

Memoria de la patente de la balanza

5 A. TITULO

Balanza Didáctica de Precisión Variable

B. SECTOR DE LA TECNICA A QUE SE REFIERE LA INVENCION

Esta invención está contenida en el grupo de aparatos que permiten determinar
10 cuantitativamente la masa de un cuerpo, es decir, el de las balanzas. Y dentro de este grupo, la
invención pertenece al subgrupo de aquellas que realizan las pesadas mediante procedimiento
mecánico, utilizando dos platillos, uno de los cuales sirve para colocar el objeto al que se quiere
determinar la masa y el otro para poner masas de cantidad conocidas, generalmente
pertenecientes a un juego de pesas.

15

C. ESTADO DE LA TECNICA

Actualmente existe una gran diversidad de balanzas, las cuales podríamos dividir, de
principio, en dos grandes grupos:

- 20
- a) Las que utilizan procedimientos electrónicos. Estas solo requieren un sólo platillo y su principal característica es que utilizan procedimientos electrónicos para determinar la compresión mecánica que ejerce la masa del objeto a pesar, lo que permiten dar el resultado directamente en una pantalla visualizadora.
 - b) Las que utilizan procedimientos mecánicos. A su vez, se dividen en dos grandes grupos:

- 5 b1) Balanzas de un platillo: dan el valor de la masa del cuerpo pesado utilizando uno o varios cursores por donde se desplazan masas de peso predeterminado. En este caso es el producto de la distancia del peso estándar por su distancia al punto de pivote quién determina el valor de la pesada. Si son varios cursores, el valor de la pesada es la suma de dichos productos, si bien, los cursores presenta una escala adecuada que evita tener que realizar estos productos.
- 10 b2) Balanzas de dos platillos: a pesar de que poseen algunos elementos diferenciadores como la palanca para activar la cuchilla, o como el reiter, etc, básicamente, consta de dos platillos, uno de los cuales se utiliza para colocar el objeto a pesar y el otro para poner objetos de masas conocidos, generalmente pertenecientes a un juego de pesas, hasta que el fiel esté equilibrado.

15 La balanza objeto de esta invención, catalogada dentro del subgrupo b2, permite ser construida por cualquier persona que posea un mínimo de habilidad manual para el corte de tablero de madera y para realizar ensamblajes de piezas donde el sistema de plantilla ya garantiza el buen ajuste, manteniendo su eficacia para pesar, cuando es medida por parámetros objetivos como son la fiabilidad, la precisión y la validez.

20 Por sus características, es adecuada su utilización como recurso didáctico, en centros de enseñanza no universitaria, ya que, por un lado, su bajo coste está en consonancia con los presupuesto de dichos centros, por otro, el mecanismo que posee para hacer variable su precisión, permite una comprensión de conceptos relativos a cálculos de errores, y finalmente, el hecho de que pueda ser construida por el alumno permite una toma de conciencia de las partes de la balanza y de su función en la acción de pesar.

25 También puede ser utilizada, si bien no con el mismo grado de adecuación como el descrito anteriormente, en tareas profesionales donde se requiera realizar pesadas de objetos pequeños, como pudiera ser una joyería.

D. EXPLICACION DE LA INVENCION

30 Se trata de una balanza construida a partir de un **tablero plano de 24cmx18cm**, u otras medidas similares, mediante el **ensamblaje de una serie de piezas** que describiremos posteriormente, las cuales son extraídas del despiece de dicho tablero.

La balanza como tal sirve para pesar una gran variedad de pesos con notable precisión, si bien posee las **limitaciones que**

le impone su propia estructura física: si la balanza se hace con material de tablero su tolerancia no supera pesos de 500g, pero si las piezas estuvieran hechas de acero, superaría esta
5 limitación.

La balanza, si está bien construida, **permite se montada y desmontada sin que pierda eficacia** en su funcionalidad.

Además de los elementos básicos de una balanza convencional: brazo, eje de pivotamiento, fiel, escala... ésta posee dos variantes que le dan una cierta peculiaridad, la **escala tiene una**
10 **posición horizontal**, así como la aguja indicadora que sale perpendicular al fiel, lo que permite hacer una lectura cómoda desde la posición sentada del observador.

Posee, por otro lado, la posibilidad de **cambiar el punto de aplicación de los platillos** lo que le confiere gran versatilidad, a la vez que se puede poner en juego el efecto del brazo.

El material con la que se ha construido el prototipo es madera, por su capacidad para ser
15 manipulado, trabajado y cortado, aunque también se podría obtener resultados análogos utilizando **P.V.C o plexiglás o aluminio**, aunque en este caso las técnicas de fabricación son, presumiblemente, más complicadas.

Aunque se le podría dar diferentes aplicaciones, esta balanza está especialmente diseñada para ser utilizada como material didáctico en modelos de enseñanza de carácter experimental:

- 20 1. Modificando los puntos de aplicación de los platillos se puede utilizar para el estudio de la ley de la palanca, distinguiendo tres formas diferentes de situar el cursor central.
2. Sustituyendo uno de sus brazos por uno más largo, se puede utilizar para medir el empuje que sufre un cuerpo al ser sumergido en un fluido.
- 25 3. Añadiendo un electrodo en un extremo del brazo de la balanza y colocando el eje de pivotamiento en la posición 6 permite analizar la relación existente entre la masa depositada en dicho electrodo por electrólisis y la cantidad de electricidad que ha pasado.

Además, permite adquirir habilidades de carácter manual como pueden ser: corte de madera con sierra de marquetería, calados, ensamblajes, precisión en la construcción..., así como
30 confeccionado:

- a) Tomar conciencia de las partes de la balanza y la función que desempeñan, ya que para cada una de ellas se ha tardado un cierto tiempo en trocearlas y se ha realizado una actividad senso-motriz difícil de olvidar.
- b) Descubrir, comparando el error instrumental de cada balanza construida, que éste depende de las características físicas de los materiales utilizados, de la disposición de estos y de la habilidad que se ha tenido en cortar las piezas, esto a su vez permite realizar inferencias sobre las posibles medidas a tomar para hacer más pequeño dicho error.
- c) Diseñar una balanza cuyo error instrumental sea menor que el de la construida, una vez que se ha comprendido cuáles son los factores que determinan el error instrumental.
- 10 d) Analizar los cambios que se producen en la balanza cuando se modifica el eje de pivotamiento.

Las características físicas de la balanza depende en cierta medida del material utilizado, del ensamblaje de las piezas y de la habilidad desarrollada en el corte de éstas, aunque si el troceado se realiza mediante una plancha de cuchillas, la simetría de las piezas y la igualdad entre las 15 balanzas será mayor y por tanto las características no serán tan fructuantes.

Para una balanza de madera que esté aceptablemente construida la características encontradas se ponen de manifiesto en las dos gráficas que presentamos en las ilustraciones 7 y 8, de las que habría que resaltar lo siguiente:

1. La resistencia de la estructura de la balanza soporta, sin problemas de fiabilidad, pesadas de 20 400g, se ha llegado a pesar incluso 500g pero no parece aconsejable pasar de la cantidad antes mencionada.
2. La precisión oscila entre 20mg y 100mg según el eje de pivotamiento que se utilice (**ilustr. 7**), siempre que las taras no excedan de 5g. Para pesadas de 10g la precisión disminuye aproximadamente a la mitad, si son del orden de 100g la precisión baja a 500mg para el 25 pivote menos preciso y a 1000mg (=1g) si las taras son de 300g.

El **diseño experimental** que ha servido para obtener los datos gráficos mostrados en la **ilustración 7**, se ha llevado a cabo registrando el peso necesario que hay que poner en uno de los platillos para que el la aguja del fiel se desplace 1mm (eje Y de la gráfica), dicha operación se ha realizado repetidamente lastrando ambos platillos con pesas progresivamente mayores (eje X de la gráfica) y también para distintas alturas del eje de pivotamiento, modificando la posición de los alfileres cortos.

30

3. La fiabilidad se puede optimizar cuando se desee utilizar en los fines didácticos que presuntamente se le asocian, lastrando el fiel con una tira de plomo de unos 10g y utilizando como eje de pivotamiento la posición 1 ó 2 (**ilustr. 8**), de este modo disponemos de una balanza con una precisión del orden de la décima de gramo que es más que suficiente para las prácticas escolares y la fiabilidad está más que garantizada.

El **diseño experimental** de los datos mostrados en la **ilustración 8**, se ha llevado a cabo registrando el peso necesario que hay que poner en uno de los platillos para que el la aguja del fiel se desplace 1mm (eje Y de la gráfica), dicha operación se ha realizado repetidamente lastrando el fiel con 12g, 24g y 36g respectivamente, fijando el pivote a 2 y lastrando ambos platillos con pesas progresivamente mayores (eje X de la gráfica).

4. La validez se considera aceptable ya que de una veintena de objetos, de las más diversas masas, pesados con una balanza electrónica y con nuestra balanza no se han detectado en ningún caso errores mayores al 0.05, cuando es normal admitir en experimentos escolares, margen de error mayor. El resultado se ha obtenido por la fórmula:

$$\Delta r \sim \frac{\{ \overline{X} \}_{\text{SUB electrónica}} - \{ \overline{X} \}_{\text{SUB balanza}}}{\{ \overline{X} \}_{\text{SUB electrónica}}}$$

E. BREVE DESCRIPCION DEL CONTENIDO DE LOS DIBUJOS

Ilust.1.- Plantilla de la balanza a escala 2:1

Ilust.2.- Grupo de piezas para estructura soporte

25 Ilust.3.- Grupo de piezas para platillo

Ilust.4.- Grupo de piezas para ensamblaje ortogonal de brazos-fiel-pivote

Ilust.5.- Visión tridimensional del ensamblaje de las piezas centrales de la balanza.

Ilust.6.- Grupo de piezas alternativo para el ensamblaje ortogonal de brazos-fiel-pivote.

Ilust.7.- Gráfico sobre precisión de la balanza para distintos ejes de pivotamiento.

30 Ilust.8.- Gráfico sobre pérdida de precisión por lastramiento del fiel.

F. EXPLICACION DETALLADA DE UN MODO DE REALIZACION

En primer lugar, en la **ilustr 1**, presentamos la plantilla de la balanza a escala 2:1, donde se definen las 16 áreas útiles tales que tras el despiece del material (madera, plástico duro, aluminio...), se convertirían en objetos planos cuyo adecuado ensamble permitiría la construcción de la balanza descrita.

En este primer dibujo, observamos de inmediato distintas zonas que están marcadas mediante un rayado, éstas serían las partes desechables del material ya que no son útiles para realizar el ensamblaje. Se ha procurado optimizar al máximo la superficie útil del tablero, reduciendo al mínimo las superficie rayada, lo cual se ha conseguido mediante el tratamiento de las piezas con ordenador.

A fin de comprender la funcionalidad de las piezas, se le han asignado a cada una de ellas dos dígitos, el primero es una letra que indica la pertenencia a la familia de piezas que deberán ensamblarse y el segundo, es un número que distingue a los elementos de una misma familia, cuando dos piezas son exactamente iguales se le ha asignado la misma letra y número ya que es equivalente su función en el ensamblaje. Pasamos ahora a la descripción, funcionalidad y ensamblaje de las piezas por familias:

20 **Familia de piezas A**

Consta de 1 pieza A0, 2 piezas A1, 2 piezas A2 y 1 pieza A3. Con este grupo se hace la estructura soporte donde se apoya la familia C y B. Las piezas A1 se ensamblan con la A2 formando un cuadrado cerrado, las cuales se pegan (es lo único que se pega, aunque no es necesario) a la A0 y se mantienen paralelas a lo largo de su vertical, introduciendo la pieza A3 por la parte superior de las piezas A1, hasta llegar a la altura de la parte inferior del hueco practicado en una de las piezas A1. La **ilustración 2** presenta de frente el conjunto de piezas anteriormente descritas una vez ensambladas, y será la estructura soporte de la balanza.

Familia de piezas B

30 Consta de cuatro piezas: 2 B1, que forman la base del platillo, y 2 B2 que sujetan a dicha base. Se colocan del único modo posible, girando la pieza B1 90° y ensamblándola

perpendicular a la B2 que adoptará la posición vertical. En la **ilustración 3** podemos ver, frontalmente, las piezas descritas una vez ensambladas.

Familia de piezas C

5 Consta de 6 piezas, 1, la C1 es el fiel, 2 C2 que son los brazos, la C3 es el ensamble de
brazos y las 2 piezas C4 sirven para mantener la ortogonalidad, factor que es uno de los
propósitos más importantes de esta familia de piezas para el buen funcionamiento de la
balanza. Como se aprecia en la **ilustración 4**, los dos brazos C2, se ajustan a la pieza C3, y
a fin de conseguir mayor inmovilidad cuando en la manipulación propia de la balanza, el
10 ensamble presenta una leve inclinación, de este modo se disminuye a una dirección el
grado de movilidad del brazo, que es anulado por la acción de las dos piezas C4 que se
ajustan a ambos lados de los brazos, introducidas en el único espacio libre que deja el
hueco practicado en el fiel C1 (en la **ilustr. 5** se puede apreciar con apariencia
tridimensional el ensamblaje central de las familias A y C. El elemento A es un alfiler corto,
15 el B es una arandela, el C es un alfiler largo y el D es la escala). La variabilidad de la
precisión de la balanza con este ensamblaje se consigue clavando a los laterales de C1 y a la
misma altura, unos alfileres a distintos niveles en dirección vertical, como se explica más
adelante en el apartado de otras piezas útiles.

20 El problema de conseguir una buena ortogonalidad entre el eje que define al fiel, el de los
brazos y el del eje de pivotamiento, ha sido tal que se han desarrollados otras fórmulas
diferentes a la descrita anteriormente. En la **ilustr. 6** se presenta otro modo de ensamblar
los brazos con tan solo dos piezas, la C1 donde geoméricamente se ha conseguido la
perpendicularidad entre el fiel y los brazos, siendo la pieza C2 la que previamente
introducida por la ranura practicada en C1 actúa de eje de pivotamiento; cuando se desliza
25 en vertical permite pivotamientos a diversas distancias del centro de masas, para lo cual se
disponen de unos tacos que introducidos en la ranura de la pieza C2 permite descansar la
pieza C1, lo cual es aconsejable cuando se hacen pesadas superiores a la fuerza de
rozamiento entre las piezas C1 y C2, que deberá ser superior a 150g. Obsérvese que la
variabilidad de la precisión de la balanza en esta opción se consigue deslizando la pieza C1,
30 arriba y abajo de la ranura practicada en C2.

Otras piezas útiles

Con la sola presencia de las piezas descritas anteriormente, no se consigue enlazar las familias entre sí, se hace necesario hacer uso de algunos objetos más, en concreto de dos

arandelas de hierro (diámetro interior 0.5cm y exterior 1.0cm), dos alfileres cortos de 1,5cm, uno largo de 2.5cm y dos clip pillapapeles.

1. Los platillos se apoyan en los brazos mediante los clip previamente convertidos en un doble gancho.

5 2. La familia C pivota sobre la familia A con los alfileres cortos que se clavan enfrentados sobre el lateral del fiel, a una altura aproximada de la zona donde está practicado el calado, a la vez, para que los alfileres no pivoten sobre madera, se incrustan las arandelas en la parte superior de la pieza A1, allí donde existe una moldura semicircular (ilustr.5).

10 3. El alfiler largo previamente clavado en el lateral del fiel de manera perpendicular a él, nos servirá de aguja indicadora sobre una escala practicada en la pieza A3.

El despieze

El despieze requiere de un proceso inicial donde se debe traspasar las líneas de la plantilla (ilustr.1) a la plancha plana de material con el que se va a hacer la balanza (madera, plástico duro, 15 aluminio...), procurando respetar las dimensiones originales ya que el futuro ensamblaje de las piezas dependerá de ello. Para lo cual se pueden utilizar varias técnicas:

a) Si la plancha es un tablero, se toma la plantilla, previamente fotocopiada, y se impresiona lo más fiel posible en el tablero, utilizando papel de calco y lápiz con punta fina. Para no 20 correr el riesgo de pequeños desplazamientos, cuando se esté calcando, el conjunto tablero-papel de calco-plantilla se pueden fijar con chinchetas. Las líneas rectas se calcarán utilizando una regla.

b) Mediante impresión seriegráfica, realizando previamente un fotolito de la plantilla.

Nota: La plantilla con sus dimensiones reales (18cmx24cm), requiere que la plancha sobre la que se imprima posea un **grosor de 0.5cm**, para que el ensamblaje sea correcto. Para 25 cualquier otro grosor habría que ampliar o reducir las dimensiones de la plantilla, sin más límite que el que imponga la resistencia del material o la necesidad de un espacio para que basculen los brazos y platillos. Por ejemplo, si tenemos un tablero que posee un grosor de 0.4cm, hay que reducir la plantilla según el factor $4/5$, lo que supondría tener unas dimensiones de 14.4cmx19.2cm.

30 La siguiente fase consiste en el troceado de las distintas piezas y es aquí donde existen varias posibilidades:

a) Si se trata de un tablero de madera, se puede realizar el troceado manualmente con una sierra de marquetería cortando las piezas sistemáticamente comenzando por un lado, habiendo hecho anteriormente los calados (zonas internas). Es preciso seguir el corte por el interior de las zonas rayadas, y realizar el ajuste de las piezas con un poco de lija. Es muy eficaz, sobre todo con las líneas rectas largas, dar unas cuantas pasadas sobre ella utilizando un cúter, ya que el pelo de sierra utiliza esta muesca como guía, de modo que el corte es más sencillo y sale más recto. Cualquier otra técnica de marquetería puede aumentar la eficacia del troceado de piezas.

b) Si se trata de madera o plástico, es posible hacer el despieze industrialmente, realizando una plancha de cuchillas idéntica a la plantilla de forma que al presionar con un sistema hidráulico sobre la plancha de material, las piezas quedarían cortadas.

Cabrían tres posibilidades de corte:

a) Cortar totalmente las piezas de forma que quedarían separadas unas de otras sin necesidad de ningún otro tipo de acción.

b) Darle un corte de forma que con la misma mano se podrían separar las distintas partes

c) Dar un corte hasta la mitad del grosor del tablero, con lo que se dejaría ya semicortada y aunque habría que aplicar las anteriores técnicas de marquetería el trabajo sería mucho más liviano.

Nota: Si consideramos el carácter didáctico de la balanza (consideraciones que se han explicado en el apartado anterior), es preferible dejar el producto inacabado.

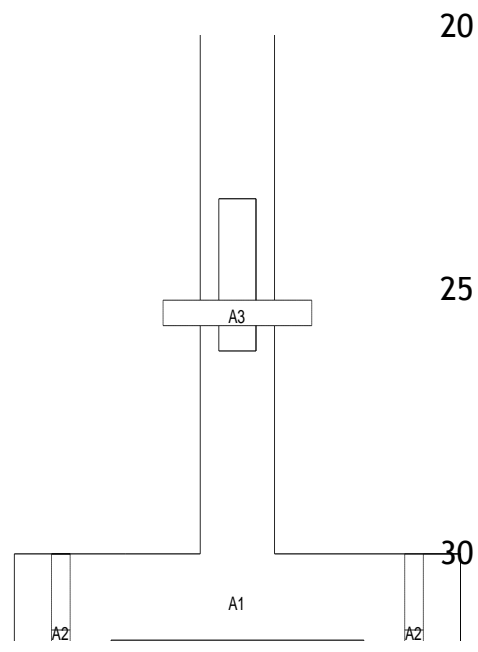
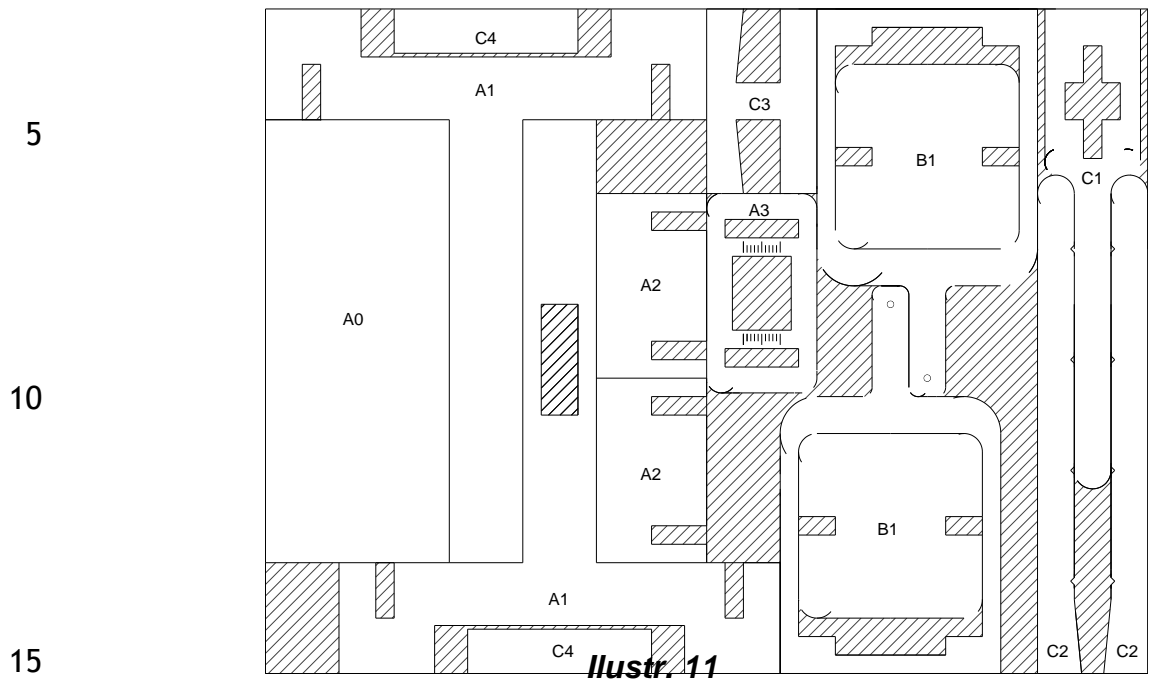
Reivindicaciones

1. Plantilla para la construcción de balanza didáctica de precisión variable caracterizada por una serie de figuras geométricas, según ilust. 1, dispuestas de modo tal que el espacio total que ocupan está optimizado, siendo la zona rayada la parte no utilizable.
- 5 2. Plantilla para la construcción de balanza didáctica de precisión variable según reivindicación 1, caracterizada porque puede ser impresa sobre cualquier tipo de madera.
3. Plantilla para la construcción de balanza didáctica de precisión variable según reivindicación 1, caracterizada porque puede ser impresa sobre plástico duro.
4. Plantilla para la construcción de balanza didáctica de precisión variable según reivindicación 1,
- 10 caracterizada porque puede ser impresa sobre aluminio.
5. Plantilla para la construcción de balanza didáctica de precisión variable según reivindicación 1, caracterizada por que puede ser impresa sobre cartón.
6. Plantilla para la construcción de balanza didáctica de precisión variable según reivindicaciones 1 a 5, caracterizada porque puede ser impresa sobre superficies de materiales rígidos o
- 15 semirígidos, indicados en reivindicaciones 2, 3, 4 y 5, de una extensión aproximada de 24cm de largo y 18cm de ancho, si bien puede tener un margen de variabilidad de ± 8 cm.
7. Plantilla para la construcción de balanza didáctica de precisión variable según reivindicaciones 1 a 5, caracterizada porque puede ser impresa sobre superficies de materiales rígidos o semirígidos de un grosor comprendido entre 0,3cm y 0,7cm.
- 20 8. Balanza didáctica de precisión variable con soporte vertical, sobre el que apoya el eje de pivotamiento, de donde parten equidistantes dos brazos con sus correspondientes platillos, caracterizada porque se construye a partir de la plantilla de la ilust.1 una vez que ésta ha sido impresa con las dimensiones adecuadas sobre un material plano, según se ha explicado en la descripción.
- 25
9. Balanza didáctica de precisión variable con soporte vertical, sobre el que apoya el eje de pivotamiento, de donde parten equidistantes dos brazos con sus correspondientes platillos según reivindicación 8, caracterizada por una aguja indicadora del fiel y una escala que quedan en un plano horizontal, lo que permite realizar las lecturas a través de una ventana practicada en uno de
- 30 los soportes verticales.
10. Balanza didáctica de precisión variable con soporte vertical, sobre el que apoya el eje de pivotamiento, de donde parten equidistantes dos brazos con sus correspondientes platillos según

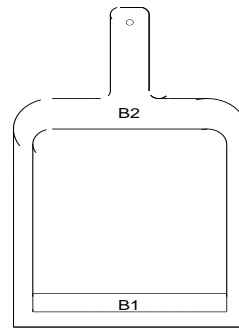
reivindicación 8, caracterizada porque el eje de pivotamiento permite ser variado a voluntad por lo que la precisión de la balanza también variará al modificarse la distancia entre dicho eje y el centro de masa del conjunto brazos-ensamble central-fiel.

- 5 11. Balanza didáctica de precisión variable con soporte vertical, sobre el que apoya el eje de pivotamiento, de donde parten equidistantes dos brazos con sus correspondientes platillos según reivindicación 8, caracterizada por la **configuración espacial** de las distintas piezas y su **aspecto figurativo global**, concretamente, el soporte vertical consta de dos columnas que parten de la base y se mantiene paralelas a lo largo de la vertical, por una pieza horizontal que a su vez sirve de escala.

Dibujos

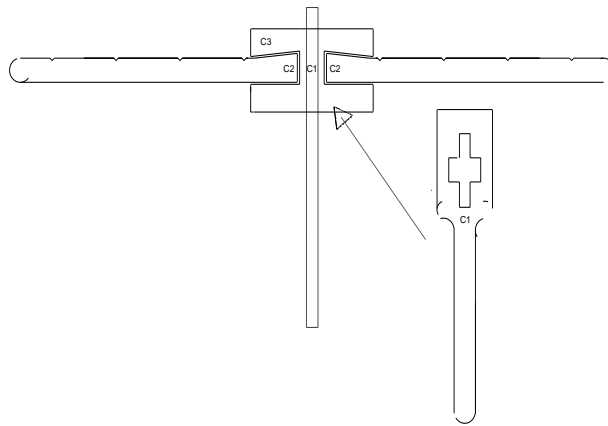


5



Ilustr. 33

10

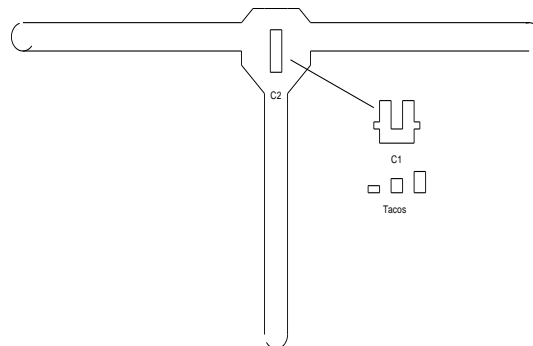


Ilustr. 47

15

20

25

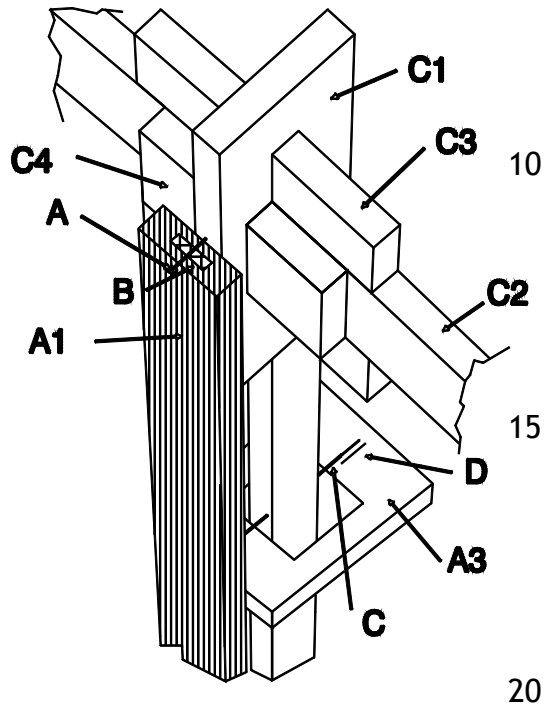


Ilustr. 56

30

35

5



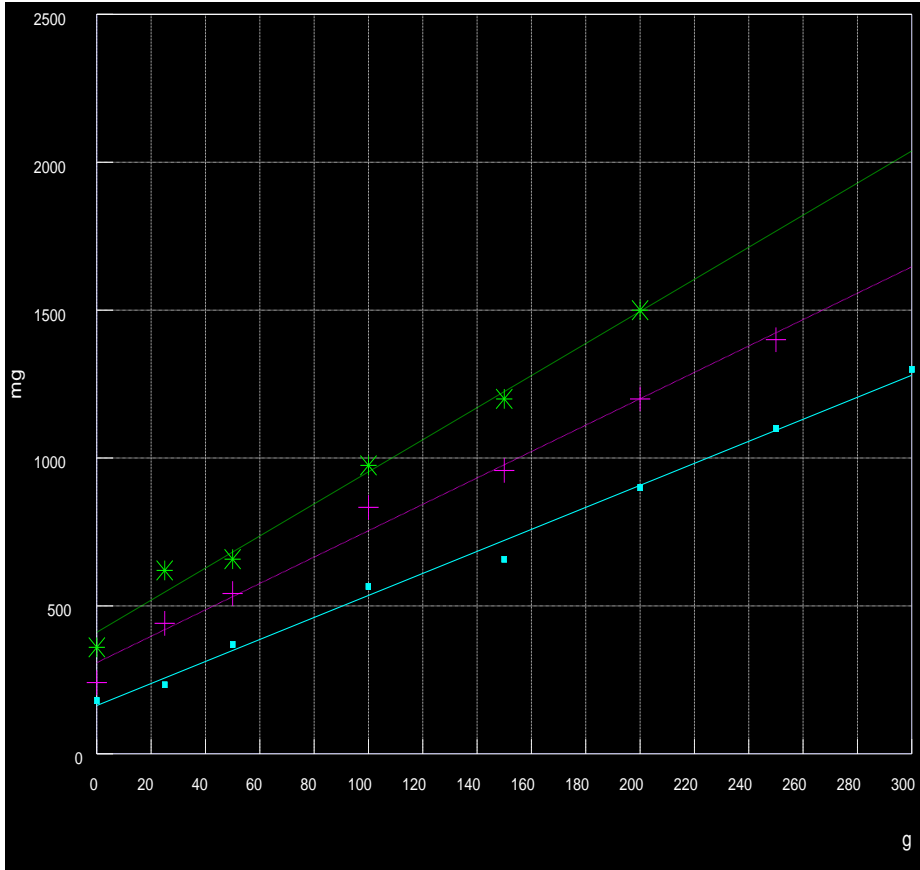
Illustr. 65

5

10

15

20



25

30

35

