

DESARROLLO DE UN SISTEMA DISTRIBUIDO PARA EL MONITOREO DE CONSUMO ELÉCTRICO EN LAS EMPRESAS.

Bárbara Emma Sánchez Rinza, Jesús Alberto Islas Fuentes, Mario Rossainz López
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
Facultad de ciencias de la computación
14 sur y avenida San Claudio
Tel.,52 222 2295500
brinza@hotmail.com

RESUMEN.

Hoy en día el consumo de energía eléctrica en los hogares y la industria está en aumento debido al uso cada vez mayor de aparatos y sistemas electrónicos que contribuyen a hacer más confortable y segura la vida dentro de la vida moderna, esto representa un aumento considerable en el consumo de energía eléctrica que además de repercutir en el ámbito económico de las familias y las empresas, también tiene una repercusión ambiental hablando a gran escala [4]. Puesto que en nuestro país y en muchos países del mundo una gran parte de la energía eléctrica aún se produce a través de combustibles fósiles lo que contribuye en gran medida al calentamiento global.

Palabras Clave: internet de las cosas, tarjeta NodeMCU, Arduino

ABSTRACT.

Today the consumption of electrical energy in homes and industry is increasing due to the increasing use of electronic devices and systems that contribute to making life more comfortable and safe in modern life, this represents a considerable increase in the consumption of electrical energy which, in addition to having an impact on the economic sphere of families and companies, also has an environmental impact, speaking on a large scale [4]. Since in our country and in many countries of the world, a large part of electrical energy is still produced through fossil fuels, which contributes greatly to global warming.

Keywords: internet of things, NodeMCU board, Arduino

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente es una tendencia el uso eficiente de la energía eléctrica, los fabricantes lo toman en cuenta para el diseño de sus aparatos y sistemas electrónicos, se puede ver también en otras medidas que toman las familias y las empresas como es el cambio de focos tradicionales por otros más eficientes, sin embargo todos estos cambios y acciones de ahorro energético se da aun de forma empírica sin tener datos suficientes para realizar un uso más eficiente de la energía eléctrica en las empresas o el hogar [3].

1
Para esto se propone el desarrollo de un sistema de monitoreo energético basado en el Internet de las cosas (IOT), esto

representa una gran ventaja para los usuarios ya que les permitirá tener un control de su consumo energético que se reflejará en su factura de energía, sobre todo tomando en cuenta que el esquema de tarifa eléctrica que maneja la CFE actualmente se basa en el consumo del usuario aumentando la tarifa conforme aumenta en el consumo energético [1].

El sistema consistirá en un hardware para la medición y adquisición de los datos de consumo energético en una empresa, comunicación con una plataforma que se encontrará en un servidor remoto, la plataforma procesará los datos podrá mostrar reportes al usuario.

Teniendo en cuenta la importancia que tienen en el desarrollo de tecnología en la actualidad, Internet de las Cosas (IoT) [2] proporciona la capacidad de interconectar numerosos dispositivos sensoriales que permiten el monitoreo de infinidad de cosas. La capacidad de monitorizar cada cosa que pasa en el mundo mediante sensores ofrece una fuente inagotable de datos que permite luchar contra el cambio climático en favor de la eficiencia energética.

Es por ello que este proyecto pretende convertirse en una herramienta capaz de promover un consumo de energía eficiente, permitiendo ahorrar dicho recurso, lo que significa reducir su consumo consiguiendo los mismos resultados que gastando más, siendo beneficioso porque ahorra dinero y protege el medio ambiente [3].

Se prevé que esta tecnología aporte un mayor conocimiento de las necesidades de consumo de las instalaciones eléctricas en cada instante. Este tipo de avances permitiría establecer unas políticas de ahorro energético en todo tipo de escala, que se traducirían en grandes ahorros de energía eléctrica [4].

El sistema que se desarrolló, es un sistema distribuido teniendo como objetivo el monitoreo del consumo de energía que puede aplicarse en casa, en oficina, en grandes fábricas o empresas, los datos serán enviados a un servidor web por medio de una tarjeta NodeMCU, permitiendo la visualización de dichos datos recopilados por el sensor en un sistema web que permitirá

obtener una gráfica del consumo energético para su posterior análisis, que se puede integrar a diversas acciones como reducir el gasto que este genera [5].

Se marcará un límite de consumo energético, el cual, al estar por llegar a él, se emitirá una alerta por medio de un correo electrónico al administrador para poder tomar medidas sobre los resultados obtenidos.

2. DESCRIPCION DEL SISTEMA

El sistema consiste en un sistema de adquisición de datos que consiste en una tarjeta NodeMCU la cual cuenta con conexión WIFI, lo cual permite su conexión a Internet de forma directa.

Se eligió esta tarjeta como unidad central puesto que cuenta con la potencia suficiente para poder desarrollar la adquisición de datos de forma óptima ya que cuenta con un convertidor ADC de 10 bits y al mismo tiempo implementar la comunicación WIFI en conjunto con el protocolo de comunicación MQTT [6] el cual es un protocolo de comunicación liviano enfocado a la comunicación con internet desde dispositivos embebidos.

Para el desarrollo del software del lado del servidor usamos Node [7] que, si bien no es un lenguaje de programación, es una tecnología del lado del servidor para desarrollo de aplicaciones web, además nos permite escribir el backend de una aplicación web en el mismo lenguaje que se usa en el frontend con JavaScript, de este modo el lado del cliente estar compuesto por HTML, CSS, Javascript en conjunto con la base de datos Mongo DB.

2.1 NodeMCU

Se utiliza la placa NodeMCU ver figura 1, el que está basado en el módulo ESP8266 que es una tarjeta similar al Arduino la diferencia es que el NodeMCU está orientada al internet de las cosas (IoT), contiene una serie de pines de entrada y salida, con estos se puede acceder a internet en forma inalámbrica y conectar los sensores necesarios.

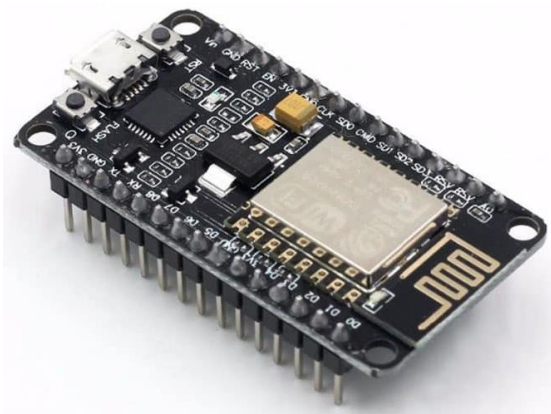


Figura 1 Tarjeta de desarrollo Node MCU

Especificaciones

- Voltaje de Alimentación (USB): 5V DC
- Voltaje de Entradas/Salidas: 3.3V DC
- CPU: Tensilica Xtensa LX3 (32 bit)
- Frecuencia de Reloj: 80MHz/160MHz
- Instruction RAM: 32KB
- Data RAM: 96KB
- Memoria Flash Externa: 4MB
- Pines Digitales GPIO: 17 (pueden configurarse como PWM a 3.3V)
- Pin Analógico ADC: 1 (0-1V)

2.2 Sensor SCT 013

Existen una gran variedad de sensores para medir corriente, sin embargo, debido a la aplicación que estamos llevando a cabo, pensando en una fácil y segura instalación para los usuarios se optó por el uso de un sensor de corriente tipo efecto hall que es no invasivo, para su instalación solo basta con pasar por el centro del sensor el cable de la línea principal de la instalación eléctrica del hogar o la empresa.

Al comparar características y costos se optó por usar el sensor YHDC SCT-013, se puede observar a continuación en figura 2:



Figura 2 Sensor YHDC SCT-013 utilizado para medir la corriente eléctrica.

Este sensor no cuenta con ninguna resistencia interna y cuenta con diodos zener para limitar la tensión de salida en caso de desconexión accidental de la carga, además de que sus errores de medición se ubican entre $\pm 3\%$ y $\pm 5\%$ con una corriente de 5A.

Puede proporcionar una salida de hasta 5V lo que es adecuado para el uso con un microcontrolador.

Especificaciones

- Corriente de entrada: 0 a 30 A
- Voltaje de salida: 0-50 mV
- No linealidad: $\pm 3\%$
- Temperatura de trabajo: -25°C hasta 70°C
- Grado de resistencia: Grado B

2.3 Acondicionamiento de la señal del sensor

Con el objetivo de que los valores del sensor se encuentren en los niveles correctos para ser procesados, la conexión del transformador del sensor YHDC SCT-013 se realizó con la configuración mostrada que puede proporcionar hasta 100 mA que multiplicado por la resistencia de 33 ohms nos da un voltaje pico-pico de 3.3V lo que es óptimo para su adquisición con la tarjeta NodeMCU ver figura 3.

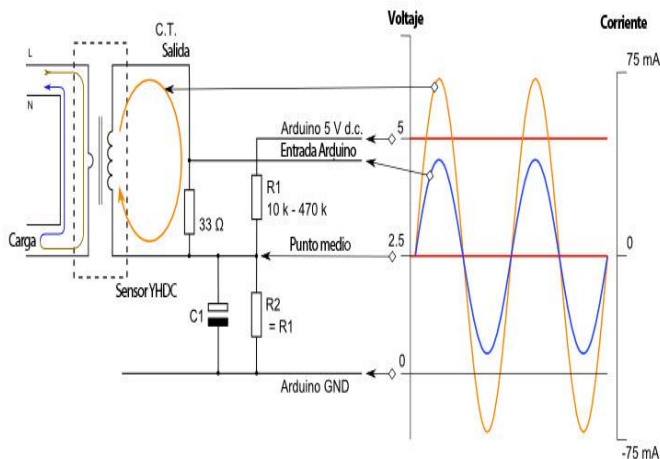


Figura 3 Diagrama de acondicionamiento y conexión del sensor YHDC SCT-013h

2.4 Arquitectura

El sistema tiene el objetivo de crear una red de monitoreo de consumo de energía a través de una tarjeta NodeMCU con un sensor de SCT 013, que permitirá transmitir los datos obtenidos al servidor central en tiempo real.

Los datos podrán ser visualizados desde una página web conectada al servidor para obtener la información oportuna al momento que se desee conocer el consumo eléctrico ver figura 4.

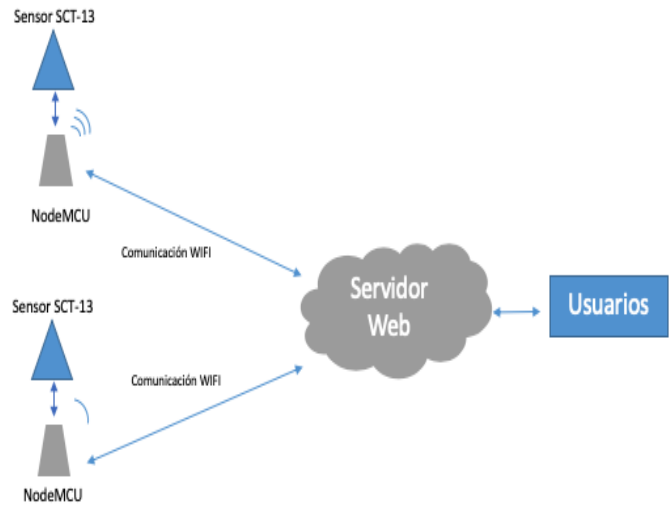


Figura 4 Diagrama general del sistema de monitorización de la energía eléctrica

2.5 Arquitectura de servicios

Los servicios que utiliza son los siguientes:

Para la parte de la comunicación se uso el protocolo MQTT. El protocolo MQTT define los tipos de entidades en la red: un intermediario de mensajes y un número de clientes. El intermediario es un servidor que recibe todos los mensajes de los clientes y luego los redirige a clientes de destinos relevantes. Un cliente es cualquier cosa que pueda interactuar con el intermediario para enviar y recibir mensajes. Un cliente puede ser un sensor de IoT en el campo o una aplicación del centro de datos que procesa datos de IoT.

Para poder hacer uso del protocolo se implementará un cliente MQTT en la tarjeta de adquisición NodeMCU, que será el encargado de transmitir los datos al Broker MQTT, a su vez el Broker MQTT que en nuestro caso fue utilizado el servicio de Microsoft Azure IOT Hub, el cual nos brinda una capa de seguridad a través de una encriptación de los datos vía una llave simétrica, los datos se enviaran al servidor web el cual también tendrá integrado un cliente MQTT y un servicio para el monitoreo de los datos en tiempo real.

Adicionalmente para realizar el cálculo del consumo energético se realiza una conversión para obtener los KW y KWH, básicamente consiste en multiplicar la corriente medida por el voltaje de la instalación eléctrica que en nuestro país es de 127V, posteriormente se saca un promedio de las muestras reportadas y se multiplica por las horas transcurridas, esto nos da como resultado en consumo en KWH y para obtener el costo monetario se multiplica por \$0.965[1] que es el costo de la tarifa intermedia de la CFE ver figura 5.

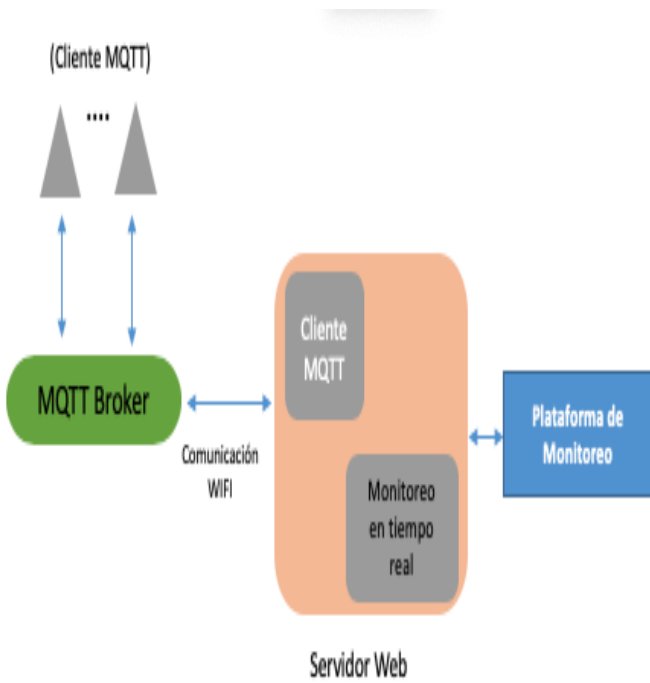


Figura 5 Diagrama de servicios del sistema de monitorización de la energía eléctrica

En la figura 6 se puede observar el diagrama de flujo de los servicios del sistema de adquisición y transmisión de datos, el primer paso al encender el dispositivo es realizar el proceso de conexión a la red WIFI, posteriormente se realiza el proceso de conexión al bróker MQTT hasta lograr la conexión, una vez que el cliente MQTT se encuentra conectado entonces se procede a leer los datos del sensor de corriente eléctrica procesar los datos y finalmente enviarlos al bróker MQTT, una vez que se envían los datos con éxito se repite el proceso de leer el sensor de corriente y se repite el proceso continuamente.

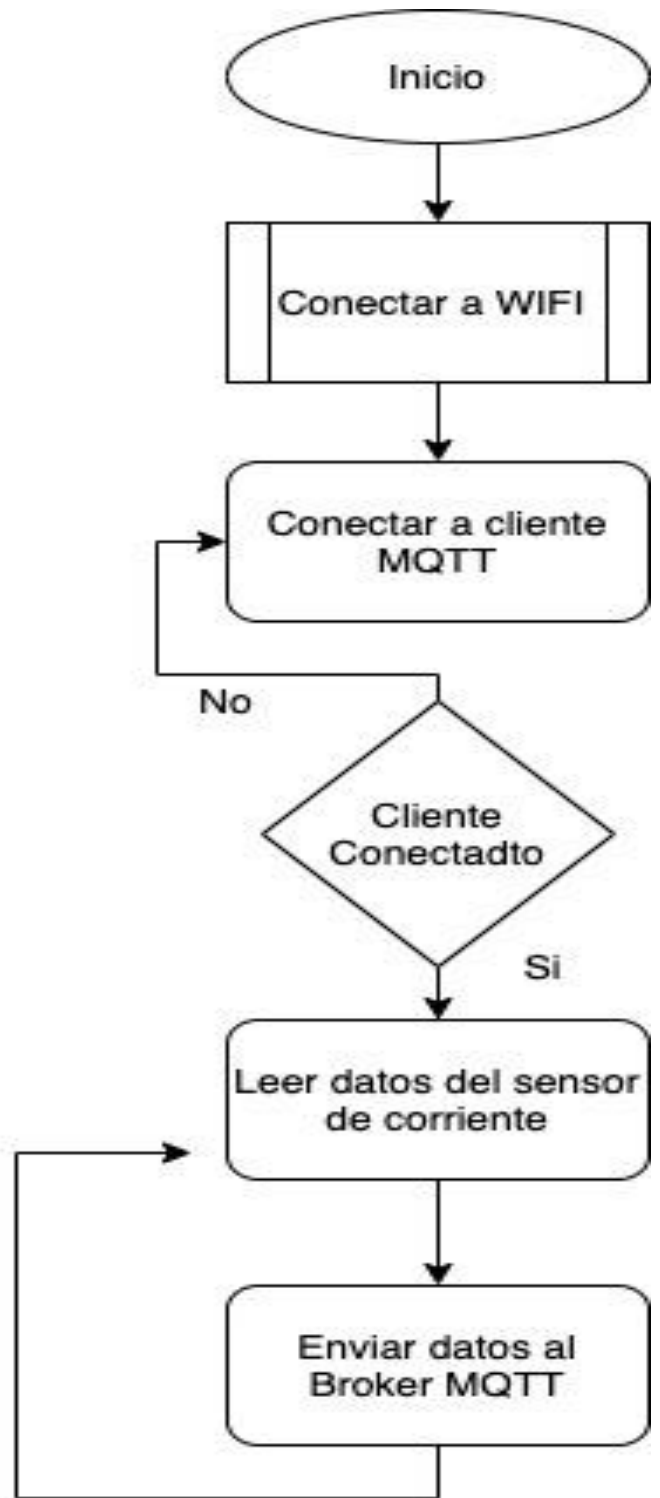


Figura 6 Diagrama de flujo del sistema de adquisición y transmisión de datos

3. RESULTADOS

A continuación, se puede observar el hardware de adquisición de datos implementado ver figura 7.

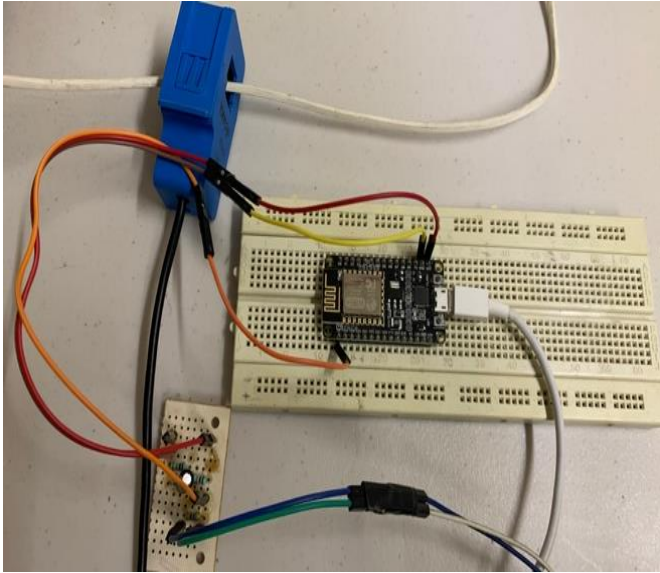


Figura 7 Vista de la tarjeta de desarrollo con el sensor conectado a su etapa de acondicionamiento

La aplicación de monitoreo energético cuenta con una interfaz intuitiva, con graficas e instrumentos virtuales para un fácil entendimiento de los datos, figura 8.



Figura 8 Vista de la plataforma web de monitoreo eléctrico y consumo

4. CONCLUSIONES

La prueba piloto implementada demostró el funcionamiento y fiabilidad del sistema de monitoreo al mostrar datos muy cercanos a los datos teóricos de consume de los dispositivos medidos en un ambiente residencial sin embargo este sistema se puede implementar sin ningún problema en otros ambientes incluyendo el comercial e industria, representando una gran oportunidad para las empresas al ofrecerles la oportunidad de monitorear su consumo energético para tomar decisiones que se reflejen en un gran ahorro económico.

Una gran ventaja del sistema es que los datos son guardados en tiempo real en una base de datos online lo cual garantiza que los datos pueden ser consultados en cualquier momento y desde cualquier lugar, otra ventaja de la plataforma desarrollada es que los datos se pueden exportar en formato CVS para los mismos intervalos descritos anteriormente lo que nos permite usar los datos para ser analizados en software externo, como fue el caso de las gráficas que se presentó que fueron generadas a través de Microsoft Excel.

REFERENCIAS

[1] CFE. (s.f.). Conoce tu tarifa. Recuperado el 15 de 06 de 2020, de http://app.cfe.gob.mx/Aplicaciones/CCFE/Tarifas/Tarifas/tarifas_casa.asp

- [2] Sch. of Comput. Sci. & Eng., K. N. (2010). Design and implementation of smart home energy management systems based on zigbee. *Consumer Electronics, IEEE Transactions* , 56 (3), 1417 - 1425.
- [3]SENER. (s.f.). Prospectiva del sector eléctrico. Recuperado el 18 de 06 de 2020, de http://sener.gob.mx/res/PE_y_DT/pub/2013/Prospectiva_del_Sector_Electrico_2013-2027.pdf
- [4]FAO. (18 de 04 de 2015). Oferta y demanda de energía. Obtenido de <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/010/i0139s/i0139s03.pdf>
- [5] Greenpeace. (s.f.). Energía termoeléctrica: generadora de gases de efecto invernadero. Recuperado el 15 de 06 de 2020, de <http://www.greenpeace.org/mexico/Global/mexico/report/2008/7/energ-a-termoelectrica-genera.pdf>
- [6]MQTT. (s.f.). Recuperado el 15 de 06 de 2020, de <https://nodejs.org/>
- [7]NODE.js. (s.f.). Recuperado el 15 de 06 de 2020, de <https://nodejs.org/>
- [8]Wildi, T. (2007). Máquinas eléctricas y sistemas de potencia. México, DF: Pearson Educación.