

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 401 127**

51 Int. Cl.:

**B61L 23/04** (2006.01)

**B61L 1/16** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.03.2004** **E 10170811 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.12.2012** **EP 2351680**

54 Título: **Sistema y procedimiento para controlar vías ferroviarias**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**17.04.2013**

73 Titular/es:

**THE HONG KONG POLYTECHNIC UNIVERSITY  
(100.0%)  
Hung Hom, Kowloon  
Hong Kong, CN**

72 Inventor/es:

**TAM, HWAYAW;  
HO, SIU LAU y  
LIU, MICHAEL SHUN**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

**ES 2 401 127 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

Sistema y procedimiento para controlar vías ferroviarias

### **1. Campo de la invención:**

La presente invención se refiere a sistemas de control ferroviarios.

### 5 **2. Antecedentes de la invención**

Varios mecanismos de medición se han utilizado para controlar diversos aspectos de un sistema ferroviario. Contador de ejes y sistema de ponderación de desequilibrio de rueda son dos mecanismos de medición populares entre los mismos.

10 Convencionalmente, un contador de ejes utiliza campos magnéticos para contar los ejes de un tren en marcha, y un sistema de ponderación de desequilibrio de rueda típico utiliza un sensor medidor de tensión en un circuito puente para medir la carga del tren. Existen desventajas con estos mecanismos convencionales, por ejemplo, la instalación de algunos mecanismos de medición convencionales puede no ser fácil. Más importante aún, el rendimiento de estos mecanismos convencionales pueden verse afectados por la radiación electromagnética externa. Esto puede deteriorar la fiabilidad de estos mecanismos de medición convencionales, especialmente en un sistema ferroviario CA, ya que un montón de ruidos podrían ser introducidos en estos mecanismos de medición convencionales.

15 Además, estos mecanismos de medición convencionales necesitan instalarse individualmente en el ferrocarril. Esto puede no ser conveniente si un número significativo de mecanismos de medición se necesitan. Tampoco puede ser conveniente establecer un sistema de control ferroviario centralizado debido a la complejidad de la recogida de todos los resultados de cada mecanismo de medición individual.

20 En el documento US 5.330.136, se describe un aparato de circuito de vía ferroviaria en el que un sensor óptico emite una señal lumínica de detección de vehículos cuando un vehículo ferroviario está presente en un tramo de la vía. Una señal lumínica de referencia es generada también por una fuente de emisión de luz. Un detector en comunicación óptica con el sensor óptico recibe la señal lumínica de detección de vehículos. La información presente en la señal lumínica de detección de vehículos es interpretada por un procesador para detectar el vehículo ferroviario. El sensor puede comprender una fibra óptica alargada que se extiende a lo largo del tramo de la vía o de una pluralidad de sensores localizados en cascada. También se revela que el sensor puede ser utilizado como un medio de comunicación para pasar datos de comunicación entre los extremos opuestos del tramo de la vía. Dependiendo de las exigencias de la aplicación particular, el sensor puede estar situado dentro del tramo de la vía en un número de maneras.

### 30 **Objeto de la invención**

Por lo tanto, un objetivo de la presente invención es proporcionar un sistema de control ferroviario mejorado que pueda resolver al menos parte de los problemas, o al menos proporcionar al público una elección útil.

### **Sumario de la invención**

35 De acuerdo con un aspecto de la presente invención, un sistema de control ferroviario incluye las características de la reivindicación 1.

Preferiblemente, tanto el emisor y el analizador están conectados al extremo de la fibra, y la primera señal óptica alterada es una señal reflejada por la fibra hacia el extremo.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, un procedimiento para controlar un sistema ferroviario incluye las características de la reivindicación 12.

40 Otros aspectos y ventajas de la invención serán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada, tomada conjuntamente con los dibujos adjuntos, cuya descripción ilustra a modo de ejemplo los principios de la invención.

### **Breve descripción de los dibujos**

La Figura 1 es una vista en planta que ilustra una realización de un sistema de control ferroviario a modo de ejemplo de la presente invención;

45 La Figura 2 es una vista en perspectiva que ilustra la unión de parte del sistema de la Figura 1; y

La Figura 3 ilustra los principios de trabajo de una rejilla de Bragg útil en el sistema de la figura 1.

### **Descripción detallada**

50 Como se muestra en la Figura 1, un sistema de control ferroviario 100 a modo de ejemplo de la presente invención incluye una fibra óptica 101 que tiene ocho rejillas de Bragg S1-S8, que se crean en la fibra 101 y que están selectivamente unidas a un par de vías 103,105 de un ferrocarril, respectivamente. Un emisor 107 de señal óptica

que proporciona una fuente de luz de banda ancha está conectado al extremo 109 de la fibra 101 para emitir una señal óptica en la fibra 101. Cada rejilla de Bragg S1-S8 tiene una longitud de onda reflejada distinta (lo que se explicará con referencia a la Figura 3) y refleja una señal óptica hacia el extremo 109, y cada señal óptica reflejada contiene información que refleja la varianza de una característica de una parte de las vías en las que están montadas las rejillas de Bragg S1-S8. La banda de onda de la señal óptica procedente del emisor 105 es lo suficientemente ancha como para cubrir todas las longitudes de onda reflejadas de las rejillas de Bragg S1-S8 en la realización a modo de ejemplo.

Un interrogador 111 de señal óptica, conectado también al extremo 109, recibe estas señales reflejadas y detecta además un cambio en la longitud de onda de cada señal óptica reflejada, como se describe en detalle a continuación. El interrogador transmite después los resultados de detección a un ordenador 113 para su análisis. En base a estas señales ópticas reflejadas, el interrogador 111 y el ordenador 113 son capaces de determinar ciertas situaciones en las vías 103, 105 y para además controlar el ferrocarril. Se observa que el sistema a modo de ejemplo sólo tiene una fibra óptica en la región del ferrocarril y, por lo tanto, no se ve afectado por radiaciones electromagnéticas externas.

Los principios de funcionamiento de una rejilla de Bragg se describen referencia a la Figura 3. Como se entiende generalmente en la técnica, una rejilla de Bragg 301 es una fibra de modus único con variación periódica permanente del índice de refracción en una longitud de fibra de, por ejemplo 0,1 a 10 cm. La variación en el índice de refracción se establece mediante la iluminación de la fibra con un láser UV. La rejilla de Bragg 301 refleja la luz con una longitud de onda reflejada distinta que depende del índice de refracción y del período relacionado con el espacio de la variación del índice de refracción (el período de división), mientras que la luz más allá de esta longitud de onda pasará a través de la rejilla más o menos sin obstáculos. La luz reflejada por la rejilla de Bragg 301 presentará una longitud de onda que varía como una función de una cantidad mensurable que cambia el índice de refracción de la rejilla de material de fibra y/o de la longitud de la fibra en la zona de rejilla (período de división). Los cambios de cualquiera de la tensión en la fibra o de la temperatura ambiente darán lugar, por tanto, al cambio de la longitud de onda de la señal óptica reflejada por la rejilla de Bragg 301. Además, como se entiende generalmente en la técnica, en la situación de la realización a modo de ejemplo de la presente invención, puesto que cada rejilla de Bragg S1-S8 tiene una longitud de onda reflejada distinta, el interrogador puede identificar las señales ópticas reflejadas por estas rejillas de Bragg, siempre que el intervalo de longitud de onda entre las rejillas de Bragg esté diseñado para ser más largo que el cambio máximo permitido en la longitud de onda de las señales reflejadas, cambio que puede ser causado por cambios en la tensión en la fibra o en la temperatura ambiente.

Además, como se muestra en la Figura 2, en la realización a modo de ejemplo, cada rejilla de Bragg S1-S8 está montada en la vía por medio de cola epoxídica o soldadura en una dirección paralela a las vías 103, 105. Cada rejilla de Bragg está preestirada para evitar que las rejillas de Bragg pierdan tensión durante la operación. Además, cada rejilla de Bragg se extiende al menos sustancialmente paralela a su vía respectiva.

Por lo tanto, en el sistema 100, cuando un eje de un tren pasa por encima de una porción de una de las vías en las que una rejilla de Bragg, por ejemplo S1, está montada, la porción de la vía experimenta una tensión de tracción debido a la presión o peso ejercido sobre la misma por el eje del tren. Dado que la rejilla de Bragg S1 está montada de forma fija en la vía 103 y se extiende paralelamente a la vía 103, la rejilla de Bragg S1 experimenta la misma deformación por tracción que la vía. Tal deformación por tracción conduce a un cambio en la longitud de onda de la señal óptica reflejada por la rejilla de Bragg S1, y este cambio es proporcional a la tensión de tracción tanto en la rejilla de Bragg como en la vía que lo experimenta y, correspondientemente a la presión ejercida sobre la vía. Al detectar este cambio por el interrogador 111, el sistema 100 obtiene de ese modo la información relativa a la deformación por tracción, tanto en la rejilla de Bragg como en la vía que lo experimenta y, correspondientemente, la presión ejercida sobre la vía. Cuando el eje abandona la porción de la vía, tanto la vía como la rejilla de Bragg S1 se restauran rápidamente, de modo que el cambio en la longitud de onda de la señal reflejada por S1 disminuye hasta cero en consecuencia, y la rejilla de Bragg S1 está entonces lista para la próxima tensión por tracción, que puede ser causada por otro eje.

Por lo tanto, en base a los cambios en las longitudes de onda de las señales ópticas reflejadas por las rejillas de Bragg, el sistema 100 es capaz de determinar ciertas situaciones en las vías 103, 105 y controlar además el ferrocarril.

### **Aplicabilidad industrial**

#### *1. Contador de ejes*

El sistema 100 a modo de ejemplo puede ser usado para contar el número de ejes de un tren en marcha mediante el recuento del número de cambios sucesivos, en la longitud de onda de la señal óptica reflejada por una de las rejillas de Bragg. El sistema 100 es también capaz de determinar el final del tren si no se detecta ningún cambio en la longitud de onda durante un periodo predeterminado, el cual está diseñado para que sea sustancialmente mayor que un período de tiempo máximo posible para que dos ejes adyacentes pasen través de la rejilla de Bragg.

#### *2. Detector de velocidad*

Puesto que la separación física entre los ejes de un tren es de conocimiento general, el sistema 100 a modo de ejemplo puede determinar fácilmente la velocidad instantánea del tren utilizando el período de tiempo necesario para que los ejes sucesivos pasen a través de una determinada rejilla de Bragg.

### 3. Optimización de intervalo

- 5 El sistema 100 a modo de ejemplo puede encontrar fácilmente el inicio y el final de un tren en marcha. El sistema 100 a modo de ejemplo puede además determinar un período de tiempo entre dos trenes sucesivos midiendo constantemente un período de tiempo entre dos cambios sucesivos en la longitud de onda de la primera señal óptica reflejada;
- 10 comparar el periodo de tiempo entre dos cambios sucesivos con un valor umbral predeterminado; y determinar el periodo de tiempo entre dos trenes sucesivos si el período de tiempo entre dos cambios sucesivos excede el valor umbral predeterminado.

La información sobre el período de tiempo entre dos trenes sucesivos puede entonces ser utilizada por el sistema 100 a modo de ejemplo para controlar la velocidad de los dos trenes.

### 4. Detector de Inundación

- 15 Se entiende que los cambios de cualquiera de la tensión en la fibra o de la temperatura ambiente resultarán en cambios en la longitud de onda de la señal óptica reflejada por la rejilla de Bragg. Se entiende además que las inundaciones pueden, por lo general, causar un cambio repentino en la temperatura ambiente. Por lo tanto, cuando el sistema 100 a modo de ejemplo detecta un cambio en la longitud de onda de la señal reflejada, mientras que simultáneamente no detecta ninguna variación sustancial de este cambio durante un período de tiempo
- 20 predeterminado, el sistema 100 a modo de ejemplo puede activar una alerta de inundación. El período de tiempo predeterminado está configurado para ser al menos mayor que el periodo de tiempo máximo posible para que dos ejes adyacentes pasen a través de una determinada rejilla de Bragg. Por lo tanto, si el sistema 100 no detecta ningún cambio sustancial en el cambio de longitud de onda de una señal óptica reflejada durante el período de tiempo predeterminado, es muy probable que no haya trenes que pasan a través de la rejilla de Bragg. Por lo tanto,
- 25 el cambio en la longitud de onda reflejada es muy probablemente causado por el cambio en la temperatura ambiente, y una razón muy posible para el cambio en la temperatura ambiente es la ocurrencia de inundaciones.

### 5. Sistema de ponderación de desequilibrio de rueda

Puesto que las rejillas de Bragg S1-S8 están instaladas en las dos vías de un riel, el ordenador puede procesar los datos recibidos del interrogador para evaluar si hay cualquier desequilibrio entre las dos vías del riel.

### 30 6. Sistema de pesado de trenes

Puesto que el cambio en la longitud de onda reflejada refleja la tensión, que experimenta la vía y que se relaciona con el peso sobre la misma, el peso de un tren se puede medir mediante la adición de todas las medidas de tensión a lo largo de todo el tren. Tal sistema de pesado es particularmente útil en situaciones en las que el tren está estático o se mueve a una velocidad relativamente baja.

### 35 7. Identificación de trenes

- Como se muestra en la Figura 1, las rejillas de Bragg S1-S8 son posicionadas selectivamente en las vías 103, 105. En particular, el espaciado entre S1 y S2, S3 y S4, S5 y S6, S7 y S8 y está diseñado para estar en línea con la separación entre dos ejes adyacentes de un tren particular, mientras que el espaciado entre S2 y S3, y S6 y S7 está diseñado para estar en línea con la separación entre los vagones de este tren particular. Al detectar si estas ocho
- 40 rejillas de Bragg experimentan simultáneamente una tensión de tracción, el sistema 100 es capaz de determinar si el tren encima de la misma es del mismo tipo que dicho particular.

- Se entiende que una serie de rejillas de Bragg se pueden crear en una sola fibra óptica como se ilustra en la relación a modo de ejemplo para controlar diversos factores del sistema ferroviario para una larga distancia. Como alternativa, más de una fibra puede ser utilizada en el sistema, cada una con una pluralidad de rejillas de Bragg creadas en la misma. Además, cada rejilla de Bragg se puede montar en las vías en una dirección no paralela a su
- 45 vía respectiva. En ese caso, la tensión de tracción experimentada por las Bragg rejillas puede no ser la misma que la experimentada por las vías. Pero la tensión de tracción experimentada por las rejillas de Bragg es aún relevante, si no exactamente proporcional a la experimentada por las vías. Por lo tanto, el sistema 100 es todavía capaz de determinar la tensión de tracción experimentada por las vías experiencia en base a los cambios en las longitudes de
- 50 onda de las señales ópticas reflejadas por las rejillas de Bragg.

Además, el sistema 100 a modo de ejemplo utiliza las señales ópticas reflejadas por las rejillas de Bragg. Se puede entender a partir de la Figura 3 que la señal óptica transmitida a través de todas las rejillas de Bragg se puede utilizar también para un análisis similar. En este caso, el interrogador tiene que estar conectado al otro extremo de la fibra.

**REIVINDICACIONES**

1. Un sistema de control ferroviario, que comprende:

una fibra óptica (101) que tiene una pluralidad de partes separadas a lo largo de la longitud de la fibra óptica, pudiendo cada parte de la pluralidad acoplarse a una porción respectiva de uno de un par de rieles (103,105) de una vía;

un emisor (107) de señal óptica conectado a la fibra óptica (101) para emitir una señal óptica en la fibra óptica; y un analizador (111) de señal óptica conectado a la fibra óptica para recibir y analizar las señales ópticas alteradas;

**caracterizado porque** la pluralidad de partes comprende una primera pluralidad de rejillas de Bragg (S), estando cada rejilla de Bragg (S) pre-tensada en una dirección al menos sustancialmente paralela a dicho un riel y teniendo una longitud de onda reflejada distinta que es alterada tras un cambio en la tensión derivado de una porción respectiva del riel, y dicho analizador (111) de señal óptica recibe señales ópticas alteradas en forma de señales reflejadas y está adaptado para detectar cambios en las longitudes de onda de las señales ópticas alteradas de las rejillas de Bragg, siendo un cambio indicativo de un cambio en la tensión en una porción respectiva del riel.

2. El sistema de la reivindicación 1, en el que tanto el emisor (107) como el analizador (111) están ambos conectados al mismo extremo de la fibra óptica.

3. El sistema de la reivindicación 1, en el que la primera pluralidad de rejillas de Bragg (S) está unida a dicho un riel (103,105) de tal manera que la primera pluralidad de rejillas de Bragg experimenta la misma tensión de tracción que dicho un riel.

4. El sistema de la reivindicación 1, que comprende un contador en conexión con el analizador (111) de señal óptica para contar el número de cambios en la longitud de onda de una primera señal óptica reflejada, en el que dicho número se refiere al número de ejes de un tren que pasa por más de una de las rejillas de Bragg.

5. El sistema de la reivindicación 1, que comprende un reloj en relación con el analizador (111) de señal óptica para medir un período de tiempo entre un número predeterminado de cambios sucesivos en la longitud de onda de una primera señal óptica reflejada para determinar la velocidad del tren.

6. El sistema de la reivindicación 1, que comprende además un procesador (113) en conexión con el analizador (111) de señal óptica, en el que el procesador comprueba un período de tiempo entre dos trenes sucesivos midiendo constantemente un período de tiempo entre dos cambios sucesivos en la longitud de onda de una primera señal óptica reflejada; compara dicho período de tiempo entre dos cambios sucesivos con un valor umbral predeterminado; y determina el período de tiempo entre dos trenes sucesivos si dicho periodo de tiempo entre dos cambios sucesivos excede el valor umbral predeterminado.

7. El sistema de la reivindicación 1, en el que la característica de la primera pluralidad de rejillas de Bragg (S) está además relacionada con un periodo de división de la primera pluralidad de rejillas de Bragg y en el que el período de división es variable en correspondencia con un cambio en la temperatura ambiente que experimenta la primera pluralidad de rejillas de Bragg.

8. El sistema de la reivindicación 7, en el que el analizador (111) de señal óptica comprueba el cambio en la temperatura ambiente determinando si hay un cambio en la longitud de onda de una primera señal óptica reflejada; y determinando simultáneamente si tal cambio varía durante un período predeterminado.

9. El sistema de la reivindicación 1, que comprende además una segunda pluralidad de rejillas de Bragg (S) acoplable al otro riel (103, 105) para determinar la varianza de una característica del otro riel, en el que la segunda pluralidad de rejillas de Bragg genera más señales ópticas reflejadas que pueden ser recibidas por el analizador de señal óptica, en el que el cambio en la longitud de onda de las otras señales ópticas reflejadas en correspondencia con la varianza de la característica del otro riel es detectable por el analizador de señal óptica.

10. El sistema de la reivindicación 9, que comprende además un procesador (113) en conexión con el analizador (111) de señal óptica para la determinación de un desequilibrio en el par de rieles en base a los cambios en las longitudes de onda de la primera y de la segunda señales ópticas reflejadas.

11. El sistema de la reivindicación 10, en el que la primera y la segunda pluralidad de rejillas de Bragg (S) están situadas en correspondencia con el espaciamiento entre los ejes y bogies de un tren para determinar una característica del tren.

12. Un procedimiento para controlar un sistema ferroviario, que comprende:

colocar una fibra óptica (101) que tiene una pluralidad de partes a lo largo de un riel de una vía;

- 5 tensar en una dirección axial y fijar dicha pluralidad de partes de dicho riel de tal manera que una característica de la fibra óptica varíe con la tensión del riel;  
emitir una señal óptica a lo largo de dicha fibra óptica; y  
analizar una señal óptica alterada recibida desde la fibra óptica para determinar la información relativa a dicha vía;
- 10 en el que la pluralidad de partes comprende una pluralidad de rejillas de Bragg (S), teniendo cada rejilla de Bragg (S) una longitud de onda reflejada distinta y en que el analizador (111) de señal óptica detecta un cambio en las longitudes de onda de la señal óptica alterada tras un cambio en la tensión de una rejilla de Bragg para determinar la tensión del riel.
13. El procedimiento de la reivindicación 12, en el que dicha información está además relacionada con un tren o vehículo en dicha vía.

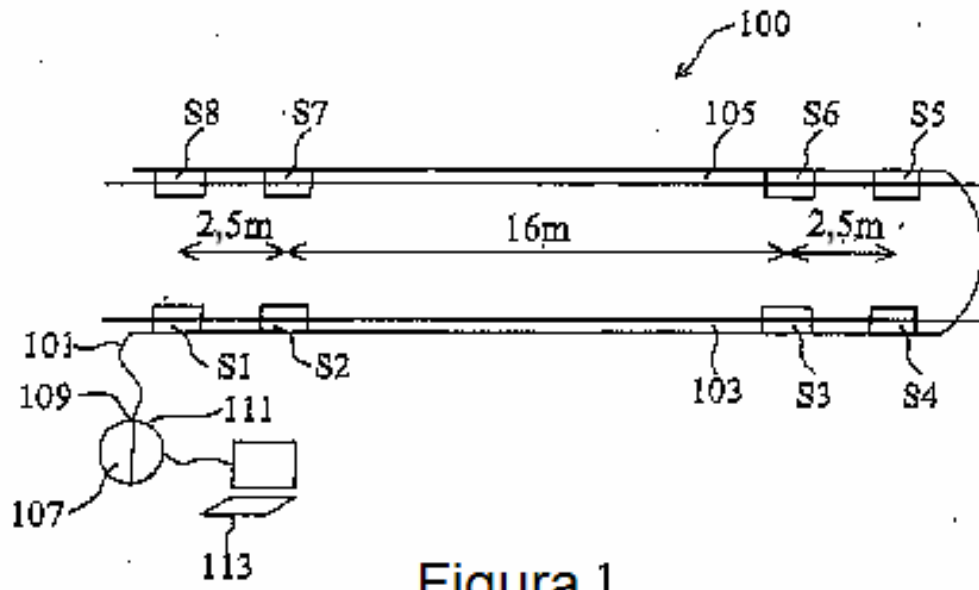


Figura 1

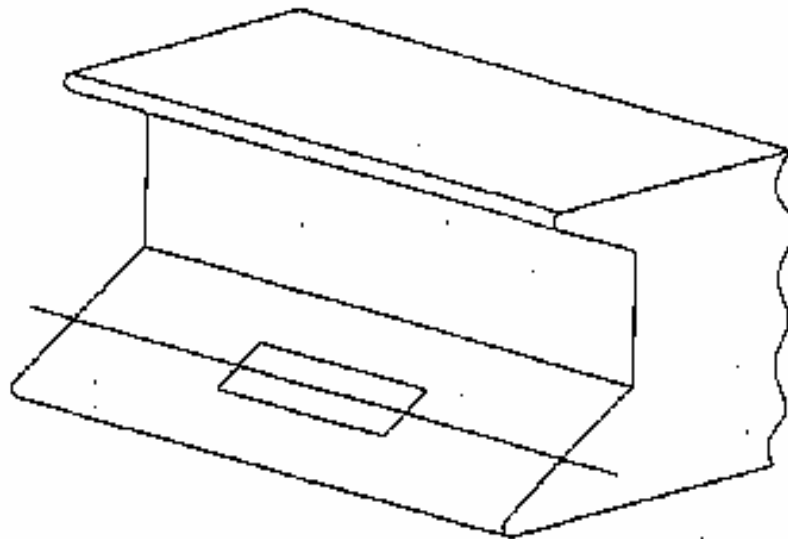


Figura 2

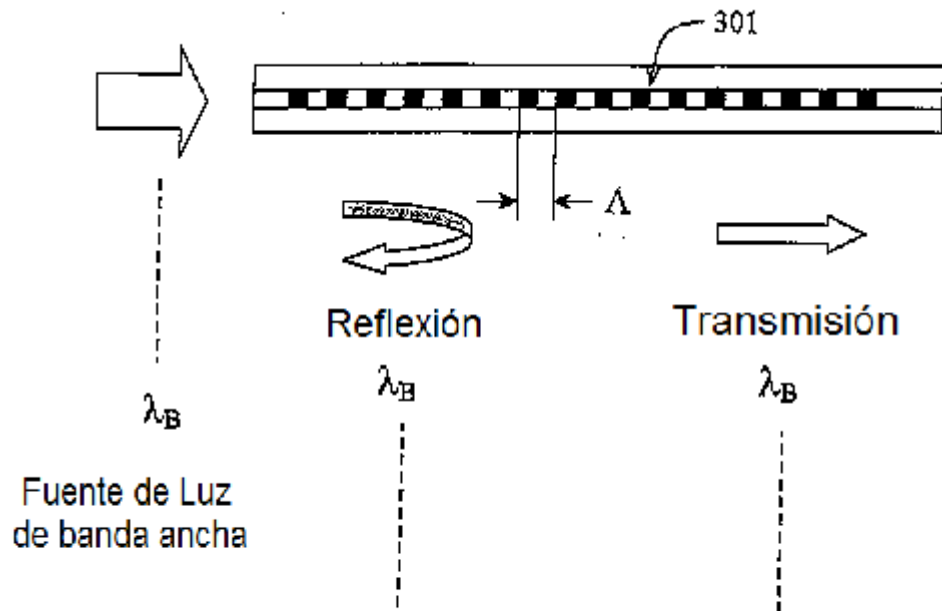


Figura 3