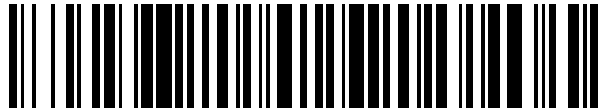


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 580 012**

51 Int. Cl.:

G01S 17/10 (2006.01)
F42C 13/02 (2006.01)
G01S 17/66 (2006.01)
F41G 7/22 (2006.01)
G01S 7/486 (2006.01)
G01S 7/487 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.09.2013 E 13290222 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.05.2016 EP 2711732**

54 Título: **Medidor de desviación con imágenes de infrarrojos y sistema de puntería y de seguimiento automático de blanco**

30 Prioridad:

20.09.2012 FR 1202493

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

18.08.2016

73 Titular/es:

**MBDA FRANCE (100.0%)
1, avenue Réaumur
92350 Le Plessis-Robinson, FR**

72 Inventor/es:

LE MAREC, JEAN-CLAUDE

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 580 012 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

Medidor de desviación con imágenes de infrarrojos y sistema de puntería y de seguimiento automático de blanco

La presente invención concierne a un medidor de desviación con imágenes de infrarrojos y a un sistema de puntería y de seguimiento automático de un blanco, destinados a ser embarcados a bordo de un vector, tal como un misil.

5 Se sabe que, para poder enganchar un blanco, un misil debe poder identificarle, enmarcarlo en su campo de visión y mantenerle centrado en este campo por un seguimiento automático a pesar de los desplazamientos relativos del citado blanco y de citado misil. Para hacer esto, es conocido ya utilizar un medidor de desviación con imágenes de infrarrojos que comprende un detector matricial de infrarrojos, un dispositivo óptico de puntería a través del cual el citado detector matricial de infrarrojos es apto para observar el citado blanco, un dispositivo de mando y de tratamiento de las imágenes
10 de infrarrojos formadas en el citado detector matricial de infrarrojos, siendo el citado dispositivo óptico de puntería orientable y controlado en dirección al citado blanco por el citado dispositivo de mando y de tratamiento de imágenes.

Por otra parte, para activar el encendido del arma de destrucción llevada por el citado misil a fin de destruir el citado blanco, el citado misil comprende un detector de proximidad, denominado también medidor de proximidad o espoleta de proximidad, que mide la distancia misil-blanco, cuando el misil y el blanco están próximos uno al otro.

15 Un detector de proximidad de este tipo comprende generalmente una pluralidad de elementos angularmente equirrepartidos en el fuselaje del misil para crear una cobertura de detección de 360° alrededor de este último. Dicho detector de proximidad ocupa pues un volumen importante del misil. Además, los dispositivos de interfaz mecánicos y eléctricos necesitados por tal detector de proximidad son complejos, caros y voluminosos.

Por otra parte, por el documento US 6 626 396 B2, se conoce un medidor de desviación con imágenes de infrarrojos destinado a ser embarcado a bordo de un vector, tal como un misil, y que comprende:

- un detector matricial de infrarrojos, apto para formar una pluralidad de imágenes de infrarrojos sucesivas,
- un dispositivo óptico de puntería, a través del cual el citado detector matricial de infrarrojos es apto para observar un blanco en aproximación,
- un láser rojo apto, por intermedio del citado dispositivo único óptico de puntería, para emitir pulsos láser de infrarrojos en dirección al citado blanco, siendo recibidos los ecos de los citados pulsos láser de infrarrojos, enviados por el citado blanco, por el citado detector matricial de infrarrojos a través del citado dispositivo óptico de puntería, y
- un dispositivo de mando y de tratamiento para mandar el citado detector matricial de infrarrojos, para tratar las imágenes de infrarrojos formadas en el citado detector matricial de infrarrojos y para tratar las imágenes de los citados ecos, formadas en el citado detector matricial de infrarrojos, para determinar la distancia a la cual se encuentra el citado blanco.

La presente invención tiene por objeto poner remedio a los inconvenientes de la técnica anterior simplificando y unificando los dispositivos de seguimiento y de detección de proximidad del citado misil.

Con este fin, de acuerdo con la invención, el medidor de desviación con imágenes de infrarrojos del tipo anteriormente citado se caracteriza:

- por que el citado dispositivo de mando y de tratamiento asocia a cada uno de los citados pulsos láser de infrarrojos emitidos por el citado láser de infrarrojos una pluralidad de ventanas sucesivas de adquisición de eco por el citado detector matricial de infrarrojos, y
- por que la apertura de las ventanas de adquisición de eco es efectuada, con respecto a la emisión del pulso láser de infrarrojos correspondiente, con varios retardos sucesivos decrecientes $2D/c$ (siendo c la velocidad de la luz) que correspondientes a distancias D esperadas sucesivas decrecientes entre el citado medidor de desviación y el blanco hasta un valor pequeño predeterminado a partir del cual el dispositivo de mando y de tratamiento prepara el encendido del arma de destrucción llevada por el citado vector.

45 Así, gracias a la presente invención, el citado medidor de desviación con imágenes de infrarrojos pasa a ser tridimensional y, en alternancia, puede desempeñar la función de imágenes de infrarrojos y la función de medición de proximidad. Los medidores de proximidad puestos en práctica en la técnica anterior pueden ser por tanto, así como sus inconvenientes, suprimidos.

Se sabe que, generalmente, los medidores de desviación con imágenes de infrarrojos trabajan en la banda de frecuencia comprendida entre $3 \mu\text{m}$ y $5 \mu\text{m}$ con una frecuencia comprendida entre 100 Hz y 1 kHz. La longitud de onda y la frecuencia de los citados pulsos láser de infrarrojos puestos en práctica en la invención pueden estar comprendidas respectivamente entre $0,9 \mu\text{m}$ y $2 \mu\text{m}$ y entre 1 kHz y 10 kHz.

Por ejemplo, el citado láser de infrarrojos de la invención es de tipo diodo láser, YAG, Erbio-YAG o fibra dopada con erbio.

5 Así, de acuerdo con la invención, el dispositivo de mando y de tratamiento asocia a cada uno de los citados pulsos láser de infrarrojos emitidos por el citado láser de infrarrojos una ventana de adquisición de eco por el citado detector matricial de infrarrojos y la apertura de dicha ventana de adquisición de eco se hace con un retardo igual a $2 D/c$ con respecto al pulso láser de infrarrojos correspondiente, siendo c la velocidad de la luz y D una distancia esperada entre el citado medidor de desviación y el blanco.

10 El retardo $2 D/c$ corresponde por tanto a la duración entre la emisión de un pulso láser de infrarrojos y la recepción del eco correspondiente, en el caso en que el blanco se encontrara a la distancia D del medidor de desviación. En tanto que la distancia blanco-medidor de desviación sea superior a D , no se forma ninguna imagen de eco en el detector matricial. En cambio, en cuanto esta distancia llegue a ser igual a D , la imagen del eco se forma en el citado detector matricial, y esta distancia es indicada por la aparición de esta imagen de eco.

15 Tras la constatación de que el blanco pasa realmente a un valor particular D_1 de D , se efectúa a continuación la apertura de las ventanas de adquisición de eco con un retardo igual a $2 D_2/c$, siendo D_2 una distancia esperada inferior a D_1 . De esta manera, es posible seguir sucesivamente la aproximación del citado blanco, dando a la distancia D valores sucesivos decrecientes. Cuando la distancia a la cual se encuentra el blanco llega a un valor pequeño predeterminado, el dispositivo de mando y de tratamiento prepara el encendido del arma de destrucción llevada por el citado vector.

20 A fin de evitar la detección de falsos ecos que serían debidos al ruido de fondo, el dispositivo de mando y de tratamiento asigna a los citados ecos de los pulsos láser de infrarrojos una porción determinada del citado detector matricial, siendo igualmente el número de píxeles de la citada porción del detector matricial determinado, y considera que una imagen recibida en la citada porción determinada del detector matricial es uno de los ecos de los pulsos láser de infrarrojos, cuando la suma de las señales recibidas por los píxeles de la citada porción determinada del detector matricial es superior a un umbral predeterminado.

25 La presente invención concierne igualmente a un sistema de puntería y de seguimiento automático de blanco que comprende un medidor de desviación de acuerdo con la presente invención.

30 A efectos prácticos, se observará que el documento US 3 935 818 enseña a utilizar un sensor único para efectuar el seguimiento necesario para el guiado del misil y para activar el detector de proximidad. En este documento, las dos funciones son efectuadas en alternancia, por un tratamiento de la señal común, pero nada se indica sobre el principio de determinación de la distancia (tiempo de vuelo, modulación de la señal, etc.) y sobre las características del sensor común.

Las figuras de los dibujos anejos harán comprender bien cómo puede ser realizada la invención. En estas figuras, referencias idénticas designan elementos semejantes.

35 La figura 1 es el esquema sinóptico de un sistema de puntería y de seguimiento de blanco que comprende un medidor de desviación con imágenes de infrarrojos conocido.

La figura 2 es un diagrama, en función del tiempo t , que ilustra la sucesión de ventanas de integración del medidor de desviación de la figura 1.

La figura 3 es el esquema sinóptico de un sistema de puntería y de seguimiento automático de blanco que comprende el medidor de desviación de acuerdo con la presente invención.

40 La figura 4 es un diagrama, en función del tiempo t , que ilustra la sucesión de las ventanas de integración del medidor de desviación del sistema de la figura 3 y la sucesión de los pulsos láser de infrarrojos emitidos por este último.

La figura 5 ilustra esquemáticamente la zona de la matriz del detector matricial de infrarrojos en la cual se forman las imágenes de los ecos de los pulsos láser de infrarrojos.

45 Las figuras 6A, 6B y 7A, 7B ilustran, en función del tiempo t , un proceso preferido del funcionamiento del medidor de proximidad del medidor de desviación de acuerdo con la presente invención.

El sistema de puntería y de seguimiento automático de blanco I, ilustrado esquemáticamente por la figura 1, es de tipo conocido de medidor de desviación con imágenes de infrarrojos y está embarcado a bordo de un misil 1 de eje L-L del cual solo está representada una parte delantera del fuselaje.

50 Este sistema I comprende un detector de infrarrojos 2, provisto de una matriz de detección de infrarrojos 3 y apta para abrir, bajo la dependencia de un reloj 4, ventanas de integración de imagen F_i periódicamente espaciadas (véase la figura 2). Por ejemplo, la matriz de detección de infrarrojos 3 integra imágenes de infrarrojos en la banda de frecuencia comprendida entre $3 \mu\text{m}$ y $5 \mu\text{m}$, la duración d_i de las ventanas F_i es del orden de $0,5 \text{ ms}$ y la frecuencia $1/T_i$ de las citadas ventanas F_i está comprendida entre 100 Hz y 1 kHz .

El detector de infrarrojos 2 es apto para observar un blanco C, aéreo o terrestre, por intermedio de un dispositivo óptico de puntería orientable 5, que mira hacia la parte delantera del misil 1 a través de un domo multiespectral 6 (por ejemplo de zafiro) de este último y cuya línea de puntería es controlada en orientación alrededor del eje longitudinal L-L por intermedio de un dispositivo de control 7, para poder seguir al blanco C.

5 Las señales de imagen recibidas por el detector de infrarrojos 2 durante las ventanas F_i son integradas en un dispositivo de mando y de tratamiento de imagen 8, que, por una línea 9, recibe informaciones de posición y de altitud que provienen de la central inercial (no representada) del misil 1. El dispositivo de mando y de tratamiento de imagen 8 manda el dispositivo de control 7 para la puntería y el seguimiento del blanco C por el dispositivo óptico de puntería 5.

10 En la salida 10 del dispositivo de mando y de tratamiento de imagen 8 aparecen las señales de medición de desviación que permiten guiar el misil 1 hacia el blanco C.

El sistema II de puntería y de seguimiento automático de blanco con medidor de desviación por formación de imágenes por infrarrojos, de acuerdo con la presente invención e ilustrado esquemáticamente por la figura 3, comprende los elementos 1 a 7 y 9, 10 del sistema conocido I anteriormente descrito en relación con la figura 1.

15 Este sistema II comprende, además, un láser de infrarrojos 11 apto para emitir, por intermedio del dispositivo óptico de puntería orientable 5, pulsos láser infrarrojos I_l en dirección al blanco C. Por ejemplo, el láser de infrarrojos 11 es del tipo diodo láser, YAG, Erbio-YAG o de fibra dopada con erbio y emite en una banda de infrarrojos comprendida entre 0,9 μm y 2 μm , la duración d_l de los pulsos láser I_l es del orden de 1 ns a algunas decenas de ns y la frecuencia $1/T_l$ de los citados pulsos láser – muy superior a la frecuencia $1/T_i$ de las citadas ventanas F_i – está comprendida por ejemplo entre 1 kHz y 10 kHz (véase la figura 4).

20 Así, como está ilustrado en la figura 4, puede emitirse un haz colimado de una pluralidad de pulsos láser I_l por intermedio del dispositivo óptico de puntería orientable 5 y del domo 6, en dirección al blanco C.

25 En sustitución del dispositivo de mando y de tratamiento de imágenes 8 del sistema I de la figura 1, el sistema II de la figura 2 comprende un dispositivo de mando y de tratamiento 12, no solamente en conexión con el detector matricial 2 y con el dispositivo de control 7, sino también con el láser de infrarrojos 11. Además, el dispositivo de mando y de tratamiento 12 es apto, no solamente para mandar el detector matricial de infrarrojos 2 y para tratar las imágenes de infrarrojos de medición de desviación (de modo idéntico al dispositivo 8), sino también para mandar el láser de infrarrojos 11 y para tratar las imágenes de los ecos de los citados pulsos láser reenviados por el blanco C.

30 El dispositivo de mando y de tratamiento 12 asegura a los ecos de los pulsos láser de infrarrojos una porción determinada z_l de la matriz de detección 3 del detector de infrarrojos 2. Como está representado en la figura 5, esta porción z_l puede estar dispuesta centralmente con respecto a la matriz de detección 3 y presentar una forma cuadrada que contiene N^2 píxeles. Cuando la citada porción z_l de la matriz de detección 3 es iluminada, el dispositivo de mando y de tratamiento 12 considera que la imagen correspondiente es un eco de un pulso láser I_l si la suma de las señales recibidas por los píxeles de la citada porción z_l es superior a un umbral preestablecido.

35 Las figuras 6A, 6B, 7A, 7B ilustran el modo de funcionamiento del sistema II de acuerdo con la invención. En una etapa de funcionamiento,

- el dispositivo de mando y de tratamiento 12 asocia a cada pulso láser de infrarrojos I_l una ventana de adquisición de eco F_l ,
 - las ventanas de adquisición de eco F_l son en primer lugar abiertas con un retardo R_1 con respecto a los pulsos láser infrarrojos I_l igual a $2 D_1/c$, siendo c la velocidad de la luz y D_1 una distancia esperada entre el sistema II y el blanco C,
 - en tanto que el blanco C esté a una distancia del sistema II superior a D_1 (caso del esquema a de la figura 6B), ningún eco E_l de pulso láser se encuentra en la ventana F_l y ninguna imagen de eco aparece en la porción z_l de la matriz 3,
 - cuando el blanco C llega a una distancia D_1 , el eco E_l pasa sucesivamente a través de las ventanas de adquisición de eco sucesivas (esquemas b, c y d de la figura 6B) y después,
 - continuándose este movimiento relativo, el eco E_l sale de una ventana F_l siguiente.
- 40
- 45

ES 2 580 012 T3

Así, en la porción z_l de la matriz de detección de infrarrojos 3, la imagen del eco E_l aumenta, y después desaparece. Cuando esta desaparición se produce, se está seguro de que el blanco C ha pasado justo a la distancia D_1 del sistema II de la invención.

5 Se puede entonces volver a empezar sucesivamente una o varias veces esta etapa de funcionamiento con un retardo R_2 inferior a R_1 (véanse las figuras 7A y 7B), correspondiente a una distancia D_2 inferior a D_1 , y después con un retardo R_3 inferior a R_2 , etc...

Así, etapa a etapa, se pueden conocer los valores decrecientes sucesivos D_1, D_2, \dots de la distancia a la cual se encuentra el blanco C.

10 Cuando esta distancia toma un valor predeterminado D_i , el dispositivo de mando y de tratamiento 12 extrapola la trayectoria relativa misil-blanco y emite, en su salida 13, una señal de encendido del arma de destrucción que lleva el misil 1.

REIVINDICACIONES

1. Medidor de desviación con imágenes de infrarrojos, destinado a ser embarcado a bordo de un vector (1), tal como un misil, y que comprende:
- un detector matricial de infrarrojos (2, 3), apto para formar una pluralidad de imágenes de infrarrojos sucesivas,
- 5
- un dispositivo óptico de puntería (5), a través del cual el citado detector matricial de infrarrojos (2, 3) es apto para observar un blanco (C) en aproximación,
- un láser de infrarrojos (11) apto, por intermedio del citado dispositivo óptico de puntería (5), para emitir pulsos láser de infrarrojos en dirección al citado blanco (C), siendo recibidos los ecos de los citados pulsos láser de infrarrojos, reenviados por el citado blanco, por el citado detector matricial de infrarrojos (2, 3) a través del citado dispositivo
- 10
- un dispositivo de mando y de tratamiento (12) para mandar el citado detector matricial de infrarrojos (2, 3), para tratar las imágenes de infrarrojos formadas en el citado detector matricial de infrarrojos y para tratar las imágenes de los citados ecos, formadas en el citado detector matricial de infrarrojos (2, 3), para determinar la distancia a la cual se encuentra el citado blanco (C),
- 15
- caracterizado:
- por que el citado dispositivo de mando y de tratamiento (12) asocia a cada uno de los citados pulsos láser de infrarrojos emitidos por el citado láser de infrarrojos una pluralidad de ventanas sucesivas de adquisición de eco (F_i) por el citado detector matricial de infrarrojos (2, 3), y
- por que la apertura de las ventanas de adquisición de eco es efectuada, con respecto a la emisión del pulso láser de infrarrojos correspondiente, con varios retardos sucesivos decrecientes $2D/c$ (siendo c la velocidad de la luz) correspondientes a distancias D esperadas sucesivas decrecientes entre el citado medidor de desviación y el blanco hasta un valor pequeño (D_i) predeterminado a partir del cual el dispositivo de mando y de tratamiento (T2) prepara el encendido del arma de destrucción llevada por el citado vector (1).
- 20
2. Medidor de desviación de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado por que la longitud de onda de los citados pulsos láser infrarrojos está comprendida entre $0,9 \mu\text{m}$ y $2 \mu\text{m}$.
- 25
3. Medidor de desviación de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado por que la frecuencia de los citados pulsos láser de infrarrojos está comprendida entre 1 kHz y 10 kHz.
4. Medidor de desviación de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado por que el citado dispositivo de mando y de tratamiento (12) asigna a los citados ecos de los pulsos láser de infrarrojos una porción determinada (z_i)
- 30
- del citado detector matricial (2, 3), siendo determinado igualmente el número de píxeles (N^2) de la citada porción de detector matricial, y considera que una imagen recibida en la citada porción determinada del detector matricial es uno de los ecos de los pulsos láser de infrarrojos cuando la suma de las señales recibidas por los píxeles de la citada porción determinada del detector matricial es superior a un umbral predeterminado.
- 35
5. Sistema de puntería y de seguimiento automático de blanco, caracterizado porque el mismo comprende un medidor de desviación con imágenes de infrarrojos tal como se especifica en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4.

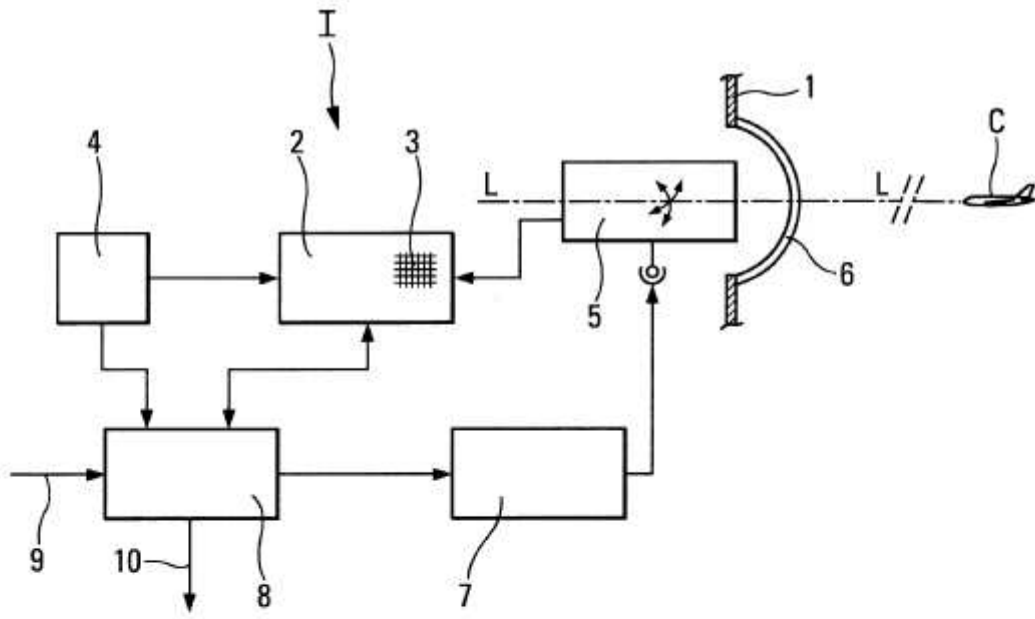


Fig. 1

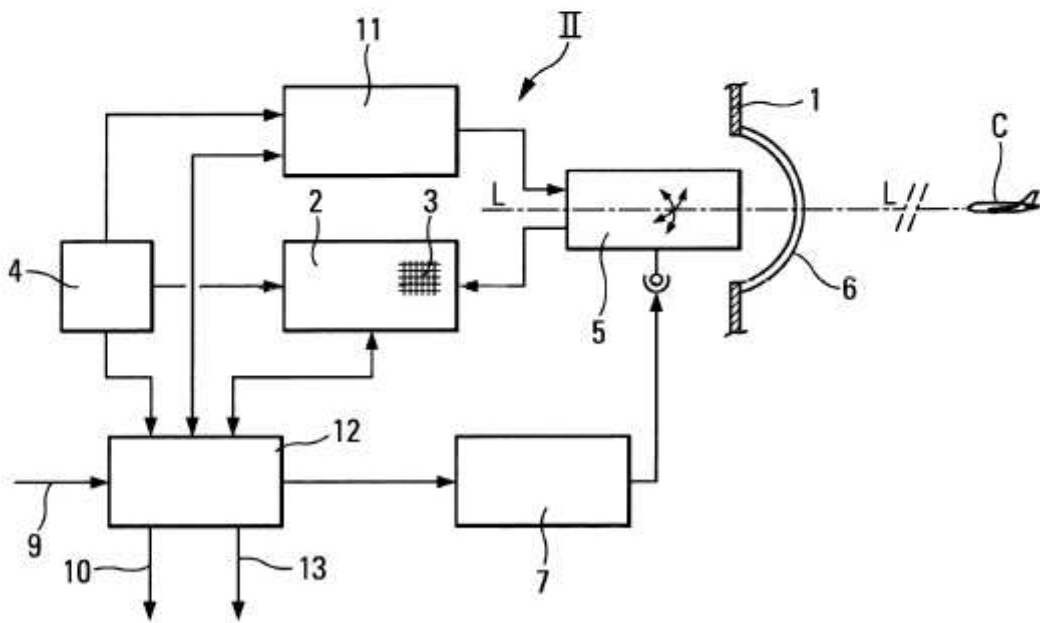


Fig. 3

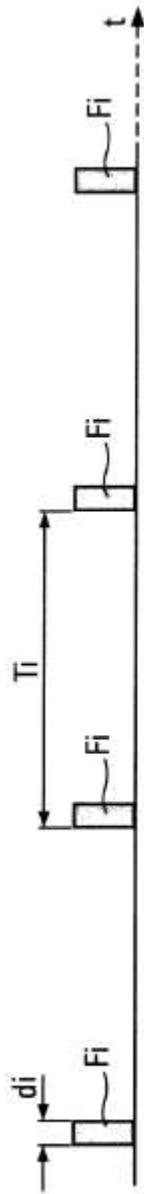


Fig. 2

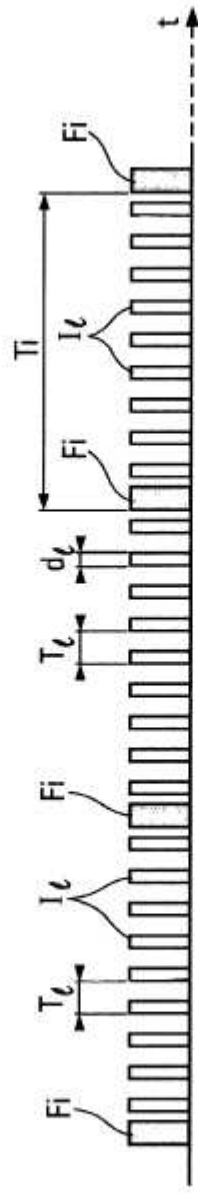


Fig. 4

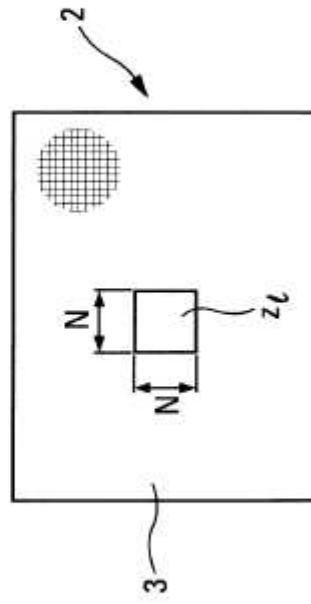


Fig. 5

Fig. 6A

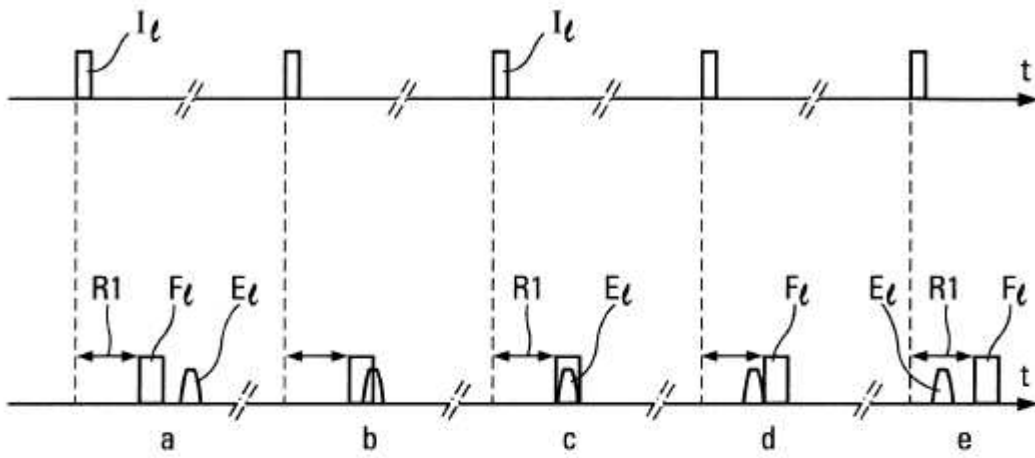


Fig. 6B

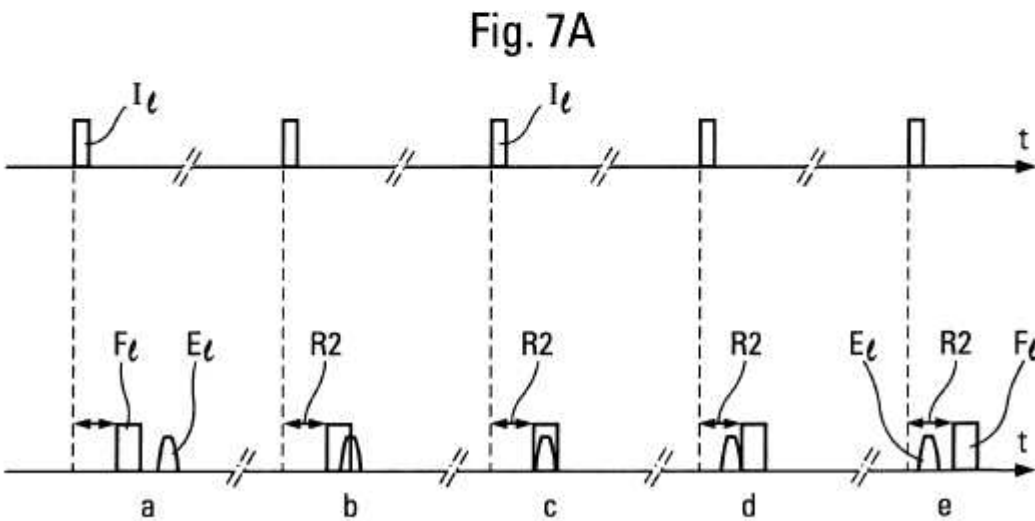


Fig. 7B