PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR

SEDE ESMERALDAS

CARRERA:

INGENIERÍA EN SISTEMAS Y COMPUTACIÓN

TEMA DE INVESTIGACIÓN:

COMUNICACIÓN DE DISPOSITIVOS WEARABLES DE INTERNET DE LAS COSAS MÉDICAS UTILIZANDO EL PROTOCOLO DE TRANSPORTE MÓVIL (MTPROTO) PARA EL ENVÍO DE MENSAJES.

PREVIO AL GRADO ACADÉMICO DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

REDES Y COMUNICACIONES

AUTOR:

PETER ADRIÁN GARCÍA QUIÑONEZ

ASESOR:

WILSON CHANGO (Mgt.)

ESMERALDAS, 2021

TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

Trabajo de tesis aprobado luego de haber dado cumplimiento a los requisitos exigidos por el Reglamento de Grado de la PUCESE previo a la obtención del título de Ingeniería en Sistemas y Computación.

Presidente del Tribunal de Graduación

Lector 1
Mgt. José Luis Carvajal

Lector 2
Mgt. Juan Casierra

Director(a) de Escuela
Mgt. Susana Patino

Director de Tesis
Mgt. Wilson Chango

AUTORIA

Yo, **García Quiñonez Peter Adrián** con número de cédula de identidad 0804347391 manifiesto que mediante la presente investigación sobre el tema "**COMUNICACIÓN DE DISPOSITIVOS VESTIBLES DE INTERNET DE LAS COSAS MÉDICAS UTILIZANDO EL PROTOCOLO DE TRANSPORTE MÓVIL (MTPROTO) PARA EL ENVÍO DE MENSAJES**" los resultados obtenidos como tesis de grado, previo a la obtención del título de "**INGENIERO EN SISTEMAS Y COMPUTACIÓN**" son de total responsabilidad del autor, y que se ha respetado las fuentes de información consultadas, realizando las citas correspondientes y los resultados alcanzados son totalmente personales, únicos y legítimos. Al mismo tiempo declaro que todo el contenido incluyendo resultados, discusión, conclusiones, recomendaciones y otros efectos legales y académicos que se desglosan, son y serán exclusiva responsabilidad legal y académica del autor y de la PUCESE.

_____

García Quiñonez Peter Adrián

C.I. 0804347391

Agradecimientos

Le agradezco a mi Madre por haberme acompañado a lo largo de mi carrera, por ser una mujer de principios, por ser mi fortaleza en momentos difíciles de la carrera y en la vida en general, gracias, Eva Quiñonez por brindar el 100% de tu dedicación a tus hijos sin nada a cambio, Madre te admiro, gracias por seguir teniendo confianza en mí, cuando los demás la habían perdido.

Agradezco a mi hermano por ser el ángel guardián de vida, por crecer siempre a mi lado, por enseñarme que a la vida se le tiene que dar siempre buena cara sin importar los problemas, gracias por todo hermano.

Agradezco a Blanca Limones por tanta paciencia, por estar en los momentos más gratos de mi vida de los cuales yo solo soy una pequeña parte en la suya, gracias por darme la dicha de tener dos Madres una que usted me trajo a la vida y otra que eres tú mami.

Le agradezco a todos los que conforman mi familia porque gracias a ellos pude ver más lejos y no tener miedo de la libertad y justicia, gracias por ser los mejores maestros de la vida.

Agradezco a todos mis maestros por fomentar la educación de generación en generación, inculcando valores y sembrando el conocimiento sobre todo por formar mejores ciudadanos.

Adrián García.

Dedicatoria

Le Dedico este trabajo a mi madre Eva Virginia Quiñonez Limones por toda la confianza y apoyo que me brindo durante toda mi vida, mi infinita gratitud y amor a ti madre por ser ese pilar en el cual siempre pude apoyarme. A mi hermano por estar en todo momento de mi vida y porque sé que este trabajo servirá de inspiración para que veas que el tiempo no un obstáculo para realizar sueños.

Adrián García.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Índice de Figuras

Índice de Tablas

Índice de Ecuaciones

Índice de Anexo

RESUMEN

Los dispositivos wearables hoy en día representan claramente una nueva generación de dispositivos inteligentes, que no hace más de una década solo se encontraba en computadores. En la actualidad estos dispositivos se pueden llevar como accesorios corporales para generar un plus a sus usuarios ya sea en el deporte, entretenimiento o salud, siendo de mucha importancia analizar las necesidades y beneficios que este tipo de tecnología aporta en el área de la salud como por ejemplo las enfermedades cardíacas.

Este proyecto de investigación se realizó mediante el método experimental ya que se trabajó en condiciones de control con el uso de herramientas tecnológicas, además se aplicó una encuesta con preguntas dicotómicas para dar solución a la evaluación del sistema, se evaluó la usabilidad del prototipo con la ayuda de la ISO 9241 la cual describen algunas métricas que se utilizaron en esta investigación como eficiencia, efectividad y satisfacción por parte de los usuarios.

Para la ejecución del sistema y comunicación de dispositivos wearables que ayudará en el monitoreo de la salud, se hizo uso de herramientas tecnológicas como Node-Red que se basa en lenguaje de programación de JavaScript y el uso de protocolos como: MTProto y MQTT que son protocolos de red de publicación y suscripción de código abierto y ligero, que transmite mensajes entre dispositivos, además se consideraron cuatro aspectos básicos: Identificación de las herramientas tecnológica, desarrollo y propuesta de una arquitectura, pruebas y evaluación del prototipo, de esta manera ayudarán a que sea viable la culminación del proyecto.

Para finalizar, se concluye que, al implementar un sistema de monitoreo remoto a través de los diferentes protocolos usados, ya no es necesario ir a una determinada ubicación, pues a través del prototipo de comunicación de dispositivos wearables y con la ayuda del Bot creado se puede observar el intercambio de información y datos obtenidos por los mismos.

Palabras Claves: Sistema de comunicación, MTProto, Telegram, MQTT, Node-Red, JavaScript

ABSTRACT

Wearable deposits today clearly represent a new generation of smart devices, which not more than a decade ago was only on computers, today these devices can be worn generate more to users, being of great importance to analyze the needs and benefits that this type of technology brings in the area of health such as heart disease.

This research project was carried out using the experimental method as it was worked by means of control conditions with the use of technological tools, in addition a survey was applied with dichotomic questions to solve the evaluation of the system, the usability of the prototype was evaluated with the help of ISO 9241 which describe some metrics that were used in this research as efficiency, effectiveness and satisfaction on the part of users.

For the execution of the system and communication of wearable devices that would assist in health monitoring, technological tools such as Node-Red were used that is based on JavaScript programming language and the use of protocols such as: MTProto and MQTT for the communication and sending of messages, in addition four basic aspects were considered: Identification of technological tools , development and proposal of an architecture, testing and evaluation of the prototype, which will help to make the completion of the project viable.

Finally, it is concluded that, when implementing a remote monitoring system through the different protocols used, it is no longer necessary to go to a certain location, because through the prototype communication of wearable devices and with the help of the Bot created you can observe the exchange of information and data obtained by them.

Keywords: Communication system, MTProto, Telegram, MQTT, Node-Network, JavaScript

INTRODUCCIÓN

Presentación de la investigación

Un protocolo de comunicaciones es un conjunto de normas o reglas que ayudan a que dos o más objetos de un sistema en este caso de comunicación interactúen entre ellas para intercambiar o transmitir información. Los protocolos de mensajería instantánea se han visto en aumento en los últimos años a medida que crecen las preocupaciones sobre la privacidad de los datos. En 2016, Jobs [1] menciona que todas las aplicaciones para dispositivos digitales ahora utilizan nuevos protocolos de seguridad para que los datos de sus usuarios no se vean comprometidos durante el tráfico por ejemplo.

Hoy en día Telegram con el desarrollo y mejora de MTProto (protocolo de transporte móvil por sus siglas en inglés) está orientado en la multiplataforma y los criptosistemas de clave simétrica las cuales son aquellas que utilizan la misma clave tanto para el cifrado como para el descifrado. Se pueden utilizar como cifrados de flujo o de bloque. Los cifrados de flujo son aquellos en los que el cifrado ocurre un byte a la vez. Los cifrados de bloque son aquellos en los que se cifra un bloque completo a la vez. El criptosistema de clave simétrica más utilizado es el criptosistema AES la cual es implementada en [2] (Advanced Encryption Standard). Telegram utiliza el protocolo de cifrado de clave simétrica AES en el modo de encadenamiento de bloques para cifrar los mensajes tal es el caso que se muestra en [1], [3].

Como la tecnología en el área de la medicina y de uso común están en permanente evolución según los avances en materia de ciencia y tecnología es de mucha importancia abordar ciertos elementos teóricos básicos relacionados con la tecnología como: su composición, clasificación, alcance y el concepto y características de tecnología apropiada. En 2017, Liñan [4] describe que el internet de las cosas (IoT, por sus siglas en inglés), está encajado en el área del cuidado de la salud, logrando así monitorear a personas en tiempo real. Para ello, se han empleado sensores y objetos que miden condiciones fisiológicas como: temperatura corporal, pulsos cardíacos, tención o posición del paciente tal como se demuestra en [5]. Uno de los objetos que se ha empezado a manejar ampliamente en el ámbito de la salud son los dispositivos vestibles (*wearables*) estos dispositivos han cambiado enormemente los paradigmas informáticos ya que los dispositivos portátiles se utilizan en diversos campos, como la salud, acondicionamiento físico, entretenimiento e industrias por ejemplo ver [6]. En

2018 Liang [7] explica cómo los rastreadores de actividad vestible no solo cuantifican las actividades fisiológicas de los usuarios, sino que también los motivan visualizando datos para la autorreflexión permitiendo así compartir datos por medio de dispositivos wearables.

Planteamiento del problema

Hoy por hoy, el concepto de Internet de las Cosas es algo que está abarcando en muchos aspectos de la vida cotidiana. Básicamente, Internet de las Cosas abarca a todos aquellos dispositivos conectados a la red que constantemente están generando información para su posterior estudio y así resolver muchas necesidades y problemas. Sin embargo, todo este tratamiento de información es delicado, pues esta información se está generando a diario, pero no se tiene la certeza de que se está haciendo con ella o quien la pueda utilizar. Es por esto, que se debe pensar en el aspecto de seguridad, para así garantizar la protección de esta información y de los componentes que hacen parte del sistema de Internet de las Cosas para ejemplificar revisar [8].

En el 2016 J. Salazar y S. Silvestre [9], [10] detallan que la seguridad de la información es un aspecto que está dando cada vez más que hablar, dado que el número de dispositivos conectados a Internet es cada vez mayor, lo que supone un crecimiento en la exposición de datos en la red. A pesar de que en general los dispositivos IoT no parecen dispositivos críticos en el área de la seguridad, son elementos que pueden llegar a serlo si no son utilizados de forma adecuada pudiendo ser interceptado por terceros y corromper los datos originales.

Un ejemplo claro a la hora de envió de datos es la compañía Telegram que ha prosperado en su servicio de mensajería instantánea siendo un medio de comunicación distinto por su método de encriptación y protocolo de seguridad que no sigue el típico esquema de encriptación para el intercambio de llaves, sino que implementa su propio protocolo llamado MTProto el cual utiliza algoritmos de poca popularidad, así logra asegurar confidencialidad, integridad y autenticidad en el envío de los datos por ejemplo, ver [2]. Esto conlleva a un nuevo planteamiento de los conceptos de cómo se está manejando él envió de mensajes y datos de la IoT en el área de la medicina. Por lo tanto, con el desarrollo de este proyecto se pretende implementar un ecosistema donde dispositivos wearables se puedan comunicar mediante el de uso protocolos, de modo que la pregunta de investigación que se plantea es; (i) ¿Cuál es la seguridad

existente de los dispositivos IoT en la salud y que ventajas presenta en envió de mensajes mediante el protocolo de transporte móvil?; (ii) ¿Cuáles son las herramienta más utilizadas para la comunicación de dispositivos *wearables*?; (iii) ¿Qué protocolos ayudan a que los dispositivos *wearables* no tengan problemas en el envío de dato?; (iv) ¿Existen problemas en envío de mensajes por los dispositivos vestibles?

Justificación

El envío de mensajes mediante dispositivos wearables en el área de la medicina es importante ya que facilita datos valiosos de pacientes que permitirán mejorar los servicios por parte de las personas que brindan atención médica. El Internet de las cosas al ser una innovación tecnológica permite transformar muchos objetos comunes que se usan a diario a objetos inteligentes, en la actualidad, muchos de los objetos que rodean a una sociedad están conectados a Internet recibiendo información de manera constante, ejemplo en [11]. Los dispositivos móviles en el área de la salud mediante la implementación del protocolo de transporte móvil ayudarán en envío y recepción de mensajes cifrados con el fin de resolver problemas como garantizar la protección de los datos gestionados. En el presente trabajo se plantea, determinar los mecanismos de seguridad que se deben considerar al momento de implementar el IoT en el área de la salud estableciendo pautas de seguridad a nivel de hardware, software y red con el motivo de que los dispositivos vestibles estén conectados a internet y no puedan ser vulnerados por terceras personas mientras se tiene tráfico de datos entre los dispositivos conectados en una red, ver [12].

En general, el protocolo MTProto está bastante bien pensado para la finalidad que tiene este proyecto la cual es el envío de mensaje mediante dispositivos wearables y aunque no es infalible sí que ofrece mucha más seguridad que las otras alternativas que hay en el mercado, además de la ventaja de ser un protocolo abierto para que todos lo puedan implementar, ya que cuenta con una gran comunidad. El resultado que se desea obtener con el desarrollo de esta propuesta es establecer los mecanismos de seguridad que debe tenerla innovación tecnológica del IoT mediante la aplicación del protocolo de transporte móvil.

Objetivos

Objetivo General

Desarrollar un ecosistema de dispositivos *wearables* mediante el protocolo de transporte móvil para el envío de mensajes.

Objetivos Específicos

1. Investigar escenarios que aplique envío de mensajes mediante dispositivos wearables.

2. Identificar las herramientas tecnológicas para la comunicación mediante MTProto y MQTT (node red).

3. Proponer una arquitectura para envío y recepción de datos con el uso de los protocolos de comunicación de mensajería instantánea para el envío seguro de datos (MTProto).

4. Realizar pruebas de comunicación de los dispositivos wearables en un ecosistema de IoT.

CAPÍTULO I: MARCO DE REFERENCIA

1.1 Antecedentes

Para el desarrollo de esta investigación se ha utilizado fuentes bibliográficas y repositorios que existen como ACM, IEE Explore y Science Direct, relacionados con la seguridad en envío de datos con dispositivo vestibles de IoMT los cuales se detallan a continuación:

En 2019 Patel y Doshi [13], propusieron varios modelos de referencia que sirvan de ayuda a la comunidad de investigación y la comunidad de usuarios de IoT (Internet de las cosas) se refiere al concepto de interconexión digital entre objetos cotidianos e Internet en este artículo ayudan a comprender el funcionamiento de estos dispositivos por medio del protocolo de mensajes MQTT estos modelos son adoptados y propuestos por CISCO la cual es una empresa multinacional de tecnología cuyo negocio se basa en la fabricación y venta de equipos de red, equipos de telecomunicaciones y otros servicios y productos técnicos quienes plantean conceptos de Internet de las cosas y las aplicaciones de Internet de las cosas en varias industrias. A demás en el artículo se detalla que MQTT (Transmisión de telemetría de Message Queue Server) es el protocolo más importante utilizado para la comunicación de la capa de aplicación de IoT, la seguridad y la privacidad son los principales desafíos a los que se enfrentan las principales industrias en la actualidad, por lo que en este documento se hace énfasis a varios aspectos de la seguridad en la comunicación, como el control de acceso y la autenticación y finalmente, se centran en varios artículos de investigación relacionados donde proponen un marco de autenticación novedoso para la comunicación basada en MQTT.

En 2020, Hofer-Schmitz [13] ofrece una visión general de las propiedades de seguridad en las comunicaciones de uso común para los protocolos consideradas más relevantes donde se apliquen IoT. Además, se detalla en la literatura que se pueden distinguir cuatro métodos de aplicación, como: 1 comprobaciones funcionales, 2 comprobaciones de propiedades de seguridad, 3 sugerencias para esquemas, incluidos controles de propiedades de seguridad y 4 comprobaciones de protocolos.

Dentro de la misma línea el cual es la IoMT (internet de las cosas médicas) en 2020 N. Garg, M. Wazid, y S. Member [14], detalla que los dispositivos habilitados para

Wi-Fi facilitan la comunicación de máquina a máquina y se vinculan a las plataformas en la nube para el almacenamiento de dato dando como resultado que el IoMT tenga la capacidad de realizar diagnósticos precisos, con menos errores y menores costos de atención con ayuda de aplicaciones móviles inteligentes permitiendo a los pacientes intercambiar su información confidencial y privada relacionada con la salud con los expertos en atención médica. Para el tratamiento de esta información sensible como los son los datos de un paciente en este artículo se diseñó un nuevo protocolo de acuerdo de clave de autenticación habilitado para registro único para el entorno de IoMT, llamado BAKMP-IoMT, también se describe que este protocolo es compatible con la transmisión multimedia que cumple con el retardo de extremo a extremo y proporciona una seguridad promedio.

En cuanto a la mensajería instantánea en dispositivos móviles, puede considerarse como uno de los servicios más utilizados en las comunicaciones, por ese motivo deben maximizarse las funciones de seguridad como la integridad y la confidencialidad de las comunicaciones. En 2017 B. Karp y H. T. Kung [15], plantearon un nuevo mecanismo de cifrado simétrico para la mensajería instantánea de texto en dispositivos móviles, que utiliza una secuencia de números primos obtenidos de una matriz bidimensional y una clave secreta para el proceso de cifrado. La solución propuesta ha sido comparada con otros algoritmos simétricos y asimétricos conocidos. No obstante, los autores de este artículo al final demuestran que los resultados simétricos son más efectivos para la mensajería instantánea, y el mecanismo se debe a su baja complejidad, rendimiento, robustez y facilidad de uso.

En cuanto al envío de datos, en 2017 Márquez [2] detalla que la compañía Telegram utiliza un protocolo el cual fue desarrollado y llamado MTProto que posee encriptación en su aplicación de mensajería instantánea y se caracteriza por tener una gran variedad de clientes, por lo que es posible correr la aplicación desde distintos dispositivos inteligentes. Se propone MTProto como un nuevo algoritmo de baja estructura para la comunicación de dispositivos móviles a través de un estándar abierto, a base de API Java las pruebas y la implementación realizada se muestran en este mismo artículo. Además, el artículo concluye su propuesta especificando que la implementación de (AES) Estándar de cifrado avanzado que proporciona el protocolo MTProto, permite generar confidencialidad con uso de una función llamada SHA-1 la cual genera el paso necesario para la autenticación del mensaje para el receptor al

poseer el mensaje encriptado y al mismo tiempo el mensaje digerido, de ese modo puede corroborar la integridad de este.

1.2 Bases teóricas científicas

1.2.1 Internet de las cosas en el cuidado de la salud

El término Internet de las cosas (*IoT Internet of things*) es una expresión en auge que hace referencia a objetos comunes que con el avance de la tecnología se están interconectando a Internet. El término IoT se introdujo cuando el número de dispositivos fue mayor que el número de personas conectadas a Internet, entre 2008 y 2009, por ejemplo, ver [9].

En el 2016 P. Sanmartín, K. Ávila y C. Vilora presentan una revisión del Internet de las cosas en el área de la salud, donde detallan que IoMT ha permitido que muchas personas, independientemente de su nivel socio económico puedan utilizar los servicios que por medio del IoT se podrían ofrecer y que en muchos países ya se están ofertando lo cual servirá para llevar un control constante de nuestra salud, teniendo en cuenta que hay muchas enfermedades en las cuales los síntomas son silenciosos y que un diagnóstico temprano permitiría la prevención y posibles soluciones a las enfermedades que pueden resultar mortales [16]. Un papel importante en este tipo de aplicaciones son los dispositivos vestibles, conocidos también como *wearables*.

Los *wearables* recopilan algún tipo de información de seguimiento, ya sea del usuario y/o del entorno, incorporan uno o varios métodos de sincronismo mediante diversas tecnologías inalámbricas [17]. Este tipo de dispositivos pueden medir diferentes cantidades dependiendo del campo de aplicación y de la precisión requerida. Hay varios datos que estos dispositivos pueden proporcionar (medidas de forma directa / indirecta) parámetros relacionados con el corazón (es decir, FC, variabilidad de la frecuencia cardíaca (VFC), intervalos RR (es decir, intervalos de tiempo entre dos picos R consecutivos) [18].

1.2.2 Estándares comunicaciones inalámbrica

Entre las características fundamentales que ofrece Internet de las cosas está el incremento de datos por medio de nodos o dispositivos conectados entre sí, que al mismo tiempo se convierte en un gran reto para el desarrollo de nuevos protocolos de

comunicación y actualización de topología [17], por otra parte, las redes de inalámbricas para la comunicación de dispositivos son:

Wi-Fi es una tecnología que permite la interconexión inalámbrica de dispositivos electrónicos.

Bluetooth es una especificación industrial para redes inalámbricas de área personal creado por *Bluetooth Special Interest Group*, Inc. que posibilita la transmisión de voz y datos entre diferentes dispositivos mediante un enlace por radiofrecuencia en la banda ISM de 2.4 GHz [19].

ZigBee es el nombre de la especificación de un conjunto de protocolos de alto nivel de comunicación inalámbrica para su utilización con radiodifusión digital de bajo consumo, basada en el estándar IEEE 802.15.4 de redes inalámbricas de área personal [19].

2G/3G/4G son redes de comunicación móviles y la principal diferencia entre la red **3G** y la **2G** es que la **3G** e que dependiendo del tipo red ofrecen una mayor rapidez de navegación, además con redes **3G** se la encuentra en teléfono o tablet pueden funcionar de igual manera en los servicios de voz y datos. Las redes **4G** (LTE) simbolizan la cuarta generación de tecnologías de telefonía móvil [20].

Estas redes de comunicaciones inalámbricas de acuerdo con su alcance se dividen en los siguientes grupos como se observa en *Figura 1*

Redes inalámbricas de área Personal. - Estas redes normalmente son de unos pocos metros y como su nombre lo indica para uso personal.

Red LAN o de Área local. - La cual puede abarcar un área reducida a una casa, un departamento o un edificio.

La Red NAN. – Es una red un poco más amplia situada por lo general en infraestructuras altas para poder comunicarse con dispositivos de su proximidad.

Red WAN. -también conocidas como de área global, busca cubrir toda una región (país o grupo de países).

Figura 1 Estándares comunicaciones inalámbrica [19]

1.2.3 Protocolo comunicación

Los protocolos de comunicación en general representan un conjunto de reglas que permiten a dos o más entidades en un sistema de comunicación transmitir información a través de diferentes tipos de conexiones (por ejemplo, medios físicos e inalámbricos). En 2018 Liang [7], describe que los protocolos están determinados por reglas, sintaxis y semántica y puede implementarse mediante hardware, software o una combinación de ambos.

- **MQTT** es un protocolo de red abierto, ligero, de publicación y suscripción estándar OASIS e ISO que transporta mensajes entre dispositivos. El protocolo generalmente se ejecuta sobre TCP / IP; sin embargo, cualquier protocolo de red que proporcione conexiones bidireccionales ordenadas y sin pérdidas puede admitir MQTT [21].

- **TCP** es una tecnología madura que ha sobrevivido a la prueba del tiempo y satisface las necesidades de comunicación de la mayoría de las aplicaciones. El protocolo de control de transmisión (TCP) es un protocolo dominante que se utiliza actualmente en Internet. Proporciona una transmisión de datos fiable con un algoritmo de control de congestión integrado que evita eficazmente el colapso del flujo de datos haciendo que los dichos datos lleguen a su destino sin error [22].

- **SMTP** el Protocolo simple de transferencia de correo es un protocolo de transporte utilizado para transferir mensajes de correo electrónico a través de Internet, Cuando el servidor de correo electrónico envía mensajes al propio

servidor o desde los clientes al servidor de correo electrónico se utilizan el protocolo SMTP [23].

- **POP3 y IMAP4** el protocolo (POP) o protocolo de acceso a mensajes de Internet (IMAP4) son protocolos de recuperación de correo electrónico que se utilizan para recuperar los mensajes de correo electrónico del servidor al cliente. Estos mensajes de correo electrónico se envían a él mediante el protocolo SMTP [23].

1.2.4 Arquitectura

En IoT para el buen uso de la tecnología inalámbrica en 2019 U. **Lee *et al* [12]** hacen la presentación de una arquitectura que funciona como prueba para la aplicación de área corporal (BAN) Figura 2 o redes de sensores de área corporal (WSAN) este diseño de arquitectura se basa en la movilidad, energía, consumo, cobertura y en la conectividad usando sensores de baja potencia los cuales se llevaran adaptados en el cuerpo, estos dispositivos a de más estarán conectados a una red inalámbrica para poder enviar los datos corporales a un servidor o directamente a un hospital o clínica de salud. Esta arquitectura como se describe en el artículo está basada para aplicaciones de prueba.

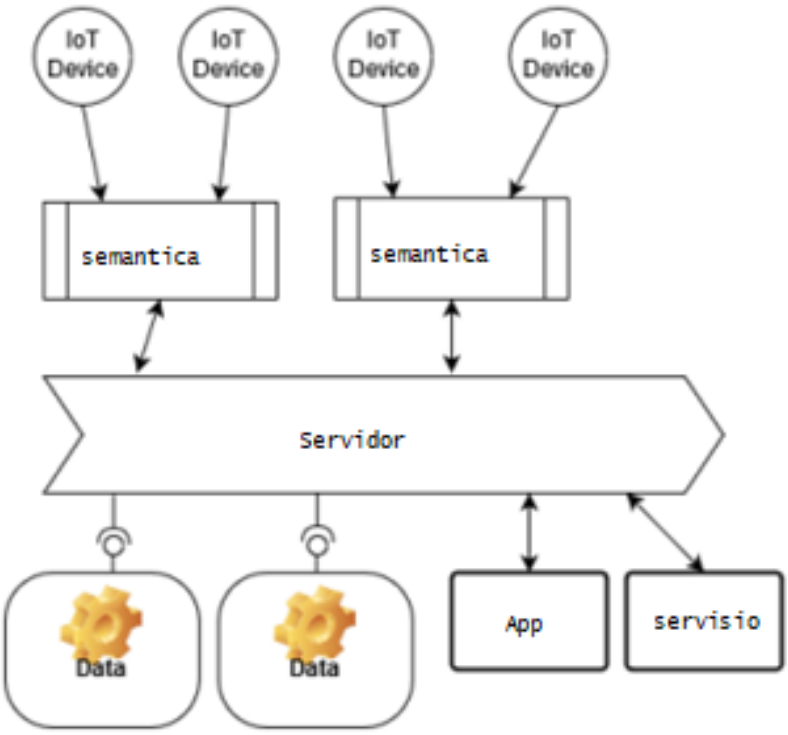


Figura 2 Arquitectura general IoT [18]

1.2.5 Aplicaciones de IoT en la salud

Las aplicaciones concretas se encuentran por ejemplo en atención a personas mayores, transporte, finanzas, juegos, música, biomedicina, educación, apoyo a discapacidad, investigación científica, seguridad, estudios sociales y conductuales, y un largo etc. Los dispositivos WD no solo pueden emplearse en adultos, también en bebés y en animales, aportando monitorización específica de diversos parámetros en tiempo real. I igualmente las aplicaciones de WT son extrapolables tanto al ámbito personal como al corporativo, por ejemplo, ver [17], [24].

1.2.6 Dispositivos *wearables* aplicaciones en la salud

El uso de wearables en aplicaciones de salud es la arquitectura de sistema embebido Bi-Fi para el monitoreo de pacientes en hospitales y atención ambulatoria. Ha sido concebido en UCLA y está basado en la arquitectura SunSPOT. Los dispositivos miden datos biológicos de alta velocidad, como señales neuronales, oximetría de pulso y electrocardiógrafos Figura 3. Los datos luego son interpretados, filtrados y transmitidos por los dispositivos para permitir alertas tempranas a pacientes o doctores [4].

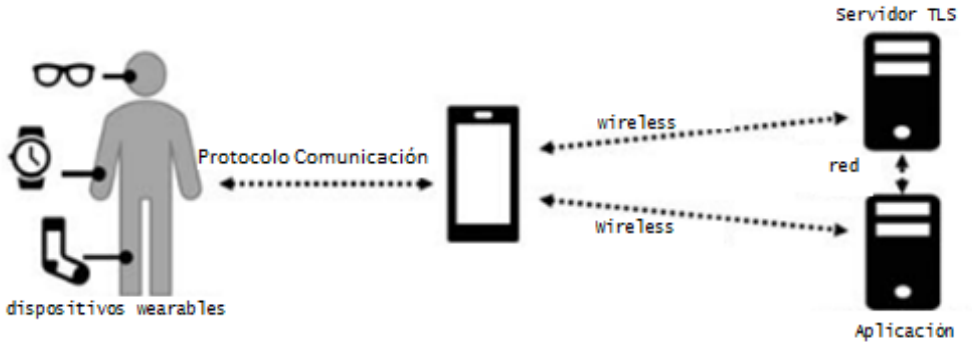


Figura 3 Conceptualización de dispositivos wearables IOMT [25]

1.2.7 Diferentes tipos de wearables

Teléfonos inteligentes

Los teléfonos inteligentes Figura 4 tienen muchos sensores integrados, que recopilan datos sobre los movimientos de los usuarios. La gente suele llevar sus teléfonos inteligentes en sus bolsillos, lo que cumple con los requisitos de la recopilación de datos. La recopilación de datos se puede utilizar para una amplia gama

de propósitos, incluyendo el seguimiento del movimiento, la detección de caídas, el monitoreo del anciano y la capacitación de recuperación de los pacientes.

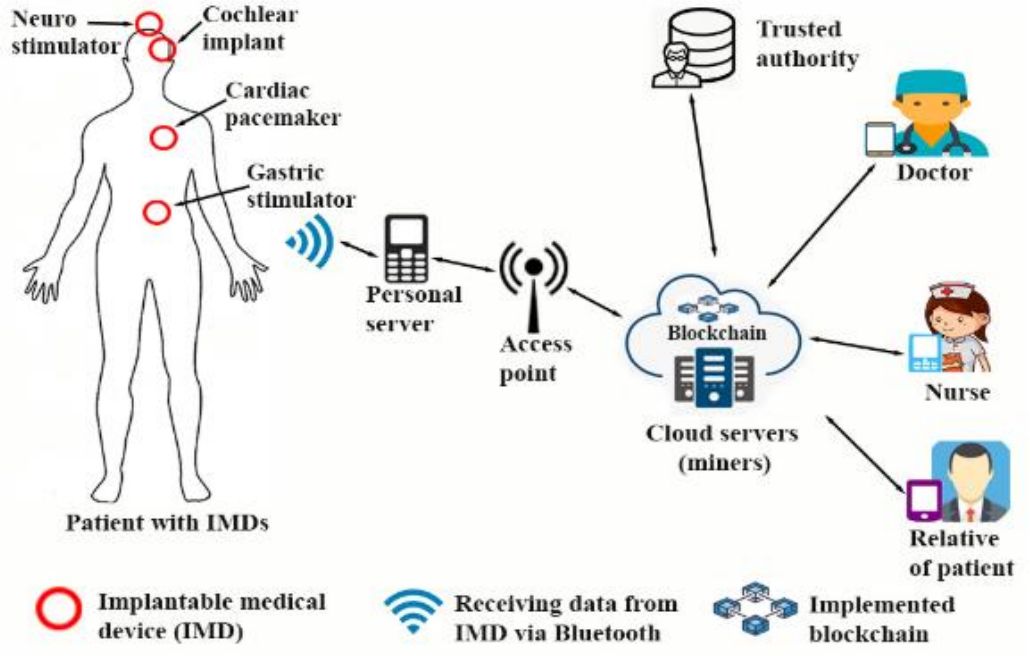


Figura 4 Teléfonos inteligentes [14]

Relojes inteligentes y pulseras

Los relojes y las pulseras inteligentes Figura 5 son ahora de uso general, con varios sensores incorporados que monitorean la actividad diaria de los usuarios, el consumo de calorías y la frecuencia cardíaca, así como la calidad del sueño, que ayudan a los usuarios a disfrutar de un ejercicio más saludable y un mejor sueño.

Figura 5 Los relojes y las pulseras inteligentes [17]

Gafas Inteligentes

Las funciones de grabación y disparo de gafas inteligentes Figura 6 pueden violar la privacidad de otros. Sin embargo, mientras el propósito sea claro y el sistema de monitor sea perfecto, las gafas inteligentes no se convertirán en una amenaza para la privacidad, sino en un práctico asistente de vida y herramienta médica. Google, por ejemplo, ya planea introducir lentes de contacto con sensores integrados que puedan detectar los niveles de azúcar en sangre de los usuarios.

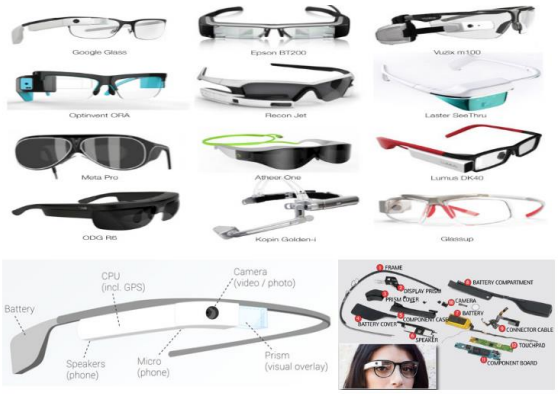


Figura 6 Gafas Inteligentes [17]

Ropa inteligente y calcetines

La ropa inteligente Figura 7 recopila datos corporales de los usuarios a través de sensores de telas y dispositivos de recolección, que se pueden utilizar para supervisar los datos de ejercicio y el consumo de calor de los usuarios. Además, hay ropa inteligente para bebés para que los bebés controlen su condición física.

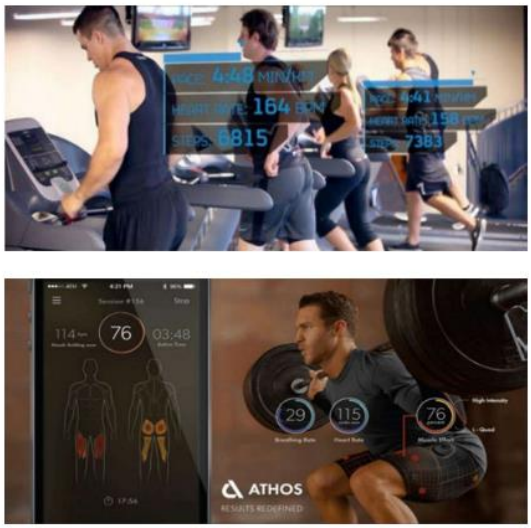


Figura 7 Ropa Inteligente [17]

Zapatos inteligentes

Las zapatillas inteligentes Figura 8 recopilan principalmente los datos deportivos de los usuarios para ayudar a los usuarios a mejorar mejor sus planes deportivos. Además, algunas zapatillas inteligentes tienen nuevas funciones de detección de movimiento, como La Fuel Band SE de Nike, que recuerda a los usuarios que se pongan de pie y se muevan de vez en cuando.

Figura 8 Zapatos inteligentes [26]

Auriculares inteligentes

Los auriculares inteligentes Figura 9 tienen nuevos métodos de aplicaciones, como el análisis y procesamiento de voz inteligente, que permiten a los usuarios operar el equipo de forma más cómoda mediante comandos de voz. En el futuro, puede ser posible integrar sensores directamente en auriculares internos para controlar la frecuencia cardíaca, la temperatura corporal y el movimiento.

Figura 9 Auriculares inteligentes [17]

Seguridad en la aplicación de internet de las cosas orientadas al cuidado de la salud

Cuando se trata de monitoreo de atención médica, se debe considerar cuidadosamente la privacidad y la seguridad de los datos. Los desarrolladores pueden ayudar a integrar la seguridad en dispositivos, aplicaciones y sistemas. Para compartir datos, los desarrolladores pueden utilizar un modelo Cliente-Servidor, en el que el

servidor comparte un cierto tipo de información con los clientes mientras mantiene otra información protegida por las credenciales adecuadas [27].

Arquitectura IoT en la atención

Según lo sugerido por la UIT, dicha infraestructura esencial se construirá alrededor de una arquitectura de múltiples capas donde los objetos inteligentes se utilizarán para entregar diferentes servicios a través de las cuatro capas principales representadas en la *Figura 10*: una capa de dispositivo, una capa de red, una capa de soporte la capa de aplicación [4].

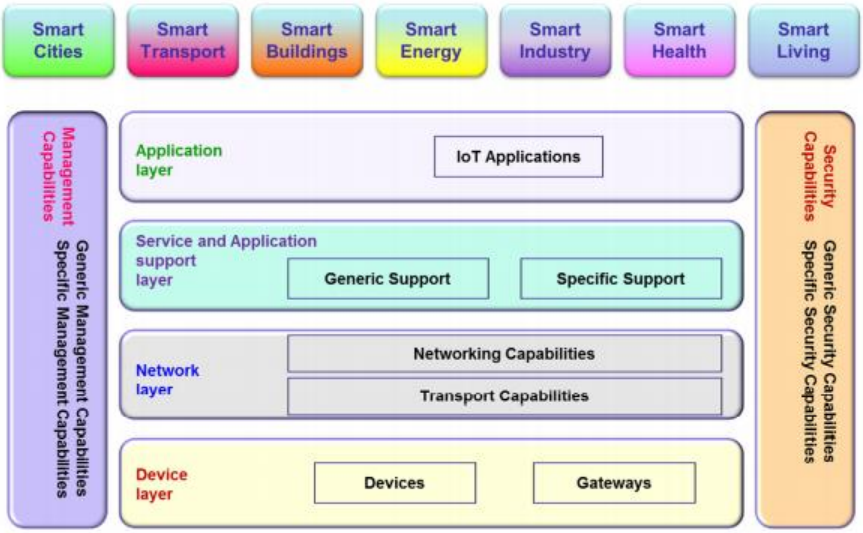


Figura 10 Arquitectura en capas de IoT (Fuente: UIT-T) [4]

Seguridad aplicada en IoT

La importancia de la seguridad de la IoT está aumentando debido al rápido número de casos de uso de IoT sensibles. Por ejemplo, los dispositivos IoT ahora se utilizan en la administración de energía, la atención sanitaria, la gestión de suministros, el bienestar/seguridad pública, la domótica y los campos de batalla. Un caso de uso potencial adicional para IoT son los vehículos inteligentes que, si no están adecuadamente protegidos, podrían ser un peligro considerable para el usuario y su entorno (de manera similar, el uso compartido de automóviles es otra área relacionada que también requeriría niveles de protección […]). Otra tecnología próxima es el concepto de ciudades inteligentes en el que hay un alto nivel de integración y colaboración dentro de la infraestructura de la ciudad.

Gestión de la seguridad en IoT

Para ayudar a la formulación del modelo de gestión de riesgos para la IoT en el área de salud se propone (COBIT) por Latifi y Zarrabi [28]. La solución de IoT para el cuidado de la salud aún no es robusta, pero continúa desarrollándose. Por lo tanto, es difícil identificar y predecir todos los posibles riesgos, vulnerabilidades y amenazas asociados con el dominio de IoT Health. Sin embargo, en [28] se desarrolla un modelo para la gestión de seguridad antes de que ocurran riesgos de ataques.

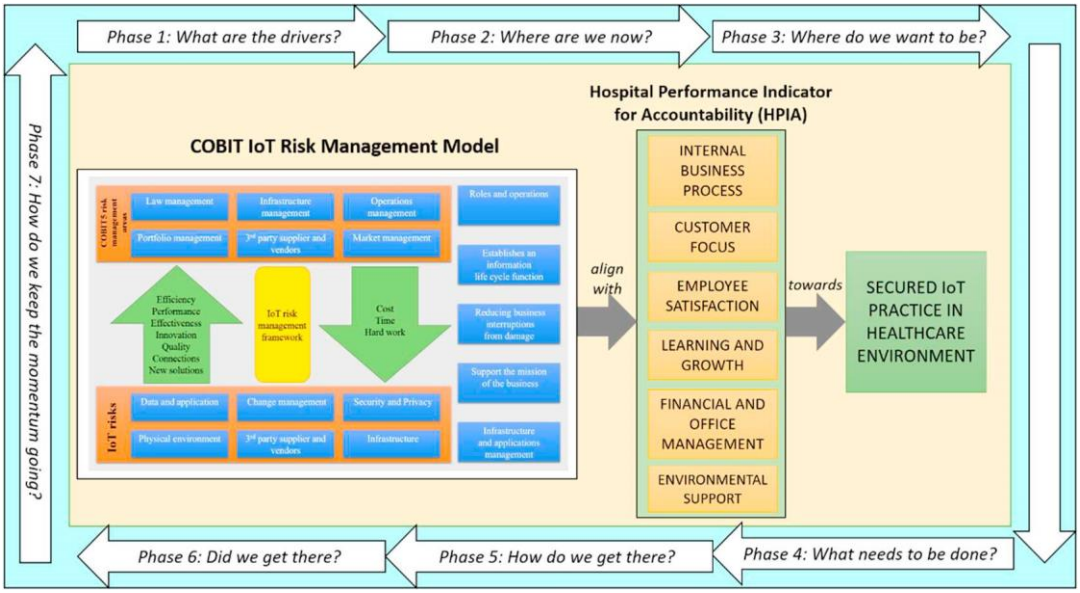


Figura 11 Modelo propuesto de gestión de riesgos de seguridad de IoT para la práctica de la salud [28]

La primera parte del modelo es la gestión de riesgos COBIT IoT que se formula en función de la categoría de riesgo de IoT como 1) datos y aplicaciones, 2) gestión de cambios de usuario, 3) seguridad y privacidad, 4) entorno físico, 5) proveedor y proveedores de terceros y 6) infraestructura. La otra parte es COBIT 5 áreas de gestión que consisten 1) gestión de la ley, 2) gestión de infraestructura, 3) gestión de operaciones, 4) gestión de carteras, 5) proveedores y proveedores de terceros, y 6) gestión del mercado. Para este estudio de caso, descubrimos que todas las infraestructuras pertenecen a la tecnología médica, como un analizador, una máquina de frecuencia cardíaca, radiografías y máquinas de escáner, son mantenidas y monitoreadas por cada autoridad del departamento que puede resultar varía el problema de riesgo una vez que IoT se implementa ampliamente. La razón principal es que no hay un mecanismo centralizado de seguridad y control de riesgos de IoT. Por lo tanto, al tener este modelo, proponemos reducir el riesgo porque todo lo

asociado con la solución de IoT ahora se puede supervisar de forma centralizada. Esto conducirá a una mejor eficiencia, rendimiento, eficacia, innovación, calidad de conexión, y retrata una nueva idea de solución. Esto también eventualmente reducirá el costo, el tiempo y las tareas operativas. Otros elementos de apoyo en este modelo son, el establecimiento de funciones y operaciones claras, el establecimiento de la función del ciclo de vida de la información, la reducción de la interrupción del proceso de negocio, el apoyo a la misión empresarial la gestión de la infraestructura la gestión de aplicaciones. En general, las conclusiones del estudio de caso coinciden en que los criterios de este modelo son relevantes para el área de la salud también. Por ejemplo, los datos y la aplicación son los principales riesgos en la atención sanitaria cuando se trata de IoT, por lo tanto, para gestionar este riesgo, la gestión de la ley debe estar en su lugar [28].

A continuación, el modelo incorpora las categorías de HPIA que son el proceso de negocios interno, el enfoque del cliente, la satisfacción de los empleados, el aprendizaje y el crecimiento, la gestión financiera y de oficinas y, finalmente, el soporte medioambiental. Esto está en línea con el KPI de calidad de la atención médica como explican los participantes en el caso de estudio, HPIA son reglas obligatorias para seguir. A partir de las entrevistas, se descubre que la adopción de IoT se encuentra actualmente en la etapa de la infancia. Su práctica actual de gestión de riesgos se basa en las actividades diarias de supervisión del personal por parte del propio Jefe de Departamento, mientras que los riesgos de seguridad relacionados con TI son supervisados por el Departamento de TI. Por lo tanto, el modelo propone siete fases que se originan a partir de COBIT5 para guiar el proceso de implementación de IoT desde el principio. Las fases son; Fase 1: ¿Cuáles son los controladores? que tienen por objeto identificar y confirmar la necesidad de la aplicación de la IoT; Fase 2: ¿Dónde estamos ahora? cuando necesite definir el alcance de la implementación utilizando el mapeo de los objetivos empresariales de COBIT a los objetivos de IT relacionada; Fase 3: ¿Dónde queremos estar? significa que una vez que se establece un objetivo de mejora, debe ir seguido de un análisis más detallado utilizando la guía de COBIT para identificar brechas y posibles soluciones; Fase 4: ¿Qué hay que hacer? Se refiere a la solución práctica en la definición de proyectos respaldados por casos de negocio justificables; fase 5: ¿Cómo llegamos allí? Se refiere a las soluciones propuestas que deben aplicarse en las prácticas cotidianas en esta fase; Fase 6:

¿Llegamos allí? Se refiere a cómo se lleva a cabo el funcionamiento sostenible de los habilitadores nuevos o mejorados; y, por último, fase 7: ¿Cómo mantenemos el impulso? En esta fase, se revisa todo el éxito de la implementación de IoT con la necesidad de mejora continua [28].

Protocolos seguros para IoT

En 2018 E. Borgia, R. Bruno y A. Passarella [29] propusieron Varios protocolos de ruteo, la lista de protocolos de ruteo presentados en figuras.

Enrutamiento proactivo [30] En esta clase de protocolos, se configura un sistema de intercambio periódico de paquetes de control para que cada nodo pueda construir de manera distribuida la topología de la red. Puede haber varios tipos de paquetes de control. Típicamente, distinguimos los paquetes que se envían localmente a un salto y los paquetes que se transmiten a través de la red. La primera permite adquirir el conocimiento del barrio. El segundo permite que un nodo dado difunda en el trabajo neto el estado de la vecindad, que normalmente se reduce a los nodos vecinos o a un subconjunto de ellos. En un protocolo proactivo, un nodo actualiza periódicamente sus tablas de ruteo al recibir paquetes de control. Podemos encontrar: DSDV, OLSR, GSR, FSR.

Enrutamiento reactive [30] Los protocolos de enrutamiento pertenecientes a esta categoría crean y mantienen rutas según sea necesario. Cuando la red necesita una carretera, se inicia un procedimiento global de detección de rutas, con el fin de obtener una ruta de información. El protocolo intenta descubrir una ruta sólo a petición de una aplicación que quiere enviar un paquete a un destino, y esto por la difusión de una solicitud a través de la red. La respuesta a esta solicitud de difusión permite a la fuente obtener información topológica sobre esta ruta. Durante esta fase de búsqueda de ruta, el paquete IP se pone en espera para una respuesta del protocolo reactivo hasta que una ruta esté disponible. Podemos encontrar: AODV, DSR, LMR, TORA.

1.2.8 Node-red

Es una herramienta de programación basada en nodos donde se muestra visualmente relaciones y funciones permitiendo a los usuarios desarrollar programas sin escribir líneas de código además Node-RED Figura 12 es un editor basado en navegador donde

se puede agregar o eliminar objetos-nodos y conectarlos para que se comuniquen entre sí.

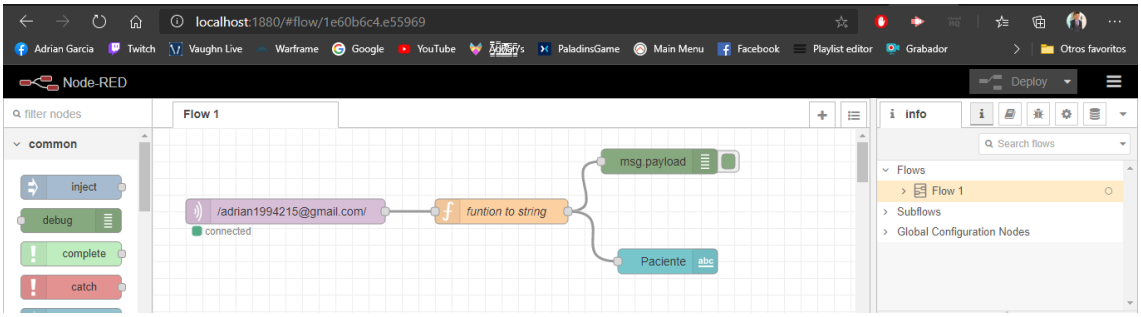


Figura 12 Interfaz Node-RED

1.2.9 Mensajerías Instantáneas

Telegram

Telegram es un tipo de mensajería instantánea desarrollada por los hermanos Nikolái y Pável Dúrov, que permite enviar, texto, fotos, videos y archivos de cualquier tipo, los remitentes y receptores pueden ser usuarios grupos o canales [2]. Tiene varias opciones como, creación de grupos o canales, a continuación, se presentan las características de estas formas de comunicación:

Grupo: varios usuarios se unen a un grupo, todos los miembros pueden enviar y recibir mensajes y los usuarios también pueden ser visitantes u otros miembros del grupo.

Canal: este es un método para enviar mensajes públicos a varios usuarios. Por lo general, solo hay un administrador o unos pocos administradores que son los únicos administradores que publican información.

1. **Características de Telegram**

   Envío de archivos sin limitaciones

   Cifrado de información por MTProto

   Chats en grupos permite hasta 200000 usuarios

   El inicio de sesión es mediante un número telefónico

2. **Seguridad de Telegram**

   Telegram tiene su propio protocolo de comunicación, llamado MTProto, que permite la transmisión segura de mensajes entre estaciones móviles. Utiliza

principalmente una clave para cifrar el mensaje y luego usa una clave diferente para descifrar el mensaje.

3. **Protocolo de encriptación MTProto**

   Para verificar que la información enviada no ha cambiado, el telegrama utiliza el código de autenticación del mensaje MAC. Al publicar un mensaje, el telegrama obtiene la MAC en base al algoritmo SHA-1 para obtener la clave que identifica el mensaje, y la combina con la clave compartida por el cliente y el servidor para obtener una nueva clave para el cifrado del correo. A continuación, en la Figura 13, se observa el esquema de encriptación final utilizado por Telegram [2].

4. **Creación de ChatBots**

   Este servicio fue desarrollado para implementar servicios más grandes que tienen la capacidad de obedecer comandos a través de comandos de texto, de modo que se puedan administrar grupos y canales. Para utilizar esta mensajería para desarrollar aplicaciones, es necesario proporcionar un conjunto de herramientas para explicar la API de MTProto y tokens para verificar las operaciones [2].

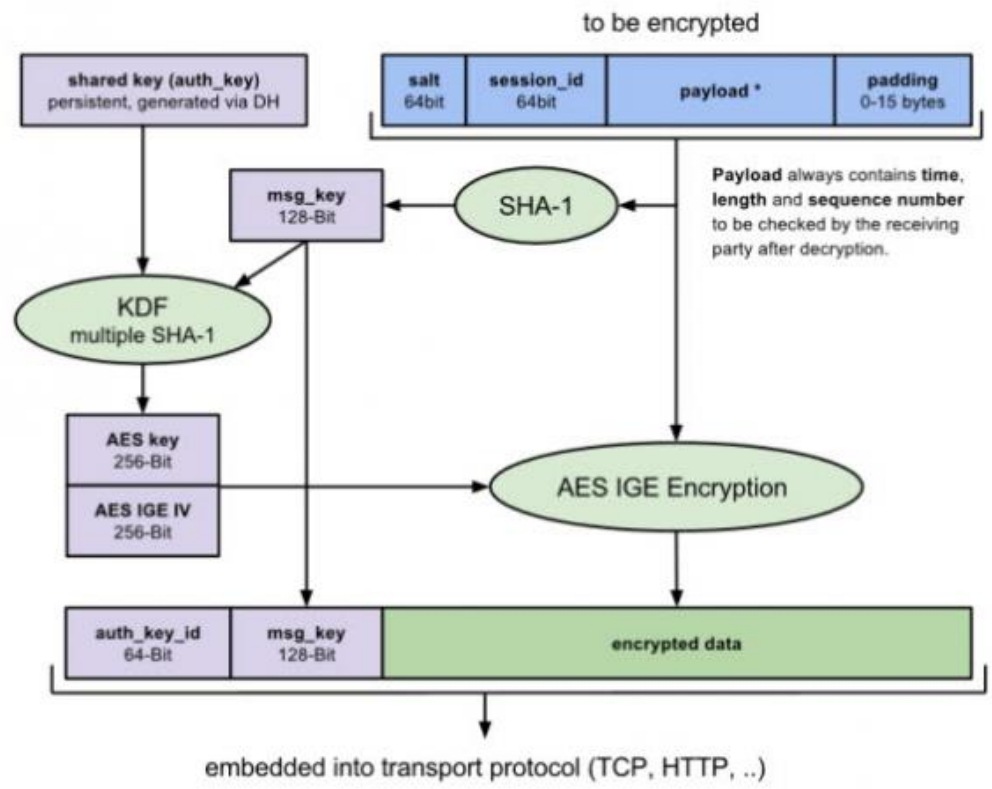


Figura 13 Esquema de Cifrado usado por Telegram [31]

Existe 4 grandes grupos de tipos de aplicación de IOT, tipo consumidor, tipo comercial, tipo industrial, tipo infraestructura.

1. Tipo consumidor: Personas usando IoT en su vida diaria, casa u oficina su clasificación es la siguiente.

Tabla 1 Aplicación de IOT Tipo consumidor

Tipo consumidor		
1	Hogares y oficinas	Casas inteligentes Oficinas con luz programada Asistentes personales Consumo inteligente.
2	Wearables	Internet of Wearable Things (IoWT) Relojes inteligentes Control de voz Monitoreo de adultos mayores

1 Tipo comercial: Sectores comerciales usando IoT en sus soluciones para el cuidado médico, transporte y construcción /automatización de hogares.

Tabla 2 Aplicación de IOT Tipo comercial

Tipo comercial		
1	Cuidado médico	Medición rápida y más precisa Monitoreo remoto de estados críticos Monitores de corazón Wearables
2	Transporte	P arqueo inteligente Generación de rutas y alertas tempranas Respuesta rápida a la demanda del sistema público
3	Construcción / automatización de hogares	Edificios inteligentes Control del consumo energético Control de agua Cantidad de personas

2 Tipo industrial: Soluciones de impacto macro y manejo de grandes cantidades de datos como manufactura y agricultura.

Tabla 3 Aplicación de IOT Tipo Industrial

Tipo industrial		
1	Manufactura	Equipamiento de dispositivos existentes Monitoreo y aceleración en proceso Optimización en cadena de suministros
2	Agricultura	Predicción en cosechas Prevención en daños o plagas Precisión en programas de fertilización

3 Tipo infraestructura: Soluciones en operaciones directamente involucradas con humanos como en ciudades, manejo de energía y monitoreo ambiental.

Tabla 4 Aplicación de IOT Tipo Infraestructura

Tipo de infraestructura		
1	Ciudades	Planeación y mejora del tráfico Mejora de la disponibilidad de recursos Mejora en la calidad del aire
2	Manejo de energía	Identificación de demanda irregular Nacimiento de la Smart grid para el envío preciso de energía.
3	Monitoreo ambiental	Predicción de desastres Reacción inmediata Monitoreo de áreas protegidas Monitoreo de recursos

De los 4 tipos de aplicaciones de IoT, nuestro estudio se va a concentrar en el tipo comercial, cuidado médico específicamente en Medición rápida y más precisa.

1.3 Marco Legal

Para garantizar la viabilidad normativa de este proyecto, principalmente se considera las legislaciones vigentes a la fecha en Ecuador, tales como: La constitución del Ecuador, Ley Orgánica de Telecomunicaciones [32], Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos [33], Creatividad e Innovación, Ley orgánica de Salud [34] y Plan Nacional para el Buen Vivir 2013-2021[35]. De la misma manera, se considera el Plan Nacional de Telecomunicaciones y Tecnologías de Información del Ecuador 2016-2021.

Constitución de la República del Ecuador en su Capítulo Sexto sección segunda Art. 322.- Menciona que se reconoce la propiedad intelectual de acuerdo con las condiciones que señale la ley. Se prohíbe toda forma de apropiación de conocimientos colectivos, en el ámbito de las ciencias, tecnologías y saberes ancestrales.

En la Ley Orgánica de la Salud se menciona mediante el Art 208 que la investigación científica tecnológica en salud será regulada y controlada por la autoridad sanitaria nacional, en coordinación con los organismos competentes, con

sujeción a principios bioéticos y de derechos, previo consentimiento informado y por escrito, respetando la confidencialidad [34].

En el Plan Nacional para el Buen Vivir 2017-2021, se mencionó que es el momento de profundizar, innovar, mejorar e incluir, para garantizar la realización plena de nuestros proyectos de vida, en condiciones de igualdad de oportunidades, de equidad y justicia social [35].

El código Orgánico Integral Penal en la sección tercera Delitos contra la seguridad de los activos de los sistemas de información y comunicación menciona mediante su Artículo 230.- Interceptación ilegal de datos. - Será sancionada con pena privativa de libertad de tres a cinco años:

1. La persona que, sin orden judicial previa, en provecho propio o de un tercero, intercepte, escuche, desvíe, grabe u observe, en cualquier forma un dato informático en su origen, destino o en el interior de un sistema informático, una señal o una transmisión de datos o señales con la finalidad de obtener información registrada o disponible (Código Orgánico Integral Penal, 2021).

Ley Orgánica de Telecomunicaciones nos describe mediante su Art. 140 El Ministerio encargado del sector de las Telecomunicaciones y de la Sociedad de la Información el órgano rector de las telecomunicaciones y de la sociedad de la información, informática, tecnologías de la información y las comunicaciones de la seguridad de la información. A dicho órgano le corresponde establecer las regulaciones necesarias para garantizar la seguridad de las comunicaciones y la protección de datos personales [32].

En el Código Orgánico de La Economía Social de los Conocimientos se describe que, los artículos 385 y 386 de la Constitución prevén que el sistema nacional de ciencia, tecnología, innovación y saberes ancestrales, en el marco del respeto al ambiente, la naturaleza, la vida, las culturas y la soberanía, tendrá como finalidad generar, adaptar y difundir conocimientos científicos y tecnológicos; recuperar, fortalecer y potenciar los conocimientos tradicionales; desarrollar tecnologías e innovaciones que impulsen la producción nacional, eleven la eficiencia y productividad, mejoren la calidad de vida y contribuyan a la realización del buen vivir [33].

CAPITULO II: METODOLOGÍA

2.1 Descripción y caracterización del lugar

En este proyecto se usó la metodología descriptiva, ya que permitió inspeccionar temas de estudio experimental a su vez se conoció anomalías en trabajos relacionados con el uso de los dispositivos wearables que están en auge, además se consideraron propiedades y características de los dispositivos para que se usen y se visualicen en los resultados finales. La delimitación temporal que tomó para la investigación fue entre los años 2015-2020 y la recolección de información se extrajo de forma exhaustiva de diferentes medios bibliográficos como ACM, IEE Explore y Science Direct sobre temas de mensajería en Internet de las cosas médicas.

2.2 Tipo de investigación

El tipo de investigación que se aplicó en este trabajo es el exploratorio porque ayudó a investigar temas que están en creciente desarrollo, a su vez permitió familiarizarse con fenómenos poco estudiados, el tipo de investigación exploratorio es de campo; se considera de campo porque se realizó en la ciudad de Esmeraldas dónde se analizó la factibilidad de la adopción de tecnologías wearables especializadas en enfermedades cardíacas y para poder evaluar la conducta del usuario se prestó ayuda a un profesional de la salud. También se aplicó investigación de tipo descriptivo porque mediante esta investigación se permitió analizar las propiedades y características de los dispositivos wearables para ser utilizados en mensajería y sus resultados puedan ser mostrados en representaciones graficas.

Además, para este proyecto se aplicó investigación de tipo cualitativo y cuantitativo por el motivo que el desarrollo del proyecto proporciono la recopilación de información de actividades físicas como lo es el ritmo cardíaco siendo datos medidos por los dispositivos wearables.

2.3 Métodos y técnicas

Este proyecto de tesis se realizó mediante el método experimental por el motivo de que se trabajó bajo condiciones de control con el uso de herramientas tecnológicas, además se empleó como base un método representativo utilizado actualmente en investigaciones de diseño y creación como lo son los protocolos de mensajería siendo

uno de ellos MTProto, este método experimental consistió en la observación, captura y análisis de las actividades fisiológicas mediante los dispositivos wearables para enviarlos por mensajes controlados con el uso de los protocolos. Además, la construcción de este proyecto tuvo como base método inductivo y deductivo para identificar las dimensiones de incertidumbre que podría afectar en la recepción de los mensajes enviados con la aplicación de los protocolos como base.

La técnica que se empleo es la encuesta, la cual constas de pregunta dicotómicas (SI o NO). Como fuente tenemos el internet para obtener información relevante por medio de páginas web, blog, publicaciones, entre otras fuentes bibliográficas que proporcionaron información relevante para el desarrollo del proyecto.

2.4 Población y muestra de estudio (técnicas de muestreo)

En el presente proyecto se consideró como población a las personas de la ciudad de Esmeraldas que tengan enfermedades cardíacas durante la época de pandemia (COVID-19) y profesionales que estén especializados en el tratamiento de enfermedades cardíacas para el respectivo análisis y veracidad de aceptación de los datos tomados por las tecnologías usadas *(wearables*).

2.5 Técnicas de procesamiento y análisis de datos

En este trabajo se utilizó la RICHAR KUNDERSON la cual es una encuesta mediante preguntas dicotómicas de Si o No, donde se registrarán los indicadores que facilitaran la medición de las variables, estos indicadores son aplicados en otras investigaciones donde se evalúan el funcionamiento de sistemas de IoT.

2.6 Variables

Para orientar la investigación se propusieron tres variables a estudiar. Las mismas que se pueden observar en la Tabla 5 que ayudaran a reflejar la usabilidad de los dispositivos wearables por parte de los usuarios, el sistema se ha desarrollado para verificar si cumple con los objetivos planteados.

Tabla 5 Variables de calidad del prototipo

Variables	Indicadores	Tipo de variable	Entidades
Usabilidad	Nivel de facilidad para instalación Nivel de facilidad ejecución de tareas de usuario Nivel de facilidad de uso del prototipo	Cuantitativa	Usuarios/Paciente
Funcionalidad	Grado de cumplimiento del objetivo Eficacia de la comunicación entre agentes Grado del cumplimiento de los comportamientos de agentes acordes a lo programado	Cualitativa	Ecosistema IoT
Portabilidad	Facilidad de transporte Grado de ubicuidad Mecanismo de alimentación de energía Grado de facilidad para reemplazo de sensores	Cualitativa	Prototipo

2.7 Normas éticas

En el desarrollo de este proyecto de tesis se respetaron las normativas, estructuras y leyes otorgadas por la universidad a la que estamos sujetos la cual es la PUCESE, esto para que la investigación se enmarque en lo estipulado por la ley. Así mismo se respetó el derecho de autor de fuentes que sirvieron para enriquecer la investigación, para ello se hicieron las correspondientes citas de fuentes bibliográficas y repositorios que existen como ACM, IEE Explore y Science Direct, relacionados con él envió de datos con dispositivo vestibles de Internet de las cosas médicas IoMT.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

3.1 Análisis e interpretación de resultados

En este capítulo se describe los resultados obtenidos durante la investigación. Para desarrollar el proyecto donde se utilizó dispositivos portátiles para enviar mensajes, Además se analizaron protocolos como MTProto y MQTT para el correcto funcionamiento de los dispositivos portátiles así monitorear y detectar la salud para enviar datos. Los datos leídos por el dispositivo portátil se promedian para comprender el rango de error entre este y el dispositivo médico. (lector de ritmo cardíaco).

3.2 Envío de menajes MQTT y MTProto

Para empezar con el funcionamiento se utilizó un servidor gratuito para la publicación de los datos capturados por el sensor luz del dispositivo wearable como se puede observar en Figura 14.

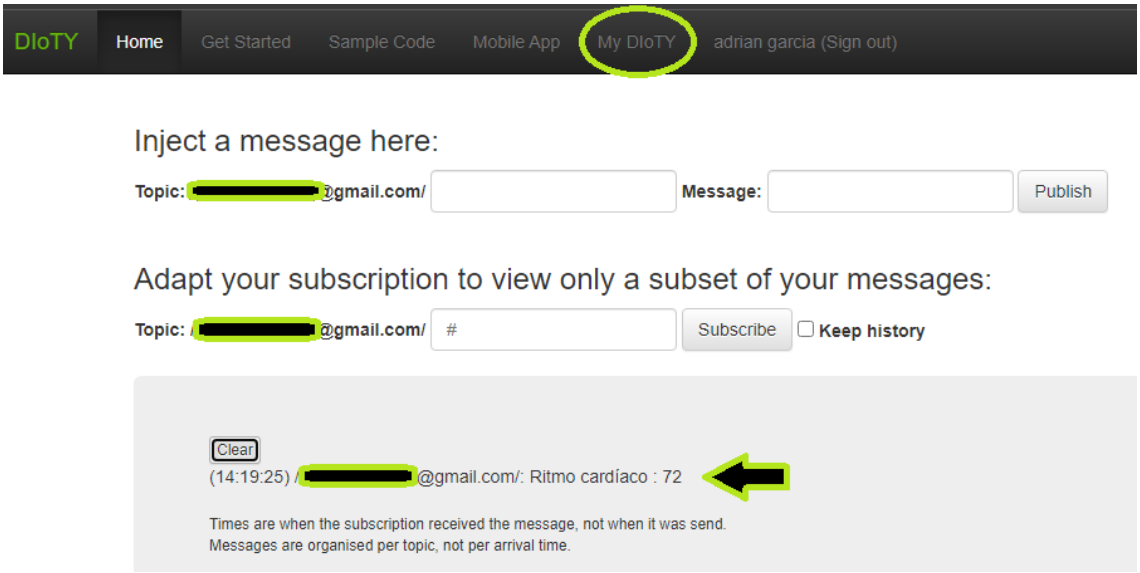


Figura 14 Publicación de datos biométricos del dispositivo wearable

3.3 Arquitectura propuesta

Se propone esta arquitectura Figura 15, ya que es una red basada con tecnología basada en la nube con el uso de protocolos como MQTT y MTProto, los cuales proporcionaron una alta velocidad de transmisión (envío y recepción) de mensajes.

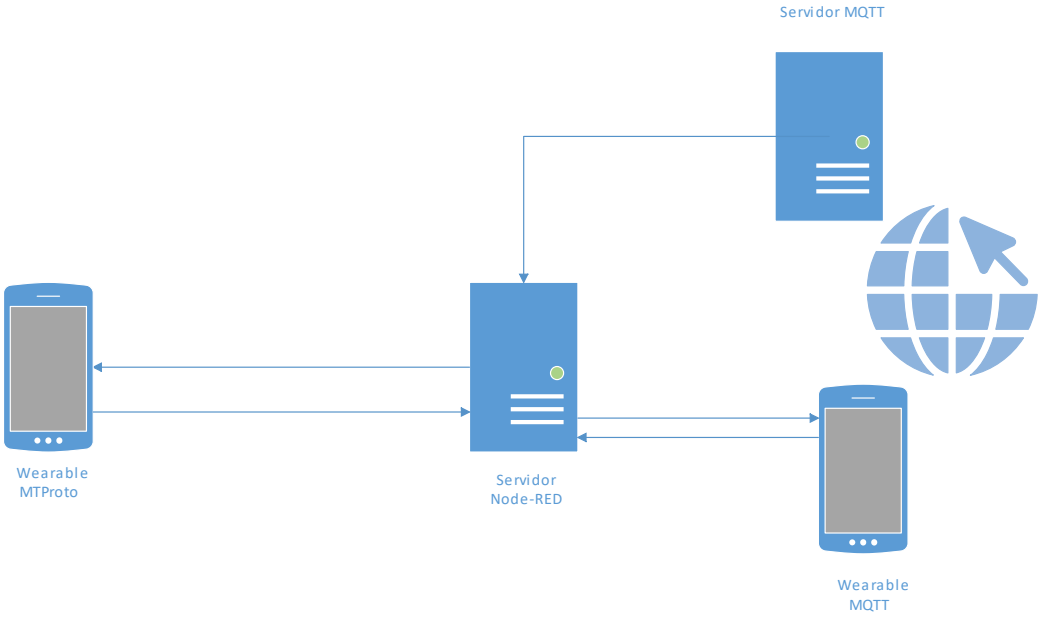


Figura 15 Arquitectura propuesta envió de mensajes con el protocolo MTProto

3.4 Proceso de envío de mensajes

La programación se la desarrollo en JavaScript con el uso de la herramienta de desarrollo basada en nodos Node-Red como se puede ejemplificar en la Figura 16, luego de que se configuró el servidor donde se publicarán los datos Figura 14, se usaron los protocolo MQTT y MTProto desde desarrollo de Node-RED para nuestro ecosistema de IoMT y de esa forma poder enviar y recibir mensajes desde la app de Telegram:

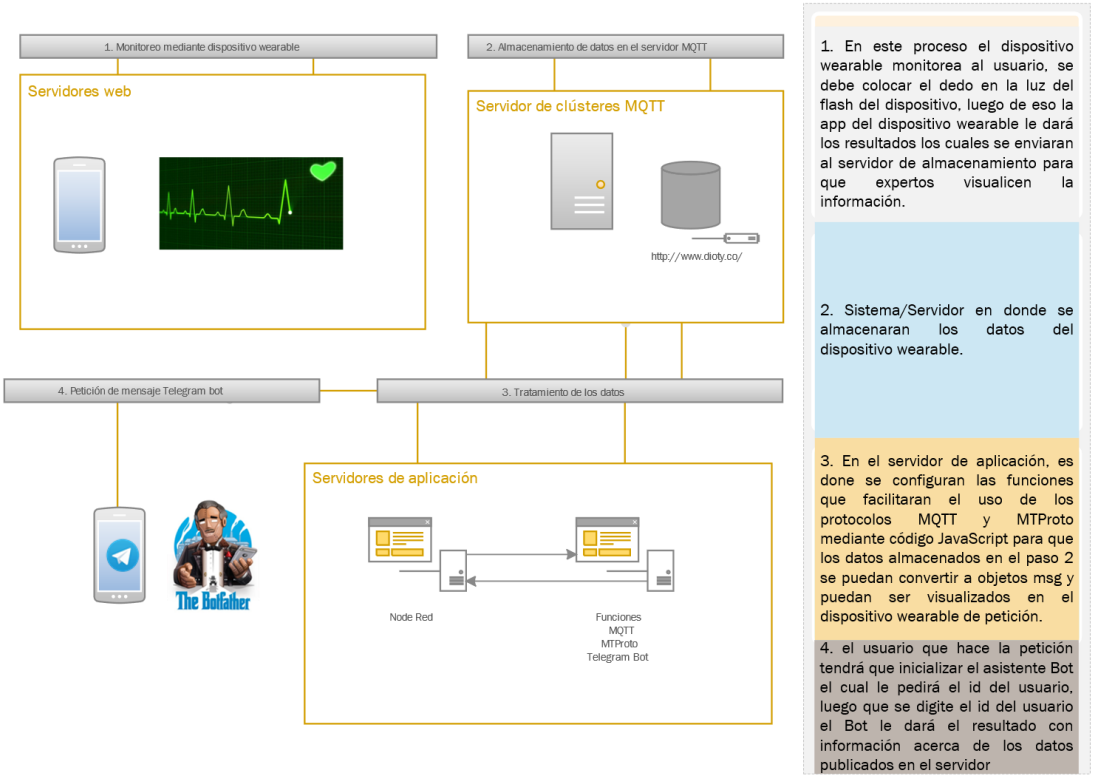


Figura 16 Proceso del sistema de envío de mensaje por dispositivo wearable

MQTT

Este nodo permitió ejecutar código de JavaScript para controlar la salida del nodo MQTT, en el apartado función se generó una variable de tipo Flow lo cual nos permite poder llamar dicha variable en cualquier nodo al estar encapsulado en este tipo de variable de esta manera se pudo controlar los mensajes que son de tipo objeto de JavaScript denominados msg.

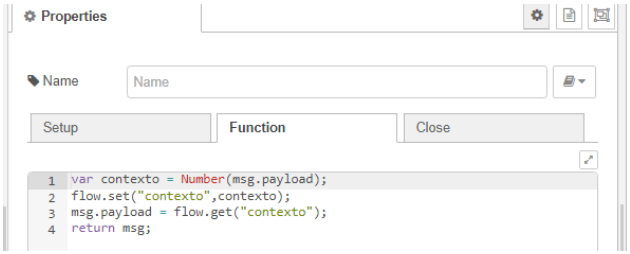


Figura 17 variable de mensaje msg dato publicado en servidor

Telegram Bot

Luego de la creación del usuarioBot Telegram, se llamó al BotFather luego de inicializar con /start Figura 18, para crear el bot se le tiene que agregar un nombre seguido de guion bajo bot ejemplo (AsistenteW_Bot) para eso se agrega el siguiente comando newbot Figura 19 El token que proporciona el BotFather se lo utilizara para la configuración de los nodos de en Node-Red Figura 12.

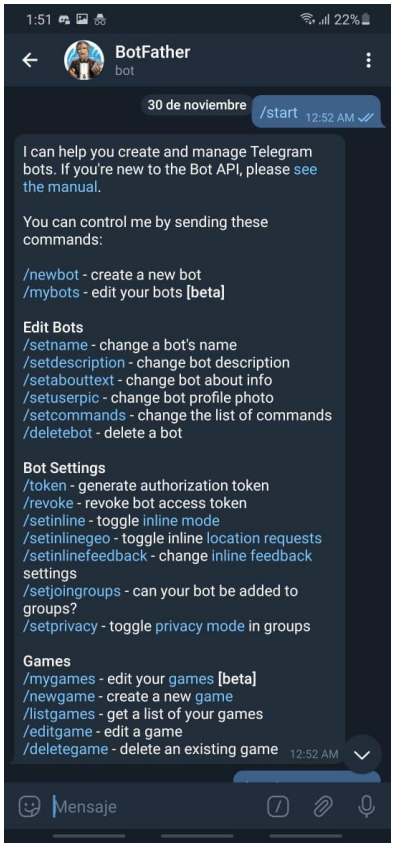


Figura 18 inicializar BotFather

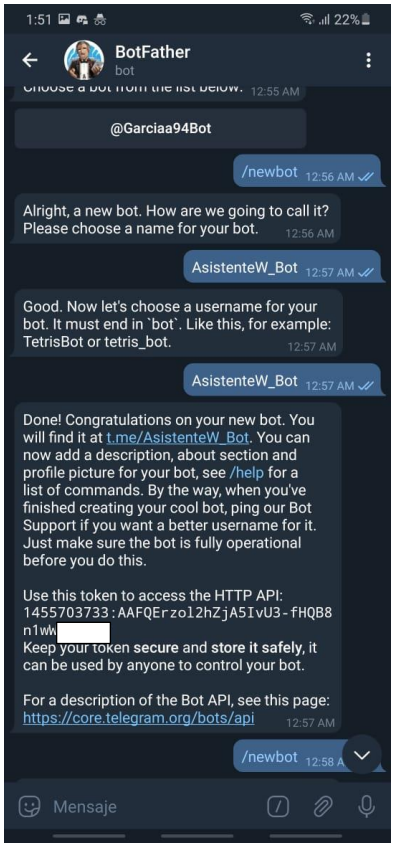


Figura 19 creación del Bot

Al inicializar el Bot el mensaje que se visualiza es el de ingrese el Id del paciente el cual es el nombre publicado en el servidor este proceso se lo realizo utilizando condiciones anidadas para poder validar el ingreso de un usuario como se observa en la Figura 20.

```
if(msg.payload.content=="Jackson")
{

msg.payload.content="Respuesta es → "+flow.get("contextonode")+" ?"
return msg;
}
else
{
    if(msg.payload.content=="Ana"){
    msg.payload.content="Respuesta es → "+flow.get("contextonodeA")+" ?"
    return msg;

    }
    else
    {
        if(msg.payload.content=="Andres"){
        msg.payload.content="Respuesta es → "+flow.get("contextonodeB")+" ?"
        return msg;

        }
        else
        {
        msg.payload.content="Ingrese el id del paciente"
        return msg;
        }
    }
}
```

Figura 20 código de validación de los datos del servidor

3.5 Prueba envío y recepción de mensajes atravesó de Telegram

En estas pruebas iniciales se utilizaron datos ficticios ingresados en el servidor, para su posterior petición desde el Bot de Telegram como se muestra en la Figura 22.

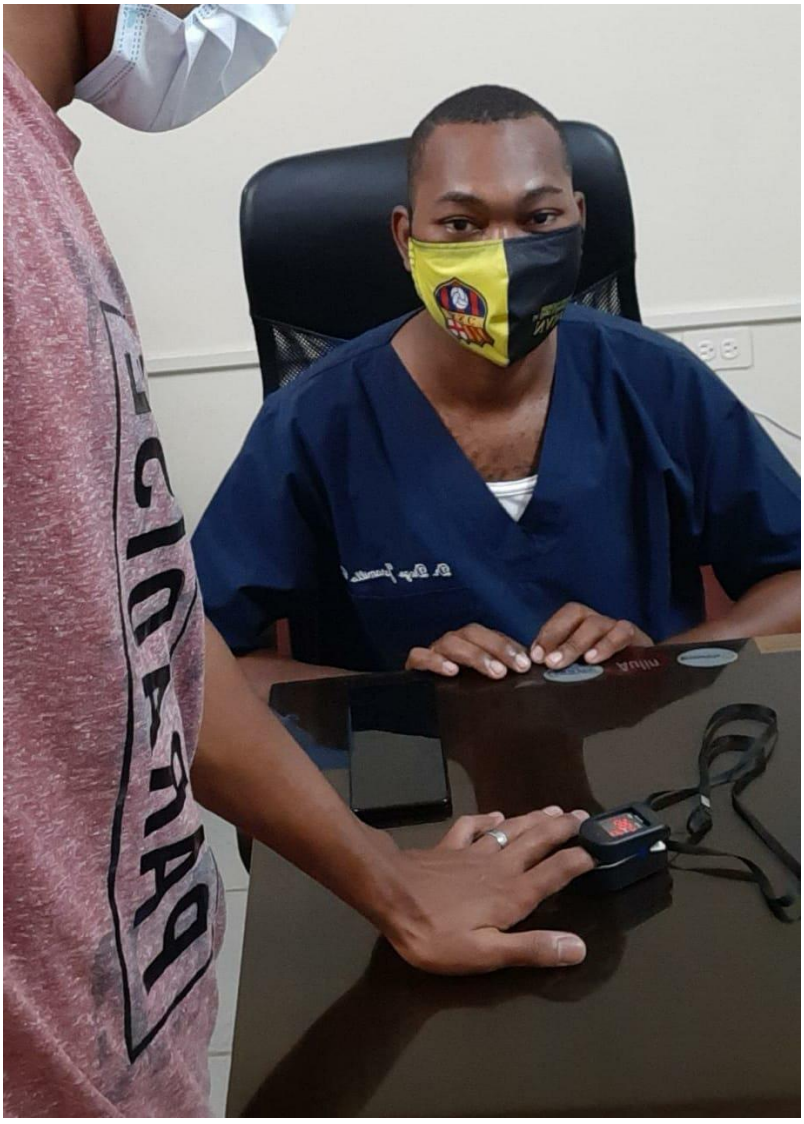


Figura 21 Toma de datos

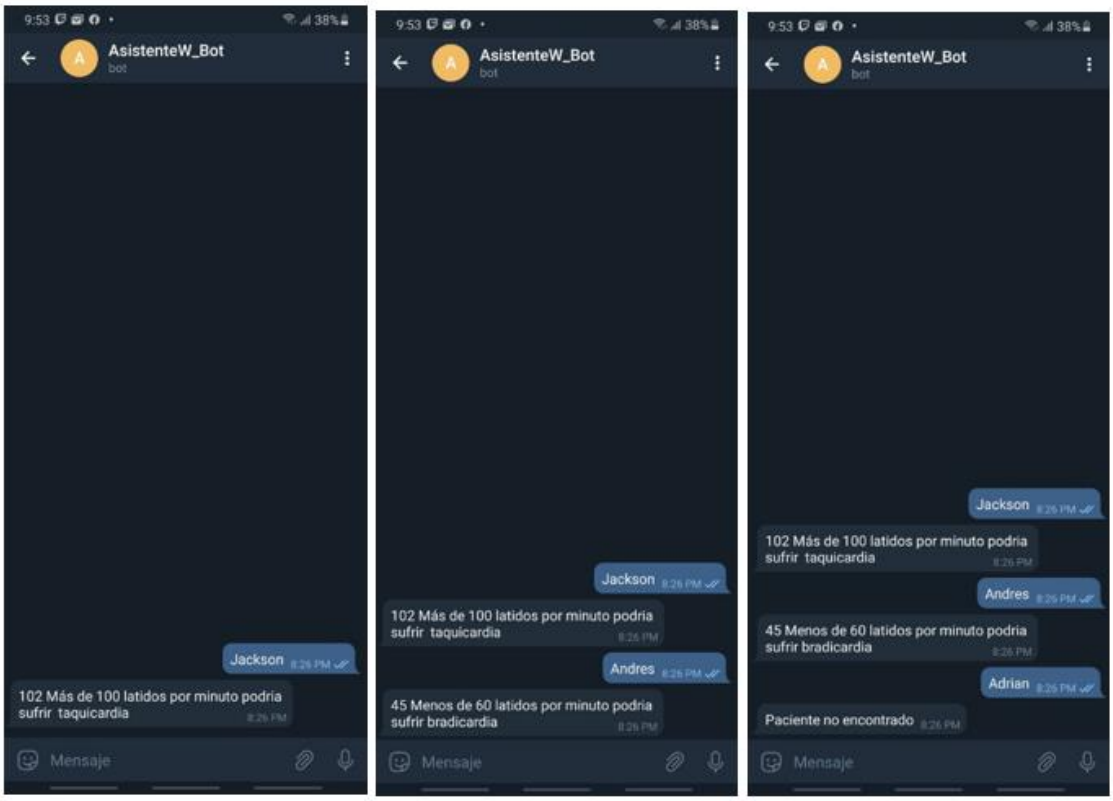


Figura 22 Pruebas de monitoreo de pulsos cardíacos

Como se puede apreciar en la imagen el Bot entrega los valores leídos por el dispositivo wearables que se publicaron en el servidor MQTT con un tiempo de respuesta inmediata luego de ingresar el Nombre o Id de la persona que esté utilizando el dispositivo.

3.6 Evaluación del prototipo.

Para comprobar la facilidad de manejo de los prototipos de manera apropiada, es necesario realizar pruebas de usabilidad, la cual se realizó con ayuda de la norma ISO 9241, donde se define que la usabilidad, incluidos los indicadores permisibles de eficiencia, efectividad y satisfacción del producto, Además los objetivos específicos de los usuarios que se enfocan en la calidad de uso, es decir, describe cómo los usuarios pueden realizar de manera efectiva tareas específicas en programas específicos.

Para que las tareas puedan cumplirse con eficiencia, efectividad y satisfacción se enumeraran de la siguiente manera:

- Iniciar el sistema del prototipo.
- Conexión a Internet wifi o datos móviles.
- Colocar de forma correcta el dedo, en el dispositivo móvil para detectar los pulsos cardíacos.
- Subir los datos al servidor.
- Petición de los datos desde el Bot Asistente de Telegram.

Efectividad

Es comprensible que cualquier software debe poseer objetivos concretos que ayuden a que los proyectos culminen de forma eficiente, y estos objetivos deben ser posibles. Para la efectividad se usó una medida del porcentaje de tareas completadas con éxito y para calcular su validez se aplicó la Ecuación 1.

Ecuación 1

$$Efectividad = \frac{numero\ de\ tareas\ completadas\ con\ exito}{numero\ de\ tareas\ realizadas} * 100$$

Ecuación 1

Luego de que se realizó el cálculo de la efectividad del prototipo, en la Figura 23 se visualizan las cinco pruebas realizadas desde la primera tarea dando así resultados satisfactorios con un 100% en su mayoría logrando así tener un porcentaje de efectividad excelente, de esta forma se refleja que los usuarios no tendrán problema a la hora de completar las tareas que se proponen en este trabajo.

Figura 23 Efectividad del prototipo

Eficiencia

Este apartado ayudó a medir los recursos empleados para lograr los objetivos, donde los indicadores nos dan información como el tiempo en el cual culmina una tarea y el tiempo en el que se puede aprender. Para realizarlo se aplicó la métrica de tiempo invertido desde el primer intento con Ecuación 2.

Ecuación 2

$$Eficiencia = \frac{\sum_{J=1}^{R} \sum_{J=1}^{N} \frac{nij}{tij}}{NR} \qquad \text{Ecuación 2}$$

Donde:

N= número total de tareas propuestas.

R= número total de usuarios/pacientes.

nij= el resultado de la tarea i multiplicado por el usuario j; si el usuario completa la tarea con éxito nij=1, caso contrario nij=0.

tij= el tiempo por usuario j para completar la tarea i. Si dicha tarea no se culmina con éxito, entonces se mide el tiempo hasta el momento en que el usuario deja de realizar la tarea.

Luego de que los usuarios aprendieran como se deben ejecutar las tareas para realizar envío de mensajes con el prototipo se procedió hacer el cálculo de la eficiencia, los cuales hacen referencia al tiempo medio que necesitan los usuarios para realizar el cual es 0.0034 tareas por segundo como se calculó en Ecuación 3.

Ecuación 3

$$Eficiencia = \frac{\left(\frac{3}{40}\right)+\left(\frac{3}{46}\right)+\left(\frac{5}{61}\right)+\left(\frac{5}{68}\right)+\left(\frac{5}{62}\right)}{5*5} = 0.0034 \text{ tareas/ s} \qquad \text{Ecuación 3}$$

Satisfacción

La satisfacción del cliente se puede entender como "el nivel del estado de ánimo de una persona que resulta de comparar el rendimiento percibido de un producto o servicio con sus expectativas" (Kotler, 1989).

Para saber este grado de satisfacción de los usuarios/pacientes se utilizó un cuestionario con preguntas dicotómicas de Si o No.

En general ¿Es considera complejo Iniciar el sistema del prototipo de IoMT Si o No?

Resp. No. La respuesta que se seleccionó fue no, ya que simplemente se tiene que iniciar la app que va a hacer el monitoreo del ritmo cardíaco y este proceso es muy sencillo, ya que solo es instalar una aplicación y dar clic en ella.

En General ¿Posee Conexión a Internet por wifi o datos móviles en todo momento SI o No?

Resp. Si. Esta respuesta fue seleccionada por el usuario, cuenta con datos móviles y el uso y conexión es fácil, solo se necesita tenerla habilitada entrando desde la configuración del dispositivo de esta manera permite interactuar desde cualquier punto accesible.

En general ¿Es complejo Colocar de forma correcta el dedo, en el dispositivo móvil para detectar los pulsos cardíacos?

Resp. No, en esta parte lo que puedo acotar es que al recomendarle a los usuarios que coloquen el dedo de forma correcta ellos lo hicieron sin errores y sin ningún problema dando como resultado una buena lectura de los datos de parte del dispositivo wearable.

En general ¿La complejidad para subir los datos al servidor es baja SI o No.

Resp. Si, esta tarea es la más importante y la que los usuarios deben tener más cuidado, el motivo es que al subir datos al servidor el usuario tiene que ingresar el nombre idéntico al que este agregado al sistema de mensajería esto lo puede hacer desde cualquier navegador, pese a la restricción que se tenía los usuarios agregaron de forma correcta los datos al servidor sin tener algún problema alguno.

En general ¿Es complejo realizar Petición de los datos desde el Bot Asistente de Telegram?

Resp. No, Esto se da gracias a que el Bot asistente que responderá a los usuarios mediante un mensaje instantáneo de Telegram hace la petición del ID o nombre de usuario registrado en el prototipo de mensajería y subido al servidor, si el usuario ingresa mal la petición del Bot, el Bot le recordara que debe ingresar bien lo que solicita de esta manera no los usuarios no tienen problemas con las peticiones del Bot.

CAPÍTULO IV: DISCUSIÓN

Como parte de esta investigación se analizó literatura que está enfocada en el uso de dispositivos wearables de Internet de las Cosas en el área de la salud con el motivo de desarrollar un ecosistema de dispositivos wearables mediante el protocolo de transporte móvil para el envío de mensajes, con el único fin de realizar operaciones de forma más automatizadas al momento de hacer peticiones de datos como lo pueden ser las actividades fisiológicas del ser humano como temperatura o ritmo cardíaco, por otra parte lo que hacen estos dispositivos wearables es ayudar a los usuarios-pacientes en el cuidado de su salud, ya que alertan si se tiene inconsistencias alguna [27], [16], [18], [28], [36].

En el desarrollo de este prototipo se propone una arquitectura para llevar a cabo envío de mensajes, almacenamiento de datos y monitorización de actividades fisiológicas como lo son el ritmo cardíaco, esto se lo hace con el uso de los protocolos de comunicación MQTT y MTProto los cuales son muy importantes para poder lograr los objetivos del proyecto, además de poder enviar y recibir peticiones de los usuarios que usen el sistema de Internet de las Cosas Médicas.

Los datos que se adquieren por medio del dispositivo wearable son publicados en un servidor para luego ser procesados y visualizados en tiempo real con ayuda del protocolo MQTT que nos proporciona la programación por nodos de Node-Red, lo que se puede destacar de esta forma programación es que al ser programación por objetos o nodos, se puede organizar de muchas formas los proyectos, además la documentación que proporciona es muy específica en las funciones que proporciona el su entorno de desarrollo.

En 2020 R. Vargas et al. [37], detallan en el artículo que tiene como nombre "Una plataforma WoT para soportar soluciones de IoT de ciclo completo desde infraestructuras de borde a nube: un caso práctico" que se aplican herramientas y conceptos que son muy importante para llevar a cabo interacciones entre dispositivos inteligentes y usuarios. Este trabajo utiliza el protocolo de comunicación MQTT y MTProto Para la comunicación de dispositivos en tiempo real con el uso del software Node-Red una distribución de JavaScript el cual es necesario para programar y control de los datos biométricos de usuarios a diferencia de este trabajo el cual hace el uso del protocolo MQTT para la comunicación de los dispositivos y un software de distribución de

Python para el control de su sistema. Al hacer la comparativa del trabajo citado se puede evidenciar que los tiempos de respuesta de los servidores son inmediato y dependerán de cada entorno en el cual se encuentre el usuario final. Cabe recalcar que el presente trabajo tiene un gran potencial de poder ser mejorado, ya que es un prototipo y los resultados obtenidos en este corto tiempo fueron satisfactorios, teniendo las mismas características que el proyecto propuesto en el artículo citado el cual tiene como objetivo la comunicación de dispositivos wearables mediante el uso de protocolos, otra de las particularidades a destacar de este trabajo es que se realizó en mucho menos tiempo y recursos que normalmente se aplican en estos desarrollos lo cual no fue un factor negativo para culminar.

Para finalizar, se evaluó la usabilidad del prototipo con la ISO 9241 en donde se describen algunas métricas que se utilizaron en esta investigación como eficiencia, efectividad y satisfacción por parte de los usuarios, Además para el cálculo de las métricas se identificaron las tareas básicas para el uso del sistema y poder centrar la evaluación en la calidad y usabilidad dando así cálculos muy positivos con una efectividad de 100% en 3 de los 5 usuarios que hicieron las pruebas, visualizándose así porcentajes altos en efectividad (mayor 100%), eficiencia (0.0034 tareas/ s), satisfacción (sencillo, esto se evaluó en una escala entre SI y No sobre la usabilidad del prototipo). Dando como resultado una clara facilidad del uso del sistema por parte de los usuarios que interactuaron.

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

Este trabajo proporciona un análisis de investigaciones previas sobre el ecosistema de IoT, envió y recepción de datos utilizados para administrar los recursos proporcionados por dispositivos wearables. Además, las investigaciones se identificaron con una estructura organizada, ya que se tomaron en cuenta mediciones, diagnósticos, uso de protocolos y monitorización de usuarios para el desarrollo de las bases teóricas científicas.

Para el desarrollo del prototipo de mensajería instantánea en IoMT se utilizó el entorno de desarrollo node-red en donde se utilizan nodos y los flujos de datos, básicamente en este software se definen los procesos correspondientes a programar. En otras palabras, con Node-Red, se pudo procesar señales de forma más cómoda e intuitiva. Es un software que se enfrenta claramente a los campos de Internet de las cosas, domótica y automatización.

Al utilizar los nodos existentes en el software de programación Node-Red, los protocolos MTProto y MQTT se pueden implementar para hacer coincidir los datos alojados en el servidor desde diferentes usuarios como se planteó en la arquitectura propuesta, y gracias a que el uso de Node-Red es intuitivo los datos se pueden enviar y recibir entre sí de forma inalámbrica porque dichos datos están alojados en la nube.

Al implementar un sistema de monitoreo remoto a través de Telegram, ya no es necesario ir a una ubicación determinada, pues a través de la aplicación y con la ayuda del Bot creado, se puede observar el intercambio de información y los datos obtenidos por el dispositivo wearable. El proceso se realiza a través de un mensaje, El mensaje contiene los datos que se han publicado en el servidor, además muestra el proceso en tiempo real, lo que facilita el seguimiento con el simple hecho de tener una conexión a Internet desde cualquier lugar.

5.2. RECOMENDACIONES

Se recomienda tomar en cuenta este trabajo de investigación por el motivo de que ofrece servir de apoyo a trabajos futuros donde se enfrenten con este tipo de lineamiento y así mejorar la calidad de vida de las personas que requieran de un seguimiento de su salud por medio de monitoreo de dispositivos wearables.

Para la configuración del protocolo MQTT se recomienda tener un dominio estático, en vez de una DHCP y de esta manera se podrá obviar algún problema de configuración.

Se recomienda que al usar aplicaciones para el monitoreo de los pulsos cardíacos se haga mínimo unas 3 veces antes de publicar para verificar que no se tenga una variación inconsistente de la lectura del dispositivo wearable.

Este prototipo al ser un sistema que ayuda al monitoreo de la salud es probable que pueda tener algún margen de error al ser usado por usuarios que no sepan cómo hacer un buen registro de los datos, por eso se recomienda leer el manual de la aplicación instalada en el dispositivo wearable antes de hacer alguna publicación del dato en el servidor.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] J. Job, V. Naresh, and K. Chandrasekaran, “A modified secure version of the Telegram protocol (MTProto),” *2015 IEEE Int. Conf. Electron. Comput. Commun. Technol. CONECCT 2015*, pp. 1–6, 2016.

[2] J. Márquez, L. Salazar, and P. Yañez, “Seguridad en Aplicación de Mensajería Telegram,” pp. 1–4, 2017.

[3] D. Chilcañán, P. Navas, and M. Escobar, “Virtual assistant for IoT process management, using a middleware,” *ACM Int. Conf. Proceeding Ser.*, pp. 209–213, 2018.

[4] A. Liñán Colina, A. Vives, A. Bagula, M. Zennaro, and E. Pietrosemoli, “Internet of Things IN 5 DAYS,” p. 227, 2016.

[5] Y. Berhanu, H. Abie, and M. Hamdi, “A testbed for adaptive security for IoT in eHealth,” *Proc. Int. Work. Adapt. Secur. ASPI 2013*, no. 0314, 2013.

[6] H. Tahaei, F. Afifi, A. Asemi, F. Zaki, and N. B. Anuar, “The rise of traffic classification in IoT networks: A survey,” *J. Netw. Comput. Appl.*, vol. 154, p. 102538, 2020.

[7] V. Nanjappan, H. N. Liang, K. Lau, J. Choi, and K. K. Kim, “Clothing-based wearable sensors for unobtrusive interactions with mobile devices,” *Proc. - Int. SoC Des. Conf. 2017, ISOCC 2017*, pp. 139–140, 2018.

[8] I. M. Washbrum, “Metodología de gestión de seguridades informáticas para internet de las cosas 1 Methodology of computer security management for the internet of things,” 2019.

[9] J. Salazar and S. Silvestre, “Internet de las cosas,” *Univ. Católica*, pp. 1–27, 2016.

[10] A. C. M. DAMIAN FARROW, JOSEPH BAKER, “SEGURIDAD EN INTERNET DE LAS COSAS Estado del arte,” *Nhk技研*, vol. 151, pp. 10–17, 2015.

[11] D. De Castro Perdomo, J. Viterbo, and D. C. M. Saade, “A location-based architecture for video stream selection in the context of IoMT,” *Proc. 25th*

Brazillian Symp. Multimed. Web, WebMedia 2019, pp. 461–468, 2019.

[12] U. Lee *et al.*, “Intelligent positive computing with mobile, wearable, and IoT devices: Literature review and research directions,” *Ad Hoc Networks*, vol. 83, pp. 8–24, 2019.

[13] K. Hofer-Schmitz and B. Stojanović, “Towards formal verification of IoT protocols: A Review,” *Comput. Networks*, vol. 174, 2020.

[14] N. Garg, M. Wazid, and S. Member, “BAKMP-IoMT : Design of Blockchain Enabled Authenticated Key Management Protocol for Internet of Medical Things Deployment,” vol. 7, 2020.

[15] B. Karp and H. T. Kung, “GPSR: Greedy Perimeter Stateless Routing for wireless networks,” *Proc. Annu. Int. Conf. Mob. Comput. Networking, MOBICOM*, no. MobiCom, pp. 243–254, 2017.

[16] P. Sanmartín Mendoza, K. Ávila Hernández, C. Vilora Núñez, and D. Jabba Molinares, “Internet de las cosas y la salud centrada en el hogar Internet of Things and Home-Centered Health,” *Salud Uninorte*, vol. 32, no. 2, pp. 337–351, 2016.

[17] J. Luque Ordóñez, “Dispositivos y tecnologías wearables,” *Javier Luque Ordóñez*, vol. 1, p. 18, 2016.

[18] G. Cosoli, S. Spinsante, and L. Scalise, “Wrist-worn and chest-strap wearable devices: Systematic review on accuracy and metrological characteristics,” *Meas. J. Int. Meas. Confed.*, vol. 159, p. 107789, 2020.

[19] G. Reiter, “Wireless connectivity for the Internet of Things,” *Texas Instrum. White Pap.*, pp. 1–13, 2014.

[20] E. A. Supervisor and F. L. January, “Moving toward the intra-protocol de-ossification of TCP in mobile networks: Start-up and mobility,” no. January, 2018.

[21] M. Weyrich and C. Ebert, “Reference architectures for the internet of things,” *IEEE Softw.*, vol. 33, no. 1, pp. 112–116, 2016.

[22] Y. C. Chan and T. H. Chiou, “A threshold controlled TCP for data center

networks," *Proc. - 2016 IEEE Int. Symp. Comput. Consum. Control. IS3C 2016*, no. c, pp. 767–771, 2016.

[23] R. Sureswaran, H. Al Bazar, O. Abouabdalla, and A. M. Manasrah, "Active e-mail system protocols monitoring algorithm," *IEEE Reg. 10 Annu. Int. Conf. Proceedings/TENCON*, pp. 1–6, 2009.

[24] A. F. Santamaria, F. De Rango, A. Serianni, and P. Raimondo, "A real IoT device deployment for e-Health applications under lightweight communication protocols, activity classifier and edge data filtering," *Comput. Commun.*, vol. 128, pp. 60–73, 2018.

[25] D. H. Hwang, J. M. Shin, and Y. H. Choi, "Authentication Protocol for Wearable Devices Using Mobile Authentication Proxy," *Int. Conf. Ubiquitous Futur. Networks, ICUFN*, vol. 2018-July, pp. 700–702, 2018.

[26] Y. X. Lai, Y. W. Ma, Y. M. Huang, J. L. Chen, and S. C. Mukhopadhyay, "Ubiquitous motion sensing service using wearable shoe module and mobile device," *Conf. Rec. - IEEE Instrum. Meas. Technol. Conf.*, pp. 1376–1379, 2013.

[27] F. Wu, T. Wu, and M. R. Yuce, "An internet-of-things (IoT) network system for connected safety and health monitoring applications," *Sensors (Switzerland)*, vol. 19, no. 1, 2019.

[28] H. Zakaria, N. A. Abu Bakar, N. H. Hassan, and S. Yaacob, "IoT security risk management model for secured practice in healthcare environment," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 161, pp. 1241–1248, 2019.

[29] E. Borgia, R. Bruno, and A. Passarella, "Making opportunistic networks in IoT environments CCN-ready: A performance evaluation of the MobCCN protocol," *Comput. Commun.*, vol. 123, pp. 81–96, 2018.

[30] H. Zemrane, Y. Baddi, and A. Hasbp, "Mobile adhoc networks for intelligent transportation system: Comparative analysis of the routing protocols," *Procedia Comput. Sci.*, vol. 160, no. 2018, pp. 758–765, 2019.

[31] J. Jakobsen and C. Orlandi, "On the CCA (in)security of MTProto," *SPSM 2016 - Proc. 6th Work. Secur. Priv. Smartphones Mob. Devices, co-located with CCS 2016*, pp. 113–116, 2016.

[32] Asamblea Nacional, “Ley Orgánica De Telecomunicaciones, 2015,” *Regist. Of. Órgano N° 439 del Gob. del Ecuador*, vol. Tercer Sup, pp. 1–40, 2015.

[33] Asamblea Nacional del Ecuador, “Código Orgánico De La Economía Social De Los Conocimientos, Creatividad E Innovación,” *Regist. Of.*, vol. IV, p. 113, 2016.

[34] Asamblea Nacional del Ecuador, “Ley organica de salud - Ecuador,” *Plataforma Prof. Investig. Jurídica*, no. 593, p. 13, 2015.

[35] Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, “Plan Nacional de Desarrollo 2017-2021-Toda una Vida,” p. 84, 2017.

[36] R. P. Singh, M. Javaid, A. Haleem, and R. Suman, “Internet of things (IoT) applications to fight against COVID-19 pandemic,” *Diabetes Metab. Syndr.*, vol. 14, no. 4, pp. 521–524, 2020.

[37] R. Pastor-Vargas, L. Tobarra, A. Robles-Gómez, S. Martin, R. Hernández, and J. Cano, “A wot platform for supporting full-cycle iot solutions from edge to cloud infrastructures: A practical case,” *Sensors (Switzerland)*, vol. 20, no. 13, pp. 1–22, 2020.

ANEXOS

ANEXO A

Encuesta Peguntas dicotómicas

Anexo 1Encuesta

Se quiere saber el nivel de satisfacción de las personas, si usan dispositivos wearables para el monitoreo de su salud. Para esto se presenta un cuestionario con preguntas dicotómicas la cuales consisten en responder Si o NO y así tener un análisis de los datos y valorar el nivel de satisfacción.

Para realizar la encuesta se tiene que encerar con un círculo ◯ la respuesta la participación es anónima.

¿Es considera complejo Iniciar el sistema del prototipo de IoMT Si o No?

- **Si**
- **No**

En General ¿Posee Conexión a Internet por wifi o datos móviles en todo momento SI o No?

- **Si**
- **No**

En general ¿Es complejo Colocar de forma correcta el dedo, en el dispositivo móvil para detectar los pulsos cardíacos?

- **Si**
- **No**

En general ¿La complejidad para subir los datos al servidor es baja SI o No.

- **Si**
- **No**

En general ¿Es complejo realizar Petición de los datos desde el Bot Asistente de Telegram?

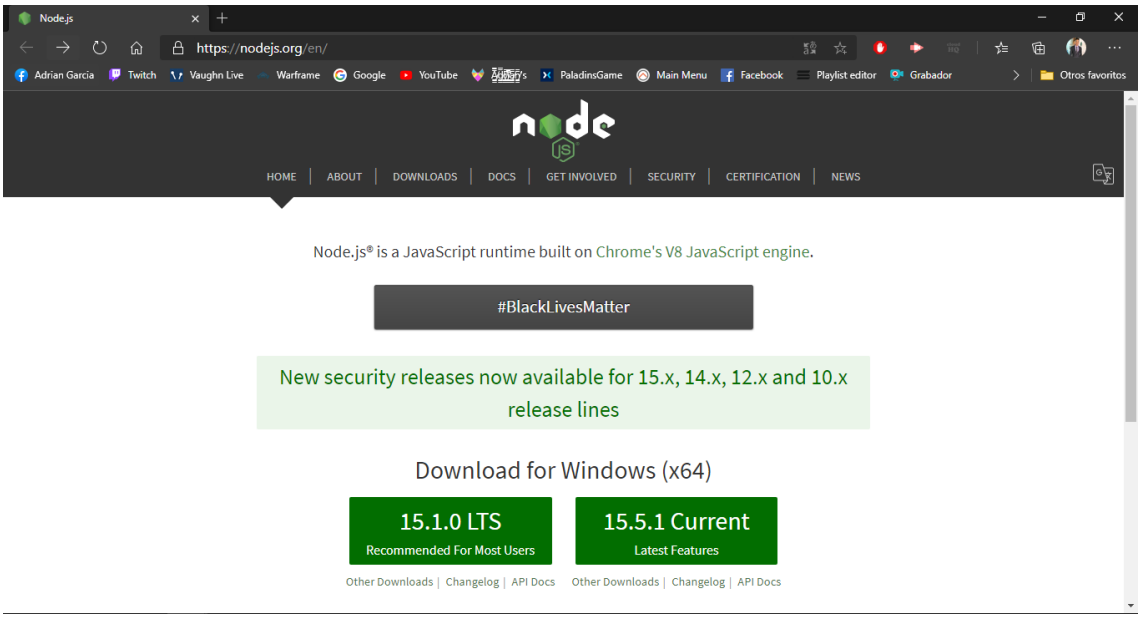
- **Si**
- **No**

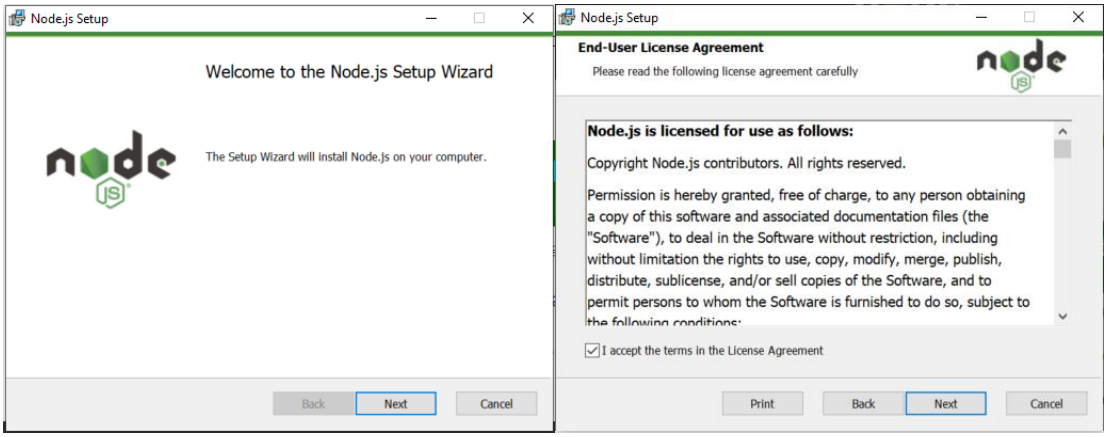
ANEXO B

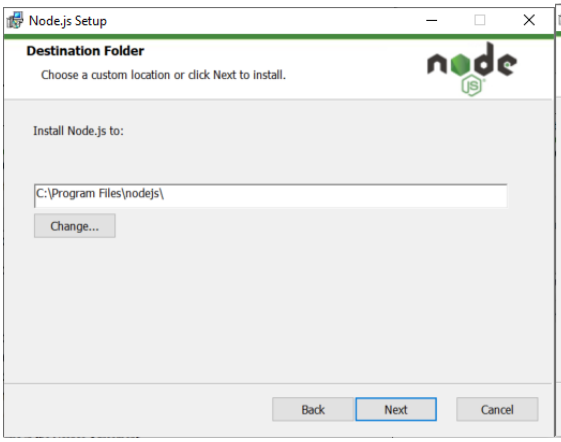
En la Configuración del Ecosistema IoT se detalla cómo se realizó la instalación y configuración de las herramientas para el desarrollo del proyecto.

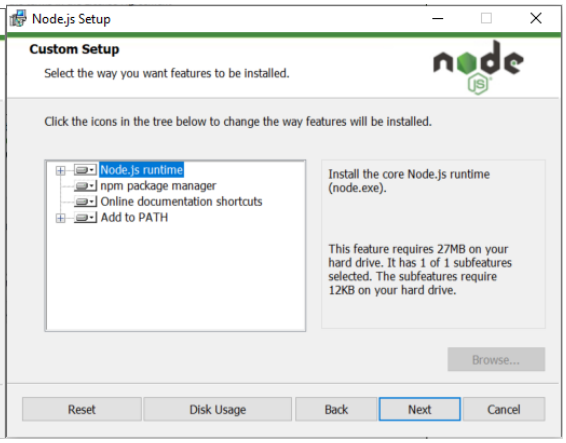
Configuración del funcionamiento del Sistema Instalación Node-Red en Windows

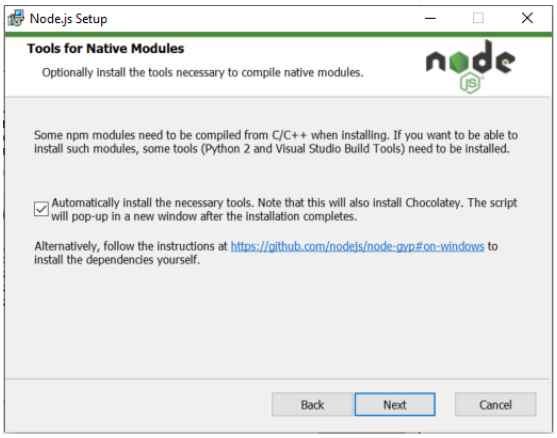
En este caso se instaló el fichero: node-v15.1.0-x64.msi la cual es la versión LTS que se utilizó durante el proceso el desarrollo del proyecto.

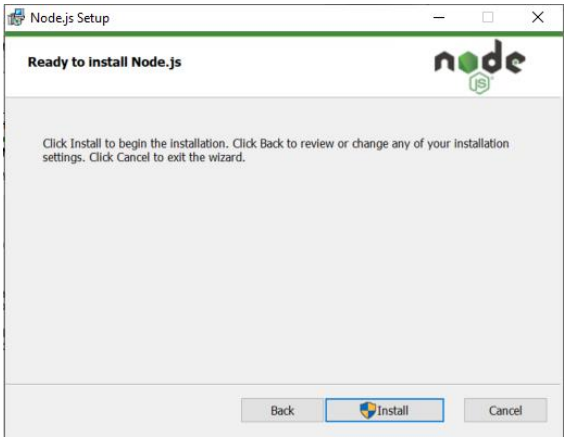


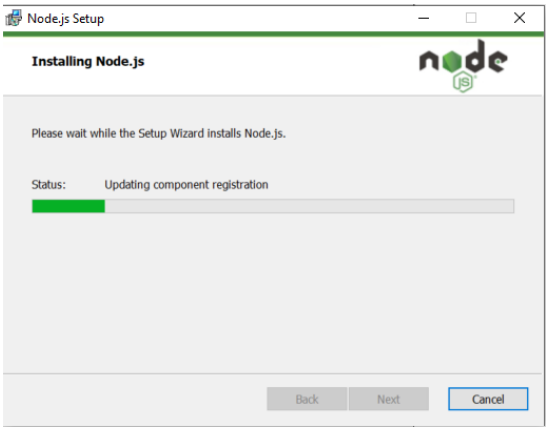


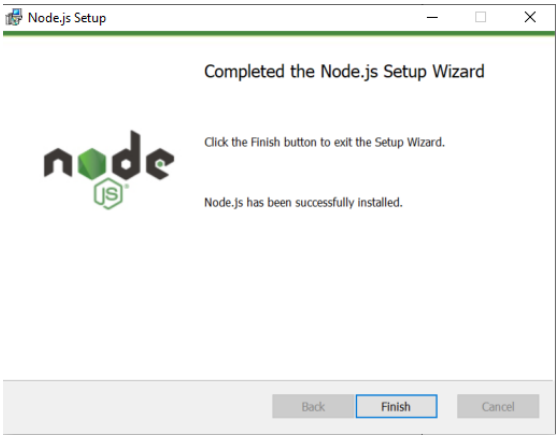

Node.js Setup
Destination Folder
Choose a custom location or click Next to install.
Install Node.js to:
C:\Program Files\nodejs\
Change...
Back
Next
Cancel

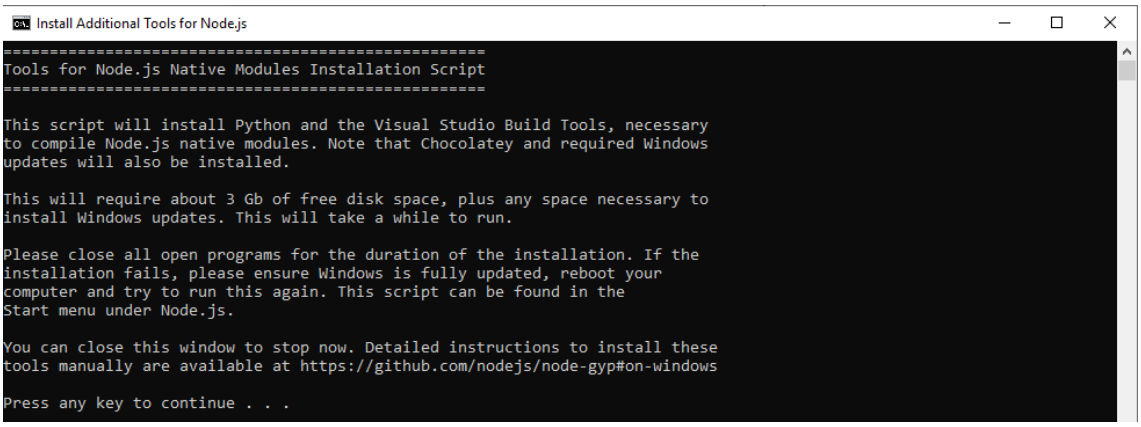

Node.js Setup
Custom Setup
Select the way you want features to be installed.
Click the icons in the tree below to change the way features will be installed.
Node.js runtime
npm package manager
Online documentation shortcuts
Add to PATH
Install the core Node.js runtime (node.exe).
This feature requires 27MB on your hard drive. It has 1 of 1 subfeatures selected. The subfeatures require 12KB on your hard drive.
Browse...
Reset
Disk Usage
Back
Next
Cancel


Node.js Setup
Tools for Native Modules
Optionally install the tools necessary to compile native modules.
Some npm modules need to be compiled from C/C++ when installing. If you want to be able to install such modules, some tools (Python 2 and Visual Studio Build Tools) need to be installed.
Automatically install the necessary tools. Note that this will also install Chocolatey. The script will pop-up in a new window after the installation completes.
Alternatively, follow the instructions at https://github.com/nodejs/node-gyp#on-windows to install the dependencies yourself.
Back
Next
Cancel


Node.js Setup
Ready to install Node.js
Click Install to begin the installation. Click Back to review or change any of your installation settings. Click Cancel to exit the wizard.
Back
Install
Cancel


Node.js Setup
Installing Node.js
Please wait while the Setup Wizard installs Node.js.
Status: Updating component registration
Back
Next
Cancel

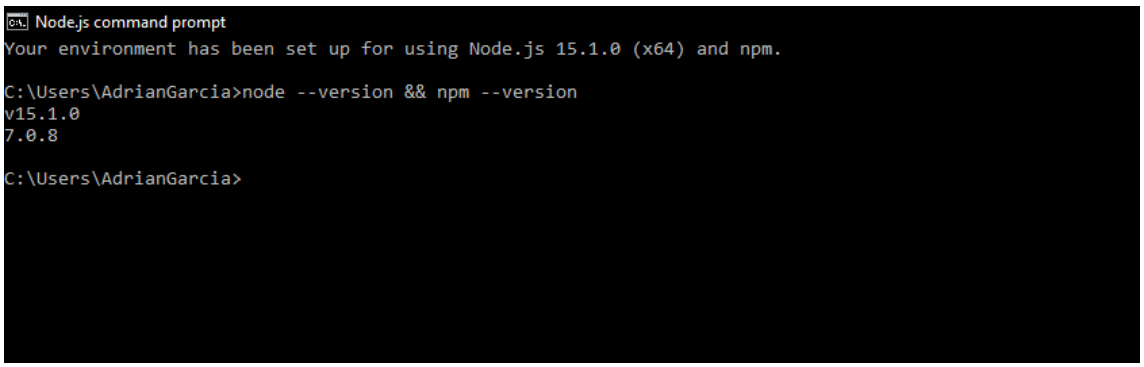

Node.js Setup
Completed the Node.js Setup Wizard
Click the Finish button to exit the Setup Wizard.
Node.js has been successfully installed.
Back
Finish
Cancel



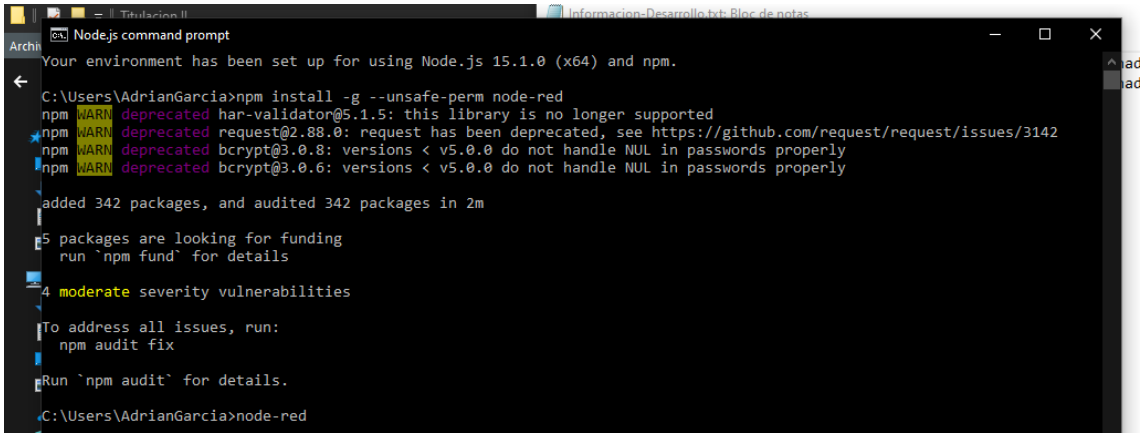
Anexo 2 Configuración del Ecosistema IoT

Luego de la instalar NodeJS, se verifico la correcta instalación de este usando el comando npm.

Dede PowerShell o CMD:

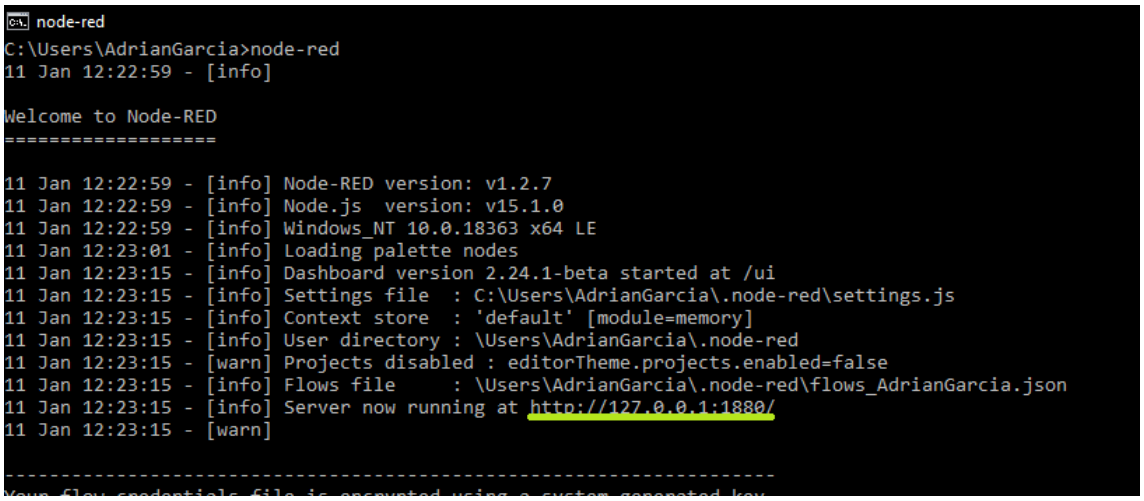


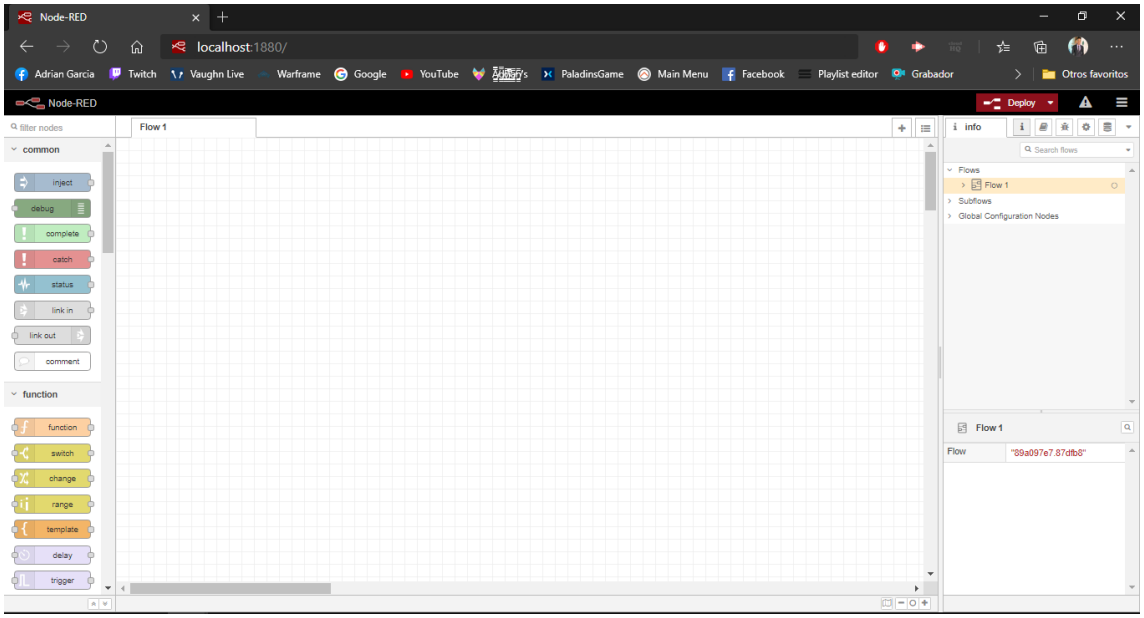
Otro de los framework que se utilizaron para el desarrollo del proyecto fue Node-Red



- **Ejecutar Node-RED**

En el terminal o PowerShell se escribe el comando **node-red** para la inicialización del interfaz de usuario y empezar con la implementación de los ecosistemas mediante el uso de nodos de programación.



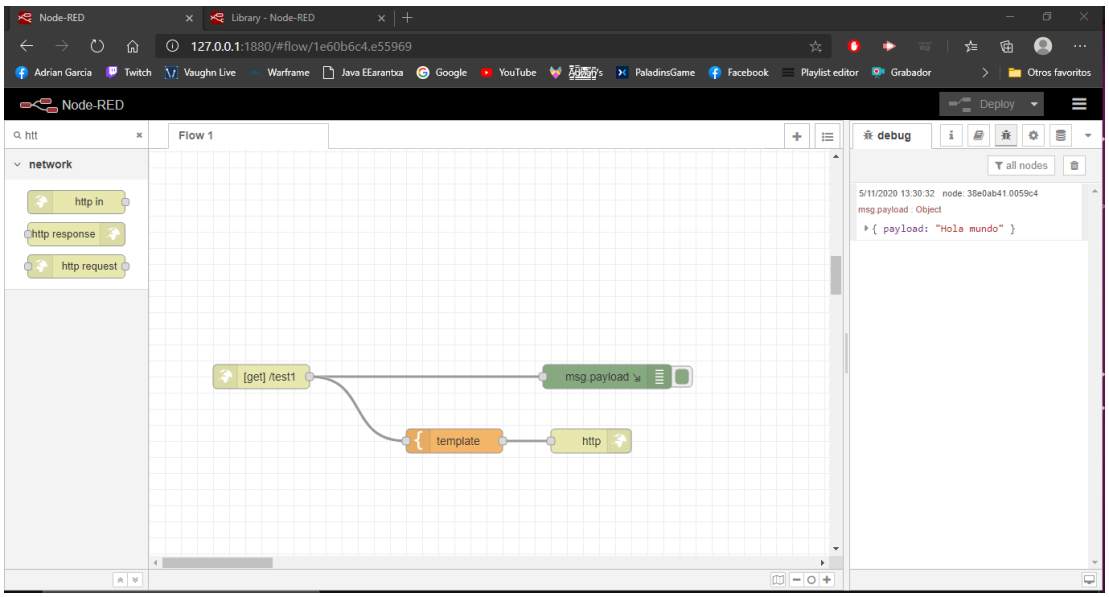


Anexo 3 Ejecución

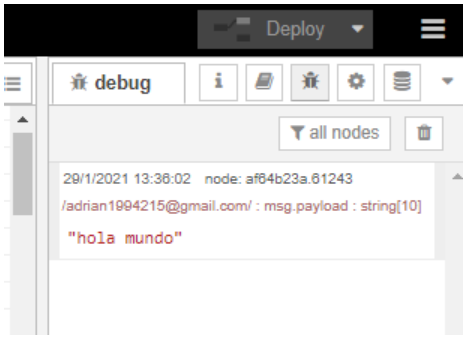
ANEXO C

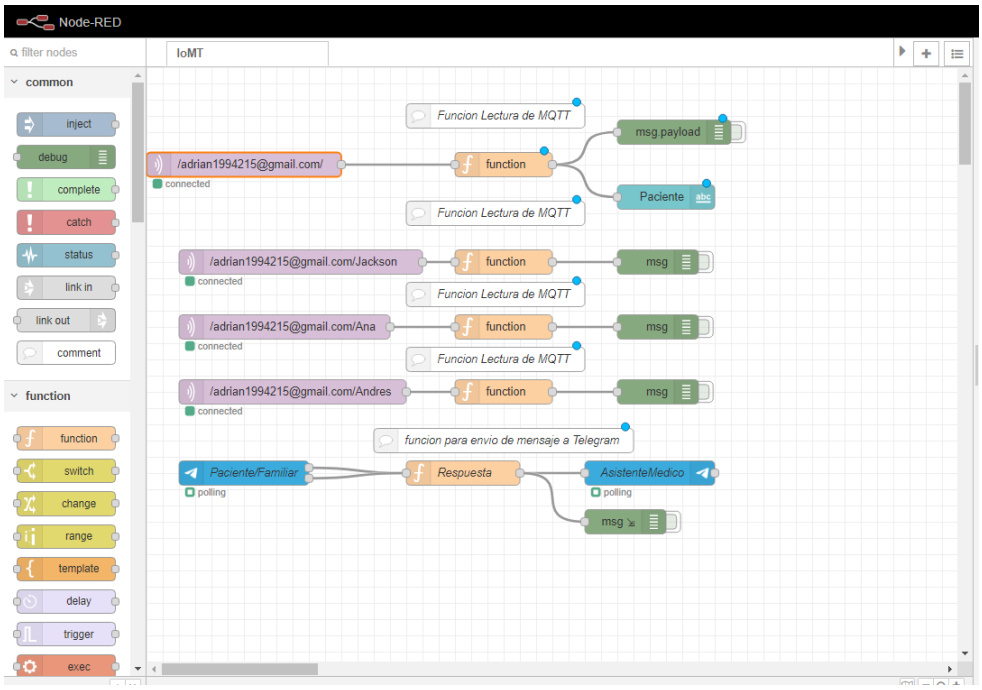
En la Ejecución de nodos del Sistema se muestran imágenes de los nodos más importantes para este trabajo como lo son el nodo, Telegram, MQTT, función y debug.

Ejecución de nodos en Node-red

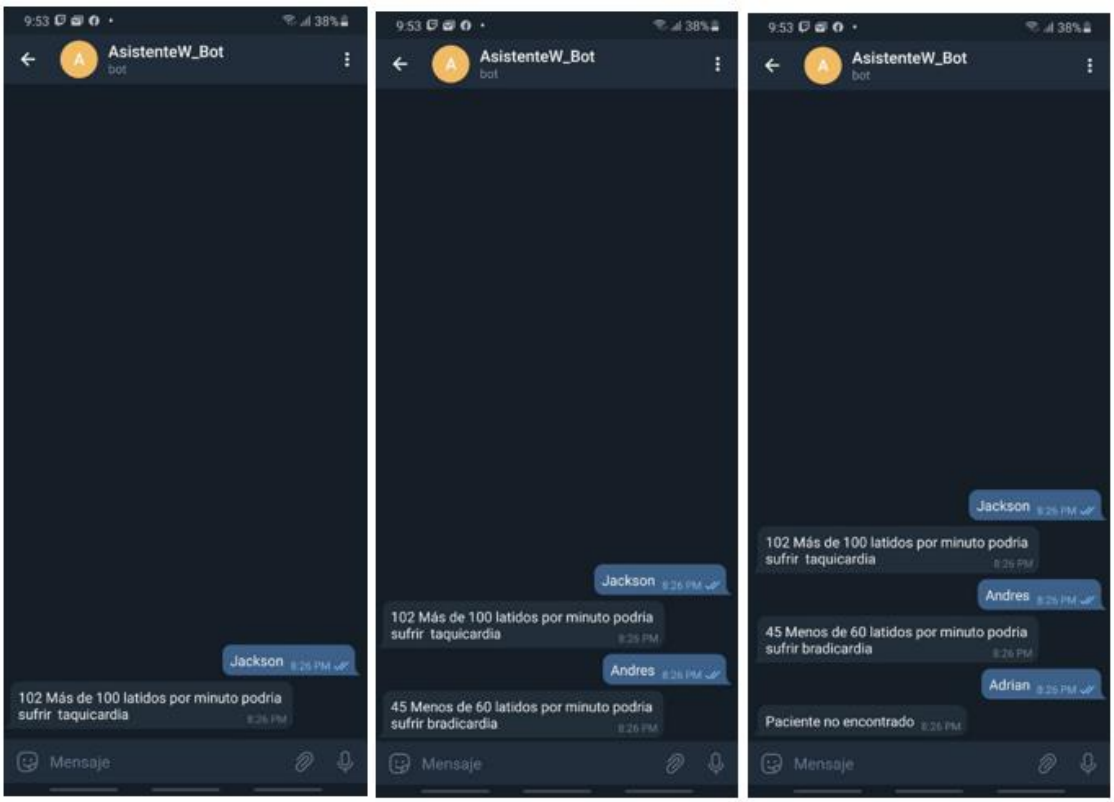


Anexo 4 Nodos Básicos de Node-Red





Anexo 5 Ecosistema IoT



Anexo 6 Envío de mensajes Telegram Bot