

DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA DE VISUALIZACIÓN Y MONITOREO MÓVIL DEL CONSUMO ELÉCTRICO A TRAVÉS DE UNA RED ZIGBEE CON MÓDULO XBEE.

Chamba, Carlos
 e-mail: kimi_carlos@hotmail.com
 Universidad de las Fuerzas Armadas –ESPE-
 Quito - Ecuador

RESUMEN: En la actualidad la eficiencia energética en una residencia no solo beneficia al medio ambiente, sino también ayuda a disminuir el valor de la factura de luz eléctrica; por lo tanto se diseñó e implementó un Sistema de Visualización y Monitoreo Móvil del Consumo Eléctrico, que permite medir y visualizar el consumo eléctrico parcial o total de la residencia; para realizar una medición idónea del consumo de energía eléctrica se diseñó un sistema capaz de obtener una medición exacta de la corriente consumida por las diferentes cargas conectadas a la red eléctrica y se realizó promedios de los valores del voltaje y corriente a cada minuto, para luego transmitir los datos medidos a través de una red inalámbrica basada en la tecnología Zigbee 802.15.4.

Al realizar las pruebas del sistema se estableció un escenario en el cual se conecta a la caja de breakers de la residencia compuesto por 2 módulos Xbee serie 1: uno ubicado en la tarjeta principal y otro en el servidor donde el primer dispositivo Xbee está encargado de recibir el promedio de los datos del voltaje y la corriente de la residencia a cada minuto vía serial, luego se transmite dicha información hacia un servidor que es el encargado de recolectar y almacenar los datos, en la base de datos remota se genera un historial del consumo eléctrico de la residencia.

Para monitorear localmente los datos del consumo eléctrico se implementó una pantalla en la tarjeta principal y el monitoreo remoto de los datos del consumo eléctrico de la residencia; se diseñó e implementó la página Web a las que se accede mediante la dirección 192.168.1.8; así como una aplicación móvil Android con el fin de conocer siempre y en todo lugar el consumo eléctrico del hogar.

PALABRAS CLAVES: ZIGBEE, XBEE, WEB, CONSUMO ELÉCTRICO, BREAKERS, ANDROID.

1 INTRODUCCIÓN

Las redes de distribución eléctrica conducen la energía eléctrica desde las líneas de transporte de alta tensión hasta los puntos en los que se consume en una población como: fábricas, comercios, hoteles, domicilios, particulares, entre otros.

Resulta indudable la elevada dependencia de las sociedades actuales de las fuentes de energía eléctrica en la mayoría de las actividades del ser humano, tanto en labores cotidianas como industriales. A diario se utiliza electrodomésticos como: televisiones, equipos de sonido, lámparas, lavadoras, planchas, computadores y en el presente caso las cocinas de inducción, todos estos funcionando con energía eléctrica convirtiéndose así en la principal fuente de alimentación de los equipos en general.

El sistema energético a nivel mundial ha sido calificado como ineficientemente contaminante e insostenible. Es por esto que los gobiernos de distintos países buscan mejorar el sistema. En Ecuador, los derechos del "buen vivir" garantizan a los ciudadanos el poder vivir en un ambiente sano y ecológico. Por este motivo el gobierno actual, ha decidido cambiar la matriz energética del país, por una más efectiva que garantice estos derechos. Actualmente la única información de la que dispone un usuario sobre su consumo de electricidad, son las lecturas periódicas de su contador y datos internos de las Empresas Eléctricas, con lo que no se puede conocer el consumo verdadero de cada usuario y de esta manera actuar para optimizar esa información.

Es necesario que el consumidor pueda monitorear y visualizar el aumento o ahorro de su consumo eléctrico y tener una idea clara del consumo y la carga que representa los electrodomésticos para la red eléctrica entregando información valiosa a las empresas distribuidoras de electricidad para la potenciación, rediseño y/o reemplazo de las redes actuales y futuras de electricidad.

2 MARCO TEÓRICO

ENTIDADES REGULADORAS DE ENERGÍA ELÉCTRICA EN EL ECUADOR

El sector eléctrico ecuatoriano dio un nuevo giro a partir del 1 de Octubre de 1996, y queda estructurado de la siguiente manera:

- Un organismo regulador y planificador: CONELEC.
- Un organismo administrador: CENACE.
- Empresas de generación.
- Empresas de distribución y venta de energía.
- Una empresa transmisora de energía: TRANSELECTRIC S. A.

APLICACIÓN DE TARIFAS PARA EL CONSUMO ELÉCTRICO.

El consumo de electricidad dentro del sector residencial se encuentra repartido en iluminación, 49%, equipos (éstos incluyen los electrodomésticos principales), 46% y otros (son otros dispositivos que pueden estar presentes en un hogar distintos de los analizados anteriormente, como pueden ser un secador de pelo, una computadora o pequeños electrodomésticos de cocina).

La tarifa es el precio establecido por Consejo Nacional de Electricidad, CONELEC; el pliego tarifario de la tabla 1 se encuentra vigente desde el 1 de febrero del 2014.

RESIDENCIAL

Se aplica para consumo de energía eléctrica en cualquier tipo de vivienda, zona o sector.

Tabla 1: Tarifa de costos del consumo eléctrico vigente desde el 1 de febrero del 2014

kWh	Costo(\$)
0 a 50	0.078
51 a 100	0.081
101 a 150	0.083
151 a 200	0.090
201 a 250	0.097
251 a 300	0.099
301 a 350	0.099
351 a 500	0.099
501 a 700	0.1285
701 a 1000	0.1450
1001 a 1500	0.1709
1501 a 2500	0.2752
2501 a 3500	0.4360
Superior 3500	0.6812

Ejemplo, Consumo 125 kWh en el mes de marzo del 2014, el VALOR POR CONSUMO se calculará de la siguiente forma:

Los primeros 50 kWh, $50 \times \$0,078 = \$3,90$
 Los siguientes 50 kWh, $50 \times \$0,081 = \$4,05$
 Los restantes 25 kWh, $25 \times \$0,083 = \$2,075$
 Total valor consumo = \$10,025

TERCERA EDAD

Se aplica a los consumidores contemplados en el artículo 15 de la Ley del Anciano los cuales se benefician de los consumos de hasta 120 kWh de tipo residencial (en viviendas) que realice una persona que

haya cumplido 65 años de edad o más, que tenga suscrito un contrato de suministro, con consumo residencial, con la Empresa; sea ésta nacional o extranjera. Esta última tiene que encontrarse legalmente establecida en el país.

El beneficiario anualmente debe informar en la Empresa, su supervivencia. El subsidio consiste en el 50% de descuento al valor por consumo de energía. La diferencia de consumo sobre los 120 kWh se facturará con la tarifa residencial normal.

SENSOR DE CORRIENTE

Sensor CT: Los transformadores de corriente (CT) son sensores utilizados para medir la corriente alterna. Son particularmente útiles para medir el consumo de electricidad de una residencia o edificio entero. El tipo de núcleo partido es particularmente adecuado para el uso de una caja de breakers, ya que se puede enganchar directamente a cualquiera de los dos el cable de alta tensión o neutral que entra en la caja de breakers de la residencia sin tener que hacer ningún trabajo de alta tensión eléctrica. Como cualquier otro transformador, un transformador de corriente tiene un devanado primario, un núcleo magnético, y un devanado secundario. El devanado secundario está hecho de muchas vueltas de alambre fino alojado dentro de la carcasa del transformador, la corriente alterna que fluye en el primario produce un campo magnético en el núcleo, que luego se induce una corriente en el circuito del devanado secundario.

Características:

- Corriente de entrada: 0 ~ 30A AC
- Modo de salida: 0 ~ 1V
- No linealidad: $\pm 1\%$
- Resistencia Grado: Grado B
- Temperatura de trabajo: $-25^\circ\text{C} \sim +70^\circ\text{C}$
- Longitud del cable: 1m
- Tamaño: 13mm x 13mm



Figura 1. Sensor SCT-013- 000.

TECNOLOGÍA ZIGBEE

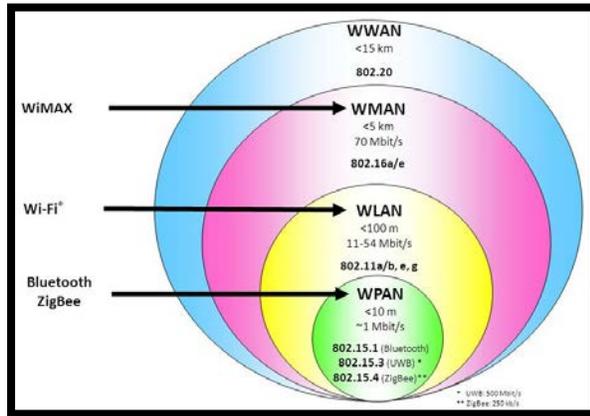


Figura 2. Estándares IEEE para Tecnología Inalámbrica

Zigbee es un protocolo de comunicación inalámbrica basado en el estándar 802.15.4 de redes inalámbricas de área personal (WPAN). Su concepción comenzó en el año de 1998 gracias a la investigación en conjunto de varias empresas entre ellas Motorola, Ember, Honeywell y Mitsubishi. Dicho consorcio se denominó ZigBee Alliance y su objetivo era solventar la necesidad de un estándar para comunicaciones a baja velocidad, con un bajo coste de implementación y donde los dispositivos que forman parte de una red pueden requerir un bajo consumo, llegando a estar funcionando durante años con un par de pilas.

MÓDULOS XBEE

Los módulos Xbee son dispositivos que integran un transmisor- receptor de Zigbee y un procesador en un mismo módulo, lo que le permite a los usuarios desarrollar aplicaciones de manera rápida y sencilla.

Los módulos Xbee son económicos, potentes y fáciles de utilizar. Algunas de sus principales características son:

- Buen Alcance: hasta 100 metros en línea vista para los módulos Xbee y hasta 1 milla (1609.34 metros) para los módulos Xbee Pro.
- Bajo consumo menor de 50mA cuando están en funcionamiento y menor 10uA cuando están en modo sleep.
- 65000 direcciones para cada uno de los 16 canales disponibles. Se pueden tener muchos de estos dispositivos en una misma red.

Existen 2 series de estos módulos. La serie 1 y la serie 2 o también conocida como 2.5. Los módulos de la Serie 1 y la Serie 2 tienen el mismo pin-out, sin embargo, no son compatibles entre sí ya que utilizan distintos chipset y trabajan con protocolos diferentes.

Los módulos de la serie 1 están basados en el chipset Freescale y está pensado para ser utilizado en redes punto a punto y punto a multipunto. Los módulos de la serie 2 están basados en el chipset de Ember y están diseñados para ser utilizados en aplicaciones que requieren repetidores o una red mesh. Ambos módulos pueden ser utilizados en modos AT y API.

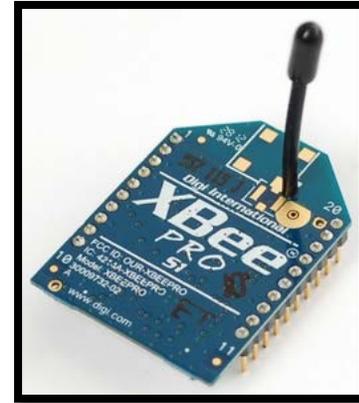


Figura 3. Módulo Xbee

LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN PARA LA WEB

Actualmente existen diferentes lenguajes de programación para el desarrollo de páginas web por lo que se presenta la tabla 4 con los más importantes.

Tabla 2. Leguaje de Programación para la Web

LENGUAJE	VENTAJAS	DESVENTAJAS
HTML	<ul style="list-style-type: none"> -Sencillo que permite describir hipertexto. -Texto pre-entado de forma estructurada y agradable. -No necesita de grandes conocimientos cuando se cuenta con un editor de páginas web o WYSIWYG. -Archivos pequeños. -Despliegue rápido. -Lenguaje de fácil aprendizaje. -Lo admiten todos los exploradores. 	<ul style="list-style-type: none"> -Lenguaje estático. -La interpretación de cada navegador puede ser diferente. -Guarda muchas etiquetas que pueden convertirse en "basura" y dificultan la corrección. -El diseño es más lento. -Las etiquetas son muy limitadas.
PHP	<ul style="list-style-type: none"> -Muy fácil de aprender. -Se caracteriza por ser un lenguaje muy rápido. -Soporta en cierta medida la orientación a objeto, Clases y herencia. -Es un lenguaje multiplataforma: Linux, Windows, entre otros. -Capacidad de conexión con la mayoría de los manejadores de base de datos: -MySQL, PostgreSQL, Oracle, MS SQL Server, entre otras. -Es libre, por lo que se presenta como una alternativa de fácil acceso para todos. -Incluye gran cantidad de funciones. 	<ul style="list-style-type: none"> -Se necesita instalar un servidor web. -Todo el trabajo lo realiza el servidor y no delega al cliente. Por tanto puede ser más ineficiente a medida que las solicitudes aumenten de número. -La legibilidad del código puede verse afectada al mezclar sentencias HTML y PHP. -La programación orientada a objetos es aún muy deficiente para aplicaciones grandes. -Dificulta la organización por capas de la aplicación.
ASP.NET	<ul style="list-style-type: none"> -Completamente orientado a objetos. -Controles de usuario y personalizados. -División entre la capa de aplicación o diseño y el código. -Facilita el mantenimiento de grandes aplicaciones. -Mayor velocidad. -Mayor seguridad. 	<ul style="list-style-type: none"> -Mayor consumo de recursos.
JSP	<ul style="list-style-type: none"> -Ejecución rápida del servlets. -Crear páginas del lado del servidor. -Multiplataforma. -Código bien estructurado. -Integración con los módulos de Java. -La parte dinámica está escrita en Java. -Permite la utilización de servlets. 	<ul style="list-style-type: none"> -Complejidad de aprendizaje.

TIPOS DE DISPLAY

DISPLAY LCD CONTROLADO: Este display es muy utilizado en proyectos electrónicos y en equipos de uso industrial, básicamente en el mismo chasis se acondiciona un pantalla LCD con un número de caracteres formados por un conjunto de píxeles controlados por un chip, el cual a su vez se apoya en un chip contiguo utilizado como memoria de respaldo.

Todo este circuito es controlado por líneas de comunicación enviadas desde un microcontrolador externo del tipo programable (Pic).

Este display se encuentra en varias presentaciones que dependen del número de caracteres y filas que posea, los más populares son los display de 2 filas y 16 caracteres denominado 16x2 al igual que otros de 20x2, 20x4 etc.

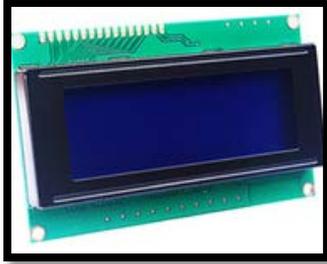


Figura 4. Display LCD 20 x 4

COCINA DE INDUCCIÓN

Una cocina de inducción es un tipo de cocina vitrocerámica que calienta directamente el recipiente mediante un campo electromagnético en vez de calentar mediante calor radiante por el uso de resistencias. Estas cocinas utilizan un campo magnético alternante que magnetiza el material ferromagnético del recipiente en un sentido y en otro.

Este proceso tiene menos pérdidas de energía, el material se agita magnéticamente, la energía absorbida se desprende en forma de calor, calentando el recipiente. Los recipientes deben contener un material ferromagnético al menos en la base, por lo que los de aluminio, terracota, cerámica, vidrio o cobre no son utilizables con este tipo de cocinas.



Figura 5. Cocina de Inducción

3 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MEDICIÓN DEL CONSUMO ELÉCTRICO

DISEÑO DEL SISTEMA

Siguiendo los requerimientos para el diseño del sistema, se lo representa en un diagrama de bloques, el cual está conformado por las siguientes etapas: alimentación (fuente), sensores de corriente, divisor de tensión (obtener el valor de voltaje la línea de tensión), Arduino, y módulo XBEE.

Diagrama de bloque:

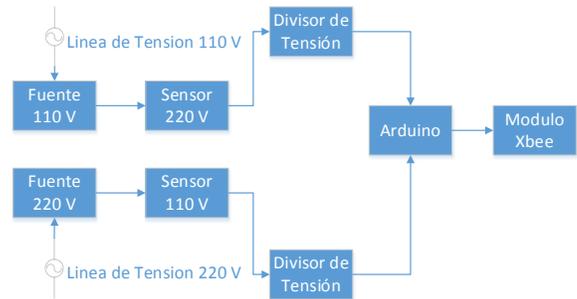


Figura 6. Diagrama de Bloques del sistema de medición del consumo eléctrico

ARDUINO SELECCIONADO

En este proyecto se escogió el Arduino Mega 2560 ya que posee 256 KB de memoria flash para almacenar código (de los cuales 8 KB se utiliza para el cargador de arranque), 8 KB de SRAM y 4 KB de EEPROM.

El Arduino Mega2560 posee 54 pines digitales que funcionan como entrada/salida; 16 entradas analógicas, un cristal oscilador de 16 MHz, una conexión USB, un botón de reset y una entrada para la alimentación de la placa.

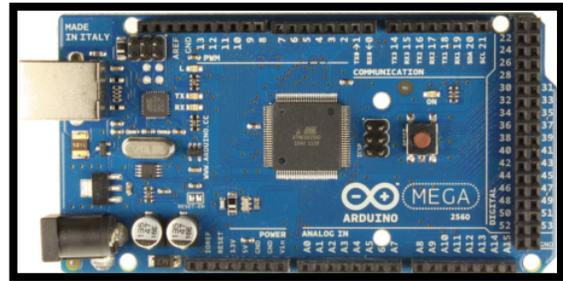


Figura 7. Diagrama del Arduino Mega 2560

SENSOR DE CORRIENTE

Para la implementación del sistema se debe verificar la máxima corriente que puede ser consumida por las cargas conectadas a la red eléctrica en el hogar, de modo que el sensor de corriente pueda realizar la medición en casos extremo sin dañarse. El máximo consumo de los artefactos electrónicos utilizados en el hogar se estima que no es mayor a 2000 [W]; tomando en cuenta que la red eléctrica entrega 110 [V], el sensor de corriente tiene que soportar una corriente máxima aproximada de 17 [A]. En la hoja técnica, se sabe que el rango óptimo de corriente que puede medir este sensor es de 30 [A].

En el caso de la red de 220 [V], el máximo consumo de la cocina de inducción es de 3000 [W], el sensor de corriente tiene que soportar una corriente máxima de 14 [A] y por lo tanto en la hoja técnica el sensor de corriente puede medir hasta 100 [A].

Por lo tanto, se puede concluir que los sensores pueden realizar mediciones sin sufrir daño por los picos de corriente. En vista que la corriente que circula por los pines de medición es del orden de los amperios, es necesario tomar las precauciones debidas para la implementación del circuito, ya que la pista por donde pasar la corriente que se desea medir, debe ser lo

suficientemente ancha como para que pueda realizar la conducción sin sufrir algún daño como levantarse la pista, que comúnmente ocurre en estos casos.

PROGRAMACIÓN DE ARDUINO

La transmisión de los datos se realiza en forma serial; a los datos obtenidos y almacenados temporalmente de corriente y voltaje se les asigna una salida usando la Interfaz Universal de Comunicación Serial del Arduino sobre el módulo Xbee shield. De este modo los datos de salida serán comunicados de forma serial con el módulo XBEE. A continuación se muestra el diagrama de flujo del sistema de medición del consumo eléctrico en el hogar.

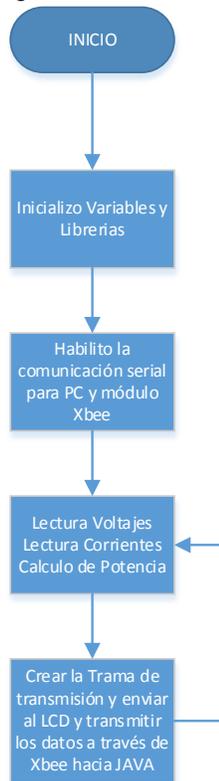


Figura 8. Diagrama de flujo

SERVIDOR

Los datos recolectados por el sistema de medición del consumo eléctrico son enviados inalámbricamente vía serial hacia el XBEE coordinador, el cual está conectado al cliente del sistema de monitoreo del consumo eléctrico, encargado de recibir y procesar los datos, los cuales se almacenan cada minuto en el servidor del sistema de monitoreo. El servidor de la base de datos utilizado es Microsoft SQL Server Management Studio 11.0.2100.60.

En primer lugar vamos a crear una base de datos, que va a contener todas nuestras tablas que vamos a utilizar en nuestro proyecto.

El nombre de la base de datos se llamara Electricidad, y aquí creamos la tabla de nombre Consumo que tiene las siguientes variables: potencia1, potencia2, voltaje1, voltaje2, corriente1, corriente2, fecha y codigoSuministro.

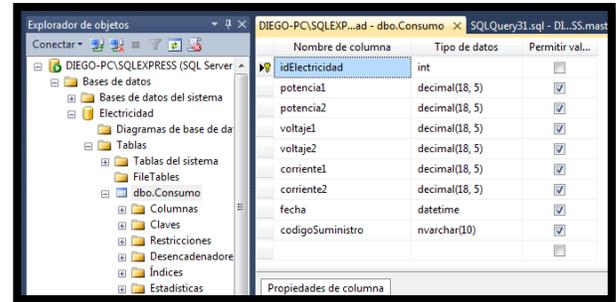


Figura 9. Base de datos Electricidad y tablas creadas

Hay que tener en cuenta que la base de datos por ser una versión Express (de prueba), almacena aproximadamente 1000 registros por lo que el almacenamiento de datos se lo hace alrededor de cada minuto para así obtener un tiempo óptimo en el almacenamiento de la base de datos.

4 DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE MONITOREO DEL CONSUMO ELÉCTRICO

Para poder visualizar en todo lugar, donde se tenga acceso a internet, el consumo eléctrico del hogar se implementó el Sistema de Monitoreo del Consumo Eléctrico Móvil; el mismo que proporciona remotamente toda la información del consumo eléctrico de los diferentes equipos conectados que conforman la red dentro de la residencia.



Figura 10. Sistema de Monitoreo del Consumo Eléctrico

PROGRAMACIÓN EN JAVA

Se utiliza Java para cumplir con los requerimientos del Sistema de Monitoreo del Consumo Eléctrico Cliente, primero antes de poder usar la librería Arduino tenemos que realizar un paso anterior, debemos copiar la librería de rxtx en la ruta C:\Program Files\Java\jre1.8.0_20\bin en el jdk, es muy importante ya que si no la pegamos la librerías de Arduino no van a funcionar.

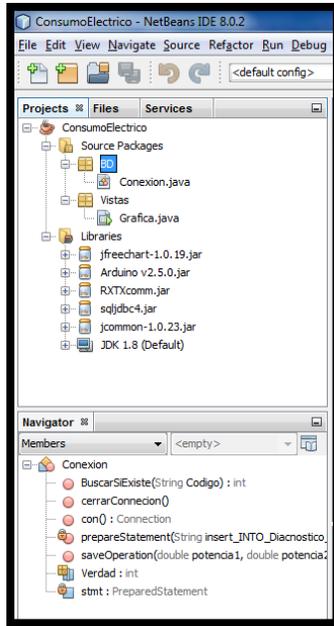


Figura 11. Importación de Librerías en JAVA

BASE DE DATOS

El diseño de una base de datos consiste en definir la estructura de los datos que debe tener la base de datos *electricidad* del Sistema de Monitoreo del Consumo Eléctrico.

Esto lo realizamos en SQL Server Management Studio 2012.

- Primero vamos a crear una base de datos, que va a contener todas nuestras tablas que vamos a utilizar en el proyecto. El nombre de la base de datos se llamara Electricidad, luego se crea la tabla Consumo y con los respectivos campos: potencia1, potencia2, voltaje1, voltaje2, corriente1, corriente2, fecha y codigoSuministro.

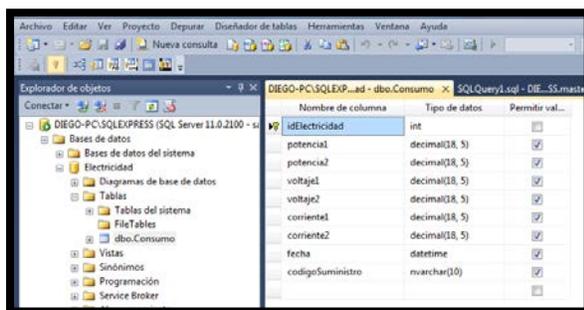


Figura 12. Creación de Base de Datos

SERVIDOR WEB

La página web se la realiza a través de ASP.NET y comenzamos a crear un proyecto web, con framework Web Form asp.net, lo creamos con todos los complementos que nos ofrece el visual estudio.

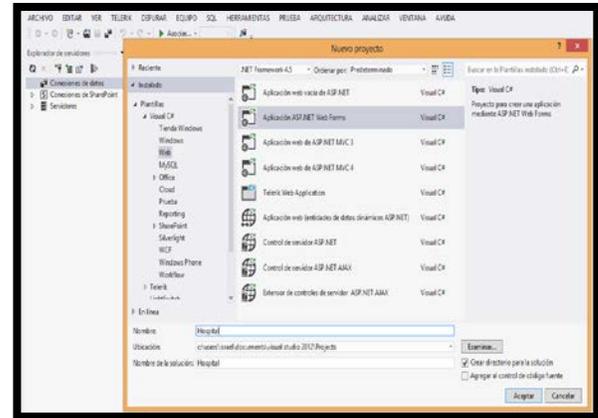


Figura 13. Creación de la Aplicación Web Form.

DESCRIPCIÓN DEL APLICATIVO ANDROID

Para visualizar a través de un teléfono inteligente, el consumo eléctrico móvil del hogar, se implementó un aplicativo móvil Android a través de la plataforma "MIT App Inventor 2", para los teléfonos que soporten el sistema Android; el mismo que proporciona remotamente la siguiente información en el consumo de 220 [V] y el consumo Total:

- Consumo Total
- Precio Total
- Gráfica de la variabilidad del Consumo Eléctrico.

PROGRAMACIÓN DEL APLICATIVO ANDROID

En la parte de la programación del aplicativo móvil, primero vamos realizando el diseño y se va llamando las variables de la siguiente manera:

- Primero se añade en el Screen 1 la caratula con sus respectivas gráficas de presentación y se añade dos botones unos para la consulta en 220 V y otra para el consumo Total.



Figura 14. Diseño de la página principal de aplicativo Android

5 PRUEBAS DEL SISTEMA DEL CONSUMO ELÉCTRICO

PRUEBAS CON EL MEDIDOR ELÉCTRICO

En esta fase procedemos a la medición de corriente y voltaje en la caja de breakers que van hacia el medidor de la residencia, esto se lo hace para obtener los datos exactos obtenidos.

Para determinar el error de medición entre los valores obtenidos por el sistema de consumo eléctrico y los valores medidos en la realidad, se usó un multímetro digital el cual realiza las mediciones de las magnitudes de voltaje y corriente, y así calcular un error.

A continuación se muestran las capturas de las mediciones tomadas del voltaje de la línea de tensión y la corriente que consume la residencia.

- Pruebas



Figura 15. Pruebas en la línea de 110 [V]

Tabla 3: Error entre los valores medidos y obtenidos

Prueba	Valor medido (Multímetro)	Valor obtenido	Error %	Potencia medida	Potencia obtenida	Error %
1	118 [V]	118,75 [V]	0,6	118 [W]	118,75 [W]	0,6
1	1 [A]	1,0 [A]	0			



Figura 16. Pruebas en la línea de 220 [V]

Tabla 4: Error entre los valores medidos y obtenidos

Prueba	Valor medido (Multímetro)	Valor obtenido	Error %	Potencia medida	Potencia obtenida	Error %
1	245 [V]	244,8 [V]	0,08	1053,5 [W]	1049,2 [W]	0,4
1	4,3 [A]	4,3 [A]	0			

En las tablas del cálculo del porcentaje de error de la potencia obtenida por el sistema de consumo eléctrico no es mayor al 0,6%, considerando que el sistema hace un promedio de los datos recolectados cada minuto, mientras que en el multímetro los valores medidos son instantáneos, por lo que los errores se encuentran dentro de un rango aceptable de operación lo que da exactitud y precisión al sistema.

PRUEBAS CON EL APLICATIVO MÓVIL

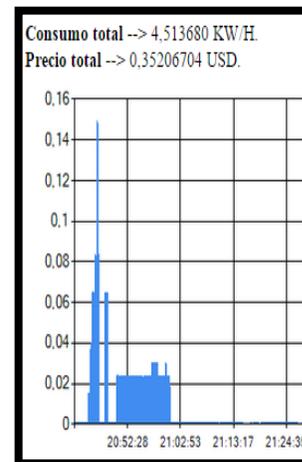


Figura 17. Resultado de consulta en Consumo 220V

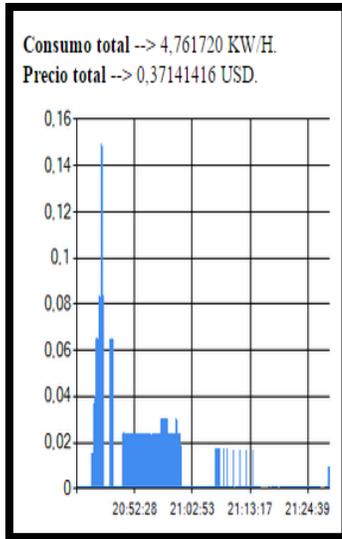


Figura 18. Resultado de consulta en Consumo Total

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

Conclusiones

- Se diseñó e implementó un sistema de visualización y monitoreo móvil del consumo eléctrico de una residencia a través de una red Zigbee con módulo Xbee, permitiendo así tener a la mano una herramienta informativa sobre el consumo de energía eléctrica.
- Se evaluó los puntos de carga y consumo eléctrico de las instalaciones eléctricas dentro de un domicilio.
- Se determinó el consumo de las cocinas de inducción con un valor promedio de 4,5 kw/hora durante un tiempo de 30 minutos, con un costo de \$ 0,035
- Se diseñó e implementó un dispositivo que permite captar datos de voltaje, corriente y poder determinar la potencia, y presentarlos en una pantalla del sistema de visualización.
- Se diseñó e implementó una aplicación web y un aplicativo Android que permite visualizar local y remotamente el consumo eléctrico móvil de la residencia.
- Se realizó las pruebas y mediciones del sistema de monitoreo de consumo eléctrico determinando el porcentaje de error entre los valores medidos, se encuentra dentro de un rango de error aproximado del 1% lo cual es aceptable para el funcionamiento.

Recomendaciones

- Iniciar un proceso de educación y concientización ambiental a la población ecuatoriana a través de la educación formal; escuelas, colegios, universidades; e informal: organizaciones, instituciones estatales, clubs, etc, de la importancia de la eficiencia energética en nuestro país.
- Solicitar financiamiento para emprender nuevas investigaciones relacionadas a las instalaciones de las cocinas de inducción; ya que la población no está bien

informada de la importancia y ahorro energético que se puede realizar.

- Valorar económicamente este ahorro energético a través del monitoreo de las cocinas de inducción.
- Para futuras aplicaciones de domótica el sistema podría ampliarse con un módulo que controle remotamente el encendido y apagado de los electrodomésticos para mantener una eficiencia energética en el hogar.
- Para un mejor alcance de la red Zigbee se recomienda el uso de dispositivos Xbee de la serie 2 que poseen un mayor alcance de 1 milla (1609.34 metros) en comparación a dispositivos Xbee serie 1 que tiene un alcance de 30[m] en interiores.
- Se recomienda contratar el servicio de hosting para realizar conexiones remotas a las bases de datos; ya que los hosting de servicio gratuito no permiten hacer uso de esta opción debido a sus políticas de seguridad.

7 REFERENCIAS

- Afinidadelectrica. (2007). Recuperado el 2015, de Afinidadelectrica: <http://www.afinidadelectrica.com.ar/articulo.php?IdArticulo=101>
- Arduino. (2015). Recuperado el 2015, de <http://www.arduino.cc/en/Hacking/PinMapping2560>
- Conelec. (2014). Recuperado el 2015, de Conelec: http://www.conelec.gob.ec/images/documentos/doc_10709_Cargos%20Tarifarios.pdf
- D. Cevallos, A. Pilicita. (2014). Diseño e implementación de un prototipo para el monitoreo remoto del consumo eléctrico a través de una red zigbee con módulos XBEE. Sangolquí, Ecuador.
- Ecuadorcambio. (2001). Recuperado el 2014, de Ecuadorcambio: <http://www.ecuadorcambia.com/>
- Electrotecniausac. (2002). Recuperado el 15 de Octubre de 2014, de <http://electrotecniausac.yolasite.com/resources/Instalaciones%20Electricas.pdf>



Carlos A. Chamba, Nació el 8 de Mayo de 1987 en Loja, sus estudios de secundaria los realizó en el Colegio Experimental "Bernardo Valdivieso", donde obtuvo el título de Físico Matemático, para luego continuar en la Carrera de Ingeniería en Electrónica Redes y Comunicación de Datos en la Universidad de las fuerzas Armadas – ESPE, actualmente labora en IDS donde distribuye software para el campo de la geología donde desea seguir creciendo tanto personal como profesionalmente.