

316202



CERTIFICADO
DE
ADICION

por "MEJORAS INTRODUCIDAS EN EL OBJETO DE LA PATENTE PRINCIPAL N° 299.596", por "Dispositivo formador de pared flexible o similar, en particular aplicable a la construcción de depósitos o análogos", a favor de la firma francesa TECHNIGAZ, S.A., domiciliada en "21, Avenue George V" - PARIS 8° (Seine) Francia.

MEMORIA DESCRIPTIVA

5. El presente Certificado de Adición se refiere a mejoras introducidas en el objeto de la Patente Principal N° 299.596 por "Dispositivo formador de pared flexible o similar, en particular aplicable a la construcción de depósitos o análogos", concenando tales mejoras principal, pero no exclusivamente, a ciertos modos de realización de dicho dispositivo.

10. En la patente principal se ha descrito un elemento de capa, de placa o de tablero plegado u ondulado, elaborado a partir de una hoja de materia, de un palastro metálico o análogo, y destinada a la construcción de paredes de recintos o



316202

- de recipientes flexibles o alásticamente deformables, comprendiendo a lo menos dos series o familias de ondulaciones mutuamente secantes, de forma sensiblemente cilíndrica o poliédrica prismática, siendo de preferencia las ondulaciones de una misma serie, pero no exclusivamente, sensiblemente paralelas entre sí y, por ejemplo, pero no obligatoriamente, perpendiculares a las de la otra serie. Una tercera serie de ondulaciones está compuesta de ondas formadas respectivamente en cada intersección entre una onda de la primera serie de ondulaciones con una onda de la segunda serie de ondulaciones, transversalmente en la cresta de dicha onda de la primera serie. Estas dos familias de ondulaciones, que son, por ejemplo, ortogonalmente secantes, constituyen una red, de preferencia sensiblemente regular, de ondas delimitando entre sí espacios poligonales, por ejemplo sensiblemente planos, en particular rectangulares o cuadrados en el caso de intersecciones en ángulo recto. Cada familia de ondulaciones se compone ventajosamente de ondas sensiblemente idénticas. Todas las ondulaciones son ventajosamente rectilíneas y las precitadas ondulaciones de la tercera serie son cóncavas y sensiblemente paralelas a las ondas de la referida segunda serie.
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.

Un objeto de la presente adición es crear variantes de configuración de este dispositivo, del tipo según el cual cada onda de primera serie es convexa o está en relieve sobre un lado del elemento de capa precitado, mientras que cada onda de la segunda serie es cóncava o está en hueco sobre el referido mismo lado.

25.

El dispositivo conforme a la presente adición se caracteriza principalmente porque la superficie poliédrica o

30.

316202



prismática de cada onda de las precitadas ondulaciones es, de preferencia, sensiblemente simétrica respecto a un plano longitudinal sensiblemente paralelo a dicha onda y normal a la superficie de base de la hoja o palastro que constituye el referido elemento, y cada ondulación de la tercera serie está constituida por una sola onda en hueco, a lo menos geométricamente semejante y sensiblemente superpuesta a la onda asociada de la segunda serie formando una impresión prismática en la expresada onda de la primera serie en cada uno de los flancos opuestos, franqueando la cresta de dicha onda de segunda serie y ligando de cada lado las caras de la mencionada impresión, respectivamente, a las caras de la referida onda de segunda serie, constituye una superficie lateral prismática convexa, de igual naturaleza geométrica, continuando las caras de la precitada impresión hasta las de la onda de segunda serie, casando el perfil de ésta de una manera correspondiente.

Según otra característica de la adición, cada superficie lateral prismática convexa antes citada se empalma, de una parte, a la referida impresión mediante ángulos diedros salientes y, de otra parte, a la cara lateral de la referida onda de primera serie, y a las caras de la onda de segunda serie mediante ángulos diedros entrantes.

Según la Patente Principal, las ondulaciones de a lo menos una familia llevan, respectivamente, en cada intersección con las ondas de la otra familia, y de cada lado de dicha intersección, una impresión en plegado transversal cóncavo en la cresta de onda.

Otro objeto de la presente adición es generalizar de alguna manera el principio de la invención expuesto en la Patente Principal y el modo de realización que satisface este objeto

316202



se caracteriza principalmente porque el precitado elemento de pared lleva varias familias de ondulaciones como las referidas antes cuyas ondas son sensiblemente idénticas, repartidas con espaciamentos angulares uniformes alrededor

5. de cada intersección y admitiendo cada una, de preferencia, un plano de simetría longitudinal sensiblemente perpendicular al plano inicial de la hoja o palastro mencionados, mientras que las ondas de cada familia llevan, respectivamente, en cada intersección y de una y otra parte de ésta, la expresada impresión en plegado transversal cóncavo en su cresta y son sensiblemente simétricas respecto al eje normal al mencionado plano inicial y pasante por el centro de dicha intersección.

15. Las configuraciones de intersección en este sistema de ondulaciones, que esté constituido solamente por dos familias de ondas mutuamente ortogonales o por un número arbitrariamente grande, superior a dos, de ondas mutuamente secantes según ángulos agudos iguales, presentando la ventaja de que un desplazamiento de materia según una dirección de onda, debido por ejemplo a una deformación térmica por contracción o dilatación, se acompaña de desplazamientos sensiblemente iguales según las demás direcciones de ondas.

20. En fin, en la patente principal, las ondas de cada familia eran cada una de preferencia, sensiblemente simétricas respecto al plano longitudinal pasante por la cumbre de onda y perpendicular al plano o a la superficie de base inicial del precitado palastro. Tenía cada onda una forma sensiblemente diédrica y un perfil de sección recta transversal sensiblemente en forma de arco triangular. Ahora bien, ensayos de
25. resistencia de presión cíclica, efectuados para probar la
- 30.

316202

15



- resistencia mecánica de las ondas a las cargas y constreñimientos periódicos o repetidos, para determinar el límite de fatiga de la materia, han demostrado que el margen de seguridad presentado por las formas de onda antes consideradas puede ser insuficiente en ciertos casos, o que por lo menos sufren las ondas en el curso de tal ensayo, una deformación permanente no localizada por consecuencia de la aparición de harnelas plásticas que permiten llegar a la conclusión de que el límite elástico había sido sobrepasado. A este propósito, es importante hacer notar que los ensayos de resistencia precitados son efectuados a la temperatura ambiente mientras que, por ejemplo en aplicaciones en las que el palastro ondulado debe constituir la barrera primaria de una cuba o recinto destinado a contener un gas licuado fuertemente enfriado, tal como el metano, este palastro debe trabajar a una temperatura del orden de -160°C . Ahora bien, el límite de resistencia o la resistencia a la fatiga a esta baja temperatura es considerablemente más elevado que a la temperatura ambiente, es decir, que para un grado de carga dado, el número total de ciclos de sollicitaciones admisible a baja temperatura será considerablemente mayor que a la temperatura ambiente.
- 5.
 - 10.
 - 15.
 - 20.

- Se ha considerado pues deseable, en particular para las precitadas aplicaciones especiales, buscar a la vez el muestreo y la forma óptima de las ondas, de manera que los constreñimientos sean a lo más próximos, pero inferiores, al límite elástico del metal a la temperatura ambiente, de manera de estar netamente por debajo de este límite a la baja temperatura de servicio para beneficiar así seguramente el aumento del límite de fatiga, correspondiente a las condiciones de servicio consideradas. Por otra parte, el estudio teórico de
- 25.
 - 30.

316202



los constreñimientos en las ondas de forma diédrica utilizadas hasta el presente, han mostrado que, cualesquiera que sean los valores dados a los parámetros geométricos que definen la onda, una parte importante del constreñimiento era imputable al hecho de que la onda llevaba caras o flancos planos (es decir, un perfil de lados rectilíneos).

5.

Todavía otro objeto de la presente adición es pues el de aportar una solución a este problema proponiendo una configuración óptima de onda, adaptada a las condiciones de servicio consideradas por ejemplo para las cubas de gases naturales o de hidrocarburos licuados, instaladas a bordo de navios transportadores. Para esta aplicación particular se admite, por ejemplo, que del hecho de las tolerancias de fabricación, la variación de separación de los flancos de onda o

10.

de la distancia de abertura a la base de la onda es aproximadamente de 1 mm. para cada onda y que el palastro ondulado puede ser expuesto a una presión susceptible de variar entre 1 kg/cm^2 (presión hidrostática en ausencia de aceleraciones) y 2 kg/cm^2 , o aún más, (presión total teniendo en cuenta las fuerzas de inercia). La configuración de onda conforme a la presente invención está pues caracterizada principalmente porque cada onda precitada lleva dos flancos respectivamente en forma de porciones de superficie curvadas o cilíndricas, de preferencia sensiblemente circular.

15.

20.

Según otra característica de esta adición, los dos precitados flancos de onda están respectivamente empalmados, de preferencia sensiblemente tangencialmente, por porciones de superficie cilíndrica, por ejemplo sensiblemente circular, de una parte, entre sí y, de otra parte, a la superficie de base del referido palastro.

25.

30.



Todavía según otra característica de la adición, cada flanco de la precitada onda está convexamente abombado hacia el exterior, del lado del referido palastro en que dicha onda está en saliente, la cual presenta así un perfil de sección recta transversal formando un arco sensiblemente en cimbra ojival o triangular curvilíneo o análogo.

5.

Efectuados cálculos matemáticos sobre ordenador, permitieron determinar la variación del constreñimiento en las diferentes secciones de la onda en función de los parámetros que definen el perfil de esta onda. Estos cálculos han demostrado que la forma de onda, según esta adición, es la correspondiente a los mínimos constreñimientos para las condiciones de servicio y de escantillonaje especificado. El precitado estudio numérico ha permitido determinar, en particular, diversos radios de curvatura de la pared de la onda.

10.

15.

Resulta que el constreñimiento es tanto más débil cuanto que los radios de curvatura sean más pequeños.

El constreñimiento calculado σ puede expresarse bajo la forma de una suma aritmética de dos términos que representan, respectivamente, la contribución de origen térmico y la contribución debida a la presión. El término que representa la componente de constreñimiento de origen térmico, es directamente proporcional al espesor, mientras que el término que representa la componente de constreñimiento debido a la presión es inversamente proporcional al cuadrado de este espesor. La expresión del constreñimiento en una sección cualquiera del perfil de la onda puede pues escribirse de la manera siguiente:

20.

25.

$$\sigma = A \cdot e + \frac{B \cdot p}{e^2}$$

en cuya relación, e designa el espesor del palastro, p la presión aplicada, A y B son coeficientes numéricos dependientes

30.

316202



de los parámetros dimensionales de la onda y constantes para una onda de forma y dimensiones dadas. El cálculo del constreñimiento a lo largo del perfil muestra que este constreñimiento es máximo en la base de cada onda, es decir, a lo largo de la recta de empalme tangencial de la moldura o del flanco en la base de la onda con la superficie plana inicial del palastro.

5. La investigación sistemática de las mejores formas y tamaño de onda han demostrado que la configuración de onda teóricamente óptima, que es independiente de la presión (es decir, para la cual el segundo término de la fórmula precedente, representando el constreñimiento de presión, era constantemente nulo), era una onda en forma de cascara o de enbierta semi-cilíndrica (es decir, de perfil semi-circular) empalmándose normalmente o perpendicularmente a la superficie de base plana del palastro por un ángulo diedro recto y vivo (es decir, de radio de curvatura nulo). Para esta forma de onda, la componente térmica de constreñimiento, representada por el primer término del segundo miembro de la precitada fórmula, tiene el valor comparativamente más elevado respecto a las otras formas de onda estudiadas. El plegado en ángulo vivo en la base de la onda, siendo una operación prácticamente imposible a causa del espesor del palastro terminado, la forma óptima teórica semi-cilíndrica de plegado ortogonal en ángulo vivo en el nacimiento de los pies de la onda, debe ser reemplazado por una forma muy próxima pero prácticamente realizable, no difiriendo más que por la presencia de moldura de empalme a la base de la onda. La existencia de estas molduras redondeadas reintroducen evidentemente en la fórmula precedente el segundo término que representa la componente de presión del constreñi-
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.

316202



miento, pero el constreñimiento de origen térmico, por el contrario, disminuye en una medida bastante importante. Sin embargo, consideraciones sobre el plegado de los palastros delgados y dificultades de ejecución para el formado o hechura de los nudos de intersección de dos ondas secantes pertenecientes respectivamente a dos familias de ondas diferentes, han mostrado que la forma de onda de perfil semi-circular era desventajosa desde el punto de vista de la fabricación, en particular a causa del aplastamiento de la onda en la región de intersección con otra onda cuando se forma el nudo de intersección. Es pues necesario buscar un compromiso que satisfaga, que satisfaga a la vez las exigencias o posibilidades de fabricación y el resultado óptimo de los constreñimientos, lo que precisamente ha venido a parar en la forma de onda de perfil triangular curvilíneo.

Otras características y ventajas de la presente adición se pondrán de manifiesto en la descripción siguiente más detallada, y con referencia a las figuras de los dibujos adjuntos que esquematizan realizaciones de la invención como ejemplos no limitativos.

En los dibujos:

La fig. 1 representa una vista en perspectiva de una porción de capa, conforme a un modo de realización de la adición, conteniendo una intersección entre las ondas de tres series de las precitadas ondulaciones, teniendo estas ondas una forma diédrica;

La fig. 2 representa un corte según la línea II-II de la fig. 1, dada a lo largo de las ondas de las precitadas series segunda y tercera, transversalmente a la onda de la primera serie;

316202



La fig. 3 es un corte según la línea III-III de la fig. 1, dado a lo largo de una onda de la primera serie, transversalmente a las ondas de las precitadas series segunda y tercera;

5. La fig. 4 representa, en perspectiva, una vista del lado opuesto o de debajo del dispositivo de la fig. 1;

La fig. 5 representará una vista en perspectiva, similar a la de la fig. 1, de una variante de ejecución de ondas prismáticas de tres caras;

10. La fig. 6 es un corte, similar al de la fig. 2, según la línea VI-VI de la fig. 5;

La fig. 7 es un corte, similar al de la fig. 3, según la línea VII-VII de la fig. 5;

La fig. 8 es una vista en perspectiva del lado opuesto o de debajo del dispositivo representado en la fig. 5;

15. La fig. 9 representa un elemento de palastro llevando dos familias ortogonalmente-secantes de ondulaciones todas idénticas, con configuraciones de intersección conformes a otro modo de realización de esta adición;

20. La fig. 10 representa una variante de la precedente, de tres familias de ondulaciones todas idénticas, cortándose según ángulos de 60° , con configuraciones de intersección conformes a esta adición;

25. La fig. 11 representa todavía una variante del dispositivo de la fig. 9 con intersecciones de cumbres formadas por una superficie poligonal;

La fig. 12 representa una vista en corte transversal de la onda de forma diedrica utilizada anteriormente;

30. La fig. 13 es una vista similar de una onda de perfil en arco semi-circular con ángulos rectos vivos en la base, que es teóricamente óptima en relación a constreñimiento de presión;

316202



La fig. 14 representa el perfil en arco semi-circular precedente en el cual los ángulos vivos en los nacimientos han sido reemplazados por molduras redondeadas;

5. La fig. 15 es una vista similar de una forma de onda de perfil triangular curvilíneo con flancos o lados abombados cóncavos; y

10. La fig. 16 es una vista similar de una forma de onda de perfil triangular curvilíneo en arco ojival, de flancos o lados abombados convexos, que es practicamente óptima para las condiciones de servicio particulares consideradas;

15. Según el ejemplo de realización representado en las figuras 1 a 4, el elemento de capa 101, constituido por ejemplo por una chapa metálica o análogo, formando una superficie de base por ejemplo inicialmente plana 102, lleva ondulaciones rectilíneas 103 de primera serie, que son convexas, en relieve o en saliente sobre la superficie de base 102, ondulaciones rectilíneas de segunda serie 104, que son perpendiculares a las ondulaciones 103 de la primera serie y cóncavas, entrantes o en hueco respecto a la superficie de base 102, es decir, en relieve sobre el lado opuesto de ésta, y ondulaciones rectilíneas de tercera serie 105 formadas en la cresta de las ondulaciones de primera serie 103 sensiblemente a la derecha de su cruce con las ondulaciones de la segunda serie 104 y extendiéndose sensiblemente paralelas a estas últimas. Las dos primeras series de ondulaciones 103 y 104 delimitan mutuamente entre sí extensiones o regiones de superficie de base 106, por ejemplo sensiblemente planas y rectangulares.

20.
25.
30. Cada onda de las tres series de ondulaciones precitadas es de forma sensiblemente diédrica y de preferencia sensiblemente simétrica respecto al plano normal a la superficie de base 102,



y pasando por la arista de dicha onda. En cada intersección tal como 107, la ondulación 105 de la precitada tercera serie está constituida por una sola onda diédrica 105, constituida por un pliegue entrante según la arista 109, sensiblemente perpendicular a la arista 110 de la onda 103 de la primera serie, por ello sensiblemente paralela a la arista 111 de la onda 104 de la segunda serie y situada en el plano de simetría de esta última.

10. El sólido 107, común a estas tres ondas de las tres respectivas series precitadas, tiene cada cruce de una onda de la primera serie 103 con una onda de la segunda serie 104, resultante de la intersección de las superficies 108a, 108b y 108'a, 108'b, de dos diedros salientes 108, 108' con la superficie del diedro entrante 105 constituyendo la onda de la tercera serie.

15. Los dos diedros salientes 108, 108' son, de preferencia, sensiblemente simétricos, de una parte, respecto al plano de simetría de la onda 103 de la primera serie y, de otra parte, respecto al plano de simetría de la onda 104 de la segunda serie, cuyo último plano pasa así por las aristas 112, 112' de los dos diedros y por la arista 109 del diedro entrante 105. Los dos diedros salientes 108, 108' constituyendo así cada uno la pared de transición, aseguran la continuidad de, por una parte, de los flancos o caras respectivas de la onda 103 de la primera serie y, por otra parte, entre dicha onda 103 de primera serie y la onda de tercera serie 105.

25. Se comprueba fácilmente que la presencia de los diedros salientes 108, 108' está impuesta obligatoriamente y resulta lógicamente de la presencia de la impresión diédrica 105, en particular para permitir los movimientos de dilatación o de abertura o de contracción y de cierre de la onda de segunda

30.

316202



serie 104, empalmándose sucesivamente las aristas 111, 112, 109 y 112' unas a otras.

5. El ejemplo de realización de las figuras 5 a 8, representa una variante de configuración que, sensiblemente similar al modo de realización precedente, solo difiere de éste por la forma de las ondas de las tres series, que son aquí respectivamente prismáticas de tres caras. Todas las condiciones geométricas de simetría, enunciadas en el primer ejemplo, son ventajosamente conservadas en el presente ejemplo. La onda única 105' de la tercera serie es pues a lo menos sensiblemente similar a la onda 104' de la segunda serie y superpuesta a esta de manera que sus aristas sean sensiblemente paralelas a las de la onda 104' y situadas en los planos paralelos que pasan respectivamente por las aristas de dicha onda 104' de segunda serie.

10.

15.

El sólido poliédrico 107' común a las tres ondas 103', 104' y 105', está constituido igualmente por la intersección de la superficie prismática 105' que constituye la onda de la tercera serie, con las dos superficies prismáticas laterales convexas de tres caras 113 y 113' que aseguran la continuidad de las ondas 103' y 104' de las dos primeras series y la ligazón de la onda 104' de la segunda serie, con la onda 105' de la tercera serie. Así, las aristas de intersección de las tres caras de cada superficie lateral prismática 113 y 113' ligan directamente las aristas de la onda de segunda serie 104' con las de la onda de tercera serie 105'.

20.

25.

Las ondulaciones de ondas prismáticas o trapezoidales de este segundo ejemplo presentan la ventaja de una mayor flexibilidad respecto a las ondas diédricas o triangulares del primer ejemplo. Es ventajoso que todas las ondas, tanto en relieve

30.

316202



ve como en hueco, posean perfiles sensiblemente idénticos independientemente de la orientación de su concavidad o convexidad.

- Según el ejemplo de realización representado en la fig. 9,
5. el elemento de palastro o análogo 201 lleva dos familias de ondulaciones 202a y 202b en las que todas las ondas son idénticas, de preferencia en diedro saliente como forma de las mismas, cuyo saliente es simétrico respecto al plano longitudinal que pasa por la arista de cresta y perpendicular al plano inicial del
10. elemento 201. Así, cada onda 202a es de forma geométrica y de amplitud idéntica a cada onda 202b y en cada región de intersección 203, el centro de la intersección está constituido por una cumbre puntual saliente 204 y cada onda 202a, 202b lleva, en la porción de su arista de cresta 205 que desemboca en dicha
15. región de intersección, una impresión en forma de diedro entrante 206 de caras triangulares 207, 208 de preferencia sensiblemente isósceles, empalmándose a dicho centro 204 por la cumbre de la cara 207, y a la arista de cresta 205 de la onda asociada 202, por la cumbre opuesta de la otra cara 208.
20. Cada diedro de impresión 206 se empalma, por medio de pliegues convexos apropiados, a cada cara lateral de la onda asociada 202, por un diedro saliente tal como 209 cuya arista 210 liga el extremo correspondiente de la arista transversal 206a de dicho diedro de impresión, al punto de intersección 211 de la
25. arista del pliegue cóncavo 212a en la base de la onda asociada 202a, con la arista correspondiente del pliegue cóncavo 212b en la base de la onda secante adyacente 202b. Las caras triangulares de cada diedro 209 se empalman respectivamente por un pliegue cóncavo o en diedro entrante a la cara lateral correspondiente de la onda 202 y por un pliegue convexo o en diedro
- 30.



saliente a la cara triangular correspondiente del diedro de impresión 206.

5. Lo mismo que en el modo de realización indicado en la patente principal, la red de ondulaciones ortogonales 202a, 202b delimita campos rectangulares o cuadrados sensiblemente planos 213 y todas las ondas están en relieve de un mismo plado del plano inicial del elemento de palastro 201.

10. La fig. 10 representa en variante un ejemplo de ejecución de un elemento de palastro 214 llevando tres familias mutuamente secantes de ondulaciones todas idénticas, respectivamente 215a, 215b y 215c cuyas ondas están uniformemente repartidas según separaciones angulares iguales alrededor de cada centro de intersección 216, de tal suerte que las ondas se cortan mutuamente según ángulos de 60° . Las extensiones planas así delimitadas por una tal red de ondas repartidas en tres familias secantes de ondulaciones paralelas, son así sensiblemente triangulares. De una manera general, estos campos planos son poligonales y el número de sus lados es igual al número de familias de ondas secantes.

15.

20. En el ejemplo representado en la fig. 10, el centro de cada intersección es como precedentemente, o sea constituido por una cumbre puntual saliente 216 y cada onda 215a, 215b, 215c, convergentes hacia dicho centro, se empalma a éste por una impresión diédrica, tal como la 217, en la cresta de la onda asociada. De una manera general, la arista de cada impresión diédrica es sensiblemente perpendicular a la dirección de la arista de cresta de la onda asociada y sensiblemente paralela al plano inicial del elemento de palastro 201 o 214. Además, cada figura poliédrica, constituida por una tal impresión diédrica para la cual cada onda tal como 202 o 215, desemboca en cada punto de intersección tal como 204 o 216, se empalma a la figura poliédrica.

25.

30.

316202



ca de la onda vecina o inmediatamente adyacente, por un plie-
gue cóncavo en forma de diedro entrante cuya arista, tal como
218, enlaza la cumbre puntual de la intersección al punto de in-
tersección de las aristas en la base de dos ondas secantes suce-
sivas.

5.

La fig. 11 representa una configuración con dos familias
ortogonalmente secantes de ondulaciones paralelas constituyendo
una variante del modo de realización representado en la fig. 1.

10.

En esta variante, el centro o cumbre de cada intersección está
constituido por una superficie poligonal regular 218, que pue-
de ser plana o abombada, de suerte que la cara de empalme 207
de cada diedro de impresión tal como el 206 a esta superficie
poligonal de cumbre, es sensiblemente trapezoidal y tiene por
base menor un lado de este polígono 218, mientras que su base
mayor está constituida por la arista transversal del diedro de
impresión 206.

15.

Es evidente que esta superficie poligonal regular constitu-
yendo la cumbre de cada intersección, puede igualmente existir
con un número arbitrariamente grande de familias secantes de on-
dulaciones paralelas y, por ejemplo, en el caso representado en
la fig. 2 de tres familias de ondulaciones.

20.

En el ejemplo de realización de la fig. 12, la referencia
301 designa una porción del plano inicial de base del palastro
en la cual está formada una onda diédrica 302 que ya ha sido
descrita y representada en la patente principal. Esta onda lleva
dos lados o flancos 303 constituyendo caras laterales planas
(teniendo pues un radio de curvatura R infinitamente grande),
que están empalmadas entre sí por una moldura redondeada conve-
xa 304 en forma de arco de circunferencia de radio de curvatura
 r , y al plano inicial de base del palastro 301 por molduras

25.

30.



redondeadas cóncavas 305, igualmente en forma de arco de circunferencia de radio de curvatura r_0 . Se designará por m la abertura de la base o la distancia de separación de los nacimientos del arco de onda, y por h la altura de onda. En las figuras 12 a 16, se utilizarán las mismas cifras de referencias y los mismos símbolos literales de parámetros dimensionales para partes correspondientes de la onda.

El estudio comparativo de los constreñimientos (en particular máximos en la base de la onda) para los ejemplos de forma de onda de las figuras 12 a 16 ha dado los resultados globales cualitativos siguientes, suponiendo que todas estas diferentes formas de onda poseen la misma altura de onda, las mismas molduras de empalme a la cumbre de onda en los ejemplos de las figuras 12, 15 y 16, las mismas molduras de empalme a la base en los ejemplos de las figuras 14 a 16, y la misma abertura de onda en los ejemplos de las figuras 13 y 14, de una parte, y en los de las figuras 15 y 16, de otra parte, mientras que los parámetros dimensionales restantes, que son diferentes, presentan sin embargo valores numéricos relativamente próximos unos de otros.

Se puede así concluir aproximadamente, que la forma de onda de la fig. 13 presenta la mayor cantidad de constreñimiento térmico, mientras que el constreñimiento de presión es nulo. En el ejemplo de la fig. 14, la presencia de molduras de empalme a la base hace aparecer un constreñimiento de presión que se añade al constreñimiento térmico para dar el constreñimiento resultante; pero este constreñimiento de presión es relativamente más débil que los constreñimientos de presión correspondientes a las formas de ondas de las figuras 12, 15 y 16 (el ángulo en el centro del arco de moldura en la base siendo recto $\alpha = 90^\circ$).

Para ciertos valores dimensionales, el constreñimiento tér-

316202



micó en la forma de onda de la fig. 12 puede ser más pequeño que los constreñimientos térmicos en los ejemplos de las figuras 13 a 16 pero, por el contrario, el constreñimiento de presión toma entonces un valor mas grande que en todos los demas ejemplos. Se comprueba, por otra parte, que el término de constreñimiento de presión toma un valor preponderante en la precitada fórmula para valores de la presión superiores a un cierto límite, mientras que para valores inferiores a este límite, es el término de constreñimiento térmico el que se vuelve predominante. Resulta que en ciertos casos especiales donde la presión es inferior al precitado valor límite, el constreñimiento máximo en el ejemplo de la fig. 12 puede ser inferior al de la forma de onda de la fig. 13.

La forma de onda de la fig. 16 puede dar lugar a un constreñimiento térmico superior al correspondiente a la forma de onda de la fig. 15 pero, por el contrario, el constreñimiento de presión para la forma de onda de la fig. 16 es entonces inferior al constreñimiento de presión para la forma de onda de la fig. 15, siendo iguales, por otra parte, todas las cosas .

Las comparaciones cualitativas precedentes estan fundadas de hecho en la comparación de los coeficientes A y B, de suerte que estas conclusiones son valederas cuando el espesor de palastro e y la presión aplicada p son respectivamente los mismos en todos los ejemplos considerados.

Finalmente, para las condiciones específicas de servicio consideradas, por ejemplo para depósitos o cubas de gases naturales licuados, como el metano, montados a bordo de un navio y del tipo integrados, en el casco del navio, la forma óptima de onda, tanto desde el punto de vista de la resistencia de los materiales, como desde el punto de vista de la fabricación, es el represen-

316202



tado en la fig.16. Se ha revelado ventajoso que las molduras redondeadas 305, que empalman respectivamente los flancos de onda a la superficie de base plana 301, se extiendan sobre sensiblemente un cuadrante, es decir, que el arco de circunferencia que forma el perfil de moldura, corresponda sensiblemente a un ángulo en el centro α recto o de 90° .

Es igualmente ventajoso que las molduras redondeadas de empalme a la cumbre 304 y a la base 305 de cada onda tengan sensiblemente el mismo radio de curvatura que tendrá, de preferencia, el valor más pequeño compatible con un formado correcto por plegado o embutición en frío, del palastro.

En el caso del modo de realización descrito y representado en la patente principal, llevando dos familias de ondas secantes en las que las intersecciones de dos ondas pertenecientes respectivamente a las dos familias, son ortogonales y en el cual las ondas todas idénticas de una familia llevan respectivamente en cada nudo de intersección con todas las ondas idénticas de la otra familia y de cada lado de ésta, a lo menos una impresión transversal de plegado cóncavo en la cresta de onda, las ondas de la familia de ondulaciones que llevan estas impresiones, son más altas, por tanto más grandes, que las ondas de la otra familia de ondulaciones, estando las dos familias de ondulaciones unilateralmente salientes del mismo lado del palastro. En este caso, los parámetros dimensionales de una gran onda, poseen la forma de onda óptima en la fig. 16, teniendo ventajosamente los valores siguientes: Radio de curvatura de los flancos: $R = 72$ mm. aproximadamente. Radio de curvatura común de las molduras redondeadas en la cumbre y en la base de la onda: $r = r_0 = 10$ mm. aproximadamente. Ancho de abertura de onda, medido por la distancia de separación de los centros de curvatura de las molduras de empalme a la base:

316202



$\underline{m} = 94$ mm. aproximadamente. Altura de onda: $\underline{h} = 71$ mm. aproximadamente.

5. En la expresión del constreñimiento máximo (en la base de la onda) en función del espesor del palastro y de la presión aplicada, los coeficientes de la precitada relación tienen entonces los valores siguientes; $\underline{A} = 4.07$ y $\underline{B} = 3.460$, cuando el espesor \underline{e} está expresado en milímetros y la presión \underline{p} en kg/mm^2 .

10. El criterio determinante de los valores numéricos de los parámetros dimensionales de la pequeña onda según la forma de onda óptima de la fig. 16, considerado de una parte que la altura del perfil de onda debe ser tal que los esfuerzos necesarios para alargar el palastro en un valor igual en las dos direcciones ortogonales respectivas de las dos familias de ondulaciones, sean vecinos y, de otra parte, el constreñimiento máximo no sea demasiado elevado. En estas condiciones, los parámetros dimensionales de la pequeña onda tendrán ventajosamente los valores aproximados siguientes:

15. Radio de curvatura de los flancos: $\underline{R} = a$ alrededor de 48 mm.
Radio de curvatura igual en la cumbre y en la base de la onda:
20. $\underline{r} = \underline{r}_0 = a$ alrededor de 10 mm.
Ancho de abertura de la onda igual a la distancia de separación de los centros de curvatura de las molduras de emplame a la base:
 $\underline{m} = a$ alrededor de 64 mm.

25. En la expresión del constreñimiento máximo en la base de la pequeña onda, los coeficientes tienen, en este caso, los valores numéricos siguientes:

$\underline{A}' = 8.15$ y $\underline{B}' = 1.850$.

30. Si para un perfil de onda determinado, se atribuye a los diferentes parámetros dimensionales la misma relación de similitud \underline{k} , el constreñimiento en una sección cualquiera de la onda está



dado por la relación: $\sigma' = \frac{A, e}{k^2} \neq \frac{B, p, k^2}{e^2}$

5. El estudio de la variación de este constreñimiento en función del espesor de palastro e y de la relación de similitud k ha demostrado, por ejemplo, que si no se desea rebasar en las ondas un constreñimiento correspondiente al límite elástico del acero inoxidable, medido a la temperatura ambiente (sea 25 kg/mm^2) aproximadamente) es preciso utilizar un espesor de palastro de $e = 2 \text{ mm}$, para la forma de onda óptima de la fig. 16, para cuyo valor de espesor la relación de similitud k , para un constreñimiento máximo igual a 25 kg/mm^2 , está próximo a 1. Por el contrario, para un espesor de palastro de $1,5 \text{ mm}$, la forma de onda óptima, antes definida, está ligeramente modificada; la relación de similitud es entonces de $k = a$ alrededor de 0,8, mientras que el constreñimiento máximo es de alrededor de 30 kg/mm^2 .

15. El esfuerzo de borde, caracterizado por la fuerza F ejerciéndose en la base de cada onda en el plano de base del palastro y perpendicularmente al plano longitudinal de simetría de la onda, está dado por la relación siguiente en función del espesor del palastro e , la presión aplicada p y la relación de similitud k de los perfiles de onda:

$$F = \frac{0,200e^3}{k^3} = 23,4 p.k.$$

20. La forma óptima de onda debe ser elegida teniendo en cuenta igualmente este esfuerzo de borde que debe ser, bien entendido, rendido mínimo. Se puede observar que esta última condición, que implica formas de onda lo más flexibles y por ello lo más esbeltas posible, está en oposición con la impuesta por la resistencia a la presión cíclica que implica, al contrario, perfiles más recogidos y por ello más rígidos. Los cálculos de óptima forma, que son la base de la determinación de las formas de onda



316202

que constituyen el objeto de esta adición, tienen en cuenta estas condiciones antagonistas.

5. Se puede observar que, en el caso considerado, el radio de curvatura de cada flanco de onda es bastante cercano a la altura de onda, la cual es en si misma aproximadamente igual a las tres cuartas partes de la anchura de la abertura en la base de la onda.

10. Es de notar que los resultados numéricos indicados han sido obtenidos por la aplicación de la teoría de las vigas y no por la de las membranas, de suerte que el método de cálculo utilizado es tanto más justo cuanto que el espesor de palastro es mayor.

15. Bien entendido que la adición no queda limitada a los modos de realización descritos y representados, que han sido dados solamente a título de ejemplo.

N O T A

20. Hecha la descripción del presente invento se hace constar, que esta solicitud se acoge a la prioridad de las solicitudes de patente francesas números, 984 429, depositada el 6 de Agosto de 1964, 919. depositada el 5 de Enero de 1965, y 15 442, depositada el 30 de Abril de 1965, las tres respondiendo al principio de unidad de invención, y que se declaran como nuevas y de propia invención las reivindicaciones siguientes:

25. 1.- Mejoras introducidas en el objeto de la Patente Principal N° 299.596 por "Dispositivo formador de pared flexible o similar, en particular aplicable a la construcción de depósitos

316202



- o análogos, cuyo dispositivo, según dicha Patente Principal, consta de un elemento de capa, placa o tablero ondulado o plegado en, a lo menos, tres series de ondulaciones espaciadas prismáticas sensiblemente rectilíneas de las que dos son, de preferencia, ortogonalmente secantes, siendo las ondulaciones de la tercera serie, en cada intersección de dos ondas respectivamente de las series primera y segunda, y transversalmente en la cresta de dicha onda de primera serie, cóncavas y sensiblemente paralelas a las referidas ondas de segunda serie, cuyas mejoras están caracterizadas porque cada onda de primera serie es convexa o en relieve sobre un alado del precitado elemento, mientras que cada onda de segunda serie es cóncava o en hueco sobre el mismo lado antedicho, y la superficie poliédrica o prismática de cada onda de las mencionadas ondulaciones es, de preferencia, sensiblemente simétrica respecto a un plano longitudinal sensiblemente paralelo a dicha onda y normal a la superficie de base de la hoja o palastro que constituye el precitado elemento, mientras que cada ondulación de tercera serie está constituida por una sola onda en hueco, a lo menos geoméricamente semejante y sensiblemente superpuesta a la onda asociada de segunda serie, formando una impresión prismática en dicha onda de primera serie en cada uno de los flancos opuestos, franqueando el hueco de la referida onda de segunda serie y ligando de cada lado las caras de la expresada impresión, respectivamente, a las caras de la referida onda de segunda serie, constituyendo una superficie lateral prismática convexa, de la misma naturaleza geométrica, continuando las caras de dicha impresión hasta las de la expresada onda de segunda serie, casando el perfil de ésta de una manera correspondiente.
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
30. 2.- Mejoras, según la reivindicación 1, c a r a c t e r i -



316202

z a d a s porque en el precitado dispositivo cada superfi-
 cie lateral prismática convexa antes mencionadas, se empal-
 ma, de una parte, a la referida impresión mediante ángulos
 diedros salientes y, de otra parte, a la cara lateral de la
 expresada onda de primera serie y a las caras de la mencio-
 nada onda de segunda serie mediante ángulos diedros entrante-
 tes.

5.

3.- Mejoras, según las reivindicaciones 1 o 2, c a r a c -

10.

t e r i z a d a s porque en el precitado dispositivo cada on-
 da de las tres serie de ondulaciones referidas es de forma
 sensiblemente diédrica y el sólido común, en el cruce de una
 onda de primera serie con una onda de segunda serie, resulta
 de la intersección de las superficies de dos diedros salien-
 tes, sensiblemente simétricos, formando la pared de transi-

15.

ción que asegura la continuidad entre dicha onda de primera
 serie y la referida onda de segunda serie, con la superficie
 de un diedro entrante constituyendo la onda de tercera serie
 precitada, y cuya arista, de preferencia sensiblemente para-
 lela a la de la expresada onda de segunda serie, liga las

20.

aristas de los mencionados diedros salientes.

4.- Mejoras, según una de las reivindicaciones 1 a 3,

25.

c a r a c t e r i z a d a s porque en el precitado disposi-
 tivo, cada onda de una de las tres expresadas series de ondu-
 laciones, es de forma sensiblemente prismática de tres caras,
 y el sólido común, en el cruce de una onda de primera serie
 con una onda de segunda serie, resulta de la intersección de
 dos superficies prismáticas salientes de tres caras sensible-
 mente simétricas, formando superficies de transición que ase-
 guran la continuidad entre dicha onda de primera serie y la

30.

referida onda de segunda serie, con una superficie prismática

316202



entrante de tres caras, constituyendo la mencionada onda de tercera serie y cuyas aristas, de preferencia sensiblemente paralelas a las de dicha onda de segunda serie, ligan las aristas de las referidas superficies prismáticas salientes.

5. 5.- Mejoras, según la reivindicación 1, en cuyo dispositivo las precitadas ondulaciones son, de preferencia, diedricas y unilateralmente salientes respecto al plano inicial del referido elemento, y las ondas de la primera familia llevan, respectivamente en la cresta de onda, en cada intersección con las ondas de la segunda familia y de cada lado de dicha intersección, una impresión en plegado transversal, cóncavo, constituyendo las ondulaciones de la tercera familia, cuyas mejoras están caracterizadas porque dicho elemento lleva varias familias de las precitadas ondulaciones en las que todas las ondas son sensiblemente idénticas, repartidas con espaciamientos angulares uniformes alrededor de cada intersección, y admitiendo cada una un plano de simetría longitudinal, sensiblemente perpendicular al precitado plano inicial, mientras que las ondas de cada familia llevan, respectivamente, en cada intersección, y de una y otra parte de la expresada impresión, un plegado transversal cóncavo en su cresta, y son sensiblemente simétricas respecto al eje normal al mencionado plano inicial, y pasan por el centro de la referida intersección.
- 10.
- 15.
- 20.

25. 6.- Mejoras, según la reivindicación 5, caracterizadas porque en el precitado dispositivo el centro de cada referida intersección está constituido por una cumbre en punta saliente y cada precitada impresión forma un diedro entrante de caras triangulares, de preferencia sensiblemente isósceles, empalmándose a dicho centro por la cumbre de una de las expresadas caras y a la arista de cresta de la onda asociada, por la cum-
- 30.

316202



bre opuesta de la otra cara.

5. 7.- Mejoras, según las reivindicaciones 5 o 6, c a r a c t e r i z a d a s porque, según una variante, en el precitado dispositivo, el centro de cada mencionada intersección, es una superficie poligonal regular de cumbre plana o abombada, y la cara de empalme a dicho centro, de cada referido diedro de impresión, es sensiblemente trapezoidal en la que la base menor es un lado de dicho polígono.
10. 8.- Mejoras, según una de las reivindicaciones 5 a 7, c a r a c t e r i z a d a s porque en el precitado dispositivo, cada referido diedro de impresión se empalma, al medio de las concavidad en cada cara lateral de la onda asociada, por un diedro saliente cuya arista liga el extremo correspondiente de la arista transversal de dicho diedro de impresión al punto de intersección de la arista del pliegue cóncavo, en la base de dicha onda asociada, con la arista de base correspondiente vecina, de la onda secante adyacente.
15. 9.- Mejoras, según una de las reivindicaciones precedentes, en cuyo dispositivo las ondas de cada familia son todas idénticas y cada una, de preferencia, sensiblemente simétrica respecto al plano longitudinal que pasa por la cumbre de onda y perpendicular al plano o a la superficie de base inicial del precitado elemento, c a r a c t e r i z a d a s tales mejoras porque cada onda lleva dos flancos respectivamente en forma de porciones de superficie curva o cilíndrica, tal como sensiblemente circular.
20. 10.- Mejoras, según la reivindicación 9, c a r a c t e r i z a d a s porque en el precitado dispositivo los dos referidos flancos de onda están respectivamente empalmados, de preferencia sensiblemente tangenciales, por porciones de su-
25. 30.



perficie cilíndrica, tal como sensiblemente circular, de una parte, entre sí y, de otra parte, a la expresada superficie de base.

5.

11.- Mejoras, según las reivindicaciones 9 o 10, caracterizadas porque en el precitado dispositivo cada mencionado flanco de onda está convexamente abombado hacia el exterior, del lado del referido palastro en donde la expresada onda está en saliente, la cual presenta así un perfil de sección recta transversal formando un arco sensiblemente en cimbra ojival o triangular curvilíneo, o análogo.

10.

12.- Mejoras, según una de las reivindicaciones 9 a 11, caracterizadas porque en el precitado dispositivo las referidas molduras redondeadas de empalme con la expresada superficie de base, se extienden sensiblemente sobre un cuadrante.

15.

13.- Mejoras, según una de las reivindicaciones 9 a 12, caracterizadas porque en el precitado dispositivo las referidas molduras redondeadas de empalme a la cumbre y a la base de cada onda, tienen sensiblemente el mismo radio de curvatura que, de preferencia, tiene el valor más pequeño compatible con una conformación correcta por plegado o embutición en frío del mencionado palastro.

20.

14.- Mejoras, según una de las reivindicaciones 9 a 13, caracterizadas porque en el precitado dispositivo, la altura de cada onda es aproximadamente igual a las tres cuartas partes del ancho de la abertura en la base de dicha onda.

25.

15.- Mejoras, según una de las reivindicaciones 9 a 14, caracterizadas porque en el precitado dispositivo, el radio de curvatura de cada expresado flanco de onda, tiene un valor relativamente próximo al de la altura de onda.

30.

316202



1965

16.- Mejoras, según una de las reivindicaciones 9 a 15, caracterizadas porque en el precitado dispositivo, para un palastro de acero, tal como de acero inoxidable de 1 a 2 mm. de espesor, cada moldura cóncava de empalme a la base tiene un radio de curvatura de alrededor de 10 mm.

17.- Mejoras introducidas en el objeto de la Patente Principal Nº 299.596 por "Dispositivo formador de pared flexible o similar, en particular aplicable a la construcción de depósitos o análogos.

Según se describe y reivindica en la presente memoria que consta de veintiocho hojas foliadas y mecanografiadas por una sola cara y de siete láminas de dibujos.

Madrid, a 5 de Agosto de 1965

TECHNIGAZ, S.A.

D. a.

JAIME ISERN

P. P.

316202

316202

5

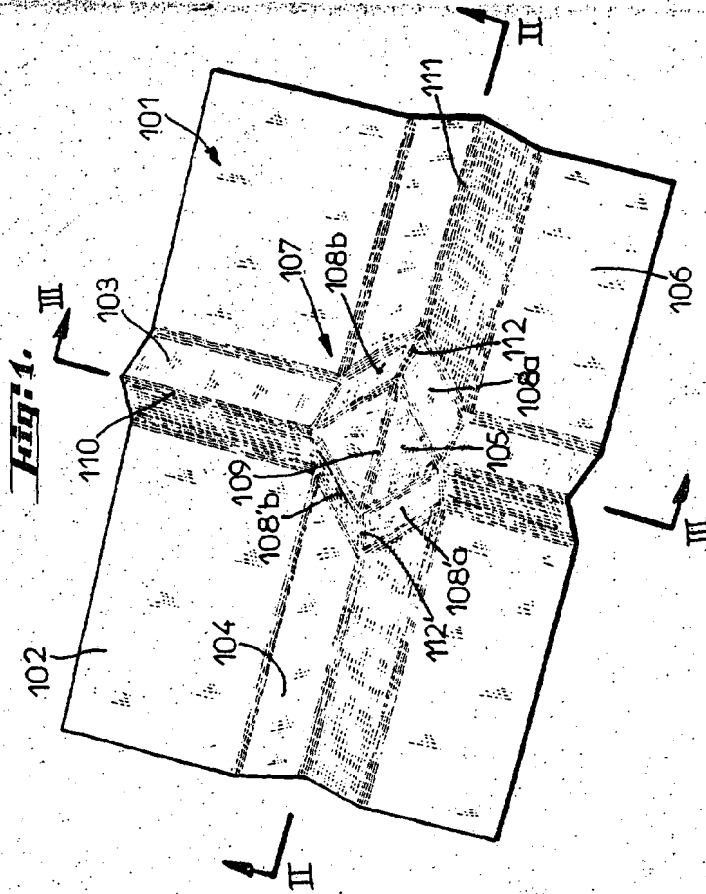
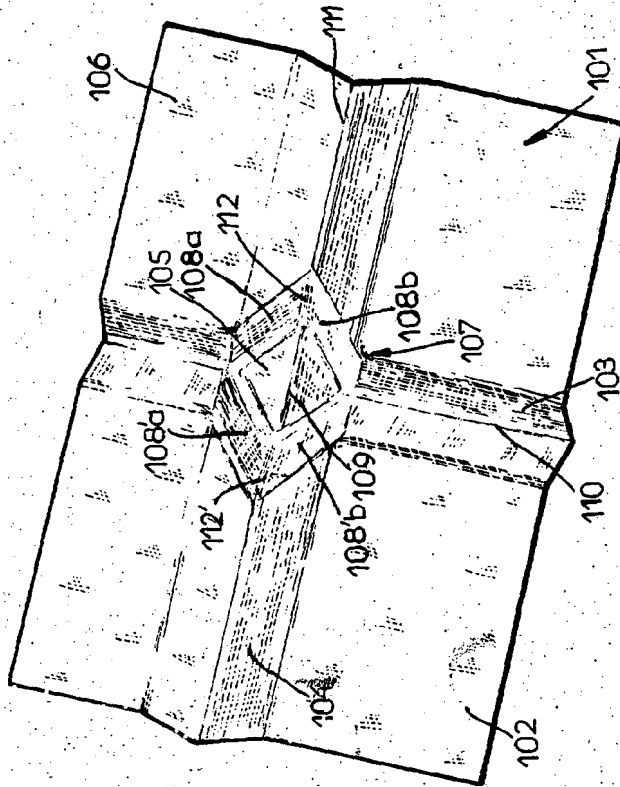


Fig. 4.



Madrid, a 5 de Agosto de 1965

JAIMÉ ISERN

P. P.

316202



Fig: 2.

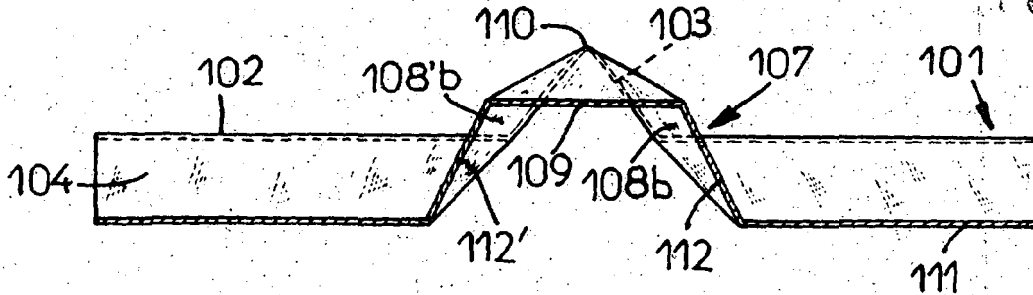


Fig: 3.

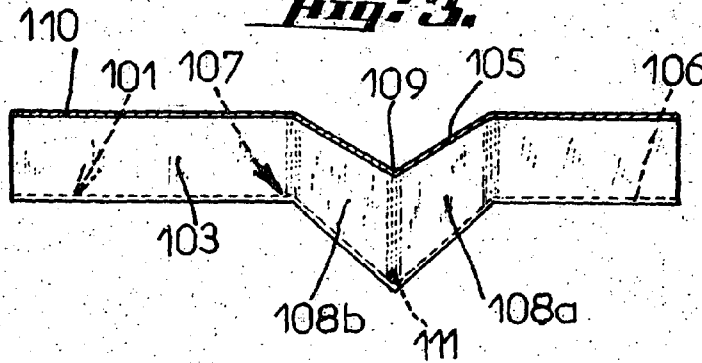


Fig: 6.

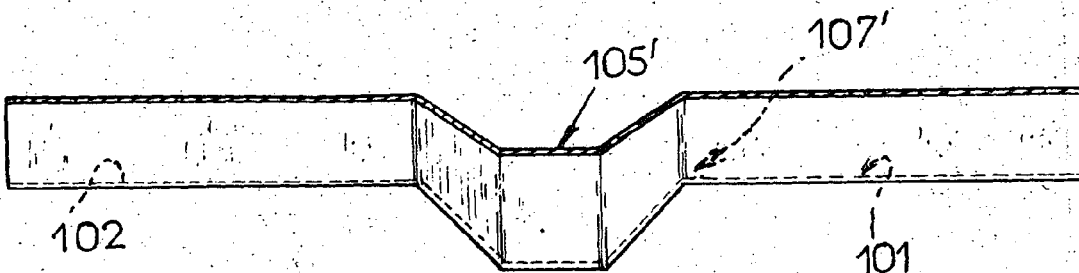
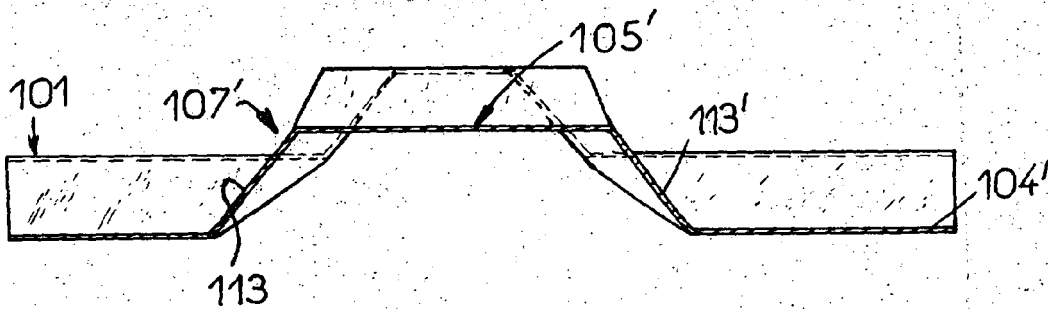


Fig: 7.

Madrid, a 5 de Agosto de 1965

JAIMÉ ISERN

Dr. P.

[Handwritten signature]

316202



316202

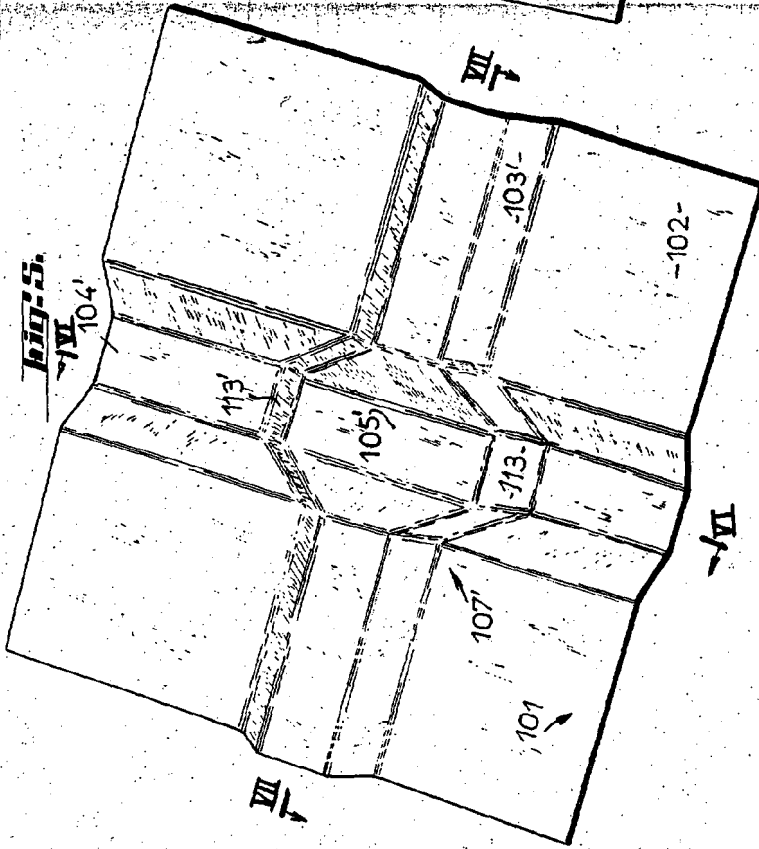
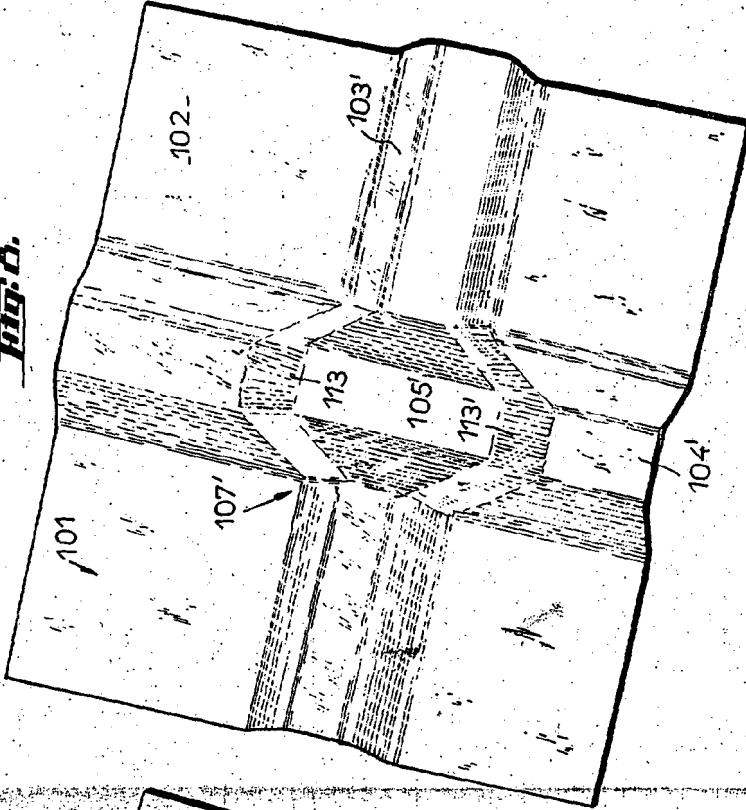


Fig. 6.



Madrid, a 5 de agosto de 1955.

J. P. JAIMES IBERIA

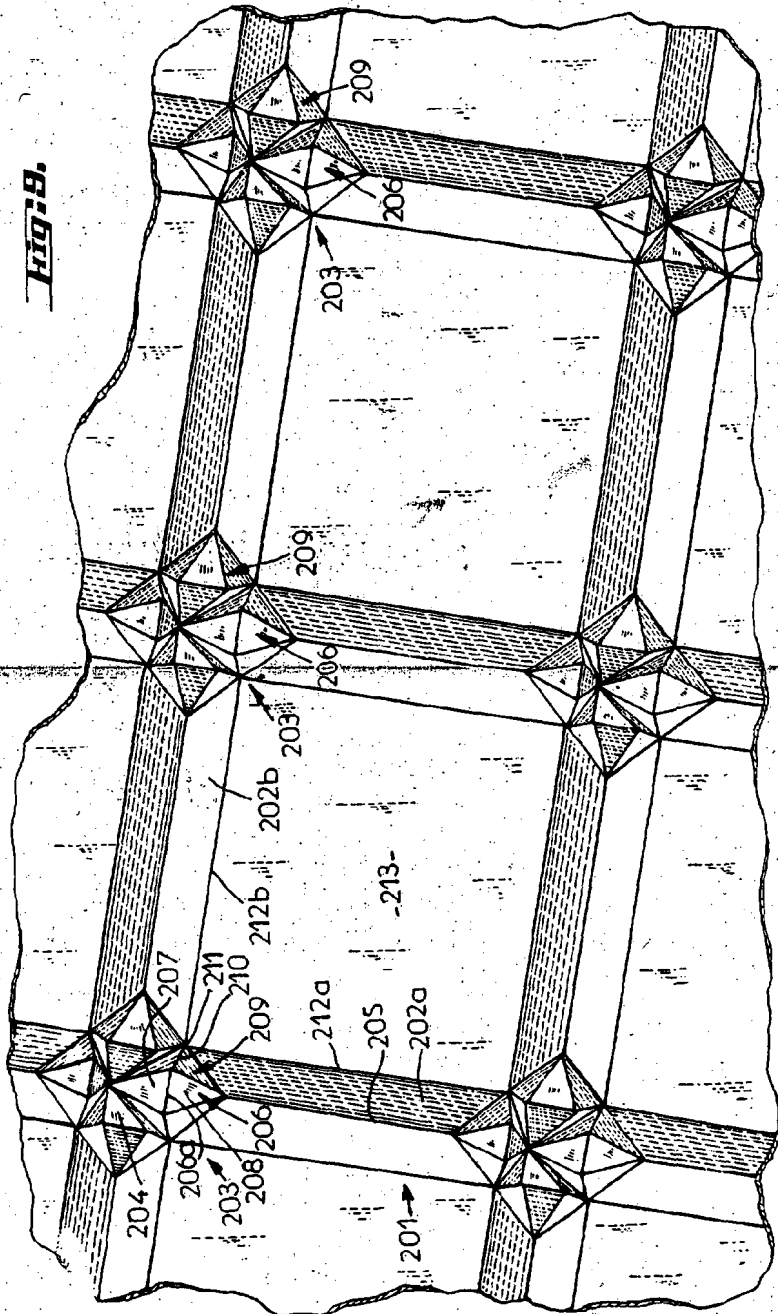
[Handwritten signature]

Escala variable

316202



316202



Madrid, a 5 de Agosto de 1965

JAIMÉ ISERN

D. P.

Jaime Isern

Escuela variable

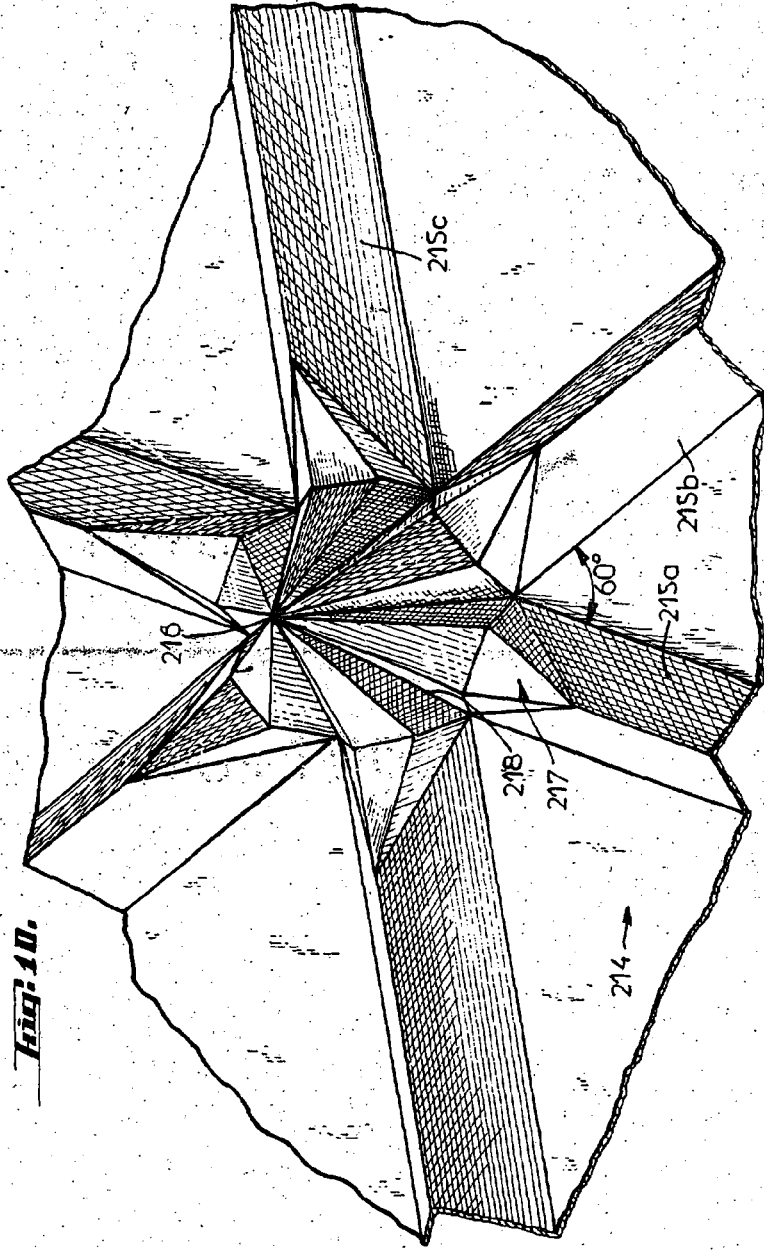
316202

316202



06

Fig. 10.



Madrid, a 5 de agosto de 1965.

JANER ISERN
[Signature]

Escala variable

316202

316202



5

Fig. 12.

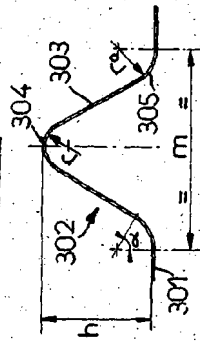


Fig. 16.

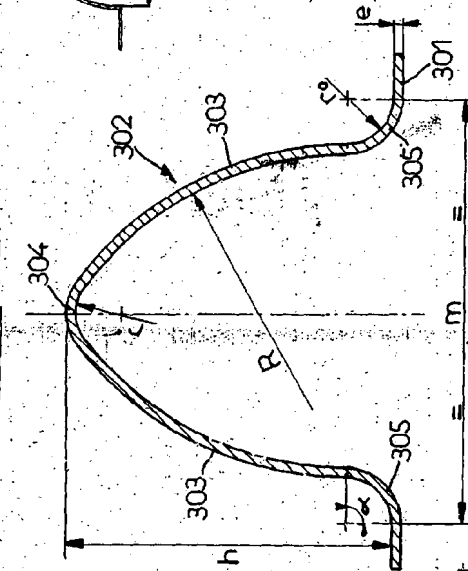


Fig. 13.

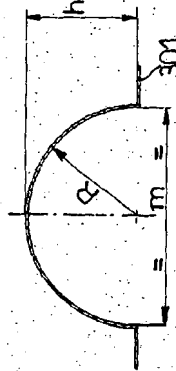


Fig. 15.

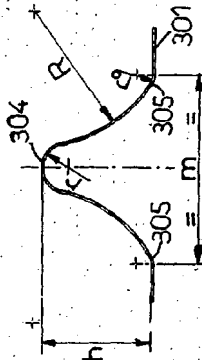
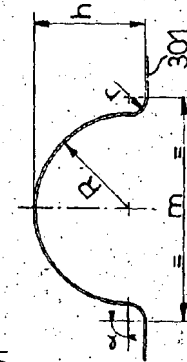


Fig. 14.



Madrid, a 5 de Agosto de 1965

J. JAIME ISERIN

P. D.