

Prototipo para implementación de sistema de gestión y monitoreo de consumo de servicios domiciliarios

L. Díaz Gomez^{1, 2, 3} ; <https://orcid.org/0000-0003-3860-1277>

1- SENA – Centro Metalmecánico Distrito Capital; 2 – Corporación de Educación Tecnológica Colsubsidio – Airbus Group; 3 - Estudiante Universidad Nacional.

Resumen- El artículo, presenta los resultados en el desarrollo de una aplicación de Software y Hardware, que busca desde un DSL implementar el monitoreo y gestión del consumo de servicios domiciliarios, en este caso los servicios de agua y energía. El objetivo es lograr que el usuario pueda, con la ayuda de software, realizar un control de los gastos de agua y de energía monitoreando y graficando sus consumos, de manera que tenga disposición de la apertura, cierre y activación de la mayor cantidad de dispositivos que utiliza en su hogar. Esto busca, poder planificar y aplicar nuevas estrategias tecnológicas que le ayuden a disminuir y optimizar el manejo de recursos del hogar, mejorando así la eficiencia energética. También tiene el propósito de educar en hábitos de cuidado al medio ambiente a los Usuarios, dando como resultado un hogar y una mentalidad más eficiente en el consumo de servicios domiciliarios.

Palabras Clave- Internet de las Cosas (IoT), Eficiencia Energética, DSL, Hardware, Software.

I. NOMENCLATURA

Internet de las Cosas (IdC): Internet of Things (IoT).

Lenguaje de Dominio Especifico (LDE): Domain Specific Language (DSL).

II. INTRODUCCIÓN

La *tecnología* es una palabra de origen griego, que viene de la unión de dos vocablos que, en general, significan destreza y ciencia. Esta palabra ha sido utilizada en todos los conceptos de la ciencia y del desarrollo sostenible, logrando evidenciar de esta forma la destreza que tiene el ser humano para reformar cada objeto que se imagina e inventa, acondicionando todo lo que realiza buscando innovación, y generando soluciones cada vez más eficientes y prácticas.

Actualmente, las nuevas tecnologías se rigen por sistemas cada vez más eficientes y hacen que las diferentes labores o tareas que deseamos realizar, sean aún más fáciles, permitiendo de esta manera que todo tenga una mejora y promueva realizar tareas o actividades que aumenten la calidad de vida del ser humano. Esto lo vemos día a día con la evolución del conocimiento en todas las ciencias, porque siempre buscan soluciones más adecuadas a los diferentes problemas que se pueden llegar a presentar [1].

La contribución principal, así como el objetivo del presente artículo, es mostrar que, con el uso y creación de un Software, que incluye un DSL, permita al usuario programar las necesidades de su hogar. Este busca demostrar que con la ayuda de herramientas tecnológicas, se logra regular y mejorar el ahorro de los servicios domiciliarios, además de la preservación eficiente de la energía. Dando una mayor acogida en el usuario ya que el software es amigable y de fácil

utilización. El software implementa un sistema de voz para el usuario, lo que facilita que sea el usuario quien administre el software y las respuestas del mismo, cambiándolo según sus necesidades.

En la industria, la tecnología cada vez avanza más y más, buscando procesos óptimos y seguros, que faciliten la fabricación y producción de todo tipo de elementos de tecnología para el ser humano. Por medio de este proyecto se busca llevar esta tecnología industrial al hogar, capacitando al usuario sobre los diferentes gastos que presenta en su hogar y así poder tomar decisiones de ahorro y/o racionamiento, tales como diagnosticar y medir los gastos que se producen en los servicios domiciliarios de agua y energía.

La medición de los gastos de servicios domiciliarios, permite generar más ahorro y de esta manera, evitar el desperdicio de los diferentes recursos de la naturaleza. Por lo tanto, se busca no solo cuidar el bolsillo del usuario final ya que podrá conocer en tiempo real la energía utilizada, sino también cuidar los recursos naturales, educándose de manera inductiva desde un sistema que le alertará cada vez que genere altos gastos, informándole que debe racionar y tomar conciencia de los excesos que se presentan. Esto debido a que las personas no son conscientes del daño que le hacen al planeta ni de las cantidades de recursos consumidas, lo que está provocando escases en el planeta entero de todos los recursos naturales [2].

El DSL ayuda a que los usuarios, que quieran implementar dicho sistema de software y hardware, encuentren facilidades al momento de seleccionar el dispositivo que desean monitorear y controlar; también desde el DSL, puedan programar las características de las medidas, de activación y cierre que requieran; de igual forma, permite que el usuario, pueda generar gráficas de consumo para obtener una mejor eficiencia, y así mismo, pueda programar hábitos de consumo en los integrantes del hogar, informando cuando se está consumiendo por encima de lo planeado.

En los hogares, se presentan diferentes medidores de los servicios domiciliarios, como lo son de energía eléctrica, de agua [3], etc. Pero, estos pertenecen a las empresas de suministro de servicios y el usuario no está muy atento a ellos, o no le dan mayor importancia, sino hasta el momento en que llega la factura al hogar. Esto no permite al usuario tener alertas tempranas para evitar malas prácticas, puesto que este valor del consumo llega uno o dos meses después. Por lo tanto, se evidencia que el usuario no es parte activa en ningún momento de dicho proceso, ni puede evidenciar si hubo un incremento o no en el consumo, comparando sus gastos presupuestados. Debido a esto, el usuario nunca busca controlar estos excesos y lo único que puede hacer es pagar lo que la empresa de

servicios le está cobrando, y quizás, que él mismo tome internamente sus medidas de ahorro [4]. Todo esto sin un diagnóstico real ni efectivo o un sistema que pueda permitirle supervisar y gestionar su consumo en el instante, validando las mediciones y la eficiencia que puede obtener al mejorar sus hábitos.

La domótica y las aplicaciones en IoT, han tomado mucha más fuerza en la actualidad, no solo para facilitar al ser humano las tareas del hogar o el control de sus diferentes dispositivos, sino en todas las tareas que realiza diariamente. Estas soluciones se encuentran disponibles en gran medida, pero en su mayoría se enfocan en seguridad, confort, activación remota de dispositivos y actualmente, para aplicaciones médicas, pero muy pocas se enfocan en soluciones sostenibles para el hogar, que permitan educar al usuario en el manejo y diagnóstico de los gastos de energía y de agua [5].

Los usuarios en la actualidad cuentan con herramientas que les permite conocer la temperatura, la iluminación y muchas otras variables de su entorno con la ayuda de diferentes sensores conectados a sistemas domóticos, los cuales se encuentran fácilmente en industrias o también en hogares de altos niveles económicos. Pero estos, no son adecuados para conocer los gastos en tiempo real de agua y de energía eléctrica, lo que no le permite al usuario conocer ni gestionar sus diferentes consumos [6].

La utilización de esta aplicación busca producir en los usuarios de manera inductiva, que exista una mejor educación en el ahorro de agua y energía. Igualmente, que busquen soluciones prácticas con el uso de herramientas domóticas y de IoT, que faciliten al usuario conocer y diagnosticar, el por qué se presentan altos desperdicios, y tomar medidas para un mayor ahorro y una mayor concientización en el cuidado de los recursos de la naturaleza desde la eficiencia energética [8].

De igual forma, uno de los mayores inconvenientes de los hogares, es el alto desperdicio de agua sin ninguna supervisión, lo que causa que cada día, se malgaste y contamine una mayor cantidad de los recursos naturales, por lo tanto el poder diagnosticar y medir los gastos, le facilita a los usuarios tener mejores estrategias y educarse mejor con respecto a los malos hábitos que se dan en las familias, ya que no existe una educación adecuada en el ahorro de agua ni de energía. La tecnología debe ser una solución hacia este tipo de problemas, ayudando a identificar soluciones que disminuyan los gastos en el hogar.

Por último, se busca implementar un sistema eficiente, práctico y económico, de fácil acceso para todo tipo de usuario, dependiendo de la vivienda y de los dispositivos a controlar y medir. Este sistema al ser modular y programable, el usuario instalará solo de acuerdo a sus necesidades, a través de un sistema básico de medición y diagnóstico, solo para los puntos principales de los servicios de agua y energía eléctrica, o si el usuario lo prefiere, pueda integrar más dispositivos para el diagnóstico y gestión independiente, desde el DSL, agregando y/o quitando los dispositivos que desee.

III. OTROS LENGUAJES DE DOMINIO ESPECIFICO UTILIZADOS EN APLICACIONES IoT

Existe gran cantidad de aplicaciones para las IoT en la actualidad, en breve se presentará una descripción de algunas

herramientas DSL, que se utilizan para creación de aplicaciones con lenguajes de nivel superior que se asemejan a la idea principal del DSL del presente artículo.

A. NODE-RED

Herramienta *open source*, de software IBM, es un software visual, que ayuda al diseñador a crear aplicaciones IoT, para conexión de hardware. Así mismo, permite la ejecución con Arduino y Raspberry Pi, conexión con la Nube. El IDE de ejecución está construido en Node.js, haciendo uso de su modelo controlado por eventos y sin bloqueo. Desde el tiempo de ejecución, el módulo es de tamaño pequeño, puede ejecutarse a bajo costo utilizando hardware como Arduino o Raspberry Pi, desde la Nube, permite generar aplicaciones gráficas que pueden correr desde el celular y dispositivos móviles, así como en computadores [7].

B. APP INVENTOR

Basado en instrucciones de bloques con integración de desarrollo y con biblioteca Open Blocks de JAVA, desarrollada y distribuida por el MIT. Es una aplicación desarrollada originalmente por Google, que actualmente es soportada por el Instituto de Tecnología de Massachusetts. Permite que cualquier persona, incluyendo personas que no conocen de programación y SDK de Android, puedan crear aplicaciones de Software para Android. Utiliza una interfaz gráfica, similar al Scratch y el StarLogo, logrando que los usuarios arrastren y suelten objetos visuales, lo que les permite de forma sencilla crear una aplicación que puede ejecutarse en el sistema Android en dispositivos móviles compatible con dicho sistema operativo [2].

C. ARDUINO NIGHITLY

Basado en C, el software consiste en un estándar compilador de lenguaje de programación y un arranque que se ejecuta en el microcontrolador, este puede interactuar con diferentes tarjetas de hardware denominadas ESP8266. Facilita al usuario, desarrollar programas de ejecución sobre el microcontrolador, con el fin de controlar la activación de sus entradas y salidas, dependiendo del hardware conectado. Diseñado para el desarrollo y configuración de dispositivos embebidos, en especial de las diferentes tarjetas de Hardware Libre, por medio de un programa de dominio específico, que es creado para el manejo de sus tarjetas [3].

Se debe tener en cuenta, que se busca la integración de sistemas de hardware y software que junto con el diseño de un programa de dominio específico, el usuario pueda implementar en su hogar soluciones de gestión y control de sus consumos en el hogar, y hábitos adecuados para el manejo de los recursos hídricos y de energía que se encuentran en el hogar.

IV. DESCRIPCIÓN DEL DSL Y DEL HARDWARE

Existe una gran cantidad de Sensores y de dispositivos electrónicos que se han desarrollado para la implementación de soluciones en IoT, cada uno de ellos con la capacidad de

capturar la información requerida, como lo es la temperatura, humedad, luminosidad, y entre otros valores. Para el desarrollo de este proyecto, se enfoca específicamente la cantidad de consumo de energía, por lo que es importante medir la potencia consumida, en este caso la que se consume con respecto a cada hora que se utiliza en el hogar. De igual forma que lo hacen los proveedores de servicios domiciliarios, de energía y agua.

Cabe anotar que, en la actualidad, en Colombia no se ha implementado sistemas de medición muy eficientes que faculten al usuario sobre el consumo en tiempo real, ya que las empresas que proveen el servicio envían la factura luego de revisar hogar por hogar con uno de sus empleados, y así sacar según el valor que indica el medidor de agua y el medidor de energía, el número consumido de Kw/h o el Valor de Cm³ que se consumió. Esto no le da información directa al usuario, ya que debe ser el usuario quien revise día a día sus consumos y podría calcular un valor aproximado de cuanto está consumiendo.

La necesidad de plantear un software, que permita al usuario desde su computador y así mismo desde su celular ver al instante los consumos por medio de gráficas, es el resultado que busca el DSL. Se pretende que el usuario, lo implemente en su hogar, y aun mejor en cada dispositivo de consumo de servicios domiciliarios de agua y energía, colocando un hardware, que le permite por medio de un sensor, capturar el consumo que se produce en el punto a supervisar.

Se ha diseñado un software, que logra la integración de diferentes sensores y hardware, los cuales presentan diferentes modelos de comunicación, como lo son el WIFI, Bluetooth, zigbee, RFID, PLC, entre otros. La aplicación de Dominio Específico, busca integrar lenguaje de programación basado en C, ya que es el lenguaje que implementan los sistemas de hardware utilizados, pero como se ha evidenciado en el documento, se puede utilizar con herramientas de interconexión a la web, dando así una mayor compatibilidad a diferentes software que puedan complementar la herramienta actual.

Se ha planteado una herramienta de software desde el Programa Visual Studio y basado en lenguaje C#, le permite al usuario desde su IDE, poder ingresar un diagrama de la distribución de su hogar, en donde puede así observar los diferentes puntos de monitoreo y control que este requiere. De igual manera se implementa un sistema de acceso al software, y al control del hogar con tecnología RFID buscando que, con la ayuda de una tarjeta, el usuario administrador, pueda manejar y reconfigurar todas las herramientas y dispositivos, no solo visualizando la información, sino manipulando el software de acuerdo a sus necesidades.

Como se muestra en la Fig. 1, Se presenta la pantalla inicial, donde solo los usuarios que son administradores pueden ingresar los datos que se requieren para la configuración total de las herramientas del software y de los diferentes dispositivos que se implementarán en el hogar. Este sistema se acciona con una validación especial desde un hardware instalado en una tarjeta Arduino, y teniendo en cuenta la tecnología RFID interconectada por medio de la tarjeta RFID RC522, la cual permite al leer por medio del

puerto serial, un código único. Este autoriza acceso al usuario solo si su código RFID está registrado con anterioridad, desde la pantalla de registro de usuarios, como lo muestra la Fig. 2.



Fig. 1. Pantalla de Autenticación del Usuario Administrador.

La pantalla de registro de usuarios da la posibilidad no solo de registrar usuarios administradores, sino también usuarios del sistema, que podrán ver los registros almacenados y evidenciar los consumos y dispositivos, pero no podrán generar ningún cambio o modificación del sistema ni de su configuración y/o programación Inicial.



Fig. 2. Pantalla de Registro de Usuarios.

La aplicación de desarrollo específico permite al usuario administrador, agregar una imagen de su hogar, donde este puede fácilmente hacer la distribución de los dispositivos que se van a medir, como se muestra en la Fig. 3. En la parte Izquierda del programa, se encuentra un espacio donde el usuario administrador quien configurará la aplicación, puede con la ayuda de los bloques de consumo, ubicar cada uno de ellos en su hogar como se muestran en la Fig. 4, y con la ventana de configuración, selecciona todas las propiedades como tipo de sensor, modo de activación, color, alarmas de consumo máximo, y demás características, que le permitirán al usuario llevar cuenta directa de sus consumos en cada uno de los dispositivos.



Fig. 3. Pantalla Edición y configuración de Dispositivos y del DSL de IoT.

El software permite, que el usuario administrador, programe sección por sección de su hogar, por lo que habilita *buttons*, para que se puedan implementar secciones adicionales y bloques de medición de consumo diferentes. En este caso para medir consumo de agua, de energía, desde donde se permite su activación y desactivación, dependiendo de los máximos configurados por el usuario administrador. El usuario administrador además de poder configurar las características también puede seleccionar cuales de los dispositivos de medición se graficarán con la ayuda de almacenamiento de datos, así puede conocer y seleccionar los periodos en los cuales podrá obtener la información de consumos, indicando los picos y valores registrados en los consumos de un periodo determinado por el usuario.



Fig. 4. Bloques de Consumo de Agua, Energía y Luminosidad.

De igual forma es importante el desarrollo de aplicaciones móviles que le permiten al usuario el control de los dispositivos móviles, por lo que como se muestra en la Fig. 5 y 6, una aplicación que se desarrolla en AppInventor y que puede ser controlada desde la configuración de bluetooth hacia dispositivos de Arduino logran la integración y activación domótica desde aplicaciones móviles sin generar incompatibilidades del sistema.

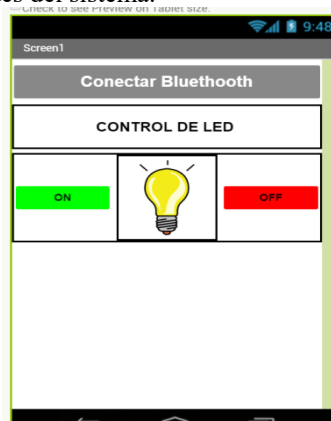


Fig. 5. Pantalla Edición y configuración de Dispositivos del AppInventor Compatible con el DSL.

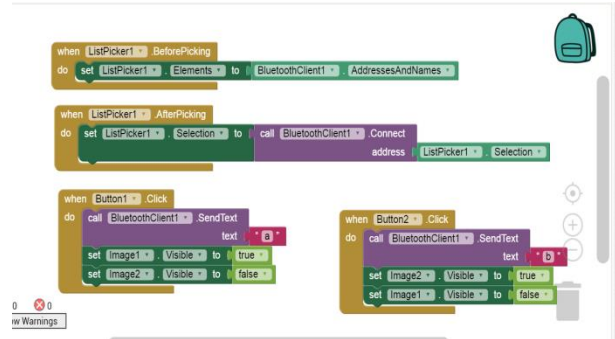


Fig. 6. Pantalla programación por bloques de Dispositivos del AppInventor Compatible con el DSL.

La característica principal del aporte del presente software, no es solo la compatibilidad, sino también, la posibilidad de utilizar comandos de voz, que le permiten al administrador programar mensajes de voz que informan al usuario de los consumos máximos y de igual forma las alarmas de consumo que educan con mensajes de ahorro y se pueden programar desde cada uno de los dispositivos que se implementen en el hogar. El software facilita de igual manera conocer el precio de dicho consumo y además los picos de consumo que se presentan en el mes para tomar decisiones en la utilización y planeación adecuada de los gastos, configurando las horas adecuadas en las cuales estos podrán ser activados y utilizados, según lo decida el usuario administrador.

Las herramientas se configuran con el hardware libre de Arduino, las diferentes tarjetas de sensores y comunicaciones desarrolladas para el envío y activación de las tomas de energía, los interruptores de los hogares, y las salidas de agua, como las duchas, lavadoras, lavaderos y lavaplatos del hogar.

V. RESULTADOS Y PRUEBAS DEL SOFTWARE Y DEL HARDWARE

Debido a que el desarrollo del software presentó, en ocasiones, una gran cantidad de códigos repetidos, se le aplicó una revisión exhaustiva de redacción del código, para verificar de esta forma su optimización y reducción adecuada del código ejecutado respecto al código inicial que se presentó en el desarrollo del software.

Gracias a la aplicación de herramientas de optimización, se encontraron códigos de programa redundantes, los cuales se reorganizaron para evitar afectaciones, evitando que el software genere un mayor consumo de recursos. De igual forma se optimizó la presentación gráfica IDE, para que el usuario manejará todos los elementos del hogar desde la misma pantalla sin necesidad de cambiar a múltiples pantallas de visualización.

Además de reducir la cantidad de código del programa sustancialmente, se redujo la cantidad de pantallas que manejaba inicialmente el usuario para cada uno de los dispositivos a monitorear.

VI. PRUEBAS DE OPERACIÓN DEL SOFTWARE Y HARDWARE, IMPLEMENTACIÓN EN EL HOGAR.

Ya que la solución del software se complementa con tecnologías IoT, este se implementa en el presente artículo para la medición efectiva de la potencia y del consumo de agua en el hogar. Las pruebas se realizaron inicialmente dentro de un apartamento, el cual cuenta con 3 habitaciones, una sala comedor, 2 baños y la cocina, cabe anotar que solo se realizó medición en el tablero principal de circuitos, y en la entrada principal de agua del apartamento, ya que estos dan el reporte de los resultados totales que presenta el consumo en dicho apartamento, además es importante anotar que este apartamento presenta consumos bajos ya que aquí vive solo una persona.

Se realizó la conexión de los sistemas de hardware según se muestra, en la Fig. 7, donde se evidencia la conexión para la medida de energía eléctrica consumida en el Hogar (dicho montaje se encuentra actualmente en medición de consumo de energía). La conexión para medición de consumo de agua se encuentra en evaluación inicial, pero se implementará en nuevas investigaciones con el montaje de la Fig. 8. El cual presenta la conexión entre el Arduino y ESP8266, y el sensor de flujo por efecto Hall YF-S201.



Figura 7. Circuito para medición de Cantidad de Agua Consumida.



Figura 8. Circuito para medición de Cantidad de Agua Consumida.

Inicialmente, con la ayuda de los sensores y del hardware utilizado, se ha tomado la medida de consumo de Kw/h del tablero principal, para así poder tomar las medidas en tiempo real de la energía consumida en un mes y hacer la relación de consumos validando de esta forma el software y el hardware. Al encontrar el valor consumido de energía se comparó con el valor de la factura de energía que suministra el proveedor, de esta manera se puede conocer la eficiencia del sistema y el ahorro obtenido.

Se realizaron las mediciones correspondientes, dando un consumo total de 55 Kw/h aproximadamente, lo que equivale en pesos a \$24.000 pesos mensuales de consumo de energía, por lo que se evidencia un alto consumo, para 1 persona por un periodo de 1 mes. Con la implementación del sistema y la utilización del software de gestión, se realizó una medición, por el mismo periodo para verificar el ahorro, y debido a la

activa gestión del ahorro, se encontró que los periodos de mayor consumo de energía son solo los fines de semana, y que el equipo que genera un mayor consumo de energía en el hogar es la Nevera, por lo que al tener esto más claro, se reportó para el presente mes un consumo de 38 Kw/h, correspondiente a una reducción del 30,909 % del consumo reportado anteriormente. Dando así completa validez a lo esperado, ya que le permitió al usuario estar más atento a sus consumos evaluando fácilmente qué equipos del hogar le están generando gastos altos de energía. A diferencia de una casa, donde viven 6 personas, se reporta un consumo mensual, de 581 Kw/h al mes aproximadamente, con un costo mensual de \$250.182,69 pesos y luego de la implementación del sistema se facturó \$ 181.306,27 pesos, se obtuvo una reducción de 27,53 %.

VII. DISCUSIÓN

Es importante tener en cuenta que el desarrollo del software es una de las partes más importantes del proyecto, ya que si no se presenta compatibilidad con los diferentes sistemas, ocasionará que no pueda implementarse en cualquier hogar, además de esto, el precio debe ser lo más económico posible para que el usuario pueda adquirirlo y lo implemente en su hogar.

Es importante aclarar que el usuario administrador puede, con la ayuda de la aplicación, interactuar con dicho sistema y ser directamente el encargado de controlar y configurar los consumos, planificando las alertas de gastos, siendo así parte activa de sus consumos. De esta forma se adiciona que, con la ayuda del sistema y mensajes de voz pregrabados, el sistema le da pautas de ahorro y alertas que permiten que el usuario esté cada vez más informado y consiente del ahorro que debe realizar. Es un sistema que le recomienda soluciones para que la eficiencia energética se dé realmente.

Este software, según lo observado y analizado con resultados de ahorro de consumo en el hogar, permite un ahorro constante manejado por el usuario. Es importante anotar que para las pruebas se ha obtenido un resultado de ahorro de energía de 20% según la tabla mostrada en los resultados, ya que de esta forma el usuario conoce en qué momento supera su límite de planeación, y por lo tanto puede dar solución a cualquier meta de ahorro propuesta por el usuario, debido a que el software obliga a que el hardware bloquee el sistema de consumo, y solo el usuario administrador puede cambiar los parámetros dados de configuración.

En el mundo existe gran cantidad de software de administración y gestión energética, pero estos se aplican actualmente en las industrias, ya que los empresarios desean controlar sus gastos y mantener el costo al mínimo posible, por lo que con otras herramientas y fomentando el ahorro, así como con letreros y mensajes de concientización hacia el cuidado de los recursos se han desarrollado por los gobiernos, pero esto aunque ha servido, necesitamos de software que sean capaces de educar y permitirle a los usuarios en sus hogares tener soluciones que ellos mismos puedan programar, y poder de esta manera controlar los gastos excesivos de consumos en los hogares[13].

La propuesta, que se da, como solución en el presente artículo, es una herramienta que no solo da un gran apunte a la eficiencia energética y al ahorro de dinero, sino que permite que los

usuarios sean parte activa de la tecnología y de la utilización de soluciones que le ayuden en el control y manipulación de cada uno de los dispositivos y elementos que día a día se utilizan.; que den solución adecuada al uso de los recursos de la naturaleza que debemos cuidar y no desperdiciar. Todo lo que eduque ayuda al cuidado de la naturaleza y brinda soluciones que ameritan ser utilizadas y evaluadas.

VIII. CONCLUSIONES

Aunque existen muchas tecnologías y lenguajes de Programación que pueden llegar al mismo resultado, se debe tener en cuenta que la implementación de un Leguaje de Dominio específico, se enfoca en el resultado buscado en cada necesidad, ya que para poder administrar los diferentes elementos del hogar, se debe contar con un software que le permita al usuario tener control real y al instante, para así planear sus gastos, también que al mismo tiempo pueda evidenciar cuál de los dispositivos es el que le implica mayor consumo y así tomar decisiones de su uso, y el Lenguaje C# permite el desarrollo de aplicaciones robustas y de continuo monitoreo.

Con respecto a los resultados, es importante notar que la aplicación de software que se utiliza para este proyecto, puede ser mejorada para que el usuario final pueda agregar diferentes dispositivos, sin importar las tecnologías, lo que ayudará a que este tenga mejor acogida, por lo que no solo debe ser diseñado para herramientas de computador, sino ser utilizado desde desarrollo web, permitiendo la implementación desde un sistema operativo diferente, que se pueda desarrollar en compatibilidad con todos, tanto en software como en hardware.

Gracias a los resultados obtenidos, se puede evidenciar que la utilización de hardware y software, permiten que los usuarios puedan ser parte activa del cuidado de los recursos en el hogar, igualmente de su planificación y educación en hábitos de ahorro, logrando que desde los programas con lenguajes de dominio específico, se implemente en los hogares soluciones prácticas y ayudas al medio ambiente y ahorro de energía.

A futuro, este sistema en general, debe implementar una base de datos, con secuencias de audio, permitiendo de manera activa una constante interacción con el usuario, para así evidenciar que se están superando los límites de consumo y de esta forma evitar gastos innecesarios. Aún así, se debe tener en cuenta que el ahorro y la eficiencia obtenida final, dependerá siempre del usuario y de su compromiso con la planificación de gastos inicial.

IX. RECONOCIMIENTOS

Los agradecimientos son para el SENA Centro Metalmecánico, puesto que es una institución que apoya la investigación, y colabora a los instructores en la generación de resultados de soluciones electrónicas y tecnológicas, de igual forma a los Docentes de la Universidad Nacional de Colombia, ya que gracias a su compromiso y dedicación han

facilitado y apoyado la idea que se desarrolla en el presente Artículo, y han aportado grandes ideas y recomendaciones para la mejora del mismo.

X. REFERENCIAS

- [1] Ramírez, Kryscia. “App Inventor, CI-2657 Robótica”, Escuela de Ciencias de la Computación e Informática. Universidad de Costa Rica. 2014 <http://www.kramirez.net/Robotica/Material/Presentaciones/AppInventor.pdf> Revisado: 12/05/2018
- [2] Cruz Ardila, Juan Carlos; Cardona-Gómez, Juan Carlos; Hernández-Porras, Diego Mauricio. Aplicación electrónica para el ahorro de energía eléctrica utilizando una energía alternativa Entramado, vol. 9, núm. 2, julio-diciembre, 2013, pp. 234-248. Universidad Libre Cali, Colombia.
- [3] Halvorsen, Hans-Petter. “Introduction of Arduino an Open-Source Prototyping Platform”, University College of Southeast Norway. 2014 <https://www.ibm.com/developerworks/cloud/library/cl-bluemix-arduino-iot1/index.html> Revisado: 12/05/2018
- [4] Quintana Boris; Pereira Vietnam Rafaela; Vega Cindy; Automatización en el Hogar: un proceso de diseño para viviendas de Interés social. Revista EAN, Rev. Esc. Adm. Neg. No. 78 Enero – Junio Bogotá, Pp. 108 – 121.
- [5] Guacaneme Gerardo, Pardo Didier. “DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE MEDICIÓN DE CONSUMO DE ENERGÍA ELÉCTRICA Y AGUA POTABLE REMOTO CON INTERACCIÓN AL USUARIO BASADO EN EL CONCEPTO “INTERNET DE LAS COSAS””. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. 2016.
- [6] Salman L Salman S Jahangirian S Abraham M German F Blair C Krenz P. “Energy efficient IoT-based smart home”, 2016 IEEE 3rd World Forum on Internet of Things, WF-IoT 2016.
- [7] López Carlos, La Domótica como solución de Futuro, Ministerio de Industria, Energía y Minas. Madrid – España, 2007. Disponible: <https://www.fenercom.com/pdf/publicaciones/la-domotica-como-solucion-de-futuro-fenercom.pdf> Revisado: 12/11/2017
- [8] Cabrera J Mena M Parra APinos E. “Intelligent assistant To control home power network”. 2016 IEEE International Autumn Meeting on Power, Electronics and Computing, ROPEC 2016.
- [9] HomeCenter, Sodimac Colombia. (2017). Disponible:

<http://www.homecenter.com.co/homecenter-co/catalogos/especial-ozom?kid=bannext27056>

Revisado: 11/11/2017

- [10] Herrera Sebastián (2017), Disponible: <http://domotica-tic.blogspot.com.co/2011/10/estado-del-arte-domotica-y-casas.html>
Revisado: 11/11/2017
- [11] Khajenasiri I Estebsari A Verhelst M Gielen G. “A Review on Internet of Things Solutions for Intelligent Energy Control in Buildings for Smart City Applications”, Energy Procedia 2017.
- [12] Mbarek B Meddeb A Ben Jaballah W Mosbah M. “A secure electric energy management in smart home”. International Journal of Communication Systems 2017.
- [13] Kaneko M Arima K Murakami T Isshiki M Sugimura H. “Design and implementation of interactive control system for smart houses”. 2017 IEEE International Conference on Consumer Electronics, ICCE 2017.
- [14] Brown, Kyle. “Build the circuit and set up the environment”, IBM. 2014
<https://www.ibm.com/developerworks/cloud/library/cl-bluemix-arduino-iot1/index.html>
Revisado: 12/05/2018
- [15] Quintana B Andrés, Pereira Poveda Rafaela, Vega C Nayid. “Automatización en el hogar: Un proceso de diseño para viviendas de interés social”, Bogotá, 2014.
- [16] Huérfano Paula A. “Estudio para reducción de consumo energético en Colombia Basado en Tecnología Domótica”, Facultad Ingenierías Konrad Lorenz. Bogotá 2011.
- [17] Control 4, Colombia. Disponible: http://www.control4.com.co/?utm_source=google-search&utm_medium=cpc&utm_content=text-ads&AA16utm_campaign=Homotech_Homotech_2016-10-10_2017-03-31_DIS_BRD_Homotech_COL
Revisado: 11/11/2017
- [18] Vega Adriana Marcela; Santamaría Francisco; Rivas Edwin; Internet de los Objetos empleando Arduino para la gestión eléctrica Domiciliaria. Revista EAN, Rev. Esc. Adm. Neg. No. 77 Julio – Diciembre Bogotá, Pp. 22 – 41.
- [19] Chhabra J Gupta P, “IoT based Smart Home Design Using Power and Security Management”. 2016 1st International Conference on Innovation and Challenges in Cyber Security (ICICCS 2016).
- [20] Tsai K Leu F You I Member S, “Residence Energy Control System Based on Wireless Smart Socket and IoT”. date of current version June 24, 2016.



Libardo Gómez Díaz nació en Bucaramanga – Colombia, el 26 de marzo de 1985, Ingeniero Electrónica de la Universidad Pontificia Bolivariana Seccional Bucaramanga, Especialista en Gerencia de Proyectos de la Universidad EAN y Estudiante de Maestría en Ingeniería Electrónica de la Universidad Nacional de Colombia.

Con experiencia profesional enfocada en Docencia, en el área de electrónica, desarrollo e Ingenierías por más de 9 años. De igual forma Como coordinador de mantenimiento e Ingeniero de Proyectos en

Empresas de Producción Masiva de consumo. Actualmente, Instructor Virtual del SENA – Centro Metalmecánico del Distrito Capital e Integrante del Grupo de Investigación GICEMET del SENA, de igual forma Docente en la Corporación Colsubsidio en la Facultad de Ingenierías.