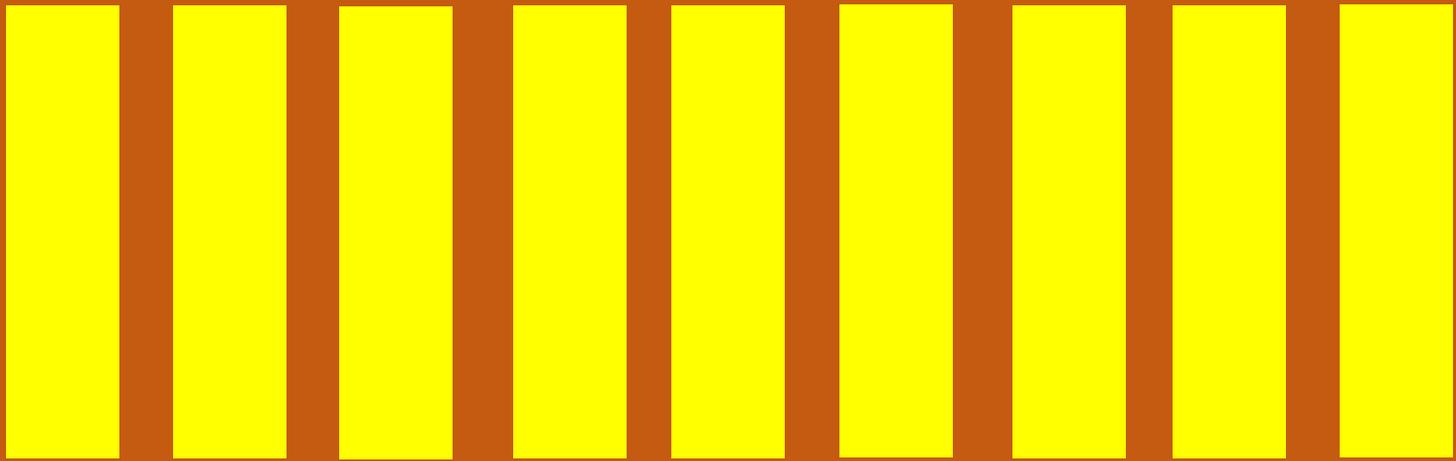


ISSN 2523-6814

Revista de

Tecnologías Computacionales

Volumen 4, Número 14 — Julio — Diciembre - 2020



ECORFAN[®]

ECORFAN-Taiwan

Editor en Jefe

QUINTANILLA - CÓNDOR, Cerapio. PhD

Directora Ejecutiva

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

Director Editorial

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC

Diseñador Web

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda. PhD

Diagramador Web

LUNA-SOTO, Vladimir. PhD

Asistente Editorial

SORIANO-VELASCO, Jesús. BsC

Traductor

DÍAZ-OCAMPO, Javier. BsC

Filóloga

RAMOS-ARANCIBIA, Alejandra. BsC

Revista de Tecnologías Computacionales, Volumen 4, Número 14, de Julio a Diciembre 2020, es una revista editada semestralmente por ECORFAN-Taiwán. Taiwan, Taipei. YongHe district, ZhongXin, Street 69. Postcode: 23445. WEB: www.ecorfan.org/taiwan, revista@ecorfan.org. Editor en Jefe: QUINTANILLA - CÓNDOR, Cerapio. PhD. ISSN: 2523-6814. Responsables de la última actualización de este número de la Unidad de Informática ECORFAN. ESCAMILLA-BOUCHÁN Imelda, LUNA-SOTO, Vladimir, actualizado al 31 de Diciembre 2020.

Las opiniones expresadas por los autores no reflejan necesariamente las opiniones del editor de la publicación.

Queda terminantemente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin permiso del Instituto Nacional de defensa de la competencia y protección de la propiedad intelectual.

Revista de Tecnologías Computacionales

Definición del Research Journal

Objetivos Científicos

Apoyar a la Comunidad Científica Internacional en su producción escrita de Ciencia, Tecnología en Innovación en el Área de Ingeniería y Tecnología, en las Subdisciplinas de estándares de habilidades digitales para educación, proyectos de aprendizaje a través del uso de información, tecnologías y comunicación, desarrollo de digital, competencias para la enseñanza de programas de habilidades digitales, gestión de tecnología y educación, campos de capacitación tecnológica, Aplicados a la educación

ECORFAN-México S.C es una Empresa Científica y Tecnológica en aporte a la formación del Recurso Humano enfocado a la continuidad en el análisis crítico de Investigación Internacional y está adscrita al RENIECYT de CONACYT con número 1702902, su compromiso es difundir las investigaciones y aportaciones de la Comunidad Científica Internacional, de instituciones académicas, organismos y entidades de los sectores público y privado y contribuir a la vinculación de los investigadores que realizan actividades científicas, desarrollos tecnológicos y de formación de recursos humanos especializados con los gobiernos, empresas y organizaciones sociales.

Alentar la interlocución de la Comunidad Científica Internacional con otros centros de estudio de México y del exterior y promover una amplia incorporación de académicos, especialistas e investigadores a la publicación Seriada en Nichos de Ciencia de Universidades Autónomas - Universidades Públicas Estatales - IES Federales - Universidades Politécnicas - Universidades Tecnológicas - Institutos Tecnológicos Federales - Escuelas Normales - Institutos Tecnológicos Descentralizados - Universidades Interculturales - Consejos de CyT - Centros de Investigación CONACYT.

Alcances, Cobertura y Audiencia

Revista de Tecnologías Computacionales es un Research Journal editado por ECORFAN-México S.C en su Holding con repositorio en Taiwan, es una publicación científica arbitrada e indizada con periodicidad trimestral. Admite una amplia gama de contenidos que son evaluados por pares académicos por el método de Doble-Ciego, en torno a temas relacionados con la teoría y práctica de Estándares de habilidades digitales para educación, proyectos de aprendizaje a través del uso de información, tecnologías y comunicación, desarrollo de digital, competencias para la enseñanza de programas de habilidades digitales, gestión de tecnología y educación, campos de capacitación tecnológica, aplicados a la educación con enfoques y perspectivas diversos, que contribuyan a la difusión del desarrollo de la Ciencia la Tecnología e Innovación que permitan las argumentaciones relacionadas con la toma de decisiones e incidir en la formulación de las políticas internacionales en el Campo de las Ciencias de Ingeniería y Tecnología. El horizonte editorial de ECORFAN-México® se extiende más allá de la academia e integra otros segmentos de investigación y análisis ajenos a ese ámbito, siempre y cuando cumplan con los requisitos de rigor argumentativo y científico, además de abordar temas de interés general y actual de la Sociedad Científica Internacional.

Consejo Editorial

TIRADO - RAMOS, Alfredo. PhD
University of Amsterdam

VAZQUES - NOGUERA, José. PhD
Universidad Nacional de Asunción

LARA - ROSANO, Felipe. PhD
Universidad de Aachen

CENDEJAS - VALDEZ, José Luis. PhD
Universidad Politécnica de Madrid

DE LA ROSA - VARGAS, José Ismael. PhD
Universidad París XI

RODRIGUEZ - ROBLEDO, Gricelda. PhD
Universidad Santander

GUZMÁN - ARENAS, Adolfo. PhD
Institute of Technology

DIAZ - RAMIREZ, Arnoldo. PhD
Universidad Politécnica de Valencia

MEJÍA - FIGUEROA, Andrés. PhD
Universidad de Sevilla

RIVAS - PEREA, Pablo. PhD
University of Texas

Comité Arbitral

PEREZ - ORNELAS, Felicitas. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

GONZALEZ - BERRELLEZA, Claudia Ibeth. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

RODRIGUEZ - ELIAS, Oscar Mario. PhD
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

CASTRO - RODRÍGUEZ, Juan Ramón. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

HERNÁNDEZ - MORALES, Daniel Eduardo. PhD
Centro de Investigación Científica y de Educación Superior de Ensenada

ARROYO - DÍAZ, Salvador Antonio. PhD
Centro de Investigación en Ingeniería y Ciencias Aplicadas

JUAREZ - SANTIAGO, Brenda. PhD
Universidad Internacional Iberoamericana

ANTOLINO - HERNANDEZ, Anastacio. PhD
Instituto Tecnológico de Morelia

AYALA - FIGUEROA, Rafael. PhD
Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey

LOAEZA - VALERIO, Roberto. PhD
Instituto Tecnológico Superior de Uruapan

GAXIOLA - PACHECO, Carelia Guadalupe. PhD
Universidad Autónoma de Baja California

Cesión de Derechos

El envío de un Artículo a Revista de Tecnologías Computacionales emana el compromiso del autor de no someterlo de manera simultánea a la consideración de otras publicaciones seriadas para ello deberá complementar el Formato de Originalidad para su Artículo.

Los autores firman el Formato de Autorización para que su Artículo se difunda por los medios que ECORFAN-México, S.C. en su Holding Taiwan considere pertinentes para divulgación y difusión de su Artículo cediendo sus Derechos de Obra

Declaración de Autoría

Indicar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo en la participación del Artículo y señalar en extenso la Afiliación Institucional indicando la Dependencia.

Identificar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo con el Número de CVU Becario-PNPC o SNI-CONACYT- Indicando el Nivel de Investigador y su Perfil de Google Scholar para verificar su nivel de Citación e índice H.

Identificar el Nombre de 1 Autor y 3 Coautores como máximo en los Perfiles de Ciencia y Tecnología ampliamente aceptados por la Comunidad Científica Internacional ORC ID - Researcher ID Thomson - arXiv Author ID - PubMed Author ID - Open ID respectivamente

Indicar el contacto para correspondencia al Autor (Correo y Teléfono) e indicar al Investigador que contribuye como primer Autor del Artículo.

Detección de Plagio

Todos los Artículos serán testeados por el software de plagio PLAGSCAN si se detecta un nivel de plagio Positivo no se mandara a arbitraje y se rescindirá de la recepción del Artículo notificando a los Autores responsables, reivindicando que el plagio académico está tipificado como delito en el Código Penal.

Proceso de Arbitraje

Todos los Artículos se evaluarán por pares académicos por el método de Doble Ciego, el arbitraje Aprobatorio es un requisito para que el Consejo Editorial tome una decisión final que será inapelable en todos los casos. MARVID® es una Marca de derivada de ECORFAN® especializada en proveer a los expertos evaluadores todos ellos con grado de Doctorado y distinción de Investigadores Internacionales en los respectivos Consejos de Ciencia y Tecnología el homologo de CONACYT para los capítulos de America-Europa-Asia-Africa y Oceania. La identificación de la autoría deberá aparecer únicamente en una primera página eliminable, con el objeto de asegurar que el proceso de Arbitraje sea anónimo y cubra las siguientes etapas: Identificación del Research Journal con su tasa de ocupamiento autoral - Identificación del Autores y Coautores- Detección de Plagio PLAGSCAN - Revisión de Formatos de Autorización y Originalidad-Asignación al Consejo Editorial- Asignación del par de Árbitros Expertos-Notificación de Dictamen-Declaratoria de Observaciones al Autor-Cotejo de Artículo Modificado para Edición-Publicación.

Instrucciones para Publicación Científica, Tecnológica y de Innovación

Área del Conocimiento

Los trabajos deberán ser inéditos y referirse a temas de estándares de habilidades digitales para educación, proyectos de aprendizaje a través del uso de información, tecnologías y comunicación, desarrollo de digital, competencias para la enseñanza de programas de habilidades digitales, gestión de tecnología y educación, campos de capacitación tecnológica, aplicados a la educación y a otros temas vinculados a las Ciencias de Ingeniería y Tecnología

Presentación del Contenido

Como primer artículo presentamos, *Generación de mapas climatológicos mediante el desarrollo de una estación meteorológica automática móvil*, por ROMERO-RODRÍGUEZ, Gabriel, HUESCALAZCANO, Erick Eduardo, FLORES-RAMÍREZ, Óscar y APAN-ARAUJO, Karla Cecilia, con adscripción en la Universidad Politécnica de Amozoc, como segundo artículo presentamos, *Propuesta para la integración de un laboratorio de Monitoreo Remoto mediante Raspberry Pi mediante un radio enlace con antenas Ubiquiti en el departamento de Electrónica del Instituto Tecnológico de Oaxaca*, por SILVA-CRUZ, Eric Mario, CASTELLANOS-BALTAZAR, Roberto Tamar, SOSA-TORRES, Ariel Ysai y CABALLERO-SANTIAGO, Alexis, con adscripción en el Instituto Tecnológico de Oaxaca, como tercer artículo presentamos, *Sistema modular de telemetría para medición de parámetros en el hogar, basado en el internet de las cosas*, por HERNÁNDEZ-AGUIRRE, Fredy Alberto, CHÁVEZ, José Manuel, ESPEJEL-BLANCO Daniel Fernando y YANEZ-PRECIADO, Jorge Alberto, con adscripción en el Instituto Tecnológico de Hermosillo, como último artículo presentamos, *Alarma digital con sensor de movimiento*, por GONZALEZ-MONZON, Ana Lilia, RUEDA-MEDINA, Israel, PIÑA-ALCANTARA, Henry Christopher, y MARTINEZ-SANTIAGO, Alejandro, con adscripción en el Tecnológico de Estudios Superiores de Jilotepec.

Contenido

Artículo	Página
Generación de mapas climatológicos mediante el desarrollo de una estación meteorológica automática móvil ROMERO-RODRÍGUEZ, Gabriel, HUESCA-LAZCANO, Erick Eduardo, FLORES-RAMÍREZ, Óscar y APAN-ARAUJO, Karla Cecilia <i>Universidad Politécnica de Amozoc</i>	1-10
Propuesta para la integración de un laboratorio de Monitoreo Remoto mediante Raspberry Pi mediante un radio enlace con antenas Ubiquiti en el departamento de Electrónica del Instituto Tecnológico de Oaxaca SILVA-CRUZ, Eric Mario, CASTELLANOS-BALTAZAR, Roberto Tamar, SOSA-TORRES, Ariel Ysai y CABALLERO-SANTIAGO, Alexis <i>Instituto Tecnológico de Oaxaca</i>	11-16
Sistema modular de telemetría para medición de parámetros en el hogar, basado en el internet de las cosas HERNÁNDEZ-AGUIRRE, Fredy Alberto, CHÁVEZ, José Manuel, ESPEJEL-BLANCO Daniel Fernando y YANEZ-PRECIADO, Jorge Alberto <i>Instituto Tecnológico de Hermosillo</i>	17-27
Alarma digital con sensor de movimiento GONZALEZ-MONZON, Ana Lilia, RUEDA-MEDINA, Israel, PIÑA-ALCANTARA, Henry Christopher, y MARTINEZ-SANTIAGO, Alejandro <i>Tecnológico de Estudios Superiores de Jilotepec</i>	28-33

Generación de mapas climatológicos mediante el desarrollo de una estación meteorológica automática móvil

Generation of climatological maps through the development of a mobile automatic weather station

ROMERO-RODRÍGUEZ, Gabriel†*, HUESCA-LAZCANO, Erick Eduardo, FLORES-RAMÍREZ, Óscar y APAN-ARAUJO, Karla Cecilia

Universidad Politécnica de Amozoc

ID 1^{er} Autor: *Gabriel, Romero-Rodríguez* / ORC ID: 0000-0002-5124-3016, Researcher ID Thomson: Y-2756-2018, CVU CONACYT ID: 299737

ID 1^{er} Coautor: *Erick Eduardo, Huesca-Lazcano* / ORC ID: 0000-0002-0505-8442, Researcher ID Thomson: F-1162-2018, arXiv Author ID: 429567-444L3Z-UIWFRF, Open ID: 357590366000, CVU CONACYT ID: 223342

ID 2^{do} Coautor: *Óscar, Flores-Ramírez* / ORC ID: 0000-0001-9884-9499, Researcher ID Thomson: E-8242-2018, CVU CONACYT ID: 92914

ID 3^{er} Coautor: *Karla Cecilia, Apan-Araujo* / ORC ID: 0000-0003-3373-226X, Researcher ID Thomson: E-8338-2018, CVU CONACYT ID: 896703

DOI: 10.35429/JOCT.2020.14.4.1.10

Recibido 15 de Agosto, 2020; Aceptado 30 Diciembre, 2020

Resumen

Los estudios agrícolas presentan una restricción común en la toma de decisiones basadas en datos meteorológicos, ya que los modelos climáticos carecen de valores precisos de sus parámetros en función del punto geográfico donde se adquiere la información, por lo que la adquisición climática en posiciones geográficas específicas resulta una posibilidad interesante. El objetivo del presente estudio fue desarrollar una estación meteorológica automática (EMA) móvil con sensores que miden la temperatura del aire (°C), la humedad relativa del aire (%), la radiación solar global (Wm²), la velocidad del viento (m/s) y la concentración de dióxido de carbono (ppm); los sensores se conectaron a un medio controlador al cuál se incorporaron: un reloj en tiempo real para adecuar los intervalos de la adquisición, un medio de visualización para mostrar la información al usuario, un módulo de almacenamiento de los datos adquiridos, un módulo de transmisión remota de los datos y un sistema de posicionamiento global. Además, la unidad móvil contiene un chasis, cuatro llantas con sus respectivos motores eléctricos, etapa de potencia, dos servomotores, dos sensores ultrasónicos y la alimentación eléctrica general que le otorgan autonomía en su dinámica de movimiento. Se obtuvo el mapa climático de un polígono de 120m².

EMA móvil, GPS, Mapa Climático

Abstract

Agricultural studies present a common constraint in making decisions based on meteorological data, since climate models lack precise values of their parameters depending on the geographical point where information is acquired, so that weather acquisition in positions specific geographical results is an interesting possibility. The objective of the present study was to develop a mobile automatic weather station (AWS) with sensors that measure the air temperature (°C), the relative humidity of the air (%), the global solar radiation (Wm²), the wind speed (m/s) and the concentration of carbon dioxide (ppm); the sensors were connected to a controller medium to which they were incorporated: a real-time clock to adapt the acquisition intervals, a display to show the information to the user, a storage module for the acquired data, a module for remote transmission of the data and a global positioning system. In addition, the mobile unit contains a chassis, four wheels with their respective electric motors, power stage, two servomotors, two ultrasonic sensors and the general electrical power that give autonomy in their movement dynamics. The climate map of a polygon of 120m² was obtained.

Mobile AWS, GPS, Climate Map

Citación: ROMERO-RODRÍGUEZ, Gabriel, HUESCA-LAZCANO, Erick Eduardo, FLORES-RAMÍREZ, Óscar y APAN-ARAUJO, Karla Cecilia. Generación de mapas climatológicos mediante el desarrollo de una estación meteorológica automática móvil. Revista de Tecnologías Computacionales. 2020. 4-11:1-10

* Correspondencia del Autor: (Correo electrónico: gabriel.romero@upamozoc.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

El estudio de la atmósfera se basa en el conocimiento de una serie de magnitudes, o variables meteorológicas, como la temperatura, la presión atmosférica o la humedad, las cuales varían tanto en el espacio como en el tiempo. La meteorología es la ciencia encargada del estudio de la atmósfera, sus propiedades y los fenómenos que en ella tienen lugar. Cuando se describen las condiciones atmosféricas en un momento y lugar concretos, se está hablando del tiempo atmosférico, el cuál, es uno de los principales condicionantes de la actividad humana que se realiza especialmente al aire libre, como la agricultura. Uno de los fenómenos relevantes de la actividad agrícola en la actualidad resulta del clima atípico como: heladas, granizo, lluvias torrenciales, etc; y sumado a la falta de datos en regiones agrícolas específicas provoca la falta de toma de decisiones de prevención y control por parte de los productores.

Así, los retos actuales del monitoreo climático consisten en: disminuir la pérdida de información, mejorar la calidad de los datos, aumentar la distribución de la información, así como, abordar mayor área con redes de EMA's terrestres; este último punto es indispensable para las actividades agrícolas ya que, particularmente en el territorio Mexicano, la distribución de las EMA's son desiguales y dispersas.

La meteorología se basada en principios de Física y en el uso de tecnologías para la adquisición de la información, por lo que se realizan medidas en miles de estaciones meteorológicas ubicadas sobre tierra firme, sobre el mar y a distintas alturas de la atmósfera, tanto en posiciones fijas como a lo largo de las rutas trazadas por barcos, aviones y satélites, aprovechando que todos ellos disponen de instrumentos meteorológicos a bordo.

Los satélites meteorológicos son los sistemas de observación más complejos, la posición que ocupan en su órbita alrededor de la Tierra les permite tener una visión privilegiada, mucho más amplia y de conjunto que la de cualquier aparato situado en la superficie terrestre. Una Estación Meteorológica Automática (EMA) es un equipo que integra diversos dispositivos con la capacidad de medir y almacenar variables climáticas relevantes a una necesidad determinada.

El almacenamiento de la información se realiza a intervalos regulares, más tarde se procesa la información en gráficos y modelos que permiten realizar toma de decisiones (CAA, 2014).

Las exigencias en la tecnología empleada en las EMA's radica en la cantidad, calidad y facilidad para registrar un gran número de variables climáticas, donde se debe considerar que, a mayor número de variables, flexibilidad de almacenamiento, procesamiento, captura y precisión de los datos, mayor será su costo económico. Así, la elección de una EMA dependerá única y exclusivamente de los requerimientos y objetivos que se ha trazado el usuario. Para ello es relevante conocer las características técnicas de las EMA's, número y tipo de sensores para las variables a monitorear, compatibilidad de sensores y repuestos, tipos de almacenamiento y opciones de comunicación (Torres-Ruiz, 2006; CONAGUA, 2010).

Una EMA básica consta de dos unidades típicas: sensores y un datalogger. El sensor es el dispositivo que recibe un estímulo y lo transforma en una señal eléctrica, la cual se interpreta en una escala de medida acorde a la variable que se desea monitorear. El datalogger es un dispositivo electrónico que recibe y adquiere información de los sensores que están conectados a él; frecuentemente incorporan un microprocesador, una unidad de memoria para el almacenamiento y una fuente de energía para su funcionamiento. Las variables climáticas típicas medidas son: temperatura del aire, precipitación, humedad relativa, radiación solar, velocidad y dirección del viento (Medina-García et. al, 2008).

Actualmente en el mercado existen múltiples sistemas de monitoreo climáticos. Los desarrollos actuales presentan visualización de datos e integración de sensores múltiples. Las EMA's más usadas son: Vantage Pro de Davis; Onset de HOBO, con sistemas de adquisición de datos, sensores y comunicaciones con una plataforma multisensorial aplicada a la agricultura con diferentes tipos de comunicación; Kipp & Zonen, con registradores de datos y sensores solares que abarcan el espectro desde el Ultravioleta (UV) hasta el Infrarrojo lejano (FIR) y atmosféricos; sistema táctico de observación meteorológica TacMet® MAWS201M de Vaisala, alto desempeño para diversas operaciones de campo.

Sistemas de adquisición de datos series CR-100-1000 de Campbell Scientific para precisión y rapidez de datos climáticos. Algunas EMA's de gama baja son: La Crosse Technology, Honeywell Technology Solutions, TFA; Sistema denominado MS-120-150 de la empresa DYACON se refiere a una estación meteorológica con múltiples sensores y sistema de comunicación embebido y software con aplicaciones predefinidas (Sivakumar et. al, 2000; World Meteorological Organization, 2012; Rehman et. al, 2014; Davis Instruments. 2018).

Una alternativa para obtener datos meteorológicos consiste en generar EMA's mediante el uso de dispositivos electrónicos de código abierto, los cuales suelen ser mucho más económicos que los dataloggers comerciales; como Garzón (2004) emplea redes de telefonía móvil para comunicarse con otras estaciones a través de (GSM) y radioenlaces, Meza (2007) desarrolló un proyecto con radares se encuentran enlazados en una red WLAN, técnicas más nuevas involucran telemetría satelital (TS) y sistemas de información geográfica (SIG) (Sivakumar, et. al, 2004; Al-Mahdi et. al, 2014; Pérez y Martínez, 2011).

Las EMA's proveen información de un solo punto, mientras que las EMA's móviles obtienen datos en puntos específicos que permiten comprender mejor el comportamiento y así controlar las variables deseadas. El presente prototipo posee un medio controlador que le permite adquirir la información en lapsos bien definidos gracias a un reloj en tiempo real, además permite almacenar información continua gracias a un módulo de almacenamiento de 8GB, posee gran movilidad para diferentes terrenos gracias a la tracción de cuatro llantas con motores independientes, una dirección que le otorga maniobrabilidad, un sensor ultrasónico para evadir obstáculos y una batería que le otorga una autonomía de hasta 45 min en uso continuo, además, un sistema de posicionamiento global le brinda su localización geográfica y marca el área de los polígonos monitoreados; un bluetooth permite un mando a distancia gracias a la vinculación con una aplicación dedicada para el control del prototipo. También un sensor de temperatura con precisión de 0.1°C ofrece una buena calidad para la adquisición de datos. Finalmente, el chasis del prototipo le brinda cualidades de acceder a lugares donde las EMA's no pueden medir.

El área representativa de las EMA's del Servicio Meteorológico Nacional es de 5 km de radio aproximadamente en terreno plano; es así que la información que presentan de un punto lejano a la ubicación alguna EMA es, en realidad, un promedio. Por lo que la toma de decisiones basadas en esta información carecen de precisión y pueden provocar importantes pérdidas económicas. Es por esta razón que, si obtienen datos meteorológicos en puntos específicos y se representan de manera gráfica en mapas climáticos, se logrará mejorar la comprensión de la dinámica del clima y así se podrá coadyuvar en la toma de decisiones y contribuir a la mejora de las prácticas agrícolas. El trabajo está organizado de la siguiente manera: en la primera sección se presentó una breve introducción al trabajo, en la segunda sección se aborda la metodología empleada para construir el dispositivo de monitoreo, en la tercera sección se muestran los resultados obtenidos y en la cuarta sección se presentan las conclusiones del trabajo.

Metodología

Para obtener el mapa climático de un polígono agrícola se elaboró un método que consiste en los siguientes pasos: 1) Generar un prototipo de EMA móvil, así como su instrumentación electrónica, 2) Montar una EMA para contrastar datos, 3) Ubicar un espacio geográfico y definir el área para relializar el muestreo y 4) Generar un mapa climático de temperatura del polígono muestreado.

El prototipo de EMA móvil se compone de distintos instrumentos electrónicos que se presentan en la Figura 1, donde se observan: el medio controlador, el suministro de voltaje, la unidad de almacenamiento de información, el medio contador de tiempo, la unidad sensora de temperatura y humedad relativa del aire, el sensor de distancia, el módulo de comunicación, el sistema de posicionamiento global así como la etapa de potencia de los motores que dan movilidad al prototipo.

El medio controlador cuenta con una arquitectura RISC a 8 bits, contiene 256 Kb de memoria flash para programación, 8KB de RAM, interfaz 2-wire, SPI y 4 UART, la velocidad de frecuencia es 16MHz, contiene 54 puertos de entrada y salida programables de los cuales 14 puertos PWM, 16 canales de ADC de 10 bits, 6 temporizadores, su encapsulado es TQFP-100.

El medio controlador está conectado a una placa que cuenta con una entrada para una fuente de alimentación externa y un regulador de voltaje, de manera que se pueden conectar de 5 a 12 VDC, cuenta con pines de alimentación de salida de 5v, 3.3v y voltaje de entrada de la fuente externa (V_{in}) además de sus tierras comunes GND, también cuenta con una interfaz de comunicación USB por los puertos UART y un Botón de Reset. Para su mejor uso, el medio controlador está conectado a 12v.

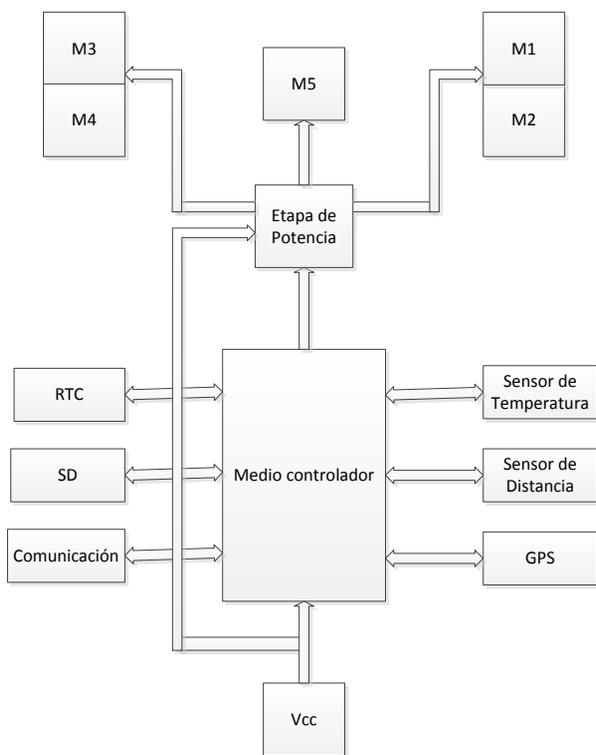


Figura 1 Diagrama a bloques de los dispositivos electrónicos y sensores del prototipo de EMA móvil

El sensor que mide las variaciones de temperatura (T) del aire en grados Celsius o Fahrenheit, así como la humedad relativa (HR) en porcentaje (%). Este dispositivo tiene 4 terminales, las terminales se conectan al suministro de 5 volts DC y la terminal 4 a tierra (GND) común, la comunicación del dispositivo se hace de forma serial y bidireccional (i2c) por lo que la salida de datos que está en la terminal 2 se conecta al medio controlador en el pin (SDA) y la terminal 3 que corresponde al reloj serial se conecta en el pin (SCL) del medio controlador.

El medio controlador tiene una memoria de 1kb disponible para el almacenamiento del programa y de datos no volátiles (Fisher and Gould, 2012).

Para ampliar la capacidad de almacenamiento, se agregó una tarjeta micro SD de 8 Gb y así los datos se pudieron transferir rápida y fácilmente entre la tarjeta de adquisición de datos y la computadora personal. Se emplearon algunas bibliotecas de software para la lectura de la memoria, escritura y funciones de acceso a datos, lo que permitió una rápida incorporación de almacenamiento de la tarjeta de memoria en el proyecto de registro de datos.

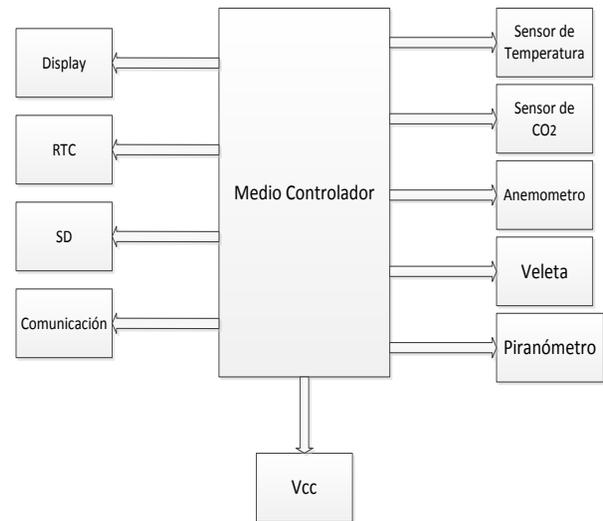


Figura 2 Diagrama a bloques de los dispositivos electrónicos y sensores de una EMA

En la recolección de datos se necesitó establecer el tiempo adecuado de muestreo de los datos del sensor con fecha y hora. El medio controlador posee un oscilador de 16 MHz y la capacidad de medir incrementos de tiempo con una precisión de microsegundos, pero no está diseñado para proporcionar en tiempo real (horas, minutos y segundos) y la información de la fecha. Por esto se usó un reloj en tiempo real externo (RTC) para establecer las funciones de tiempo y se incorporó una batería de respaldo para retener la información de la hora precisa.

Para que las medidas cumplan con normas establecidas por la Organización Meteorológica Mundial, la ubicación, orientación y condiciones del entorno de los instrumentos necesitan atenderse a: disponer de una garita situada a 1.5 m del suelo, dentro de la cual se ubican el medio controlador, el sensor de CO_2 y el termómetro, ello se muestra en la Figura 2, que establece la estación meteorológica seleccionada para comparar datos, donde de manera externa se colocan el piranómetro, anemómetro y veleta. Además, en la tabla 1 se presentan las características de los sensores empleados por la EMA para la adquisición de la información.

Variable	Sensor	Características
Temperatura y Humedad del aire	AOSONG	Voltaje de alimentación: DC 3.5 ~ 5.5V Resolución: 16 bits Histéresis: $\pm 0.1\%$ HR y $\pm 0.2^\circ\text{C}$ Precisión de humedad: $\pm 2\%$ HR a 25°C Precisión de temperatura: $\pm 0.1^\circ\text{C}$ a 25°C
Dióxido de Carbono CO ₂ (ppm)	PARALLAX	Voltaje de alimentación: DC 6.5-12V Resistencia de calentamiento: $30\ \Omega$ Corriente de calentamiento: $165\text{mA} \sim 1.2\text{mA}$ Temperatura de operación: $0^\circ\text{C} - 70^\circ\text{C}$ Voltaje de Salida: 30-50mV (350 - 10,000ppm CO ₂)
Radiación Global (Wm ²)	KOSMOS	Rango: 1-1250w/m ² $\pm 5\%$ Voltaje de alimentación: 3.0 a 5.0 VDC Salida del Sensor: 0 a 2.5 V Linear: $\text{W/m}^2 = \text{V} * 500$ Corrimiento del Sensor: 1% por año incluye: nivel de burbuja Precisión: $\pm 5\%$.
Velocidad y Dirección del Viento (ms ⁻¹)	ADAFRUIT	Voltaje de alimentación: DC 12V Salida de voltaje: 0.4 a 2V DC Rango de prueba: 0.5m/s a 50m/s Velocidad de viento inicial: 0.2m/s Resolución: 0.1m/s Precisión: en el peor caso 1m/s Máxima velocidad de viento: 70m/s

Tabla 1 Variables climáticas medidas en campo, tipo de sensores y características

Fuente: Aosong, Sonbest, Parallax, Kosmos y Adafruit

El entorno de software para la programación de se basó en el sistema operativo Windows, utilizando IDE para programar en un lenguaje basado en C++ (Wiring + Processing).

ISSN 2523-6814

ECORFAN® Todos los derechos reservados

Al ser un proyecto de código abierto, se compilaron y describieron los controles del programa en algunas bibliotecas.

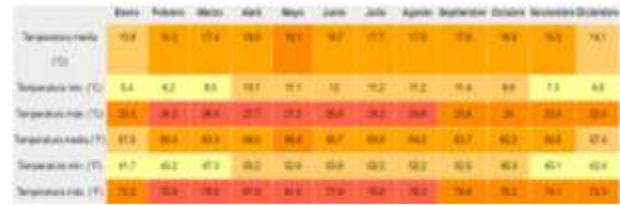


Tabla 2 Datos de temperatura mensuales durante 1 año, Puebla México

En la Tabla 2 se observan las variaciones de la temperatura mensuales en un año para el Estado de Puebla, sin embargo, con la información de un dato al mes, realizar un análisis es arriesgado. Por otro lado, los mapas del tiempo son representaciones gráficas de los valores de ciertas variables meteorológicas sobre una zona geográfica determinada. Su uso está generalizado entre los meteorólogos, ya que aportan una interesante imagen de conjunto de las situaciones atmosféricas. Una de las variables que mayor información nos proporciona a la hora de conocer una situación meteorológica es la temperatura, cuyos valores sobre la superficie terrestre quedan representados como los que aparecen diariamente en los medios de comunicación. Sin embargo, esta información no llega de primera mano a los agricultores.

Resultados

La Organización Meteorológica Mundial (2019) establece las pautas sobre cómo colocar los instrumentos de medición de temperatura, la presente investigación consideró la ventilación, protección contra la precipitación y radiación solar directa, así como la determinada altura del suelo para evitar que la energía absorbida por la masa térmica no modificara las mediciones. La Figura 3 muestra la topología de la distribución electrónica propuesta para el prototipo de la EMA móvil, donde se puede observar la forma de conexión entre los sensores y el medio controlar, así como los dispositivos de comunicación y los de tracción.

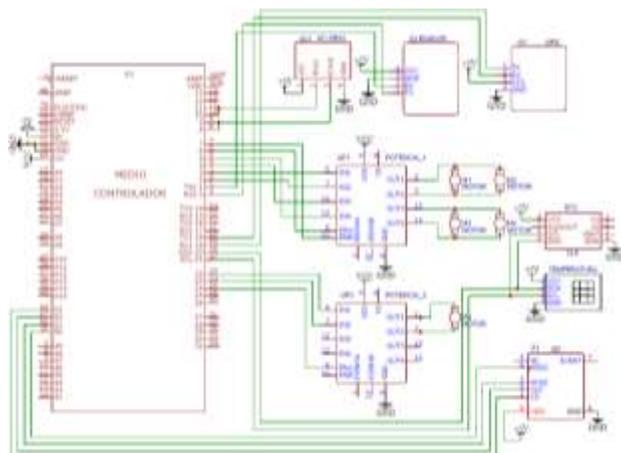


Figura 3 Diagrama esquemático de los dispositivos electrónicos y sensores de la EMA móvil



Figura 4 Prototipo de la Estación Meteorológica Automática Móvil realizando muestreo en campo

En la Figura 4 se observa el prototipo en el momento de realizar el muestreo de temperatura en un área con cultivo de zanahorias en el Estado de Puebla. Para realizar la toma de datos meteorológicos se eligió un terreno agrícola donde se tiene una siembra de varios cultivos, ubicada en una región entre San Mateo Parra y San José Zahuatlán, pertenecientes al municipio de Tepeaca, Puebla, con latitud: 18.987725 y longitud: -97.870442.



Figura 5 Imagen aérea de los polígonos de cultivos donde se realizó el muestreo

En el lote seleccionado se ubicaron 5 polígonos de 10m ancho por 12m de largo donde se realizó el monitoreo de la temperatura durante cinco días: 30 junio, 6,7,12 y 13 de julio del presente año. Además, durante catorce días, del 30 de junio al 13 de julio, se llevaron a cabo las mediciones de las siguientes variables climáticas: Temperatura del aire T ($^{\circ}\text{C}$), humedad relativa del aire HR (%), concentración de dióxido de carbono CO_2 (ppm), radiación solar global RG (Wm^2) y la velocidad de viento VV (ms). La Organización Meteorológica Mundial define que la temperatura es una magnitud relacionada con la rapidez del movimiento de las partículas que constituyen la materia, así, cuanto mayor agitación presente éstas, mayor será la temperatura, esto quiere decir que si es un día está despejado y el suelo se ha calentado mucho, la temperatura del aire será elevada.

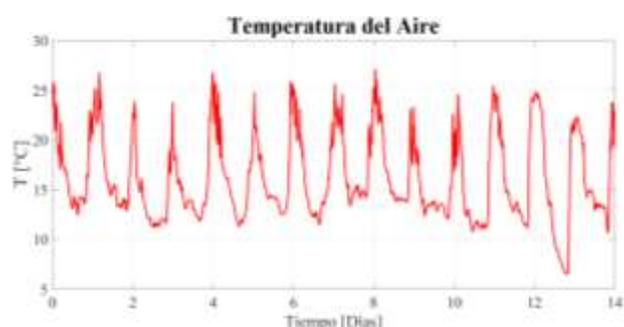


Gráfico 1 Comportamiento de la temperatura del aire T ($^{\circ}\text{C}$)

En el Gráfico 1 se puede observar un comportamiento regular de la temperatura del aire ya que la superficie terrestre de los polígonos medidos en los cultivos calienta el aire durante el día y lo enfría durante la noche.

Ya que durante los catorce días de monitoreo climático se presentaron varias lluvias por las tardes, se puede observar que la temperatura del aire no es elevada al no alcanzar los 28 °C ya que los días estuvieron en su mayoría nublados y el suelo apenas recibió radiación solar, así la noche del día 13 y la madrugada del 14 se presentó un descenso importante de la temperatura de hasta 7 °C. Por supuesto, además de la lluvia, otros factores influyeron en la determinación de la temperatura del aire, como la existencia de viento que renueva constantemente el aire del lugar y la presencia de humedad.

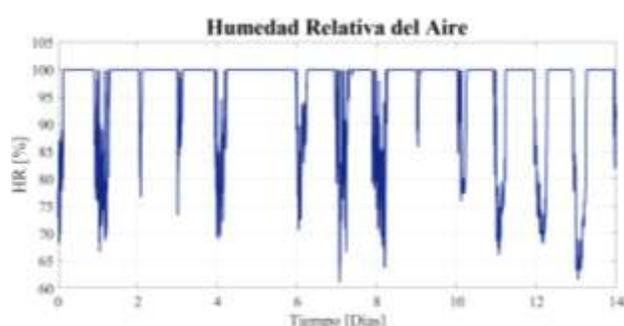


Gráfico 2 Comportamiento de la humedad relativa del aire HR (%)

En el Gráfico 2 se observa una alta humedad durante las noches de los catorce días de medición esto debido a las constantes lluvias que se presentaron, esto generó mediciones de hasta 99.99% lo cual es indicativo de que las masas de aire no pudieron almacenar más vapor de agua en su seno, y a partir de ese momento, cualquier cantidad extra de vapor se convirtió en agua líquida.

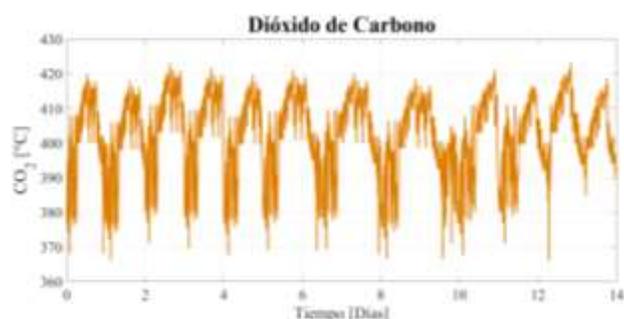


Gráfico 3 Comportamiento del dióxido de carbono CO_2 (ppm)

La dinámica que sigue el dióxido de carbono se muestra en el Gráfico 3 donde se observan datos que oscilan entre 365 a 420 ppm.

Esta diferencia presumiblemente se debe a la diferencia de potencial (0-12v) presente en las terminales del sensor, las cuales funcionan como entrada de las ecuaciones programadas en el medio controlador para describir el comportamiento de la concentración en niveles de CO_2 que representan una relación directamente proporcional a la sensibilidad del mismo (0 a 10,000ppm).

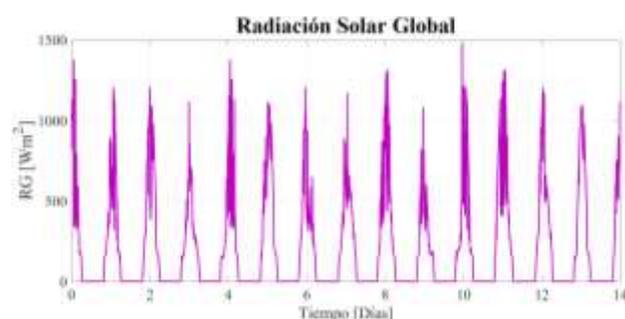


Gráfico 4 Comportamiento de la radiación solar global RG (Wm^2)

Debido a que los cultivos donde se realizaron las mediciones, las plantas no superaban una altura de 70 cm y que la gran mayoría de la radiación solar es absorbida por la superficie terrestre (51%), mientras que el 19% de ella es absorbida directamente por los componentes atmosféricos y el 30% es reflejada por la superficie, las nubes, y los gases y partículas de la atmósfera, se pueden observar que el Gráfico 4 la radiación solar global superó en algunos días los 1200 W/m^2 .

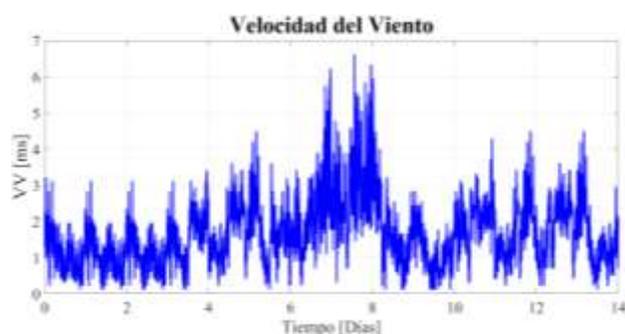


Gráfico 5 Comportamiento de la velocidad del viento VV (ms)

En el Gráfico 5 se observa que la velocidad de viento mantuvo una dinámica regular durante los primeros cuatro días, sin embargo su velocidad se incrementó los días cinco y seis, alcanzando su máxima velocidad los días siete y ocho de hasta 6.65 ms; esto debido a que durante el día el aire se calentó más rápidamente que la superficie, de modo que el aire del interior ascendió y fue ocupado por aire más fresco.

Ya que cuando la masa de aire adquirió una temperatura superior a la de su entorno, su volumen aumenta, lo cual hace disminuir su densidad. Por efecto de la flotación, la masa de aire caliente ascendió, y su lugar fue ocupado por otras masas de aire, que en su desplazamiento ocasionaron el aumento en la velocidad del viento.

Con base en los datos obtenidos del monitoreo realizado por el estación meteorológica móvil en los polígonos mostrados, se obtuvieron cinco mapas climatológicos correspondientes a cada uno de los polígonos, donde se monitorearon 4 cultivos, cada uno con 12 surcos de 10 plantas cada uno, los intervalos temporales fueron de 5 segundos entre cada dato medido, esto se fijo junto con la velocidad del móvil para abarcar 120 plantas en 10 minutos, todas las medidas fueron hechas de 3:00:00pm a 3:10:00pm. El lote seleccionado, al momento del monitoreo contaba con los cultivos de: betabel, calabacita (italiana), maíz, zanahoria, poro (puerro) y lechuga crespa (verde y morada), para la generación de mapas climáticos solo se seleccionaron los últimos cuatro cultivos.

En el Gráfico 6 se presenta el mapa climático correspondiente al primer polígono, cuyo cultivo fue maíz, donde se destaca que la temperatura fue ascendiendo de 26.8 hasta 27.6, es decir, solo ascendió 0.8 °C en 10 minutos de monitoreo, este comportamiento sigue una dinámica coherente con el cultivo de maíz, que en ese momento presentaba una altura oscilante entre 60 y 70 cm, incluso se presentan ligeros decrementos de temperatura de 0.1 °C, que corresponden con la precisión del sensor y la combinación corrientes de aire. En el Gráfico 7 se presenta el mapa climático correspondiente al cultivo de zanahoria, donde se presentaron variaciones en la dinámica de la temperatura, principalmente descensos, debido a corrientes ligeras de aire y una lluvia que estaba por caer, pero principalmente a que las plantas de zanahoria no superan una altura de 20cm.

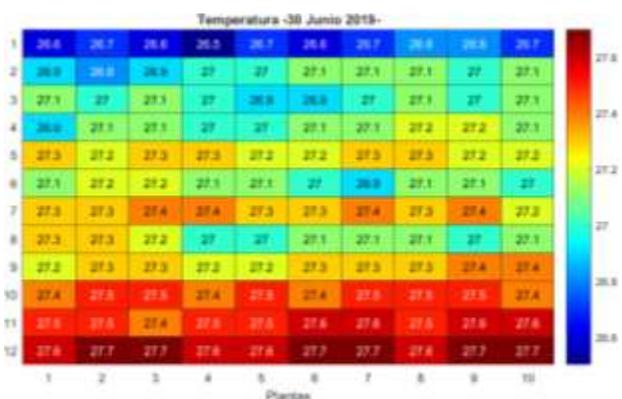


Gráfico 6 Mapa climático (T (°C)) del cultivo de maíz

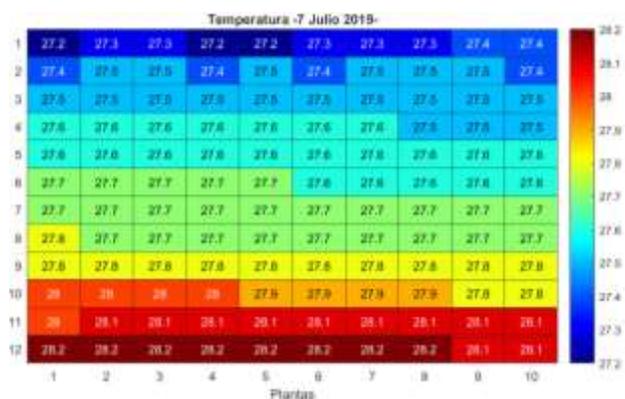


Gráfico 8 Mapa climático (T (°C)) del cultivo de poro

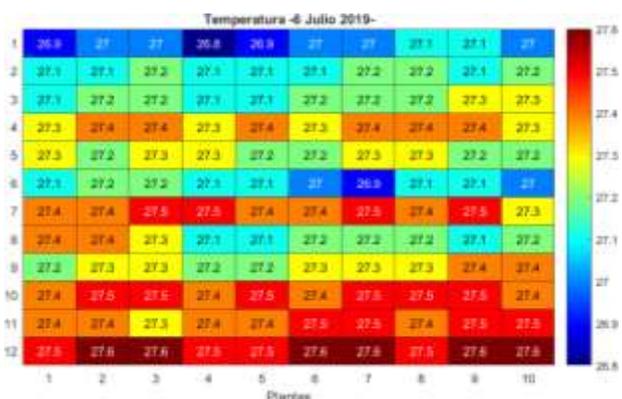


Gráfico 7 Mapa climático (T (°C)) del cultivo de zanahoria

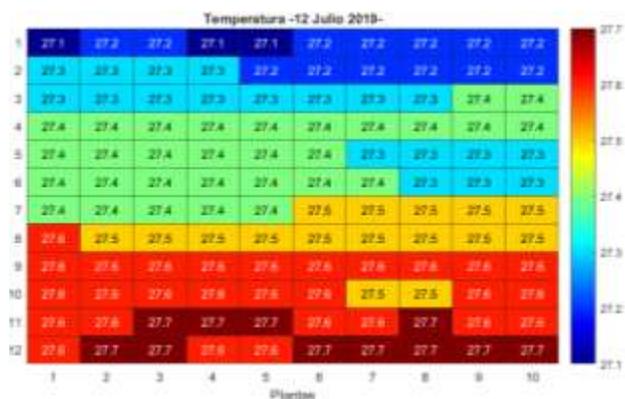


Gráfico 9 Mapa climático (T (°C)) del cultivo de poro

Los mapas climáticos de los Gráficos 8 y 9 se realizaron en cultivo de poro el cual alcanzaba una altura de casi 50 cm, por lo que el 7 de julio fue más caluroso pues se presentó una oscilación de temperatura entre los 27.2 °C hasta 28.2 °C, mientras que el día 12 de julio osciló entre los 27.1 y los 27.7 °C, en las noches hubo lloviznas ligeras y corrientes de viento elevado por encima de los 6ms⁻¹.

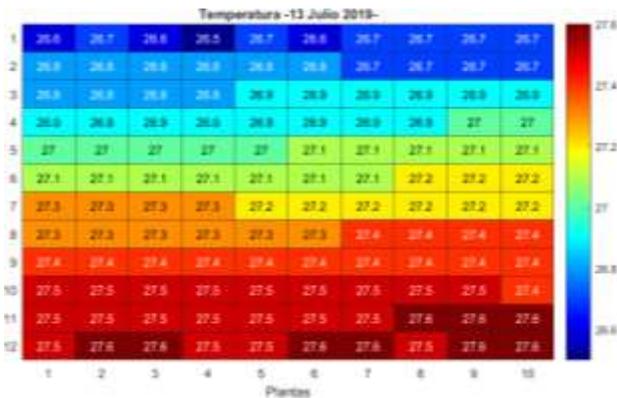


Gráfico 10 Mapa climático (T (°C)) del cultivo de lechuga crespa

El mapa climático que se muestra en el Gráfico 10 presenta una dinámica principalmente ascendente donde se inicia en la temperatura más baja de los 14 días muestreados, dado que la noche del 12 de julio permaneció bajo lluvia y durante el día se presentó nubosidad, esto lo corrobora las mediciones de radiación solar y la velocidad de viento.

Conclusiones

Después de analizar los fenómenos observados en los gráficos de las variables climáticas, así como en los mapas climáticos de temperatura de los polígonos de 120m² de los cinco cultivos seleccionados, se puede concluir lo siguiente:

Debido a la temporada de lluvias, la dinámica del aire presentó incrementos durante 2 días, por ello su enfriamiento, y así la masa de aire perdió capacidad para contener vapor, llegando fácilmente a la saturación. Entonces el vapor de agua se condensó y forma un 'vaho', éste es el mismo mecanismo que origina la formación del rocío (pequeñas gotas que se observaron en las hojas de las plantas situadas muy cerca del suelo).

Se descubrió que se alcanzó una temperatura de rocío estimada entre los 12 y 18 °C a la que hay se enfrió la masa de aire para producir la condensación sin variar su contenido de vapor. Gracias a la generación de mapas climáticos se logró comprender mejor el comportamiento de la temperatura en los polígonos seleccionados. Si bien, se lograron obtener mapas climáticos, es necesario aumentar el área de los polígonos para comprender la dinámica climática.

Además de agregar un mapa de isobaras, o líneas que unen puntos de igual temperatura, las cuales ofrecerían una mejor idea de la intensidad de la temperatura (a mayor proximidad entre isobaras, mayor intensidad), así como de su ubicación. De este modo se podrían conocer con precisión los puntos de mayor inestabilidad de temperatura y si se dan otra serie de condiciones acompañada de tiempo lluvioso, viento intenso, alta radiación o cualquier otra variable asociada se podría mejorar la toma de decisiones para realizar alguna práctica agrícola por los productores de dicha región sin especular pérdidas.

Referencias

- Adafruit. 2019. [Consulta 23 de febrero de 2019] Disponible en: <https://www.adafruit.com/>
- Aosong Electronics, Co. Ltd. Digital temperatura and humidity sensor AM2315. Product Manual.
- Allen, R. G.; Pereira, L. S.; Raes, D. y Smith, M. 2006. Evapotranspiración del cultivo. Traducción al español. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Roma, Italia. 342 p.
- Al-Mahdi, A. M.; Ndahi, E. M. S.; Yahaya, B. and Maina, M. L. 2014. integrated gis and satellite remote sensing in mapping the growth, managing and production of inland water fisheries and aquaculture. Eur. Sci. J. 6(10):178-183.
- Arduino. 2019. An Open-Source Electronics Prototyping Platform. [Consulta 14 de marzo de 2019] Disponible en: <http://www.arduino.cc>
- Camargo, M. B. and Hubbard, K. G. 1999. Spatial and temporal variability of daily weather variables in sub-humid and semi-arid areas of the united states high plains. Agric. Forest Meteorol. (93):141-148.
- Centro del Agua para la Agricultura (CAA), Universidad de Concepción, 2014. Recuperado de <http://files.dlhingenieria.webnode.cl/20000008712c7113c15/ESTACI%C3%93N%20METERE OLOGICA%20AUTOMATICA.pdf> 4 de noviembre de 2018.

CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2010. proyecto de modernización del servicio meteorológico nacional de México: diagnóstico institucional y propuesta de plan estratégico 2010-2019. 67 p.

Davis Instruments. 2019. Wireless Vantage Pro2 Plus. Recuperado de http://www.davisnet.com/weather/products/weather_product.asp?pnum=06162.

Fisher, D., K. and Gould, P., J. Open-Source Hardware Is a Low-Cost Alternative for Scientific Instrumentation and Research. *SciRes. Modern Instrumentation*, 2012, 1, 8-20. 2012.

Garzón A. Meteorológica y climatología semana de la ciencia y tecnología 2004, Fundación Española para la ciencias y la tecnología, España, 2004.

Kosmos. 2019. [Consulta 17 de mayo de 2019] Disponible en: <http://www.kosmos.com.mx/>

Medina-García, G.; Grageda- Grageda, J.; Ruiz-Corral, J. A. and Báez- González A. D. 2008. Uso de estaciones meteorológicas en la agricultura. México. INIFAP.

Meza B., Vargas E. Propuesta de diseño de un sistema de comunicaciones alterno para la interconexión del sistema de radares meteorológicos a la sede del Inameh, Universidad Central de Venezuela, 2007.

Parallax Inc. 2010. CO2 Gas sensor module. Product Manual.

Pérez M., Martínez D. Diseño de un sistema de comunicación para la transmisión de datos en tiempo real entre tres estaciones meteorológicas ubicadas en el Volcán Antisana y el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, en Quito, Escuela Politécnica Nacional, Ecuador, 2011.

Rehman, A.; Azafar, A. A.; Islam, N. and Ahmed, S. Z. 2014. A review of wireless sensors and networks' applications in agriculture. *Computer Standards & Interfaces*. 2(36):263-270.

Sonbest. 2019. Soil temperatura and humidity sensor SHT10. Shanghai China.

Sivakumar, M. V. K.; Gommès, R. and Baier, W. 2000. Agrometeorology and sustainable agriculture. *Agric. Forest Meteorol.* (103):11-26.

Sivakumar, M. V. K.; Roy, P. S.; Harmsen, K. and Saha, S. K. 2004. Satellite remote sensing and gis applications in agricultural meteorology. In: satellite remote sensing and GIS applications in meteorology. Sivakumar, M. V. K.; Roy, P. S.; Harmsen, K. and Saha, S. K. (Eds.). World Meteorological Organization. Dehra Dun, India. 427 p.

Torres-Ruiz, E. 2006. 2° (Ed.). *Agrometeorología*. México, D. F. Ed. Trillas. 156 p.

World Meteorological Organization. 2008. *Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation*. WMO No. 8. Geneva. 716 p.

Propuesta para la integración de un laboratorio de Monitoreo Remoto mediante Raspberry Pi mediante un radio enlace con antenas Ubiquiti en el departamento de Electrónica del Instituto Tecnológico de Oaxaca

Proposal for the integration of a Remote Monitoring laboratory using Raspberry Pi through a radio link with Ubiquiti antennas in the Department of Electronics of the Technological Institute of Oaxaca

SILVA-CRUZ, Eric Mario †*, CASTELLANOS-BALTAZAR, Roberto Tamar, SOSA-TORRES, Ariel Ysai y CABALLERO-SANTIAGO, Alexis

Instituto Tecnológico de Oaxaca/ Tecnológico Nacional de México

ID 1^{er} Autor: *Eric Mario, Silva-Cruz* / ORC ID: 0000-0002-0496-9682, CVU CONACYT ID: 206891

ID 1^{er} Coautor: *Roberto Tamar, Castellanos-Baltazar* / ORC ID: 0000-0002-4378-7531

ID 2^{do} Coautor: *Ariel Ysai, Sosa-Torres* / ORC ID: 0000-0002-3733-0711

ID 3^{er} Coautor: *Alexis, Caballero-Santiago* / ORC ID: 0000-0002-4393-9988

DOI: 10.35429/JOCT.2020.14.4.11.16

Recibido 22 de Septiembre, 2020; Aceptado 30 Diciembre, 2020

Resumen

En el desarrollo de dispositivos de internet de las cosas, una de las consideraciones principales es la adopción de los distintos protocolos existente para realiza una conectividad entre dispositivos, en el ámbito industrial es requerido además de seleccionar un protocolo de comunicación, el determinar la viabilidad de integrar la información a la nube con los datos de una infinidad de sensores, para lo cual existe el diseño de redes de sensores con monitoreo local, lo cual implica la consideración de realizar una variedad de configuraciones de transmisión de datos, entre los que se encuentran conexión TCP/IP, inalámbrica, fibra óptica. Por este motivo en el presente artículo presentamos el diseño de una configuración en red de datos mediante ruteo TCP/IP con Raspberry Pi y una red de conectividad inalámbrica entre los diversos laboratorios del Instituto Tecnológico de Oaxaca que requieran el monitoreo de sensores, mecanismos y datos, con un monitoreo centralizado en el laboratorio de Electrónica utilizando antenas Ubiquiti, las cuales permitan enlazar la información entre dos puntos con un enlace dedicado, con la posibilidad de ser un punto de múltiple acceso.

Internet of Things, Octave, Raspberry, Python

Abstract

In the development of Internet of Things devices, one of the main considerations is the adoption of the different existing protocols to perform connectivity between devices, in the industrial field it is required to selecting a communication protocol and to determine the feasibility of integrate the information to the cloud with the data from an infinity of sensors, for which there exist the design of sensor networks with local monitoring and the consideration of carrying out a variety of data transmission configurations, among which are TCP / IP, wireless, fiber optic connection. For this reason, in this article we present the design of a data network configuration using TCP / IP routing with Raspberry Pi and a wireless connectivity network between the laboratories of the Technological Institute of Oaxaca that require monitoring of sensors, mechanisms and data, and a centralized monitoring in the Electronics laboratory using Ubiquiti antennas, which allow linking information between two points with a dedicated link and the possibility of being a multiple access point.

Internet of Things, Octave, Raspberry, Python

Citación: SILVA-CRUZ, Eric Mario, CASTELLANOS-BALTAZAR, Roberto Tamar, SOSA-TORRES, Ariel Ysai y CABALLERO-SANTIAGO, Alexis. Propuesta para la integración de un laboratorio de Monitoreo Remoto mediante Raspberry Pi mediante un radio enlace con antenas Ubiquiti en el departamento de Electrónica del Instituto Tecnológico de Oaxaca, Revista de Tecnologías Computacionales. 2020. 4-14: 11-16

* Correspondencia del Autor (eric.cruz@itoaxaca.edu.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

El diseño de redes de internet de las cosas ha llevado a considerar el acceso TCP/IP como uno de los principales protocolos de conectividad creando redes de sensores y de datos que permiten transmitir una gran cantidad de información, utilizando las diversas capas del modelo OSI. Así mismo se diseñan la Web de las Cosas considerando los sistemas ciberfísicos tal como se muestra en la figura 1. En donde podemos observar que cada una de las capas involucran distintos elementos que diferencian entre Internet de las cosas y Web de las cosas.

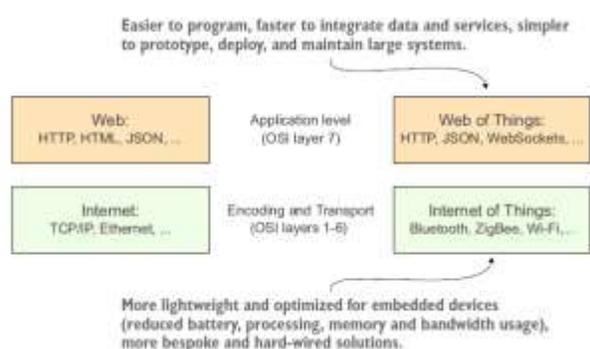


Figura 1 Internet y Web de las Cosas

En el contexto de los sistemas o mecanismos (sistema físico) conectados o monitoreados mediante algoritmos basados en computación aparece el término sistema ciberfísico, entre los cuales encontramos la red eléctrica inteligente (Smart grids), automóviles autónomos, monitoreo médico, el control de proceso de fabricación, redes de robots, aeronáutica.

Para considerar una red con estas características se debe realizar un trabajo multidisciplinario, fusionando elementos mecánicos que requieran un monitoreo constante y una infraestructura de comunicaciones electrónicas enlazadas mediante plataformas de hardware y software embebido, tal es el caso de la plataforma Raspberry Pi, el sistema para procesamiento de algoritmos Octave, y la interconectividad inalámbrica mediante enlaces punto a punto o multipunto, con la aplicación de radio enlaces utilizando las antenas Ubiquiti. El diseño que se presenta en el presente artículo es el primer prototipo para considerar el laboratorio de Electrónica un centro de monitoreo de sistemas ciberfísicos e Internet de las cosas (IoT) mediante plataforma de Hardware y Software embebido.

Planteamiento del problema

Propuesta de solución

En el presente artículo se propone el desarrollo de un laboratorio como centro de monitoreo de mecanismos ubicados en los diversos laboratorios del Instituto Tecnológico de Oaxaca, para lo cual se realiza la propuesta de una infraestructura que permita la interconectividad y el manejo de la información de manera remota, configurando redes de sensores y dispositivos conectados a la red con el protocolo TCP/IP.

Los elementos a considerar tienen la característica principal de ser de hardware y software abierto, y uno de los principales elementos es la plataforma Raspberry Pi, la cual cuenta con un microprocesador.

Esta plataforma tiene la característica principal de poder utilizar la mayoría de protocolos de conectividad, como lo son, bluetooth, Wifi, Ethernet, puertos GPIO, conexión SPI, I2C, cuyos elementos son de gran relevancia para el internet de las cosas.

Así mismo al ser un microcomputador es posible realizar la integración de software que permita la obtención y procesamiento de señales, tal es el caso del software Python y Octave, los cuales se consideran herramientas que permiten la aplicación de algoritmos matemáticos, y de la misma manera la integración de bases de datos que puedan almacenar la información recibida y procesada.

La metodología a desarrollar requiere de diversos elementos, entre los cuales consideramos el sensor, la integración del sensor a la red de datos mediante un servidor, el direccionamiento IP, la conexión inalámbrica entre las antenas en el radio enlace, el acceso de la Raspberry al servidor y finalmente el procesamiento con el software Octave o Python.

Metodología a desarrollar

Cada uno de los elementos mencionados anteriormente requiere de dispositivos, configuraciones y programación para su implementación

- Los sensores a monitorear se integran a la red mediante una plataforma Ethernet Shield de Arduino configurando su MAC, IP, y el puerto para emitir la información a la red, ().
- Se utiliza o un modem o router para poder asignar una IP válida que permita enlazar los dispositivos, ya que cada dispositivo conectado deberá estar en la misma red para un mejor direccionamiento.
- El radio enlace a considerar utiliza una configuración punto a punto entre las antenas Ubiquity con un alcance considerable que permita la transmisión dedicada de la información.
- La plataforma Raspberry se configura para poder acceder a la red y escanear los IP en donde se encuentran conectados los sensores, para adquirir y procesar la información
- El software que permitirá procesar las señales monitoreadas utiliza algoritmos que pueden realizar procesamiento y tratamiento digital de señales, tal es el caso de Python y Octave

Desarrollo

a). Obtención de datos de los sensores

El modulo Ethernet Shield de Arduino permite la integración de sensores a la red mediante la implementación de un servidor que esta caracterizado por una dirección MAC, una dirección IP y un puerto de datos tal como se desarrolla en (), en donde el elemento principal es el determinar una IP en el dispositivo, la cual es de característica dinámica, y que al conectarse a la red, esta se renueva cada vez que se reinicia el protocolo DHCP. En la configuración del shield consideramos la conectividad directa a un modem o router en donde se asigne una IP que permanezca fija en el dispositivo.



Figura 2 Shield de Ethernet y Arduino

Fuente: Elaboración Propia

La configuración del shield de Ethernet requiere el definir un firmware que opere de manera constante en el monitoreo de los sensores y pueda establecer la conexión de forma directa hacia la red, sin la necesidad de un dispositivo adicional para enlazar los datos medidos.

Firmware del Shield de Ethernet

```

/* basado en el ejemplo Web Server */
#include <SPI.h>
#include <Wire.h>
#include <Ethernet.h>
// #include <SparkFun_ADXL345.h>

//ADXL345 adxl=ADXL345();
// sensor ultrasonico
const unsigned int PTRG = 7;
const unsigned int PECHO = 8;
unsigned long k=0;
//int x,y,z;
// Adresses MAC e IP
byte mac[] = { 0x00, 0xAA, 0xBB, 0xCC, 0xDE, 0x02 };
IPAddress ip(192,168,8,11);
EthernetServer server(8000);
void setup()
{
  Ethernet.begin(mac, ip);
  server.begin();
  pinMode(3,OUTPUT);
  digitalWrite(3,LOW);
  analogReference(INTERNAL);
  //adxl.powerOn();
  //adxl.setRangeSetting(16);
}
void loop()
{
  EthernetClient client = server.available();
  if (client)
  {
    // Un cliente existe
    while (client.connected())
    {
      if (client.available())
      {
        pinMode(PTRG, OUTPUT);
        digitalWrite(PTRG, LOW);
      }
    }
  }
}

```

```

delayMicroseconds(2);
digitalWrite(PTRG, HIGH);
delayMicroseconds(5);
digitalWrite(PTRG, LOW);
pinMode(PECHO, INPUT);
unsigned long duration = pulseIn(PECHO, HIGH);
k= duration / 29 / 2;
// adxl.readAccel(&x, &y, &z);
char c = client.read();
if (c == 'A') digitalWrite(3,HIGH);
if (c == 'a') digitalWrite(3,LOW);
}
server.println(k);
// server.println(x);
// server.println(y);
//server.println(z);
delay(100);
}
client.stop();
}
}

```

b). Radio Enlace

En este apartado se explicará el proceso de configuración para un enlace punto a punto utilizando un par de antenas Ubiquiti® PicoStation M2 HP. El primer paso es el ensamblaje de ambas antenas que incluye una antena desmontable, una PicoStation M2 HP, un montaje para pared, tornillos y un adaptador PoE (15V, 0.8 A).



Figura 3 Antena Ubiquiti y cable POE

El cable PoE se debe conectar a un switch (figura x.6) que sea compatible con PoE o al adaptador incluido. El cable PoE deberá ir conectado al conector RJ45 en el adaptador que tiene la etiqueta “PoE” y en el conector RJ45 que tiene la etiqueta LAN deberá utilizarse un cable UTP categoría 5, el cual será conectado al puerto Ethernet de una computadora para poder configurarse.

Configuración de la antena

Ya que se tiene ensamblada y conectada ambas antenas, deberán configurarse mediante una computadora.



Figura 4 Configuración de la Antena

Fuente: Elaboración Propia

Para este caso se utilizó una computadora con sistema operativo macOS; la configuración en Windows es muy similar. Para poder configurar la antena se deberá asignar una dirección IP en el rango de direcciones que tiene de fábrica la antena. En este caso se utilizó la 192.168.1.20 con máscara de subred 255.255.255.0 para la primera antena y para la segunda se utilizó la dirección IP 192.168.1.25 con máscara de subred 255.255.255.0

Cuando el dispositivo este operativo se podrá acceder a su configuración mediante su interfaz de usuario WEB (Web UI). Para acceder a la interfaz airOS se debe ingresar al navegador web la IP asignada previamente, en este caso 192.168.1.20, y se mostrarán una alerta de “Conexión no segura”.

A continuación, se procede a configurar la antena que servirá como Punto de Acceso (AP), es decir, la antena que recibirá los datos transmitidos mediante la antena AP y va conectado a una computadora, switch o router.

c). Configuración de la Raspberry

Los procesos de configurar, y adecuar la raspberry, es primeramente actualizar la información de los softwares y programas instalados, mediante el siguiente código en la terminal de Raspberry

```

Sudo apt-get update
Sudo apt-get upgrade

```

Así mismo debemos configurar su acceso a internet mediante Wifi en la misma red donde se conecta el Shield de Ethernet

c). Instalación de Octave

En el proceso de instalación y configuración de software en la raspberry uno de los principales a considerar es Python y Octave para la conectividad con los dispositivos en red.

A continuación, se presenta la configuración a realizar para instalar Octave en la plataforma de Raspberry Pi

```
sudo apt-get update
sudo apt-get install octave
sudo apt-get install liboctave-dev
pkg install -forge instrument-control
pkg load instrument-control
```

Figura 4 Señal Binaria generada en Octave
Fuente: Elaboración Propia

La conectividad de la Raspberry y el sensor se logra mediante la programación en Octave, tal como se realiza en (), en donde es importante determinar correctamente la conexión mediante tcp, la cual permite la conexión de los datos

```
clear all
s=tcp("192.168.1. 11",8000);
running=0;
while running<10
running=running+1;
reply=queryResponseTcp(s,"T?\n");
val(running)=str2double(reply(2:end));
x(running)=now;
plot(x,val, '*')
ylim([22,28]);
ylabel('Ultrasonic Sensor [C]')
xlabel('Time')
datetick('x','ddd/HH:MM:SS')
sleep(1);
end
tcp_write(s,"quit\n");
tcp_close(s);
```

Conclusiones

La presente investigación es una propuesta de desarrollo de sistemas de monitoreo de Internet de las cosas, Web de las Cosas y Sistemas Ciberfísicos, los cuales permitan el desarrollo e integración de plataformas de hardware y software embebido de código abierto.

El establecimiento de una red dedicada para conectar dispositivos de internet de las cosas y el monitoreo de procesos mediante sensores, haciendo uso de sistemas y software embebido que permiten el diseño de prototipos y de esta manera establecer un laboratorio de monitoreo.

Así mismo la integración de antenas que permiten enlaces dedicados hacen de la conectividad de dispositivos elementos con mayor velocidad y con gran capacidad de transmisión de datos

La conjunción de estos elementos nos permite proponer un laboratorio en el departamento de Ingeniería Electrónica del Instituto Tecnológico de Oaxaca que nos permita el monitoreo de variables en ambiente educativos e industriales

La investigación mostrada aquí es la integración de la infraestructura electrónica y de software que permitirá el monitoreo y transmisión de información para redes de sensores, conexión maquina a maquina, big-data y elementos de nueva generación en el ambiente tecnológico del Internet de las cosas e industria 4.0.

Referencias

Dominique D. Guinard, Vlad M. (2016), *Building the Web of things: with examples in Node.js and Raspberry Pi*, Manning Publications Co.

Eric M. Silva. et al (2018), *Monitoreo TCP/IP en Labview de una señal ultrasónica mediante un sistema IoT, utilizando el sistema arduino en modo servidos con el shield de Ethernet*, Pistas Educativas, Vol. 40, pp 1982-1997, ISSN: 2448-847X, Congreso de Mecatrónica CiSME 2018, Octubre 2018, recuperado de <http://www.itcelaya.edu.mx/ojs/index.php/pistas/article/view/1647>.

PICOM2HP (2020), Guía de Inicio Rápido de PICOM2HP, recuperado de https://dl.ubnt.com/qsg/PICOM2HP/PICOM2HP_ES.html, © 2020 Ubiquiti Inc. Todos los derechos reservados.

Quarteroni A. & Saleri F. (2006). *Cálculo Científico con MATLAB y Octave*, Springer-Verlag.

Raspberry Pi (2020). Wikipedia, recuperado de https://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Raspberry_Pi&oldid=1003118236.

Volker Z. (2018), *A hands-on course in sensors using the Arduino and Raspberry Pi*, CRC Press, Taylor & Francis Group.

Sistema modular de telemetría para medición de parámetros en el hogar, basado en el internet de las cosas

Modular telemetry system to measure parameters in home, based on internet of things

HERNÁNDEZ-AGUIRRE, Fredy Alberto†*, CHÁVEZ, José Manuel, ESPEJEL-BLANCO Daniel Fernando y YANEZ-PRECIADO, Jorge Alberto

División de Estudio de Posgrado e Investigación, Tecnológico Nacional de México/Instituto Tecnológico de Hermosillo

ID 1^{er} Autor: *Fredy Alberto, Hernández-Aguirre* / ORC ID: 0000-0001-9208-5299, CVU CONACYT ID: 611800

ID 1^{er} Coautor: *José Manuel, Chávez* / ORC ID: 0000-0001-9708-5925, CVU CONACYT ID: 806766

ID 2^{do} Coautor: *Daniel Fernando, Espejel-Blanco* / ORC ID: 0000-0002-9692-013X, CVU CONACYT ID: 304845

ID 3^{er} Coautor: *Jorge Alberto, Yanez-Preciado* / ORC ID: 0000-0002-6150-0119, CVU CONACYT ID: 1005402

DOI: 10.35429/JOCT.2020.14.4.17.27

Recibido 16 de Septiembre, 2020; Aceptado 30 Diciembre, 2020

Resumen

El objetivo principal del presente artículo es dar a conocer el desarrollo y los resultados obtenidos en el diseño de un sistema modular de telemetría para la medición de distintos parámetros en el hogar y tener la posibilidad de conocer y monitorear los datos de manera remota a través de una aplicación móvil. Haciendo uso de instrumentación se puede realizar la medición de la energía eléctrica consumida en el hogar (kWh), la cantidad de agua consumida, presencia de gas LP, iluminación interior, temperatura y la energía generada por un panel fotovoltaico interconectado a la red eléctrica. La arquitectura propuesta para el desarrollo de esta aplicación está basada en el modelo de tres capas del IoT (*Internet of Things*). Se utiliza el módulo NodeMCU®, basado en el chip ESP8266, para la lectura de los parámetros propuestos anteriormente, estos datos son transmitidos por medio de un protocolo de comunicación Wi-Fi (*Wireless Fidelity*), denominado Websockets®, y posteriormente son enviados a una base de datos utilizando el servicio de Firebase®, comunicados con una aplicación móvil para su visualización en una interfaz gráfica programada en Android Studio®. El usuario podrá monitorear los distintos parámetros en tiempo real y con base a su criterio, puede ejercer acciones preventivas y correctivas para el aprovechamiento consiente de los recursos energéticos.

Telemetría, Internet de las cosas, Instrumentación, fotovoltaico

Abstract

In this article, we discuss the development and results obtained in the design of a modular telemetry system for measurement of different parameters at home and having the possibility of knowing and monitoring the data remotely through a mobile application. Using instrumentation, it is planned to measure electrical energy consumed at home in kWh, the amount of water consumed, pressure and presence of LP gas, interior lighting, temperature and the energy generated by a photovoltaic panel interconnected to the electrical grid. The architecture proposed for the development of this application is based on the three-layer model of the IoT (Internet of Things), making use of a microcontroller based on the ESP8266 chip called NodeMCU®, the reading of the parameters proposed above is performed, and these data are transmitted through a Wi-Fi (Wireless Fidelity) communication protocol called Websockets®, the data is sent to a database on the internet using Firebase® service, later this database communicates with a mobile application in which displays the data collected by the microcontroller in a graphical interface programmed with Android Studio®. The user will be able to monitor the different parameters in real-time and based on his criteria, take preventive and corrective actions for the conscious use of his energy resources.

Telemetry, Mobile application, Internet of things, Instrumentation

Citación: HERNÁNDEZ-AGUIRRE, Fredy Alberto, CHÁVEZ, José Manuel, ESPEJEL-BLANCO Daniel Fernando y YANEZ-PRECIADO, Jorge Alberto. Sistema modular de telemetría para medición de parámetros en el hogar, basado en el internet de las cosas. Revista de Tecnologías Computacionales. 2020. 4-14: 17-27

* Correspondencia del Autor (fredy.hernandez@hermosillo.tecnm.mx)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

1. Introducción

La energía eléctrica se ha convertido en un recurso indispensable en el día a día de la sociedad, un gran porcentaje de esta energía es desperdiciada en el transporte y la distribución de la electricidad, por lo que es importante hacer uso de las tecnologías actuales para reducir significativamente la pérdida de energía [1].

Los medidores inteligentes para electricidad se están implementando desde 2011 en hogares privados por todo el mundo, principalmente por decisiones gubernamentales para cumplir objetivos de ahorro de energía. Por otro lado, los medidores inteligentes de electricidad junto con los de gas, calefacción y agua se pueden interconectar en una gran red que ofrece un valor potencial para implementar ahorro de energía y otros servicios relacionados con la energía, siempre que se implemente una interfaz con el usuario final [2].

En el artículo [3], el autor destaca la importancia de combatir el robo de electricidad implementando un AMR (*Automatic Meter Reading*), que además de ayudar a combatir estas malas prácticas que se efectúan en países en desarrollo, elimina la necesidad de una persona perteneciente a la empresa prestadora del servicio eléctrico tome lecturas de los medidores instalados en hogares u oficinas. El prototipo desarrollado en este artículo está basado en el microcontrolador Arduino®, con un módulo GSM para alertas y un medidor de energía eléctrica.

En el artículo [4], Vu Chien Thang propone una solución para las industrias que utilizan el recurso del agua en Vietnam, implementando un medidor de calidad y consumo del agua con un microcontrolador TIVAC TM4C123 y un módulo sim 908 para comunicar los datos a un servidor de Internet, y posteriormente pueden ser visualizados en una página de Internet, los resultados demuestran que la solución ha operado bien en las condiciones reales.

El objetivo del proyecto desarrollado es el diseño de un sistema modular de telemetría para un medidor inteligente, capaz de tomar lecturas del consumo energético (kWh), consumo de agua (litros), presencia de gas LP, iluminación interior, temperatura y la energía eléctrica generada por un panel fotovoltaico.

El sistema es modular, lo que permite adaptarse a las diferentes arquitecturas en las instalaciones residenciales.

El reto tecnológico de este proyecto consiste en el desarrollo de un sistema modular de telemetría con un costo accesible y de fácil instalación en las residencias de México; actualmente hay ofertas norteamericanas de medidores inteligentes para el hogar de 3 parámetros, electricidad, agua y gas, a un costo superior a los \$121,00.00 MXN.

2. Metodología

En la figura 1, se muestran las diversas etapas metodológicas utilizadas para el desarrollo del proyecto.



Figura 1 Metodología implementada para el desarrollo del proyecto

Fuente: *Elaboración Propia*

Para el desarrollo del prototipo, es fundamental realizar investigación con el fin de conocer los trabajos previos que se hayan hecho para complementar los conocimientos adquiridos y justificar el desarrollo de la ingeniería, se utilizó la metodología científica basada en el diseño de circuitos electrónicos y posteriores pruebas para su validación.

El proyecto se puede dividir en tres etapas principales:

- Instrumentación: Selección y compra de los sensores requeridos para el proyecto, esta etapa incluye el desarrollo de los diferentes circuitos de acondicionamiento de señal requeridos.
- Interconexión: Desarrollo de algoritmos de comunicación para interconectar la instrumentación, una plataforma digital para procesamiento de datos, un servidor en Internet para el almacenamiento de datos y una aplicación móvil.
- Interfaz gráfica: Desarrollo de aplicación móvil para Android® donde el usuario final pueda consultar los datos recabados de los distintos sensores en tiempo real.

Para llevar a cabo con éxito las etapas mencionadas anteriormente, se requiere realizar una investigación inicial de la problemática, conocer las alternativas existentes para analizar su arquitectura y buscar posibles mejoras.

3. Propuesta de solución

Se realizó una investigación y comparación para seleccionar la instrumentación requerida por el sistema de telemetría modular; considerando las características de estos sensores se diseñaron los circuitos de acondicionamiento necesarios para que puedan comunicarse con la plataforma digital, encargada de recabar los distintos datos y digitalizarlos en un servidor en Internet, para que puedan ser mostrados en una aplicación móvil.

Tomando como base la arquitectura de una aplicación IoT de tres capas, a continuación, se describen las diferentes capas del prototipo:

- La capa de percepción está compuesta por los diferentes sensores requeridos para la lectura de los parámetros.
- La capa de red consiste en un microcontrolador para interpretar los datos y centralizarlos en un servidor de Internet.
- La capa de aplicación es una interfaz gráfica desarrollada para el sistema operativo Android, con la finalidad de visualizar las mediciones registradas por el sistema de telemetría.

Para el diseño del sistema de telemetría, se propuso el uso de una aplicación móvil por las ventajas que ofrece a la hora de diseñar una interfaz gráfica. El entorno de desarrollo Android Studio facilita la adaptación de distintos dispositivos móviles Android, permitiendo enfocar la programación en algoritmos de comunicación de datos y la visualización de los mismos de manera funcional.

El protocolo de comunicación utilizado para la arquitectura de este proyecto es por Websockets, es un protocolo de comunicación WiFi bidireccional basado en HTTP (*Hyper Text Transport Protocol*).

En la figura 2 se muestra la arquitectura utilizada en la propuesta de solución para la problemática planteada con respecto al sistema de telemetría para el monitoreo de los servicios básicos.



Figura 2 Arquitectura basada en el modelo de tres capas del internet de las cosas

Fuente: [5]

4. Desarrollo del prototipo

4.1. Selección y caracterización de la instrumentación

Sensor de energía eléctrica PZEM-004T. Está basado en el chip SD3004 de SDIC Microelectronics®, trabaja con un microcontrolador Atmel® que cuenta con una memoria PROM de 2kbit, la cual permite hacer más de 1 millón de ciclos de lectura/escritura, y retiene los datos hasta por 200 años, este sensor es capaz de medir corrientes de 0 - 100 Amperes, voltajes de 80 - 260 VAC, para la transmisión de datos cuenta con una interfaz serial con una velocidad de 9600 baudios [6].

En la figura 3 se muestra el sensor de energía eléctrica y el transformador de corriente no invasivo utilizado para las mediciones eléctricas de corriente instantánea.

Para probar la funcionalidad del sensor de energía eléctrica se contempla la planta de prueba de la figura 4. Para esta prueba, se utiliza una carga de 30 W, lectura que nos debería de indicar el sensor de energía eléctrica.



Figura 3 Sensor PZEM-004T y transformador de corriente
Fuente: [6]

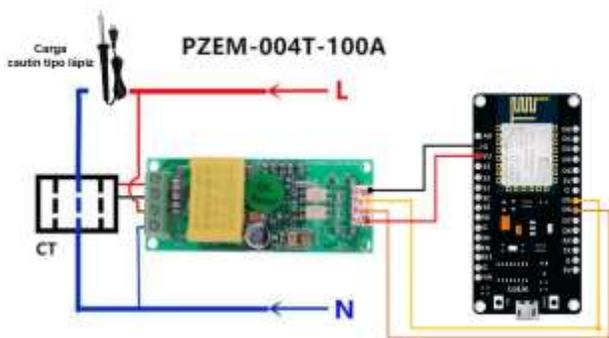


Figura 4 Diagrama de conexión para planta de prueba con el sensor PZEM-004T
Fuente: Elaboración Propia

Utilizando la ley de Watt, ecuación 1, se pueden calcular los parámetros eléctricos de la carga (cautín de 30W), [7].

$$P = V * I \quad (1)$$

Para conocer el voltaje de operación, se realiza una medición entre la terminal de línea y de neutro con un multímetro de marca Steren modelo MUL-500, figura 5.

Al conocer la potencia y el voltaje del circuito, se puede calcular la corriente:

$$P = V * I$$

$$I = \frac{P}{V} \quad (2)$$

$$I = \frac{30 W}{122.4 V} = 0.245 A$$



Figura 5 Lectura de voltaje en terminales línea y neutro para planta de prueba
Fuente: Elaboración Propia

En la figura 6 se muestra la conexión del sensor para medir la corriente calculada.



Figura 6 Planta de prueba para el sensor de energía eléctrica
Fuente: Elaboración Propia

En la figura 7 se muestran las mediciones realizadas, monitoreadas a través de comunicación serial con módulo Arduino.

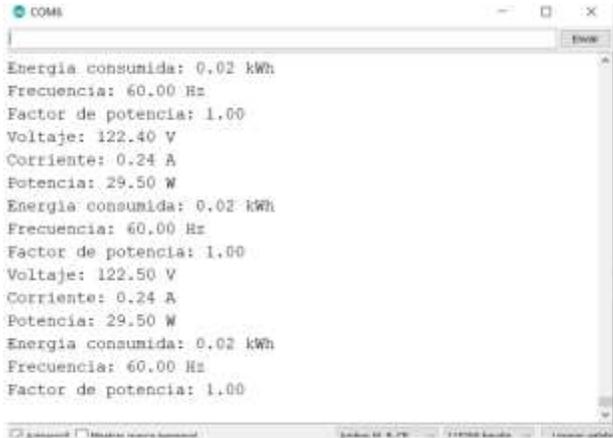


Figura 7 Monitor serial donde se muestran las lecturas del sensor de energía eléctrica
 Fuente: *Elaboración Propia*

Comparando las mediciones realizadas con e multímetro y el sensor de corriente, se puede validar la funcionalidad del sensor PZEM-004.

Sensor de flujo de agua YF-S201. Es un sensor de flujo usado en distintas aplicaciones, pues el caudal o flujo es un parámetro necesario en varios procesos, a nivel doméstico se puede utilizar para medir el consumo de agua. El sensor internamente tiene un rotor cuyas paletas tienen un imán, la cámara en donde se encuentra el rotor es totalmente aislado evitando fugas de agua, externamente a la cámara tiene un sensor de efecto hall que detecta el campo magnético del imán de las paletas y con esto el movimiento del rotor, el sensor de efecto hall envía los pulsos por uno de los cables del sensor, los pulsos son convertidos posteriormente a flujo [8]. En la figura 8 podemos observar el sensor de flujo de agua.

Este sensor tiene tres cables para su conexión, rojo y negro para la alimentación y amarillo para la salida de los pulsos, una señal cuadrada cuya frecuencia es proporcional al caudal.



Figura 8 Sensor de flujo de agua YF-S201
 Fuente: [9]

Para la conexión del microcontrolador con el sensor se realizaron las conexiones mostradas en la figura 9.



Figura 9 Diagrama de conexión de sensor YF-S201 con microcontrolador
 Fuente: *Elaboración Propia*

Para probar el sensor se utilizó la planta de pruebas que se muestra en la figura 10. Se cuenta con un tanque de agua conectado a una bomba de agua para aumentar la presión y mantener un flujo constante. La bomba de agua se conecta al sensor utilizando un acoplamiento reductor de cobre, y el flujo atraviesa el caudalímetro, vaciándose en un contenedor de agua de 1 litro.



Figura 10 Planta de pruebas para sensor de agua YF-S201
 Fuente: *Elaboración Propia*

Para realizar la conexión del sensor de gas con el microcontrolador es necesario utilizar el pin de entrada analógica, un pin de entrada digital, alimentación de voltaje y tierra. Figura 13.

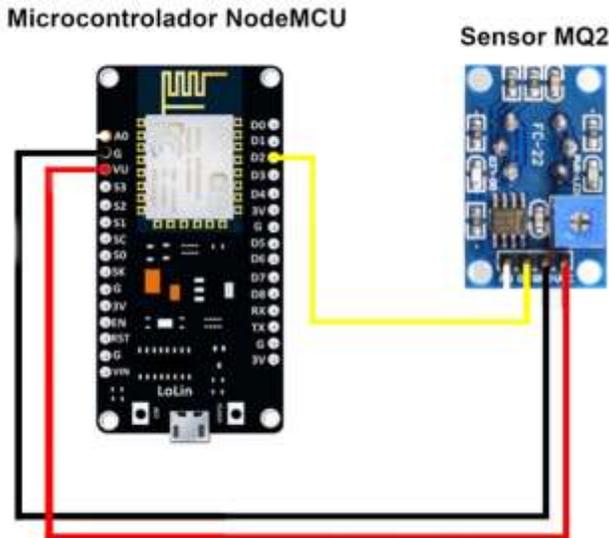


Figura 13 Diagrama de conexiones del sensor MQ-2 con el microcontrolador
Fuente: Elaboración Propia

Para la primera prueba con el sensor de gas LP, se escribió un script encargado únicamente de leer el valor de la entrada digital D2. Un nivel lógico alto en este pin, indica que no se está detectando presencia de gas, y un nivel bajo representa la detección de gas. Ajustando el potenciómetro se puede modificar el umbral de detección. En la figura 14 se muestra el circuito utilizado para las pruebas con el sensor detector de gas LP, y en la figura 15 se presentan los resultados obtenidos con monitor serial de Arduino.

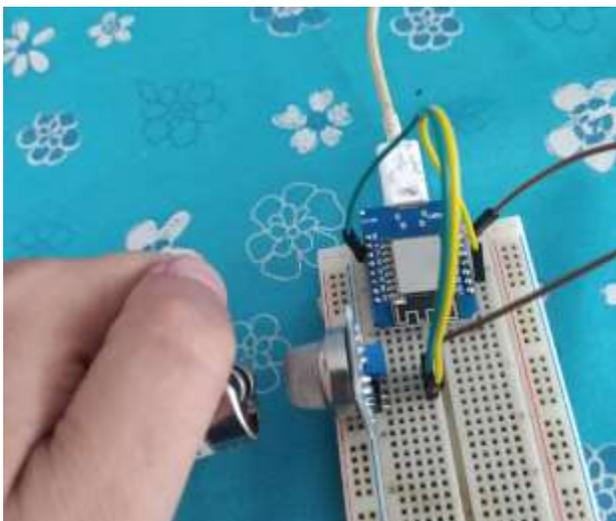


Figura 14 Prueba de detección de gas LP con sensor MQ-2
Fuente: Elaboración Propia

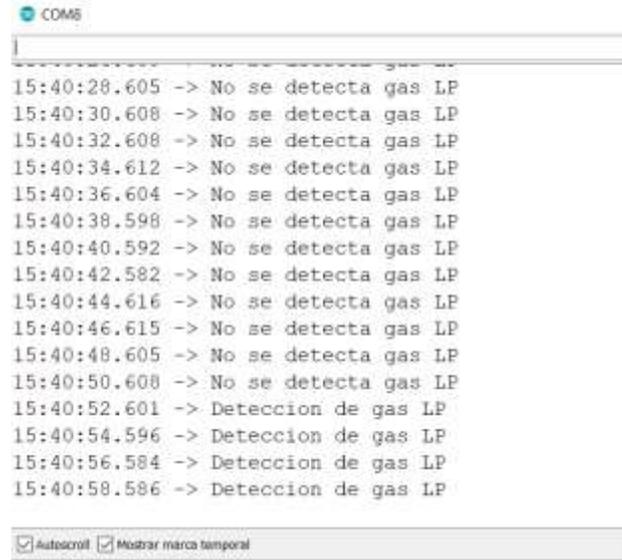


Figura 15 Monitor serial notificando la presencia de gas LP con el sensor MQ-2
Fuente: Elaboración Propia

Sensor de temperatura DS18B20. Es un sensor digital de temperatura que utiliza el protocolo 1-Wire para comunicarse. Este protocolo necesita solo un pin de datos para comunicarse y permite conectar más de un sensor en el mismo bus.

El sensor DS18B20 es fabricado por *Maxim Integrated*, el encapsulado de fábrica es tipo TO-92 similar al empleado en transistores pequeños. La presentación comercial más utilizada por conveniencia y robustez es la del sensor dentro de un tubo de acero inoxidable resistente al agua [11]. En la figura 16 se observa el sensor de temperatura DS18B20.



Figura 16 Sensor de temperatura DS18B20
Fuente: [12]

La conexión de este sensor es muy sencilla, únicamente se conecta el pin de color amarillo a cualquier entrada digital del microcontrolador NodeMCU (pin digital 2).

En la figura 17 se observa la conexión del sensor con el microcontrolador.

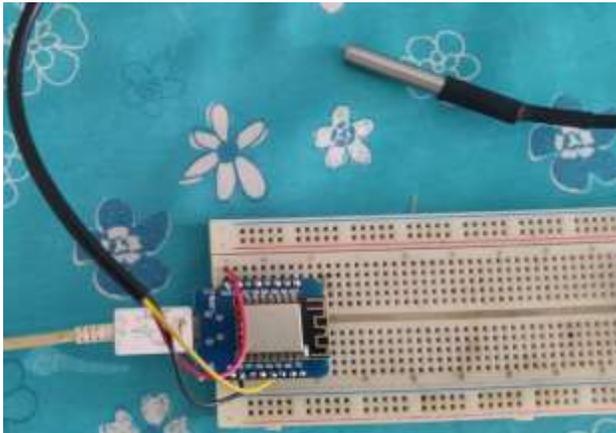


Figura 17 Conexión del microcontrolador con el sensor de temperatura DS18B20
Fuente: Elaboración Propia

Con esta conexión se puede programar un script capaz de hacer lecturas de temperatura, en la figura 18 se adjunta la captura de pantalla del monitor serial del programa de Arduino, en donde se observa la lectura del sensor de temperatura DS18B20, se toma una lectura cada segundo ya que así fue programado el script para esta prueba.

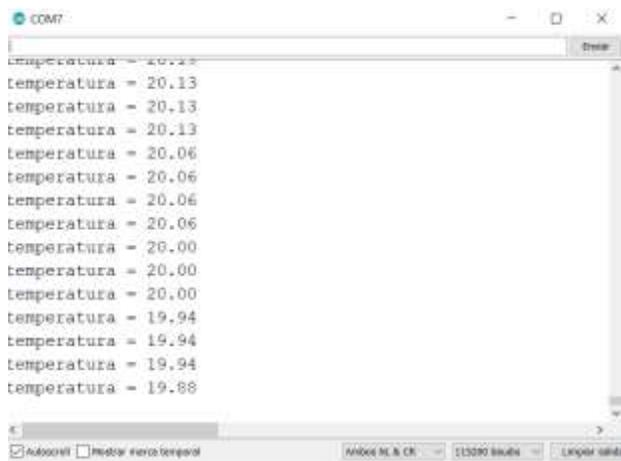


Figura 18 Monitor serial donde se muestra las lecturas de temperatura del sensor DS18B2
Fuente: Elaboración Propia

Sensor de iluminación BH1750. Se trata de un sensor de luz, que a diferencia del LDR (*Light Dependent Resistor*) convencional, este es digital y entrega valores de medición en Lux (lumen /m²) que es una unidad de medida estándar para el nivel de iluminación. Tiene alta precisión y un rango configurable entre 1 y 65535 lx. La interfaz de comunicación es I2C, pudiéndolo implementar en la mayoría de microcontroladores [13].

Para la conexión del sensor con el microcontrolador se utiliza el diagrama que se muestra en la figura 19.

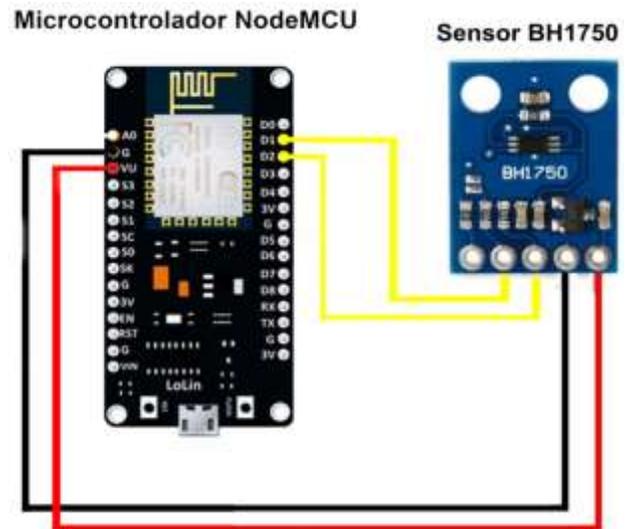


Figura 19 Diagrama de conexión del sensor de iluminación BH1750 con el microcontrolador
Fuente: Elaboración Propia

En la figura 20 se muestra una foto de la conexión física del sensor de iluminación con el microcontrolador.

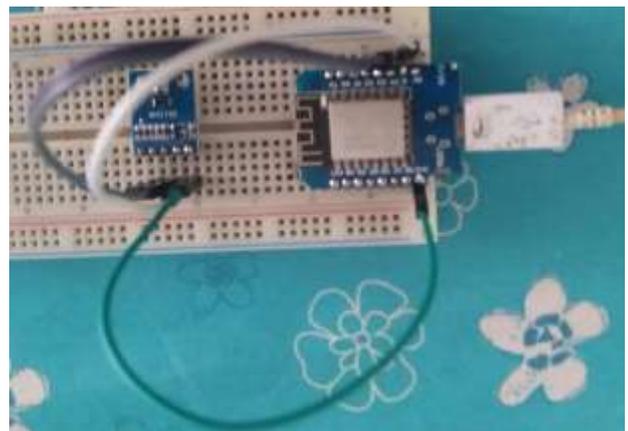


Figura 20 Conexión de sensor BH1750 con microcontrolador
Fuente: Elaboración Propia

El script programado se encarga de imprimir en el monitor serial el valor de la iluminación en Lux. En la figura 21 se adjunta una captura de pantalla donde se muestra el monitor serial imprimiendo los valores del sensor.

```

COM6
16:30:38.735 -> Light: 149 lx
16:30:39.725 -> Light: 143 lx
16:30:40.746 -> Light: 1 lx
16:30:41.734 -> Light: 0 lx
16:30:42.760 -> Light: 627 lx
16:30:43.757 -> Light: 527 lx
16:30:44.751 -> Light: 162 lx
16:30:45.746 -> Light: 530 lx
16:30:46.759 -> Light: 197 lx
16:30:47.747 -> Light: 262 lx
16:30:48.738 -> Light: 1423 lx
16:30:49.760 -> Light: 977 lx
16:30:50.744 -> Light: 58 lx
16:30:51.735 -> Light: 12 lx
16:30:52.755 -> Light: 12 lx
16:30:53.750 -> Light: 12 lx
Autoscroll  Mostrar marca temporal

```

Figura 21 Monitor serial mostrando los datos del sensor de iluminación

Fuente: Elaboración Propia

4.2. Integración de prototipo

Una vez validados los sensores utilizados para la medición de todos los parámetros del sistema de telemetría: sensor de corriente, de flujo de agua, detección de gas LP, temperatura e intensidad luminosa, se procede a la integración de todo el sistema de medición. Para esto se utiliza una placa fenólica de cobre perforada, que permite realizar las conexiones de los sensores con el microcontrolador. En la figura 22 se muestra el diagrama de integración de todos los sensores con el módulo NodeMCU ESP8266.

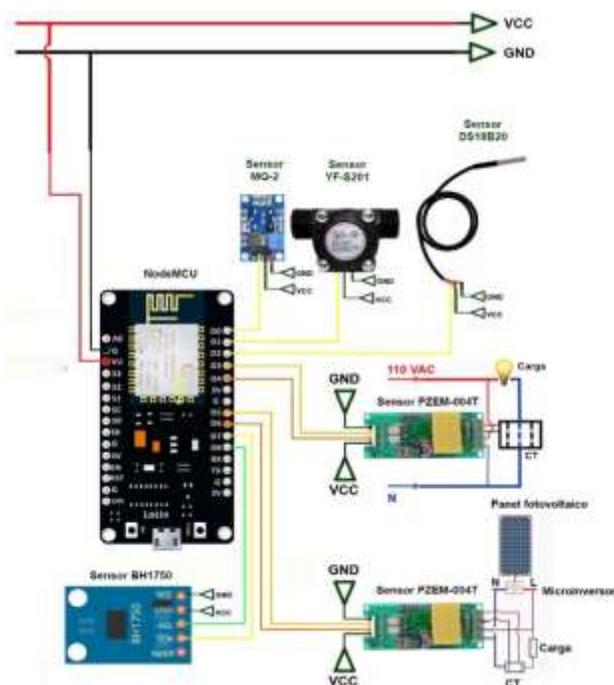


Figura 22 Diagrama de conexiones del microcontrolador con los sensores seleccionados para el proyecto

Fuente: Elaboración Propia

4.3. Programación de Script para los sensores

El script que desarrollado para este prototipo es ser capaz de poder conectarse a una red Wi-Fi, posteriormente conectar el microcontrolador con la base de datos de Firebase para poder cargar los datos que se obtengan de los sensores. Gracias a las pruebas individuales que se hicieron a los sensores se puede integrar de manera individual cada uno de los scripts utilizados para conformar uno solo, que a través de funciones que se ejecuten en orden, sea capaz de obtener la lectura de todos los sensores periódicamente. En la figura 23 se observa el diagrama de flujo del script utilizado para realizar la programación, este script funciona tanto para el microcontrolador NodeMCU como para el microcontrolador WEMOS D1 Mini®.

4.4. Programación de aplicación móvil

El desarrollo de la aplicación móvil fue realizado en Android Studio, la interfaz gráfica de la aplicación es sencilla, además de esto, la documentación que hay en Internet para conectar la base de datos de Firebase con Android Studio es muy extensa, por lo que realizar esta conexión no fue nada complicado, se relacionó un cuadro de texto con cada uno de los valores almacenados en la base de datos de los distintos parámetros, de esta manera al actualizarse en la base de datos, la aplicación móvil se actualiza de igual manera en tiempo real.



Figura 23 Diagrama de flujo de script para prototipo
Fuente: *Elaboración Propia*

5. Resultados

Una vez realizada la programación de la interfaz gráfica en la aplicación móvil y del script para el microcontrolador que se encarga de recolectar los datos de los sensores, se probó el circuito unificado del microcontrolador con los sensores, figura 24.

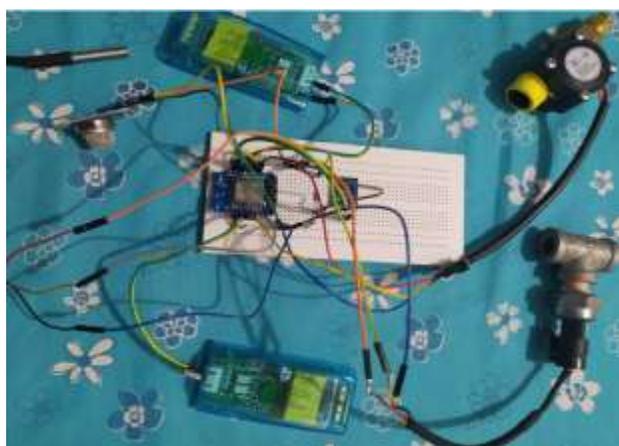


Figura 24 Circuito de microcontrolador con los sensores integrados
Fuente: *Elaboración Propia*

Una vez integrados los sensores se probó cada uno simultáneamente con las plantas anteriormente comentadas, en la figura 25 se puede observar la pantalla programada de la aplicación móvil encargada de mostrar los datos en tiempo real recabados por el microcontrolador.



Figura 25 Pantalla para visualización de datos en tiempo real de los datos cargados por el microcontrolador a Firebase

Fuente: *Elaboración Propia*

6. Conclusiones y recomendaciones

Con el paso del tiempo se ha vuelto imprescindible el uso de las nuevas tecnologías de la información en nuestra vida diaria, es creciente la necesidad de tener información disponible en un instante preciso de tiempo. Con los resultados de la validación de las pruebas realizadas con la integración de los sensores en el sistema de telemetría propuesto, se concluye que es posible desarrollar un sistema de telemetría modular para el hogar capaz de registrar periódicamente la lectura de distintos parámetros, y además con la posibilidad de visualizar estos datos sin costo extra, gracias al desarrollo de una aplicación móvil utilizando Android Studio, todo a un precio inferior a \$1,600.00 MXN. Se recomienda continuar trabajando en la actualización de la aplicación móvil, ya que el entorno de desarrollo nos brinda capacidades muy bastas a la hora del desarrollo de algoritmos. Se pueden implementar funciones para el análisis de datos, que ayuden al usuario en la toma de decisiones con respecto al mantenimiento de infraestructura y equipos, también se pueden mostrar los costos por consumos energéticos para alertar al usuario sobre el uso inadecuado de las instalaciones.

5. Referencias

- [1] K. C. Chen, P. C. Yeh, H. Y. Hsieh, and S. C. Chang, "Communication infrastructure of smart grid," *Final Progr. Abstr. B. - 4th Int. Symp. Commun. Control. Signal Process. ISCCSP 2010*, no. March, pp. 3–5, 2010, doi: 10.1109/ISCCSP.2010.5463330.
- [2] F. Benzi, N. Anglani, E. Bassi, and L. Frosini, "Electricity smart meters interfacing the households," *IEEE Trans. Ind. Electron.*, vol. 58, no. 10, pp. 4487–4494, 2011, doi: 10.1109/TIE.2011.2107713.
- [3] D. B. Gadgay, "Smart Energy Meter using Arduino UNO," *Int. J. Res. Appl. Sci. Eng. Technol.*, vol. 7, no. 10, pp. 74–77, 2019, doi: 10.22214/ijraset.2019.10013.
- [4] V. C. Thang, "A Solution for Water Factories in Vietnam using Automatic Meter Reading Technology," *Int. J. Comput. Netw. Inf. Secur.*, vol. 10, no. 8, pp. 44–50, 2018, doi: 10.5815/ijcnis.2018.08.05.
- [5] M. Jabraeil Jamali, B. Bahrami, A. Heidari, P. Allahverdizadeh, and F. Norouzi, *Towards the Internet of Things: Architectures, Security, and Applications*. 2019.
- [6] "PZEM-004T | Specification | Price | Arduino Library | Pinout." [Online]. Available: <https://innovators-guru.com/ac-digital-multifunction-meter-using-pzem-004t/>. [Accessed: 14-Dec-2020].
- [7] M. Brand and B. Z. Rojas, "Análisis de circuitos eléctricos 1 (curso didáctico sistematizado) ivan fernando," vol. 1, 1991.
- [8] "Tutorial sensor de flujo de agua." [Online]. Available: https://www.naylampmechatronics.com/blog/47_tutorial-sensor-de-flujo-de-agua.html. [Accessed: 14-Dec-2020].
- [9] "Sensor de flujo de agua (Hall) 1/2" YF-S201." [Online]. Available: <https://www.naylampmechatronics.com/sensores-liquido/108-sensor-de-flujo-de-agua-12-yf-s201.html>. [Accessed: 14-Dec-2020].
- [10] "Tutorial sensores de gas MQ2, MQ3, MQ7 y MQ135." [Online]. Available: https://www.naylampmechatronics.com/blog/42_Tutorial-sensores-de-gas-MQ2-MQ3-MQ7-y-MQ13.html. [Accessed: 14-Dec-2020].
- [11] "Tutorial sensor digital de temperatura DS18B20." [Online]. Available: https://www.naylampmechatronics.com/blog/46_Tutorial-sensor-de-temperatura-DS18B20.html. [Accessed: 14-Dec-2020].
- [12] "Sensor de temperatura DS18B20 con protector metálico – Sumador." [Online]. Available: <https://sumador.com/en/products/sensor-de-temperatura-ds18b20-con-protector>. [Accessed: 14-Dec-2020].
- [13] "Tutorial módulo sensor de luz BH1750." [Online]. Available: https://www.naylampmechatronics.com/blog/44_Tutorial-módulo-sensor-de-luz-BH1750.html. [Accessed: 14-Dec-2020].

Alarma digital con sensor de movimiento

Digital alarm with motion sensor

GONZALEZ-MONZON, Ana Lilia†*, RUEDA-MEDINA, Israel, PIÑA-ALCANTARA, Henry Christopher, y MARTINEZ-SANTIAGO, Alejandro

Tecnológico de Estudios Superiores de Jilotepec

ID 1^{er} Autor: Ana Lilia, González-Monzón / ORC ID: 0000-0002-0280-0525, CVU CONACYT ID: 151293

ID 1^{er} Coautor: Israel, Rueda-Medina / ORC ID: 0000-0003-0405-0913, CVU CONACYT ID: 153741

ID 2^{do} Coautor: Henry Christopher, Piña-Alcántara / ORC ID: 0000-0001-5726-2915, CVU CONACYT ID: 719620

ID 3^{er} Coautor: Alejandro, Martínez-Santiago / CVU CONACYT ID: IT19B186

DOI: 10.35429/JOCT.2020.14.4.28.33

Recibido 16 de Septiembre, 2020; Aceptado 30 Diciembre, 2020

Resumen

La inseguridad que presentan los hogares de las comunidades de Jilotepec frente a robos a casas habitación de familias de bajo poder adquisitivo, y los altos precios de los sistemas de seguridad que ofrecen las compañías especializadas, se presenta el proyecto de realizar una alarma de digital mediante un sensor de movimiento con detección de intrusos en casa habitación. se ha desarrollado mediante la metodología CDIO (Concepción, Diseño, Implementación y operación) se utilizó la plataforma Arduino, la cual en los últimos años ha tomado mucha fuerza para la realización de proyectos de ingeniería, así como al sensor de movimiento PIR HC-SR501, que tiene un bajo costo. El sistema podrá detectar cualquier movimiento, esto con la ayuda de calor corporal de las personas, dando a conocer al usuario sobre la actividad que exista en sus hogares. Por lo tanto, ayudará a que las personas cuenten con el sistema que los haga sentir protegidas, principalmente durante la noche.

Digital, Sistema, Sensor

Abstract

The insecurity that the homes of the communities of Jilotepec present in the face of robberies to the homes of families with low purchasing power, and the high prices of the security systems offered by specialized companies, the project of making a digital alarm through a motion sensor that detects intruders in the room. It has been developed through the CDIO methodology (Conception, Design, Implementation and operation) the Arduino platform was used, which in recent years has taken a lot of strength for the realization of engineering projects, as well as the PIR motion sensor HC-SR501, which has a low cost. The system can detect any movement, this with the help of people's body heat, informing the user about the activity that exists in their homes. Therefore, it will help people to have the system that makes them feel protected, especially at night.

Digital, Sistema, Sensor

Citación: GONZALEZ-MONZON, Ana Lilia, RUEDA-MEDINA, Israel, PIÑA-ALCANTARA, Henry Christopher, y MARTINEZ-SANTIAGO, Alejandro. Alarma digital con sensor de movimiento. Revista de Tecnologías Computacionales. 2020. 4-14: 28-33

* Correspondencia del Autor (Correo electrónico: mtra.analilia@tesji.com.edu)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Un sistema de alarma es un conjunto de dispositivos electrónicos que advierten el ingreso no autorizado en una vivienda o local, con el uso de elementos lumínicos o sonoros principalmente, existe una gran variedad de alarmas y sistemas de seguridad, tanto a nivel de funcionamiento y aplicaciones como la tecnología utilizada, hoy en día estos sistemas tienen mucho más auge, pues la gente se preocupa cada vez más por su seguridad, buscando prevenir robos a casas habitación y evitar pasar por acontecimientos desafortunados.

La población ha estado en riesgo, a causa del robo a casas habitación, Las personas afectadas tienen una característica que es la falta de iluminación en sus propiedades, cabe mencionar que estos acontecimientos se dan principalmente en altas horas de la noche, cuando las personas se encuentran vulnerables, pues en la mayoría de ocasiones no logran darse cuenta de la actividad que existe dentro o fuera de casa, siendo así está una situación muy común en cualquier parte de la comunidad de Jilotepec por lo tanto La alarma con sensor de movimiento PIR, logrará detectar cualquier movimiento, para posteriormente avisar al usuario mediante un parlante sobre la actividad que exista dentro o fuera de casa.

En el primer apartado encontramos los conceptos básicos que se utilizan para el prototipo de alarma, en el segundo apartado encontramos la metodología con diseño de los planos de la base, así como el diseño en solidwork, pero también encontramos el diseño de frizzer donde está el diagrama electrónico, en el tercer apartado encontramos la programación de la placa arduino, y por último el apartado de los resultados

Sistemas electrónicos

Son circuitos electrónicos cuya misión es controlar automáticamente el funcionamiento de algunas máquinas u operadores. En todo sistema electrónico tendremos dispositivos de estos tres tipos: - Los dispositivos de entrada: generan una señal eléctrica a partir de una señal exterior de otro tipo como la temperatura, la actuación con la mano sobre un pulsador). - Los de proceso: reciben las señales de los dispositivos de entrada y deciden cual es la acción a realizar.

- Los dispositivos de salida: tienen como misión ejecutar las acciones que deciden los de proceso. Gráficamente se representan con en la siguiente Figura. (Pérez & Sandoval, 2008).

Sistemas de seguridad

Los sistemas de seguridad son grupos de elementos instalados e intercomunicados entre sí que previenen, detectan o actúan ante intrusiones, intentos de robos y otros eventos como incendios. Por tanto, tradicionalmente, se asocian los 'sistemas de seguridad' con 'alarmas antirrobo'; sin embargo, los sistemas de alarmas son la solución moderna de mecanismos de protección que el ser humano siempre ha implementado, estos conjuntos de dispositivos varían mucho dependiendo de las características del lugar a proteger, el presupuesto y si cuentan además con planes de atención y monitoreo las 24 horas.

Alarmas

Las alarmas son un elemento de seguridad electrónica importante tanto para las empresas como para nuestras residencias. Ante la detección de una situación anormal nos pueden advertir de esta y ofrecer una respuesta inmediata con alguna acción que haya sido programada anticipadamente (ejemplo: ante la detección de una intrusión provocada por el ingreso de una persona en una zona vigilada por una alarma con sensores (detectores infrarrojos de movimientos) está hace funcionar una sirena y da aviso por radio a una central de alarmas de monitoreo o vigilancia. (Valentín, 2016).

Sensores de movimiento

Un sensor de presencia o sensor de movimiento es un dispositivo electrónico que pone en funcionamiento un sistema (encendido o apagado) cuando detecta movimiento en el área o ambiente en el que está instalado. Se utilizan con frecuencia para optimizar el consumo y la eficiencia energética de diversos sistemas como la ventilación, la iluminación o el aire acondicionado en el hogar o en la oficina, aunque también tiene aplicaciones en el ámbito de la seguridad.

Sensor infrarrojo de movimiento PIR HC-SR501

En los sensores de movimiento, el sensor PIR consta en realidad de 2 elementos detectores separados, siendo la señal diferencial entre ambos la que permite activar la alarma de movimiento. En el caso del HC-SR501, la señal generada por el sensor ingresa al circuito integrado.



Figura 1 Sensor PIR HC-SR501

Zumbador (Buzzer)

Un zumbador es un transductor electro acústico que produce un sonido o zumbido continuo o intermitente de un mismo tono. Sirve como mecanismo de señalización o aviso y se utiliza en múltiples sistemas, como en automóviles o en electrodomésticos, incluidos los despertadores.



Figura 2 Zumbador

Transductor

Es el dispositivo que transforma una magnitud física (mecánica, térmica, magnética, eléctrica, óptica, etc.) en otra magnitud, normalmente eléctrica, por tanto, son especialmente importantes para que los medidores puedan detectar magnitudes físicas. Estas magnitudes, como por ejemplo temperatura, presión, humedad del aire, presión sonora, caudal, o luz, se convierten en una señal normalizada.



Figura 3 Transductor

Arduino

Es una plataforma de creación de electrónica de código abierto, la cual está basada en hardware y software libre, flexible y fácil de utilizar para los creadores y desarrolladores. Esta plataforma permite crear diferentes tipos de microordenadores de una sola placa a los que la comunidad de creadores puede darles diferentes tipos de uso. El control es el más importante en cualquier sistema, el uso de un Arduino facilita muchas veces hacer pruebas de componentes, y tiene un gran alcance para proyectos de todo tipo pues su interfaz es fácil de entender.

Fuente de alimentación

Componente de la instalación encargado de suministrar energía eléctrica a la central de señalización y control y a los componentes que dependen de ella. Una de estas fuentes de alimentación se encuentra en el interior de la misma central de señalización y control, aunque pueden existir fuentes de alimentación adicionales para dar servicio al resto de dispositivos que componen la instalación.



Figura 5 Fuente de alimentación

Metodología a desarrollar

La metodología (CDIO) con las siguientes actividades.

- Investigación documental
- Diseño de planos
- Diseño Diagramas eléctricos
- Construcción de la estructura
- Programar el control
- Pruebas de funcionalidad

Diseño

El diseño de la base que va postrada en la pared realizado en solidwork.



Figura 6 Arduino

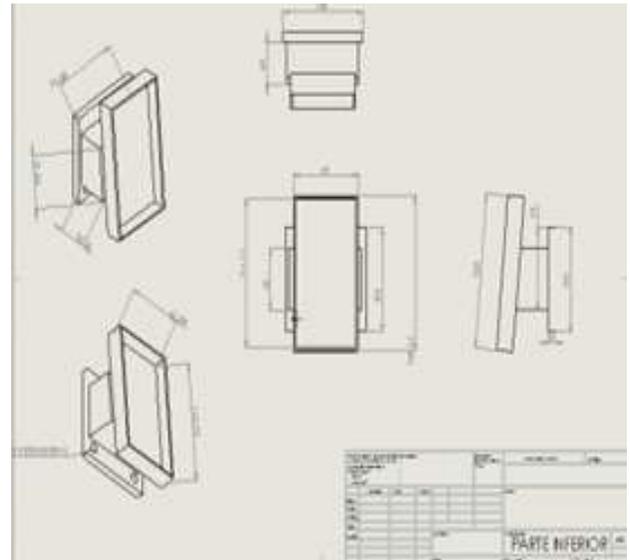


Figura 7 Plano Base pared

Diseño del Plano de la tapa de alarma para introducir

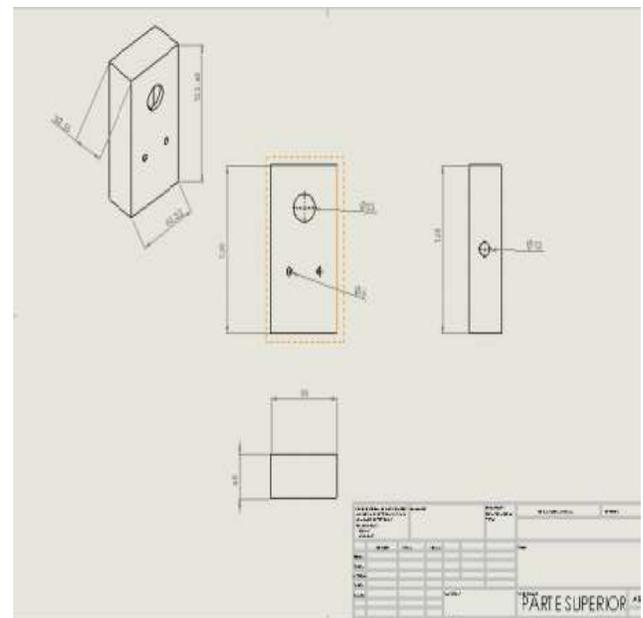


Figura 2 Plano tapa

Se realizó un diseño en SOLIDWORKS para simular el ensamblado de las piezas, además de determinar las medidas que se requieren para realizar la construcción física del prototipo.

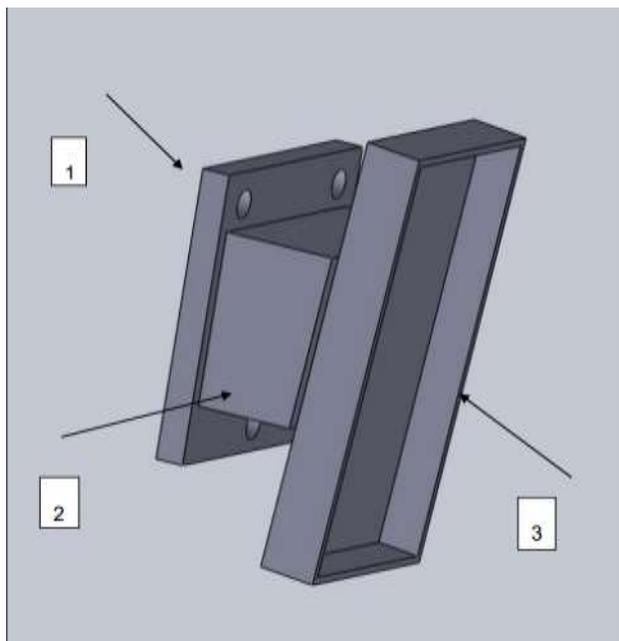


Figura 3 Base pared solidwork

Diseño de Base tapa de la alarma realizada en solidwork, Esta parte la base de la tapa, contiene 3 agujeros los cuales ayudarán para atornillar el sistema, base la cual servirá para darle el ángulo de 60° al sistema, de igual forma está hecha de madera. base principal servirá para poder colocar el control del sistema.

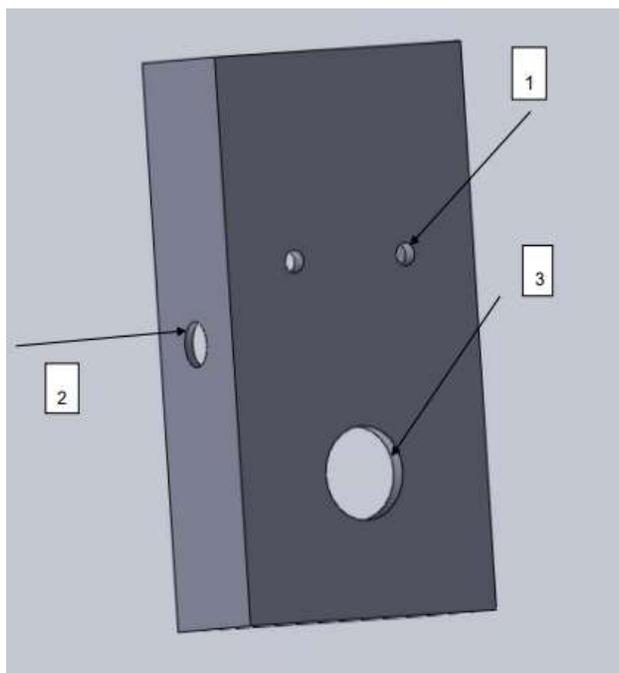


Figura 4 Tapa Base

Diagrama en Fritzing

El diagrama muestra los componentes de todo el sistema, pues es fácil entender las conexiones, además este sistema se podría hacer con Arduino Nano o un Arduino UNO.

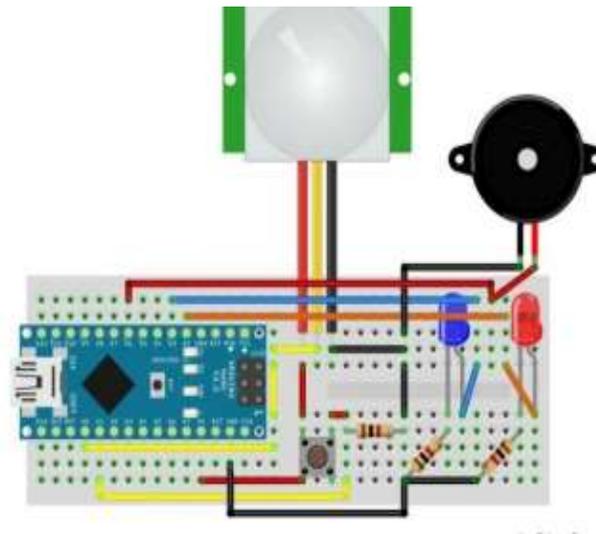


Figura 5 Diagrama Fritzing

La programación

Es de las cosas más importantes para hacer el control de algún sistema o mecanismo, pues gracias a ella se logran cumplir condiciones de las que dependen motores, sensores, pistones, y más.

Código	Descripción
<pre>int buz=8; int azul=3; int rojo=2; int boton=A1; int sensor=A0; unsigned long pivote_tiempo=0; void setup() { pinMode(buz,OUTPUT); pinMode(azul,OUTPUT); pinMode(rojo,OUTPUT);} int estado=-1; int on=0; int c=0; boolean c_bo=1; void loop() { int val=analogRead(sensor); int bot=analogRead(boton); switch(estado){ case -1: //Inicio //carga de inicio digitalWrite(azul,1); digitalWrite(rojo,1); digitalWrite(hw,0); int seg=20; if(millis()->seg*1000)estado=0; }break;</pre>	<p>-Las variables son colocadas, especificando los pines a los que van conectados en el controlador.</p> <p>-OUTPUT, es necesario colocar que los leds y el Buzzer son componentes de salida</p> <p>-El programa está estructurado por 4 casos, la variable estado es la que se encarga de almacenarlos, estos son: 1 inicio, 0 muerto, 1 activo, 2 sonando.</p> <p>-Caso -1: Se encarga de dar inicio al sistema, en este estado los leds estarán encendidos por 20 segundos y el Buzzer apagado, esto se demuestra con el 1 que es encendido y el 0 que es apagado, esto se hace para darle tiempo al sensor de que se calibre correctamente.</p>

Resultados

Se realizaron pruebas del sistema, específicamente se analizó el sensor infrarrojo de movimiento PIR HC-SR501 en sus dos configuraciones que tiene: la distancia a la que puede llegar a detectar y el tiempo de respuesta.

Se le asignó el valor mínimo para el tiempo de respuesta que es de 3 segundos ya que se buscaba una rápida lectura, y para la distancia se le fue aumentando al potenciómetro para determinar qué valor era el más óptimo para lo que se buscaba, así que se configuró a 4 ms. En el instante que el sensor detecta movimiento se puede comprobar que el Buzzer tiene un sonido favorable para dar aviso al usuario de alguna posible actividad que exista, controlado por medio de la plataforma arduino utilizando solo 5v.



Figura 6 Alarma digital

Agradecimiento

Agradecemos al Tecnológico de Estudios Superiores de Jilotepec por el patrocinio, apoyo y facilidades otorgadas para participar en este congreso.

Conclusiones

El objetivo de este proyecto, se cumplió satisfactoriamente, ya que el sistema funcionó perfectamente, modificando el sensor a 4 m de detección de movimiento y su tiempo de reacción a 3s, al instalar el prototipo en una vivienda se observa que brinda seguridad en los usuarios.

En el instante que el sensor detecta movimiento se puede comprobar que el Buzzer tiene un sonido favorable para dar aviso al usuario de alguna posible actividad que exista, la plataforma Arduino es sin duda una herramienta muy útil para la realización del control en proyectos de cualquier tipo, además que solo se ocupan 5v para la alimentación del sistema, logrando poder reducir costos energéticos. El sistema puede tener un gran auge en la comunidad de Jilotepec

Referencias

- Areny, R. P. (2003). *Sensores y Acondicionadores de señal*. Barcelona, España: marcombo.
- Crespo, M., Pendino, C., & Roldán, G. (2008). *Componentes electronicos*. México.
- Cuzco Carrión, G. L., & Layana Vallejo, W. A. (2012). *Sistema de alarma automatizacion y control de equipos a distancia a través de linea telefónica y pagina web*.
- Garcia Monje, D. (2014). *Diseño e implementación de un sistema de seguridad para el hogar con interfaz Android*.
- Pérez, M. L., & Sandoval Valencia, J. A. (2008). *TALLER 1 DE INGENIERIA ELECTRONICA Y MECATRONICA*. Lima, Perú: Universidad Tecnologica Del Perú.
- Raja Pérez, J. A. (2010). *Diseño de sistema electrónico de alarma antiintrusos para viviendas individuales*.
- Reyes Ayala, J. E., & Flores Pérez, J. L. (2016). *Proyecto sensor de movimiento*.
- Rosales Navarro, M. Á. (2016). *Diseño e implementación de alarma antirrobo*. Valentín, M. C. (2016). 2.3.Sistemas de detección. En M. C. Valentín. Barcelona.

Instrucciones para la Publicación Científica, Tecnológica y de Innovación

[Título en Times New Roman y Negritas No. 14 en Español e Inglés]

Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1^{er} Autor†*, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1^{er} Coautor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 2^{do} Coautor y Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 3^{er} Coautor

Institución de Afiliación del Autor incluyendo dependencia (en Times New Roman No.10 y Cursiva)

International Identification of Science - Technology and Innovation

ID 1^{er} Autor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 1^{er} Autor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 1^{er} Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 1^{er} Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 2^{do} Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 2^{do} Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

ID 3^{er} Coautor: (ORC ID - Researcher ID Thomson, arXiv Author ID - PubMed Autor ID - Open ID) y CVU 3^{er} Coautor: (Becario-PNPC o SNI-CONACYT) (No.10 Times New Roman)

(Indicar Fecha de Envío: Mes, Día, Año); Aceptado (Indicar Fecha de Aceptación: Uso Exclusivo de ECORFAN)

Resumen (En Español, 150-200 palabras)

Objetivos
Metodología
Contribución

Indicar 3 palabras clave en Times New Roman y Negritas No. 10 (En Español)

Resumen (En Inglés, 150-200 palabras)

Objetivos
Metodología
Contribución

Indicar 3 palabras clave en Times New Roman y Negritas No. 10 (En Inglés)

Citación: Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1er Autor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 1er Coautor, Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 2do Coautor y Apellidos (EN MAYUSCULAS), Nombre del 3er Coautor. Título del Artículo. Revista de Tecnologías Computacionales. Año 1-1: 1-11 (Times New Roman No. 10)

* Correspondencia del Autor (ejemplo@ejemplo.org)

† Investigador contribuyendo como primer autor.

Introducción

Texto redactado en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

Explicación del tema en general y explicar porque es importante.

¿Cuál es su valor agregado respecto de las demás técnicas?

Enfocar claramente cada una de sus características

Explicar con claridad el problema a solucionar y la hipótesis central.

Explicación de las secciones del Artículo

Desarrollo de Secciones y Apartados del Artículo con numeración subsecuente

[Título en Times New Roman No.12, espacio sencillo y Negrita]

Desarrollo de Artículos en Times New Roman No.12, espacio sencillo.

Inclusión de Gráficos, Figuras y Tablas-Editables

En el *contenido del Artículo* todo gráfico, tabla y figura debe ser editable en formatos que permitan modificar tamaño, tipo y número de letra, a efectos de edición, estas deberán estar en alta calidad, no pixeladas y deben ser notables aun reduciendo la imagen a escala.

[Indicando el título en la parte inferior con Times New Roman No. 10 y Negrita]

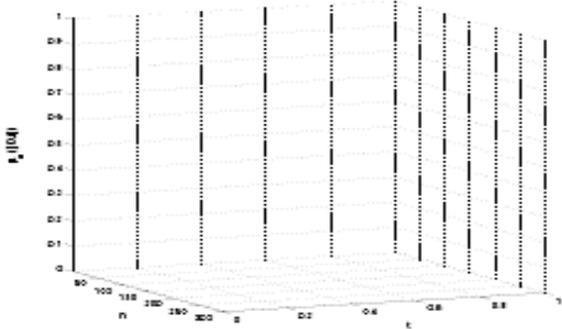


Gráfico 1 Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

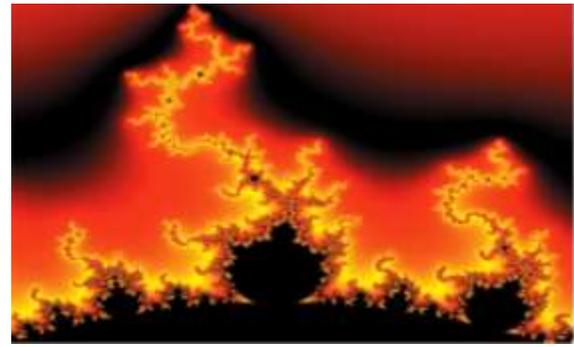


Figura 1 Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

Tabla 1 Titulo y Fuente (*en cursiva*)

No deberán ser imágenes, todo debe ser editable.

Cada Artículo deberá presentar de manera separada en **3 Carpetas**: a) Figuras, b) Gráficos y c) Tablas en formato .JPG, indicando el número en Negrita y el Título secuencial.

Para el uso de Ecuaciones, señalar de la siguiente forma:

$$Y_{ij} = \alpha + \sum_{h=1}^r \beta_h X_{hij} + u_j + e_{ij} \quad (1)$$

Deberán ser editables y con numeración alineada en el extremo derecho.

Metodología a desarrollar

Dar el significado de las variables en redacción lineal y es importante la comparación de los criterios usados

Resultados

Los resultados deberán ser por sección del Artículo.

Anexos

Tablas y fuentes adecuadas.

Agradecimiento

Indicar si fueron financiados por alguna Institución, Universidad o Empresa.

Conclusiones

Explicar con claridad los resultados obtenidos y las posibilidades de mejora.

Referencias

Utilizar sistema APA. No deben estar numerados, tampoco con viñetas, sin embargo en caso necesario de numerar será porque se hace referencia o mención en alguna parte del Artículo.

Utilizar Alfabeto Romano, todas las referencias que ha utilizado deben estar en el Alfabeto romano, incluso si usted ha citado un Artículo, libro en cualquiera de los idiomas oficiales de la Organización de las Naciones Unidas (Inglés, Francés, Alemán, Chino, Ruso, Portugués, Italiano, Español, Árabe), debe escribir la referencia en escritura romana y no en cualquiera de los idiomas oficiales.

Ficha Técnica

Cada Artículo deberá presentar un documento Word (.docx):

Nombre de la Revista

Título del Artículo

Abstract

Keywords

Secciones del Artículo, por ejemplo:

1. *Introducción*
2. *Descripción del método*
3. *Análisis a partir de la regresión por curva de demanda*
4. *Resultados*
5. *Agradecimiento*
6. *Conclusiones*
7. *Referencias*

Nombre de Autor (es)

Correo Electrónico de Correspondencia al Autor

Referencias

Requerimientos de Propiedad Intelectual para su edición:

-Firma Autógrafa en Color Azul del Formato de Originalidad del Autor y Coautores

-Firma Autógrafa en Color Azul del Formato de Aceptación del Autor y Coautores

Reserva a la Política Editorial

Revista de Tecnologías Computacionales se reserva el derecho de hacer los cambios editoriales requeridos para adecuar los Artículos a la Política Editorial del Research Journal. Una vez aceptado el Artículo en su versión final, el Research Journal enviará al autor las pruebas para su revisión. ECORFAN® únicamente aceptará la corrección de erratas y errores u omisiones provenientes del proceso de edición de la revista reservándose en su totalidad los derechos de autor y difusión de contenido. No se aceptarán supresiones, sustituciones o añadidos que alteren la formación del Artículo.

Código de Ética – Buenas Prácticas y Declaratoria de Solución a Conflictos Editoriales

Declaración de Originalidad y carácter inédito del Artículo, de Autoría, sobre la obtención de datos e interpretación de resultados, Agradecimientos, Conflicto de intereses, Cesión de derechos y distribución

La Dirección de ECORFAN-México, S.C reivindica a los Autores de Artículos que su contenido debe ser original, inédito y de contenido Científico, Tecnológico y de Innovación para someterlo a evaluación.

Los Autores firmantes del Artículo deben ser los mismos que han contribuido a su concepción, realización y desarrollo, así como a la obtención de los datos, la interpretación de los resultados, su redacción y revisión. El Autor de correspondencia del Artículo propuesto requisitara el formulario que sigue a continuación.

Título del Artículo:

- El envío de un Artículo a Revista de Tecnologías Computacionales emana el compromiso del autor de no someterlo de manera simultánea a la consideración de otras publicaciones seriadadas para ello deberá complementar el Formato de Originalidad para su Artículo, salvo que sea rechazado por el Comité de Arbitraje, podrá ser retirado.
- Ninguno de los datos presentados en este Artículo ha sido plagiado ó inventado. Los datos originales se distinguen claramente de los ya publicados. Y se tiene conocimiento del testeo en PLAGSCAN si se detecta un nivel de plagio Positivo no se procederá a arbitrar.
- Se citan las referencias en las que se basa la información contenida en el Artículo, así como las teorías y los datos procedentes de otros Artículos previamente publicados.
- Los autores firman el Formato de Autorización para que su Artículo se difunda por los medios que ECORFAN-México, S.C. en su Holding Taiwan considere pertinentes para divulgación y difusión de su Artículo cediendo sus Derechos de Obra.
- Se ha obtenido el consentimiento de quienes han aportado datos no publicados obtenidos mediante comunicación verbal o escrita, y se identifican adecuadamente dicha comunicación y autoría.
- El Autor y Co-Autores que firman este trabajo han participado en su planificación, diseño y ejecución, así como en la interpretación de los resultados. Asimismo, revisaron críticamente el trabajo, aprobaron su versión final y están de acuerdo con su publicación.
- No se ha omitido ninguna firma responsable del trabajo y se satisfacen los criterios de Autoría Científica.
- Los resultados de este Artículo se han interpretado objetivamente. Cualquier resultado contrario al punto de vista de quienes firman se expone y discute en el Artículo.

Copyright y Acceso

La publicación de este Artículo supone la cesión del copyright a ECORFAN-México, S.C en su Holding Taiwan para su Revista de Tecnologías Computacionales, que se reserva el derecho a distribuir en la Web la versión publicada del Artículo y la puesta a disposición del Artículo en este formato supone para sus Autores el cumplimiento de lo establecido en la Ley de Ciencia y Tecnología de los Estados Unidos Mexicanos, en lo relativo a la obligatoriedad de permitir el acceso a los resultados de Investigaciones Científicas.

Título del Artículo:

Nombre y apellidos del Autor de contacto y de los Coautores	Firma
1.	
2.	
3.	
4.	

Principios de Ética y Declaratoria de Solución a Conflictos Editoriales

Responsabilidades del Editor

El Editor se compromete a garantizar la confidencialidad del proceso de evaluación, no podrá revelar a los Árbitros la identidad de los Autores, tampoco podrá revelar la identidad de los Árbitros en ningún momento.

El Editor asume la responsabilidad de informar debidamente al Autor la fase del proceso editorial en que se encuentra el texto enviado, así como de las resoluciones del arbitraje a Doble Ciego.

El Editor debe evaluar los manuscritos y su contenido intelectual sin distinción de raza, género, orientación sexual, creencias religiosas, origen étnico, nacionalidad, o la filosofía política de los Autores.

El Editor y su equipo de edición de los Holdings de ECORFAN® no divulgarán ninguna información sobre Artículos enviado a cualquier persona que no sea el Autor correspondiente.

El Editor debe tomar decisiones justas e imparciales y garantizar un proceso de arbitraje por pares justa.

Responsabilidades del Consejo Editorial

La descripción de los procesos de revisión por pares es dado a conocer por el Consejo Editorial con el fin de que los Autores conozcan cuáles son los criterios de evaluación y estará siempre dispuesto a justificar cualquier controversia en el proceso de evaluación. En caso de Detección de Plagio al Artículo el Comité notifica a los Autores por Violación al Derecho de Autoría Científica, Tecnológica y de Innovación.

Responsabilidades del Comité Arbitral

Los Árbitros se comprometen a notificar sobre cualquier conducta no ética por parte de los Autores y señalar toda la información que pueda ser motivo para rechazar la publicación de los Artículos. Además, deben comprometerse a mantener de manera confidencial la información relacionada con los Artículos que evalúan.

Cualquier manuscrito recibido para su arbitraje debe ser tratado como documento confidencial, no se debe mostrar o discutir con otros expertos, excepto con autorización del Editor.

Los Árbitros se deben conducir de manera objetiva, toda crítica personal al Autor es inapropiada.

Los Árbitros deben expresar sus puntos de vista con claridad y con argumentos válidos que contribuyan al que hacer Científico, Tecnológica y de Innovación del Autor.

Los Árbitros no deben evaluar los manuscritos en los que tienen conflictos de intereses y que se hayan notificado al Editor antes de someter el Artículo a evaluación.

Responsabilidades de los Autores

Los Autores deben garantizar que sus Artículos son producto de su trabajo original y que los datos han sido obtenidos de manera ética.

Los Autores deben garantizar no han sido previamente publicados o que no estén siendo considerados en otra publicación seriada.

Los Autores deben seguir estrictamente las normas para la publicación de Artículos definidas por el Consejo Editorial.

Los Autores deben considerar que el plagio en todas sus formas constituye una conducta no ética editorial y es inaceptable, en consecuencia, cualquier manuscrito que incurra en plagio será eliminado y no considerado para su publicación.

Los Autores deben citar las publicaciones que han sido influyentes en la naturaleza del Artículo presentado a arbitraje.

Servicios de Información

Indización - Bases y Repositorios

RESEARCH GATE (Alemania)

GOOGLE SCHOLAR (Índices de citas-Google)

MENDELEY (Gestor de Referencias bibliográficas)

REDIB (Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico- CSIC)

HISPANA (Información y Orientación Bibliográfica-España)

Servicios Editoriales

Identificación de Citación e Índice H

Administración del Formato de Originalidad y Autorización

Testeo de Artículo con PLAGSCAN

Evaluación de Artículo

Emisión de Certificado de Arbitraje

Edición de Artículo

Maquetación Web

Indización y Repositorio

Traducción

Publicación de Obra

Certificado de Obra

Facturación por Servicio de Edición

Política Editorial y Administración

69 Calle Distrito YongHe, Zhongxin. Taipei-Taiwán. Tel: +52 1 55 6159 2296, +52 1 55 1260 0355, +52 1 55 6034 9181; Correo electrónico: contact@ecorfan.org www.ecorfan.org

ECORFAN®

Editor en Jefe

QUINTANILLA - CÓNDOR, Cerapio. PhD

Directora Ejecutiva

RAMOS-ESCAMILLA, María. PhD

Director Editorial

PERALTA-CASTRO, Enrique. MsC

Diseñador Web

ESCAMILLA-BOUCHAN, Imelda. PhD

Diagramador Web

LUNA-SOTO, Vladimir. PhD

Asistente Editorial

SORIANO-VELASCO, Jesús. BsC

Traductor

DÍAZ-OCAMPO, Javier. BsC

Filóloga

RAMOS-ARANCIBIA, Alejandra. BsC

Publicidad y Patrocinio

(ECORFAN® Taiwan), sponsorships@ecorfan.org

Licencias del Sitio

03-2010-032610094200-01-Para material impreso, 03-2010-031613323600-01-Para material electrónico, 03-2010-032610105200-01-Para material fotográfico, 03-2010-032610115700-14-Para Compilación de Datos, 04 -2010-031613323600-01-Para su página Web, 19502-Para la Indización Iberoamericana y del Caribe, 20-281 HB9-Para la Indización en América Latina en Ciencias Sociales y Humanidades, 671-Para la Indización en Revistas Científicas Electrónicas España y América Latina, 7045008-Para su divulgación y edición en el Ministerio de Educación y Cultura-España, 25409-Para su repositorio en la Biblioteca Universitaria-Madrid, 16258-Para su indexación en Dialnet, 20589-Para Indización en el Directorio en los países de Iberoamérica y el Caribe, 15048-Para el registro internacional de Congresos y Coloquios. financingprograms@ecorfan.org

Oficinas de Gestión

69 Calle Distrito YongHe, Zhongxin. Taipei-Taiwán.

Revista de Tecnologías Computacionales

“Generación de mapas climatológicos mediante el desarrollo de una estación meteorológica automática móvil”

ROMERO-RODRÍGUEZ, Gabriel, HUESCA-LAZCANO, Erick Eduardo, FLORES-RAMÍREZ, Óscar y APAN-ARAUJO, Karla Cecilia

Universidad Politécnica de Amozoc

“Propuesta para la integración de un laboratorio de Monitoreo Remoto mediante Raspberry Pi mediante un radio enlace con antenas Ubiquiti en el departamento de Electrónica del Instituto Tecnológico de Oaxaca”

SILVA-CRUZ, Eric Mario, CASTELLANOS-BALTAZAR, Roberto Tamar, SOSA-TORRES, Ariel Ysai y CABALLERO-SANTIAGO, Alexis

Instituto Tecnológico de Oaxaca

“Sistema modular de telemetría para medición de parámetros en el hogar, basado en el internet de las cosas”

HERNÁNDEZ-AGUIRRE, Fredy Alberto, CHÁVEZ, José Manuel, ESPEJEL-BLANCO Daniel Fernando y YANEZ-PRECIADO, Jorge Alberto

Instituto Tecnológico de Hermosillo

“Alarma digital con sensor de movimiento”

GONZALEZ-MONZON, Ana Lilia, RUEDA-MEDINA, Israel, PIÑA-ALCANTARA, Henry Christopher, y MARTINEZ-SANTIAGO, Alejandro

Tecnológico de Estudios Superiores de Jilotepec

