

# Sistema electrónico de alarma de caídas para adultos mayores del centro de cuidado del adulto mayor San Martín

Izama, Katherine Autor, Oña Omar Director  
kpizamaf@utn.edu.ec, oronia@utn.edu.ec  
Universidad Técnica del Norte

*Resumen* — El presente trabajo de titulación consiste en el desarrollo sistema electrónico de alarma de caídas para adultos mayores del centro de cuidado “San Martín” utilizando la tecnología wearable, este sistema servirá de ayuda a los adultos mayores, a sus familiares y a las instituciones encargadas de su atención, porque permitirá informar y alertar a los auxiliares de geriatría y a sus familiares que se ha producido una caída. Para realizar este estudio se tomó encuentra las posiciones en las que se encenran los adultos mayores en el trascurso del día y las actividades que realizan. En el proceso que involucra la obtención de datos, se utilizó sensor de aceleración y sensor de impacto que permitieron realizar el testeo de la aceleración que se tiene en las diferencias posiciones y al momento de una caída, los datos que se obtuvieron serán procesados, comparados y si el dato es una caída procederá al envió de la alerta mediante comunicación inalámbrica wi-fi a mi módulo central, luego de varias pruebas realizadas, se concluye cual es el rango de aceleración que detecta una caída.

*Índice de Términos* — caídas, adultos mayores, Tecnología wearable.

## I. INTRODUCCIÓN

El Centro de cuidado del adulto mayor “San Martín” de la ciudad de Ibarra, es una institución que se dedica al cuidado de los adultos mayores, posee personas auxiliares y ayudantes con alta vocación y

experiencia, en esta entidad se atienden a 20 personas estables (que viven en el centro) y dos ocasionales (que pasan solo la mañana y la tarde). Los adultos mayores que se encuentran todo el día en el centro sufren riesgos, ocasionados por enfermedades como Artritis, Alzheimer, Sordera, Problemas Visuales, características de su edad. La Doctora Salomé Gordillo propietaria de la institución manifiesto que la mayor recurrencia de atención en el centro, se relacionan a las lesiones ocasionadas por caídas. Constituyen uno de los más graves problemas epidemiológicos, generador de una cascada de consecuencia de todo tipo, incluyendo social y económico.

En la actualidad las caídas son un problema de salud frecuentemente ignorado por los adultos mayores y sus familiares. A mayor edad, la probabilidad de caerse también se incrementa, las enfermedades aumentan, sumándose a esta problemática una serie de factores de riesgos que existen en la institución.

En el centro de cuidado del adulto mayor no existe ningún sistema de alarma o alerta que permita avisar a las personas encargadas de su cuidado si un adulto mayor sufrió una caída y a causa de este accidente se encuentre mal herido. Por esta razón existe muchas personas que no han podido ser atendidos de manera inmediata, no existe la demanda necesaria de personal que atienda a una sola persona y este con el todo el tiempo.

Mediante el desarrollo de un sistema electrónico de alarma de caídas para adultos mayores en el

Centro de cuidado del adulto mayor “San Martín” busca tener un control inmediato y permanente de los adultos mayores que sufrieron una caída por medio de la generación de varios tipos de alertas como: activación de una alarma local y llamada de emergencia al encargado del centro, esto permitirá una intervención oportuna de auxilio temprano. Los encargados de esta institución y los familiares del adulto mayor podrán tener un aviso inmediato y saber si fueron atendidos a tiempo.

## II. CONCEPTOS BÁSICOS

### A. Adultos Mayores.

La persona considerada como adulto mayor o tercera edad es la última etapa de vida por el deterioro de las capacidades del cuerpo que superan los 60 años. Para el año 2025 se estima que existirán 1200 millones de ancianos [1]. Según el INEC en la provincia de Imbabura en el año 2013 se registró un total de 44 mil adultos mayores que equivale un 11% de la población de esta provincia

1) *Caídas en los adultos mayores:* Se pueden definir como el descenso abrupto hacia el suelo o una superficie inferior como se observa en la Figura 1 de una persona mayor de 60 años y es la causa de más morbimortalidad por lesiones.

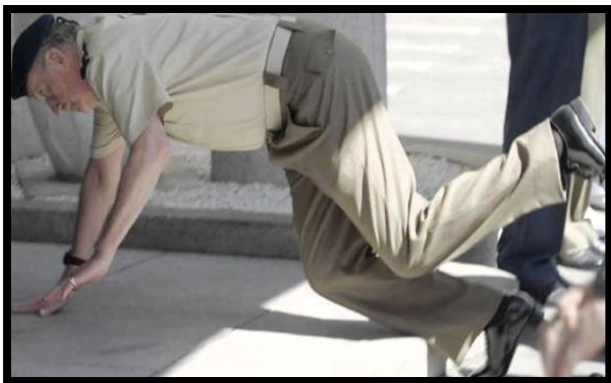


Figura 1. Adulto mayor sufriendo una caída

Según expone la OMS se calcula que anualmente se producen 424 000 caídas mortales, lo que convierte a las caídas en la segunda causa mundial de muerte por lesiones no intencionales, cada año se producen 37,3 millones de caídas que, aunque no sean mortales, requieren atención médica. [2]

### B. Plataformas de Open Source

Al hablar sobre plataformas libres o de código abierto, se puede mencionar a muchos existentes en el mercado de la electrónica. Estas plataformas son elegidas de acuerdo con el uso, necesidad, tecnología, características que cumplan con las perspectivas necesarias para desarrollar proyectos.

La plataforma más usada en la actualidad en el mercado, por su buen funcionamiento, facilidad, sus diferentes características que poseen y las que pueden ayudar al momento de construir, diseñar un proyecto es Arduino, esta posee una gama de placas, las cuales tienen diferentes usos, funcionalidad según las necesidades de los proyectos.

1) *Arduino:* es una plataforma de creación de prototipos de código abierto basado en hardware y software fácil de usar. A través de los años Arduino ha sido el cerebro de miles de proyectos, a partir de objetos cotidianos a los instrumentos científicos complejos. Arduino nació en el Instituto de Diseño de Interacción Ibero como una herramienta fácil para el prototipo rápido, dirigido a estudiantes sin experiencia en electrónica y programación. Tan pronto como llegó a una comunidad más amplia, la placa Arduino comenzó a cambiar para adaptarse a las nuevas necesidades y retos.

Existen un gran número de placas de Arduino, en la que se diferencian por el procesador a utilizar, número de pines, entradas analógicas, salidas digitales, tamaño, de la cantidad de entradas y/o salidas requeridas, si la alimentación y programación se va a realizar con la propia placa, si va a interactuar con su misma circuitería o si va a comunicarse con dispositivos externos móviles como: PDA's, receptores, celulares, entre otros; así, se tienen entre las placas Arduino más conocidas: Arduino Uno,

Arduino Mega, Arduino Zero, Arduino Pro, Arduino Nano, entre otras. [3]

### C. Redes Inalámbricas

Las redes inalámbricas permiten a un usuario o dispositivo mantenerse conectado por medio de ondas electromagnéticas sin la necesidad de una red cableada o alámbrica. Existe una variedad de tecnologías que se han desarrollado como por ejemplo la telefónica fija ya no es muy usada, ha sido remplazada por la telefonía móvil. Es mucho más fácil acceder a internet desde cualquier dispositivo. Como muestra la Figura 2, está la clasificación de las redes inalámbricas de acuerdo con el alcance, y según el estándar al cual se establecen.



Figura 2. Clasificación de las redes inalámbricas.

1) *Módulos de Comunicación:* Son módulos para el envío de datos de una forma cableada e inalámbrica, de esta forma, pueden comunicarse entre diferentes dispositivos de una forma remota. Existen tres tipos de módulos de comunicación Bluetooth, Wi-Fi y Zigbee.

Para el desarrollo del sistema se toma en cuenta esta tecnología inalámbrica en este caso comunicación WI-FI.

- **WIFI**

Es el estándar de comunicación inalámbrica más usado por la mayoría de dispositivos por su rendimiento, velocidad y alcance; una de sus ventajas es el uso de antenas MIMO para un uso eficiente del espectro, su asignación de direcciones de red permite una mayor conexión de dispositivos e infraestructuras de red, bajo el estándar 802.11 b/g con pines de comunicación USART o SPI, tiene un consumo de 40 mA, potencia de 18 dBm y con un consumo de hasta 100 mA y una distancia de hasta 30 metros. [5]

## III. DESARROLLO EXPERIMENTAL.

### A. Análisis de la Situación Actual.

Se realizó una entrevista a la administradora del centro de cuidado del adulto mayor San Martín, las preguntas realizadas permitió obtener información de la institución y de las caídas.

Actualmente no existe un método que permita alertar a las asistentes de los adultos mayores o saber si se ha producido un accidente de caída, la única alarma es cuando se escucha un grito de la persona que sufre el incidente, o mirar que un adulto mayor se cae y la persona que observa pueda informar a las enfermeras de este contratiempo. Se ha registrado casos de fracturas leves y graves, donde un adulto mayor se cae y no recibió la atención médica a tiempo porque no existe una alerta que indique de este suceso.

El periodo de tiempo que transcurre desde el instante que el adulto mayor sufre una caída, hasta que el asistente geriátrico asista al paciente, es aproximadamente de diez a quince minutos, este tiempo transcurrido es esencial para la atención de las lesiones producidas por la caída.

También se realizó una inspección al centro de cuidado del adulto mayor San Martín donde se tiene que el sistema a diseñar debe tener una cobertura de una red inalámbrica que llegue a todos los lugares del centro, es necesario adquirir repetidores para ampliar la señal WLAN, estos tendrán que ser ubicar en

partes altas para que las personas no puedan manipular de los dispositivos y de esta manera evitar daños en el equipo o des configuración.

Los auxiliares de geriatría solicitan que el sistema de alarma debe ser ubicado en la sala de estar, para poder escuchar la alerta que emite el sistema las 24 horas del día, porque es el lugar donde ellos pasan y alado de esta sala se encuentra las habitaciones de los cuidadores que tiene los turnos en la noche, evitando así las caídas que se producen continuamente en el horario de la mañana o el de noche.

### B. Requerimientos del Sistema.

Para el análisis de los requerimientos del sistema se toma como referencia al estándar ISO / IEC / IEEE 29148: 2011, que tiene como función relacionar la necesidad presentadas por el centro de cuidado del adulto mayor San Martín con la solución que el proyecto puede brindar mediante parámetros que el sistema deba cumplir. [7]

El estándar define la construcción de un buen requisito que proporcione atributos y características teniendo en cuenta la aplicación reiterativa a lo largo del ciclo de vida del sistema. El ISO / IEC / IEEE 29148: 2011 guarda una estrecha relación con anteriores normas destinadas al proceso de aplicación de requerimientos, como son la norma ISO / IEC 12207: 2008 e ISO / IEC 15288: 2008.

### C. Selección de Hardware y Software.

Una vez analizados los requerimientos del sistema se seleccionó el software Ide de Arduino, y en cuanto a hardware el sistema embebido Arduino Uno, Arduino Nano, Sensor MMA7361, Sensor de Impacto, Módulo WIFI ESP8266-1, Shiled Etherned, Módulo GSM-900.

### D. Diseño del sistema

Como parte del diseño del sistema se muestra a continuación el diagrama de bloques que guiará el funcionamiento y los procesos para poder desarrollar el proyecto.

El diagrama de bloques de la Figura 3 muestra la estructura del sistema que está formada por dos bloques principales el módulo central y módulo sensor estos dispositivos se comunicaron mediante el dispositivo de comunicación WI-FI de la red WLAN de la institución.

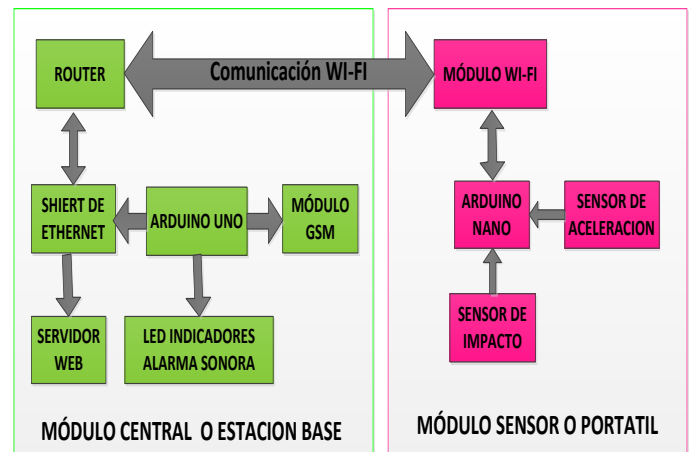


Figura 3. Diagrama de Bloques del sistema.

Los datos recolectados por el módulo sensor, serán transmitidos al módulo central mediante comunicación inalámbrica, por medio del envío de caracteres. Si se presenta una alerta de caída se genera una alarma principal (de manera auditiva y visual) y una alarma alternativa donde se utilizará el dispositivo electrónico GSM para el envío de un mensaje al encargado del centro o a un familiar del adulto mayores.

1) *Módulo Central:* será el encargado de la comunicación con el módulo sensor, también de la recepción de datos del módulo sensor, el procesamiento y la generación de alarmas de forma automática.

Este gestionara la situación de las alertas, de forma local en la institución (alarma principal) y hacia el exterior al gerente del centro o a un familiar (alarma alternativa) siempre y cuando una aleta de caída está formada por los siguientes dispositivos:

- Arduino Uno

El Arduino uno es el cerebro del módulo central, es el encargado de recibir los datos, de la lectura, de la comparación, del procesamiento, y de la transmisión de datos. Se encuentra directamente conectado (permiten conectar a su vez a otras placas encima y apilarlo sobre la placa de Arduino) al Shield Ethernet, al módulo GSM, a los leds indicadores y la alarma sonora.

- Shield Ethernet

El Shield Ethernet se conecta a la red local por cable RJ45 al Router, tiene incorporado una ranura para micro-SD la misma que permite almacenar el servidor web.

El servidor Web puede ser visualizado por las personas encargadas del centro del adulto mayor, no es necesario añadir hardware para el funcionamiento, la página web es básica, cada página del servidor es almacenada en un documento con extensión HTM donde se encuentra el código en HTML

El servidor web se levanta al recibir una petición hecha por el cliente (encargado de la institución o personas que trabajan) por el puerto 80 (página web) cada vez que se recibe una petición el servidor se levantará para visualizar la información almacenada.

- Router

El Router permitirá conectar mediante cable RJ45 al Shield Ethernet, también se conectará al módulo WI-FI del módulo central para la transición de los datos. El Router realiza su respectivo mapeo para la comunicación de la red inalámbrica y de la red cableada no se da ningún tratamiento a la red ya que su consumo es muy limitado, solo se necesita una dirección fija al servidor central ya que todos apuntan a este sistema cuando existe una alerta.

- Módulo GSM SIM 900

Este módulo GSM tiene una ranura para ingresar una tarjeta SIM (es una tarjeta inteligente desmontable usada en teléfonos

móviles). Se conectará al Arduino Uno, que se encarga de procesar y enviar la información al Módulo GSM.

Se debe definir un número de celular que puede ser de un familiar o del encargado del centro para que reciba un mensaje de texto SMS informando que el adulto mayor ha sufrido una caída. Como recomendación al usuario activará un paquete de mensajes de texto en el SIM que se utilizara en el módulo GSM para el envío de mensajes.

- Indicadores de alerta

Los indicadores de alerta constan de dos leds y un zumbador(chicharra). Permite conocer el estado del sistema si existe una caída o si existe una falla de comunicación entre el módulo centra y el módulo sensor.

2) *Módulo Sensor*: permite la detección inmediata y fiable de la caída en tiempo real cuando el adulto mayor este realizando actividades en su vida diaria, será portátil y portable en todo momento.

Su interfaz incluirá un botón fácilmente accesible para apagar la alarma generada por una caída. La interfaz del usuario se completa con señales luminosas en el Arduino nano indicando que existe una caída y una alarma auditiva que por medio el sonido se podrá ubicar y encontrar el lugar donde se encuentra el adulto mayor accidentado, está constituido por:

- Arduino Nano

Es el cerebro del módulo central, el encargado de recibir los datos generados por los sensores (acelerómetro y de impacto), procesa, los compara con los rangos definidos y sobrepasa estos rangos, envía por medio del dispositivo WI-FI la alerta de que existe una caída.

Cuenta con 8 entradas analógicas, cada uno proporcionan 10 bits de resolución (es decir, 1024 valores diferentes) en estos pines se procederá a conectar los sensores de aceleración y de impacto.

También permite al módulo wifi conectarse con él por medio de los pines de recibir (RX) y transmitir (TX) de los datos.

- Acelerómetro Mma7361

Para la detección automática de la caída se toma en cuenta utilizar el sensor de aceleración MMA7361 es un sensor analógico que se presenta en los 3 ejes (X,Y,Z) con una alta precisión, se conecta al Arduino Nano el mismo que compara los datos generados del acelerómetro en sus 3 ejes.

Este sensor cuenta con el ping GS(g-Select) que es la sensibilidad de aceleración como podemos percibir en la Tabla 30 al usar el modo de 6g tenemos una sensibilidad de 2016Mv/g, con un voltaje en el pin de salida desde 1,85 V hasta 1,44V. El convertidor análogo-digital del Arduino tiene un rango que va desde 0 a 1023, según las hojas de datos de estos componentes electrónicos.

Tabla 1. Sensibilidad de aceleración 6G.

Modo 6g	Voltaje en el Pin (V)	Rango del Convertidor A/D (Arduino)	Sensibilidad
6g	1,85	1023	
0g	1,65	511	2016mV/g
-6g	1,446	0	

Fuente. (GENUINO, 2015).

Por lo cual si -6g equivalen a 0, 0g equivalen a 511 y 6g equivalen a 1023 se tiene la siguiente Tabla 31 en donde se puede considerar según la gravedad el rango del convertidor análogo digital que le corresponde a cada una. Si la aceleración es muy rápida ira desde 6g a -6g si la aceleración es menor ira disminuyendo a 5, 4,3, etc.

Al definir un rango de sensibilidad basándonos en la Tabla 2 se procede a comparado el rango definido con los datos que el sensor emita en sus ejes X, Y, Z, si estos se encuentran en el rango establecido como la detección de una caída se procederá activar las alarmas, pero mientras los datos obtenidos por las coordenadas no estén en este rango el sistema

funcionara normalmente, sin la activación de las alarmas.

Tabla 2. Rango del convertor Análogo Digital.

Gravedad	Rango del convertor A/D
-6g	0
-5g	85,2
-4g	170,4
-3g	255,6
-2g	340,8
-1g	426
0g	511
1g	596,2
2g	681,4
3g	766,6
4g	851,8
5g	937
6g	1023

Fuente. Autor

Se procede a determinar el rango del sensor de aceleración de -3g=256 y 3g=766 en donde si los datos obtenidos en los ejes X, Y,Z son mayores a 766 y menores de 256 existe una caída mientras no estén dentro de este rango no existirá alertas de caídas.

- Sensor de impacto

El sensor de impacto o de vibración inalámbrico está diseñado para detectar cualquier vibración, golpes o impactos. Una vez que la vibración es detectada, el sensor transmite una señal al Arduino. Tiene una sensibilidad ajustable de acuerdo con la necesidad. Este se activará al momento que el adulto mayor sufre una caída por la vibración y el golpe que se genera.

- Módulo WIFI ESP8266-1.

Módulo Wifi ESP8266-1 permite conectarse con otra red de manera inalámbrica, la capacidad de procesamiento y almacenamiento permite integrarse con los sensores, con el Arduino Nano y otros dispositivos Este módulo es configurado mediante comando AT. El módulo WI- FI se encarga de él envío de alerta del módulo sensor al módulo central. Esto se lo realiza mediante él envío de dos carácter o

bits, se utiliza este tipo de variable porque es la más efectivo en transmisiones inalámbricas y evita errores de lectura de datos. El primer carácter o bit indica que módulo portátil es. El segundo carácter o bit indica el número de alarma (si es 1 será una alerta de caída y si es 2 será una desactivación de la alerta).

Se realiza el envío de caracteres siempre y cuando exista una alerta de caídas que son generadas por los sensores, procesada por el Arduino Nano y envía al módulo WI-FI. Al momento del envío el módulo WI-FI envía una petición para mirar si el canal está vacío para la transmisión, si está libre procede a enviar su trama inalámbrica, estableciendo que el módulo central esté presente en la red, verifica que el dispositivo tenga servicio activo y que acepte la solicitud en el puerto 88 del destino o módulo central que el cliente o módulo sensor intenta usar. Informa al destino que el módulo Wi-Fi pretende establecer una sesión de comunicación en el puerto 88, luego de establecer la comunicación recibe los datos enviados del módulo sensor, estos son procesados por el Arduino Uno y activa las alarmas que se generan por la caída del adulto mayor.

#### IV. IMPLEMENTACIÓN.

Se procede a realizar la implementación de los distintos dispositivos para poder tener un sistema que es capaz de diferenciar las actividades diarias que realizan los adultos mayores de una caída, el sistema es confiable evitando que se generen falsas alarmas y caídas no detectadas. La detección de la caída es inmediata y fiable.

##### A. Implementado el Módulo sensor.

Para la implementación del módulo sensor o móvil se debe tener en cuenta los siguientes parámetros:

- El buen funcionamiento del módulo sensor es decir que en el lugar donde sea ubicado el dispositivo, el sistema funcione correctamente, sea fiable en la detección de una caída y no genere falsas alarmas ni caídas no detectadas.

- Que no sea molesto para los adultos mayores esto quiere decir que se debe buscar un lugar adecuado para la colocación del sistema, donde pueda llevar puesto y no sea fastidioso para el adulto mayor en la vida diaria y logre realizar sus tareas.

Luego de tomar en cuenta los parámetros antes mencionados y realizar pruebas de funcionamiento se toma la decisión que el sistema será colocado en un arnés que el adulto mayor llevará puesto en su pecho. Porque en el pecho el módulo sensor funciona perfecto, los sensores de impacto y de aceleración detectan correctamente una caída, por la aceleración que se produce al caer y por el golpe que se genera. También por el peso y el tamaño que el dispositivo tiene no se puede colocar en otro lugar.

Se comprobó que el adulto mayor usa en su tronco (parte superior del cuerpo humano) 3 a 4 prendas de vestir (dividí o camiseta, camisa, chaleco, chaqueta o saco) porque es ideal ponerle debajo de la ropa que cubra el sistema para no concentrar la atención de las personas en el dispositivo, siendo el lugar más discreto y no afecte en las actividades diarias que realice como se muestra en la Figura 4. En esta parte del cuerpo se garantiza la fiabilidad, el buen funcionamiento del sistema ya que no se tendrán falsas alarmas ni caídas no detectadas.



Figura 4. Implementación de módulo Sensor en el pecho del adulto mayor.

El arnés de pecho está formado por la unión de varias piezas combinadas entre correas de tela flexible y partes de policarbonato, gracias a sus correas elásticas es totalmente ajustable, cada correa tiene su sistema de ajuste que se puede fijar el arnés al contorno de nuestro cuerpo y evitar que el módulo central se mueva o quede holgado.

El módulo sensor queda completamente centrado en el torso, una correa rodea el pecho y dos tirantes van desde el módulo hasta la espalda donde se unen en una pieza y pasan a ser una única correa que se juntan entre sí. En la Figura 5 se observa cómo está constituido este nodo.

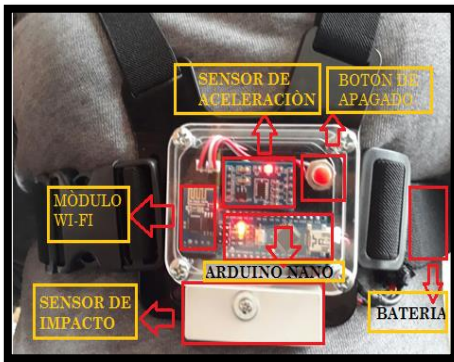


Figura 5. Diseño final del módulo sensor

### B. Implementación del Módulo Central.

Para la implementación del módulo central se toma en cuenta ubicarlo en un lugar donde los auxiliares de geriatría pasan todo el día para que las alertas puedan ser escuchadas. En este caso fue instalado en la sala en un armario como se puede observar en la Figura 6.



Figura 6: Implementación del proyecto en el centro de cuidado del Adulto Mayor.

En la Figura 7 se observa el módulo central con sus dispositivos que se mencionó anteriormente.



Figura 7: Elementos del módulo central.

### C. Servidor Web

El servidor Web se mantendrá actualizando cada 5 segundos (se tomó en consideración cada 5 segundos porque es un tiempo prudente que los admiradores de servidores Web recomiendan, también porque es un tiempo razonable para actualizar la página al momento de una caída o cuando hay un fallo de la comunicación del módulo).

Cuando el sistema indique que no existe ninguna alerta (caída o falla de la comunicación), el archivo html se cargara por defecto indicando que no existe una caída, como se puede observar en la Figura 8, donde se muestran las características del prototipo y el estado en el que se encuentra el sistema, brindando información al usuario (personal encargado del cuidado del adulto mayor).



Figura 8. Página para visualización del cliente cuando no existe una caída



Cuando el sistema detecta una caída y envía la alerta al módulo central, la página se modifica, cambiando su presentación como se puede ver en la Figura 9, donde se observa la información necesaria para la atención del adulto mayor que sufrió el accidente y el estado del sistema.



Figura 9. Página para visualización del cliente cuando existe una caída.

Cuando exista falla de comunicación entre el módulo central y el módulo portátil la página web se modificará, cambiando su presentación como se observa en la Figura 10.



Figura 10. Página para visualización del cliente cuando exista falla de la comunicación

#### D. Comunicación entre el módulo central y el módulo sensor.

Permitiendo al usuario tener un sistema seguro al momento de la transmisión de la información, que el módulo central reciba correctamente los datos emitidos por el módulo sensor. Se tiene dos estados de la comunicación, en el momento que existe comunicación y cuando hay una falla en la comunicación a continuación se describe cada una.

1) *Existe comunicación entre el módulo central y módulos sensor:* Cuando exista conexión entre el módulo central y el módulo sensor se evidencia en el “led indicador de falla” generando una luz verde como se observa en la Figura 11 y la alarma auditiva estará apagada.



Figura 11. Comunicación entre el módulo central y sensor.

2) *Falla de comunicación entre el módulo sensor y el módulo central:* Esta alarma se genera cuando no existe una comunicación entre el módulo sensor y el módulo central este inconveniente se puede generar: en el momento que los módulos no están encendidos, en el tiempo que la batería de lipo del módulo sensor este descargado, exista algún problema en la red y en los módulos, etc.

Cuando no exista conexión se evidencia en el “led indicador de falla” generando una luz roja como se mira en la Figura 12 y la alarma auditiva (zumbador del módulo central) se enciende. La página que muestra el servidor Web se observa en la Figura 10.



Figura 12: Alarma de falla de comunicación auditiva y visual.

### E. Alarmas activadas por caída.

Existen dos tipos de alarmas que son:

1) *Alarma Principal*: Esta señal de alerta será de tipo local (en la institución) emitiendo una alarma auditiva (zumbadores encendidos de los dos módulos) y visual (led indicador de caída y servidor web) al momento que un adulto mayor sufrió una caída.

En la Figura 13 se puede observar la alerta visual en el cual el “led indicador de caída” genera o enciende una luz roja, en el Arduino nano del módulo sensor se puede mirar que se enciende un led rojo, también se encenderá las alertas auditivas del módulo central y del módulo portátil. La página que muestra el servidor Web se puede ver en la Figura 9.



Figura 13: Alarma auditiva y Visual (a) Módulo Central (b)Módulo Sensor.

2) *Alarma secundaria*: se produce mediante el envío de un mensaje de texto que puede ser, al encargado del centro de cuidado del adulto mayor “San Martín” o a un familiar. El número al que se enviará el mensaje será definido por la institución y configurado en la Firewall del Arduino Uno, si se desea cambiar o modificar el número que recibe el mensaje se debe llamar al técnico que instaló el sistema.

Se recomienda al usuario activar un paquete de mensajes de texto al SIM que se encuentra en el módulo GSM para el envío de mensajes. Mientras no exista una caída no se enviará mensajes de texto. La persona que recibe este mensaje puede estar dentro o fuera de la institución. En la Figura 14 se puede mirar el mensaje de texto SMS que recibe la persona, al momento que se generó una caída en el adulto mayor, indicando el nombre del paciente que sufrió el accidente.

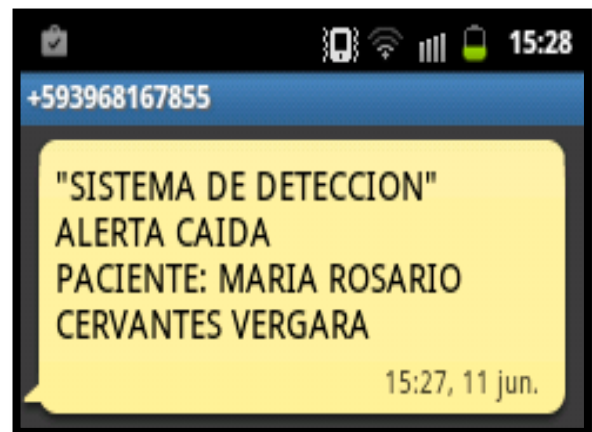


Figura 14. Envío de mensaje de texto al encargado de la institución

### F. Desactivación de la alarma.

Luego de generarse una alarma por una caída se procede a desactivar la alarma siempre y cuando el adulto mayor haya sido localizado y atendido.

El botón de desactivación de la alarma se encuentra en el módulo sensor o portátil el mismo que lleva puesto el adulto mayor. Se tomó en cuenta ponerle en este módulo porque así se garantiza que el cuidador vaya hasta donde el adulto mayor que sufrió una caída sea atendido y desactive la alarma.

Para desactivar la alarma se debe presionar una vez el botón que se encuentra en el módulo sensor como muestra la Figura 15, luego de ser pulsado el sistema pasará a estado normal (el led indicador de caída se apagará, las alarmas auditivas se apagaran, el servidor Web pasará a estado normal como se puede mirar en la Figura 8).

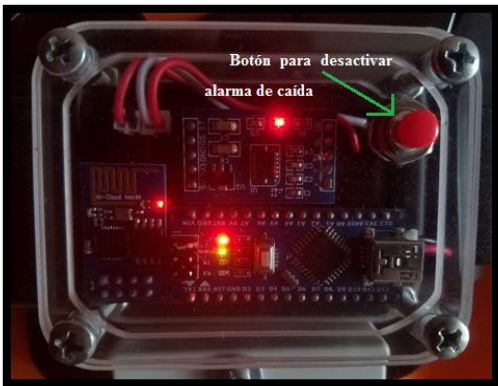


Figura 15. Desactivación de la alarma

## V. CONCLUSIONES.

Se realizó el diseño e implementación del sistema electrónico de alarma de caídas para adultos mayores del centro de cuidado “San Martín, con lo que se cumple el objetivo principal de este proyecto, el cual tiene como propósito mejorar la asistencia inmediata a los adultos mayores luego de generarse una caída.

La alarma del sistema se genera en modo auditivo y visual, activándose cuando el módulo sensor presenta cambios en los datos emitidos por los sensores.

Una vez finalizadas las pruebas de funcionamiento del sistema de caídas se obtiene un bajo consumo de energía, con un mínimo impacto ambiental el cual hace que sea una alternativa idónea para dar soluciones a problemas específicos.

El sistema tiene un bajo consumo de energía, con un mínimo impacto ambiental el cual hace que sea una alternativa idónea para dar soluciones a problemas específicos.

Después del análisis el costo final del sistema electrónico de alerta de caídas es una inversión justificada, porque ayuda y beneficia a los adultos mayores, a las instituciones, a los familiares por lo tanto se mejora la calidad de atención brindada al momento de sufrir una caída.

El sistema de caídas presenta una corrección de errores cuando el módulo central no se conecta con el módulo sensor notificando alarmas visuales y auditivas.

## VI. RECOMENDACIONES

Es necesario tener siempre conexión de red para que el sistema funcione correctamente y no tenga fallas ya que el mismo funciona mediante comunicación wifi.

Es necesario tener una cuenta todas las variables que se presenten en el transcurso de la elaboración del sistema y poder solucionarlas.

Se debe tomar en cuenta antes se adquiere una batería de Lipo el voltaje, la corriente que tiene. Si estas características pueden alimentar al proyecto y hacer que todos los elementos eléctricos funcionen correctamente y a su vez conocer el tiempo de duración de la misma.

Se recomienda realiza más proyectos que ayuden a mejorar la calidad de vida de las personas.

Al momento de realizar la implementación del sistema electrónico de alarma de caídas en los adultos mayores, se obtuvo un problema del módulo sensor en donde los sensores detectaban como caída al caminar y al acostarse, se procedió a la corrección de este error para establecer un rango idóneo para que los sensores no detecten como caída en estas posiciones y el sistema funcione correctamente

Se debe contratar un plan de mensajes de texto a la tarjeta SIM que se encuentra en el módulo GSM para que este puede enviar SMS al momento que se produce una caída.

Se debe dar mantenimiento al sistema por lo menos una vez al año o cuando se necesite configurar o cambiar el número del teléfono que recibe el

mensaje informando que se ha producido una caída o cuando se desea cambiar el nombre de la persona que va a usar el prototipo, se recomienda llamar a la persona que instalo.

Se tomó en cuenta al momento de realizar el diseño del sistema que el proyecto pueda ser instalado y que funcione en cualquier entorno (casa hogar o institución gerontológicos, o domicilio), que lo único que se debe tener para su instalación y buen funcionamiento es una red local la misma que permita a los módulos comunicarse de manera inalámbricamente y que tenga energía eléctrica.

Se debe incrementó una fuente de alimentaciones externa en el módulo central por seguridad y prevención a los cortes de energía eléctrica que pueden causar que el sistema se apague y deje de funcionar. Esta fuente permite alimentar el módulo central siempre.

#### REFERENCIAS

- [1] Alban, Sans, & Diaz Canel, Envejecimiento poblacional y fragilidad en el adulto mayor. Cuba.
- [2] Organización Mundial de la Salud (2010). Caídas. Francia: Cataloguing
- [3] Arduino. (2015). *Arduino*. Obtenido de <https://www.arduino.cc>
- [4] Cristian, L. & Carlos Vasquez. (2012). Bluetooth: Santa Maria.
- [5] Baronti, Prashnt, & Vince. (2007). Comunicación Inalambricas.
- [6] SparkFun. (2016). Redes Inalambricas. Barcelona, España.
- [7] ISO/IEC/IEEE. (2011). Systems and software engineering -- Life cycle processes -- Requirements engineering. Switzerland.
- [8] Arduino, O. (Abril de 2015). Arduino Oficial. Obtenido de <http://www.arduino.cc/>
- [9] Areny, R. P. (2006). Instrumentos Electrónicos Básicos. Barcelona, España: Carles Parcerisas.
- [10] Aakvaag, N., & Frey, J.-E. (2006). Redes de sensores inalámbricos.
- [11] Albán, P., Sansó, F. J., & Díaz Canel, A. M. (2007). Envejecimiento poblacional y fragilidad en el adulto mayor. Revista Cubana de Salud Pública.
- [13] Aranibar, P. (2001). Acercamiento conceptual a la situación del adulto mayor en América Latina. Santiago de Chile: CEPAL.
- [14] Artero, Ó. T. (2013). Arduino Curso Práctico de formación. Madrid- España: Alfaomega.
- [15] Boylestad, R. (1997). ELECTRÓNICA: TEORÍA DE CIRCUITOS. Naucalpan de Juárez: Hall Hispanoamericana S.A
- [16] Brent, M., & Chatschik, B. (2001). Bluetooth revealed: the insider's guide to an open specification for global wireless communication. New Jersey: Saddle River.
- [17] CISCO. (2014). diseño de redes inalámbricas. cisco.
- [18] Cogdell, J. (2000). Fundamentos de electrónica. Hall.
- [19] Flores, E. (2015). Sistema de monitoreo de ritmo cardíaco (S.M.R.C.). Ibarra

[20] Gac Espinola, H. (2010). caídas en el adulto mayor. boletín de la escuela de medicina univversidad católica de chile.

[21] ISO/IEC/IEEE. (2011). Systems and software engineering -- Life cycle processes -- Requirements engineering. Switzerland

[22] Montero, I. B. (2014). Montaje y Mantenimiento de Sistemas y Componentes Informaticos. Madrid: Paraninfo

### **Katherine P. Izama Flores, Autor**



Nació en Ibarra provincia de Imbabura el 08 de Junio de 1990. Realizo sus estudios secundarios en la Unidad Educativa Sagrado Corazón de Jesús “Bethlemitas”, obteniendo el título de bachiller en la especialidad de Físico

Matemático. Actualmente, es egresado de la Universidad Técnica del Norte en la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Redes de Comunicación.

### **Omar R. Oña Rocha, Director**



Profesional en Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones. Actualmente es profesor de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Aplicadas (FICA) en la universidad Técnica de Norte en la Carrera de Ingeniería en Electrónica y Redes de

Comunicación (CIERCOM), en áreas tales como circuitos eléctricos, electrónica, circuitos electrónicos, sistemas digitales y otros campos relacionados. Tiene experiencia en el campo de Asesoría Técnica, mantenimiento preventivo y correctivo de equipos de computación, instalación y mantenimiento de redes. A través de su servicio ha trabajado constantemente e incondicional en el desarrollo de proyectos de electrónica y telecomunicaciones.

Carrera de Ingeniería en Electrónica y Redes de Comunicación.