

MINISTERIO DE INDUSTRIA Y ENERGIA
Registro de la Propiedad Industrial



ESPAÑA

5 FEB 1978 ES
Concedido el Registro de acuerdo con los datos que figuran en la presente descripción y según el contenido de la Memoria adjunta.

11	NUMERO	469.995	10	A1
21	FECHA DE PRESENTACION	18-5-1978		

PATENTE DE INVENCION

30 PRIORIDADES:		
31 NUMERO	32 FECHA	33 PAIS
800.037	24-5-1977	EE.UU.
47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
	B21D	
54 TITULO DE LA INVENCION		
"UN METODO DE CONFORMAR UNA CHAPA METALICA HASTA DARLE UNA FORMA TRIDIMENSIONAL DE CURVATURA COMPUESTA PREFIJADA"		
71 SOLICITANTE (S)		
GENERAL DYNAMICS CORPORATION		
(35802-F)		
DOMICILIO DEL SOLICITANTE		
Pierre Laclède Center, St. Louis, Missouri, EE.UU.		
72 INVENTOR (ES)		
ROGER FRANCIS MULLEN		
73 TITULAR (ES)		
74 REPRESENTANTE		
DON ALBERTO DE ELZABURU MARQUEZ		
(P.-69.058)		

jga

La presente invención se refiere a la conformación de placas metálicas en curva, y más en particular a la conformación de chapas o placas metálicas grandes y relativamente delgadas hasta darles formas tridimensionales de curvatura compuesta.

5

Uno de los métodos actualmente usados para conformar chapas metálicas hasta darles formas tridimensionales de curvatura compuesta, es el de estampación en prensa, sea a la temperatura ambiente, sea a elevadas temperaturas. La forja y estampación es otro método utilizado. En algunos casos se han empleado operaciones de laminación con rodillos complejos, de usos especiales, para conseguir curvaturas compuestas. Otra manera más es la de producir primero una curva simple, bidimensional, por medio de laminación usual y luego añadir la curvatura en una dirección adicional (a veces denominada "recurvatura") por acción de prensa, forja o similar.

10

15

Ahora bien, a menos que el tamaño de las chapas a las que se esté dando forma sea relativamente pequeño o que el número de placas idénticas requerido para una tarea particular sea bastante grande, estos procedimientos son en sí bastante costosos y, por tanto, se vienen buscando métodos alternativos. Se ha tratado de dar forma a la chapa calentándola con sopletes de gas; ahora bien, tales intentos se han hecho confiando en un efecto rotacional creado por caldeo diferencial de tal modo que una de las caras o superficies del objeto metálico se caliente a mayor profundidad que la superficie opuesta. En general, uno de los lados de la chapa se contrae más que el otro, haciendo que la chapa se combe a lo largo de la lí-

20

25

30

nea de calentamiento y creándose así una combadura en esta dirección. La patente de EE.UU. n.º 2.428.825 concedida a Arnoldy el 14 de octubre de 1947 es ilustrativa de tal método.

5 Según se ha visto ahora, si se elimina sustancialmente este caldeo diferencial de modo que se consiga una temperatura relativamente uniforme a lo largo de una estrecha faja o banda, es posible usar el fenómeno de "contracción en plano" para conformar chapas metálicas
10 grandes y relativamente delgadas dándoles formas tridimensionales de curvatura compuesta. El caldeo puede efectuarse usando sopletes de gas acetileno o similares para caldear rápidamente la chapa a lo largo de una estrecha faja, y antes de que el calor se disipe por toda la chapa, a
15 partir de esta faja o banda estrecha, se efectúa un enfriamiento rápidamente. El caldeo se realiza según un diseño de distribución prefijado de líneas geométricas que depende del tipo de proyección que se esté empleando; por ejemplo, el caldeo puede efectuarse a lo largo de líneas
20 rectas y paralelas de longitud variable, que se extiendan hacia dentro a partir de los bordes de la chapa. Para la chapa de acero suave, en la que es conveniente evitar un cambio de las propiedades mecánicas del metal, su temperatura se eleva hasta las proximidades de los 538°C, aproximadamente, y el caldeo se efectúa de preferencia en una sucesión prefijada que hace que la transformación de forma o perfil progrese lo más uniformemente posible por toda la chapa. Normalmente, tal transformación se efectúa
25 por medio de una secuencia o sucesión en la que el caldeo se ejecuta primero a lo largo de las líneas de longitud
30

intermedia y luego a lo largo de las líneas progresivamente más largas y más cortas.

La invención se comprenderá partiendo de la siguiente descripción detallada de ciertos métodos en los que se tienen incorporados diversos rasgos característicos de la invención, leída dicha descripción con referencia a los dibujos adjuntos, en los cuales:

- la figura 1 es una vista fragmentaria en perspectiva que ilustra el caldeo por líneas de una chapa plana, en el curso de su ejecución con la chapa apoyada en un soporte en cuna adecuado;

- la figura 2 es una vista en planta de la chapa, antes de todo caldeo, que muestra el diseño de distribución marcado en la misma según el cual se efectuará el caldeo;

- la figura 3 es una vista en perspectiva que muestra el segmento esférico formado en la chapa de la fig. 2 como resultado del método de caldeo;

- la figura 4 es una vista en perspectiva del soporte de apoyo en cuna representado en la fig. 1; y

- la figura 5 es una vista, similar a la fig. 2, de una chapa marcada con una variante de diseño de distribución de líneas, para dar una forma ligeramente distinta de curvatura compuesta.

El método de conformar se considera adecuado para uso con chapas de distintos metales; no obstante, se espera encontrar su máxima aplicación comercial en la conformación o el perfilado de chapas de acero. En general, el método no se emplearía para conformar chapas de una conductividad térmica superior a la del aluminio,

5 porque el fenómeno depende de la posibilidad de conseguir una temperatura elevada y uniforme en una faja relativamente estrecha que pueda enfriarse rápidamente. El método de conformar se pone en práctica con suma eficacia en chapa de acero de un espesor comprendido entre aproximadamente 9,5 mm y 32 mm, esperándose encontrar su máxima aplicación en la conformación de chapas de aleaciones de hierro de más de 6 milímetros de grueso. Cuando se emplee chapa de acero bastante gruesa, puede ser preferible caldear simultáneamente por ambas caras o superficies de la chapa a lo largo de la línea en cuestión, para así lograr la deseada uniformidad relativa de temperatura, sin dejar por ello de limitar el caldeo a una faja relativamente estrecha, y también enfriar rápidamente por ambas caras.

10 Las chapas de acero suave pueden conformarse calentando por encima de unos 427°C y, aunque en teoría puedan usarse temperaturas próximas al punto de fusión, si se desea evitar un cambio en las propiedades mecánicas del acero no se usa una temperatura superior a unos 700°C.

20 El método resulta particularmente adecuado para la conformación de chapas o placas muy grandes, de un peso de alrededor de quinientos kilogramos o más, que vayan a formar parte de estructuras metálicas grandes como, por ejemplo, cascos u otros componentes principales de buques, grandes instalaciones de la industria química como depósitos, reactores y similares, y otras estructuras metálicas curvas de gran tamaño. Tal como se indica, el método tiene por objeto dar una forma tridimensional de curvatura compuesta. A los fines definitivos, una superficie simple curvada en dos dimensiones (o de curvatura bidimen-

25

30

sional) se define aquí como aquella en la que hay un número infinito de planos cuya intersección con la superficie de una línea recta: por ejemplo, la superficie cilíndrica o la cónica. Una superficie tridimensional de curvatura compuesta se define como aquella en la que la intersección con un plano cualquiera da una línea curva: por ejemplo, las superficies que son esféricas, elipsoidales, paraboloides e hiperboloides.

Debido al tamaño y al peso de la chapa usual 11 a la que se está dando forma, es usual soportarla encima de un apoyo en cuna 13 como el ilustrado en las figs. 1 y 4 y, de preferencia, el apoyo en cuna 13 está proyectado o diseñado para tener la curvatura compuesta precisa de la parte curva final. El soporte de apoyo en cuna sostiene la chapa 11 de tal modo que su periferia queda totalmente despejada o libre, para que no estorbe a la contracción producida en un plano, en dirección que forma ángulo recto con cada línea de caldeo. El apoyo en cuna 13 es de diseño sencillo, haciéndose de una pluralidad de bastidores transversos 15 cortados cada uno de modo que presente una superficie superior 17 de curvatura precisa, y una serie de miembros longitudinales 19 que interconectan los bastidores 15 formando una armazón rígida de soporte. Aun cuando la conformación puede efectuarse con la chapa en una orientación cualquiera (por ejemplo, la vertical), mediante el recurso de colocar la chapa en disposición horizontal en general sobre un soporte en cuna se aprovecha la fuerza de la gravedad para ayudar a crear la curvatura, al conformar la chapa para darle una sección cóncava hacia arriba. Con tal disposición de soporte

de apoyo en cuna, si el caldeo se va a realizar por una sola de las superficies de la chapa, es la superficie superior la que convenientemente se caldea.

El caldeo se realiza usando un soplete de gas
21 adecuado, o bien otra fuente de calor adecuada que lleve rápidamente la chapa a la temperatura deseada (por ejemplo, de unos 538°C para el acero) sin recalentarla con exceso. En general, se usan sopletes de gas combustible con adición de oxígeno, que quemen un gas adecuado tal como el acetileno o el propano. La distribución de llama del soplete se ajusta de modo que caliente sólo una faja relativamente estrecha a lo largo de la línea donde se desea caldear, y de preferencia la anchura de la llama se ajusta para que sea aproximadamente igual o ligeramente menor que el espesor de la chapa. Por ejemplo, para una chapa de acero de 14 mm de espesor puede usarse una anchura de llama de aproximadamente 12 ó 13 milímetros. El fenómeno se basa en lograr un elevado gradiente de temperatura en el acero, y luego enfriar éste rápidamente. De preferencia, el gradiente desde el centro de la faja caldeada hacia fuera ha de tener una pendiente de por lo menos, aproximadamente, 220°C por centímetro. Usando un soplete de acetileno con esta anchura de llama es posible caldear el acero a una temperatura uniforme, por todo él, aproximadamente comprendida entre 510°C y 566°C, con el gradiente deseado, usando una velocidad de traslación de soplete de unos treinta y cinco centímetros por minuto.

El calentamiento de tan grandes chapas se realiza por lo general al aire libre, o bajo techado en grandes naves abiertas donde haya un desagüe apropiado, por-

que el enfriamiento se efectúa por medio de aspersión o atomización de agua. Usualmente, el soplete 21 lleva una tobera 23 de atomización de agua, y las cabezas van unidas por un acoplamiento 24 que separa la tobera de modo que el enfriamiento sigue automáticamente a una distancia prefijada detrás del caldeo, en general lo más cerca posible de la llama sin interferir con la acción caldeadora del soplete. En una disposición en la que la velocidad de traslación de la cabeza de soplete de gas sea aproximadamente la mencionada más arriba, la atomización refrigeradora puede estar dirigida a unos 8 a 10 centímetros por detrás de la llama. El dispositivo de acoplamiento 24, de preferencia, incluye también unos medios de guía, tales como un par de ruedecillas de guía 25, que sostengan la cabeza del soplete a una altura deseada por encima de la chapa metálica. Como antes se ha dicho, el fenómeno de contracción en plano se produce en una región estrecha a consecuencia de crearse primero un acentuado gradiente de temperatura y reducirse luego rápidamente la temperatura del metal caldeado, haciéndose con ello que en esta región aparezca una contracción; y la contracción resultante a través de la línea de calor crea la curvatura deseada en esta porción localizada de la chapa de metal. El procedimiento de caldeo y enfriamiento rápido ha sido realizado con éxito manualmente; ahora bien, podría automatizarse si así se desea.

En una superficie continua cualquiera existe una geometría que define las relaciones dimensionales entre puntos. En una superficie plana, esta geometría es la euclídana, tan conocida. En cualquier superficie tridi-

mensionalmente curvada, dejan de existir estas relaciones particulares; ahora bien, habrá otra geometría aplicable, no euclidiana. Es la incompatibilidad entre estas dos geometrías lo que hace imposible proyectar en un plano una superficie tridimensionalmente curvada, sin introducir alguna deformación. No obstante, es posible determinar las relaciones diferenciales (es decir, el diseño distributivo de deformación) entre una superficie continua tridimensionalmente curvada, o con curvatura en tres dimensiones, y una superficie plana, y esto es lo que se aprovecha en el presente método de conformación de chapa.

Lo mismo que la forma o perfil de una superficie determina las relaciones dimensionales entre los puntos de la superficie, recíprocamente, las relaciones dimensionales entre los puntos determinan el perfil o forma de la superficie. Por ejemplo, si el diseño de distribución dimensional de los puntos en una chapa de acero puede ajustarse al diseño que existe en la geometría esférica, la chapa debe entonces forzosamente adoptar la forma de una superficie esférica tan pronto como se produzca o efectúe este diseño dimensional, porque no hay otra geometría en la cual exista esta relación particular. Lo dicho es igualmente cierto para otros diseños dimensionales que pudieran usarse para producir un segmento elipsoidal o similar. Por consiguiente, cuando se desee conformar una chapa plana hasta obtener, por ejemplo, una superficie que tenga la forma de una esfera, se desarrolla un diseño de líneas de calor que produzca una contracción diferencial "en plano" exactamente igual, en sentido y magnitud, a la diferencia en las relaciones dimensionales (es

decir, el diseño de distorsión o deformación) entre la geometría de la proyección de la superficie esférica en un plano, y la geometría de la propia superficie esférica. Como consecuencia, cuando en la chapa plana se efectúa un caldeo uniforme a lo largo de las estrechas fajas del diseño de líneas de calor, la placa se conforma adoptando la forma de un segmento de superficie esférica, sencillamente porque ésta es la única superficie geométrica que permite la existencia del nuevo diseño dimensional.

El diseño se distribuye usualmente sobre la chapa plana ll, marcando para ello las líneas de calentamiento con una barra de pintura o similar. El diseño distributivo de líneas dependerá del tipo de superficie curva que se desee obtener y de la proyección particular elegida. Por ejemplo, para producir una superficie de asiento en horquilla, o de "silla de montar", podría usarse un diseño distributivo de líneas circulares. Para un segmento de superficie esférica, las líneas serán rectas; ahora bien, el diseño y la silueta de la chapa vendrán determinados por el tipo de proyección elegido. Si se usa una proyección azimutal, que es la que suele elegirse si las chapas planas son de forma cuadrada en general, las líneas se extenderán radialmente hacia dentro a partir de los bordes. Cuando la razón o cociente entre longitud y anchura exceda de la raíz cuadrada de 2, se considera sumamente eficaz el empleo de una proyección rectangular transversal, en la que el eje o línea central longitudinal de la chapa se corresponda con el meridiano de la esfera tangente al cilindro sobre el cual se proyecta el segmento. Un rasgo común a las diferentes proyecciones es el

de que ninguna línea recta se extiende cruzando la chapa de borde a borde.

Como ejemplo ilustrativo de la conformación de un segmento de cubierta hemisférica, se determina primero un diseño distributivo de cada segmento esférico, y luego se hace una proyección rectangular transversal correspondiente a los segmentos de la superficie esférica. Una proyección de muestra de este tipo es la que se representa en la fig. 2, que ilustra una pieza bruta de chapa hecha de acero de 14 milímetros de grueso con una longitud aproximada de 9 metros, unos 2,4 metros de anchura en su parte superior y unos 3 metros de anchura en su parte inferior. En tal proyección, toda deformación es paralela al eje longitudinal 29, siendo la deformación nula a lo largo del eje longitudinal. En todos los demás lugares, la deformación es función de la inversa del coseno del desplazamiento angular respecto del eje. Supóngase, por ejemplo, que el radio de la esfera es de 1971,67 centímetros; k es entonces igual a $2R/360 = 34,4122$ centímetros por grado. Si d es igual a la distancia lineal a partir del eje, y θ es igual a la distancia angular a partir del eje, se tiene entonces $d = k\theta$.

El diseño de líneas de calor está construido de modo que el diseño distributivo de contracción resultante es igual al diseño de deformación presente en la chapa plana primitiva. Como la contracción se produce en dirección perpendicular a las líneas de calentamiento, y como el diseño distributivo de deformación es longitudinal, las líneas de calentamiento son transversales a la dirección longitudinal. El caldeo y el enfriamiento pueden

realizarse en uno y otro sentido a lo largo de las líneas: esto es, desde el borde de la chapa hacia dentro o viceversa.

5 Un diseño de distribución se crea usando líneas de calor de diversas longitudes, dispuestas de tal modo que la contracción longitudinal en cada región o faja que se extienda paralelamente al eje longitudinal 29, separada de éste a diferente distancia, variará aproximadamente según la inversa del coseno de la distancia angular a partir de dicho eje. Las longitudes relativas de las líneas de calor serán función del radio de la esfera particular; y, por lo tanto, las longitudes servirán para todos los tamaños y espesores de las chapas metálicas a las que se dé forma por este método. En cambio, la distancia de separación entre las líneas individuales de calentamiento es función de la magnitud de contracción producida en cada línea y, por tanto, variará con el espesor de la chapa. Por ejemplo, para la chapa de acero de 14 milímetros de espesor, la separación puede ser de 20 centímetros; en tanto que para una chapa más gruesa (por ejemplo, chapa de acero de 19 mm), la distancia de separación será menor (por ejemplo, de unos 15 centímetros).

15
20
25 En un diseño de distribución de líneas paralelas de distintas longitudes para este tipo de proyección ilustrativo habrá cierto número de fajas o regiones, perpendiculares a las líneas, que contendrán distinto número de líneas por faja. Para mantener el diseño lo más sencillo posible, es conveniente usar una progresión de "líneas por faja" prudencialmente próxima al valor de $(1/\cos \theta) - 1$, habiéndose visto que el uso de líneas de calor que

se originen a ocho distancias diferentes a partir del eje longitudinal 29 crea un diseño bastante preciso, sin complicar demasiado los procedimientos de cálculo y marcación.

5 Para marcar con tal diseño una chapa de la silueta deseada, se sitúa primero el eje longitudinal 29 que recorre la parte media de la chapa, paralelo en general a los dos bordes más largos. Este eje 29 se divide luego en dos partes, para hallar el eje transversal 31, y entonces pueden marcarse dos líneas de referencia longitudinales 33, paralelas al eje longitudinal. A continuación se marcan los incrementos a lo largo de ambas líneas de referencia longitudinales, empezando a partir del eje transversal 31 en cada sentido, y constituyendo cada marcación incremental un punto de referencia para una línea de calentamiento. La separación incremental de estas marcas varía con el espesor de la chapa metálica a la que se esté dando forma, como más arriba se ha indicado. Todas las líneas marcadas son unas líneas rectas que empiezan en el borde de la chapa y se extienden en menos de la mitad de la distancia al borde opuesto.

15 Una vez fijado el número de diferentes distancias al origen que se van a usar, se fija la distancia entre el origen de la línea más corta y el eje 29, a un valor igual o ligeramente menor que la mitad de la anchura de la chapa 11 en su eje transversal 31. Para la chapa ilustrada en la fig. 2, la anchura en el eje transversal es de aproximadamente 274 centímetros, y la distancia al origen para la línea más corta (esto es, la nº 8) se fija en 137 centímetros. La localización del origen de las

otras siete líneas es entonces función de esta distancia (esto es, de los 137 centímetros) y de la razón o cociente de "líneas por faja", y se determina en cada caso matemáticamente.

5 Usando líneas de ocho distancias diferentes al origen, se ha visto que el diseño de distribución ha de tener la secuencia siguiente, partiendo, en cada sentido, del eje transversal 31 (y representándose con el número 1 la línea de calor más larga y, por tanto, la distancia

10 al origen más corta): 1, 7, 5, 8, 3, 7, 6, 8, 2, 7, 5, 8, 4, 7, 6, 8. Al representarse gráficamente esta secuencia en el diseño de distribución de los intervalos prefijados, es posible hallar el número total de líneas por faja. Puede entonces demostrarse que la distancia al origen (D_n)

15 para cada una de las líneas de referencia, números 1...8, puede ser hallada resolviendo la ecuación en la cual la inversa del coseno de la distancia angular equivalente (θ_n) es igual a la unidad más el número de líneas por faja (S_n) multiplicado por la deformación proyectada por

20 línea. Los cálculos dan los siguientes valores:

<u>Nº de línea</u>	<u>S_n</u>	<u>D_n (cm)</u>	<u>Nº de línea</u>	<u>S_n</u>	<u>D_n (cm)</u>
1	1	35,6	5	6	83,8
2	2	48,3	6	8	96,5
25 3	3	58,4	7	12	119,4
4	4	68,6	8	16	137

30 Como puede verse por la fig. 2, algunas de las líneas nº 8 tendrían su origen más allá del borde de la chapa 11, y en tales situaciones lo que se hace, simplemente

te, es prescindir de la línea. Como puede verse, todas las líneas de calentamiento empiezan en un borde de la chapa, y todas las que van a lo largo de los dos bordes longitudinales o principales se extienden en la relación de paralelas en general hacia el otro borde longitudinal de la chapa. La mecánica del proceso de conformación es tal que los bordes extremos o testeros superior e inferior de la chapa no reciben tanta fuerza transversal de flexión como el cuerpo principal de la chapa, y para compensar esto se añaden unas cuantas líneas diagonales cortas al extremo de cada chapa 11, como se ilustra en la figura 2.

Después de marcado el diseño distributivo de líneas sobre la chapa, se empieza el caldeo por las líneas de la categoría de longitud mediana (las del nº 4) y se sigue luego alternativamente con las de la categoría inmediata inferior o más corta (las del nº 5) y con las de la categoría inmediata superior o más larga (las del número 3), hasta terminar el diseño de distribución. Todas las líneas de calor comprendidas en cada categoría se terminan antes de empezar con las de la categoría inmediata sucesiva, y el diseño geométrico es tal que se extiende en todos los cuadrantes de la chapa, apareciendo líneas de cada categoría, en general, en cada cuadrante. El caldeo según esta secuencia se considera ventajoso porque, al final del caldeo a lo largo de las líneas de una determinada categoría cualquiera, la chapa habrá adoptado una forma global que se aproxima a la configuración final deseada en toda su área, evitándose la creación de tensiones en cualquier región localizada. Por

consiguiente, se prefiere tal transformación global gradual en lugar de ir completándose todo el caldeo en un determinado cuadrante antes de pasar al siguiente.

5 En general, las líneas diagonales 33 de los
testeros o extremos se caldean durante etapas bastante
tempranas del proceso o tratamiento, y de preferencia el
caldeo a lo largo de las líneas de testero se realiza
después de calentar a lo largo de las líneas nº 5. La se-
cuencia arriba indicada se usa para un segmento esférico
10 y podría modificarse algo para una superficie no esféri-
ca; ahora bien, queda en pie el principio de que conviene
lograr una transformación global gradual. Tras el caldec
de las últimas líneas, que serán las del nº 8, la placa,
o chapa de acero habrá adoptado la forma de un segmento
15 37 de superficie esférica, ilustrada en la fig. 3.

En la fig. 5 se ilustra una chapa 41 marcada
con un diseño de distribución de líneas 43 representativo,
en general, de la conformación de un segmento de esfera,
basada en una proyección azimutal. El diseño de líneas
20 para una proyección azimutal es tal que las líneas de ca-
lentamiento o caldeo se extienden en general radialmente
a partir del centro de la chapa hasta un borde de la cha-
pa 41, y todas las líneas 43 se detienen a corta distancia
del centro de la chapa, de modo que no hay ninguna línea
25 que se extienda cruzando completamente la chapa. Se usaría
la misma secuencia para el caldeo y para el enfriamiento
rápido, efectuándose primero el caldeo a lo largo de las
líneas de longitud intermedia.

Aun cuando la invención se ha descrito con res-
30 pecto a ciertas formas de realización preferidas, se so-

brentiende que pueden hacerse diversos cambios, evidentes para toda persona ordinariamente entendida en la materia, sin salirse por ello del ámbito de la invención, que está definido únicamente por las reivindicaciones finales.

5 Por ejemplo, aunque se prevé en general el empleo de chapas planas, por ser las que más fácilmente se encuentran disponibles en esta forma para su obtención del fabricante y porque se simplifica ligeramente la proyección para determinar el diseño geométrico de distribución de líneas,

10 el método de conformación del presente invento puede empezar con chapas de otras formas: por ejemplo, una parte o sección de cilindro, sin que por ello cambie el concepto global. Además, en lugar de usarse un soplete de gas como fuente de calor, puede emplearse el calentamiento eléctrico: por ejemplo, puede usarse el caldeo eléctrico por inducción.

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 que se recogen en las reivindicaciones siguientes:

5
10
15
20
25

1ª.- Un método de conformar una chapa metálica hasta darle una forma tridimensional de curvatura compuesta prefijada, método que comprende las acciones de calentar localmente una chapa metálica a una temperatura elevada, a lo largo de una faja o banda relativamente estrecha, moviendo para ello una fuente de calor a lo largo de una línea prefijada y a una velocidad tal que dicho caldeo se extiende completamente por todo el espesor de dicha chapa, enfriar rápidamente dicha chapa a lo largo de la línea citada que sigue dicho caldeo, de modo que se produzca una contracción apreciable dentro del plano de la citada chapa en dirección sustancialmente perpendicular a dicha línea de caldeo, y repetir dichas acciones de calentar y enfriar a lo largo de unas líneas adicionales, en un diseño distributivo geométrico preseleccionado dispuesto por todas las regiones de la chapa, diseño éste que se deriva de la deformación o distorsión lineal inherente a la proyección de la curvatura compuesta prefijada sobre dicha chapa metálica, de tal modo que el resultado total de dicha contracción en plano es el de que dicha chapa adopta la citada curvatura compuesta prefijada.

30

2ª.- El método de la reivindicación 1ª, en el que una chapa plana se dispone inicialmente en orientación sustancialmente horizontal y con su periferia libre

o sin sujetar.

3ª.- El método de la reivindicación 2ª, en el que dicha chapa se apoya en un soporte en cuna subyacente, construido para recibir y soportar un segmento de una superficie que tiene la citada curvatura compuesta deseada.

4ª.- El método de la reivindicación 1ª, en el que dicha forma tridimensional es la de una esfera, y en el que dichas líneas de caldeo empiezan en los bordes de dicha chapa y se extienden en línea recta a una distancia menor de la mitad de la distancia que hay al borde opuesto.

5ª.- El método de la reivindicación 4ª, en el que dicho diseño geométrico se basa en una proyección rectangular transversal, y en el que dichas líneas prefijadas son paralelas en general y de longitudes diferentes, terminando todas las líneas citadas a corta distancia del eje longitudinal de dicha chapa.

6ª.- El método de la reivindicación 5ª, en el que dicho caldeo se efectúa en una secuencia preseleccionada y a lo largo de las líneas de longitud intermedia, antes de ser efectuado a lo largo de las líneas más largas y de las más cortas.

7ª.- El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1ª ... 6ª en el que dicha chapa es una chapa de acero, y dicha temperatura elevada está por encima de los 427°C y por debajo de los 700°C.

8ª.- El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1ª 7ª, en el que dicho caldeo a lo largo de las líneas de dicho diseño geométrico se efectúa en una secuencia preseleccionada que implica a todos los

cuadrantes de dicha chapa, de modo que la citada chapa experimenta una gradual transformación global hasta alcanzar dicha curvatura compuesta deseada.

5 9ª.- El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1ª.... 8ª, en el que dicho caldeo se efectúa simultáneamente a lo largo de dichas líneas a partir de ambas superficies, y en el que dicho enfriamiento se efectúa a partir de ambas superficies de dicha chapa.

10 10ª.- El método de una cualquiera de las reivindicaciones 1ª.... 9ª, en el que dicho caldeo en la citada faja relativamente estrecha es tal que crea un gradiente de temperatura de por lo menos unos 220°C en toda una anchura de un centímetro, en dirección perpendicular a la del caldeo.

15 11ª.- El método de la reivindicación 10ª, en el que dicha chapa está hecha de acero, y en el que la citada porción caldeada de dicha chapa alcanza una temperatura aproximadamente comprendida entre 510°C y 566°C.

20 12ª.- Un método de conformar una chapa metálica hasta darle forma tridimensional de curvatura compuesta prefijada.

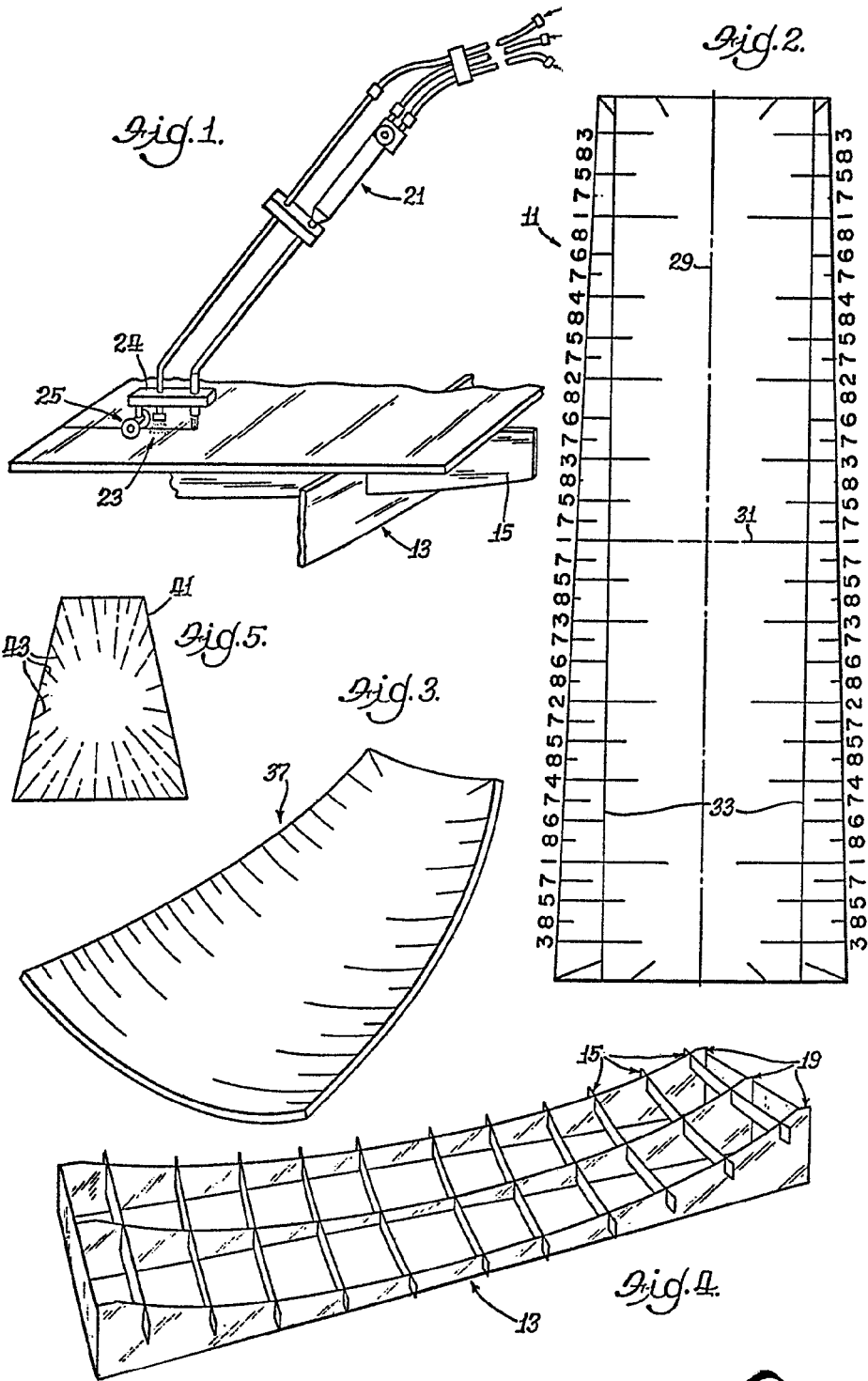
Tal y como se ha descrito en la Memoria que antecede, representado en los dibujos que se acompañan y para los fines que se han especificado.

25 Esta Memoria consta de diecinueve hojas escritas a máquina por una sola de sus caras.

Madrid, 03.JUL.1978

P.A.
Alberto de Elzaburu
Por Poder

26068/GM.



Alberto de Nizabun
Por Figur.