

# **DOMINA EL CONTROL DE EQUIPOS ELÉCTRICOS CON APRENDIZAJE AUTOMÁTICO:**

**UNA GUÍA PRÁCTICA CON TENSORFLOW, PHP Y NODE.JS**

**Diego Javier Bastidas Logroño**

**Joffre Stalin Monar Monar**

**Santiago Israel Logroño Naranjo**

**Freddy Patricio Ajila Zaquinaula**



# DOMINA EL CONTROL DE EQUIPOS ELÉCTRICOS CON APRENDIZAJE AUTOMÁTICO: UNA GUÍA PRÁCTICA CON TENSORFLOW, PHP Y NODE.JS

**DIEGO JAVIER BASTIDAS LOGROÑO**

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO. ESPOCH SEDE  
ORELLANA. ECUADOR. ORCID: [HTTPS://ORCID.ORG/0000-0003-3924-7468](https://orcid.org/0000-0003-3924-7468).  
CORREO: DIEGO.BASTIDAS@ESPOCH.EDU.EC

**JOFFRE STALIN MONAR MONAR**

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO. ESPOCH SEDE  
ORELLANA. ECUADOR. ORCID: [HTTPS://ORCID.ORG/0000-0002-6534-183X](https://orcid.org/0000-0002-6534-183X).  
CORREO:JMONAR@ESPOCH.EDU.EC

**SANTIAGO ISRAEL LOGROÑO NARANJO**

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO. ESPOCH SEDE  
ORELLANA. ECUADOR. ORCID: [HTTPS://ORCID.ORG/0000-0002-1205-3017](https://orcid.org/0000-0002-1205-3017).  
CORREO ISRAEL.LOGRONIO@ESPOCH.EDU.EC

**FREDDY PATRICIO AJILA ZAQUINAULA**

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DE CHIMBORAZO. ESPOCH SEDE  
ORELLANA. ECUADOR. ORCID: [HTTPS://ORCID.ORG/0000-0003-3523-3771](https://orcid.org/0000-0003-3523-3771).  
CORREO:FREDDY.AJILA@ESPOCH.EDU.EC

## **TODOS LOS DERECHOS RESERVADOS:**

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual.

Dirijase a GESICAP (ediciones@gesicap.com), si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.

© Diego Javier Bastidas Logroño., 2023

© Joffre Stalin Monar Monar., 2023

© Santiago Israel Logroño Naranjo., 2023

© Freddy Patricio Ajila Zaquinaula., 2023

© Ediciones GESICAP., 2023

El Carmen, Manabí Ecuador.

[www.gesicap.com](http://www.gesicap.com)

**ISBN: 978-9942-626-14-1**

Depósito Legal:

1ra Edición: Ediciones Gesticap, Calle 24 de julio y Ave. 3 de julio,  
El Carmen, Manabí Ecuador.

Copyright © Mayo, 2023.

## **COMO CITAR ESTE LIBRO:**

Bastidas Logroño, D.J; Monar Monar, J.S; Logroño Naranjo, S.I; Ajila Zaquinaula, F.P. (2023). Domina el control de equipos eléctricos con aprendizaje automático: una guía práctica con Tensorflow, PHP y Node.js. Ediciones GESICAP. 62 pp.

## **EQUIPO EDITORIAL:**

Edición y Diagramación: Sergio Alejandro Rodríguez Hernández

Revisión y Corrección: Xenia Pedraza González

Diseño de cubierta: Sergio Alejandro Rodríguez Hernández.

## **AGRADECIMIENTOS**

Agradezco Elohim el padre de mi espíritu a Jehova su hijo  
y a mis seres amados..

*Diego Javier Bastidas Logroño*

Agradezco a Dios y a mi familia en especial a mi esposa  
por ser mi soporte en todo momento.

*Joffre Stalin Monar Monar*

Un agradecimiento a Dios y a mi familia que son la motivación  
para el crecimiento personal y profesional.

*Santiago Israel Logroño Naranjo*

El Pilar fundamental de mi vida es mi familia y mis padres,  
gracias por su apoyo a esta obra útil para la sociedad.

*Freddy Patricio Ajila Zaquinaula*



# PRÓLOGO

En la actualidad, el uso de las nuevas tecnologías de la información con la inteligencia artificial está en auge y son esenciales para el avance tecnológico. Por esta razón, se ha escrito un libro como guía práctica para su uso en un mundo globalizado y competitivo. Con este texto podrás ver lo sencillo que es manejar estas tecnologías y estar a la altura de las exigencias de esta era digital.

Es menester que sepa el lector que con una idea, se puede resolver algo, se puede implementar una solución a cualquier problema de tecnología hasta el día de hoy.

El uso de la tecnología es más frecuente e importante para el control de los procesos industriales, institucionales y comerciales con un enfoque de aprendizaje automático puede dar soluciones a cualquier tipo de idea.

El insuficiente control energético por parte de las instituciones públicas del país conduce a gastos innecesarios de energía y recursos eléctricos. Para solucionar este problema se implementa un modelo de sistemas con internet de las cosas (IoT) con aprendizaje automático, desarrollado utilizando el lenguaje de programación PHP y MySQL a nivel de backend, con librería de máquina enseñable y algoritmos supervisados por TensorFlow, y escrito en tipografías en HTML, CSS3 y javascript. Para finalizar, en cuanto al hardware se utiliza una tarjeta escalable con código abierto llamada *NodeMCU*, resistencias, relés y LEDs.



# ÍNDICE DE CONTENIDOS

## **PRÓLOGO / 1**

### **EL CAMINO HASTA AQUÍ**

Aspectos introductorios sobre IoT con Machine Learning para el control inteligente de equipos eléctricos / 9

Internet de las Cosas (IoT) / 13

Hardware y Software / 16

*Middleware* / 16

Machine Learning / 16

Mecanismos de aprendizaje automático / 16

Aprendizaje Supervisado / 16

Aprendizaje no supervisado / 16

Aprendizaje automático a gran escala / 17

TensorFlow / 17

Cálculo de TensorFlow / 17

Control de Equipos / 17

Control Energético / 17

Índice de consumo / 18

Índice de potencia instalada / 18

Equipos Eléctricos / 18

Tiempo de uso / 18

Factor de simultaneidad / 18

Control de Equipos / 18

Eficiencia energética / 19

Control manual y automático / 19

### **EL MIDDLEWARE EN SÍ**

Diseño y tipo de investigación / 23

Hardware necesario / 23

Herramientas de tecnologías *IoT* / 23  
*NodeMCU* vs Arduino / 23  
Protoboard / 25  
Resistencia / 26  
Led / 27  
Relé / 27  
Fertilización Cruzada / 28  
Escenarios de prueba / 28  
Gestión de tareas / 28  
Historia de Usuario 1 – HU1- Ingreso al tablero / 31  
Historia de Usuario 2 – HU2- Ingreso de usuarios y roles / 32  
Historia de Usuario 3 – HU3- Revisión de equipo activo en el aula / 34  
Reuniones diarias del Sprint / 36  
LO QUE CONSEGUIMOS / 40

## **RESOLUCIONES PRÁCTICAS Y RECOMENDACIONES CLAVE**

CONCLUSIONES / 45  
RECOMENDACIONES / 47

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Referencias bibliográficas / 51

## ÍNDICE DE FIGURAS

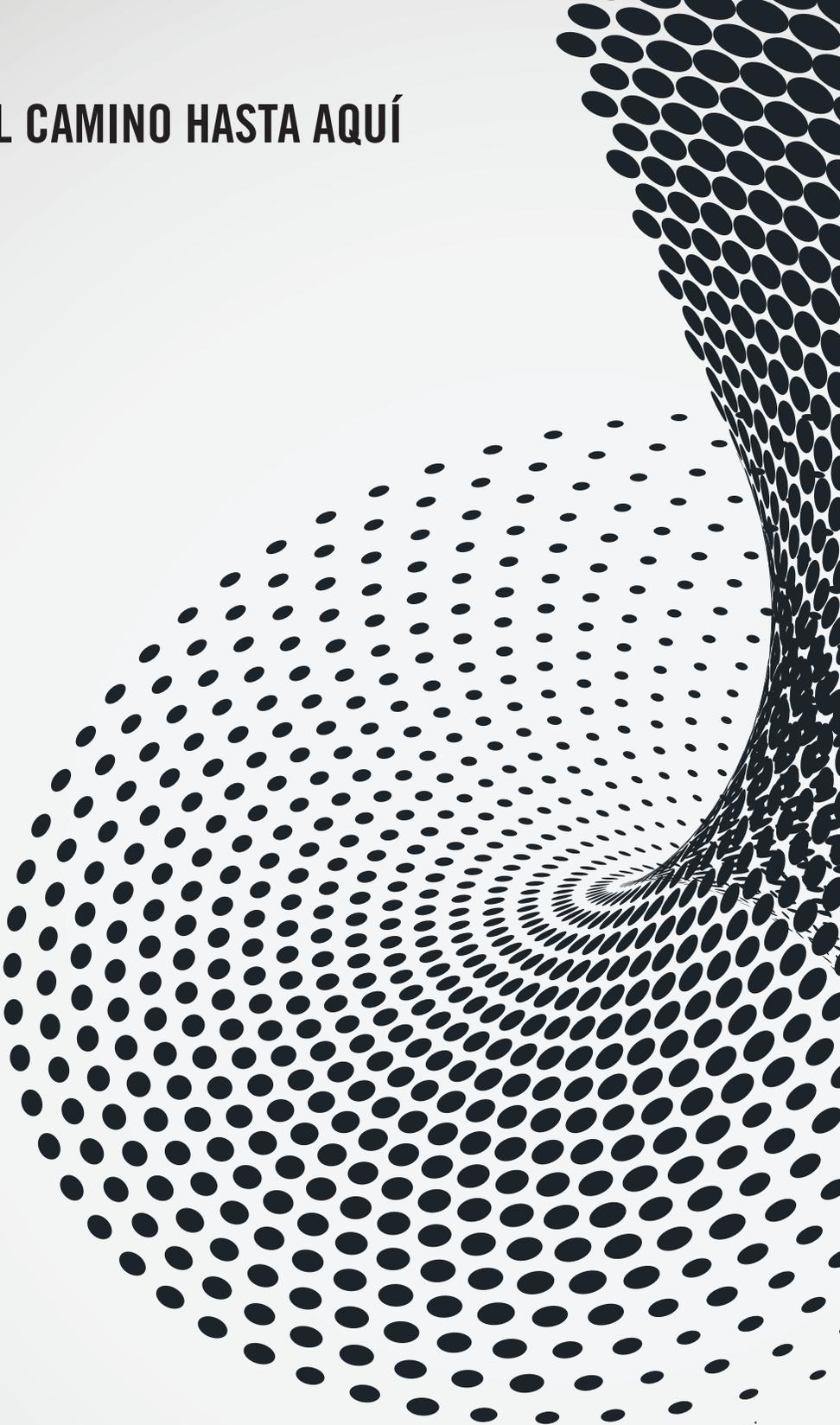
- Figura 1. Internet de las cosas / 12
- Figura 2. Machine Learning / 12
- Figura 3. Control de Equipos Eléctricos / 13
- Figura 4. Tarjeta *NodeMCU*. / 24
- Figura 5. Protoboard. *Obtenido de (Mckeon, 2018) [https://learning.oreilly.com/library/view/neural-networks-for/9781484235072/html/463524\\_1\\_En\\_3\\_Chapter.xhtml](https://learning.oreilly.com/library/view/neural-networks-for/9781484235072/html/463524_1_En_3_Chapter.xhtml)* / 25
- Figura 6. Resistencia. *Obtenido de (Mckeon, 2018) [https://learning.oreilly.com/library/view/neural-networks-for/9781484235072/html/463524\\_1\\_En\\_3\\_Chapter.xhtml](https://learning.oreilly.com/library/view/neural-networks-for/9781484235072/html/463524_1_En_3_Chapter.xhtml)* / 26
- Figura 7. Valor del color. *Obtenido de (Mckeon, 2018) [https://learning.oreilly.com/library/view/neural-networks-for/9781484235072/html/463524\\_1\\_En\\_3\\_Chapter.xhtml](https://learning.oreilly.com/library/view/neural-networks-for/9781484235072/html/463524_1_En_3_Chapter.xhtml)* / 26
- Figura 8. Led. *Obtenido de (Mckeon, 2018) [https://learning.oreilly.com/library/view/neural-networks-for/9781484235072/html/463524\\_1\\_En\\_3\\_Chapter.xhtml](https://learning.oreilly.com/library/view/neural-networks-for/9781484235072/html/463524_1_En_3_Chapter.xhtml)* / 27
- Figura 9. Relé / 27
- Figura 10. Tablero Trello. *Adaptado de “Trello” (Atlassian, 2021) Obtenido de <https://trello.com/b/IILFWIoU>* / 28
- Figura 11. Modelado de la tabla usuarios en MySQL / 29
- Figura 12. Script de conexión de usuarios / 30
- Figura 13. Font end – Administrador / 30
- Figura 14. Back end – Administrador / 31
- Figura 15. Diseño de la interfaz del formulario usuarios.php / 31
- Figura 16. Modelado de la base de datos en MySQL / 31
- Figura 17. Crud de Usuario” en el controlador denominado usuarios.controlador.php / 32
- Figura 18. Diseño de la interfaz del formulario usuarios.php / 32

- Figura 19. Revisión de la integridad de tabla usuarios en MySQL / 33
- Figura 20. Ingreso de datos en la tabla usuarios en MySQL / 33
- Figura 21. Diseño de interfaz del equipo activo / 34
- Figura 22. Código del diseño de la interfaz del formulario del equipo activo / 34
- Figura 23. Modelado de la tabla datos en MySQL / 35
- Figura 24. Script de conexión de datos / 35
- Figura 25. Script de conexión de datos / 36
- Figura 26. Elaboración del prototipo / 36
- Figura 27. Configuración del servidor de archivos / 37
- Figura 28. Configuración de la base de datos de la aplicación de node js / 37
- Figura 29. Programación de las librerías de teachablemachine- node / 38
- Figura 30. Programación del node js en interacción con la base de datos / 38
- Figura 31. Codificación del reconocimiento de voz / 39
- Figura 32. Tensorflow código / 39

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 / 23

# I. EL CAMINO HASTA AQUÍ





En esta obra propone realizar un sistema de comunicación de equipos mediante internet, conocido como IoT (Internet de las Cosas) con machine learning para el control de equipos eléctricos. Se puede realizar esta operación desde cualquier dispositivo con acceso a internet.

Nos motivamos a escribir ésta obra para solucionar la problemática de la interacción entre el desarrollo de software y la combinación de equipos eléctricos y electrónicos y poder dar un enfoque de que siempre hay solución para un determinado pensamiento de desarrollo en tecnología en la actualidad.

## **ASPECTOS INTRODUCTORIOS SOBRE IOT CON MACHINE LEARNING PARA EL CONTROL INTELIGENTE DE EQUIPOS ELÉCTRICOS**

La domótica sirve para brindar un control sobre los equipos eléctricos con la finalidad de usar correctamente el consumo de energía eléctrica, permitiendo apagar o encender los mismos en un tiempo determinado, hasta cualquier sistema conectado a una red. Dentro de este concepto los sistemas de Internet de las Cosas (IOT) controlan los dispositivos inteligentes dentro del hogar, como expresan Pulver (2019) en su trabajo, además, Bitnova (2020) en su página de internet “a través de la domótica, los equipos eléctricos o electrónicos se pueden controlar completamente en cualquier entorno, y mediante el uso de sensores, se pueden gestionar e incluso programar.”, y de este modo poder llevar un mejor control automático sobre los dispositivos eléctricos y electrónicos. Es importante dar a conocer que por medio de la tecnología y la inteligencia artificial se pueden resolver varios problemas de la actualidad en cualquier área de trabajo, por tal razón se ha escrito esta obra para que el lector tenga una guía práctica de como emplear la tecnología actual en resolución de sus problemas diarios.

Así mismo Redondo (2018), manifiesta que la integración de las aplicaciones de sistemas inteligentes de control desarrollados en la tecnología de las comunicaciones (tele gestión), es necesario para la

reducción de gastos, mantenimientos, el incremento de confort y seguridad, lo cual conlleva a un sistema gestión de edificios o instalaciones industriales a obtener el control de los equipos eléctricos y al ahorro energético, es un punto muy importante utilizado en éste modelo para la implementación y control automático con sistemas de equipos eléctricos y electrónicos en combinación todo tipo de avance de desarrollo tecnológico impregnado en ésta guía.

Como referencia se toma que el consumo de energía a nivel mundial en el año 2018 tuvo un crecimiento de más del 2.3%, debido al auge económico sostenido y la necesidad en algunos países como China y Estados Unidos, ya que en la actualidad existen equipos que en su mayoría funcionan a través de la electricidad. Esto conlleva a tener siempre conexiones con internet para tener acceso a todo tipo de información y a la vez poder controlar un equipo usando un sistema IoT. (Enerdata, 2019).

Sin embargo, en Ecuador según a los datos del Centro Nacional de Control de Energía, el consumo eléctrico fue de 26578,72 Gwh que significa un incremento de 11.20% en relación al año 2018 (Centro Nacional de Control de Energía [CENACE]), (2019). Notándose claramente el aumento de equipos y dispositivos, sean estos eléctricos y/o electrónicos en cada hogar, haciendo que el consumo de energía eléctrica se incremente, sin haber un control de IoT.

Uno de los inconvenientes detectados en las empresas como ejemplo práctico, se basa en los equipos eléctricos quedan encendidos toda la noche y posiblemente todo un fin de semana sin ningún sistema de alerta. Esto ocasiona que los equipos se calienten y se produzcan daños en los mismos, ya sea por calentamiento y hasta producir cortocircuitos, lo cual podría ocasionar problemas mayores como un incendio. Es menester de contar con un sistema IoT de control que alerte sobre los dispositivos encendidos.

Por último, al notar algún dispositivo que quede encendido sea de manera visual o por alguna revisión del personal de seguridad, quienes notifican del suceso, y al no existir la manera de apagar estos equipos a distancia (vía aplicación o vía web), esto implica que se deba regresar al lugar personalmente y realizar el apagado de estos dispositivos manualmente y ocasionando generalmente malestar en el personal de seguridad de varias empresas.

¿Cómo automatizar el control de equipos eléctricos en las empresas públicas y privadas?

Sistematización del problema. Preguntas específicas.

¿Cuál es el proceso de control de equipos eléctricos en las empresas públicas y privadas?

¿Qué tipo de hardware es necesario para el proceso de desarrollo de la propuesta de intervención?

¿Qué solución tecnológica se podría implementar para el control de los equipos eléctricos de forma remota?

En el Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021 “Toda una Vida” (Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo [SENPLADES], 2017). Donde constan 9 objetivos, los cuales consideran el plan para construir una sociedad con igualdad de oportunidades y una vida digna para todos, se alinea con el objetivo 1 y 5.

El consumo de la energía eléctrica en cualquier organización conlleva altos costos, los mismos que deben ser controlados en sus niveles de consumo para optimizar este gasto. Al no existir un sistema de control automático del encendido y especialmente del apagado de estos equipos, se incrementa los niveles de consumo incurriendo en pagos de altas cuotas por este concepto.

Para controlar el inconveniente de los equipos eléctricos que quedan encendidos en las noches por cualquier motivo, se ha propuesto el sistema IoT para el control de equipos eléctricos y electrónicos. De esta manera crear una alerta de equipo encendido y poder realizar el proceso de apagado, mediante un teléfono móvil o ingresando a la web donde se podrá observar el dispositivo, y adicionalmente aplicando machine learning para que el equipo de control pueda ir guardando la información como establece Pulver (2019).

Por otro lado, Rhee & Park (2018) en su artículo, expresa los beneficios de construir un entorno de IoT inteligente “Los edificios inteligentes consisten en equipos de construcción automatizados e infraestructura de comunicación” (p. 2). Teniendo en cuenta el pensamiento anterior, el mandato actual funciona justificado para que los equipos eléctricos puedan conectarse a una red inteligente, monitorearla y controlarla de manera óptima.

El desarrollo de software que se empleó en el prototipo Rubin (2013) establece que, los principios ágiles con los principios de desarrollo tradicional, son herramientas útiles en la programación de sistemas, esto no quiere decir que el desarrollo secuencial impulsado por planes es malo y que Scrum es bueno, y óptimo tener estas opciones.

# IOT Y EL FUTURO DDE LA ENERGÍA: UNA INTRODUCCIÓN A LOS CONCEPTOS CLAVE

Para esta iniciativa de solución se analizaron los fundamentos y su aplicación en propuesto, se inició el sistema con el tema de Internet de las cosas (IoT), que actualmente está en auge y se aplica tanto al entorno industrial como al entorno del hogar en el área de Consumo energético.

**Figura 1. Internet de las cosas**

Fases	Apartado	Sub apartado
<b><i>IoT</i></b>	<i>Domótica</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Control energético</li> <li>Confort</li> <li>Seguridad</li> <li>Telecomunicaciones</li> </ul>
	<i>Tipos de conexiones</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conexión P2P</li> <li>Conexión M2M</li> </ul>
	<i>Comunicación</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Alámbricas</li> <li>Inalámbricas</li> </ul>
	<i>Protocolos</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>MQTT</li> <li>WAMP</li> <li>COAP</li> </ul>
	<i>Dispositivos</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Arduino</li> <li>Raspberry Pi</li> <li>NodeMCU</li> </ul>
	<i>Hardware y Software</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Hardware</li> <li>Software</li> <li>Middleware</li> </ul>

**Figura 2. Machine Learning**

	Apartado	Sub apartado
<b><i>Machine Learning</i></b>	<i>Mecanismos de aprendizaje automático</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Aprendizaje supervisado</li> <li>Aprendizaje no supervisado</li> </ul>
	<i>Aprendizaje automático a gran escala</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>TensorFlow</li> <li>Cálculo de TensorFlow</li> </ul>

	<b>Apartado</b>	<b>Sub apartado</b>
<b>Control de equipos eléctricos</b>	<i>Control energético</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>{ <i>Índice de consumo</i></li> <li>{ <i>Índice de potencia instalada</i></li> </ul>
	<i>Equipos eléctricos</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>{ <i>Tiempo de uso</i></li> <li>{ <i>Factor de simultaneidad</i></li> </ul>
	<i>Control de equipos</i>	<ul style="list-style-type: none"> <li>{ <i>Eficiencia energética</i></li> <li>{ <i>Manual</i></li> <li>{ <i>Automático</i></li> </ul>

**Figura 3. Control de Equipos Eléctricos**

## **INTERNET DE LAS COSAS (IOT)**

Como se sabe, es un paradigma tecnológico que define la conectividad a Internet para cualquier objeto que pueda medir y actuar sobre parámetros físicos, así como las aplicaciones relacionadas y el procesamiento inteligente de datos. Una plataforma IoT es la base sobre la cual los dispositivos se conectan entre sí bajo un mismo ecosistema para formar sus respectivos entornos, donde el software interactúa con el hardware, con puntos accesibles y redes de datos en las interfaces favoritas de los usuarios(Quintanilla, 2019).

### *Domótica*

La domótica proviene de la palabra latina “domus” que significa hogar y “tica” que significa automático o inteligente, por eso se dice que la domótica involucra casas inteligentes, la tecnología que brinda bienestar, comodidad y seguridad al hogar. la capacidad de controlar dispositivos eléctricos remotos, todo lo que necesita es una conexión a Internet. Por otro lado, está la automatización de edificios, que a diferencia de la domótica, implica la automatización de locales más grandes, tales como: industrias, centros comerciales, universidades, etc. Por lo tanto, la domótica y la automatización de edificios permiten conectar sensores, actuadores a una o varias unidades centrales según el protocolo y la topología utilizada, facilitando así el control mediante el uso de sistemas IoT que también facilitan el ahorro de energía así como la habilidad de programar y controlar de forma remota todos los

aparatos eléctricos y electrónicos del mundo de hoy (Martin, 2010).

En la regulación se puede observar las variantes de consumo energético, la programación en horarios, días de la semana, mes en el consumo y la optimización se regula, por medio del aprovechamiento de la tarifas nocturnas, diurnas, detección de pérdidas en sistemas de climatización y automatismos de procesos de aprovechamiento de energía (Martin, 2010).

Se incluyen todos los sistemas que hacen referencia al bienestar del usuario, va dirigido a la calefacción, climatización, ventilación. La domótica por lo general realiza programación de estilos de vida razonables, como el encendido y apagado con medios en los sistemas actuales de equipos eléctricos. (Martin, 2010).

Se divide en seguridad de las personas y la seguridad de los bienes en especial si se está integrada en un sistema domótico. (Martin, 2010).

Existen varias aplicaciones como las que se detallan a continuación:

Sistemas de comunicación, megafonía, red de área local, teleeducación, teletrabajo, telefonía, internet, radio, fax, televisión, teleasistencia, domo portero, telemedicina etc. (Martin, 2010).

Según dice (Hanes, Salgueiro, Grossetete, Barton, & Henry, 2017), IoT tiene los siguientes tipos de conexiones:

- Persona a persona (P2P)
- Máquina a máquina (*M2M*)

Esta conexión (P2P) pasa cuando la información es transferida de un individuo a otro. (Hanes, Salgueiro, Grossetete, Barton, & Henry, 2017).

El tipo de conexión (*M2M*) se produce cuando los datos se transmiten desde un objeto a través de una red a otra y da respuesta a una señal. (Hanes, Salgueiro, Grossetete, Barton, & Henry, 2017).

La comunicación de los dispositivos IoT y la mayoría de los dispositivos en la actualidad se comunican de dos maneras (alámbrica e inalámbrica).

Este tipo de conexión tiene la desventaja de dejar el cable a la vista al momento de realizar la conexión entre los mismos, y los costos que esto conlleva (Hanes, Salgueiro, Grossetete, Barton, & Henry, 2017)

Tiene la ventaja de ser más flexible y menos costosa que la conexión alámbrica haciendo que las instalaciones sean mejor presentables y más fáciles de conectarse a una red y/o configurarlo. Esta comunicación puede ser mediante *Bluetooth*, *Wifi*, *Zigbee*, etc (Hanes, Salgueiro, Grossetete, Barton, & Henry, 2017).

## PROTOCOLO

Un protocolo es una norma que se define para que dos o más dispositivos se puedan comunicar entre si y a la vez se puedan entender (conexión *M2M*).

MQTT (Message Queing Telemetry Transport), es un protocolo de servicio de mensajes Pubsub. Es óptimo para el enriquecimiento activo de varios clientes conectados al mismo tiempo (Llamas, 2019).

WAMP (Web Applications Messaging Protocol). Este es un protocolo que funciona en WebSocket y proporciona aplicaciones PUBSUB y RRPC (Llamas, 2019).

CoAP (Constrained Application Protocol). Es un protocolo utilizado en dispositivos IoT de baja capacidad. Usa el modelo residual HTTP con calentadores reducidos agregando UDP, soporte de multidifusión y mecanismos de seguridad adicionales (Llamas, 2019).

## DISPOSITIVOS

Un dispositivo es una pieza o un equipo con capacidad para comunicar, detectar, almacenar, adquirir y procesar datos. Estos dispositivos guardan varios tipos de información para ser procesados.

“*Arduino* es una plataforma de hardware con open source, basada en una placa de circuito con un micro controlador y entorno para el desarrollo de software”. (Huang & Rungerg, 2017).

“El uso de *arduino* puede automatizar la mayoría de cosas para convertirse en agentes autónomos (se puede llamarlos robots).” (Huang & Rungerg, 2017).

*Raspberry Pi* “es un computador de un tamaño pequeño y costo muy alcanzable, a este dispositivo electrónico” (Monk, 2020).

*Raspberry Pi* “es un microprocesador en el cual el desarrollo es de código abierto. La comunidad en torno a esta pequeña computadora grande” (Monk, 2020).

La *Raspberry Pi* generalmente no posee un tradicional disco duro. Este dispositivo está equipado con una unidad de almacenamiento *SD* de estado sólido, el sistema puede arrancar desde la tarjeta *SD* que debe tener (Monk, 2020).

*NodeMCU* Es una plaqueta de código abierto (open source), a nivel de software y hardware, todo es para facilitar la programación del micro controlador o *MCU* (unidad de micro controlador), además *NodeMCU* es una placa muy económica y de hardware libre. Entre las características principales se tiene:

- Posee una *MCU* de 32-bit

- Tiene un módulo *WiFi* con 2.4 GHz
- Memoria *RAM* 50 kb
- Una entrada analógica con 10 bits
- 17 pines de salida y entrada

*NodeMCU* es la placa de “desarrollo en ESP12E, y puede ser el módulo más popular que integra ESP8266. Sin embargo, aunque la placa *NodeMCU* es muy popular, existen muchas confusiones en los términos de *Lua* y *Lolin*, y a veces se confunden o incluso se usan como sinónimos” (Pulver, 2019).

## **HARDWARE Y SOFTWARE**

Es la parte tangible, o sea lo que se puede ver y tocar, en éstos dispositivos se encuentran sensores de detección, que son los encargados de medir una magnitud y transformarla en un pulso eléctrico se denomina hardware (Petzold, 2000). Los dispositivos vienen con un software (parte intangible) integrado o se puede desarrollar (Petzold, 2000).

## **MIDDLEWARE**

Es un tipo de software que ayuda a los programas de aplicación a interactuar o comunicarse con programas, redes, hardware y otras aplicaciones informáticas del sistema operativo (Britton & Bye, 2004).

## **MACHINE LEARNING**

### *Mecanismos de aprendizaje automático*

Cuando se construyen máquinas inteligentes, se puede hacer casi cualquier cosa que se desee con un aprendizaje automático. Muchos científicos manifiestan que la mejor manera de avanzar en esto es a través de algoritmos de aprendizaje llamados redes neuronales, que imitan cómo funciona el cerebro humano (Matich, 2001).

### *Aprendizaje Supervisado*

Estos algoritmos son entrenados por lo general mediante “históricos de datos” y de esta manera puede aprender a asignar etiquetas de salidas a un nuevo valor con predicciones acertadas (Simeone, 2018).

### *Aprendizaje no supervisado*

Este tipo de aprendizaje, no requiere una versión etiquetada previamente. Se entrenan nuevos conceptos basados en información del mundo real para identificar similitudes, diferencias y relaciones (Simeone, 2018).

## **APRENDIZAJE AUTOMÁTICO A GRAN ESCALA**

El proyecto *Google Brain* empezó en 2011 con el fin de explorar el uso de redes neuronales a gran escala, tanto para la investigación como para su uso en los productos de Google. Como parte del trabajo inicial de éste proyecto se ha desarrollado “*DistBelief*. Los miembros de Google han realizado una amplia variedad de investigaciones utilizando *DistBelief* con machine learning, basándose en ésta experiencia para tener una comprensión más completa de las propiedades deseables del sistema y los requisitos para el entrenamiento y el uso de redes neuronales, han construido TensorFlow (Abadi, 2015).

### *TensorFlow*

Es una biblioteca de open source en el aprendizaje automático en una serie de algunas tareas, fue desarrollada por Google para dotar de un sistema que pueda entrenar redes neuronales con el fin de detectar y descifrar patrones en el aprendizaje supervisado y su relevancia para el aprendizaje automático al mismo tiempo. Considera al árbol de decisiones, que es similar al aprendizaje y al razonamiento que usan los humanos, excepto que puede entrenar e implementar fácilmente su modelo en el servidor o dispositivo, sin importar que idioma o plataforma use (Abadi, 2015).

### *Cálculo de TensorFlow*

La implementación local se usa mientras el cliente, el maestro se ejecuta en una sola máquina, en un solo proceso del sistema operativo (posiblemente con varios dispositivos si la máquina tiene muchas tarjetas *GPU* instalado). La implementación distribuida posee la mayor parte del código en la implementación local, se puede extender con soporte de un entorno donde el cliente y el maestro pueden estar todos en diferentes procesos en diferentes máquinas (Abadi, 2015).

## **CONTROL DE EQUIPOS**

En ocasiones el consumo de la electricidad en las instituciones y hogares es mayor por una utilización inadecuada, como resultado, se tiene un aumento en la facturación mensual (Pitti, 2018).

## **CONTROL ENERGÉTICO**

Para ahorrar energía se debe en primer lugar conocer el gasto de la

misma, la manera del uso de la energía eléctrica en los hogares determina el consumo mensual, es decir, si se olvida un equipo eléctrico conectado, un cargador de celular (Pitti, 2018).

### *Índice de consumo*

Actualmente se desarrollan métodos para la monitorización del gasto energético obteniendo ventajas como lo dice Carrasco (2015) en su publicación de la “supervisión energética para la monitorización y el control del consumo de energía, como un caso práctico”.

### *Índice de potencia instalada*

Se refiere a la suma de las potencias nominales de cada equipo eléctrico existente o conectado a la red. Las características de carga residencial son por lo general de tensión y potencia baja, en la mayor parte de los casos son monofásicas (Juarez, 1995).

## **EQUIPOS ELÉCTRICOS**

Son dispositivos que funcionan a base de electricidad transformando la energía eléctrica en varios tipos de trabajo como son (emitir luz, permitir un refrigerador mantener frío los alimentos, calentar agua en un horno microondas, etc.) (Juarez, 1995).

### *Tiempo de uso*

Se puede medir el consumo de amperaje con un amperímetro de pinza o un monitor de energía, multiplicando las horas utilizadas en el día por el vatiaje (watts) (Ramos, 2017).

### *Factor de simultaneidad*

Se toma en consideración la cantidad de dispositivos eléctricos conectados a la vez poniendo a prueba la potencia eléctrica, sin que brinque la protección por exceso de consumo (Ramos, 2017).

## **CONTROL DE EQUIPOS**

Muchos equipos eléctricos tienen micro controladores integrados y ofrecen un mejor rendimiento y comodidad en el uso de los mismos (Ramos, 2017).

### *Eficiencia energética*

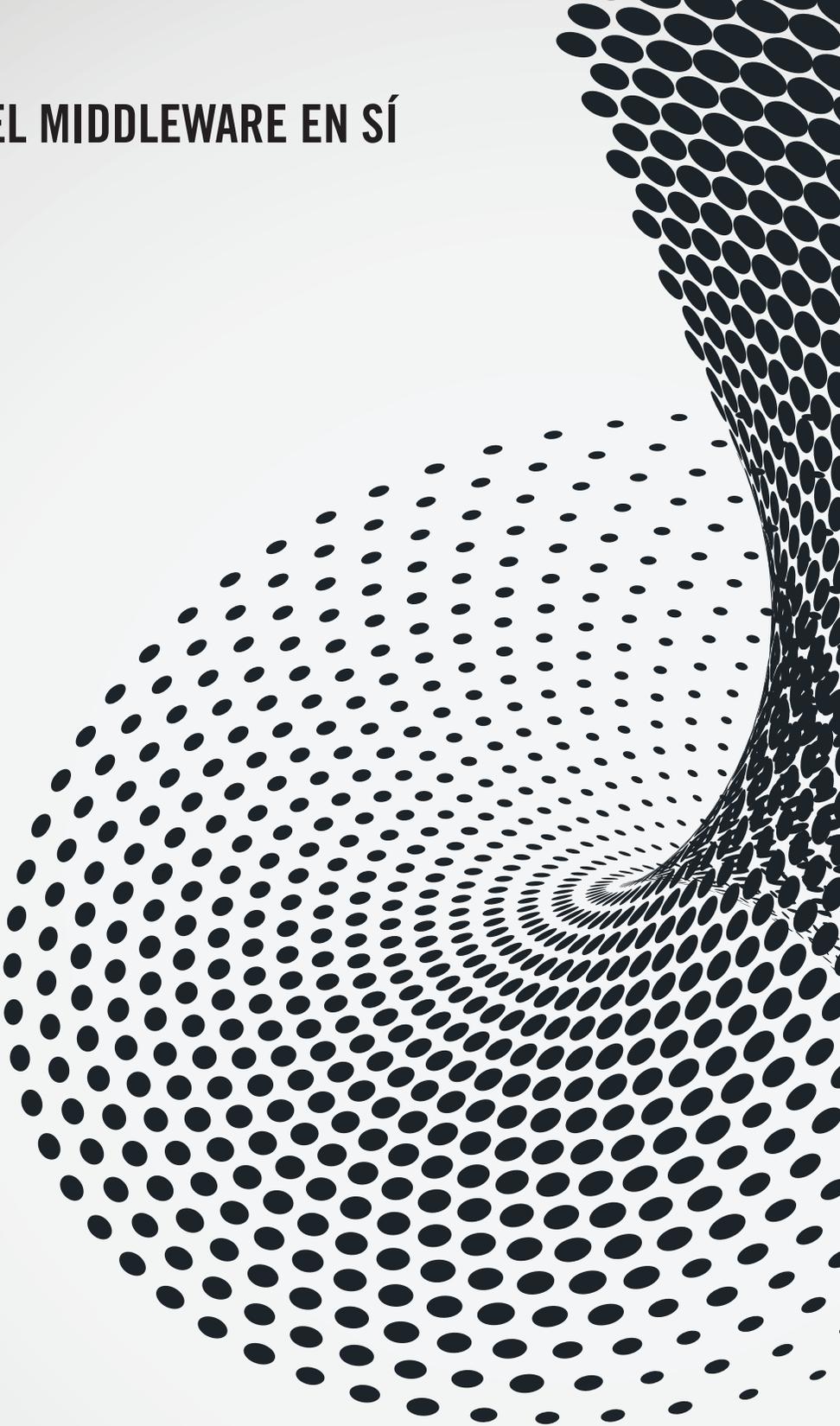
La eficiencia energética consiste en mantener un uso razonable y eficaz de la energía al mismo tiempo (Berru, 2009).

### *Control manual y automático*

Si el control se realiza de manera manual, el servicio se interrumpirá temporalmente, y el coste de la solución sea relativamente bajo. Si la transferencia es automatizada, la continuidad por lo general es solucionada (Juarez, 1995).



## II. EL MIDDLEWARE EN SÍ





Aprendizaje Automático en el Control de Equipos Eléctricos: Enfoque de Investigación y Diseño Experimental Control de Equipos Eléctricos con Aprendizaje Automático: Diseño de Investigación y Guía Práctica con Tensorflow, PHP y Node.js

## DISEÑO Y TIPO DE INVESTIGACIÓN

En este trabajo se empleó un diseño no experimental transversal, con un tipo de investigación aplicada, porque un problema específico busca una solución inmediata y viabilidad en el mundo real. Según Baena (2017) establece que “la investigación aplicada, conocida también como investigación utilitaria, plantea problemas específicos que requieren soluciones concretas inmediatas e iguales”.

## HARDWARE NECESARIO: PLANIFICACIÓN Y SELECCIÓN DE LOS COMPONENTES ADECUADOS

### HERRAMIENTAS DE TECNOLOGÍAS IOT

#### *NodeMCU vs Arduino*

Se realizó el análisis de los distintos dispositivos con código abierto, entre estos la placa *Arduino* y *NodeMCU* (con un chip ESP8266), las cuales se presentan en la tabla 5, donde muestra las mejoras al utilizar la tarjeta de *NodeMCU* en lugar de arduino.

**Tabla 1. Comparativa *NodeMCU* vs *Arduino***

<i>NodeMCU</i>	Comparativa	<i>Arduino</i>
ESP8266 @ 80MHz (3.3V) (ESP-12E)	Procesador	ATmega328
80MHz	Frecuencia de CPU	16MHz
4 MB	RAM	2 KB

32 Mbit	Flash	32 KB
Si / Wifi 802.11 b/g/n	Wifi	No
32 Bits	Arquitectura	8 Bits
16	GPIO Pins	14
1	ADC Pins	6
3,3V max 20V	Voltaje Operación	5v

Fuente. Obtenido de (Pulver, 2019) <https://learning.oreilly.com/library/view/hands-on-internet-of/9781789341782/7bbf93be-6206-449e-99c5-2b251d334073.xhtml>

Como se observa en la tabla 5, la *NodeMCU* presenta mayores ventajas por lo cual se eligió para esta aplicación, y aporta facilidad para enviar comandos directos en ella una vez se cargue el script de inicio para de esta manera ejecutar funciones desde una consola, algo esencial que no tiene arduino. *NodeMCU* es definitivamente la placa de desarrollo más económica, que se puede conectar a Internet. Ésta placa está basada en el *ESP8266* que funciona con  $3.3V$ , ofrece muchos puertos y admite protocolos como *SPI*. Sin embargo, a diferencia de las placas de arduino, solo admite una entrada analógica. Si planea leer varios sensores analógicos (por ejemplo, sensores de luz y presión) al mismo tiempo, debe obtener otra placa o debe agregar un convertidor analógico a digital (*ADC*) a su configuración. (Pulver, 2019). La placa *NodeMCU* se puede observar en la figura 4.

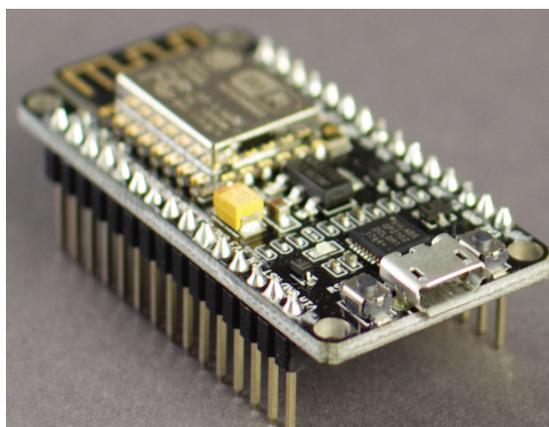


Figura 4. Tarjeta NodeMCU. (Pulver, 2019) Obtenido de <https://learning.oreilly.com/library/view/hands-on-internet-of/9781789341782/7bbf93be-6206-449e-99c5-2b251d334073.xhtml>

Se tiene en cuenta que hay varias versiones de la placa que son difíciles de diferenciar entre sí, una de ellas es el chip integrado de *USB* a serie. Algunas placas usan el *CP2102* y otras usan el chip *CH340*. Dependiendo del sistema operativo que utilice, es posible que se necesiten controladores de terceros adicionales para que estos chips funcionen. También puede notar diferentes números de versión, que actualmente van desde *V1* a *V3*. La placa *V1* está desactualizada y probablemente ya no la encontrará en las tiendas. *V2* (Amica) tuvo algunas mejoras sobre *V1*, por ejemplo, un mejor factor de forma y la *V3*, también conocida como *LoLin*, no tiene mejoras importantes, pero sí una gran desventaja: la placa es considerablemente más grande que la *V2*. Si lo coloca en una placa de pruebas, ocupará todo el espacio disponible en la dimensión más estrecha, sin dejar filas libres a cada lado, por lo que no podrá conectar nada a sus pines. (Pulver, 2019).

## PROTOBOARD

En la figura 5, se observa el “*protoboard*”, que puede hacer conexiones eléctricas rápidas y fácilmente sin tener que hacer conexiones de soldadura permanentes. Se llama “*protoboard*” porque se usa como “placa de creación de prototipos”. A menudo se le llama “placa de pruebas sin soldadura”. Es sorprendente que un componente tan útil con cientos de puntos de conexión integrados, se empleó en el prototipo.

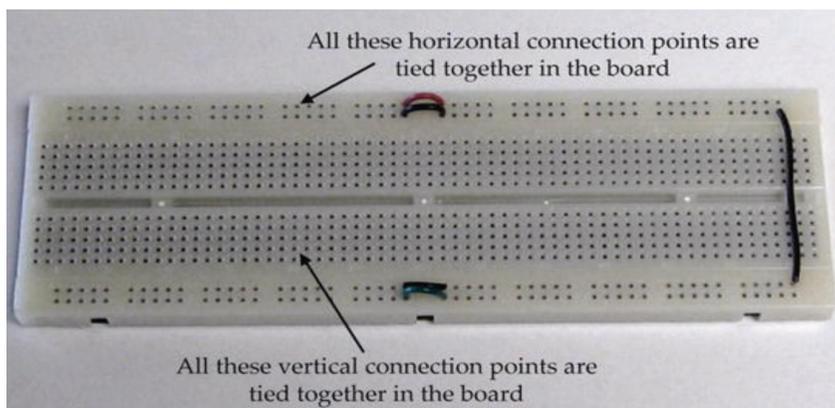


Figura 5. Protoboard. Obtenido de (Mckeeon, 2018) [https://learning.oreilly.com/library/view/neural-networks-for/9781484235072/html/463524\\_1\\_En\\_3\\_Chapter.xhtml](https://learning.oreilly.com/library/view/neural-networks-for/9781484235072/html/463524_1_En_3_Chapter.xhtml)

Todos los componentes de hardware que se usaron en este prototipo tienen cables del tamaño adecuado para conectarlos directamente al *protoboard* y hacer un buen contacto.

## RESISTENCIA

Los resistores generalmente no tienen sus valores escritos en ellos. En cambio, utilizan un sistema de bandas de colores para indicar el valor y la tolerancia. La tolerancia significa qué tan exacto es realmente el valor establecido. Para este proyecto, no se necesitan resistencias de precisión; La tolerancia del 5% servirá. (Mckeon, 2018). Esto significa que el valor real de la resistencia no está a más del 5% del valor establecido, un resistor o resistencia con sus valores resistivos se observan en la figura 6 y 7.

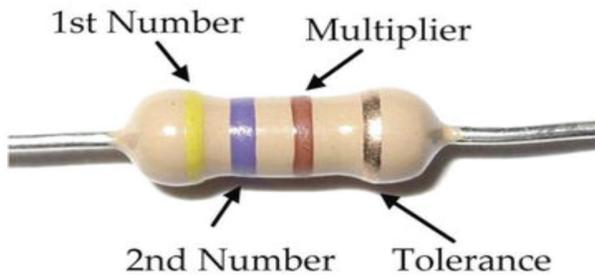


Figura 6. Resistencia. Obtenido de (Mckeon, 2018) [https://learning.oreilly.com/library/view/neural-networks-for/9781484235072/html/463524\\_1\\_En\\_3\\_Chapter.xhtml](https://learning.oreilly.com/library/view/neural-networks-for/9781484235072/html/463524_1_En_3_Chapter.xhtml)

Color Code		Tolerance	
Black	0	Gold	5%
Brown	1	Silver	10%
Red	2	None	20%
Orange	3		
Yellow	4		
Green	5		
Blue	6		
Violet	7		
Grey	8		
White	9		

Figura 7. Valor del color. Obtenido de (Mckeon, 2018) [https://learning.oreilly.com/library/view/neural-networks-for/9781484235072/html/463524\\_1\\_En\\_3\\_Chapter.xhtml](https://learning.oreilly.com/library/view/neural-networks-for/9781484235072/html/463524_1_En_3_Chapter.xhtml)

## LED

El *led* tiene dos conexiones llamadas “ánodo” y “cátodo”. El ánodo es el lado positivo y el cátodo es el lado negativo. Es fácil distinguir el cátodo porque es la pierna más corta y hay un pequeño punto plano en el borde de ese lado como se puede ver en la figura 8. (Mckeeon, 2018).

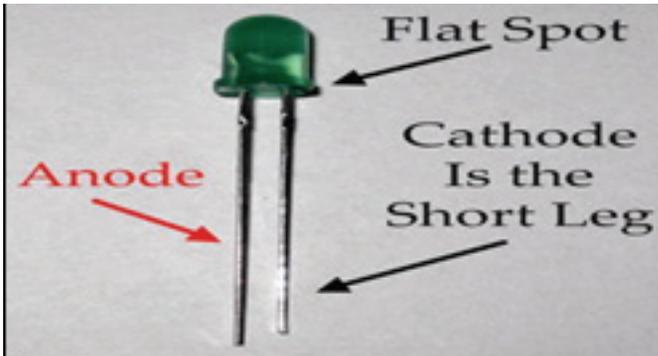


Figura 8. Led. Obtenido de (Mckeeon, 2018) [https://learning.oreilly.com/library/view/neural-networks-for/9781484235072/html/463524\\_1\\_En\\_3\\_Chapter.xhtml](https://learning.oreilly.com/library/view/neural-networks-for/9781484235072/html/463524_1_En_3_Chapter.xhtml)

## RELÉ

El manejo del relé o relay es muy sencillo, permitiendo controlar el encendido y apagado de cualquier dispositivo conectado a una fuente de alimentación externa. El relé actúa como un interruptor, activado y desactivado mediante la entrada de datos. De esta forma, puedes controlar el encendido de cualquier dispositivo. (Gerin, 1999).



Figura 9. Relé

## Fertilización Cruzada

En la etapa actual del desarrollo del prototipo, la funcionalidad de la aplicación se recopila en reuniones previas entre el propietario del producto y los desarrolladores. Se obtuvieron las historias de usuarios como evidencia.

## Escenarios de prueba

En esta etapa, se desarrolló un plan de prueba para verificar si se cumple con la funcionalidad del *product owner*. Por lo tanto, los escenarios se convirtieron en pruebas de aceptación, demostrando ser parte de la documentación del prototipo.

## Gestión de tareas

En el desarrollo del prototipo, se utilizó la gestión de tareas con la herramienta *Trello*. Según lo que manifiesta Ohri (2017) “es una buena opción porque brinda una gran sencillez para el monitoreo, muy fácil de utilizar, y útil a la hora de coordinar a varias personas alrededor de un mismo trabajo”

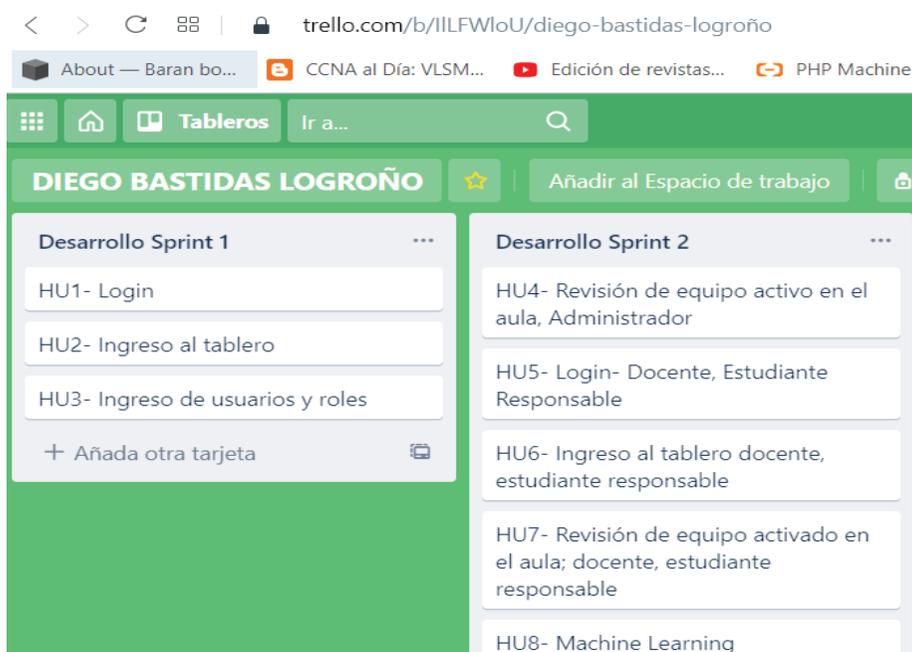
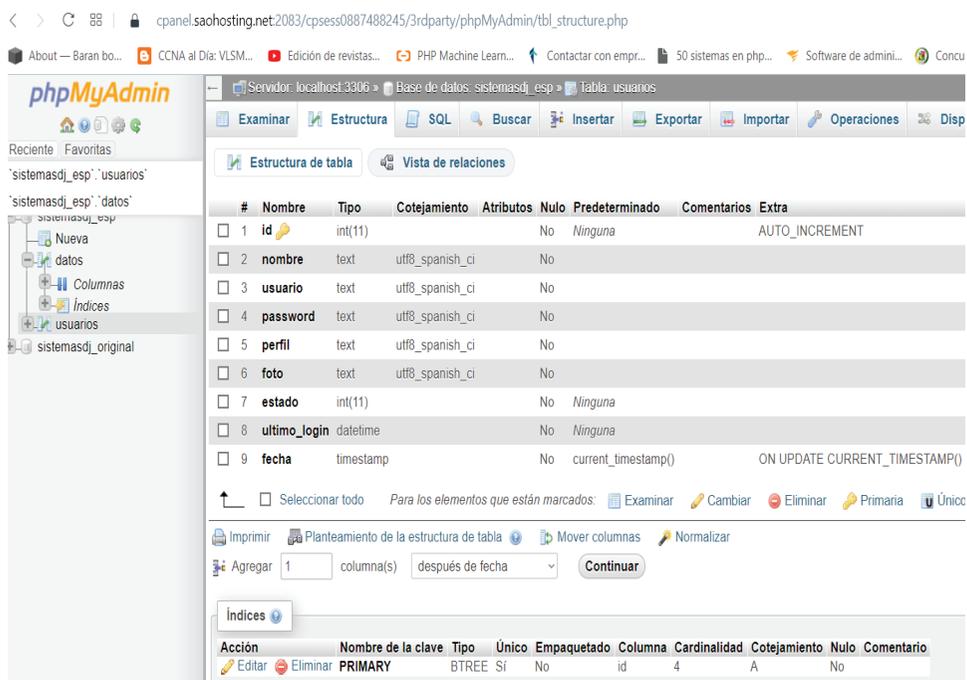


Figura 10. Tablero Trello Adaptado de “Trello” (Atlassian, 2021) Obtenido de <https://trello.com/b/IILFWIoU/>

Se procedió a modelar la base de datos y subir al *cpanel* de administración del *hosting* en el que está almacenado la base de datos, que fue prediseñada con anterioridad en *MySQL* con *php myadmin*, con los campos: id, nombre, usuario, contraseña, perfil, foto, estado, último *login* y fecha, como se evidencia en la figura 11.



**Figura 11. Modelado de la tabla usuarios en MySQL**

*SQL* son las siglas de inglés *Structured Query Language*, que permite procesar los datos insertados en las tablas de la *data base*, ejecutar consultas, editar información y eliminarlas. Además, desde *dreamweaver* con *php* se puede interactuar directamente con la base creando funciones *crud*. Según lo manifestado por Howard (2012) “se maneja éste tipo de prototipos transfiriendo también PHP al código Node.js y al mismo tiempo desarrollar dos bases de código que funcionen en dos lenguajes”. El diseño de bases de datos probablemente no sea la tarea más emocionante del mundo, pero de hecho se está convirtiendo en una de las más importantes, en especial si se usa *MySQL*. (Grippa & Kuzmichev, 2021), se observa en la figura 12 el *crud* de programación.



Figura 14. Back end – Administrador

## HISTORIA DE USUARIO 1 – HU1- INGRESO AL TABLERO

Para gestionar el manejo del ingreso de usuarios, se diseñó la interfaz del formulario de usuarios, donde se requieren varios campos para agregar un nuevo usuario como se puede ver en la figura 15.

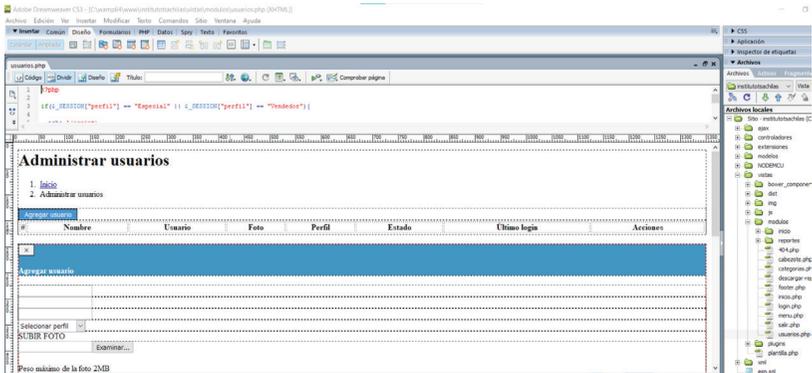


Figura 15. Diseño de la interfaz del formulario usuarios.php

El modelado determina la estructura de la base de datos y permite fundamentalmente la forma de almacenar, organizar y procesar los todos los datos como se observa en la figura 16.



Figura 16. Modelado de la base de datos en MySQL

El término *crud* resume las funciones que los usuarios necesitan para crear y administrar datos. Varios procesos de gestión se basan en *crud*, pero

en la base de datos o en el uso de aplicaciones, estas operaciones se adaptan específicamente a las necesidades del sistema y de los usuarios, como se ve en la figura 17.

```

static public function ctrIngresoUsuario(){
    if(isset($_POST["ingUsuario"])){
        if(preg_match('/^[a-zA-Z0-9]+$/',$_POST["ingUsuario"])){
            $encriptar = crypt($_POST["ingPassword"], '$2a$07$asxx54ahjppf45sd87a5a4dDDgsystemdev2');
            $tabla = "usuarios";
            $item = "usuario";
            $valor = $_POST["ingUsuario"];
            $respuesta = ModeloUsuarios::MdlMostrarUsuarios($tabla, $item, $valor);
            if($respuesta["Usuario"] == $_POST["ingUsuario"] && $respuesta["password"] == $encriptar){
                if($respuesta["estado"] == 1){
                    $_SESSION["iniciarSesion"] = "ok";
                    $_SESSION["id"] = $respuesta["id"];
                    $_SESSION["nombre"] = $respuesta["nombre"];
                    $_SESSION["usuario"] = $respuesta["usuario"];
                    $_SESSION["foto"] = $respuesta["foto"];
                    $_SESSION["perfil"] = $respuesta["perfil"];

                    /*-----
                    REGISTRAR FECHA PARA SABER EL ULTIMO LOGIN
                    -----*/
                    date_default_timezone_set('America/Guayaquil');
                }
            }
        }
    }
}

```

Figura 17. Crud de Usuario” en el controlador denominado usuarios.controlador.php

## HISTORIA DE USUARIO 2 HU- INGRESO DE USUARIOS Y ROLES

Cuando *php* analiza el archivo, busca las etiquetas de apertura, cierre y decirle a *php* donde comenzar y terminar la interpretación del código. Este mecanismo permite que *php* se incruste en todo tipo de documentos, porque el analizador ignora todo, excepto las etiquetas de apertura y cierre como se mira en la figura 18.

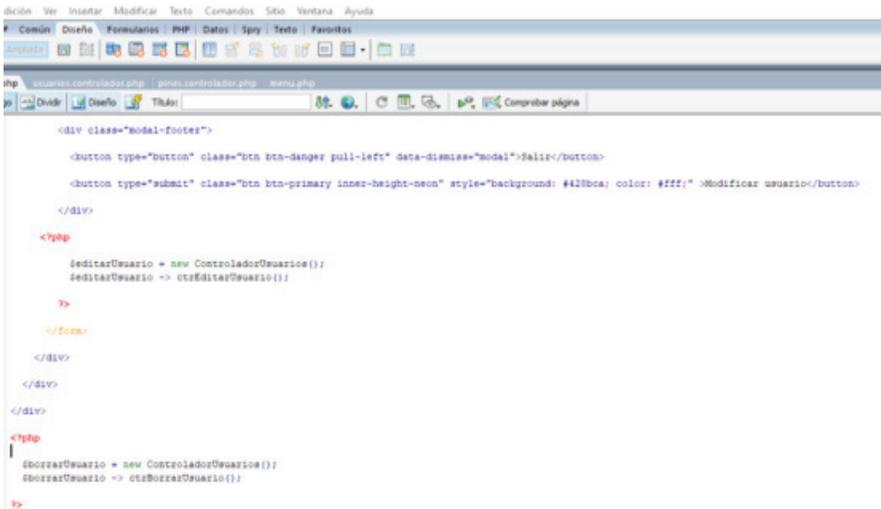


Figura 18. Diseño de la interfaz del formulario usuarios.php

La integridad referencial como sistema de reglas, es utilizada por una alta proporción de las bases de datos relacionales para garantizar que todos los registros en las tablas relacionadas sean válidos y que los datos relacionados no se puedan eliminar o modificar accidentalmente para causar errores, como se evidencia en la figura 19.

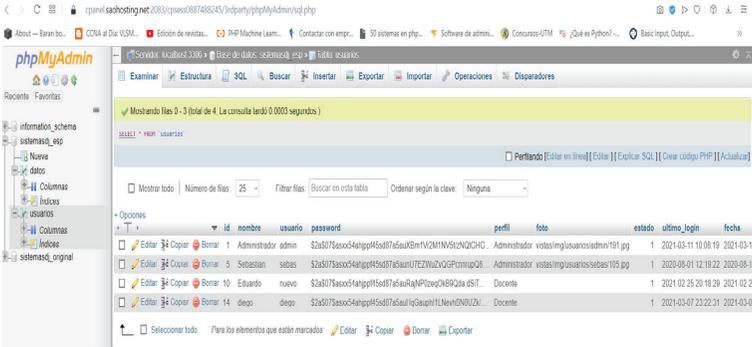


Figura 19. Revisión de la integridad de tabla usuarios en MySQL

Por lo general, se accede a los datos a través de un lenguaje de consulta, como un lenguaje de alto nivel que simplifica la tarea de crear aplicaciones. También simplifican la presentación de consultas e información. La base de datos y su sistema de gestión son indispensables para cualquier ámbito empresarial y deben gestionarse con cuidado como se verifica en la figura 20.

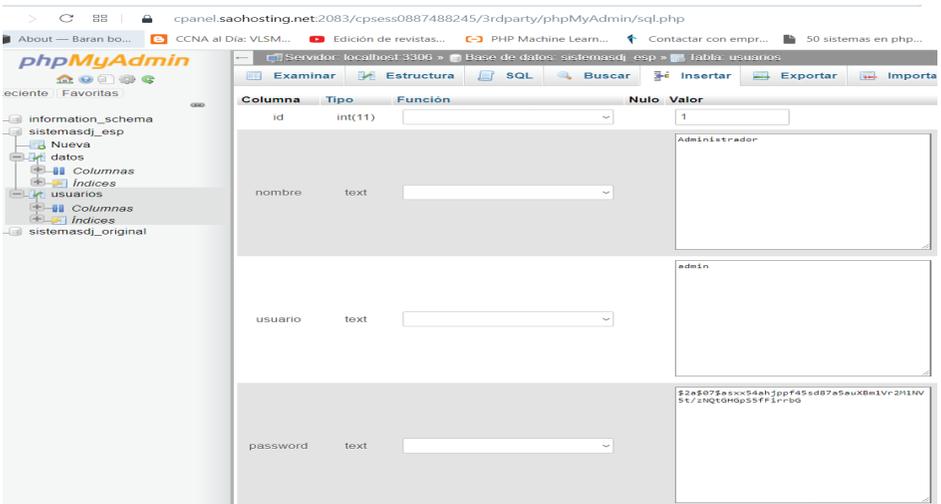


Figura 20. Ingreso de datos en la tabla usuarios en MySQL

## HISTORIA DE USUARIO 3 – HU3- REVISIÓN DE EQUIPO ACTIVO EN EL AULA

Se implementó el fichero *aula.php* referente a la vista de la interfaz de inicio de la aplicación, con el *crud* de administración para insertar, eliminar, actualizar y seleccionar usuarios, contiene el código que interactúa con la visualización del tablero de control como se evidencia en la figura 21 y el código fuente es observado en la figura 22.



Figura 21. Diseño de interfaz del equipo activo

```

36 <section class="content">
37
38 <div class="box">
39
40 <div class="box-header with-border">
41
42 <button class="btn btn-primary inner-height-noon" style="background:
    #228b22; color: #fff;" data-toggle="modal" data-target
    ="#modalAgregarUsuario">
43
44     Agregar usuario
45
46 </button>
47
48 </div>
49
50 <div class="box-body">
51
52 <table class="table table-bordered table-striped dt-responsive tables"
    width="100%">
53
54 <thead>
55
56 <tr>
57
58 <th style="width:10px">#</th>
59 <th>Nombre</th>
60 <th>Usuario</th>
61 <th>Foto</th>
62 <th>Perfil</th>
63 <th>Estado</th>
64 <th>Ultimo login</th>
65 <th>Acciones</th>
66
67 </tr>
68
69 </thead>
70
71 <tbody>
72
73 </tbody>
74
75 </table>
76
77 </div>
78
79 </div>
80
81 </div>
82
83 </div>
84
85 </div>
86
87 </div>
88
89 </div>
90
91 </div>
92
93 </div>
94
95 </div>
96
97 </div>
98
99 </div>
100
101 </div>
102
103 </div>
104
105 </div>
106
107 </div>
108
109 </div>
110
111 </div>
112
113 </div>
114
115 </div>
116
117 </div>
118
119 </div>
120
121 </div>
122
123 </div>
124
125 </div>
126
127 </div>
128
129 </div>
130
131 </div>
132
133 </div>
134
135 </div>
136
137 </div>
138
139 </div>
140
141 </div>
142
143 </div>
144
145 </div>
146
147 </div>
148
149 </div>
150
151 </div>
152
153 </div>
154
155 </div>
156
157 </div>
158
159 </div>
160
161 </div>
162
163 </div>
164
165 </div>
166
167 </div>
168
169 </div>
170
171 </div>
172
173 </div>
174
175 </div>
176
177 </div>
178
179 </div>
180
181 </div>
182
183 </div>
184
185 </div>
186
187 </div>
188
189 </div>
190
191 </div>
192
193 </div>
194
195 </div>
196
197 </div>
198
199 </div>
200
201 </div>
202
203 </div>
204
205 </div>
206
207 </div>
208
209 </div>
210
211 </div>
212
213 </div>
214
215 </div>
216
217 </div>
218
219 </div>
220
221 </div>
222
223 </div>
224
225 </div>
226
227 </div>
228
229 </div>
230
231 </div>
232
233 </div>
234
235 </div>
236
237 </div>
238
239 </div>
240
241 </div>
242
243 </div>
244
245 </div>
246
247 </div>
248
249 </div>
250
251 </div>
252
253 </div>
254
255 </div>
256
257 </div>
258
259 </div>
260
261 </div>
262
263 </div>
264
265 </div>
266
267 </div>
268
269 </div>
270
271 </div>
272
273 </div>
274
275 </div>
276
277 </div>
278
279 </div>
280
281 </div>
282
283 </div>
284
285 </div>
286
287 </div>
288
289 </div>
290
291 </div>
292
293 </div>
294
295 </div>
296
297 </div>
298
299 </div>
300
301 </div>
302
303 </div>
304
305 </div>
306
307 </div>
308
309 </div>
310
311 </div>
312
313 </div>
314
315 </div>
316
317 </div>
318
319 </div>
320
321 </div>
322
323 </div>
324
325 </div>
326
327 </div>
328
329 </div>
330
331 </div>
332
333 </div>
334
335 </div>
336
337 </div>
338
339 </div>
340
341 </div>
342
343 </div>
344
345 </div>
346
347 </div>
348
349 </div>
350
351 </div>
352
353 </div>
354
355 </div>
356
357 </div>
358
359 </div>
360
361 </div>
362
363 </div>
364
365 </div>
366
367 </div>
368
369 </div>
370
371 </div>
372
373 </div>
374
375 </div>
376
377 </div>
378
379 </div>
380
381 </div>
382
383 </div>
384
385 </div>
386
387 </div>
388
389 </div>
390
391 </div>
392
393 </div>
394
395 </div>
396
397 </div>
398
399 </div>
400
401 </div>
402
403 </div>
404
405 </div>
406
407 </div>
408
409 </div>
410
411 </div>
412
413 </div>
414
415 </div>
416
417 </div>
418
419 </div>
420
421 </div>
422
423 </div>
424
425 </div>
426
427 </div>
428
429 </div>
430
431 </div>
432
433 </div>
434
435 </div>
436
437 </div>
438
439 </div>
440
441 </div>
442
443 </div>
444
445 </div>
446
447 </div>
448
449 </div>
450
451 </div>
452
453 </div>
454
455 </div>
456
457 </div>
458
459 </div>
460
461 </div>
462
463 </div>
464
465 </div>
466
467 </div>
468
469 </div>
470
471 </div>
472
473 </div>
474
475 </div>
476
477 </div>
478
479 </div>
480
481 </div>
482
483 </div>
484
485 </div>
486
487 </div>
488
489 </div>
490
491 </div>
492
493 </div>
494
495 </div>
496
497 </div>
498
499 </div>
500
501 </div>
502
503 </div>
504
505 </div>
506
507 </div>
508
509 </div>
509 </div>

```

Figura 22. Código del diseño de la interfaz del formulario del equipo activo

La tabla datos con los pines 1, 2, 3, 4 tipo texto con tipo *utf8\_general\_ci*, es requerido para el envío de datos al hardware conectado al prototipo como se evidencia en la figura 23.

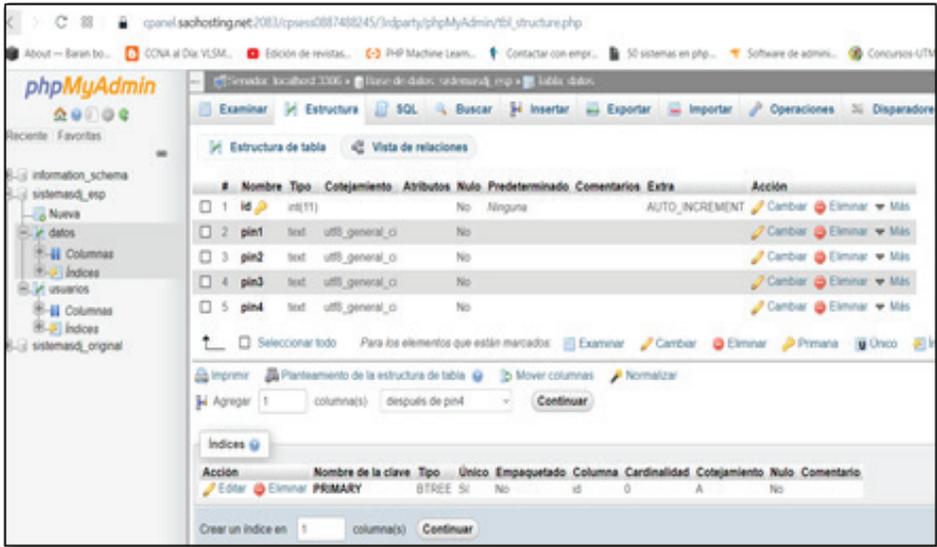


Figura 23. Modelado de la tabla datos en MySQL

Como cualquier otra variable *php* estática, solo se pueden usar cadenas literales o constantes para inicializar propiedades estáticas. No se permiten expresiones, por lo tanto, se puede usar números enteros o matrices, como se evidencia en la figura 24.

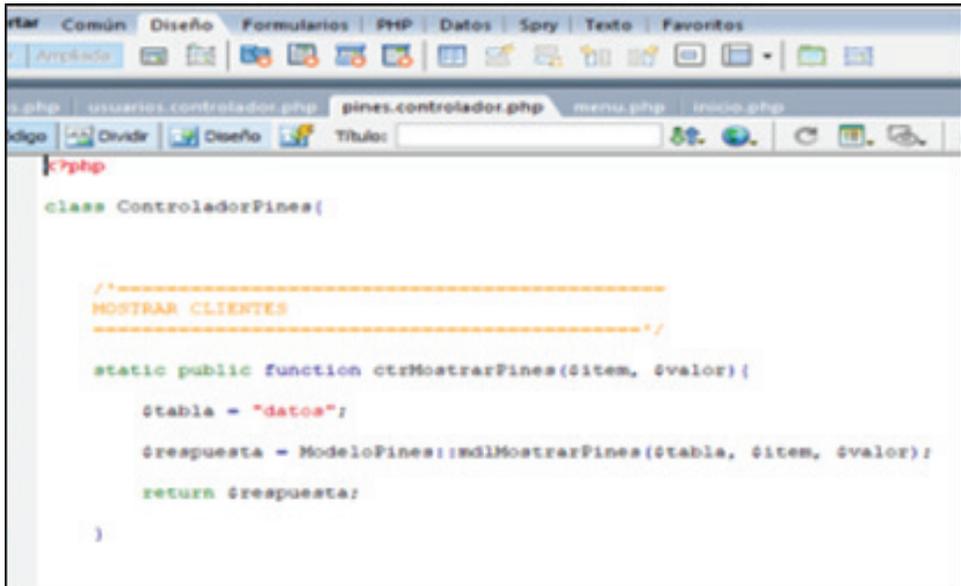


Figura 24. Script de conexión de datos

La tabla datos permite ingresar toda la información relacionada a los pines, en las pruebas de manera exitosa, que se gestionaron en la conexión a las aulas dentro de la aplicación como se puede ver en la figura 25.



Figura 25. Script de conexión de datos

## REUNIONES DIARIAS DEL SPRINT

Es una reunión de quince minutos con *ScrumTeam*, y se asignaron un total de cuarenta y siete puntos del *sprint backlog*, se realizó el seguimiento de manera ordenada de todas las tareas de ingeniería respectivamente de cada historia de usuario. Además, se realizó la gestión de riesgos de manera ágil (documentación mínima necesaria).

Se desarrolló el prototipo en la parte de hardware tomando un protoboard como tarjeta base, se detectaron conexiones eléctricas rápidas y fácilmente, sin haber tenido que hacer soldaduras permanentes. Adicionalmente se montó la tarjeta *NodeMCU* insertando todos los pines en el protoboard, adaptando dos resistores, con tres *leds*, un relé y un interruptor como se observa en la figura 26.

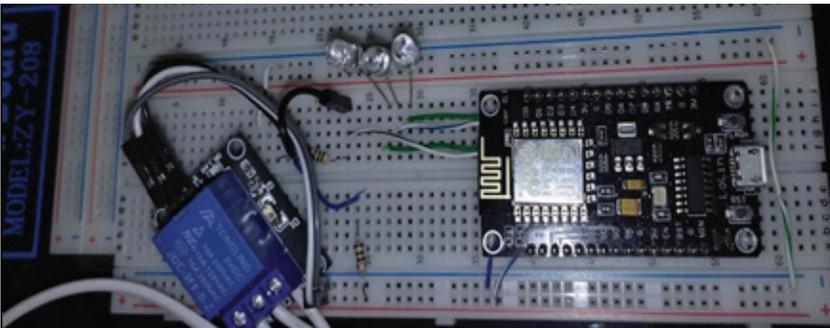


Figura 26. Elaboración del prototipo

En cuanto al *software* en el desarrollo se utilizó *Node.js*, para proporcionar una gran escalabilidad para el prototipo y sobre todo la ejecución de los subprocesos sin bloqueo. El código desarrollado en “*JavaScript* puro”, quiere decir que se dedica menos tiempo a “cambiar de contexto” entre idiomas al escribir el código del servidor y el navegador web. *JavaScript* como un lenguaje de programación moderno, se ha beneficiado del avance del diseño de lenguajes. (Benitez, 2018). El aprendizaje automático por medio del reconocimiento de voz ayuda a interpretar, analizar la estructura y el patrón de los datos para realizar tareas complejas. La programación mediante un servidor *node.js* se evidencia en la figura 27.

```
-----*/
CONFIGURACION PARA COLOCAR EN EL SERVIDOR ARCHIVOS
-----*/

app.set('port', process.env.PORT || 3000);
app.set('views', __dirname + '/public');
app.engine('html', require('ejs').renderFile);
app.set('view engine', 'html')
app.use(bodyParser.urlencoded({ extended: true }));
app.use(bodyParser.json());
app.use(express.static(path.join(__dirname, 'public')));
app.use(flash());
-----*/
```

Figura 27. Configuración del servidor de archivos

Para que se establezca la conexión con la base de datos, se procedió con una validación de acuerdo a las credenciales de usuarios y claves de hosting, de la *data base* como se observa en la figura 28.

```
var connection = mysql.createConnection({
    host      : 'sistemasdj.com',
    user      : 'sistemasdj_user',
    password  : 'tsachilas123@',
    database  : 'sistemasdj_esp'
});

connection.connect(function(error) {

    if(error){
        throw error;
    }else{
        console.log('Conexion con la base de datos correcta.');
```

Figura 28. Configuración de la base de datos de la aplicación de node js

La librería que se empleó es de *Teachable Machine* como se observa en la figura 29, es una herramienta basada en la Web, con la cual se pueden crear los modelos de *machine learning* de manera rápida, sencilla y accesible para todos, son auténticos modelos de *TensorFlow.js* que funcionan en cualquier sitio con *JavaScript*. Por tanto, son perfectamente compatibles con herramientas como *Glitch*, *Node.js*, etc. Además, puede exportar los modelos a diferentes formatos para usarlos en otras plataformas, como *Coral*, *Arduino* y muchas otras; se utilizan para facilitar la programación a las librerías.

```
var express = require('express')
  , http = require('http')
  , path = require('path');
//var methodOverride = require('method-override');
var session = require('express-session');
var app = express();
var mysql = require('mysql');
var bodyParser=require("body-parser");
var flash = require('connect-flash')
const TeachableMachine = require("@sashido/teachablemachine-node");

var server = app.listen(3000, () => { //Start the server, listening on port 4000.

console.log("Aplicacion corriendo a través del puerto 3000...");
})
```

**Figura 29. Programación de las librerías de teachablemachine- node**

Se programó el prototipo para que interactúe con los pines de la base de datos y pueda responder a la automatización del sistema como se puede evidenciar en la figura 30.

```
let estadoFoco = "0";

app.post('/', function(request, response){

  //console.log(request.body.instruccion.comando);

  let instruccion = request.body.instruccion.comando;
  instruccion = instruccion.toLowerCase();

  console.log(instruccion);

  if(instruccion === "apagar laboratorio 1"){

    estadoFoco = "0";
    console.log("se apago laboratorio 1");
    actualizarDato(estadoFoco, "pin1");

  }

  else if(instruccion === "encender laboratorio 1"){
    console.log("se encendio laboratorio 1");
    estadoFoco = "1";
    actualizarDato(estadoFoco, "pin1");

  }

}
```

**Figura 30. Programación del node js en interacción con la base de datos**

Los datos que son ingresados al algoritmo de *machine learning* en *tensorflow* con *teachable machine* y la programación en *node.js*, con el identificador *speech.js*, sirvió para el proceso de entrenamiento de voz. Se cargaron los datos desconocidos para el algoritmo, con las etiquetas de las respuestas correctas se controlaron los equipos eléctricos. (Muller, 2016). El aprendizaje supervisado de la voz en la programación en *node.js* se refleja en la figura 31.

```

220
221
222     else if(transcript === "apagar laboratorio 2"){
223
224         const speech = new window.SpeechSynthesisUtterance("Claro, apagando la luz del laboratorio 2");
225         window.speechSynthesis.speak(speech);
226
227         speech.onend = function(event) {
228
229             $("#asistenteFalabras").html("Escuchando sonido de Fondo");
230
231
232
233
234             fetch('/', {
235                 method: 'POST',
236                 headers: {
237                     'Content-Type': 'application/json'
238                 },
239                 body: JSON.stringify({
240                     instruccion: {
241                         comando: transcript
242                         // email: "john@example.com"
243                     }
244                 })
245             });
246
247         }
248     }
249
250     else if(transcript === "encender laboratorio 3"){
251
252         const speech = new window.SpeechSynthesisUtterance("Claro, encendiendo la luz del laboratorio 3");

```

**Figura 31. Codificación del reconocimiento de voz**

Según lo investigado por Muñoz (2016) “*TensorFlow* es el algoritmo de aprendizaje automático, donde se pudo entrenar e implementar fácilmente el modelo de algoritmo de supervisión, en un servidor *express* con *node.js*”. La biblioteca de código de *open source* para aprendizaje automático con un rango de tareas como *tensorflow* de google, se evidencia su programación en la figura 32.

```

import tensorflow as tf
mnist = tf.keras.datasets.mnist

(x_train, y_train),(x_test, y_test) = mnist.load_data()
x_train, x_test = x_train / 255.0, x_test / 255.0

model = tf.keras.models.Sequential([
    tf.keras.layers.Flatten(input_shape=(28, 28)),
    tf.keras.layers.Dense(128, activation='relu'),
    tf.keras.layers.Dropout(0.2),
    tf.keras.layers.Dense(10, activation='softmax')
])

model.compile(optimizer='adam',
              loss='sparse_categorical_crossentropy',
              metrics=['accuracy'])

model.fit(x_train, y_train, epochs=5)
model.evaluate(x_test, y_test)

```

**Figura 32. Tensorflow código**

## LO QUE CONSEGUIMOS

El control remoto de los equipos eléctricos a partir del software desarrollado se determinaron las necesidades en base a los resultados, donde no existía un control de apagado de equipos eléctricos de forma remota. Como solución a este craso problema se implementó el prototipo para el control de los equipos eléctricos, donde se reemplazó el proceso manual con dispositivos electrónicos con una conexión a Internet. Lo antes mencionado se alinea al criterio de Pulver (2019), donde manifiesta que las aplicaciones informáticas con integración de *IoT* permitirá, encender y apagar el dispositivo desde su cualquier lugar, cambiar su configuración y verificar su estado.

El uso adecuado del hardware para *IoT* en la solución automatizada en el proceso de desarrollo de la propuesta de intervención, se empleó en el prototipo una variedad de componentes electrónicos de hardware, como resistencias, *protoboard*, *leds*, relés, cables, interruptor, una tarjeta *NodeMCU* que interactuarán en el sistema *IoT* con *open source*, lo que tuvo un impacto positivo en la solución automatizada de procesos en la institución. Lo antes mencionado se alinea al criterio de Pulver(2019), donde manifiesta que cualquier persona puede estudiar, modificar y redistribuir todo tipo de hardware con una licencia de código abierto.

Scrum en el desarrollo del sistema interactuando con *IoT* y *machine learning* para que se optimice el control de los equipos eléctricos en forma remota, se usó la metodología de *Scrum* por ser una herramienta liviana que ayuda en el desarrollo de productos de *software* de manera eficiente, con sus diferentes actividades, la organización de historias que permiten optimizar los tiempos. Esto se alinea a lo indicado por Rubin (2013) quien manifiesta que se puede establecer mejor las distinciones e ilustrar más claramente los principios que subyacen al desarrollo basado en *Scrum*.

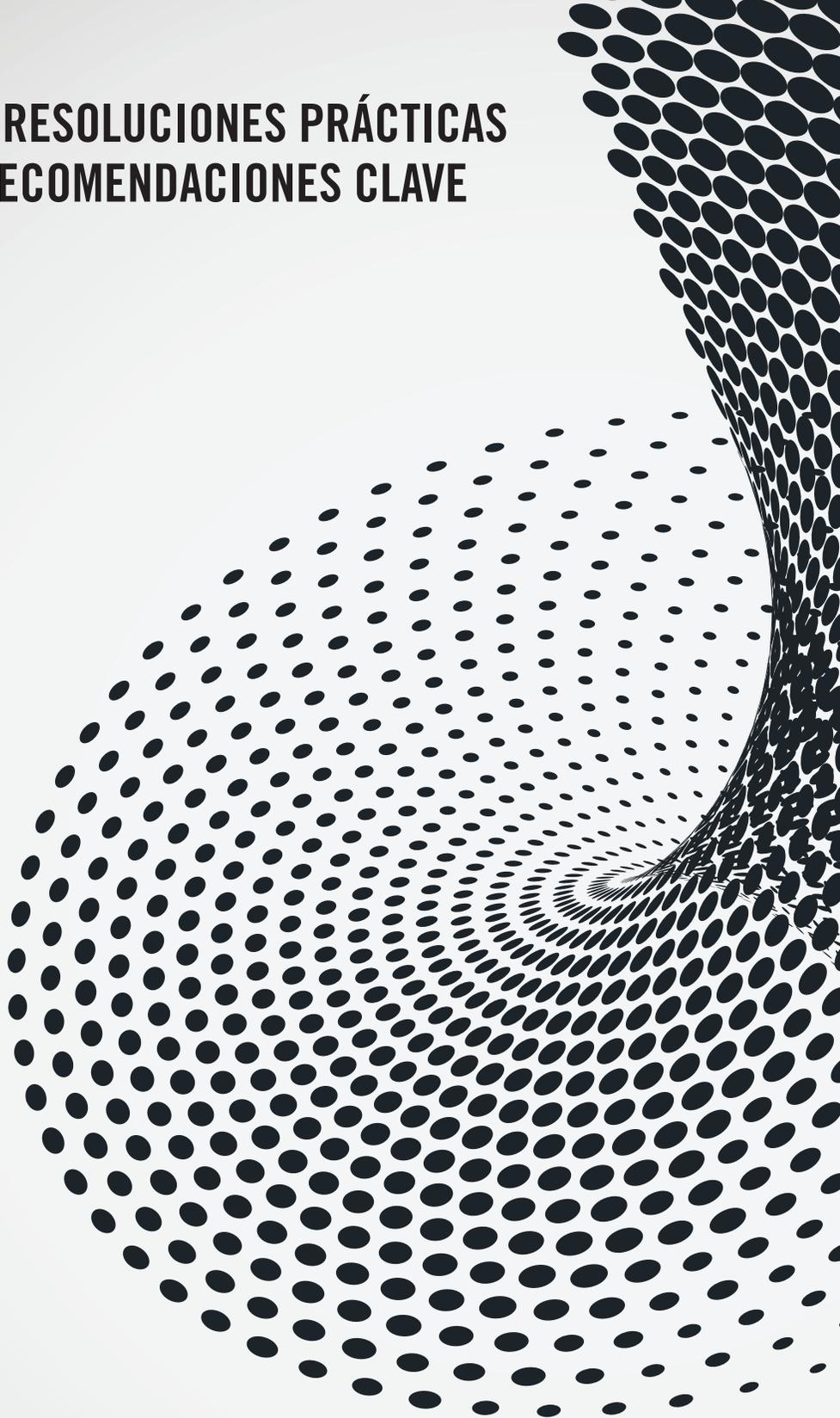
MySQL y Node.js en el prototipo *IoT* en la cual se requiere un minucioso análisis para poder integrar el prototipo y su desarrollo. Esto se alinea a lo indicado por Grippa & Kuzmichev (2021), que dice que el diseño de bases de datos probablemente no sea la tarea más emocionante del mundo, sin embargo, se está convirtiendo en una de las más importantes. Adicional se utilizó el procesador y preprocesador de hipertexto combinado con *Node.js*, que en esta integración para este prototipo *IoT* con *Machine learning* se acopló muy bien. Lo antes mencionado concuerda a lo manifestado por Howard (2012) que dice que transfiriendo su código *php* al código *Node*.

*js* y al mismo tiempo funcionan de manera correcta en los dos lenguajes diferentes.

El uso de Trello y TensorFlow en el desarrollo de prototipo con machine learning que está al alcance de toda la gente en el internet y ayuda con la gestión de incidentes (historias técnicas, historias de usuarios y el control del trabajo pendiente). Esto está en concordancia con lo que menciona la empresa Atlassian (2021) . Asimismo, en el desarrollo del prototipo se usó la herramienta de *TensorFlow*, que es una invención de la empresa google de inteligencia artificial que optimiza de manera sencilla el aprendizaje automático. Para el desarrollo de la inteligencia artificial y el aprendizaje automático, TensorFlow juega un papel muy importante ya que posee una librería de código libre para Machine Learning (ML) que fue desarrollado por Google para satisfacer las necesidades a partir de redes neuronales artificiales que permite construir y entrenar redes neuronales para detectar patrones y razonamientos usados por los humanos. Además de usar redes neuronales, es multiplataforma y puede usar GPU y CPU, e incluso unidades de procesamiento de tensor (TPU), un sistema de computación numérica de código abierto de Google Cloud. Lo podemos encontrar en muchos productos de Google Cloud porque nos permite desarrollar algoritmos inteligentes. Google Cloud es uno de los pioneros en áreas como inteligencia artificial (IA), aprendizaje automático y big data, y de hecho TensorFlow nació de uno de los proyectos de Google en estas áreas: Google Brain es una división de investigación de Google dedicada a la inteligencia artificial, el grupo de investigadores de Google construyó el sistema de aprendizaje automático DistBelief. Por lo tanto, su uso en diferentes casos de uso y aplicaciones. Google quiere seguir evolucionando e investigando para simplificar y reconstruir el código base de DistBelief en aplicaciones más rápidas y sólidas, cuyo resultado es TensorFlow. Esto se alinea a lo mencionado por Abadi (2015), que es una potente biblioteca de software *open source* para el cálculo numérico, especialmente adecuada y ajustada para el aprendizaje automático a gran escala. Por medio de ésta guía se pueden implementar a nivel mundial éste tipo de tecnologías, sabiendo que todo lo que usted piensa se puede convertir en realidad cuando hablamos de tecnología aplicada ya que con la inteligencia artificial y el aprendizaje automático en nuestros días lo soluciona mejor que un humano los requerimientos de las empresas dando una solución óptima a los requerimientos de tecnologías de la información que soluciona en nuestro medio o en cualquier ámbito.



### III. RESOLUCIONES PRÁCTICAS Y RECOMENDACIONES CLAVE





## **CONCLUSIONES**

En cuanto al proceso del control de equipos eléctricos, la institución necesita el apoyo de las nuevas tecnologías de la información, el encargado de la infraestructura (product owner) se interesó en la propuesta del prototipo, por medio de IoT y machine learning para automatizar los procesos en cuanto al evitar llamados de atención por dejar encendidos los equipos eléctricos por un olvido involuntario.

En relación al hardware utilizado en este prototipo para la propuesta de intervención, han sido los más económicos y adaptables a la programación de código abierto, se eligió la tarjeta NodeMCU, protoboard, resistencias, leds y relé de fácil y libre acceso en el mercado, combinado con el software de open source montado en servidores hosting con software libre bajo Linux.

En lo que respecta al desarrollo del prototipo con aprendizaje automático desarrollado con middleware de manera rápida, ha sido un medio para automatizar el control de equipos eléctricos a través de IoT de forma remota en la institución.



## **RECOMENDACIONES**

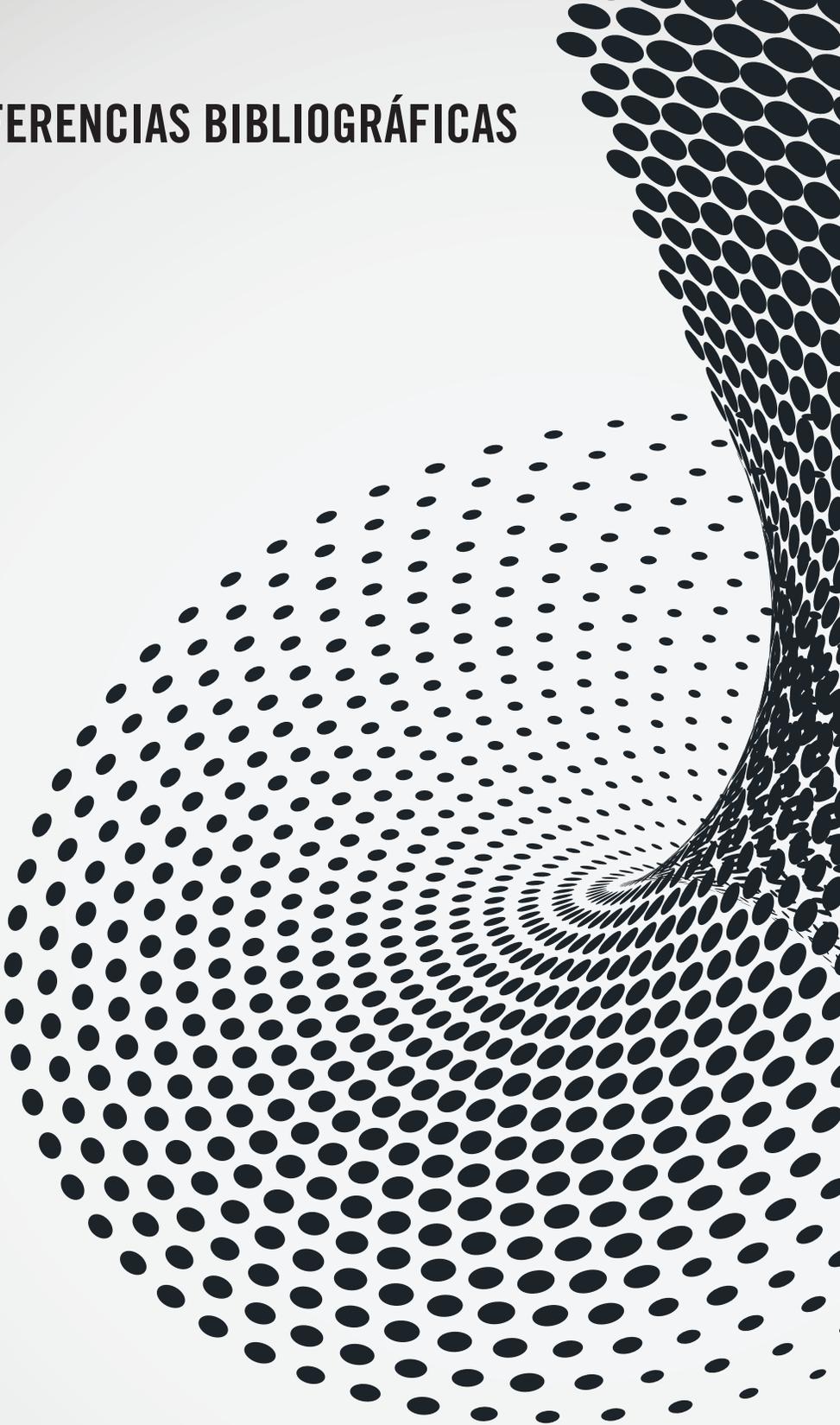
Se recomienda realizar este tipo de prototipos en otras instituciones ya sean públicas o privadas ya que al implementarlo, con un diseño experimental o cuasi experimental, con un número mayor de datos se solucionaría el problema del ahorro energético, debido a que el personal tiende a olvidarse los equipos eléctricos encendidos.

Se puede siempre investigar todo tipo de hardware adaptado al desarrollo con open source, ya que se encuentra en la cúspide el avance tecnológico, de proyectos basados en este tipo de tecnologías, que se pueden tomar como una guía de aprendizaje para futuros desarrollos de prototipos similares.

A la hora de elaborar un prototipo con IoT y machine learning para el control de apagado de equipos eléctricos de forma remota, se recomienda seguir esta obra ya que explica de una forma sencilla una solución fiable y económica para dichos problemas.



# REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS





- Abadi, M. (2015). *TensorFlow: Large-Scale Machine Learning on Heterogeneous Distributed Systems*. Recuperado el Enero de 2021, de <https://research.google/pubs/pub45166/>
- Atlassian. (2021). *Trello siempre hace avanzar* . Recuperado el Enero de 2021, de Trello: <https://trello.com/es>
- Baena, G. (2017). *Metodología de la Investigación*. Recuperado el Enero de 2021, de [http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales\\_de\\_consulta/Drogas\\_de\\_Abuso/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf](http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf)
- Benitez, C. (2018). *Sistemas Web Escalables*. Recuperado el Enero de 2021, de [https://issuu.com/redusers/docs/sistemas\\_web\\_escalables](https://issuu.com/redusers/docs/sistemas_web_escalables)
- Berru, J. (2009). *Eficiencia Energética en iluminación para interiores, TESIS*. Recuperado el Enero de 2021, de [http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/1898/3/Utpl\\_Berru\\_Astudillo\\_Jose\\_333x199.pdf](http://dspace.utpl.edu.ec/bitstream/123456789/1898/3/Utpl_Berru_Astudillo_Jose_333x199.pdf)
- Bitnova. (2020). <https://www.bitnova.es>. Obtenido de <https://www.bitnova.es/soluciones-tecnologicas/domotica-e-internet-de-las-cosas>
- Britton, C., & Bye, P. (2004). *O'Reilly Media, Inc*. Recuperado el Diciembre de 2020, de IT Architectures and Middleware: <https://learning.oreilly.com/library/view/it-architectures-and/0321246942/ch01.html#ch01fig05>
- Carrasco, F. (2015). *Supervision Energetica para monitorizacion y control de consumo electrico. un caso practico*. Recuperado el Enero de 2021, de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5013488>
- Centro Nacional de Control de Energía [CENACE]. (2019). *Corporacion CENACE*. Obtenido de [http://www.cenace.org.ec/index.php?option=com\\_phocadownload&view=category&id=6:phocatinfantuales&Itemid=6#](http://www.cenace.org.ec/index.php?option=com_phocadownload&view=category&id=6:phocatinfantuales&Itemid=6#)
- Enerdata. (2019). *Estadística de consumo energetico mundial*. Obtenido de <https://datos.enerdata.net/energia-total/datos-consumo-internacional.html>

- Gerin, M. (1999). *Manual electrotécnico*. Recuperado el Diciembre de 2020, de <https://www.um.es/docencia/mmc/pdf/telesquemario.pdf>
- Grippa, V., & Kuzmichev, S. (2021). *O'Reilly Media, Inc.* Recuperado el Marzo de 2021, de Learning MySQL, Second Edition: <https://learning.oreilly.com/library/view/learning-mysql-2nd/9781492085911/titlepage01.html>
- Hanes, D., Salgueiro, G., Grossetete, P., Barton, R., & Henry, J. (2017). *IoT fundamentals: Networking technologies, protocols, and use cases for the internet of things*. Recuperado el Enero de 2021, de <https://learning.oreilly.com/library/view/iot-fundamentals-networking/9780134307091/pref00.html>
- Hernández, R. (2017). *Metodología de la investigación*. México: Mc Graw Hill.
- Howard, D. (2012). *O'Reilly Media, Inc.* Recuperado el Febrero de 2021, de Node.js for php developers: <https://learning.oreilly.com/library/view/node-js-for-php/9781449333775/>
- Huang, B., & Runger, D. (2017). *O'Reilly Media, Inc.* (L. Alison, & R. Hoffman, Edits.) Recuperado el Enero de 2021, de <https://learning.oreilly.com/library/view/the-arduino-inventors/9781492023456/xhtml/title.xhtml>
- Juarez, J. (1995). *Sistemas de distribución de energía eléctrica*. Recuperado el Enero de 2021, de <https://core.ac.uk/download/pdf/48392416.pdf>
- Llamas, L. (2019). *Ingeniería, Informática y Diseño*. Recuperado el Enero de 2021, de <https://www.luisllamas.es/protocolos-de-comunicacion-para-iot/>
- Martin, J. (2010). *Instalaciones Domóticas*. Recuperado el Enero de 2021, de <https://www.iberlibro.com/buscar-libro/titulo/instalaciones-dom%F3ticas/autor/juan-carlos-mart%EDn-castillo/>
- Matich, J. D. (2001). *Redes Neuronales, Conceptos básicos y aplicaciones*. Rosario.
- Mckean, R. (Abril de 2018). *O'Reilly Media, Inc.* Recuperado el Enero de 2021, de Neural Networks for Electronic Hobbyists: <https://learning.oreilly.com/library/view/neural-networks-for/9781484235072/html/Cover.xhtml>
- Monk, S. (2020). *O'Reilly Media, Inc.* Recuperado el Enero de 2021, de <https://learning.oreilly.com/library/view/raspberry-pi-cook-book/9781492043218/titlepage01.html>

- Muller, A. (2016). *Introduction to Machine Learnign with Pyton*. (D. Schanafelt, Ed.) O'Reilly Media.
- Muñoz, G. (2016). *Deep Learning con Tensorflow*. Obtenido de <https://es.scribd.com/document/398956166/seminario-tensorflowGabi-pdf>
- Ohri, S. (2017). *O'Reilly Media, Inc.* Recuperado el Enero de 2021, de TypeScript 2.x By Example: [https://www.researchgate.net/publication/312526043\\_Trello\\_una\\_plataforma\\_para\\_la\\_gestion\\_de\\_tarreas\\_en\\_entornos\\_de\\_trabajo\\_y\\_aprendizaje\\_cooperativos\\_en\\_educacion\\_secundaria](https://www.researchgate.net/publication/312526043_Trello_una_plataforma_para_la_gestion_de_tarreas_en_entornos_de_trabajo_y_aprendizaje_cooperativos_en_educacion_secundaria)
- Petzold, C. (2000). *O'Reilly Media, Inc.* Recuperado el Diciembre de 2020, de Code: The Hidden Language of Commputer Hardware and Software: <https://learning.oreilly.com/library/view/code-the-hidden/9780735634688/cover.xhtml>
- Pineda, E. Espinel, M. & Ruiz, G. (2019). *Diseño e Implementación de un sistema de gestión de energía enfocado en el control de equipos y luminarias*. energía.
- Pitti, C. (2018). Control de consumo electrico residencial automatizado. *RIC*.
- Pulver, T. (2019). *O'Reilly Media, Inc.* (P. P. Ltd., Ed.) Recuperado el Enero de 2021, de Hands on Internet of things with MQTT: <https://learning.oreilly.com/library/view/hands-on-internet-of/9781789341782/cover.xhtml>
- Quintanilla, R. (2019). *Plataforma IoT para el control y monitoreo de variables físicas con tecnología Open Hardware*. Recuperado el Enero de 2021, de <http://www.redicces.org.sv/jspui/handle/10972/3989>
- Ramos, R. (2017). *Sistema de control de la iluminacion de un hogar a traves de Android gobernado por la plataforma Arduino*. Recuperado el Enero de 2021, de <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/60167/18/ramadorrTFG0117memoria.pdf>
- Redondo, C. (2018). Regulación, control y telegestión de instalaciones tecnicas en edificios e instalaciones industriales. Leon.
- Rhee. (2018). IoT-Based Smart Building Environment Service for Occupants'. *Journal of Sensors*, 10.
- Rubin, K. (2013). *O'Reilly Media, Inc.* Recuperado el Enero de 2021, de Essential Scrum: <https://learning.oreilly.com/library/view/essential-scrum-a/9780321700407/copyright.html>

Secretaria Nacional de Planificación y Desarrollo [SENPLADES], (2017). Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021 “Toda una Vida”

- Simeone, O. (2018). *A very brief introduction to machine learning with applications to communication systems*. Standford.
- Soto, B. R. (2019). Desarrollo de un prototipo domotico utilizando tecnologia inalambrica para el ahorro de energia, confort y seguridad. *Universidad Populae del Cesar*, 17.



En la actualidad, el uso de las nuevas tecnologías de la información con la inteligencia artificial está en auge y son esenciales para el avance tecnológico. Por esta razón, se ha escrito un libro como guía práctica para su uso en un mundo globalizado y competitivo. Con este texto podrás ver lo sencillo que es manejar estas tecnologías y estar a la altura de las exigencias de esta era digital



ISBN: 978-9942-626-14-1



9 789942 626141