

Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey

TC1004.B2 Implementación de Internet de las Cosas

Entrega Final Reto

Gpo 2 - Equipo 4

Profesores:

Alba Adriana Romero García

Cesar Torres Huitzil

Integrantes:

Daniela Berenice Hernández De Vicente	A01735346
José Jezarel Sánchez Mijares	A01735226
Juan Carlos Llanos Ordoñez	A01734916
Jesús Jiménez Aguilar	A01735227
Erwin Porras Guerra	A01734881
Fredy Yahir Canseco Santos	A01735589
Maximiliano Romero Budib	A01732008

Tercer Semestre

Fecha: 29 de Noviembre del 2021

I. Abstract

En este reporte, mostraremos nuestros conocimientos y capacidades en el uso de aplicación de la arquitectura de la implementación del internet que nos permitirá cumplir el objetivo de la situación problema que consiste en crear un prototipo de sistema digital capaz de obtener datos mediante el uso de sensores que servirán para procesar y depositar la información recabada en una plataforma de internet (ThingSpeak) para que posteriormente se puedan trabajar con estos datos. El proyecto se desarrollará tomando en cuenta un ODS, y se establecerán tanto los materiales con los que se trabajarán como los pasos a seguir durante el inicio y hasta la culminación del proyecto.

II. Introducción

La humanidad se encuentra en una nueva era de la historia definida por los avances tecnológicos que han permitido cosas que antes se pensaban imposibles, uno de los pilares de nuestra civilización moderna es justamente la tecnología que hace posible la interconexión global que nos permite intercambiar y registrar información. Dicha tecnología ha impulsado los conocimientos colectivos de la humanidad y al mismo tiempo nuestro alcance como especie.

El internet, y tecnologías de comunicación en general son de las invenciones más importantes de toda la humanidad, de igual manera en tiempos recientes se han hecho avances aplicando estas tecnologías a objetos de la vida cotidiana con la intención de crear un ambiente interconectado que puede servir de muchas maneras. En este proyecto aplicaremos el concepto de internet de las cosas para crear un aparato tecnológico que nos permita obtener, registrar y relegar información acerca del ambiente físico, con el fin de mejorar la calidad de vida de los usuarios y posiblemente servir como herramienta para investigaciones ambientales.

III. Marco Teórico

A. Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

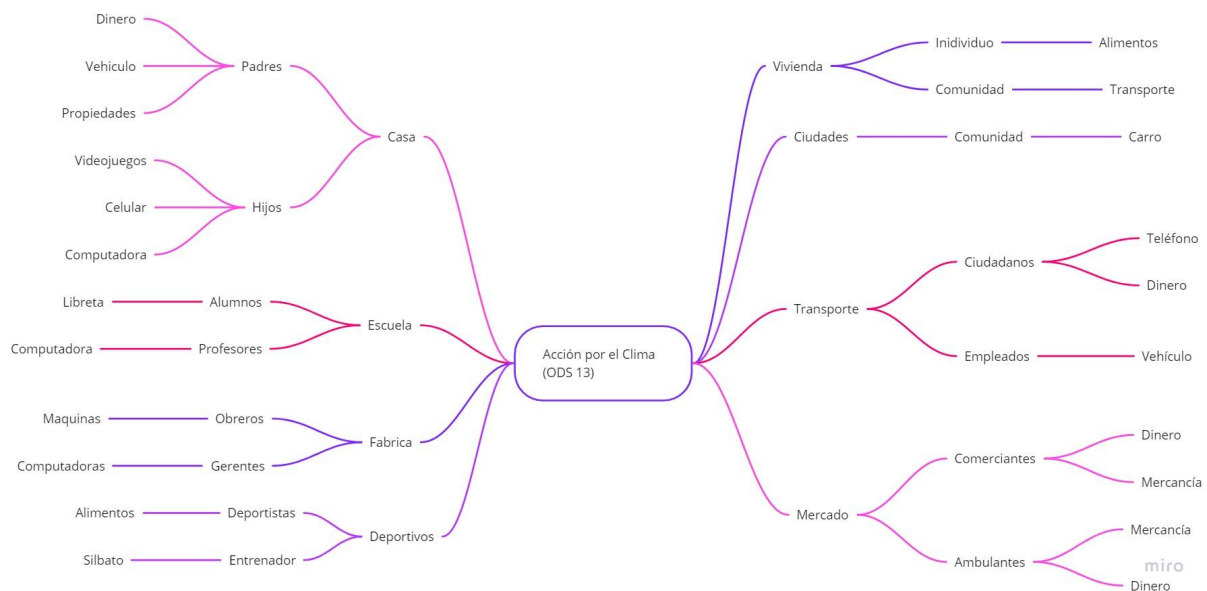
Para la realización del proyecto se decidió basarse en el ODS número 13: “Acción por el Clima” ya que en el kit que se nos proporcionó se encuentra un sensor de humedad y temperatura DHT11, el cual nos permitirá hacer mediciones en distintas zonas del área conurbada del estado de Puebla, y con estas realizar comparaciones para ver como afecta en temas de contaminación.

Estas mediciones y comparaciones pueden ser de utilidad para generar un plan de acción en contra de la contaminación que existe actualmente en el estado de Puebla.

ODS				
Integrantes	Primer Objetivo	Segundo Objetivo	Tercer Objetivo	Objetivo Final
Berenice Hernández	Agua, Industria, Innovación e Infraestructura (ODS 9)	Ciudades y Comunidades Sostenibles (ODS 11)	Acción por el Clima (ODS 13)	ODS 13
Erwin Porras Guerra	Energía Asequible y no Contaminante (ODS 7)	Acción por el clima (ODS 13)	Reducción de desigualdades (ODS 10)	
Maximiliano Romero Budib	Acción por el Clima (ODS 13)	Educación de calidad (ODS 4)	Industria, innovación e infraestructura (ODS 9)	
Fredy Canseco	Educación de calidad (ODS 4)	Igualdad de género (ODS 5)	Alianzas para lograr objetivos (ODS 17)	
Juan Carlos Llanos Ordoñez	Vida de Ecosistemas Terrestres (ODS 15)	Vida Submarina (ODS 14)	Acción por el planeta (ODS 13)	
Jesús Jiménez Aguilar	Igualdad de Género (ODS 5)	Reducción de Desigualdades (ODS 10)	Educación de Calidad (ODS 5)	
José Jezarel Sánchez M.	Alianzas para lograr objetivos (ODS 17)	Paz, Justicia e instituciones sólidas (ODS 16)	Vida submarina (ODS 14)	

Por mayoría de votos dentro del equipo, se decidió abordar el ODS 13 (Acción por el planeta).

B. Mapa Mental del ODS



[Imagen 1.1 | Mapa mental del ODS 13](#)

C. Tabla de las 3 Líneas Radiales y la Línea Radial Elegida.

Lineas Radiales	Linea Radial Final
Casa	Casa
Mercado	
Escuela	

Se decidió abordar la línea radial de Casa debido que ahí es donde se forjan los principales valores de las futuras personas de la sociedad y es más sencillo hacer una conciencia climática.

D. Estadísticas en Base al ODS Elegido.

1. Global.

A nivel global, encontramos cifras alarmantes en cuanto a emisiones de gases de efecto invernadero, pues a día de hoy dichas emisiones son un 50% superiores al nivel que se tenía registrado en 1990, además de que las pérdidas anuales promedio causadas solo por catástrofes relacionadas al clima alcanzan los cientos de miles de millones de dólares, sin mencionar el impacto humano de las catástrofes geofísicas, el 91% de las cuales son relacionadas al clima. Es por esto que dicho objetivo busca movilizar más de \$100.000 millones de dólares para la mitigación del impacto del carbono. [1]

2. Nacional.

Los episodios de sequía presentados en los últimos años y la acidificación cada vez mayor del océano pacífico, son provocados por el cambio climático. Por esa razón el ODS 13 busca adaptar e implementar medidas para combatir el cambio climático en México como una mejor gestión de las energías, promover el fondo verde y mejorar la educación en todo lo que rodea al cambio climático [2][3]

3. Local.

En los últimos años en la ciudad de Puebla se han registrado 17 acciones que favorezcan el ODS 13 (Acción por el planeta) siendo 12 de ellas medidas de mitigación y las otras 5 acciones de educación ambiental, del mismo modo se ha demostrado que el sector energético es responsable del 71.28% de las emisiones de gases de efecto invernadero en el estado, siendo este el mayor sector productor del mismo.[4]

E. Justificación del ODS Elegido.

Se decidió hacer un dispositivo usando IOT que abordara el ODS 13 “Acción por el planeta” debido a la gran cantidad de desinformación que hay en la sociedad acerca del calentamiento global y el problema que este conlleva en la sociedad actual, para esto se

decidió crear un dispositivo que pudiera medir la temperatura, la humedad relativa y la concentración de humo en el ambiente.

F. Materiales a utilizar

1. ESP32: Módulo de WiFi.
2. DHT11: Sensor de humedad y temperatura en C°.
3. MQ-2: GLP, propano, metano, alcohol, hidrógeno, humo.
4. BMP180: Sensor de temperatura, altitud relativa y humedad del ambiente.

G. Arquitecturas para IOT

En el mundo del internet de las cosas existen arquitecturas que nos ayudan a desarrollar toda esta materia de la interconexión entre objetos o cosas, dichas arquitecturas las podemos describir como un proceso de varias etapas en el que los datos fluyen desde los sensores conectados a las "cosas" a través de una red y finalmente, a un centro de datos corporativo o a la nube para su procesamiento, análisis y almacenamiento, por ejemplo, existen arquitecturas que involucran a 3 capas, que son: las capas de aplicación, de red y de percepción, o también encontramos arquitecturas con 5 capas, por ejemplo encontramos la capa de aplicación .

H. Arquitecturas de nube para IOT

La arquitecturas de nube orientadas a un entorno de IOT hacen referencia a la forma en que se organizan diversos componentes de computación en la nube (incluyendo las bases de datos, las aplicaciones, las funcionalidades de software, el software intermedio y los recursos en las instalaciones) para proporcionar servicios de nube. Existen 4 tipos diferentes de cloud computing para IoT: public clouds, private clouds, hybrid clouds y multclouds. Todas con la funcionalidad de extraer, agrupar y compartir recursos informáticos en la red ejecutando así cargas de trabajo dentro del sistema pero con diferencias notables.

Las public clouds se crean a partir de infraestructuras de TI ajenas al usuario final, pero convirtiéndose en públicas cuando se dividen los entornos y se redistribuyen entre varios usuarios de manera gratuita siendo así de fácil acceso y con alta disponibilidad de recursos esenciales permitiendo que los usuarios avancen con una velocidad increíble.

Las private clouds funcionan de tal manera que no es necesario que dichas nubes creen entornos virtualizando los recursos por separado a partir de un grupo de sistemas físicos diferentes, logra esto utilizando tecnología de virtualización para combinar recursos del

hardware físico en conjuntos compartidos. La visualización es su principal método y con este se logra obtener un entorno diseñado para el usuario final.

Las hybrid clouds combinan nubes privadas con uno o más servicios de nubes públicas, utilizando a la vez softwares que permiten la comunicación entre cada servicio, así generando una estructura que permite una mayor flexibilidad en cuanto el transporte de cargas de trabajo entre nubes, dependiendo de las necesidades y requerimientos.

La arquitectura multiclouds hace presencia cuando una nube se está conformada por al menos dos servicios de cloud computing y dicho entorno se puede crear accidentalmente como resultado del shadow IT o de manera intencional para un mejor control de datos confidenciales y/o como un espacio para la recuperación de archivos ante algún desastre.

1. modelos o patrones de comunicación

Cuando hablamos de IOT y su implementación es indispensable hablar de comunicación, entre los dispositivos puesto que esta nos permitirá recabar los datos adquiridos por nuestro dispositivos para poder analizarlos, entre de los modelos o patrones más comunes tenemos:

Dispositivo a dispositivo (D2D):

Permite la conexión entre dos o más dispositivos en tiempo real y de manera remota, que le permite recibir información para poder desencadenar una acción. Funciona a través de una red o un enlace directo para poder cambiar la información.

Dispositivo a la nube:

Conecta directamente los dispositivos IoT a servicios de almacenamiento y procesamiento de algoritmos en la nube, y claro estos deben poseer un hardware capaz de establecer una comunicación a internet (Wi-Fi o ethernet) además que debe tener un procesamiento de una pila TCP/IP lo que permitirá el intercambio de datos entre una red IP Y el dispositivo, en este entran apps como ThingSpeak o google cloud (Dispositivo a la nube) que permiten la interacción entre los dispositivos y la red (página)

Dispositivo a puerta de enlace:

Este modelo puede ser ejemplificado como un dispositivo inteligente que posee un software intermediario entre internet y un servidor de aplicaciones, establece una conexión a diversos servicios en la nube, esta puerta garantiza una interoperabilidad en la transmisión de datos bidireccionalmente

Modelo de intercambio de datos a través del back-end:

Este modelo extiende la comunicación del modelo de comunicación dispositivo a la nube, y se caracteriza por permitir el acceso a los datos recolectados por dispositivos smart que exportan información por medio de sensores a la nube, estos flujos obtenidos por toda una gama de dispositivos IoT en un entorno específico pueden ser accedidos y analizados por parte de terceros, esto quiere decir que ya no se presentan silos de datos por cada dispositivo; a través de backend permite al usuario trasladar sus datos si llegan a cambiar de servicio IoT.

I. Protocolos de acceso a la red

Los protocolos de acceso de red para IoT son necesarios ya que permiten una eficiente comunicación entre dispositivos, ya sea permitiendo una conexión al tiempo evitando acoplamientos o facilitando la eliminación o inclusión de nuevos dispositivos el entorno IoT sin afectar al despliegue en general.

Podemos clasificar a los protocolos como:

Protocolos y Tecnologías en la capa de percepción:

Wi-Fi: Permite la interconexión entre varios dispositivos de manera inalámbrica por medio de radiofrecuencias e infrarrojos usados para la difusión de la información, está basado en el estándar IEEE 802.11, especificación garantiza la compatibilidad e interoperabilidad entre estos dispositivos. [5]

Sigfox: Es una alternativa en las comunicaciones inalámbricas ideal para conexiones en aplicaciones masivas de IoT gracias a su longevidad, bajo costo y alta capacidad de red. Se basa en la topología de estrella e implementa la conectividad LPWA y es compatible con Bluetooth, GPS 2G / 3G / 4G y Wifi. [6]

Bluetooth: Es una tecnología inalámbrica que permite la comunicación entre dispositivos a través de ondas de radio de corto alcance, usualmente viajan en un rango óptimo de 100m o menos. [7]

RFID (Radio Frequency Identification): Su principal objetivo es el de transmitir una identidad de un objeto a distancia, con su chip incorporado y sin la necesidad de intervención humana. Cuando recopila los datos al instante los coloca en los sistemas de información. Este dispositivo permite la comunicación entre dispositivos con el objetivo de intercambiar y monitorizar los datos. [8]

Protocolos Implementados en la capa de aplicación:

HTTP (Hypertext Transfer Protocol): Este es un protocolo de comunicaciones de un servicio de internet, que maneja el paradigma cliente-servidor y opera en la capa de aplicación de la pila TCP/IP, dicho protocolo se encarga del efectivo intercambio de información entre los navegadores y los servidores HTTP, mediante operaciones de solicitud y respuesta. [9]

CoAP (Constrained Application Protocol): Este protocolo fue diseñado y creado para sustituir al protocolo HTTP, ya que era muy pesado para un enfoque orientado al IOT posee sentido de interpretación del lenguaje. Este protocolo es de tipo mensajería ligera para comunicaciones remotas con dispositivos de recursos limitados, funciona intercambiando datos a través de un sistema de paquetes minimizado, además brinda un bajo consumo de energía, puesto que es ideal para dispositivos móviles simples como sensores que se puedan comunicar por nodos inalámbricos o una red de baja potencia con pérdidas, de forma que pueda compartir información interactiva vía internet. [9]

Protocolo XMPP (Extensible Messaging and Presence Protocol) : Este protocolo posee control de acceso, cifrado de datos, autenticación y privacidad. Dicho protocolo se encuentra estandarizado para flujos de datos en tiempo real, por lo tanto, se puede implementar sin tener que apoyarse de un middleware o gateways complejos para la traducción del protocolo en el caso de aplicaciones livianas, esto le brinda una ventaja para ser considerado como un protocolo de comunicación ideal para servicios IOT. [10]

Protocolo MQTT (Message Queue Telemetry Transport): Este protocolo es de tipo mensajería, basado en agentes para la comunicación máquina a máquina, es especial para proveer servicios IOT, fácil de implementar, abierto y ligero, maneja un comportamiento de publicación suscripción está basado en TCP/IP, por lo tanto, imita el concepto de cliente servidor, la comunicación puede darse de uno a uno, de uno a muchos y de muchos a muchos, funciona con unos topics (temas) que el cliente (publicador) envía como mensaje al broker (servidor) y los nodos (otros clientes) que se interesen en el tema deben suscribirse a él, para que este les reenvíe el mensaje. Dicho protocolo se caracteriza por ser ideal en servicios con recursos limitados, es decir, aquellos que requieren pocos recursos de memoria y procesamiento, ó economización de energía, además de que genera tiempos de respuesta rápidos y es óptimo para redes inalámbricas, llegando a funcionar muy bien cuando se tienen anchos de banda bajos. [11]

IV. Acercamiento

A. Arquitectura de IoT utilizada para este reto

Para desarrollar con éxito este proyecto se consideró que sería óptimo utilizar un modelo de nube pública proporcionada por la empresa Thinkspeak ya que nos permite comenzar con el alojamiento de una pequeña cifra de datos e ir aumentando esta cantidad según sea necesario así como usarla durante el tiempo que sea necesario para la implementación del proyecto, otro beneficio de esta arquitectura es nos registra gráficamente los datos obtenidos en tiempo real por los sensores.

B. Arquitecturas de nube utilizada para este reto

Para nuestro proyecto consideramos que sería óptimo utilizar un modelo de nube pública, ya que nos permite comenzar con el alojamiento de una pequeña cifra de datos e ir aumentando esta cantidad según sea necesario así como usarla durante el tiempo que sea necesario para la implementación del proyecto, otro beneficio de esta arquitectura es que no necesitamos contratar ningún servicio de cloud computing.[13][14]

C. Protocolo de acceso a la red para este reto

Los protocolos mencionados anteriormente servirán como la base de nuestra solución, permitirán la comunicación ágil e instantánea entre dispositivos, frecuentemente tendremos que mandar los datos que captan nuestros sensores hacia la nube pública para el fácil acceso a ellos.[15]

Los protocolos de mayor utilidad en nuestro caso serían Wi-Fi, siendo este superior a los demás protocolos como bluetooth o RFID debido a la gran distancia que tendrán los sensores y los demás aparatos, la conexión a Wi-Fi nos permitirá mandar datos a la nube con frecuencia constante. [16]

D. Decisión

Al final tuvimos muchos inconvenientes con lo que se había planteado desde un inicio, como lo sería la implementación de una plataforma de GOOGLE, entre otras cosas, por lo cual se decidió modificar casi desde cero el proyecto entero.

De esta forma la plataforma en la que los datos se recabarán sería en este caso ThingSpeak con la implementación del protocolo de red MQTT.

Por otro lado también se le hicieron pequeñas modificaciones al circuito original y al código que había sido entregado anteriormente en otros entregables.

V. Resultado de Experimentación

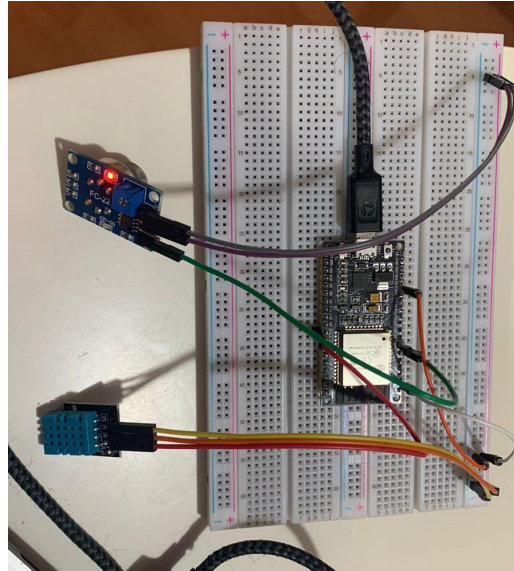
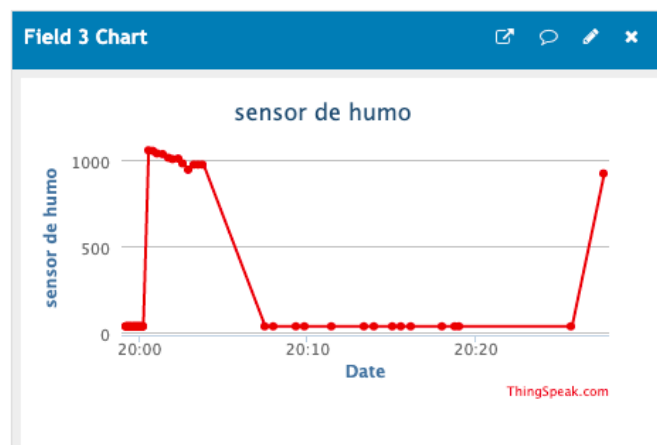


Imagen 1| Circuito Ensamblado.

En la fotografía que se muestra anteriormente se puede observar el circuito elaborado para el presente proyecto, el cual sufrió modificaciones debido a que inicialmente no tomamos en cuenta las especificaciones de la situación problema.

Las modificaciones que se le hicieron al proyecto constan en el uso de el SP32 en vez del uso de la placa de un Arduino UNO, de igual forma se tuvo que eliminar el sensor BMP180 debido a que no fue posible la obtención de este.

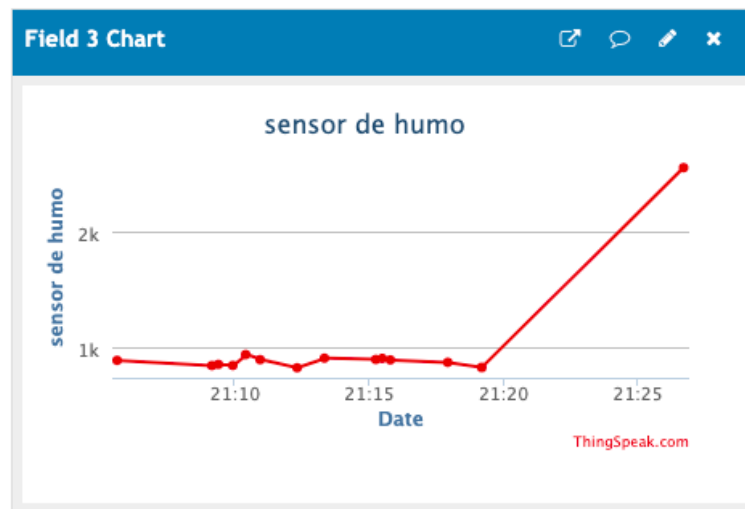
Y los resultados obtenidos en Thingspeak fueron los siguientes:



Gráfica 1| Sensor de Humo en un ambiente controlado.

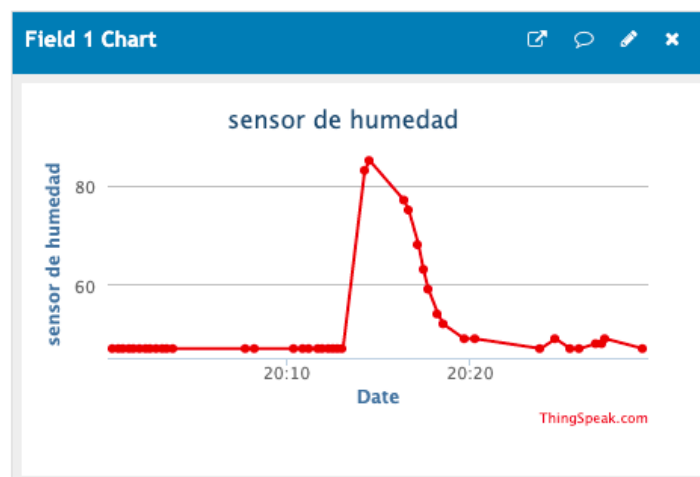
En esta primera tabla se pueden observar los datos obtenidos por el sensor MQ2 el cual detecta varios gases, entre los cuales se encuentran el humo, el propano, el metano, etc.

Debido a que durante la prueba del código en un inicio no se intentó prender algún papel o cartón el valor del sensor en la gráfica aparece entre los 800 y 1100 unidades.



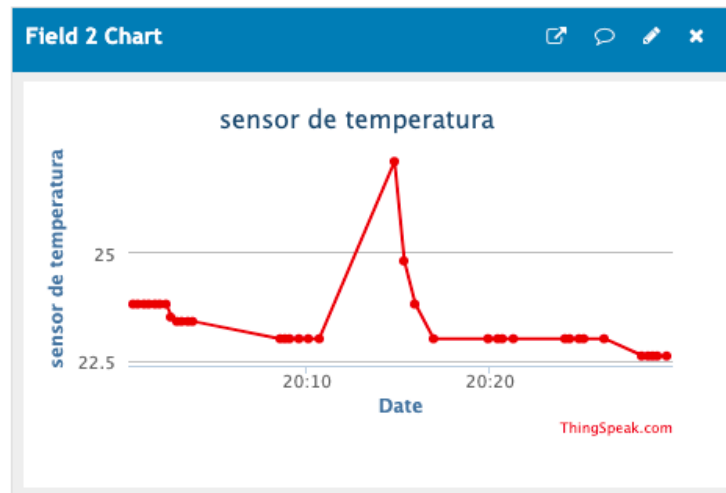
Gráfica 1| Sensor de Humo con detección de Humo.

Ahora bien, en el momento en el cual se prende fuego y sale humo se puede observar un pico que oscila entre los 2900 y los 2300 unidades, esto es debido a que el sensor MQ-2 como antes mencionamos es capaz de detectar humo.



Gráfica 2| Sensor DHT11 detectando Humedad.

En la gráfica anterior se puede observar la detección de humedad la cual al inicio se mantiene constante, posteriormente se observa un pico el cual se debe a que un compañero soplo ante el sensor, después se observa un descenso en los valores para que al finalizar se vuelva a estabilizar con un valor que oscila entre 43% y 45%.



Gráfica 3| Sensor DHT11 detectando Temperatura

En la gráfica 3 se puede observar el DHT11 el cual en este caso se encarga de medir la temperatura. Ahora bien, los valores obtenidos durante el momento de prueba del circuito oscilaban entre los 22 grados centígrados y los 23 grados centígrados, a excepción del pico que se observa arriba de los 25 grados centígrados.

De igual forma cabe destacar que el pico que se observa es debido a que un compañero decidió soplar aire caliente al sensor para que se pudiera observar un cambio brusco en los datos que el sensor recibía.

Ahora bien, por otro lado es importante mencionar que el código está diseñado para que en cualquier momento que el sensor DHT11 presente una falla se mande un mensaje de error el cual indicaría lo siguiente:

“Falla en el sensor DHT11”

Esto con el fin de poder reconocer cuando este presenta una falla en la conexión o en el mismo código y que no pueda ser detectada a simple vista.

VI. Conclusión

La implementación del internet en las cosas es extremadamente útil para la creación de dispositivos beneficiosos para la humanidad. La creación de este proyecto nos ha dado una nueva perspectiva de cómo los dispositivos como lo son el apple watch y los

teléfonos funcionan (hasta cierto punto) al conseguir la información que nosotros tomamos por sentado. El hecho de crear estos dispositivos crean disciplina en los estudiantes y ayudan a comprender el mundo alrededor de nosotros. Los sistemas eléctricos son las bases de todos los dispositivos en los cuales hemos hecho nuestros trabajos, y entender estos sistemas es vital si queremos entrar en el negocio de crear y vender estos sistemas.

Al final de este proyecto, logramos implementar un SP32 por medio de la plataforma IDE de arduino que midiera la temperatura, la humedad y el humo. Con esto logramos ver cómo se desarrolla un proyecto de este tipo y magnitud. Claro, al inicio de este proyecto habíamos planeado algo más ambicioso, ya que teníamos en mente implementar también un sensor que revisará la presión, pero lamentablemente no encontramos el sensor a la venta, entonces tuvimos que retirarlo. Aún así, estamos satisfechos de como termino el proyecto, si no con hambre de más

VII. Apéndice

A. Contribución de cada quién:

Maximiliano Romero Budib: Yo creé el Thingspeak, apoyé con la implementación de MQTT a ThingSpeak y la conclusión.

Juan Carlos Llanos Ordoñez: Yo ayudé para el ensamblado del modelo e investigación de la arquitectura de software.

Fredy Canseco Santos: Contribuí con las distintas investigaciones de arquitecturas utilizadas dentro del paradigma de IOT, así como en el apartado de marco teórico de este documento.

Daniela Berenice Hernández De Vicente: Armado del circuito eléctrico y desarrollo del código fuente en el IDEE de Arduino, al igual que estuve encargada de la interpretación de los datos obtenidos por medio de la implementación de MQTT a ThingSpeak.

Erwin Porras Guerra: Apoyé en este proyecto redactando la introducción, ayudando al ensamblado del proyecto al igual que en la investigación acerca de las arquitecturas de nube e implementación de MQTT.

José Jezarel Sánchez Mijares: Contribuí en este proyecto con las diversas investigaciones que se solicitaron a lo largo de la elaboración del reto enfocándose principalmente protocolos y modelos que contribuyeron al armado del dispositivo. Además de aportar la información de los protocolos de acceso y contribuir en la realización del abstract

Jesús Jiménez Aguilar: Contribuí en la realización de las investigaciones sobre las diferentes arquitecturas para el cumplimiento de este proyecto y realicé la sección del acercamiento de este documento.

VIII. Referencias

[1] Agut, M. D. P. M., & Del Pilar, M. (2015). Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS, 2015-2030) y Agenda de Desarrollo post 2015 a partir de los objetivos de desarrollo del milenio (2000-2015). *Valencia: Universidad de Valencia*.

[2] Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. (s.f). Objetivo 13: Acción por el clima. Recuperado el 07 de Octubre del 2021, de Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo Sitio web: <https://www1.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals/goal-13-climate-action.html>

[3] Objetivo 13: Acción climática. (s. f.). El PNUD en México. Recuperado el 8 de octubre de 2021, de <https://www.mx.undp.org/content/mexico/es/home/post-2015/sdg-overview/goal-13.html>

[4] Sequía y océanos ácidos. . . así se siente el cambio climático en México. (2021, 17 junio). Naciones Unidas México. <https://www.onu.org.mx/sequia-y-oceanos-acidos-asi-se-siente-el-cambio-climatico-en-mexico/>

[5] Instituto Municipal de Planeación Puebla. (2012). *IMPLAN*. IMPLAN. <https://implan.pueblacapital.gob.mx/ods-municipal>

[6] Singh, K. J., & Kapoor, D. S. (s. f.). Create Your Own Internet of Things. https://experiencia21.tec.mx/files/63605422/download?download_frd=1

[7] Concetti, R., Palma, L., Belli, A., & Pierleoni, P. (2019, 23 diciembre). Amazon, Google and Microsoft Solutions for IoT. IEEEAccess. Recuperado 21 de octubre de 2021, de https://experiencia21.tec.mx/files/63605419/download?download_frd=1

[8] Mora Peralta, M y Urrego Gaitan, K. (.). Monografía Internet de las Cosas: Modelos de Comunicación, Desafíos y Aplicaciones. Villavicencio: Universidad de los Llanos, 2019. Recuperado 7 de noviembre de 2021, de: <https://repositorio.unillanos.edu.co/bitstream/handle/001/1486/Monograf%EDa%20Internet%20de%20las%20cosas%20modelos%20de%20comunicaci%F3n.desaf%EDos%20y%20aplicaciones..pdf;jsessionid=251E73DD03F863EE75270C817D875DB7?sequence=3>

- [9] Concetti, R., Palma, L., Belli, A., & Pierleoni, P. (2019, 23 diciembre). Amazon, Google and Microsoft Solutions for IoT. IEEEAccess. Recuperado 21 de octubre de 2021, de https://experiencia21.tec.mx/files/63605419/download?download_frd=1
- [10] DELL. (s. f.). Cloud Architecture - Cloud Computing. Arquitectura de Nube. Recuperado 4 de noviembre de 2021, de <https://www.delltechnologies.com/es-mx/learn/cloud/cloud-architecture.htm>
- [11] gl-service. (2019, 16 septiembre). Qué es la nube híbrida: definición - Citrix Spain. Citrix.com. Recuperado 4 de noviembre de 2021, de <https://www.citrix.com/es-es/solutions/app-delivery-and-security/what-is-hybrid-cloud.html>
- [12] RedHat. (s. f.-a). ¿Qué es la arquitectura de nube? ¿Qué es la arquitectura de nube? Recuperado 4 de noviembre de 2021, de <https://www.redhat.com/es/topics/cloud-computing/what-is-cloud-architecture>
- [13] RedHat. (s. f.-b). ¿Qué es una nube híbrida? NUBE HÍBRIDA: SU FUNCIÓN, DISEÑO Y SEGURIDAD. Recuperado 4 de noviembre de 2021, de <https://www.redhat.com/es/topics/cloud-computing/what-is-hybrid-cloud>
- [14] RedHat. (s. f.-c). ¿Qué es una nube privada? CLOUD COMPUTING. Recuperado 4 de noviembre de 2021, de <https://www.redhat.com/es/topics/cloud-computing/what-is-private-cloud>
- [15] RedHat. (s. f.-d). Tipos de cloud computing. Tipos de cloud computing. Recuperado 4 de noviembre de 2021, de <https://www.redhat.com/es/topics/cloud-computing/public-cloud-vs-private-cloud-and-hybrid-cloud>
- [16] Mora Peralta, M y Urrego Gaitan, K. (.). Monografía Internet de las Cosas: Modelos de Comunicación, Desafíos y Aplicaciones. Villavicencio: Universidad de los Llanos, 2019. Recuperado 4 de noviembre de 2021, de: <https://repositorio.unillanos.edu.co/bitstream/handle/001/1486/Monograf%EDa%20Internet%20de%20las%20cosas%20modelos%20de%20comunicaci%F3n,desaf%EDos%20y%20aplicaciones..pdf;jsessionid=251E73DD03F863EE75270C817D875DB7?sequence=3>