



19 ES	11 21	NÚMERO 435305	10 A 1
	22	FECHA DE PRESENTACION 14 enero 1977	

PATENTE DE INVENCION

Cas 1738 M

30 PRIORIDADES:	32 FECHA	33 PAIS
31 NUMERO 76 00 824	14 enero 1976	Francia

47 FECHA DE PUBLICIDAD	51 CLASIFICACION INTERNACIONAL C03B	62 PATENTE DE LA QUE ES DIVISIONARIA
------------------------	--	--------------------------------------

64 TITULO DE LA INVENCION

"APARATO PARA EL ABOMBADO DE HOJAS DE MATERIA VÍTREA".

71 SOLICITANTE (ES)

BFG GLASSGROUP

DOMICILIO DEL SOLICITANTE

París (Francia), Rue Caumartin, 43

72 INVENTOR (ES)

Don Pierre MESTRE y Don José PAYEN

73 TITULAR (ES)

74 REPRESENTANTE

Don Ignacio PONTI GRAU

La presente invención se refiere a un aparato para curvar una lámina vítrea mientras la misma está en estado caliente y a una instalación para el curvado de láminas que incorpora tal aparato.

5 La invención concierne particularmente al curvado de láminas planas, pero también se puede aplicar al curvado de láminas previamente curvadas.

El curvado de láminas de material vítreo permite la fabricación de productos que tienen un interés comercial
10 y de hecho amplía considerablemente el campo de utilización de productos de vidrio plano.

Para ciertos usos, tales como en ciertos escaparates curvos o en los parabrisas para vehículos llamados panorámicos, el radio de curvatura deseado de la lámina ví-
15 trea es relativamente grande. Tales productos se pueden fabricar mediante la adopción de los métodos y aparatos tradicionales de formación de vidrio, por ejemplo permitiendo que la lámina vítrea se combe sobre un molde o bastidor sólido, o por presión entre conformadores macho y hembra de
20 la forma requerida.

Tales aparatos, tal como se han propuesto anteriormente, padecen la desventaja de que la curvatura impartida a la lámina depende de la forma del molde o bastidor sobre el que se permite que la lámina se combe.

25 El principal objeto de la presente invención es proporcionar un aparato alternativo para el curvado de láminas vítreas en el que la curvatura actual impartida por tal curvado no está directamente ligada a la forma del molde o

bastidor.

De acuerdo con la presente invención se proporciona un aparato para el curvado de una lámina de material vítreo mientras la misma está en estado caliente, cuyo aparato comprende medios de reacción para contactar con una
5 lámina citada en uno o más lugares para permitir el curvado de la misma en relación con dichos medios, medios que ejercen fuerzas opuestas, dispuestos frente a dichos medios de reacción; medios para efectuar un movimiento relativo de aproximación de tales miembros que ejercen fuerza, para aplicar fuerzas de curvado en márgenes opuestos de la lámina y producir el curvado en dicho o dichos lugares, y miembros de soporte de lámina opuestos para sostener dicha lámina frente a tal lugar o lugares durante el curvado, siendo des-
10 plazable al menos uno de dichos miembros de soporte en relación a los medios de reacción, para efectuar la separación de la citada lámina desde dichos medios de reacción durante tal movimiento de aproximación relativa de los miembros que ejercen la fuerza.

20 Este es un aparato muy conveniente para poner en práctica el método de acuerdo con la invención.

Preferiblemente los miembros aplicadores de fuerza y los miembros de soporte de lámina son llevados por brazos opuestos que están montados de forma oscilante frente a los medios de reacción. Este es un aparato extremadamente sencillo para ejercer fuerzas de curvado sobre la lámina vítreo a doblar.
25

Ventajosamente, cada uno de los brazos está monta-

do para efectuar un movimiento oscilante en torno a un eje cuya posición está tan relacionada, respecto a la posición de los medios de reacción, que la citada separación se efectúa por un movimiento de oscilación de dichos brazos.

5 Esto permite la separación automática de la lámina de los medios de reacción después de que ha tenido lugar el grado inicial deseado de curvatura.

Preferiblemente los brazos oscilan hacia abajo para aplicar las fuerzas de curvado. En este caso, las fuer-
10 zas de doblado pueden ser debidas simplemente al peso de los brazos y cualquier miembro portado por los mismos, y se elimina el requisito de medios separados para ejercer fuerza.

Ventajosamente los brazos tienen la forma de es-
15 tribos adaptados para acomodar porciones extremas opuestas de una lámina, proporcionando tales estribos unos miembros que ejercen fuerzas para apoyarse contra una cara principal de la lámina, y medios de soporte para ponerse en contacto con las caras de borde extremas de la lámina. Este es un a-
20 parato de forma muy estable, y como quiera que los miembros de soporte están dispuestos para ponerse en contacto con las caras de borde extremas de la lámina, no marcarán las caras principales de la misma.

En algunas realizaciones preferidas de la inven-
25 ción, se prevén medios conectados de forma operativa con al menos uno de los brazos y producen el desplazamiento de los medios de reacción, fuera de la lámina durante la aplicación de las fuerzas de curvado. Este es un medio de efec-

tuar la separación entre la lámina y los medios de reacción. En algunos casos, o sea cuando la lámina se separa también de la posición original de los medios de reacción, esta característica tendrá el efecto de incrementar la separación lo cual puede ser deseable. Sin embargo, esta característica es particularmente valiosa en los casos en los que los medios de reacción están constituidos como un par de miembros de reacción, por ejemplo para doblar la lámina en forma cuadrada a modo de U. En tales casos los miembros de reacción pueden ser hechos avanzar uno después del otro separándose de los lados de la forma a modo de U.

Preferiblemente los medios de reacción son desplazables, para separarlos de la lámina, a lo largo de una guía y al menos uno de los brazos tiene un miembro desplazable que mueve los citados medios de reacción a lo largo de la guía durante el movimiento de oscilación de tales brazos. Este es un medio particularmente sencillo de asegurar un desplazamiento preciso de los medios de reacción.

Ventajosamente, el medio de reacción o cada uno de ellos es una barra para determinar el lugar donde se puede doblar la lámina. Esto permite que se forme un doblado o un curvado agudo.

Preferiblemente, la barra o cada una de ellas es una barra cilíndrica hueca. Tal barra puede ser montada libremente sobre un eje, de manera que se reduce el riesgo de que marque la superficie de la lámina durante el curvado.

Los medios de reacción han de ser claramente refractarios de manera que los mismos sean capaces de soportar

la temperatura a la que son sometidos durante el curvado de una lámina, y es particularmente adecuado recubrir dichos medios de reacción con sílice.

Preferiblemente, los miembros que ejercen fuerza y los miembros de soporte están constituidos como barras dentadas.

Ventajosamente se prevén medios de apoyo dispuestos para apoyarse contra la lámina para limitar el curvado de la misma. Este es un sistema extremadamente sencillo de asegurar que la lámina se doble la proporción deseada.

Preferiblemente se proporcionan medios para calentar diferencialmente una lámina. Tales medios de calentamiento están dispuestos preferiblemente para calentar la lámina por encima de su punto de ablandamiento dilatométrico (5×10^9 poises) en el lugar o lugares donde ha de ser curvada, mientras mantiene el resto de la lámina por debajo de tal punto de ablandamiento dilatométrico, pero a una temperatura que es lo suficientemente elevada para que la lámina no esté sometida a un choque térmico, lo cual implicaría un serio riesgo de rotura.

Los aparatos de acuerdo con la invención se pueden incorporar ventajosamente en una instalación de curvado de láminas vítreas, y la invención incluye tal instalación que incorpora un recorrido que lleva a través de una o más estaciones en las que una citada lámina puede ser sometida a operaciones de calentamiento y curvado, y que incorpora además un aparato curvador, tal como se ha definido en la presente, el cual tiene la forma de un conjunto de curvado

móvil que se puede desplazar a lo largo de dicho recorrido.

Preferiblemente la instalación de curvado incluye al menos una de dichas unidades de curvado móviles, y dicho recorrido lleva a través de una pluralidad de estaciones de trabajo que comprenden en sucesión: Una estación de carga, en la que una lámina puede ser cargada dentro de dicho conjunto; tales estaciones de calentamiento y curvado; otra estación de calentamiento que incluye medios de calentamiento adaptados para calentar uniformemente una lámina; una estación de templado que incluye uno o más sopladores para enfriar una lámina curvada, calentada uniformemente, para efectuar un templado térmico de la misma; una estación de enfriamiento para enfriar una lámina templada y una estación de descarga de lámina.

Ventajosamente, el recorrido es un circuito rectangular y la unidad de curvado móvil o cada una de ellas, están dispuestas para circular entre la otra citada estación de calentamiento y la estación de templado, en una dirección que es generalmente paralela respecto del eje o ejes en torno a los que es curvada una lámina portada por aquella unidad. Esto permite que dicha unidad móvil de curvado pase directamente desde su estación de descarga hasta su estación de carga de forma que se puede conseguir unas producciones más altas, y permite también iniciar el procedimiento de templado de una forma muy rápida después de que la lámina haya salido de la otra estación de calentamiento.

Preferiblemente, la unidad móvil de curvado o cada una de ellas está dispuesta para curvar una lámina por-

tada por la misma hasta una forma predeterminada, y la estación de templado comprende, respectivamente, cajas de aire superior e inferior complementarias en forma respecto a las caras superior e inferior de una lámina curvada hasta
5 dicha forma predeterminada, y medios para elevar y descender tales cajas de aire. Esto permite que el aire sea soplado sobre la totalidad de la lámina desde una distancia uniforme, promocionando por tanto un enfriado uniforme de las superficies de la lámina y, consecuentemente, un templado
10 uniforme de la misma, y la adopción de esta característica también hace posible que una lámina templada salga de la estación de templado en una dirección que forme ángulo recto respecto a la dirección en que ha entrado en tal estación.

15 Otras características y ventajas de la invención serán evidentes por la siguiente descripción de algunas realizaciones preferidas, citadas únicamente a título de ejemplo con referencia a los dibujos anexos en los que:

20 Las figuras 1 a 3 son vistas esquemáticas que ilustran fases diferentes en el procedimiento de acuerdo con la invención; la figura 4 es un gráfico que muestra el gradiente de temperatura a lo largo de una lámina de material vítreo que está siendo curvada de acuerdo con la invención; la figura 5 es un gráfico que muestra como varía de tiempo
25 en tiempo la temperatura en dos puntos a lo largo de una lámina, durante un procedimiento de acuerdo con la invención; la figura 6 es una vista en perspectiva de un aparato de acuerdo con la invención dispuesto para doblar una lámi-

na vítrea plana, en forma de V; la figura 7 es una vista detallada, a mayor escala, de una parte del aparato de la figura 6; las figuras 8 a 11 son vistas esquemáticas que muestran el aparato de la figura 6 en diferentes fases del procedimiento; las figuras 12 a 15 son vistas esquemáticas que muestran la influencia del diámetro de la barra de reacción del aparato, en el radio de curvatura de una lámina vítrea curvada de acuerdo con la invención; la figura 16 es un gráfico que muestra los gradientes de temperatura a lo largo de láminas de material vítreo que está siendo doblado, en barras de reacción que tienen diámetros diferentes; la figura 17 es una vista en perspectiva de un aparato según la invención, dispuesto para doblar una lámina de material vítreo en una forma a modo de V cuadrada; las figuras 18 a 21 son vistas esquemáticas que muestran diversas fases en un procedimiento en el que se utiliza el aparato de la figura 17; la figura 22 es una vista en perspectiva de una realización de la barra de reacción para un aparato de acuerdo con la invención; la figura 23 es una vista en perspectiva despiezada, de una instalación de curvado de material vítreo según la invención; la figura 24 es un diagrama que muestra las diversas estaciones de trabajo de la instalación de doblado de la figura 23, y la figura 25 es un alzado lateral de la estación de templado de la instalación de doblado de la figura 23.

Con referencia a las figuras 1 a 3, un procedimiento para curvar una lámina vítrea en forma de V, realizable con los aparatos que se describirá, comprende las si-

guientes fases:

En una primera fase (figura 1) la lámina vítrea -1- es dispuesta sobre los medios de reacción -2-, debajo de los medios de calentamiento, de una manera tal que el tubo de calentamiento -3- asegura el calentamiento local de una faja del material vítreo en un lugar de curvado en los medios de reacción -2-.

En una segunda fase (figura 2) se aplica a la lámina -1- las fuerzas de curvado representadas por las flechas -F-. Cuando el material vítreo en el lugar de curvado que está calentado alcanza su temperatura de ablandamiento, las fuerzas de curvado hacen que la lámina, se curve en torno a una línea -O-, que es la línea de contacto entre la lámina -1- y los medios de reacción -2-, oscilando en los sentidos -K- las hojas -4- de la lámina. Durante esta segunda fase, el material vítreo de las hojas -4- de la lámina, a cualquier lado de la línea -O-, está a una temperatura por debajo del punto de ablandamiento del material, de forma que las fuerzas de curvado aplicadas no producirán ninguna deformación de dichas hojas.

En una tercera fase (figura 3) continúa el curvado de la lámina vítrea: Las fuerzas de soporte -P- dirigidas en el plano de cada cara -4- hacia la línea de curvado -O-, o que tienen un componente dirigido así son aplicadas a los bordes o márgenes de las hojas -4- de la lámina.

La aplicación de las fuerzas de soporte -P- tiene los siguientes efectos:

La lámina vítrea -1- es elevada en relación a los

medios de reacción 2;

la tira de la lámina calentada localmente se aproxima al tubo de calentamiento -3-, el cual al mismo tiempo eleva la temperatura en aquella faja y reduce el tamaño de la zona efectiva de operación de los medios de calentamiento.

Se ha comprobado sorprendentemente, que estos efectos pueden proporcionar una reducción en el radio de curvatura del pliegue sin producir deformaciones de las hojas -4- de la lámina.

Además, en virtud de la separación de la superficie interna del pliegue de la lámina respecto de los medios de reacción -2-, se puede evitar el señalado o marcado de la lámina por aquellos medios.

Si la lámina vítrea -1- a curvar es de vidrio sodocálcico ordinario, es necesario calentar también las hojas -4- de la lámina utilizando medios de calentamiento tales como el -5- de una forma tal que la energía absorbida por estas hojas por unidad de área en un momento dado sean inferior que la absorbida por la faja que es calentada localmente por el tubo de calentamiento -3-. De esta forma se reduce el gradiente de temperatura entre la línea de curvado -0- y las hojas -4- y de la misma manera se reduce, consecuentemente, el choque térmico que de otra forma pudiera tender a quebrar la lámina.

Naturalmente, las hojas -4- de la lámina -1- siempre deben permanecer por debajo del punto de ablandamiento dilatométrico del material vítreo si es que no se han

de deformar por las fuerzas de curvado -F- o las fuerzas de soporte -P-.

En el caso en que la lámina vítrea curvada -1- haya de ser endurecida por templado térmico, es necesario calentar el material vítreo hasta su punto de ablandamiento
5 antes de someterlo a un rápido enfriado por aire soplado. En este caso, es necesario recalentar la lámina vítrea después del curvado, es decir cuando ya no hay más fuerzas de curvado aplicadas a las hojas -4-.

10 En el momento de un rápido enfriamiento, es imperativo que el material vítreo esté a una temperatura substancialmente homogénea. Los gradientes térmicos en la lámina en el momento, de soplar aire inducirán inevitablemente tensiones que causarán la deformación o rotura de la lámina
15 -1-.

Esta fase de equilibrio de la temperatura, necesaria cuando la lámina curvada ha de ser templada térmicamente, también es ventajosa en el caso donde se desea producir un producto vítreo correctamente endurecido, de manera que los residuos de la tensión permanente en el plano o
20 grosor de la lámina serán relativamente pequeños.

Con el fin de proporcionar una temperatura uniforme a la lámina vítrea después de su curvado, es necesario aplicar calor a las hojas más frías -4- para llevar las mismas hasta su temperatura de ablandamiento y permitir que la
25 lámina se enfrie pausadamente, o al menos para reducir los efectos del calentamiento local en el lugar de doblado.

En la práctica, esta aplicación de calor se efec-

túa transfiriendo la lámina vítrea doblada debajo de medios de calentamiento para equilibrar la temperatura de las hojas -4- y la faja de la lámina calentada localmente.

La figura 4 muestra el gradiente de temperatura en el material vítreo de cada lado de la línea de curvado -0-. Esta curva es de una forma Gaussiana, cuyo perfil está determinado por la energía y concentración de los medios de calor -3-. Así pues, la faja calentada localmente a cada lado de los medios de curvado será más estrecha cuanto mayor sea la concentración en la acción de los medios de calentamiento.

La figura 5 muestra, como función del tiempo -t-, la variación en la temperatura del material vítreo en un punto de la línea de doblado -0- y, en un punto -M- situado en una de las hojas -4- de la lámina -1-, en el caso en que la operación de curvado le sigue una operación de templado.

Se encuentra sucesivamente:

En el momento $-t_0-$, el inicio del calentamiento. Las velocidades de calentamiento del material vítreo en -0- y -M- son distintas.

En el momento $-t_1-$, el punto situado en la línea de curvado -0- alcanza primeramente la temperatura de ablandamiento dilatométrica $-T_0-$ del material vítreo, y la viscosidad del material vítreo decrece allí rápidamente. El curvado empieza, primero lentamente y después más rápidamente.

En el momento $-t_2-$, el punto -M- ha alcanzado la temperatura de ablandamiento dilatométrico $-T_0-$. Para evi-

tar la deformación de las hojas -4- de la lámina vítrea, no hay que aplicar más fuerzas de curvado. El curvado debe haber sido acabado, y en ciertos casos, las hojas -4- de la lámina deben ser sostenidas al final del curvado.

5 En el momento $-t_3-$, las curvas que muestran la temperatura en la línea de doblado -0- y en el punto -M- se han juntado después de una fase de igualamiento de la temperatura, que ha llevado la lámina hasta una temperatura cerca del punto de ablandamiento tal como es necesario para el
10 tratamiento de templado que implica un enfriado por aire.

En el momento $-t_4-$, se inicia un rápido enfriamiento.

Un resultado positivo de la operación de curvado depende del buen control de los medios de calentamiento -3-
15 y -5-, de manera que para los puntos de la línea de curvado -0- y el punto -M-, la temperatura varía según el gráfico de la figura 5.

En particular, los radios de curvatura de la lámina -1- serán más cortos y las hojas -4- serán más planas,
20 cuanto mayor sea la diferencia en las viscosidades entre los puntos de la línea de curvado -0- y el punto -M-, y cuanto más estrecha sea la faja calentada localmente. Esto implica que los medios de calentamiento -3-, utilizados para efectuar el calentamiento local, deben ser fuertes y de efecto
25 concentrado.

Un aparato de acuerdo con la invención, para aplicar tal procedimiento para curvar o doblar hasta una forma en V una lámina de vidrio plana rectangular será descri-

to a continuación.

En la realización mostrada en la figura 6, el aparato comprende una barra de reacción -10- constituida por un cilindro fijado transversalmente entre dos placas -11- 5 unidas con un bastidor (no mostrado). La lámina rectangular de vidrio -12- es colocada horizontalmente sobre la barra de reacción -10-. La línea de contacto -XX'- entre la barra -10- y la lámina -12- define el lugar en el que será curvada la lámina.

10 El aparato también incluye medios aplicadores de fuerza montados oscilantes en ejes -YY'- y -ZZ'- encima y en lados opuestos de la línea -XX'-. En este ejemplo los medios aplicadores de fuerza están constituidos como dos estribos -13-, -14- de una forma general a modo de U. Los extremos libres de los brazos -15-, -16- de estos estribos 15 están montados respectivamente oscilantes en los ejes -YY'- y -ZZ'-. Las porciones -17-, -18- que forman las bases de los estribos -13-, -14- que corren paralelas respecto a los ejes, portan miembros para aplicar fuerzas de curvado a 20 márgenes extremos opuestos de la lámina de vidrio -12-.

En la realización mostrada, estos miembros aplicadores de fuerza están constituidos como barras dentadas -19- y -20- que corren paralelas con las bases -17- y -18- de los estribos. Los dientes de estas barras se apoyan en 25 la cara superior de la lámina -12-. Las barras dentadas -19- y -20- están unidas a las bases anteriores -17- y -18- de los estribos por riostras -21- (ver figura 7). Las bases -17- y -18- de los estribos -13- y -14- también llevan se-

gundas barras -22- y -23- que tienen dientes dirigidos hacia las caras de borde extremas y opuestas -24- y -25- de la lámina de vidrio. Los dientes de las barras -22- y -23- están, por tanto, perpendiculares respecto de los dientes de las barras -19- y -20-.

Tal como se apreciará por la figura 7, los extremos de los dientes de la barra -23- (ó -22-) están situados a una distancia e de la cara de borde extremo adyacente -25- (o -24-) de la lámina de vidrio -12-. Esta distancia e está regulada de manera que los dientes de las barras -22- y -23- se ponen en contacto con los bordes -24- y -25- de la lámina durante el transcurso del curvado para sostenerla como se describirá más detalladamente con referencia a las figuras 8 a 11.

La lámina de vidrio plano -12- es colocada sobre la barra de reacción fija -10- de manera que la línea de contacto -XX'- corresponde con el lugar donde se desea curvar la lámina. Para esta colocación, se elevan los estribos -13- y -14- (figura 8).

Una vez que la lámina de vidrio está en su sitio, los estribos -13- y -14- son bajados de manera que los dientes de las barras aplicadoras de fuerzas -19- y -20- se apoyan en la cara superior de la lámina -12- a lo largo de sus márgenes extremos opuestos (figura 9). La lámina de vidrio -12- es estabilizada entonces en un equilibrio horizontal. Los estribos -13- y -14- ejercen fuerzas -F- dirigidas hacia abajo en los márgenes extremos de la lámina -12-.

En esta fase, los dientes de las barras de soporte

de la lámina -22- y -23- no están en contacto con la lámina. Los mismos están separados de los extremos de la lámina por una distancia e.

La unidad de curvado que lleva la lámina de vidrio es colocada entonces de una manera apropiada debajo de los elementos calentadores -26- y -27- y se regula en su posición de forma que los elementos de calentamiento -26- estén enfrentados con la línea -XX'- de contacto entre la lámina -12- y la barra de reacción -10-. Los elementos de calentamiento -26- y -27- están dispuestos en dos redes, una red homogénea -27- para calentar uniformemente toda la lámina, y la otra, -26-, para calentar localmente una estrecha faja a lo largo del vidrio. Un techo refractario -28- encima de los elementos -26- y -27- actúa como un reflector.

Cuando el vidrio de la faja más estrecha alcanza la temperatura de ablandamiento dilatométrico, las hojas -12a- y -12b- de la lámina -12- situadas a cada lado de la barra de reacción -10- se combarán bajo la acción de su propio peso y el peso de los estribos -13- y -14-, que aplican fuerzas de curvado a la lámina a través de las barras dentadas -19- y -20- (figura 10). Los estribos -13- y -14- siguen a la lámina durante su curvado, oscilando sobre sus ejes -YY'- y -ZZ'-. Debido a la disposición del aparato, en particular debido a que los ejes -YY'- y -ZZ'- están a una distancia -1- encima de la línea -XX'- los dientes de las barras de soporte de la lámina -22- y -23- se ponen en contacto con los bordes -24- y -25- de la lámina durante el transcurso de este movimiento de oscilación.

La continuación del calentamiento da lugar a más combado de las dos hojas de la lámina, lo cual cierra simultáneamente el ángulo de doblado y eleva la lámina de vidrio en virtud de las fuerzas -P-, ejercidas por las barras de soporte de lámina -22- y -23-. A partir de este momento, la lámina -12- ya no se apoya en la barra de reacción -10- (figura 11). La elevación de la lámina -12- es acompañada por la aproximación de la faja calentada localmente, por ejemplo, el lugar de curvado, hacia los elementos calentadores -26-. Por otra parte, el combado de la lámina hacia cualquier lado de la línea de doblado implica movimientos de las hojas de la lámina en el sentido de separarse de los elementos de calentamiento, y la inclinación con respecto a la radiación de calor. Estos efectos se combinan para dar lugar a una considerable intensificación del gradiente térmico a través de la lámina y consecuentemente, establece, de una forma muy favorable, una fuerte variación en la viscosidad del vidrio en el borde del lugar de curvado. Como resultado de esta disposición es posible conseguir radios de curvatura muy pequeños.

La barra de reacción -10- que sostiene la lámina al inicio de la operación de curvado está colocada enfrenteada con el elemento de calentamiento local de la faja -26-. Esta barra de reacción -10- está, por tanto, sometida al calentamiento local y hace una notable contribución al calentamiento local del vidrio por la radiación y conducción de una porción de su energía de calor absorbida.

Esto explica el porque la forma y el material de

la barra de reacción -10- no dejan de tener una cierta influencia en el progreso de la operación de curvado y en los resultados conseguidos.

Una barra de reacción de forma cilíndrica -10- asegura el contacto con una lámina de vidrio -12- a lo largo de una línea. Si la barra de reacción está dispuesta con un manto refractario (tal como se describirá a continuación), este contacto se efectuará a lo largo de una estrecha faja cuya anchura será una función del efecto de aplastamiento del manto debido al peso de la lámina de vidrio, aumentado por el peso de los estribos -13- y -14- que se apoyan en la misma; la anchura de la faja de contacto efectuará un intercambio térmico entre la barra de reacción y la lámina.

Otro factor importante que puede afectar significativamente la expansión del calentamiento local, es el diámetro de la barra de reacción -10-. Paradójicamente, un mayor diámetro lleva a un menor radio de curvatura para una lámina curvada. Las figuras 12 a 15 muestran que una barra de reacción -10_c- que tiene un mayor diámetro que una barra -10_d- llevará a un radio de curvatura - r_a - para una lámina -12_c- que es menor que el radio de curvatura - r_b - de la lámina -12_d-. El perfil de temperaturas a través de las láminas (figura 16) en el movimiento curvado muestra que la barra de reacción -10_c- ha tenido un efecto térmico mucho mayor sobre el vidrio (el pico de la curva - T_a - es más elevado y más estrecho que aquél de la curva - T_b -).

La lámina de vidrio -12- y la barra de reacción -10- son calentadas rápidamente por los elementos de calen-

tamiento local -26-. La línea de contacto -XX'- está particularmente expuesta debido a que está en el centro del calentamiento local, la barra es opaca y está apantallada contra su enfriamiento. Existe por tanto un riesgo considerable de que la barra de reacción -10- deje una marca en la cara inferior de la lámina de vidrio -12- cuando la misma ha llegado a la temperatura de ablandamiento. La rápida separación de la lámina de la barra después de que el curvado ha comenzado debe tener lugar, por tanto, antes de que la superficie del vidrio se haya ablandado lo suficiente para poder ser señalada. La separación -3- entre los extremos -24- y -25- de la lámina y las barras de soporte de la lámina -22- y -23- deben ser por tanto pequeñas de manera que esta separación se efectúe rápidamente. Una vez separada de la barra de reacción -10-, la zona más caliente de la lámina, es decir, el lugar de curvado, está fuera de cualquier contacto físico.

Por otra parte, para un buen control de la operación, la separación de la barra de reacción -10- no debe tener lugar demasiado pronto, de forma que tenga tiempo para establecerse el efecto térmico de la barra en la lámina.

Los parámetros que gobiernan la operación del curvado son por tanto:

La fuerza estructural y térmica de los elementos de calentamiento local -26-.

La estructura de los medios de reacción -10- y su distancia desde los elementos de calentamiento -26-.

La separación inicial -e- entre las barras de so-

porte de lámina -22- y -23- y las caras de borde extremas -24- y -25- de la lámina.

La separación -k- de los ejes de oscilación -YY'- y -ZZ'- y su altura -1- por encima del nivel de la línea de contacto -XX'-.

El grosor y naturaleza del material vítreo.

Las fuerzas iniciales ejercidas por los estribos -13- y -14- sobre el material vítreo.

Al iniciarse el curvado, la reacción de la barra -10- en la lámina -12- es una reacción vertical a lo largo de la línea -XX'-, presionando las barras aplicadoras de fuerza -19- y -20- a lo largo de líneas de la lámina paralelas a la línea de contacto -XX'- y se cierran en los extremos finales de la lámina. Bajo estas condiciones, el máximo momento de curvado es aplicado a la línea -XX'- y es en este momento el que inicia el curvado.

Tan pronto como las barras de soporte dentadas -22- y -23- se ponen en contacto con las caras de borde extremas -24- y -25- de la lámina y la separan de la barra de reacción -10-, este modelo de fuerzas se altera completamente. Las fuerzas de soporte -p- ejercidas por las barras de soporte -22- y -23- están substancialmente en el plano de las hojas planas -12a- y -12b-. Esta disposición es particularmente favorable para transmitir fuerzas de curvado sin deformar las hojas -12a- y -12b-.

Para efectuar el templado térmico, debe hacerse accesible toda la superficie de la lámina curvada -12- al chorro de aire. Cualquier objeto que actúe para desviar las

corrientes de aire crearía zonas que no estarían sometidas a un rápido enfriado. Entre estas y las zonas vecinas aparecen elevadas tensiones durante el templado. Estas tensiones pueden exceder la resistencia a la rotura de la lámina de manera que la misma puede romperse durante el tratamiento de templado.

Por tanto la separación de la lámina de la barra de reacción es una ventaja muy importante durante el templado ya que permite que el aire frío sea soplado contra el interior de la curva formada.

La forma dentada de las barras aplicadoras de fuerza -19- y -20- y las barras de soporte de la lámina -22- y -23- ha sido elegida para reducir al mínimo el señalamiento o marcado de la lámina vítrea.

En la etapa final de equilibrio de la temperatura con anterioridad al templado, se lleva toda la temperatura de la lámina vítrea hasta cerca del punto de ablandamiento de la lámina. Para las láminas de una gran área y un pequeño grosor pudiera haber entonces el riesgo de que las hojas -12a- y -12b-, que están planas durante el curvado, se abomban bajo la gravedad al final de la operación.

Para evitar este riesgo, el aparato incluye, preferiblemente, soportes contra los que las hojas de la lámina se pueden apoyar cuando se ha completado el curvado. Tales apoyos se muestran en la figura -11- como barras dentadas -29-, dispuestas a lo largo de márgenes de las hojas -12a- y -12b- de la lámina, perpendiculares a la línea de curvado. Las barras de apoyo -29- pueden estar constituidas

como topes extremos para la operación de curvado, y su posición puede ser regulada para tener en cuenta el grado de curvatura que se desea conseguir.

El aparato mostrado en la figura 17 es una realización para curvar una lámina hasta una forma en U. La disposición incluye un par de barras de reacción paralelas -30- y -31- que hacen contacto a lo largo de líneas $-X_1-X'_1-X_2-$ $-X'_2-$ con una lámina de vidrio -32- que ha de ser curvada hasta una forma en V a lo largo de aquellas líneas.

El aparato también incluye dos estribos -33- y -34- dispuestos uno a cada lado de las dos barras de reacción -30- y -31- y montados de forma oscilante en ejes $-Y_1Y'_1-$ y $-Z_1Z'_1-$ que son paralelos a las líneas de contacto $-X_1X'_1-$ y $-X_2X'_2-$ y se encuentran por encima del nivel de las mismas. Los ejes de oscilación $-Y_1Y'_1-$ y $-Z_1Z'_1-$ no son fijos con respecto a las placas -35- que forman parte de un bastidor (no representado).

Las barras de reacción -30- y -31- están sostenidas por vástagos -36- y -37- que se acoplan en guías -38- y -39- en aquellas placas -35-. Estas guías -38- y -39- definen para las barras -36- y -37- dos posiciones estables, en la primera de las cuales los vástagos son separados hasta la distancia máxima y están en una posición elevada tal como se muestra en la figura 17, y en la segunda de las cuales los vástagos están juntos en una posición inferior.

Los brazos de oscilación -40- y -41- de los estribos -33- y -34- llevan resaltes arqueados -42- y -43- dispuestos para apoyarse contra los vástagos -36- y -37- en un

movimiento de oscilación descendente de los estribos para empujar así a los vástagos a lo largo de sus guías -38- y -39- hacia la segunda posición, o sea la segunda posición mencionada anteriormente.

5 Las bases -44- y -45- de los estribos llevan barras aplicadoras de fuerza y barras de soporte de lámina -48- y -49-, idénticas a las del aparato para doblar en V que ya ha sido descrito.

En las figuras 18 a 21 se ilustran distintas fa-
10 ses del funcionamiento del aparato para curvar en U.

Se coloca una lámina de vidrio -32- a través de dos barras de reacción -30- y -31-. Estas barras están en su primera posición, posición elevada, con sus vástagos de soporte -36- y -37- en las partes superiores de sus recorridos de guía. Mientras se coloca la lámina de vidrio en
15 posición, se elevan los estribos -33- y -34- (ver figura 18).

Los estribos son bajados entonces de manera que sus barras aplicadoras de fuerzas -46- y -47- se apoyan en los márgenes extremos de la lámina -32- tal como se muestra
20 en la figura 19. En esta fase, las barras de soporte de lámina -48- y -49- no están en contacto con la lámina sino que están separadas por una corta distancia e desde los bordes de la lámina tal como se ilustra. La unidad de curvado que sostiene la lámina de vidrio es colocada entonces de
25 cualquier forma adecuada debajo de los elementos calefactores -50-, -51- y -52- y se regula su posición de forma que los elementos calefactores locales de la tira -51- y -52- estén encarados con las barras de reacción -30- y -31-. Los

elementos calefactores -50- están dispuestos para calentar toda la lámina.

Bajo la acción combinada del calentamiento local y las fuerzas de gravedad debidas al peso del vidrio y a los
5 estribos -33- y -34- las hojas de la lámina, a cada lado de las dos barras de reacción -30- y -31-, se combarán en torno a ellas (figura 20).

Como resultado del movimiento de oscilación de los estribos -33- y -34- y a la separación de los ejes de osci-
10 lación $-Y_1Y'_1-$ y $-Z_1Z'_1-$ en relación con las líneas de contacto de reacción $-X_1X'_1-$ y $-X_2X'_2-$ en torno a las que se inicia el curvado, las barras de soporte de la lámina -48- y -49- se pondrán en contacto con las caras de borde extre-
mas de la lámina -32-.

15 La continuación del calentamiento tendrá por resultado el cierre simultáneo del ángulo de doblado y la separación de la lámina -32-, sostenida por las barras de soporte de lámina -48- y -49-, respecto de las barras de reacción -30- y -31-.

20 En esta fase, los resaltes -42- y -43-, fijados a los brazos de oscilación -40- y -41- de los estribos -33- y -34-, se ponen en contacto con los vástagos de soporte de las barras de reacción -36- y -37- y empujan las mismas hacia la posición inferior de los recorridos de guía -38- y
25 -39- formados en las placas -35-. Mediante este movimiento, las barras de reacción -30- y -31- separadas de la lámina dejan sus posiciones superiores y descienden y se mueven acercándose para tomar posiciones retraídas.

El retraimiento de las barras de reacción -30- y -31- hacia el interior de la U formada por la operación de curvado, permite una separación suficiente entre ellas y el vidrio. En virtud de esta disposición, las hojas de la lámina pueden ser dobladas 90° sin que estén limitadas por la presencia de las barras de reacción -30- y -31-, y las barras ya no representan un obstáculo cerca de la superficie de la lámina que pudiera impedir el flujo de aire durante el templado térmico.

Al final del curvado, las hojas plegadas de la lámina -32- se apoyan contra los resaltes dentados -53- que definen la forma y posición final de la lámina.

Si la operación de curvado es cronológicamente asimétrica, es decir, si una de las hojas de la lámina se comba antes que la otra, la lámina tomará durante un cierto tiempo una posición inclinada. En particular, la parte superior de la forma en U, entre las dos barras de reacción puede resultar inclinada respecto de la horizontal. Los resaltes dentados -53- pueden ser colocados adecuadamente para volver a centrar la lámina de vidrio y proporcionar a la misma una forma en U simétrica.

Una vez curvada, la lámina puede ser sometida a un calentamiento uniforme y transportada por medios adecuados entre dos cajas de aire para su templado.

Las características detalladas de la estructura y funcionamiento de un aparato para doblar en V tal como se ilustra en la figura 6, se describirán a continuación.

EJEMPLO 1.

La lámina de vidrio -12- utilizada tenía una longitud de 100 cm, una anchura de 50 cm y un grosor de 5 mm. Se deseó curvar esta hoja en medio de su longitud para producir un ángulo diédrico de 90° y un radio de curvatura, medido en el interior del pliegue, de 50 mm. El aparato curvador utilizado estaba completamente hecho de acero refractario.

En este ejemplo, la barra de reacción fijada entre las dos placas -11- comprendía, tal como se muestra en la figura 22, un tubo hueco cilíndrico -54- de acero refractario, que tenía un diámetro interno de 33 mm, un diámetro externo de 42 mm y una longitud de 700 mm. El tubo -54- estaba provisto con cinco capas de una napa de sílice puro para proporcionar un manto refractario -55- que tenía un grosor de 4 mm. Se mantuvo la sílice en su sitio mediante una placa de acero -56- fijada al lado inferior del tubo -54-.

El tubo cilíndrico se mantuvo en posición mediante una varilla de soporte -57- de acero refractario con un diámetro de 16 mm. Esta varilla se desplaza a través del tubo -54- y es mantenida en dos orificios en las placas -11-.

En este ejemplo, las distancias -k- y -l- (ver figura 8) fueron respectivamente de 120 mm y 13,5 mm.

Las barras dentadas aplicadoras de fuerzas -19- y -20-, las barras dentadas de soporte de lámina -22- y -23- y los resaltes -29- eran de construcción similar. Habían sido cortadas de una plancha de acero inoxidable, teniendo los dientes una altura de 10 mm en un paso de 20 mm.

Las barras aplicadoras de fuerza -19- y -20- y los apoyos -29- estaban dispuestos para ponerse en contacto con la lámina -12- a lo largo de líneas a 5 mm en frente de sus bordes.

5 El espacio inicial -e- entre las caras de borde de las láminas y las barras de soporte de lámina -22- y -23- era de 1 mm. Este se midió en frío.

Al iniciarse el calentamiento, la distancia entre el plano de la lámina y los elementos de calentamiento -26-
10 y -27- (figuras 9 a 11) era de 70 mm aproximadamente.

En este ejemplo, los elementos de calentamiento -26- eran arrollamientos de resistencia de filamento de tungsteno, colocados bajo vacío en tubos de cuarzo transparente. Estos tubos tenían un diámetro de 12 mm y una longitud útil de 700 mm.
15

Cada elemento tenía una potencia de 1500 watt a 250 volt. Bajo estas condiciones, la temperatura de calor del filamento era de 2.150°K y la cumbre del espectro de emisión estaba centrada sobre una longitud de onda de 1,35
20 micras.

Se dispusieron seis de estos elementos tubulares paralelos separados unos 15 mm para formar un panel que emitía radiaciones en su centro con un flujo máximo de energía por superficie de 14 W/cm^2 .

25 El calentamiento uniforme de la lámina se efectuó en un horno eléctrico convencional.

Las principales características de funcionamiento fueron las siguientes:

	potencia aplicada para calentar toda la lámina	:25 KW
	potencia aplicada para calentar el lugar curvado	: 9 KW
5	área de acción de los elementos de calentamiento locales	:700x75 mm
	FLUJO DE ENERGÍA por Superficie en el centro del calentamiento local	:14W/cm ²
10	Flujo de energía sobre el resto de la lámina	:5W/cm ²
	temperatura máxima conseguida en el centro x del pliegue	:705°C
	temperatura media conseguida a través de las hojas de la lámina	:635°C

15 Las duraciones de las fases principales de la operación de curvado bajo estas condiciones fueron las siguientes (ver Figura 5):

	minutos	segundos
20	t_0 hasta t_1 desde el inicio del calentamiento hasta el inicio del curvado	3 30
	t_1 hasta t_2 duración aproximada del curvado	1 -
25	t_2 hasta t_3 equilibrio de la temperatura	- 30
	t_3 hasta t_4 transferencia hasta la estación de templado	- 5
	t_4 hasta t_5 enfriamiento rápido para efectuar el templado	- 35

Otros ejemplos de la operación de acuerdo con la invención serán descritos seguidamente. Las condiciones de funcionamiento fueron las mismas que las del ejemplo 1 excepto en los casos que se indica.

5 EJEMPLO 2

Distancia entre los elementos de calentamiento local -26- y la lámina de vidrio 12: 70 mm:

Diámetro externo del cilindro de reacción -10a- (figura 22) incluyendo el manto de sílice: 50 mm.

10 Grosor de la lámina de vidrio 3 mm 5 mm 8 mm
 Radios de curvatura conseguidos 55 mm 50 mm 45 mm

EJEMPLO 3

Distancia entre los elementos de calentamiento local -26- y la lámina de vidrio -12-: 70 mm.

15 Diámetro externo del cilindro de reacción -10a- incluyendo el manto de sílice: 28 mm.

 Grosor de la lámina de vidrio 3 mm 5 mm 8 mm
 Radios de curvatura obtenidos 68 mm 63 mm 58 mm

EJEMPLO 4

20 Distancia entre los elementos de calentamiento local -26- y lámina de vidrio -12-: 50 mm.

 Diámetro externo del cilindro de reacción -10a- incluyendo el manto de sílice: 50 mm

 Grosor de la lámina de vidrio 3 mm 5 mm 8 mm
 25 Radios de curvatura conseguidos 25 mm 22 mm 18 mm

Por estos ejemplos es evidente que el radio de curvatura obtenido decrece paradójicamente con el aumento de diámetro externo de la barra de curvado y con el incremento

en el grosor de las láminas.

La invención será descrita seguidamente como aplicada a una instalación de curvado de láminas vítreas.

En la realización mostrada en la figura 23, la
5 instalación de curvado comprende un circuito para unidades de curvado móviles -60-, cada una de las cuales incorpora un aparato curvador -61- de acuerdo con la invención.

Cada unidad de curvado móvil -60- comprende una
caja paralelepípedica -62-, abierta en la parte superior y
10 en el fondo, que rodea el aparato de curvado -61- por sí y que lleva ruedas -63- en su base. Las paredes laterales -64- de las cajas -62- están cubiertas ventajosamente en sus caras internas con una capa térmicamente aislante, por ejemplo de fibras refractarias.

15 Las unidades de curvado móviles pueden ser movidas en torno al circuito sucesivamente para ocupar seis estaciones de trabajo. Este movimiento no es continuo, señalando cada unidad el tiempo en cada estación de trabajo. El movimiento de las unidades de curvado móviles puede ser controlado mecánicamente de acuerdo con un programa predeterminado.
20 do.

Las seis estaciones de trabajo sucesivas a través de las que pasan las unidades de curvado móviles son tal como sigue (ver también la figura 24):

- 25 A) Estación de carga de la lámina donde la lámina a curvar puede ser dispuesta en el aparato curvador -61-.
- B) Estación de calentamiento y curvado.
- C) Otra estación de calentamiento para equilibrar

la temperatura de una lámina curvada.

D) Estación de templado que incorpora sopladores de aire.

E) Estación de enfriado que incluye opcionalmente
5 medios de enfriamiento forzado, y

F) Estación de descarga de la lámina.

En la realización ilustrada, el circuito es un circuito rectangular, un lado del cual define el paso entre la estación equilibradora de temperatura C y la estación de
10 templado D.

En la estación de carga de la lámina A, hay un libre acceso al interior de las unidades de curvado móviles -60- de forma que una lámina vítrea puede ser colocada en su sitio en el aparato curvador -61-.

15 En las estaciones B y C, cada unidad de curvado móviles -60- está entre un fondo -65- y un techo -66- que toman el lugar de la parte superior e inferior de la caja -62-. Así pues, la combinación de la caja -62-, el fondo -65- y el techo -66- constituyen una cámara cerrada. Hay
20 dispuestos elementos de calentamiento -67- en el fondo -65- y en el techo -66-.

En el techo -66-, los elementos de calentamiento pueden ser modulados a discrección en intensidad y colocación para definir zonas de calentamiento uniforme y una o
25 más zonas más localizadas calentadas más intensamente. En la estación de curvado B, la zona intensa más localizada es nivelada con los medios de reacción -68- de una unidad de curvado móvil cuando ésta está correctamente colocada.

Los elementos de calentamiento -67- en el fondo actúan como una pantalla térmica, positiva para reducir las pérdidas de calor hacia la base, y para evitar una gran diferencia en la temperatura entre las caras superior e inferior de la lámina vítrea.

En la estación de templado D, una unidad de curvado móvil -60-, que lleva una lámina vítrea curvada, se mueve entre dos cajas de aire superpuestas -69- y -70- para enfriar la lámina mediante aire soplado. Las superficies de soplado -69a- y -69b- de las cajas de aire -69- y -70- presentan, cada una de ellas, una forma, en este caso un diedro que es complementario respecto de la forma de la lámina vítrea curvada (ver también figura 25). Las cajas de aire -69- y -70- están unidas a medios (no representados) mediante los cuales pueden ser acercadas o separadas entre sí a lo largo de la columna vertical -71- de la instalación de curvado.

Cuando una unidad de curvado móvil ha entrado en la estación de templado D, las cajas de aire -69- y -70- se mueven hacia la lámina doblada dentro del anterior de la caja paralelepípedica -62-.

El desplazamiento de las cajas de aire -69- y -70- se detiene cuando su superficie de soplado -69a- y -69b-, que comprende orificios para aire -72-, están a una corta distancia de las caras superiores e inferiores de la lámina curvada -73-, tal como se indica en la figura 25.

El aire para el soplado es distribuído hacia las cajas de aire superior e inferior -69- y -70- mediante cam-

panas -74- y -75-, de conductos -76- y -77- que llevan a uno o más ventiladores.

Después del soplado, la caja de aire superior -69- es elevada y la caja de aire inferior -70- es descendida
5 dentro de un canal -78- de la instalación.

La unidad de curvado móvil -60- es movida entonces hacia la estación de enfriado E, donde se permite que la lámina curvada y templada se enfríe al aire libre.

En la estación de descarga de lámina F, la hoja
10 curvada del material vítreo es retirada de la unidad de curvado móvil por la parte superior.

Se apreciará que la invención no está limitada a las realizaciones que se acaban de describir.

Así pues, la invención puede llevarse igualmente
15 a la práctica para curvar o doblar láminas vítreas no planas. En tales casos, se requerirá que el aparato sea adaptado a la forma de la lámina a curvar.

El aparato descrito también puede ser modificado.

Por ejemplo, sería posible alterar la forma en la
20 que avanzar las unidades de curvado móviles. En particular, las unidades de curvado móviles -60- pudieran estar alineadas una detrás de la otra de forma que las mismas avancen en el sentido de los ejes de sus barras de reacción -68-.

También el aparato curvador -61- puede ser reci-
25 clado por el lado o por debajo del recorrido para las unidades de curvado móviles -60-.

La instalación de curvado puede ser modificada para permitir un movimiento continuo en vez de un movimiento

paso a paso de las unidades de curvado móviles.

En una variante del aparato, mostrada en la figura 8, el estribo -13- está substituído por un tope extremo -79- y un tope de reacción superior -80- (ambos mostrados con líneas discontinuas). En tal caso, el estribo -14- funcionará tal como se ha descrito para doblar la hoja -12a- de la lámina -12- hacia abajo, mientras que el extremo de la hoja -12b- permanecerá estacionario. La oscilación hacia abajo del estribo -14- aún tendrá el efecto de separar la lámina -12- de la barra de reacción -10-, de manera que cuando se completa el curvado, la hoja -12b- estará ligeramente inclinada respecto a la horizontal.

En una segunda variante, las barras dentadas -22- y -23- de soporte del borde de la lámina son substituídas por pinzas que sujetan los márgenes extremos de la misma, y la lámina es curvada contra una barra de reacción colocada encima de ella de manera que la línea de curvado forma un canal en lugar de una cresta tal como se muestra.

En otra realización ulterior, la lámina es calentada uniformemente y curvada de manera que tiene substancialmente el mismo radio de curvatura a lo largo de toda su longitud.

R E I V I N D I C A C I O N E S

1. Aparato para el abombado de hojas de materia vítrea, mientras las mismas están en estado calentado, caracterizado porque comprende medios de reacción para ponerse en contacto con la lámina en uno o más lugares para permitir el curvado de la misma en relación con dichos medios, habiendo dispuestos medios opuestos que ejercen fuerza frente a tales medios de reacción; medios para efectuar un movimiento de aproximación relativo de los miembros que ejercen fuerza para aplicar fuerzas de curvado en márgenes opuestos de la lámina para producir el curvado en tal lugar o lugares, y miembros de soporte de lámina opuestos, para sostener la mentada lámina frente al citado lugar o lugares durante tal curvado, estando desplazado al menos uno de los miembros de soporte en relación con los medios de reacción para realizar la separación de la lámina de los medios de reacción durante tal movimiento de aproximación relativo de los miembros que ejercen fuerza.

2. Aparato para el abombado de hojas de materia vítrea, según la reivindicación 1, caracterizado porque los miembros que aplican fuerza y los miembros de soporte de lámina son portados por brazos opuestos que están montados de forma oscilante frente a los medios de reacción.

3. Aparato para el abombado de hojas de materia vítrea, según la reivindicación 2, caracterizado porque cada uno de los brazos está montado para efectuar un movimiento de oscilación en torno a un eje cuya posición está relacionada de tal manera con la colocación de los medios de

reacción que la separación es efectuada por un movimiento de oscilación de dichos brazos.

4. Aparato para el abombado de hojas de materia vítrea, según la reivindicación 3, caracterizado porque los
5 brazos oscilan hacia abajo para aplicar las fuerzas de curvado.

5. Aparato para el abombado de hojas de materia vítrea, según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, caracterizado porque los brazos están en forma de estribos adaptados para acomodar porciones extremas y opuestas de una
10 lámina, proporcionando tales estribos miembros que ejercen fuerzas para apoyarse contra una cara principal de la lámina, y miembros de soporte para ponerse en contacto con las caras de borde extremas de la lámina.

6. Aparato para el abombado de hojas de materia vítrea, según cualquiera de las reivindicaciones 2 a 5, caracterizado porque comprende medios conectados de forma operante con al menos uno de los brazos y que producen el desplazamiento de los medios de reacción, separándolos de la
20 lámina, durante la aplicación de fuerzas de curvado.

7. Aparato para el abombado de hojas de materia vítrea, según la reivindicación 6, caracterizado porque los medios de reacción son desplazables separándose de la lámina a lo largo de un recorrido de guía y al menos uno de los
25 brazos tiene un miembro de desplazamiento que desplaza tales medios de reacción a lo largo de dicho recorrido de guía durante el movimiento de oscilación de los citados brazos.

8. Aparato para el abombado de hojas de materia vítrea, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque el medio de reacción o cada uno de ellos es una barra para determinar un lugar donde la lámina puede ser doblada.

9. Aparato para el abombado de hojas de materia vítrea, según la reivindicación 8, caracterizado porque la barra o cada una de ellas es una barra cilíndrica hueca.

10. Aparato para el abombado de hojas de materia vítrea, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, caracterizado porque los miembros que ejercen fuerza y los miembros de soporte están constituidos por barras dentadas.

11. Aparato para el abombado de hojas de materia vítrea, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, caracterizado porque tiene previstos medios de soporte dispuestos para apoyarse contra la lámina para limitar el curvado de la misma.

12. Aparato para el abombado de hojas de materia vítrea, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11, caracterizado porque tiene previstos medios para calentar diferencialmente la lámina.

13. Aparato para el abombado de hojas de materia vítrea, según la reivindicación 1, caracterizado por el hecho de que el aparato curvador es desarrollado a modo de unidad de curvado móvil que dispuesta desplazable a lo largo de un recorrido que conduce a través de una o más estaciones de trabajo, formando una instalación en la que la lámina puede ser sometida a operaciones de calentamiento y curvado.

14. Aparato para el abombado de hojas de materia vítrea, según la reivindicación 13, caracterizado porque al menos una unidad de curvado móvil es dispuesta a lo largo de un recorrido que conduce a través de una pluralidad de estaciones de trabajo, formando una instalación que comprende, en sucesión: una estación de carga de lámina, en la que puede ser cargada una lámina en dicha unidad; estaciones de calentamiento y curvado; otra estación de calentamiento que comprende medios de calentamiento adaptados para calentar uniformemente una lámina curvada; una estación de templado que incluye uno o más sopladores para enfriar una lámina curvada calentada uniformemente para efectuar un templado térmico de la misma; una estación de enfriamiento para enfriar una lámina templada, y una estación de descarga de lámina.

15. Aparato para el abombado de hojas de materia vítrea, según la reivindicación, 14, caracterizado porque el recorrido es un circuito rectangular y la unidad o cada una de dichas unidades de curvado móviles están dispuestas para desplazarse entre dicha otra estación de calentamiento y tal estación de templado en un sentido que es generalmente paralelo respecto del eje o ejes en torno a los cuales es curvada una lámina portada de dicha unidad.

16. Aparato para el abombado de hojas de materia vítrea, según las reivindicaciones 14 o 15, caracterizado porque la unidad o cada una de las unidades de curvado móviles están dispuestas para curvar una lámina portada por la misma hasta una forma predeterminada, y porque la esta-

ción de templado comprende cajas de aire superior e inferior, respectivamente complementarias en forma respecto a las caras superior e inferior de una lámina curvada hasta dicha forma predeterminada, y medios para elevar y bajar dichas cajas de aire.

17. Aparato para el abombado de hojas de materia vítrea.

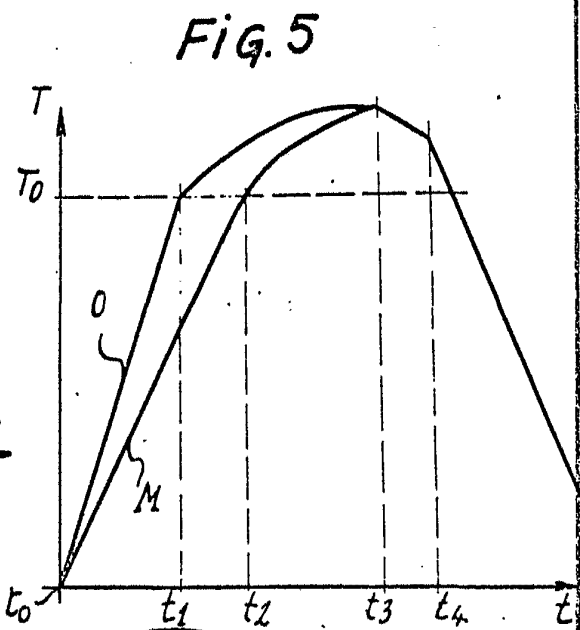
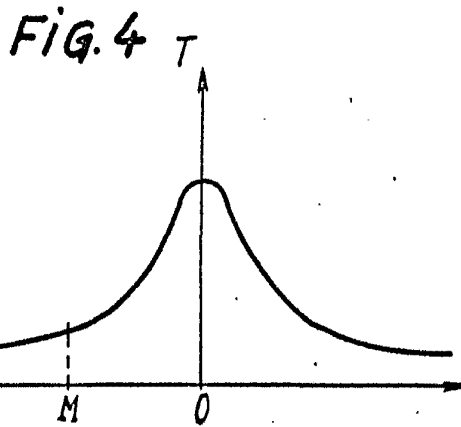
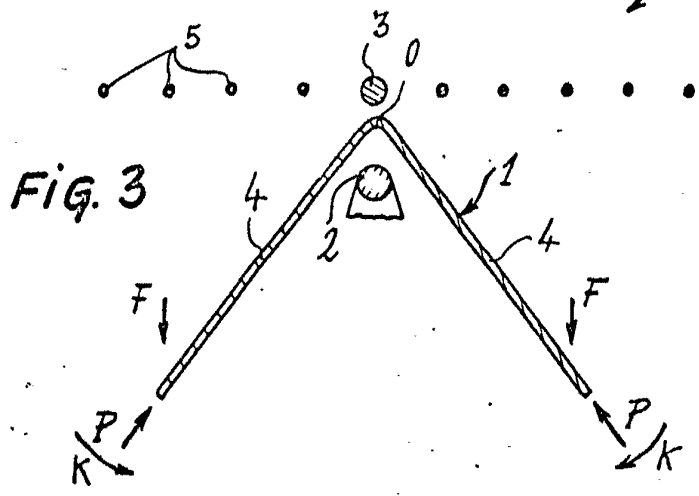
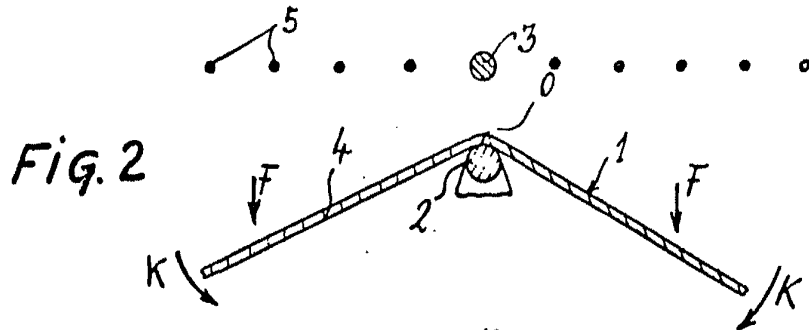
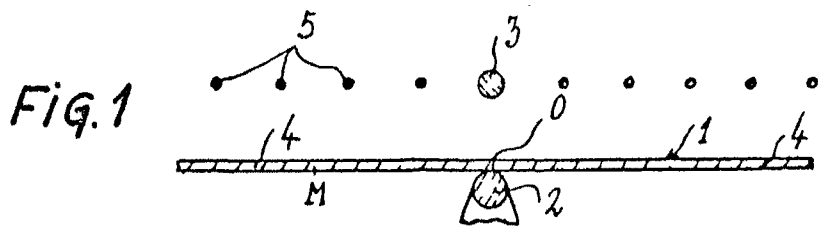
La presente memoria descriptiva consta de cuarenta hojas foliadas, escritas a máquina por una sola de sus caras.

Barcelona, 14 de enero de 1977

BFG GLASSGROUP

P.a.

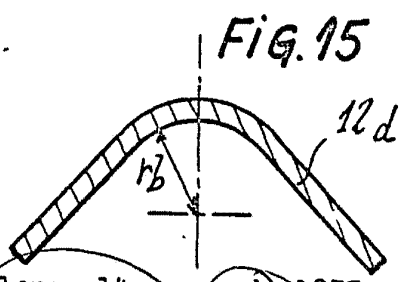
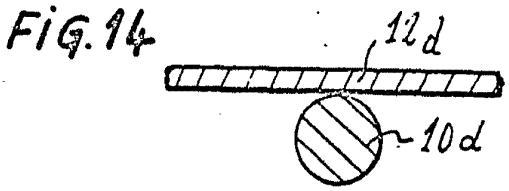
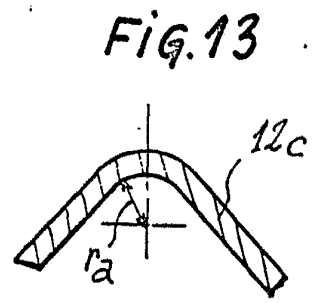
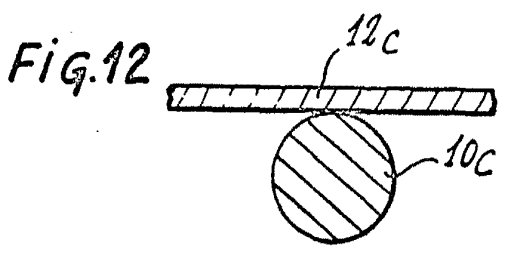
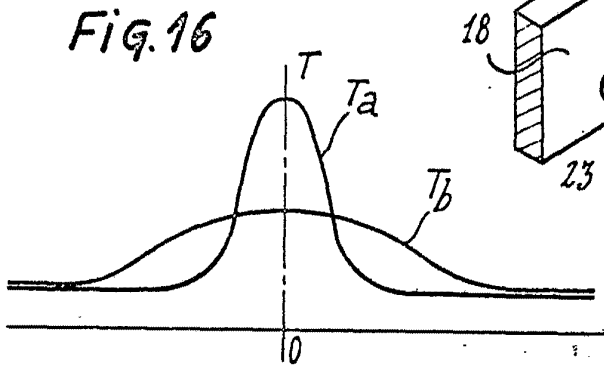
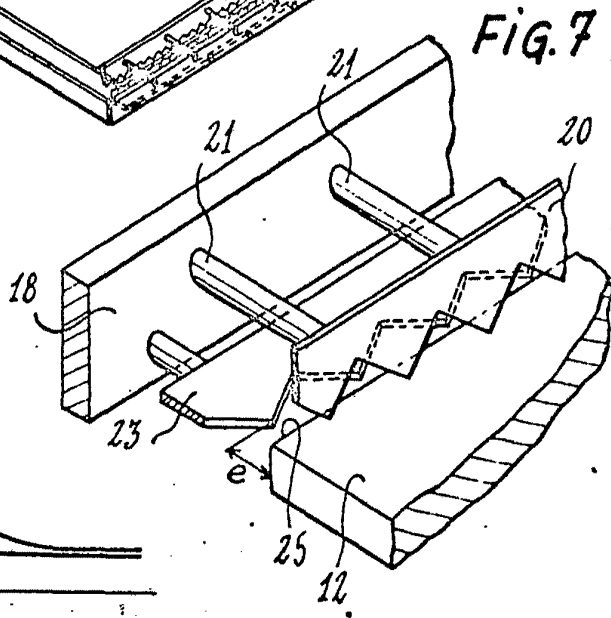
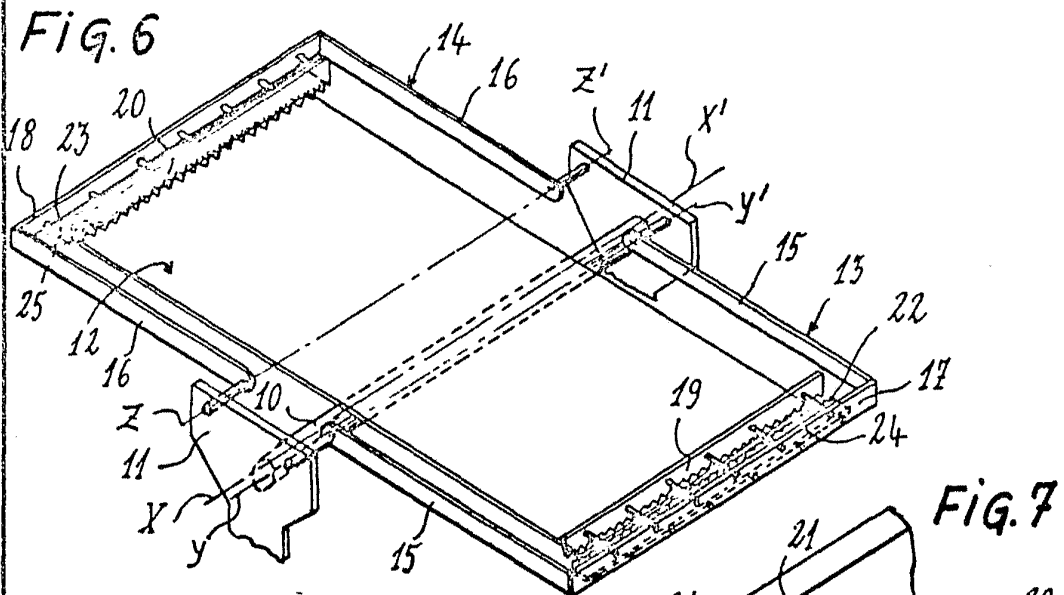




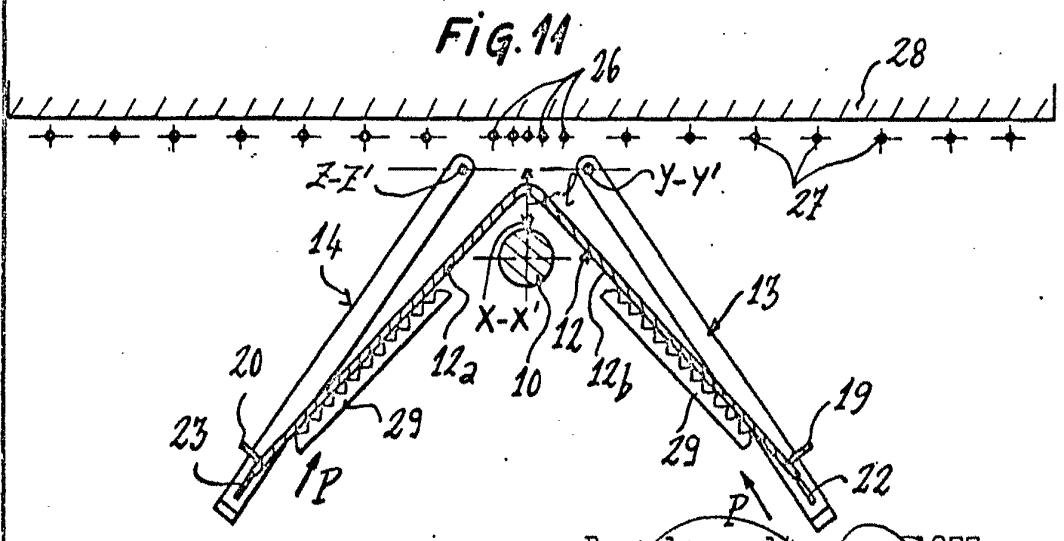
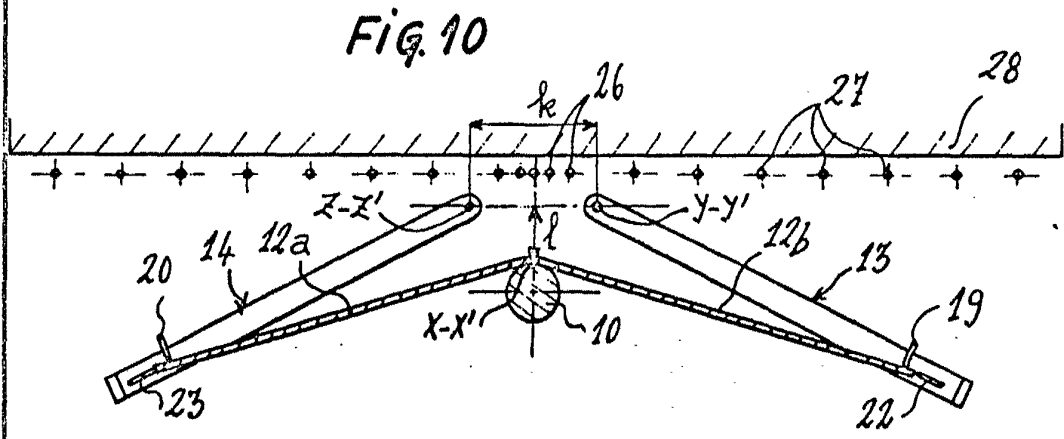
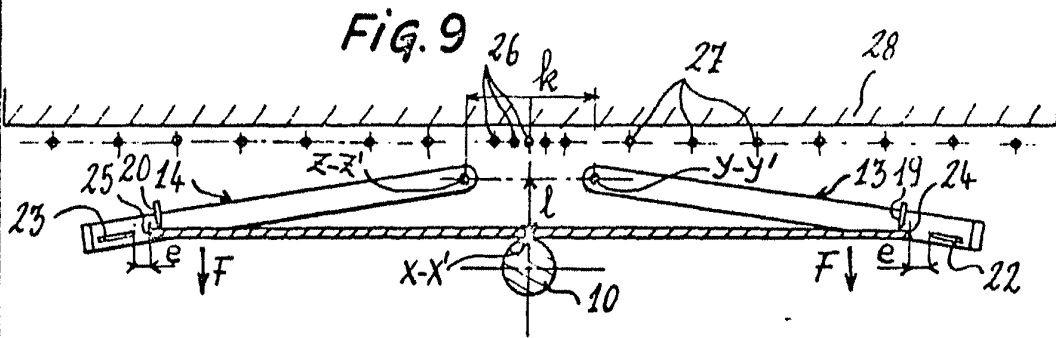
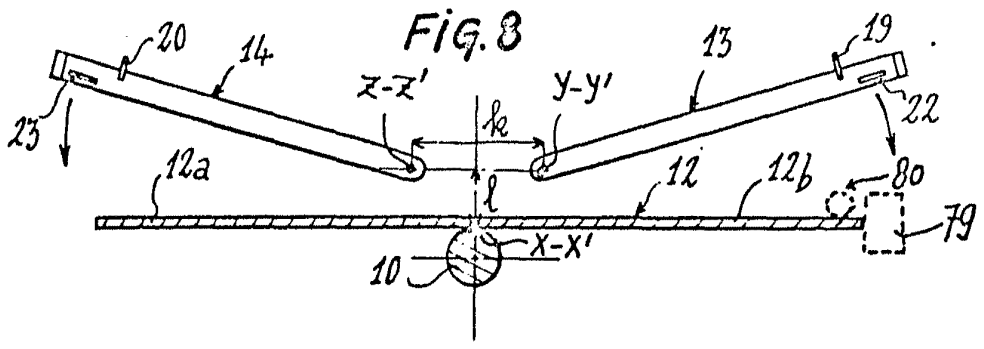
Barcelona, 14 de enero de 1977
P.S.

27409/6

27409/6



27409/6



Barcelona, 14 enero 1977
p.a.

27409/6

FIG. 18

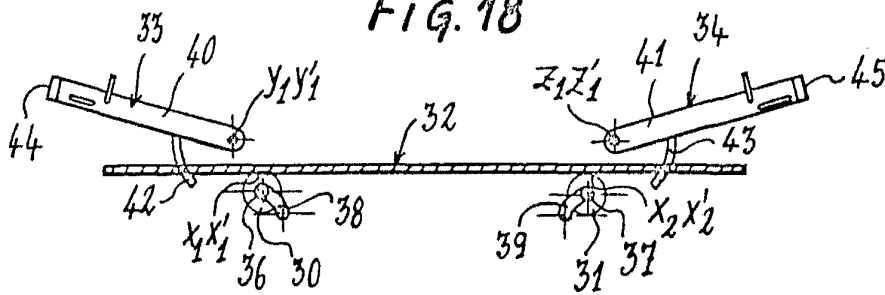


FIG. 19

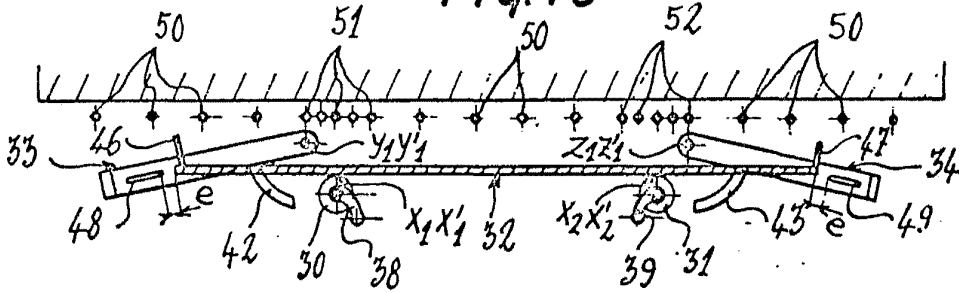


FIG. 20

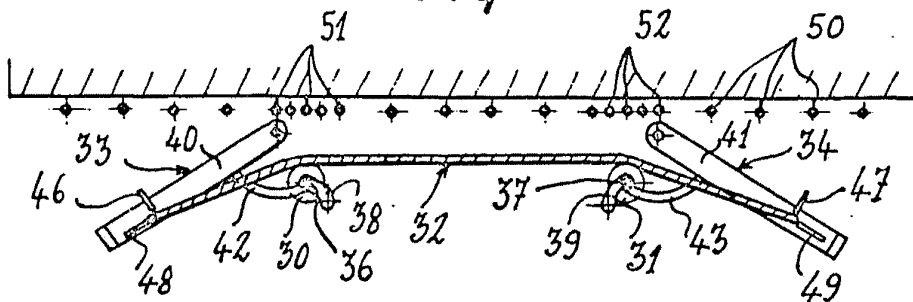
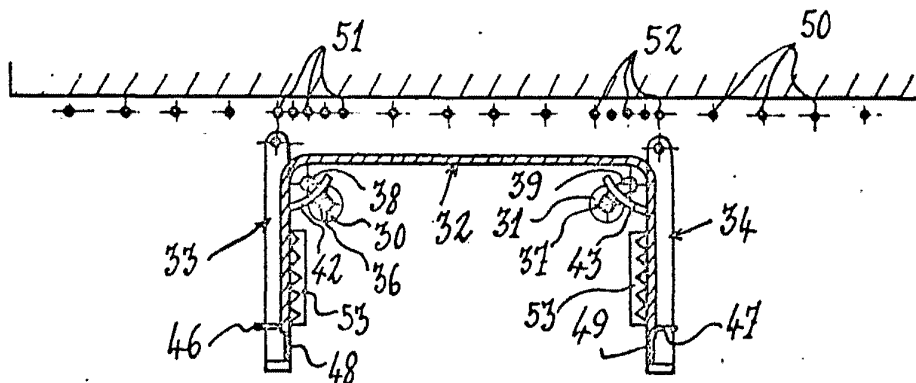
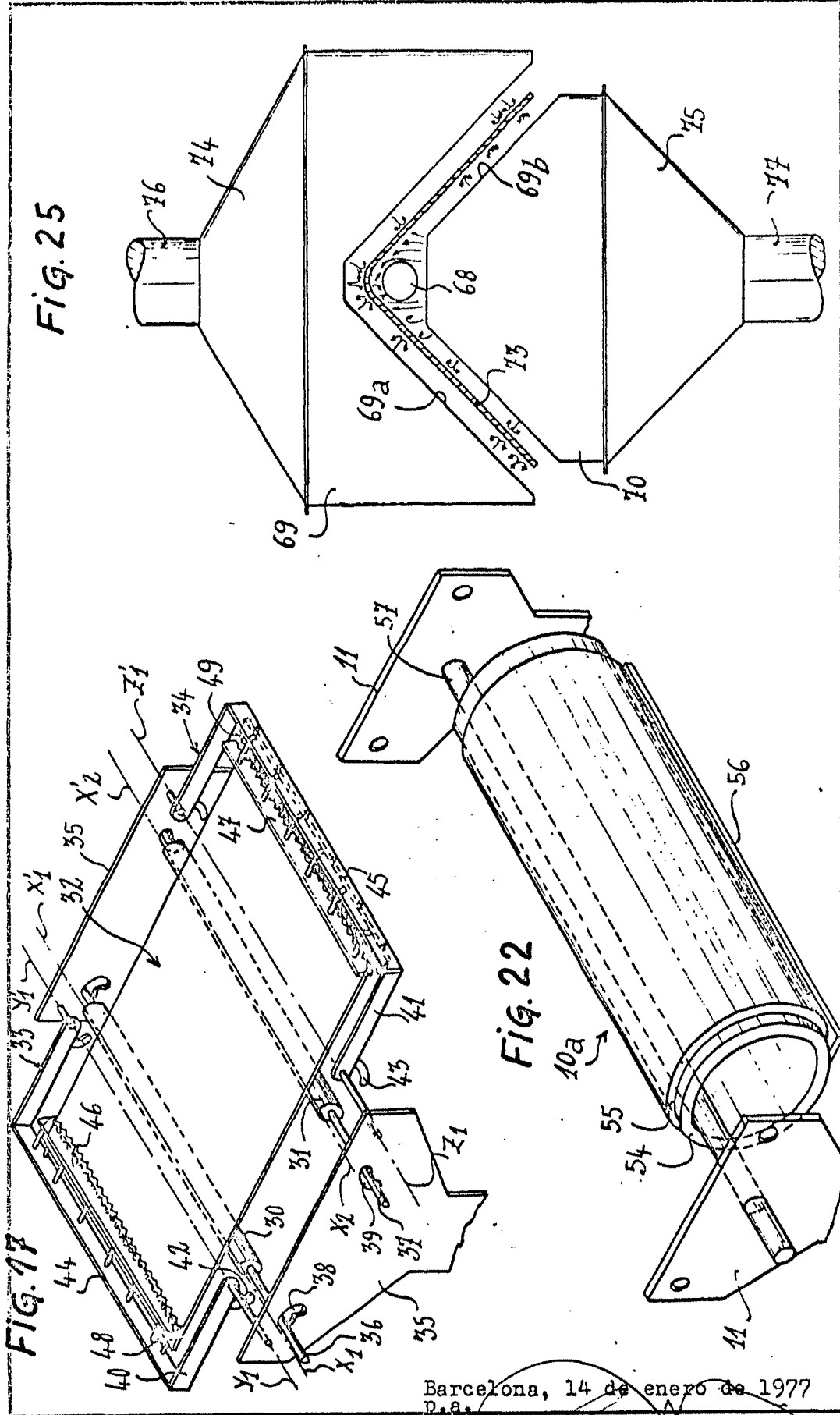


FIG. 21

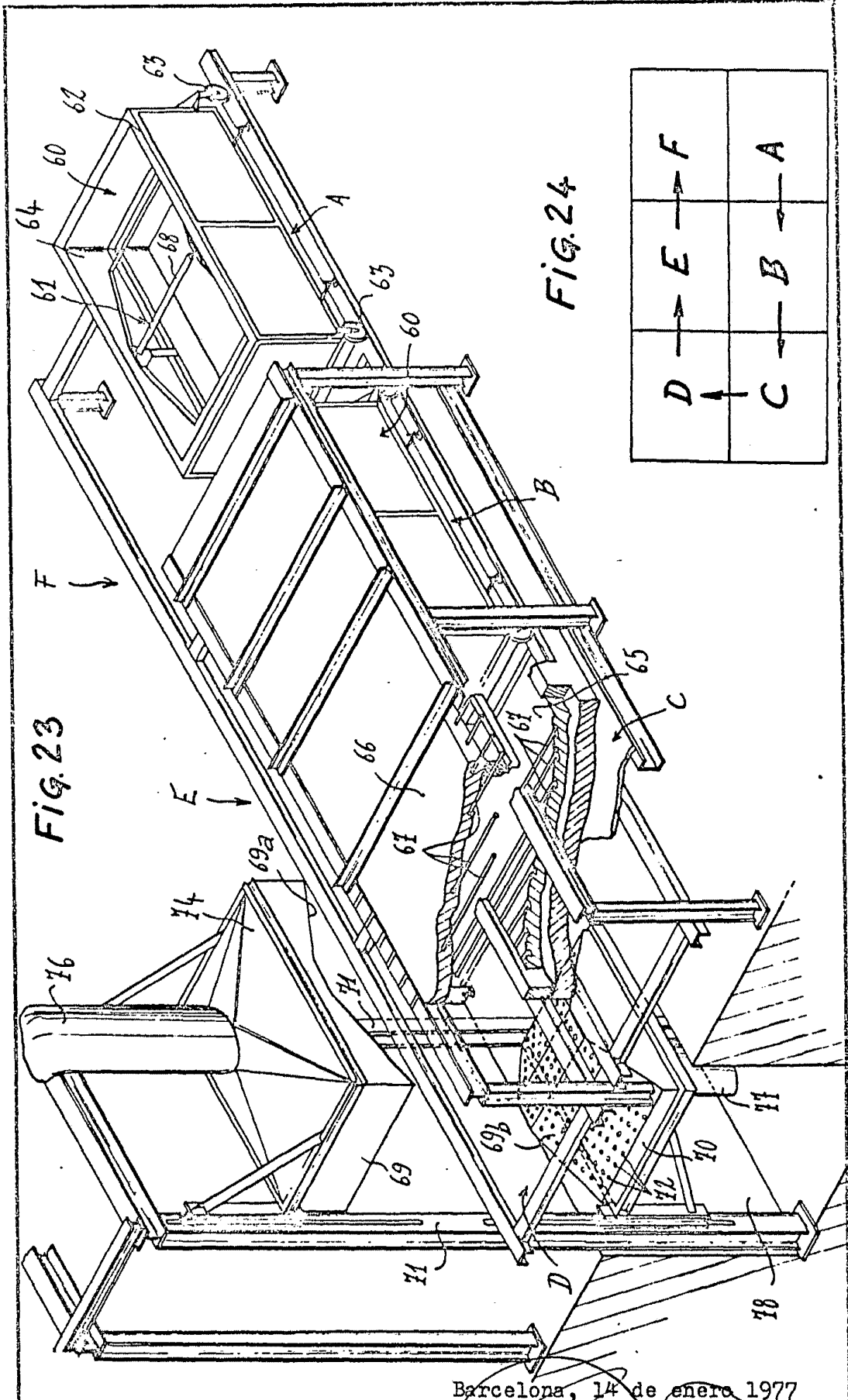


27409/6



Barcelona, 14 de enero de 1977
P.A.

27409/6



Barcelona, 14 de enero 1977
p.a.