



22 ENE

375772

MP/.

375772

# memoria descriptiva

SECCION TECNICA
CLASIFICACION I.P.C.
CLASE <u>H05</u>
SUBCLASE <u>G</u>

CLASE DE REGISTRO

una Patente de Invención, por veinte años en España,

NOMBRE Y NACIONALIDAD DEL SOLICITANTE

General Electric Company  
(sociedad norteamericana)

RESIDENCIA Y DOMICILIO

New York, N.Y. 10016 (USA)  
159 Madison Avenue

OBJETO

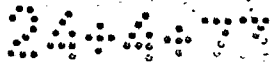
"DISPOSITIVO DE FUENTE DE TELETERAPIA".

INVENTORES:

Norman Charles Howard y Lawrence Earl Wilkinson, ambos de nacionalidad norteamericana.

PRIORIDAD:

Solicitud Patente USA Serial nº 793.699 del día 24 de Enero de 1969.



22 ENE



- 1.-

375772

1

Varios tipos de radiación de alta energía se han usado durante cierto tiempo en el tratamiento de ciertas formas de cáncer. Originalmente se usó radium en forma de implantes y moldes de contacto. Los intentos para usar radium en un modo de teleterapia, es decir, utilizando radiación colimada desde una fuente de radium espaciada respecto a la piel del paciente, quedaron ampliamente sin éxito debido a la baja energía de las fuentes de radium, que daban una elevada dosis de superficie y una baja dosis de profundidad. En adición, a causa de la baja actividad específica de la sal de radium, las fuentes eran grandes y, como resultado, los bordes del rayo de radium estaban mal definidos. A causa de estos problemas, resultaron preferidos generalmente los rayos X en la terapia de rayos. Idealmente, el objeto de la terapia externa de rayos es producir una distribución homogénea de energía absorbida dentro de un volumen de tratamiento a intervalos de tiempo prescritos, mientras no se produce ninguna absorción de energía en los tejidos fuera de este volumen. Se ha hallado que, cuanto más alto sea el voltaje generador, tanto más útiles serán terapéuticamente las características de un rayo de los rayos X para el tratamiento de cáncer profundamente arraigado. Así los generadores de rayos X se han desarrollado con voltajes cada vez más altos.

5

10

15

20

25

A principios de los años 1950 se encontró que la radiación gamma, emitida por el decaimiento de cobalto 60, está en la región de alta energía muy deseable y tiene ciertas otras ventajas sobre la radiación X. La teleterapia

30



22 ENERO

- 2.-

375772

1 usando fuentes de cobalto-60 tiene un gran número de venta-  
jas sobre la anterior teleterapia de radium y de rayos X.  
La atenuación de su alta energía (1.25 MeV) de radiación,  
5 cuando pasa a través de un medio absorbente, no es tan rápi-  
da como la de la radiación de energías inferiores. Como re-  
sultado, la disminución en el régimen de dosis con profundi-  
dad creciente en tejido es más gradual con radiación de co-  
balto 60 que con rayos de voltaje inferior de rayos X o de  
10 radiación de radium.

15 El cobalto se presenta en la naturaleza en una  
forma isotópica, con un número de masa de 59. El cobalto  
60 puede ser producido fácilmente por irradiación de neutro-  
nes de cobalto 59 en un reactor nuclear. La actividad espe-  
cífica en curies de cobalto-60, por gramo del cobalto irra-  
diado, es dependiente del flujo de neutrones térmicos, a que  
está sometido el material en el reactor. Donde el flujo de  
neutrones es relativamente bajo, la actividad específica del  
20 cobalto-60, producido, será relativamente baja y se requeri-  
rá una gran cantidad del material para dar actividad efecti-  
va en una fuente de teleterapia. Por una variedad de razo-  
nes, que se discutirá posteriormente, es altamente deseable  
que la fuente de teleterapia de cobalto-60 tenga actividad  
específica relativamente alta.

25 Una importante ventaja de radiación de cobalto-60  
es el hecho de que el punto de máxima absorción de energía  
para un único rayo de radiación de cobalto-60 es a una pro-  
fundidad de aproximadamente 0,5 centímetros por debajo de  
la piel, más que en la superficie de la piel. Las reaccio-

30



375772

1 nes de la piel son, por lo tanto, mínimas, aún cuando se entregaron dosis radicales.

5 A energías convencionales de rayos X, a causa del predominio de absorción por el proceso fotoeléctrico, la energía absorbida en hueso es significativamente mayor que en tejido blando. A la energía de radiación de cobalto-60, el principio del proceso de absorción es el del efecto Compton, por el que la energía absorbida por roentgen por gramo, de hueso y tejido blando, es aproximadamente la misma. Esto reduce el daño al hueso cuando el tratamiento atraviesa hueso normal.

15 Puesto que todas las estructuras del cuerpo absorben radiación de cobalto-60 aproximadamente al mismo grado, las discontinuidades en patrones de dosificación se minimizan, de modo que es más exacta la dosimetría terapéutica. La radiación esparcida, procedente de interacción de radiación primaria de cobalto-60 con tejido está predominantemente en la dirección de avance. A causa de la pequeña cantidad de radiación esparcida lateralmente, la caída de dosis en el borde geométrico del rayo de radiación gamma es rápida, reduciendo la dosis a estructuras sensibles adyacentes.

25 Las unidades de cobalto-60 son también ventajosas sobre generadores de rayos X de alto voltaje a causa de su simplicidad, flexibilidad y constancia de salida. La ausencia de complicados circuitos eléctricos y electrónicos reduce los problemas de mantenimiento y elimina la necesidad de un equipo de personal altamente experimentado. La relativa simplicidad y el pequeño tamaño de la cabeza de la fuente



375772

1 y la ausencia de pesadas conexiones eléctricas, permite un  
alto grado de flexibilidad en el diseño del equipo. Esto  
ha dado por resultado el desarrollo y producción de una am-  
5 plia gama de unidades rotativas de cobalto-60.

5 La fuente de radiación usada en las unidades de  
teleterapia de cobalto-60 consiste en una pequeña cantidad  
de cobalto-60 en un envase, que está inserto en la cabeza  
de teleterapia. La usual unidad de terapia de rayos de  
10 cobalto-60 consiste en la fuente radiactiva de cobalto-60  
encapsulada, un blindaje de fuente o alojamiento, un dispo-  
sitivo obturador para conectar y desconectar el rayo útil,  
y una variedad de mecanismos de soporte y mecanismos de con-  
15 trol de rayo y de ajuste. El alojamiento de la fuente y el  
obturador incluyen suficiente material de blindaje, tal co-  
mo plomo, para que la radiación de fuga desde el blindaje  
de la fuente promedie menos de 2 miliroentgens por hora a  
una distancia de un metro desde la fuente, en todas las di-  
20 recciones. Mientras que una amplia variedad de unidades de  
terapia ha sido diseñada, se ha diseñado un único soporte  
de fuente de norma internacional, que se ajustará a la ma-  
yoría de estas unidades. Este sujetador puede acomodar una  
fuente cilíndrica de hasta 3 centímetros de diámetro por 3  
centímetros de altura. La cantidad de material de blindaje  
25 incluido en el alojamiento de la unidad se determina por el  
límite de fuga de radiación y la actividad esperada de fuen-  
tes, que deban usarse en el mismo. Así, fuentes de salida  
más altas pueden no ser utilizables en más antiguas unida-  
des de teleterapia puesto que causarían radiación de fuga,

30

34473



375772

-5.-

1  
5  
10  
15  
20  
25  
30

que excedería de los límites permisibles. Sin embargo, materiales de fuente de alto rendimiento de salida están siendo disponibles debido a la habilidad mejorada para producir cobalto-60 en reactores nucleares de alto nivel de flujo.

Las fuentes de alta actividad permiten el tratamiento de un tejido de situación profunda en periodos más breves.

En el sujetador normalizado internacional, el máximo diámetro de fuente es de 3 centímetros. Naturalmente que pueden usarse fuentes de diámetro menor, insertando un espaciador (o pieza de relleno) entre la pared exterior de la fuente y la pared interior del sujetador. En general, es deseable que el diámetro mínimo posible se acerque a una verdadera fuente de punto, y un diafragma es usado entre la fuente y el objeto, que recibe la radiación, cayendo la radiación agudamente en el borde del campo. Sin embargo, cuando la fuente tiene un gran diámetro, resultará una amplia penumbra; es decir, que la caída de radiación fuera del campo será más gradual. Esto resulta del hecho de que la radiación, procedente desde un lado de la fuente, está limitada por la apertura del diafragma de una manera diferente a la que emerge del lado opuesto. Una penumbra extensiva es indeseable, puesto que dará por resultado la irradiación de tejidos sanos y posiblemente sensibles, adyacentes a la porción que se está tratando.

Por lo tanto, hay una continuada necesidad de configuraciones mejoradas de fuente de teleterapia de cobalto-60, que permiten el uso de materiales de fuentes de más alta



375772

1 actividad específica, sin exceder de la radiación de fuga permisible y que mejoren la exactitud y precisión de la radiación terapéutica.

5 Los objetos de este invento se realizan procurando una fuente de teleterapia de cobalto-60, en que el material de fuente de cobalto-60 está por lo menos parcialmente rodeado y en contacto íntimo con una cantidad de material de blindaje, que, a su vez, está doblemente encapsulado en  
10 envases de acero inoxidable, cuya dimensión exterior se ajusta en el sujetador de fuente de teleterapia de norma internacional. Preferentemente, el material de cobalto-60 está en la forma de pequeñas tabletas de disposición generalmente cilíndrica dentro de un anillo, anillo-y-capuchón, o  
15 miembro de blindaje en forma de cazoleta. Las paredes radiales de dicho miembro de blindaje preferentemente tienen un grosor desde alrededor de 0,3 hasta 0,7 centímetros. Este alcance de grosor es preferido, puesto que paredes mucho más delgadas tienden a disminuir la capacidad de blindaje, al punto en que no pueden usarse con seguridad fuentes  
20 de cobalto-60 de mayor rendimiento de salida, mientras que paredes más gruesas aumentarían el diámetro del núcleo, al punto, en que se requeriría en el material de fuente una actividad específica inalcanzablemente alta. El miembro de blindaje interno y el material de fuente entonces son doblemente encapsulados en botes de acero inoxidable, teniendo  
25 un grosor de alrededor de 0,65 milímetros. Se prefiere acero inoxidable para los botes encapsuladores a causa de su resistencia, solidez contra corrosión y habilidad para ser  
30

34473

22



375772

- 7.-

1 fácilmente cerrados con soldaduras de elevada integridad.  
Es indeseable usar material de alta densidad para el reci-  
5 piente encapsulador, puesto que ésto también atenuaría la  
radiación en el rayo de tratamiento.

5 Mientras que cualquier material teniendo una den-  
sidad mayor de alrededor de 10 gramos por centímetro cúbico  
sería útil en el miembro interior de blindaje, se prefieren  
10 metal de uranio no aleado y no revestido o una aleación ade-  
cuada de tungsteno para el uso en el blindaje interno. El  
uranio funciona extremadamente bien como blindaje interior.  
Preferentemente, el uranio está sin alear y sin revestir,  
puesto que cualesquiera materiales aleadores o revestidores  
15 tendrían densidades más bajas y disminuirán la capacidad  
blindadora del miembro interno de blindaje. Se ha hallado  
según el invento, que el uranio en el estado sin revestir,  
puede ser usado en la configuración de este invento, puesto  
que el material interno de blindaje está enteramente encap-  
20 sulado. El metal de uranio es difícil de usar en un blinda-  
je externo en aire, puesto que se oxida fácilmente y después  
se expansiona en volumen. Así, un blindaje externo de ura-  
nio puede dilatarse al punto, en que impide el desmontaje  
de componentes muy ajustados. El tungsteno también se pre-  
fiere para el material de blindaje interno, por razón de su  
25 densidad elevada y por su disponibilidad a coste razonable.

Se ha hallado que la adición del miembro de blin-  
daje interno compuesto de material blindador, muy eficaz en  
contacto íntimo con el material de fuente, es mucho más efi-  
caz que la cantidad equivalente de material blindador más  
30



22 1970

375772

- 8.-

1 espaciado del material de fuente. La masa de material de  
blindaje para dar un grosor equivalente de blindaje es menor,  
cuando el blindaje está contenido dentro de los botes, que  
encapsulan el material de fuente, que cuando el material de  
5 blindaje está en la forma de un anillo al exterior de los  
botes encapsuladores. También el anillo de blindaje exte-  
rior mayor permitiría que se fugase una mayor cantidad de  
radiación por los extremos del anillo. Cuando el blindaje  
es interno, los rayos de fugas terminales son significativa-  
10 mente más estrechos.

La atenuación de radiación gamma a través de mate-  
ria es exponencial porque para una energía de radiación par-  
ticular los grosores iguales sucesivos de un material reduci-  
rán la intensidad de radiación por fracciones iguales. Por  
15 ejemplo, un grosor de 1,2 centímetros de plomo atenúa la ra-  
diación primaria de cobalto-60 por un factor de 2, mientras  
que un grosor adicional de 1,2 centímetros reducirá la ex-  
posición original por un factor total de reducción de 4.  
Así, si se requiere que el régimen de dosis de exposición  
20 sea reducido por un factor de 1,000, con el fin de reducir  
la fuga de radiación adyacente a una unidad de terapia, a  
límites permisibles, entonces, puesto que es  $1024 = 2^{10}$  de  
energía, será necesario un grosor de 12 centímetros de plomo  
para protección de rayos primarios. El grosor de un absorbe-  
25 dor, que atenúe un rayo de radiación por  $1/2$  es denominado  
"grosor de medio valor". Para radiación primaria de cobalto  
-60 el grosor de medio valor de uranio es 0,566 centímetros,  
y de tungsteno es de 0,69 centímetros. Así, la inclusión  
30



375772

1 de 0,3 a 0,7 centímetros de blindaje interno de uranio en  
una cápsula de fuente incrementará el blindaje efectivo de  
la unidad general por un factor de alrededor de 0,53 a 1,25.  
5 Para tungsteno este factor es de alrededor de 0,43 a 1,02.  
Así, con la fuente de teleterapia de este invento, el nivel  
de actividad permisible de la fuente, en una máquina conven-  
cional de teleterapia se incrementará por aproximadamente  
45% hasta alrededor de 125%.

10 Como el uso del blindaje interno permite el uso de  
materiales de más elevada actividad, la fuente puede hacerse  
más estrecha con el fin de acercarse más próximamente a la  
fuente ideal de punto. Esto disminuirá grandemente el efec-  
to de penumbra y sustancialmente disminuirá la indeseable  
15 irradiación de estructuras sensibles, adyacentes a la mate-  
ria que se está irradiando.

Los detalles del invento y de ejecuciones preferen-  
tes del mismo se entenderán además con referencia al dibujo,  
en que:

20 La figura 1 muestra una vista isométrica, parcial-  
mente seccionada, de una fuente de teleterapia según el in-  
vento, colocada en un sujetador de fuente de norma interna-  
cional;

25 la figura 2 muestra una vista isométrica, parcial-  
mente cortada, de una segunda ejecución de la fuente de te-  
leterapia de este invento, colocada en un sujetador de fuente  
de norma internacional; y

la figura 3 muestra una representación esquemática  
de una típica máquina de teleterapia de cobalto-60 incluyen-

22



375772

- 10.-

1

do la fuente de teleterapia de este invento.

5

Haciendo ahora referencia a la figura, puede observarse una fuente de teleterapia, generalmente designada con 10, encerrada dentro de un sujetador de fuente de norma internacional, designado generalmente con 11. Las dimensiones del sujetador 11 de fuente se han hecho normalizadas por convenio internacional. El sujetador de fuente 11 lleva roscas exteriores 12 para permitir que el sujetador de fuente sea roscado dentro de una máquina de teleterapia. El sujetador 11 de fuente es cargado insertando la fuente 10 cilíndrica en el taladro de diámetro normalizado del sujetador 11 de fuente. Una pestaña 13, proyectada hacia dentro, de forma anular, impide que la fuente 10 pase a través del taladro. Un anillo de retención 14, engranado en una ranura anular en el taladro del sujetador 11 de fuente, retiene la fuente 10 en posición.

10

15

20

Como se ve en la figura 1, la fuente 10 consiste en una cantidad de material de fuente 15 de cobalto-60 dentro de un miembro 16 de blindaje interno en forma de anillo, estando ambos doblemente encapsulados dentro de dos botes concéntricos de acero inoxidable 16 y 17. Los miembros terminales de los botes 16 y 17 están soldados en su lugar para evitar fugas de material radiactivo.

25

Esta configuración permite el uso de un material de fuente de cobalto-60 de alta actividad en una máquina normalizada de teleterapia, puesto que el material adicional de blindaje está dispuesto en la posición de máxima eficacia. También, el cilindro de material de fuente de cobal

30



1 to-60 es relativamente estrecho, disminuyendo así el diámetro del rayo de salida y, por lo tanto, el indeseable efecto de penumbra. Puesto que el material 16 de blindaje interno  
5 está enteramente encerrado dentro de botes 16 y 17 de doble encapsulamiento, los materiales, tales como metal de uranio, que tienden a hincharse, cuando se exponen a la atmósfera, pueden usarse sin inconveniente. Si se hiciera un intento para usar un anillo de metal de uranio entre un estrecho  
10 cilindro de fuente y la pared interna del sujetador 11 de fuente, durante un periodo de tiempo, el uranio se hincharía, haciendo difícil la extracción, separando el blindaje y el material de fuente desde el sujetador de fuente, si es que no la haría imposible. También el uso de material de  
15 blindaje entre la pared externa de la fuente y la pared interna del sujetador de fuente sería difícil, puesto que el sujetador de fuente de norma internacional no tiene ninguna disposición para retener tal conjunto en posición. Además, una mayor cantidad de material blindador, relativamente costoso, se necesitaría para dar el deseado grosor del material,  
20 si el material de blindaje se interpusiese entre la pared exterior de la fuente y la pared interior del sujetador de fuente, en lugar de hacerlo dentro de los botes de fuente, como está previsto en la fuente de teleterapia de este invento.  
25

La figura 2 muestra una segunda ejecución de la fuente de teleterapia de este invento. Como en la figura 1, la fuente 10 está retenida entre una pestaña 13 y un anillo 14 de retención dentro del sujetador 11 de fuente de norma  
30



375772

1  
5  
10  
15  
20  
25  
30

internacional. Sin embargo, en este caso el blindaje interno 16<sup>1</sup> tiene una configuración generalmente cilíndrica en forma de anillo-yocapuchón o en forma de cazoleta, más bien que en la forma de anillo, mostrada en la figura 1. La configuración mostrada en la figura 2 será preferida, cuando la actividad de la fuente sea muy alta. El blindaje interno 16<sup>1</sup> procura blindaje adicional, tanto en los lados del material 15 de fuente, como en la parte posterior de la fuente. Naturalmente, que el blindaje en la región de la lumbrera del rayo sería indeseable, puesto que esto interferiría con el uso de la fuente en objetos irradianes. También, cuando la actividad específica del material de fuente es muy alta, y el diámetro del cilindro del material de fuente es relativamente estrecho, la porción de material de fuente, al extremo del cilindro de material de fuente, alejándose de la lumbrera de rayo, tenderá a estar auto-blindada por el material de fuente, más cercano a la lumbrera de rayo. Por lo tanto, añadiendo material adicional de blindaje en la forma de un capuchón o de base de copa en el dorso de la fuente, en el lugar de una porción de material de fuente, no disminuirá significativamente la eficacia de un material de fuente de muy alta actividad, mientras que aumentaría significativamente la eficacia de blindaje en esta dirección.

La figura 3 muestra una representación esquemática de una típica máquina de teleterapia, en que la fuente de teleterapia de este invento es especialmente útil. La cabeza de teleterapia, generalmente designada con 20, está colocada por encima del objeto 21, que debe ser irradiado, sobre



1 cualquier estructura soportadora convencional (no ilustra-  
da), Un tambor 22 obturador generalmente cilíndrico, está  
colocado en una abertura cilíndrica horizontal a través de  
5 la cabeza 20. El tambor 22 es rotativo por un medio impul-  
sor 23. Adyacente a un borde del tambor 22 está una abertu-  
ra horizontal, dentro de la cual está inserto el cajón 24  
de la fuente. El cajón 24 está sujeto en su lugar por una  
tapa 25 terminal desmontable. La fuente 10 de teleterapia  
10 puede ser directamente inserta dentro de una cavidad en el  
cajón 24, o la cavidad puede estar dimensionada y roscada  
para recibir la fuente 10 en el sujetador 24 de fuente nor-  
malizado. El medio 23 de impulsión es capaz de hacer girar  
el tambor 22 desde una posición de desconexión, como se  
15 ilustra en líneas completamente trazadas en la figura 3, en  
que la fuente está rodeada por material blindador, hasta  
una posición de conexión (mostrada en líneas interrumpidas)  
en que la fuente está adyacente a una lumbreira 26, que per-  
mite la radiación del objeto 21.

20 Están previstos bloques 26 colimadores para ajus-  
tar la anchura del rayo de irradiación, que está indicado  
por las líneas 27. Como puede observarse en la figura 3,  
cuando la fuente 11 es una fuente de punto, la línea 17 con-  
torneará un área aguda, distinguida sobre el objeto 21.  
25 Cuando la fuente 11 tenga un apreciable diámetro de fuente,  
resultará aparente que los bordes del área contorneada por  
las líneas 27, será vaga y no distinguida, haciendo así di-  
fícil el tratamiento de una zona distinta sobre el objeto  
30 21.

22 ENE 19



375772

- 14.-

1

Como aparece en la figura 3, cuando la fuente está en la posición desconectada, una gran masa de material blindador 28 se ha instalado en la cabeza 20 adyacente a la lumbrera abierta o de rayo del sujetador de fuente. Sin embargo, puesto que las dimensiones físicas del cajón 24 y del tambor 22 detrás de la fuente 11 son fijas, es difícil añadir blindaje en los lados y/o en la parte posterior del material de fuente, cuando se desée usar fuentes de más alta actividad, que aquellas, para las que se diseñó originalmente la cabeza de fuente. Por lo tanto, el concepto de blindaje interno, según el invento, permitirá un incremento sustancial en las capacidades de máquinas comerciales de teleterapia.

5

10

15

-----  
 N        O        T        A . -  
 = = = = =

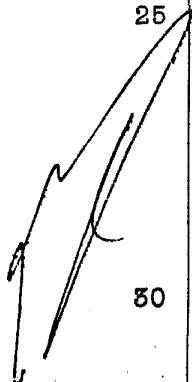
La presente patente de invención, comprende las siguientes reivindicaciones:

20

1.- Dispositivo de fuente de teleterapia, caracterizado porque comprende una cantidad de material de fuente de teleterapia de cobalto-60 de alta actividad específica, en configuración generalmente cilíndrica; una cantidad de material de blindaje, teniendo una tensidad mayor de alrededor de 10 gramos por centímetro cúbico, rodeando por lo menos parcialmente y en contacto íntimo con dicho material de fuente; un envase primero cerrado, de acero inoxidable, circundando dichos material de fuente y material de blindaje; y un segundo envase cerrado, de acero inoxidable, rodean

25

30



22 ENE



375772

- 15.-

1

do dicho primer envase de acero inoxidable.

5

2.- Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado porque dicho material de fuente de cobalto-60 tiene una actividad específica desde alrededor de 300 hasta alrededor de 500 curies por gramos.

10

3.- Dispositivo según la reivindicación 1, caracterizado porque dicho material de blindaje está seleccionado de un grupo, consistente en metal de uranio no aleado, no revestido, y aleaciones de tungsteno.

15

4.- Dispositivo de fuente de teleterapia.

Según se describe y reivindica en la presente memoria descriptiva y se ilustra con las figuras adjuntas, cuyo texto consta de quince hojas foliadas y escritas a máquina por una sola de sus caras.

20

Madrid, a 22 ENE 1970

CARLOS ROE

25

30

75772  
22E

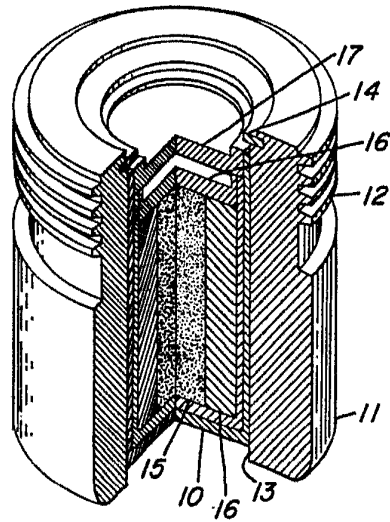


Fig. 1

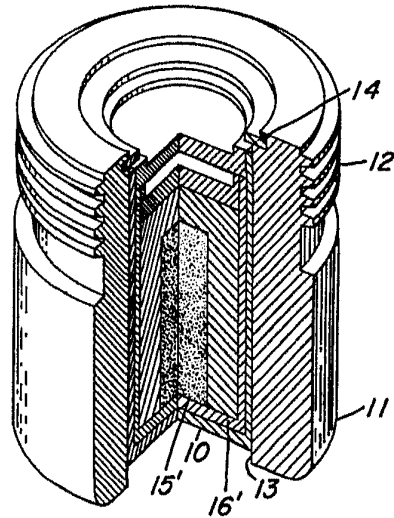


Fig. 2

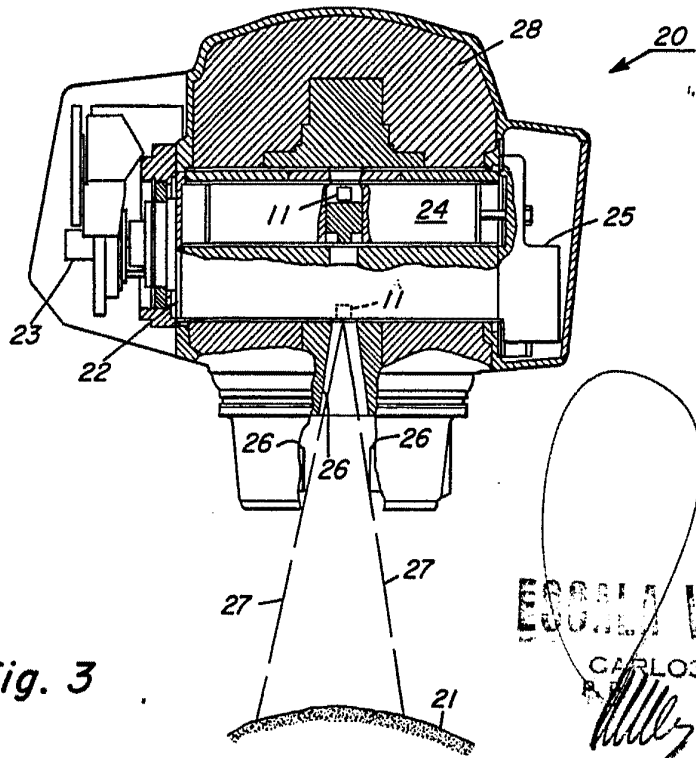


Fig. 3

ESCALA VARIABLE

CARLOS ROEB