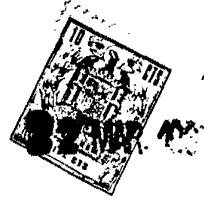


338348



PATENTE DE INVENCIÓN

B. 2272.3.

**338348**

*Memoria Descriptiva*

*sobre:*

" Procedimiento y dispositivo de producción de impulsos luminosos breves de gran potencia".

.==.==.==.==.==.

*Solicitante:* COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE, entidad francesa, residente en 29, rue de la Fédération, Paris 15<sup>e</sup>, Francia.

.==.==.==.==.==.

5. El presente invento tiene por objeto un procedimiento de producción de impulsos de luz coherente extremadamente breves y de gran potencia con ayuda de un laser de sólido, así como el dispositivo que pone en práctica dicho procedimiento utilizando una es-

338348



estructura particular de laser disparado, el cual emite una energía que puede ser superior a una décima de julio en un tiempo del orden del nanosegundo.

5. Conocido es el principio de un laser disparado en el cual los espejos que limitan la cavidad óptica poseen un factor de reflexión próximo a 1 y que consta de un conmutador óptico que permite en un momento determinado desviar hacia el exterior de la cavidad la energía luminosa previamente contenida en el mismo.
- 10.

Se conocen por otra parte lasers equipados de al menos un espejo semi-reflectante y provistos de un modulador óptico de amplitud.

15. El presente invento se refiere, especialmente, a la asociación de medios de modulación óptica con medios de disparo y de conmutación, combinación de la cual resultan efectos absolutamente nuevos.

20. De forma más precisa, el presente invento se relaciona con un procedimiento de producción de impulsos de luz coherente extremadamente breves y de gran potencia de cresta con ayuda de un laser de sólido, consistiendo dicho procedimiento en efectuar ante todo la concentración de la energía procedente de la inversión de número en un paquete de ondas de extensión notablemente inferior a la longitud de la cavidad óptica y extraer después de la cavidad el paquete de ondas así formado.
- 25.

30. El presente invento se refiere igualmente al dispositivo para aplicación de dicho procedimiento, que comprende medios de disparo, en sí conocidos, por ejem-



338348

- plo un prisma giratorio, medios de modulación del coeficiente de transmisión según una ley alternativa que poseen un periodo  $T$  igual al tiempo de pasadas de ida y vuelta de los fotones por la cavidad óptica, y medios de conmutación óptica hacia el exterior, utilizados tras un número predeterminado de pasadas de ida y vuelta.
- 5.

El principio del funcionamiento, que tiene lugar en dos tiempos, es el siguiente:

10. 1) Transformación de la energía inicialmente disponible en el material activo en energía electromagnética localizada en un tren de ondas de extensión espacial inferior a la longitud de la cavidad y que efectúa pasadas de ida y vuelta en ésta.

15. 2) Extracción del tren de ondas citado.

- Para realizar la primera etapa de este funcionamiento, conviene que la posición del modulador y su frecuencia de modulación sean tales que los fotones emitidos por el material activo y que atraviesan el modulador por primera vez cuando un factor de transmisión posee un valor determinado  $T$ , lo atraviesen de nuevo tras reflexión sobre los espejos en el instante en que su factor de transmisión es otra vez igual a  $T$ . Para ello, si el modulador está colocado en el centro de la cavidad (determinado midiendo los caminos ópticos), el periodo de modulación debe ser igual al tiempo tomado por un fotón para ir del modulador a uno de los espejos y volver, es decir  $\frac{L}{c}$ , si  $L$  es la longitud óptica de la cavidad y  $c$  la velocidad de la luz. Si el modulador se halla colocado de-
- 20.
- 25.
- 30.

22 MAR 1967

338348

5. lante de uno de los espejos, el periodo de modulación debe ser igual al tiempo tomado por un fotón para efectuar una pasada de ida u vuelta por la cavidad, es decir,  $\frac{2L}{c}$ . Este caso, que corresponde a una frecuencia de modulación media ha sido adoptado con preferencia en las estructuras propuestas a continuación.

10. A partir del origen de los tiempos, determinados en el instante del disparo, es decir, en el instante en que la sobretensión de la cavidad óptima se hace más intensa, algunos de los fotones de fluorescencia emitidos en un ángulo sólido reducido centrado en el eje del sistema son susceptibles de engendrar la emisión laser. Desde el origen de los tiempos, el modu-  
15. lador efectua una segregación entre sus fotones: en efecto pueden descomponerse en grupos diferentes definidos por la transmisión T del modulador variable en función del tiempo cuando llegan por primera vez. Siendo la frecuencia de modulación la que se define anterior-  
20. mente, la sobretensión de la cavidad para cada uno de estos grupos de fotones es constante y diferente en un grupo de otro.

25. Por otra parte el conjunto de estos grupos de fotones se alimenta de la misma energía potencial almacenada en el material activo. Como consecuencia de ello, desde el comienzo del funcionamiento, los grupos a los  
30. cuales está asociada la mayor sobretensión, y por consiguiente el número de fotones y emisión estimulada más importantes, aumentarán a expensas de los grupos a los cuales va asociada la tensión más débil. De ello resulta que:

22 MAR 1967

338348



a) la emisión es estimulada por un paquete de ondas cuya extensión espacial  $c \cdot \Delta t$  es inferior a la longitud de la cavidad (siendo  $\Delta t$  una fracción del periodo de modulación)

5. b) el modulador que regula la emisión laser desde el comienzo del fenómeno, contrariamente a lo que ocurriría si interviniera en medio de dicha emisión, absorbe pocos fotones puesto que cuando es absorbente el flujo luminoso que alcanza es muy débil.

10. De las condiciones a y b citadas se desprende que, partiendo de una misma energía inicialmente almacenada en el material activo por inversión de número de los niveles, se produce una energía electromagnética igual a la que se habría obtenido sin modulación, y esta energía está localizada en un paquete de ondas de extensión espacial  $c \cdot \Delta t$  inferior a la longitud de la cavidad y que efectúa pasadas de ida y vuelta en la misma.

20. Un polarizador-desviador y una célula electro-óptica se hallan dispuestas de tal forma que el plano de polarización de la onda transmitida por el polarizador-desviador y el plano de los ejes ópticos inducidos en la célula forman un ángulo de  $45^\circ$ . Se denomina polarizador-desviador un órgano que, recibiendo de una misma dirección dos ondas que presentan planos de polarización ortogonales definidos, transmite estas dos ondas en dos direcciones diferentes. Dicho órgano será con preferencia un prisma de Glan. Como célula electro-óptica se tomará con preferencia una célula de Pockels, constituida por un cristal denominado "KDP" y electrodos anulares. Estos dos

25. elementos se colocan en la cavidad, delante de uno de los

30.



- 6 -

22 MAR. 1967

338348

espejos, en el siguiente orden: espejo, célula, prisma de Glan.

- Según la tensión aplicada sobre la célula, tal conjunto puede estar constituido por un modulador de amplitud o un conmutador. En efecto, cuando este sistema desempeña la función de modulador, la tensión aplicada sobre la célula es de la forma  $V_m = V_0 \sin \omega_m t$ , donde  $V_0$  es el valor cresta de la tensión y  $\omega_m$  su pulsación. La intensidad luminosa de la onda que ha efectuado una pasada de ida y vuelta en el sistema es de la forma  $I = I_0 \cos^2 (A \omega_m \sin \omega_m t)$ , donde  $A$  es una constante unida a las propiedades del cristal de la célula y  $I_0$  el valor máximo de la intensidad luminosa de la onda transmitida por el sistema. Esta función tiene un periodo igual a  $\frac{2\pi}{2\omega_m} = \frac{\pi}{\omega_m}$ . De ello se desprende que en el caso de una cavidad de longitud  $L = 1,5$  m en la cual la frecuencia de las pasadas de ida y vuelta de los fotones es  $\frac{c}{2L} = 100$  MHz, se aplicará sobre la célula una tensión de frecuencia de 50 MHz.
5. Cuando el sistema descrito desempeña la función de conmutador, la tensión aplicada a la célula es tal, que el desfase entre las ondas que resultan de la descomposición de la onda incidente cuyas direcciones de vibración coinciden con las líneas neutra inducidas de la placa de KDP, es  $\frac{\pi}{2}$  para una travesía, es decir,  $\pi$  para una doble travesía obtenida gracias a una reflexión sobre el espejo. Como consecuencia de lo expuesto, el plano de polarización de la onda que ha atravesado dos veces la célula y que está formada de la recomposición de las dos ondas citadas forma un ángulo
- 10.
- 15.
- 20.
- 25.
- 30.



338348

de  $90^\circ$  con el plano de polarización de la onda incidente. De ello se desprende que la onda es desviada por el prisma de Glan hacia el exterior de la cavidad.

5. Los planos anexos representan, a título de ejemplo, diferentes formas de ejecución del invento.

En estos planos:

la figura 1 presenta el esquema de una primera forma de realización;

10. la figura 2 presenta el esquema de una segunda forma de realización;

la figura 3 presenta el esquema de una tercera forma de realización;

la figura 4 es un diagrama anexo a la figura 3.

15. En la figura 1, una barra de rubí o vidrio espeso 9 está equipada con una lámpara de destello (flash) 8 conectada a una batería de condensadores 16. Esta barra está colocada en una cavidad óptica delimitada por un espejo reflectante 13 y un prisma giratorio 2, constituyéndose un interferómetro Pérot-Fabry cuando el plano de reflexión 2' del prisma 2 es paralelo al espejo 13.

20. Habiendo sido iluminada la barra 9 por la lámpara de destello 8, por ejemplo por descarga de los condensadores anteriormente citados 16 con descarga de la ionización con ayuda de un impulso de tensión proporcionado a través de un hilo 7, por cierre de un contacto 6, de un alimentador auxiliar 17, la constitución de la cavidad óptica en interferómetro Pérot-Fabry por rotación del prisma permite provocar la emisión laser

25. y recuperar en forma de energía electromagnética la

30.



22 MAR 1967

- 8 -

338348

energía cuántica acumulada en la barra.

5. Un modulador 11 está formado por la asociación de un prisma de Glan 10 y por una célula de Pockels 12 provista de electrodos anulares 11, 11'. Este modulador está regulado por una tensión aplicada por un generador HF 14 a los electrodos 11, 11' de la célula. Esta tensión es aplicada por cierre de un interruptor 15.

10. Le energía electromagnética constituida por los fotones procedentes de la energía cuántica acumulada en la barra está localizada en un paquete de ondas y reducida extensión espacial que se emite hacia el exterior en forma de un impulso muy breve bajo el efecto de un conmutador óptico C constituido con preferencia por la asociación de un prisma de Glan 5 y de una célula de Pockels 3 equipada con dos electrodos anulares 4, 4'. Este conmutador es regulado por una tensión continua proporcionada por un generador 18, estando figurada la aplicación de la tensión por el cierre de un interruptor 19.

20. La aplicación de las diversas tensiones en el momento deseado y en el tiempo necesario se efectúa por medio de un órgano de programación 20, que puede ponerse en funcionamiento, por ejemplo, como es sabido, a partir de un impulso proporcionado por un imán que gira en sincronismo con el prisma 2 enfrente de una bobina. Tal dispositivo, contenido en un órgano de accionamiento 1, va conectado al órgano de programación 20, que actúa sobre los interruptores 19, 6, 15 por las líneas a, b, c, respectivamente.

30. La figura 2 representa un esquema simplificado debido al hecho de que el modulador (órganos 10 y 12 de



338348

- la figura 1) y el conmutador (órganos 3 y 5 de la figura 1) han sido reunidos en un solo sub-conjunto, órganos 10 y 12 de la figura 2. En efecto, los elementos constitutivos del modulador (10,12) y del conmutador (3,5) son los mismos; funcionan en instantes diferentes: nada se opone a unirlos en un solo sub-conjunto. En la figura 2 el prisma de Glan y la célula de Pockels 12 asumen las funciones del modulador M y del conmutador C de la figura 1. A este efecto, el órgano de programación 20 de la figura 1 es reemplazado por un órgano de programación 20' que actúa sobre el interruptor 6 para la descarga del tubo de destello 8 por la línea b y por una línea d sobre el conmutador 21 que aplica a los electrodos 11, 11' de la célula 12 bien la tensión del generador continuo 13, o la tensión del generador alterno 14.

Las otras referencias de la figura 2 tienen el mismo significado que en la figura 1.

- En la figura 3, un mismo conjunto de prisma de Glan 10 y de célula de Pockels 12 asume las funciones de disparador, de modulador y de conmutador.

- El prisma gñatorio 2 de las figuras 1 y 2 es reemplazado por un espejo fijo 22. Un órgano de programación 20" regula, por las líneas b y d, el funcionamiento del conjunto prisma de Glan 10 - célula de Pockels 12, sucesivamente en disparador, en modulador y en conmutador óptico.

- Estos diferentes tiempos son llevados al esquema de la figura 4. Cuando comienza en el tiempo 0 el bombeo óptico por el cierre del contacto 6 de la figura 3, se aplica a la célula 12 una tensión continua  $V_1$  que

- 10 -  
338348

22 MAR 1967



anula el factor de transmisión del conjunto prisma de Glan-célula de Pockels; esta tensión se mantiene durante un tiempo  $T_1$  necesario para que la inversión de número alcance su valor máximo. Después se reemplaza la tensión  $V_1$  por la tensión de modulación  $V_m$  de valor de cresta  $V_0$ , eventualmente igual a  $V_1$ , durante un tiempo  $T_2$  necesario para que el tren de ondas en el cual está localizada la emisión estimulada se forme y alcance su intensidad máxima. Por último, un impulso de tensión de amplitud  $V_1$  y de tiempo de subida  $T_3$  inferior a  $T$  permite extraer este tren de ondas de la cavidad.

$T_1$  será por ejemplo de 50 a 100  $\mu$ s,  $T_2$  de 50 a 100 ns, y  $T_3$  de 1 a 5 ns. De este modo puede preverse liberar, en impulsos de algunos nanosegundos de duración, potencias de algunos cientos de megawattios. Debe quedar entendido que son posibles numerosas variantes dentro del marco del invento, facilitándose los ejemplos de realización anteriores tan solo a título ilustrativo.

N O T A

Describe 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 el número PV. 55.098 de 25 de marzo de 1966, 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



338348

Patente de Invención por 20 años en España sobre: "PROCEDIMIENTO Y DISPOSITIVO DE PRODUCCION DE IMPULSOS LUMINOSOS BREVES DE GRAN POTENCIA", caracterizándose por lo siguiente:

5. 1.- "Procedimiento de producción de impulsos luminosos breves de gran potencia" con ayuda de un laser de sólido, consistente en efectuar ante todo la concentración de la energía procedente de la inversión de número y extraer después esta energía de la cavidad óptica, caracterizado porque esta energía se concentra en un paquete de ondas cuya extensión es notablemente inferior a la longitud de la cavidad óptica.
10. 2.- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque la concentración de energía se efectúa estableciendo, en una zona de la cavidad, un coeficiente de transmisión notable durante un tiempo  $\Delta t$  que es una fracción del tiempo  $T = \frac{2L}{c}$  empleado por los fotones en efectuar una pasada de ida y vuelta en la cavidad de longitud  $L$  y un coeficiente de transmisión débil durante el intervalo de tiempo  $T - \Delta t$ , repitiéndose el fenómeno y reproduciéndose con un periodo  $T$  mientras duran los estados excitados.
15. 3.- Dispositivo para la aplicación del procedimiento según las reivindicaciones 1 y 2, del tipo que comprende medios de disparo, medios de conmutación óptica que permiten desviar hacia el exterior de la cavidad, en un momento determinado, la energía luminosa previamente concentrada, caracterizado porque se le provee, además, con medios de modulación del coeficiente de transmisión
20. según una ley alternativa que tiene un periodo igual al
- 25.
- 30.

- 12 -  
338348



tiempo T de ida y vuelta de los fotones en la cavidad óptica.

- 4.- Dispositivo según la reivindicación 3, caracterizado porque los medios de disparo se constituyen con un prisma giratorio.
5. 5.- Dispositivo según la reivindicación 3, caracterizado porque los medios de conmutación óptica se constituyen con un prisma de Glan y una célula de Pockels o similar, que recibe una tensión continua.
10. 6.- Dispositivo según la reivindicación 3, caracterizado porque los medios de modulación se constituyen con un prisma de Glan y una célula de Pockels que reciben una tensión alterna de periodo 2 T.
15. 7.- Dispositivo según la reivindicación 3, caracterizado porque los medios de modulación y de conmutación óptica se unen en un solo sub-conjunto, que comprende con preferencia un prisma de Glan y una célula de Pockels, alimentada ya sea por tensión continua o alterna.
20. 8.- Dispositivo según las reivindicaciones 5, 6 y 7, caracterizado porque la descarga del flash excitador, la descarga de la tensión alterna y de la tensión continua son reguladas por un órgano de programación, a su vez en relación con el prisma giratorio.
25. 9.- Dispositivo según la reivindicación 3, caracterizado porque la cavidad óptica se provee de dos espejos reflectantes fijos y porque las operaciones de disparo, de modulación y de conmutación óptica son efectuadas por un sub-conjunto único compuesto con preferencia por un prisma de Glan y una célula de Pockels o análoga, un generador de alta tensión continua, un generador alterno y un órgano de
- 30.



22 MAR 1967 338348

programación.

- 10.- Dispositivo según la reivindicación 9, caracterizado porque el órgano de programación se dispone de forma que regule sucesivamente las operaciones siguientes:
5. puesta en funcionamiento del bombeo óptico, aplicación de una tensión continua a la célula para anular el coeficiente de transmisión en la cavidad, supresión de dicha tensión continua, aplicación de una tensión alterna de modulación y aplicación de un impulso de tensión continua que provoca la desviación del paquete de ondas amplificadas.
- 10.

- 11.- "Procedimiento y dispositivo de producción de impulsos luminosos breves de gran potencia", tal y como queda substancialmente descrito en la presente Memoria y en los dibujos adjuntos.
- 15.

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

22 MAR. 1967

Madrid,

COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE.

GOMEZ ALEJO Y MODEY

Por el Titular F. Hernández Rula



330348

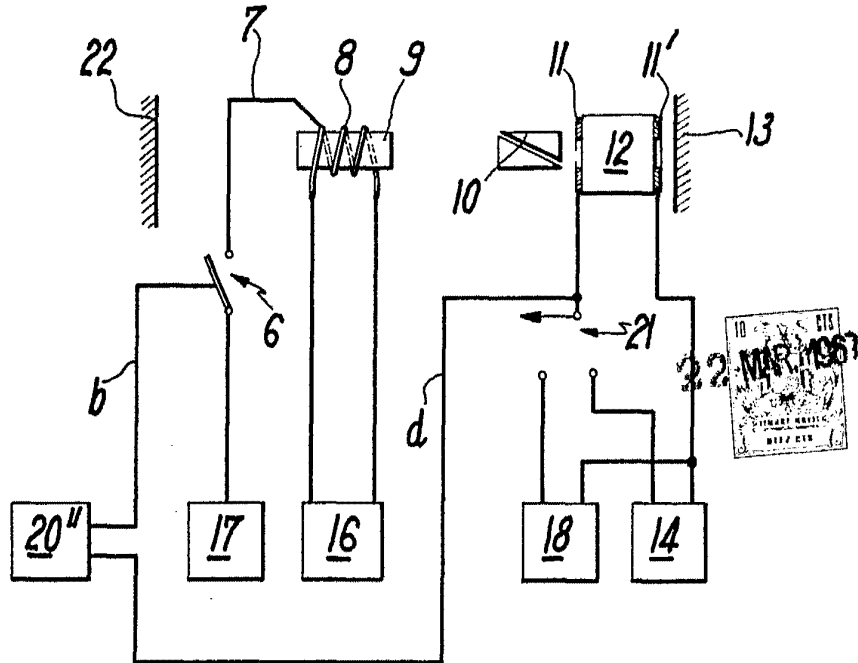


FIG. 3

TO LA VARIABLE

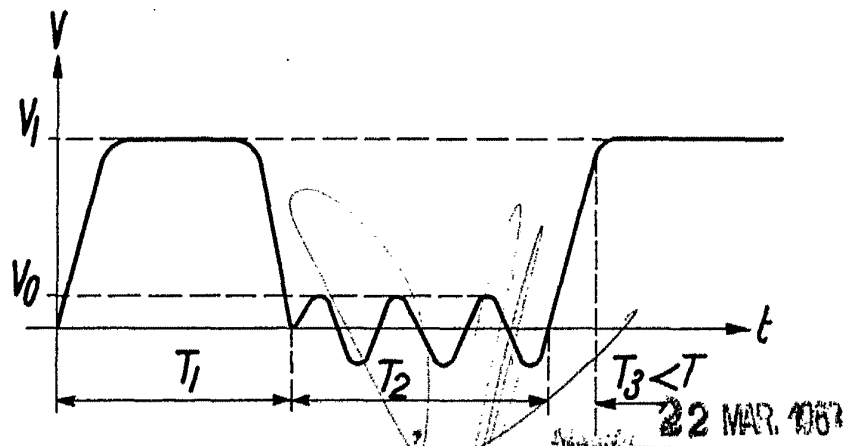


FIG. 4