

1529 JG/AC  
Caso C.W.Hirsch-  
J.N. Johnsen  
10/11-6/7

385341

SECCION TECNICA
CLASIFICACION I.P.C.
CLASE <u>H01</u>
SUBCLASE <u>B</u>



Memoria descriptiva

385341

para solicitar PATENTE DE INVENCION por 20 años

a nombre de INTERNATIONAL STANDARD ELECTRIC CORPORATION

entidad / ~~de nacionalidad~~ norteamericana

con domicilio en 320, Park Avenue, Nueva York, N.Y.,  
Estados Unidos de América

por: "MEJORAS EN LOS CABLES DE FUERZA"  
(Clase Internacional H01b)

385341

25



5 El presente invento se refiere a los ca  
bles de fuerza que se prefabrican para ser instalados  
a lo largo de un determinado tendido de cable y, parti-  
cularmente, al mantenimiento, a lo largo del mismo, de  
unas propiedades relativamente constantes.

10 La capacidad para el transporte de co-  
rriente de un cable de fuerza viene determinada por unos\*  
factores tales como las propiedades del conductor, las  
del aislamiento y las de cuanto rodea al mismo. De estos  
factores, los más criticos son las propiedades del ais-  
lamiento y, en particular, la posibilidad que tiene a  
resistir el calor. En la mayoría de los casos, el aisla-  
miento del cable perderá sus iniciales propiedades aislan-  
tes si se le somete durante un cierto tiempo a un calen-  
tamiento excesivo. La forma en que el calor afecta al  
15 aislamiento viene determinada por la resistencia del con  
ductor y por las propiedades de disipación del calor del  
aislamiento del cable y de cuanto le rodea. Un determi-  
nado cable, instalado en un lugar determinado, no debe-  
rá, por tanto, ser sobrecargado al extremo de que se de  
20 teriore su aislamiento. Para cubrirse de ésto es prácti-  
ca totalmente común la del empleo de cables sobredimen-  
sionados.

25 El cálculo de los cables de fuerza se  
hace generalmente de forma que las pérdidas de potencia,  
ésto es, las pérdidas en el conductor, las pérdidas di-  
eléctricas en el aislamiento, las pérdidas en la cubier-  
ta, etc., se mantengan constantes a lo largo del cable  
para una corriente constante y una tensión constante.  
30 Sin embargo, existen dos factores por los que se puede



tener una temperatura más alta que lo que se desea si no se toman medidas para la compensación de estas pérdidas. En primer lugar, las propiedades de disipación del calor del ambiente próximo pueden variar considerablemente a lo largo del tendido del cable, causando un aumento en la temperatura del cable en aquellos lugares en los que las propiedades de disipación del calor son malas. En segundo lugar, la temperatura del conductor puede aumentar en los sitios tales como los empalmes en que se unen dos tramos de cable. A continuación se consideran con detalle los problemas causados por estos dos factores.

La resistividad térmica de lo que rodea al cable dependerá de si éste está tendido sobre un lecho de arena, de arcilla, de tierra húmeda, etc., o bien si va por agua, introducido en un tubo, etc. Tan diversas condiciones se tienen en cuenta en el diseño de las instalaciones de cables, permitiendo una mayor carga en aquellos cables que tengan unas mayores posibilidades de disipación del calor que en aquellos que únicamente las poseen en limitado grado. No obstante, es frecuente que la resistividad térmica del medio ambiente próximo al cable varíe a lo largo del tendido del mismo; cuando en estos casos se emplee un cable que sea a lo largo de todo su recorrido de un mismo tipo, con las mismas dimensiones (especialmente la misma sección de conductor) y el mismo material, la temperatura del conductor sufrirá variación a lo largo del cable. Como la temperatura máxima del conductor no debe sobrepasar un cierto límite, el cual depende del tipo del cable, de la tensión de ser

385341



vicio, etc., estas condiciones habrán de ser tenidas en cuenta en el dimensionado del cable.

5 La zona del tendido en que se den las peores condiciones de disipación del calor deberá constituir, por tanto, el factor crítico que determine las dimensiones del cable. Como resultado de ello, las partes de cable que queden en zonas en las que haya unas mejores propiedades de disipación del calor tendrán el conductor a una temperatura inferior a lo establecido, ya que estas zonas no se encontrarán sometidas a toda su capacidad de transporte de corriente. El sobredimensionado es generalmente muy caro, lo cual se da especialmente en el caso de los largos cables submarinos en los que la mayor parte del cable está expuesta a unas condiciones térmicas muy favorables (especialmente la parte del cable tendida en el agua mientras que existe una pequeña parte en cada extremo del cable, tendida sobre la tierra, con unas condiciones relativamente malas y constituyendo, por tanto, el factor crítico en el dimensionado de la totalidad del cable.

10

15

20

Para evitar la mala utilización debida a las distintas propiedades de disipación del calor a lo largo del tendido del cable se ha sugerido que se altere la sección de conductor empalmando trozos de cable con diferentes secciones, por medio de juntas de empalme especiales. Este procedimiento es, por lo general, laborioso y costoso, y más particularmente en el caso de los cables con relleno de aceite. Además de ello, dichas juntas de empalme especiales son normalmente poco recomendables, especialmente para su empleo con cables

25

30



submarinos. Si a pesar de ello se dispone una junta de  
diseño y ejecución cuidadosos, la rigidez dieléctrica  
del cable en la junta y en sus proximidades será, en mu-  
chos casos, algo inferior a la que tiene el aislamiento  
5 del resto del cable. Además, debido a la pared suplemen-  
taria de aislamiento que se requiere en la junta, el con-  
ductor puede tener en el centro de la misma una tempera-  
tura más alta que en el resto del cable.

Para obtener la instalación mejor posi-  
10 ble de cable éste debe ser diseñado de forma que la tem-  
peratura de trabajo correspondiente al aislamiento esté,  
en todo el cable, justamente por debajo de la temperatu-  
ra máxima permisible. En las juntas de empalme puede, no  
obstante, ser conveniente especificar una temperatura un  
15 poco más baja.

Los conductores de los cables aislados  
se hacían generalmente en el pasado de cobre, dada la  
alta conductividad de corriente eléctrica y las peque-  
ñas pérdidas de potencia inherentes a este material. Sin  
20 embargo, en épocas más recientes, su alto coste ha lle-  
vado al uso del aluminio, menos caro, a pesar de que la  
conductividad de éste último es de solamente un 60% por  
término medio de la del cobre. Sin embargo, el cambio  
del cobre al aluminio, para cierta clase de aplicacio-  
25 nes como es la de los cables de altas tensiones, ha si-  
do lento; ello se ha debido a algunas desventajas que  
presenta el aluminio en comparación con el cobre tales  
como su mayor coeficiente de expansión térmica y la ma-  
yor complicación del proceso de unión de los conducto-  
30 res.

385341

25



5                    Para los cables que se introducen directamente bajo tierra esta desventaja carece de importancia, ya que los cables enterrados quedan sujetos de forma que el calentamiento del cable nunca da lugar a un movimiento longitudinal ni transversal del mismo.

10                   También en el caso de los cables submarinos es de poca importancia el problema, puesto que la parte del cable que queda sumergida se calentará normalmente muy poco por la eficiente refrigeración que proporciona el agua y los extremos van, por lo general, directamente enterrados.

15                   Para los cables que van instalados en conductos las condiciones son totalmente diferentes puesto que el cable tiene en ellos libertad para moverse longitudinalmente en sus calentamientos y enfriamientos. Para que se pueda producir la dilatación es generalmente necesario disponer, en cada punto en que se hace la unión, unos fosos subterráneos que permitan que el cable se doble, a cada lado del empalme, en forma de "U".  
20                   Esto ha sido práctica corriente durante muchos años para los cables con conductores de cobre y se han arbitrado métodos para empalmar los dos conductores de cobre de tal manera que con ellos se ha podido experimentar una buena resistencia al doblado y la tracción repetidos. El método de empalme de los dos conductores de cobre consiste normalmente en colocar un manguito de cobre sobre los conductores y comprimir el mismo con una prensa hidráulica, dando este manguito el apoyo necesario para ayudar al cable a soportar el doblado repetido.

30                   Los métodos de empalme que se han men-



5 cionado han demostrado ser menos eficaces para el caso  
de los conductores de aluminio, dada la menor resisten-  
cia a la tracción del manguito de aluminio junto con el  
mayor coeficiente de expansión térmica, a que antes nos  
hemos referido, que corresponde al aluminio. Los empal-  
mes de los conductores de aluminio de los cables de al-  
ta tensión se hacen, por tanto, por soldadura fuerte o  
floja, procedimiento que, si bien ha mostrado ser total-  
mente satisfactorio para los cables que van directamen-  
te enterrados, por las razones que ya se han dado, el  
reblandecimiento producido en el aluminio con la solda-  
dura puede hacer este procedimiento menos adecuado cuan-  
do se trate de cables instalados en conductos. Con con-  
ductores formados por cables compuestos de hilos de alu-  
minio de dureza a partir del grado semiduro o tres cuar-  
tos de duro este reblandecimiento en la zona de la jun-  
ta dará lugar a un punto débil cuando se someta el cable  
a los ciclos de doblado de que hemos hablado.

20 Es un objeto del presente invento la ob-  
tención de un cable más eficiente debido a que no se le  
dê al mismo el sobredimensionado que es consecuencia de  
los métodos de dimensionado usuales y evitando los im-  
procedentes empalmes extra. El problema del sobredimen-  
sionado puede ser resuelto con el cambio de la resisten-  
cia eléctrica del conductor del cable de acuerdo con la  
resistividad térmica a lo largo de su tendido. La resis-  
tividad térmica o propiedades de disipación térmica de-  
berán ser medidas a lo largo del tendido del cable, o  
bien estimadas en una previa planificación, para decidir  
30 el valor de resistencia del conductor que deberá ser to-

385341

25



mado para las distintas partes del recorrido con objeto de conseguir la utilización óptima de capacidad de transporte de corriente en toda la longitud del cable.

5 Otro objeto del presente invento es obtener un cable que comprenda un conductor hecho todo o en parte de aluminio, calculando unas longitudes de cable tales que la temperatura de los empalmes de los sucesivos tramos de cable con dicha longitud se mantenga todo lo baja que sea posible. Ello se logra, de acuerdo  
10 con el presente invento, con unos cambios graduales de aluminio a cobre en la sección de conductor, en el final de cada uno de los tramos.

De acuerdo con el presente invento, el conductor del cable se calcula de forma que la resistencia eléctrica por unidad de longitud del conductor, en  
15 un punto cualquiera a lo largo del tendido del cable, - sea la que se elija de acuerdo con la temperatura que se desee tener en el conductor en ese punto concreto. El - cambio que se requiere que haya en la resistencia eléctrica del conductor se obtiene pasando parcial o total-  
20 mente de un material conductor a otro y viceversa, en la dirección longitudinal del conductor. Los materiales conductores son con preferencia el aluminio y el cobre y el cambio en la resistencia eléctrica del conductor se obtiene manteniendo las dimensiones geométricas de dicho  
25 conductor.

Con el diseño de un cable de fuerza de acuerdo con el presente invento se mantendrá la temperatura del conductor dentro del empalme mucho más baja que  
30 de cualquier otra forma. Ello vuelve a significar una



temperatura de trabajo del aislamiento de la junta y de las proximidades de la misma, inferior a la que tiene el aislamiento del resto del cable. En la mayoría de los casos ello dará como resultado unas pérdidas dieléctricas inferiores, con la ventaja adicional de que se reduce grandemente el problema de la unión de dos trozos de cable, ya que es más fácil unir dos conductores de cobre que dos de aluminio.

Es una característica del invento que en un tendido de cable en el que haya variación de la resistividad térmica de lo que rodea al cable, se cambie la resistencia eléctrica del conductor de acuerdo con el cambio en la resistividad térmica de lo que rodea al cable, mediante el cambio del material del conductor, de modo que las dimensiones geométricas del cable sean mantenidas constantes a lo largo del tendido.

Con el diseño de un cable de fuerza de acuerdo con el presente invento se obtiene una óptima utilización de la capacidad de transporte de corriente de todas las partes del cable, sin que se usen tramos con diferentes dimensiones ni juntas de empalme especiales entre dichos tramos.

El presente invento evita los inconvenientes del uso del aluminio como material conductor que se han mencionado, manteniéndose las economías que son posibles con el uso de este material en lugar del cobre. En este caso de cables que van instalados en el interior de tubos solamente un porcentaje pequeño de la longitud del cable necesita tener como material el cobre.

Las características y objetos del pre-

385341



sente invento que se han mencionado, y otras más, aparecerán claramente en la descripción que sigue de unas realizaciones del invento, de acuerdo con el dibujo que se acompaña, y en el que:

5 Las figuras la, lb y lc muestran unos cortes de un conductor en el que los materiales conductores de las distintas capas pasan gradualmente de aluminio a cobre;

10 La figura 2 es un corte longitudinal de un conductor a lo largo de su eje, viéndose las secciones transversales que aparecen en las figuras la, lb y lc, y

15 La figura 3 muestra seis hilos conductores de una capa, con el cambio en una cierta longitud, del material conductor de los hilos.

20 En las figuras la, lb y lc se muestra un conductor de un cable de fuerza formado de un núcleo tubular 1 y dos capas 2 y 3 de diversos hilos perfilados. En la figura la el núcleo tubular 1 y la capa perfilada interior 2 son de aluminio, mientras que la capa exterior 3 es de cobre. En la figura lb el material conductor de la capa interior 2 ha sido cambiado a cobre y en la figura lc también el núcleo tubular 1 se ha hecho de cobre. Las secciones transversales que se muestran en estas tres figuras representan unos conductores de 25 un cable de fuerza en los que el material ha sido elegido de acuerdo con una temperatura del conductor que es la que se desea.

30 El cambio de material conductor se obtiene de preferencia diseñando conductores que longitu-



dinalmente estén constituidos por hilos de por lo menos dos materiales conductores diferentes.

5 Para los cables grandes el conductor se diseña, generalmente, constituido por varios hilos, manteniéndose la sección transversal geométrica y la forma de estos hilos a lo largo del tendido del cable.

10 Cuando el conductor está constituido por varios hilos los cambios que se desean introducir en la resistencia del conductor se obtienen cambiando el material conductor de por lo menos uno de los hilos. El cambio de un material conductor a otro se obtiene em-  
15 palmando por soldadura, compresión u otro proceso similar, hilos de diferentes materiales conductores, antes de llevar el hilo o conductor a su sección y forma definitiva. Esto tiene como una de sus ventajas que la unión es automáticamente probada durante el proceso posterior de elaboración del cable; por ejemplo, durante el estirado del mismo.

20 De forma alternativa, se puede hacer el empalme anticipadamente de un trozo pequeño de uno de los dos metales con otro trozo pequeño del otro metal en condiciones de laboratorio, si ello es necesario, - con lo que durante las operaciones de formado del cable solamente quede por hacer la soldadura de metales similares.

25 Otra variación del invento es la de que en cualquier sección transversal del cable que comprenda tanto hilos de aluminio como hilos de cobre, los hilos de aluminio se disponen constituyendo el núcleo y  
30 las capas interiores mientras que los hilos de cobre se

385341



disponen en las otras capas.

5 En la figura 2 se muestra en corte un conductor similar al que se muestra en las figuras la a  
1c, correspondiéndose las líneas A-A, B-B y C-C a los  
cortes de las figuras la, lb y lc, respectivamente. A  
la izquierda todo el conductor es de aluminio mientras  
que a la derecha toda su sección ha sido cambiada a co-  
bre. En esta figura se ve que el material conductor no  
se cambia bruscamente en toda la sección transversal.  
10 Las capas 4, 5 y 7 indican respectivamente las partes  
de aluminio de la capa exterior, de la capa interior -  
perfilada y del núcleo tubular y las capas 6, 8 y 9 in-  
dican las partes que son de cobre.

15 Cuando el conductor está formado por dos  
o más hilos, cada uno de ellos con un empalme de dos me-  
tales diferentes, es preferible espaciar uniformemente,  
en una cierta longitud del conductor, los empalmes de  
los dos metales, evitando con ello los cambios bruscos  
de las propiedades eléctricas y mecánicas de dicho con-  
ductor. Es preferible que la distancia entre cada uno  
20 de los empalmes sea de, por lo menos 10 cm.

25 En la figura 3 se muestran seis de los  
hilos perfilados de un cable de hilos múltiples repre-  
sentando seis de los dieciocho hilos perfilados de la  
capa exterior del conductor, similar a la que se mues-  
tra en las figuras la, lb y lc y en la figura 2. Se con-  
sidera ventajoso que el cambio de un material a otro se  
haga en una cierta longitud y la figura 3 muestra como  
ésto se puede llevar a cabo para cada uno de los hilos.  
30 En el extremo de la izquierda todos los hilos son de -



aluminio mientras que en el extremo de la derecha todos son de cobre. Como se puede ver fácilmente en el dibujo, cada uno de los empalmes está situado a una cierta distancia de los empalmes de los hilos contiguos, obteniéndose con ello un escalonamiento de los empalmes. La junta del empalme del hilo 13 está situada entre partes sin empalme de los hilos contiguos 12 y 14.

Otro factor que ayudará a obtener los empalmes espaciados en una longitud determinada es el efecto de retorcido. Si todos los empalmes quedasen alineados en el equipo de alimentación, los empalmes aparecerían escalonados cuando los hilos tuviesen un desplazamiento alrededor del núcleo hueco o de una capa inferior.

En el caso de los cables submarinos impregnados de aceite, que se fabrican en longitudes prudenciales que son empalmados en fábrica, será también ventajoso cambiar a cobre inmediatamente antes de una junta. Una de las ventajas que ello tiene es la de que se obtiene un empalme más resistente mecánicamente, lo cual es de particular importancia en relación con los cables de tipo bajo tubo o en conducto.

En el caso de los cables del tipo bajo tubo, que normalmente se constituyen por varios tramos unidos entre sí, es muy importante que la resistencia a la tracción de las juntas de empalme no sea inferior que la del cable. El esfuerzo mecánico en este tipo de cable es considerable cuando el cable se dilata y encoje dentro del limitado recinto del tubo debido a variaciones en la temperatura.

Con respecto a los cables en conducto,

385341



en los que se empalman los tramos en unos fosos especiales, el cambio a cobre conviene que se haga en unos puntos que queden dentro del conducto. De esta forma, toda la parte del cable que se somete al esfuerzo de doblado más severo, como es la parte que queda en el foso, tendrá cobre como material conductor pudiéndose aplicar - también a los cables con conductor de aluminio/cobre la gran experiencia de muchos años que se tiene con los conductores de cobre bajo conducto. El cambio a cobre debe, no obstante, hacerse muy próximo a la entrada del foso, para emplear así la mínima cantidad posible de cobre.

Es también conveniente que el cambio a cobre se haga en la proximidad de la junta de empalme aún cuando el cable no esté instalado en un conducto o tubo y quede, por consiguiente, sometido a los demás esfuerzos mecánicos correspondientes a estos tipos de instalaciones. Ello se da más particularmente en el caso de los cables submarinos, ya que en este caso los empalmes tienen que ser hechos en unas condiciones que distan mucho de ser las ideales, como pueden ser las que se den a bordo de un barco, con lo que la calidad de la junta puede no ser precisamente la mejor. En el caso de los cables submarinos que están sometidos a unos esfuerzos de susuales, ya sea durante el tendido (en aguas profundas) o posteriormente al mismo, la mayor resistencia de una junta de empalme de cobre puede también ser factor que decida la adopción de esta construcción de conductor.

Manteniendo constantes, a lo largo del tendido del cable, las dimensiones geométricas del mismo, el proceso de elaboración se facilita. Una vez que

385341



se ha constituido el conductor, su paso por las demás etapas del proceso de fabricación, como su aislamiento, enfundado, armado, etc. se hace de una vez.

5 Debe notarse que los modelos o configuraciones que se muestran en los dibujos solamente se dan como ilustración del aspecto del conductor. En el diseño y la configuración del cable se pueden introducir muchos cambios sin que se salga del espíritu y finalidad del presente invento.

10 La presente solicitud que corresponde a las presentadas en Noruega, el 8 de Noviembre de 1969 bajo el número 4437/69 y 6 de Febrero de 1970 bajo el número 417/70, se acoge a los beneficios del artículo 51 del vigente Estatuto sobre Propiedad Industrial.

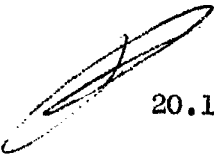
15

#### REIVINDICACIONES

---

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

20 1.- Mejoras en los cables de fuerza sometidos a lo largo de su tendido o variaciones en las características térmicas, caracterizándose estas mejo-

  
20.11.70

385341



ras por comprender un conductor eléctrico constituido por tramos longitudinales de materiales conductores de diversas resistencias eléctricas por unidad de longitud, adaptándose selectivamente dichos tramos a los cambios en las características térmicas existentes a lo largo del tendido, para que dicho conductor se mantenga bajo una temperatura máxima predeterminada y en un mínimo las pérdidas de potencia a lo largo del mismo.

5

2.- Mejoras en los cables de fuerza de acuerdo con la reivindicación 1, en las que dicho cable tiene unas dimensiones geométricas constantes a lo largo de su longitud.

10

3.- Mejoras en los cables de fuerza de acuerdo con la reivindicación 2, en las que dicho conductor está constituido por tramos de aluminio y cobre unidos en serie.

15

4.- Mejoras en los cables de fuerza de acuerdo con la reivindicación 3, en las que una parte sustancial de la longitud de dicho conductor es de aluminio y los extremos del mismo son de cobre.

20

5.- Mejoras en los cables de fuerza de acuerdo con la reivindicación 4, en las que el conductor está formado por hilos múltiples de los que uno por lo menos se constituye por tramos selectivos de diferentes materiales.

25

6.- Mejoras en los cables de fuerza de acuerdo con la reivindicación 5, en las que el conductor de hilos múltiples se compone, a lo largo de su longitud, del mismo número de hilos.

30

7.- Mejoras en los cables de fuerza de



acuerdo con la reivindicación 6 en las que la sección transversal y la forma geométrica de cada uno de los hilos es sustancialmente uniforme en toda la longitud del cable.

5

8.- Mejoras en los cables de fuerza de acuerdo con la reivindicación 7 en las que la sección transversal del cable comprende unos hilos de aluminio y unos hilos de cobre selectivamente dispuestos en capas interiores y exteriores a lo largo de diferentes tramos longitudinales, para obtener cambios graduales de material a lo largo de la longitud del cable.

10

9.- Mejoras en los cables de fuerza de acuerdo con la reivindicación 8 en las que dichos hilos de aluminio están en capas interiores y dichos hilos de cobre están en capas exteriores.

15

10.- Mejoras en los cables de fuerza de acuerdo con la reivindicación 8, en las que los empalmes de los hilos contiguos de un conductor de hilos múltiples van distanciados dentro de una determinada longitud del cable.

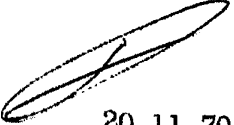
20

11.- Mejoras en los cables de fuerza de acuerdo con la reivindicación 10, en las que los mencionados empalmes de los hilos contiguos en circunferencias en derredor de dicho cable van desplazados para dar lugar a un escalonamiento a lo largo de la capa.

25

12.- Mejoras en los cables de fuerza.

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



20.11.70

385341



Esta Memoria consta de dieciocho hojas  
escritas a máquina por una sola cara.

Madrid,

Alfonso de los Rios  
Por medio de

20.11.70

MMP

385341

296339  
25 NOV 1938

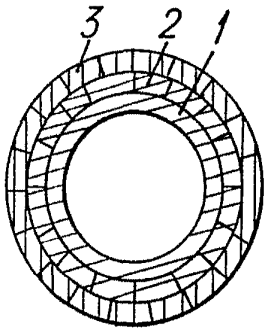


Fig. 1a.

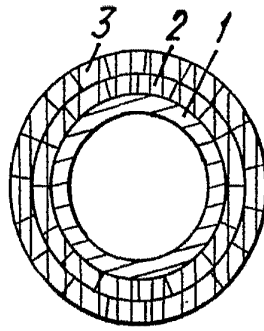


Fig. 1b.

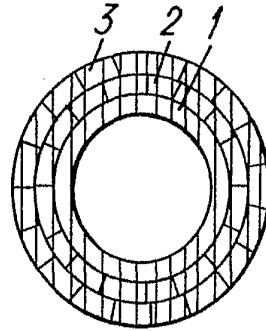


Fig. 1c.

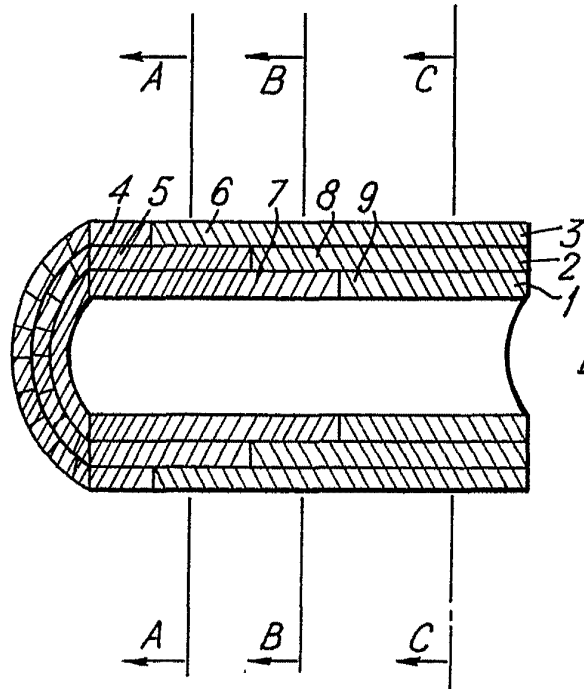


Fig. 2.

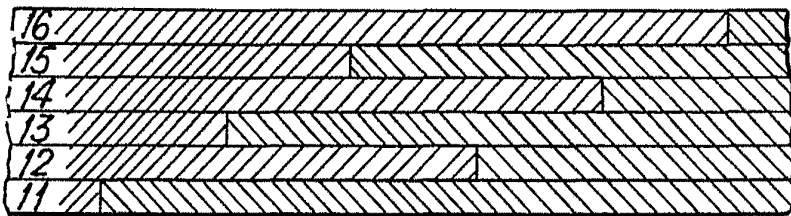


Fig. 3.

of FOUR.