



326544

PATENTE DE INTRODUCCION

A3641.

326544

Memoria Descriptiva

sobre

PERFECCIONAMIENTOS EN BALLESTAS DE HOJAS MULTIPLES
LAMINADAS".

Solicitante. TOLEDO WOODHEAD SPRINGS LIMITED, entidad inglesa, residente en Spring Manufacturers, Spring Road, Aycliffe, Nr. Darlington, Inglaterra.

Este invento se refiere a muelles laminados de hojas múltiples y, especialmente aunque no de modo exclusivo, a las ballestas utilizadas en las suspensiones de vehículos para carretera y constituidas esencialmente por un cénjuto en voladizo, o empotrado por un extremo y

5.

32654470 MAY 1968



- libre en el otro, de hojas ó láminas de longitud progresivamente creciente sujetas entre sí en el apoyo de dicha ballesta, con la hoja ó lámina de mayor longitud terminada en un grillete de conexión
5. a través del cual se aplica la carga al conjunto. Una ballesta "cuarto de elipse" está constituida por uno de estos conjuntos en voladizo; una ballesta (semi-elíptica) tiene dos de estos conjuntos combinados, con sus hojas o láminas prolongadas en direcciones
10. opuestas (no necesariamente distancias iguales) desde un apoyo común, y las ballestas "tres cuartos de elipse" y "elípticas" son respectivamente combinaciones de una ballesta "cuarto de elipse" y una ballesta "semi-elíptica" y de dos ballestas "semi-elípticas"
15. con interconexiones adecuadas entre sus conexiones de grillete. Salvo indicación en contra, la referencia ulterior a "una ballesta" supone una ballesta "cuarto de elipse" debiendo tenerse presente que los principios de construcción a describir en relación
20. con esta ballesta, son aplicables a las otras tres formas de ballestas derivadas de la misma. Se supondrá también en dichas referencias a "una ballesta" que la hoja superior es la de mayor longitud, de tal modo que las hojas o láminas inferiores son las que
25. aumentan progresivamente de longitud desde la hoja inferior hácia arriba; una de estas hojas o láminas tiene un extremo que "sobresale" más allá de la punta de la hoja o lámina inmediatamente inferior.
- Idealmente, para el empleo más eficiente del
30. material de la ballesta, ha de ser igual la tensión

326544

10



- máxima en flexión en todas las secciones transversales de todas las láminas de una ballesta, bajo carga. Además, partiendo de la construcción corriente en la que todas las láminas se curvan inicialmente en forma de arcos de círculo de radios iguales, ha de mantenerse la igualdad
5. de los rayos de curvatura entre todas las láminas en todas las cargas incluyendo el caso en el que la carga rectifica las láminas, radio de curvatura infinito. La primera consideración, muestra ya que ninguna de estas condiciones
10. pueden realizarse si el "saliente o vuelo" de una lámina inferior, en toda su longitud, de la misma forma de sección transversal que el resto de la lámina que se prolonga hacia atrás hasta el apoyo; la rigidez del saliente prolongado, o sea, la carga por unidad de flexión, resulta
15. demasiado elevada. Indudablemente con esta consideración presente, las ballestas se han construido con las longitudes en voladizo de las láminas inferiores graduadas, en anchura o en espesor; pero la graduación se ha realizado arbitrariamente; desde luego, no ha dado como resultado
20. el empleo verdaderamente eficiente del material de la ballesta. Como consecuencia, una ballesta para una clasificación dada, se comprueba que tiene tensiones de flexión, sometida a carga, que varían considerablemente en puntos distintos de aquella, así como entre las distintas láminas;
25. y para evitar el fallo prematuro a causa de la fatiga en puntos sometidos a los esfuerzos más elevados, la ballesta se construye con un factor de seguridad que únicamente se logra por el empleo de excesivo material de la ballesta. El peso excesivo de éstas es indeseable, especialmente en
30. el caso de vehículos de motor, y si se emplea acero muy

326544

10 MAY.



aleado, para ballestas, dicho exceso hace que aumente apreciablemente el coste intrínseco de las ballestas del vehículo.

- De acuerdo con este invento, una ballesta
- 5. de hojas múltiples, laminadas, del tipo en voladizo, con láminas de longitud progresivamente creciente, tiene la parte sobresaliente de cada una de sus hojas mas cortas, en la línea efectiva de contacto con la lámina inmediata más larga, (como se define más adelante), graduada o reducida hácia su punta, en grado tal que la rigidez de dicha parte, es igual, con un error de $\pm 5\%$, a $2/3$ de la rigidez de una parte sobresaliente sin graduar o reducir de la misma longitud e igual forma de sección transversal que la parte no graduada o reducida
 - 10. de la lámina que no sobresale. La "forma de sección transversal" se determina desde luego principalmente por el ancho y el espesor, pero depende también de la formación de borde adoptada, o sea de que los bordes estén redondeados, o se separen de otro modo del plano.
 - 15.

- 20. En una construcción de este invento, el resultado deseado se consigue graduando o reduciendo de modo uniforme la parte sobresaliente, en espesor sólomente, y haciendo la relación R del espesor de la parte sobresaliente, en la línea efectiva de contacto de esta
- 25. parte con la lámina inmediatamente mayor, al espesor de la parte sin reducir de la lámina, de acuerdo con la

ecuación,
$$\log_e \frac{1}{R} = \frac{(1 - R)(R^2 - 3R + 4)}{2}$$

que se satisface por $R = 0,56$.

- 30. Sin embargo, la reducción de espesor puede no ser uniforme, a condición que la rigidez de la parte

326544

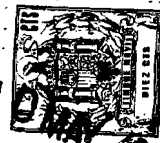


sobresaliente esté comprendida entre los límites antes definidos.

- Es también posible, para una hoja mas corta reducir el espesor además de la anchura, siempre que se atiendan las exigencias con respecto a la rigidez. Así, cualquiera que sea la forma de la reducción en espesor sóloamente o en espesor y anchura a la vez, las tolerancias dimensionales permitidas han de ser tales que aseguran que se cumple las condiciones referentes a la rigidez. Por ejemplo, en otra construcción de este invento, la reducción uniforme de anchura y espesor, hasta que cada una de éstas dimensiones es $2/3$ de la máxima, satisface dicha exigencia.
- 5.
- 10.

- Ventajosamente, la lámina de mayor longitud se reduce en espesor en la relación antes indicada en relación con una lámina más corta.
- 15.

- Debe observarse que la rigidez de una parte sobresaliente de espesor constante y de reducción en la anchura sóloamente y hasta un punto, iguala teóricamente a los $2/3$ de la rigidez de una parte sobresaliente sin reducir, del mismo espesor. Sin embargo, este resultado es cierto sóloamente si se supone que la carga se concentra en la verdadera punta o extremo, o sea, en una superficie infinitamente pequeña, condición imposible de alcanzar en la práctica. Por el contrario, la línea efectiva de contacto entre dos láminas se separa poco de la punta de una parte sobresaliente de la hoja inferior, y puede tomarse como una línea transversal a través del centro de una superficie de contacto, bien dispuesta deliberadamente al principio, o desarrollada por el frotamiento de las
- 20.
- 25.
- 30.



láminas durante el empleo. Para las ballestas un vehículo clásico para pasajeros, la línea de contacto puede tomarse como alrededor de 12,5 a 25,4 mm a partir de la punta de cualquiera de las láminas más cortas. En el

5. caso de ballestas con botones o separadores anti-fricción entre las láminas, el centro de un separador puede considerarse que se encuentra en la línea eficaz de contacto. Consiguientemente, la reducción de la lámina al espesor indicado por la línea de contacto, puede continuar hasta la verdadera punta, más allá de esta línea.
- 10.

Reduciendo la parte saliente de cada una de las láminas para conseguir la rigidez definida, el radio de curvatura de toda la ballesta con cualquier carga, se mantiene prácticamente uniforme en toda la longitud de la lámina, incluyendo la parte sobresaliente, de tal modo que cualquier par de láminas, permanecen adecuadamente adaptadas entre sí, cargadas, aunque la transmisión de carga desde una a otra permanezca en la línea efectiva de contacto. En general, las láminas o por lo menos las inferiores son todas del mismo espesor, con las partes sobresalientes, todas de igual longitud.

15.

20.

Este invento se describirá a continuación mas detalladamente y se explicará haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

25.

la fig. 1 es un alzado lateral de una ballesta semi-elíptica de seis hojas o láminas de construcción convencional, o sea, no construída de acuerdo con este invento,

30.

la fig. 2 es una vista en alzado lateral y a mayor escala del extremo de tres de las láminas inferiores

326546 MAY 1908



de la ballesta de la fig. 1, y, además, muestra separadores o botones aplicados entre las láminas,

5. la fig. 3 es un alzado lateral de una ballesta semi-elíptica de cuatro láminas, de acuerdo con este invento, para realizar el mismo trabajo que la ballesta de la fig. 1,

10. la fig. 4 es un alzado lateral a mayor escala de los extremos de las tres láminas inferiores de la ballesta de la fig. 3, y tiene también botones o separadores entre las láminas,

la fig. 5 es un alzado lateral de los extremos de las tres láminas inferiores de la ballesta de la fig. 3, con el espesor de las mismas exagerado,

15. la fig. 6 es un esquema clásico de las tensiones en flexión en una ballesta semi-elíptica de construcción corriente, o sea no construída de acuerdo con este invento,

20. la fig. 7 es un esquema análogo a la fig. 6, y representa las verdaderas tensiones de flexión, medidas en un ensayo de la ballesta corriente de la fig. 1,

la fig. 8, es un esquema correspondiente a la fig. 7, y representa las verdaderas tensiones de flexión medidas en un ensayo de la ballesta de acuerdo con este invento, de la fig. 3,

25. las figs. 9 y 10 representan esquemáticamente el modo de realizar los ensayos de los que se obtuvieron las figs. 7 y 8; la fig. 9 representa una ballesta con la curvatura original corriente de sus láminas, antes de la aplicación de la carga de ensayo, y la fig. 10 representa de que modo las láminas de una ballesta tal como

30.



la representada en la fig. 3, pueden cargarse en ¹⁰condiciones tales que todas ellas queden casi rectas,

5. la fig. 11 es una vista en planta de un extremo de una lámina de ballesta disminuída en anchura, (así como en espesor, ver fig. 12) de acuerdo con este invento; la lámina lleva también un botón o separador,

la fig. 12 es un alzado lateral de dos láminas, con la de la fig. 11 representada como lámina inferior; y

10. la fig. 13 corresponde a la fig. 12 y no representa botones o separadores aplicados entre las dos láminas.

En la fig. 1, una ballesta semi-elíptica A de construcción convencional está constituída por una lámina superior 1 y láminas inferiores 2 a 6. La lámina superior 1 se prolonga longitudes iguales a los dos lados de un perno central 7 que pasa por un orificio a través de todas las láminas a fin de colocar la ballesta en su asiento durante el empleo. La lámina 1 es de espesor uniforme (y también del mismo ancho) en toda su longitud hasta los grilletes o enganches 8 de sus extremos, constituídos por el material de la lámina 1. La lámina 2 se prolonga en toda la longitud entre los grilletes o enganches 8, pero las láminas 3 a 6 son más cortas que la lámina 2, y cada una de ellas disminuye longitudes iguales. Todas las láminas 2 a 5 son de igual espesor (y ancho) en toda su extensión, como la lámina 1; la lámina 6 es también del mismo ancho y de espesor uniforme en toda su longitud, pero mas delgada que todas las láminas situadas por encima de ella. El efecto del espesor reducido de la lámina 6, se

15.

20.

25.

30.

3265440



observará más adelante, al hacer referencia a la fig. 7.

- La uniformidad de espesores de las hojas 3 a 5 se aplica necesariamente a la parte por medio de la cual el extremo de una lámina sobresale más allá de la lámina inmediata inferior. La carga aplicada en a a un enganche 8, se transmite a cada una de las láminas inferiores 3 a 5 en la región de su punta b, pero no en la verdadera punta tan solo, dado que esto implicará la condición imposible de concentración de la carga en una superficie infinitamente pequeña. En lugar de ello, la carga se transmite a través de una superficie de contacto que se prolonga alguna distancia hacia el interior, desde la punta. En el caso de aplicarse un botón o separador c (fig. 2) entre las hojas, o sea, entre la parte extrema de una lámina inferior y la lámina inmediatamente superior, la carga se transmite necesariamente dentro de la superficie del separador, y la longitud eficaz de una hoja inferior y puede tomarse como la longitud desde el perno central 7 a una línea transversal en d a través del centro de la superficie de contacto dentro de la superficie del botón c. Análogamente si se emplean las inclusiones frecuentemente adoptadas en toda la longitud, de caucho, metal blando o similar, existe una superficie de contacto cerca de la punta, y la longitud efectiva se encuentra nuevamente en alguna posición tal como d próxima a la punta b. Si no se utilizan separadores o inclusiones, se forma también esta superficie de contacto cerca de la punta, de tal modo que la transmisión efectiva de carga a las láminas inferiores puede considerarse que se presenta en las posiciones d.
5. 10. 15. 20. 25. 30.
- Así pues, en la fig. 1, la longitud de trabajo de la parte



sobresaliente X de cada lámina inferior es la distancia desde la posición d cerca de su punta a la posición d cerca de la punta de la lámina inferior inmediata. Cada una de estas longitudes de trabajo constituye un voladizo del mismo espesor y anchura uniformes como la parte central Y a que la carga del voladizo se aplica en la posición d cerca de su punta b.

5. En la fig. 3, una ballesta semi-elíptica b de acuerdo con este invento, está constituida por una lámina superior 11 y láminas inferiores 12 a 14. Dicha lámina superior 11 se prolonga longitudes iguales a ambos lados de un perno central 15 que pasa a través de un orificio para colocar la ballesta en su asiento cuando se emplea. Todas las láminas 11 a 14 son del mismo ancho y del mismo espesor en toda su longitud. La lámina 11 es de espesor uniforme aproximadamente hasta las puntas b' de la lámina 12 inmediata inferior, y se reduce de espesor hasta los enganches 16 formados en sus extremos; el grado de esta reducción se explica más adelante.

10. Cada lámina 12 a 14 es de espesor uniforme aproximadamente hasta las puntas b' de la hoja inmediata inferior, y dichas hojas difieren una de otra en decremento iguales de longitud, de tal modo que cada una de ellas sobresale de la inmediata inferior. Cada una de las partes sobresalientes X' se reduce en un grado que se explica mas adelante. Usese o no un botón intermedio c' (fig. 4) o una inclusión de la longitud completa, la posición d' de contacto efectivo entre las láminas (correspondiente a d en la fig. 2) está a alguna distancia de la punta b' de una parte sobresaliente X', y la longitud eficaz de cada

15.

20.

25.

30.



una de estas partes de la lámina inferior es la distancia desde la posición \underline{d}' próxima a su punta, a la posición \underline{d}' próxima a la punta de la lámina inmediata inferior.

5. Desde la posición \underline{d}' cerca de la punta de la lámina inmediata inferior donde el espesor \underline{e} es el de la parte central Y' de la hoja, la parte sobresaliente X' se reduce uniformemente hasta la posición \underline{d}' próxima a su propia punta, en la que el espesor \underline{f} se reduce a $0,56 \times \underline{e}$. La longitud eficaz es pues un voladizo de anchura uniforme de espesor constantemente creciente; el aumento desde $0,56 \times \underline{e}$ a \underline{e} hace que la rigidez sea aproximadamente $2/3$ de la rigidez de los voladizos de espesor uniforme de la fig. 1. Las reducciones de las partes X' se exageran en la fig. 5 a causa de la exageración de los espesores de las láminas.
- 10.
- 15.

- La carga se aplica a la lámina superior 11, en \underline{a}' , o sea a través del centro del enganche 16, y la parte sobresaliente X'' de la lámina 11 se reduce hasta alcanzar, también, el espesor \underline{f} o $0,56 \times \underline{e}$ si no fuera por un aumento de espesor cerca de \underline{a}' al grueso del material preciso para el enganche. La distancia desde \underline{a}' a la posición de contacto efectivo \underline{d}' con la lámina inferior inmediata 12, es igual a la distancia entre las posiciones \underline{d}' , \underline{d}' de la parte sobresaliente X' de la lámina 12, y en esta distancia, la parte sobresaliente de la lámina 11 aumenta uniformemente de espesor al mismo valor \underline{e} . Consiguientemente la parte sobresaliente X'' de la lámina superior proporciona un voladizo de la misma longitud y con la misma reducción que cada una de las partes sobresalientes X' de las láminas inferiores.
- 20.
- 25.
- 30.

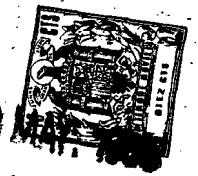
326544
10 MAY.



- Como se representa en la fig. 4, la punta b' de una lámina inferior se prolonga suficientemente mas allá de d' para que el botón c' esté completamente adaptado. Como se indica en la fig. 5, la extensión de la punta b' mas allá de d' puede ser inferior si no se utiliza botón c' alguno, como también si se emplea una inclusión de longitud completa. Estas extensiones de las láminas inferiores pueden darse de lado con respecto al efecto sobre el resultado de la ballesta; el factor importante es la reducción desde 0,56 x e a e desde una posición d' a la siguiente, y la reducción análoga desde a' a la posición d' inmediata de la lámina superior 11.
- 5.
- 10.

- A cada lado del perno central 15, la ballesta b' se reduce en su totalidad a causa de la reducción de los salientes sucesivos X' de las láminas inferiores 12 a 14, y de la parte sobresaliente X'' de la lámina superior 11.
- 15.

- La ballesta B de cuatro láminas de la fig. 3, realiza el mismo trabajo de la ballesta convencional A de seis láminas de la fig. 1, a causa de la distribución muy mejorada de la distribución de esfuerzos entre la menor cantidad de láminas de la ballesta B, por el ajuste de la rigidez de las partes sobresalientes de las láminas, y especialmente por permitir que el esfuerzo máximo sea prácticamente el mismo en todas las láminas. Este resultado es imposible de alcanzar con la construcción convencional seguida en la ballesta A de la fig. 1. La fig. 6 representa la variación teórica de tensión de flexión entre las distintas hojas p, q, r, s, (en este caso cuatro) de una ballesta de construcción corriente, simétrica en cuanto a la longitud L, y con respecto a su centro t. Cuan-
- 20.
- 25.
- 30.



do las hojas se acortan, y por tanto aumenta la máxima tensión de flexión S , es preciso disponer el espesor necesario en una hoja mas corta que está sometida a esfuerzos superiores y la repetición de este mismo espesor en las hojas de mayor longitud que se hallan sometidas a esfuerzos inferiores es áltamente onerosa en cuanto al material de la ballesta, sin que este exceso de material proporcione ninguna contribución eficaz en cuanto al factor de seguridad, dado que la hoja u hojas sometidas a mayores esfuerzos siguen siendo la parte más débil de la ballesta.

La fig. 7 es de la misma naturaleza que el diagrama de la fig. 6 pero representa la verdadera distribución de las tensiones de flexión y el caso de la ballesta A convencional, de seis hojas, sometida a carga. Los esfuerzos se midieron por dinamómetros adecuados (aplicados como se describirá con referencia a las figs. 10 y 11). El aumento progresivo de esfuerzo máximo desde la hoja de mayor longitud 2 a la hoja mucho mas corta 5, corresponde al aumento desde la hoja p a la hoja r de la fig. 6. Las separaciones de simetría con respecto al centro t son sólomente lo que podía esperarse entre la teoría y la realidad. La hoja 1, de longitud coextensiva con la hoja 2, en la fig. 7 muestra cláramente que en gran parte de su longitud está sometida a esfuerzos inferiores. Sin embargo, aunque la hoja 2 se halla sometida a esfuerzos con algo más de uniformidad en toda su longitud, su esfuerzo máximo es inferior al de la hoja 1, y muy inferior al de las hojas 3 a 5. El espesor reducido de la hoja 6 (fig. 1) hace que esta hoja mas corta se halle sometida a



esfuerzos elevados como la hoja corta 5 inmediata ~~100~~ diferencia de la hoja s comparada con la hoja r en la fig. 6) pero participa enérgicamente en la gran variación de esfuerzos existente: entre las seis hojas.

5. La fig. 8 es un esquema correspondiente de la verdadera distribución de esfuerzos y a la incidencia de la nueva ballesta de cuatro hojas de la fig. 3. El esfuerzo máximo en cada una de las tres hojas más largas 11 a 13 no sólo es prácticamente uniforme en la mayor parte de la longitud de cada una de ellas, sino que es prácticamente igual en las tres hojas, como puede observarse por las pequeñas diferencias de la línea M que representan el esfuerzo medio calculado. La hoja 14 más corta, evidencia que está sometida a esfuerzos ligeramente inferiores, en elevado contraste con e de la fig. 6, y 6 en la fig. 7.
- 10.
- 15.

20. En la fig. 8 los extremos inclinados de la curva de esfuerzos para cada hoja individual se indican para representar el efecto sobre la distribución de esfuerzos de las partes sobresalientes aprisionadas X' y X'', en contraste con los extremos rectilíneos de la curva correspondiente de la fig. 7 resultante de las longitudes sobresalientes mas rígidas a de espesor uniforme.

25. Como se ha indicado, las figs. 7 y 8 son los resultados de ensayos en ballestas A y B destinados al mismo trabajo. El esfuerzo máximo medido en la ballesta A demostró ser el 12% mayor que en la ballesta B y sin embargo el peso de esta última era no menos del 28% inferior al de la ballesta A. Al mismo tiempo, ninguna parte de la ballesta B, se hallaba sometida a un esfuerzo
30. máximo tan elevado como el esfuerzo máximo en la ballesta A.



Existe pués, un ahorro apreciable en la parte de peso no sobresaliente del automóvil representado por las ballestas, pero no a expensas del factor de seguridad, antes al contrario. Al mismo tiempo, la ballesta B es mas esbelta y, generalmente, de mejor forma, que la ballesta A y tiene menos partes importantes a fabricar.

5.

En el caso de los camiones, se obtiene un ahorro de peso análogo, con ballestas mas pesadas. Así, una ballesta convencional de 11 hojas puede substituirse por una ballesta de acuerdo con este invento y de solo 8 hojas, destinada al mismo trabajo, o a un ahorro de peso superior al 22%.

10.

En las figs. 1 y 3, las hojas de las ballestas respectivas se han representado rectas, mientras que, como se representa en la fig. 9, tienen corrientemente una curvatura inicial o "comba" no necesariamente igual para todas las hojas. Idealmente, las hojas deben de permanecer curvadas en todas las cargas, pero esto está muy lejos de la realidad en el caso de muchas ballestas convencionales, en las que la adopción de distintas curvaturas por hojas adyacentes, puede dar como resultado el desgaste indebido a causa del rozamiento, aún en el caso de disponer separadores tales como c (fig. 2) con la idea de mantener las superficies de contacto cerca de las puntas de las hojas mas cortas. Otra ventaja de este invento es que las nuevas ballestas mantienen una aproximación mucho mayor a la uniformidad de curvatura entre todas las hojas y en todas las cargas, incluso cuando la ballesta se aplanan (ver fig. 10), o sea cuando la curvatura tiene un radio infinito. Esto puede comprobarse

15.

20.

25.

30.

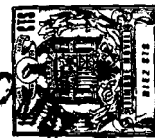
326544 19 MAY 1960



fácilmente realizando ensayos tal como se representa esquemáticamente en las figs. 9 y 10; aplicando un borde recto a cada una de las hojas cuando se ha logrado el aplastamiento general representado en la fig.

5. 10, se comprueba que en estas condiciones, cada una de las hojas es plana.

Para llevar a cabo los ensayos por medio de los cuales se obtienen los esquemas de las figs. 7 y 8, se sostuvieron las hojas separadas de una ballesta, en posición invertida, sobre la platina 20 (figs. 9 y 10) de una máquina de ensayo. Las hojas 21 se separaban por separadores 22 en los extremos de las hojas cortas, y por separadores centrales 23 debajo del buzo de presión 24 de la máquina. Los separadores 22, 23, permitían la colocación de catorce dinamómetros adecuados 25 en las superficies inferiores (tensión) de las hojas mas largas inmediatas por debajo de la posición de contacto efectivo (\underline{d} , fig. 1), o \underline{d}' , fig. 3, de las hojas adyacentes mas cortas, así como cerca de la posición del perno central (7, fig. 1, o 15, fig. 3). La fig. 9 representa la verdadera colocación de los dinamómetros 25 en el ensayo de la ballesta B, para obtener el esquema de la fig. 8, en la que aparece la misma referencia 25 para indicar las colocaciones de los dinamómetros. De este modo, las mediciones de esfuerzos pueden obtenerse en todas las cargas de la ballesta por el buzo 24; la fig. 8 representa las cantidades o valores obtenidos cuando se ha conseguido la condición de aplastamiento completo de la fig. 10. Se comprobó que todas las hojas 21 tenían la misma curvatura en todas las condiciones



de carga, hasta que se colocaron planas como se representa en la fig. 10.

5. La fig. 7, se obtuvo ensayando la ballesta A del modo que acaba de describirse con respecto a la ballesta B, pero utilizando veintidos dinamómetros (cuyas posiciones se indican en 26, fig. 7), a causa del mayor número de hojas a ensayar.

10. La descripción de las figs. 1 a 10, se ha realizado sobre la base de ballestas constituidas por hojas de la misma anchura uniformes todas ellas. Las figs. 11 y 12, representan una hoja inferior 30 cuya longitud real en voladizo 31 se reduce de anchura como se indica en 32, así como de espesor, como se representa en 33. En anchura, la reducción 32,32 es tal que el ancho principal 34 se reduce a $\frac{2}{3}$ de este ancho en 35; y en espesor, la reducción 33 es tal que el espesor principal 36, se reduce a $\frac{2}{3}$ del espesor en 37. El efecto de esta doble reducción, es hacer que la rigidez de la longitud 31 sea $\frac{2}{3}$ (con una aproximación de $\pm 5\%$) de la de una longitud análoga que tenga una anchura 34 y un espesor 36 uniformes. Consiguientemente, una ballesta distinta de la B, pero con esta doble reducción, en lugar de reducir su espesor a 0,56 del espesor principal, proporcionaría también los beneficios en cuanto al esfuerzo máximo y a la distribución de esfuerzos, demostrados con referencia a la ballesta B.

20. Las figs. 11 y 12 muestran también el efecto de la colocación de un separador 38 entre las hojas. De modo análogo a la fig. 4, la línea real de contacto d" entre la longitud reducida 31 y la hoja 39 inmediatamente



superior, es aproximadamente la línea transversal 40 que forma un diámetro del separador 38.

5. La longitud 31 se prolonga hasta 41 para proporcionar la adaptación de toda la superficie del separador 38; la reducción de anchura y espesor continúa hasta 41; pero la longitud en exceso desde 40 a 41 no influye en el comportamiento de la hoja reducida, sometida a carga y, análogamente, a la prolongación más corta de la punta hasta 42 (fig. 13) precisa si no se
10. utiliza separador 38, o si se emplea inclusión en toda la longitud.

- Dado que el perno central 15 de la ballesta semi-elíptica de la fig. 3 se encuentra a mitad de distancia entre los enganches 16, la ballesta está constituida en realidad por dos ballestas de cuarto de elipse, de longitudes iguales, pero podría ser también el equivalente de dos ballestas del mismo tipo de longitudes desiguales a condiciones de que cada una estuviera de acuerdo con los principios de este invento.
- 15.

20.

N O T A

- Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental. Y siendo lo que constituye la esencia del referido invento y por lo que se solicita Patente de Introducción por 10 años en España sobre: "Perfeccionamientos en ballestas de hojas múltiples laminadas"; caracterizándose por lo siguiente:
- 25.
- 30.

326544

10 MAY



- 1.- Perfeccionamientos en ballestas de hojas múltiples laminadas, del tipo en voladizo, con hojas de longitud progresivamente creciente, caracterizados porque la parte en voladizo de cada una de sus
5. hojas mas cortas en la línea eficaz de contacto con la hoja más larga inmediata se reduce hácia su punta en grado tal que la rigidez de la sección sea igual, dentro de un margen de $\pm 5\%$, a dos tercios de la rigidez de una parte en voladizo no reducida, de igual longitud
10. y de sección transversal de la misma forma que la parte no reducida y no sobresaliente de la hoja.

- 2.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque la parte en voladizo se reduce uniformemente, en espesor sóloamente, hasta una
15. relación R del orden de 0,56 entre el espesor de la parte de la línea eficaz de contacto de la parte mencionada con la hoja mas larga inmediata, y el espesor de la parte no reducida de la hoja.

- 3.- Perfeccionamientos según la reivindicación 1, caracterizados porque la parte sobresaliente se reduce
20. en anchura así como en espesor, para proporcionar las mismas condiciones en cuanto a la rigidez.

- 4.- Perfeccionamientos según la reivindicación 3, caracterizados por efectuarse una reducción uniforme
25. de anchura y de espesor, hasta que cada una de estas dimensiones iguale a los dos tercios de su máximo.

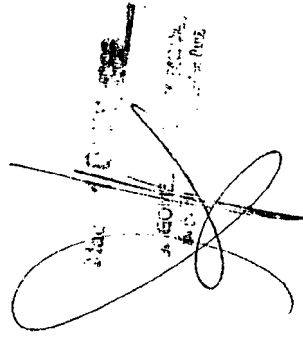
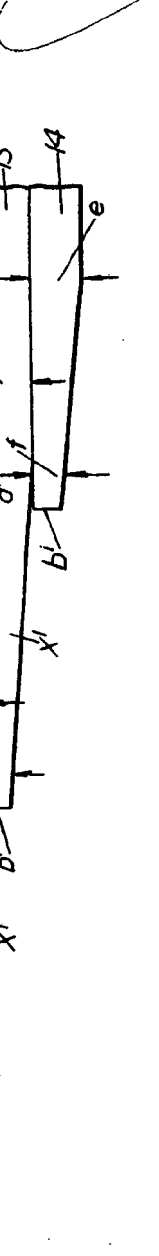
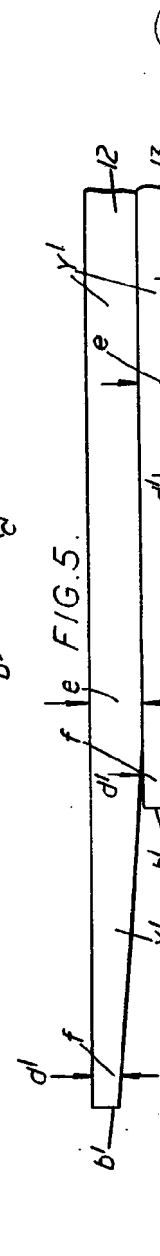
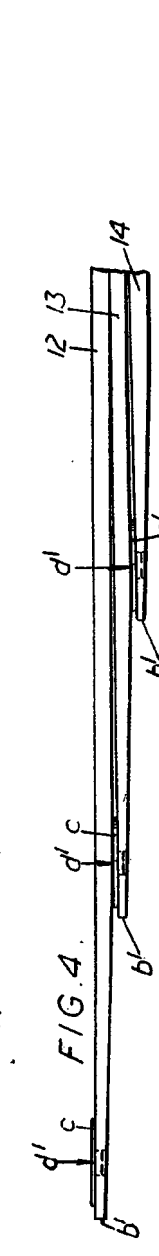
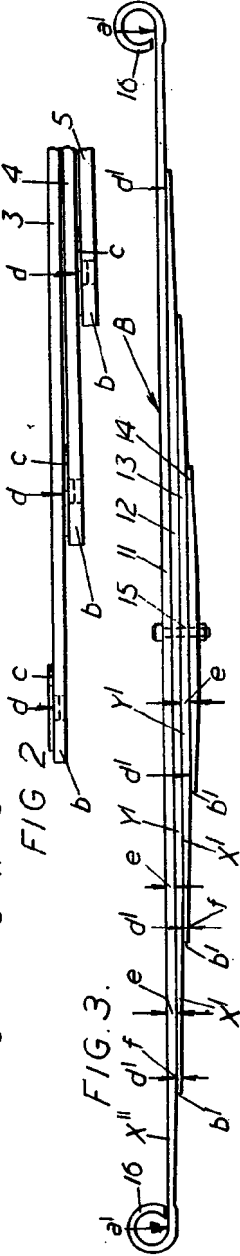
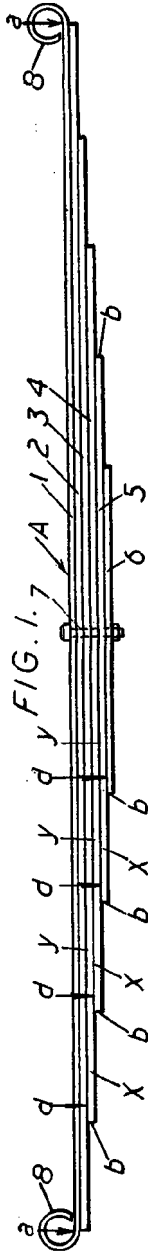
- 5.- Perfeccionamientos según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizados porque la hoja de mayor longitud se reduce en espesor hasta la
30. relación indicada en la reivindicación 2.

26,744

320344



320344



326544

FIG. 6.

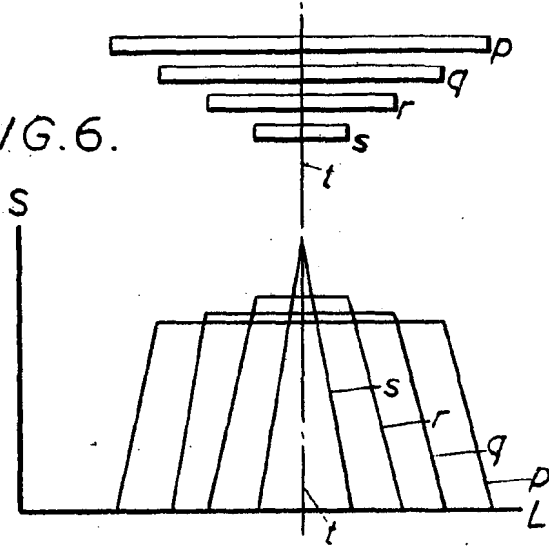


FIG. 7.

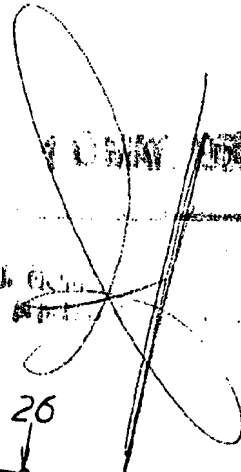
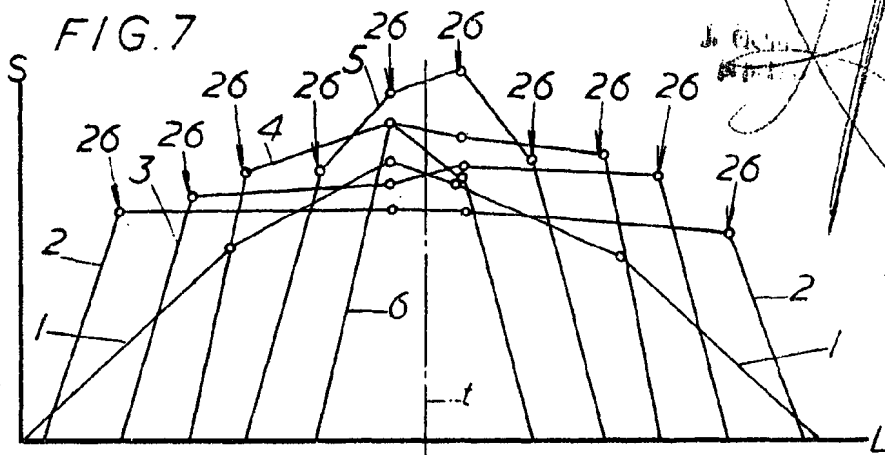
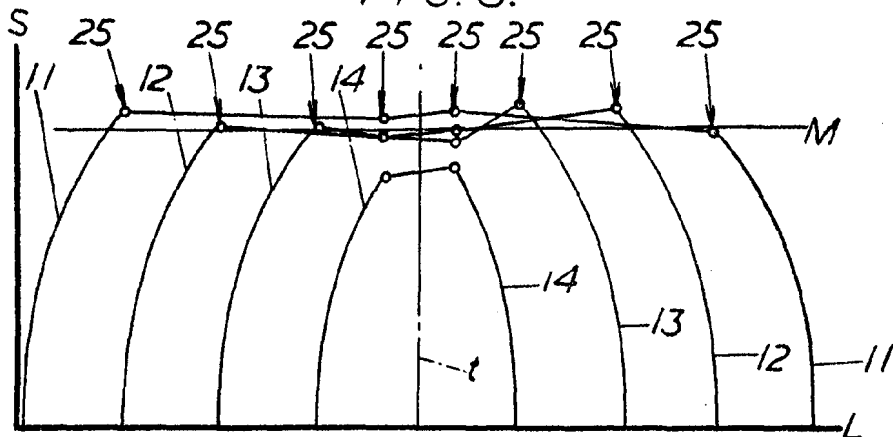


FIG. 8.



326544

ESCALA
VARIABLE

FIG. 9.

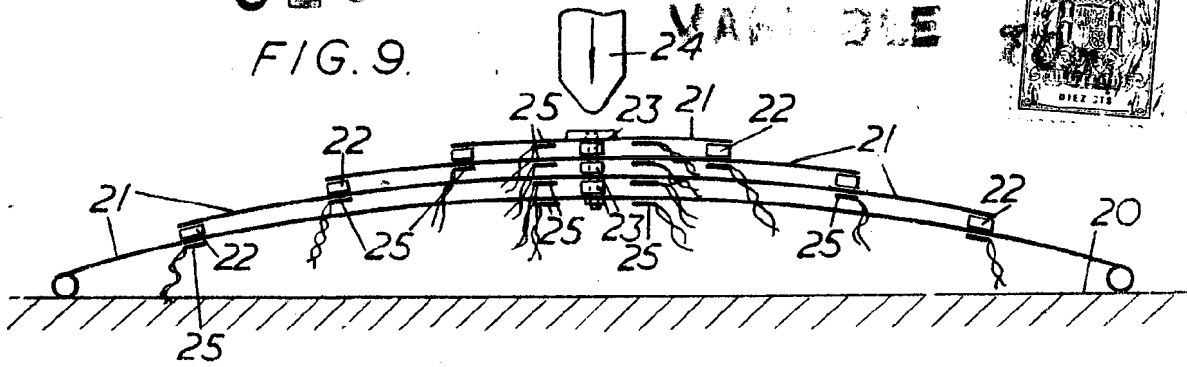


FIG. 10.

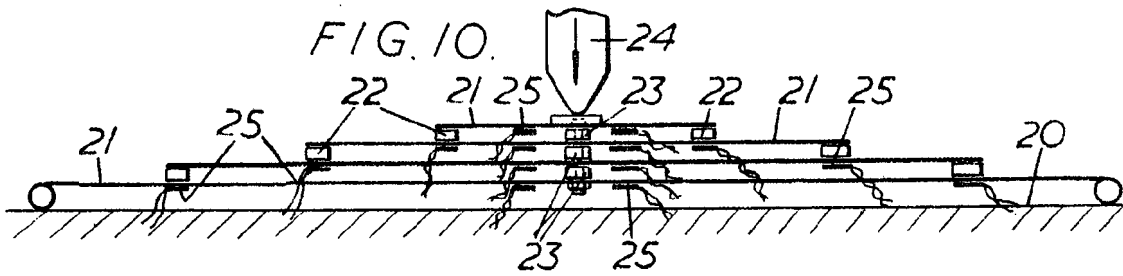


FIG. 11.

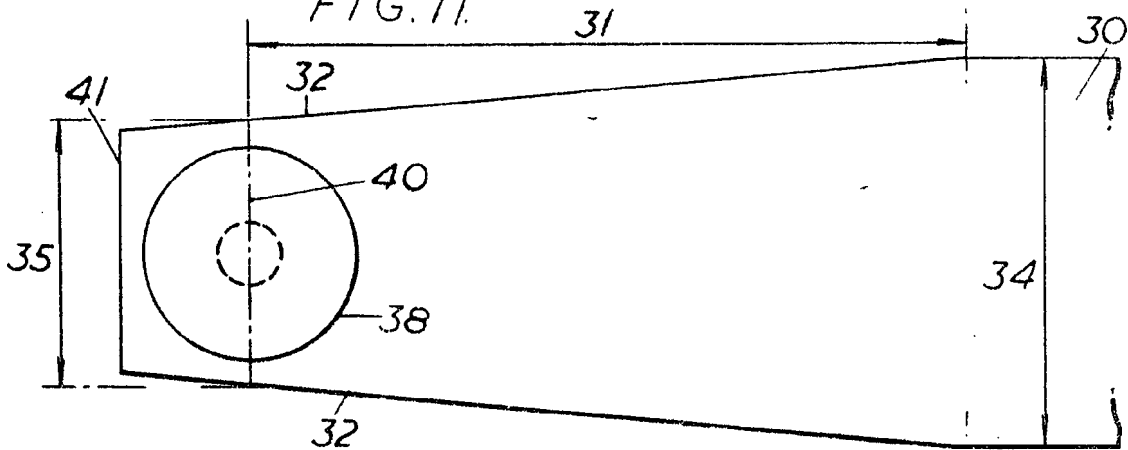


FIG. 12.

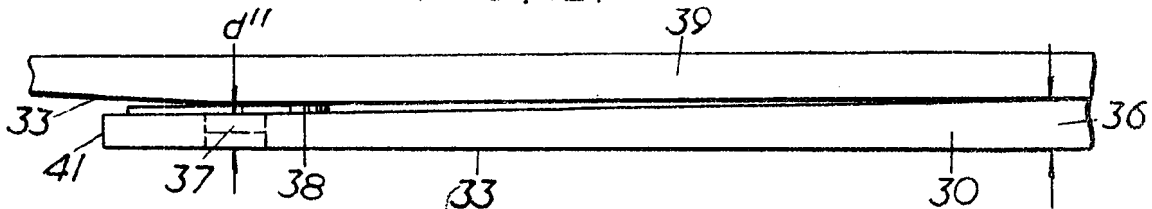
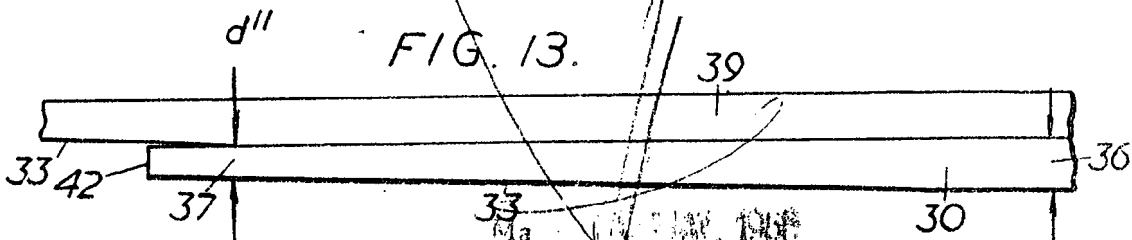


FIG. 13.



Ma...
J. GUI...
MODEL