

Patente Española

17584

MEMORIA

descriptiva sobre "Un sistema de tubo de cemento armado para cañerías de conducción forzada"

POR

Benjamin Emile Drouot

DE

Meuilly sur Seine

(Departamento de L'Yonne)

Francia



El tubo de una cañería está siempre sometido a presiones radiales , axiales y exteriores. En la construcción empleada hasta ahora , las generatrices se oponen a las presiones axiales; oponiéndose solamente las directrices en hélice a las presiones radiales. El conjunto resiste a las presiones exteriores.

Las cañerías o canalizaciones así construidas no pueden reunir las condiciones imperiosas que deben llenar las cañerías bajo presión, tan pronto como la altura de caída llega solamente a unos cuantos metros, unos 50 como máximo.

Las condiciones principales que deberán reunir las cañerías, son las siguientes:

- 1ª. Resistencia a las presiones interiores, radiales y axiales.
- 2ª. Resistencia a las presiones exteriores.
- 3ª. Hermeticidad absoluta del tubo.
- 4ª. Hermeticidad absoluta de la junta de unión.
- 5ª. Conducto monolito.

Solo se puede obtener la resistencia sobreponiendo diversas series o filas de armaduras concéntricas, con lo cual se llega tan pronto como la presión o el diámetro aumenta, a alcanzar un espesor de pared que hace que el tubo resulte inservible.

La resistencia longitudinal no se puede obtener por medio de generatrices que no tengan punto fijo.

La hermeticidad del tubo y la de la junta de unión no pueden obtenerse por medio de los procedimientos ordinariamente empleados.

Como quiera que los tubos carecen de unión fija y son rígidos entre sí, el conducto monolito es imposible.

El presente invento tiene por objeto la construcción de un tubo que reúne todas estas condiciones y que presenta, ade-



mas, ciertas ventajas esenciales de las cuales se hace referencia en la descripción siguiente:

El tubo de cemento armado va provisto de una armadura especial, caracterizada, en principio, por la combinación de los elementos siguientes:

1º. De unas bridas circulares metálicas dispuestas en cada extremidad del mencionado tubo y de perfil especial, de manera que tiendan principalmente a formar con las generatrices un armazón o esqueleto rígido e indeformable, en reunir dos tubos contiguos por medio de una junta, hermética metálica y rígida y en obtener un conducto monolito.

2º. De unas generatrices que tienen sus extremidades fijas en las bridas, por encastre perfecto, contrarrestando de ésta manera las presiones interiores por flexión y extensión, haciendo que quede en ellas la parte principal de la resistencia.

3º. Unas directrices que complementan por medio de tracción la acción de las generatrices y que con éste objeto van enrolladas con pasos variables, de manera que la densidad de las espiras, sea en todos los puntos proporcional a los momentos de flexión.

4º. De un revestimiento interior metálico e impermeable soldado a las dos bridas de los extremos de cada tubo, prestando así hermeticidad al conducto.

Para fijar bien las ideas, se han representado en el adjunto dibujo diferentes formas de ejecución de los diversos elementos que forman ésta armadura.

La Fig. 1 muestra el conjunto de la armadura de un tubo dispuesto de manera que pueda resistir las presiones interiores.

Las Figs. 2 a la 7 muestran diversos modos de empujado de las generatrices en las bridas.



La Fig. 8 es el diagrama de los esfuerzos cortantes y de los momentos de flexión en una sección longitudinal de éste tubo con la generatriz encastrada o empotrada.

La Fig. 9 es un esquema que representa un corte longitudinal parcial que pasa por una generatriz y el eje.

La Fig. 10 es un esquema que representa un corte transversal parcial, en el punto por donde cruzan una generatriz y una directriz.

La Fig. 11 es un esquema que representa un corte transversal del tubo, a menor escala.

La Fig. 12 muestra un dispositivo de generatrices con doble hilera o serie de directrices.

La Fig. 13 muestra una forma de ejecución de la brida que facilita la soldadura de la camisa o tubo protector.

Las Figs. 14 y 15 son un corte longitudinal y otro corte según la línea A-A que muestran la aplicación de un dispositivo de anillo intermedio para tubos de gran longitud.

La Fig. 16 muestra el dispositivo de junta hermética por medio de brida con arandela de plomo, aprisionada por medio de remaches o pernos.

La Fig. 17 muestra la aplicación de ésta unión a una junta de dilatación flexible.

La Fig. 18 muestra la aplicación de una brida especial que permite la unión de dos tubos de manera que los haga formar entre sí un determinado ángulo β .

La Fig. 19 muestra la disposición de las generatrices en un tubo de gran diámetro y sometido a una gran presión exterior.

La Fig. 20 señala un procedimiento de construcción vertical de los tubos que constituyen el objeto del presente invento.



La Fig. 21 representa un procedimiento de construcción de la camisa o tubo protector.

Tal como se muestra en la Fig. 1, la armadura de un tubo llamado a estar sometido a grandes presiones interiores se compone esencialmente de dos bridas terminales b, de unas generatrices g, sólidamente fijadas por encastre perfecto con estas bridas, de unas directrices d formadas por una varilla, la cual también va fija a las bridas y rodeando las generatrices, no en forma de hélice sino con paso variable, y por último de una camisa interior c, soldada por sus extremidades a las bridas b.

Las bridas circulares b son metálicas, de hierro fundido, de acero, etc...etc... y tienen un perfil en forma de T invertida. Sobre la cara interior de éstas bridas se han practicado otras tantas cavidades equidistantes entre si como generatrices hay. La otra cara va labrada a torno, con objeto de ser completamente plana. Estas generatrices se fijan a las bridas por cualesquiera medios apropiados para realizar un encastre o empotrado perfecto. Conforme se muestra en los dibujos en las Figs. 2 y 3, las generatrices pueden ir recibidas en una cavidad de la brida y sujetas por medio de un estribo a. También pueden ir, como se representa en las Figs. 4 y 5 condenadas en su alojamiento por medio de las cuñas a¹, manteniéndose así sujetas por forzamiento. También es factible, como se representa en las Figs. 6 y 7 doblar en ángulo recto las generatrices cuando éstas son de sección circular, introduciendo sus extremidades, dándolas forma de gancho, en unos agujeros practicados, en la saliente horizontal de la brida, manteniéndolas por medio de roblonado en caliente o en frío por presión forzada o por medio de tuerca. Como es evidente, la disposición representada en la Fig. 6, debe ser aplicada a tubos que tengan que resistir presiones interiores, mientras



que la disposición representada en la Fig. 7 será aplicada a tubos que deban resistir presiones exteriores.

Las dos bridas con las generatrices forman un armazón o esqueleto metálico sólido, rígido e indeformable.

Todos los esfuerzos axiales se transmiten a todas las generatrices que también participan de la resistencia. Además cada generatriz es una verdadera viga empotrada por sus extremidades funcionando como tal, de donde resulta que tiene la resistencia máxima a la flexión, a la dilatación y a todas las demás deformaciones.

Sobre este armazón van enrolladas las directrices d. Por medio de éste dispositivo, tanto las generatrices como el cemento, participan de la resistencia a las fuerzas radiales en igual medida que las generatrices. En efecto, las presiones interiores son nulas sobre las bridas b, siendo pues, fijos los puntos donde tiene lugar la unión por empotramiento. Las generatrices se oponen entonces a las fuerzas interiores de presión P a modo de vigas empotradas. El diagrama de los esfuerzos cortantes y de los momentos de flexión se representa pues, por medio de la Fig. 8. La recta t-t¹ representa el diagrama indicador de los esfuerzos cortantes. La parábola m-m¹ m² m³ m⁴ representa el diagrama de los momentos de flexión nulos en m¹ m³ y cuyos valores máximos positivos, están en m², parte central de la curva.

En el corte longitudinal esquemático representado en la Fig. 9 se ve que bajo el efecto de las presiones P la generatriz se curva según las líneas g g¹ g² g³ g⁴. El conjunto i e e¹ i¹ generatriz y cemento, comprendido entre las dos bridas b, forma una verdadera viga armada en la que g g⁴ es la armadura y n n¹ la fibra neutra. El cemento que hay por encima de n n¹ trabaja a la tracción, su acción es negligible, pero



no ocurre lo mismo con el cemento que se halla por debajo de n_1 que trabaja a la compresión y lo cual hay que tener en cuenta.

Es pues en las generatrices donde reside sobre todo la resistencia. Estas generatrices ofrecen todas las ventajas conocidas de las vigas empotradas, es decir que presentan el dispositivo mas favorable a la resistencia, trabajando la materia al valor máximo. Se podria pues construir un tubo únicamente con generatrices, en el que el cálculo diera el número y las dimensiones. El acero será utilizado mejor que en la forma de directrices en hélices que no ofrecen resistencia mas que a la tracción.

Las directrices d (fig. 1) van dispuestas sobre las generatrices en unión con ellas. Dichas generatrices van allí fijas sólidamente por medio de ligaduras de alambre, o mejor todavia soldadas por medio de un punto de soldadura autógena. Van enrolladas no en hélice sino con paso variable, de manera que la densidad de las espiras en cada punto sea proporcional al momento de flexión. En las dos extremidades donde los momentos de flexión son negativos, las directrices van dispuestas en forma de hélice de paso constante. Las dos partes extremas de las directrices van recibidas sólidamente en unos agujeros especiales practicados en las bridas,

El corte transversal esquemáticamente representado en la Fig. 10 muestra en d la directriz, en g la generatriz perfilada, y en $n^2 n^3$ la fibra neutra. El cemento encerrado entre la superficie exterior $e^2 e^3$ y la fibra neutra $n^2 n^3$ está a la tracción, el comprendido entre la superficie interior $i^2 i^3$ y la fibra neutra está a la compresión. Las fuerzas elásticas que se oponen a las presiones interiores P son: la resistencia de la generatriz a la flexión y a la tracción; la resistencia



de la directriz a la tracción y la resistencia del cemento a la compresión. El acero y el cemento trabajan, pues, con el máximo de su esfuerzo.

Con objeto de obtener de éste armazón la resistencia máxima, se da a las generatrices que trabajan a la flexión y a la dilatación, una forma apropiada para resistir a los esfuerzos de la flexión. Se puede hacer que adopten por ejemplo, la forma de I representada en las Figs. 2,3,4,5,10 y 11. Por el contrario las directrices son de sección circular. No presenta ninguna ventaja, el hecho de emplear directrices de hierros perfilados, puesto que estas directrices trabajan solo a la dilatación y como reguladoras y repartidoras de las presiones interiores. Las generatrices y las directrices forman, además, una especie de mallas que impiden que pueda arrancarse el cemento por cortadura.

La cañería o tubería entera es convertida en una viga empotrada y la presión unitaria se reparte entre las generatrices y las directrices en los puntos de su cruce como se ha establecido en la resistencia de los materiales. La teoría matemática de éste tubo al obrar como un cilindro de cemento armado empotrado por sus dos extremidades es compleja. Sin embargo se pueden prácticamente determinar sus elementos de una manera, bastante aproximada para la práctica. Basta para ello considerar el tubo como si estuviese formado por una serie de husos enchufados f^1 f^2 f^3 (fig.11) siendo cada huso una viga de cemento armado con armadura de hierro en I empotrada en las bridas extremas y reforzada por la directriz dispuesta en forma de cruz y el cemento en compresión. En un tubo en presión, el esfuerzo longitudinal máximo debido al movimiento del agua, es la mitad de la presión normal en las paredes. El huso queda pues sometido a la presión radial P y a una pre-



sion axial N que es igual a la mitad de la presión radial .
Procede por lo tanto aplicar la fórmula clásica de la flexión compuesta $R = \frac{M V}{I} - \frac{N}{\omega}$ siendo ésto lo que permite establecer el tubo con las generatrices solas .

En la construcción se utiliza la resistencia de las directrices cuyo papel ha sido dado a conocer anteriormente . La presión estática P puede entonces ser distribuida entre las generatrices y las directrices ya sea en partes iguales , debiendo cada una de ellas resistir una presión igual a la mitad solamente de ésta presión estática, o ya con arreglo a otra proporción . El coeficiente de seguridad provendrá de la disposición en cruz de las generatrices y de las directrices , así como de la resistencia suplementaria del cemento comprimido . Si en la distribución de las presiones en partes iguales hay que formar dos series de directrices , se puede disponer una serie o hilera en el interior de las generatrices y la otra en el exterior (Fig. 12) . Si se llega a formar mas de dos series o hileras de directrices , se aumenta la proporción de presión que tengan que soportar las generatrices de manera que no haya nunca mas que dos series de directrices .

De ésto resulta , que para una misma presión se consigue una economía de mas de la mitad en la cantidad de acero empleado y una resistencia mas del doble . El trabajo del acero también se utiliza mejor que en un conducto metálico , donde el metal no trabaja mas que a la tracción .

Las directrices pueden , como se verá , mas adelante , ser empleadas en tensión y formar un verdadero virolado o cercado en el sentido dado a éste procedimiento en artilleria .

El enrollamiento de las directrices con paso variable , proporcional al momento de flexión , hará que la curvatura



de la generatriz sea lo suficientemente débil para que la pérdida de carga que de ello pudiera resultar para el fluido sea negligible, pero la curvatura es suficiente para producir una compresión del cemento.

El armazón metálico formado por el conjunto de las bridas y de las generatrices calculado y establecido para cañerías con presión, resiste también a las presiones exteriores de cualquier naturaleza que sean, tales como las soportadas por cañerías sepultadas en franjas profundas.

Las dos bridas con empotramiento de las generatrices y enrollamiento de las directrices de paso variable, tienen pues por efecto dar al tubo un gran aumento de resistencia en todas las direcciones. Además las bridas de por sí participan de la resistencia a las presiones radiales en la misma medida que las directrices y generatrices.

Asimismo las bridas protegen las extremidades del tubo contra todo desmoronamiento, siendo esto de gran importancia para los tubos de cemento que deben ser elevados, manejados, llevados o transportados por medio de cables y expuestos a choques, etc... La solidez del conjunto queda pues aumentada desde todos los puntos de vista.

En las cañerías con presión para las cuales la aplicación de la armadura descrita es particularmente de interés, la hermeticidad queda asegurada por medio de la camisa representada en la Fig. 1.

Cierto es que la armadura empleada al poner el cemento en compresión aumenta su hermeticidad, pero con objeto de llegar a la hermeticidad absoluta es preciso aplicar un revestimiento hermético constituido en este caso por un forro de chapa delgada de acero dulce o extra dulce, formada por varias hojas de chapa delgada de 1 a 2 m. de espesor dispuestas unas a



se diferentes procedimientos. En todos los casos, según el diámetro que se deba dar al tubo y según las presiones interiores y exteriores y el espesor de las paredes se establecen en primer lugar todas las dimensiones de las bridas; perfil, altura, espesor y metal empleado.

El número de las generatrices así como su longitud y diámetro se determinan por cálculo, con objeto de que puedan resistir las presiones radiales axiales y la flexión. Las bridas llevan unas cavidades en las cuales se vienen a alojar las generatrices. El diámetro de las directrices y el paso variable del enrollamiento se determina también matemáticamente. Para la camisa, revestimiento hermético, habrán de determinarse igualmente las dimensiones de las planchas de acero en espesor, longitud, anchura y número. Tomadas estas medidas quedaran todos los elementos en disposición de ser empleados, (fig. 21).

Sobre un molde hecho de plancha de acero o de madera y que lleve dos gorriones horizontales, se colocan las chapas de la camisa o forro a las cuales se habrá dado la curvatura conveniente, soldándose entre sí. La superficie exterior presenta entonces los rodetes o rebabas de soldadura en dos sentidos horizontales y verticales, los cuales rodetes se incrustarán en el cemento. Se colocan las bridas en las dos extremidades y se sueldan a la camisa, como se ha indicado anteriormente. Se fijan las generatrices y se enrollan las directrices, quedando así la armadura completamente formada.

Dicha armadura se coloca de pie en sentido vertical, sobre un zócalo horizontal apropiado a éste efecto. El procedimiento de colada o derrame vertical del cemento se hace con más regularidad (Fig. 20) que el colado horizontal, el cual en determinados casos puede ser empleado.



Se coloca el molde exterior g^1 el cual consiste en un cilindro hecho de plancha de acero. La separación entre si de los dos cilindros, representa el espesor de la pared del tubo. El cilindro exterior g^1 esta formado por dos semicilindros, cortados segun dos generatrices. Estos dos semi-cilindros van unidos, por ejemplo, por medio de varrillas fileteadas, que se mueven alrededor de un eje vertical, enganándose o prendiéndose en unas escotaduras donde van apretadas a fondo y por medio de pernos o pasadores yendo las varillas dispuestas en uno de los semi-cilindros y las escotaduras en el otro.

Se cuele luego el cemento por los procedimientos usuales o particulares. Para mayor facilidad en el colado se puede operar de la manera siguiente: como quiera que la altura del molde exterior es inferior a la del tubo en uno a dos decímetros, el cemento es vaciado por este intervalo, por medio de grandes conductos o canalones, asi como por un colector circular en forma de embudo, el cual se fijara al molde exterior. Se vacia el cemento hasta la altura del tubo y a la parte superior tronco-cónica se la vuelve a dar inmediatamente despues del desmontaje, el diametro exterior definitivo del tubo. Se saca el tubo del molde en el momento deseado.

Se puede aumentar la resistencia a las presiones interiores, sometiendo el tubo en el curso de su construcción a un cercado avirolado en el mismo sentido que se acostumbra a dar a este procedimiento en artillería, realizando este avirolado un estado de compresión del tubo con todas las ventajas que lleva aparejadas. A este efecto se construye el tubo en tres operaciones.

1.ª Se forma en primer término la armadura metálica compuesta unicamente de las bridas, de las generatrices y



de la camisa que forma el revestimiento interior, hermético como queda indicado. Se adapta un molde exterior en contacto con las generatrices, se vacía el cemento y se desmolda exteriormente en el momento deseado.

Cuando el cemento ha fraguado de manera sólida se coloca el tubo horizontalmente encajando los gorriones en los dos portagorriones o cojinetes que hay establecidos al efecto. Se fija la generatriz en una de las bridas en su alojamiento especial, se hace girar el tubo y se enrolla la directriz ejerciendo una determinada presión; obteniéndose en virtud de éstas operaciones un verdadero virolado o enzunchado. El tubo se encuentra en estado de compresión pudiendo así con más facilidad resistir las presiones interiores.

3º. El tubo es colocado por último de pie y se le rodea del molde exterior el cual dará al tubo su verdadero espesor. Se cuela o vacía el cemento entre el tubo y el molde, retirándose del molde en el momento oportuno.

Cuando la cañería se aplica a una altura de caída escasa a inferior a 50 metros, se puede obtener una hermeticidad, sino completa, por lo menos considerada como suficiente por el espesor de las paredes; entonces la aplicación de la camisa o revestimiento no es indispensable.

En éste caso la construcción del tubo queda simplificada. Se forma la armadura. Dicha armadura se coloca verticalmente sobre un zócalo horizontal. Se introduce en la armadura un molde de plancha de acero. El acero da al tubo un acabado que sirve para aumentar la hermeticidad y disminuir el roce.

Se coloca el molde exterior y la operación se sigue en los términos que se indican anteriormente.



Todas las operaciones relativas a las construcciones anteriormente descritas, no son dadas mas que a titulo de ejemplo, pudiendo variar la ejecución según los casos. El vaciado o colada del cemento puede, sobre todo, efectuarse por los procedimientos conocidos, disponiendo la armadura horizontalmente, como se ha representado en la Fig. 21. El molde exterior debe entonces ir colocado regularmente en su posición exacta, y sostenido por medio de soportes con objeto de evitar la flexión del tubo.

Asimismo, se puede vaciar el cemento, estando dispuestas las armaduras o armazones en su sitio, en la tubería y atornilladas o roblonadas las unas a las otras.

Es fácil darse cuenta exacta, de los medios de ejecución.

Como es consiguiente tanto en lo que afecta a las formas, y dimensiones de los diversos elementos que componen la armadura, los materiales empleados, así como todas las disposiciones de detalle, pueden variar en todos los casos, sin alterar el principio del invento.

N O T A .

Habiendo ya descrito y detallado con toda amplitud la naturaleza de mi invento así como la manera de llevarlo a cabo en la práctica debo hacer constar que las disposiciones anteriormente descritas son susceptibles de ligeras modificaciones en sus dimensiones y detalles sin que por ello se altere el principio fundamental del invento, y lo que constituye la esencia del mismo y por lo que solicito patente de invención por veinte años en España es por: "Un sistema de tubo de cemento armado para cañerías de conducción forzada"; caracterizandose por lo siguiente:



1º. Por el hecho de que en las dos extremidades del tubo se aplican unas bridas metálicas de sección que afecta la forma general de T invertida, aplicandose dichas bridas como medio de protección y de solidez del tubo.

2º. Unas generatrices unidas a estas bridas, por medio de estribos, pernos, roblonado, forzamiento, soldadura, etc... forman con ellas un armazon metálico que constituye un sólido invariable, rígido e indeformable.

3º. Estas generatrices fijadas de éste modo a las bridas trabajan como vigas empotradas a la flexión y a la extensión y constituyendo la parte capital y esencial de los medios de resistencia a las presiones interiores y exteriores.

4º. Las bridas tienen un perfil que permite unir las a las generatrices de manera que formen un bloque con el tubo y participen así de la resistencia a las presiones, tanto interiores como exteriores.

5º. Las directrices van enrolladas a paso variable siendo su densidad proporcional a los momentos de flexión y obran por su resistencia a la dilatación como distribuidoras de presión.

6º. Las directrices van enrolladas en tensión para poner el tubo en estado general de compresión.

7º. El dispositivo por camisa interior hecha de chapa de acero dulce, fija o soldada a las bridas forma un revestimiento que asegure la hermeticidad absoluta.

8º. Si el tubo excede de determinada longitud, unos anillos intermedios sobre los cuales van fijadas las generatrices, le dividen desde el punto de vista de resistencia a las presiones en un determinado número de secciones, cada una de las cuales va asimilada a una viga empotrada continua.



9º. Si el tubo está sometido a presiones débiles interiores y presenta un gran diámetro o está sometido a fuertes presiones exteriores que obran en un sentido determinado, van repartidas las generatrices sobre las bridas proporcionalmente a los momentos de flexión.

10. La junta con brida y hermética a toda presión permitiendo toda unión, todo acoplamiento a tubos de acero u otros así como de cualquier otra forma o de cualesquiera dimensiones, tales como tubuladuras, codos, tubos cónicos, bocas de entrada, o agujeros de hombre, colectores, etc. constituyendo además un conducto monolito hecho de cemento armado.

11. Las bridas de garganta, de caras inclinadas, forman entre sí un ángulo, que permite la existencia del mismo ángulo entre dos tubos.

12. El conjunto del dispositivo forma una cañería o tubería de cemento armado, monolítico que resiste y es hermética a todas las presiones, establecida por medio de tubos que trabajan a la flexión y a la tracción como una viga de empotramiento pudiendo adaptarse a todas las sinuosidades del terreno.

"Un sistema de tubo de cemento armado para cañerías de conducción forzada"; tal y como queda substancialmente descrito en la presente memoria e ilustrado en los dibujos que se acompañan.

Esta memoria consta de veinte hojas escritas por una sola cara.

Madrid 30 de Abril 1925.

Benjamin Emile Monteux.

P. P.

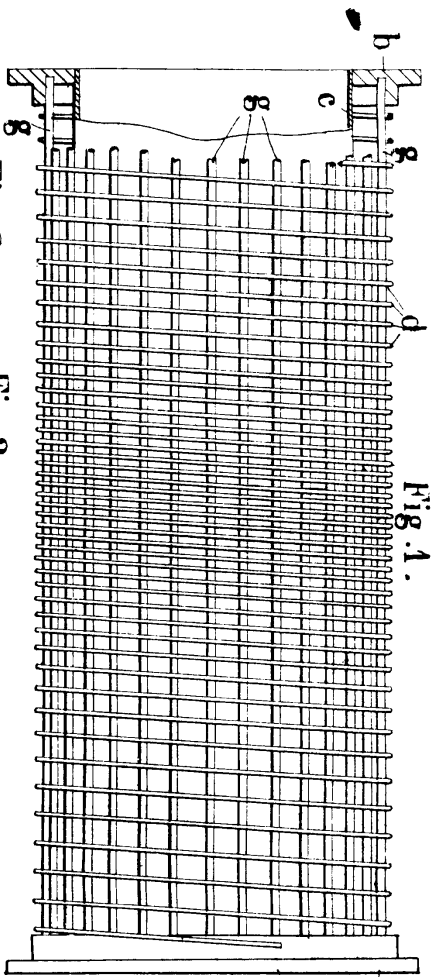


Fig. 1.

Fig. 2.

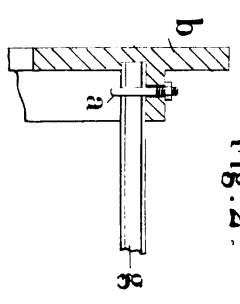


Fig. 3.

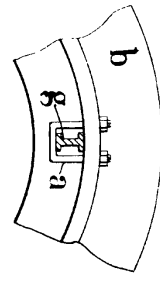


Fig. 5.

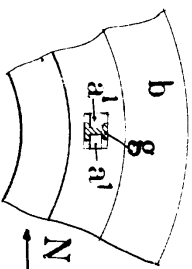


Fig. 7.

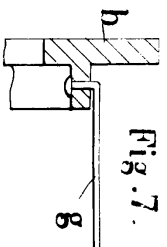


Fig. 6.

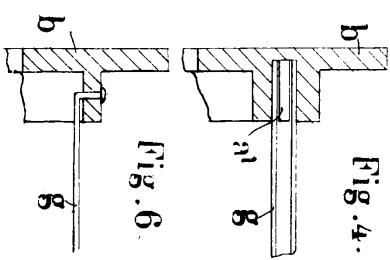


Fig. 4.

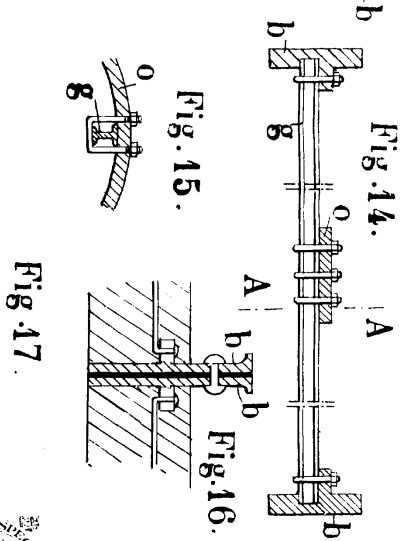


Fig. 14.

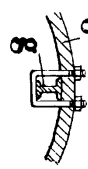


Fig. 15.

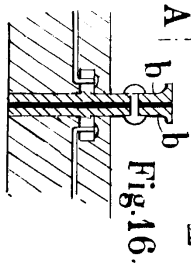


Fig. 16.

Fig. 17.

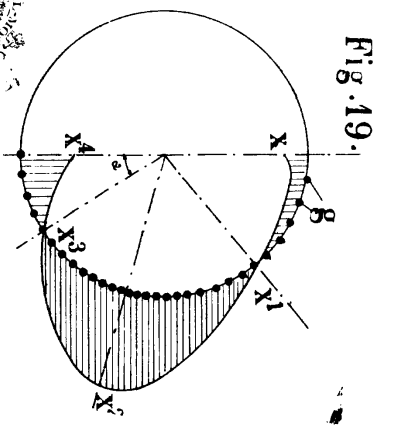


Fig. 19.



Fig. 20.

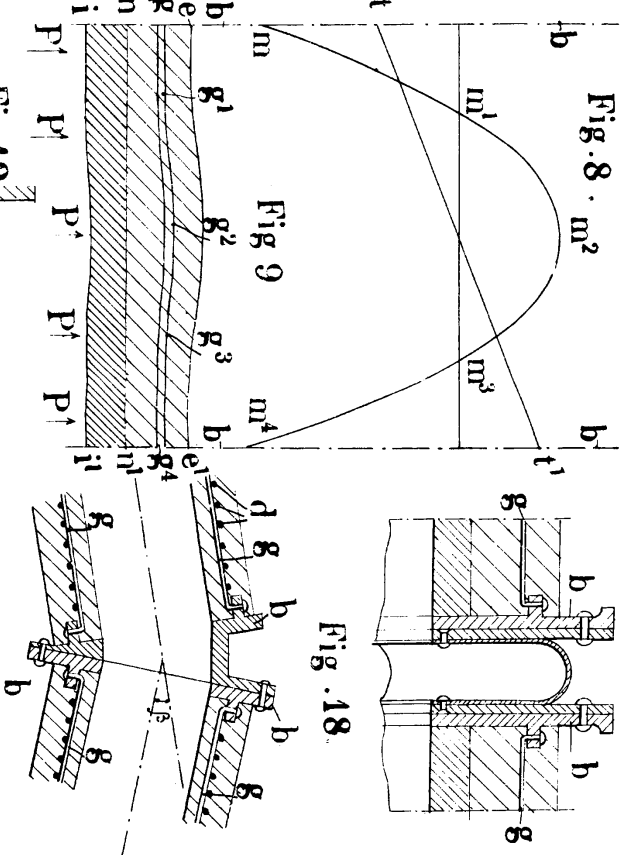


Fig. 8.

Fig. 9.

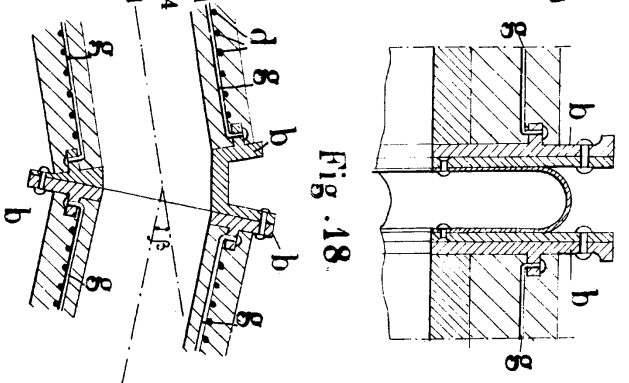


Fig. 18.

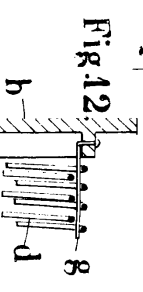


Fig. 12.

Fig. 13.

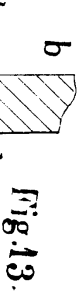


Fig. 21.

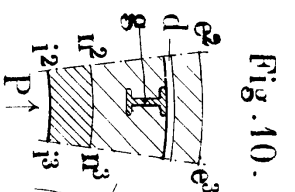
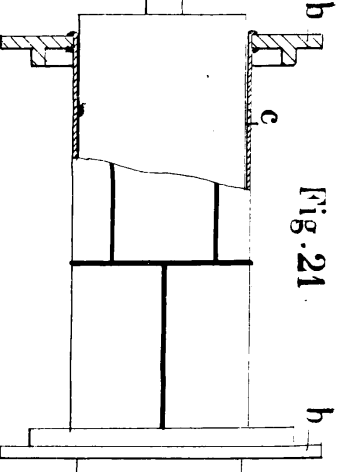


Fig. 10.

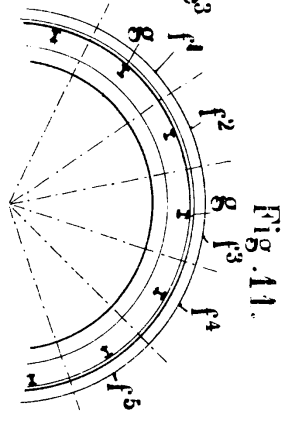


Fig. 11.

Madrid 30 de Abril 1925

[Handwritten signature]