



19 J

F 16 L

memoria descriptiva

27423

CLASE DE REGISTRO	Una Patente de Invención, por 20 años en España.
NOMBRE Y NACIONALIDAD DEL SOLICITANTE	General Electric Company -Sociedad de EE.UU.-
RESIDENCIA Y DOMICILIO	Schenectady, NY. 12.305 - 1 River Road (ESTADOS UNIDOS).
<input type="checkbox"/> OBJETO	"Dispositivo de restricción para limitar el movimiento de una tubería en caso de ruptura".
Prioridad	Solicitud patente U.S.A. Serie nº 388.933 del 16.8.73.
Inventores	1.- Richard Dennis BAUERLE. 2.- William Arnold PITT. (Todos súbditos de EE.UU.) 3.- Mervyn Arthur WHITE.



1
5
10
15
20
25
30

Existen muchas instalaciones provistas de tuberías, que transportan fluidos a alta presión. En instalaciones de vapor-energía eléctrica conocidas, por ejemplo, el agua se hace circular a través de un cambiador térmico, tal como un núcleo de un reactor nuclear, situado en un recipiente de presión, estando rodeado el recipiente de presión por un contenedor primario de seguridad. El vapor, así producido, es llevado desde el recipiente de presión a través de tuberías de vapor (o conducciones) y se aplica a un generador de turbina de vapor frecuentemente situado algo alejado del recipiente de presión. Naturalmente que existen numerosas otras tuberías de presión conectadas al recipiente de presión y situadas dentro del contenedor primario, tales como las tuberías de circulación de refrigerante y, en el caso de un generador de vapor nuclear, tuberías, para aplicar refrigerante de emergencia al núcleo del reactor nuclear. El contenedor primario también contiene otro equipo vital, tal como dispositivos tanteadores y medidores y circuitos eléctricos conectados a los mismos.

En el caso improbable de que una de las tuberías de presión se rompiese o partiese, las grandes fuerzas de chorro (o empuje de soplado descendente) del fluido a alta presión, que escapa, pueden causar que la tubería dé latigazos, es decir que se mueva en una dirección, que está en un ángulo respecto al eje longitudinal original de la tubería. Si no se restringe, una tubería, dando latigazos de este tipo, puede golpear otros componentes, tales como el contenedor, otras tuberías, instrumentos, cables eléctricos y semejantes, multiplicando así el daño al sistema. Por lo



1 tanto, es deseable procurar medios de restricción de tube-
ría, que limiten el movimiento de una tubería averiada y
que impidan daños de impacto a los componentes adyacentes.
Deseablemente, tal medio de restricción de tubería debería
5 incluir las siguientes características: 1. Debería absorber
la energía de la tubería en movimiento, tener alta capaci-
dad de absorción de energía y elevada eficacia material; 2,
debería procurar una gran holgura normal relativamente -
entre el miembro de restricción y la tubería, para permitir
10 el normal movimiento térmico de la tubería sin restricción
para facilitar la inspección de la tubería en servicio y
para permitir el uso de material aislante de tubería nor-
mal.

15 3.- Debería de ser de tamaño compacto porque está
severamente limitado el espacio en el contenedor primario;

4. Debería impedir que fuerzas localizadas de -
restricción sobre la tubería impidiesen el prematuro aplas-
tamiento de la tubería y la posible rotura, por lo que un ex-
tremo roto de una tubería podría convertirse en un proyec-
20 til;

5.- Debería ser fácilmente desmontable para susti-
tución o parareparaciones de tubería;

6. Debería reducir al mínimo la carga sobre la
estructura, a la que está sujeta la restricción de tubería;
25

7, Debería reducir al mínimo el rebote de la tu-
bería y

8. Debería procurar una absorción de energía pre-
decible y una conducta de deflexión de carga.

30 Con los medios de restricción de tubería, ante-

13 JUN 1974

1 riormente considerados, no se producen estas características
deseables. Por ejemplo, las restricciones rígidas o elásti-
cas son de gran tamaño, interfieren con los movimientos nor-
males de la tubería; pueden causar rebote de la tubería e
5 imponer elevadas cargas sobre la tubería y estructura de -
sujeción de la restricción. Otro diseño anterior comprendía
el uso de una cantidad relativamente grande de material -
aplastable alrededor de la tubería. En adición a sus excesi-
vas necesidades de espacio, este diseño interfiere con la ins-
pección y reparaciones de la tubería. El presente invento es
10 naturalmente diferente de los colgadores de tuberías (sillas
o cunas) tales como se ilustran por ejemplo, en las patentes
de EE.UU. números 2.291.148; 3.623.686; 3.539.136 y semejan-
tes. Tales colgadores están en contacto con la tubería, -
15 puesto que su propósito es soportar la tubería en funciona-
miento normal. No están diseñados para estar normalmente -
fuera de contacto con la tubería, ni para absorber la ener-
gía de latigazos de la tubería, de una tubería rota o parti-
da.

20 Un objeto de este invento es procurar un disposi-
tivo de restricción de tubería, teniendo las característi-
xas deseables expuestas precedentemente.

25 Esta y otros objetos se consiguen por una unidad
de restricción de tuberías, que comprende barras de restric-
ción (o miembros) en forma de U, que rodean la tubería en
relación espaciada con la misma. Los extremos de las barras
de restricción están asegurados a un miembro estructural -
por conexiones pivotables, tales como por espárragos y ar-
ticulaciones. Una placa de cojinete maleable en forma de C,
30



1 es soportada por cada barra de restricción para distribuir
la carga y reducir al mínimo el aplastamiento total de la
tubería. El material y el diámetro de las barras de restric-
ción se selecciona, en relación con la carga postulada de -
5 latigazo de tubería, para procurar un alargamiento plástico
de las barras de restricción y absorción de la energía de la
tubería, que dá latigazos. Adicionalmente, las placas de co-
jinete están diseñadas para envolverse alrededor de la tu-
bería, para reducir al mínimo el rebote.

10 El invento se describe más específicamente a con-
tinuación haciendo referencia al dibujo adjunto en que:

La fig. 1, es una vista en alzado de un contene-
dor de generador de vapor incluyendo un sistema de tuberías
de presión;

15 Las figs. 2a-2c ilustran una unidad de restric-
ción de tubería de acuerdo con el invento;

Las figs 3a-3c ilustran la acción de la unidad -
de restricción de tubería al absorber la energía de una tu-
bería en movimiento;

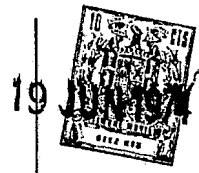
20 Las figs. 4a-4d ilustran el caso general de la
acción de la unidad de restricción de tubería del invento
al detener una tubería en movimiento;

La fig. 5 es una curva de esfuerzo-solicitación
de un material adecuado para restricción;

25 La fig. 6 es una curva de energía-esfuerzo deri-
vada de la curva de la fig. 5 y

La fig. 7 es una tabulación de las dimensiones
de ejemplos específicos de unidades de restricción de tu-
bería, de acuerdo con el invento.

30 En la figura 5, significan : A = curva de soli-



1 citación esfuerzo para acero inoxidable 304; B = significa
solicitud (S), Psi x 10⁻³; C = significa esfuerzo (s), -
pulgada/pulgada en la fig. 6 significa C esfuerzo (s), pul-
gada/pulgada; D = curva de energía esfuerzo para acero ino-
5 xidable 304; E = energía (E) absorbida, pulgada- LB/ pul-
gada³ x 10⁻³. En la fig. 7 significa F unidad de restricción
número; G significa carga LBS x 10⁻³.

Como un ejemplo de uso del presente invento se
ilustra un sistema de suministro de vapor en una forma sim-
10 plificada, parcialmente esquemática en la fig. 1. Tal sis-
tema incluye un recipiente 10 de presión de acero conteniend
do, por ejemplo, un núcleo de reactor nuclear. El recipien-
te 10 de presión está rodeado por una pared de escudo 11 -
formada, por un ejemplo, de hormigón reforzado. El recipien-
15 te de presión 10 y la pared 11 de escudo, a su vez, están
contenidos dentro de un compartimento susceptible de ce-
rrarse herméticamente (o contenedor 12).

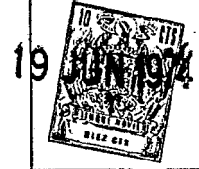
Hay muchas tuberías de presión conectadas al re-
cipiente 10 de presión, que así están situadas dentro o: a
20 través del contenedor 12. Ejemplos de tales tuberías, como
se ilustran en la fig. 1, incluyen una tubería 13 de vapor
principal, una tubería 14 de agua de alimentación, un sis-
tema 16 de tuberías de circulación de refrigerantes y tubos
17 y 18 de refrigerante de emergencia. (Las conducciones, -
25 que penetran en las paredes del contenedor 12, incluyen -
válvulas de aislamiento, tales como una válvula 19 en la -
conducción de tubería de agua).

Las consecuencias serias de un latiguo de tube-
ría sin restricción pueden apreciarse considerando una ro-
30 tura o separación hipotética de la conducción 13 de corrien-



1 te principal, por ejemplo, en una posición indicada como 21.
Si la tubería está sin restringir, el vapor de alta presión,
que sale de tal rotura, probablemente haría que la porción de
la tubería 13, hacia la izquierda (en la fig. 1) de la ro-
5 tura 21, se moviese como un látigo en un trayecto arqueado,
indicado generalmente por la flecha 22 curvada, rayada. Tal
tubería dando latigazos obviamente pone en peligro a otras -
tuberías y otros componentes del sistema en el compartimen-
to 12. Para evitar tales movimientos de tubería, las restric-
10 ciones, de acuerdo con el invento, están situadas en posicio-
nes estratégicas alrededor de las varias tuberías, tales co-
mo las unidades de restricción indicadas como 23, en la fig.
1. Las unidades de restricción 23 están ancladas (es decir,
están sujetas) a convenientes porciones adyacentes de la es-
15 tructura de contenedor, tales como a la pared de escudo 11,
al piso 24, a una viga 26 y semejantes.

Una unidad 23 de restricción de tubería, de acuer-
do con el invento, se ilustra en detalle en las figs. 2a-2c.
La unidad 26 de restricción consiste en uno o más módulos de
20 restricción 31 comprendiendo cada uno, una barra 32 de res-
tricción en forma de U, una placa de apoyo 33, articulacio-
nes 34 (1) y 34 (2) sujetas a los extremos de la barra 32
de restricción y un par de pasadores 36 (1) y 36 (2). Los
pasadores 36 (1) y 36 (2) están asegurados (por ejemplo, por
25 soldadura) a respectivas placas de base 37 (1) y 37 (2) y
están sujetas privotalmente (o engoznadamente) a las arti-
culaciones 34 (1) y 34 (2) por espigas 38 (1) y 38 (2). Las
placas de base 37 (1) y 37 (2) están aseguradas (por ejem-
30 plo, por soldadura) a un adecuado miembro estructural 39 -
(tal como la pared de escudo 11, el piso 24 : la viga 26 -



1 (fig. 1) o semejantes. La placa de apoyo arquada 33 está
sujeta a la barra 32 de restricción poco antes de sus extre-
mos 41 (1) y 42 (2) por medios adecuados, tales como una -
5 pluralidad de abrazaderas 25 soldadas o aseguradas de otro
modo a la placa de apoyo 33. Las barras 32 de restricción
en forma de U, con sus placas de apoyo arquedas 33 sujetas,
se colocan alrededor de las tuberías de presión, que deban
ser restringidas (tal como una tubería de acero 43) en re-
lación espaciada con la misma, con una holgura entre medias.
10 (La tubería 43 puede estar cubierta por un aislamiento -
térmico normal indicado por 44).

Los extremos 35 (1) y 35 (2) de la barra de res-
tricción 32 pueden estar soldados a las articulaciones 34
(1) y 34 (2), como se ilustra en las figs. 2a y 2b. Alter-
15 nativamente, la barra de restricción 32 puede estar forma-
da por extremos 45- roscados ensanchados como se ilustra
en la fig. 2c, encontrándose las articulaciones 34 (1) y
34 (2) con roscas hembra emparejadas. Estos extremos 45 -
de mayor diámetro revisten la posibilidad de rotura de las
20 barras de restricción en la raíz de las roscas. Como se -
explicará más completamente a continuación, el material de
las barras de restricción, el número de módulos 31 y el -
diámetro de las barras de restricción están seleccionados
respecto a la energía, que tiene que ser absorbida en el
25 caso de la postulada rotura de la tubería de presión 43.

Las figs. 3a-3c ilustran la acción de la restric-
ción de tubería 23 al absorber la energía de una tubería -
51 dando latigazos, suponiéndose que las fuerzas son tales
que muevan la tubería 51 hacia abajo, como se indica por
30



1 la flecha en la fig. 3b. La tubería 51 y la unidad 23 de res-
tricción se ilustra en sus posiciones normales en la fig. 3a.

5 Fig. 3d es una vista terminal, después de que la
unidad 23 de restricción ha detenido el movimiento de la tu-
bería 51. Las barras de restricción 32 han sido solicitadas
(alargadas) durante la absorción de la energía de latigueso
de la tubería. Las placas de apoyo 33 distribuyen circunfe-
rencialmente a la sollicitación e impiden el aplastamiento to-
tal de la tubería, aunque la tubería ocupe una forma de sec-
10 ción transversal oblonga. Las placas de cojinetes 33 se cur-
van alrededor de la tubería, parcialmente aplastada, y los
extremos libres 41 (1) y 41 (2) tienden a envolverse alrede-
dor de la tubería 51 para restringir así la tubería de un
rebote.

15 La fig. 3c es una vista lateral después de que la
unidad 23 de restricción de tubería haya detenido el movi-
miento de la tubería 51. El uso de una pluralidad de módu-
los 31 de restricción de tubería procura distribución axil
de la energía de latigueso de tubería a lo largo de la tubería
20 51 (según se compara, por ejemplo, para usar una sola barra
de restricción pesada). También se procura distribución de
carga por la habilidad independiente de las placas de apoyo
para conformarse a la superficie de la tubería 51. También
25 el uso de varios módulos 31 para formar la unidad 23 de res-
tricción de tubería reduce el tamaño y el peso de partes indi-
viduales para más conveniente manipulación en la manufactura,
instalación y reemplazo y reduce costes por el uso de elemen-
tos múltiples similares. Además, por esta solución modular la
30 capacidad de absorción de energía de una unidad de restric-

19 JUN 64

- 9 -

1 ción dada, puede ajustarse en un espacio de alcance razo-
nable meramente por selección apropiada de un número de
módulos, de que está formada.

5 La acción de la unidad de restricción de tubería
del invento, al detener una tubería rota, se ilustra más
específicamente con referencias a las figs. 4a-4b. Una ven-
taja especial de la unidad de restricción de tubería del -
invento es su habilidad para detener el movimiento de la
tubería en un ángulo respecto a la línea central normal 53
10 de la tubería 51 y de la unidad 23 de restricción de tube-
ría, por lo tanto se describe el caso general de la fuerza
 F_p de latiguo de la tubería en un ángulo X respecto a la
línea central 53.

15 La figura 4a ilustra las posiciones normales de
la unidad de restricción 23 y de la tubería 51. D_1 es la
holgura inicial entre la tubería y la placa de apoyo 33.
B es el grosor de la placa de apoyo 33 y C es la longitud
de la barra 32 de restricción entre la articulación 34 y
una línea central 54 a través del eje longitudinal del -
20 centro de la tubería 51. R es el radio (exterior) de la
tubería 51 y R_1 es el radio normal de curvatura de la ba-
rra de restricción 32, medido desde el eje longitudinal de
la tubería 51. Así, el largo normal de trabajo de la ba-
rra de restricción 32 es igual a

25
$$\pi / 2(R_1) + 2C.$$

Suponiendo una rotura de tubería que dé por re-
sultado la fuerza F_p de empuje instantáneo de tubería en
un ángulo X a la línea central 53. La tubería 51 se mueve
a través de la holgura inicial D_1 y se pone en contacto -
30



1 con la placa de apoyo 33, como se ilustra en la fig. 4b. A
causa de que el radio R_1 de la barra de restricción 32 es
mayor que el radio R de la tubería, la barra de restricción
32 y la placa de cojinete 33 ahora tienen que cambiar la -
5 forma para conformarse a la tubería. Así, después de que la
tubería 51 se pone en contacto con la unidad de restricción,
como se ilustra en la fig. 4b, la tubería y la unidad de
restricción se mueven conjuntamente a una distancia D_2 (de-
signada la holgura de conformación) hasta que la barra de
10 restricción 32 se queda apretada. Durante este movimiento
sobre la holgura de conformación D_2 , la unidad de restric-
ción 23 se conforma a la tubería, como se ilustra en la fig.
4c, pero no impone ninguna resistencia significativa al mo-
vimiento de la tubería.

15 Así la tubería 51 se mueve a través de una holgura
efectiva igual a la suma de la holgura inicial D_1 y de la -
holgura de conformación D_2 antes de que la unidad de restric-
ción 23 resulte eficaz para resistir al movimiento de la tu-
bería y para absorber la energía de latiguo de la tubería.
20 En la práctica es deseable reducir al mínimo esta holgura
efectiva a la extensión práctica para evitar por ello forma-
ción excesiva de energía cinética de la tubería rota. Cuando
la unidad de restricción 23 es reflejada más allá de la hol-
gura efectiva por la tubería en movimiento, cede plástica-
25 mente la barra de restricción 32 por medio de alargamiento
o estiramiento para absorber la energía de latiguo de la -
tubería. La barra 32 de restricción, que se alarga, así -
aplica una fuerza de reacción F_r a la tubería 51 de acuerdo
30 con la relación de sollicitación- esfuerzo o características



1 de deflexión de carga del miembro de restricción. La fig. 4d
ilustra la unidad 23 de restricción deflectada a una distancia
 D_3 (definida como, la deflexión de trabajo) más allá de la -
holgura efectiva.

5 Pueden desarrollarse relaciones analíticas para pre-
decir la acción de la unidad de restricción 23 bajo la carga
de fatiga de la tubería. Una de tales relaciones está basa-
da en el supuesto de que los dos lados S_1 y S_2 de la barra 32
de restricción se deflexionan por el mismo importe (D_3) aún
10 cuando, en el caso general, los dos lados S_1 y S_2 sean de lar-
gos diferentes (Un simple modelo de esta relación de igualdad-
deflexión es de dos barras separadas de diferente longitud
juntadas por pasadores, con carga aplicada a esta junta de -
pasador.) Así, la fuerza de reacción F_R , basada en este aná-
15 lisis de igualdad-deflexión es como sigue:

$$(1) F_R = AK (D_3^n) (1/L_1^n + 1/L_2^n)$$

donde:

F_R es la fuerza de reacción de la restricción contra
la tubería;

20 D_3 es la deflexión de trabajo de la unidad de restric-
ción;

A es el área de sección transversal de la barra de
restricción;

25 L_1 es la longitud efectiva del lado corto (S_1) de la
barra de restricción;

L_2 es la longitud efectiva del lado largo (S_2) de la
barra de restricción;

30 n es el exponente en una relación de sollicitación-
esfuerzo (dada a continuación) para el material de la barra de
restricción en su región plástica; y



1 K es el coeficiente en una relación de sollicitación-esfuerzo para el material de las barras de restricción en su región plástica.

5 Cuando la barra de restricción 32 se estira bajo la fuerza de empuje de la tubería F_p , existe fricción entre la placa de apoyo 33 y una porción curvada 56 de la barra de restricción 32, que está en contacto con la placa de apoyo 33. A causa de esta fricción, la sollicitación o tensión, en esta porción 56 curvada, se reduce y, por lo tanto, la restricción para 32 no es tan eficaz en su absorción de energía como un miembro de la misma longitud en tensión uniforme. En otras palabras, la barra de restricción 32 tiene un largo eficaz, que es menor que su longitud actual. Así, en consideración a esta reducción de eficacia^{la} ⁽¹⁾ relación/arriba citada, incluye términos de longitud eficaz L_1 y L_2 para los lados corto y largo S_1 y S_2 , respectivamente de la barra de restricción.

20 Los largos eficaces L_1 y L_2 pueden definirse en términos de la geometría y un coeficiente f de fricción como sigue:

$$(2) \quad L_1 = \frac{C + R_1 \left(\frac{\pi}{2} - \frac{\text{sen } x}{\text{sen } y_2} \right) - y_1 (R+B) + (R+B) \left(\frac{n}{f} \right) \left(1 - e^{-\frac{f}{n} y_1} \right)}{(\text{sen } y_1) \frac{1-n}{n}}$$

y,

$$(3) \quad L_2 = \frac{C + R_1 \left(\frac{\pi}{2} + \frac{\text{sen } x}{\text{sen } y_2} \right) - y_2 (R+B) + (R+B) \left(\frac{n}{f} \right) \left(1 - e^{-\frac{f}{n} y_2} \right)}{(\text{sen } y_2) \frac{1-n}{n}}$$

donde:

30 C es la longitud de la porción recta normal de un



1 lado de la barra de restricción 32;

r_1 es el radio interior normal de la porción -
curvada de la barra de restricción 32;

5 x es el ángulo de la fuerza F_p de empuje de tubería desde la línea 53 central normal;

y_2 es el ángulo de contacto entre la tubería 51 y la placa de apoyo 33 sobre el lado largo de la barra de restricción;

R es el radio exterior de la tubería 51;

10 y_1 es el ángulo de contacto entre la tubería 51 y la placa de apoyo 33 sobre el lado corto de la barra de restricción;

15 n es el exponente en una relación de sollicitación-esfuerzo (dada a continuación) para el material de la barra de restricción en su región plástica.

e es la base del sistema natural de logaritmos;

f es el coeficiente de fricción entre la barra de restricción 32 y la placa de apoyo 33.

20 Tablas del coeficiente de fricción para varios materiales se encuentran en muchos manuales conocidos. Tales valores de manuales de f (tales como en el orden de 0,5 entre miembros secos de acero) se encuentra que son -
alguno altos para la presente aplicación. Así para metales
particulares en un caso particular un valor exacto de f se
25 determina mejor por experimentación de rutina. Para una barra de restricción 32, formada de acero inoxidable 304, y una placa de apoyo 33 formada de acero al carbono, el coeficiente de fricción f para la condición limpia, no lubricada, se ha encontrado que es de alrededor 0,2. La fric-

30



1 ción puede ser reducida por el uso de revestimientos reduc-
tores de fricción, de materiales, tales como grafito, polite-
trafluoroestileno o semejantes. El coeficiente K y el expo-
nente N arriba mencionados, aparecen en la bien conocida re-
5 lación de sollicitación, sollicitación, esfuerzo para la re-
gión plástica del material:

$$(4) S = Ks^n$$

donde:

S es la sollicitación o fuerza; y

10 s es el esfuerzo o alargamiento.

El coeficiente K y el exponente n se determinan
mejor experimentalmente por un ensayo de sollicitación contra
esfuerzo de una muestra de la clase de material, de la que
deba formarse la barra de restricción 32. Tal ensayo de ru-
15 tina bien conocido procura los datos, de los que puede tomar
se una curva de sollicitación contra esfuerzo. Una curva re-
presentativa de sollicitación-esfuerzo de ensayos tensibles
de acero inoxidable 304, por encima de su alcance plástico
se ilustra en la fig. 5. Esta curva muestra la característi-
20 ca de sollicitación-esfuerzo de este material desde su punto
de cesión de sollicitación s_y de alrededor de 35.000 libras
por pulgada cuadrada "psi" a su fuerza o sollicitación últi-
mas en el orden de 90.000 psi con un alargamiento o esfuer-
zo de alrededor de 55% en su última sollicitación s_u .

25 El coeficiente K y el exponente n en la preceden-
te relación (5) pueden determinarse de una manera bien co-
nocida por un ajuste a la curva de sollicitación-esfuerzo.
Para la curva de sollicitación-esfuerzo de acero inoxidable
304, mostrada en la fig. 5, el valor del coeficiente K es
30



1 de alrededor de 104.000 y el valor del exponente n es de
alrededor de 0,24.

La deflexión D_3 de trabajo de restricción puede
definirse en términos de las características de solicita-
5 ción-esfuerzo del material como:

$$(5) D_3 = s(L_1)(\text{seno } y_1) \left(\frac{1}{n}\right)$$

Para procurar un límite de diseño suficientemen-
te conservador para la deflexión de trabajo D_3 , un valor de
diseño s_d del esfuerzo s se selecciona, que es aproximada-
10 mente una fracción (por ejemplo, en el orden de media) del
esfuerzo máximo S_u en la sollicitación última del material -
particular de la barra de restricción, es decir:

$$(6) D_3 \text{ (límite de diseño)} = S_d(L_1)(\text{seno } y_1)\left(\frac{1}{n}\right)$$

15 donde:

s_d es el límite de esfuerzo seleccionado para el
material de la barra de restricción.

El área bajo una curva de sollicitación-esfuerzo
para un material particular (tal como en la fig. 5 para -
20 acero inoxidable 304) del esfuerzo s_y en el punto de cesión
al esfuerzo S_u en la última sollicitación, representa la -
capacidad de absorción de energía del material. Esta área
y, por lo tanto, la correspondiente energía E, pueden deter-
minarse por integración de la relación de sollicitación-es-
25 fuerzo. La fig. 6 es una curva representativa de energía-es-
fuerzo para acero inoxidable 304, derivada de la integración
de la curva de sollicitación-esfuerzo de la fig. 5. (curvas
de sollicitación-esfuerzo y energía-esfuerzo para otros ma-
teriales obviamente pueden determinarse de una manera simi-



1 lar). De las consideraciones precedentes, una unidad de -
restricción de acuerdo con el invento, para absorber ener-
gía de latiguo de tubería en una aplicación particular, -
puede determinarse. El largo inicial o normal de la barra
5 de restricción 32 se determina por el tamaño de la tubería
51, la distancia entre la tubería y el miembro estructural
39, al que está anclada la unidad de restricción y la hol-
gura D_1 inicial requerida. La selección del material y an-
chura y grosor de la placa de apoyo 33 es un compromiso en-
10 tre suficiente rigidez para reducir al mínimo el aplastamien-
to de la tubería y suficiente maleabilidad para permitir el
envolver y conformar a la tubería.

El número, de módulos 31 de restricción y, por
lo tanto, barras de restricción 32, en la unidad de restric-
15 ción, se selecciona para procurar la deseada distribución -
longitudinal de la fuerza de restricción F_r sobre la tube-
ría y para conveniencia del fabricante y manipulación, se
recomienda un mínimo de cuatro barras de restricción por -
unidad de restricción. El material, del que están formadas
20 las barras 32 de restricción, está seleccionado para procu-
rar alta capacidad absorbente de energía. De los materiales
adecuados, se prefiere acero inoxidable 304. Dada la longi-
tud de la barra de restricción, el número de módulos de res-
tricción y así de barras de restricción, por unidad de res-
25 tricción y el material de restricción el diámetro de las -
barras de restricción se determina en relación con la ener-
gía del latiguo de la tubería, que deba absorberse por las
relaciones expuestas arriba, y en las figs. 5 y 6 por ejem-
plo, suponiendo un - caso peor- o máximo ángulo α de defle-
30 xión anticipado y limitando el esfuerzo en el lado corto -



1 del miembro de restricción al esfuerzo límite del diseño -
s_d. Puede ser necesaria alguna integración para llegar a un
equilibrio práctico entre el diámetro de las barras de res-
tricción y el número de tales barras en la unidad. Por ejeme
5 plo, si un diámetro determinado es indeseablemente grande, pue
de seleccionarse un número mayor de barras de restricción.

Ejemplos de una familia de nueve unidades de restric-
ción se tabulan en la fig. 7. Estas unidades de restricción
fueron diseñadas para el uso con las varias tuberías en un -
10 sistema generador de vapor de reacción nuclear con una presión
de sistema de alrededor de 1.000 psig a una temperatura de
alrededor de 600° F. Las barras de restricción están forma-
das de acero inoxidable 304. Otras partes pueden estar for-
madas de acero al carbono. La "carga" dada en la fig 7, es
15 la máxima capacidad de carga de la restricción a la solicita-
ción última de las barras de restricción.

La fig. 7 también ilustra una conexión pivotable -
alternativa entre las barras de restricción y las placas de
base comprendiendo pasadores roscados 134 (en lugar de arti-
20 culaciones) ajustados a los extremos de las barras de restric-
ción 32 y colocados entre los pasadores 136 sujetos a pla-
cas de base 137.

25 N O T A
 =====

La presente patente de invención, comprende las siguien-
tes reivindicaciones:

1.- Dispositivo de restricción para limitar el movimiento
de una tubería en caso de ruptura en instalaciones de suministro



tro
1 /de vapor provistas de tuberías, las cuales conducen un flui-
do de alta presión caracterizado por comprender: un miembro
de restricción en forma de U, colocado alrededor de dicha tu-
bería y espaciado de la misma; medios de soporte adyacentes
5 a cada extremo de dicho miembro de restricción, estando fija-
dos dichos medios de soporte a un miembro estructural de -
dicho sistema; y una conexión pivotable entre cada extremo -
de dicho miembro de restricción, estando fijados dichos me-
dios de soporte a un miembro estructural de dicho sistema; y
10 una conexión pivotable entre cada extremo de dicho miembro
de restricción y dichos medios de soporte, seleccionandose el
material y el tamaño de dicho miembro de restricción para -
procurar alargamiento plástico de dicho miembro de restric-
ción y absorción de energía de dicha tubería contra dicho -
15 miembro de restricción en el caso de dicha rotura de tube-
ría.

2.- Dispositivo, según la reivindicación 1, caracte-
terizado porque dicha conexión pivotable consiste en una dis-
posición de articulación.

20 3.- Dispositivo según la reivindicación 2, caracte-
rizado porque la disposición de articulación comprende ar-
ticulaciones sujetas a los extremos de dicho miembro de -
restricción y pasadores sujetos a dichas articulaciones con
espigas, estando fijados dichos pasadores a dichos medios de
25 soporte.

4.- Dispositivo, según la reivindicación 3, caracte-
terizado porque dichas articulaciones están sujetas a dicho
miembro de restricción en sus extremos por roscas y porque
los extremos roscados de dicho miembro de restricción son



1 de diámetro aumentado.

5 5.- Dispositivo, según la reivindicación 1, caracterizado porque incluye además una placa de apoyo, asegurada a dicho miembro de restricción entre dicho miembro de restricción y dicha tubería y espaciado de dicha tubería.

10 6.- Dispositivo, según la reivindicación 5, caracterizado porque dicha placa de apoyo está sujeta a dicho miembro de restricción lejos de los extremos de la placa de apoyo, por lo que dicha placa de apoyo tiende a envolverse alrededor de dicha tubería al recibir el impacto por dicha tubería en el caso de la citada rotura de tubería.

15 7.- Dispositivo, según la reivindicación 1, caracterizado porque en un sistema de suministro de vapor, dicho dispositivo de restricción consiste en un módulo de una pluralidad de miembros de restricción situados adyacentemente y conexiones pivotables entre dos extremos de cada miembro de restricción y dicho medio de soporte.

20 8.- Dispositivo, según la reivindicación 1, caracterizado porque dicha conexión pivotable consiste en pasadores abiertos sujetos a los extremos de dicho miembro de restricción y espigas a través de dichas aberturas en dichos pasadores, estando aseguradas dichas espigas a dichos medios de soporte.

25 9.- "Dispositivo de restricción para limitar el movimiento de una tubería, en caso de ruptura."

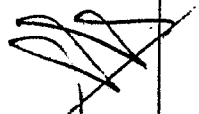
179 JUN 1974

1
5
10
15
20
25
30

Según se describe y reivindica en la presente memoria descriptiva y consta de veinte hojas foliadas y escritas a máquina por una sola de sus caras y los planos - que a la misma se acompañan.

Madrid, a

19 JUN 1974
CARLOS ROES
P. P.
Fdo: Francisco del Pezo


30

19 JUN 1974
10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30
E.I.S.
MEXICO

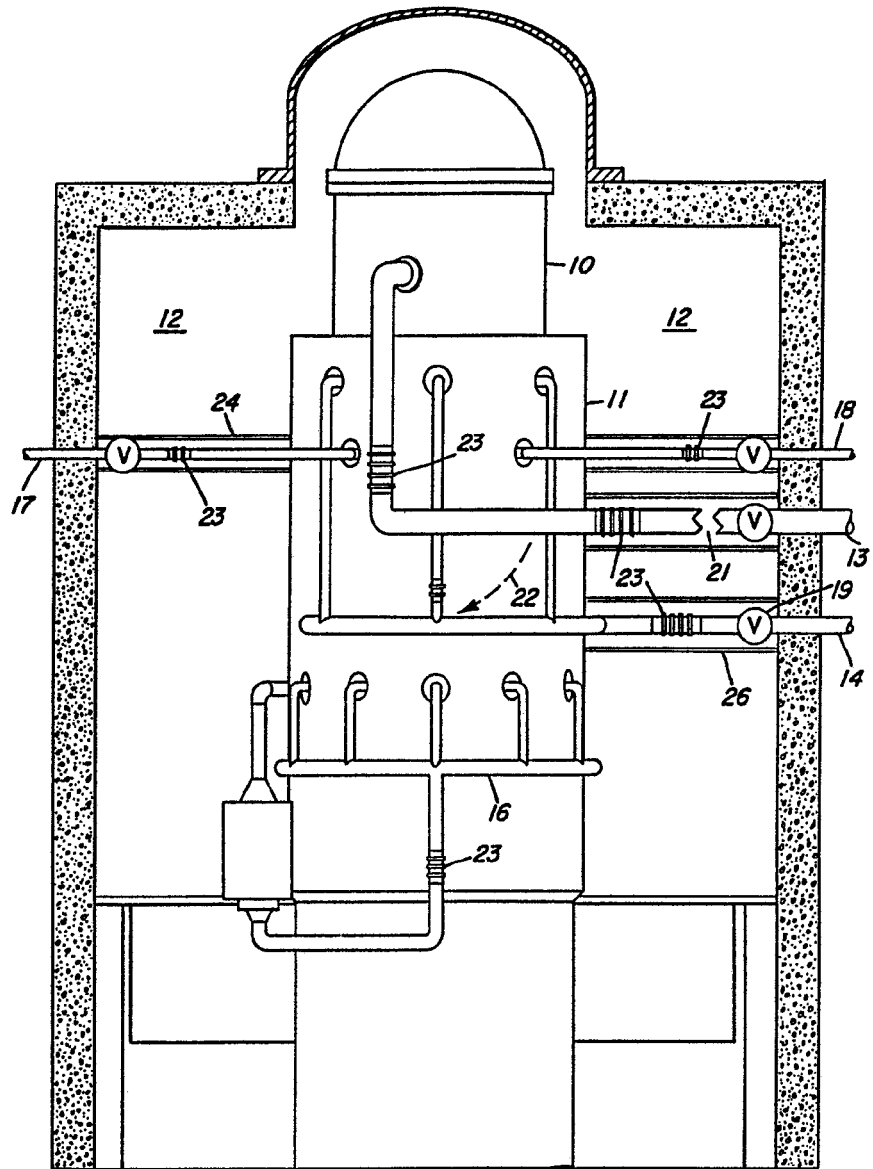


Fig. 1

ESCALA VARIABLE

CARLOS ROEB
P. P.

Fdo: Francisco del Pozo

19 JUN 1974

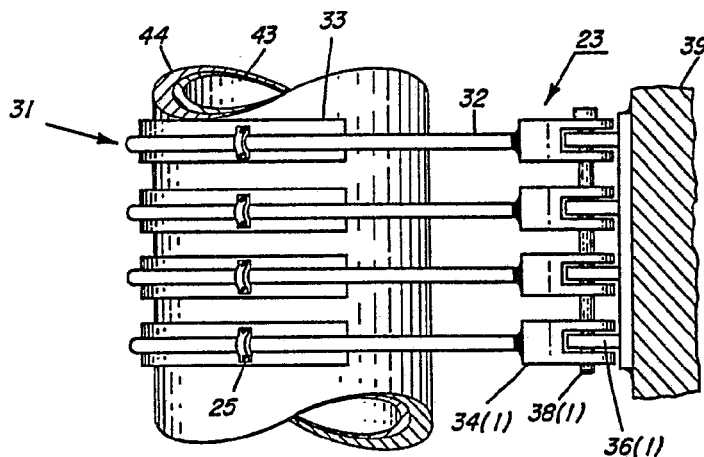
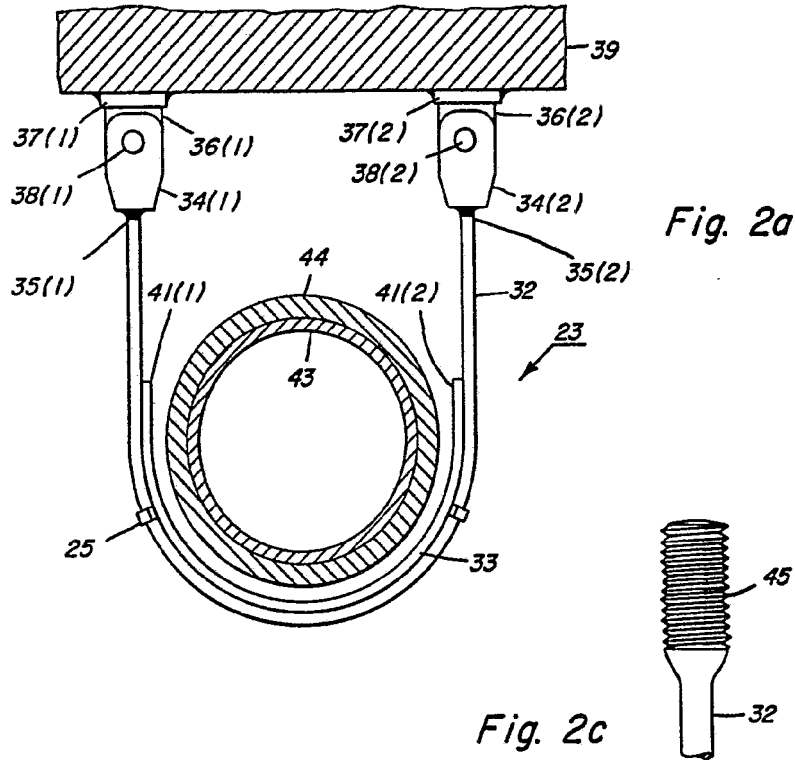


Fig. 2b

ESCALA VARIABLE
CARLOS ROEB
P. P.

Fdo.: Francisco del Pozo

19 JUN 1974

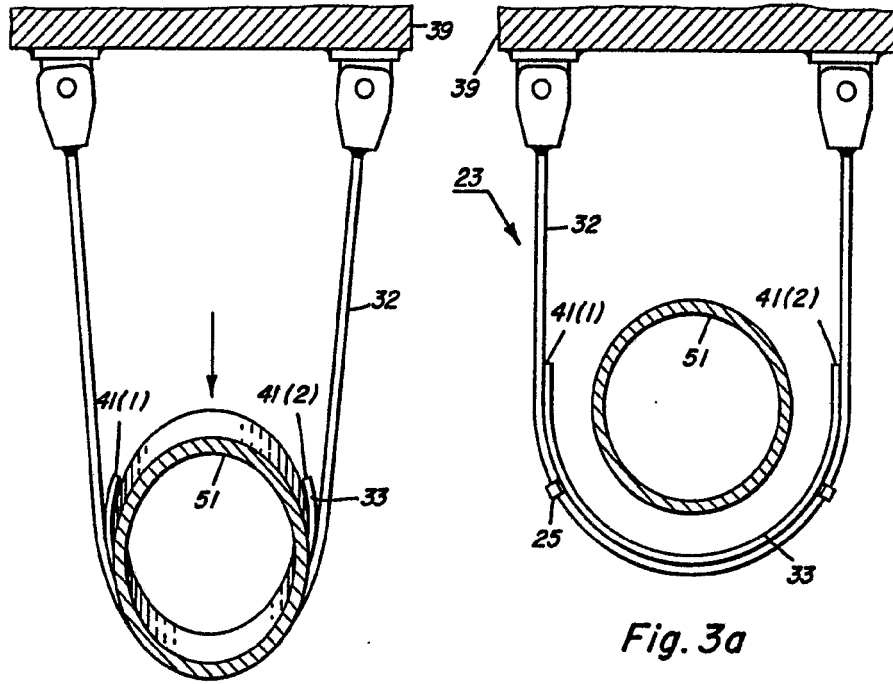


Fig. 3a

Fig. 3b

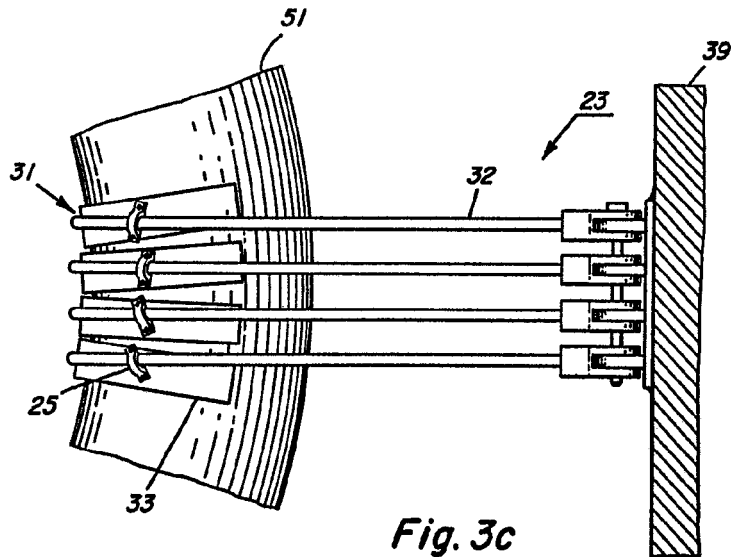


Fig. 3c

INVENTOR
FRANCISCO DEL POZO
BY
[Signature]

Fdo.: Francisco del Pozo

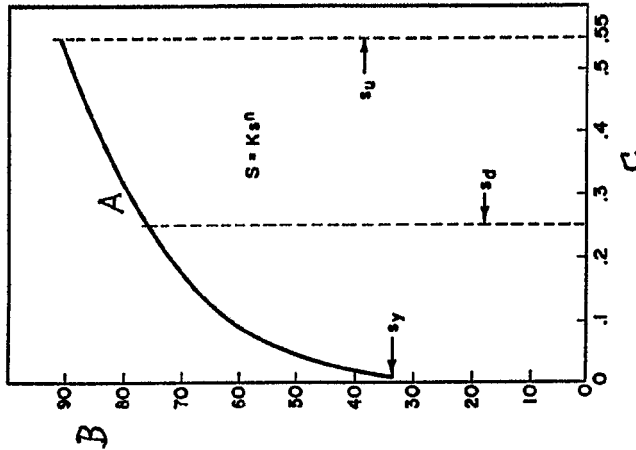


Fig. 5

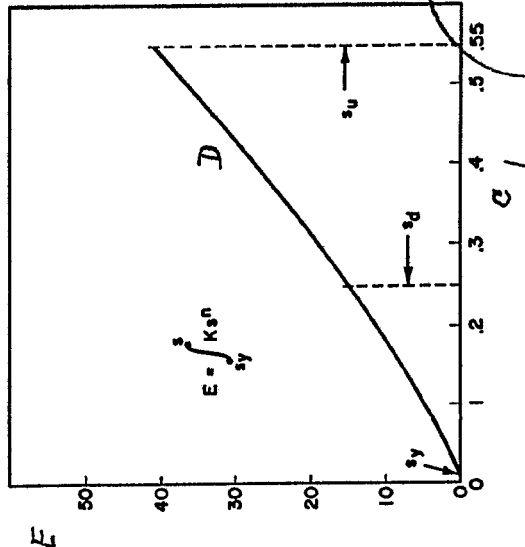
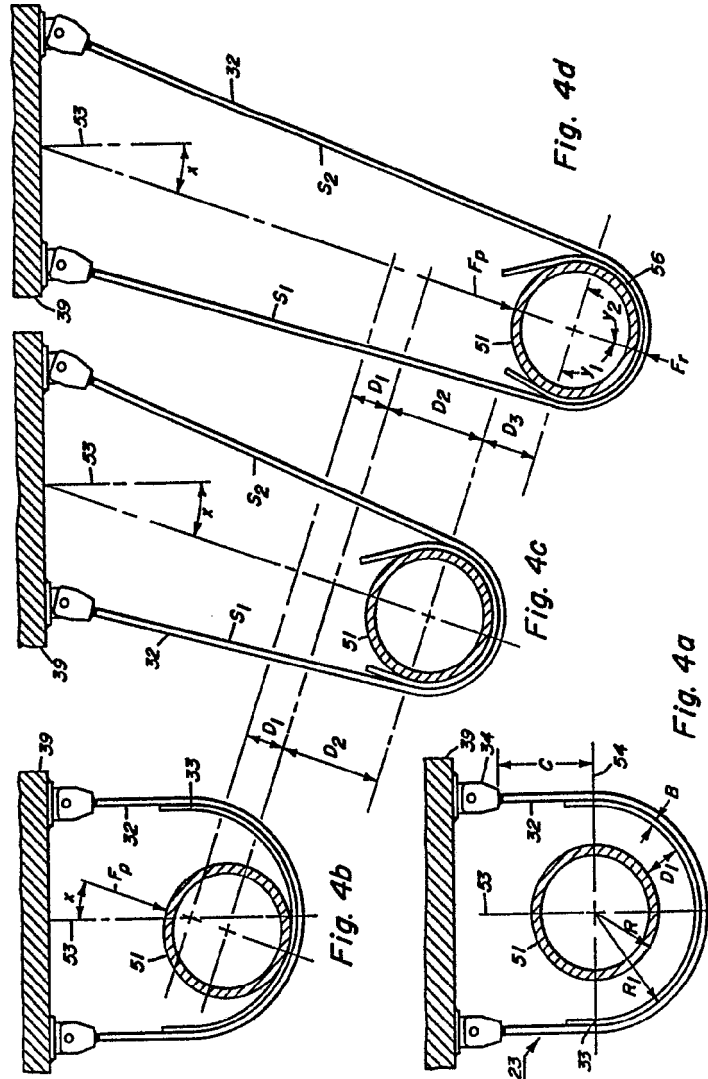
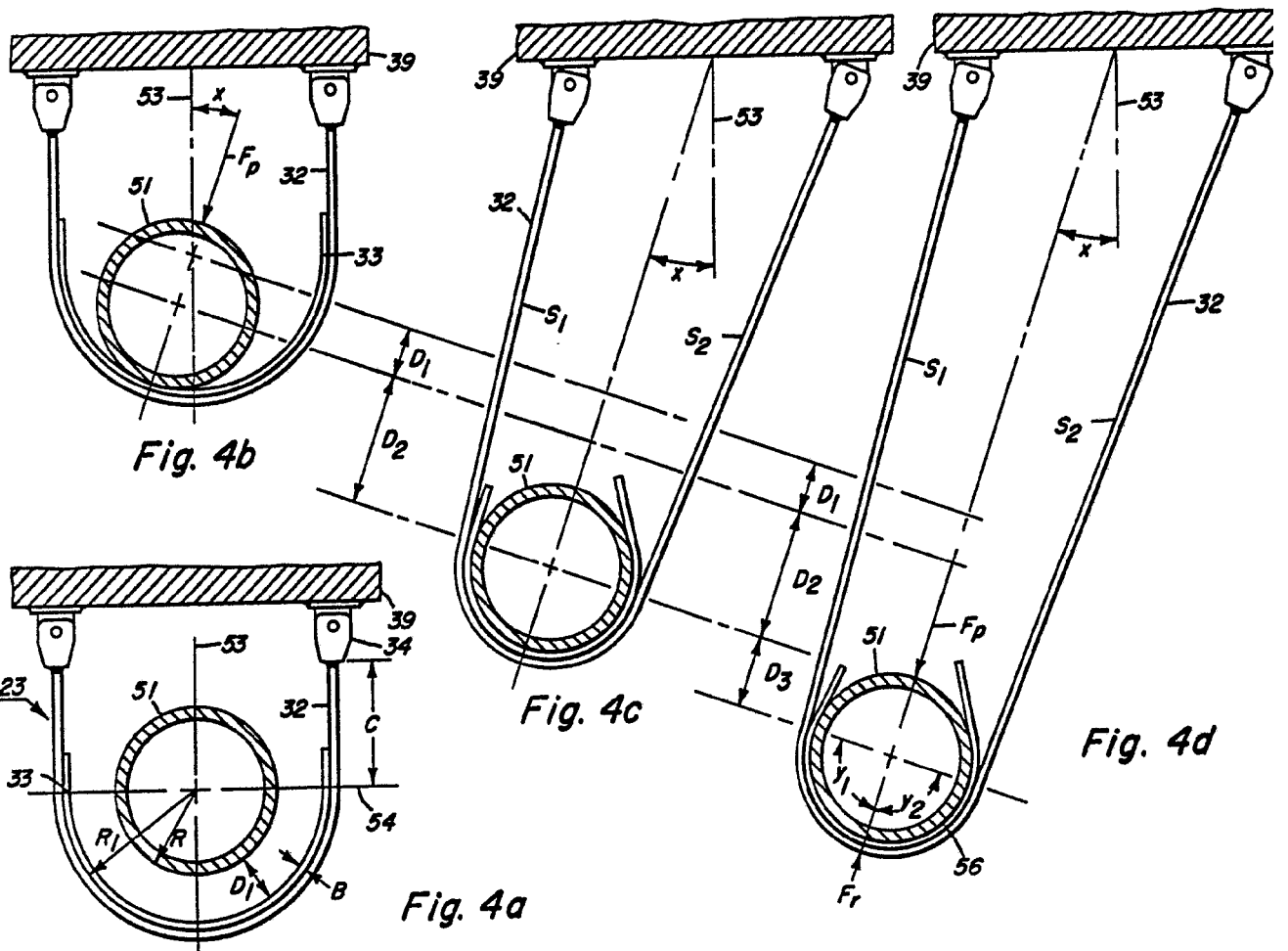


Fig. 6



TABLE



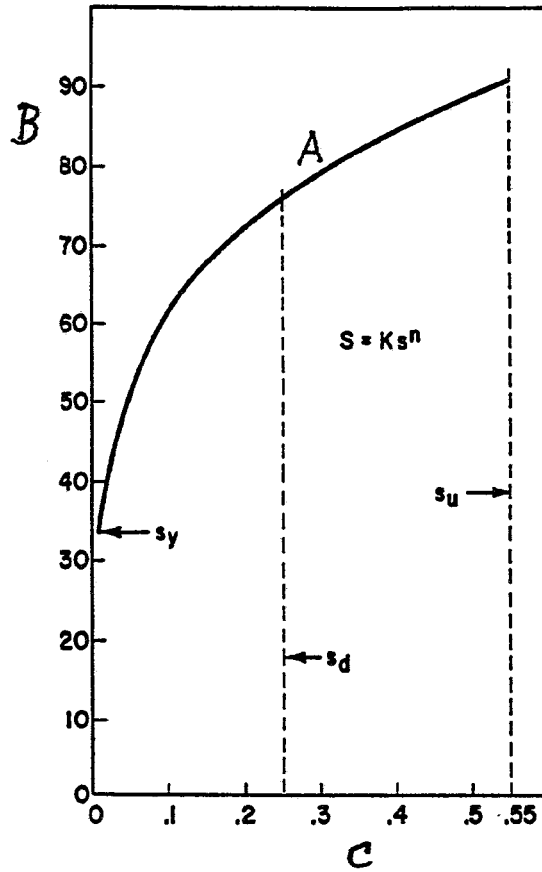
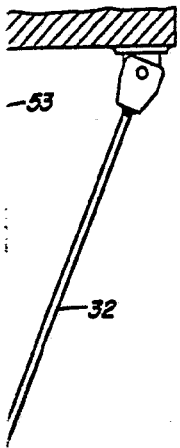


Fig. 5

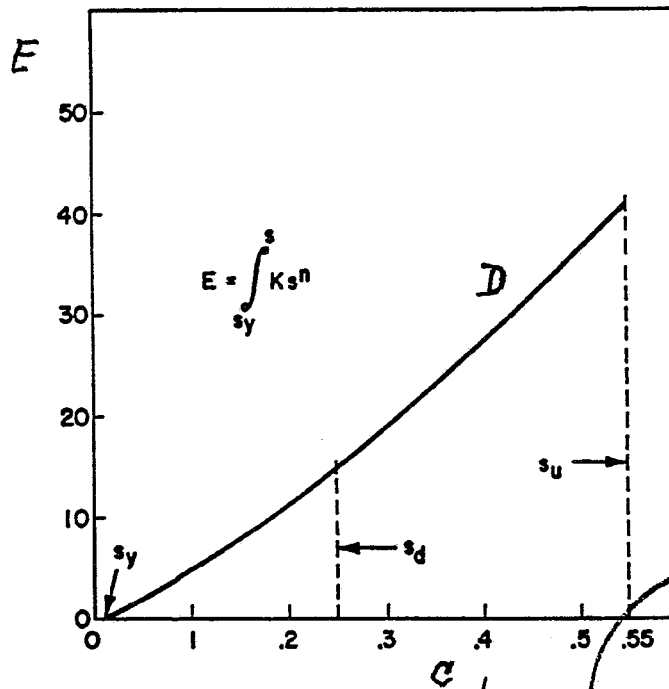


Fig. 6

Fig. 4d



