



## TÍTULO DE MODELO DE UTILIDAD No. 5442

**Titular(es):** SECRETARÍA DE EDUCACIÓN PÚBLICA-TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO

**Domicilio:** Arcos de Belén No. 79, Piso 3, Col. Centro, 06010, Alcaldía Cuauhtémoc, Ciudad de México, MÉXICO

**Denominación:** APARATO PARA TRATAR LA ICTERICIA EN NEONATOS MEDIANTE LA FOTOTERAPIA Y EL PROCESAMIENTO DE IMÁGENES.

**Clasificación:** **CIP:** A61N5/06; A61N5/00; A61N5/01  
**CPC:** A61N5/06; A61N5/00; A61N5/01; A61N5/0613

**Inventor(es):** JESÚS SANDOVAL GÍO; CARLOS ALBERTO LUJÁN RAMÍREZ; JOSÉ AGUSTÍN HERNÁNDEZ BENÍTEZ

### SOLICITUD

**Número:**  
MX/u/2019/000450

**Fecha de Presentación:**  
9 de Septiembre de 2019

**Hora:**  
14:43

**Vigencia:** Diez años

**Fecha de Vencimiento:** 9 de septiembre de 2029

**Fecha de Expedición:** 8 de febrero de 2024

El registro de referencia se otorga con fundamento en los artículos 1º, 2º fracción V, 6º fracción III, y 59 de la Ley de la Propiedad Industrial.

De conformidad con el artículo 29 de la Ley de la Propiedad Industrial, el presente registro tiene una vigencia de diez años improrrogables, contada a partir de la fecha de presentación de la solicitud y estará sujeta al pago de la tarifa para mantener vigentes los derechos.

Quien suscribe el presente título lo hace con fundamento en lo dispuesto por los artículos 5º fracción I, 9, 10 y 119 de la Ley Federal de Protección a la Propiedad Industrial; artículos 1º, 3º fracción V inciso a), sub inciso iii), 4º y 12º fracciones I y III del Reglamento del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial; artículos 1º, 3º, 4º, 5º fracción V inciso a), sub inciso iii), 16 fracciones I y III y 30 del Estatuto Orgánico del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial; 1º, 3º y 5º fracción I y antepenúltimo párrafo del Acuerdo Delegatorio de Facultades del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial.

El presente documento electrónico ha sido firmado mediante el uso de la firma electrónica avanzada por el servidor público competente, amparada por un certificado digital vigente a la fecha de su elaboración, y es válido de conformidad con lo dispuesto en los artículos 7 y 9 fracción I de la Ley de Firma Electrónica Avanzada y artículo 12 de su Reglamento. Su integridad y autoría, se podrá comprobar en [www.gob.mx/impi](http://www.gob.mx/impi). Asimismo, se emitió conforme lo previsto por los artículos 1º fracción III; 2º fracción VI; 37, 38 y 39 del Acuerdo por el que se establecen lineamientos en materia de Servicios Electrónicos del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial.

### SUBDIRECTORA DIVISIONAL DE EXAMEN DE FONDO DE PATENTES ÁREAS MECÁNICA, ELÉCTRICA Y DE DISEÑOS INDUSTRIALES Y MODELOS DE UTILIDAD

#### MARINA OLIMPIA CASTRO ALVEAR



Cadena Original:

MARINA OLIMPIA CASTRO ALVEAR|00001000000510738631|SERVICIO DE ADMINISTRACION  
TRIBUTARIA|1987|MX/2024/16656|MX/u/2019/000450|Título de modelos de utilidad|1223|GAGV|Pág(s)  
1|9d6W1fN08jP6w8nY4R5/3qAo1Hc=

Sello Digital:

IzuV/H2ItYk7TXxJqUG863hBeOjhJmvWn4yRqz+Sz1hOINa7u3age4TBYICKhEyJVh+UXrWIBK4OpUeeghs4FPUM++  
m/DlwhiX5pfRm1dFNnuIMmP5xEq/a2uPqLvMPQyisCeuTHXH0/erXaeNsjvniuZpsz9tPhnleKJb9Gi2V4fgj4r8OM  
VtacX21nJcFXK8eSCdLVixhUrqXJtuofnnuvQKoWQLQM7I3xliinqRBQfGml36xDd6pAiUsVF0XtFjXpJVXZNfb1yiV  
aebJlrXBHS7JsymbZLJSzVK1KN5T6/2JPISBHkR6xi83UR02kP8f+PR+mFPJ+2Q5Nzj2ikA==



MX/2024/16656



## APARATO PARA TRATAR LA ICTERICIA EN NEONATOS MEDIANTE LA FOTOTERAPIA Y EL PROCESAMIENTO DE IMÁGENES

### CAMPO TECNICO DE LA INVENCION

5 La Invención se refiere a un equipo utilizado en el tratamiento de la Ictericia neonatal, particularmente basado en la acción de la luz de cierta longitud de onda sobre la piel del paciente. Este campo se puede localizar de acuerdo con la clasificación internacional de patentes con código A61N5/06. La radiación luminosa se obtiene a través dispositivos semiconductores electroluminiscentes controlados electrónicamente. Para determinar el área del paciente a tratar  
10 se utiliza una cámara digital como sensor. Con el procesamiento de imágenes el dispositivo brindará una optimización de la energía utilizada en este tratamiento.

### ANTECEDENTES DE LA INVENCION

La fototerapia es una técnica aplicada en recién nacidos para tratar la hiperbilirrubinemia que  
15 consiste en la acumulación de bilirrubina en la sangre, esta hace a su vez que la piel y los ojos se tornen de un color amarillento, fenómeno conocido como Ictericia. Esta acumulación de bilirrubina se produce porque el hígado del recién nacido no se encuentra totalmente desarrollado y por lo tanto aún no tiene la capacidad de filtrar la molécula de la bilirrubina. La hiperbilirrubinemia si no es tratada puede causar convulsiones y daño cerebral [1], [2], hechos que ponen en riesgo la vida  
20 del neonato.

La fototerapia consiste en aplicar luz sobre la piel del recién nacido, esta luz debe tener una longitud de onda en el rango de los 450 a 480 nanómetros, lo que corresponde a la luz de color azul en el espectro electromagnético. Esta luz produce un efecto de degradación en la molécula de la bilirrubina lo que permite que pueda ser eliminada más rápidamente por el organismo [3].

25 En la actualidad existen varios tipos de equipos de fototerapia para el tratamiento de la hiperbilirrubinemia, clasificados según la forma de obtener energía luminosa a partir de energía eléctrica:

- Las lámparas halógenas o con tubos fluorescentes.
- Pads de fibra óptica tipo manta.
- 30 • Lámparas a base de LEDs (Light Emitting Diode).

Las lámparas halógenas tienen la ventaja de ser menos costosas que los otros tipos pero tienen la desventaja de que requieren mayor potencia eléctrica para funcionar y además producen luz infrarroja y ultravioleta que se traduce en calor, el cual, sin la debida supervisión puede causar lesiones en la piel del recién nacido.

35 Las lámparas con pads de fibra óptica transfieren la luz a una manta que envuelve al recién nacido. Este tipo de fototerapia es muy eficiente dado que cubren una mayor área del paciente

durante el tratamiento pero tiene la desventaja de que los equipos son muy costosos y requieren de frecuentes servicios de mantenimiento.

Las lámparas de LEDs poseen la ventaja de que producen una mínima cantidad de calor, tienen un tiempo de vida mayor que los tubos fluorescentes y su consumo de potencia es muy bajo; además son menos costosas que las de fibra óptica. Ejemplos pueden verse en [4] y [5].

Dentro de las lámparas con LEDs también existen las de tipo cuna que iluminan al recién nacido *por debajo*. A pesar de ser dispositivos relativamente sencillos los modelos comerciales tienen precios bastante elevados, lo cual dificulta su adquisición por hospitales pequeños y con recursos limitados. La presente invención resuelve eso y más.

10 En las patentes: US3877437A de Francesco Maitan y Cosimo Vannucchi de 1975, US5339223A de Vladimir Kremenchugsky y Anthony Buttittade de 1993, US5400425A de Howard B. Nicholas y Anthony D. Buttitta, de 1995, US5792214 de Michael Larsson y Hans R. Kunzler de 1998, US5835648 de Hugh L. Narciso, Jr. Christine J. Radasky, Daniel R. Doiron y Steven C. Anderson de 1998, US7305163 de Jeffrey B. Williams de 2004, US8048136 y US8069857 de Dong-Chune  
15 Christopher Chung, Abraham John Totah, Wesley Chung Joe, Edmond Ming Wai Chiu, David John Brude, Bryan Patrick Flaherty y William Loyd Mince de 2006, US7438719B2 de Dong-Chune Christopher Chung, Abraham Totah y Bryan Flaherty de 2008, y US7686839B2 de Jeffery R. Parker de 2010, se presentan diversos aparatos que hacen énfasis en la mejor distribución de la luz sobre el paciente haciendo uso de elementos óptico-mecánicos, prendas de vestir, conducción  
20 de la luz mediante fibra óptica y almohadillas. La desventaja de estos métodos es que producen incomodidades para el paciente y se requiere de un mantenimiento costoso y frecuente dado que el equipo entra en contacto físico con los pacientes.

Varios dispositivos de fototerapia han sido propuestos como se ve en las patentes de EU con números: US5698866A de Daniel R. Doiron Gregory S. Graham, John Brian Dunn, A. Charles  
25 Lytle y Brian K. Dalton de 1997, US6045575 de Danielle Rosen y Arye Rosen de 1998, US6290713 de Thomas A. Russell de 1999, US6596016 de Hendrik J. Vreman, Daniel S. Seidman, y David K. Stevenson de 2000, US6811563 de Henry C. Savage, Jr., Kent W. Savage, y Steven D. Powell de 2003, US6955684 de Henry C Savage Jr., y Kent W. Savage de 2002, US7131990 de Vineet Bansal, Bryan Flaherty, y Chris Chung de 2002, US8026528 de Jeffrey B.  
30 Williams de 2004, US8212473 de Bozena Kaminska, Clinton K. Landrock, y Yindar Chuo de 2010 y US8246666 de Tiffany J. Pressler, Robert E. McGehee JR., Jeffrey R. Kaiser de 2009, las cuales permiten un control de los dispositivos de emisión, los cuales son de tipo semiconductor. En [3] se describe el sistema óptico de un aparato de fototerapia basado en LED. La diferencia de nuestra invención radica en que estos sistemas no utilizan retroalimentación o si la usan estos  
35 emplean sensores muy complejos y por tanto, costosos [6].

Respecto a las patentes con nomenclatura MX\_E\_2012\_021338, MX\_E\_2013\_093397, MX\_E\_2014\_084684 y PA\_E\_1997\_007808, son patentes que han sido registradas por los propietarios en el territorio nacional.

- 5 La presente invención consiste en desarrollar una fuente de luz optimizada con LEDs que cumpla con las características de las fuentes de fototerapia para tratar eficientemente la hiperbilirrubinemia en recién nacidos usando el procesamiento digital de las imágenes del paciente adquiridas mediante una cámara digital.

### DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

- 10 Figura 1. Muestra el dibujo de conjunto representando a todas las partes de la invención. Lámpara de LEDs (1), tubo de soporte de la lámpara (2), caja de control (3), y base con ruedas (4).
- Figura 2. Se muestra el cuerpo de la lámpara (1), y la ubicación de la cámara digital (5) al centro del arreglo matricial de LEDs.
- 15 Figura 3. Muestra el dibujo que representa a todos los elementos de la invención, el orden en que están organizados y su interacción. Cámara digital (5), computadora (6), *driver* para el control del encendido de LEDs (7), lámpara para el tratamiento de ictericia construida con un arreglo matricial de LEDs (1).
- Figura 4. Ilustra el esquema del procesamiento de la información de la imagen del paciente tomada por la cámara (8), convertida a una matriz en escala de grises (9), y finalmente a una matriz binarizada de encendido/apagado (10) para finalmente formar un patrón de encendido en la matriz de LEDs de la lámpara (11).
- 20 Figura 5. Muestra con fines de mejor explicación del funcionamiento de la invención, el diagrama de flujo del algoritmo de procesamiento de la información en la caja de control.
- 25 1) INICIO.  
2) OBTENCIÓN DE LA IMAGEN.  
3) ALMACENAMIENTO DE LA IMAGEN.  
4) BINARIZACIÓN.  
5) VERIFICACIÓN DE SECCIONADO.
- 30 6) CONTROL DE LEDS.  
7) ESPERA Y REINICIO.

## DESCRIPCIÓN DETALLADA

El objetivo de la presente invención es conformar el patrón de radiación de la lámpara para que se ajuste al área de la piel del paciente neonato, receptor del tratamiento de la ictericia, para hacerlo más eficiente.

5 En la Figura 1 se muestra el invento con todas sus partes fijadas a un tubo de soporte (2). Una lámpara de LEDs (1) se fija a un extremo del tubo de soporte, en el otro extremo del tubo se fija una base con ruedas (4), en la parte media del tubo de soporte se fija una caja de control (3) que contiene a una computadora y a un *driver*. Estos elementos están contruidos con un material acorde a los requerimientos impuestos por la normativa propia de un área de neonatos de un centro  
10 de salud.

En la Figura 2 se muestra detalladamente la posición que ocupa la cámara digital (5) en el centro del arreglo de LEDs que forma la lámpara (1), para de esta manera, captar la imagen del paciente.

En la Figura 3 se muestra gráficamente el orden en que están organizados y la interacción de los elementos que forman esta invención, los cuales son: la cámara digital (5) que se conecta mediante  
15 una conexión eléctrica (USB, HDMI o similar), a un puerto de la computadora (6), otro puerto de la computadora se conecta al *driver* (7), que a su vez se conecta por un bus de conductores al conjunto de LEDs (1), organizados de manera matricial y que forman la lámpara requerida para administrar el tratamiento de la ictericia.

A continuación, se explica el funcionamiento. En la Figura 4, la cámara digital (5) toma la imagen  
20 del paciente neonato (8) y la convierte a datos numéricos correspondientes a los colores Rojo, Verde y Azul (RGB) que componen la imagen. A continuación, la computadora (6), recibe los datos digitales de la cámara mediante una conexión eléctrica (USB, HDMI, etc.), y el procesador de la computadora los convierte a una matriz en escala de grises (9) y después a otra matriz de datos binarios (encendido/apagado) (10) que localiza el área correspondiente a la piel del paciente. A  
25 través de un lazo de comunicación serial, estos datos obtenidos por la computadora, se envían a un *driver* electrónico (7) que permite realizar el encendido y apagado individual de cada uno de los LEDs de la matriz (1), formando un patrón de encendido de la lámpara del tratamiento (11). De esta manera, de acuerdo con la información proveniente del algoritmo de procesamiento de imagen se detecta el área útil, y se seleccionan los LEDs que se encenderán en la lámpara para proveer así  
30 un patrón de radiación que se ajusta a la piel del paciente, haciendo con ello el tratamiento más eficiente. Los LEDs se eligen para que emitan una longitud de onda recomendada por la literatura médica para el tratamiento de la ictericia neonatal.

El algoritmo de procesamiento que se ejecuta en la computadora se ilustra en la Figura 5 como información complementaria a lo descrito previamente.

- 1) INICIO. Se inicia el sistema ajustando las variables internas del programa a valores de inicio. En este punto se cargan los parámetros iniciales correspondientes al tiempo de exposición e intensidad de radiación, los cuales son siniestrados por un especialista en la materia.
- 2) OBTENCIÓN DE LA IMAGEN. Se obtiene una imagen digital del paciente mediante una cámara digital de color de resolución conveniente.
- 3) ALMACENAMIENTO DE LA IMAGEN. La imagen digital se almacena en tres matrices numéricas representando los componentes RGB de la imagen y mediante procesamiento digital de imágenes se obtiene una matriz en escala de grises.
- 4) BINARIZACIÓN. Mediante un algoritmo de umbralización se binarizan los datos de la matriz en escala de grises para obtener una sola matriz que representa las zonas en donde se encuentra piel del paciente y donde no.
- 5) VERIFICACIÓN DE SECCIONADO. Mediante un algoritmo de procesamiento digital de imágenes se determina la adecuada formación de la imagen del paso 4. Si la imagen es adecuada se sigue al paso 6, si no, se regresa al paso 4 para redefinir el límite de umbralización y repetir el proceso de la binarización.
- 6) CONTROL DE LEDS. La información anterior se procesa en la computadora para enviar señales de encendido/apagado a los drivers de los LEDs de la lámpara.
- 7) ESPERA Y REINICIO. Se espera un tiempo conveniente y se repite el proceso desde el paso 1 adquiriendo una nueva imagen con la cámara.

La invención está diseñada para estimular la depuración de la bilirrubina en bebés recién nacidos y reducir los daños causados por la Ictericia. Hay que considerar la importancia de colocar una protección en los ojos del recién nacido para evitar daños por la constante incidencia de luz azul de alta intensidad en los ojos.

Al utilizar el procesamiento de imágenes podemos maximizar la eficiencia del tratamiento de la Ictericia al solo encender los LEDs necesarios de la lámpara para radiar luz únicamente sobre la piel del paciente.

La limitación es que la lámpara no es capaz de medir la cantidad de bilirrubina que posee en sangre el paciente, por lo tanto, el tiempo de encendido y apagado será auto programado y no es intuitivo;

por consiguiente, es necesario que personal del hospital tenga entrenamiento específico en el tratamiento con fototerapia y este al pendiente de la evolución del paciente.

Debe notarse que la invención no se limita a la modalidad descrita aquí, la invención puede cambiarse por requerimiento de dimensiones de acuerdo con cierta necesidad, el tipo de material o color que se requiera para el acabado final de la lámpara. También la cámara digital usada para la adquisición de la imagen puede elegirse con diferentes resoluciones e interfases de comunicación.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

10

[1] H. J. Vreman, R. J. Wong and D. K. Stevenson, Phototherapy: Current Methods and Future Directions, Semin perinatol 28, ELSEVIER. 2004. Pp. 326-333.

[2] P. Woodgate, & L. A. Jardine, Neonatal jaundice: phototherapy. BMJ clinical evidence, 2015, 0319.

15

[3] V. K. Bhutani, R. J. Wong, Neonatal phototherapy: choice of device and outcome, Foundation Acta Pediátrica, vol. 101. 2012. Pp. 441-443.

[4] X. Yang, J. Zhu, R. Li, Research on the Optical System of Neonatal Jaundice Phototherapy Apparatus based on Fly-eye Lens, 2nd International Symposium on Instrumentation and Measurement, Sensor Network and Automation (IMSNA). 2013. pp. 545-547.

20

[5] M. M. Addi, N. A. Z. Abidin and S. A. Daud, "Development of a portable phototherapy garment (PPG) for jaundice treatment," 2016 IEEE EMBS Conference on Biomedical Engineering and Sciences (IECBES), Kuala Lumpur, 2016, pp. 405-410.

[6] N. Shahroni and M. M. Addi, "An Automatic and Portable Phototherapy Garment (APPG) with Integrated Non-Invasive Bilirubin Detector," TENCON 2018 - 2018 IEEE Region 10 Conference,

25

Jeju, Korea (South), 2018, pp. 1999-2004.

30

35

**REIVINDICACIONES**

Habiendo descrito suficientemente mi invención, considero como una novedad y por lo tanto reclamo como de mi exclusiva propiedad, lo contenido en las siguientes cláusulas:

5

1. Aparato para aplicar la fototerapia en neonatos, donde se tiene una lámpara (1) formada por LEDs que se caracteriza porque los LEDs están instalados formando un arreglo matricial; en el cuerpo de la lámpara se tiene fijado una cámara digital (5), la cual está conectada eléctricamente a una computadora (6), la cámara digital toma la imagen del paciente (8), envía a la computadora datos numéricos con los componentes RGB de la imagen, mediante el procesador de la computadora se convierten los datos numéricos en una matriz en escala de grises (9), posteriormente el mismo el procesador realiza la umbralización que da como resultado una matriz de datos binarios (10), los cuales son enviados mediante un puerto de comunicación serial de la computadora a un driver electrónico (7), cuyas salidas están conectados por un bus de conductores con cada uno de los LEDs que forman el arreglo matricial en la lámpara para realizar el encendido y apagado de ellos de acuerdo a los datos binarios obtenidos del procesador; la computadora y el driver se encuentran alojados en una caja de control (3), la cual a su vez se fija a un tubo de soporte (2) en su parte media, en uno de los extremos del tubo de soporte se encuentra fijada la lámpara (1) y en el otro extremo una base con ruedas (4).

10  
15  
20

2. Aparato para aplicar la fototerapia en neonatos de conformidad con la reivindicación 1, que se caracteriza porque la cámara digital está fijada en medio del arreglo de los LEDs.

25

30

35

40



## RESUMEN

La Invención se refiere a un equipo utilizado en el tratamiento de la Ictericia neonatal, particularmente basado en la acción de la luz de cierta longitud de onda sobre la piel del paciente.

- 5 Este campo se puede localizar de acuerdo con la clasificación internacional de patentes con código A61N5/06. El invento consiste en un arreglo de LEDs que son controlados en su intensidad lumínica por una computadora que obtiene información del área útil de la paciente captada por una cámara digital con la resolución necesaria. Esto permite que el paciente siempre reciba la banda de luz azul como marca la literatura para el tratamiento de la Ictericia neonatal.

10

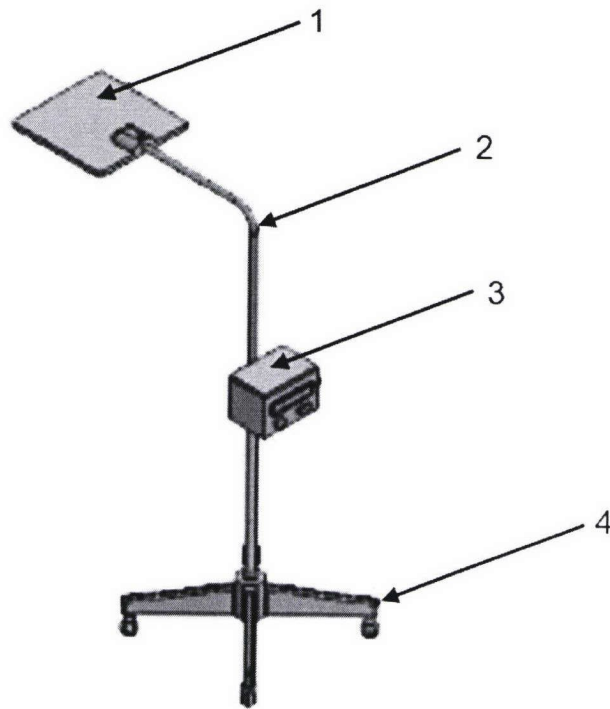


Figura 1

2 / 5

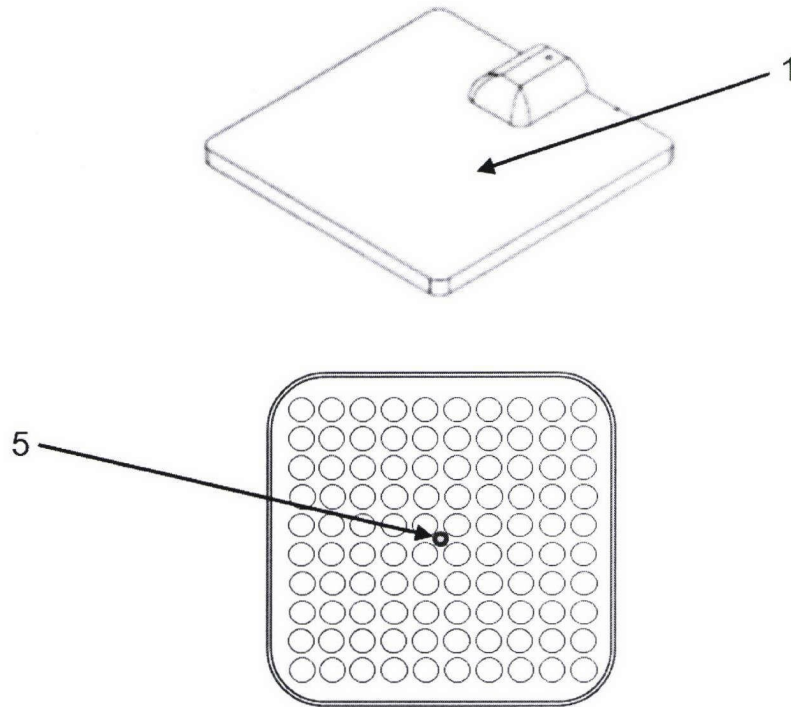


Figura 2

3 / 5

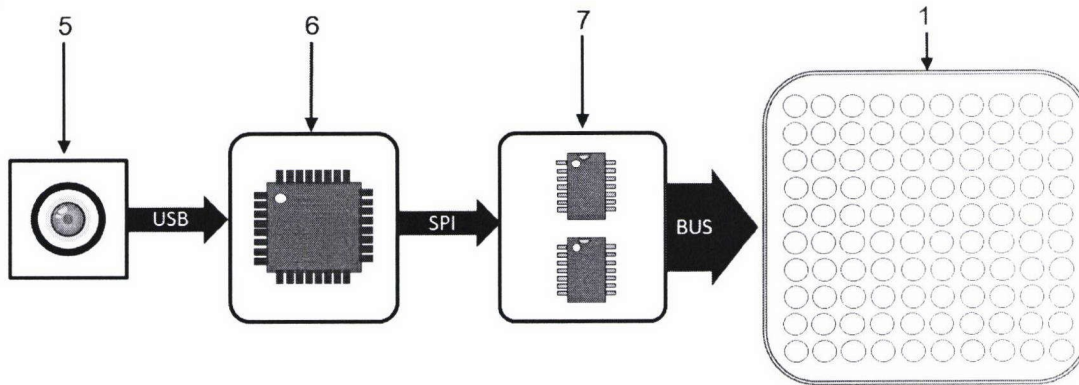


Figura 3

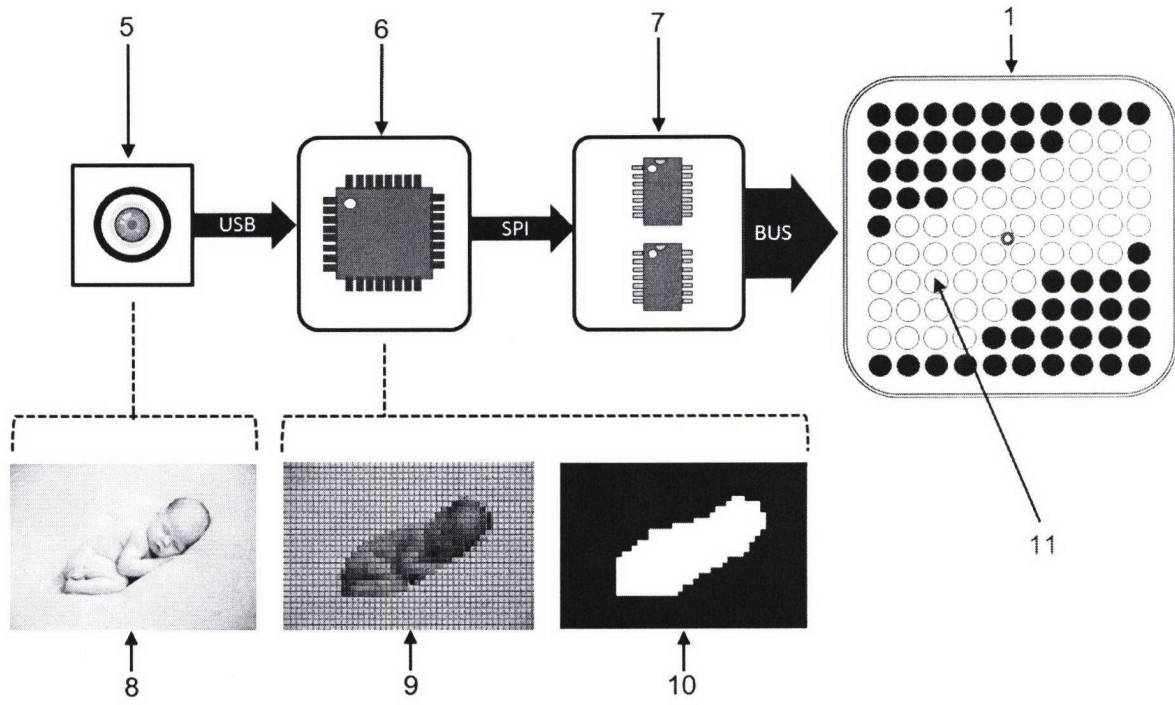


Figura 4

5 / 5

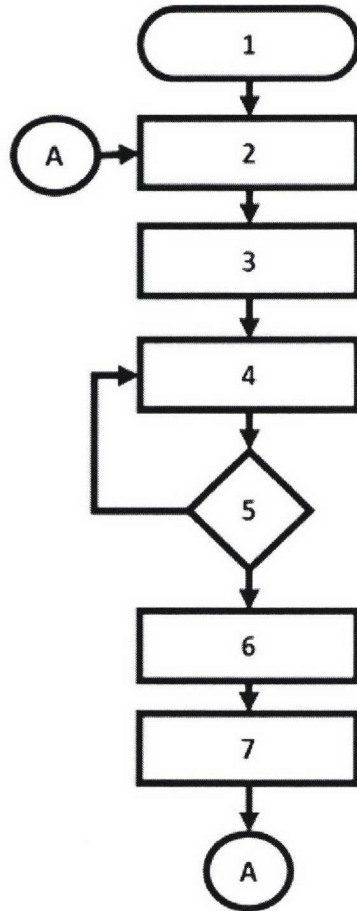


Figura 5