

CIATEQ, A. C. Centro de Tecnología Avanzada
Dirección de Posgrado



Propuesta de mejora para desarrollar un modelo de
aplicación de servicios IoT en máquinas de entretenimiento

TESIS QUE PRESENTA

Ingeniero: Francisco Javier Flores Zermeño
Asesor: Dr. Edgar Gonzalo Cossio Franco

Para obtener el grado de

Maestro en
Sistemas Inteligentes Multimedia

Guadalajara, Jalisco
diciembre, 2021

CARTA DE LIBERACIÓN DEL ASESOR

Zapopan, Jalisco, 20 de noviembre del 2021.

Mtro. Geovany González Carlos
Coordinador Académico de Posgrado
CIATEQ, A.C.

Los abajo firmantes, miembros del Comité Tutorial del Ing. Francisco Javier Flores Zermeno, una vez revisado su Proyecto Terminal de tesis, titulado "Propuesta de Mejora para Desarrollar un Modelo de Aplicación de Servicios IoT en Máquinas de Entretenimiento" **autorizo** que el citado trabajo sea presentado por el alumno para su revisión, con el fin de alcanzar el grado de **Maestro**.

Sin otro particular por el momento, agradezco la atención prestada.

Firma



Dr. Edgar Gonzalo Cossio Franco
Asesor Académico

Firma

Grado, nombre completo
Asesor en Planta

CARTA DE LIBERACIÓN DEL REVISOR



Querétaro, Qro, 24 de noviembre del 2021.

Mtro. Geovany González Carlos
Coordinador Académico
CIATEQ, A.C.

Por medio de la presente me dirijo a usted en calidad de Revisor del proyecto terminal del alumno Francisco Javier Flores Zermeño, cuyo título es:

"Propuesta de Mejora para Desarrollar un Modelo de Aplicación de Servicios IoT en Máquinas de Entretenimiento"

Después de haberlo leído, corregido e intercambiado información con el alumno, y realizado los cambios que le fueron sugeridos, puede ser autorizada su impresión, a fin de que se inicien los trámites correspondientes para su defensa.

Sin otro particular por el momento, y en espera de que mis sugerencias sean tomadas en cuenta en beneficio del estudiante y la Institución, agradezco la atención prestada.

Atentamente,

Firma

M.C. José Marcos Zea Pérez

F31b Revisión: 01-Mar-2021



Carretera Estatal 420 s/n, El Marqués, Querétaro C.P. 78240
Tel. (442) 101 9000



Universidad Politécnica de Querétaro



@4oyUPQ



@UPQoficial

DEDICATORIA

Esta tesis va dedicada a mis padres, a María Esther Zermeño y Juan Abdón Flores por haberme acompañado en los momentos felices, difíciles y complicados que existieron durante el Posgrado.

También la tesis va dedicada a el Doctor Edgar Cossio, quien es amigo, maestro y asesor durante el posgrado y tengo la fortuna de que fuera mi asesor.

AGRADECIMIENTOS

Esta tesis se logró gracias al apoyo de mis padres, mi madre María Esther Zermeño por haberme impulsado en seguirme superando profesionalmente, a mi padre Juan Abdón Flores por enseñarme a ser un hombre responsable con mis compromisos y de inculcarme la idea de que todo es posible de realizar.

Estoy muy agradecido con mi asesor el Doctor Edgar Gonzalo Cossío Franco, por haber sido mi profesor en las materias y durante mi trayectoria de estudiante de posgrado, también por su asesoría, consejo y amistad, que me ayudaron a ser una mejor persona, no solo en el ámbito profesional sino también, en el ámbito académico y personal.

Agradezco el apoyo brindado por el Maestro José Marcos Zea Pérez, por revisar mi tesis y colaborar en el mejoramiento de la misma, sus observaciones fueron de gran ayuda que sirvieron para obtener un mejor entendimiento del documento de tesis, además permitieron la generación de nuevas ideas que serán aplicadas en trabajos futuros dentro del proyecto.

Muchas gracias a mis compañeros y académicos de maestría: Karla, Paula, Ricardo, Willy y Emmanuel, por haber convivido tiempo con ustedes, y por su apoyo en el seguimiento de estos dos años de maestría, facilitándome el camino teniéndolos como compañeros y amigos.

También agradezco a mis mejores amigos, en especial a Ulises Castor, que me insistieron en continuar con mis estudios y seguirme preparando para la vida.

Finalmente, muchas gracias al Centro de Tecnología Avanzada Posgrado CIATEQ A.C. sede Zapopan, por haber confiado en mi brindando la oportunidad en continuar mis estudios de posgrado.

* * *

RESUMEN

El propósito del documento es describir la estructura para el desarrollo del diseño detallado de una plataforma IoT, dicho documento presenta la división de la solución IoT en módulos individuales de software para mostrar de forma sencilla el diseño de la solución. La finalidad del estudio es el comprobar la efectividad en el envío de información desde un dispositivo electrónico hacia un sistema IoT, para ello se requiere de un prototipo de tarjeta de tipo modular, que será integrado a la plataforma y así enviar la telemetría recolectada de la máquina de videojuego. En este documento se toman en cuenta lo siguientes puntos a resolver como: la gestión de las máquinas para su mantenibilidad y la seguridad cumpliendo con los requisitos establecidos por la empresa Galex. Se adoptó un enfoque cuantitativo correlacional que muestra la efectividad de la plataforma en el envío y recepción de la telemetría entre la plataforma y la tarjeta prototipo, llevando a cabo la comprobación y análisis de los resultados obtenidos donde se espera obtener una efectividad igual o mayor al 95%: "dado que la efectividad actual se desconocía y gracias al desarrollo se descubrió que la efectividad actual está dentro del 99.25% hasta un 99.72%, obtenido bajo diferentes muestras". El desarrollo del proyecto se basa en los lineamientos de los estándares IEEE 830 (Documento de especificación de requerimiento de software) e IEEE 1016 (Documento de diseño de software) aplicando las etapas en el desarrollo de software como lo son el levantamiento de requerimientos, diseño, desarrollo, pruebas y mantenibilidad de la plataforma IoT, además de un diseño tipo prototipo para desarrollar una tarjeta IoT para el envío de la telemetría de la máquina. La plataforma cuenta con interfaces según el tipo de usuario como se enlista a continuación:

1. Interfaz usuario-humano, interfaz creada con el objetivo de analizar la telemetría enviada por la tarjeta prototipo.
2. Interfaz usuario-máquina, esta se encarga de conectar la tarjeta prototipo para enviar la telemetría de la máquina de videojuegos.

Palabras clave: Ingeniería y tecnología, Ingeniería de los ordenadores, Dispositivos de transmisión de datos, Internet de las cosas, API.

ABSTRACT

The purpose of the document is to describe the structure for the development of the detailed design of the IoT platform, the document shows the division of the IoT solution into individual software modules to show in a simple way the design of the solution. The purpose of the study is to test the effectiveness in sending information from an electronic device to an IoT system in the cloud, this requires a prototype of a modular type card, which will be integrated into the platform and thus send the telemetry collected from the video game machine. This document takes into account the following points to be solved as: The management of the machines for their maintainability and Safety complying with the requirements established by the company Galex. A quantitative correlational approach was adopted to show the effectiveness of the platform in sending and receiving telemetry between the platform and the prototype card, carrying out the verification and analysis of the results obtained where it is expected to obtain an effectiveness equal or greater than 95%: "since the current effectiveness was unknown and thanks to this development it was discovered that the current effectiveness is within 99.25% to 99.72%, obtained under different samples". The develop of the project was based on the guidelines of the IEEE 830 (Software Requirement Specification Document) and IEEE 1016 (Software Design Document) standards applying the stages in software development such as requirements gathering, design, development, testing and maintainability of the IoT platform, in addition to a prototype type design to develop an IoT card for sending telemetry of the machine. The platform has interfaces according to the type of user as listed below:

1. User-human interface, this interface was created with the objective of analyzing the telemetry sent by the prototype card.
2. User-machine interface, this interface is in charge of connecting the prototype card to send the telemetry from the video game machine.

Keywords: Engineering & technology, Computer engineering, Data transmission devices, Internet of things, API.

ÍNDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	v
ABSTRACT	vi
ÍNDICE DE CONTENIDO	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS	x
GLOSARIO	xi
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. ANTECEDENTES	2
1.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	4
1.3. JUSTIFICACIÓN	5
1.4. OBJETIVOS.....	6
1.4.1. Objetivo general.....	6
1.4.2. Objetivos específicos	6
1.5. HIPÓTESIS.....	7
2. MARCO TEÓRICO	8
3. PROCEDIMIENTO	13
3.1 ALCANCES	13
3.1.1 La descripción de las dependencias	13
3.1.2 Dependencias entre módulos.....	13
3.1.3 Dependencias entre procesos.....	14
3.1.4 Dependencias entre datos	14
3.2 IMPLEMENTACIÓN DE PROYECTO	15
3.2.1 Software utilizado para la arquitectura.....	17
3.2.2 Arquitectura del sistema de IoT.....	17
3.2.3 Diseño de prototipo IoT (ERB)	20
3.2.4 Telemetría del equipo	25
3.2.5 Complicaciones de las peticiones.....	27
3.2.6 Parámetros estadísticos considerado la muestra.....	28
3.2.7 Parámetros considerados para la predicción	29
4. RESULTADOS	31
4.1 SENSORES.....	31

4.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO	35
4.3 ANÁLISIS EN LA PREDICCIÓN DE FALLOS	36
CONCLUSIONES	38
RECOMENDACIONES	40
APORTACIÓN DE LA TESIS.....	41
APORTACIÓN SOCIAL DE LA TESIS	42
REFERENCIAS	43
ANEXOS	47
ANEXO A. IEEE1016 y IEEE 830	1
ANEXO B. Datos de entrada para el análisis estadístico.....	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Relación de módulos de la plataforma IoT	15
Figura 2. Estructura del dashboard con relación a la telemetría	16
Figura 3. Diagrama de arquitectura de la plataforma IoT	18
Figura 4. Diagrama de componentes para la plataforma IoT.....	19
Figura 5. Diagrama de clases de la plataforma IoT	20
Figura 6. Diseño de dos capas para prototipo ERB-IoT	21
Figura 7. PCB de perforación a dos capas basado en ERB-IoT	21
Figura 8. PCB ensamblada ERB-IoT	22
Figura 9. Tramas en el envío y recepción de la telemetría para la tarjeta prototipo ERB-IoT	23
Figura 10. Instalación de prototipo ERB-IoT en máquina de Hockey.....	24
Figura 11. Implementación de sensores en máquina de Hockey	24
Figura 12. Detector del estatus de las puertas	25
Figura 13. Detector de voltaje.....	26
Figura 14. Gráfica de temperatura.....	26
Figura 15. Estatus de Actuadores.....	27
Figura 16. Estatus de los sensores de temperatura.....	32
Figura 17. Estatus de los sensores de voltaje, puertas y actuadores	32
Figura 18. Diseño moc de la interfaz gráfica para sensores.....	33
Figura 19. Historial de sensores para tarjeta prototipo Erb-IoT.....	34
Figura 20. Documentación de la Plataforma IoT.....	34
Figura 21. Función para procesar la muestra y obtener los datos estadísticos	36

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Análisis estadístico de peticiones	35
Tabla 2. Análisis de predicción de fallos en peticiones	37
Tabla 3. Detalles de valores de la predicción	37

GLOSARIO

API: aplicación programada por medio de Interfaces.

CRUD: crear, leer, actualizar y eliminar.

ERB: evento registrado por la tarjeta o (event register board).

IoT-Hotspot: nombre de la plataforma IoT.

MVC: modelo vista controlador.

role: manejo de categorización de usuarios.

sensor: conjunto de sensores que recolectan datos de la máquina.

Stakeholder: Involucrados o partes interesadas de un proyecto.

Telemetría: Es la tecnología que permite recolectar información por medio de la medición de variable medibles de manera remota y posterior enviándola a otro sistema que acepte dicha información.

VPS: servidor virtual privado (server virtual private).

1. INTRODUCCIÓN

El Internet de las Cosas (IoT) ha revolucionado la telemetría, ya que facilita la monitorización remota de los equipos para observar el comportamiento de los dispositivos electrónicos en el envío de alertas a un centro de control que permite la visualización a través de una plataforma web (Chanchí Golondrino, Ospina Alarcón, & Campo Muñoz, 2020), actualmente se crean aplicaciones basadas en el Internet de las Cosas (IoT) para ser utilizadas en diferentes dispositivos y servicios web con el fin de mejorar los procesos desde lo manual hasta lo automatizado cubriendo la satisfacción de habilidades y necesidades (Yu, 2021), (Karadal, 2021), (Cui, 2020). Con lo anterior, se resuelve una gran variedad de problemas en las ciudades inteligentes y en la automatización de la industria (Abba Ari, 2020). Los dispositivos desarrollados o adaptados para su uso en el Internet de las Cosas (IoT) pueden comunicarse de diferentes maneras, utilizando una variedad de protocolos para conectarse a Internet (Sun, 2021). Cabe destacar que no existe un único o mejor protocolo que pueda abarcar todas las soluciones, sino que es posible elegir el más adecuado, en función de las necesidades específicas de cada aplicación. Los dispositivos y servicios en la nube pueden representarse como componentes reutilizables que pueden adaptarse de múltiples maneras. Internamente, estos dispositivos contienen una lógica compleja, con el fin de supervisar que el funcionamiento sea seguro y eficiente. El IoT es cada vez más utilizado en la industria y los beneficios que ofrece a las empresas es cada vez mayor justificando la inversión necesaria para la implantación de un sistema IoT (Ali, 2021), ya que garantiza una mejora en la gestión de los recursos (Gómez, 2020), sin embargo, esto conlleva al mantenimiento de dichos dispositivos (Foltz, 2020), (Sødring, 2020). Existen diferentes tipos de mantenimiento, estos se clasifican en tres tipos: correctivo, preventivo y predictivo. En un principio, sólo se utilizaba el término de mantenimiento correctivo o reactivo, el cual consiste en reparar las fallas en el momento en que ocurren, sin embargo con el tiempo las industrias se dieron cuenta de la ventaja de la oportuna detección de una falla considerable o el cambio oportuno en el estado de la variable de un componente con alto potencial de falla en las máquinas, lo cual permitió dar lugar al uso del concepto de mantenimiento

preventivo, el cual se basa en la realización de inspecciones periódicas para anticiparse a la falla y finalmente el monitoreo periódico a través de inspecciones llevó al desarrollo del mantenimiento predictivo (YNZUNZA, 2017). El mantenimiento predictivo se basa en el análisis constante de los datos generados por los equipos para anticiparse a cualquier posible fallo o problema antes de que se produzca, evitando paradas de producción y costes adicionales (Tiddens, 2020). La forma en que se lleva a cabo es definiendo los parámetros normales en los que debe operar, para luego detectar o predecir alteraciones o desfases en los dispositivos que indiquen un posible problema en el sistema (Pitt, 1997).

Las integraciones que cuentan con desarrollo de servicios aplicando tecnologías del internet de la cosas aunado a la integración y creación de interfaces de tipo API que permite la intercomunicación de dispositivos electrónicos hacia la nube son de gran utilidad para aquellas empresas que ofrecen servicios y requieren de un mejoramiento en sus procesos, estas implementaciones les permiten obtener un mejor control de sus activos, mejorando sus procesos mediante el uso de tecnología, dando como resultado servicios de calidad. Por lo anterior, el presente trabajo plantea el desarrollo de una plataforma web con funcionalidad de servicios IoT, que mediante tarjetas modulares permita obtener la telemetría de máquinas de videojuegos, para el análisis de información a través de visualización grafica con la finalidad de obtener los beneficios que brindan los sistemas IoT.

1.1. ANTECEDENTES

Diversiones Galex ® es una compañía que se enfoca en brindar servicios de renta y compraventa de máquinas de entretenimiento, cuenta con más de 2000 máquinas en operación repartidas en establecimientos propios o de asociados. Estos establecimientos van desde locales en centros comerciales como Walmart ® y Cinépolis ®, así como lugares en donde se puede dar el entretenimiento y se cuenta con un espacio para conectar las máquinas de Galex.

Las áreas de interés donde se plantea el desarrollo de servicios IoT son para el departamento de logística ruta y de mantenimiento, en la primera área se

gestionan las visitas programadas para conocer el estado de las máquinas, en la segunda área se toman aspectos como el mantenimiento y reparación de las mismas. Entonces, en total son dos áreas que se verán relacionadas con el desarrollo del proyecto en la que se realizarán mejoras a sus procesos para la gestión de las máquinas, la gestión de estas dos áreas es llevada a cabo por un grupo de personas que a continuación se describen como: operadores de ruta, analistas, supervisores y personal de mantenimiento.

Los analistas son aquellas personas encargadas de crear las rutas de los puntos a visitar en un día en específico de la semana y este a su vez se le asigna a un operador de ruta.

- Los supervisores son aquellas personas encargadas de coordinar las visitas a los lugares donde se encuentran las máquinas, y ellos son los que verifican la disponibilidad de la máquina para ser visitada por un operador o un técnico de mantenimiento.
- Los operadores de ruta son aquellos que visitan el sitio para conocer el estado de las máquinas y generar un reporte de evaluación de las mismas.
- Los técnicos de mantenimiento son aquellas personas asignadas a reparar la máquina en caso de que lo necesite.

Para llevar a cabo la administración de las máquinas resulta complicado ya que el número de máquinas supera la capacidad de personal, actualmente se considera que un operador gestiona alrededor de 300 máquinas por semana lo cual resulta ser deficiente.

El equipo de analistas y supervisores desde el 2019 se ha percatado que existen dos áreas de oportunidad, que de implementarse mejoraría su productividad a continuación se describen:

1. La ausencia de servicios preventivos de mantenimiento, lo que implica reparaciones que generan gastos adicionales.
2. No se cuenta con un mecanismo que detecte manipulaciones en la máquina, dichas manipulaciones son para dar juegos gratis o afectar el funcionamiento de la máquina.

1.2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

La empresa diversiones Galex con anterioridad ha implementado sistemas relacionados a la gestión de máquinas, en la actualidad la empresa Cointech ha ofrecido dichos servicios a través de Game System, sistema amplio de gestión que implementa una red local y requiere la modificación de la forma tradicional de cobro donde se remplazan las monedas por tarjetas magnéticas, además requieren lectores NEON y SHINE, con un costo aproximado de 680 dólares cada uno se encargan de conectarse una red y envían los juegos generados a sus propios servidores que muestran las estadísticas con desfase de un día, sin embargo el costo de la implementación solo se justifica si es un grupo mayor a 50 máquinas, para grupos menores de máquinas no es rentable.

Adicionalmente, Game System tampoco cuenta con módulos para la telemetría de la máquina como lo es el sensado de la apertura de puertas, así como la medición de la temperatura interna de las máquinas que son parámetros importantes para el departamento de mantenimiento ya que indican la posible manipulación no autorizada de las máquinas y se podría prevenir posibles fallas a causa de las condiciones climáticas a las que se encuentran sometidas las máquinas. Cabe mencionar que para las máquinas que no cuentan con Game System, las monedas se recolectan tradicionalmente lo que implica que para conocer el estado operativo de las máquinas, es necesario acudir en físico, lo que resulta ser muy poco eficiente debido a que la logística para el mantenimiento y reparación es de forma manual y gestionada por un grupo de personas, como son:

- Operadores de ruta
- Analistas
- Supervisores
- Personal de mantenimiento

Han existido negociaciones por parte de Cointech y Galex para el desarrollo de la telemetría de las máquinas, sin embargo, no se ha logrado un acuerdo ya que se requieren modificaciones tanto del software como de hardware, lo que requiere tiempo y tiene costos elevados. A raíz de esto, y buscando la manera de mejora en

sus procesos, Galex ha considerado que requiere de un sistema desarrollado en casa con un software hecho a la medida y no uno con características generales, donde se desarrolle tanto la parte de plataformas web como el hardware embebido orientado a servicios IoT, sin dejar de lado la garantía en la eficiencia y disponibilidad en el envío de la telemetría, es de suma importancia establecer que la comunicación entre el dispositivo electrónico y plataforma IoT sean estables para que con esta sea posible la obtención de datos que permitan la generación de la trazabilidad de la telemetría, para que con este historial sea posible determinar un análisis estadístico de las peticiones y así comprobar su funcionalidad, con base en lo anterior expuesto, se plantea la siguiente pregunta:

¿Como se comprobará la disponibilidad y eficiencia para el envío de la telemetría en las máquinas de video juegos de dicho desarrollo?

1.3. JUSTIFICACIÓN

Observando la problemática planteada, la importancia que tiene la presente propuesta radica en el beneficio que se reflejará a través de la implementación de un sistema IoT para las áreas de ruta y mantenimiento. El departamento de ruta contará con los datos necesarios para que los analistas obtengan las métricas que necesitan, además el sistema brindará los siguientes beneficios:

- Mejora en los procesos de coordinación y planeación de las rutas para la recolección de las monedas.
- Mantenimiento oportuno a las máquinas
- Detección oportuna de la manipulación de las máquinas por personas externas no autorizadas por Galex.
- Seguridad en las máquinas para controlar el acceso al dinero y al sistema interno de la máquina mediante el uso de cerraduras eléctricas.
- Tiempos en los que opera la máquina.

La plataforma IoT es de suma importancia ya que, si no se implementa alguna tecnología y se continua con el proceso actual, el área de ruta no se dará abasto con las máquinas y tendrá que contratar más personal.

1.4. OBJETIVOS

El propósito de esta sección es describir los objetivos del desarrollo detallado de la plataforma IoT. Esta muestra la división de la solución IoT en módulos individuales de software para mostrar de forma sencilla el diseño de la solución. Además, describe la interacción entre estos módulos para contener toda la información requerida para llevar a cabo la implementación. Por lo cual se espera cumplir con los siguientes requerimientos:

1.4.1. Objetivo general

Desarrollar una plataforma web para la empresa Galex con funcionalidad de servicios IoT, que mediante tarjetas modulares permita obtener la telemetría de máquinas de videojuegos, para el análisis de información a través de visualización gráfica.

1.4.2. Objetivos específicos

- Desarrollar un modelo de aplicación de servicios IoT para la empresa Galex a través de una plataforma web garantizando la funcionalidad y efectividad en el envío y recepción de la telemetría de las máquinas de entretenimiento utilizando un prototipo de tarjeta modular.
- Implementar un VPS con funciones de API (Interfaz para recibir los datos del módulo electrónico al servidor) para la almacenar la información recaba por la tarjeta en la base de datos.

- Desarrollar una plataforma web con una interfaz gráfica para una mejor comprensión y visualización de los datos que cuente con seguridad de autenticación de usuarios y tarjetas.
- Diseñar una tarjeta electrónica de tipo modular para recabar la telemetría de la máquina, dentro de la información que enviará hacia la plataforma IoT, se consideró las siguientes métricas: detección de puertas, alimentación de voltaje, temperatura y actuadores de relay.

1.5. HIPÓTESIS

Es posible desarrollar un modelo de aplicación de servicios IoT garantizando la funcionalidad y efectividad en la recepción de la telemetría de equipos, donde el porcentaje de desfase esté dentro del $\pm 5\%$ por cada 144 peticiones con tiempo programado a 600 segundos.

2. MARCO TEÓRICO

Las aplicaciones IoT permiten obtener información que será el sustento para mejorar los procesos (Sahara, 2021). Sin embargo, los despliegues de IoT pueden resultar desafiantes ya que se necesita coordinar diferentes equipos operativos para una implementación efectiva (Goumagias, 2021). El Internet de las Cosas (IoT) ha revolucionado la telemetría ya que facilita la monitorización a distancia de equipos para así observar el comportamiento de los dispositivos en el envío de alertas hacia un centro de control visual por medio de una plataforma web (Chanchí Golondrino, Ospina Alarcón, & Campo Muñoz, 2020), con la finalidad de supervisar el comportamiento sea estable.

Se ha demostrado que existe una relación entre la tecnología implementando IoT y la creación de valor en los procesos operativos y de apoyo de la gestión que lleva a cabo una empresa (Mattera, 2021), por lo cual IoT es cada vez más usado en la industria (Banerjee, 2021) y el beneficio que ofrece a las empresas va en aumento justificando la inversión necesaria ofreciendo mejoras en la gestión de los recursos (Manosalva Barrera, 2018), sin embargo, esto conlleva a el mantenimiento de dichos dispositivos. Existen diferentes tipos de mantenimientos, estos se clasifican en correctivo, preventivo y predictivo.

- El mantenimiento correctivo, son los recursos físicos derivados de la actividad humana dentro de las empresas, se establece a consecuencia de una falla, que se detecta en las áreas de calidad derivados de los servicios establecidos, en estos hay que realizar las correcciones requeridas con la finalidad de que no se generen pérdidas y se pueda garantizar el uso adecuado de los activos productivos (GARCÍA-CÓRDOBA, 2018).
- El mantenimiento preventivo, tiene la finalidad de garantizar la calidad de los servicios físicos ofertados, además de los que éstos proporcionan dentro de los límites establecidos (ÁBREGO PREZA, 2020), básicamente su objetivo es mejorar la estabilidad y confiabilidad para mantener al mínimo el coste por mantenimiento (Borah, 2021).
- El mantenimiento predictivo, se crea mediante diagnósticos considerando el análisis de los datos recolectados por dispositivos, para establecer

estimaciones de posibles puntos de inflexión de los sistemas y así anticipar los fallos o problemas antes de que se presenten, evitando la inactividad productiva y costes extras (Tiddens, 2020), La forma en que se lleva a cabo es revisando los parámetros típicos especificados en la hoja de datos que provee el fabricante, los cuales son los recomendados para el correcto funcionamiento de los componentes internos, con el objetivo de encontrar anomalías, cambios en los datos e identificar si este comportamiento se ve afectado debido a la modificación de un componente estacional (Romero Gelvez & Rincón Quintero, 2020), permitiendo aumentar el rendimiento de las instalaciones, optimizar las operaciones (Canales Sectoriales Interempresa, 2019).

Existen técnicas que contribuyen a la predicción del comportamiento de una variable como la regresión sesgada o la regresión lineal que busca calcular una recta a través de la predicción, midiendo el error con respecto a la muestra tomada (Carrasquilla-Batista, 2016). También es posible recopilar datos e información realmente útil sobre el ambiente y las condiciones en las que se encuentra los equipos, obteniendo información sobre el estado de los módulos que componen el dispositivo para lograr predecir fallos (Vijay Kumar, 2011).

La aplicación o uso del IoT comúnmente es orientado a la captura, seguimiento y análisis de variables de interés en diferentes contextos (Arowoia, 2020), (Nazir, 2020). En la siguiente lista se muestra una serie de proyectos IoT aplicados a diferentes ámbitos:

1. Infraestructura IoT de un almacén inteligente, el proyecto demostró que los beneficios obtenidos como la visibilidad y la trazabilidad en tiempo real, brindaron una mejora en la eficiencia general de un almacén (Affia, 2021).
2. El sistema IoT de monitoreo ambiental para asegurar la preservación de la colección de archivos mediante la recolección de medidas de temperatura, humedad, luz y calidad del aire (Maceli, 2020).

3. Solución IoT industrial para mejorar el monitoreo de la condición de equipos, es un sistema de monitoreo remoto basado en la web para sistemas de deposición física de vapor (Lee, 2021).
4. Sistema de identificación y monitoreo de ganado usando sensores IoT a través de un collar portátil que incluyen códigos QR, para el procesamiento y visualización de los detalles en dispositivos móviles a través de redes inalámbricas (K., 2018).
5. Detección y seguimiento de pacientes asintomáticos con COVID-19 mediante dispositivos y sensores de IoT (N.V., 2020).

Estos proyectos anteriormente mencionados han demostrado que el IoT es aplicado a diferentes rubros, también existen proyectos orientados a la automatización y monitoreo remoto que implementan diferentes tecnologías de radio frecuencia como RFID y que estas se podrían ajustar al uso de IoT para potencializar sus recursos por ejemplos:

- Sistemas de monitoreo remoto (RMS) el uso eficiente de los RMS para crear valor comercial para los servicios industriales en las empresas manufactureras (Momeni, 2018).
- Automatizar el proceso de método-tiempo-medición, este sistema único se utiliza para medir el tiempo en lugar de los métodos tradicionales a través de RFID y permite a los ingenieros de producción y la administración detectar, procesar y mostrar información concisa y precisa sobre las operaciones (Fantoni, 2021).

El IoT ha sido aplicado al entretenimiento para crear así ambientes virtual-interactivo que trabajan en tiempo real (Liu, 2021). Se ha descubierto que las tecnologías digitales aumentan la industria del juego en aspectos del producto, el servicio y la estructura operativa. La investigación también descubre que los beneficios y valores obtenidos se pueden clasificar en tres dimensiones: (1) valor percibido por el cliente, (2) valor obtenido del cliente y (3) valor ganado por la empresa (Tiddens, 2020). También se ha aplicado junto con la realidad aumentada a través de aplicaciones que permiten la interacción de objetos del mundo real

con imágenes interactivas insertadas dentro del video obtenida por la aplicación (Aalto, 2015). Además, se ha propuesto evaluar la partida de los jugadores utilizando sensores para detectar movimiento dentro de un área delimitada integrándolo con sensores IoT y en conjunto con los dispositivos produzcan una salida enriquecedora de información para los desarrolladores de juegos (Politowski, Petrillo, & Guéhéneuc, 2020).

La tecnología implementada para el desarrollo del IoT con microcontroladores resulta ser muy útil. La implementación de módulos de diferentes marcas como lo es Espressif, Ai Thinker y Arduino resultan ser de fácil implementación en el desarrollo de prototipos ya que pueden procesar datos, toma de lecturas de sensores para lo requerido y esta telemetría sea enviada a una plataforma web (Manalu, 2017). Por ejemplo, la familia de Arduino ha sido utilizada para los siguientes proyectos:

- Sistema que incorpora el microcontrolador Arduino Uno y procesa datos de altura y lluvia para producir un sistema de información de inundaciones basado en la web con información en tiempo real (Satria, 2018).
- Sistema de información que implementan la tecnología de IoT y son utilizados para apoyar la comunicación y coordinación en un equipo de robots cooperativos a través de microcontroladores Arduino Due (Bi, 2017).
- Sistema de predicción COVID-19 basado en IoT que recopilar la condición del paciente en tiempo real a través de sensores que obtienen información del cuerpo humano donde el microcontrolador Arduino actúa como puerta de enlace entre los humanos y los sensores, además incorpora un módulo ESP8266 para enviar la información obtenida (M., 2020).

Como se observa en el último proyecto también la familia Espressif ha sido ampliamente utilizada, como se en lista en los siguientes proyectos IoT:

1. Sistema IoT portátil de bajo costo y energía eficiente para controlar el riego utilizando un algoritmo de valor umbral y para medir parámetros relacionados con el riego del suelo, como la humedad del suelo, la temperatura del suelo, la humedad y la temperatura del aire. El sistema

utiliza ESP-12F 8266 como unidad de microcontrolador principal para monitorear y controlar el sistema de riego (Borah, 2021).

2. Sistema semiautomático no invasivo para monitorear IoT-nivel de líquido intravenoso en tiempo real que incluye un servidor web integrado basado en ESP8266 para difundir el indicador de estado de escape de fluido a sus usuarios conectados (Ray, 2019).

3. PROCEDIMIENTO

Para la realización del proyecto se consideró la toma de requerimientos, un diseño de las vistas de la plataforma, el comportamiento para cada uno de los módulos de la plataforma basado en diagramas uml, el diseño para la creación de la base datos, dicha información se puede consultar dentro del anexo A.

3.1 ALCANCES

Dadas las características específicas del proyecto, el levantamiento y seguimiento para la ingeniería de requisitos del software, no fue llevado a cabo de la forma tradicional, como lo sería la participación de uno o varios stakeholders representantes del proyecto, sino que ha sido llevado a cabo a través de las estipulaciones de los responsables internos de la misma compañía Galex que fueron asignados para liderar dicho proyecto. Por tanto, los requisitos del software se establecieron mediante una estimación, una vez iniciado y durante su trayectoria se generaron prototipados para así obtener la trazabilidad y aplicar las mejoras requeridas para cada una de las partes del desarrollo llevándolo hasta la versión estable y entrega del mismo.

3.1.1 La descripción de las dependencias

Dentro de la arquitectura de la plataforma IoT se buscó contar con un modelo relacional e integral para cada uno de los módulos y mantener un sentido lógico entre la información creada desde la plataforma, así como también la telemetría o información enviada por la máquina.

3.1.2 Dependencias entre módulos

La implementación de la plataforma IoT fue basada por medio de módulos dependientes que se pueden relacionar entre sí, cabe mencionar que es posible la creación de módulos sin depender de otros, pero si se requiere enlazar la

información es necesario llevar a cabo la relación en secuencia empezando por los permisos del usuario después a la máquina posteriormente a los sensores después a la estadística y por último las muestras para la predicción.

3.1.3 Dependencias entre procesos

Debido a la arquitectura y la tecnología implementada se decidió utilizar una arquitectura de software basada en modelo, vista y controlador (MVC), aplicando un comportamiento para crear, leer, actualizar y eliminar datos (CRUD) por cada uno de los módulos, también se decidió que los procesos entre módulos fueran aislados.

3.1.4 Dependencias entre datos

Existe dependencia a nivel del modelo debido a que permite crear objetos para la relación entre los distintos modelos como es: rol, usuario, ERB (objeto que referencia al prototipo event register board), sensor, estadístico y predicción, sin embargo, es necesario definir una arquitectura para implementarlos, para ello se sugiere una planeación de los módulos a utilizar de la plataforma IoT, por lo cual es necesario plasmar esta relación para aplicar su funcionalidad, para ello fueron establecidas siguientes relaciones:

role -> Usuario = Se requiere de la creación de un rol para establecer características específicas para un usuario creado.

Usuario -> ERB = Se requiere de la creación de un usuario para establecer la relación entre usuario y máquina.

ERB -> sensor = Se requiere de la creación de una ERB para relacionar un módulo de sensores para un ERB.

ERB -> Estadístico = Se requiere de la creación de una ERB para relacionar un módulo estadístico y a partir del historial recabado generar muestras para realizar cálculos estadísticos en la plataforma IoT.

Estadístico -> Predicción = Se requiere de contar con una muestra generada de los estadísticos para de ahí partir y comenzar a generar valores para la predicción.

En la Figura 1 se muestra a manera de diagrama el cómo se interconectan los módulos para tener una relación consistente en caso de ser necesario.

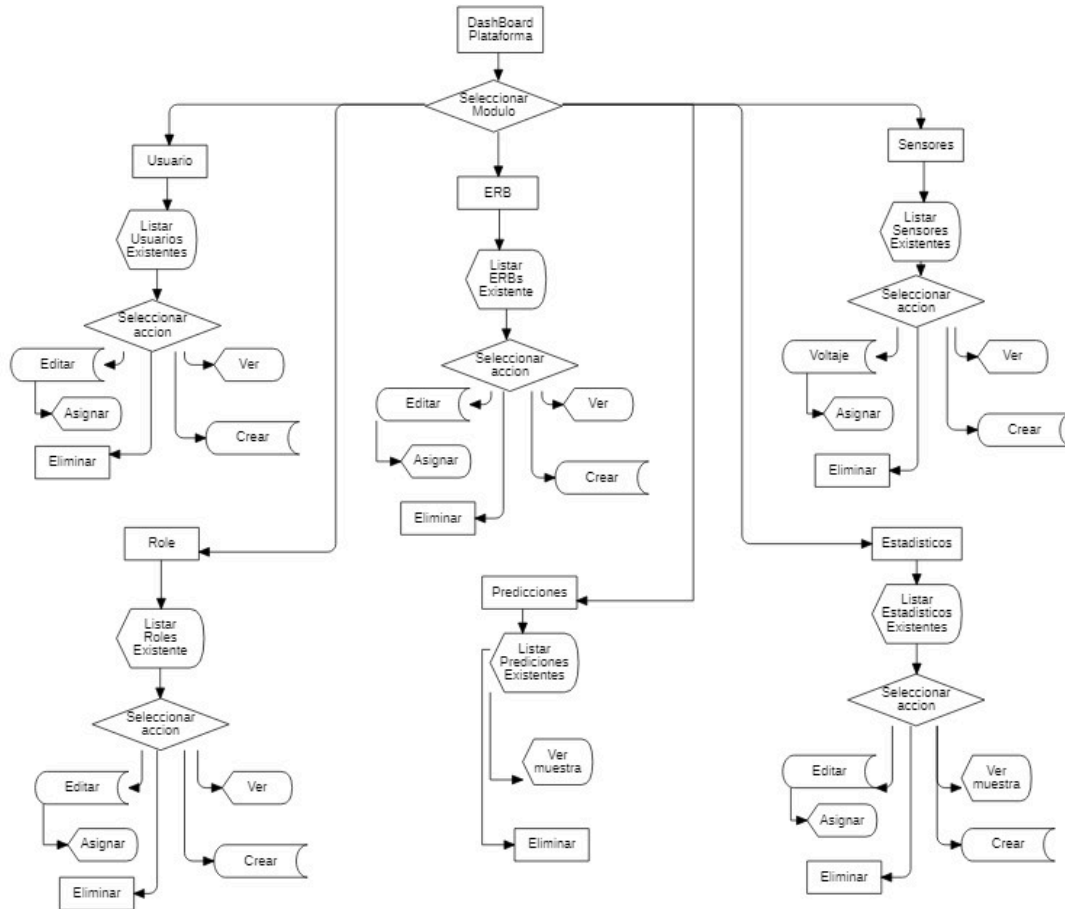


Figura 1. Relación de módulos de la plataforma IoT
Elaboración propia

3.2 IMPLEMENTACIÓN DE PROYECTO

En esta propuesta de mejora se llevó a cabo el desarrollo de una plataforma IoT que muestra la telemetría de los equipos también almacena el historial para así contar con la trazabilidad de la información con ella se obtiene información estadística y además incorpora una técnica utilizada en aprendizaje de máquinas para predecir el comportamiento en la recepción de la información.

En la parte de la telemetría del equipo se obtendrán los siguientes datos: detección de puertas, alimentación de voltaje, temperatura y actuadores tipo relay.

En la parte de estadísticos se obtendrán los siguientes datos del análisis de peticiones: **correlación**, **media aritmética**, **mediana**, **moda** y **desviación estándar**, esto por medio de la utilización de un paquete de composer llamado **php-ml** o mejor conocido por sus siglas en inglés como (machine learning library for php).

En la parte de regresión lineal se obtendrá la predicción a partir de la muestra utilizada para la estadística así generando una nueva muestra que será la predicción esto por medio de la utilización php-ml, para comprobar la calidad de la misma se calcula el **error absoluto medio** (MAE de las siglas en inglés Mean Absolute Error), el **error cuadrático medio** (MSE de las siglas en inglés Mean Squared Error) y el **error mediano absoluto** (MedAE de las siglas en inglés Median Absolute Error).

EL diagrama de dashboard contempla subdivisiones para cada módulo en relación con la telemetría, como se observa en la Figura 2.

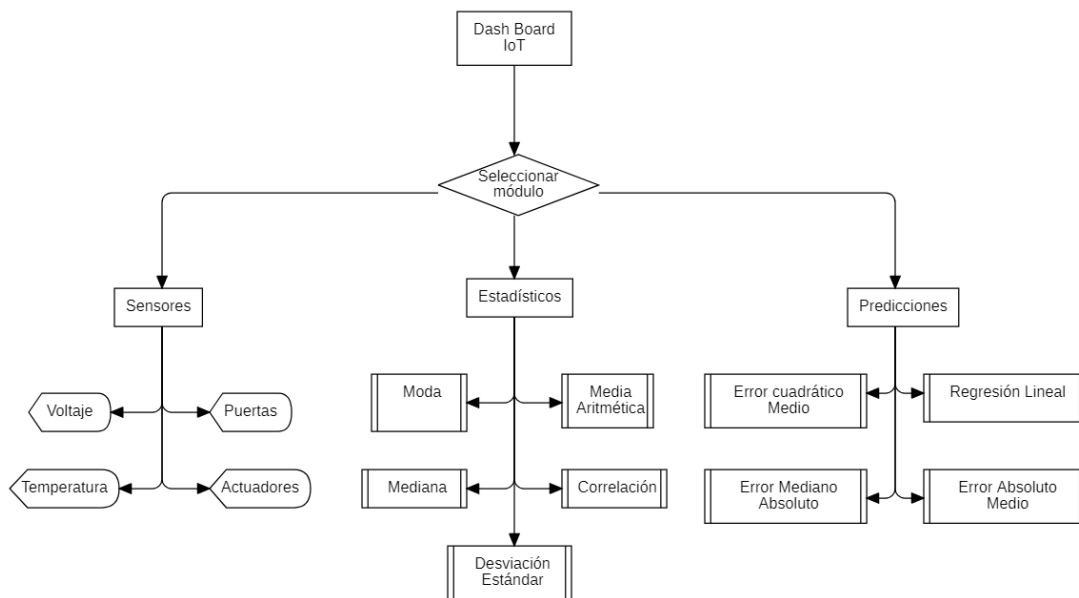


Figura 2. Estructura del dashboard con relación a la telemetría
Elaboración propia

3.2.1 Software utilizado para la arquitectura

Para la implementación de la plataforma IoT se utilizó **Laravel Framework** que permite crear código de forma sencilla y refinada orientada a objetos, está basado en tecnología **Modelo-Vista-Controlador (MVC)** y cuenta con una alta compatibilidad para el uso de paquetes utilizando el gestor de paquetes **Composer**, en este caso se decidió utilizar el servidor web **Nginx** aplicando la arquitectura cliente servidor. También se utilizó el protocolo de comunicación https para las peticiones entre la plataforma y los dispositivos IoT aplicando los métodos **Get ()** y **Post ()** tanto para la parte visual de la plataforma, así como también en la **API Rest**, la información de la telemetría es enviada por el dispositivo y posterior a ello es almacenada en una base de datos María **DB**, este tipo de configuración es implementado en servicios web y se le conoce como **LEMP SERVER**.

3.2.2 Arquitectura del sistema de IoT

Dentro de la plataforma IoT existen dos servicios; el primero es la comunicación donde se muestra la información de Cliente (Cliente Consulta Módulos en Plataforma) y la segunda es la comunicación de **Tarjeta ERB (Tarjeta ERB Consulta Módulos API)**, dichos servicios pasan de la plataforma web hacia la Base de datos y juntos permiten guardar o consultar la información dentro del servidor IoT como se muestra en la Figura 3.

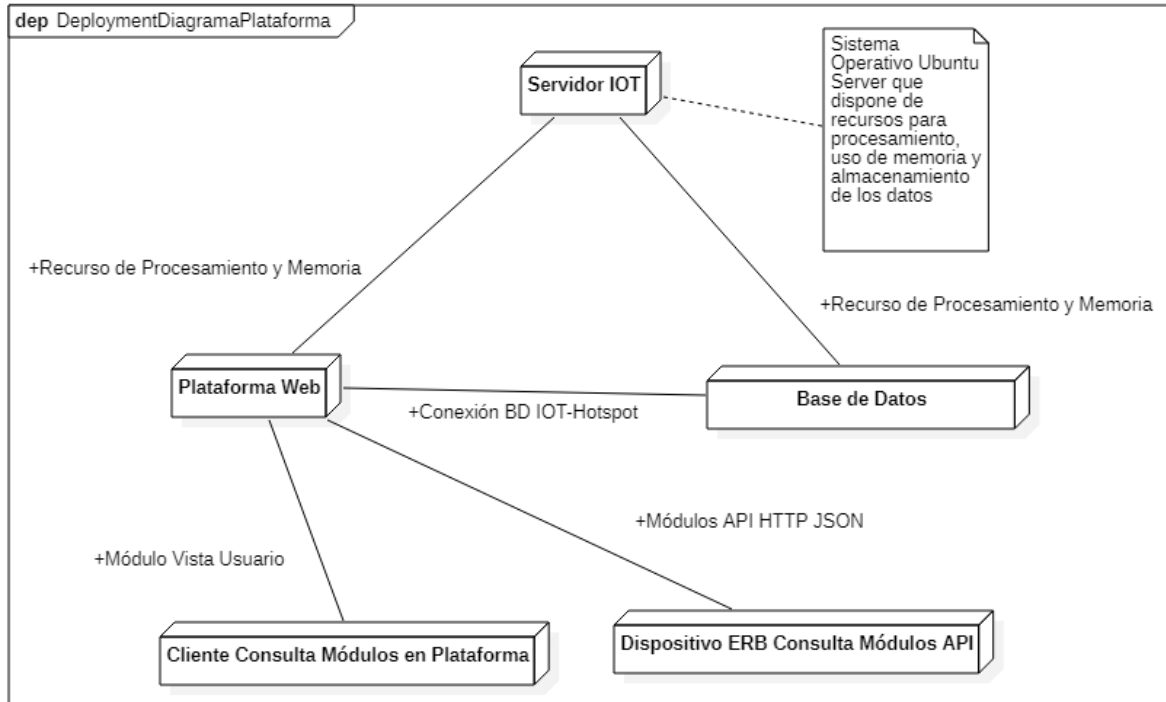


Figura 3. Diagrama de arquitectura de la plataforma IoT
Elaboración propia

La funcionalidad de los dos servicios tanto como para la visualización de la información por medio de la plataforma IoT como la parte no visual que es utilizada por el dispositivo IoT siguen el mismo patrón. En la Figura 4 se puede observar cómo se relaciona la base de datos con el modelo. El modelo se comunica con los controladores y estos a su vez se comunican con la vista, este direccionamiento es detonado por las consultas generadas ya sea por el usuario o por la tarjeta IoT.

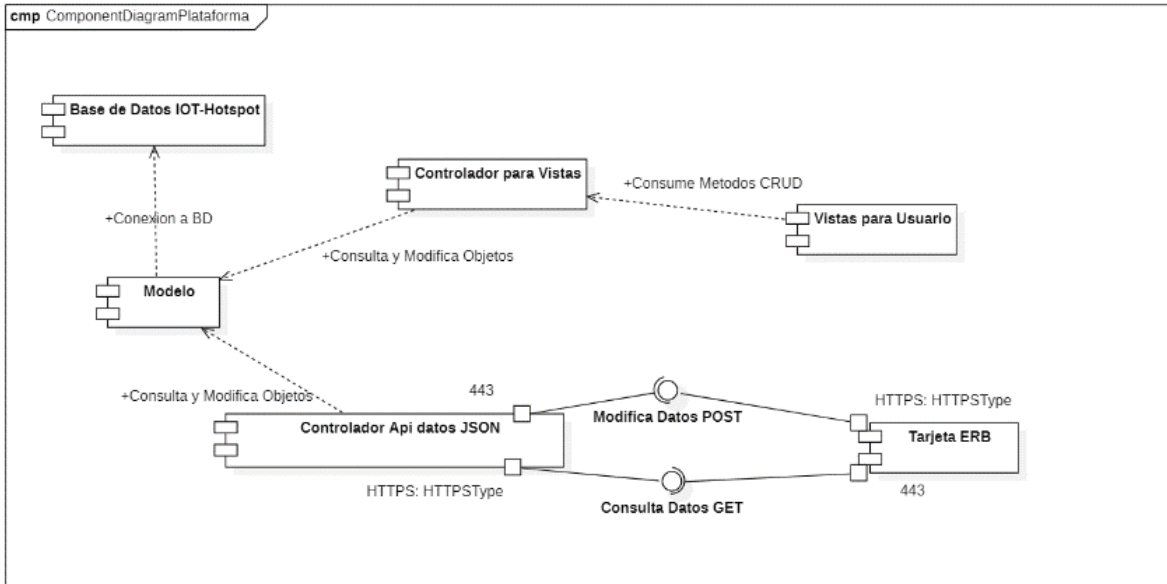


Figura 4. Diagrama de componentes para la plataforma IoT
Elaboración propia

La base datos cuenta con 7 tablas para almacenar información necesaria para la plataforma IoT, tablas nombradas como los roles, usuarios, ERB (dispositivo IoT), sensores, learnings (aprendizaje de máquinas), muestras. Estas tablas contemplan datos específicos que son esenciales para contar con una modularidad en la información, a continuación, se muestra en el diagrama de clases de la Figura 5, que están relacionadas para así dar integridad a los datos de la plataforma IoT, para relacionar la tabla se cuenta con Id único y a su vez un Id foráneo además de contar con distintos tipos y tamaño de los datos.

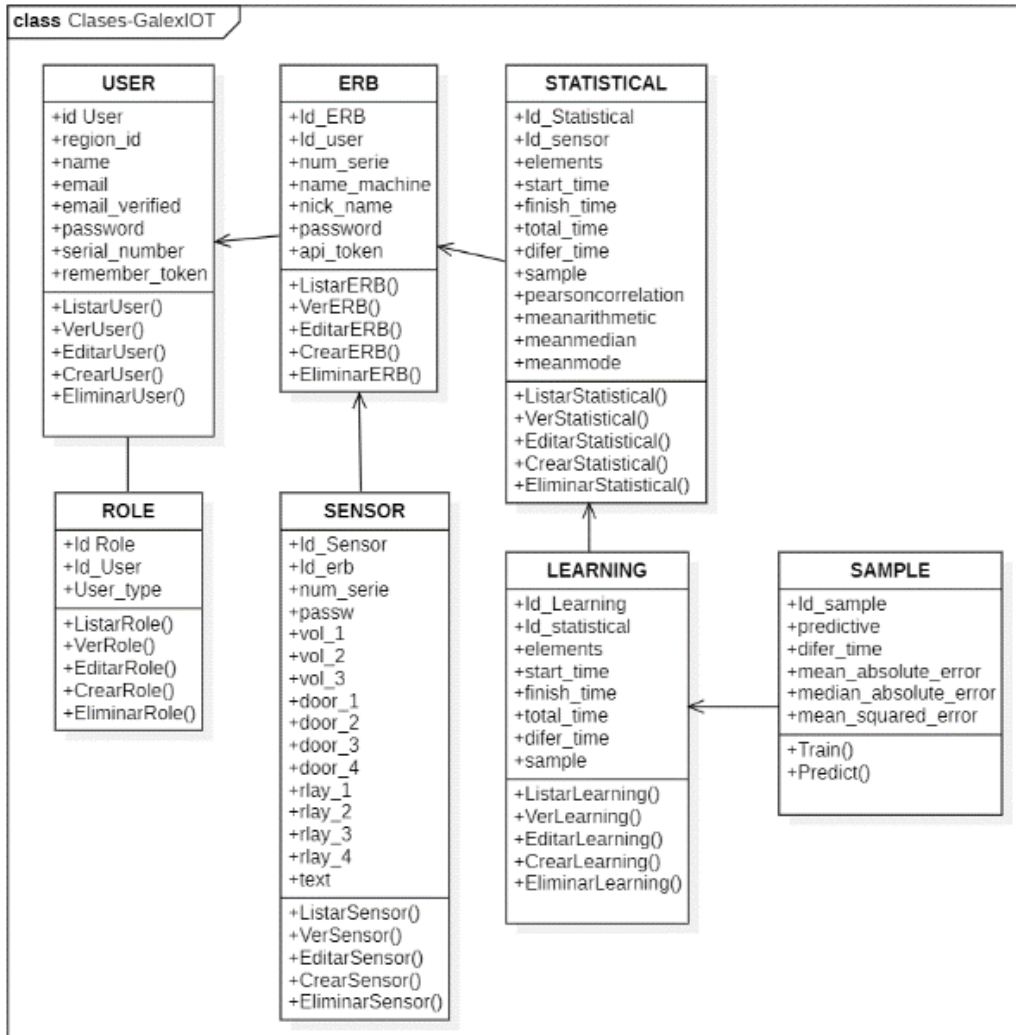


Figura 5. Diagrama de clases de la plataforma IoT
Elaboración propia

3.2.3 Diseño de prototipo IoT (ERB)

Para llevar a cabo el diseño de prototipo de tipo modular “ERB”, se utilizó Fritzing open source, este software permite diseñar circuitos impresos de dos capas, conectar diagramas esquemáticos, enrutamiento de circuitos impresos, cuenta con soporte para librerías y contenido completo de bibliotecas, con él se integró un microcontrolador Arduino Nano, y el módulo ESP32 que nos permitió el envío de la telemetría hacia la plataforma IoT, este fue un diseño de dos capas y solo es un prototipo para comprobar la eficiencia en la recepción y envío de la telemetría, en las Imágenes 6 y 8 se muestra la interconexiones de las pistas y los componentes que fueron necesarios para contar con un prototipo funcional, el diseño es de dos

capas y se adoptó el nombre de ERB en la Figura 8 se aprecia un prototipo con sus componentes ensamblados.

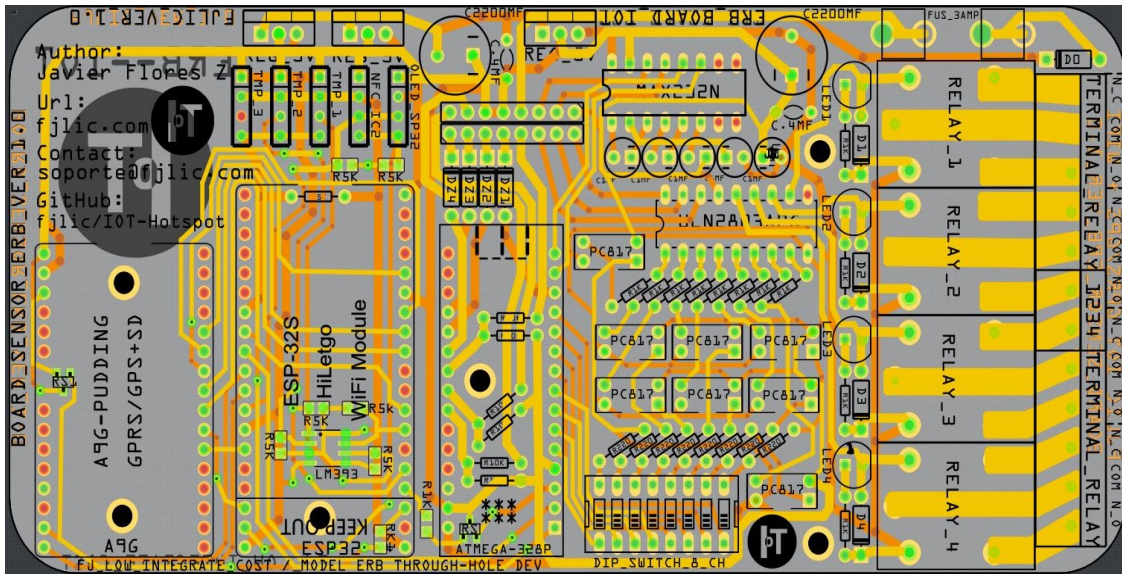


Figura 6. Diseño de dos capas para prototipo ERB-IoT
Elaboración propia

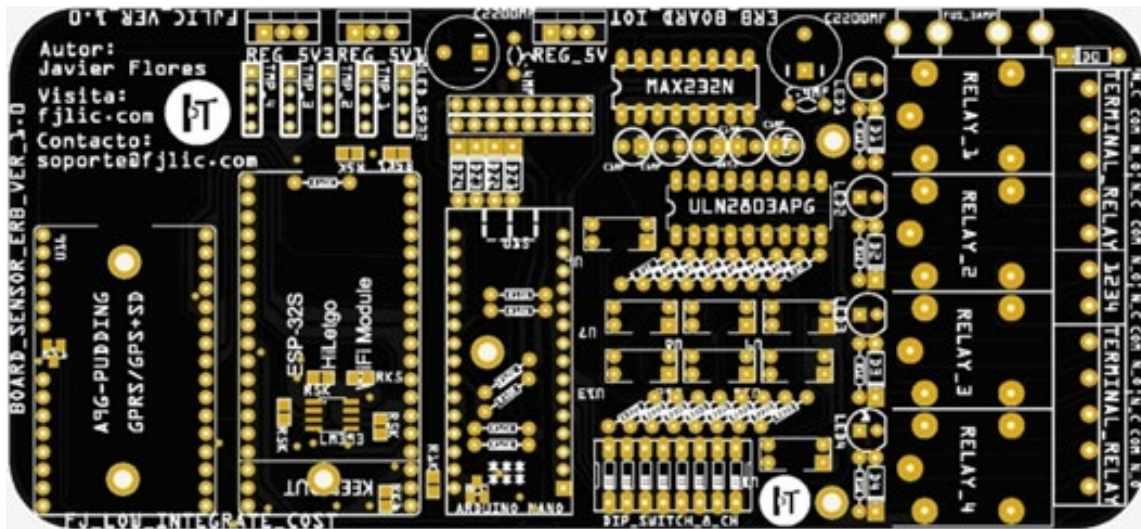


Figura 7. PCB de perforación a dos capas basado en ERB-IoT
Elaboración propia

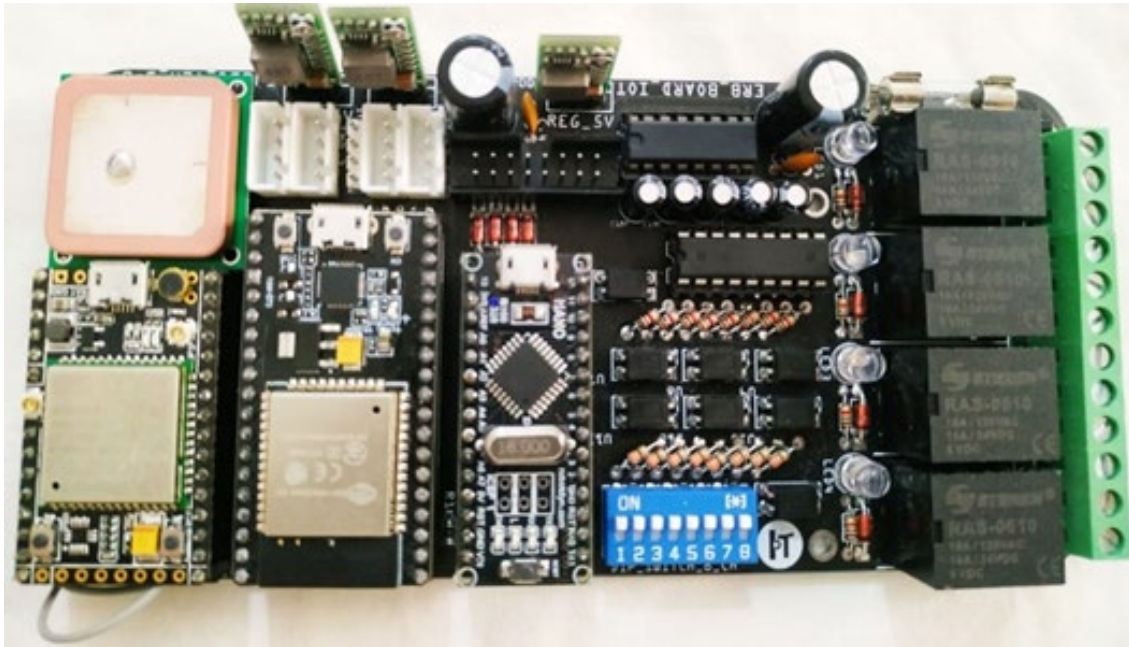


Figura 8. PCB ensamblada ERB-IoT
Elaboración propia

Para el desarrollo del firmware que permitirá la comunicación entre microcontrolador y los módulos se usará la herramienta de programación Arduino compatible con los microcontroladores Atmel 328P y se utilizó Micropython para el módulo Esp32, la lógica de programación para el módulo esp32 se enfocó en él envío de las peticiones https y en la recolección de la información de los sensores de temperatura. Para realizar el enlace del módulo desarrollado con la plataforma IoT se utiliza el módulo de comunicación wifi incorporado en la Esp32.

Este firmware utiliza la librería de json y request de Micropython para así enviar la telemetría, en el caso de Arduino nano se utilizó el lenguaje de programación C para Arduino, dicho programa tiene como objetivo implementar una lógica de programación para utilizar los sensores de detección de voltaje, activación de pulso negativo, activación o desactivación de actuadores. En la Figura 9 se puede apreciar las tramas enviadas por tarjeta prototipo y la respuesta enviada por la plataforma IoT.

```

-----Peticion ESP32 - Modify-----
{'door_2': 'Off', 'door_3': 'Off', 'door_1': 'Off', 'temp_3': '26.3125', 'temp_1': '26.3125', 'door_4': 'Off', 'temp_4': '26.3125', 'num_serie': '1000000001', 'temp_2': '26.3125'}
-----Respuesta de la Plataforma-----
{'data': {'temp_2': '26.3125', 'temp_3': '26.3125', 'vol_3': 'Off', 'temp_1': '26.3125', 'vol_2': 'Off', 'door_4': 'Off', 'num_serie': '1000000001', 'updated_at': '2021-06-19T16:37:57.000000Z', 'id': 127, 'created_at': '2021-06-19T16:37:57.000000Z'}, 'success': True, 'message': 'Sensor modify successful'}
-----Peticion ESP32 - Modify-----
{'door_2': 'Off', 'door_3': 'Off', 'door_1': 'Off', 'temp_3': '26.3125', 'temp_1': '26.3125', 'door_4': 'Off', 'temp_4': '26.3125', 'num_serie': '1000000001', 'temp_2': '26.3125'}
-----Respuesta de la Plataforma-----
{'data': {'temp_2': '26.3125', 'temp_3': '26.3125', 'vol_3': 'Off', 'temp_1': '26.3125', 'vol_2': 'Off', 'door_4': 'Off', 'num_serie': '1000000001', 'updated_at': '2021-06-19T16:38:21.000000Z', 'id': 129, 'created_at': '2021-06-19T16:38:21.000000Z'}, 'success': True, 'message': 'Sensor modify successful'}
-----Peticion ESP32 - Modify-----
{'door_2': 'Off', 'door_3': 'Off', 'door_1': 'Off', 'temp_3': '26.25', 'temp_1': '26.25', 'door_4': 'Off', 'temp_4': '26.25', 'num_serie': '1000000001', 'temp_2': '26.25'}
-----Respuesta de la Plataforma-----
{'data': {'temp_2': '26.25', 'temp_3': '26.25', 'vol_3': 'Off', 'temp_1': '26.25', 'vol_2': 'Off', 'door_4': 'Off', 'num_serie': '1000000001', 'updated_at': '2021-06-19T16:38:33.000000Z', 'id': 130, 'created_at': '2021-06-19T16:38:33.000000Z'}, 'success': True, 'message': 'Sensor modify successful'}

```

Figura 9. Tramas en el envío y recepción de la telemetría para la tarjeta prototipo ERB-IoT

Elaboración propia

La instalación del prototipo de tarjeta ERB se realizó en una máquina de Hockey, permitiendo llevar a cabo la implementación para el módulo de sensores en la plataforma IoT, como se observa en la Figura 10 y 11 se realizó la instalación y toma de lectura para la creación de las peticiones de la tarjeta prototipo ERB hacia la plataforma.

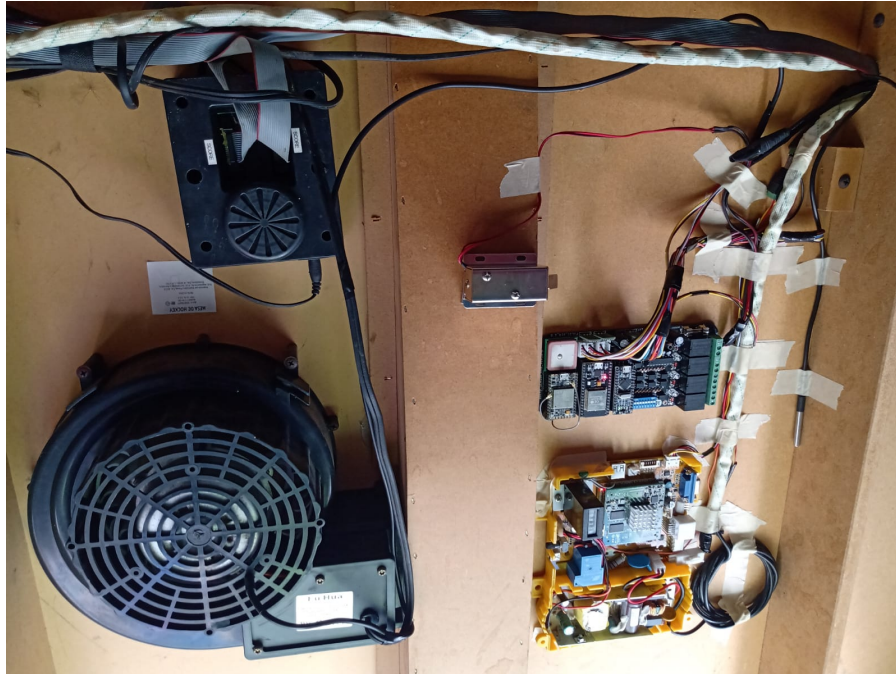


Figura 10. Instalación de prototipo ERB-IoT en máquina de Hockey
Elaboración propia

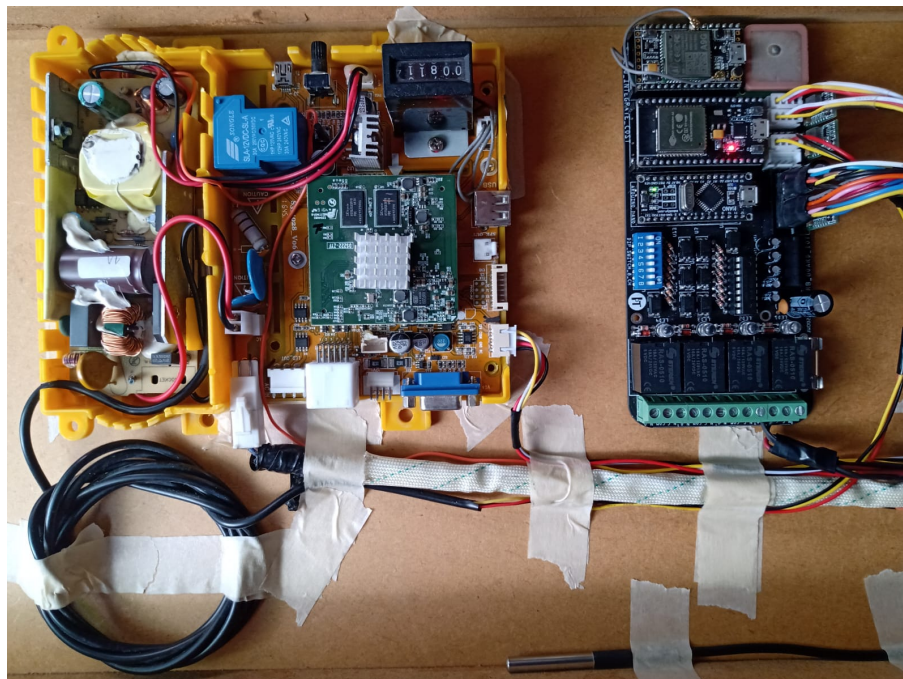


Figura 11. Implementación de sensores en máquina de Hockey
Elaboración propia

3.2.4 Telemetría del equipo

La telemetría proporciona los medios y permite obtener la lectura de variables físicas de un entorno, dichas variables son recolectadas y preparadas para su envío en un sistema alojado en un servidor. Dicha telemetría se realizó mediante comunicación inalámbrica a través de peticiones get () y post () que contiene la información de:



Figura 12. Detector del estatus de las puertas
Elaboración propia

- Detección de voltaje: las máquinas podrían alimentar 3 subsistemas según sea el caso de la máquina, cuyo caso sería la alimentación principal de la máquina, alimentación de la iluminación de la máquina y alimentación de los controles que operan la máquina. Por lo cual, si no se encuentran fallas en alguno de ellos, deberán estar alimentados todo el tiempo. En la plataforma la detección de voltaje se muestra como en la Figura 13.

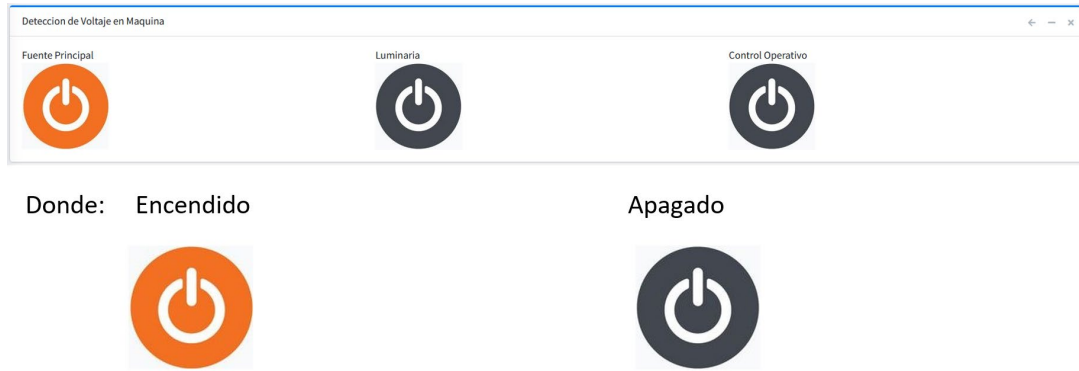


Figura 13. Detector de voltaje
Elaboración propia

- Temperatura: los equipos cuentan 4 sensores de temperatura, estos se encuentran distribuidos dentro de la misma máquina. Se establecieron rangos para señalar si hay cambios fuera de rango y dentro de rango, las temperaturas regulares que el equipo soporta entre 0 y 70 °C, sin embargo, puede llegar a 65 °C y seguir funcionando, pero a partir de los 65.1 °C se considera que la temperatura es muy elevada y podría causar daños. La gráfica de los rangos de temperatura se muestra en la Figura 14.

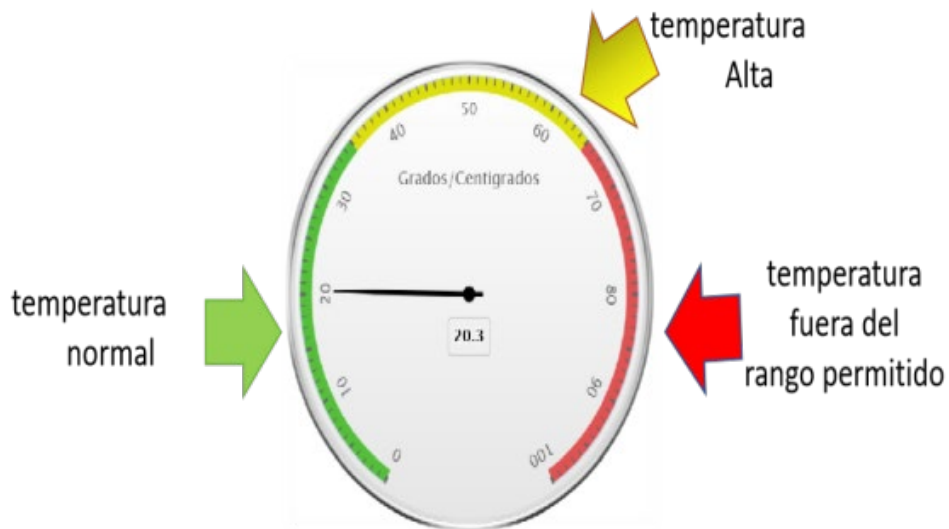


Figura 14. Gráfica de temperatura
Elaboración propia

- Actuadores: los equipos cuentan 4 actuadores que se encuentran distribuidos dentro de la misma. Según el equipo los actuadores se encuentran en estado abierto o cerrado. En la plataforma la detección del estado de los actuadores se muestra como en la Figura 15.

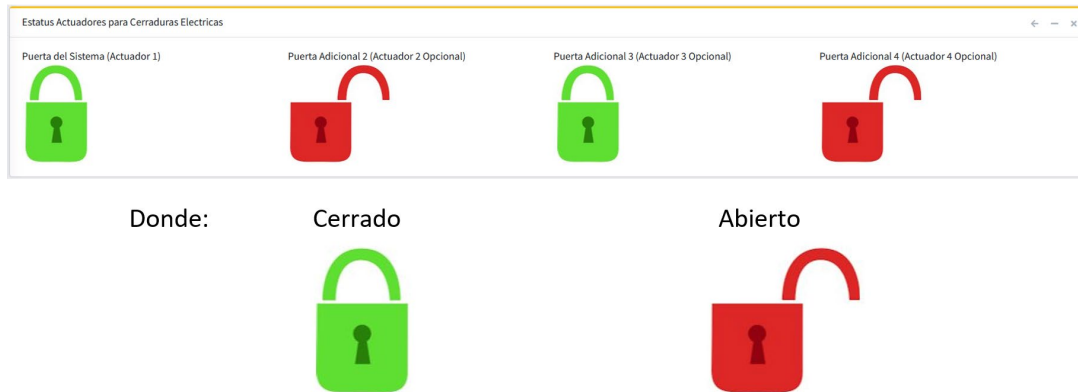


Figura 15. Estatus de Actuadores
Elaboración propia

3.2.5 Complicaciones de las peticiones

El envío de peticiones desde el equipo a la plataforma IoT será de 10 minutos, sin embargo, existen posibles problemas por los cuales no se envían los paquetes, a continuación, se describen para posibles causas:

- Información desfasada: si algún sensor demora más de lo habitual, podría llegar a atrasar el envío de peticiones.
- Lentitud de carga: si la carga dura más de lo normal el servidor rechazará la conexión por lo cual deberá intentar una vez más.
- Interrupción de carga de paquetes: debido a una baja velocidad en la transferencia de paquetes, puede que se lleguen a interrumpir totalmente las peticiones, demorando más de lo normal, lo que provocará el rechazo de la petición.
- Cierre de conexiones: si llegara a ocurrir un cierre de conexión, el equipo intentará volver a crear la conexión y volverá a intentarlo.

- Información incompleta: si la información en la petición get o post se encuentra incompleta se rechazará la recepción y el equipo volverá a reunir la información para reintentar la petición.
- Desperfectos de Hardware: puede presentarse una falla que limite la funcionalidad en la transferencia de información, encargada del tráfico de red y esto ocasiona pérdidas de paquetes.

3.2.6 Parámetros estadísticos considerado la muestra

En el análisis de peticiones se contemplan la aplicación de conceptos matemáticos para obtener métricas que nos ayuden a comprender los datos, como lo es:

- Correlación: la correlación refleja la medida de asociación entre el número de petición y el tiempo transcurrido entre ellas, se busca una correlación cercana a cero ya que se espera que los valores de las muestras no sean creciente o decreciente.
- Desviación estándar: es la medida que busca la dispersión de los datos de una muestra e indica qué tan dispersos están los datos alrededor de la media. Un valor de desviación estándar más alto que la media indica una mayor dispersión de los datos, lo que implica que los valores de la muestra no son similares, En este caso se utilizó para establecer la estimación en la variación general de tiempo entre peticiones. Para este proyecto se considera una desviación estándar aceptable cuando la desviación estándar es menor al 10, tomando en cuenta el valor debe estar en 600 con tolerancia de ± 10 .
- Media aritmética: La media se utiliza como indicador cuando la distribución de la muestra sea normal, es decir que contenga una cantidad baja de valores muy distantes que es lo ideal.

- Mediana: La mediana es el punto medio de la muestra e indica la tendencia central.
- Moda: es el valor de la variable que se encuentra con más frecuencia en la muestra y se utiliza junto con la media y la mediana para establecer una referencia general de la distribución de la muestra.

Se considera que las peticiones son repetitivas en un periodo de tiempo de cada 10 minutos que es equivalente a 600 segundos. Por esa razón para el proyecto en el caso ideal se busca que la media aritmética, mediana y la moda sean cercanos a 600, ya que, si los datos son simétricos, entonces la media y la mediana deben ser similares.

3.2.7 Parámetros considerados para la predicción

El modelo de predicción o de regresión lineal es uno de los métodos utilizados para predecir un valor deseado a partir de una muestra, en este caso se utilizará para representar la relación entre el número de la posición de las peticiones y el tiempo que ha transcurrido entre una y otra. El modelo se expresa de forma lógica-matemática y permite realizar predicciones de los valores donde se tomará el tiempo que ha transcurrido entre una y otra petición, inicia a partir del número de la posición próxima de la petición. Es posible aplicar el algoritmo antes mencionado ya que existe una linealidad en los datos de entrada por que cada petición recibida se espera que tenga un tiempo aproximado de 600 segundos entre una petición y otra, lo que es equivalente a una petición cada 10 minutos.

La ecuación que utiliza el modelo de regresión lineal para entrenar es dada por:

$$y = A + B * X \quad (1)$$

El método de mínimos al cuadrado consiste en minimizar la suma de los cuadrados de los errores:

$$\sum_{i=1}^n e_i^2 = \sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2$$

Es decir, la suma de los cuadrados de las diferencias entre los valores reales observados (y_i) y los valores estimados (\hat{y}_i).

Las métricas de regresión son utilizadas para medir el desempeño de algún modelo de regresión y para este proyecto son:

- Error Medio Absoluto (MAE) servirá para cuantificar la precisión de la predicción comparando el valor estimado contra el valor que se estima. Se considera una buena predicción si es menor a 7 ya que eso representa un error del 1.2% sobre la cantidad deseada (600), lo que implica que es un error insignificante.
- Error Cuadrático Medio (MSE) evalúa la calidad de las predicciones en cuanto a su variación y el grado de sesgo, para fines de este proyecto se busca que sea menor a 41 que representa un error insignificante menor del 1.2% sobre la cantidad deseada (600).
- Error Mediano Absoluto (MedAE) al igual que el Mean Absolute Error se considera una buena predicción si es menor a 7 ya que eso representa un error del 1.2% sobre la cantidad deseada (600), lo que implica que es un error insignificante.

4. RESULTADOS

Para los resultados fueron generadas varias muestras tanto para la parte estadística para las predicciones la visualización de la información se puede observar en dos formas, la primera utilizando una sección a manera de Figura donde se puede visualizar los datos con nombre de descripción y datos recolectados por los sensores como se observa en la Figura 16 y 17. La segunda son las tablas donde se describe la información para el análisis estadístico y predicción de fallas cómo se observa en la Tabla 1,2 y 3.

La experimentación se llevó a cabo bajo las condiciones que se muestran a continuación y que permitieron la veracidad de los resultados:

- Las condiciones del servidor en la nube fueran las óptimas.
- Las máquinas cuentan con suministro de energía.
- Las máquinas están libres de agentes externos que pudiera provocar fallos.
- El servicio de internet fuera estable para carga y descarga de las peticiones de la máquina hacia el servidor.

4.1 SENSORES

La temperatura del equipo se encuentra dentro de los parámetros deseados lo que indica que se encuentran funcionando en las temperaturas correctas como se puede apreciar en la Figura 16.

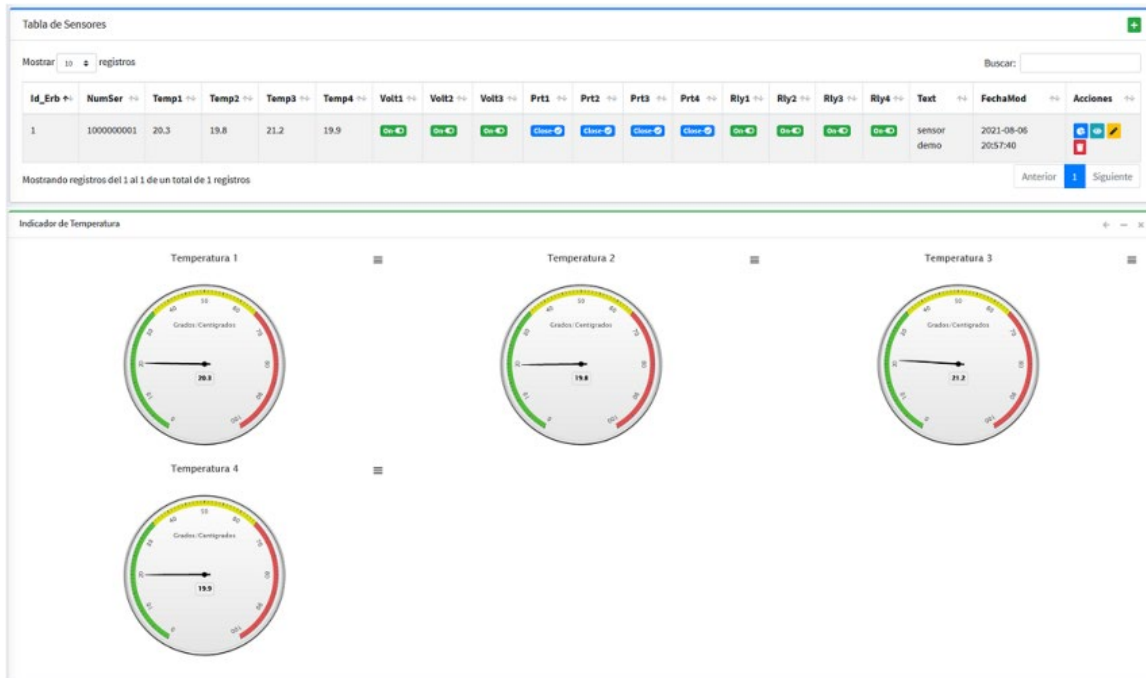


Figura 16. Estatus de los sensores de temperatura
Elaboración propia

En cuanto a la detección de voltaje, los tres sensores se encuentran con estatus de encendido, al igual que las puertas y actuadores del equipo se encuentra cerradas como se puede apreciar en la Figura 17.



Figura 17. Estatus de los sensores de voltaje, puertas y actuadores
Elaboración propia

Para el diseño de la vista gráfica de la plataforma IoT, se consideró la utilización de mocs (Objeto simulado o de prueba), en la Figura 18 se puede observar un diseño creado para la vista de tabla de sensores, para conocer más detalles de los mocs se puede consultar en el anexo A.

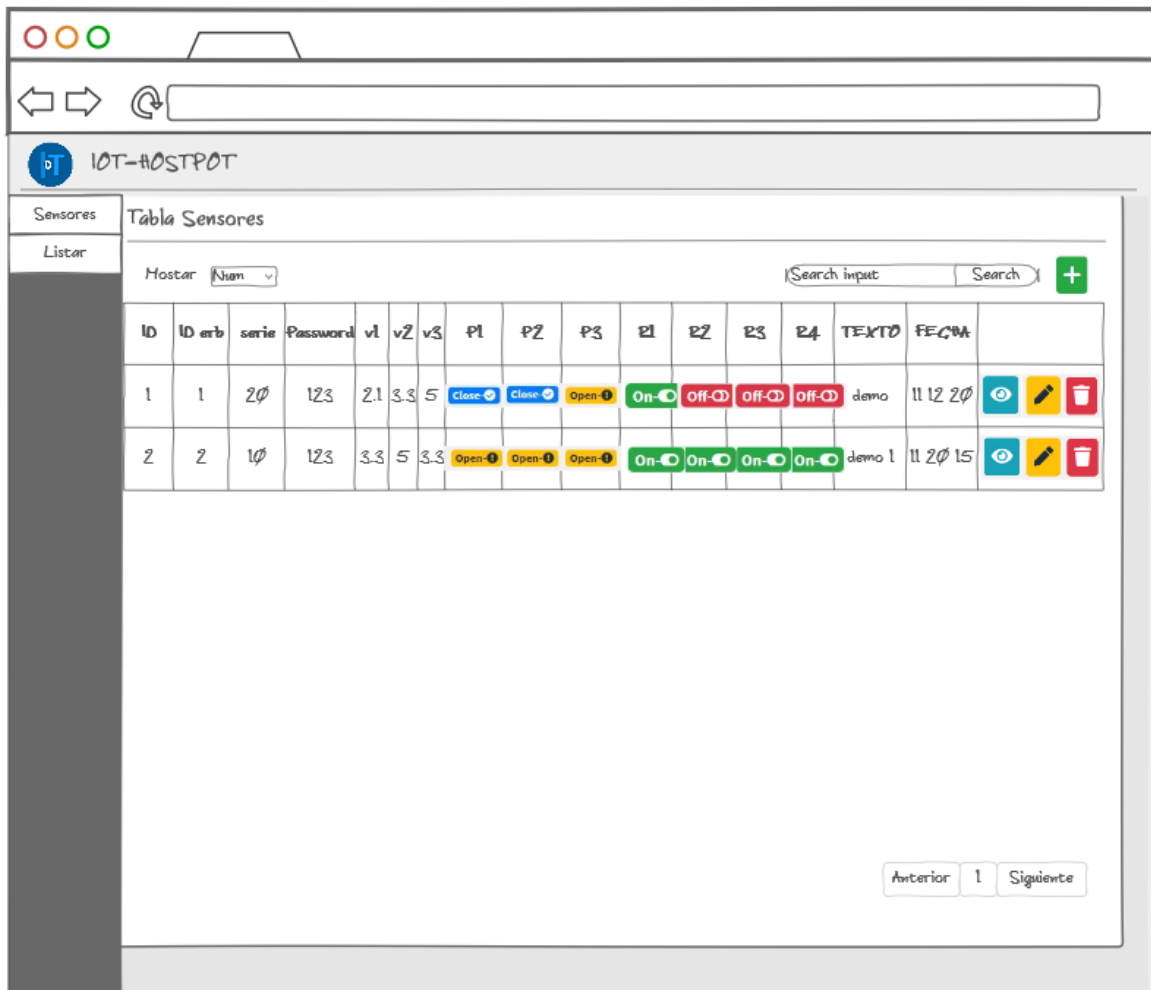


Figura 18. Diseño moc de la interfaz gráfica para sensores
Elaboración propia

Para la implementación de los diseños moc se crearon vistas preliminares, respetado los establecido en el anexo A, como se puede observar en la Figura 19 se muestra la lista del historial de la telemetría del sensor con Id 1.

Sensor	NumSer	Temp1	Temp2	Temp3	Temp4	Vol1	Vol2	Vol3	Prt1	Prt2	Prt3	Prt4	Rly1	Rly2	Rly3	Rly4	Text	FechaCre	Acciones
1	1000000001	20.3	19.8	21.2	19.9	On-CD	Off-CD	Off-CD	Class-CD	System-CD	Class-CD	Class-CD	On-CD	Off-CD	On-CD	Off-CD	sensor demo	2021-11-14 01:11:04	[Icons]

Figura 19. Historial de sensores para tarjeta prototipo Erb-IoT
Elaboración propia

Existe un módulo adicional, que permite revisar la información de cómo fue construida la plataforma IoT basada en su propio código, dicha documentación fue creada para cada uno de los módulos mencionados anteriormente, en la Figura 20 se puede observar el módulo de sensores y sus subsecciones, para conocer más detalles de la documentación se puede consultar el anexo A.

Modulo Sensor

Migracion, Sedder, Modelo, Controlador y Vista

Estructura del modulo Sensor. Si gustas es posible crear la estructura MVC de forma manual.

- Migracion
- Seeder
- Modelo
- Controlador
- RutaWeb
- Vista
- Comando MCR

Migracion

Comando `php artisan make:migration Sensor` ejecutar en consola dentro del proyecto.

Directorio `database/migrations/2014-10-12 00:00:00 create_sensors_table.php`

Figura 20. Documentación de la Plataforma IoT
Elaboración propia

4.2 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se analizaron un conjunto de muestras y cada una con 144 peticiones, estas equivalen a 24 horas o lo equivalente a un día de peticiones, en el anexo B se puede observar los datos de la muestra con id 1, esta contiene el historial de las peticiones equivalentes a un día de muestra que se relaciona con la Tabla 1 donde se observa que la media aritmética, mediana y la moda son cercanos a 600 segundos (10 minutos), lo que implica que los datos son simétricos, también se observa que la correlación es cercana a 0 como se esperaba y la desviación estándar se encuentra dentro de los parámetros aceptables como se puede apreciar en la Tabla 1.

Tabla 1. Análisis estadístico de peticiones

Id	Correlación	Media Aritmética	Mediana	Moda	Desviación Estándar
1	-0.1118	604	599	614	8.894658
2	-0.0352	598	599	588	9.424955
3	-0.0287	596.5	600	593	9.139361
4	-0.0856	604.5	601	605	8.497768
Promedio	-0.065325	600.75	599.75	600	8.9891855

Elaboración propia

Para la lógica de programación y la obtención de los datos estadísticos se utilizó la librería de php-ml, con la ayuda de esta librería se obtuvieron los resultados aplicando los métodos requeridos para la media aritmética, mediana, moda y la desviación estándar, con la finalidad de procesar las muestras como se puede apreciar en la Figura 21.

```

/**
 * Display a listing of the resource.
 *
 * @return \Illuminate\Http\Response
 */
public function index()
{
    //
    $statisticals = Statistical::all();
    foreach ($statisticals as $key1 => $statistical) {
        $x = [];
        $y = [];
        foreach (json_decode($statistical->sample) as $key2 => $json) {
            $x[$key2] = $key2;
            $y[$key2] = $json->pass_time;
        }
        $statistical->pearsoncorrelation = Correlation::pearson($x, $y);
        $statistical->meanarithmetic = Mean::arithmetic([reset($y), end($y)]);
        $statistical->meanmedian = Mean::median($y);
        $statistical->meanmode = Mean::mode($y);
        sort($y);
        $statistical->standartdesviation = StandardDeviation::population($y);
    }
    return view('module.statistical.index',compact('statisticals'));
}

```

Figura 21. Función para procesar la muestra y obtener los datos estadísticos
Elaboración propia

4.3 ANÁLISIS EN LA PREDICCIÓN DE FALLOS

Para la demostración de este proyecto y a través de la utilización de las muestras, cada una de las 144 solicitudes equivalentes a un día, dichas muestras fueron de días consecutivos y se generó la predicción del día siguiente, se tomó la hora de inicio y de finalización, también se obtuvo la diferencia y el tiempo total de las muestras, como se cómo se puede apreciar en la Tabla 2, para el análisis de las muestras y la Tabla 3 con los detalles de las predicciones.

Tabla 2. Análisis de predicción de fallos en peticiones

Id	Elementos	Tiempo Inicio	Tiempo Final	Total, Tiempo	Diferencia	Efectividad %
1	144	2021-08-17 01:09:05	2021-08-18 00:58:17	85752	-648	99.25 %
2	144	2021-08-18 01:07:06	2021-08-19 01:01:10	86044	-356	99.58 %
3	144	2021-08-19 01:06:31	2021-08-20 01:02:31	86160	-240	99.72 %
4	144	2021-08-20 01:07:20	2021-08-21 01:00:51	86011	-389	99.55 %

Elaboración propia

Tabla 3. Detalles de valores de la predicción

Muestra	Tiempo Inicio	Tiempo Final	Tiempo Total	Diferencia	Error Medio Absoluto	Error Mediano Absoluto	Error Cuadrático Medio
1	2021-08-17 01:09:05	2021-08-17 01:19:02	597	3	7.7708	7	84.5069
2	2021-08-18 01:07:06	2021-08-18 01:17:04	598	2	8.3542	8.5	89.5903
3	2021-08-19 01:06:31	2021-08-19 01:16:30	599	1	7.9792	8	83.5208
4	2021-08-20 01:07:20	2021-08-20 01:17:19	599	1	7.3403	7	73.5069

Elaboración propia

Los errores según la Figura 19, como se observa el error medio absoluto es menor a 7, el error mediano absoluto es menor a 7 y error cuadrático medio es menor a 41, lo que implica que los errores son menores del 1.2% tomando como referencia el valor esperado de 600, por lo cual las predicciones obtenidas están dentro de los parámetros aceptables, generando una predicción aceptable.

CONCLUSIONES

Las implementaciones en el desarrollo de sistemas basados en IoT son muy populares hoy en día, llevar a cabo el desarrollo de un determinado sistema puede ser un gran reto si no se tienen los conocimientos y recursos necesarios, las tecnologías que integran un sistema IoT pueden ser variadas y dependerán de la adaptabilidad del hardware y software, para aumentar su potencial añadiendo más funcionalidad e interconectándolos con servicios en la nube.

El uso de una plataforma IoT es fundamental para centralizar la información recolectada de los equipos, en dicha telemetría es importante establecer que datos se necesitan recolectar, como por ejemplo la hora de recepción de la solicitud y el tiempo que existe entre ellas. Otro punto importante a tener en cuenta es gestionar la trazabilidad de la telemetría generando un histórico de los datos recolectados, si a esta información se le realiza un análisis estadístico y un método predictivo, se puede generar información valiosa, en este caso centrada en la recepción de peticiones y así determinar la funcionalidad entre el equipo y la plataforma IoT.

Con este proyecto se buscó demostrar que la intercomunicación de dispositivos a internet es posible, como resultado de la solución se obtuvo un API para interconectar los dispositivos con la nube, además se dotó de un sistema seguro para mantener la transferencia de datos, esto dio como solución una arquitectura sencilla, que sirve como base de entendimiento en el manejo y uso de interfaces. La realización de estas soluciones es cada vez más común, ya que se mejoran constantemente y su adaptabilidad aumenta con el tiempo. La integración de tecnologías utilizadas en diferentes campos o de cualquier tipo es lo que hace único al IoT, el uso de la API como interfaz para comunicar los dispositivos electrónicos con la nube tiene grandes ventajas como se lista a continuación:

- Conocer el estado actual del equipo al disponer de un historial de telemetría.
- Procesar la telemetría para el análisis y el comportamiento.
- Aplicar el aprendizaje automático a los datos.

Los resultados obtenidos muestran que el desarrollo de la plataforma IoT para el equipo fue favorable, demostrando que es posible predecir fallas en la recepción de solicitudes, esto ayuda a programar las visitas de mantenimiento al equipo, previniendo posibles fallas que requieran el reemplazo del equipo y así evitar un incremento en los costos.

Las contribuciones destacadas en estudio fue el aspecto del uso de métricas para demostrar cuales son las áreas de desarrollo que están incorporando internet de las cosas en sus sistemas de última generación. Dicho aspecto antes mencionados solo pretenden dar una idea a los lectores de como el internet de las cosas se entremezcla con múltiples disciplinas de la ingeniería y la ciencia, además esta brinda beneficios y mejoras, proporcionando datos de predicción que pueden ser utilizados para el aprendizaje máquina.

El IoT ha demostrado tener un papel fundamental en la vida cotidiana, la dirección hacia dónde va, solo será determinada por los interés y beneficios que le otorgue el ser humanos en cuanto a sus necesidades. Se puede concluir que el IoT está presente en un sinfín de eventos cotidianos de la actualidad, que quizás no son perceptibles debido a la evolución, adaptación y mejoramiento de los sistemas, que cada vez son más inteligentes gracias a la integración con el internet de las cosas como medio de intercambio de información.

RECOMENDACIONES

Se sugiere realizar cambios en la estructura de la plataforma IoT, versión código colaborativo a continuación se listan las posibles mejoras:

- Aplicar mejora en la gestión de los tokens para autenticar los dispositivos IoT, utilizando token dinámico y aplicar la lógica necesario para que los dispositivos se auto conecten.
- Aplicar una nueva estructura para intercomunicar dispositivos IoT mediante el uso de web sockets para obtener comunicación bidireccional en tiempo real además de mantener la conexión de los dispositivos.
- Desarrollar un módulo de alertas o notificaciones que permitan bajo condiciones establecidas, el envío de alertas por correo electrónica a usuarios autorizados.
- Desarrollar la lógica de hibridación para el dispositivo prototipo y pueda aplicar comunicación hacia internet por gprs o wifi.

APORTACIÓN DE LA TESIS

Este proyecto ofrece mejoras en la aplicación de proyectos orientados al IoT, utilizando estadística, así como algoritmos para el aprendizaje de máquina, para este caso se utilizó regresión lineal y los métodos para su comprobación, también se aplicó una lógica para la segmentación de los datos recolectados y así obtener muestras donde sea posible la manipulación de los mismos y así obtener métricas del comportamiento del sistema.

APORTACIÓN SOCIAL DE LA TESIS

Brinda mejoramiento en los sistemas que cuya necesidad es el de estar conectados al internet, facilitando el intercambio de datos y también el almacenamiento de los mismos en lugares alojados en la nube, existen empresas que requieren de un sistema que les permita interconectar sus dispositivos electrónicos a la nube para dar más utilidad a sus servicios, también aporta en el conocimiento a quienes le interese llevar a cabo una implementación ya sea en la construcción de una plataforma IoT con mínimos requisitos, o también en el caso de llevar a cabo la implementación para el diseño de un prototipo de tarjeta modular orientado al IoT aunque la información y la implementación de proyecto no es limitativa, puede aplicarse a otros distintos requerimientos, sin embargo se recomienda tomar a consideración el enfoque del proyecto establecido para máquinas de videojuegos.

REFERENCIAS

- Aalto, A. (2015). How Virtual Reality Meets the Industrial IoT. *Semanticscholar*. Retrieved from <https://www.semanticscholar.org/paper/How-Virtual-Reality-Meets-the-Industrial-IoT-Aalto/4af56a2a82f9683bb30b30711d613e2ca5dd7494>
- Abba Ari, A. N. (2020). Enabling privacy and security in Cloud of Things: Architecture, applications, security & privacy challenges. *Emerald Insight*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.aci.2019.11.005>
- ÁBREGO PREZA, E. S. (2020). Módulo entrenador académico e industrial para desarrollar competencias asociadas al Internet de las Cosas IoT, en el marco de la industria 4.0. *ITCA Editores*. Retrieved from <http://redicces.org.sv/jspui/handle/10972/4211>
- Affia, I. a. (2021). An internet of things-based smart warehouse infrastructure: design and application. *Emerald Insight*. doi:<https://doi.org/10.1108/JSTPM-08-2020-0117>
- Ali, S. a. (2021). The impact of Industry 4.0 on organizational performance: the case of Pakistan's retail industry. *Emerald Insight*. doi:<https://doi.org/10.1108/EJMS-01-2021-0009>
- Arowoia, V. O. (2020). An appraisal of the adoption internet of things (IoT) elements for sustainable construction. *Emerald Insight*, 1193-1208. doi:<https://doi.org/10.1108/JEDT-10-2019-0270>
- Banerjee, A. a. (2021). A comprehensive overview on BIM-integrated cyber physical system architectures and practices in the architecture, engineering and construction industry. *Emerald Insight*. doi:<https://doi.org/10.1108/CI-02-2021-0029>
- Bi, Z. W. (2017). IoT-based system for communication and coordination of football robot team. *Emerald Insight*, 162-181. doi:<https://doi.org/10.1108/IntR-02-2016-0056>
- Borah, S. K. (2021). Low-cost IoT framework for irrigation monitoring and control. *Emerald Insight*, 63-79. doi:<https://doi.org/10.1108/IJIUS-12-2019-0075>
- Canales Sectoriales Interempresa*. (2019, 06 14). Retrieved from <https://www.interempresas.net/MetalMecanica/Articulos/247655-El-mantenimiento-predictivo-del-dato-al-indicador.html>
- Carrasquilla-Batista, A. C.-R.-M.-E.-C.-B. (2016). Regresión lineal simple y múltiple: aplicación en la predicción de variables naturales relacionadas con el crecimiento microalgal. *Revista Tecnología en Marcha*, 33-45. doi:<https://doi.org/10.18845/tm.v29i8.2983>

- Chanchí Golondrino, G. E., Ospina Alarcón, M. A., & Campo Muñoz, W. Y. (2020). Sistema IoT para el seguimiento y análisis de la . *Research in Computing Science*, 11.
- Cui, L. G. (2020). Improving supply chain collaboration through operational excellence approaches: an IoT perspective. *Emerald insight*. doi:<https://doi.org/10.1108/IMDS-01-2020-0016>
- Fantoni, G. A.-Z. (2021). Automating the process of method-time-measurement. *Emerald Insight*, 958-982. doi:<https://doi.org/10.1108/IJPPM-08-2019-0404>
- Foltz, C. a. (2020). Mobile users' information privacy concerns instrument and IoT. *Emerald Insight*, 359-371. doi:<https://doi.org/10.1108/ICS-07-2019-0090>
- GARCÍA-CÓRDOBA, M. (2018). Una polémica trascendental sobre el mantenimiento Preventivo y Predictivo. *Revista de Investigaciones Sociales*, 1-11. Retrieved from https://www.ecorfan.org/republicofnicaragua/researchjournal/investigacionessociales/journal/vol3num8/Revista_de_Investigaciones_Sociales_V3_N8_1.pdf
- Gómez, A. P. (2020). Plataforma de gestión IoT mediante técnicas de industria 4.0 para agricultura de precisión. *Research in Computing Science*, 13. Retrieved from https://rcs.cic.ipn.mx/2020_149_11/Plataforma%20de%20gestion%20IoT%20mediante%20tecnicas%20de%20industria%204_0%20para%20agricultura%20de%20precision.pdf
- Goumagias, N. W. (2021). Making sense of the internet of things: a critical review of internet of things definitions between 2005 and 2019. *Emerald Insight*, 1583-1610. doi:<https://doi.org/10.1108/INTR-01-2020-0013>
- K., S. a. (2018). Cloud IOT based novel livestock monitoring and identification system using UID. *Emerald Insight*, 21-33. doi:<https://doi.org/10.1108/SR-08-2017-0152>
- Karadal, H. a. (2021). Internet of things skills and needs satisfaction: do generational cohorts' variations matter? *Emerald Insight*, 898-911. doi:<https://doi.org/10.1108/OIR-04-2020-0144>
- Lee, Y. K. (2021). IOT-based in situ condition monitoring of semiconductor fabrication equipment for e-maintenance. *Emerald Insight*. doi:<https://doi.org/10.1108/JQME-10-2020-0113>
- Liu, M. D. (2021). The application of digital technology in gambling industry. *Emerald Insight*, 1685-1705. doi:<https://doi.org/10.1108/APJML-11-2020-0778>
- M., T. M. (2020). Detecting coronavirus contact using internet of things. *Emerald Insight*, 447-456. doi:<https://doi.org/10.1108/IJPCC-07-2020-0074>

- Maceli, M. (2020). Internet of things in the archives: novel tools for environmental monitoring of archival collections. *Emerald Insight*, 201-220. doi:<https://doi.org/10.1108/RMJ-08-2019-0046>
- Manalu, S. M. (2017). OBD-II and raspberry Pi technology to diagnose car's machine current condition: study literature. *Emerald Insight*, 15-21. doi:<https://doi.org/10.1108/LHTN-06-2017-0041>
- Manosalva Barrera, N. E. (2018). Arquitectura tecnológica IoT para la trazabilidad de productos frescos. *Revista Cubana de Ciencias Informáticas*, 28-42. Retrieved from http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2227-18992018000100003&lng=es&tlng=es
- Mattera, M. a. (2021). Facing TBL with IoT: creating value and positively impacting business processes. *Emerald Insight*. doi:<https://doi.org/10.1108/SRJ-02-2020-0074>
- Momeni, K. a. (2018). Remote monitoring in industrial services: need-to-have instead of nice-to-have. *Emerald Insight*, 792-803. doi:<https://doi.org/10.1108/JBIM-10-2015-0187>
- N.V., R. M. (2020). Detection and monitoring of the asymptotic COVID-19 patients using IoT devices and sensors. *Emerald Insight*. doi:<https://doi.org/10.1108/IJPCC-08-2020-0107>
- Nazir, A. M. (2020). Exploring compression and parallelization techniques for distribution of deep neural networks over Edge–Fog continuum – a review. *Emerald Insight*, 331-364. doi:<https://doi.org/10.1108/IJICC-04-2020-0038>
- Pitt, T. (1997). Data requirements for the prioritization of predictive building maintenance. *Emerald Insight*, 97-104. doi:<https://doi.org/10.1108/02632779710160612>
- Politowski, C., Petrillo, F., & Guéhéneuc, Y.-G. (2020). Improving Engagement Assessment in Gameplay Testing Sessions using IoT Sensors. *ACM Digital Library*, 655–659. doi:<https://doi.org/10.1145/3387940.3392249>
- Ray, P. T. (2019). Novel implementation of IoT based non-invasive sensor system for real-time monitoring of intravenous fluid level for assistive e-healthcare. *Emerald Insight*, 109-123. doi: <https://doi.org/10.1108/CW-01-2019-0008>
- Romero Gelvez, J. I., & Rincón Quintero, B. S. (2020). Aplicación de machine learning en el mantenimiento predictivo industrial con herramientas de código abierto. *Utadeo*, 1-17. Retrieved from <https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/bitstream/handle/20.500.12010/10108/Trabajo%20de%20grado.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Sahara, C. a. (2021). Real-time data integration of an internet-of-things-based smart warehouse: a case study. *Emerald Insight*. doi:<https://doi.org/10.1108/IJPCC-08-2020-0113>
- Satria, D. Y. (2018). Design of Information Monitoring System Flood Based Internet of Things (IoT). *Emerald Insight*, 337-342. doi:<https://doi.org/10.1108/978-1-78756-793-1-00072>
- Sødring, T. R. (2020). A record-keeping approach to managing IoT-data for government agencies. *Emerald Insight*, 221-239. doi:<https://doi.org/10.1108/RMJ-09-2019-0050>
- Sun, X. W. (2021). Data replication techniques in the Internet of Things: a systematic literature review. doi:<https://doi.org/10.1108/LHT-01-2021-0044>
- Tiddens, W. B. (2020). Exploring predictive maintenance applications in industry. *Emerald Insight*. doi:<https://doi.org/10.1108/JQME-05-2020-0029>
- Vijay Kumar, E. a. (2011). Prioritization of maintenance tasks on industrial equipment for reliability: A fuzzy approach. *Emerald Insight*, 109-126. doi:<https://doi.org/10.1108/02656711111097571>
- YNZUNZA, C. I. (2017). Tendencias de la gestión de los activos y el mantenimiento predictivo en la industria. *Revista de Aplicaciones de la Ingeniería*, 30-43. Retrieved from https://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Aplicaciones_de_la_Ingenieria/vol4num11/Revista_Aplicaciones_de_la_Ingenieria_V4_N11_4.pdf
- Yu, Z. S. (2021). Systematic literature review on the security challenges of blockchain in IoT-based smart cities. *Emerald insight*, 25.

ANEXOS

ANEXO A. IEEE1016 y IEEE 830

1. Introducción

La documentación necesaria para desarrollar el proyecto fue previa a la implementación y durante el tiempo del proyecto, dicha implementación fue con base a los requerimientos y diseños previos para la construcción de la interfaz gráfica de la plataforma, así como también, los requerimientos solicitados para el comportamiento para cada sección dividido por módulos, también se consideró la utilización de tablas para la descripción el proceso y comportamiento de estos.

La documentación necesaria para desarrollar el proyecto fue previa a la implementación y durante el tiempo del proyecto, dicha implementación fue con base a los requerimientos y diseños previos para la construcción de la interfaz gráfica de la plataforma, así como también, los requerimientos solicitados para el comportamiento para cada sección dividido por módulos, también se consideró la utilización de tablas para la descripción el proceso y comportamiento de estos.

1.1 Propósito

El propósito del documento es describir la estructura para el desarrollo del diseño detallado de la plataforma web. Esta muestra la división de la solución IoT en módulos individuales de software para mostrar de forma sencilla el diseño de la solución. Además, describe la interacción entre estos módulos para contener toda la información requerida por el programador para escribir el código necesario para la implementación.

1.2 Alcances

El alcance del documento no pretende abarcar la descripción exhaustiva de ninguno de los diferentes módulos, el proyecto se apoyó por medio de diagramas basados en uml para puntualizar los procesos establecido para cada módulo de la plataforma IoT.

2. Referencia con la Norma IEE830

Requisitos específicos (IEEE830):

No realizar modificaciones al Hardware lógico de las máquinas.

Utilizar un micro compatible para comunicación en red inalámbrica wifi.

Diseñar una placa base y módulos reemplazables.

Generar la documentación para el soporte de las peticiones a servicio API (Peticiones HTTP, (GET POST)).

Requisitos de rendimiento (IEEE830):

Leer cada 10 minutos el estatus de la máquina (condiciones de temperatura, puestas, actuadores y encendido o apagado de máquina).

Restricciones de diseño (IEEE830):

Diseño de la placa deber se a dos capas y módulos deber ser reemplazables.

La plataforma debe contar un diseño de tipo dashboard con sus partes como menú principal, sección para visitar la documentación y sus respectivas secciones para cada módulo.

Funciones (IEEE830):

Clase erb, role, usuario, sensor y estadístico.

Atributos id, name, passw, token y serie.

Métodos crud para ERB, role, Usuario, sensor y estadístico.

Método conexión wifi y gprs para modulo ERB.

Método petición http post para registro ERB por medio de la API.

Método obtención de token para envió de datos con modulo ERB.

Atributos del sistema (IEEE830):

Obtener reporte desde plataforma para los analistas para hacer las rutas dinámicas.

Análisis de la máquina para establecer un programa de mantenimiento de la máquina.

Saber las condiciones de la máquina en tiempo real para el área de mantenimiento.

Detección de alerta de posible manipulación de la maquina.

Requisitos (IEEE830):

Detección de encendido y apagado de la maquina.

Formato para entrada de datos generados por el módulo ERB (event register board) y envío de datos al VPS (servidor virtual privado) IoT.

Formato de avance para la entrega de demo versión 2.0.

3. Descripción de la descomposición del proyecto

Para la implementación con base a la descripción por módulos, fue necesario la separación según el comportamiento de cada sección, considerando que cada módulo fue basado en la tecnología MVC, por lo tanto, la información obtenida para los módulos usuario, roles con permisos, erb, sensor y estadístico.

3.1 Descomposición en módulos

El módulo usuario permite registrar, autenticar para el uso de la plataforma IoT-Hotspot este servicio estará disponible por medio de consulta url web.

El módulo role permite crear, editar, ver y eliminar roles para usuarios en la plataforma IoT-Hotspot este servicio estará disponible por medio de consulta url web.

El módulo ERB permite crear, editar, ver y eliminar ERB objetos para usuarios en la plataforma IoT-Hotspot este servicio estará disponible por medio de consulta url web.

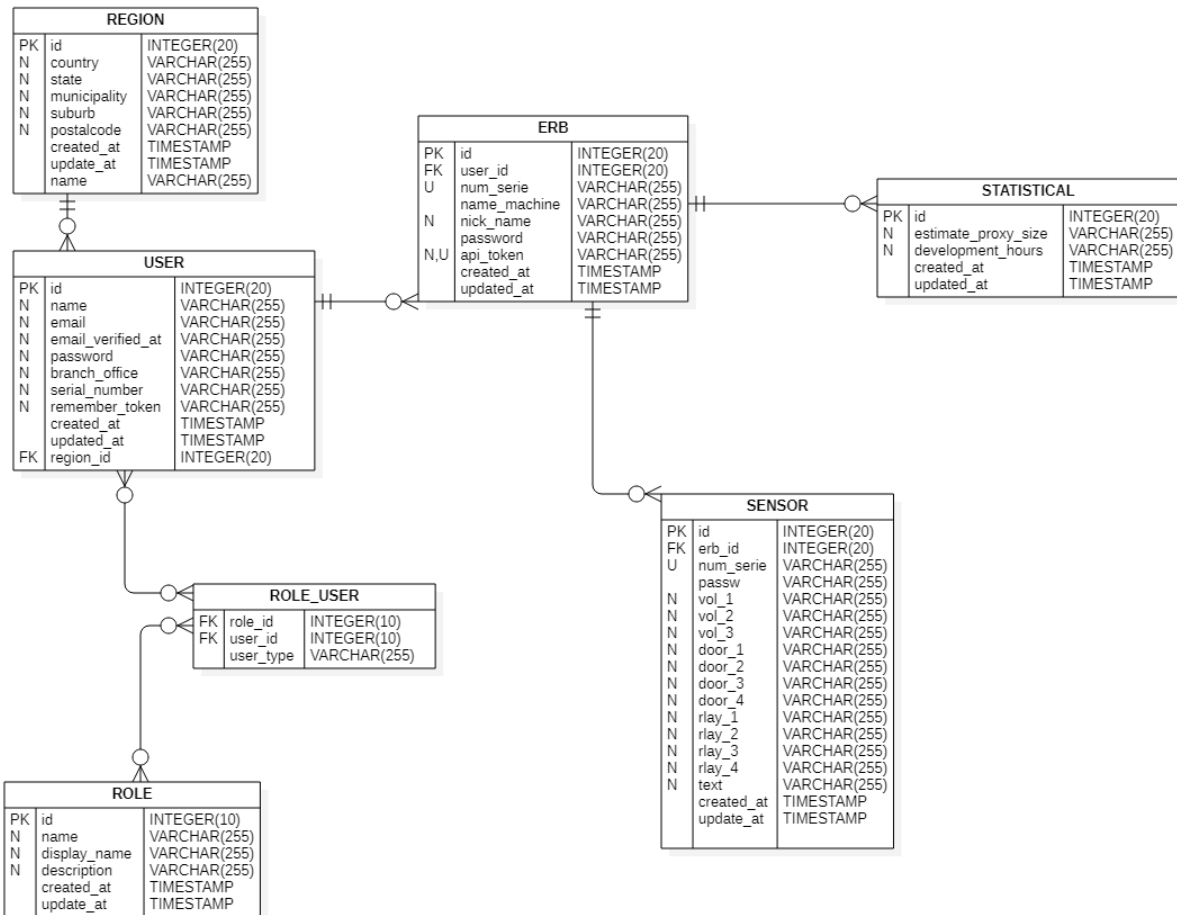
El módulo sensor permite crear, editar, ver y eliminar sensor objetos para usuarios en la plataforma IoT-Hotspot este servicio estará disponible por medio de consulta url web.

El módulo estadístico permite crear, editar, ver y eliminar estadísticos objetos para usuarios en la plataforma IoT-Hotspot este servicio estará disponible por medio de consulta url web.

3.2 Descomposición de los datos

La descomposición de la información fue necesaria la utilización de diagramas en uml, así como también para el diseño de los datos, para esto se listaron las tablas junto con la descripción de los atributos que la contiene.

Modelación DER:



Diccionario de datos:

users

Columna	Tipo	Nulo	Predeterminado	Enlaces a	Comentarios	Media (MIME) type
id (<i>Primaria</i>)	bigint(20)	No				
region_id	bigint(20)	Sí	NULL	regions -> id		
name	varchar(255)	No				
email	varchar(255)	No				
email_verified_at	timestamp	Sí	NULL			
password	varchar(255)	No				
branch_office	varchar(255)	Sí	NULL			
serial_number	varchar(255)	Sí	NULL			
remember_token	varchar(100)	Sí	NULL			
created_at	timestamp	Sí	NULL			
updated_at	timestamp	Sí	NULL			

Índices

Nombre de la clave	Tipo	Único	Empaquetado	Columna	Cardinalidad	Cotejamiento	Nulo	Comentario
PRIMARY	BTREE	Sí	No	id	5	A	No	
users_email_unique	BTREE	Sí	No	email	5	A	No	
users_region_id_foreign	BTREE	No	No	region_id	2	A	Sí	

password_resets

Columna	Tipo	Nulo	Predeterminado	Enlaces a	Comentarios	Media (MIME) type
email	varchar(255)	No				
token	varchar(255)	No				
created_at	timestamp	Sí	NULL			

Índices

Nombre de la clave	Tipo	Único	Empaquetado	Columna	Cardinalidad	Cotejamiento	Nulo	Comentario
password_resets_email_index	BTREE	No	No	email	0	A	No	

roles

Columna	Tipo	Nulo	Predeterminado	Enlaces a	Comentarios	Media (MIME) type
id (<i>Primaria</i>)	int(10)	No				
name	varchar(255)	No				
display_name	varchar(255)	Sí	NULL			
description	varchar(255)	Sí	NULL			
created_at	timestamp	Sí	NULL			
updated_at	timestamp	Sí	NULL			

Índices

Nombre de la clave	Tipo	Único	Empaquetado	Columna	Cardinalidad	Cotejamiento	Nulo	Comentario
PRIMARY	BTREE	Sí	No	id	7	A	No	
roles_name_unique	BTREE	Sí	No	name	7	A	No	

role_user

Columna	Tipo	Nulo	Predeterminado	Enlaces a	Comentarios	Media (MIME) type
role_id (<i>Primaria</i>)	int(10)	No		roles -> id		
user_id (<i>Primaria</i>)	int(10)	No				
user_type (<i>Primaria</i>)	varchar(255)	No				

Índices

Nombre de la clave	Tipo	Único	Empaquetado	Columna	Cardinalidad	Cotejamiento	Nulo	Comentario
PRIMARY	BTREE	Sí	No	user_id	23	A	No	
				role_id	23	A	No	
				user_type	23	A	No	
role_user_role_id_foreign	BTREE	No	No	role_id	23	A	No	

sensors

Columna	Tipo	Nulo	Predeterminado	Enlaces a	Comentarios	Media (MIME) type
id (<i>Primaria</i>)	bigint(20)	No				
erb_id	bigint(20)	Si	0	erbs -> id		
num_serie	varchar(255)	Si	NULL			
passw	varchar(255)	Si	NULL			
vol_1	varchar(255)	Si	NULL			
vol_2	varchar(255)	Si	NULL			
vol_3	varchar(255)	Si	NULL			
door_1	varchar(255)	Si	NULL			
door_2	varchar(255)	Si	NULL			
door_3	varchar(255)	Si	NULL			
door_4	varchar(255)	Si	NULL			
rlay_1	varchar(255)	Si	NULL			
rlay_2	varchar(255)	Si	NULL			
rlay_3	varchar(255)	Si	NULL			
rlay_4	varchar(255)	Si	NULL			
text	varchar(255)	Si	NULL			
created_at	timestamp	Si	NULL			
updated_at	timestamp	Si	NULL			

Índices

Nombre de la clave	Tipo	Único	Empaquetado	Columna	Cardinalidad	Cotejamiento	Nulo	Comentario
PRIMARY	BTREE	Si	No	id	10	A	No	
sensors_num_serie_unique	BTREE	Si	No	num_serie	10	A	Si	
sensors_erb_id_foreign	BTREE	No	No	erb_id	2	A	Si	

erbs

Columna	Tipo	Nulo	Predeterminado	Enlaces a	Comentarios	Media (MIME) type
id (<i>Primaria</i>)	bigint(20)	No				
user_id	bigint(20)	Sí	NULL	users -> id		
num_serie	varchar(255)	Sí	NULL			
name_machine	varchar(255)	No				
nick_name	varchar(255)	No				
password	varchar(255)	No	erb123			
api_token	varchar(255)	No				
created_at	timestamp	Sí	NULL			
updated_at	timestamp	Sí	NULL			

Índices

Nombre de la clave	Tipo	Único	Empaquetado	Columna	Cardinalidad	Cotejamiento	Nulo	Comentario
PRIMARY	BTREE	Sí	No	id	9	A	No	
erbs_api_token_unique	BTREE	Sí	No	api_token	9	A	No	
erbs_num_serie_unique	BTREE	Sí	No	num_serie	9	A	Sí	
erbs_user_id_foreign	BTREE	No	No	user_id	2	A	Sí	

statisticals

Columna	Tipo	Nulo	Predeterminado	Enlaces a	Comentarios	Media (MIME) type
id (<i>Primaria</i>)	bigint(20)	No				

estimate_proxy_size	varchar(255)	Sí	NULL			
development_hours	varchar(255)	Sí	NULL			
created_at	timestamp	Sí	NULL			
updated_at	timestamp	Sí	NULL			

Índices

Nombre de la clave	Tipo	Único	Empaquetado	Columna	Cardinalidad	Cotejamiento	Nulo	Comentario
PRIMARY	BTREE	Sí	No	id	10	A	No	

4. La Descripción de las dependencias

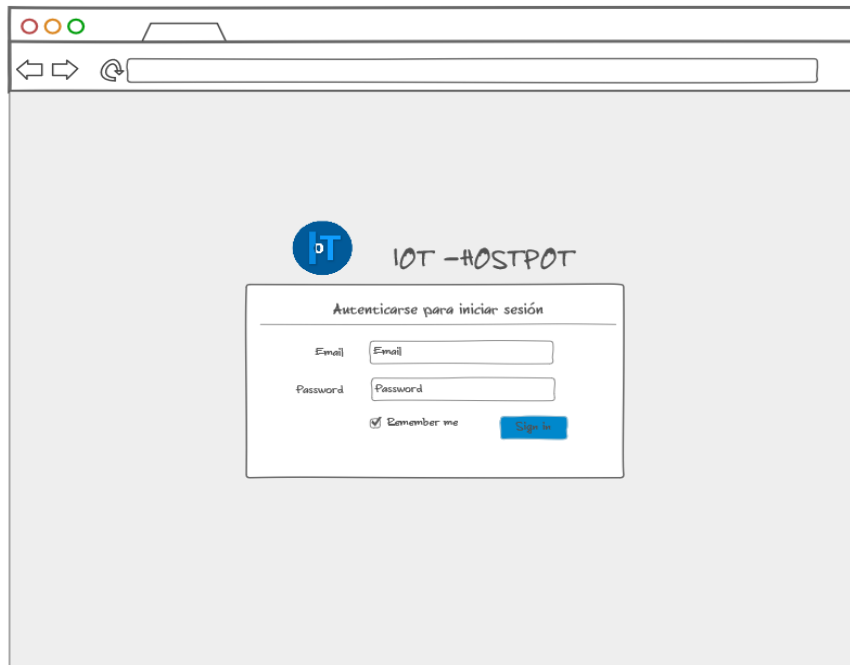
Los módulos son Independientes tanto como para usuario, role, erb, sensor y estadístico. La arquitectura y la tecnología implementada utilizando mvc y un crud. Existe dependencia a nivel modelo, debido a que es posible crear objetos sin relación entre los modelos para role, erb, user, sensor y estadístico.

5. La Descripción de las Interfaces

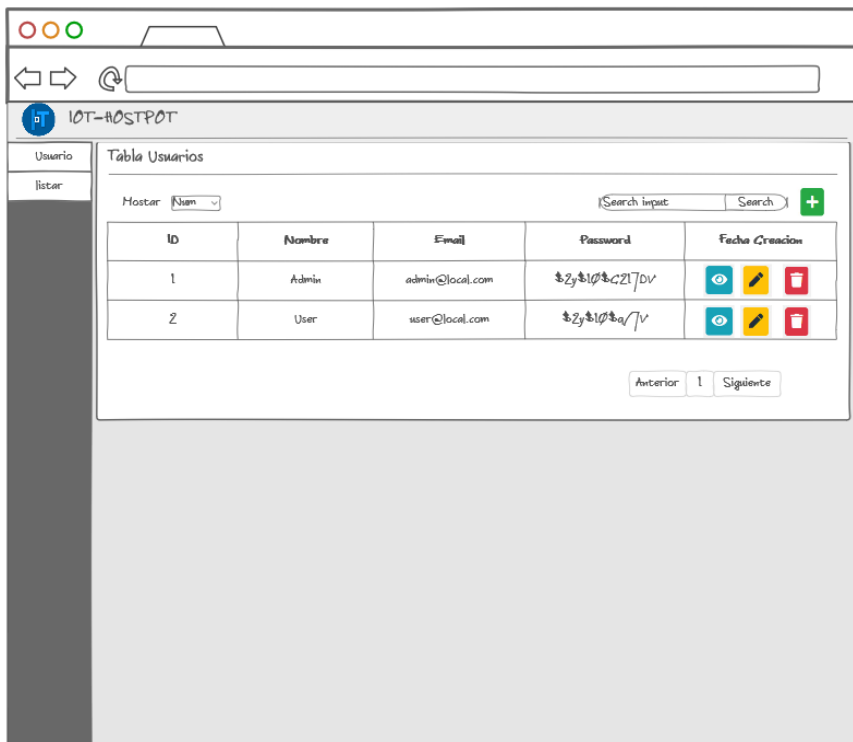
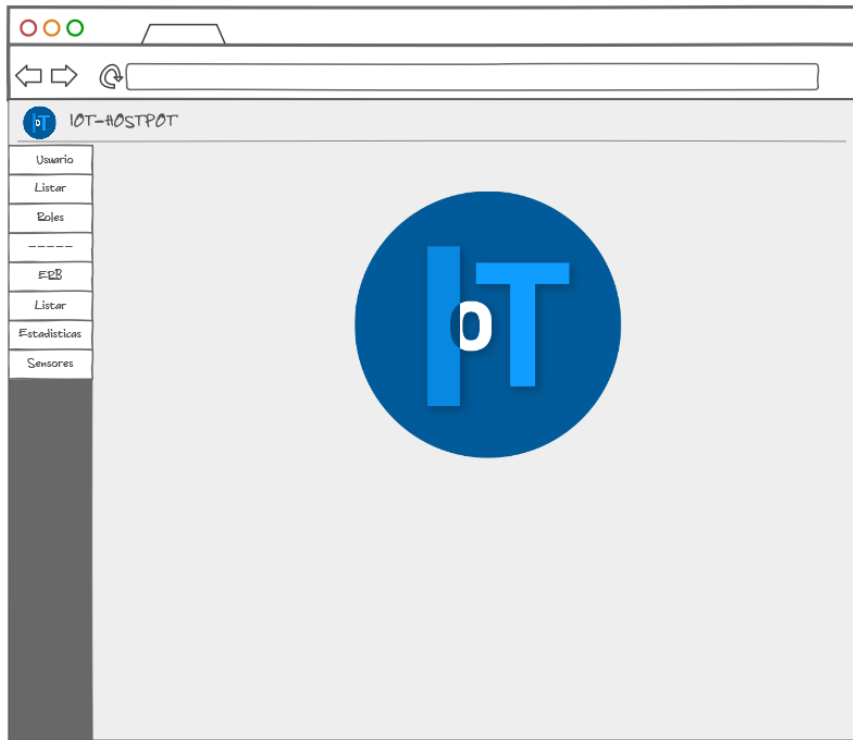
La consideración para creación de la interfaz fue orientada los usuarios que por medio de una interfaz gráfica fue posible el análisis de la información, esta cuenta con varias vistas basada en los principios de Gestalt, donde se consideró para cada sección, desde los colores así como también la ubicación de los botones y su comportamiento, el tamaño de ventanas para así permitir ser una interfaz responsiva compatible para diferente tamaños de ventanas, tomando como base la utilización de la tecnología MVC, previo a la construcción por medio de código de programación se realizaron diseños moc que apoyaron en la realización de la interfaz gráfica.

5.1 Interfaz de módulos

Vista de autenticación.



Vista bienvenida.




Vista editar usuarios.

The screenshot shows a web browser window with a navigation bar containing the logo 'IoT-#OSTPOT'. A sidebar on the left has a menu with 'Editar' selected. The main content area is titled 'Editar Usuario' and contains the following form fields:

- Nombre:
- Email:
- Password:
- Asignar tipo de Usuario:

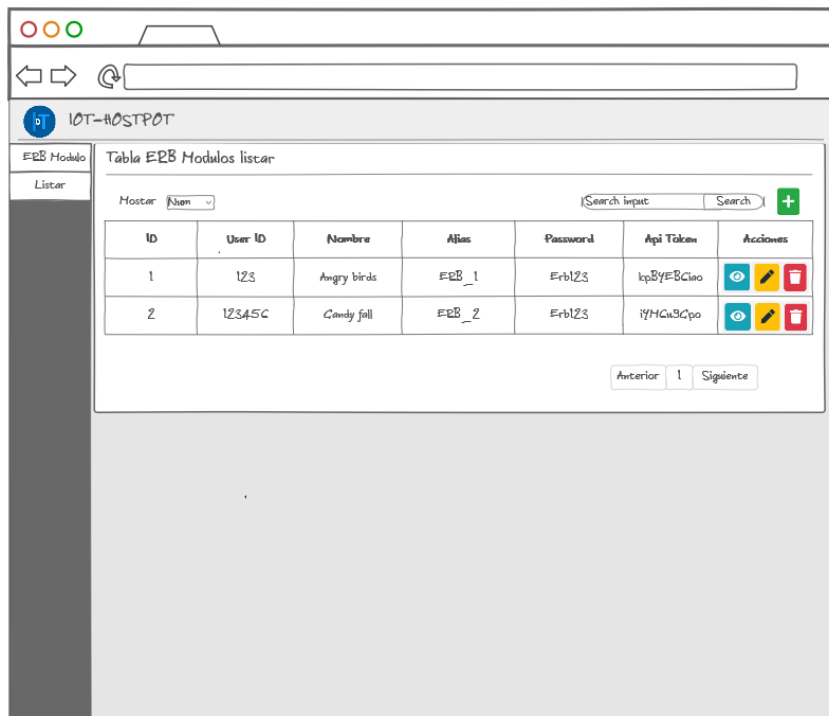
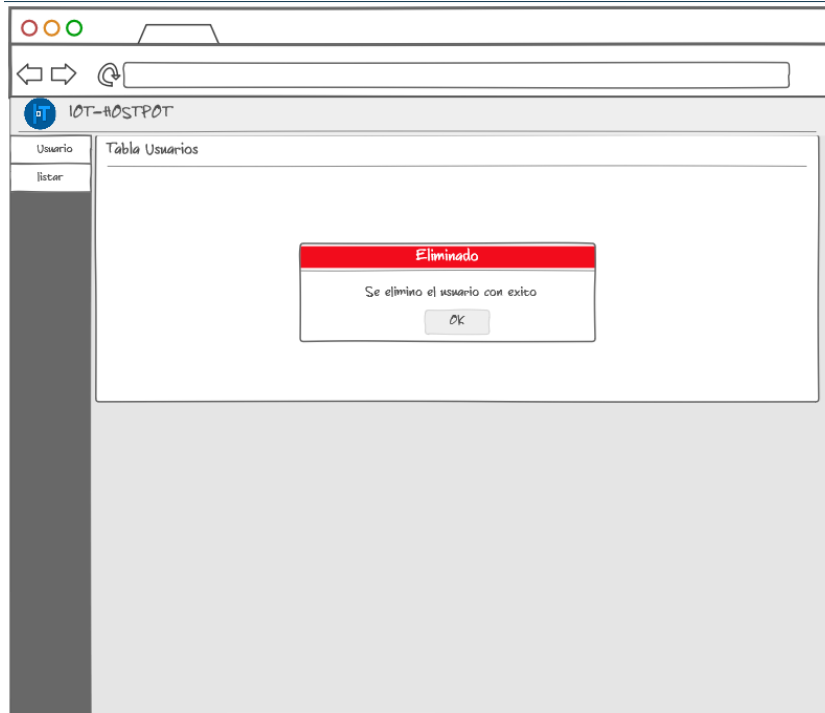
At the bottom of the form are two buttons: 'Enviar' (highlighted in yellow) and 'Cancelar'.

The screenshot shows the 'Ver Usuario' view in the same web application. The sidebar menu now has 'Ver' selected. The main content area is titled 'Ver Usuario' and displays the user details in a table format:

	
Nombre	Admin
Email	Admin@local.com
Contraseña	12345
Tipo de Usuario	admin

At the bottom of the view is a blue button labeled 'Regresar'.

Vista eliminar usuario.



Vista listar roles.

Tabla Roles

Mostrar: Num

Search input Search +

ID	Num Codigo	Num Vista	Descripcion	Fecha Creacion
Root	Root	Root	Root	
Admin	admin	admin	admin	

Anterior 1 Sigüente

Tabla Estadistica listar

Mostrar: Num

Search input Search +

ID	Tamaño Estimado	Intervalo de tiempo	Numero de envio	Hora de llegada	Acciones
1	100	20	1	2021-11-12 09:12	
2	150	10	5	2021-11-12 11:45	

Anterior 1 Sigüente

Tabla Estadisticas

Mostrar: Num

ID	Media	Desviacion estandar	Media valor Actual	Desv. estandar Actual
text	text	text		

Anterior 1 Sigüente

6. Diseño detallado (IEEE-830)

Tablas detalladas de casos de uso

IoT-Hotspot-1	
Módulo de usuario para listar, editar, crear, eliminar y ver.	
Caso de uso: IoT001	RF:001
Nombre: IoT-Hotspot-1	
Descripción	
El módulo usuario para login y crud debe permitir registrar, autenticar para el uso de la plataforma IoT-Hotspot este servicio estará disponible por medio de consulta url web.	
Prioridad: Alta	Elabora: Francisco Javier Flores Zermeño
Fecha Elaboración: 28/01/2021	Fecha última modificación: 28/01/2021
Actor principal: Usuario	Actor Secundario: Plataforma Web

Precondición	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Dirección url existente. 2. Validación simple donde exista el nombre de usuario y contraseña. 3. De no contar con un registro previo, debe poderse registrar solicitando nombre, correo y contraseña. 4. Posterior a la autenticación enviar al usuario a la vista de listar usuario como vista de bienvenida. 5. Contener una sección para editar usuarios registrados para dato nombre, correo y contraseña. 6. Contener una sección para crear usuarios con datos de nombre, correo y contraseña. 7. Contener un botón para eliminar usuario con un clic. 8. Contener sección para filtrar y solo ver datos del usuario solicitado. 	
Sección de actividades	
Curso Normal de Eventos	
Acciones del actor	Respuesta del sistema
<ol style="list-style-type: none"> 1. Introducir correo y contraseña. 4. Mostrar en lista los usuarios. 	<ol style="list-style-type: none"> 2. Validar credenciales en tabla de usuarios registrados. 3. Enviar al usuario a vista de bienvenida.
Curso alternativo de eventos	
Acciones del actor	Respuesta del sistema

CA001: Múltiples forma de login. 1. Autenticar por escrito o clave. 2. Introducir contraseña de menos de 5 caracteres.	3. Registrar con alias de usuario. 4. Opciones de contraseña propuesta por el sistema con nivel de seguridad.
Excepciones	
Acciones del actor	Respuesta del sistema
E001: El usuario introduce parámetros no válidos. 1. Usuario ingreso correo o alias no registrado. 2. Usuario ingresa contraseña invalida. 3. Usuario intenta login en más de 3 ocasiones.	4. Notificar de usuario no encontrado. 5. Notificar de contraseña no encontrada. 6. Notificar para esperar 1 minutos para volver a intentar.

IoT-Hotspot-2	
Módulo de role para listar, editar, crear, eliminar y ver.	
Caso de uso: IoT002	RF:002
Nombre: IoT-Hotspot-2	
Descripción	
El módulo role debe permitir crear, editar, ver y eliminar roles para usuarios en la plataforma IoT-Hotspot este servicio estará disponible por medio de consulta url web.	
Prioridad: Alta	Elabora: Francisco Javier Flores Zermeno
Fecha Elaboración: 28/01/2021	Fecha última modificación: 28/01/2021
Actor principal: Usuario	Actor Secundario: Plataforma Web

Precondición	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Dirección url existente. 2. Para crear un role se debe contar con el nombre y descripción del role. 3. Para editar un role se debe contar con el nombre y descripción del role renombrar. 4. Para eliminar un role de debe contar con numero id y seleccionar el role. 5. Para erb, un role de debe contar con numero id y seleccionar el role. 6. Para listar los roles se debe contar con roles registrados. 	
Sección de actividades	
Curso Normal de Eventos	
Acciones del actor	Respuesta del sistema
<ol style="list-style-type: none"> 1. Solicitar lista de roles. 4. Mostrar roles en tabla. 5. Seleccionar botón ver. 7. Seleccionar botón editar. 9. Seleccionar botón de crear. 11. Eliminar role. 	<ol style="list-style-type: none"> 2. Consultar la tabla de roles y regresar la lista. 3. Mostrar botón de crear, editar, ver y eliminar. 6. Mostrar solo el role seleccionado en vista. 8. Solicitar nombre, descripción e id para modificar role. 10. Solicitar nombre, descripción para crear role. 12. Confirmación de eliminación de role.
Curso alternativo de eventos	
Acciones del actor	Respuesta del sistema

CA002: Ya existe el role que intenta capturar 1. Registra nombre de role ya existente. 2. No poner descripción del role.	3. Opción de renombrar un role valido aleatorio. 4. Agregar el role con campo vacío para descripción de role.
Excepciones	
Acciones del actor	Respuesta del sistema
E001: El usuario introduce parara metros no validos 1. Usuario ingreso números en vez de caracteres en nombre de role. 2. Usuario intenta cambiar el id de role irrepetible.	3. Rechazar petición sin hacer cambios. 4. Rechazar petición sin realizar los cambios y notificar error en dashboard.

IoT-Hotspot-3	
Módulo de ERB para listar, editar, crear, eliminar y ver.	
Caso de uso: IoT003	RF:003
Nombre: IoT-Hotspot-3	
Descripción El módulo ERB debe permitir crear, editar, ver y eliminar objetos para usuarios en la plataforma IoT-Hotspot este servicio estará disponible por medio de consulta url web.	
Prioridad: Alta	Elabora: Francisco Javier Flores Zermeño
Fecha Elaboración: 28/01/2021	Fecha última modificación: 28/01/2021
Actor principal: Usuario	Actor Secundario: Plataforma Web

Precondición	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Dirección url existente. 2. Para crear un role se debe contar con el nick_name, name_machine y password del ERB. 3. Para editar un ERB se debe contar con el nick_name, name_machine y password del ERB a renombrar. 4. Para eliminar un ERB de debe contar con numero id y seleccionar el ERB. 5. Para Ver un ERB de debe contar con numero id y seleccionar el ERB. 6. Para Listar los ERB se debe contar con ERB registrados. 	
Sección de actividades	
Curso Normal de Eventos	
Acciones del actor	Respuesta del sistema
<ol style="list-style-type: none"> 1. Solicitar lista de ERB. 4. Mostrar ERB en tabla. 5. Seleccionar botón ver. 7. Seleccionar botón editar. 9. Seleccionar botón de crear 11. Eliminar ERB. 	<ol style="list-style-type: none"> 2. Consultar la tabla de ERB y regresar la lista. 3. Mostrar botón de crear, editar, ver y eliminar. 6. Mostrar solo el ERB seleccionado en vista. 8. Solicitar nombre, descripción e id para modificar ERB. 10. Solicitar nombre, descripción para crear ERB. 12. Confirmación de eliminación de ERB.
Curso alternativo de eventos	
Acciones del actor	Respuesta del sistema

CA002: Sugerir datos automáticos para ERB. 1. Registra nick_name de ERB ya existente. 2. No poner name_machine del ERB.	3. Opción de renombrar un ERB valido aleatorio 4.-Agrar el ERB con campo vacío para name_machine de ERB.
Excepciones	
Acciones del actor	Respuesta del sistema
E001: El usuario introduce para metros no validos 1. Usuario ingreso números en vez de caracteres en nick_name de ERB. 2. Usuario intenta cambiar el id de ERB irrepetible.	3. Rechazar petición sin hacer cambios. 4. Rechazar petición sin realizar los cambios y notificar error en dashboard.

IoT-Hotspot-4	
Módulo de sensor para listar, editar, crear, eliminar y ver.	
Caso de uso: IoT004	RF:004
Nombre: IoT-Hotspot-4	
Descripción	
El módulo sensor debe permitir crear, editar, ver y eliminar sensors objetos para usuarios en la plataforma IoT-Hotspot este servicio estará disponible por medio de consulta url web.	
Prioridad: Alta	Elabora: Francisco Javier Flores Zermeño
Fecha Elaboración: 28/01/2021	Fecha última modificación: 28/01/2021
Actor principal: Usuario	Actor Secundario: - Plataforma Web

Precondición	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Dirección url existente. 2. Para crear un sensor se debe contar con el num_serie, erb_id y password del sensor. 3. Para editar un sensor se debe contar con el num_serie, erb_id y password del sensor a renombrar. 4. Para eliminar un sensor de debe contar con numero id y seleccionar el sensor. 5. Para ver un sensor de debe contar con numero id y seleccionar el sensor. 6. Para listar los sensores se debe contar con sensor registrados. 	
Sección de actividades	
Curso Normal de Eventos	
Acciones del actor	Respuesta del sistema
<ol style="list-style-type: none"> 1. Solicitar lista de sensores. 4. Mostrar sensores en tabla. 5. Seleccionar botón ver. 7. Seleccionar botón editar. 9. Seleccionar botón de crear 11. Eliminar sensor. 	<ol style="list-style-type: none"> 2. Consultar la tabla de sensor y regresar la lista. 3. Mostrar botón de crear, editar, ver y eliminar. 6. Mostrar solo el sensor seleccionado en vista. 8. Solicitar num_serie, password e erb_id para modificar sensor. 10. Solicitar num_serie, password y erb_id para crear sensor. 12. Confirmación de eliminación de sensor.
Curso alternativo de eventos	
Acciones del actor	Respuesta del sistema

<p>CA002: Ya existe el sensor que intenta capturar</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Registrar num_serie de sensor ya existente. 2. No mostrar num_serie y erb_id del sensor. 	<ol style="list-style-type: none"> 3. Opción de renombrar un sensor valido aleatorio 4. Agregar el sensor con campo vacío para num_serie de sensor.
<p>Excepciones</p>	
<p>Acciones del actor</p>	<p>Respuesta del sistema</p>
<p>E001: El usuario introduce para metros no validos</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Usuario ingreso números en vez de caracteres en num_serie, password, erb_id de sensor. 2. Usuario intenta cambiar el id de sensor irrepetible. 	<ol style="list-style-type: none"> 3. Rechazar petición sin hacer cambios. 4. Rechazar petición sin realizar los cambios y notificar error en dashboard.

<p>IoT-Hotspot-5</p> <p>Módulo de Estadístico para listar, editar, crear, eliminar y ver.</p>	
<p>Caso de uso: IoT005</p>	<p>RF:005</p>
<p>Nombre: IoT-Hotspot-5</p>	
<p>Descripción</p> <p>El módulo estadístico debe permitir crear, editar, ver y eliminar estadísticos objetos para usuarios en la plataforma IoT-Hotspot este servicio estará disponible por medio de consulta url web.</p>	
<p>Prioridad: Alta</p>	<p>Elabora: Francisco Javier Flores Zermeño</p>
<p>Fecha Elaboración: 28/01/2021</p>	<p>Fecha última modificación: 28/01/2021</p>

Actor principal: Usuario	Actor Secundario: - Plataforma Web
<p>Precondición</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Dirección url existente. 2. Para crear un estadístico se debe contar con él es estimate_proxy y development_hours del estadístico. 3. Para editar un estadístico se debe contar con el estimate_proxy y development_hours del estadístico a renombrar. 4. Para eliminar un dé debe contar con numero id y seleccionar el estadístico. 5. Para ver un Estadístico de debe contar con numero id y seleccionar el estadístico. 6. Para listar los Estadísticos se debe contar con estadístico registrados. 	
Sección de actividades	
Curso Normal de Eventos	
Acciones del actor	Respuesta del sistema
<ol style="list-style-type: none"> 1. Solicitar lista de estadísticos. 4. Mostrar estadísticos en tabla. 5. Seleccionar botón ver. 7. Seleccionar botón editar. 9. Seleccionar botón de crear. 11. Eliminar sensor. 	<ol style="list-style-type: none"> 2. Consultar la tabla de estadísticos y regresar la lista. 3. Mostrar botón de crear, editar, ver y eliminar. 6. Mostrar solo el sensor seleccionado en vista. 8. Solicitar estimate_proxy y development_hours para modificar estadístico. 10. Solicitar estimate_proxy y development_hours para crear estadístico. 12. Confirmación de eliminación de estadístico.

Curso alternativo de eventos	
Acciones del actor	Respuesta del sistema
<p>CA002: Ya existe el estadístico que intenta capturar.</p> <p>1. Registra estimate_proxy y development_hours de estadístico ya existente.</p> <p>2. No poner estimate_proxy y development_hours del estadístico.</p>	<p>3. Opción de renombrar un estadístico valido aleatorio</p> <p>4. Agregar el estadístico con campo vacío para num_serie de estadístico.</p>
Excepciones	
Acciones del actor	Respuesta del sistema
<p>E001: El usuario introduce para metros no válidos.</p> <p>1. Usuario ingreso solo números en vez de caracteres en estimate_proxy y development_hours de estadístico.</p> <p>2. Usuario intenta cambiar el id de estadístico irrepetible.</p>	<p>3. Rechazar petición sin hacer cambios.</p> <p>4. Rechazar petición sin realizar los cambios y notificar error en dashboard.</p>

6.1 Diseño detallado de los módulos

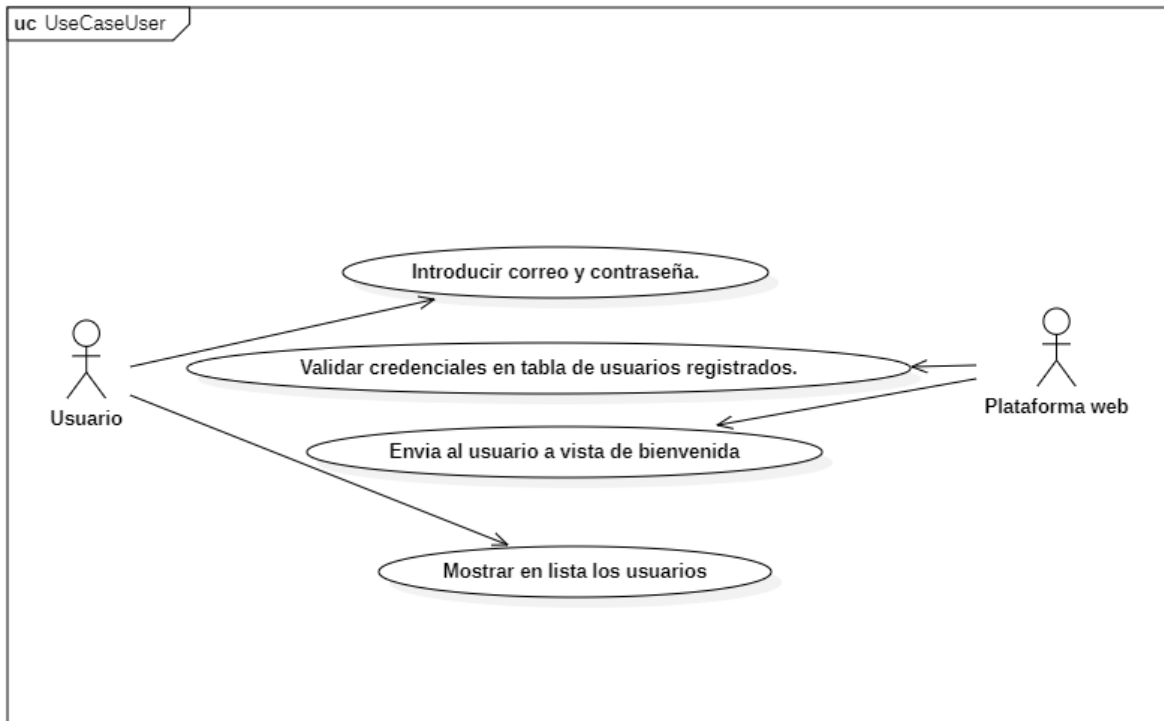
Tabla de requerimientos RF

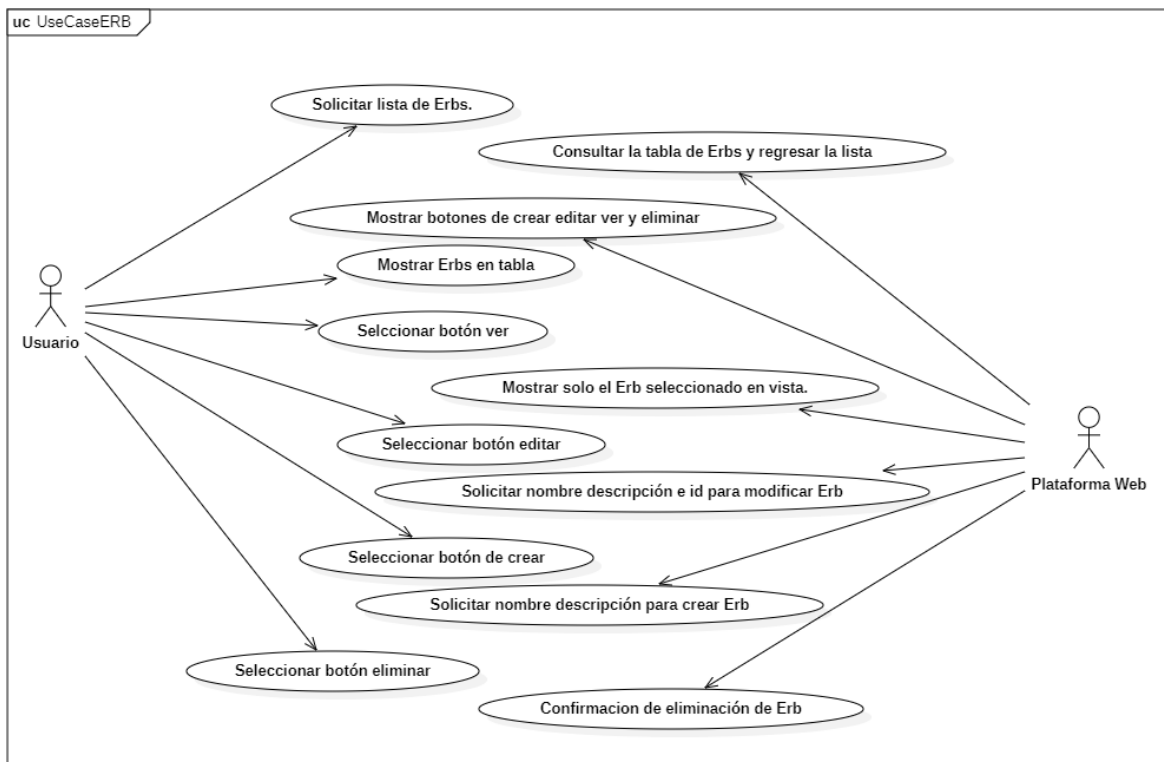
Id Requisito	Nombre del Requerimiento	Descripción del Requerimiento	Usuario
RF001	Módulo de usuario para listar, editar, crear, eliminar y ver.	El módulo usuario para login y crud debe permitir registrar, autenticar para el uso de la plataforma IoT-Hotspot este servicio estará disponible por medio de consulta url web.	Área de mantenimiento y ruta
RF 002	Módulo de role para listar, editar, crear, eliminar y ver.	El módulo role debe permitir crear, editar, ver y eliminar roles para usuarios en la plataforma IoT-Hotspot este servicio estará disponible por medio de consulta url web.	Área de mantenimiento y ruta
RF 003	Módulo de erb para listar, editar, crear, eliminar y ver.	El módulo erb debe permitir crear, editar, ver y eliminar erb objetos para usuarios en la plataforma IoT-Hotspot este servicio estará disponible por medio de consulta url web.	Área de mantenimiento y ruta
RF 004	Módulo de sensor para listar, editar, crear, eliminar y ver	El módulo sensor debe permitir crear, editar, ver y eliminar sensor objetos para usuarios en la plataforma IoT-Hotspot este servicio estará	Área de mantenimiento y ruta

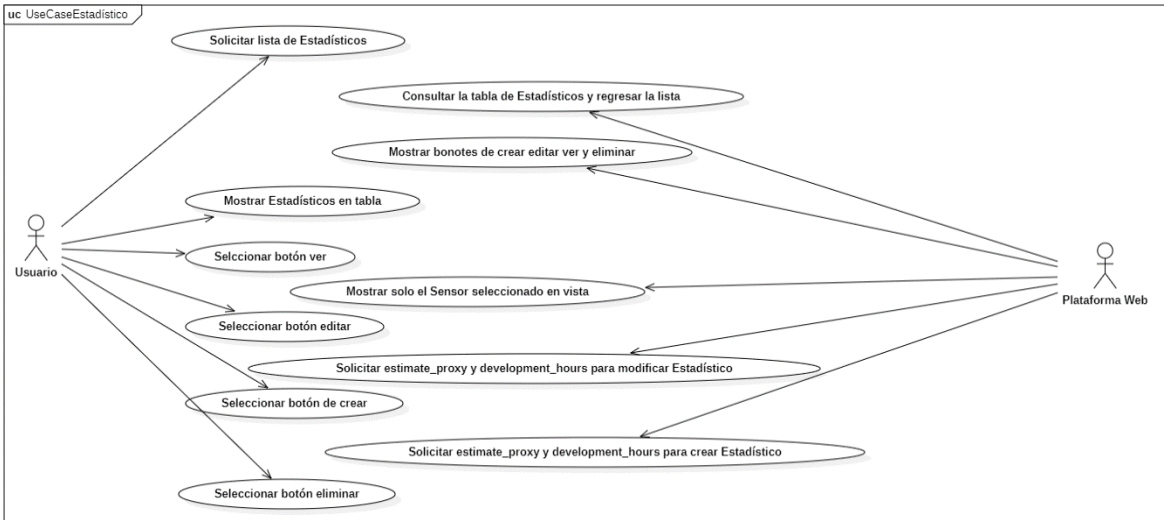
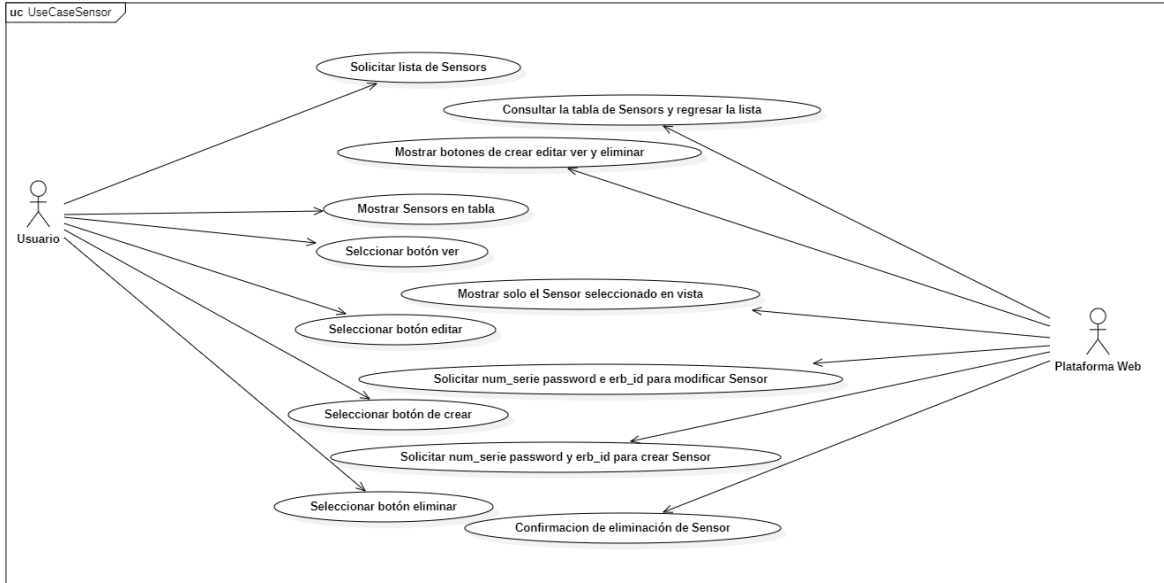
		disponible por medio de consulta url web	
RF 005	Módulo de estadístico para listar, editar, crear, eliminar y ver.	El módulo estadístico debe permitir crear, editar, ver y eliminar estadísticos objetos para usuarios en la plataforma IoT-Hotspot este servicio estará disponible por medio de consulta url web.	Área de mantenimiento y ruta

6.2 Diagramas detallados de los módulos

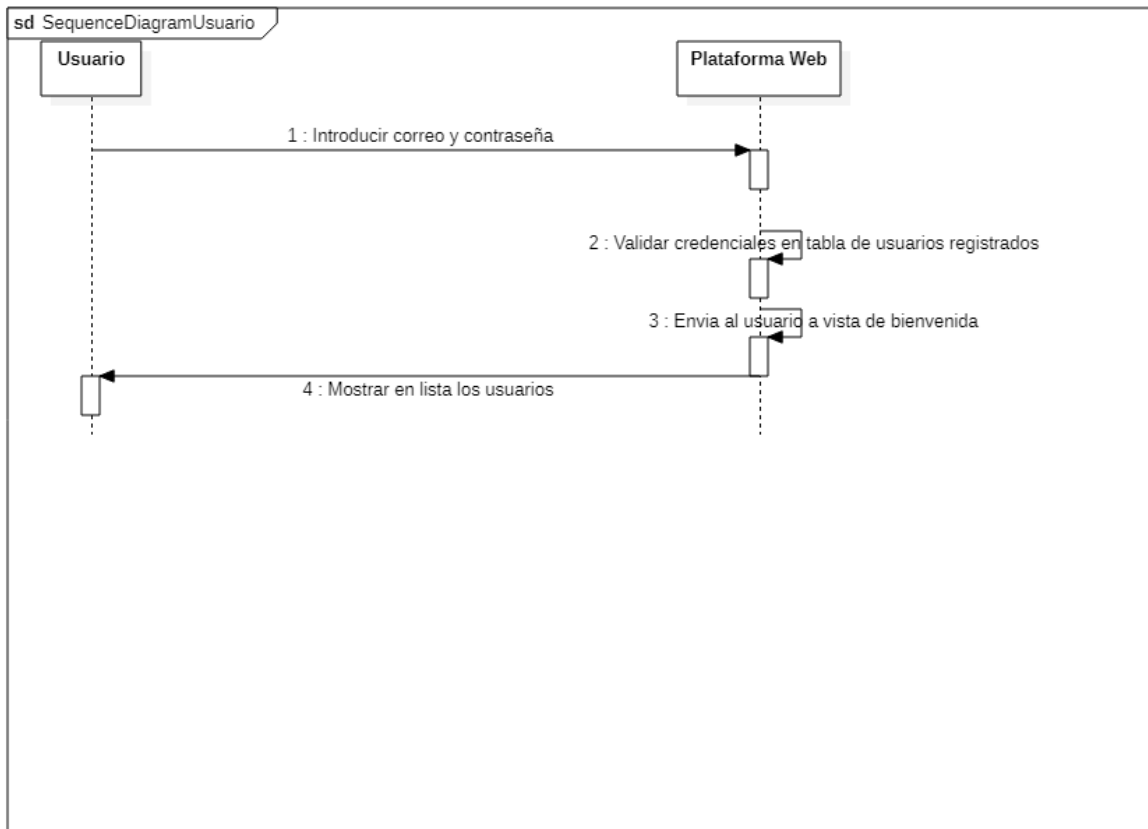
Diagramas de casos de uso

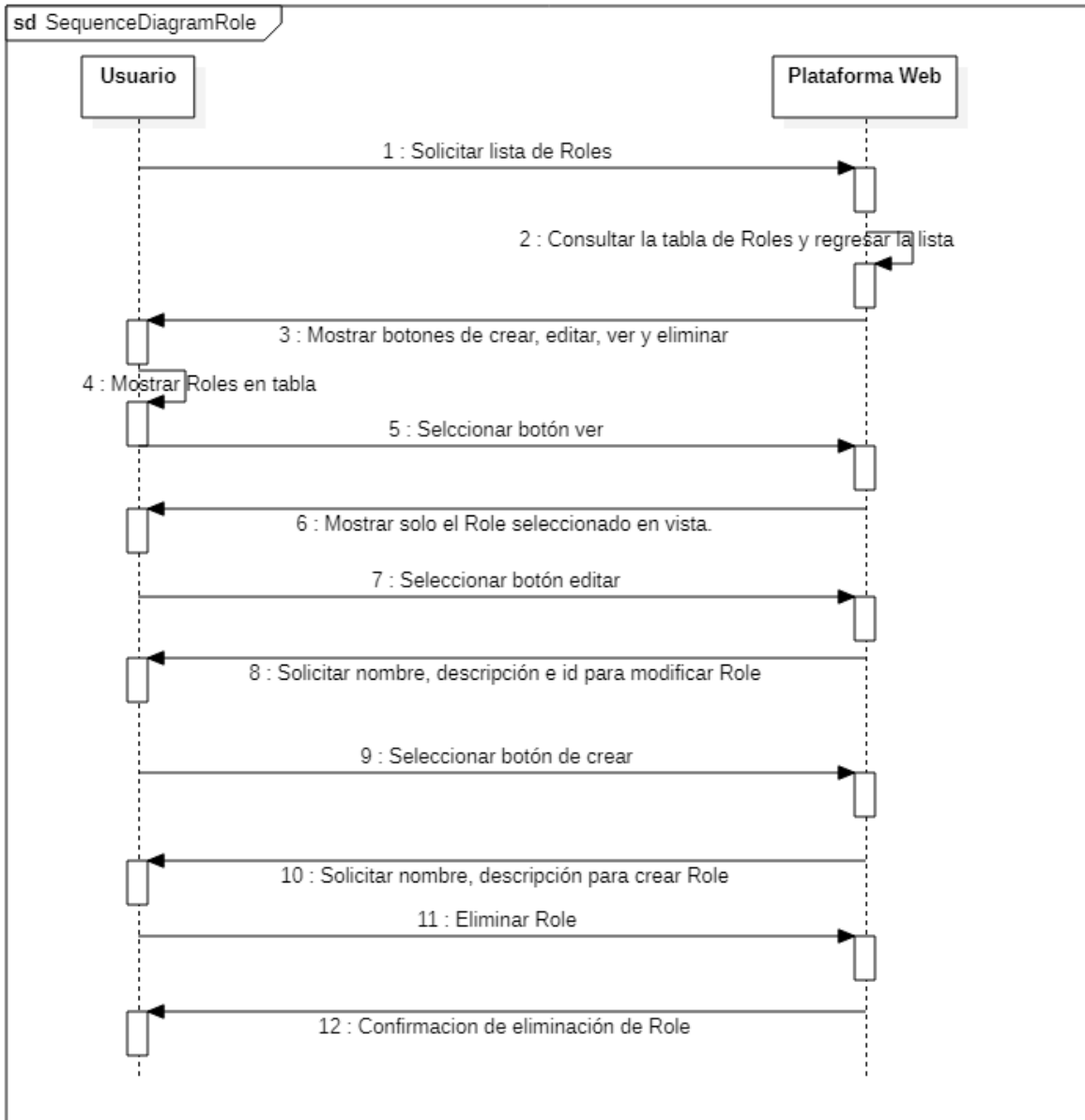


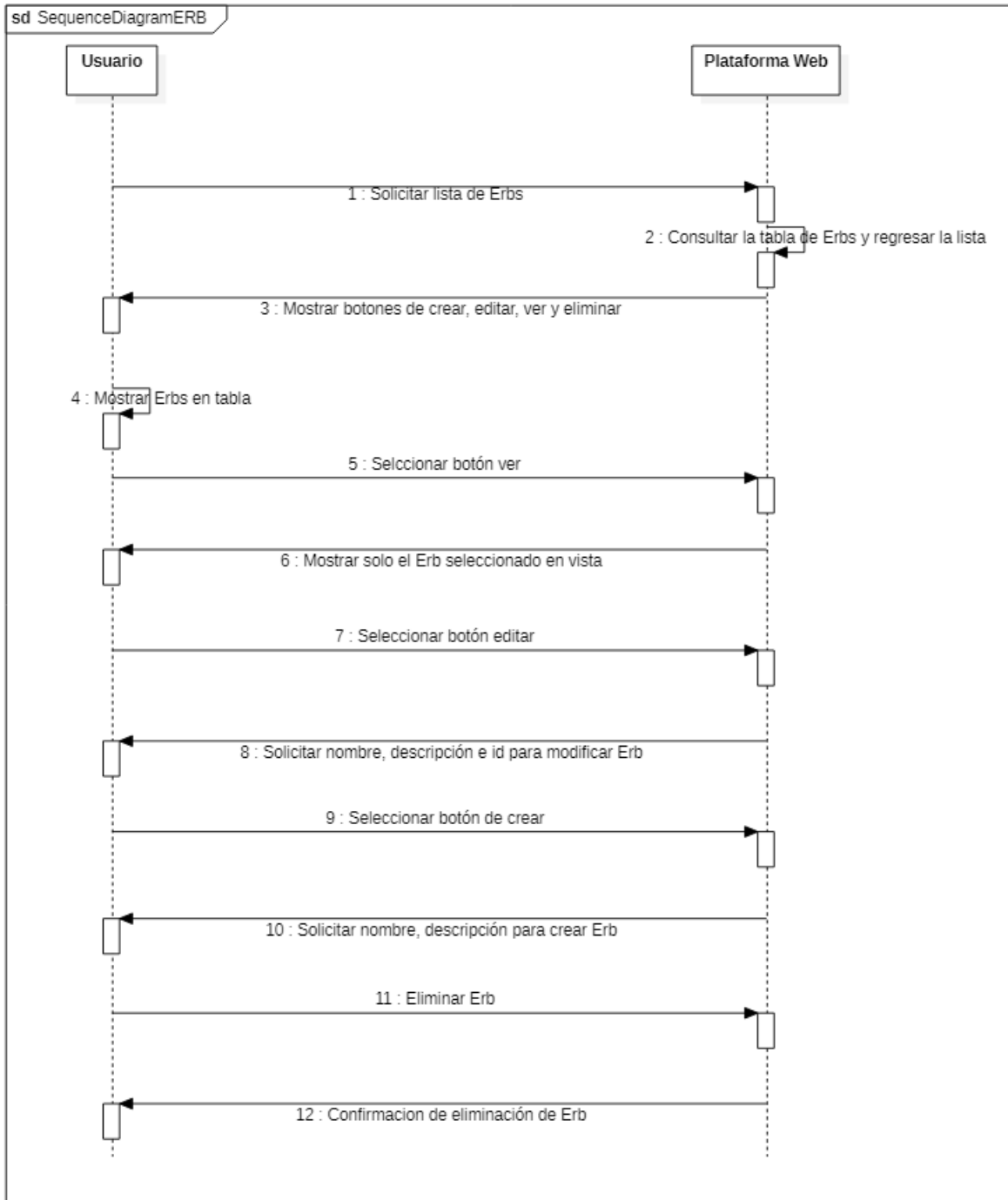




Diagramas de secuencia







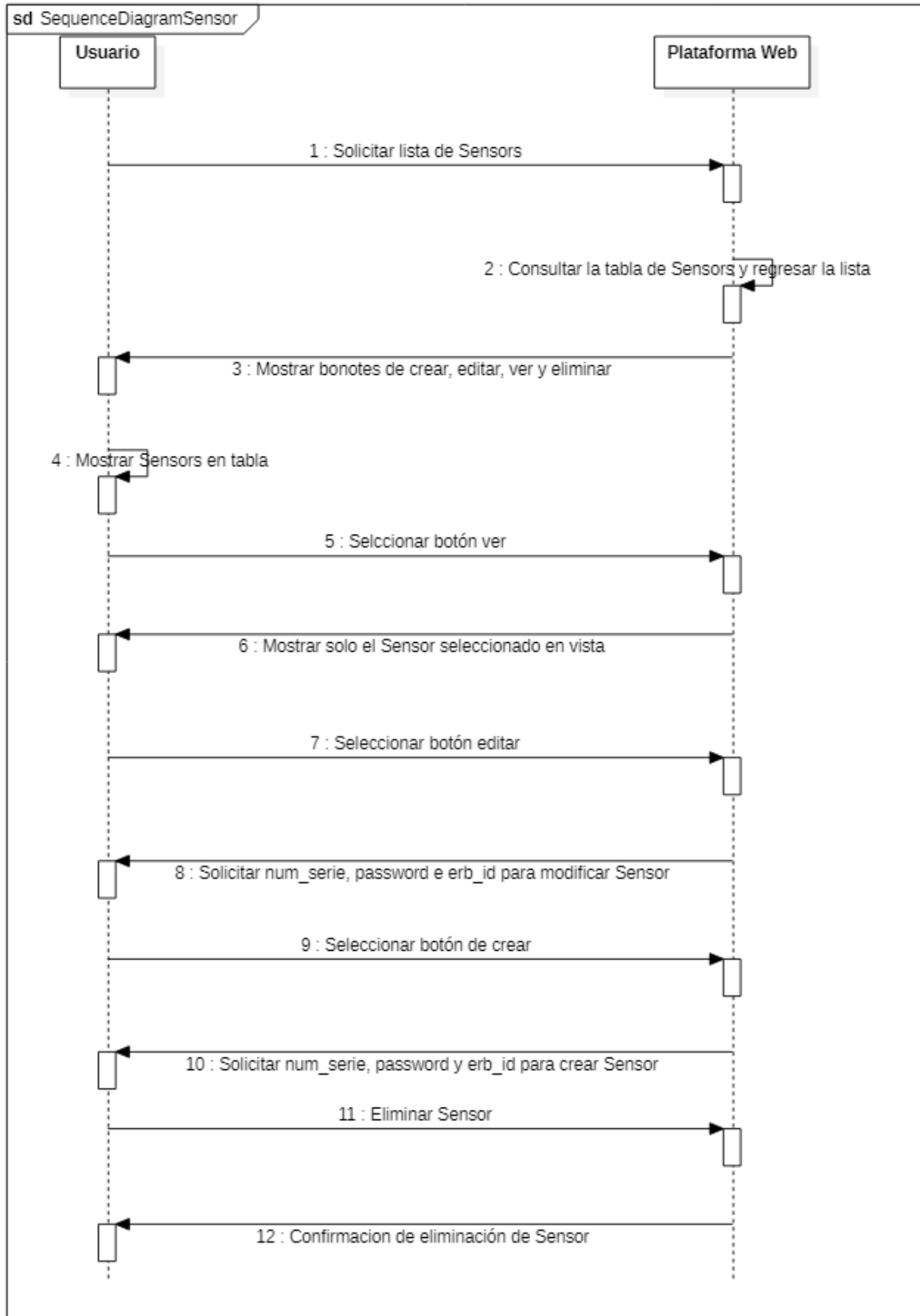
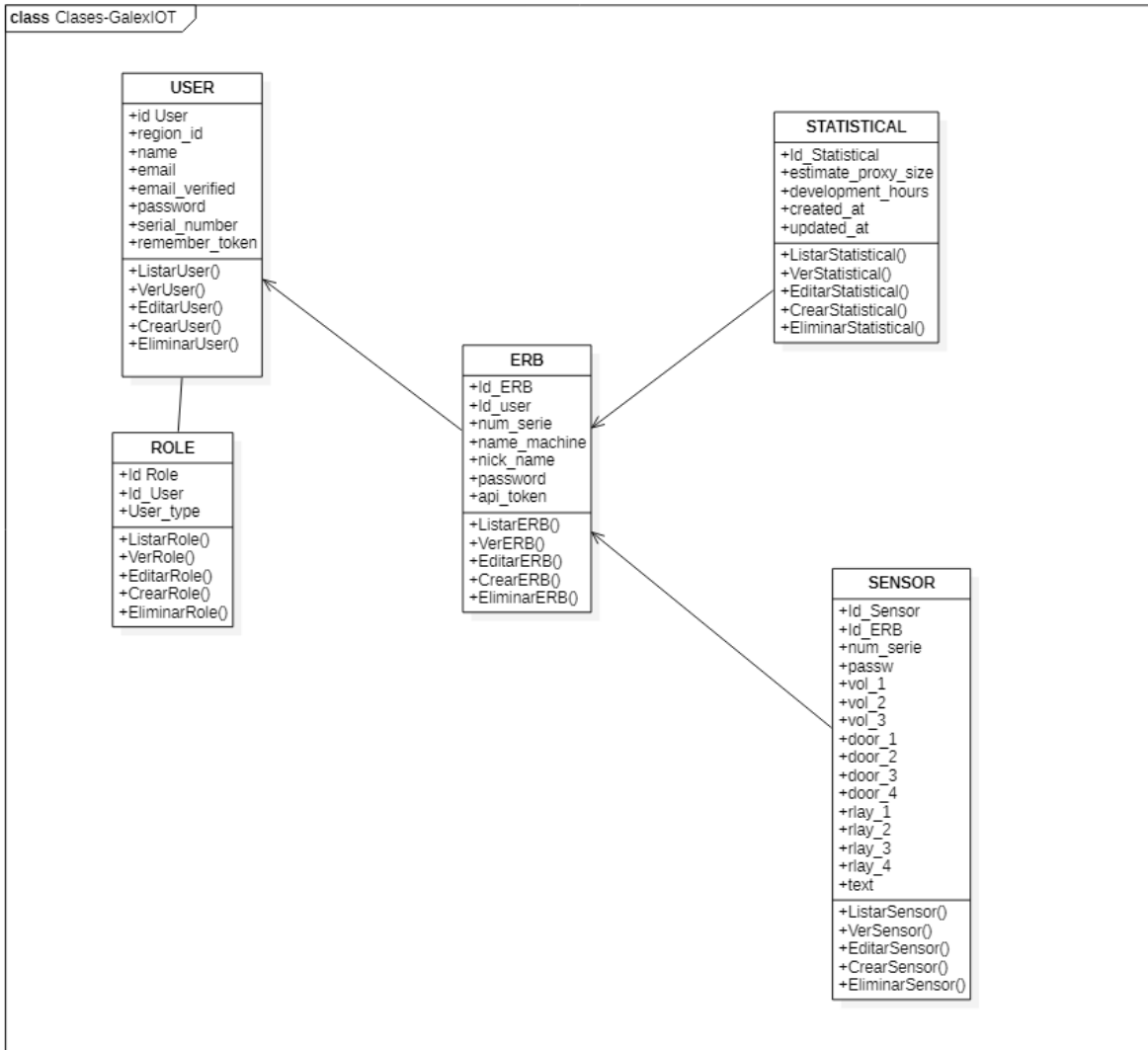
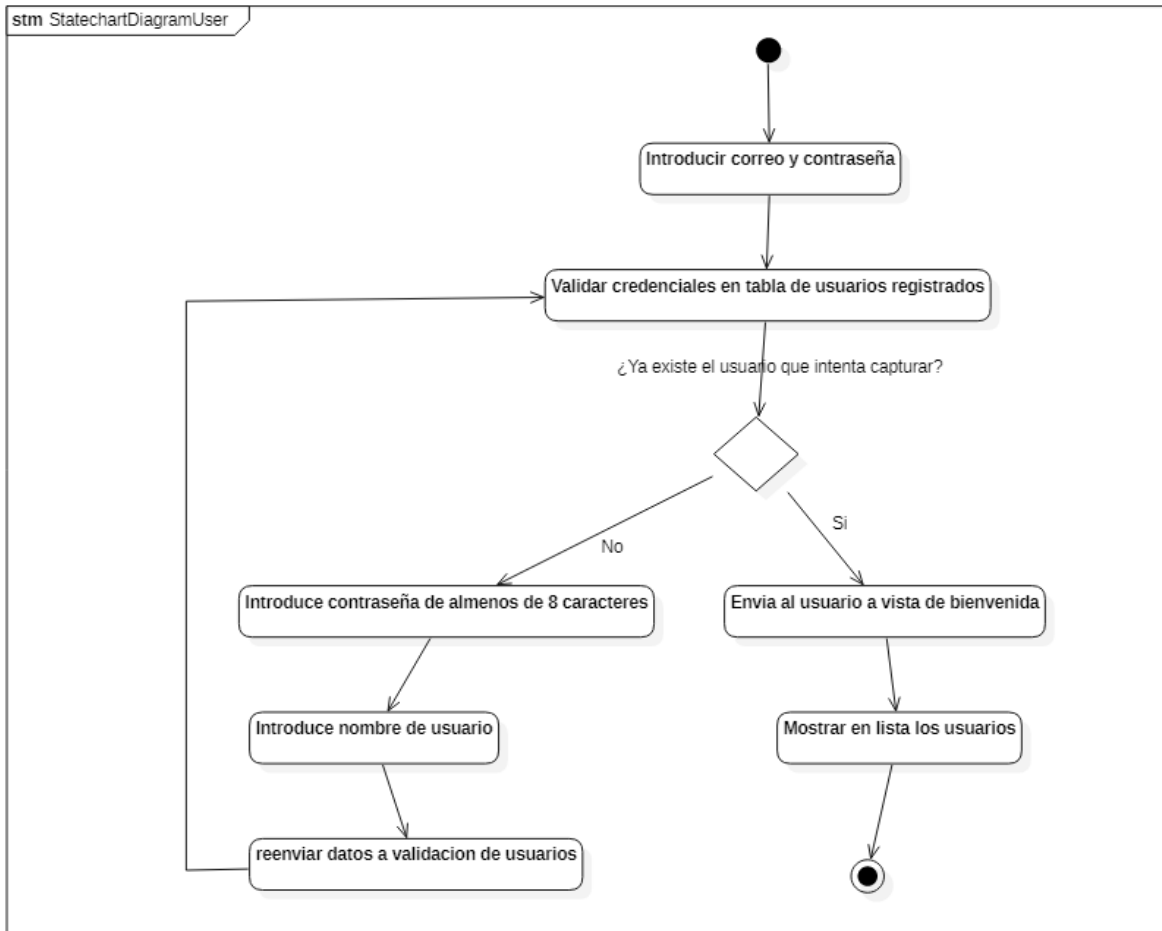
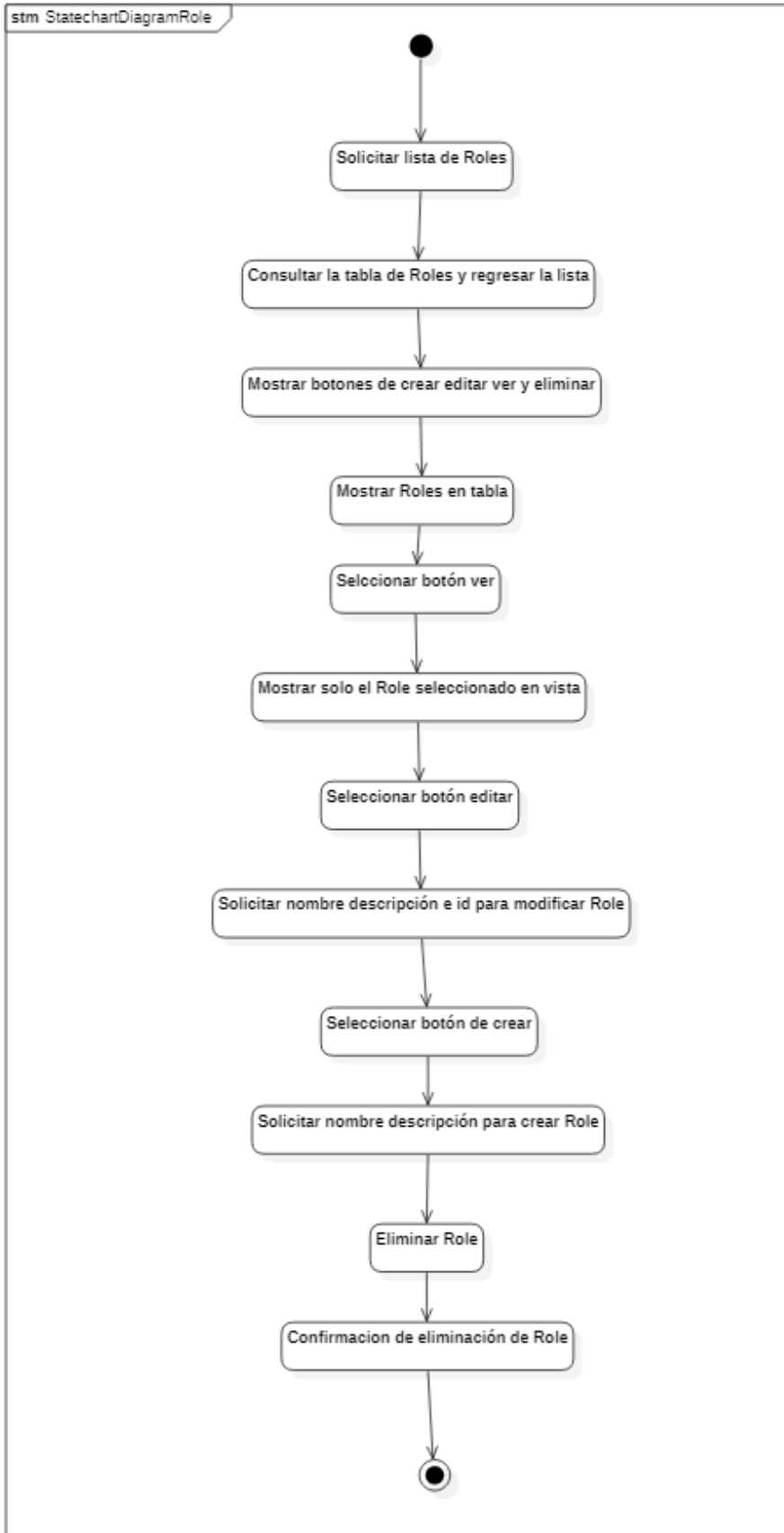


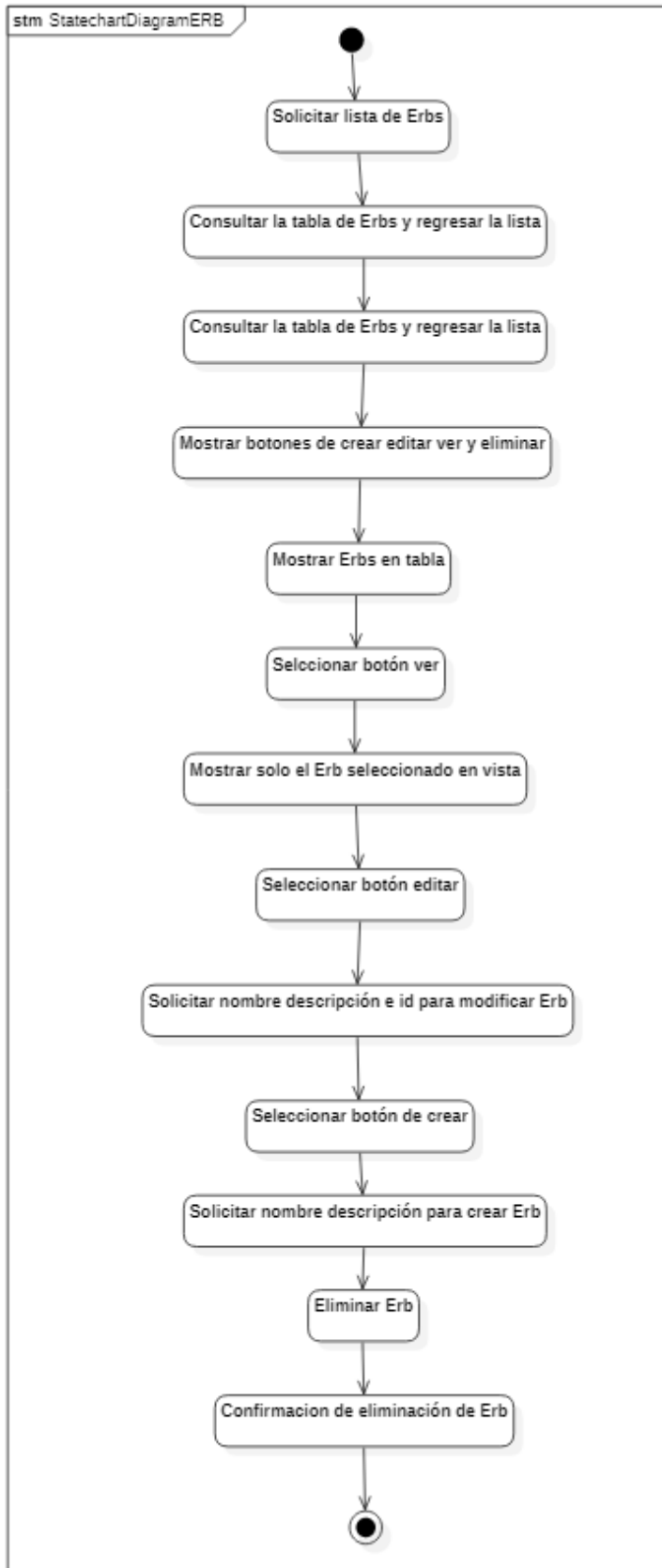
Diagrama de clases

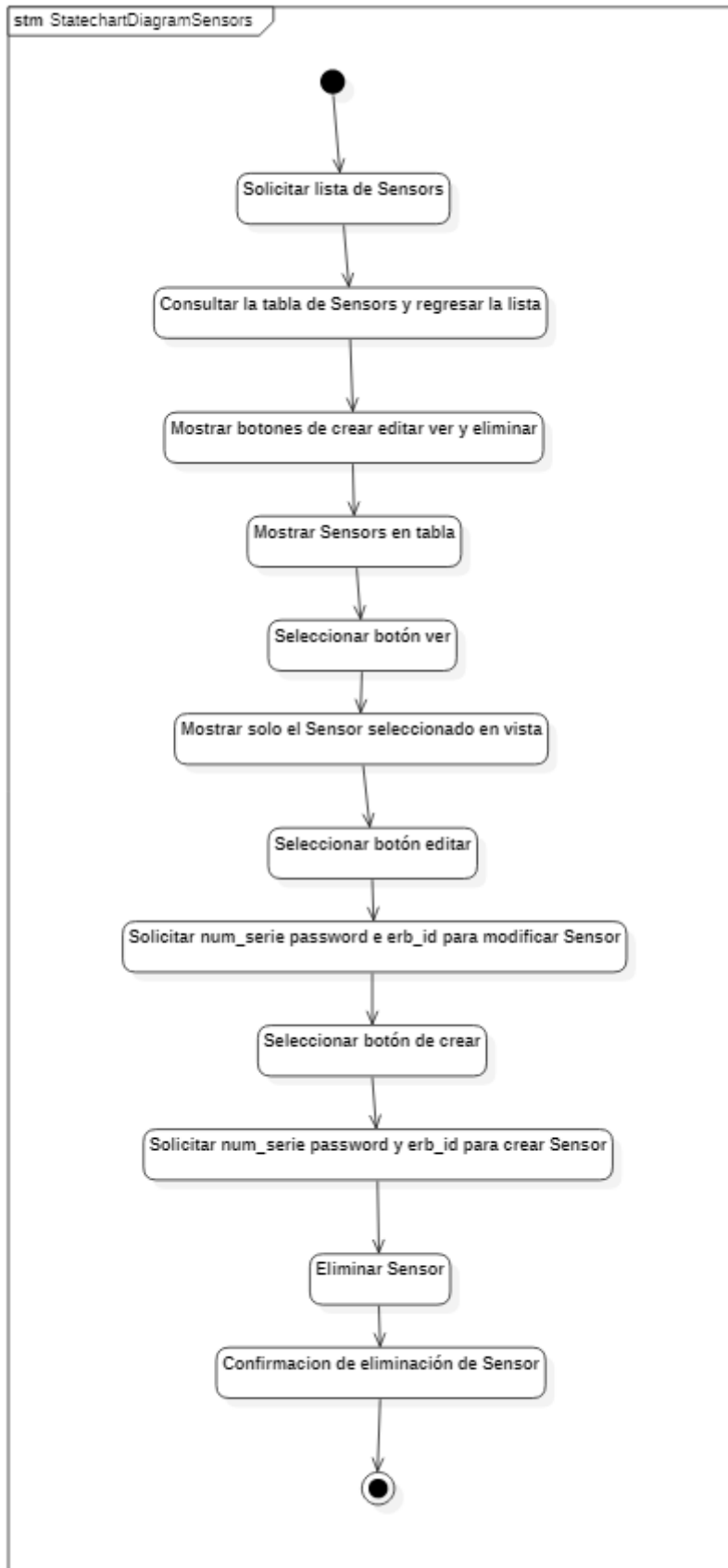


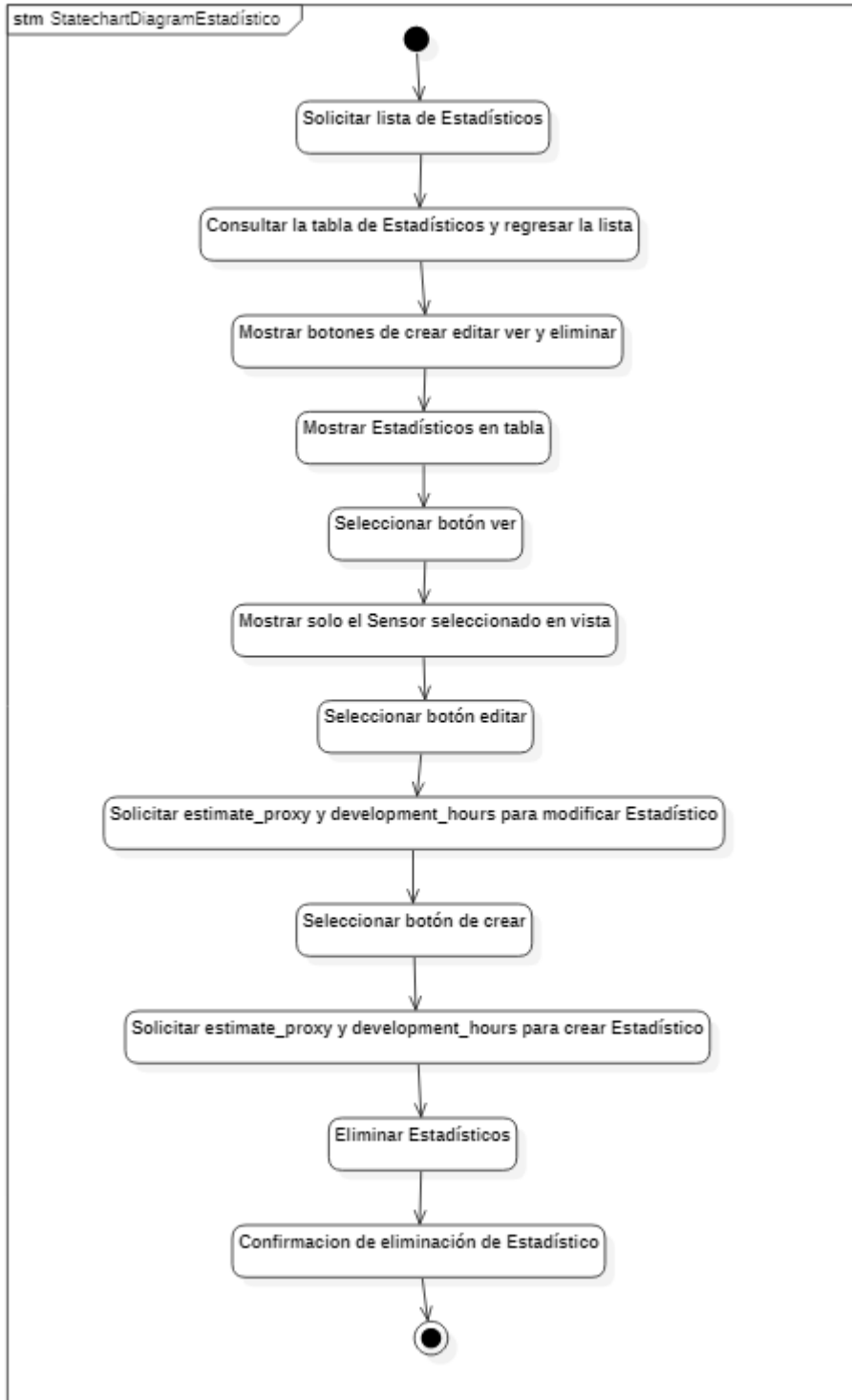
Diagramas de estados



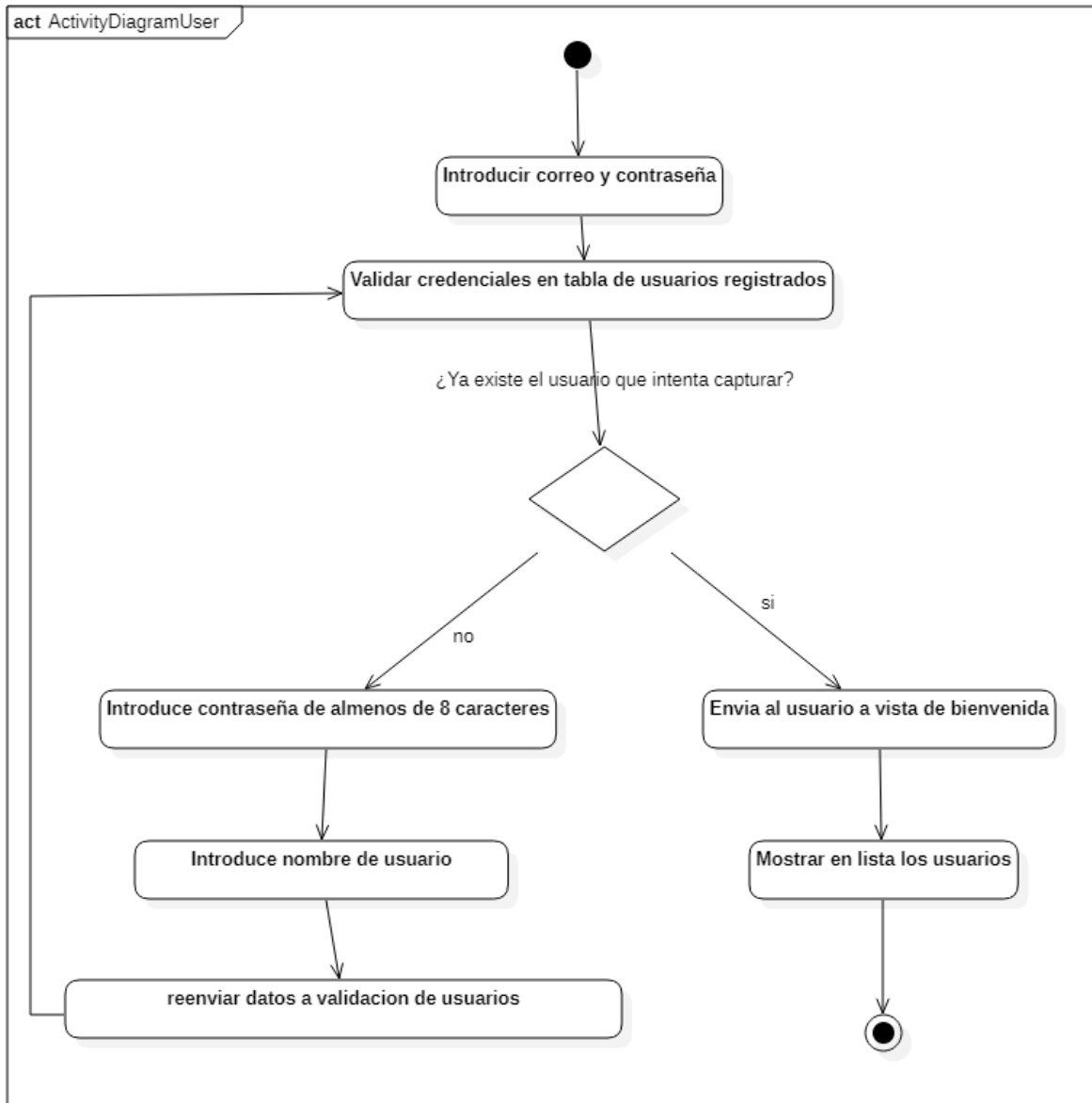


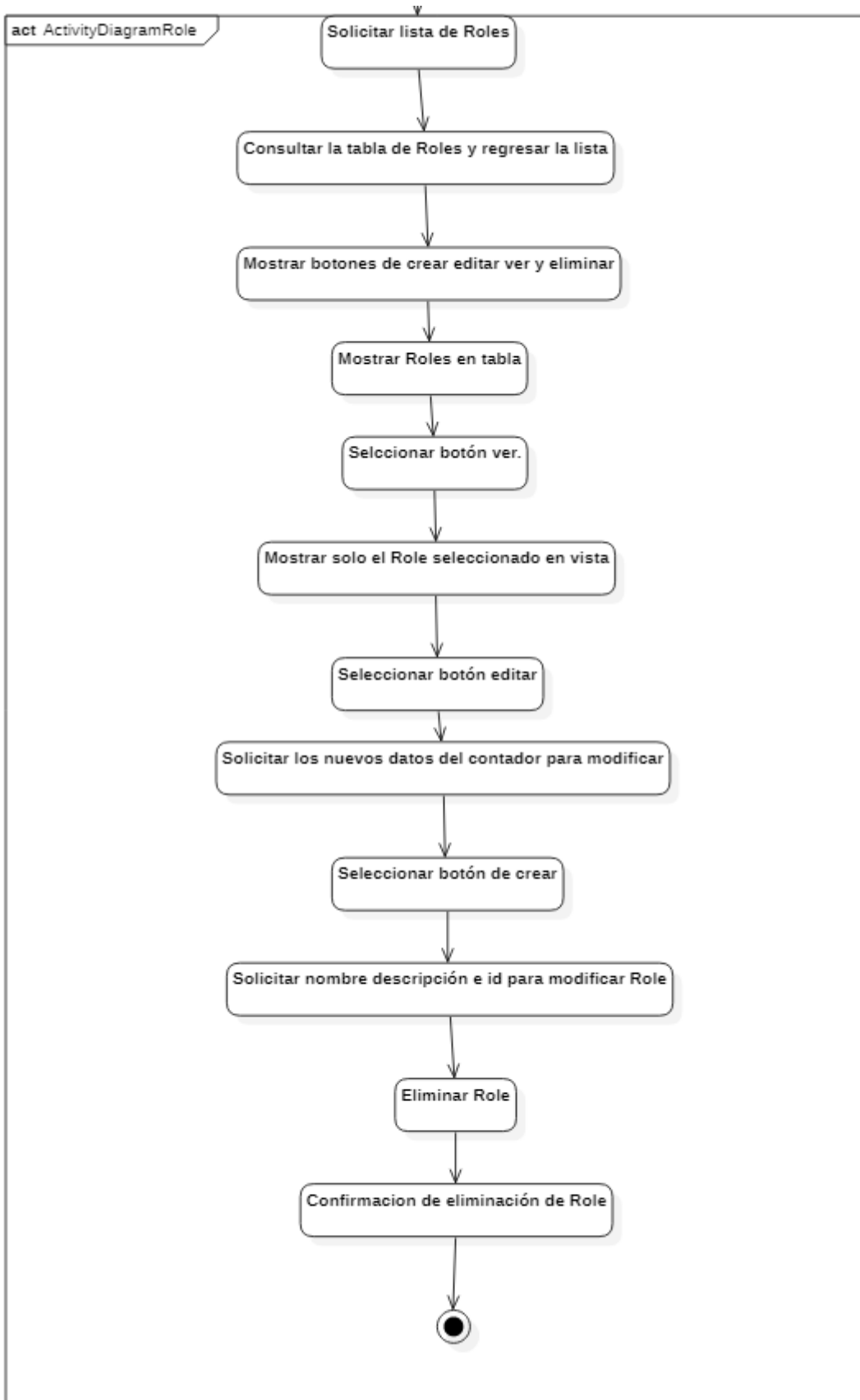


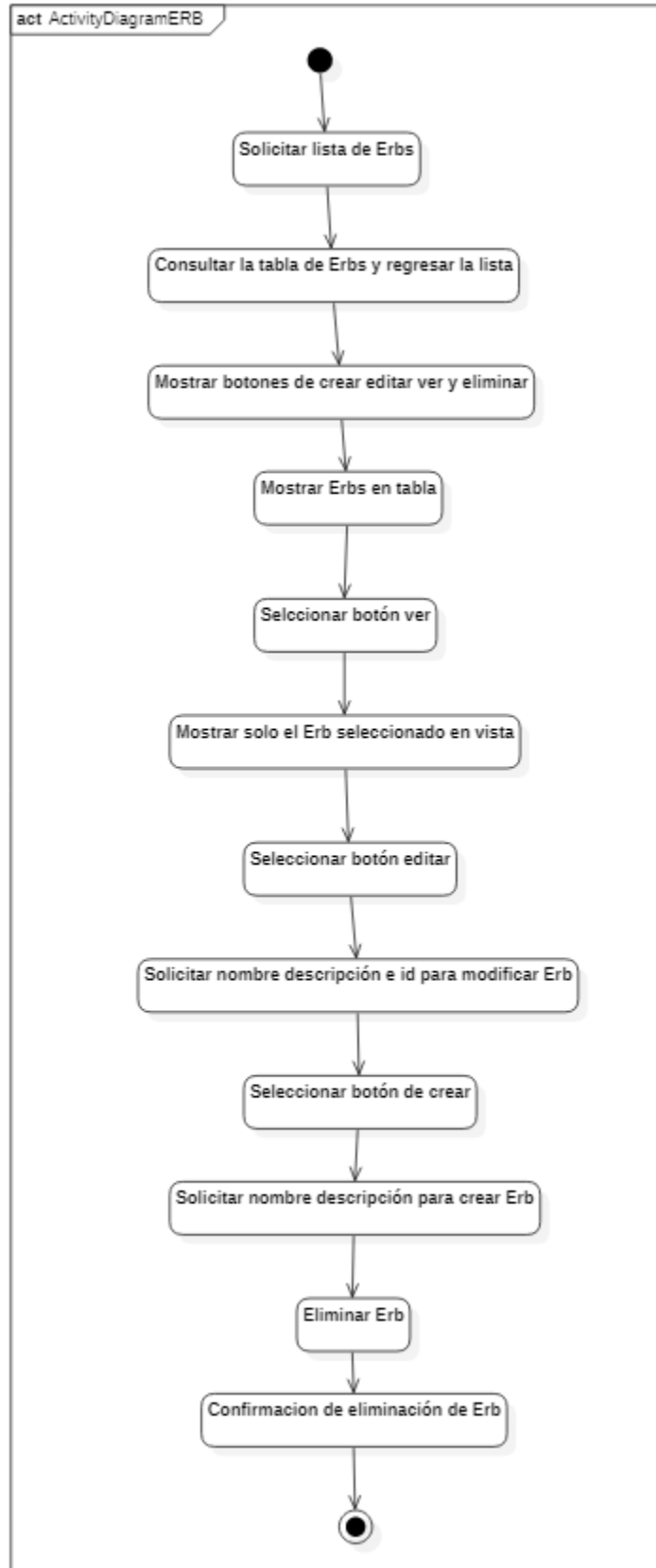


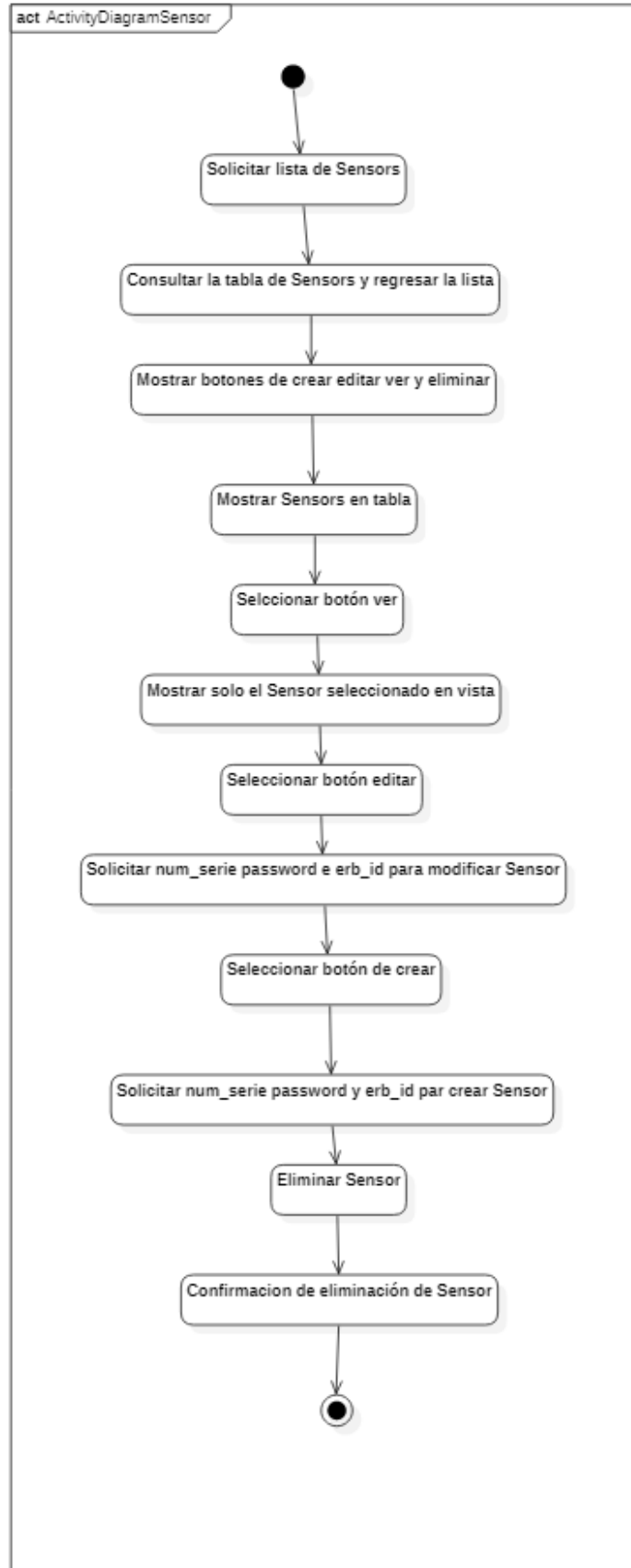


Diagramas de actividades









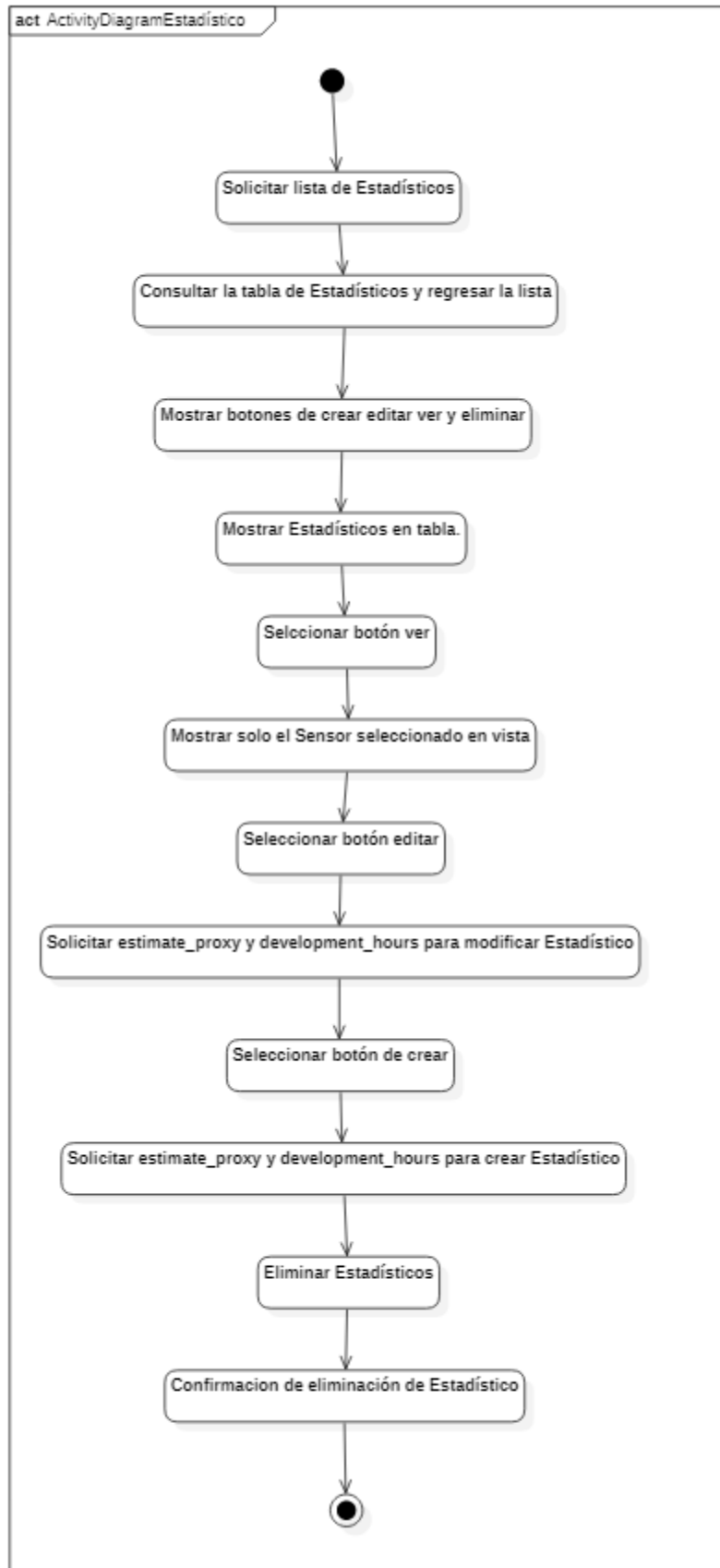
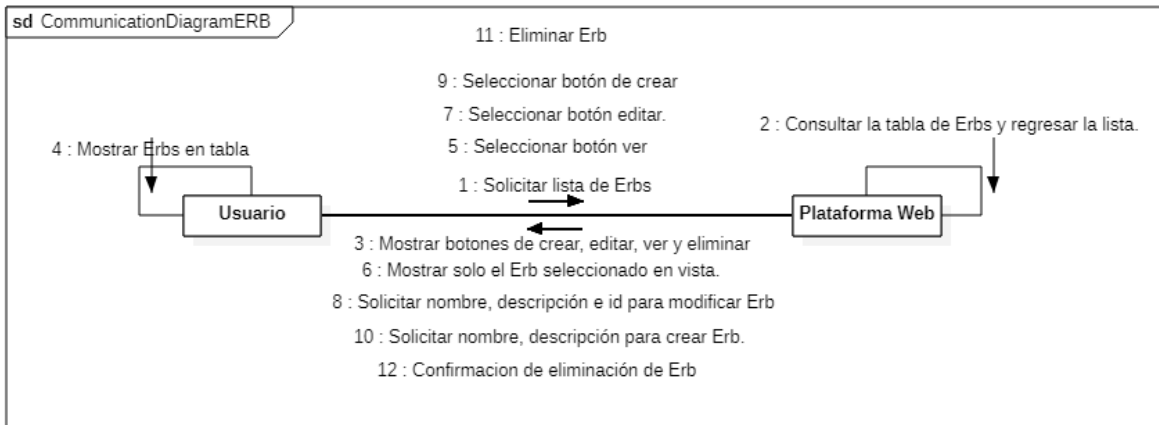
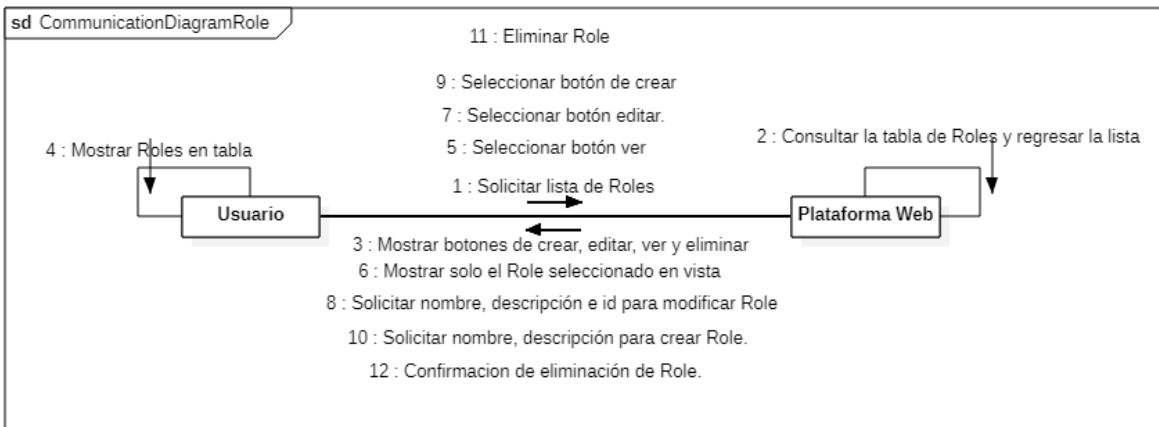
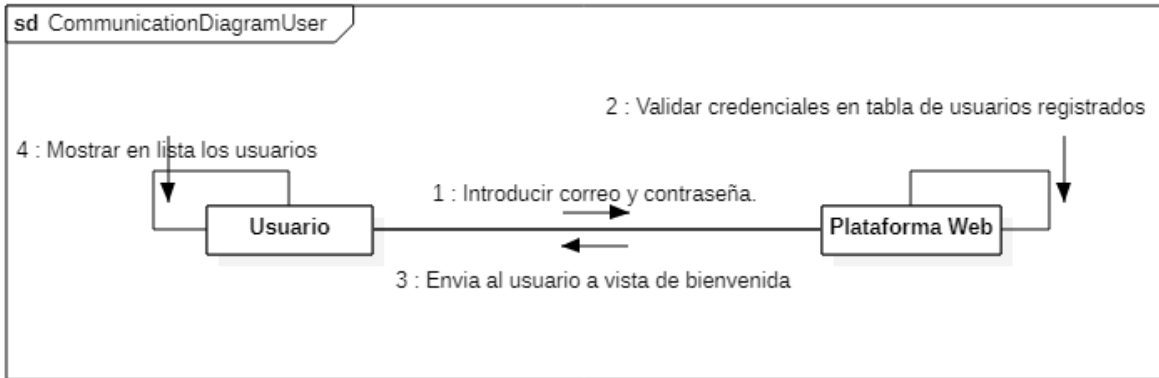
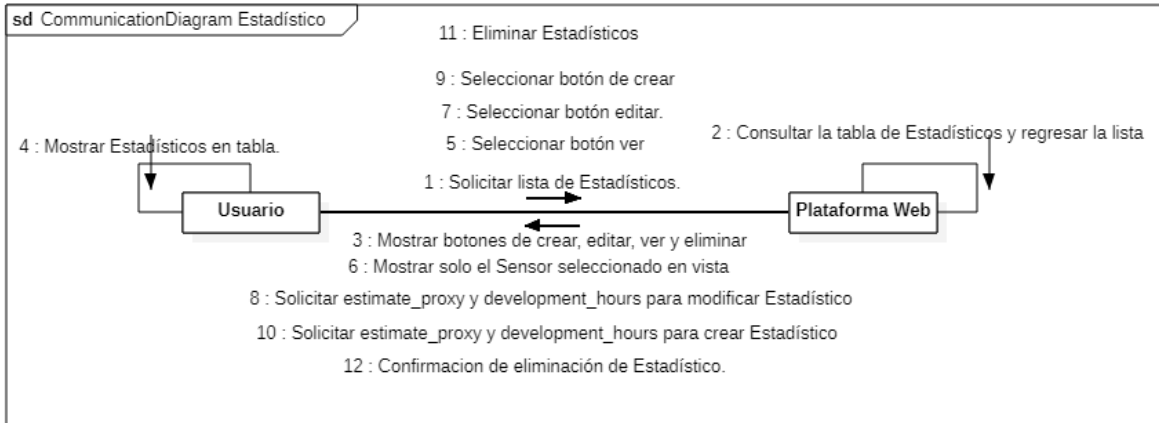
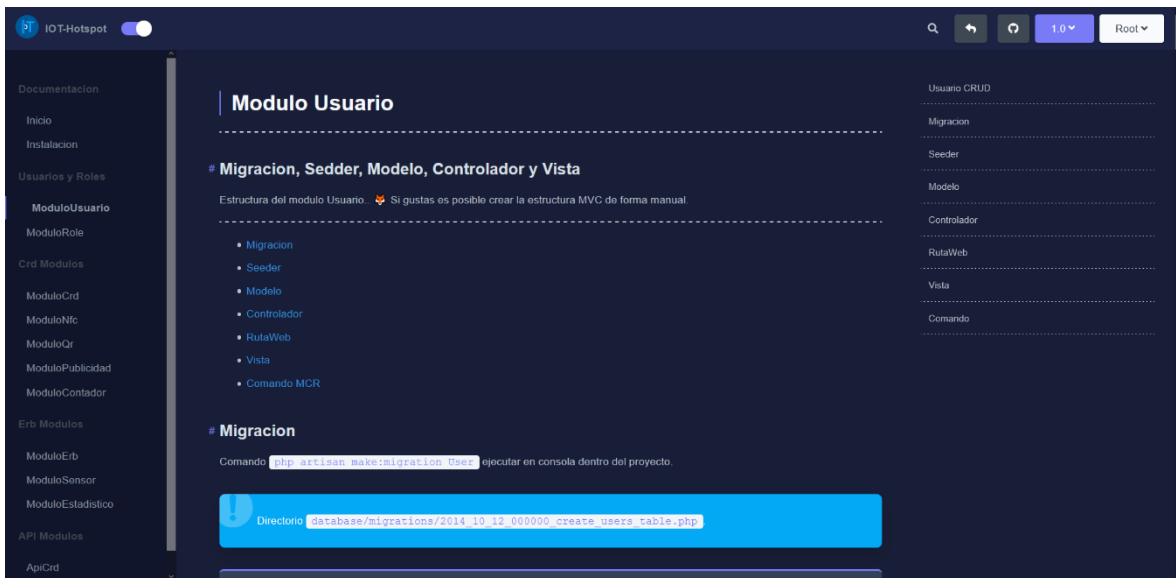


Diagrama de comunicación





6.3 Imágenes de la documentación API



The screenshot shows the documentation for the 'Modulo Role' in the IOT-Hotspot project. The page is titled 'Modulo Role' and includes a navigation sidebar on the left with categories like 'Documentacion', 'Inicio', 'Instalacion', 'Usuarios y Roles', 'ModuloUsuario', 'ModuloRole', 'Crd Modulos', 'ModuloCrd', 'ModuloNfc', 'ModuloQr', 'ModuloPublicidad', 'ModuloContador', 'Erb Modulos', 'ModuloErb', 'ModuloSensor', 'ModuloEstadistico', 'API Modulos', and 'ApiCrd'. The main content area is divided into sections: 'Migracion, Sedder, Modelo, Controlador y Vista' with a sub-section 'Estructura del modulo Role...' listing components like 'Migracion', 'Seeder', 'Modelo', 'Controlador', 'RutaWeb', 'Vista', and 'Comando MCR'; and 'Migracion' with a command 'php artisan make:migration Role' and a terminal snippet showing the file path 'vendor/antignator/laravelrust/resources/views/migrations.blade.php'. A right-hand sidebar lists 'Role CRUD', 'Migracion', 'Seeder', 'Modelo', 'Controlador', 'RutaWeb', 'Vista', and 'Comando'.

The screenshot shows the documentation for the 'Modulo Erb' in the IOT-Hotspot project. The page is titled 'Modulo Erb' and features the same navigation sidebar as the previous image. The main content area includes sections: 'Migracion, Sedder, Modelo, Controlador y Vista' with a sub-section 'Estructura del modulo Erb...' listing components like 'Migracion', 'Seeder', 'Modelo', 'Controlador', 'RutaWeb', 'Vista', and 'Comando MCR'; and 'Migracion' with a command 'php artisan make:migration Erb' and a terminal snippet showing the file path 'database/migrations/2014_10_12_000000_create_erbs_table.php'. A right-hand sidebar lists 'Erb CRUD', 'Migracion', 'Seeder', 'Modelo', 'Controlador', 'RutaWeb', 'Vista', and 'Comando'.

The screenshot shows a web application interface with a dark theme. At the top left, there is a logo for 'IOT-Hotspot' and a search bar. The main content area is titled 'Modulo Estadístico' and contains a section for 'Migracion, Sedder, Modelo, Controlador y Vista'. Below this, there is a list of files: 'Migracion', 'Seeder', 'Modelo', 'Controlador', 'RutaWeb', 'Vista', and 'Comando MCR'. A 'Migracion' section follows, showing a command to run in the console: `php artisan make:migration Statistical`. Below the command, there is a highlighted blue box containing the file path: `database/migrations/2014_10_12_000000_create_statisticals_table.php`. On the right side, there is a sidebar with a list of items: 'Estadistico CRUD', 'Migracion', 'Seeder', 'Modelo', 'Controlador', 'RutaWeb', 'Vista', and 'Comando'. The bottom of the page shows a footer with 'ApiCrud'.

ANEXO B. Datos de entrada para el análisis estadístico

La información que a continuación se expone, contiene parte del historial de la telemetría del equipo de un día, que es a su vez equivalente a las 144 peticiones generadas por el dispositivo prototipo ERB, enviando dicha información a la plataforma IoT, para interpretar la muestra almacenada como historial para obtener los datos estadísticos es necesario la segmentación por medio de inicio llave "{" y termina con cierre de llave "}" . Su contenido es posible interpretar por medio de la división de comas "," por ejemplo:

- "id":1 = Valor consecutivo del Id de la petición.
- "sched_time":600 = Valor en segundos del tiempo programado, en este caso equivale a 10 min
- "start_time":"2021-08-16_01:10:26"," = Valor en tiempo de inicio para año, mes, día, hora, minutos y segundos de la petición.
- "end_time":"2021-08-16 01:20:33" = Valor en tiempo de termino para año, mes, día, hora, minutos y segundos de la petición.
- "pass_time":607 = Valor en segundos del tiempo que transcurrió entre peticiones.
- "difer_time":7 = Valor en segundos de la diferencia del tiempo programado (600 segundos) entre peticiones.

A continuación, se listan las 144 peticiones de una muestra:

```
{"id":1,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_01:10:26","end_time":"2021-08-16 01:20:33","pass_time":607,"difer_time":7},
```

```
{"id":2,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_01:20:33","end_time":"2021-08-16_01:30:26","pass_time":593,"difer_time":-7},
```

```
{"id":3,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_01:30:26","end_time":"2021-08-16 01:40:31","pass_time":605,"difer_time":5},
```

```
{"id":4,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_01:40:31","end_time":"2021-08-16_01:50:35","pass_time":604,"difer_time":4},
```

{"id":5,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_01:50:35","end_time":"2021-08-16_02:00:49","pass_time":614,"difer_time":14},

{"id":6,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_02:00:49","end_time":"2021-08-16_02:10:36","pass_time":587,"difer_time":-13},

{"id":7,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_02:10:36","end_time":"2021-08-16_02:20:28","pass_time":592,"difer_time":-8},

{"id":8,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_02:20:28","end_time":"2021-08-16_02:30:43","pass_time":615,"difer_time":15},

{"id":9,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_02:30:43","end_time":"2021-08-16_02:40:39","pass_time":596,"difer_time":-4},

{"id":10,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_02:40:39","end_time":"2021-08-16_02:50:26","pass_time":587,"difer_time":-13},

{"id":11,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_02:50:26","end_time":"2021-08-16_03:00:13","pass_time":587,"difer_time":-13},

{"id":12,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_03:00:13","end_time":"2021-08-16_03:10:21","pass_time":608,"difer_time":8},

{"id":13,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_03:10:21","end_time":"2021-08-16_03:20:26","pass_time":605,"difer_time":5},

{"id":14,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_03:20:26","end_time":"2021-08-16_03:30:30","pass_time":604,"difer_time":4},

{"id":15,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_03:30:30","end_time":"2021-08-16_03:40:43","pass_time":613,"difer_time":13},

{"id":16,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_03:40:43","end_time":"2021-08-16_03:50:47","pass_time":604,"difer_time":4},

{"id":17,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_03:50:47","end_time":"2021-08-16_04:00:43","pass_time":596,"difer_time":-4},

{"id":18,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_04:00:43","end_time":"2021-08-16 04:10:34","pass_time":591,"difer_time":-9},

{"id":19,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_04:10:34","end_time":"2021-08-16 04:20:40","pass_time":606,"difer_time":6},

{"id":20,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_04:20:40","end_time":"2021-08-16 04:30:48","pass_time":608,"difer_time":8},

{"id":21,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_04:30:48","end_time":"2021-08-16 04:40:37","pass_time":589,"difer_time":-11},

{"id":22,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_04:40:37","end_time":"2021-08-16 04:50:31","pass_time":594,"difer_time":-6},

{"id":23,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_04:50:31","end_time":"2021-08-16 05:00:17","pass_time":586,"difer_time":-14},

{"id":24,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_05:00:17","end_time":"2021-08-16 05:10:26","pass_time":609,"difer_time":9},

{"id":25,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_05:10:26","end_time":"2021-08-16 05:20:35","pass_time":609,"difer_time":9},

{"id":26,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_05:20:35","end_time":"2021-08-16 05:30:38","pass_time":603,"difer_time":3},

{"id":27,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_05:30:38","end_time":"2021-08-16 05:40:48","pass_time":610,"difer_time":10},

{"id":28,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_05:40:48","end_time":"2021-08-16 05:50:40","pass_time":592,"difer_time":-8},

{"id":29,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_05:50:40","end_time":"2021-08-16 06:00:28","pass_time":588,"difer_time":-12},

{"id":30,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_06:00:28","end_time":"2021-08-16 06:10:42","pass_time":614,"difer_time":14},

{"id":31,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_06:10:42","end_time":"2021-08-16_06:20:37","pass_time":595,"difer_time":-5},

{"id":32,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_06:20:37","end_time":"2021-08-16_06:30:34","pass_time":597,"difer_time":-3},

{"id":33,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_06:30:34","end_time":"2021-08-16_06:40:49","pass_time":615,"difer_time":15},

{"id":34,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_06:40:49","end_time":"2021-08-16_06:50:56","pass_time":607,"difer_time":7},

{"id":35,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_06:50:56","end_time":"2021-08-16_07:01:07","pass_time":611,"difer_time":11},

{"id":36,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_07:01:07","end_time":"2021-08-16_07:11:05","pass_time":598,"difer_time":-2},

{"id":37,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_07:11:05","end_time":"2021-08-16_07:21:00","pass_time":595,"difer_time":-5},

{"id":38,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_07:21:00","end_time":"2021-08-16_07:31:00","pass_time":600,"difer_time":0},

{"id":39,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_07:31:00","end_time":"2021-08-16_07:41:03","pass_time":603,"difer_time":3},

{"id":40,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_07:41:03","end_time":"2021-08-16_07:50:59","pass_time":596,"difer_time":-4},

{"id":41,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_07:50:59","end_time":"2021-08-16_08:00:57","pass_time":598,"difer_time":-2},

{"id":42,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_08:00:57","end_time":"2021-08-16_08:10:49","pass_time":592,"difer_time":-8},

{"id":43,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_08:10:49","end_time":"2021-08-16_08:20:50","pass_time":601,"difer_time":1},

{"id":44,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_08:20:50","end_time":"2021-08-16 08:30:49","pass_time":599,"difer_time":-1},

{"id":45,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_08:30:49","end_time":"2021-08-16 08:40:44","pass_time":595,"difer_time":-5},

{"id":46,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_08:40:44","end_time":"2021-08-16 08:50:29","pass_time":585,"difer_time":-15},

{"id":47,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_08:50:29","end_time":"2021-08-16 09:00:31","pass_time":602,"difer_time":2},

{"id":48,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_09:00:31","end_time":"2021-08-16 09:10:38","pass_time":607,"difer_time":7},

{"id":49,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_09:10:38","end_time":"2021-08-16 09:20:52","pass_time":614,"difer_time":14},

{"id":50,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_09:20:52","end_time":"2021-08-16 09:30:40","pass_time":588,"difer_time":-12},

{"id":51,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_09:30:40","end_time":"2021-08-16 09:40:46","pass_time":606,"difer_time":6},

{"id":52,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_09:40:46","end_time":"2021-08-16 09:50:36","pass_time":590,"difer_time":-10},

{"id":53,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_09:50:36","end_time":"2021-08-16 10:00:44","pass_time":608,"difer_time":8},

{"id":54,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_10:00:44","end_time":"2021-08-16 10:10:47","pass_time":603,"difer_time":3},

{"id":55,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_10:10:47","end_time":"2021-08-16 10:20:45","pass_time":598,"difer_time":-2},

{"id":56,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_10:20:45","end_time":"2021-08-16 10:30:51","pass_time":606,"difer_time":6},

{"id":57,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_10:30:51","end_time":"2021-08-16_10:40:56","pass_time":605,"difer_time":5},

{"id":58,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_10:40:56","end_time":"2021-08-16_10:51:02","pass_time":606,"difer_time":6},

{"id":59,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_10:51:02","end_time":"2021-08-16_11:01:12","pass_time":610,"difer_time":10},

{"id":60,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_11:01:12","end_time":"2021-08-16_11:10:59","pass_time":587,"difer_time":-13},

{"id":61,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_11:10:59","end_time":"2021-08-16_11:20:47","pass_time":588,"difer_time":-12},

{"id":62,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_11:20:47","end_time":"2021-08-16_11:30:54","pass_time":607,"difer_time":7},

{"id":63,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_11:30:54","end_time":"2021-08-16_11:41:02","pass_time":608,"difer_time":8},

{"id":64,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_11:41:02","end_time":"2021-08-16_11:51:00","pass_time":598,"difer_time":-2},

{"id":65,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_11:51:00","end_time":"2021-08-16_12:01:05","pass_time":605,"difer_time":5},

{"id":66,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_12:01:05","end_time":"2021-08-16_12:10:56","pass_time":591,"difer_time":-9},

{"id":67,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_12:10:56","end_time":"2021-08-16_12:20:43","pass_time":587,"difer_time":-13},

{"id":68,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_12:20:43","end_time":"2021-08-16_12:30:42","pass_time":599,"difer_time":-1},

{"id":69,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_12:30:42","end_time":"2021-08-16_12:40:54","pass_time":612,"difer_time":12},

{"id":70,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_12:40:54","end_time":"2021-08-16_12:51:08","pass_time":614,"difer_time":14},

{"id":71,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_12:51:08","end_time":"2021-08-16_13:01:01","pass_time":593,"difer_time":-7},

{"id":72,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_13:01:01","end_time":"2021-08-16_13:10:54","pass_time":593,"difer_time":-7},

{"id":73,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_13:10:54","end_time":"2021-08-16_13:20:54","pass_time":600,"difer_time":0},

{"id":74,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_13:20:54","end_time":"2021-08-16_13:31:09","pass_time":615,"difer_time":15},

{"id":75,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_13:31:09","end_time":"2021-08-16_13:41:03","pass_time":594,"difer_time":-6},

{"id":76,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_13:41:03","end_time":"2021-08-16_13:50:57","pass_time":594,"difer_time":-6},

{"id":77,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_13:50:57","end_time":"2021-08-16_14:01:08","pass_time":611,"difer_time":11},

{"id":78,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_14:01:08","end_time":"2021-08-16_14:10:57","pass_time":589,"difer_time":-11},

{"id":79,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_14:10:57","end_time":"2021-08-16_14:20:42","pass_time":585,"difer_time":-15},

{"id":80,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_14:20:42","end_time":"2021-08-16_14:30:32","pass_time":590,"difer_time":-10},

{"id":81,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_14:30:32","end_time":"2021-08-16_14:40:46","pass_time":614,"difer_time":14},

{"id":82,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_14:40:46","end_time":"2021-08-16_14:50:58","pass_time":612,"difer_time":12},

```
{\"id\":83,\"sched_time\":600,\"start_time\":\"2021-08-16_14:50:58\",\"end_time\":\"2021-08-16
15:01:12\",\"pass_time\":614,\"difer_time\":14},
{\"id\":84,\"sched_time\":600,\"start_time\":\"2021-08-16_15:01:12\",\"end_time\":\"2021-08-16
15:11:09\",\"pass_time\":597,\"difer_time\":-3},
{\"id\":85,\"sched_time\":600,\"start_time\":\"2021-08-16_15:11:09\",\"end_time\":\"2021-08-16
15:21:00\",\"pass_time\":591,\"difer_time\":-9},
{\"id\":86,\"sched_time\":600,\"start_time\":\"2021-08-16_15:21:00\",\"end_time\":\"2021-08-16
15:31:14\",\"pass_time\":614,\"difer_time\":14},
{\"id\":87,\"sched_time\":600,\"start_time\":\"2021-08-16_15:31:14\",\"end_time\":\"2021-08-16
15:41:02\",\"pass_time\":588,\"difer_time\":-12},
{\"id\":88,\"sched_time\":600,\"start_time\":\"2021-08-16_15:41:02\",\"end_time\":\"2021-08-16
15:50:52\",\"pass_time\":590,\"difer_time\":-10},
{\"id\":89,\"sched_time\":600,\"start_time\":\"2021-08-16_15:50:52\",\"end_time\":\"2021-08-16
16:00:52\",\"pass_time\":600,\"difer_time\":0},
{\"id\":90,\"sched_time\":600,\"start_time\":\"2021-08-16_16:00:52\",\"end_time\":\"2021-08-16
16:10:44\",\"pass_time\":592,\"difer_time\":-8},
{\"id\":91,\"sched_time\":600,\"start_time\":\"2021-08-16_16:10:44\",\"end_time\":\"2021-08-16
16:20:31\",\"pass_time\":587,\"difer_time\":-13},
{\"id\":92,\"sched_time\":600,\"start_time\":\"2021-08-16_16:20:31\",\"end_time\":\"2021-08-16
16:30:29\",\"pass_time\":598,\"difer_time\":-2},
{\"id\":93,\"sched_time\":600,\"start_time\":\"2021-08-16_16:30:29\",\"end_time\":\"2021-08-16
16:40:25\",\"pass_time\":596,\"difer_time\":-4},
{\"id\":94,\"sched_time\":600,\"start_time\":\"2021-08-16_16:40:25\",\"end_time\":\"2021-08-16
16:50:14\",\"pass_time\":589,\"difer_time\":-11},
{\"id\":95,\"sched_time\":600,\"start_time\":\"2021-08-16_16:50:14\",\"end_time\":\"2021-08-16
17:00:29\",\"pass_time\":615,\"difer_time\":15},
```

{"id":96,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_17:00:29","end_time":"2021-08-16_17:10:14","pass_time":585,"difer_time":-15},

{"id":97,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_17:10:14","end_time":"2021-08-16_17:20:05","pass_time":591,"difer_time":-9},

{"id":98,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_17:20:05","end_time":"2021-08-16_17:30:06","pass_time":601,"difer_time":1},

{"id":99,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_17:30:06","end_time":"2021-08-16_17:40:00","pass_time":594,"difer_time":-6},

{"id":100,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_17:40:00","end_time":"2021-08-16_17:49:50","pass_time":590,"difer_time":-10},

{"id":101,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_17:49:50","end_time":"2021-08-16_17:59:44","pass_time":594,"difer_time":-6},

{"id":102,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_17:59:44","end_time":"2021-08-16_18:09:48","pass_time":604,"difer_time":4},

{"id":103,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_18:09:48","end_time":"2021-08-16_18:19:47","pass_time":599,"difer_time":-1},

{"id":104,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_18:19:47","end_time":"2021-08-16_18:29:57","pass_time":610,"difer_time":10},

{"id":105,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_18:29:57","end_time":"2021-08-16_18:40:01","pass_time":604,"difer_time":4},

{"id":106,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_18:40:01","end_time":"2021-08-16_18:50:00","pass_time":599,"difer_time":-1},

{"id":107,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_18:50:00","end_time":"2021-08-16_18:59:57","pass_time":597,"difer_time":-3},

{"id":108,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_18:59:57","end_time":"2021-08-16_19:10:00","pass_time":603,"difer_time":3},

{"id":109,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_19:10:00","end_time":"2021-08-16 19:20:06","pass_time":606,"difer_time":6},

{"id":110,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_19:20:06","end_time":"2021-08-16 19:30:13","pass_time":607,"difer_time":7},

{"id":111,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_19:30:13","end_time":"2021-08-16 19:40:28","pass_time":615,"difer_time":15},

{"id":112,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_19:40:28","end_time":"2021-08-16 19:50:13","pass_time":585,"difer_time":-15},

{"id":113,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_19:50:13","end_time":"2021-08-16 20:00:14","pass_time":601,"difer_time":1},

{"id":114,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_20:00:14","end_time":"2021-08-16 20:10:18","pass_time":604,"difer_time":4},

{"id":115,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_20:10:18","end_time":"2021-08-16 20:20:12","pass_time":594,"difer_time":-6},

{"id":116,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_20:20:12","end_time":"2021-08-16 20:30:02","pass_time":590,"difer_time":-10},

{"id":117,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_20:30:02","end_time":"2021-08-16 20:39:55","pass_time":593,"difer_time":-7},

{"id":118,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_20:39:55","end_time":"2021-08-16 20:49:52","pass_time":597,"difer_time":-3},

{"id":119,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_20:49:52","end_time":"2021-08-16 20:59:55","pass_time":603,"difer_time":3},

{"id":120,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_20:59:55","end_time":"2021-08-16 21:09:40","pass_time":585,"difer_time":-15},

{"id":121,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_21:09:40","end_time":"2021-08-16 21:19:50","pass_time":610,"difer_time":10},

{"id":122,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_21:19:50","end_time":"2021-08-16 21:29:50","pass_time":600,"difer_time":0},

{"id":123,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_21:29:50","end_time":"2021-08-16 21:40:01","pass_time":611,"difer_time":11},

{"id":124,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_21:40:01","end_time":"2021-08-16 21:49:49","pass_time":588,"difer_time":-12},

{"id":125,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_21:49:49","end_time":"2021-08-16 21:59:41","pass_time":592,"difer_time":-8},

{"id":126,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_21:59:41","end_time":"2021-08-16 22:09:44","pass_time":603,"difer_time":3},

{"id":127,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_22:09:44","end_time":"2021-08-16 22:19:45","pass_time":601,"difer_time":1},

{"id":128,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_22:19:45","end_time":"2021-08-16 22:29:30","pass_time":585,"difer_time":-15},

{"id":129,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_22:29:30","end_time":"2021-08-16 22:39:26","pass_time":596,"difer_time":-4},

{"id":130,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_22:39:26","end_time":"2021-08-16 22:49:25","pass_time":599,"difer_time":-1},

{"id":131,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_22:49:25","end_time":"2021-08-16 22:59:31","pass_time":606,"difer_time":6},

{"id":132,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_22:59:31","end_time":"2021-08-16 23:09:45","pass_time":614,"difer_time":14},

{"id":133,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_23:09:45","end_time":"2021-08-16 23:19:49","pass_time":604,"difer_time":4},

{"id":134,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_23:19:49","end_time":"2021-08-16 23:29:50","pass_time":601,"difer_time":1},

{"id":135,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_23:29:50","end_time":"2021-08-16 23:39:42","pass_time":592,"difer_time":-8},

{"id":136,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_23:39:42","end_time":"2021-08-16 23:49:50","pass_time":608,"difer_time":8},

{"id":137,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_23:49:50","end_time":"2021-08-16 23:59:35","pass_time":585,"difer_time":-15},

{"id":138,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-16_23:59:35","end_time":"2021-08-17 00:09:32","pass_time":597,"difer_time":-3},

{"id":139,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-17_00:09:32","end_time":"2021-08-17 00:19:21","pass_time":589,"difer_time":-11},

{"id":140,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-17_00:19:21","end_time":"2021-08-17 00:29:31","pass_time":610,"difer_time":10},

{"id":141,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-17_00:29:31","end_time":"2021-08-17 00:39:22","pass_time":591,"difer_time":-9},

{"id":142,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-17_00:39:22","end_time":"2021-08-17 00:49:08","pass_time":586,"difer_time":-14},

{"id":143,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-17_00:49:08","end_time":"2021-08-17 00:59:04","pass_time":596,"difer_time":-4},

{"id":144,"sched_time":600,"start_time":"2021-08-17_00:59:04","end_time":"2021-08-17 01:09:05","pass_time":601,"difer_time":1}}