

- Ciencia, Tecnología e Innovación

**Prototipo multiparamétrico para la evaluación de equipos
mamográficos**

Sosa, César; csarsosa89@gmail.com ; Núñez, José;

iosenu85@gmail.com ; Recalde, Luciano;

lucianorecalde92@gmail.com ; Yegros César; cwegros@pol.una.py

Facultad Politécnica

Universidad Nacional de Asunción

Resumen

Según las estadísticas proveídas por el Instituto Nacional del Cáncer (INCAN), centro de referencia en atención oncológica en Paraguay, se evidencia el creciente aumento de casos de cáncer de mamas en mujeres paraguayas, teniendo 294 nuevos casos en el 2011; 304 en el 2012, 293 en el 2014, 345 en el 2015; 437 en el 2016, hasta los 475 nuevos casos en octubre del 2017. Siendo la mamografía el principal método de detección de esta enfermedad, se requiere que las mismas sean confiables para establecer los diagnósticos para su posterior análisis en cuanto a los resultados obtenidos.

Por ello, esta investigación va enfocada al desarrollo de un prototipo para la medición de los parámetros correspondientes a la presión, angulación y dosis de radiación para mamógrafos, el cual sea herramienta fundamental para el técnico encargado de los mantenimientos, y así lo utilice como soporte principal para la realización de pruebas, además utilizarlo como referencia con respecto al control de calidad.

Para que el prototipo sea puesto en marcha, se utilizará un

ordenador principal, que sirve como visualizador de los parámetros

que se desean medir, a continuación, se lleva a cabo la conjunción de pequeños módulos en donde se integran los procesadores junto con los elementos necesarios para las mediciones correspondientes, estos módulos quedan interconectados de forma inalámbrica, para evitar así la exposición innecesaria de los usuarios a la radiación directa e indirecta, cuando los mismos precisen obtener datos necesarios.

En consecuencia, se obtendrá un prototipo que cumple con el protocolo de procedimientos necesarios para la correcta evaluación del funcionamiento de equipos mamográficos correspondiente a la norma IAEA-TECDOC-1517.

Palabras clave: Mamografía, Rayos X, Cáncer de mamas.

Introducción

El cáncer de mama es una enfermedad ocasionada por una proliferación de células malignas a través de los lobulillos o conductos de la mama, es actualmente el cáncer de mayor mortalidad a nivel mundial. En Paraguay, se ha observado el aumento de casos, llegando al punto de duplicarse en los últimos años, según los datos estadísticos proveídos por el Ministerio de Salud y Bienestar Social (MSPBS) a través del Instituto Nacional del Cáncer (INCAN).

Como se muestra en la Figura 1, la cantidad de los nuevos casos en el 2011 fue de 294; en el 2012 de 304, en el 2014 de 293, en el 2015 de 245; y de 437 en el 2016, hasta los 475 en octubre de

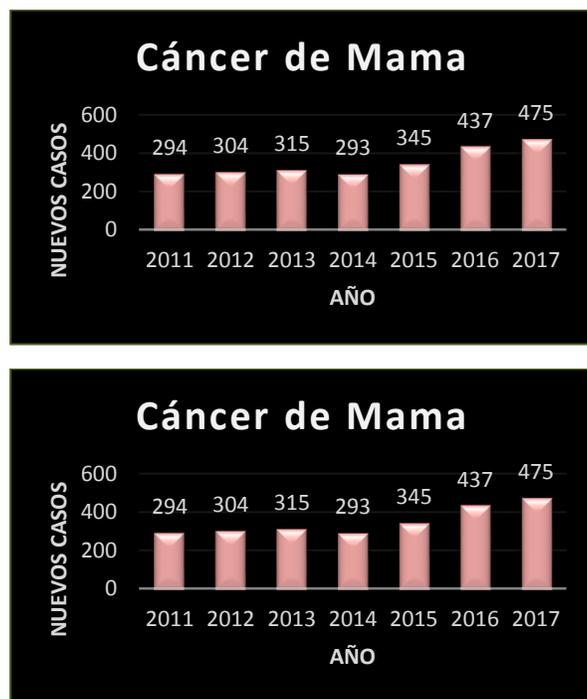


Figura 1. Casos confirmados de cáncer de mama.

Los datos epidemiológicos recabados, denotan un patrón similar en cuanto a la causa de los principales factores de riesgo, que están determinados por la exposición prolongada a los estrógenos, factores ambientales, genéticos, o mismo, el sistema endócrino.

Con respecto a la detección del cáncer de mamas se tiene como medida primaria, la autoexploración física, además del examen clínico y la mamografía que estima un diagnóstico temprano antes que se presenten síntomas cuando sea más tratable.

La mamografía es un estudio de diagnóstico médico realizado mediante la toma de una imagen radiográfica, es decir, con el método de los rayos X directamente sobre las mamas a baja dosis de radiación. Este estudio, es el más relevante para la detección

temprana de enfermedades proveniente de las mamas.

Los rayos X están relacionadas con las ondas electromagnéticas, estas se clasifican dependiendo de la amplitud de energía en el tiempo. La producción de los rayos X está determinada por la aceleración de los electrones dentro de un tubo de vacío, estos a su vez se estrellan en un blanco determinado y el resultado de ese impacto genera la emisión de rayos X.

Considerando que la adquisición de los datos para su posterior utilización en el tratamiento de un correcto diagnóstico mamario,

depende no sólo de la pericia del operador técnico radiólogo, sino también de la calidad del equipamiento, es de suma importancia que el mismo este acorde a los requerimientos técnicos necesarios, para evitar un diagnóstico erróneo.

El control del equipo de mamografía, se basa en obtener valores referenciados a través del mismo, para luego ser comparados con los valores obtenidos por sensores electrónicos, en conjunto con un medidor de radiación, que están relacionados entre sí por un computador principal, en donde se visualizan los parámetros que se requieren medir, todos estos parámetros están asignados por etapa.

La metodología para obtener los parámetros requeridos estará regida por el protocolo IAEA-TECDOC-1517. En esta norma se detallan los procedimientos necesarios para una correcta adquisición de los parámetros físicos que se desean medir.

Objetivos

Objetivo general

- Desarrollar un sistema que realice la medición de los parámetros necesarios para el correcto funcionamiento de un equipo mamográfico basados en la norma IAEA-TECDOC-1517.

Objetivos específicos

- Elaborar la lista de cotejo para las mediciones a ser realizadas basados en la norma IAEA-TECDOC-1517.
- Diseñar un dispositivo que realice la medición de la presión y el ángulo, para evaluar el estado de los componentes mecánicos del mamógrafo.
- Definir las características técnicas del medidor de dosis indicado para la evaluación de los mamógrafos.
- Integrar la información de los medidores, mediante una aplicación informática.

Materiales y métodos

Para la obtención de los parámetros necesarios en base a los datos obtenidos, se requiere medir, describir y procesar. El procesamiento de las señales obtenidas es ejecutado por los sistemas electrónicos que se emplean como transductores para la conversión de una señal física en una señal eléctrica. Esta señal resultante puede ser medida, procesada ya sea análoga o digitalmente y usada posteriormente como una señal de referencia, evaluación o de control del sistema.

Dentro del prototipo se utilizó un microcomputador Raspberry pi 3, debido a la excelente prestación respecto a costo beneficio que ofrece además de poseer los elementos necesarios para el prototipo, es el que mejor se adecua a los requerimientos del proyecto. Este microcomputador tiene la tarea de, por medio de un display LCD de pantalla táctil, recibir de forma inalámbrica y visualizar los datos medidos por los sensores electrónicos.

Los sensores electrónicos se dividen de forma modular para cada parámetro que se desea medir, por ejemplo, para la medición de la angulación con respecto a la técnica mamográfica a realizar, se adquieren los datos por medio de un sensor de angulación digital, la señal captada por el sensor de ángulo es acondicionada e

introducida al pin de entrada digital del microprocesador Arduino Pro mini, luego es procesada e introducida a un dispositivo de transmisión de datos (Xbee PRO), que tiene la función de enviar los datos obtenidos de forma inalámbrica a otro Xbee PRO, que cumple la función de receptor de los mismos y finalmente visualizar los datos por medio del display LCD.

Microcomputador

Se requiere visualizar cada parámetro que se tiene obtiene dentro de las mediciones, es por ello que se utilizó un microcomputador Raspberry Pi 3, que posee la ventaja de tener los requerimientos necesarios para procesar cada parámetro, además de ser de bajo costo.

El Raspberry Pi 3 posee un procesador Chipset Broadcom a 1,2GHz quad-core ARM cortex-A53, conexión inalámbrica Bluetooth 4.1, Wireless LAN, además de 1GB de memoria RAM, puertos Ethernet Socket, salida de videos tipo HDMI, RCA compuesto. Al ser un microcomputador, deberá tener un sistema operativo, el cual se cargará por medio de un micro SD, esto tiene la ventaja de poder tener una bandeja de aplicaciones y así obtener el mejor rendimiento dentro del microcomputador.

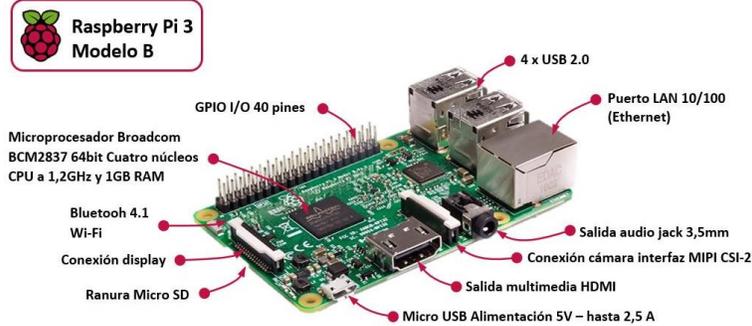


Figura 2. Raspberry Pi 3 Modelo B

Sensor de ángulo

Para determinar el ángulo correspondiente con la que se debe realizar la técnica mamográfica, es decir las proyecciones a la que debe ser expuesta la mama, ésta debe ser obtenida por un sensor de ángulo, por consiguiente, se utilizó un sensor tipo digital de la característica MPU6050 de la familia de Arduino. Este sensor tiene

la característica de ser un acelerómetro de triple eje (X, Y, Z) con salida digital de conexión tipo serial.

El acelerómetro es un dispositivo pensado en aplicaciones móviles, en donde la sensibilidad puede ser ajustada hasta una resolución de 13 bits de hasta 16 g, posee la capacidad de hacer mediciones tanto estáticas como dinámicas, además detecta inclinaciones de 1,0° grado gracias a la resolución de 4mg cada bit menos significativo.

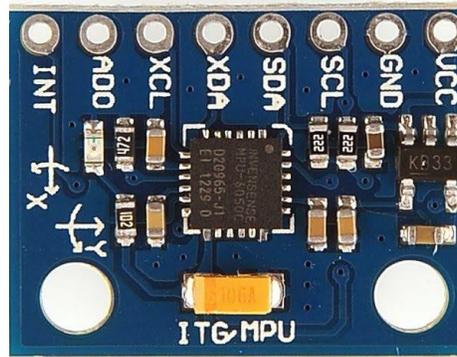


Figura 3. MPU6050 Acelerómetro Digital

Conexión inalámbrica

En el sentido de la transmisión de datos, se debe tener en cuenta la exposición innecesaria a los rayos x, se pensó en transferir los datos obtenidos por los sensores de forma inalámbrica en consecuencia a lo previsto anteriormente. Por ello se incorporó un dispositivo de transmisión de datos denominado Xbee PRO, que tiene como ventaja la conexión accesible entre sus pines y otro microprocesador, posee además una interfaz amigable, todo ello con el propósito de mejorar el rendimiento de las conexiones entre un emisor, que se encuentra en conexión con los sensores, y el receptor que por su lado se encuentra en conexión con el Raspberry Pi.

Se utilizó este dispositivo, por poseer una estructura robusta en cuanto a las conexiones que se desean realizar, además de requerir de su propio protocolo de conexión y mayor alcance en comparación con otros protocolos.

El dispositivo XBee es el nombre comercial de una familia de módulos de comunicación por radio. Los Xbee fueron diseñados para aplicaciones que requieren un alto nivel de tráfico de información, baja latencia y una comunicación predecible.

Universidad Nacional de Cuyo | Mendoza | Argentina

17, 18 y 19 de octubre de 2018

Los módulos Xbee pueden ser usados con un número mínimo de conexiones: Power, GND y TX/RX, junto con otras conexiones recomendadas como reset y sleep. La mayoría de los módulos Xbee tienen otras conexiones como Flow control, Input/Output y convertidor analógico digital.



Figura 4. Módulo Xbee con Shield tipo usb

Gestor de transferencia de datos

Dentro del sistema se implementa un gestor de datos, posee la funcionalidad de recibir las señales previamente acondicionadas de los sensores electrónicos, esta señal recibida es tratada digitalmente medio de la programación en lenguaje C y enviada nuevamente por medio del módulo Xbee.

Este gestor de datos está integrado por un microcontrolador

denominado Arduino Pro Mini, esta placa está orientada a aplicaciones donde se requiera una movilidad y portabilidad del sistema, además, brinda la posibilidad de ser utilizada en espacios reducidos y tener configuraciones permanentes que requieran ser optimizados en base a los recursos disponibles.

El Arduino Pro mini es una placa basada en Atmega328 posee 14

Universidad Nacional de Cuyo | Mendoza | Argentina

17, 18 y 19 de octubre de 2018

pinos de entrada/salida (los cuales 6 pines se pueden utilizar como salidas PWM), tiene la característica de operar con un voltaje de 3.3 voltios a una velocidad de 8MHz que garantiza un funcionamiento apropiado del sistema. Se requiere utilizar un programador externo que tiene como función la de ser un intermediario entre el Arduino Pro mini y el computador en sí.

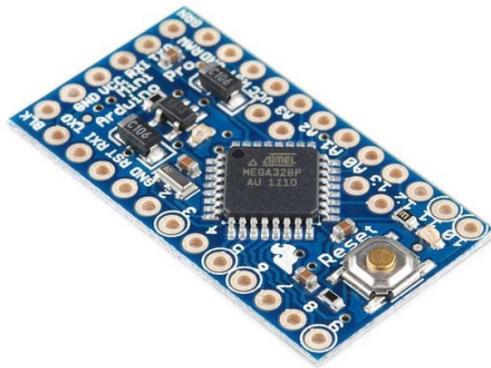


Figura 5. Placa Arduino Pro Mini

Se tiene un programador externo para el Arduino Pro Mini basado en Atmega 16, un dispositivo con entrada USB que posibilita cargar el código dentro de la placa.



Figura 6. Programador USB - TTL

Células de Carga

Una célula de carga (o celda de carga) es un tipo de transductor que convierte la unidad física de presión a un elemento eléctrico el cual puede ser medido. Existen varios tipos de sensores los cuales pudieran tener la misma función y manufacturadas con otro tipo de material, pueden ser clasificadas respecto al tipo de señal que genera la salida (neumático, hidráulico, eléctrico) o respecto al método por el cual interpretan estas detecciones (flexión, cizalladura, compresión, tensión, etc.).

Dentro del proyecto se utilizó un sensor electrónico tipo piezo-eléctrico de compresión, este sensor se encarga de recabar los datos de compresión del equipo mamográfico. Este dato será previamente acondicionado para su posterior tratamiento dentro del microcontrolador.

Resultados

Lista de cotejo

Para realizar la evaluación de los equipos mamográficos se elaboró una lista de cotejo a modo de tener en cuenta todos los parámetros requeridos a ser analizados, mediante la bibliografía consultada correspondiente al protocolo.

LISTA DE CHEQUEO PARA EQUIPOS DE MAMOGRAFÍA			
Nº INFORME:		FECHA:	
ESTABLECIMIENTO:		DPTO./SERV.:	
TIPO DE CONTROL:		EVALUADOR:	
MÁRCA:			
MODELO:			
SERIE Nº:			
PATRIMONIO Nº:			
TUBO DE RAYOS X		MÁRCA:	
		MODELO:	
		Nº DE SERIE:	
MATERIAL DEL ÁNODO (MATERIAL POSIBLE)		Mo ()	Rh () W ()
MATERIAL DEL FILTRO (TIPOS POSIBLES)		Mo ()	Rh () W () Al ()
CONTROL AUTOMÁTICO DE EXPOSICIÓN (SI/NO)		SI ()	NO ()
SELECCIÓN AUTOMÁTICA DE mAs, KV, ÁNODO/FILTRO		SI ()	NO ()
DISTANCIA FOCO-PELÍCULA			
DISTANCIA FOCO-PELICULA MEDIDA (cm)			
DISTANCIA FOCO-PELICULA DE REFERENCIA (cm)			
CONFORME CON EL RESULTADO SI/NO: _____			
CALIDAD DEL HAZ			

Figura 7. Lista de cotejo conforme a los parámetros que se desea evaluar.

Dispositivo de medición

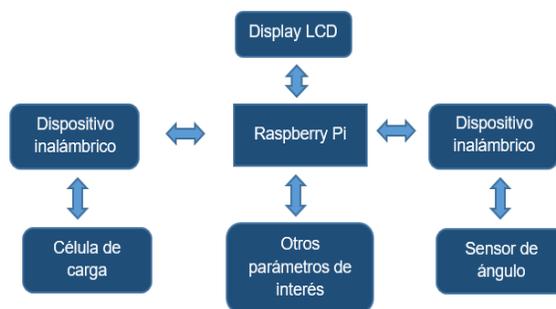


Figura 8. Esquema principal del prototipo

Definición del dispositivo electrónico para la medición de dosis

Se tuvo en cuenta la utilización de un dispositivo electrónico para la medición de la dosis de radiación, el cual, realizará la medición correspondiente a fin de recabar los datos de este parámetro.

Por medio de especificaciones técnicas, antes elaboradas, se llegó a un medidor que cumple los requerimientos técnicos necesarios para desarrollar el prototipo.

Dentro de la integración de todos los parámetros, se implementa una aplicación informática para así visualizar cada uno de los parámetros, a fin de realizar un informe correspondiente, el cual determine la certificación del correspondiente equipo mamográfico.

Discusión

En base a la elaboración del dispositivo electrónico que determine las mediciones de los parámetros, se tiene una metodología de procedimientos a desarrollar para llegar a cumplir con los objetivos. Si bien se obtiene la información necesaria de los sensores y transductores, no se posee aún un dispositivo físico.

Conclusión

Se consiguió elaborar una lista de cotejo o check list en base al protocolo IAEA-TECDOC 1517, para la verificación de los principales parámetros, además tener una metodología de los procedimientos para la elaboración del prototipo electrónico en donde se integren todos los parámetros necesarios para la evaluación de los equipos mamográficos.

Con los datos obtenidos se puede tener una correcta evaluación de los equipos mamográficos y así llegar a cumplir los requerimientos necesarios para un correcto diagnóstico.

Bibliografía

1. Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social (2018). Signos de alarma del cáncer de mama. Recuperado de <https://www.mspbs.gov.py/incan/13438/conocer-los-signos-de-alarma-del-cancer-de-mama-unaformadequererte.html>
2. RASPBERRY (2018). Raspberry Pi 3. [En línea]. Consultado el 23 de mayo de 2018. Disponible en: <https://www.raspberrypi.org/?s=raspberrypi+3>
3. CONTROL DE CALIDAD EN MAMOGRAFÍA (2018). Protocolo elaborado en el marco de dos proyectos regionales ARCAL/OIEA. OIEA, Viena, 2006. Impreso en OIEA, Viena. [en línea]. Consultado el 19 mayo 2018. Disponible en: http://www.pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/te_1517s_web.pdf
4. SPARKFUN (2018). Arduino Pro Mini. [En línea]. Consultado el 15 de mayo de 2018. Disponible en: <https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Dev/Arduino/Boards/ProMini16MHzv1.pdf>
5. Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social (2018). #OctubreRosaPy: Cáncer de mama es el primero en incidencia en mujeres. Recuperado de <https://www.mspbs.gov.py/portal/13328/octubrerrosapy-cancer-de-mama-es-el-primero-en-incidencia-en-mujeres.html>
6. Wenninger, I, & Peralta, F. (2015). Desarrollo de una aplicación como herramienta para el control de calidad de equipos mamográficos, basada en la norma IAEA-TECDOC-1517 (tesis de grado). Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo, Paraguay.

Universidad Nacional de Cuyo | Mendoza | Argentina

17, 18 y 19 de octubre de 2018

7. Pérez, N, Valenzuela, M, Llera, J. (2009). Mamografía.

Técnica de proyecciones y documentación. Recuperado de
<https://www.logoss.net/file/738/download?token=UcDVhtfg>

8. Cervantes, G. (1993). Fundamentos técnicos de radiología
y tomografía axial computarizada. Chile: Diana.