



31 ENL

349998

PATENTE DE INVENCIÓN

B. 2260.3.

Memoria Descriptiva

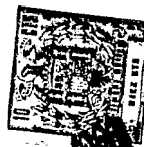
sobre:

"PROCEDIMIENTO Y DISPOSITIVO DE PRODUCCION DE BOCANADAS DE
PLASMA LIMPIO".-

Solicitante: COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE, entidad francesa, residente en 29, rue de la Fédération, París 15º, Francia.

El invento tiene por objeto un procedimiento de producción y/o de caldeo de bocanadas de plasma o plasmoides no contaminado y un dispositivo de realización de dicho procedimiento.

5. Se han propuesto o utilizado ya numerosos



procedimientos para producir bocanadas de plasma denso y caliente: entre estos procedimientos puede citarse la realización de ondas de choque convergentes, creadas a partir de armaduras explosivas

5. cilíndricas: la explosión permite una compresión ultra-rápida de un campo magnético intenso y proporciona bocanadas de plasma muy densas. Desgraciadamente este plasma está contaminado desde su formación por las impurezas procedentes del explosivo o de la camisa metálica conductora correspondiente.
- 10.

También se ha utilizado para crear descargas de plasma un haz láser focalizado sobre un blanco gaseoso o sobre un blanco sólido sostenido mecánicamente, mantenido en levitación o en caída

15. libre: pero la energía disponible en el foco del sistema dióptrico focalizante es, en el caso de empleo de un solo láser, relativamente escasa (inferior al kilojulio) y el aumento de esta energía al menos en un orden de intensidad solo puede resultar muy oneroso.
- 20.

Parece muy interesante reemplazar la fuente de energía limitada que constituye el haz paralelo de un láser de impulsos por una fuente incoherente cuyo nivel de energía suministrada a cada impulso no es tan limitado, es decir, trabajar con centelleos libres muy potentes. También es interesante evitar la variación de la distancia focal de un sistema focalizador dióptrico en función de la longitud de onda de la radiación incidente.

- 25.
30. El invento tiene por objeto concebir,



partiendo del hecho bien conocido de que la energía cinética puede convertirse, con un rendimiento elevado (del orden de un 90%), en energía radiante, un procedimiento y un dispositivo híbrido que utiliza un sistema de espejo, lo cual permite liberarse de la dependencia de la distancia focal en función de la longitud de onda.

5. En este sentido, el invento propone un procedimiento que consiste en disponer un blanco en uno de los puntos conjugados de un recinto cerrado que constituye un sistema de espejo y en provocar, al menos en un punto conjugado correspondiente, un desprendimiento elevado de energía electromagnética en forma de un impulso de muy corta duración, encontrándose así esta energía focalizada sobre dicho blanco y llevándolo a una temperatura elevada.

10. El invento se comprenderá mejor a través de la lectura de la descripción que sigue de formas de realización correspondientes, facilitadas a título de ejemplos no limitativos. La descripción se refiere a los planos que la acompañan, en los cuales:

15. La fig. 1 es una vista esquemática de un dispositivo según el invento, representada en sección siguiendo un plano de simetría que pasa por los focos;

20. Las figs. 2 a 8, similares a la fig. 1, muestran variantes de ejecución del dispositivo de la fig. 1.

25. En la forma de realización representada en la fig. 1, el recinto cerrado 10 afecta la forma de un elipsoide de revolución. Está limitada por una

30.



- masa de hormigón 12 recubierta de ³ tierra, de suficiente resistencia mecánica para resistir las ondas de choque engendradas en el curso del funcionamiento. La masa de hormigón 12 se halla revestida interiormente con una camisa 14 de un material que presenta un coeficiente de reflexión elevado: esta camisa 14 puede estar constituida por una superficie metálica pulida o por un revestimiento de sílice vitrificada por una serie preliminar de explosiones provocadas en el recinto 10. Este recinto 10 se halla equipado con medios 15 que permiten realizar en el mismo un vacío acentuado (del orden de 10^{-6} Torr), así como con órganos de medida de presión o de temperatura y mirillas de observación.
5. En el primer foco del recinto, se halla suspendida una esfera 16 de explosivo (TNT por ejemplo) destinada a constituir una fuente de radiaciones, asociada a un circuito eléctrico 18 de producción de la explosión esquematizada por un circuito fuente-condensador. La esfera puede además estar suspendida por los hilos de descarga. Un dispositivo criogénico no representado, eventualmente compuesto por una exclusiva, permite introducir y mantener durante cierto tiempo breve en el segundo foco del recinto 10 un blanco constituido por un fragmento de deuterio o de una mezcla deuterio-tritio sólido.
10. El funcionamiento del dispositivo mostrado en la fig. 1 es evidente: la descarga es provocada por el cierre del circuito del condensador 19: la esfera de explosivo constituye una fuente esférica
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.



- de energía radiante, que produce una onda de choque esférica y una radiación asociada que se refleja sobre la camisa 14 y provoca una ionización interna y la formación de una bocanada de neutrones por el proceso de fusión que interviene al nivel del blanco en el que se efectúa la focalización. El tiempo de transporte de las impurezas del primer foco al segundo es más largo que el tiempo de transferencia de la energía de radiación; de ahí que el efecto de la radiación (ionización y caldeo) sea más rápido que el efecto de contaminación por las impurezas. Por otra parte, puede valorarse el intervalo de tiempo o retardo T que separa la llegada de la radiación y la de las impurezas materiales al segundo foco para una distancia focal de algunos metros, una excentricidad inferior a $1/2$ e iones contaminantes cuya energía es de 10keV da lugar a retardos del orden de la decena de microsegundos.
- 5.
- 10.
- 15.

- Evidentemente el interés del procedimiento solo es real si se cumplen dos condiciones: por una parte, la radiación creada por la explosión debe ser de tal naturaleza que sea reflejada en su mayor parte por la pared para que las pérdidas antes de la focalización al segundo foco no sean excesivas; por otra parte, es necesario que una energía que presente en las inmediaciones del segundo foco un fuerte gradiente puede ser allí focalizada.
- 20.
- 25.

- En lo que respecta ante todo al primer punto, sabido es que el plasma creado por una explosión en un gas se conduce prácticamente como un cuerpo negro. Por consiguiente, la potencia total irradiada es faci-
- 30.



litada por la relación:

$$W = \int_0^x W(\lambda, T) d\lambda = \sigma T^4 \dots\dots\dots (1)$$

donde $\sigma = 5,679 \times 10^{-12} \text{ W/cm}^2 - (\text{°C})^4$

y la radiación es de intensidad máxima para la longitud de onda λ_M :

5.

$$\lambda_M \cdot T = 2,898 \times 10^7 \text{ \AA} \cdot \text{°K} \dots\dots\dots (2)$$

Ahora bién, los plasmas creados por explosivos en gases comprimidos pueden alcanzar fácilmente una temperatura superior a 100 eV : 90% aproximada-

10.

mente de la energía de radiación correspondiente a longitudes de ondas cortas (visible y más allá de lo visible) que se propagan en el medio ionizado creado en torno a la zona de explosión con la velocidad de la luz y sufren la reflexión sobre las paredes

15.

del recinto elipsoidal.

En lo que respecta al segundo punto, las características del plasma creado en el mismo foco por una fuente de energía E_1 colocada en el primero son facilitadas por la relación:

20.

$$N_2 T_2 = \frac{2\sigma}{3k} \left(\frac{2E_1}{3N_1} \right)^4 S_1 \propto \dots\dots\dots (3)$$

donde N_2 representa el número total de cargas al segundo foco ;

T_2 la energía de los iones en °K ;

25.

σ la constante de radiación ; ($\sigma = 5,679 \times 10^{-12} \text{ w/cm}^2 (\text{grado})^4$)

k la constante de Boltzmann, $1,38 \times 10^{-23}$;

N_1 el número total de cargas en la zona del primer foco;

S_1 la superficie del volumen esférico radiante en el origen

30.

de los tiempos (la de la carga explosiva esférica);



α = un coeficiente de rendimiento de transferencia, variable entre 0 y 1 según el estado de las superficies.

Puede observarse que N_1T_2 no posee ninguna limitación teórica y depende únicamente de la energía E_1 .

5. Por ejemplo la explosión de una esfera de TNT de 3 cm de radio situada en primer foco de un recinto a 10^{-6} Torr que tenga en el segundo foco una esfera de 2 mm de radio de D_2 sólido podría producir una bocanada de 10^{16} neutrones en la hipótesis de un rendimiento de 40%. La bocanada sería de 10^{18} neutrones con una mezcla deuterio-tritio.

15. Cuando se utiliza un blanco sólido de deuterio-tritio como acaba de indicarse se mantiene el recinto en su totalidad a un vacío acentuado. Pero el dispositivo de la fig. 1 permite también utilizar dos atmósferas diferentes en torno a la esfera de explosivo 16 y en torno al blanco 20: basta disponer, como se indica en trazos mixtos en la fig. 1, una pared 21 transparente a las radiaciones que separe el recinto en dos compartimientos. En tal caso es posible por ejemplo poner a un vacío acentuado únicamente el compartimiento que rodea la esfera de explosivo, conservando una atmósfera de deuterio en el compartimiento que contiene el blanco. También se puede colocar la esfera de explosivo en atmósfera de gas noble (xenón o mezcla xenón-kriptón) y el blanco en atmósfera de deuterio.

20. La presencia de la pared 21 no solamente permite el empleo de dos atmósferas, sino que evita también la contaminación por los iones procedentes de la
- 30.



- esfera de explosivo 16. En el caso en que solo se pretenda lograr el segundo resultado, puede utilizarse un campo magnético que presente líneas de fuerza transversales con respecto al eje mayor del elipsoide para constituir una barrera que se oponga al paso de las partículas cargadas procedentes de la esfera de explosivo. Este campo magnético podría realizar igualmente el confinamiento del plasma producido por el blanco. Por otra parte, en el caso en que el campo magnético sea de amplitud suficientemente reducida para que las partículas cargadas más energéticas puedan atravesarlo, puede intentarse recuperar la energía por efecto Hall.

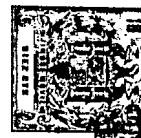
- Entre las posibles variantes de realización del invento, cierto número se hallan ilustradas en las figs. 2 a 8, que solo facilitan una representación muy esquemática, estando en particular representadas por un simple trazo las paredes que limitan el recinto.

- En el dispositivo representado en la fig. 2, la esfera de explosivo 16_a, siempre suspendida al primer foco del recinto 14_a, no está alimentada por un circuito eléctrico, sino por concentración de la energía de un haz láser: para ello el recinto dispone de un sistema dióptrico 22 que permite focalizar el haz de un láser 24 al segundo foco ocupado por el blanco 20_a. Este blanco puede también estar suspendido a un hilo no representado, o bien soltado en caída libre, o incluso mantenido en levitación por electrodos no representados. Puede estar constituido por un fragmento de deuterio o de mezcla de deuterio y de tritio en estado sólido, a fin de crear una bocanada de neutrones, manteniéndose



en vacío el conjunto del recinto.

5. El funcionamiento del dispositivo es evidente: cuando se dispara el centelleo del láser 24, focalizado al foco 20_a por el sistema dióptrico, se produce una preionización. La imagen del haz láser ó de la bocanada creada por el láser (vacío del orden del milímetro de mercurio), recogida por el sistema de espejo constituido por la pared 14_a, da origen por reflexión a lo largo de las paredes del recinto a una focalización al primer foco, y de ahí la explosión de la esfera 16_a: la energía calorífica y luminosa emitida por ésta se refleja sobre la pared 14_a y se focaliza sobre el blanco 20_a, ya preionizado, para dar origen a una bocanada de plasma y de neutrones.
10. La fig. 3 muestra aún otra variante, en la cual se reemplaza la esfera de explosivo 16_a por un espinterómetro 16_b que una batería de condensadores permite llevar a una tensión muy ligeramente inferior a la tensión disruptiva: la descarga en tal caso se efectúa también por medio de un láser de impulsos.
15. Cuando se desea separar el recinto en dos compartimientos por una pared material, todas estas disposiciones conducen a diámetros importantes respectivos: por este hecho, es difícil darle una resistencia suficiente para resistir a la explosión. Para resolver este problema, puede utilizarse la disposición mostrada en la fig. 4: la parte central del recinto está reducida por un ensanche interno 26 delimitado por un sector de elipsoide 28 y dos sectores de hiperboloide 30 y 32 homofocales de la pared 14_c: la pared 21_c es en
- 20.
- 25.
- 30.



este caso de escaso diámetro sin que la focalización deje de ser total, debido a las propiedades bien conocidas de los cónicos homofocales: a título de ejemplo se ha representado en la fig. 4 una proyección múltiple luminosa que sufre varias reflexiones antes de focalizarse sobre el blanco 20_c.

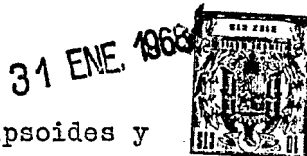
5. Estando constituido el caso extremo de un hiperboloide por el plano medio entre los dos focos, una de las caras terminales (la cara 30 por ejemplo) puede ser plana y estar situada a media distancia de la esfera 16_c y del blanco 20_c (cara 30' indicada en trazos mixtos en la fig. 4).

10. En el caso en que no sea necesario establecer una separación material entre dos compartimentos ocupados uno por el blanco y el otro por la esfera (es decir, cuando la atmósfera puede ser la misma, pero donde se desea impedir los recorridos directos de la esfera al blanco) puede utilizarse el dispositivo ilustrado en la fig. 5, que puede considerarse en cierta medida como simétrico del de la fig. 4; comprende un obstáculo central 34 delimitado por paredes reflectantes que afectan la forma de sectores de elipse 28_d y de hiperboloides 30_d y 32_d homofocales de la pared 14_d:
15. Conviene hacer observar que esta disposición permite, sobre todo en el caso de un elipsoide alargado, delimitar una cámara voluminosa en torno a la esfera 16_d y una cámara de pequeñas dimensiones en torno al blanco 20_d.
20.

25. Otra solución, ilustrada en la figura 6, consiste en utilizar los casquetes próximos a la cúspide de dos paraboloides de eje común unidos por un sector
30.



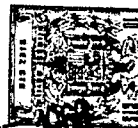
- cilíndrico para constituir un recinto cerrado: la esfera 16_e y el blanco 20_e ocupan los focos. Esta solución permite reducir el diámetro máximo del dispositivo a costa de una pérdida de energía, no focalizándose evidentemente al segundo foco la parte de dicha energía emitida fuera del ángulo sólido limitado por el casquete de paraboloides asociado.
- 5.
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.
- Es evidentemente posible asociar en serie o en paralelo varios sistemas de espejos. La fig. 7 muestra, a título de ejemplo, un recinto cuya pared 14_f está constituida por cuatro sectores de elipsoides que presentan un foco común. En la forma de realización representada, los elipsoides son idénticos y de revolución y los cuatro otros focos se hallan dispuestos a 90° unos de otros en torno al foco común. Cuatro esferas de explosivos 16_f , repartidas en los cuatro focos diferentes, son descargadas simultáneamente. Esta descarga puede efectuarse por focalización al foco común de un haz láser dirigido siguiendo un plano perpendicular al de la figura y no visible en ésta. Utilizado tal cual, este montaje produciría una pérdida de energía debido a la ausencia de un casquete de cada elipsoide, pérdida tanto más reducida cuanto más alargados sean los elipsoides. Esta pérdida se evita gracias a la presencia de pantallas 30_f constituidas por casquetes



- de hiperboloides homofocales de los elipsoides y que ocupan el ángulo sólido de vértice $l6f$ apoyándose sobre la arista de intersección del elipsoide considerado con los elipsoides contiguos. Las
5. pantallas, sin pérdida notable de energía, pueden estar sustentadas por piezas macizas a condición de que éstas no desborden los conos que se apoyan sobre el contorno de las pantallas $30f$ y cuya cúspide está constituida por el foco $l6f$ correspondiente.
10. La fig. 8 ofrece un ejemplo de asociación en serie de varios elipsoides para constituir el recinto $l4g$; también en estos casos se prevén pantallas $30g$, $30'g$, $30''g$ en forma de casquetes de hiperboloides homofocales de los elipsoides, para
15. evitar las pérdidas.
- De una manera general, puede afirmarse que cualquier sector retirado de un elipsoide de revolución puede ser reemplazado por uno cualquiera
20. de una infinidad de sectores de superficies recortados sobre un hiperboloide homofocal del elipsoide por un cono que se apoya sobre el contorno de la parte retirada y cuya cúspide está constituida por el foco donde se efectúa la emisión; a título ilustrativo,
25. tales hiperboloides se indican en trazos mixtos en la fig. 5.
- Innecesario es decir que el invento no se limita a las únicas formas de realización que se han representado y descrito a título de ejemplos y que
30. el alcance de la presente patente se extiende a las



- variantes de la totalidad o parte de las disposiciones descritas que permanezcan dentro del marco de las equivalencias, así como a cualquier aplicación de tales disposiciones, por ejemplo la generación de energía por efecto Hall estableciendo un campo magnético periódico de tal amplitud que las trayectorias de las partículas cargadas más energéticas sean simplemente desviadas, pero no detenidas entre blanco y fuente de energía
- 5.
10. NOTA
- Descrita suficientemente la naturaleza del invento, así como la manera de realizarlo en la práctica, debe hacerse constar que las disposiciones anteriormente indicadas son susceptibles de modificaciones de detalle en cuanto no alteren su principio fundamental. También se hace constar que el invento corresponde a una solicitud de Patente presentada en Francia con fecha y número siguientes: 2 de febrero de 1967, nº PV.93.498; acogiéndose por lo tanto a los beneficios que conceden los Convenios Internacionales en vigor. Siendo lo que constituye la esencia del referido invento y por lo que se solicita Patente de Invención por 20 años en España sobre: Procedimiento y dispositivo de producción de bocanadas de plasma limpio; caracterizándose por lo siguiente:
- 15.
- 20.
25. 1.- Procedimiento de producción de bocanadas de plasma limpio, caracterizado porque consiste en disponer un blanco en uno de los puntos conjugados de un recinto cerrado que constituye un sistema de espejo y en provocar al menos en un punto conjugado
- 30.



31 ENE.

del mismo un desprendimiento elevado de energía electromagnética en forma de impulso de muy corta duración, encontrándose esta energía así focalizada sobre dicho blanco y llevándolo a una temperatura elevada.

5,

2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la fuente de energía electromagnética se constituye por una carga de explosivo, por un arco eléctrico o por una extracción acimutal.

10.

3.- Procedimiento según las reivindicaciones 1 y 2, caracterizado porque la explosión de dicha carga o la descarga del arco eléctrico es provocada por focalización de un haz láser o de un centelleo sobre el punto ocupado por el blanco, a fin de producir en el mismo una preionización.

15.

4.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque comprende el establecimiento de un campo magnético de configuración conveniente en una zona intermedia que separa dos puntos conjugados.

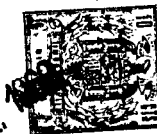
20.

5.- Procedimiento según las reivindicaciones 1 y 4, caracterizado porque dicho campo magnético es de tal amplitud que las partículas cargadas con más energía pueden atravesarlo siendo simplemente desviadas y porque la energía liberada se recupera por efecto Hall.

25.

6.- Dispositivo para la aplicación del procedimiento según las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque comprende un recinto cerrado que

30.



constituye un sistema catadióptrico que presenta al menos dos puntos conjugados, un blanco colocado en uno de los puntos conjugados de dicho recinto y medios para crear al menos en un punto conjugado de dicho punto una liberación importante y casi instantánea de energía en forma electromagnética, provocando el caldeo de dicho blanco por parte de dicha energía la emisión de una bocanada de plasma.


5.
7.- Dispositivo según la reivindicación 6, caracterizado porque dicho recinto afecta la forma de un elipsoide cuyos dos focos constituyen dichos puntos conjugados.

10.
8.- Dispositivo según la reivindicación 6, caracterizado porque dicho recinto comprende dos sectores de paraboloides que presentan un eje común y están unidos por una parte tubular, constituyendo los focos de dichos paraboloides dichos puntos conjugados.

15.
9.- Dispositivo según la reivindicación 6 y una u otra de las reivindicaciones 7 y 8, caracterizado porque dicho recinto se halla reducido en su parte central por un obstáculo y/o un ensanche anular de la pared, delimitado(s) por sectores de superficies de revolución cuyas generatrices son cónicas homofocales de dicha pared.

20.
25.
10.- Dispositivo según la reivindicación 6 y una u otra de las reivindicaciones 7 y 8, caracterizado porque dicho recinto se halla separado en dos compartimientos, ocupados por atmósferas diferentes, por una pared material transparente a la radiación.

30.

31 ENE. 1968 

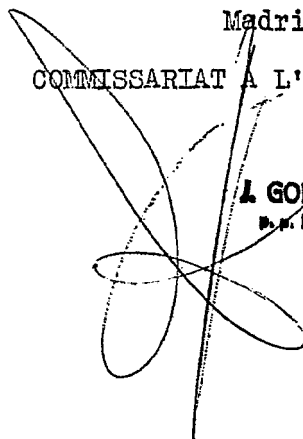
- 11.- Dispositivo según la reivindicación 6, caracterizado porque dicho recinto está constituido por la asociación de varios elipsoides que presentan de dos en dos un foco común.
5. 12.- Dispositivo según las reivindicaciones 6 y 11, caracterizado porque cada uno de los elipsoides del recinto contiene una pantalla cuya superficie reflectante afecta la forma de un casquete de hiperboloide de iguales focos que el elipsoide correspondiente.
10. 13.- Dispositivo según la reivindicación 6, caracterizado porque el blanco está constituido por una masa reducida de deuterio y/o de tritio en estado sólido, estando el recinto bajo un vacío acentuado.
15. 14.- Procedimiento y dispositivo de producción de bocanadas de plasma limpio; tal y como queda descrito sustancialmente en la presente Memoria e ilustrado en los dibujos adjuntos.

Esta Memoria consta de 16 hojas escritas a máquina por una sola cara.

Madrid,

COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE

L. GOMEZ ACEBO Y MODESTO
Firmados F. Hernández Ruiz



31 ENE. 1968

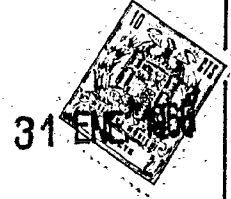
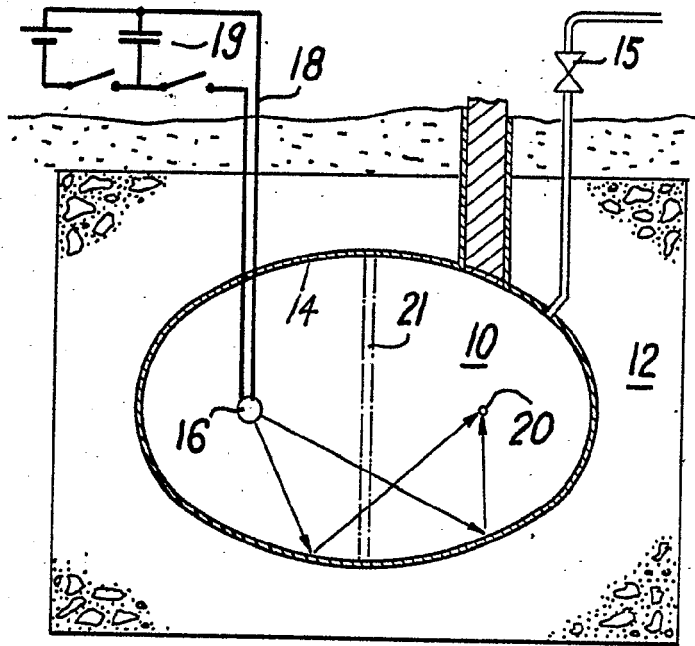


FIG. 1 ESCALA VARIABLE

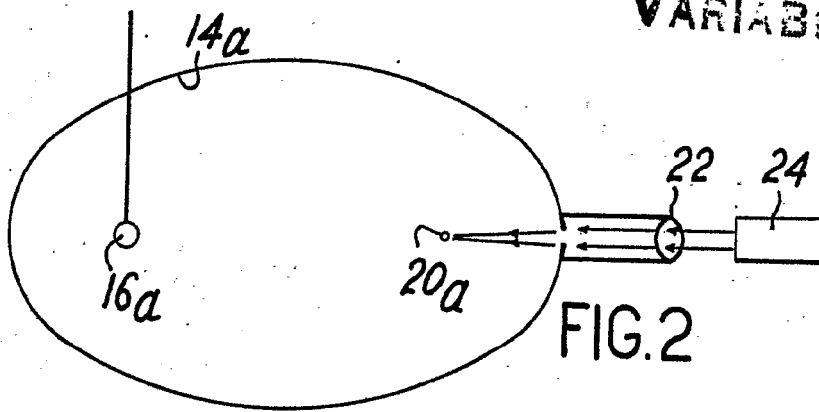


FIG. 2

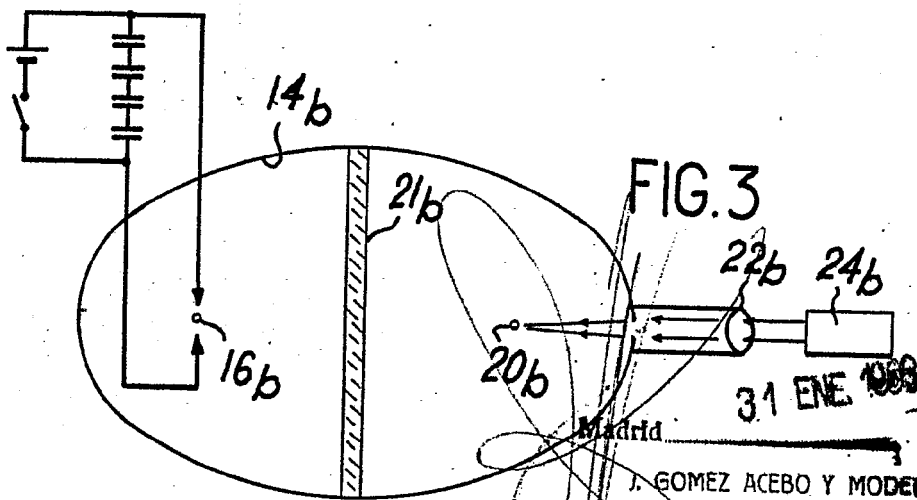


FIG. 3

31 ENE 1968

J. GOMEZ ACEBO Y MODEJ
Firmados F. Hernández R. & A.

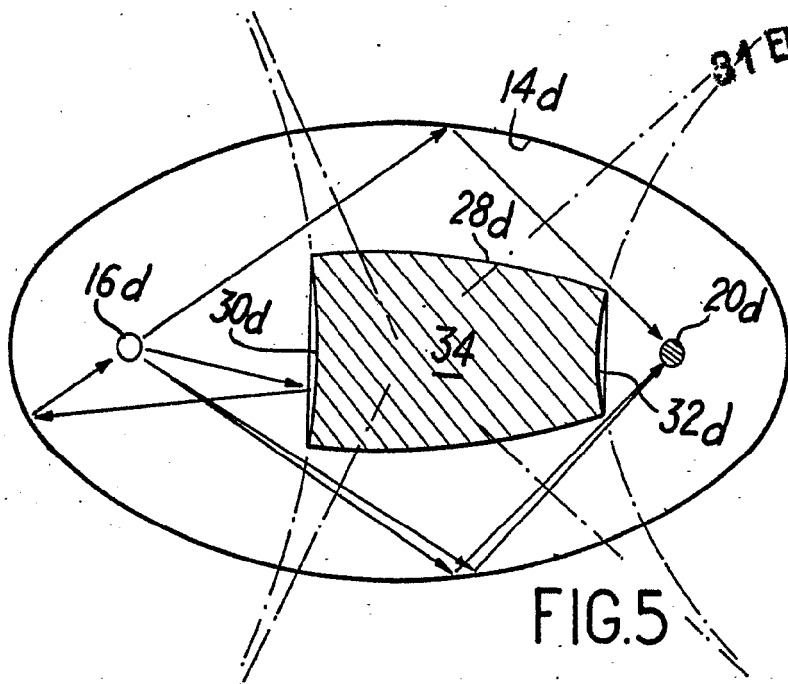


FIG.5

ESCALA VARIABLE

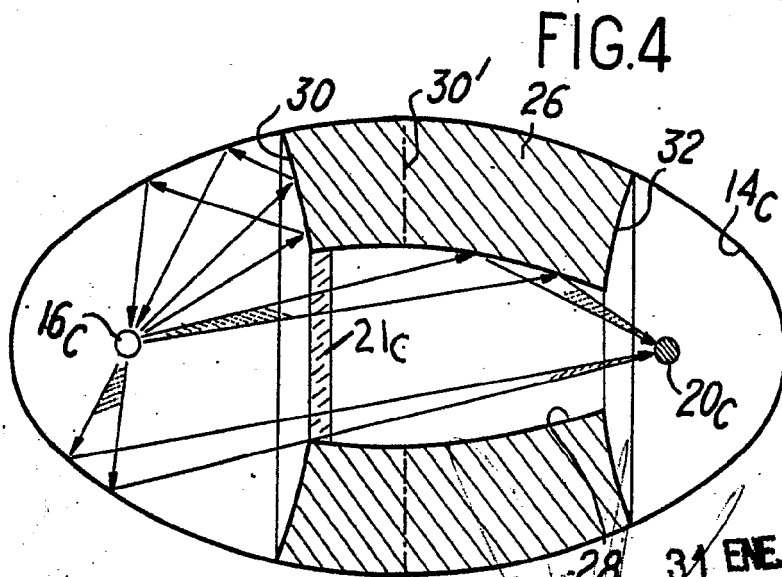


FIG.4

Madrid 31 ENE 1968

L. ROSSI INGENIERO Y MOD...
F. Hernandez

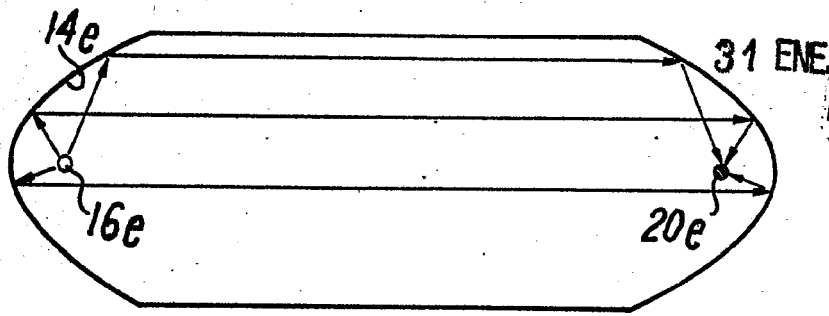
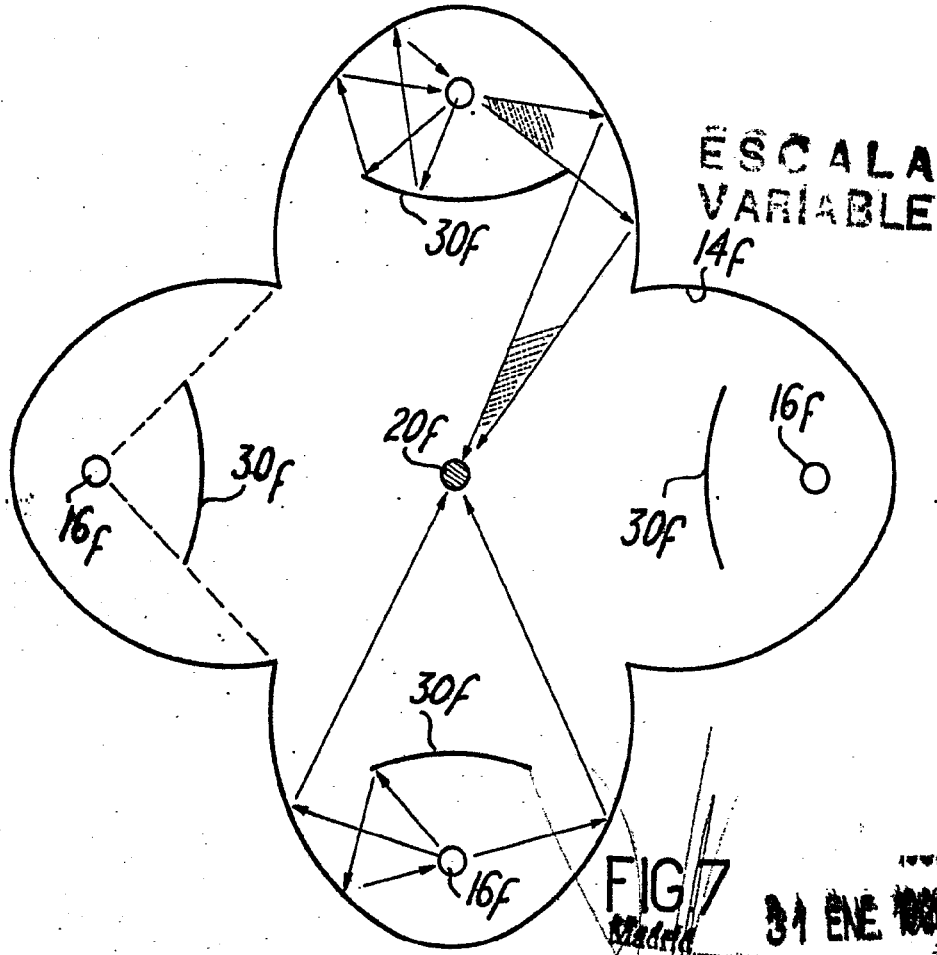


FIG. 6



ESCALA
VARIABLE

FIG. 7

1950
31 ENE 1950

J. GOMEZ ACEBO Y MODEY
Firmador E. Hernández Ruiz

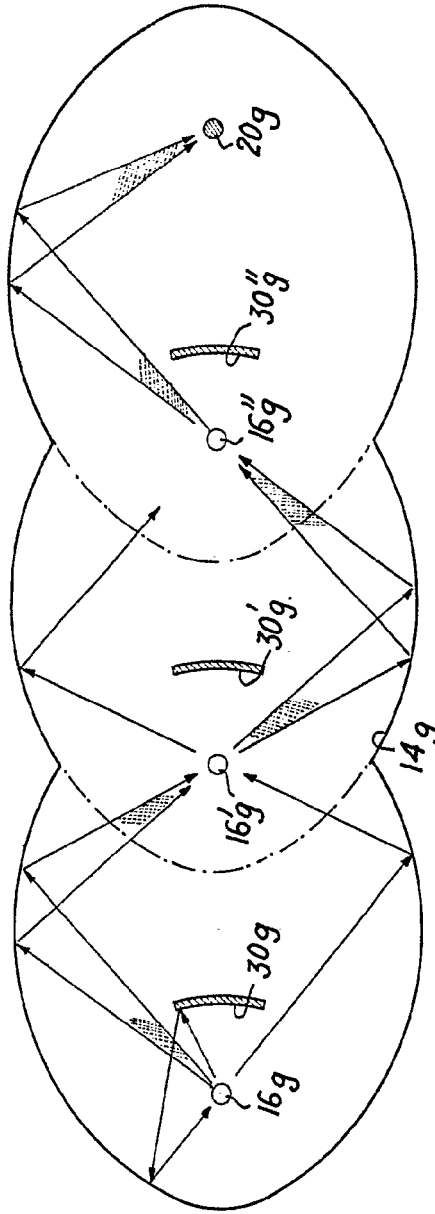
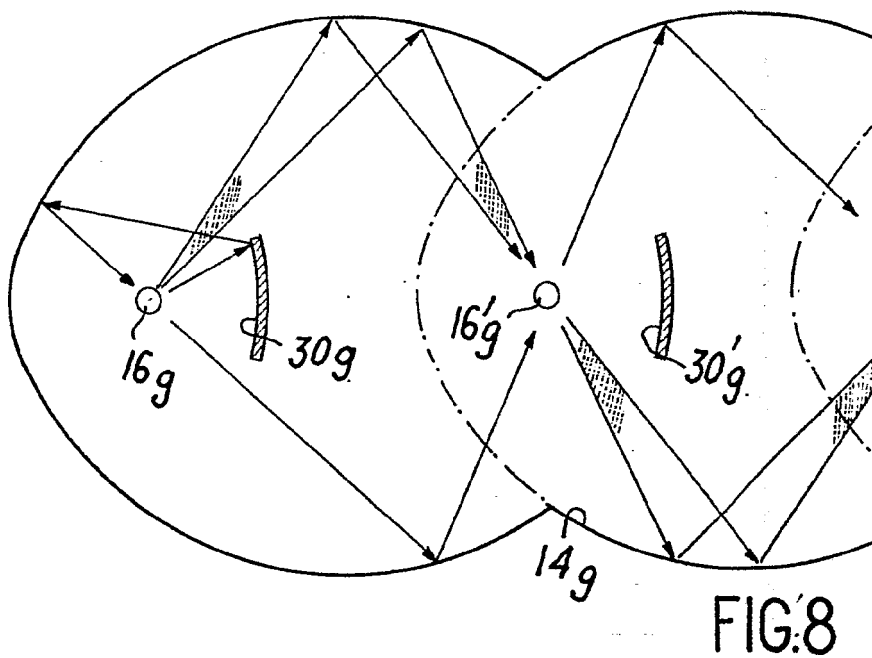


FIG:8

ESCALA
VARIABLE

~~Madrid 31 ENE 1989~~
I. GOMEZ AKEBO Y MOJER
Ingenieros Técnicos



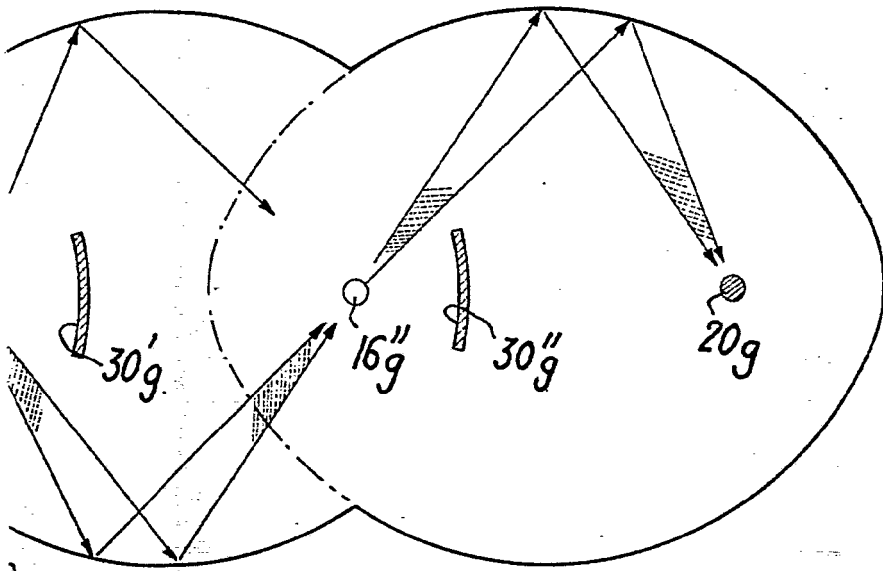


FIG.8

ESCALA
VARIABLE

Madrid ~~31 ENE 1989~~
J. GOMEZ ACEBO Y MODEY
C/ Madrid, 11. Hernández Rota