

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 436 043**

51 Int. Cl.:

**F41H 11/02** (2006.01)

**G01S 7/497** (2006.01)

**G01S 7/495** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **08.09.2009 E 09749187 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.08.2013 EP 2324369**

54 Título: **Disposición de prueba para un sistema de identificación de amenazas láser de una aeronave**

30 Prioridad:

**09.09.2008 IT TO20080661**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**26.12.2013**

73 Titular/es:

**ALENIA AERONAUTICA S.P.A. (100.0%)  
Via Ing. Paolo Foresio 1  
21040 Venegono Superiore, IT**

72 Inventor/es:

**RUSSO, FRANCESCO y  
BARLETTA, ALESSANDRO**

74 Agente/Representante:

**LINAGE GONZÁLEZ, Rafael**

**ES 2 436 043 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Disposición de prueba para un sistema de identificación de amenazas láser de una aeronave

5 La presente invención se refiere a sistemas de identificación de amenazas láser de aeronaves y, específicamente, a una disposición de prueba para un sistema de identificación de haces de luz que inciden en una aeronave.

En aviónica, para detectar o rastrear una aeronave se usan haces de luz de apuntamiento, normalmente emitidos por fuentes láser colimadas, adaptadas para iluminar un objetivo y, posiblemente, para ayudar a interferir con el mismo.

10 Por ejemplo, un haz de láser de "telémetro" que presenta las características de baja frecuencia de repetición (algunos kHz) y una amplitud de impulso muy estrecha (del orden de algunos ns) se usa para medir la distancia de un objeto apuntado; un haz de láser de "designador" que presenta las características de una onda continua con una alta frecuencia de sobremodulación de repetición (de hasta 500 kHz) y una alta potencia es usado por los sistemas de armas para  
15 apuntar a un objeto (identificación y rastreo); un haz de láser que presenta las características de frecuencia media de repetición (decenas de kHz) se usa para iluminar un objetivo y dirigir un misil o un arma similar guiada por láser ("cohetes guiados por haz") al mismo, adaptado para rastrear dinámicamente una señal predeterminada de apuntamiento en su trayectoria.

20 Por esta razón, las aeronaves están equipadas con sistemas de identificación a bordo, adaptados para detectar posibles señales luminosas incidentes y para identificar la amenaza infligida por las mismas, así como la dirección de la que proceden, analizando las características de la señal luminosa y comparándolas con una librería de señales conocidas que se actualiza continuamente.

25 Un sistema de identificación típico se muestra esquemáticamente en la figura 1. Comprende al menos uno y preferentemente dos dispositivos de detección 10 expuestos en el carenado de la aeronave 12, por ejemplo montados de manera simétrica en lados opuestos del fuselaje y adaptados para cubrir todas las direcciones de observación en el espacio. Cada detector incluye un cabezal óptico facetado 14 que comprende una pluralidad de ventanas (espejos) ópticas 16 adaptadas para captar uno o más haces de luz de apuntamiento B procedentes de sectores del espacio hacia  
30 los que están orientadas.

Las señales ópticas transportadas por los haces de luz captados, relacionados con cada sector controlado del espacio, se reenvían, a través de una pluralidad correspondiente de canales ópticos 20, (guías de luz o fibras de plástico) a una unidad de procesamiento y señalización (receptor de alerta de láser, LWR) 30. La unidad está dotada de sensores  
35 ópticos integrados y está adaptada para analizar las características de la señal óptica interceptada (potencia y forma de onda de la señal de modulación) y compararlas con una librería de señales conocidas, manteniendo un seguimiento de las contribuciones que un único haz de luz incidente puede generar simultáneamente en muchos espejos.

40 La correcta detección de una amenaza infligida por un haz de láser que rastrea a la aeronave permite adoptar contramedidas adecuadas, por ejemplo una maniobra de desvío de vuelo, un intento por destruir el aparato que inflige la amenaza o la activación de los sistemas de salvamento del piloto o de la tripulación de la aeronave.

45 El sistema concebido de este modo debe probarse con vistas a su primera instalación a bordo de una aeronave y la disposición de prueba también puede usarse con el fin de validar las librerías incluidas en el sistema (ésta es una función de soporte de funcionamiento convencional, ya que las librerías pueden variar de una misión a otra, según el escenario en que se utilicen), verificar la correcta aplicación de las prioridades para la identificación de amenazas y supervisar la velocidad de respuesta.

50 La prueba y la validación se basan en la generación y representación de escenarios de amenaza virtuales, adaptados para simular posibles amenazas conocidas reales de la manera más realista posible, y en la verificación consiguiente de la respuesta proporcionada por el sistema de identificación.

55 En la actualidad, las disposiciones de prueba usadas incluyen una pluralidad de generadores de haces de luz de alta potencia (generadores de láser en el espacio libre), dispuestos en diferentes sectores del espacio en torno a un dispositivo de detección que va a iluminarse y controlados para generar señales ópticas a las longitudes de onda deseadas (infrarrojo (NIR), visible) y que presentan características de forma conocidas que indican una posible amenaza.

60 Por desgracia, esta disposición tiene puntos críticos en lo que se refiere a la seguridad y la fiabilidad. De hecho, los generadores de láser deben estar blindados entre sí y con respecto al entorno exterior del sitio de prueba. Los haces de luz también deben colimarse correctamente en el aire, a través de lentes o expansores de haz, para replicar las condiciones de propagación con un ensanchamiento en la atmósfera de un haz típico real que puede incidir en el dispositivo de detección, posiblemente en muchos espejos adyacentes, y ésta es una operación que requiere una alineación mecánica compleja de los generadores de láser.

65 El documento WO 99/06852 da a conocer un sistema de discriminación de amenazas de haces de energía adaptado para usarse con energía de haz de láser. El sistema incluye un primer detector para detectar una primera señal de láser y

un segundo detector para detectar una señal de láser coherente. Un circuito temporizador establece un intervalo de tiempo entre la detección de la primera señal de láser y la detección de la señal de láser coherente y proporciona una salida en respuesta a las mismas. Un circuito de control determina, en función de la salida, si la primera señal de láser y/o la segunda señal de láser suponen una amenaza. Para facilitar una clasificación de haz directo frente a haz reflejado según el tiempo de llegada en múltiples configuraciones de sensor, los retardos de tiempo intrínsecos desde cada sensor hasta una unidad de procesamiento central se miden y se usan para calibrar los sensores. Esta calibración puede llevarse a cabo fácilmente utilizando una única fuente de luz, tal como un diodo emisor de luz, acoplada mediante fibra óptica a cada sensor a través de longitudes fijas de cable de fibra óptica, de manera que luz llega a cada sensor simultáneamente o calibrando los retardos electrónicos relativos con una señal de prueba electrónica introducida en cada sensor.

El documento US 6785032 también se refiere a contramedidas para ataques con láser. Describe un sistema de contramedidas láser para interceptar el borde de ataque de un impulso entrante de energía láser, identificar la longitud de onda de la radiación entrante y ajustar un mecanismo de filtrado correspondiente a la radiación.

El documento US 5206500 da a conocer un circuito de detección de láser pulsado en sistemas ópticos de detección, particularmente para detectar la presencia de una señal óptica basada en láser.

La presente invención tiene la finalidad de proporcionar una disposición de prueba para un sistema de identificación de amenazas láser que evita los inconvenientes de la técnica anterior y que permite representar de manera fiable una pluralidad de escenarios de amenaza virtuales.

Según la presente invención, esta finalidad se obtiene gracias a una disposición de prueba que presenta las características expuestas en la reivindicación 1.

Realizaciones particulares son el objeto de las reivindicaciones dependientes, cuyo contenido debe tomarse como una parte integral o integrante de la presente descripción.

Expresado brevemente, la presente invención se basa en el principio de proporcionar señales ópticas de amenaza virtual de baja potencia directamente a una unidad de procesamiento y señalización LWR, aguas abajo de un dispositivo de detección de haces de luz y de manera guiada sin propagación alguna de haces ópticos al aire libre. En la práctica, esto se lleva a cabo a través de la generación de señales ópticas para simular amenazas láser a través de una fuente de láser de baja potencia que puede modularse y ajustarse electrónicamente, y de su inyección directa en fibras ópticas que entran en la unidad LWR.

De manera ventajosa, la menor potencia de emisión y la mayor eficacia de dispositivos láser acoplados a fibras permiten fabricar una disposición de prueba de laboratorio usando componentes más económicos, y la propagación guiada permite garantizar la colimación deseada de las señales, excluyendo cualquier problema de seguridad provocado por emisiones espurias y no comprobadas de haces de luz de alta potencia.

La posibilidad de controlar de manera precisa mediante software las señales ópticas proporcionadas a la unidad LWR, en la forma de onda característica y el intervalo de longitudes de onda (trenes de impulsos con una frecuencia de repetición y un ancho de impulso predeterminados) respectivamente, permite llevar a cabo el procedimiento de prueba más fácilmente, manteniendo sin embargo la precisión de simulación de una disposición convencional, con respecto a lo cual, no obstante, es posible librarse de la influencia de las limitaciones mecánicas de los diversos componentes.

De manera ventajosa, la disposición de prueba según la invención permite obtener funciones de simulación adicionales con respecto a las funciones típicas de una disposición convencional, tal como la simulación de fallos y defectos en un canal de detección causados, por ejemplo, por la degradación (empañamiento) de un espejo de un dispositivo de detección, o la simulación de pérdidas de potencia variables de las señales incidentes debido a la propagación en la atmósfera o a pérdidas de inserción que el sistema de identificación puede tener en caso de un mal funcionamiento o un acoplamiento defectuoso entre las guías de luz 20 y las ventanas 16 o la unidad de procesamiento y señalización 30.

Características y ventajas adicionales de la invención se describirán en mayor detalle en la siguiente descripción detallada de una realización, proporcionada a modo de ejemplo no limitativo, con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 1 es una representación esquemática de un sistema de identificación de amenazas láser de una aeronave;

la figura 2 es un diagrama de circuito de una disposición de prueba de un sistema de identificación de amenazas láser según la invención; y

la figura 3 es un diagrama de bloques funcional de la disposición de prueba de la figura 2.

Un sistema convencional de identificación de amenazas láser de una aeronave se ilustra en la figura 1 y se ha descrito en detalle en la parte introductoria de esta descripción. Puesto que es conocido por los expertos en la técnica, no se

volverá a mencionar en mayor detalle.

El diagrama de circuito de una disposición de prueba del sistema de la figura 1, que es el objeto de la invención, se muestra en la figura 2.

5 Un dispositivo de emisión de señales ópticas, preferentemente un dispositivo láser que emite luz coherente colimada en una longitud de onda operativa dentro de la gama del infrarrojo cercano, se indica mediante una L. Está adaptado para emitir una pluralidad de señales ópticas S1 a Sn para estimular un sistema LWR de identificación de amenazas 30, presentando cada señal una forma de onda controlada que indica un haz de luz de amenaza predeterminado.

10 El dispositivo de emisión L está acoplado a un conmutador o multiplexor óptico MUX a través de una sección de fibra óptica F acoplada directamente en la salida del dispositivo L con una minimización de las pérdidas de inserción. El multiplexor óptico MUX está adaptado para conmutar las señales ópticas emitidas por el dispositivo L entre una pluralidad de trayectorias ópticas, en un número correspondiente al número de canales ópticos del sistema de identificación, es decir, el número de señales ópticas tratadas por la unidad LWR de procesamiento y señalización 30, comprendiendo cada trayectoria una sección respectiva de fibra óptica F1 a Fn.

15 Como alternativa, es posible concebir el uso de una pluralidad de dispositivos de emisión, cada uno asociado a una fibra óptica respectiva, prescindiendo por tanto del multiplexor óptico.

20 Al final de las secciones de las fibras F1 a Fn puede conectarse de manera ventajosa un dispositivo fotodetector o un transductor óptico-eléctrico PD similar, el cual está adaptado para detectar las salidas S1 a Sn de señal óptica de cada canal y hacer que tal información esté disponible para realimentar un módulo de procesamiento DR para activar el dispositivo de emisión L y controlar el multiplexor óptico MUX o, posiblemente, en un osciloscopio OSC para visualizar los parámetros de la forma de onda de las señales S1 a Sn introducidas en el sistema de identificación LWR 30 que está probándose.

25 Los terminales de las secciones de fibra F1 a Fn están equipados con elementos de empalme de fibra, para un acoplamiento óptico y mecánico ajustado, optimizados con respecto a las posibles pérdidas de inserción, con las guías de luz 20-1 a 20-n previstas convencionalmente en la unidad LWR de procesamiento y señalización 30 que está probándose.

La figura 3 muestra un diagrama de bloques funcional de la disposición de prueba de la figura 2 en detalle.

35 Un ensamblado de la disposición de prueba del sistema LWR de identificación de amenazas 30 se indica con ST y comprende el dispositivo de emisión L como una fuente de estimulación adaptada para generar las señales ópticas de simulación S1 a Sn necesarias para estimular los sensores ópticos de la unidad LWR de procesamiento y señalización. Para los fines de la invención se prefiere un dispositivo láser semiconductor, que puede modularse y ajustarse directamente con respecto a una pluralidad de longitudes de onda.

40 La disposición de prueba ST se activa mediante un circuito de activación DR adaptado para modular la potencia de salida de la fuente L y controlar la forma de onda de las señales de estimulación ópticas, es decir, el ancho de impulso y la frecuencia de repetición respectivos de los impulsos, con vistas a la correcta estimulación de la unidad LWR. Preferentemente, el ancho de impulso está comprendido entre 5 y 500 ns y su frecuencia de repetición está comprendida entre un único impulso por periodo (o incluso una señal continua) y un tren de impulsos a 50 kHz.

45 El dispositivo de emisión de láser L se selecciona preferentemente para emitir una longitud de onda dentro del intervalo comprendido entre 800 y 1600 nm, garantizando un nivel de máxima potencia de salida óptica que es superior a 15 mW en cada uno de los canales de salida para cada forma de onda especificada.

50 Se concibe la posibilidad de insertar un atenuador externo (indicado en la figura con la letra A en un línea discontinua) que presenta una atenuación variable controlada que puede ajustarse, por ejemplo, de manera continua en el intervalo comprendido entre 0 y 60 dB, entre la fuente modulable L y el conmutador MUX a lo largo de la sección de fibra óptica F para añadir una atenuación adicional, si fuera necesario.

55 A través del circuito de activación DR, la ruta de las señales de estimulación ópticas, generadas por el dispositivo de emisión L, en los canales ópticos 20-1 a 20-n de la unidad LWR de señalización 30, también se controla mediante el conmutador MUX. En particular, el conmutador MUX puede activarse manualmente, a través de botones adecuados, o automáticamente, por ejemplo mediante una interfaz serie RS-232 o IEEE 4888-GPIB, garantizando una conmutación entre los canales en un periodo de tiempo inferior a 100 ms.

60 Un conector de fibra o un empalme de bifurcación TJ, conectado al final de las secciones de fibra F1 a Fn, está dispuesto para permitir que las señales de estimulación S1 a Sn se extraigan y se encaminen para realimentar el dispositivo fotodetector PD para calibrar la contribución de las señales individuales S1 a Sn de las trayectorias ópticas 20-1 a 20-n. Específicamente, la realimentación cerrada en el circuito de modulación del dispositivo de emisión L está adaptada para modificar la potencia de salida óptica de manera controlada y para llevar a cabo, posiblemente, una prueba de umbrales

para simular tanto las pérdidas de potencia debidas a la propagación en la atmósfera como las posibles pérdidas de inserción del sistema de identificación en caso de mal funcionamiento. La realimentación cerrada en el circuito de control del conmutador MUX está adaptada para excluir de manera selectiva una o más trayectorias, por ejemplo, en la simulación de condiciones defectuosas en un canal óptico.

5 Debe observarse que la realización propuesta para la presente invención en la descripción expuesta anteriormente tiene únicamente la función de proporcionar un ejemplo no limitativo de la presente invención. En la realización preferida actual, la disposición de prueba ST tiene 8 puertas de salida que pueden seleccionarse y direccionarse de manera unívoca, ya que una configuración mínima del sistema de identificación de amenazas incluye 8 canales ópticos paralelos,  
10 cada uno relacionado con un sector de espacio respectivo de vigilancia.

Un experto en la técnica puede llevar a cabo fácilmente la presente invención en diferentes realizaciones que, sin embargo, no se apartan de los principios expuestos en este documento y que, por tanto, están cubiertas en la presente patente. Esto se aplica, en particular, con respecto a la posibilidad de fabricar la disposición de prueba en forma modular,  
15 mediante lo cual lo que se ha descrito constituye un módulo mínimo y es posible colocar una pluralidad de disposiciones de prueba de manera adyacente para obtener la estimulación de un sistema de identificación de amenazas equipado con una unidad LWR de señalización que presenta muchas entradas.

Evidentemente, sin afectar al principio de la invención, las realizaciones y los detalles de construcción pueden variar considerablemente con respecto a lo que se ha descrito e ilustrado simplemente a modo de ejemplo no limitativo, sin salir  
20 por ello del alcance de protección de la invención definida por las reivindicaciones adjuntas.

**REIVINDICACIONES**

- 1.- Una disposición de prueba para un sistema de identificación de amenazas láser de una aeronave, comprendiendo dicho sistema de identificación de amenazas láser:
- 5
- medios ópticos de detección (10), adaptados para capturar haces de luz de amenaza (B) que inciden en la aeronave (12) desde una pluralidad de sectores de espacio circundantes,
  - medios de aviso de amenazas (30), adaptados para recibir una pluralidad de señales ópticas reales indicativas de al menos uno de dichos haces de amenaza (B) a través de una pluralidad de canales ópticos (20) relacionados con respectivas direcciones de incidencia de haz, y dispuestos para comparar dichas señales reales con una librería predeterminada de señales ópticas de referencia que representan amenazas conocidas;
- 10
- incluyendo la disposición de prueba:
- 15
- medios de emisión de luz (L) dispuestos para generar de manera selectiva una pluralidad de señales ópticas predeterminadas (S1 a Sn) para simular amenazas virtuales; y
  - una pluralidad de guías ópticas (F1 a Fn) para dichas señales de simulación (S1 a Sn), acopladas directamente a dichos medios de emisión de luz (L) y adaptadas para conectarse a dicha pluralidad de canales ópticos (20\_1 a 20\_n) para estimular de manera selectiva los medios de aviso de amenazas (30).
- 20
- 2.- Una disposición según la reivindicación 1, que comprende una fuente de emisión de luz (L) y un circuito de conmutación (MUX) para encaminar de manera selectiva las señales de simulación (S1 a Sn) generadas por dicha fuente (L) en una de dicha pluralidad de guías ópticas (F1 a Fn).
- 25
- 3.- Una disposición según la reivindicación 2, en la que dicha fuente de emisión de luz (L) es una fuente láser controlable, adaptada para generar señales de simulación ópticas (S1 a Sn) que comprenden un tren de impulsos con una frecuencia de entre 0 y 50 kHz.
- 30
- 4.- Una disposición según la reivindicación 3, en la que dicha fuente láser puede ajustarse en un intervalo de longitudes de onda comprendido entre 800 y 1600 nm.
- 35
- 5.- Una disposición según la reivindicación 2 ó 3, que comprende medios de atenuación de potencia (A) dispuestos en la salida de dicha fuente de emisión de luz (L).
- 40
- 6.- Una disposición según la reivindicación 2, que comprende medios fotodetectores (PD) que pueden estar dispuestos de manera selectiva en la salida de dichas guías ópticas (F1 a Fn), adaptados para interceptar las señales de simulación ópticas generadas (S1 a Sn) dispuestas para proporcionar señales de realimentación para activar la fuente de emisión de luz (L) y/o el circuito de conmutación (MUX).
- 45
- 7.- Una disposición según la reivindicación 6, en la que dichos medios fotodetectores (PD) están dispuestos para proporcionar a medios de visualización (OSC) señales eléctricas representativas de dichas señales de simulación (S1 a Sn).
- 8.- Un sistema de identificación de amenazas láser para una aeronave, que comprende una disposición de prueba según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6.

FIG. 1

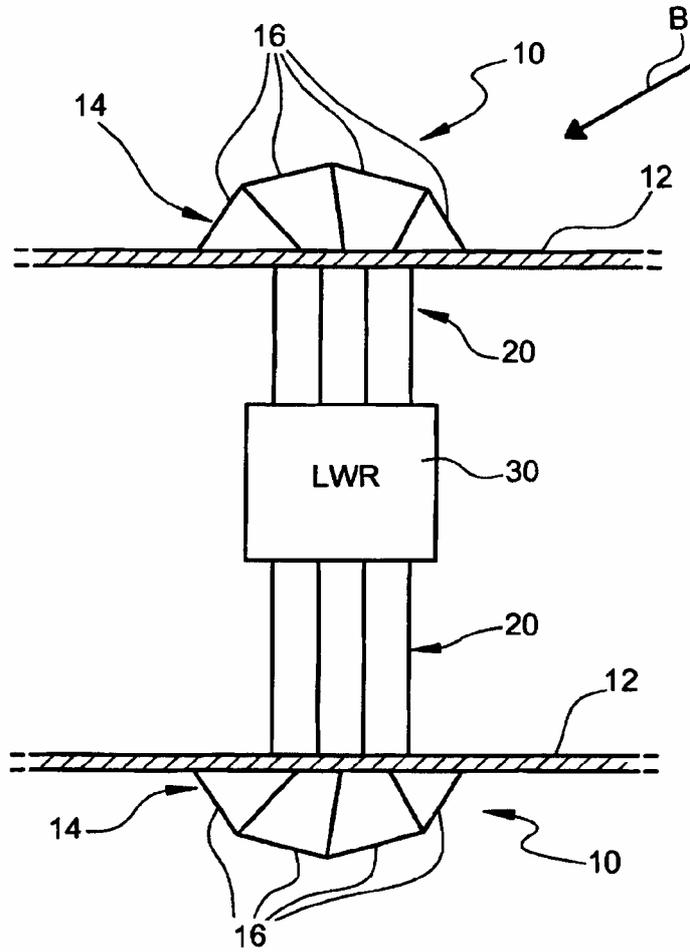
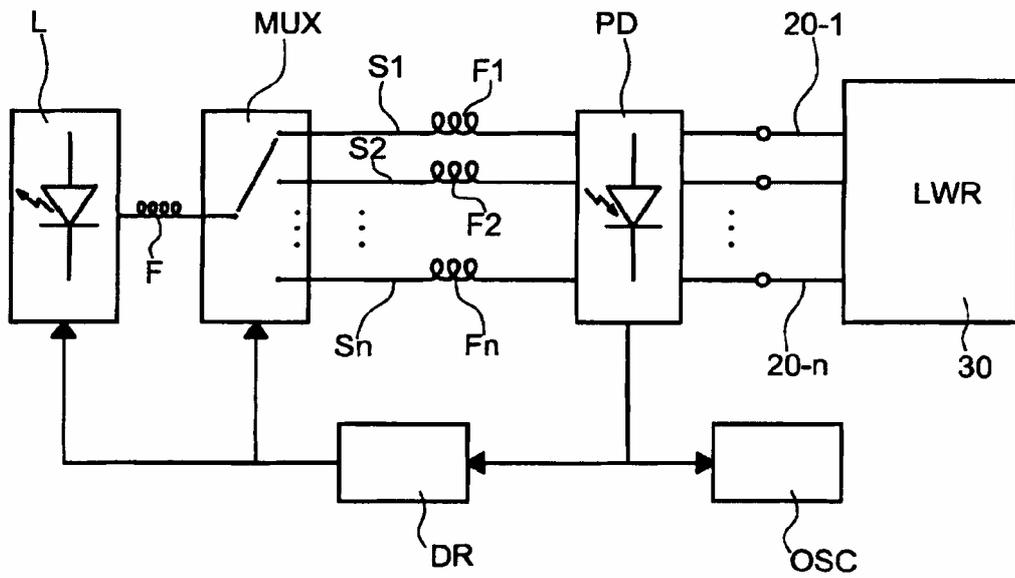


FIG. 2



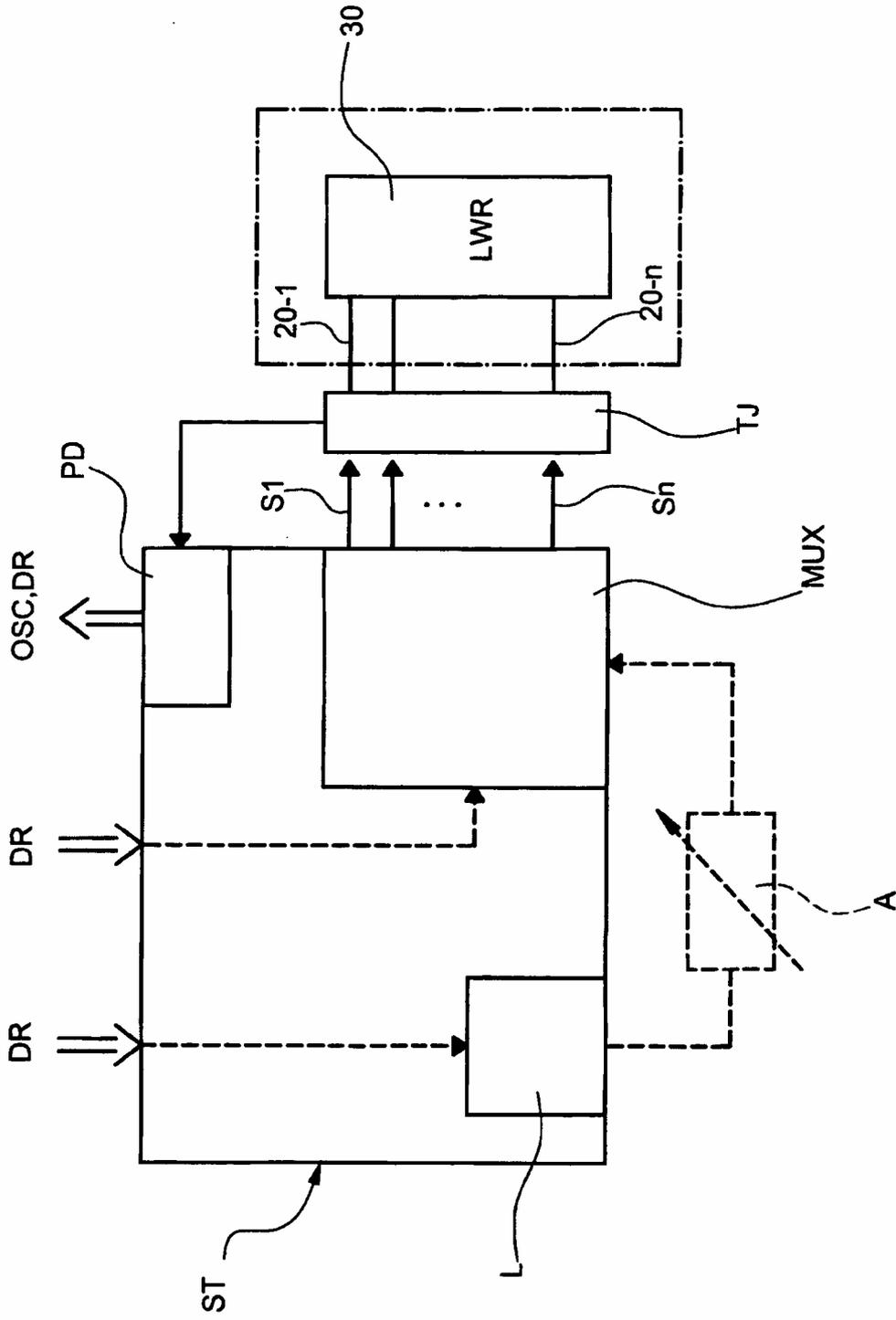


FIG. 3