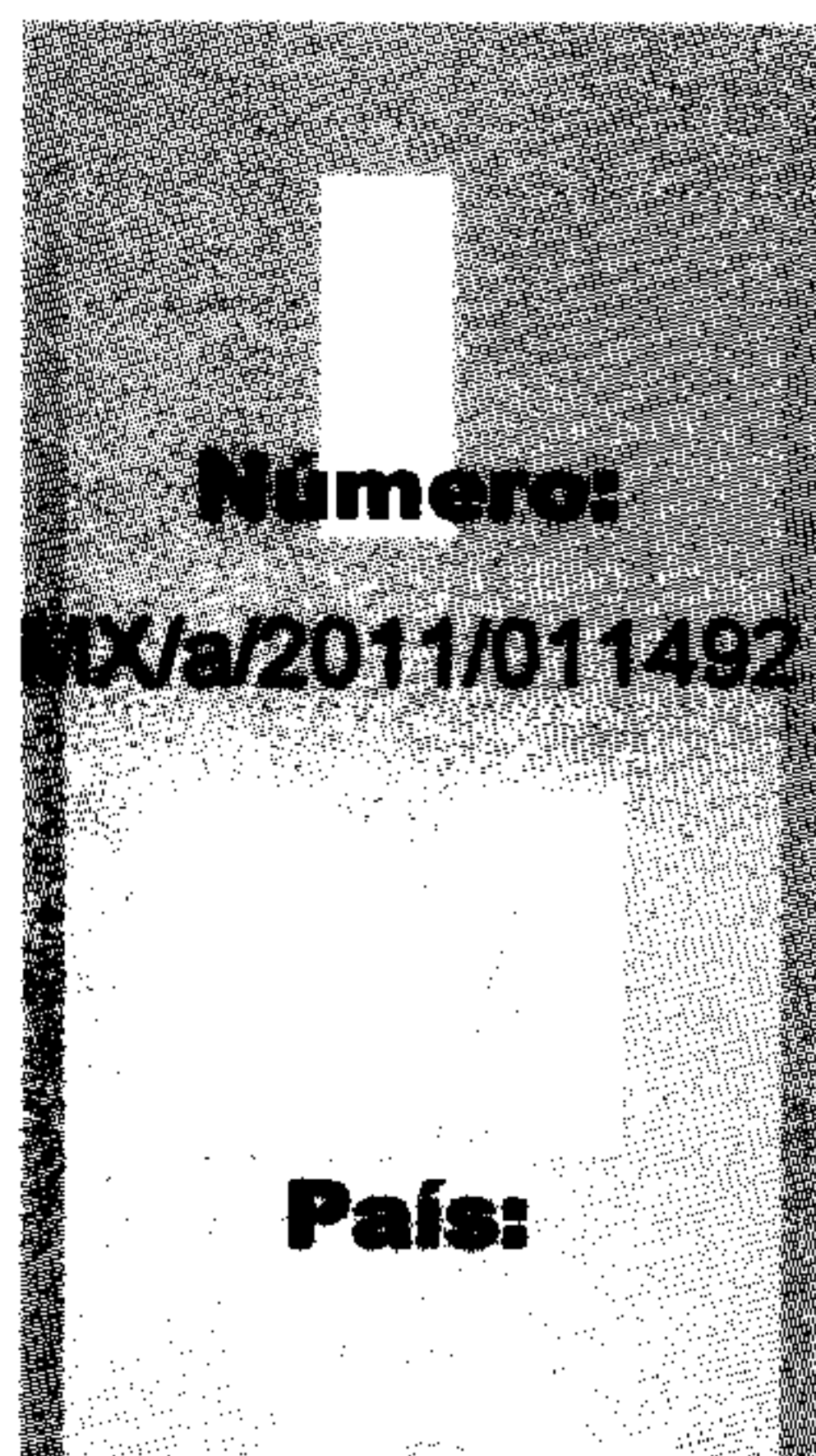


TÍTULO DE PATENTE NO. 337887

Titular(es): UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO
Domicilio: Lascuráin de Retana No. 5, Colonia Centro, 36000, Guanajuato, Guanajuato, MÉXICO
Denominación: RADAR ÓSEO
Clasificación: Int.CI.8: A61B1/317; G01R33/00; G06F19/00
Inventor(es): TEODORO CORDOVA FRAGA; HUEZTZIN AARON PEREZ OLIVAS; MODESTO ANTONIO SOSA AQUINO; NICOLAS PADILLA RAYGOZA



Vigencia: Veinte años

Fecha de Vencimiento: 28 de octubre de 2031

La patente 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.

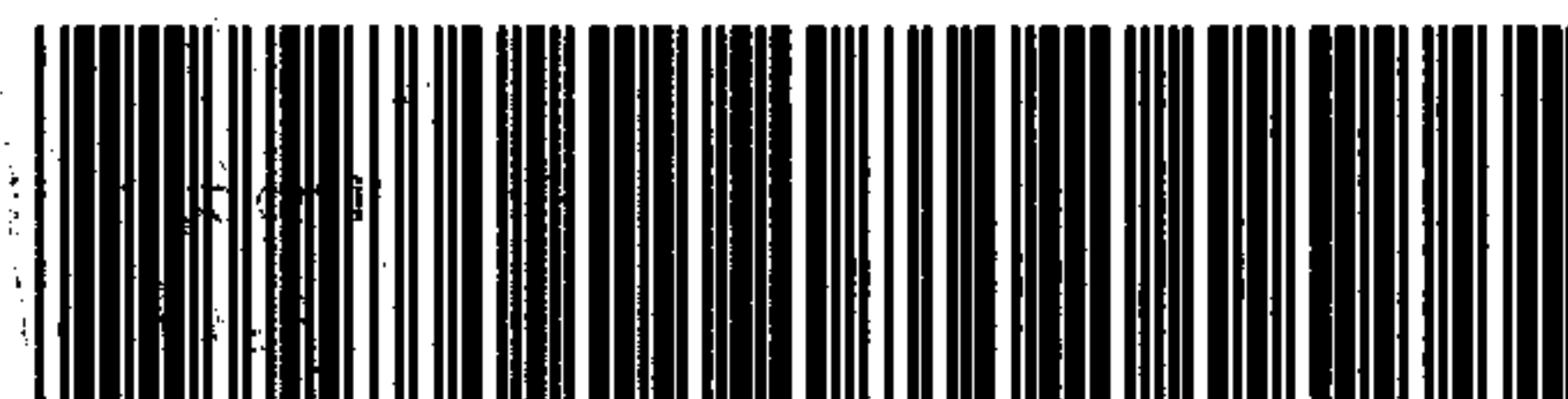
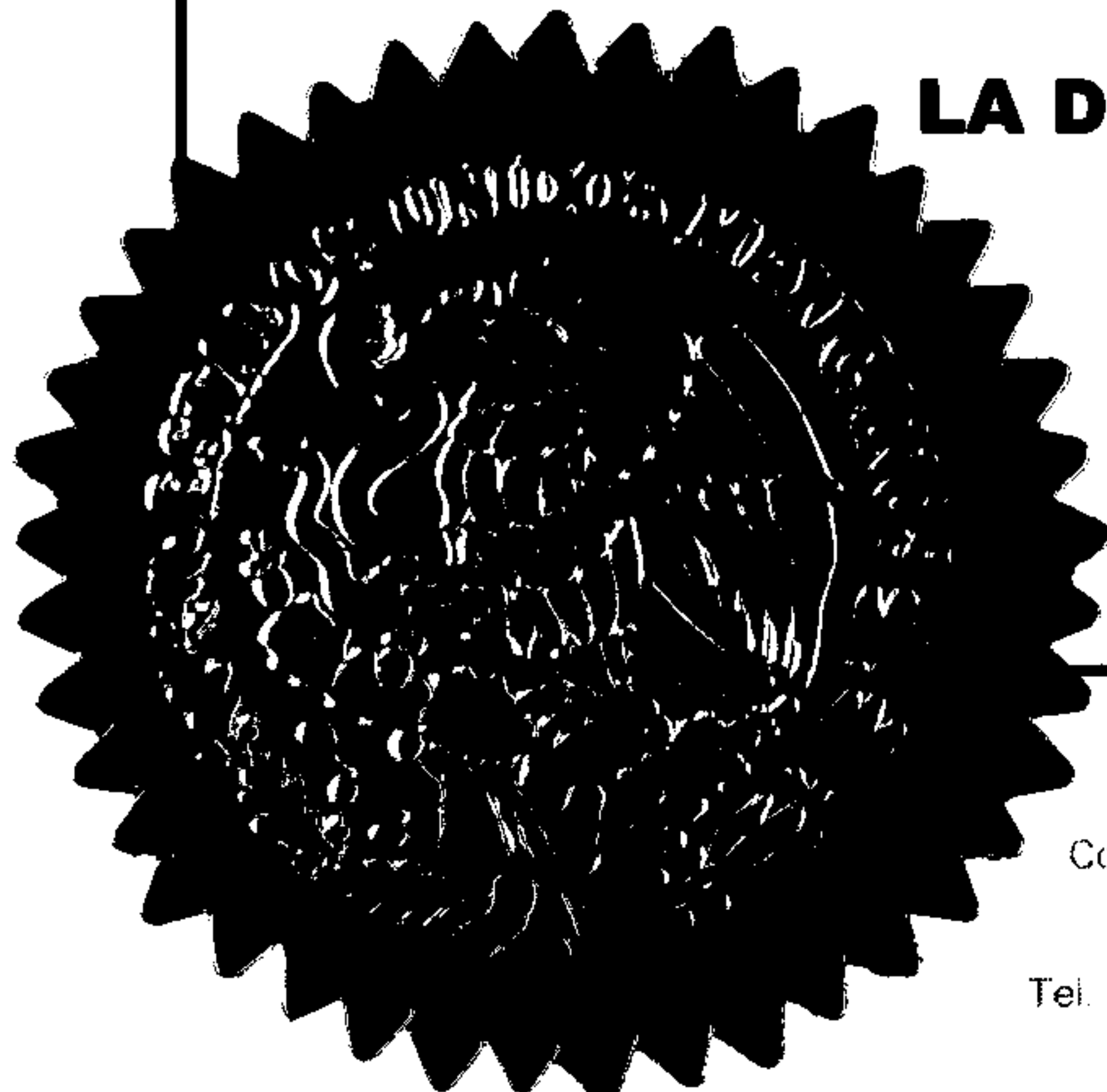
De conformidad con el artículo 23 de la Ley de la Propiedad Industrial, la presente patente tiene una vigencia de veinte años improrrogables, contada a partir de la fecha de presentación de la solicitud y estará sujeta al pago de la tarifa para mantener vigentes los derechos.

Quien suscribe el presente título lo hace con fundamento en lo dispuesto por los artículos 8º fracciones III y 7º bis 2 de la Ley de la Propiedad Industrial (Diario Oficial de la Federación (D.O.F.) 27/06/1991, reformada el 02/08/1994, 28/10/1996, 26/12/1997, 17/05/1999, 26/01/2004, 16/06/2005, 25/01/2006, 06/01/2009, 06/01/2010, 18/06/2010, 28/06/2010, 27/01/2012 y 09/04/2012); artículos 1º, 3º fracción V inciso a), 4º y 12º fracciones I y III del Reglamento del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (D.O.F. 14/12/1999, reformado el 01/07/2002, 15/07/2004, 26/07/2004 y 7/09/2007); artículos 1º, 3º, 4º, 5º fracción V inciso a), 16 fracciones I y III y 30 del Estatuto Orgánico del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (D.O.F. 27/12/1999, reformado el 10/10/2002, 29/07/2004, 04/08/2004 y 13/09/2007); 1º, 3º y 5º inciso a) del Acuerdo que delega facultades en los Directores Generales Adjuntos, Coordinador, Directores Divisionales, Titulares de las Oficinas Regionales, Subdirectores Divisionales, Coordinadores Departamentales y otros subalternos del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial. (D.O.F. 15/12/1999, reformado el 04/02/2000, 29/07/2004, 04/08/2004 y 13/09/2007).

Fecha de expedición: 11 de marzo de 2016

LA DIRECTORA DIVISIONAL DE PATENTES

NAHANNY CANAL REYES



Radar Óseo

DESCRIPCIÓN

OBJETO DE LA INVENCION

Desarrolló caracterización y comercialización de un dispositivo portátil de uso médico que sirve para diagnosticar a nivel de piel impurezas, fisuras y continuidad sólida de huesos, en particular, la evaluación de luxación de cadera en neonatos. El funcionamiento del dispositivo está basado en la detección de irregularidades del sistema óseo por la respuesta natural a la frecuencia y cambios en la potencia, así que no hay efectos secundarios ni se incomoda al paciente.

10 ANTECEDENTES

La enfermedad displásica del desarrollo de la cadera es un problema común en los neonatos, la mayoría de las veces, este padecimiento o malformación no es detectada a tiempo, ya que los estudios actuales para determinar su existencia están, en general, fuera del alcance de los presupuestos económicos de las familias. Así que son los padres quienes se dan cuenta del problema que presenta sus respectivos hijos, solo que esto sucede cuando el niño o la niña están en edad de comenzar a caminar y es en muchos casos, extremadamente tarde para ser tratado exitosamente. Así, en este documento se describe el desarrollo caracterización e incluso la comercialización, de un dispositivo que diagnostique la presencia o ausencia de la enfermedad displásica como el desarrollo o correcta formación de la cadera en neonatos, esto es posible a través de una prueba no invasiva. Cabe enfatizar que se evita exponer al paciente a la radiación ionizante y a través de una prueba relativamente rápida y sencilla, donde se esté exento de la predisposición humana, pero





sobre todo, se tenga un diagnóstico en un momento en el cual se puede tener mayor éxito en el tratamiento de este padecimiento y por ende incrementar la calidad de vida de la persona que presenta el problema y de la respectiva familia de este.

Se sabe que alrededor del 1 % de los nacimientos en México presentan enfermedad displásica de la cadera, aunque sólo 1:7,000 llegan a la luxación como lo mencionan Padilla N, Figueroa RC. *Diagnóstico de la luxación congénita de cadera, mediante la transmisión comparada del sonido*, publicado en la Rev. Mex. de Pediatr **59(5)**: 149-151 (1992). El problema puede ser diverso, en particular, por hormonas, macrosomía, malas prácticas durante el nacimiento y en la vida extrauterina, por deficiencias en el arropamiento y forma de traslado del lactante, según es descrito en estudios realizados por Figueroa Ferrari Roberto-Cuauhtémoc y Padilla-Raygoza Nicolás. *La luxación congénita de cadera en el recién nacido macrosómico. Aspectos ultrasonográficos*, publicado en Rev. Med. IMSS **32(3)**: 277-279, (1994).

Por otro lado, se tiene que el diagnóstico clínico se realiza con maniobras tradicionales como Ortolani, Barlow, Peter-Baden limitación a la abducción entre otras planteado en Stone M, Richardson J, Bennet G. *Another clinical test for congenital dislocation of the hip*, Lancet **1**: 954-955 (1987), pero tienen la desventaja que sólo detectan caderas subluxables o luxadas y la fase temprana de displasia puede pasar por alto, haciendo referencia a Padilla N, Figueroa RC. *Pruebas de transmisión del sonido en el diagnóstico de la luxación congénita de cadera en el neonato*. Rev Mex de Pediatr **63(6)**: 265-268 (1996). Fernández menciona que 17

% de los niños afectados son diagnosticados por el médico y el resto lo diagnostican los

familiares, generalmente después del segundo semestre de vida del lactante, en su artículo,

Fernandez E. *Luxación congénital de cadera: reducción con tirantes de Pavlik*

modificados en niños de un año de edad. Rev Mex Ortop Traumatol 3: 30-34

5 (1989).

El diagnóstico en neonato y lactante menor de 4 meses se corrobora con ultrasonido y en el mayor de esa edad, con radiografías en posición neutra y abducción [2].

Stone *et al.*, [5] en Escocia, describieron las pruebas comparadas del sonido, usando un diapasón y un estetoscopio, para el diagnóstico de la enfermedad displásica del desarrollo

10 de la cadera, reportando una especificidad y sensibilidad superiores a las pruebas clínicas

habituales, lo cual fue corroborado por Padilla N. *Enfermedad displásica del desarrollo de la cadera.* En: Martínez R, ed. La Salud del niño y del

adolescente, México, 6^a ed. El Manual Moderno, (2008). La desventaja que se tiene

de esta prueba, es que depende de la agudeza auditiva humana y entrenamiento del

15 examinador, lo cual hace que las pruebas de transmisión del sonido sean totalmente

subjetivas y reducidas a un grupo reducido de evaluadores. Lo anterior queda resuelto con

el radar óseo

Otras técnicas para la evaluación de neonatos clínicamente son: prueba de transmisión comparada del sonido, prueba comparada del sonido con extensión, Ortolani,

20 Barlow, asimetría de pliegues y la pasante de SSP aplicará el dispositivo (o al revés) ambos

estarán cegados al resultado por la otra evaluación. Para todos los pacientes debe realizarse

ultrasonografía utilizando la técnica de Graf para corroborar el diagnóstico. El

ultrasonografista estará cegado al diagnóstico clínico y al resultado del uso del dispositivo.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

5

Figura 1. Actuador inductor de sonido en sistema óseo.

- 10
- I) Soporte de bobina: Esta es una base rígida que sirve para soportar la estructura del actuador, construida a partir de plástico duro o baquelita, con la finalidad de que sea un buen conductor de sonido.
- 15
- II) Bobina de cobre: esta es una bobina tipo solenoide que se encarga de producir un campo magnético oscilante, en función de la señal de alimentación producida por la etapa de potencia del circuito electrónico, este se conecta en las terminales extremas de la bobina.
- 20
- III) Cremallera de hule: sirve como un soporte flexible para la pieza que genera la inducción de sonido en el hueso.
- IV) Imán de Neodimio: este actúa con el campo magnético generado por la bobina, produciendo un movimiento oscilante mecánico, que al estar en contacto con el hueso en contacto produce sonido a la frecuencia en que se alimenta el actuador.

20

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVESTIGACIÓN

Se presenta un sistema que es capaz de detectar irregularidades en el sistema óseo, como pueden ser fracturas, lesiones, osteoporosis o irregulares en su tamaño. Su funcionamiento se basa en la teoría de resonancia de los sistemas y en el cambio de potencia de un sistema a otro. Esta se refiere al fenómeno que se produce cuando un cuerpo capaz de vibrar es sometido a la acción de una fuerza periódica, cuyo periodo de vibración coincide con el periodo de vibración característico de dicho cuerpo. Aquí, una fuerza relativamente pequeña aplicada en forma repetida, hace que una amplitud de un sistema oscilante se haga muy grande. En estas circunstancias el cuerpo vibra, aumentando de forma progresiva la amplitud del movimiento tras cada una de las actuaciones sucesivas de la fuerza.

- a) El detector esta construido a partir de dos etapas, una de ellas se encarga de generar una señal oscilante, que varia periódicamente de una frecuencia que va de 50 Hz a 300 Hz, generándose un barrido repetitivo a lo largo de las frecuencias antes mencionadas, se han escogido estos rangos de frecuencia, ya que dentro de este se encuentran las frecuencias de resonancia de la mayoría de los huesos que componen el sistema óseo del ser humano. La segunda etapa del detector cuya finalidad es la detección de la magnitud de potencia máxima que genera la señal periódica de frecuencia variable generada por la primera etapa.
- b) Un microcontrolador genera un tren de pulsos que varía linealmente de una frecuencia inicial de 50 Hz a una frecuencia final de 300 Hz, una vez que llega el tren de pulsos a la frecuencia final, este vuelve a la frecuencia inicial, realizando de nuevo el barrido, generando un ciclo de trabajo constante.

- c) El tren de pulsos, es luego conectado a un circuito integrado de tipo puente H, cuya función es generar una señal de voltaje alterno, en el que el pulso alto del tren de pulsos generado por el microcontrolador, acciona el puente H para que en su salida se tenga un nivel de voltaje positivo, por otra parte una segunda terminal del microcontrolador, genera el mismo tren de pulsos pero desfasado en 180 grados, este se encarga de accionar el puente H para que este lleve a su salida un voltaje negativo, por lo que en conjunto generan una señal de voltaje alterno.
- d) Un resonador de parámetros distribuidos de un circuito tipo, el cual tiene capacitancia, inductancia y resistencia que pueden ser aisladas en un conjunto de condensadores, inductores y resistores. El factor temporal de propagación de la energía de la onda al circuito es apreciable. Los resonadores pueden ser de tipo dieléctrico o magnético. En el circuito resonador Resistivo, Capacitivo, e Inductivo (RLC), el capacitor y la resistencia tienen la finalidad de convertir la señal cuadrada alterna, en una señal con una forma senoidal, mientras que el inductor, es una bobina que funcionara como actuador. Construido a partir de un solenoide es cualquier dispositivo físico capaz de crear una zona de campo magnético uniforme. Es un alambre aislado, de longitud finita, enrollado en forma de hélice (bobina) o un número de espirales con un paso acorde a las necesidades, por el que circula una corriente eléctrica. Cuando esto sucede, se genera un campo magnético dentro de la bobina tanto más uniforme cuanto más larga sea la bobina. La bobina se convierte en un electroimán. Que se utiliza en "g" para generar un campo magnético uniforme. Con un núcleo apropiado de acuerdo a la corriente necesaria para

producir una vibración suficiente que genere una resonancia en el hueso y sea captada por un micrófono.

- 5 e) El actuador que generara un campo magnético variable, interactuara de forma mecánica con un imán unido a un diafragma para que tenga movilidad, este generara una vibración en los rangos de frecuencia antes mencionados, el actuador se pone en contacto con la parte del cuerpo, justo encima en donde se encuentre el hueso en estudio, la oscilación del actuador en contacto con el cuerpo inducirá un sonido en el hueso, cuando la frecuencia del actuador es la misma que la frecuencia del hueso en estudio, este entra en resonancia, produciendo un reforzamiento en la
- 10 oscilación que aumentara la potencia de dicha frecuencia, que será mayor con respecto a las demás frecuencias que fueron aplicadas.
- f) La señal es registrada con un micrófono.
- g) Este es conectado a una etapa de acondicionamiento de señal, el cual tiene la función de amplificar, rectificar y amortiguar la señal en cuestión para tener un
- 15 nivel de voltaje positivo, en rangos de 0 a 5 voltios, generando una relación potencia – voltaje, para mantenerlo en los niveles adecuados necesaria para su interpretación por micro controlador.
- h) Este micro controlador, mediante un convertidor análogo digital, se encargara de identificar el punto de potencia máximo alcanzada por la señal procedente del
- 20 hueso, una vez identificado el punto máximo, el micro controlador toma la frecuencia a la que se causo la potencia máxima detectada y la envía a un display para mostrarla al usuario.

REIVINDICACIONES

1. El Sistema Radar Óseo caracterizado porque: está constituido por:

- 5
- a) Un detector que está construido a partir de dos etapas, una de ellas se encarga de generar una señal oscilante, que varía periódicamente de una frecuencia que va de 50 Hz a 300 Hz y en la segunda etapa se detecta la magnitud de potencia máxima que genera la señal periódica de frecuencia variable generada por la primera etapa
- 10
- b) Una vez que se genera el tren de pulsos, este se conecta a un puente inversor H que genera una salida de voltaje alterno de acuerdo a la frecuencia del controlador, en el que el pulso alto del tren de pulsos generado por el microcontrolador, acciona el puente H para que en su salida se tenga un nivel de voltaje positivo, por otra parte una segunda terminal del microcontrolador, genera el mismo tren de pulsos pero desfasado en 180 grados, este se encarga
- 15
- de accionar el puente H para que este lleve a su salida un voltaje negativo, por lo que en conjunto generan una señal de voltaje alterno
- 20
- c) Luego la señal de voltaje alterno entregan una señal sinusoidal sólo a los que funcionan en base al principio de oscilación natural, que constituyen una bobina L (inductancia) y un condensador C (Capacitancia). por lo que para crear un oscilador de señal alterna sinusoidal, la señal del multivibrador es filtrada o amortiguada para que tenga una forma senoidal por un circuito RLC. Cuyo inductor L constituye la misma bobina que forma un campo magnético magnético uniforme

- d) Después el campo magnético será convertido a sonido mediante un diafragma que se encuentra cerca de la bobina
- e) Posteriormente ese sonido resultante es captado por un micrófono que se coloca en la parte del cuerpo donde se encuentra el hueso en estudio a unos centímetros de distancia del actuador magnético, las terminales del micrófono se conectan a un amplificador
- f) Posteriormente este amplificador cuenta con un potenciómetro que servirá para ajustar la ganancia del amplificador para calibrar el rango de voltaje de la señal que será analizada por el dispositivo digital, no mayores a 5 voltios
- g) Luego la señal es rectificadora por un diodo rectificador en serie, conectado de la salida del diodo a tierra, con la finalidad de mantener un voltaje estable este voltaje estará relacionado con la potencia de la señal de audio que se percibirá del hueso en estudio
- h) Posteriormente un capacitor es agregado para obtener una señal amortiguada, en la que se marque solo un valor de los niveles más representativos, para amortiguarla es agregado un elemento capacitivo. La señal que representa el nivel de potencia de la señal auditiva captada es enviada a un microcontrolador.
- i) Luego el microcontrolador mediante un convertidor análogo digital, se encargara de identificar el punto de potencia máximo alcanzada por la señal procedente del hueso
- j) Una vez identificado el punto máximo, el micro controlador toma la frecuencia a la que se causó la potencia máxima detectada y la envía a un display para mostrarla al usuario.

2. El sistema descrito en la reivindicación 1, caracterizado porque ~~el puente H está~~ elaborado a partir de semiconductores con la capacidad de corriente suficiente para satisfacer la demanda de potencia de un actuador magnético que se encuentra alrededor de los 5 watts,
- 5 3. El sistema descrito en la reivindicación 1, caracterizado porque el diafragma cuenta con un núcleo magnético de neodimio para producir una vibración acústica
4. El sistema descrito en la reivindicación 1, caracterizado porque el amplificador fungirá además como una etapa de acondicionamiento de señal, el cual tiene la función de amplificar, rectificar y amortiguar la señal en cuestión para tener un nivel de voltaje
10 positivo, en rangos de 0 a 5 voltios, generando una relación potencia – voltaje, para mantenerlo en los niveles adecuados necesaria para su interpretación por micro controlador.
5. El sistema descrito en la reivindicación 1, caracterizado porque el display contará además con una barra cuya magnitud está en relación con la potencia censada por
15 el detector que convertirá el nivel de voltaje, en un valor digital que será la variable de la potencia de sonido captado por el micrófono sensor (e) este valor digital será adquirido por un controlador digital
6. El sistema descrito en la reivindicación 1, caracterizado porque el detector tiene además los botones cuya función es la de dar una pausa al barrido de frecuencias y
20 mantener la frecuencia de salida fija, así como disminuirla o aumentarla, para determinar la frecuencia de resonancia de forma manual, de acuerdo a la potencia entregada por la barra grafica en el display. Que indicara la frecuencia en que la potencia adquiera un valor máximo.

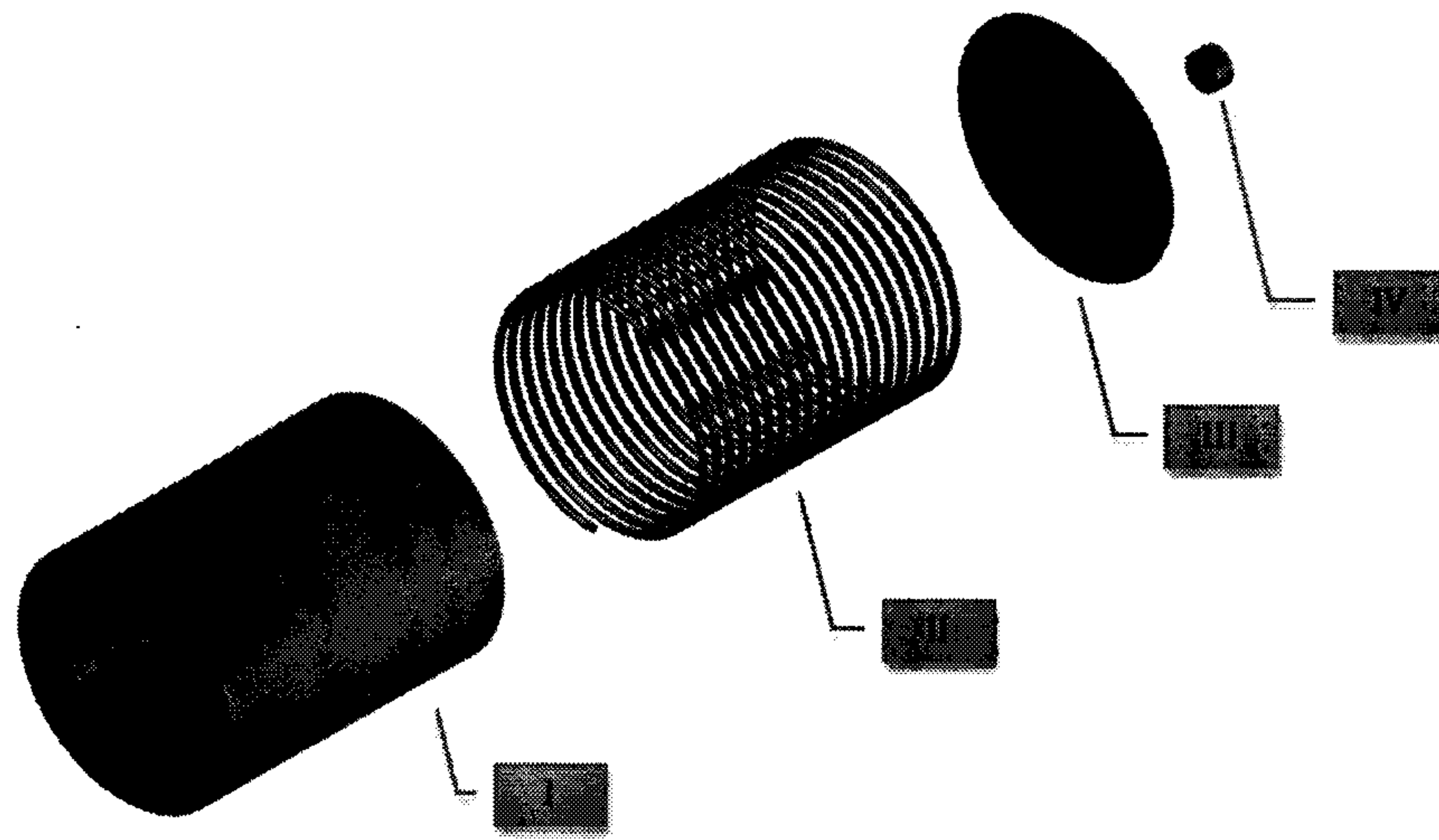


Figura 1