

C.N.E.A. Biblioteca	
ARCHIVO PUBLICACIONES	
Nº 1	AÑO 1971

09.71.10

✓ DISPOSITIVO PARA LAMINAR PROBETAS DE ALAMBRE
A TEMPERATURA DE HELIO LIQUIDO

H.A.Peretti

DISPOSITIVO PARA LAMINAR PROBETAS DE ALAMBRE

A TEMPERATURA DE HELIO LIQUIDO

H. A. Peretti *

Centro Atómico Bariloche
Instituto de Física "Dr. José A. Balseiro"
Comisión Nacional de Energía Atómica
Universidad Nacional de Cuyo
Bariloche, Argentina

ABSTRACT: El objeto del dispositivo es conseguir alto grado de deformación a baja temperatura en probetas susceptibles de medirles la resistencia eléctrica a fin de estudiar defectos puntuales en metales.

Se presenta un equipo simple, capaz de laminar probetas de alambre dentro de un crióstato de helio líquido, comandado desde el exterior y sellado, de modo de poder recuperar el gas criogénico evaporado.

Fue probado con muestras recocidas de tantalio de 0,25 mm de diámetro. La longitud inicial deformada fue de 110 mm y el espesor menor logrado sin estropear la probeta fue de 0,10 mm con una variación menor que el 20%.

* Becado por la OEA dentro del Programa Multinacional de Metalurgia.

Septiembre 1971
Bariloche - Argentina

1 - Introducción	pág.	3
2 - Descripción y funcionamiento del equipo.	"	4
3 - Detalles sobre el montaje de las probetas. Accesorios. . .	"	7
3.1 - Geometría de las probetas.	"	7
3.2 - Operación de montaje	"	8
4 - Detalles sobre la operación del equipo	"	9
4.1 - Deformación.	"	9
4.2 - Retiro de la probeta deformada del elemento de deformación.	"	10
5 - Resultados	"	11
5.1 - Forma que adopta la probeta deformada.	"	11
5.2 - Control en el grado de deformación. Ensayos efectuados	"	11
6 - Conclusión	"	12

DISPOSITIVO PARA LAMINAR PROBETAS DE ALAMBRE A

TEMPERATURA DE HELIO LIQUIDO

1 - INTRODUCCION:

El equipo en cuestión fue diseñado para conseguir alto grado de deformación plástica en probetas de alambre a temperatura de helio líquido, con el fin de estudiar la recuperación de resistividad eléctrica residual debida a defectos puntuales creados por la deformación.

Dadas las condiciones experimentales en que debe ser usado el elemento de deformación, para el diseño se tuvieron en cuenta (y se trató de hacer compatibles), los siguientes requerimientos:

- 1) Que la probeta una vez deformada pueda ser desligada del elemento de deformación para ser sometida a las mediciones de resistividad y a los recocidos necesarios.
- 2) Que los procesos de deformación, medición y recocido de la probeta puedan hacerse dentro del crióstato, el cual debe estar sellado contra la entrada de aire atmosférico durante toda la experiencia debido a la necesidad de recuperar el g^{as} helio evaporado.
- 3) Que el elemento de deformación produzca la menor evaporación posible del líquido criogénico.
- 4) Que el elemento de deformación no sea muy complicado ni costoso sino más bien simple y fácil de conseguir en el laboratorio.

Se considera que el intento hecho para resolver el problema planteado ha sido exitoso por cuanto el equipo en cuestión fue probado y está siendo usado actualmente para el fin propuesto.

2 - DESCRIPCION DEL EQUIPO:

El equipo consta de tres partes principales (ver figuras 1 y 2), a saber:

- A) El elemento de laminación, que está en la parte inferior y opera sumergido en helio líquido dentro del crióstato.
- B) El cabezal de operación, que está en la parte superior, fuera del crióstato y permite accionar el equipo desde el exterior.
- C) Un conjunto de dos caños concéntricos de acero inoxidable que unen mecánicamente las partes A y B y transmiten la fuerza y el movimiento necesarios para la laminación.

PARTE A:

Esta parte, que es la que deforma la probeta, tiene la originalidad de estar formada por un rulemán cónico marca SKF N° 30203. Dicho rulemán consta de dos piezas: una interior y otra exterior. La interior lleva consigo los rodillos, los cuales, cuando las dos piezas se unen, asientan sobre la superficie cónica que lleva del lado de adentro la pieza exterior.

La probeta va montada en forma de espira circular entre las dos piezas del rulemán, centrada de tal modo que es aprisionada igualmente por cada uno de los rodillos contra la superficie cónica.

Las dos extremos del alambre que forma la probeta salen por unas ranuras efectuadas en la pieza exterior mediante un disco de carborundum.

La deformación se logra aplicando una tensión que aproxime las dos piezas del rulemán entre sí y rotando una respecto de la otra. De este modo la probeta queda apoyada sobre la superficie cónica y los rodillos ruedan sobre aquella como 'palotes de amasar'.

Cada parte del rulemán es solidaria con uno de los caños concéntricos mediante piezas de acople de hierro.

El rulemán está ubicado de modo que la parte que lleva los rodillos queda abajo y la correspondiente pieza de acople va roscada al caño interior. La otra parte, en cambio, queda arriba y asienta en el caño exterior al cual se fija con tres tornillos.

Cada parte del rulemán encastra a presión con su correspondiente pieza de acople a los caños.

PARTE B:

Esta parte tiene por objeto que la parte A cumpla su misión de laminación. Esto requiere dos cosas:

- 1) Aplicar dos fuerzas opuestas a las dos partes del rulemán, de modo que los rodillos aprisionen la probeta contra la superficie cónica. Para ello se aplica una fuerza hacia arriba a la parte interna y otra hacia abajo a la parte externa a través de los caños. Se consigue mediante la pieza f , la rosca a , las manivelas b y c del cabezal de operación.
- 2) Efectuar un movimiento de rotación relativa de las dos partes del rulemán sin aflojar la tensión aplicada. Esto se logra girando el caño interior respecto del exterior mediante las manivelas c y d , habiéndose previamente fijado la pieza e contra la f . Para esto último la pieza e lleva rosca inversa. Las piezas del cabezal están torneadas en bronce.

El caño interior de la parte C va solidario al vástago central del cabezal mediante rosca común, mientras que el caño exterior se apoya en definitiva sobre la pieza f a través de otro rulemán idéntico al de la parte A. Esto disminuye el rozamiento y permite el giro del cabezal junto con el caño interior respecto del caño exterior que se mantiene fijo con la abrazadera y manivela d.

Además está un espaciador g que permite que el caño interior tenga una cierta longitud de carrera deslizándose hacia abajo.

PARTE C:

Esta parte del equipo es la encargada de transmitir la fuerza y el movimiento desde la parte A a la B.

Los dos caños concéntricos que la forman son de acero inoxidable para minimizar la conducción térmica hacia el interior del crióstato. Sus diámetros exteriores son 7/8" y 7/16" y sus respectivos espesores de pared 0,9 mm y 1,5 mm.

El largo de los mismos es tal que quedando la parte A en el fondo del crióstato la parte B queda afuera del mismo.

Como estos dos caños unen la parte del equipo de deformación que está dentro del crióstato con la parte que está afuera, deben pasar a través de la brida que hace de tapa y al mismo tiempo efectuar un cierre hermético. Ello se logra mediante arosellos ("O" rings) que permiten el movimiento tanto en sentido vertical como rotatorio de ambos caños independientemente.

Esto es importante no sólo para desligar la probeta del elemento laminador, sino para poder levantarlo por encima del nivel de helio líquido y evitar evaporación innecesaria.

Uno de los cierres de arosello está en el extremo superior del caño exterior y el arosello desliza sobre el caño interior. El otro cierre está en el extremo de una torreta que se eleva sobre la brida, y el arosello desliza sobre el caño exterior.

Para el buen funcionamiento de los arosellos es importante que no estén expuestos a mucho enfriamiento, por eso los cierres se ubicaron uno en el extremo de los caños que queda afuera del crióstato y el otro en el de la torreta que también es de caño de acero inoxidable.

Relacionado con esta parte está también una abrazadera de sujeción ajustable que desliza sobre el caño exterior de la parte C y al tiempo que

sostiene el equipo haciendo tope en la torreta, permite fijarlo a la altura deseada.

Las piezas porta "O" ring están torneadas en bronce y soldadas con plata al acero inoxidable.

El cierre hermético entre el interior y el exterior del crióstato se completa con un tapón de bronce que lleva soldado con plata el caño interior en su extremo inferior.

3 - Detalles sobre el montaje de las probetas. Accesorios.

3.1 Geometría de las probetas.

Con el rulemán usado en este equipo la longitud inicial de alambre que se deforma es aproximadamente 110 milímetros y el diámetro inicial puede variar entre 0,2 y 0,5 mm. La longitud total de la probeta debe ser un poco mayor como para que una vez montada en el rulemán, los dos terminales que salen hacia afuera por las ranuras puedan ir sujetos a los conectores. Estos, a la vez que son contactos eléctricos sirven para sostener la muestra una vez deformada y desligada del equipo de deformación.

Para medir la resistencia eléctrica de la probeta se usan los dos terminales de la misma como "chicotes de corriente" y se le sueldan otros dos terminales para usar como "chicotes de tensión". Esto se hace mediante soldadura de punto antes de montar la probeta en el equipo y en la zona que no es ocupada por el rulemán.

En definitiva se tienen cuatro conectores que, como ya se dijo, sostienen la muestra una vez deformada y suelta. Estos conectores están montados en una plaquita de baquelita sostenida por un caño largo y fino de acero inoxidable lleva por dentro los cables y pasa a través de la brida del crióstato por una torreta con cierre de arosello. Los cables pasantes están sellados con algún lacre en el extremo exterior del caño.

El conjunto de conectores y caño funciona como sujeta-muestra y tiene también una abrazadera de sujeción que permite fijarlo a la altura deseada.

La libertad de movimiento que tiene el sujeta-muestra permite llevar la probeta a distintas posiciones dentro del crióstato para efectuarle los recorridos y mediciones eléctricas.

El correcto montaje de la muestra en el rulemán deformador es muy importante para el buen funcionamiento del equipo. La muestra debe estar bien centrada y para facilitar esa tarea se usan diversos accesorios que se irán mencionando.

Para dar la forma circular a la probeta se cuenta con una horma. Este simple accesorio junto con los demás y sus usos, se pueden apreciar en las fotografías correspondientes. Con él se le da a la probeta la forma inicial de espira circular, con el diámetro exacto para que quede bien montada en el rulemán.

3.2 - Operación de montaje.

Para montar la probeta entre las piezas del rulemán se empieza por desacoplar la parte A de la C, desenroscando el caño interior y sacando los tornillos que lleva el exterior. Una vez con las piezas del rulemán sacadas se puede trabajar cómodamente sobre una mesa. Para esta operación conviene tener el rulemán puesto en posición inversa a la que está en el equipo y apoyado sobre un taco de madera adecuado. Se coloca la probeta entre las piezas del rulemán en la posición correcta y luego se mantiene aprisionada mediante un cepo.

Para que las piezas queden bien centradas se usa, durante el montaje, otro accesorio: el vástago de centrado, que es un trozo de caño del mismo diámetro que el interior de la parte A y se enrosca de igual modo que aquél.

Una vez que se tienen las dos partes del rulemán sujetas por el cepo con la probeta montada adentro, se procede a su colocación en el equipo. Para esto se acopla nuevamente la parte A a la C, enroscando el caño interior en la pieza de acople interna y asentando la

pieza de acople externa con el caño exterior, de modo que vuelvan a calzar los tornillos de sujeción.

Importante: antes de aflojar el cepo para sacarlo, es necesario operar el cabezal B, de modo de dar al equipo una tensión pequeña inicial para que mantenga la probeta en la posición fijada durante el montaje.

Si se aflojan las dos piezas de la parte A, la probeta puede cambiar de posición y la deformación no resultará homogénea.

También es importante asegurarse que el caño interior haya roscado bien hasta el final en la pieza de acople, para que al operar el equipo no gire en falso. Para poder efectuar esto, el cepo tiene un pequeño perno que entra en un agujerito que tiene abajo la pieza de acople interior, a fin de hacerlos solidarios.

Una vez montada la muestra en el elemento laminador y sacado el cepo, se procede a fijar los chicotes a los conectores del sujeta-muestra.

Hasta el momento que se termina de deformar la probeta y se la retira del elemento de deformación no hay que mover el sujeta-muestra independientemente de aquél (o viceversa), a riesgo de estropear la probeta. Conviene dejarlos ya fijos a los dos desde el momento del montaje.

4 - Detalles sobre la operación del equipo.

4.1 Deformación.

El proceso de deformación se lleva a cabo efectuando las siguientes operaciones:

- 1) Sosteniendo fija la manivela c se da una pequeña fracción de vuelta a la pieza f. Luego se rosca la pieza e de modo que haga tope sobre la f trabándose mutuamente. Se logra así que cada rodillo del rulemañ aplaste un poco la probeta en su punto de contacto.
- 2) Manteniendo firme la manivela d (para que el caño exterior no gire, lo que estropearía los chicotes de la probeta) se hace girar el caño cen-

tral mediante la manivela c . Con esto se logra que los rodillos del rulemán deformador rueden sobre la probeta. Basta girar hasta que la resistencia al movimiento afloja, lo cual ocurre en menos de una vuelta.

Repitiendo las operaciones 1 y 2 sucesivamente (y cuidando que en ningún momento gire el caño exterior) se consigue aumentar cada vez más el grado de deformación.

Esto se puede controlar por el número de vueltas que ha roscado la pieza f mediante una escala graduada en la cara superior de dicha pieza y una guía en la pieza e . Dado que las correspondientes roscas son inversas entre si hay que tener en cuenta que el giro real de la pieza f sobre el vástago central del cabezal es la mitad de lo que indica la lectura del dial.

4.2 Retiro de la probeta deformada del elemento de deformación.

Esta operación debe ser hecha con cuidado para no estropear la probeta. Hay que ir separando las dos partes del rulemán deformador aflojando la rosca de la pieza f y permitiendo que el caño interior baje un poco.

Paralelamente hay que ir bajando el sujeta-muestra de modo que la probeta siga montada sobre la pieza central del rulemán que lleva los rodillos (si pasa para arriba se puede enredar).

Una vez que están un poco separadas las piezas del rulemán se procede a quitar la probeta deslizándola hacia abajo. Para esto hay que bajar el sujeta-muestra lentamente y simultáneamente conviene dar un pequeño giro en vaivén a la pieza central, mediante la manivela c. Esto último facilita enormemente a la probeta poder ensanchar el diámetro de la espira que forma y salir hacia abajo, saliendo de la parte de los rodillos.

Finalmente, el elemento de deformación que ya cumplió su misión, puede ser levantado hasta que A haga tope, si se quiere, contra la parte interior de la brida del crióstato.

5 - Resultados

5.1 Forma que adopta la probeta deformada.

La parte deformada de la probeta, o sea la espira circular que queda entre las piezas del rulemán, adopta una forma aplastada y ondulada debido a que al ser laminada aumenta su longitud y al mismo tiempo se encuentra restringida a permanecer apoyada a la superficie cónica del rulemán, contra la cual es aplastada por los rodillos.

Cuando la probeta está montada y centrada en forma correcta, la deformación es bastante homogénea y la ondulación resulta muy regular.

Es de notar que cada rodillo da lugar a una onda por cuanto todos los rodillos aplastan simultaneamente a la probeta y tienen además una componente de esfuerzo de cizalla, lo que contribuye a la ondulación pareja.

5.2 Control en el grado de deformación. Ensayos efectuados.

Se ha comprobado que para una misma fracción de vuelta de la manivela b , la variación en el espesor de la probeta depende mucho del material que la forma, del estado de tensiones y del diámetro del alambre.

Sin embargo, para un mismo tipo de probetas se puede, mediante ensayos previos, hacer una calibración que permita lograr reproducibilidad en el espesor alcanzado durante la deformación. Para ello es necesario estandarizar la tensión previa que se da durante el montaje de la probeta.

El rango de variación en la cantidad de deformación tiene un límite máximo práctico dado por el hecho que la ondulación de la probeta se hace muy grande, así como su espesor muy fino, tornándose difícil la posterior extracción del elemento deformador sin estropearla.

También suele ocurrir que las tensiones internas debidas a la deformación, si ésta es demasiado grande, produzcan una inestabilidad en la geometría de la probeta, que hace que esta una vez libre tienda a enrollarse sobre sí misma.

Con este equipo fueron deformadas probetas de alambre de tantalio de un diámetro de 0,25 mm recocidas previamente en un vacío de 3×10^{-6} Torr a temperatura cercana al punto de fusión.

Las pruebas fueron hechas en nitrógeno líquido y también en helio líquido con resultados satisfactorios.

El menor espesor final logrado sin estropear la probeta resultó ser de 0,10 mm, pero un valor más cómodo para trabajar resultó ser de 0,15 mm.

La variación de espesor final se mantuvo dentro del 20% a lo largo de las probetas deformadas.

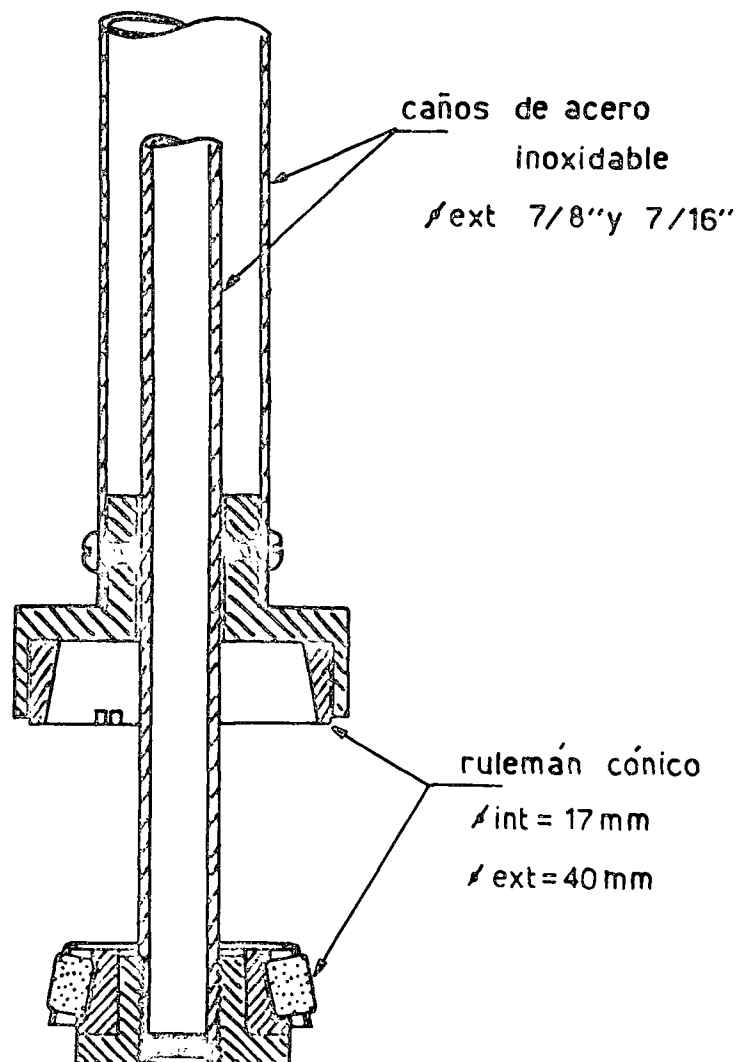
6 - Conclusión.

Dado que el fin del equipo, en última instancia, es lograr medir variaciones del incremento de resistividad residual en metales que requieren alto grado de deformación plástica para que dicho incremento sea medible, no es de mayor importancia el hecho de no tener un control demasiado fino del grado de deformación, tal como cuando se deforma por tensión, o por laminación en una laminadora convencional.

El hecho de haber podido superar las condiciones restrictivas mencionadas al principio, compensa esa falta de mayor precisión.

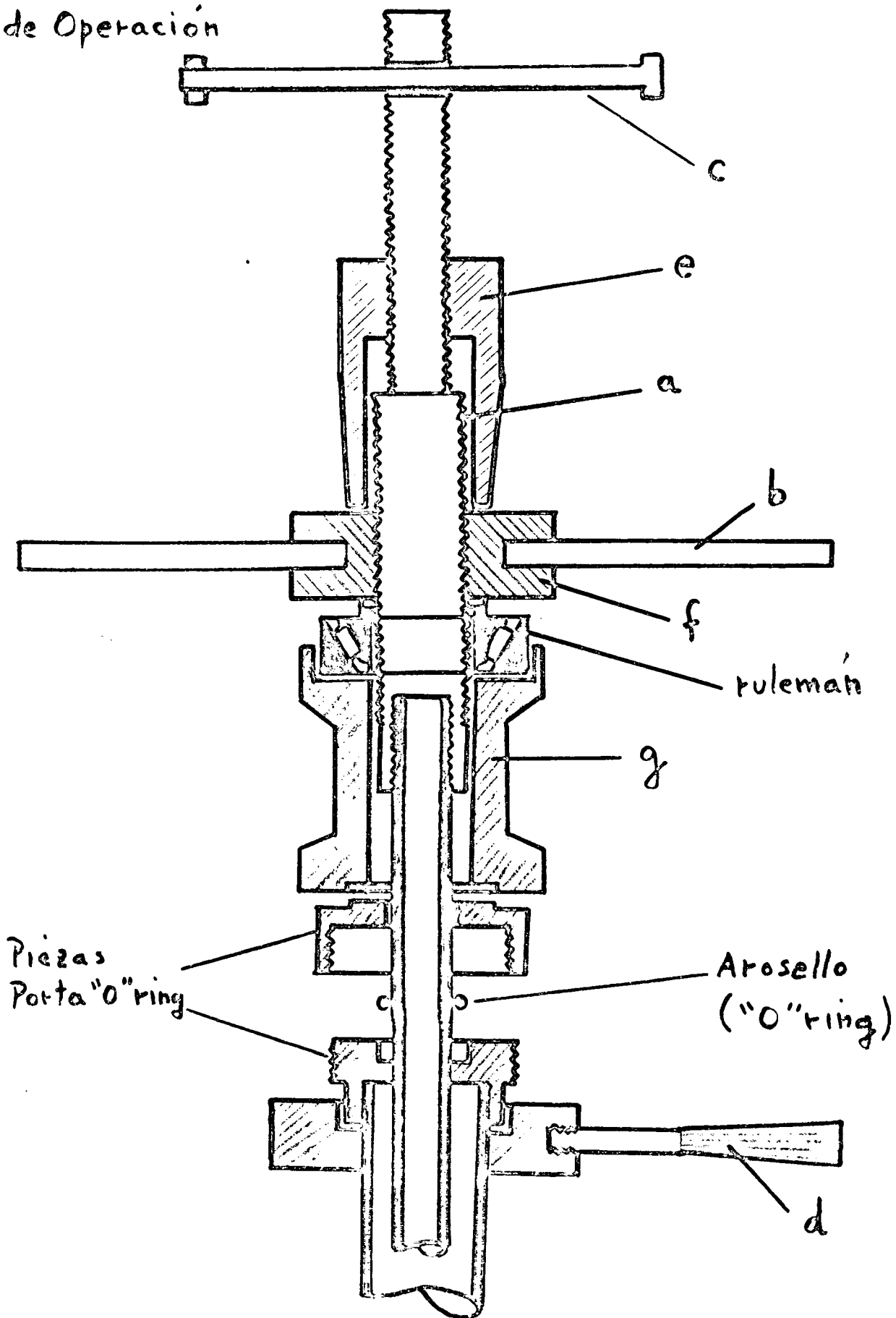
Por otro lado en este tipo de experiencias no interesa tanto conocer exactamente la deformación, sino la cantidad de defectos creados, lo cual se conoce mediante el incremento de resistividad, lo cual sí se puede medir con precisión.

Es importante, sí, tener un cierto rango de variación y control de la deformación, lo cual es posible en el equipo en cuestión.-



Parte B

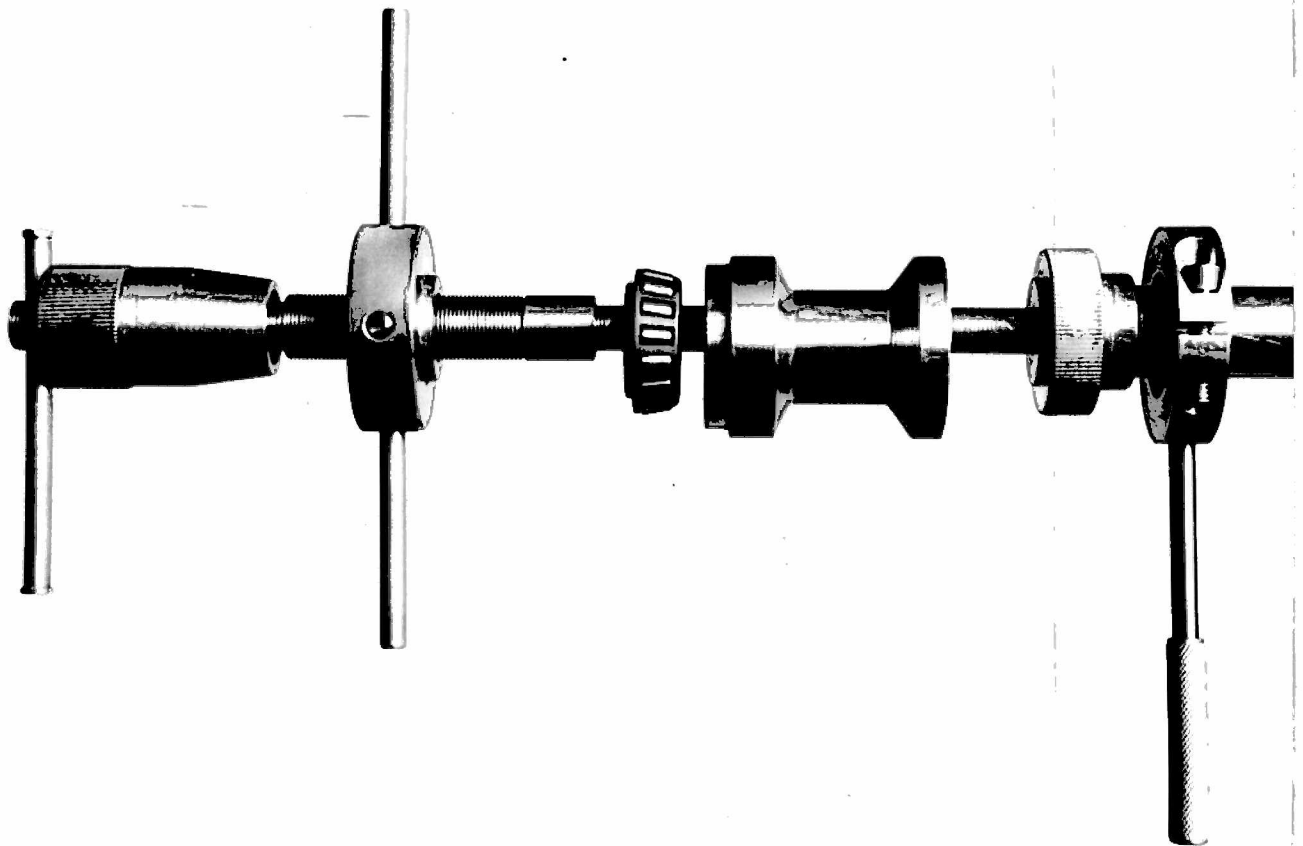
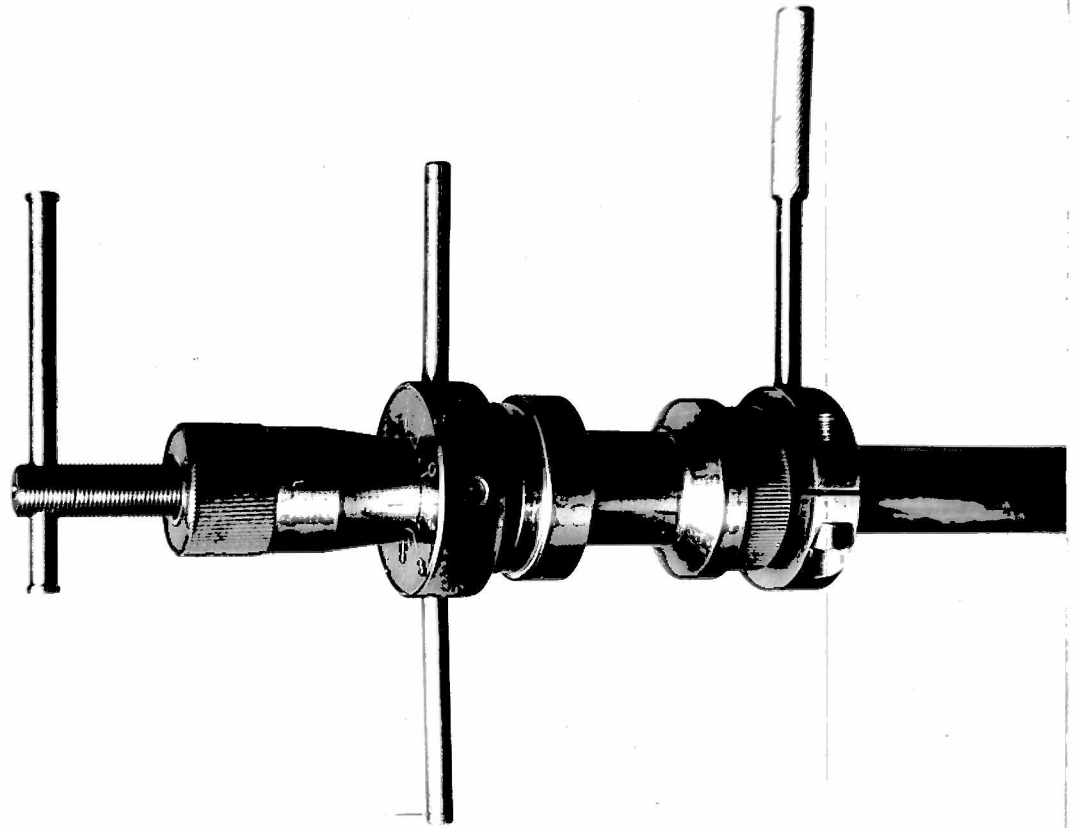
Cabezal de Operación



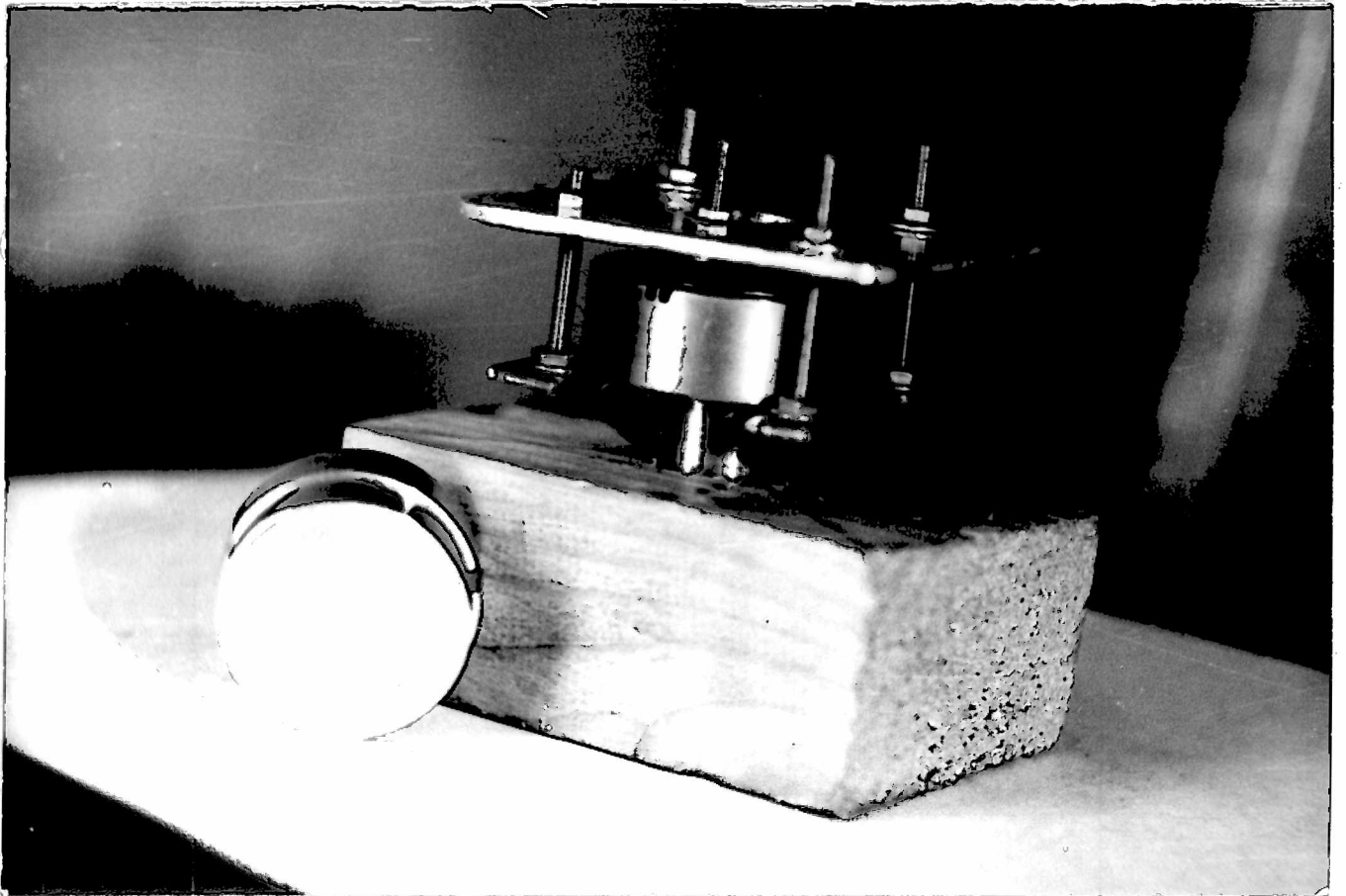
PARTE A (Acoplada a C)



PARTE B



ACCESORIOS



Sujeta-muestra con probeta deformada

