por encima como particularmente lo indica la figura 6.

En la forma que ilustra esa figura 6 se ve una aplicación del invento a un aislador del tipo de clavo, constituido por una diversidad de aisladores 16 montados en un eje o clavo de soporte 17 que se dirige hacia arriba partiendo de un brazo transversal u otro elemento estructural 18 de una torre. En esa

última forma del invento se conserva la misma idea de ser la estructura del amortiguador mayor por el centro y disminuir gradualmente hacia sus extremos, y asimismo la característica de ir los elementos 7, por sus partes centrales, en paralelismo con el eje del cable o conductor y sin torcer, en tanto que las puntas o extremidades se tuercen en derredor del conductor, como en la otra forma. En esa forma de la figura 6, 19 designa un medio de sujetar el cable, en su punto de soporte, al aislador del tipo de clavo.

Hay que tener en cuenta que en ambas formas del invento, el amortiguador o envuelta se puede aplicar fácilmente en el campo con un mínimum de trabajo y tiempo.



-o - N O T A -o-

Los puntos de invención propia y nueva que se presentan para que sean objeto de esta Patente de VEINTE años, son los siguientes:

1º. - Un método de amortiguar las vibraciones en un conductor suspendido, que comprende el aplicar a ese conductor, en su punto de soporte, un medio que tiene tales características de inercia que la flexión del conductor en ese punto de soporte se limita a una curvatura cuyo radio es esencialmente igual a o mayor que el radio de curvatura del expresado con-

ductor en los puntos centrales de los anillos en los tramos del expresado conductor suspendido.

2°. - Un método de amortiguar las vibraciones, como el reivindicado en el punto anterior, en el que los elementos sucesivos del citado medio amortiguador se forman de tal suerte que tiene unos momentos de inercia que disminuye de una sección del citado medio, contiguo al soporte, en dirección hacia fuera de esa sección.

3°. - Un método de amortiguar las vibraciones en un conductor suspendido, como el reivindicado en los puntos 1°. o 2°, que comprende el formar el medio amortiguador a modo de un miembro continuo que se dirige hacia fuera de un punto de soporte de ese conductor, y de tal suerte formado que el momento de inercia de los elementos sucesivos disminuye hacia fuera del expresado punto de soporte.

4°. - Un método de amortiguar las vibraciones en un conductor suspendido, como el reivindicado en cualquiera de los puntos precedentes, que comprende el formar el miembro amortiguador de una diversidad de elementos separados, y el colocar esos elementos, en el conductor, guardando una relación reunida.

5°. - Un método de amortiguar las vibraciones en un conductor suspendido, como el reivindicado en el punto 4°, en el que los elementos del miembro amortiguador se disponen diferentemente en diferentes puntos del mismo medio amortiguador.

6°. - Un método de amortiguar las vibraciones en un conductor suspendido, como el reivindicado en cualquiera de los puntos precedentes, en el que los medios amortiguadores se producen en el mismo sitio



de empleo, merced a una diversidad de elementos separados debidamente y de forma longitudinal, que se sujetan al conductor en un punto de soporte y que se tuercen en derredor dedicho conductor, hasta fuera del mencionado punto y se sujetan firmemente al conductor.

7º - Un método de amortiguar las vibraciones en los conductores suspendidos, esencialmente como el descrito.

Tal y como se la descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y con los fines que se han especificado.

Esta Memoria consta de diez y seis hojas escritas por una sola cara.

Madrid, 6 de julio de 1928.

P. A.

Alberto de Elizaburt
Por Poder



Fig. 1.

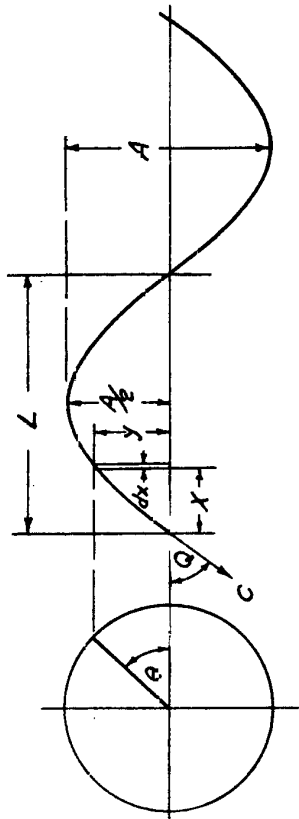


Fig. 4.

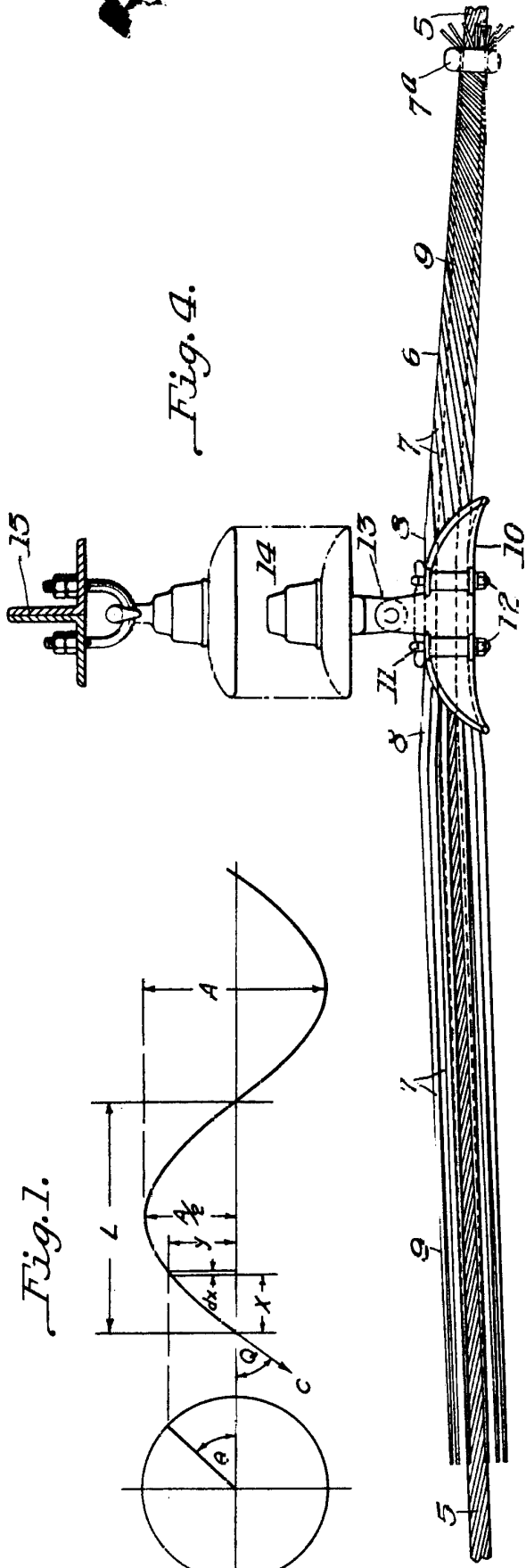


Fig. 2.

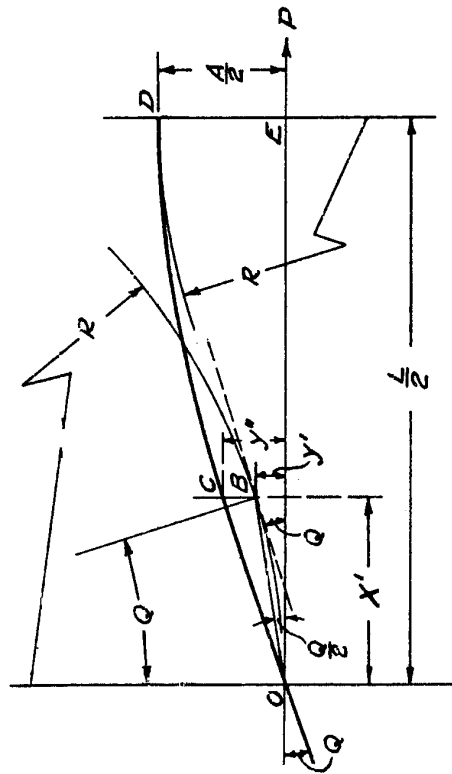
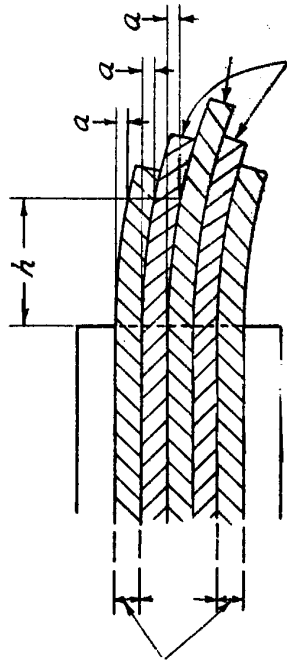


Fig. 3.



P.A.

Handwritten signature or name



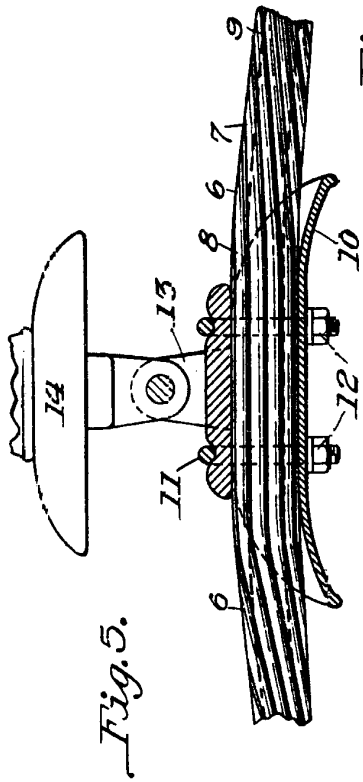


Fig. 5.

Fig. 8.

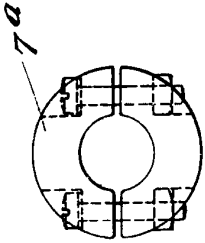


Fig. 7.

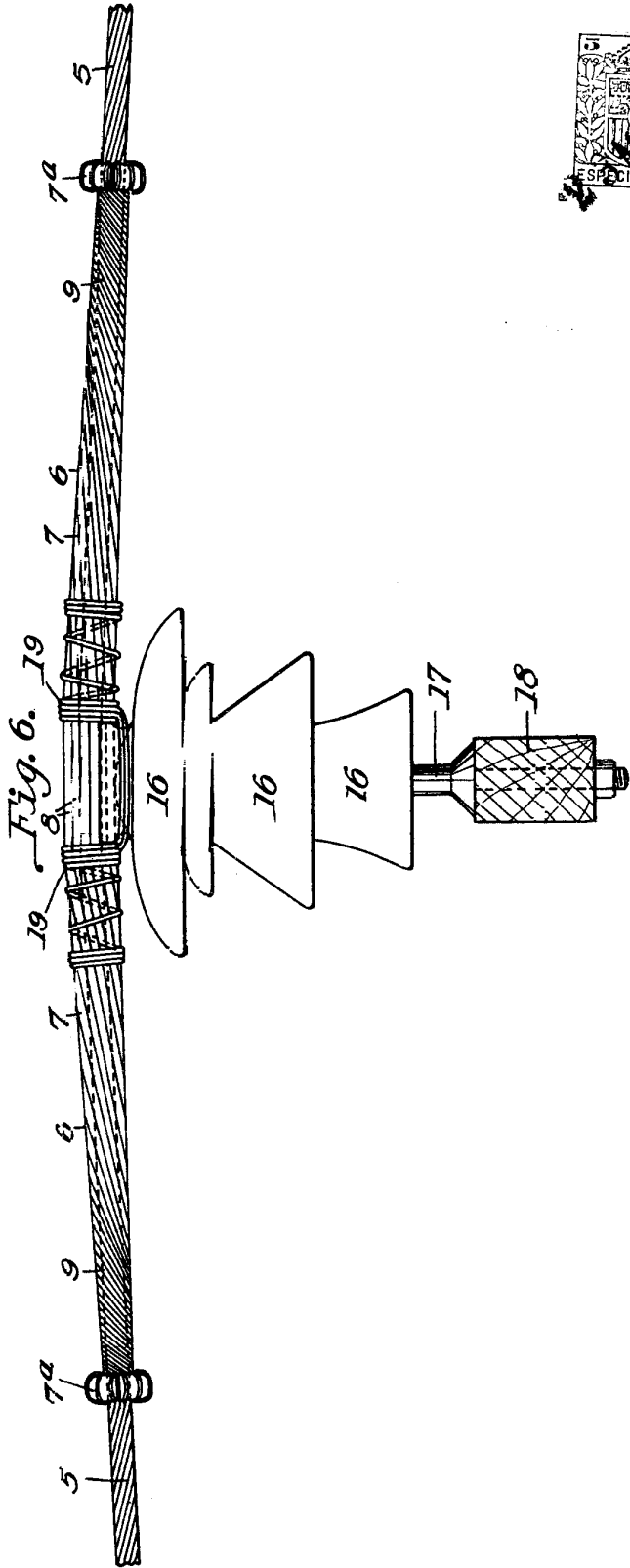
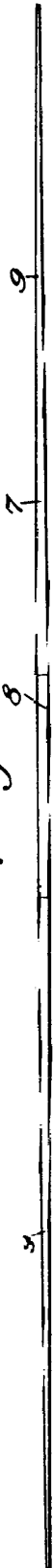


Fig. 6.

P.A.

