

Universidad de Morelos
Facultad de Ingeniería y Tecnología

Desarrollo de un prototipo a nivel
laboratorio para un sistema de control
y monitoreo en una red eléctrica.

Proyecto de investigación
presentado en cumplimiento parcial
de los requisitos para el grado de
Ingeniería

Por
Jonathan Andrés Rodríguez Gámez
Abril de 2015

CONSTANCIA DE AUTORIA Y CESIÓN DE DERECHOS DE REPRODUCCIÓN

El abajo firmante, AUTOR del informe de investigación titulado Desarrollo de un prototipo a nivel laboratorio para un sistema de control y monitoreo en una red eléctrica por intermedio de la presente, DA FE de la autoría y originalidad de la obra mencionada que se presenta ante la Facultad de Ingeniería y Tecnología para ser evaluada con el fin de obtener el Grado Académico de Licenciada/o en Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones.

Asimismo, dejo expresada mi conformidad de ceder los derechos de reproducción y circulación de esta obra, en forma NO EXCLUSIVA, a la Facultad de Ingeniería y Tecnología de la Universidad de Morelos. Dicha reproducción y circulación se podrá realizar, en una o varias veces, en cualquier soporte, para todo el mundo, con fines sociales, educativos y científicos.

Entiendo que dicha cesión no entraña obligación ninguna para la Facultad de Ingeniería y Tecnología, que podrá o no ejercitar los derechos cedidos.

Se firma la presente en la ciudad de Morelos Nuevo León, a los 17 días del mes de Abril del 2015.

DESARROLLO DE PROTOTIPO A NIVEL LABORATORIO
PARA UN SISTEMA DE CONTROL Y MONITOREO
EN UNA RED ELÉCTRICA

Tesis
presentada en cumplimiento parcial
de los requisitos para el grado de
Ingeniería Electrónica y Telecomunicaciones

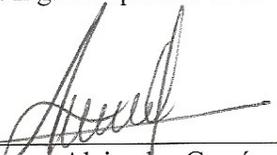
Por

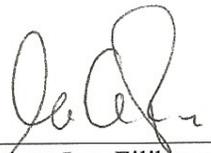
Jonathan Andrés Rodríguez Gámez

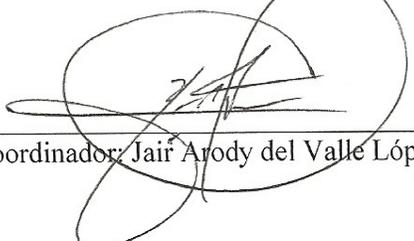
APROBADA POR LA COMISIÓN


Asesor principal: Ing. Alejandro Garrido Soto


Miembro: Ing. Melquiades Sosa Herrera


Miembro: Ing. Melquiades Sosa Herrera


Miembro: Ing. Filiberto Grajeda Piedra


Coordinador: Jair Arody del Valle López

17-Abril-2015
Fecha de aprobación

Dedicatoria

Principalmente a mis padres que han dado todo para que yo me superara. Así a cada una de las personas que han estado conmigo a lo largo de mi vida y carrera como estudiante y me han apoyado.

DECLARACIÓN DE INTEGRACIÓN DE LA FE

TABLA DE CONTENIDO

Contenido

I.	Introducción.....	1
A.	Antecedentes.....	1
1)	Características y funciones de un sistema SCADA:.....	2
B.	Declaración del problema.....	2
C.	Definición del problema.....	2
D.	Justificación.....	2
1)	Objetivos.....	2
E.	Preguntas e hipótesis.....	2
II.	Metodología.....	2
A.	Diagrama de bloques del sistema.....	3
1)	Raspberry.....	3
2)	Raspbian.....	3
3)	Arduino.....	3
4)	Raspberry como servidor.....	3
5)	Adquisición de datos.....	4
6)	control.....	4
7)	Interfaz de control.....	4
8)	GPIO raspberry.....	4
9)	Datos graficados.....	5
III.	Resultados.....	5
1)	sensado.....	5
2)	Comparación de sensado.....	6
3)	Control electrónico.....	6
4)	Interfaz web.....	7
5)	monitoreo.....	7
6)	Control.....	7
IV.	Conclusiones.....	8
A.	futuros aportes.....	8
V.	Códigos.....	8
A.	Arduino.....	8
B.	Python.....	8
C.	Php.....	8
VI.	Referencias.....	8

Desarrollo de un prototipo a nivel laboratorio para un sistema de control y monitoreo en una red eléctrica.

Jonathan Andrés Rodríguez Gámez
Universidad de Morelos
Facultad de Ingeniería y Tecnología
Morelos, Nuevo León
1090143@um.edu.mx

Alejandro Garrido Soto
Universidad de Morelos
Facultad de Ingeniería y Tecnología
Morelos, Nuevo León
aleks@gmail.com

Abstract

El Sistema SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) en la actualidad se implementa en la automatización y monitoreo de servicios para un mejor control y eficiencia de cualquier proceso. Este sistema es eficiente así que al diseñar un prototipo será con funciones parecido a este utilizando herramientas al alcance para su diseño y construcción. Se realizó el prototipo utilizando herramientas como raspberry pi, arduino, MySQL, Python y HTML. Al unir estas herramientas se obtiene resultados que un sistema de control y monitoreo para utilizarlo en redes eléctricas.

Dicho sistema se enfocó en el área de una red eléctrica, de esta manera obtener un control y un monitoreo y obtener los beneficios proporcionados de un sistema SCADA. El funcionamiento del prototipo comienza con raspberry pi como maestra, en ella se instaló un servidor que almacenara la información obtenida por los sensores para el monitoreo constante, el servidor estará dentro de un radio de una red LAN para el control a distancia, esto para manipular dicho sistema desde cualquier lugar con acceso a internet. Se realizó una interfaz para el usuario para acceder desde cualquier lugar para ejecutar órdenes o accionar alarmas desde una mejor comodidad del usuario ya sea desde la misma maestra (raspberry) o cualquier otro dispositivo móvil como una laptop, Tablet o celular dentro de la red.

Este sistema se puede aplicar para el monitoreo de cualquier sistema o variable eléctrica así como el control de este sistema a distancia obteniendo un mejor servicio y una mayor eficiencia del área que se administra. Al tener el control en su mayor parte del sistema eléctrico se pueden obtener resultados como un menor consumo de energía eléctrica, esto será un beneficio para cualquier tipo de usuario que implemente este sistema ya sea en una habitación o en un edificio hablando económicamente. Todo esto debe ser posible controlar desde una interfaz web en la que se puede acceder desde cualquier lugar que cuente con una conexión a internet, ya sea desde la comodidad de casa hasta un lugar alejado del sistema que se ha implementado. Se utilizó arduino una plataforma electrónica de código abierto basado en hardware y software fácil de usar. Está dirigido a cualquier persona que hace proyectos interactivos. Este se implementará en el área de sensado de variables analógicas como corrientes,

voltajes, y temperaturas para obtener un monitoreo del comportamiento de la red eléctrica en la que se trabaja.

Palabras clave

SCADA, monitoreo de variables, control, raspberry pi, Arduino, comunicación, interfaz web, HTML, php, Python.

I. INTRODUCCIÓN

En el siguiente documento se presentará se muestra el seguimiento y desarrollo del proyecto así como las pautas que se han tomado en cuenta para el funcionamiento y construcción del prototipo, también de mencionan las herramientas y el funcionamiento de estas.

A. Antecedentes

El nombre SCADA significa: (Supervisory Control And Data Acquisition, Control Supervisor y Adquisición de datos).

Un sistema SCADA es una aplicación o conjunto de aplicaciones software especialmente diseñada para funcionar sobre ordenadores de control de producción, con acceso a la planta mediante la comunicación digital con los instrumentos y actuadores, e interfaz gráfica de alto nivel con el usuario. Aunque inicialmente solo era un programa que permitía la supervisión y adquisición de datos en procesos de control, en los últimos tiempos han ido surgiendo una serie de productos hardware y buses especialmente diseñados o adaptados para este tipo de sistemas. La interconexión de los sistemas SCADA también es propia, se realiza una interfaz del PC a la planta centralizada, cerrando el lazo sobre el ordenador principal de supervisión. Los sistemas SCADA, en su función de sistemas de control, dan una nueva característica de automatización que realmente pocos sistemas ofrecen: la de supervisión. Sistemas de control hay muchos y muy variados y todos, bien aplicados, ofrecen soluciones óptimas en entornos industriales. Lo que hace de los sistemas SCADA una herramienta con característica principal el control supervisado. En consecuencia, supervisamos el control y no solamente monitorizamos las variables que en un momento determinado están actuando sino que podemos actuar y variar las variables

de control en tiempo real, algo que pocos sistemas permiten con la facilidad y esto lo dan los sistemas SCADA.[1]

1) Características y funciones de un sistema SCADA:

- Adquisición y almacenamiento de datos, para recoger, procesar y almacenar la información recibida, en forma continua y confiable.
- Representación gráfica y animada de variables de proceso y monitorización de éstas por medio de alarmas
- Ejecutar acciones de control, para modificar la evolución del proceso, actuando bien sobre los reguladores autónomos básicos (consignas, alarmas, menús, etc.) bien directamente sobre el proceso mediante las salidas conectadas.
- Arquitectura abierta y flexible con capacidad de ampliación y adaptación
- Conectividad con otras aplicaciones y bases de datos, locales o distribuidas en redes de comunicación
- Supervisión, para observar desde un monitor la evolución de las variables de control.
- Transmisión, de información con dispositivos de campo y otros PC.
- Base de datos, gestión de datos con bajos tiempos de acceso.
- Presentación, representación gráfica de los datos. Interfaz del Operador o HMI (Human Machine Interface).
- Explotación de los datos adquiridos para gestión de la calidad, control estadístico, gestión de la producción y gestión administrativa y financiera.
- Alertar al operador de cambios detectados, tanto aquellos que no se consideren normales (alarmas) como cambios que se produzcan en la operación diaria (eventos). Estos cambios son almacenados en el sistema para su posterior análisis.[2]

B. Declaración del problema

¿Cómo desarrollar un prototipo para la monitoreo y control de consumo de energía eléctrica a nivel laboratorio?

C. Definición del problema

Uno de los problemas principales que se presentan en la mayoría de los lugares que cuentan con sistemas eléctricos es la falta de control y monitoreo de estas redes ya que por el tamaño de la red eléctrica, el tiempo requerido para invertirlo en checar o monitorear dicha red físicamente o descuidos del usuario hacen consumos innecesarios de corriente eléctrica. Esto se ocasiona por una mala administración de las instalaciones. Uno de los factores que más afectan el consumo innecesario de energía es el funcionamiento de sistemas de aire acondicionado encendidos sin que haya personas utilizando las instalaciones o iluminación en funcionamiento sí que algún usuario las utilice.

También existen instalaciones demasiado amplias para controlar en un tiempo real el mal uso o administración que se les da. [3]

D. Justificación

El monitoreo constante de una red eléctrica genera una mejor administración y un menor consumo si se detectan a tiempo el mal uso de electricidad. El monitoreo ayuda a que un administrador se dé cuenta en el menor tiempo posible y así dar un mejor servicio y en caso de que se encuentre iluminación o aparatos eléctricos en funcionamiento y no haya necesidad de estar encendidos, poder apagarlos a distancia sin tener que hacerlo físicamente en el lugar que se encuentren en caso que sea una red demasiado amplia. [14]

1) Objetivos

- Diseño de un prototipo para un monitoreo de red una eléctrica
- Control a distancia del sistema eléctrico
- Diseño y construcción de un prototipo para el sensado del consumo de corriente eléctrica
- Realizar una interfaz para control
- Realizar graficas del comportamiento del sistema eléctrico
- Diseño de un prototipo del funcionamiento en conjunto del sistema
- Diseño de un servidor para almacenar datos
- Diseño de un circuito electrónico como prototipo

E. Preguntas e hipótesis

El realizar un prototipo de control y monitoreo a nivel de laboratorio de una red eléctrica a distancia podría generar un mejorar la administración del consumo eléctrico de una instalación.

II. METODOLOGÍA

Uno de los sistemas más comunes en este tiempo en el área de la automatización es el SCADA ya que las implementaciones de este sistema son demasiado amplias. Y son utilizadas en su mayoría para una mejor administración y control de diferentes áreas obteniendo resultados favorables. [4]

Este proyecto inicio en cómo sacar el mayor provecho de una raspberry y de qué manera se podría implementar o utilizar para proyectos realizados en el área de electrónica. Uno de los proyectos trabajados anteriormente en el laboratorio fue la investigación de cómo construir un sistema SCADA, cuando se observó el potencial de las raspberry pi y la cantidad de implementaciones que se le puede dar se pensó en realizar un sistema de monitoreo y control a distancia, todo esto ejecutándolo desde la raspberry como un servidor y mandando ordenes desde un cliente y obteniendo un monitoreo constante de un sistema eléctrico utilizando los principios de un sistema SCADA, así obtener una automatización y ejecución de

órdenes en tiempo casi real y un control a distancia de cualquier sistema. [4]

A. Diagrama de bloques del sistema

Fig. 1. Diagrama del sistema. (figure caption)

1) Raspberry

La placa Raspberry es una pequeña tarjeta del tamaño de una tarjeta de crédito pero con las virtudes de una PC, fue diseñada en Reino Unido por una fundación cuyo nombre es el mismo de la placa. En 2006, los primeros diseños de Raspberry Pi se basaban en el microcontrolador Atmel ATmega644. En mayo de 2009, la Fundación Raspberry Pi fue fundada en Caldecote, South Cambridgeshire, Reino Unido como una asociación caritativa que es regulada por la Comisión de Caridad de Inglaterra y Gales. El Raspberry se conecta a una TV o Pantalla LCD con entrada HDMI y a un teclado. Es una pequeña PC completamente funcional que puede ser usado para muchas de las cosas como una PC de escritorio, también reproduce videos en alta definición. [5]

2) Raspbian

Raspbian es un sistema operativo libre basado en Debian optimizado para el hardware Raspberry Pi. Un sistema operativo es el conjunto de programas básicos y utilidades que hacen que funcione su Raspberry Pi. Sin embargo, Raspbian ofrece más que un SO puro; viene con más de 35.000 paquetes, software pre-compilado incluido en un formato que hace más fácil la instalación en su Raspberry Pi. [16]

La construcción inicial de más de 35.000 paquetes de Raspbian, optimizado para un mejor rendimiento en el Raspberry Pi, se completó en junio de 2012. Sin embargo, Raspbian está todavía en desarrollo activo, con énfasis en la mejora de la estabilidad y el rendimiento de la mayor cantidad de paquetes de Debian como sea posible. [4]

Raspbian no está afiliada con la Fundación Raspberry Pi. Raspbian fue creado por un pequeño dedicado equipo de desarrolladores que son fans del hardware Raspberry Pi, las metas educativas de la Fundación Raspberry Pi, y, por supuesto, el proyecto Debian. [6]

3) Arduino

Arduino es una placa de hardware libre que incorpora un microcontrolador reprogramable y cuenta con una serie de pines que permite conectar diferentes tipos de sensores y actuadores. Trabaja con un lenguaje de programación arduino para las instrucciones pero contiene elementos muy parecidos a otros lenguajes. [7]

La idea central del proyecto de un prototipo para el control y monitoreo de un sistema eléctrico fue que se utilizaran herramientas que se tenían al alcance, de esta manera la mayoría de ellas sería de código abierto o gratis. El funcionamiento básico del proyecto era implementar un servidor en una raspberry que tuviera conexión vía remota desde cualquier lugar, para esto se utilizaría una red LAN.

Obtener datos en tiempo real del comportamiento del sistema eléctrico, ya que las señales o datos adquiridos desde un sistema eléctrico serían de manera analógica se optó por utilizar arduino una plataforma de hardware libre basado en una placa con un microcontrolador que utilizaríamos para la adquisición de lecturas analógicas, estas lecturas se mandará a una base de datos instalada en raspberry para guardarlos y que se puedan observar para un monitoreo del comportamiento de la red eléctrica en un espacio de tiempo. [8]

4) Raspberry como servidor

La implementación de raspberry como un servidor local dentro de una red da la posibilidad de obtener el manipulación de un sistema de control y monitoreo a distancia ya sea desde internet o dentro de la misma LAN, con esto se tiene una rápida solución de algún problema dentro del sistema eléctrico que estemos monitoreando ya que para evitar el fallo y tener una respuesta inmediata para la resolución de problemas dentro de un sistema eléctrico, el monitoreo de este se requiere que sea en tiempo real.[9]

Una de las grandes ventajas que raspberry pi tiene es la gran variedad de lenguajes de programación que soporta, esto hace que su aprendizaje sea sencillo y que cualquier persona con conocimientos básicos en programación pueda practicar y ejecutar diversos tipos de proyectos.[10]

El principio de la creación de raspberry fue el aprendizaje de programación para niños de bajos recursos pero en la actualidad se puede utilizar de una gran cantidad de maneras. Uno de los lenguajes más utilizados es Python ya que la sencillez de aprenderlo es una gran ayuda para los inicios en la programación. [5]

Aunque raspberry soporta gran cantidad de sistemas operativos "raspbian" una distribución de Linux es el más utilizado y por lo tanto la cantidad de información es mayor, por esta razón se decidió utilizar este sistema operativo el cual nos dejara sacar el máximo provecho de nuestra raspberry, la accesibilidad a información de raspbian hace que la solución de errores sea más sencilla y más rápida así como la cantidad de sitios web, foros, blogs y documentación que hablan sobre aplicaciones y tipos de mejoras en el área de este sistema operativo y raspberry.

Raspbian es un sistema operativo bastante liviano y no consume tantos recursos, de esta manera es uno de los más apropiados para la ejecución de un servidor, uno de los grandes beneficios de raspbian es que cuenta con una interfaz gráfica muy amigable para el usuario y sencillo. [4]

La idea principal de utilizar raspberry fue que tuviera la función de un servidor, ya que por su tamaño sería una gran ayuda para colocarla en cualquier lugar donde se instalara un sistema de control y monitoreo, de esta manera el espacio no sería problema, raspberry tendría una conexión inalámbrica o por red así que cualquier comunicación con ella se podría realizar desde cualquier lugar. El servicio para ejecutar un servidor en raspberry fue apache, ya que es una manera práctica y sencilla de hacer un servidor en un localhost y es una herramienta gratuita. Dentro de apache se instalara una base de datos que se administrara con mysql, una herramienta grafica para una mejor administración del servidor y control del mismo. Mysql cuenta con una interfaz muy amigable para el administrador del servidor así como una creación de bases de

datos de forma organizada y manipulación de los datos más sencilla, al tener nuestra base de datos en un servidor local podemos acceder a ella desde cualquier lugar en la red local. Mysql cuenta con diferentes tipos de "login", ya sea con permisos de usuario para simplemente obtener información de la base de datos, también como administrador para tener el control y poder manipular los la información dentro de la base de datos. [7]

5) *Adquisición de datos*

La parte en la que se recogen los datos del monitoreo de la red eléctrica está realizada por arduino, se utilizó un sensor de corriente, ya que uno de los fines principales del proyecto es del monitoreo de la red eléctrica se utilizó dicho sensor. Este sensor de implemento en el sistema eléctrico funciona haciendo un monitoreo de la corriente consumida y mandando los datos a arduino, ya que este microcontrolador no tiene la capacidad de almacenar datos se creó una conexión por medio de un shield Ethernet para arduino conectado directamente a la red local donde se instaló el servidor en la raspberry pi, de esta manera los datos que arduino recoge al sensar el sistema eléctrico son enviados directamente a la base de datos en la raspberry y almacenados para su monitoreo por el administrador.[11]

El voltaje de salida del sensor es enviado al arduino el cual obtiene la lectura y muestra la cantidad de corriente consumida. Esta información es la que se envía a la base de datos en el servidor instalado en raspberry y es guardada. La señal que recibe arduino del sensor es de manera análoga, ya que arduino básicamente es un convertidor análogo digital convertirá esta señal análoga en una digital, de esta manera obtenemos un numero específico de lectura cada determinado tiempo depende de la importancia de la velocidad o cantidad de lecturas que se necesita se puede obtener lecturas cada espacio de tiempo que se necesite. De esta manera se puede mandar esta lectura para ser almacenada en la base de datos y poder manipularla ya sea para las gráficas del comportamiento y el consumo de la red.

6) *control*

Otra parte del proyecto es el control de la red eléctrica, esta parte es ejecutada también por la raspberry ya que esta cuenta con pines GPIO se puede utilizar un sistema de control enviando señales desde cualquier parte de la red a nuestro servidor en este caso la raspberry y así mandar órdenes a los GPIO para el control de un relé. Esto hará que podamos obtener el control de cualquier dispositivo que funcione con corriente eléctrica dentro de la red que estamos monitoreando. Una de las aplicaciones más prácticas sería el control de iluminación, enchufes de corriente eléctrica, aires acondicionados hasta el control de puertas eléctricas. Estos son los dispositivos que ocasionan un consumo innecesario de energía eléctrica ya que en ocasiones están encendidos sin ser utilizados. [15]

Raspberry trabaja con corrientes muy pequeñas en sus GPIO por esta razón se realizó una configuración con un transistor para el control del relay.

Ya que nuestro circuito electrónico debe trabajar con la red eléctrica se utiliza esta configuración. El control de la red eléctrica se debe trabajar con voltajes de 5 y 3.3v que son los

que raspberry maneja pero con la configuración de un relay con transistores da la capacidad de manipular diferentes voltajes y así controlar desde aparatos electrodomésticos hasta iluminación y motores de altos voltajes. [18]

Esta facilidad para trabajar y manipular voltajes altos con corrientes muy pequeñas se utilizara un transistor y relays. El transistor funcionara en corte y saturación para energizar y des energizar la bobina del relé y controlar un dispositivo que trabaja desde 12 volts hasta 127 volts dependiendo las aplicaciones. [13]

Ya que raspberry será la que procesara las órdenes para el control del sistema eléctrico se le conectara el circuito de control a los pines GPIO donde serán mandadas las órdenes Una ventaja muy marcada es la facilidad de control del servidor, base de datos y red eléctrica a distancia, ya que mientras se encuentre dentro de la red en la que el servidor está funcionando se puede manipular los datos y dar órdenes al sistema desde una conexión segura como ssh, o desde la interfaz web para el control desde cualquier lugar dentro de la red LAN. Un control desde una página web da la ventaja de poder acceder desde cualquier dispositivo móvil con capacidad de conectarse a la red donde se encuentra la raspberry. [7]

7) *Interfaz de control*

Uno de los parámetros que se deben tomar en cuenta en una interfaz web debe ser el limitar el acceso a cualquiera que no tenga permiso para observar o manipular la red eléctrica, esto se podría hacer con un sistema inicio de sesión en la página HTML.

El código del inicio de sesión puede estar basado en php, lo que básicamente sería comparar el valor introducido con un valor guardado anteriormente, esto puede ser de una base de datos o en el mismo archivo. Si se hace con una base de datos dará la ventaja de un poco más de seguridad y una mejor administración de usuarios y contraseñas si existen diferentes usuarios, contraseñas y diferentes permisos y privilegios en la interfaz web y base de datos. [15]

La interfaz de control por el momento deberá contar con botones de encendido y apagado general, así como un botón para mostrar la gráfica de todos los datos que el sensor de corriente al arduino ha guardado en la base de datos para observar el comportamiento en general de la red eléctrica que se está supervisando y otro que enviara a la configuración más específica del control como encendido y apagado de luces exterior, interior y aires acondicionados. Aunque esta solamente estos parámetros de control en un momento que se quiera ampliar el proyecto o en hacer alguna implementación como agregar más funciones y mayor variables de control.

8) *GPIO raspberry*

La interfaz gráfica de control para el circuito electrónico se hará por medio de la raspberry, en los pines GPIO. Una de las características de gran alcance de la Raspberry Pi es la fila de GPIO (uso general de entrada / salida).

III. RESULTADOS

Estos pines son una interfaz física entre el Pi y el mundo exterior. Al nivel más simple, se puede pensar en ellos como modificadores que puede activar o desactivar (entrada) o que el Pi puede activar o desactivar (salida). Diecisiete de los 26 pines están pines GPIO; los otros son pines de alimentación o de tierra. Se puede programar los pines para interactuar de maneras asombrosas con el mundo real. Las entradas no tienen que venir de un interruptor físico; podría ser la entrada de un sensor o una señal de otro ordenador o dispositivo, por ejemplo. La salida también puede hacer cualquier cosa, desde encender un LED para el envío de una señal o de datos a otro dispositivo. Si el Raspberry Pi está en una red, puede controlar los dispositivos que están conectados a él desde cualquier lugar y esos dispositivos pueden enviar datos de nuevo. Conectividad y control de dispositivos físicos a través de Internet es algo muy poderoso y emocionante, y la Raspberry Pi es ideal para esto. Estos pines se pueden configurar para diferentes casos. Se utilizarán los pines UART (Transmisión-Receptor Asíncrono Universal) para la implementación de este proyecto. [12]

El diseño del prototipo para un monitoreo se realizó con un sensor de corriente activado desde arduino para guardar los datos leídos y mostrar el comportamiento de la red el sensor utilizado fue el ACS712. [19]

El sensor de corriente que se utiliza se conecta en la parte inicial de la red eléctrica abriendo el circuito para sensar la cantidad de corriente consumida aunque existen diferentes tipos de sensores de corriente se utilizó este tipo por la exactitud y su tamaño ya que la configuración de este sensor es convertir la corriente medida en voltaje teniendo una relación de 10 a 1, teniendo como lectura máxima 20 Amperes esto quiere decir que en su salida máxima será de 2 volts. [12]

Typical Application

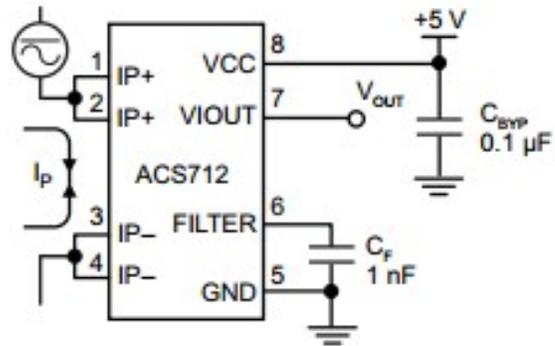


Fig. 3. Diagrama esquemático del sensor ACS712 (figure caption)

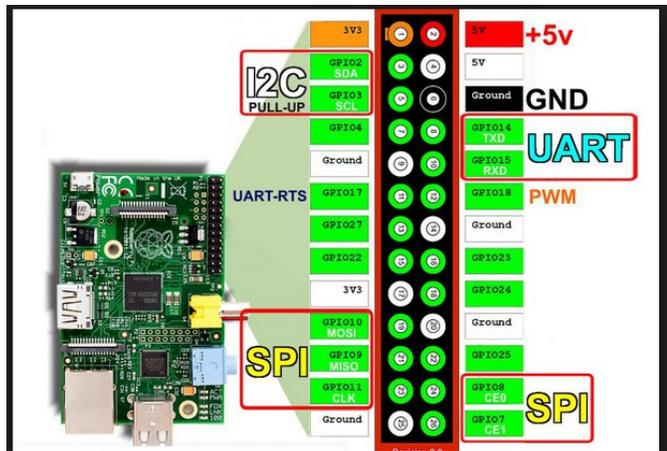


Fig. 2. GPIO de raspberry. (figure caption)

Una de las partes del proyecto es la supervisión de la red eléctrica, ya que todos los datos adquiridos por el sensor de corriente se guardaran en la base de datos se realizará una gráfica.

9) Datos graficados

Highcharts es una biblioteca de gráficos escritos en JavaScript puro, ofreciendo intuitivos, gráficos interactivos a su sitio web o aplicación web. Highcharts Actualmente soporta los tipos de línea, spline, área, areaspline, columnas, barras, circulares y gráficos de dispersión. Funciona en todos los navegadores modernos, como el iPhone / iPad e Internet Explorer desde la versión 6. Navegadores estándar utilizan SVG para el procesamiento de gráficos. Se optó por esta librería por ser de código abierto. [13]

Highchart genera una gráfica para observar el comportamiento y mostrara la cantidad de veces sensado y el valor que sensó.

1) sensado

La aplicación típica del sensor es como se muestra en la imagen de arriba, que básicamente sensa la corriente en sus terminales y hace una conversión a voltaje que es leída por arduino. Las conexiones al arduino desde el sensor se realizaron de la siguiente manera para obtener las lecturas en la red eléctrica.

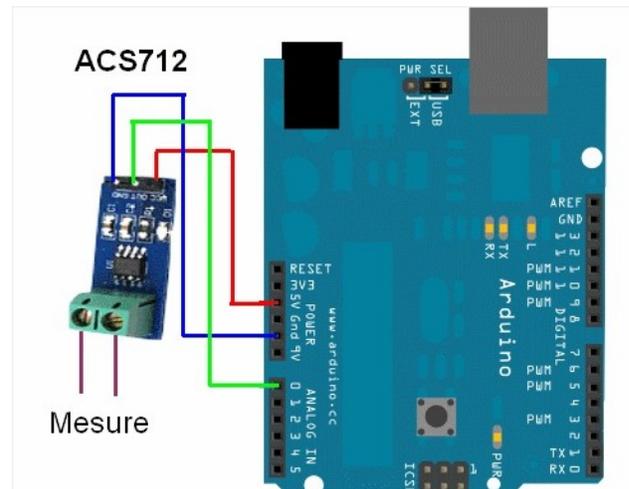


Fig. 4. Conexión del sensor al arduino (figure caption)

2) Comparación de sensado

Se realizó una comparación para observar la exactitud con la que se está sensando y si está funcionando de manera correcta. Esto se hizo con un multímetro FLUKE, fórmula de potencia y la lectura del sensor

$$I = \frac{P}{V}$$

Se utilizó un foco de 13 watts y el voltaje 130 volts por lo tanto

$$I = \frac{13\text{ w}}{130\text{ v}} = .165\text{ A}$$



Fig. 5. Corriente medida con el multímetro. (figure caption)

Lectura con el sensor

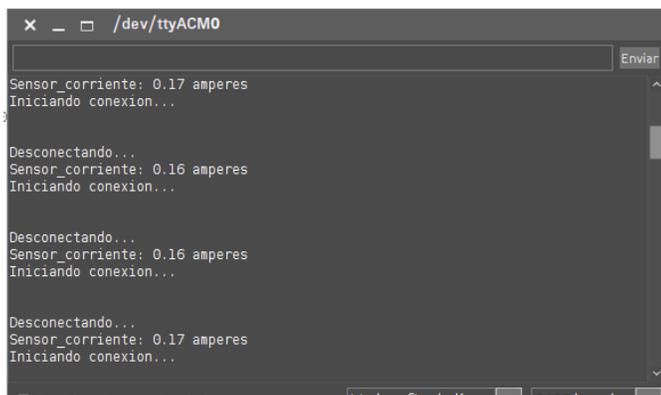


Fig. 6. Lectura realizada con el sensor. (figure caption)

La lectura del sensor son muy cercanas a las lecturas reales pero la resolución del sensor tiene un valor de resolución sin decimales, por esta razón los datos varían en decenas.

3) Control electrónico

El control por medio de los GPIO de raspberry se realizó con una configuración de un transistor trabajando en modo de corte y saturación para el control de relays. De esta manera controlar los voltajes utilizados normalmente en habitaciones o casas que es de 120 volts

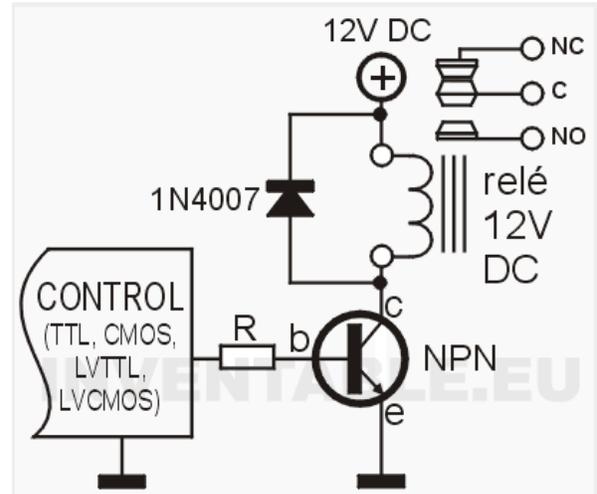


Fig. 7. Esquemático de la configuración de un relay. (figure caption)

Fig. 8.

Para el diseño del prototipo y para poder mostrar el funcionamiento se realizó un circuito en pcb, este será controlado desde los GPIO de la raspberry que a su vez podrá apagar y encender cualquier dispositivo que este en una red eléctrica. Este se realizó en un Proteus un software para diseño de circuitos electrónicos. Esto nos permite mostrar físicamente el funcionamiento de la configuración de los transistores con un relay. [proteus]

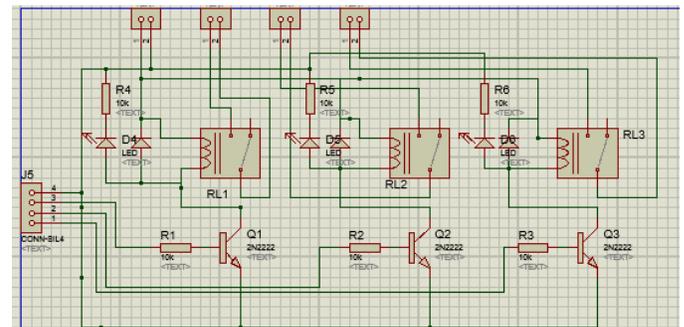


Fig. 9. Esquemático en proteus de la parte electrónica. (figure caption)

4) Interfaz web

Lo anterior mencionado como control del sistema eléctrico básicamente se podría realizarse directamente de una consola en la raspberry, pero en cuanto la interfaz más amigable con el usuario debe se puede realizar una interfaz gráfica web.

Por esta razón se realizó una interfaz basada en código Python ya que es muy sencillo de utilizar. Aplicando librerías que Python contiene se obtuvo una interfaz amigable con el administrador para que tenga el control del sistema eléctrico. Como parte del control en la interfaz que el usuario utilizará para la manipulación del sistema eléctrico es la muestra de una gráfica que muestre el comportamiento.

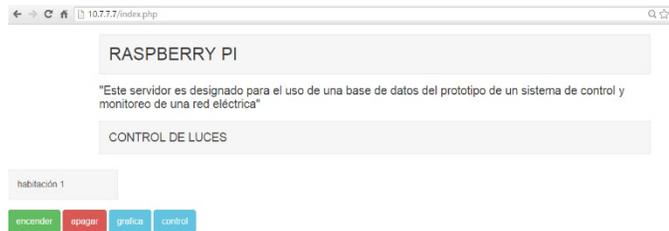


Fig. 10. Interfaz de control (figure caption)

5) monitoreo

Como parte del control en la interfaz que el usuario utilizará para la manipulación del sistema eléctrico es la muestra de una gráfica que muestre el comportamiento. Así el usuario podrá darse cuenta en que momentos y situaciones hay un mayor consumo de energía eléctrica.



Fig. 11. Grafica del comportamiento de la red. (figure caption)

El entorno del diseño de la gráfica se realizó por medio de highchart una librería que está definida para gráficas. Y una de las mejores partes es que es de software libre. Highchart generara una gráfica para observar el comportamiento y mostrara la cantidad de veces sensado y el valor que sensó.

Para una mejor seguridad del entorno gráfico se realizó un tipo de inicio de sesión muy básico. El inicio de sesión ayudará a mantener a personas no autorizadas fuera de la interfaz gráfica, si el usuario no tiene una clave para acceso no tendrá la posibilidad de acceder al control. La seguridad en las páginas web es indispensable ya que se corre el riesgo que personas con otros fines.

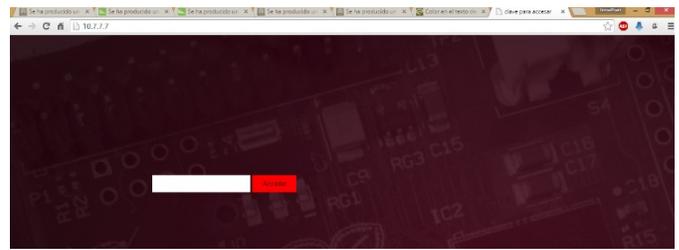


Fig. 12. Login de la interfaz web. (figure caption)

6) Control

Se diseñó y construyó un control básico de una habitación para poder controlar luces y aires acondicionados. Aunque esto se puede modificar dependiendo el entorno donde se instale o se utiliza este sistema, añadiendo diferentes controles y variables de sensado



Fig. 13. Interfaz de control web. (figure caption)

IV. CONCLUSIONES

Los resultados que se obtuvieron con las herramientas utilizadas fue un prototipo a nivel laboratorio con diferentes funciones como la muestra gráfica del sensado de una red eléctrica y el control por medio de electrónica básica de diferentes tipos de áreas que utilizan una red eléctrica desde cualquier lugar dentro de una red

A. futuros aportes

- Que el proyecto pasara de ser un prototipo de laboratorio a una implementación.
- Crear una aplicación móvil para el control y monitoreo
- Se utilicen variedad de sensores (humedad, temperatura, etc.)
- se pueden utilizar sensores a distancia controlados inalámbricamente.
- Mejora en la interfaz web

V. CÓDIGOS

A. Arduino

Conexión de arduino con a base de datos, arduino hace una lectura constante del sensor de corriente que está conectado a sus pines, los datos adquiridos de arduino son enviados a la base de datos pero antes de esto arduino debe hacer un logeo para que el servidor le dé acceso y pueda recibir la información de arduino. *Fig 12*

Después crea una conexión enviando los valores a la BD. *Fig 15*

B. Python

La ejecución de las órdenes mandadas desde la interfaz web pasaran por php y ejecutaran un .py que es una extensión de python para ejecutar los pines de la raspberry para las diferentes acciones programadas en el código.

C. Php

Conexión de php con la interfaz gráfica para ejecutar los códigos Python. *Fig 13*

Conexión de php con base de datos. *Fig 14*

VI. REFERENCIAS

- [1] .Penin, A.R., *Sistemas Scada2011*: Marcombo.
- [2] Cabús, J.R., D.G. Navarrete, and R.P. Porras, *Sistemas SCADA. comunicación*, 2004. 1024: p. 64k.
- [3] Chalá, G. and D. Xavier, *DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE CONTROL DE LUCES PARA UNA CASA UTILIZANDO LA PLACA RASPBERRY*, 2014.
- [4] <http://www.raspbian.org/>.
- [5] Artero, Ó.T., *Arduino: curso práctico de formación2013*: RC Libros.
- [6] González González, A.F. and C.D. Valderrama Vargas, *Diseño de un sistema scada domótico con protocolo modbus para el control de variables de seguridad, ahorro energético y confort por medio de un PLC*. 2013.
- [7] Angosto Herrmann, J. and F. Salgado Álvarez, *Implementación de sistema domótico con servidor Raspberry*. 2014.
- [8] Horra Köllmer, M.d.l., *Sistemas de adquisición de datos basados en la plataforma Arduino: aplicaciones a Matlab, Simulink y Android*. 2013.
- [9] Arpi Coellar, P.E. and M.V. Urgilés Fernández, *Diseño y desarrollo de actuadores de iluminación para una red ZigBee con un servidor Web montado en Raspberry Pi*. 2015.
- [10] Rubio, D.T. and U. Student, *Sistema de vision de bajo coste basado en Raspberry Pi*.
- [11] González Vidal, J.C., *Desarrollo de un servidor web con Arduino para monitorización y control de sensores y actuadores*. 2013.
- [12] Velásquez, S. and C. Gómez, *Monitoreo de variables analogicas usando raspberry PI*. Universidad Ciencia y Tecnología, 2014. 17(69).
- [13] Escobedo, D.S., C.A.V. Santana, and H.J.A. Ferrer, *Ventajas de la Aplicación de Relevadores Multifuncionales en Esquemas de Protección de Transformadores*. Décimosexta Reunión de Verano de Potencia del IEEE Sección México.
- [14] BERMUDEZ FLORES, G.F., *MONITOREO DE REDES ELECTRICAS EN BAJA TENSION DE LA ESCUELA SUPERIOR POLITECNICA DEL LITORAL*. 1996.
- [15] Welling, L. and L. Thomson, *Desarrollo web con php y mysql php 5 y mysql 4.1 y 5: disco compacto*. 2005.
- [16] <http://www.raspberrypi.org/documentation/usage/gpio/>
- [17] <http://www.labcenter.com/index.cfm>
- [18] <http://www.inventable.eu/controlar-rele-con-transistor/>
- [19] <http://www.alldatasheet.es/datasheet-pdf/pdf/168326/ALLEGRO/ACS712.html>
- [20]
- [21]
- [22]



```
Arduino IDE - sensado | Arduino 1:1.0.5+dfsg2-2
Archivo Editar Sketch Herramientas Ayuda
sensado §

#include <SPI.h> //libreria para comunicacion entre mcro
#include <Ethernet.h> //libreria para el shield de ether

// Mac unica de cada EthernetShield
byte mac[] = { 0x90, 0xA2, 0xDA, 0x0E, 0xF5, 0x9C };

// Inicializa la instancia client
EthernetClient client;

// Direccion del mi servidor
char server[] = "10.7.7.7";

// Variable de tiempo de la ultima conexion en milisegun
unsigned long ultimaConexion = 0;
// Estado de la ultima conexion
boolean ultimoEstado = false;
// Intervalo en milisegundos entre conexiones
const unsigned long intervaloConexion = 1000;

// Datos del sensor
#define sensor_corriente A0 // A0 entrada analoga del ar
```

Fig. 14. Conexión a la base de datos con arduino. (figure caption)

```

index.php switch.php index.htm x
1 <?php //codigo php para ejecutar 1 o 0 desde html y ejecutar .py
2 $action=$_POST["led"];
3 if($action==1){ //si se le manda un 1 ejecuta el archivo .py que e
4     $a=exec('sudo python /var/www/Pfoco1.py');
5     echo $a;
6
7 }else if($action==0){ //si recibe 0 ejecuta el .py que apaga
8     $a=exec('sudo python /var/www/Afoco1.py');
9     echo $a;
10 }
11 |
12 ?>

```

Fig. 15. Control php (figure caption)

```

index.php x switch.php x index.htm x
1 <!DOCTYPE HTML>
2 <?php
3 function conectarBD(){
4     $server = "localhost";
5     $usuario = "root";
6     $pass = "raspberry";
7     $BD = "lecturas_consumo";
8     //variable que guarda la conexión de la base
9     $conexion = mysqli_connect($server, $usuario,
10     //Comprobamos si la conexión ha tenido éxito
11     if(!$conexion){
12         echo 'Ha sucedido un error inesperado en
13     }
14     //devolvemos el objeto de conexión para usar
15     return $conexion;
16 }
17 /*Desconectar la conexión a la base de datos*/
18 function desconectarBD($conexion){
19     //Cierra la conexión y guarda el estado de la
20     $close = mysqli_close($conexion);
21     //Comprobamos si se ha cerrado la conexión
22     if(!$close){
23         echo 'Ha sucedido un error inesperado en
24     }
25     //devuelve el estado del cierre de conexión
26     return $close;
27 }
28

```

Fig. 16. Conexión base de datos php (figure caption)

```

Fig. 17. Petición Arduino a BD
x - □ sentido | Arduino 1:1.0.5+dfsg2-2
Archivo Editar Sketch Herramientas Ayuda
✓ ↻ 📄 ⬆️ ⬇️
sentado $
// Fin del loop principal

// Realiza la conexión http al servidor
void httpRequest() {
// Se conecta al servidor en el puerto 80 (web)
if (client.connect(server, 80)) {
// Envía el dato al puerto serial
Serial.print("Sensor_corriente: ");
Serial.print(corriente,1);
Serial.println(" amperes");
// Envía el requerimiento al servidor via GET
Serial.println("Iniciando conexión...");
client.print("GET /sensor_arduino.php?id=arduino&nombre=sensor&valor=");
client.print(corriente,1);
//client.println(" HTTP/1.1");
//client.print("Host: ");
client.println(server);
//client.println("User-Agent: Arduino-Ethernet");
client.println("Connection: close");
//client.println();

// Actualiza el tiempo en milisegundos de la última conexión
ultimaConexion = millis();
}
else {
// Si la conexión falló se desconecta
Serial.println("Error al conectarse al servidor");
Serial.println("Desconectando...");
client.stop();
}
}
}

```