



Tecnológico Nacional de México

Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez

Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica

Programa Educativo

Ingeniería Eléctrica

PRESENTA:

Hernández García Rodrigo Antonio.

Rodríguez Avadía Carlos.

NOMBRE DEL PROYECTO:

“Sistema para medir, monitorear, analizar, y controlar disturbios de calidad, eficiencia y fallas en máquinas eléctricas, uso racional de la energía y el modo de trabajo de una maquina a través de internet.”

ASESOR:

Dr. Rubén Herrera Galicia

PERIODO DE REALIZACIÓN:

Agosto – Diciembre 2018

AGRADECIMIENTOS

Al finalizar este trabajo queremos utilizar este espacio para agradecer a todas las personas que fueron participes en este proceso, ya sea de manera directa o indirecta, especialmente a nuestro asesor de residencia Dr. Rubén Herrera Galicia que fue crucial para la realización de este proyecto.

Queremos agradecerle a él por cada detalle y momento dedicado para aclarar cualquier tipo de duda que surgiera, agradecerle por la claridad y exactitud con la que dio cada discurso y lección.

Gracias al Dr. por haberme enseñado tan bien y por haberme permitido el desarrollo de este proyecto. Gracias Dr. Rubén herrera Galicia.

Gracias a nuestros padres que han sabido darnos su ejemplo de trabajo y honradez, fueron los mayores promotores durante este proceso, principal fuente de apoyo y motivadores para continuar cada día a través de este camino.

También queremos agradecer al Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez, directivos y profesores por la organización del programa de Ingeniería eléctrica, gracias por haber permitido realizar nuestra formación profesional en sus instalaciones.

RESUMEN

En el presente proyecto se lleva a cabo la realización de un sistema de monitoreo para máquinas eléctricas, utilizando el “internet de las cosas”, “big data” y “big data análisis”.

Para el sistema de monitoreo se utilizó el micro-ordenado BeagleBone Black, que, en conjunto con sensores de temperatura y corriente, forman un dispositivo capaz de medir y enviar los datos obtenidos de las variables eléctricas hasta una basa de datos.

ÍNDICE

| | |
|--|----|
| 1. Introducción | 5 |
| 1.1 Antecedentes..... | 5 |
| 1.2 Estado del arte | 11 |
| 1.3 Justificación | 13 |
| 1.4 Objetivo | 13 |
| 1.5 Metodología | 13 |
| 2. Fundamento Teórico | 14 |
| 2.1 Calidad de la Energía..... | 14 |
| 2.2 Uso eficiente de la Energía | 20 |
| 2.3 Máquinas Eléctricas | 21 |
| 3. Desarrollo | 23 |
| 3.1 Configuración de la tarjeta BeagleBone black | 23 |
| 3.2 Medir temperatura | 25 |
| 3.3 Medición de corriente | 27 |
| 3.4 Creación de la Base de Datos | 31 |
| 4. Resultados y conclusiones | 34 |
| 4.1 Resultados | 34 |
| 4.2 Conclusiones | 38 |
| Bibliografía | 39 |
| Anexos | 40 |

1. Introducción

1.1 Antecedentes

Internet de las cosas. - La revolución tecnológica es aquella que posibilita que *internet* alcance el mundo real de los objetos físicos, convirtiendo los mismos en “cosas inteligentes” vinculadas a *internet*. Se convirtió en una realidad capaz de generar gran cantidad de datos del mundo físico, los que, luego de ser analizados, pueden ser útiles en la toma de decisiones al contar con información valiosa en tiempo real y así mejorar las actividades cotidianas de manera inmediata [1].

El internet de las cosas (IoT) es la próxima generación de internet basado en el protocolo de internet (IP) [2], que por medio de dispositivos nos permiten el uso de datos generados por sensores, convirtiendo los objetos estáticos en objetos dinámicos y haciéndolos partícipes del “internet de las cosas” [3].

El Internet de las Cosas permite integrar objetos inteligentes de todo tipo y función, redes de sensores, y recursos de la Internet actual con las personas con el fin de compartir información que sea útil para aumentar el conocimiento y tomar decisiones [4].

Para una implementación exitosa de Internet of Things (IoT), los requisitos previos son demanda dinámica de recursos, necesidades en tiempo real, crecimiento exponencial de la demanda, disponibilidad de aplicaciones, protección de datos y privacidad del usuario, consumo de energía eficiente de las aplicaciones, ejecución de las aplicaciones cerca de los usuarios finales, acceso a un sistema de nube abierto e interoperable.

Según autores, hay tres componentes que requiere el Internet de las cosas sin interrupciones (IoT): a). Informática - hardware, b). Herramientas de almacenamiento y c). Informática de middleware bajo demanda para análisis de datos y presentación [5].

BigData. - Debido a la generación excesiva de datos que hay actualmente, las empresas buscan saber no solo lo que ocurre en la actualidad, sino también lo que va a suceder en un futuro, esto provoca que se requieran niveles de servicio más exigentes que hace unos años. Precisamente en esta circunstancia es donde se emplea Big data.

Definiciones del término Big data. - Para Enrique Dans Profesor de Innovación y Tecnología en IE Business School, Big data se refiere “al tratamiento y análisis de enormes repositorios de datos, tan desproporcionadamente grandes que resulta imposible tratarlos con las herramientas de bases de datos y analíticas convencionales” [6].

El analista Dan Kusnetzky, menciona que “La frase Big Data se refiere a las herramientas, procesos y procedimientos que permitan a una organización crear, manipular y administrar grandes conjuntos de datos e instalaciones de almacenamiento” [7].

Brian Hopkins analista principal de Forrester Research, define Big Data como las técnicas y tecnologías que hacen que sea económico hacer frente a los datos a una escala extrema. Para Hopkins el Big Data trata de tres cosas. Primera: las técnicas y la tecnología, lo que significa que la empresa tenga personal, el cual tenga gran representación y análisis de datos para tener un valor agregado con información que no ha sido manejada.

Segunda: escala extrema de datos que supera a la tecnología actual debido a su volumen, velocidad y variedad. Tercera: el valor económico, haciendo que las soluciones sean asequibles y ayuden a la inversión de los negocios [8]. Cabe mencionar que además de conocer la definición de Big data es necesario dimensionarlo, es decir ver cuáles son sus características. Estas son; Volumen, Variedad y Velocidad.

Volumen. - En este punto hacemos alusión al hecho del aumento masivo de datos por parte de las empresas (terabytes, petabytes y exabytes), que son creados por máquinas o personas. Un ejemplo de ello son los datos generados por las redes sociales, pues se estima que cada día Twitter genera más de 7 terabytes, y Facebook aproximadamente 10 terabytes de datos. Algunas empresas generan terabytes de datos cada hora.

Variedad. - Se encuentra muy relacionada con el volumen, pues de acuerdo con éste y al desarrollo de la tecnología, hay muchas formas de representar los datos; es el caso de datos estructurados y no estructurados; estos últimos son los que se generan en las páginas web, archivos de búsquedas, redes sociales, foros, correos electrónicos o producto de sensores en diferentes actividades de las personas.

Velocidad. - rapidez con la que se crean los datos, que es la medida en que aumentan los productos de desarrollos de software (páginas web, archivos de búsquedas, redes sociales, foros, correos electrónicos). Las tres características tienen coherencia entre sí. [9]

BigData analysis. - El análisis al Big data es donde las técnicas analíticas avanzadas operan en Big data. Aunque la definición es fácil de entender algunos usuarios siguen desconociendo el término y el medio donde es aplicado. [10]. Big Data es una herramienta de análisis de datos habilitados para los avances recientes en tecnologías que admiten captura, almacenamiento y análisis de datos a alta velocidad.

Las fuentes de datos se extienden más allá de la base de datos personales tradicionales para hacer correos electrónicos, salidas de dispositivos móviles y datos generados por sensores donde los datos ya no están restringidos a registros de bases de datos estructurados, sino a datos no estructurados sin formato estándar.

Big Data Análisis trata sobre el procesamiento de información no estructurada de registros de llamadas, transacciones de banca móvil, contenido generado en línea para usuarios como publicaciones de blogs y tweets, búsquedas en línea e imágenes que pueden transformarse en información comercial valiosa usando técnicas computacionales que revelan tendencias y patrones entre conjuntos de datos [11].

El objetivo del análisis de datos es examinar grandes cantidades de datos con una variedad de clases, con el fin de descubrir información que sea relevante y útil para la empresa, de manera que le permita tomar las mejores decisiones y obtener ventajas competitivas en comparación con otras de su clase. El análisis de datos se realiza con tecnologías de bases de datos como NoSQL, Hadoop y MapReduce, las cuales soportan el procesamiento del Big Data [9].

Análisis predictivo. Es el uso de datos históricos para pronosticar el comportamiento y las tendencias del consumidor. Es el uso de datos pasados o históricos para predecir tendencias futuras. Este análisis hace uso de modelos estadísticos y algoritmos de aprendizaje automáticos para identificar patrones y aprender de datos históricos. El análisis predictivo también se puede definir como un proceso que utiliza el aprendizaje automático para analizar datos y hacer predicciones [11].

Tecnologías de Big data. - Para el manejo de datos es necesario tener dos componentes básicos, hardware y software. De hardware se tienen arquitecturas de Procesamiento Paralelo Masivo (MPP), que ayudan a un rápido procesamiento.

Para el manejo de datos no estructurados o semiestructurados aparecen nuevas técnicas y tecnologías, como MapReduce o Hadoop, diseñado para el manejo de información estructurada, no estructurada o semiestructurada [9].

Disturbios de calidad de la energía: Caídas de tensión, sobretensiones. - El término calidad ha cobrado importancia en el sector eléctrico debido a la evolución de los sistemas eléctricos. El punto es mantener las condiciones mínimas de la calidad del servicio. Algunos aspectos importantes con enfoque a la calidad del servicio son: Continuidad del suministro, Características de la onda de tensión y Calidad en la atención y relación con el cliente.

Enfocándose en la calidad de la energía eléctrica los dos primeros aspectos son importantes. La continuidad del servicio se refiere al número de interrupciones por año, tiempo de interrupción, y usuarios afectados por interrupción. La interrupción del suministro de energía eléctrica es por causas aleatorias complejas de predecir y según la duración de éstas se clasifican en: instantáneas, momentáneas, temporales y de largo tiempo.

Las características de la onda de tensión describen la cantidad relativa de disturbios o a la degradación de sus parámetros. Los disturbios se deben a: armónicos, fluctuaciones de tensión, y transitorios. La tensión suministrada a una carga se caracteriza por cinco parámetros básicos: frecuencia, magnitud, forma de onda, desbalance y continuidad. La calidad del servicio se define en términos de las desviaciones de estos parámetros de sus valores ideales.

La prioridad que se da a la calidad de la tensión, por la presencia de perturbaciones transitorias o momentáneas, radica en el efecto que provoca en los sistemas eléctricos y en la percepción de los usuarios sobre la calidad del servicio. La mala calidad de la onda se manifiesta en: daños y malfuncionamiento de sistemas de control, mal funcionamiento de equipos de protección, aparición de arcos eléctricos, conexiones quemadas, sobrecalentamiento de maquinaria, reducción de la eficiencia eléctrica del sistema.

El origen de la mala calidad debe situarse tanto en los clientes como en los operarios de la red. Existe una creciente cantidad de disturbios generados por equipos electrónicos. La revolución electrónica exhibe equipos con características no lineales, que han incrementado considerablemente el deterioro de las señales de la tensión en la red.

Para definir los niveles adecuados de calidad, es recomendable una estrecha colaboración entre usuarios, empresas de electricidad y fabricantes de equipos. El usuario debe considerar instalar y operar los equipos de acuerdo a las

especificaciones. El fabricante de equipos debe conocer el ambiente de operación de sus equipos.

Los sistemas eléctricos son planeados para proveer el mejor servicio para los usuarios, pero es inevitable la presencia de disturbios y variaciones momentáneas detectables en el usuario. La naturaleza de los sistemas eléctricos ocasiona que las variaciones ocurridas en un punto se transmiten a cientos de kilómetros, a través de las redes de transporte y distribución, afectando a los elementos del sistema. Determinar el origen de las variaciones ocurridas es complejo.

Existen organismos internacionales que se dedican de forma continua al análisis de la importancia, evolución y consecuencias de la calidad de onda. Estos definen los métodos de medida de calidad de onda eléctrica y su interpretación. El estándar considera la frecuencia, magnitud, flicker, huecos, sobretensiones, interrupciones, los armónicos e Inter armónicos de tensión y corriente.

Tipos de perturbaciones. - Hueco de tensión: Disminución brusca de la tensión de la alimentación a un valor situado entre el 90% y el 1% de la tensión declarada, seguida del restablecimiento de la tensión después de un corto lapso de tiempo. La profundidad del hueco se define como la diferencia entre la tensión eficaz mínima durante el hueco de tensión y la tensión declarada.

Entre algunos efectos cabe citar el mal funcionamiento de dispositivos electrónicos, el disparo inapropiado de elementos de protección o reinicio de equipos provocando paros indeseados en máquinas, procesos y cadenas de producción.

Los fenómenos que intervienen en la aparición de un hueco en la red son diversos, pero de forma general podemos decir que éstos se inician por sobrecarga o cortocircuito y desaparecen bien por la acción de una protección del sistema eléctrico, que la aísla, o bien por la desaparición rápida de la sobrecarga.

Las causas más comunes de fallos en la red son las meteorológicas. Las descargas eléctricas sobre la línea o elementos metálicos de apoyo como torretas en medio de tormenta son causas frecuentes de cortocircuitos.

En origen de huecos de tensión en clientes debe centrarse en la operación brusca de cargas y fallos en el sistema eléctrico, así como disparos de elementos de protección.

La perturbación ocasionada por estas incidencias se propaga a través de los diferentes elementos y puede ser registrada mediante equipos especializados. Sus efectos en un punto concreto de la red dependen básicamente de la longitud recorrida y de la distribución de impedancias.

De forma representativa se pueden citar como efectos de una disminución de la tensión, los que afectan a: contactores, autómatas programables y electrónica de consumo. Contactores: Disminución de la tensión inferior al 50% durante más de 4 ciclos pueden provocar su apertura, dejando sin alimentación al circuito.

Autómatas programables (PLC): El Reset de uno de estos equipos puede producir la parada inmediata de una línea de producción, una máquina o la pérdida de control de un proceso. Las tarjetas de entrada y salidas son más sensibles que las propias unidades de control, llevando así a un mal funcionamiento cuando la alimentación disminuye por debajo del 90% durante pocos ciclos.

Electrónica de consumo: Un hueco de tensión puede manifestarse en un televisor dejando la pantalla negra durante varios segundos, puede reiniciar un reproductor de discos compactos o quedando en la espera de accionar un control.

Interrupción de alimentación: Condición en que la tensión en los puntos de suministro es inferior al 1% de la tensión declarada. Si sobrepasa los 3 minutos se considera interrupción larga y suele venir provocada por un efecto permanente, mientras que por debajo de los tres minutos se denomina interrupción breve.

Sobretensiones: Son incrementos de la tensión por encima del valor nominal o declarado. Se las califica de temporales cuando su duración es relativamente larga y suelen ser por maniobras (variaciones súbitas de carga), defectos o no linealidades. Son sobretensiones transitorias (oscilatorias o no) cuando su duración ronda los milisegundos como máximo.

Desequilibrio de tensión en un sistema trifásico. Estado en el cual el valor eficaz de las tensiones de fases o los desfases no son iguales. Armónicos: Tensiones sinusoidales cuya frecuencia es un múltiplo entero de la frecuencia fundamental de la tensión de alimentación.

EL origen de los armónicos se encuentra en la presencia de cargas no lineales en el sistema eléctrico. Las cargas no lineales se pueden clasificar en tres tipos: equipos electrónicos, cargas con inductancias saturables, y cargas con arcos de descarga.

Efectos de los armónicos en los conductores: Por un lado, las intensidades armónicas conducen a un aumento del valor eficaz de la corriente en los conductores lo que puede ocasionar actuaciones intempestivas de las protecciones. Por otro lado, a medida que aumenta la frecuencia de armónicos, el efecto skin y el efecto pelicular hacen más anunciados, reduciendo la sección efectiva del conductor; se incrementan las caídas de tensión y se sobrecalientan los conductores.

Efectos de los armónicos en el conductor neutro: Con armónicos de orden múltiplo de tres, éstos circulan por el conductor neutro, producen calentamiento y su posible destrucción si no se ha dimensionado correctamente.

Efectos de los armónicos en los transformadores: Se produce un aumento de pérdidas por efecto Joule en lo devanados, además, las pérdidas en el hierro también aumentan. En particular, las pérdidas debidas a las corrientes de Foucault son proporcionales al cuadrado de las frecuencias y las perdidas por histéresis son proporcionales a la frecuencia.

Efectos de los armónicos en los motores: La presencia de armónicos pueden generar vibraciones anormales debido a los pares motores, acortando la vida útil del motor.

Efectos de los armónicos sobre condensadores: Por un lado, la presencia de condensadores junto con las reactancias inductivas de la red puede provocar la aparición de resonancias que amplifican los armónicos existentes, produciendo sobrecalentamiento y la eventual destrucción del condensador. Por otro lado, la impedancia de un condensador disminuye con la frecuencia, obteniéndose las mismas consecuencias.

Efectos de los armónicos en equipos electrónicos: En general, los equipos cuyo funcionamiento se basa en la frecuencia de la red, dependiendo de los pasos por cero de la tensión, pueden tener problemas debido a la distorsión de la onda.

Efectos de los armónicos en mediciones eléctricas: Los aparatos cuyo funcionamiento se basa en el valor medido rectificado o el valor pico, realizan la corrección de la escala para obtener el valor eficaz de la magnitud medida bajo el presupuesto de que dicha magnitud presenta una forma de onda sinusoidal. Si la forma de onda no es sinusoidal se producirán errores en las medidas realizadas.

La utilización de transformadores de tensión o corriente pueden conducir a errores: posible saturación de los transformadores de tensión, aparición de un decalaje entre las corrientes del bobinado primario y secundario al utilizar transformadores de corriente. Interarmónicos: Tensión sinusoidal cuya frecuencia se sitúa entre las frecuencias de los armónicos, es decir, no es un múltiplo entero de la frecuencia fundamental.

Fluctuaciones de tensión: Serie de variaciones de tensión o variación cíclica de la envolvente de la tensión. La variación de luminancia del alumbrado debido a estas fluctuaciones produce el fenómeno ocular conocido como parpadeo.

1.2 Estado del arte

Rómulo Pérez y Hugo Torrez en el 2012 [12] diseñaron un sistema de Monitoreo en Tiempo real para el diagnóstico de transformadores de potencia en una empresa de energía eléctrica. A partir de las estadísticas de las fallas más comunes que se desarrollan en los transformadores con el propósito de incrementar su confiabilidad.

Para el análisis usaron el Diagrama de Causa-Efecto, también conocido como Diagrama de Ishikawa, el cual permite observar las interacciones entre los diferentes factores involucrados y dar orientación sobre alternativas tecnológicas de solución. El software utilizado en la programación gráfica es LabVIEW versión 10 con el módulo de tiempo real adicionado.

Oscar R. Rodriguez en el 2014 [13] diseño e implementó un sistema de monitoreo energético en el campus Rodriguez Lara – ESPE extensión Latacunga (Ecuador), usando como software de adquisición de datos LabVIEW. Para la base de datos utilizó MySQL. Utilizando Arduino UNO como tarjeta de adquisición de datos.

El sistema de monitoreo diseñad por Oscar R. consta de dos etapas, entre las cuales se encuentran los parámetros de configuración para la comunicación del medidor Sentrn PAC 3200 con LabVIEW y el HMI del sistema de monitoreo de las variables eléctricas y del consumo de energía en kWh.

Erick E. Gallardo y Alex Villazón en el 2018 [14] implementaron y desarrollaron un sistema de monitoreo energético y control doméstico basado en tecnología “Internet de las cosas”. A través del uso de una red de sensores y actuadores inalámbricos, que utilizan el protocolo de comunicación asíncrono MQTT para el envío de datos y permite su visualización en tiempo real.

En su proyecto se desarrollaron módulos electrónicos implementados sobre la plataforma de desarrollo nodeMCU, una placa hardware inalámbrica que incluye módulos de comunicación compatibles con el protocolo MQTT.

David A. Ortiz *et al*, en el 2018 [15], en la Universidad Santo Tomás de Aquino diseñaron e implementaron un sistema basado en Internet de las Cosas para monitorear el consumo energético por medio de una aplicación móvil. El proyecto tuvo como objetivo disminuir el consumo de energía eléctrica implementando un sistema que mide la potencia eléctrica. La tarjeta de adquisición de datos fue una Raspberry, programación en Python.

Lo que aquí se propone como proyecto es un sistema para medir, monitorear y analizar variables eléctricas, guardando los datos adquiridos en una base de datos para así controlar disturbios de la calidad, eficiencia y fallas en máquinas eléctricas y uso racional de la energía haciendo uso del Internet de las cosas y Big Data.

1.3 Justificación

Es necesario contar con un monitoreo constante de las máquinas eléctricas usadas en la industria, en escuelas e incluso en oficinas, por ello es necesario contar con un sistema eficaz, confiable e innovador para dicho “trabajo”.

La implementación de conceptos “nuevos” en los proyectos abre el panorama a más posibilidades, y marca una pauta de desarrollo tecnológico impulsando la innovación y la eficiencia. Usar el “IoT” permite aumentar la eficiencia en el control y monitoreo de las máquinas eléctricas debido a la constante comunicación que hay entre los dispositivos, haciendo así “dispositivos inteligentes”.

Un sistema de monitoreo contribuye para llevar un registro del consumo de la energía eléctrica, así como también se obtiene información valiosa en caso de algún tipo de falla que exista en la máquina eléctrica. La implementación de este proyecto permite tomar decisiones para el uso racional de la energía, analizando los aumentos de corriente en las máquinas eléctricas y controlando las cargas que se conectan a los transformadores.

1.4 Objetivo

Diseñar un sistema para medir, monitorear y analizar variables eléctricas (V, I, W, VA, Var, PF, THD) con fines de detección de disturbios de calidad (caídas de tensión, sobretensiones) y diagnóstico de eficiencia y fallas en máquinas eléctricas (perdida de fase, sobre corriente, fallas asimétricas y bajo factor de potencia) y que sirva para detectar oportunidades de uso racional de la energía. También, implementar una aplicación web para controlar el modo de trabajo de una maquina a través de internet: delta, estrella o desconexión.

1.5 Metodología

Se realizará una recopilación de información del funcionamiento de las partes que componen al hardware, para así conocer los parámetros de funcionamiento, conexiones en los dispositivos y las condiciones de funcionamiento en las cuales deben de operar cada una de las “partes”. A su vez, se realizará una investigación de los algoritmos y funciones utilizadas en las configuraciones del hardware usado.

Se investigará acerca de los disturbios de la calidad de la energía: Caídas de tensión y sobretensiones, analizando la información recopilada para conocer los orígenes, tipos, parámetros de medición y medidas de protección. A su vez se recopilará información sobre la eficiencia y fallas en máquinas eléctricas, analizando los parámetros medición y las medidas de protección.

Diseño de un sistema para medir, monitorear, analizar y controlar máquinas eléctricas con fines de detección de disturbios, diagnóstico y oportunidades de uso racional de la energía, implementando una aplicación web para controlar el modo de trabajo de una máquina a través de internet.

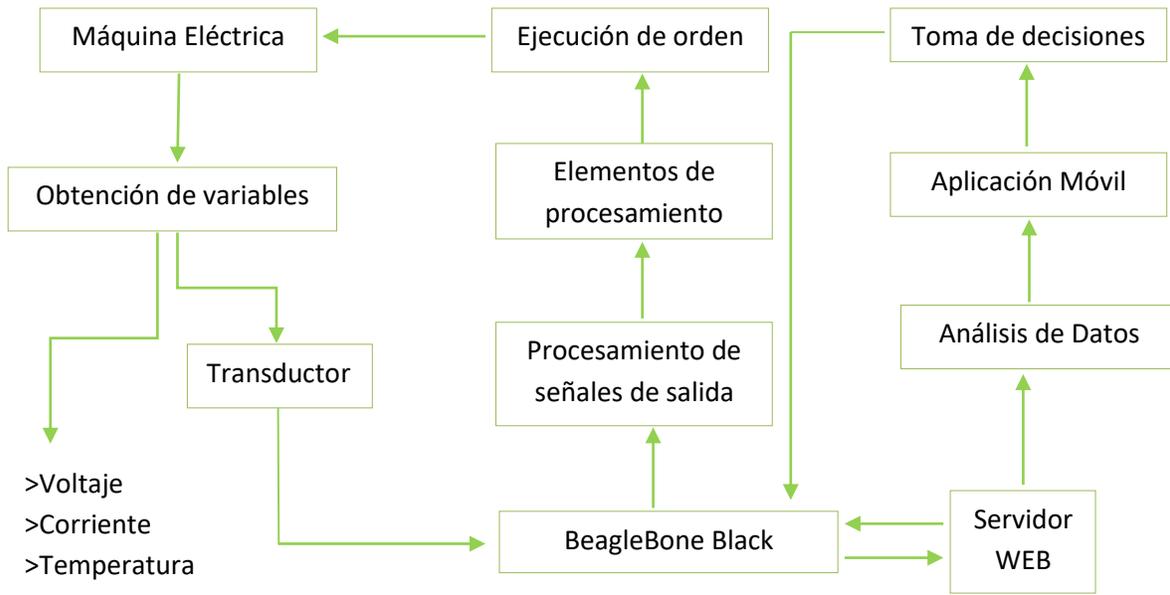


Fig. 1.1 Diagrama a Bloques de la arquitectura del sistema de monitoreo

2. Fundamento Teórico

2.1 Calidad de la Energía

El consumo de energía eléctrica crece en la actualidad de forma considerable debido al desarrollo de nuevas tecnologías que están transformando la sociedad en general, lo que aumenta continuamente la productividad. Históricamente este desarrollo tecnológico va ligado con la utilización de la energía eléctrica, siendo cada vez más alto el porcentaje de uso del consumo de energía eléctrica.

Dentro del concepto de calidad de energía, la alteración en la “forma de la onda” tiene lugar en los propios procesos de producción, transporte y distribución, así como en la utilización de determinados receptores que generan perturbaciones; siendo estos factores inevitables, pero si minimizables.

Las empresas de generación y distribución de energía eléctrica, tienen que afrontar dos importantes retos: Aumentar la capacidad de generación y distribución de energía eléctrica, para responder a la demanda creciente, debido a que los sistemas de generación y distribución están funcionando muy cerca del límite de su capacidad máxima.

Asegurar la calidad de la energía eléctrica suministrada, con la finalidad de garantizar el correcto funcionamiento de los equipos conectados a las redes de distribución, considerando también que la calidad de la energía eléctrica es de gran importancia para contribuir con el desarrollo tecnológico.

Hasta el momento no existe una definición completamente aceptada del término “Calidad del Suministro Eléctrico” o “Calidad de la Energía Eléctrica”, siendo los estándares internacionales más empleados los que marcan el rumbo de la definición:

El estándar IEC 61000-4-30 define el término “Calidad de Energía Eléctrica” como las características de la electricidad en un punto dado de la red eléctrica, evaluadas con relación a un conjunto de parámetros técnicos de referencia. El estándar IEEE 1159/1995 define el término “Calidad de Energía Eléctrica” como la gran variedad de fenómenos electromagnéticos que caracterizan la tensión y la corriente en un instante dado y en un punto determinado de la red eléctrica.

En general, la calidad del suministro de energía eléctrica se puede considerar como la combinación de la disponibilidad del suministro de energía eléctrica, junto con la calidad de la tensión y la corriente suministradas, entendiéndose como la falta de calidad como la desviación de esas magnitudes de su forma ideal, por lo que, cualquier desviación se considera como una perturbación o como una pérdida de calidad.

El problema es complejo por naturaleza, ya que una característica importante de la electricidad, y que no se presenta en otros productos, es que su utilización por parte de los consumidores modifica sus características. La conexión de los aparatos de los clientes al sistema de distribución de energía eléctrica da origen a que circulen corrientes eléctricas proporcionales a las demandas de esos clientes.

Estas corrientes al circular por los conductores de la red van a dar origen a caídas de tensión. La amplitud de la tensión suministrada a un cliente va a estar en función de las caídas de tensión acumuladas en todos los elementos de la red por la que se alimenta el cliente, y que va a estar afectada por su propia demanda y por la demanda simultánea de otros clientes. Como la demanda de cada cliente está variando continuamente, la tensión suministrada también lo hace en la misma forma.

La posibilidad de daños o averías en los elementos que componen el sistema de generación y distribución de la energía eléctrica, debido a múltiples causas, como condiciones climáticas, desgastes, envejecimientos, la propia actividad humana, el efecto de los animales u otros, también pueden afectar o interrumpir el suministro de energía eléctrica a los clientes.

Por lo tanto, los factores que definen la calidad de la energía eléctrica dependen tanto del generador y del distribuidor como del propio cliente, por lo que, para asegurar unos niveles óptimos de calidad en el suministro eléctrico es necesaria la cooperación de todos los agentes que intervienen en el proceso.

El efecto más importante que produce la pérdida de la calidad de la energía eléctrica es el mal funcionamiento o la avería de los equipos conectados a la red de distribución. Los equipos eléctricos y electrónicos como los computadores personales, autómatas programables, equipos de iluminación, equipos de electrónica de consumo, pueden funcionar de forma incorrecta si la energía eléctrica suministrada se interrumpe solamente durante unas décimas de segundo o incluso centésimas de segundo.

Este mal funcionamiento de los equipos puede originar problemas importantes en un entorno residencial o comercial, pero los efectos económicos que pueden producir en los procesos industriales, como la parada o el daño de equipos, son de elevada magnitud.

Antes de que la electrónica irrumpiera en todo tipo de equipos industriales y de consumo, la compatibilidad significaba únicamente comprobar que la tensión y la frecuencia en la placa del equipo fuesen consistentes con la alimentación a la que este se conectaba.

En la actualidad, y desgraciadamente, los equipos electrónicos proporcionan capacidades que requieren mayor atención en sus aplicaciones en los sistemas eléctricos. Fenómenos que antes eran secundarios como sobretensiones, distorsión armónica, y variaciones de frecuencia, son ahora significativos.

El estudio de la calidad de energía eléctrica ha adquirido importancia y tal vez la razón más importante es la búsqueda del aumento de productividad y competitividad de las empresas. Así mismo porque existe una interrelación entre la calidad de la energía eléctrica, la eficiencia y la productividad.

Para aumentar la competitividad, las empresas requieren optimizar su proceso productivo mediante utilización de equipos de alta eficiencia, como motores eléctricos y bombas. Automatización de sus procesos mediante dispositivos electrónicos y de computación. Reducción de costos vinculados con la continuidad

del servicio y la calidad de la energía. Reducción de las pérdidas de energía. Evitar costos por sobredimensionamiento y tarifas. Evitar el envejecimiento prematuro de los equipos.

Un circuito eléctrico de corriente alterna consta, en su caso más sencillo, de una fuente de energía y de una carga eléctrica. La fuente proporciona energía eléctrica y la carga la transforma en otro tipo de energía. Siempre que la fuente proporcione una determinada cantidad de potencia eléctrica, la señal de tensión de la fuente forzará una señal de corriente a través del circuito.

Cuando se habla de Calidad de la Energía Eléctrica, se está haciendo referencia tanto a la calidad de las señales de tensión y corriente, como a la continuidad o confiabilidad del servicio de energía eléctrica.

La creciente utilización de dispositivos basados en microelectrónica, los cuales son cada vez más susceptibles y menos inmunes al entorno electromagnético, ha incrementado en los últimos años el interés por las señales de tensión y corriente eléctrica; esto ha venido acompañando con el desarrollo de equipos de protección y una terminología especial para describir los fenómenos.

El concepto de Calidad de la energía ha evolucionado en la última década a escala mundial. Se ha aumentado la importancia de un suministro de energía eléctrica basada en criterios que van más allá de la simple continuidad o confiabilidad del servicio, pasando a un espectro mucho más amplio que tiene que ver con grandes desarrollos científicos y tecnológicos en los campos de la interferencia y la compatibilidad electromagnética.

La Calidad de la Energía Eléctrica (CEL) en términos generales es un conjunto de propiedades inherentes tanto al servicio como a la señal de tensión o corriente eléctrica que permiten apreciarla como igual, mejor o peor que otras. Por tanto, la CEL en su concepto más amplio debe considerar tanto la continuidad del servicio como las señales de tensión y corriente eléctrica, en un tiempo dado y en un espacio determinado de un sistema de potencia eléctrico.

La definición del término Calidad de la Energía Eléctrica no es única y varía de país en país. El Instituto EPRI (Electric Power Research Institute) de los Estados Unidos, por ejemplo, define la calidad de la Energía Eléctrica (Power Quality) como: "Cualquier problema de potencia manifestado en la desviación de la tensión, de la corriente o de la frecuencia, de sus valores ideales que ocasione falla o mala operación del equipo de un usuario."

La norma IEC (61000-2-2/4) y la norma CENELEC (50160) definen la Calidad de la Energía Eléctrica como: “Una característica física del suministro de electricidad, la cual debe llegar al cliente en condiciones normales, sin producir perturbaciones ni interrupciones en los procesos del mismo”.

Para la norma IEEE 1159 de 1995: “El termino se refiere a una amplia variedad de fenómenos electromagnéticos que caracterizan la tensión y la corriente eléctricas, en un tiempo dado y en una ubicación dada en el sistema de potencia”.

La CREG en Colombia en su Resolución 070 de 1998 conceptuó que: “El termino calidad de la potencia suministrada se refiere a las perturbaciones y variaciones de estado estacionario de la tensión y corriente suministrada por el Operador de Red. El termino calidad del servicio prestado se refiere a los criterios de confiabilidad del servicio.”

Algunos países han incluido en el concepto de Calidad de Energía Eléctrica – CEL tanto lo correspondiente al diseño, construcción y operación de la instalación eléctrica como la atención al usuario (facturación y reclamos).

A continuación, se propone definir la CEL y, a partir de allí, desarrollar su concepto: “La Calidad de la Energía Eléctrica – CEL, es un conjunto de características físicas de las señales de tensión y corriente para un tiempo dado y un espacio determinado, con el objetivo de satisfacer necesidades de un cliente”.

Algunos autores consideran que la entidad a la cual se aplica el concepto de Calidad de la Energía Eléctrica es solamente la señal de tensión. Esto sería cierto si se considera un sistema eléctrico lineal en el cual el generador alimenta una sola carga, mediante una fuente de tensión.

Sin embargo, los sistemas eléctricos pueden ser enmallados y una carga (corriente) puede contaminar nuevamente a la red de alimentación y esta a su vez aumentar a otra carga con una señal de tensión y corriente contaminada. Por ello lo más conveniente es involucrar en la Calidad de la Energía Eléctrica tanto a la fuente como a la carga, es decir las señales de tensión y corriente.

Las características físicas de la CEL, son la continuidad del servicio durante las 24 horas del día y los 365 días del año, la amplitud, frecuencia, forma de onda de la señal de tensión y corriente, las cuales están definidas por valores o índices en resoluciones, guías o normas nacionales e internacionales, dentro de rangos que son técnica y económicamente aceptables.

La discontinuidad o variación de los valores o índices, pueden causar degradación, mal funcionamiento o fallas en dispositivos, equipos o sistemas eléctricos,

electrónicos o de comunicación, que disminuyen la CEL y afectan técnica y económicamente a sus usuarios.

La calidad de energía eléctrica puede dividirse en dos grandes temas: La Calidad del Servicio de Energía Eléctrica, el cual tiene que ver directamente con el tiempo, es decir, la Continuidad del Servicio. La Calidad de la Potencia Eléctrica, que se refiere a las variaciones en la forma de onda, frecuencia y amplitud de las señales de corriente y tensión.

La calidad del servicio debe entenderse en este contexto como la continuidad de la señal de tensión y no, como otros lo consideran, atención al cliente, donde involucran todo lo referente a la administración, desde la preparación y entrega de las facturas de consumo de energía eléctrica, hasta la respuesta a las demandas telefónicas de los usuarios por desconexión del circuito.

Con base en lo anterior se pueden caracterizar, cinco variables que definen la CEL: La amplitud, la frecuencia, la forma de la onda, el balance de las fases, la continuidad.

Amplitud. La amplitud de onda es el valor máximo, tanto positivo como negativo, que puede llegar a adquirir la senoide de una señal de corriente alterna. El valor máximo positivo que toma la amplitud de una onda senoidal recibe el nombre de "pico o cresta", mientras que el valor máximo negativo de la propia onda se denomina "vientre o valle". El punto donde el valor de la onda se anula al pasar del valor positivo al negativo, o viceversa, se conoce como "nodo" o "cero".

Frecuencia. Constituye un fenómeno físico que se repite cíclicamente un número determinado de veces durante un segundo de tiempo y puede abarcar desde uno hasta millones de ciclos por segundo o hertz (Hz).

Forma onda. La variación de la tensión con el tiempo puede tener diferentes formas: senoidal (forma fundamental y más frecuente en casi todas las aplicaciones), triangula y cuadrada. La onda senoidal representa el valor de la tensión de la corriente alterna a través del tiempo.

La corriente alterna cambia constantemente su valor. Comienza en cero, crece hasta un máximo positivo, luego decrece y llega a cero, alcanza un máximo negativo y luego otra vez cero, repitiéndose esto indefinidamente. Cada repetición, desde el inicio en cero hasta que vuelve al punto de partida se llama ciclo. La mitad de un ciclo se denomina semiciclo.

Balance de fases. Conectando generadores en un punto común si las cargas son equilibradas, las corrientes (de frecuencia fundamental), en los conductores de retorno suman cero, eso quiere decir que el sistema es balanceado.

Un sistema simétrico, es aquel donde las tres tensiones tienen igual magnitud de tensión y sus fasores están a 120° entre sí. Una carga simétrica, es aquella que genera tres corrientes de magnitudes y fases iguales respecto a la tensión.

La principal causa del desbalanceo de fases son las cargas monofásicas sobre el sistema, debido a una distribución no homogénea, en especial la de consumidores de baja tensión; los efectos se resumen en la aparición de componentes de corriente de secuencia inversa y homopolar que dan como resultado: Pérdidas adicionales de potencia y energía, calentamiento adicional de máquinas, reducción de los sistemas de distribución en el transporte de potencia y propagación de desbalance a otros nodos de conexión de la red.

Continuidad del suministro. Es determinada por el número y la duración de las interrupciones. Existen dos tipos de interrupciones del suministro: Interrupciones programadas e interrupciones imprevistas. Los estándares de la IEEE definen interrupciones sostenidas a aquellas que dura más de 3 s.

Las interrupciones programadas son aquellas en las cuales se avisa con la suficiente anticipación a los clientes. Mientras que las interrupciones imprevistas son todas las que no se contemplan.

Las principales causas de las interrupciones en un sistema de energía eléctrica son: Falta de inversión, sequías, crecimiento de la demanda, fallos en el sistema, mala actuación del sistema de protecciones, fallas, longitud excesiva.

2.2 Uso eficiente de la Energía

El uso eficiente de la energía es reducir la cantidad de energía eléctrica y de combustibles que utilizamos, pero conservando la calidad y el acceso a bienes y servicios. Usualmente dicha reducción en el consumo de energía se asocia a un cambio tecnológico, ya sea por la creación de nuevas tecnologías que incrementan el rendimiento de los artefactos o por nuevos diseños de máquinas y espacios.

Ahorrar energía, en cambio, puede significar reducir o dejar de realizar determinadas actividades, para evitar el consumo de energía. Por ejemplo, el ahorro energético se genera cuando apagamos la luz para reducir el consumo de energía. Si, en cambio, reemplazamos el foco incandescente por uno más eficiente, estamos tomando una medida de Eficiencia Energética, que nos proporcionará una

disminución en el consumo de energía, sin perjuicio del desarrollo de nuestras actividades.

Tampoco se debe confundir la EE con la Energía Renovable (ER), esta última corresponde a la energía que se obtiene de fuentes naturales virtualmente inagotables, tales como el sol o el viento. En resumen, la ER es un tipo de energía, mientras que la EE es un análisis de todo el sistema, que podrá presentar como medidas de reducción de consumo de energía, el uso de ER.

2.3 Máquinas Eléctricas

Las máquinas eléctricas son el resultado de la aplicación de los principios del electromagnetismo y en particular la ley de inducción de Faraday. Las máquinas eléctricas se caracterizan por tener circuitos eléctricos y magnéticos entrelazados. Este tipo de máquinas realizan una conversión de energía de una forma en otra, una de las cuales, al menos, es eléctrica. Una de las máquinas eléctricas más importantes que existen es el motor eléctrico también existen otro tipo de máquinas eléctricas como son los generadores y los transformadores.

Un motor eléctrico es una máquina eléctrica que transforma la energía eléctrica en mecánica. La acción se desarrolla introduciendo una corriente en la máquina por medio de una fuente externa, que interacciona con el campo produciendo el movimiento de la máquina; aparece entonces una fem inducida que se opone a la corriente de ahí su nombre fuerza contra-electromotriz. En resumen, el motor necesita una energía eléctrica de entrada para producir la energía mecánica de salida. Existen diferentes tipos de motores eléctricos.

Motores síncronos. Se caracterizan por la introducción de una corriente alterna de frecuencia f_2 por el inducido teniendo el inductor $f_1=0$. Este motor tiene el inconveniente de que gira a una velocidad fija, con el consiguiente problema de arranque y pérdida de sincronismo cuando se producen pares de frenado bruscos.

Motores de CC. En este tipo de motores se introduce cc por el inductor y por las escobillas del inducido, apareciendo un par que hace girar el rotor de la máquina. La velocidad de giro puede regularse fácilmente controlando la corriente del inductor o del inducido o de ambas a la vez. Esta facilidad de regulación de la velocidad unida a los altos pares de arranque lo han hecho insustituible dentro de aquellas aplicaciones que necesitan una velocidad variable.

Motores asíncronos o de inducción. Están constituidos por un devanado inductor situado en el estator por el que se introduce un CA de frecuencia f_1 . En motores de potencia superior a $\frac{1}{2}$ CV, el devanado anterior es trifásico, al igual que la corriente

de alimentación, y aparece como consecuencia un campo magnético de una velocidad n .

En este tipo de motores el campo giratorio del estator induce fem en el devanado del rotor y al estar este en cortocircuito o cerrado por medio de un reóstato de arranque aparecen corrientes en el rotor que al reaccionar con el campo giratorio del estator. Esto provoca el movimiento de la máquina a una velocidad n muy cercana y por debajo de la de sincronismo.

Motores de corriente alterna de colector. Motores universales. Se caracterizan por estar formados por un inductor situado en el estator, alimentado generalmente por CA monofásica. El inducido está en el rotor y dispone de colector de delgas con una apariencia física análoga a las máquinas de CC. Normalmente los devanados del estator y rotor van en serie resultando una máquina de características similares al motor serie de CC. Pueden adaptarse al funcionamiento de CA. y CC recibiendo el nombre de motores universales.

Transformador. Se denomina transformador a un dispositivo electromagnético (eléctrico y magnético) que permite aumentar o disminuir el voltaje y la intensidad de una corriente alterna manteniendo constante la potencia (ya que la potencia que se entrega a la entrada de un transformador ideal, esto es, sin pérdidas, tiene que ser igual a la potencia que se obtiene a la salida).

En su forma más simple, un transformador está formado por dos bobinas de conductores con espiras enrolladas (devanado) sobre un núcleo cerrado de hierro dulce (núcleo magnético). Estos conjuntos de vueltas se denominan: Bobina o Devanado Primario al que recibe el voltaje de entrada y Bobina secundaria o Secundario a aquella que entrega el voltaje transformado o de salida.

La bobina primaria recibe una tensión por lo que se crea una fuerza electromotriz (fem) en las espiras lo que provoca que circule por las espiras una corriente alterna. Esta corriente inducirá (crea) un flujo magnético (Φ_1) en el núcleo magnético del transformador (según Oersted). Como el bobinado secundario está arrollado sobre el mismo núcleo que el del primario, el flujo magnético circulará a través del núcleo hasta llegar a las espiras del bobinado secundario.

Este flujo magnético atraviesa las espiras del Secundario (Φ_2) generando una fuerza electromotriz (fem) en las espiras del secundario y una fuerza electromotriz (fem) en los extremos del devanado secundario (según Faraday).

3. Desarrollo

3.1 Configuración de la tarjeta BeagleBone black

Para trabajar con la tarjeta BeagleBone black se necesita contar con los drivers para Windows, por default la tarjeta viene cargada con el sistema operativo Linux debían. Aunado a esto, también se necesita un programa para comunicación con la tarjeta, en nuestro caso usamos Putty. Esto permite hacer una conexión SSH.

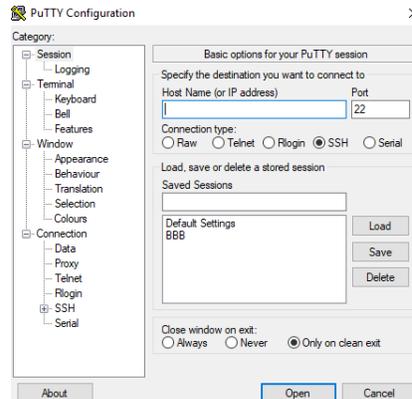


Fig. 3.1 Programa de comunicación SSH

Cuando ejecutamos Putty necesitamos introducir la dirección IP del dispositivo en “host name”, en nuestro caso es: 192.168.7.2. Marcamos conexión SSH y al presionar open accedemos a la tarjeta de desarrollo BeagleBone black.

Dentro de la tarjeta usamos como nombre de usuario: debían y contraseña: tempPWD, estos vienen por defecto. Para programar se necesita entrar en “root” que es el privilegio de administrador, para lo cual introducimos el comando `sudo -i` con esto podremos iniciar la creación del programa.

```
debian@beaglebone: ~  
login as: debian  
debian@192.168.7.2's password:  
  
The programs included with the Debian GNU/Linux system are free software;  
the exact distribution terms for each program are described in the  
individual files in /usr/share/doc/*/copyright.  
  
Debian GNU/Linux comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY, to the extent  
permitted by applicable law.  
Last login: Thu Dec 20 12:04:45 2018 from 192.168.7.1  
debian@beaglebone:~$ sudo -i  
[sudo] password for debian:  
root@beaglebone:~#
```

Fig. 3.2 Usuario Debian GNU/Linux

El lenguaje de Programación a utilizar es Python y como usamos sus librerías necesitamos conectar la tarjeta a internet. Además, estar conectado sirve a la hora de realizar la comunicación con la base de datos. Para lograr esto habilitamos el wifi usando el comando: “connmanctl enable wifi”. Después escaneamos las redes disponibles ejecutando “connmanctl scan wifi”. Una vez que termine de escanear pedimos que muestre las redes disponibles con “connmanctl services”.

Ubicando la red deseada ejecutamos “connmanctl” con esto entramos a modo interactivo de “connman” es decir que solo usan comandos de esta utilidad. En el modo interactivo usamos el comando “agent on” y después el comando “connect wifi” en el cual pondremos el nombre de la red y se pedirá la clave. Con “quit” se sale del modo interactivo. En la Fig. 3.3 se muestra la descarga de las librerías.

```
root@beaglebone:~# sudo apt-get update
0% [Waiting for headers]^C
root@beaglebone:~# sudo apt-get install build-essential python-dev python-setuptools python-pip python-smbus -y
Reading package lists... Done
Building dependency tree
Reading state information... Done
build-essential is already the newest version (12.3).
python-smbus is already the newest version (3.1.2-3).
python-dev is already the newest version (2.7.13-2).
python-pip is already the newest version (9.0.1-2).
python-setuptools is already the newest version (33.1.1-1).
0 upgraded, 0 newly installed, 0 to remove and 53 not upgraded.
root@beaglebone:~#
```

Fig. 3.3 Descarga de las librerías.

Para iniciar a programar en Python dentro de la tarjeta, debemos haber entrado en “root”, una vez que estemos en usuario “root” procedemos a ejecutar el comando “nano” más el nombre que le queramos dar al programa y con la extensión .py la cual indica que el programa a usar será Python, como se muestra a continuación.

```
debian@beaglebone: ~
login as: debian
debian@192.168.7.2's password:

The programs included with the Debian GNU/Linux system are free software;
the exact distribution terms for each program are described in the
individual files in /usr/share/doc/*/copyright.

Debian GNU/Linux comes with ABSOLUTELY NO WARRANTY, to the extent
permitted by applicable law.
Last login: Thu Jan 10 16:22:33 2019 from 192.168.7.1
debian@beaglebone:~$ sudo -i
[sudo] password for debian:
root@beaglebone:~# nano pot.py
GNU nano 2.7.4 File: pot.py Modified
codigo del programa
```

Fig. 3.4 Inicio del código del programa con usuario root.

Después de lo anterior iniciaremos a escribir el código del programa para eso llamamos a librería de las puertas analógicas con el comando “import Adafruit_BBIO.ADC as ADC” y el comando “ADC.setup”, esto es para que podamos usar los pines analógicos de la tarjeta y así realizar las lecturas de los sensores. Además, el comando “time sleep” nos permite modular cada cuanto se ejecuta el programa.

```
debian@beaglebone: ~
debian@beaglebone:~$ sudo -i
[sudo] password for debian:
root@beaglebone:~# nano pot.py
GNU nano 2.7.4 File: pot.py Modified

import Adafruit_BBIO.ADC as ADC
ADC.setup()
from time import sleep
```

Fig. 3.5 Código base

A partir de este punto el código del programa cambian según el tipo de sensor esto se mostrará en las siguientes secciones.

3.2 Medir temperatura

El sensor a utilizar para la medición de temperatura es un LM35 que proporciona un rango de medición desde -55°C a 150°C . Tiene una facilidad para medir la temperatura ya que proporciona 10 mV por cada grado centígrado. Se identifican los pines con los que cuenta la tarjeta BeagleBone black, ver Fig. 3.6.

Beaglebone Black Pinout Diagram

| P9 | | | |  | P8 | | | |
|-----------|---------------|----------|-----------|--|---------------|----------|-------------|--|
| Function | Physical Pins | Function | Function | | Physical Pins | Function | | |
| DGND | 1 | 2 | DGND | DGND | 1 | 2 | DGND | |
| VDD 3.3 V | 3 | 4 | VDD 3.3 V | MMCI_DAT6 | 3 | 4 | MMCI_DAT7 | |
| VDD 5V | 5 | 6 | VDD 5V | MMCI_DAT2 | 5 | 6 | MMCI_DAT3 | |
| SYS 5V | 7 | 8 | SYS 5V | GPIO_66 | 7 | 8 | GPIO_67 | |
| PWR_BTN | 9 | 10 | SYS_RESET | GPIO_69 | 9 | 10 | GPIO_68 | |
| UART4_RXD | 11 | 12 | GPIO_60 | GPIO_45 | 11 | 12 | GPIO_44 | |
| UART4_TXD | 13 | 14 | EHRPWM1A | EHRPWM2B | 13 | 14 | GPIO_26 | |
| GPIO_48 | 15 | 16 | EHRPWM1B | GPIO_47 | 15 | 16 | GPIO_46 | |
| SPIO_CS0 | 17 | 18 | SPIO_D1 | GPIO_27 | 17 | 18 | GPIO_65 | |
| I2C2_SCL | 19 | 20 | I2C_SDA | EHRPWM2A | 19 | 20 | MMCI_CMD | |
| SPIO_DO | 21 | 22 | SPIO_SCLK | MMCI_CLK | 21 | 22 | MMCI_DAT5 | |
| GPIO_49 | 23 | 24 | UART1_TXD | MMCI_DAT4 | 23 | 24 | MMCI_DAT1 | |
| GPIO_117 | 25 | 26 | UART1_RXD | MMCI_DAT0 | 25 | 26 | GPIO_61 | |
| GPIO_115 | 27 | 28 | SP11_CS0 | LCD_VSYNC | 27 | 28 | LCD_PCLK | |
| SP11_DO | 29 | 30 | GPIO_112 | LCD_HSYNC | 29 | 30 | LCD_AC_BIAS | |
| SP11_SCLK | 31 | 32 | VDD_ADC | LCD_DATA14 | 31 | 32 | LCD_DATA15 | |
| AIN4 | 33 | 34 | GND_ADC | LCD_DATA13 | 33 | 34 | LCD_DATA11 | |
| AIN6 | 35 | 36 | AIN5 | LCD_DATA12 | 35 | 36 | LCD_DATA10 | |
| AIN2 | 37 | 38 | AIN3 | LCD_DATA8 | 37 | 38 | LCD_DATA9 | |
| AIN0 | 39 | 40 | AIN1 | LCD_DATA6 | 39 | 40 | LCD_DATA7 | |
| GPIO_20 | 41 | 42 | ECAPWMO | LCD_DATA4 | 41 | 42 | LCD_DATA5 | |
| DGND | 43 | 44 | DGND | LCD_DATA2 | 43 | 44 | LCD_DATA3 | |
| DGND | 45 | 46 | DGND | LCD_DATA0 | 45 | 46 | LCD_DATA1 | |

| LEGEND | |
|------------------------|--|
| Power, Ground, Reset | |
| Digital Pins | |
| PWM Output | |
| 1.8 Volt Analog Inputs | |
| Shared I2C Bus | |
| Reconfigurable Digital | |

Fig. 3.6 Diagrama de pines tarjeta BeagleBone Black

Para el programa de temperatura usamos los pines analógicos desde el 32-40 de P9. En este caso usaremos el pin P9.36 que es la compuerta AIN5, para la obtención de valores. Las puertas del sensor LM35 se conectan a los pines del BeagleBone de la siguiente manera: Gnd en pin P9.1, +Vs en pin P9.3, Output en pin P9.36, ver Fig. 3.7.

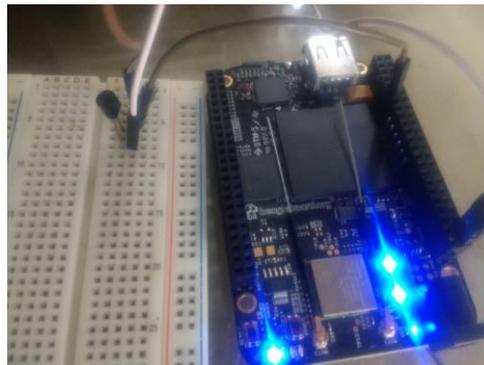
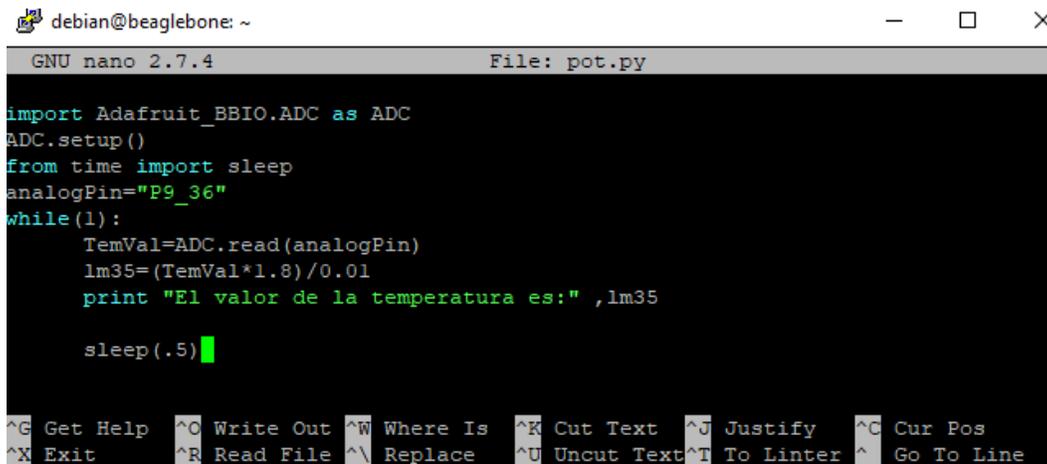


Fig. 3.7 Sensor conectado a los pines de la Tarjeta BeagleBone

Con el sensor conectado en AIN5 podemos adquirir los valores obtenidos, para eso se usa el comando “analogPin=”. Una vez definido el pin a usar abrimos un ciclo while, dentro de este ciclo pondremos el cuerpo del programa definimos Temval para el valor de la temperatura y esta la igualaremos a la lectura del pin analógico de la tarjeta con el comando “ADC.read(analogPin)”.

Teniendo en cuenta que la lectura analógica devuelve un numero entre 0 y 1, proporcional al voltaje aplicado se debe de multiplicar el valor de lectura por 1.8 para convertir a voltaje real. Aunado a esto consideramos la relación del sensor al transformar el voltaje a temperatura, como se mencionó el sensor proporciona 10 mV por cada °C.

Considerando lo anterior obtenemos la formula $(\text{Temval} * 1.8) / (0.01)$ esta será utilizada a la hora de obtener la temperatura en °C, el resultado de la operación ira a la variable que definimos como lm35. Al finalizar mandamos a imprimir el valor de lm35 y ponemos cada cuanto se ejecutará el programa, ver Fig. 3.8.



```
debian@beaglebone: ~  
GNU nano 2.7.4 File: pot.py  
import Adafruit_BBIO.ADC as ADC  
ADC.setup()  
from time import sleep  
analogPin="P9_36"  
while(1):  
    TemVal=ADC.read(analogPin)  
    lm35=(TemVal*1.8)/0.01  
    print "El valor de la temperatura es:" ,lm35  
  
    sleep(.5)
```

Fig. 3.8 Programa de temperatura finalizado

3.3 Medición de corriente

Para medir la corriente utilizaremos un SCT-013 30/1V, ya que cuenta con una resistencia de carga incluida lo que facilita la lectura de los datos. Un inconveniente de este sensor es que su salida es una señal alterna, cuyos valores no está dentro del rango de las entradas analógicas de la BeagleBone black, así que tendremos que acondicionarla para una salida de 0 a 5V.

Se rectificará la entrada y trabajaremos con la parte positiva de la señal del sensor, para esto usamos un operacional que será el LM358, que trabaja con polaridad

positiva, de esta forma se eliminará la parte negativa de la señal, con una rectificación de media onda podemos trabajar. El circuito que utilizaremos está en la Fig. 3.9.

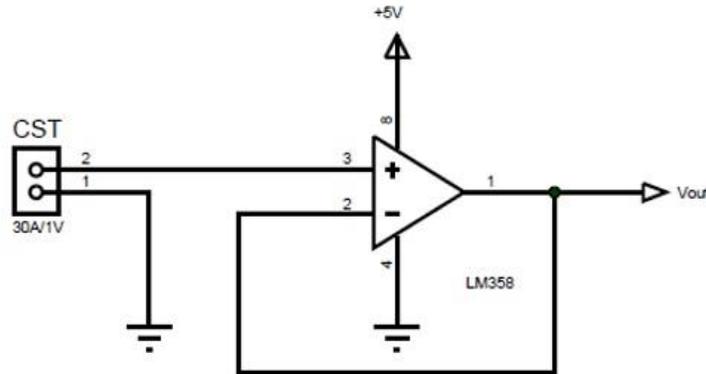


Fig. 3.9 Operacional LM358, con polaridad positiva.

El SCT cuenta con un conector Jack de audio, a la hora de hacer uso del sensor necesitaremos un Jack hembra, el diagrama del conector se presenta en la Fig. 3.10.

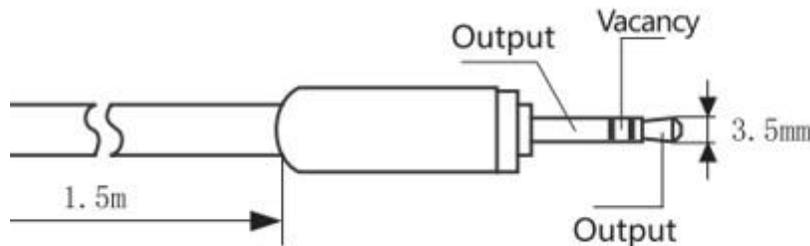
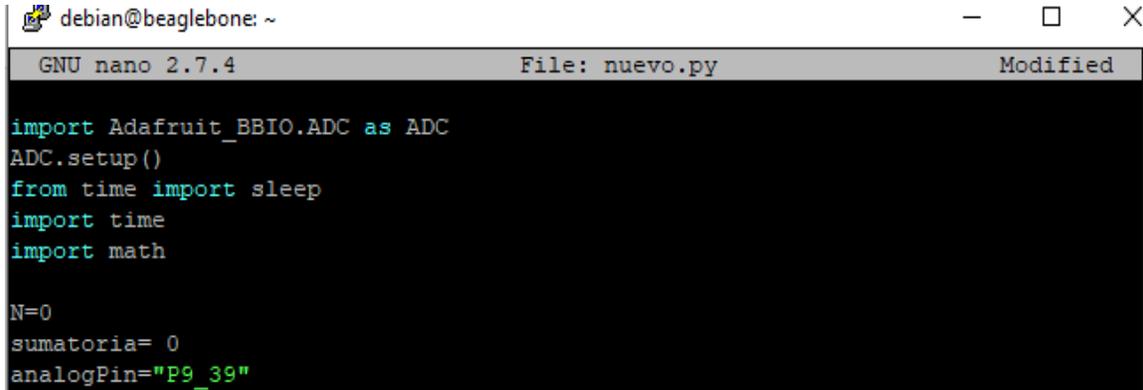


Fig. 3.10 Operacional LM358, con polaridad positiva.

Una de las salidas del sensor se conecta a tierra y la otra al pin 3 del LM358 que corresponde a la entrada positiva del operacional. La salida del operacional que es el pin 1 se conecta a la entrada analógica P9.39. Una vez terminadas las conexiones de los dispositivos, procedemos a realizar la programación en Python.

El programa del sensor de temperatura lo llamaremos “nuevo.py” iniciamos con el código base ya descrito, pero le agregaremos la librería “math”, además definimos la variable “N” y “sumatoria”. El pin que realizará la lectura del sensor será el “P9_39”, ver Fig. 3.11



```

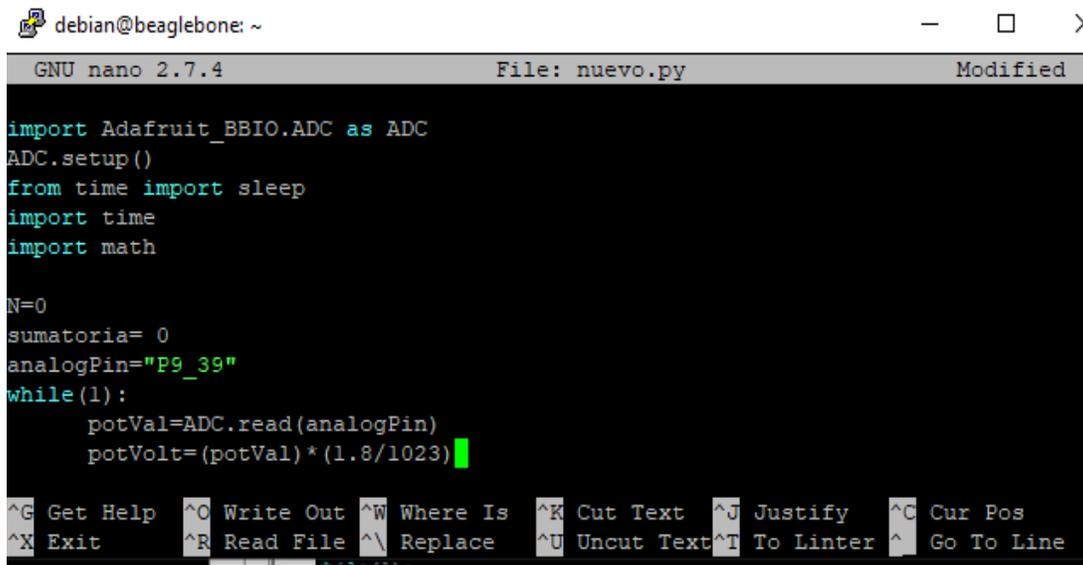
debian@beaglebone: ~
GNU nano 2.7.4 File: nuevo.py Modified
import Adafruit_BBIO.ADC as ADC
ADC.setup()
from time import sleep
import time
import math

N=0
sumatoria= 0
analogPin="P9_39"

```

Fig. 3.11 Código base para el sensor de corriente.

Después de lo anterior abrimos un ciclo while donde pondremos la lectura analógica dentro de la variable “potVal”, como sabemos debemos convertirla a un voltaje real para esta ocasión usaremos 1.8V dividido entre el voltaje del sensor. La fórmula que nos quedaría es $(potVal) * (1.8/1023)$ el resultado iría a la variable “potvolt”., ver Fig. 3.12.



```

debian@beaglebone: ~
GNU nano 2.7.4 File: nuevo.py Modified
import Adafruit_BBIO.ADC as ADC
ADC.setup()
from time import sleep
import time
import math

N=0
sumatoria= 0
analogPin="P9_39"
while(1):
    potVal=ADC.read(analogPin)
    potVolt=(potVal) * (1.8/1023)

```

[^]G Get Help [^]O Write Out [^]W Where Is [^]K Cut Text [^]J Justify [^]C Cur Pos
[^]X Exit [^]R Read File [^]\ Replace [^]U Uncut Text [^]T To Linter [^] Go To Line

Fig. 3.12 Calculando voltaje real.

Para el cálculo de corriente multiplicamos (potvolt) * 30 que es el amperaje del sensor (30^ª/1V), con esto sabemos la corriente en cada instante y podemos calcular la corriente eficaz o Irms, ver Fig. 3.13

```

debian@beaglebone: ~
GNU nano 2.7.4 File: nuevo.py Modified
import time
import math

N=0
sumatoria= 0
analogPin="P9_39"
while (1):
    potVal=ADC.read(analogPin)
    potVolt=(potVal) * (1.8/1023)
    corriente=potVolt*30

^G Get Help ^O Write Out ^W Where Is ^K Cut Text ^J Justify ^C Cur Pos
^X Exit ^R Read File ^\ Replace ^U Uncut Text ^T To Linter ^_ Go To Line
    
```

Fig. 3.13 Código para cálculo de corriente instantánea.

La corriente RMS (Root Mean Square) o valor eficaz, es la corriente capaz de producir el mismo trabajo que su valor en corriente directa o continúa. La corriente RMS es el valor que nos entregan los instrumentos de medición, como por ejemplo una pinza amperimétrica.

Para calcular el RMS se utiliza la siguiente formula.

$$i = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T i^2 dt}$$

Y en tiempo discreto la ecuación sería:

$$i = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{n=0}^N i_n^2}$$

Donde N es la cantidad de muestras en un periodo o múltiplo de este.

Con esto en cuenta en el programa usaremos una sumatoria en esta estará el resultado de la formula (sumatoria + corriente²), definimos la cantidad de muestras como N=N+1.

```

debian@beaglebone: ~
GNU nano 2.7.4 File: nuevo.py Modified
import Adafruit_BBIO.ADC as ADC
ADC.setup()
from time import sleep
import time
import math

N=0
sumatoria= 0
analogPin="P9_39"
while (1):
    potVal=ADC.read(analogPin)
    potVolt=(potVal) * (1.8/1023)
    corriente=potVolt*30
    sumatoria=sumatoria + (pow(corriente, 2))
    N=N+1

```

Fig. 3.14 Código con fórmula para cálculo de Irms

El resultado de la sumatoria se multiplica por 2 para compensar los semiciclos negativos y lo ponemos en la variable suma. Después de esto hacemos la última parte de la ecuación del RMS, que quedaría en Python de la siguiente forma ($\text{math.sqrt}(\text{suma}/N)$) esto iría dentro la variable sensor, el resultado de sensor se manda a mostrar pues sería la corriente, ver Fig. 3.15

```

debian@beaglebone: ~
GNU nano 2.7.4 File: nuevo.py Modified
import Adafruit_BBIO.ADC as ADC
ADC.setup()
from time import sleep
import time
import math

N=0
sumatoria= 0
analogPin="P9_39"
while (1):
    potVal=ADC.read(analogPin)
    potVolt=(potVal) * (1.8/1023)
    corriente=potVolt*30
    sumatoria=sumatoria + (pow(corriente, 2))
    N=N+1

    suma=sumatoria*2
    sensor=( math.sqrt(suma/N))

    print "El valor de la corriente es:" ,sensor
    time.sleep (.5)

```

[^]G Get Help [^]C Write Out [^]W Where Is [^]K Cut Text [^]J Justify [^]C Cur Pos
[^]X Exit [^]R Read File [^]\ Replace [^]U Uncut Text [^]I To Linter [^]G Go To Line

Fig.3.15 Programa finalizado.

3.4 Creación de la Base de Datos

Para la creación de la base de datos y el servidor web utilizaremos WAMP (Windows, Apache, MySQL y PHP). Como sistema operativo utilizaremos Windows 10, Apache es un servidor web HTTP de código abierto que implementa el protocolo HTTP/1.1, MySQL será utilizado para crear la base de datos, mientras que PHP es un lenguaje de código abierto para desarrollo web y será utilizado para generar una página web.

Para crear la base de datos en WAMPserver damos un click en phpMyadmin, como se muestra en el fig. 3.16, iniciaremos sesión de usuario como root, por defecto este usuario no tiene contraseña.

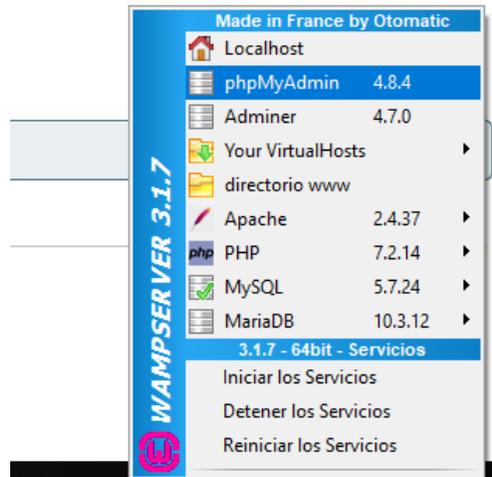


Fig. 3.16 Interfaz de WampServer 3.1.7

Una vez realizado lo anterior nos dirigimos a la pestaña Base de Datos como se muestra en la Fig. 3.17 Una vez nos ubiquemos en dicha pestaña procederemos a ponerle un nombre a la base de datos y posteriormente le daremos “crear”.

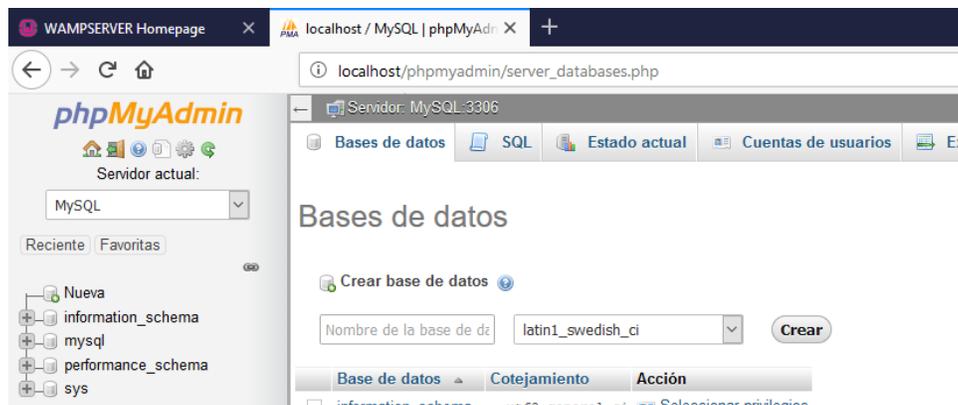


Fig. 3.17 Creación de Base de Datos.

Una vez creada la base de datos, esta aparecerá en el menú que se encuentra en la parte izquierda de la página, procederemos ahora a realizar una tabla; por defecto nos manda directamente a la creación de la “estructura” para crear dicha tabla en donde se guardarán los datos, ver Fig. 3.18.



Fig. 3.18 Interfaz base para la creación de tablas.

Para la creación de tablas debemos asignarle un nombre y el número de columnas que va a tener (se le llama columnas a los campos que tendrá la base de datos), en nuestro caso colocaremos 3 columnas y el nombre de la tabla de la base de datos se llamará monitoreo_t, ahora le debemos pulsar “continuar” para que se cree la tabla en la base de datos.

Una vez creada la tabla en la base de datos procedemos a llenarla con algunos datos que nos pide. El nombre que le asignaremos a la primera columna es el nombre de id, será de tipo entero (INT), en índice le colocaremos: primario y será autoincremental (A_I) por lo que seleccionaremos dicha casilla, la segunda “columna” la llamaremos Fecha, en este caso será tipo timestamp (nos dará fecha y hora), la tercera “columna” se llamará Temperatura y será de tipo float, en la cual escribirá 4 dígitos y el punto decimal será en el segundo, ver figura 3.19.

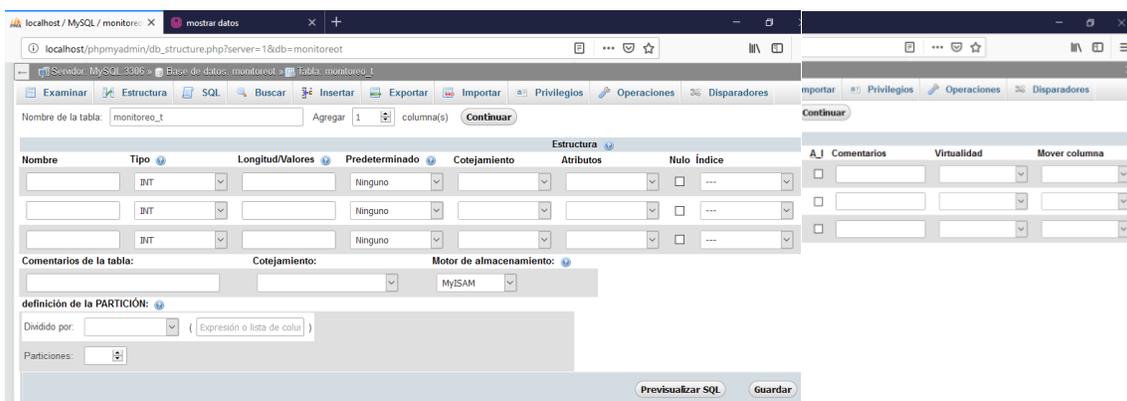


Fig. 3.19 Interfaz base para diseño de tablas.

La tabla en la base de datos nos quedará como en le fig. 3.20.

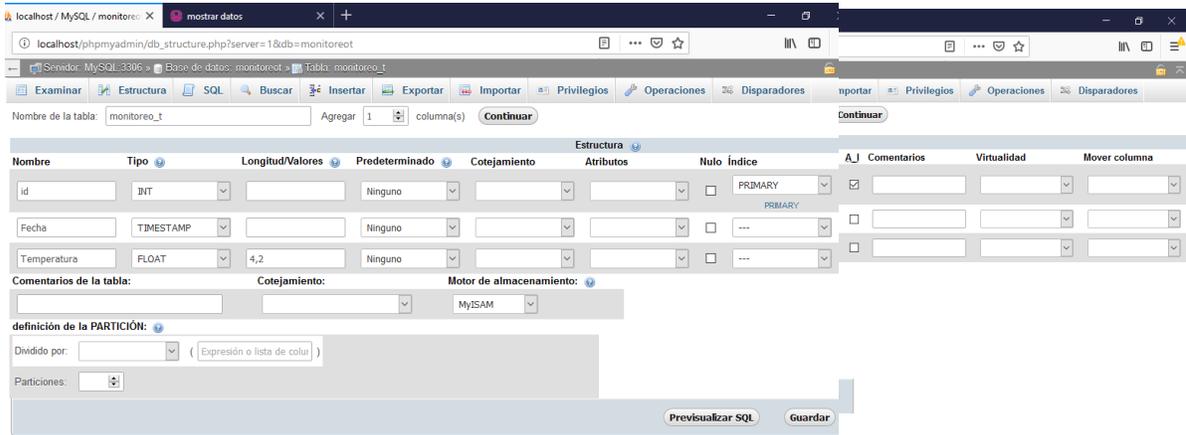


Fig.3.20 Tabla con campos llenos.

Una vez llenados los datos necesarios en la tabla procedemos a “darle” guardar, nos llevará a pestaña estructura; en ella se nos presentará la tabla ya hecha, como se muestra en la Fig. 3.21.

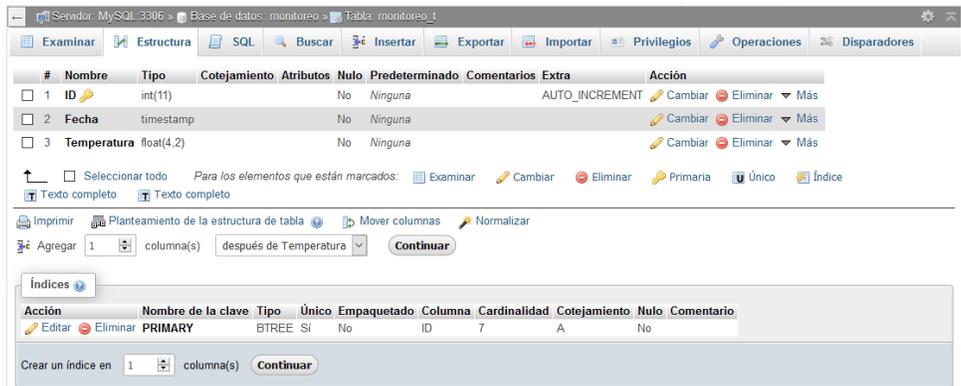


Fig. 3.21 Tabla: monitoreo_t

Una vez terminada la creación de la base de datos procedemos a configurar el servidor WAMP con la IP del internet que se utilizará para poder recibir los datos externos, en este caso los datos que enviará BeagleBone hasta nuestra base de datos, y poder visualizar la tabla desde cualquier punto de la red local. Los códigos utilizados en PHP y Python se integrarán en los anexos.

4. Resultados y conclusiones.

4.1 Resultados

Base de datos

La base de datos creada se muestra en la Fig. 4.1, en ella se encuentra la “interfaz” base.



Fig. 4.1 Interfaz de tabla BD

Con el código hecho en PHP y la configuración para transmisión de datos de la IP local, nos permitió visualizar la tabla creada en la base de datos, desde cualquier ordenador.

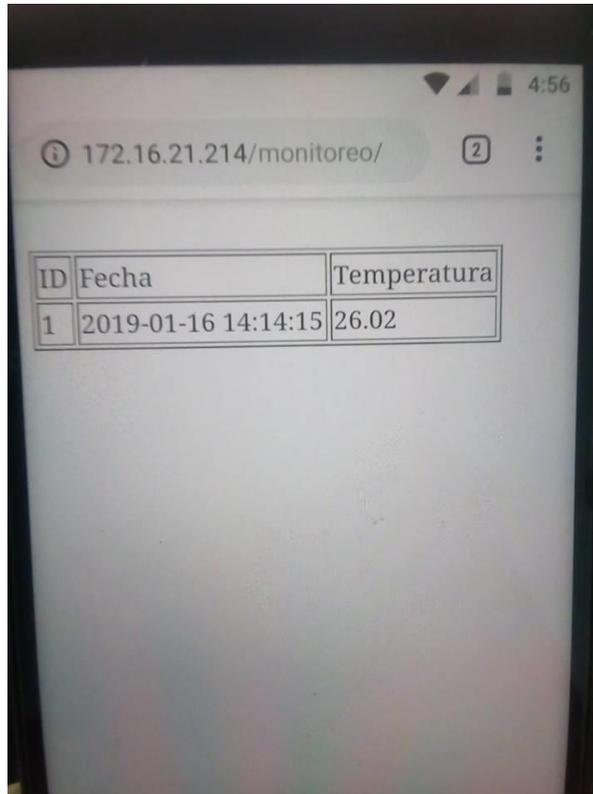


Fig. 4.2 Lectura de temperatura en un celular con la IP Local

Para poder visualizar los datos que llegan a la Base de datos se debe de actualizar la página, el único inconveniente de este proceso es que se debe de saber la IP

local de Internet, ya que, si ingresamos desde otra IP, nos aparecerá un mensaje diciendo “No se puede acceder a este sitio web”.

Medición de temperatura

Se realizaron mediciones de temperatura ambiente, los resultados son los siguientes hechas cada 23s:

```
debian@beaglebone: ~  
La temperatura en grados C es: 20.263  
La temperatura en grados C es: 20.263  
La temperatura en grados C es: 20.175  
La temperatura en grados C es: 20.219  
La temperatura en grados C es: 20.219  
La temperatura en grados C es: 20.263  
La temperatura en grados C es: 20.219  
La temperatura en grados C es: 20.263  
La temperatura en grados C es: 20.219  
La temperatura en grados C es: 20.263  
La temperatura en grados C es: 20.263  
La temperatura en grados C es: 20.263  
La temperatura en grados C es: 20.219  
La temperatura en grados C es: 20.175  
La temperatura en grados C es: 20.263  
La temperatura en grados C es: 20.219  
La temperatura en grados C es: 20.263  
La temperatura en grados C es: 20.219  
La temperatura en grados C es: 20.219  
La temperatura en grados C es: 20.219  
La temperatura en grados C es: 20.263  
La temperatura en grados C es: 20.263  
La temperatura en grados C es: 20.219  
La temperatura en grados C es: 20.219  
La temperatura en grados C es: 20.263  
La temperatura en grados C es: 20.263  
La temperatura en grados C es: 20.175  
La temperatura en grados C es: 20.175  
La temperatura en grados C es: 20.175  
La temperatura en grados C es: 20.219  
La temperatura en grados C es: 20.219  
La temperatura en grados C es: 20.263  
La temperatura en grados C es: 20.263  
La temperatura en grados C es: 20.219  
La temperatura en grados C es: 20.219  
La temperatura en grados C es: 20.219  
La temperatura en grados C es: 20.175  
La temperatura en grados C es: 20.263  
La temperatura en grados C es: 20.263  
La temperatura en grados C es: 20.175  
La temperatura en grados C es: 20.175  
La temperatura en grados C es: 20.219  
La temperatura en grados C es: 20.263  
La temperatura en grados C es: 20.263  
La temperatura en grados C es: 20.263  
La temperatura en grados C es: 20.175  
La temperatura en grados C es: 20.263  
La temperatura en grados C es: 20.219  
La temperatura en grados C es: 20.263  
La temperatura en grados C es: 20.263
```

Fig. 4.3 Mediciones de temperatura

Como se puede apreciar en la Fig. 4.3 La temperatura medida por el sensor es la temperatura del ambiente, a continuación, se presenta otra medición realizada, los datos adquiridos se mandan a la base de datos.

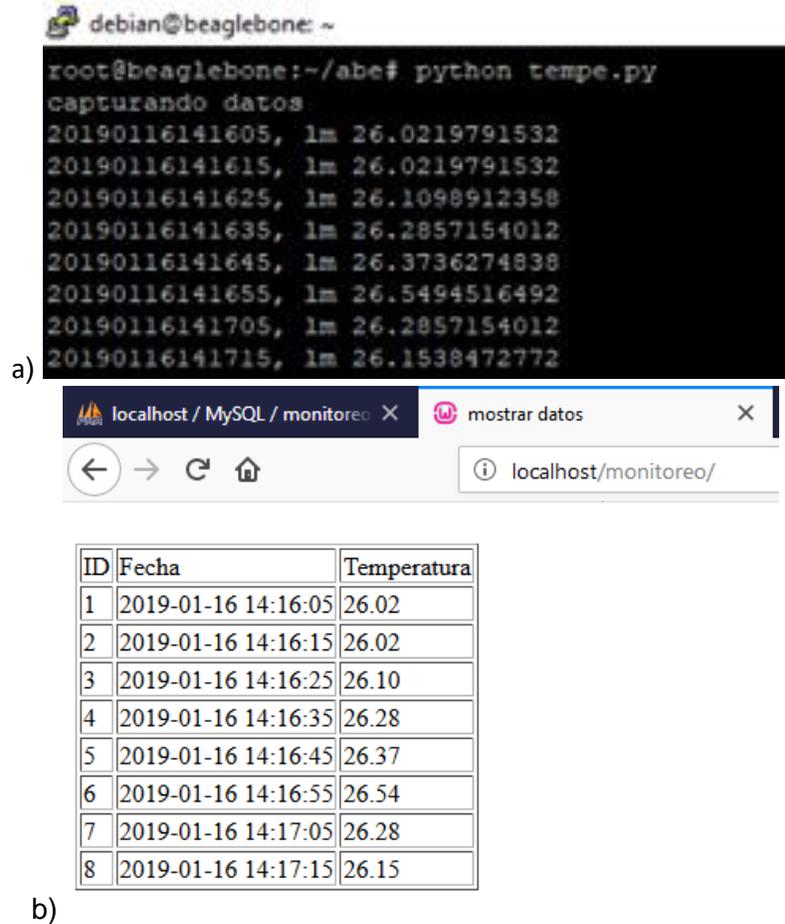


Fig. 4.4 a) Mediciones de temperatura, b) tabla de mediciones de temperatura en localhost (BD)

Medición de corriente

Ejecutando el programa previamente mostrado del sensor de corriente, se procede a realizar pruebas con un foco ahorrador de 15 watts. El cálculo que realiza el programa nos da el valor de la corriente eficaz o Irms y con esto también podríamos calcular la potencia. Las mediciones obtenidas se encuentran en la Fig. 4.5

```
debian@beaglebone: ~  
El valor de la corriente es: 0.12127  
El valor de la corriente es: 0.12122  
El valor de la corriente es: 0.12120  
El valor de la corriente es: 0.12140  
El valor de la corriente es: 0.12156  
El valor de la corriente es: 0.12158  
El valor de la corriente es: 0.12152  
El valor de la corriente es: 0.12141  
El valor de la corriente es: 0.12143  
El valor de la corriente es: 0.12148  
El valor de la corriente es: 0.12153  
El valor de la corriente es: 0.12154  
El valor de la corriente es: 0.12151  
El valor de la corriente es: 0.12149  
El valor de la corriente es: 0.12150  
El valor de la corriente es: 0.12153  
El valor de la corriente es: 0.12154  
El valor de la corriente es: 0.12152  
El valor de la corriente es: 0.12150  
El valor de la corriente es: 0.12149  
El valor de la corriente es: 0.12151  
El valor de la corriente es: 0.12153  
El valor de la corriente es: 0.12153  
El valor de la corriente es: 0.12151
```

Fig. 4.5 Mediciones de corriente

4.2 Conclusiones

Realizar un monitoreo de variables eléctricas nos permite conocer el estado, tanto de dispositivos como de la red eléctrica, esto es fundamental para la prevención de fallas, además, la medición de la temperatura nos aporta datos referentes al funcionamiento de una maquina eléctrica.

Al manejar los datos de las mediciones en una base de datos podemos observar el comportamiento de los dispositivos a lo largo determinado tiempo. Otro valor agregado que proporciona tener una base de datos es que la información puede ser consultada por más personas y cada “usuario” puede realizar un análisis respecto a los datos enviados sin importar la distancia, manteniendo así, una comunicación constante.

El uso de nuevas herramientas para el desarrollo de proyectos, en este caso BeagleBone Black, nos proporciona un amplio panorama a la hora de realizar un sistema de medición “remota”, ya que cuenta con su propio sistema operativo basado en Linux, en el cual podemos encontrar diversas herramientas que nos facilitan el control de los sensores y los datos adquiridos.

Haciendo uso del lenguaje de programación Python facilitamos el proceso de elaboración de los programas ya que viene instalado por defecto en la BeagleBone black, además que cuenta con las librerías necesarias que se usaron para el proyecto.

Competencias desarrolladas

Los conocimientos desarrollados en este proyecto fueron programación en lenguaje C++, Python, Lenguaje de programación en Arduino y BeagleBone Black, así como adquisición de datos y uso de sensores, programación en PHP y creación de base de datos. La aplicación y análisis de datos adquiridos e interpretación de datos obtenidos por sensores de máquinas eléctricas. También se aprendió mucho sobre la investigación y desarrollo de proyectos.

Bibliografía

[1] Madakam, S., Ramaswamy, R. & Tripathi, S. (2015) Internet of Things (IoT): Una revision de la literatura. *Journal of Computer and Communucations*, 3, 164-173. Recuperado de: <http://dx.doi.org/10.4236/jcc.2015.35021>

[2] Hamraz, S. H. (2013) Internet of Things. *Computer Science*.

[3] Ortiz, L., & Nelson, R. (2017). Internet de las cosas.

[4] Alcaraz, M. (2014). Internet de las Cosas. *Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción*, 2-3.

[5] Pérez, F. A. F. & Guerra, J. L. G. (2017). Internet de las cosas. *Perspectivas*, 10(11), 45-49.

[6] Dans, E. (2011). *Big Data, una pequeña introducción*. Recuperado de: <https://www.enriquedans.com/2011/10/big-data-una-pequena-introduccion.html>

[7] Plugge, E., Membrey, P., & Hawkins, T. (2010). *The Definitive Guide to MongoDB: The NoSQL Database for Cloud and Desktop Computing*, Published Apress Media LLC, New York.

[8] Hopkins B., *Beyond the Hype of Big Data*. Disponible en: http://www.cio.com/article/692724/Beyond_the_Hype_of_Big_Data, 2011

[9] Camargo, J., & Joyanes, L. (enero-junio, 2015). Conociendo Big Data. *Facultad de Ingeniería, vol. 24, núm. 38*, 63-77.

[10] Russom, P. (2011). *BIG DATA ANALYTICS*. USA: TDWI RESEARCH.

[11] Zakir, J. (septiembre 2015). *BIG DATA ANALYTICS. Issues in Information Systems, vol. 16, núm. 2, pp. 81-90*.

[12]Pérez, R., Torrez, H., Fernández, E., & Fernández, S. (2012). Sistema de Monitoreo en Tiempo Real para el Diagnóstico de Transformadores de Potencia en una Empresa de Energía Eléctrica. In Tenth LACCEI Latin American and Caribbean Conference (LACCEI).

[13] Rodríguez Chacón, O. R. (2014). Diseño e implementación de un sistema de monitoreo energético en el campus Rodríguez Lara-ESPE Extensión Latacunga (Bachelor's thesis, LATACUNGA/ESPE/2014).

[14] Escobar Gallardo, E., & Villazón, A. (2018). SISTEMA DE MONITOREO ENERGÉTICO Y CONTROL DOMÓTICO BASADO EN TECNOLOGÍA INTERNET DE LAS COSAS. Investigación & Desarrollo, 18(1), 103-116.

[15] Vela Merchán, C. C., & Ortiz Rangel, D. A. Diseño e implementación de un sistema basado en el internet de las cosas para monitorear el consumo energético por medio de un aplicativo móvil.

Anexos

Datasheet SCT0-13-030

YHPG® Product Specification Date: 2015-8-7

| | | | |
|--------------|---------------------|-------|------------|
| Product Name | Current transformer | Model | SCT013-030 |
|--------------|---------------------|-------|------------|

Characteristics: Opening size 13mm*13mm, 1m leading wire, standard $\Phi 3.5$ three-core plug output voltage output type.
 Purpose: Used for current measurement, monitor and protection for AC motor, lighting equipment, air compressor etc.
 Patent No.: ZL 2015 3 0060067. X

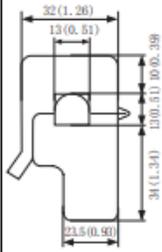
Technical Data

| | | |
|--------------|-----------------------------------|--------------|
| I_{PN} | Rated input | 0-30A |
| I_{PM} | Max. detection input | |
| I_{OUT} | Rated output | 0-1V |
| X | Accuracy | $\pm 1\%$ |
| ϵ_L | Linearity | $\leq 0.2\%$ |
| N | Turns ratio | 1:1800 |
| Φ | Phase shift | |
| R_L | Max. Sampling resistance | |
| V_{PN} | Work voltage | 660V |
| f | Work frequency | 50-1KHz |
| T_A | Operating temperature | -25..+70°C |
| T_S | Storage temperature | -40..+85°C |
| Vd | Dielectric strength, 50 Hz, 1 min | 3KV |

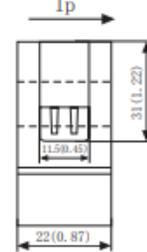


| | |
|------------------|------------|
| Fire resistance | UL94-V0 |
| Material of core | Ferrite |
| Mounting type | Suspension |
| Weight | 55g |

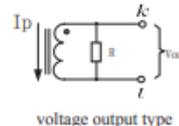
Dimension (mm(in). 1 mm= 0.0394 inch)



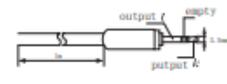
Front view



Side view



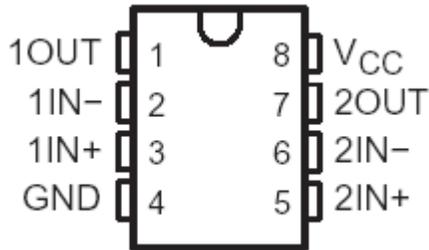
Schematic diagram



Standard three-core plugs schematic diagram

Datasheet LM358

Configuración de pin LM358



características

- Disponible en paquete de tamaño de chip micro SMD de 8 bultos, (Ver AN-1112)
- Frecuencia interna compensada por ganancia de unidad
- Gran ganancia de voltaje de CC: 100 dB
- Amplio ancho de banda (ganancia unitaria): 1 MHz (temperatura compensada)
- Amplio rango de alimentación:
 - Fuente única: 3V a 32V
 - Suministros duales: $\pm 1.5V$ a $\pm 16V$
- Drenaje de corriente de suministro muy bajo (500 μA): independiente del voltaje de suministro
- Baja tensión de desplazamiento de entrada: 2 mV
- Rango de voltaje de modo común de entrada incluye tierra
- Rango de voltaje de entrada diferencial igual al voltaje de la fuente de alimentación
- Gran oscilación de voltaje de salida

Hardware utilizado

| | |
|------------------|--|
| Procesador | Intel CORE i7 7700K 4.2GHz base / 4.50GHz turbo caché 8Mb |
| Tarjeta de video | Marca: PNY NVIDIA® Quadro® P600 |
| Tarjeta madre | ASUS, PRIME H110M-P, Build in Intel® Socket 1151 for 7th/6th Generation Core™ i7/Core™ i5/Core™ i3/Pentium®/Celeron® Processors. Supports Intel® 14 nm CPU. Supports Intel® Turbo Boost Technology 2.0 |

| | |
|------------------------|--|
| | *The Intel® Turbo Boost Technology 2.0 support depends on the CPU types. |
| Memoria RAM | 8GB, DDR4 de 2133 MHz |
| Disco duro | 1TB, Interno de 3.5" 7200 RPM, Serial ATA |
| Adaptador Inalámbrico | TL-WN725N, Adaptador USB nano Inalámbrico N de 1250 Mbps, TP Link Iberia |
| Ventilador para PC | XTC700. |
| Fuente de alimentación | Fuente de poder ATX 600W 24pin Pcie Acteck Z600 Es-05003 |

Código PHP Base de datos para impresión en una página con IP local

```
<?php
    $conexion=mysqli_connect('localhost','root','','monitoreo');
?>
<!DOCTYPE html>
<html>
<head>
    <title>mostrar datos</title>
</head>
<body>
<br>
    <table border="1" >
        <tr>
            <td>ID</td>
            <td>Fecha</td>
            <td>Temperatura</td>
        </tr>
        <?php
            $sql="SELECT * from monitoreo_t";
            $result=mysqli_query($conexion,$sql);
            while($mostrar=mysqli_fetch_array($result)){
                ?>
                <tr>
                    <td><?php echo $mostrar['ID'] ?></td>
                    <td><?php echo $mostrar['Fecha'] ?></td>
                    <td><?php echo $mostrar['Temperatura'] ?></td>
                </tr>
            <?php
            }
        </tr>
    </table>
</body>
</html>
</?php
}
```

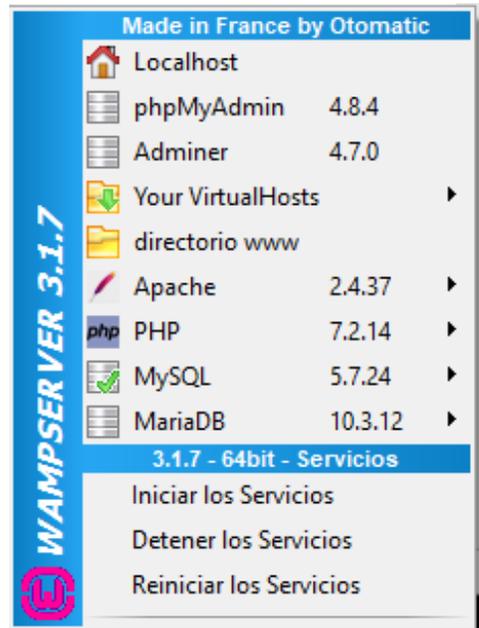
?>

</table>

</body>

</html>

Configuración de la base de datos para tener IP Local Fija.



Primero debemos de acceder a la interfaz de WAMP y nos dirigimos a la opción “APACHE”; acá haremos un alias, por ende, nos dirigiremos a **Directorios Alias > Agregar un alias**, esto nos permitirá ingresar desde otras máquinas (a la página WEB y poder recibir datos externos en la BD).

Una vez le demos click a Agregar un Alias se abrirá una ventana, como se muestra en la siguiente figura.

```

c:\wamp64\bin\php\php5.6.40\php.exe

Enter your alias.
For example,
'test'
would create an alias for the url
http://localhost/test/
:

```

Primeramente (donde se posiciona el cursor de texto) te pide ingresar el nombre del nuevo Alias, asignamos el nombre y pulsamos “enter”, después nos pedirá la ruta del nuevo Alias (la carpeta donde se aloja el nuevo alias) ingresamos la dirección y pulsamos “enter” y “enter” al abrise nuevamente la pestaña.

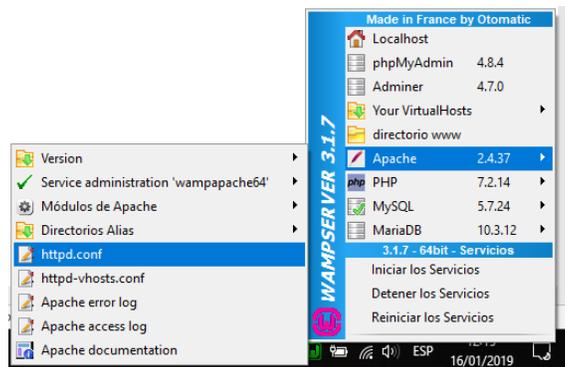
```

c:\wamp64\bin\php\php5.6.40\php.exe
: ejemplo

Enter the destination path of your alias.
For example,
'c:/test/'
would make http://localhost/ejemplo/ point to
c:/test/
c:\wamp64\www\prueba

```

Una vez hecho esto, nos dirigimos nuevamente a la interfaz de **WAMP > Apache** y esta vez nos dirigimos al archivo llamado **http.conf**



Esto nos abrirá líneas de código (en mi caso block de notas) una vez ahí usamos el comando buscas (Ctrl + B) y buscamos la palabra online. La parte del código que buscamos es la siguiente:

```
# onlineoffline tag - don't remove
    Require local
</Directory>
```

Una vez ubicada esa parte del código volveremos comentario **Requiere local** y agregaremos **Requiere all granted**. Esa parte del código quedaría de la siguiente manera:

```
# onlineoffline tag - don't remove
    #Require local
        Require all granted
</Directory>
```

Guardamos cambios en el bloc de notas y cerramos. Abrimos el explotador de archivos, y nos dirigimos al Disco local (c:), entramos a la carpeta wamp64 y después a la carpeta alias; en la carpeta alias buscamos el archivo phpmyadmin.conf.

Disco local (C:) > wamp64 > alias > phpmyadmin.conf

Abrimos el archivo con bloc de notas y buscamos las siguientes líneas de código:

```
<ifDefine APACHE24>
    Require local
</ifDefine>
<ifDefine !APACHE24>
```

Una vez ubicada las líneas de código volvemos comentario Requiere local y agregamos Requiere all granted, las líneas de código quedarían de la siguiente manera:

```
<ifDefine APACHE24>
    #Require local
        Require all granted
</ifDefine>
<ifDefine !APACHE24>
```

Guardamos cambios en el bloc de notas y cerramos. Ahora editamos el alias, para ello nos dirigimos nuevamente al interfaz de **WAMP > Apache > Directorios Alias**, podemos el cursor en el alias que creamos y del menú que sale, seleccionamos edit

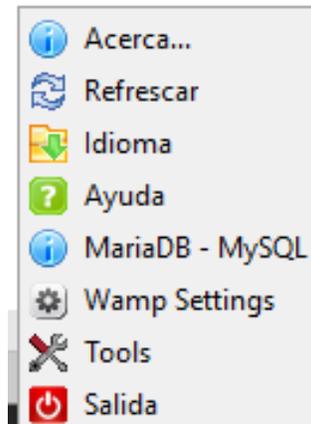
alias; esto nos abrirá nuevamente un bloc de notas con líneas de código, buscamos las siguientes líneas de código:

```
AllowOverride all
<ifDefine APACHE24>
    Require local
</ifDefine>
```

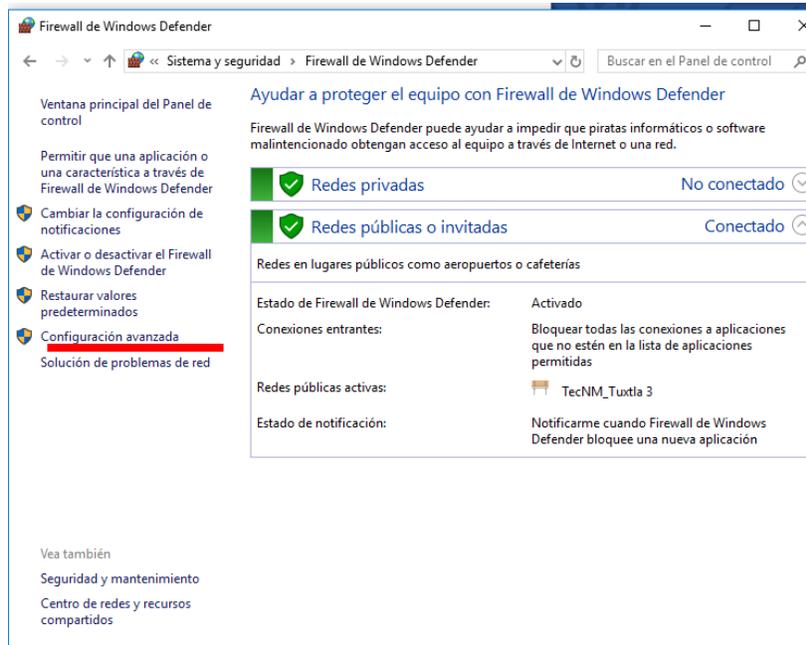
Volvemos comentario Requiere local y agregamos Requiere all granted. Quedaría de la siguiente manera:

```
AllowOverride all
<ifDefine APACHE24>
    #Require local
    Require all granted
</ifDefine>
```

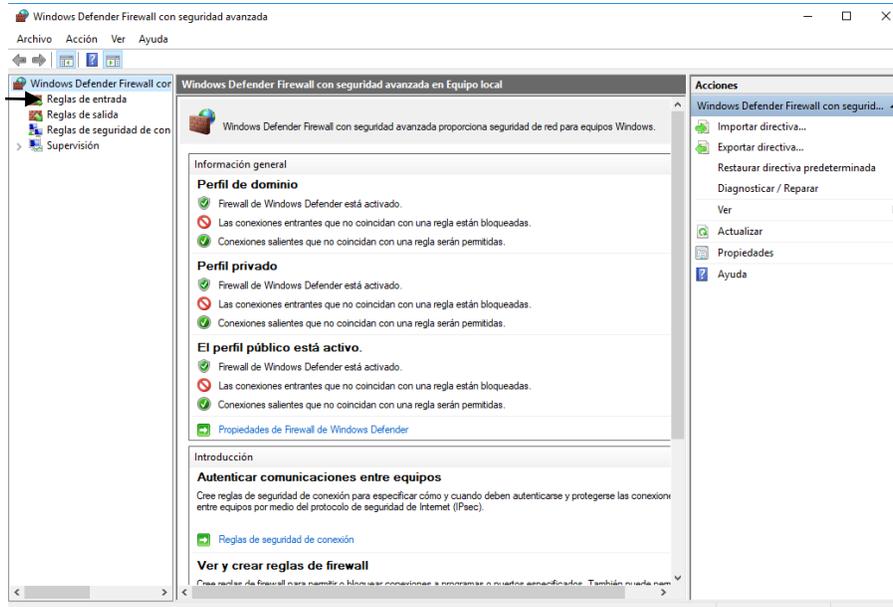
Guardamos cambios y cerramos. Una vez terminado esto, reiniciamos WAMP, esto se hace dando click derecho al icono y seleccionamos “**Refrescar**”.



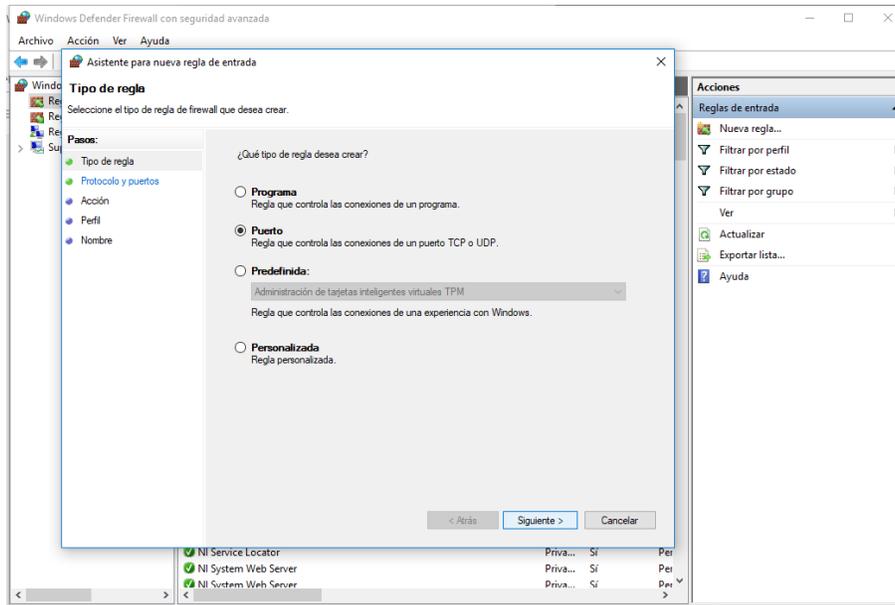
Una vez hecho esto necesitamos habilitar el puerto 80, para ello nos dirigimos a Panel de control > Sistemas y seguridad > Firewall de Windows Defender, una vez hecho esto dos dirigimos a la parte izquierda del menú y buscamos configuración avanzada.



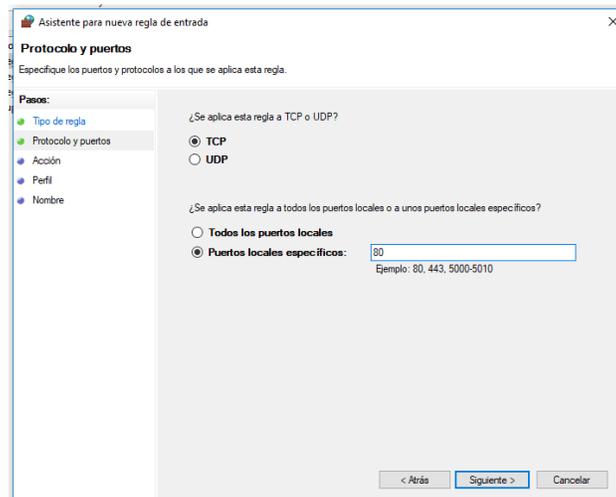
Una vez hecho esto, nos abrirá una ventana nueva, buscamos la opción **“reglas de entrada”**.



Una vez seleccionado **“Reglas de entrada”**, nos dirigimos al panel derecho, y buscamos la opción **“nueva regla”**, esto nos abrirá una nueva ventana, en dicha ventana seleccionamos la opción **“PUERTO”** y damos siguiente.



Posteriormente nos pide ingresar el Puerto local específico, en este caso solo colocaremos el puerto 80, y damos siguiente.



Presionamos siguiente (dos veces), y después nos pedirá un nombre para el puerto, le colocamos un nombre y presionamos finalizar.

Código de Temperatura en Python

```
import Adafruit_BBIO.ADC as ADC
ADC.setup()
from time import sleep
from datetime import datetime
```

```
import time
import MySQLdb
```

```
analogPin="P9_36"
sFileStamp = time.strftime('%Y%m%d%H') #
sFileName= 'DAY/' + sFileStamp + '.txt'
f=open(sFileName,'a')
f.write('sTimeStamp'+'\n')
print "capturando datos"
while(1):
    TemVal=ADC.read(analogPin)
    lm =(TemVal*1.8)/0.01
    sTimeStamp=time.strftime('%Y%m%d%H%M%S')
    f.write(sTimeStamp + ',' + ' lm%s'%lm +'\n')
    print sTimeStamp + ',' + ' lm %s'%lm
    time.sleep(1)

    sTmpFileStamp = time.strftime('%Y%m%d%H')
    if sTmpFileStamp<>sFileStamp:
        f.close
        sFileName ='DAY/' + sTmpFileStamp + '.txt'
        f= open(sFileName,'a')
        sFileStamp= sTmpFileStamp

    f.close
    time.sleep(9)

c=MySQLdb.connect(host=" 172.16.21.214",user="anto",
passwd="password",db="monitoreo") #sintaxis para conexion a mysql
try:
    cursor = c.cursor()
    sql="INSERT INTO temperatura('Fecha')\ VALUES(%s)"
    cursor.execute(sql,("lm"))
    c.commit()
except:
    c.rollback()
    c.close()
```

Código de corriente en Python

```
import Adafruit_BBIO.ADC as ADC
ADC.setup()
from time import sleep
import time
import math

N=0
sumatoria= 0
analogPin="P9_36"
while(.5):
    potVal=ADC.read(analogPin)
    potVolt=(potVal)*(1.8/1023)
    corriente=potVolt*30
    sumatoria=sumatoria + (pow(corriente, 2))
    N=N+1
    suma=sumatoria*2
    sensor=( math.sqrt(suma/N))
    vol= sensor*127

    print "El valor de la corriente es:" ,sensor
    time.sleep (.5)
```